

Co

COGENERACIÓN

Á. Janeiro Blanco
 Jefe de Área Sector
 Eléctrico y Energía
J.L. Cruz Fernández
 Jefe de Área Nuevos
 Desarrollos
 División de Ingeniería
 Inerco, S.A.



Mejora de la eficiencia energética y costes en plantas de cogeneración

Implantación de un sistema instrumentado para el cálculo de REE de la planta

Desde el 24 de junio de 2009, todas las plantas de cogeneración inscritas en el régimen especial tienen la obligación legal [1 y 3] de instalar instrumentos de medida para cada parámetro involucrado en el cálculo del rendimiento eléctrico equivalente (REE), así como de seguir unas pautas y características de cómo y dónde evaluar los parámetros que intervienen en dicho cálculo. El cálculo del REE es necesario para acogerse o mantenerse en el régimen especial regulado por el Real Decreto 661/2007, ya que, para ello, la instalación debe tener un REE igual o superior a un mínimo dependiente del tipo de combustible utilizado en la misma.

NO SE TRATA ÚNICAMENTE DE SATISFACER unas exigencias legales, sino de mejorar la eficiencia energética de las plantas de cogeneración, para lo cual se hace necesario disponer de un sistema instrumentado para la medida, registro y cálculo de los consumos energéticos de las plantas, y en particular, de los calores útiles y del REE. Para ello, se deben identificar los puntos significativos en el funcionamiento de la instalación y la influencia de cada uno de ellos en el citado cálculo, e implantar posibles mejoras en la eficiencia de la planta, a corto y medio plazo.

1

EL RENDIMIENTO ELÉCTRICO EQUIVALENTE

El rendimiento eléctrico equivalente (REE) es el parámetro de medida de la eficiencia energética de una planta de producción inscrita en el régimen especial regulado por el Real Decreto 661/2007 [1].

En las instalaciones de cogeneración es condición necesaria para acogerse o mantenerse en régimen especial, que el REE de la instalación, en promedio de un

período anual, sea igual o superior a un REE mínimo que está en función del tipo de combustible.

Adicionalmente, las instalaciones de cogeneración en régimen especial, que acrediten en cualquier caso un REE superior al mínimo por tipo de combustible exigido por el Real Decreto 661/2007, percibirán un complemento económico por eficiencia sobre la prima establecida por su tipo de tecnología.

Por tanto, el que una instalación de cogeneración quede fuera del régimen especial puede suponer la no viabilidad económica de la planta, o en caso contrario, una pérdida importante de ingresos para el empresario; por tanto, es muy importante el correcto cálculo del REE, así como el optimizar la eficiencia energética de la planta con el objeto de aumentar en todo lo posible este parámetro de medida de eficiencia energética.

Debido a la generalidad de los criterios establecidos en el Real Decreto 661/2007, se aprobó una guía técnica, publicada por el IDAE [3], en la que se expone un método de cálculo del calor útil de cogeneración, de la electricidad de cogeneración y el ahorro de energía primaria de acuerdo a la legislación estatal y europea actualmente en vigor, que son los parámetros que intervienen en el cálculo del REE.

Entre las novedades que recogen los cambios normativos citados y referidos al final de presente artículo, cabe citar los siguientes aspectos:

1. En toda instalación de cogeneración adscrita al régimen especial dictado por el Real Decreto 661/2007, debe existir al menos un equipo de medida local o totalizador para cada parámetro involucrado en el cálculo del rendimiento eléctrico equivalente (calor útil, energía eléctrica generada en bornas del alternador y energía primaria consumida por la planta de cogeneración). Dicha exigencia entró en vigor el 24 de junio de 2009.

2. Se concreta la definición del REE, especificando con detalle el concepto de calor útil.

3. Se establece el REE mínimo exigido por el Real Decreto 661/2007 para que una instalación de cogeneración pueda incluirse en el régimen especial.

4. Para cogeneraciones inscritas antes de la entrada en vigor del Real Decreto 661/2007 y en las cuales parte o la totalidad del calor entregado es en forma de vapor, se ha establecido una doble metodología para el cálculo del REE, dependiendo del objeto de la evaluación del mismo.

5. La posibilidad del cobro del complemento por eficiencia de manera mensual. Dicha opción supondría certificar mensualmente un valor del REE de la planta superior al REE mínimo exigido.

2

CÓMO ADECUARSE A LA LEGISLACIÓN ACTUAL

2.1

La ingeniería y asesoría técnica

Las primeras actuaciones que debe acometer un empresario para adecuarse a la legislación son las siguientes:

- Diagnóstico de verificación del cumplimiento del Real Decreto 661/2007 en cuanto al REE y auditoría energética.

UNA GUÍA TÉCNICA, PUBLICADA POR EL IDAE, EXPONE UN MÉTODO DE CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DEL REE

Se debe realizar un estudio energético de la instalación para determinar la situación de la planta, tanto desde el punto de vista de la eficiencia energética, como desde el punto de vista del cumplimiento del Real Decreto 661/2007 en cuanto al valor del REE.

Se deben identificar las posibles mejoras en cuanto a la eficiencia energética y los posibles consumidores adicionales de calor cuyas demandas energéticas pudieran ser cubiertas con el calor disponible en la cogeneración.

Habrá que distinguir entre aquellas medidas que servirían para mejorar la situación energética de la instalación y aquellas otras que son necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la legislación y poder mantener a la instalación dentro del régimen especial.

- Definición de las corrientes que intervienen en el cálculo del REE, así como localización de los puntos de medida de variables involucradas en el cálculo del calor útil de acuerdo a las recomendaciones de la "Guía Técnica para la medida y determinación de Calor Útil, de la Electricidad y del Ahorro de Energía Primaria de Cogeneración de Alta Eficiencia", publicada por el IDAE y aprobada por la Resolución del 14 de mayo de 2008 de la Secretaría General de Energía.

- Estudio técnico y económico de las alternativas de mejora con mayor interés.

A partir de los resultados del análisis anterior, se deben identificar aquellas alternativas más interesantes y realizar el estudio técnico y económico de las mismas para verificar su viabilidad técnica y económica.

Se deberá realizar un análisis económico basado en la influencia que cada una de las medidas tendría sobre el REE, realizándose un análisis de la TIR y el VAN de aquellas actuaciones con plazos de retorno de la inversión superior a un año.

- Ingeniería de las actuaciones de mejora.

A partir de los estudios realizados, se podrán acometer los trabajos de ingeniería correspondientes a las actuaciones de mejora seleccionadas por el cliente para ser ejecutadas.

2.2

Implementación de un sistema para medida y cálculo del REE

Para dar cumplimiento a las exigencias legales establecidas para cogeneraciones en régimen especial, una vez definidos el REE y las necesidades mínimas de instrumentación para su cálculo, según la ingeniería previa desarrollada y de acuerdo a la citada Guía publicada por el IDAE, deberá procederse a instalar la instrumentación en la planta. Dicha instrumentación debería haber estado instalada en planta antes del 24 de junio de 2009 de acuerdo a las indicaciones de la propia Guía.

Además de esta instrumentación, se considera necesario implementar un sistema donde se centralicen todas las variables que afecten a la eficiencia energética de la planta y poder registrarlas para su posterior estudio y análisis por los responsables de las instalaciones, y se pueda contribuir a la mejora continua de las mismas.

Inerco tiene implantado, en plantas de cogeneración, un sistema instrumentado de desarrollo propio que satisface los requerimientos anteriores de medida y registro; complementados además con unas herramientas de *hardware* y *software* que permiten realizar directamente el cálculo del calor útil y del REE, representar gráfica y numéricamente las tendencias de todas y cada unas de las variables que intervienen en la eficiencia energética y diagnosticar posibles errores en el sistema.

Este sistema se ha diseñado con equipos de última tecnología que permite la medida y registro de cualquier otro consumo energético que pudiera considerarse necesario para un mayor control de gastos y buscar, por tanto, la máxima eficiencia energética.

El citado sistema está compuesto por los siguientes equipos y funciones:

- Instrumentación para la medida del caudal, presión y temperatura en los circuitos de energía térmica útil.

- Toda las señales de instrumentación disponen de comunicación tipo bus de campo, que permite reducir el cableado necesario, así como tener indudables ventajas frente a la instrumentación "puramente analógica", como son: parametrizar los instrumentos, transmisión de información adicional a la de control (diagnóstico), identificación de los dispositivos e incluso la calibración de los mismos.

Con todas estas opciones disponibles, gracias a la comunicación de bus de campo, se consigue una mayor precisión y mantenimiento predictivo de los instrumentos de medida, facilitándose el cumplimiento del requisito de la Guía Técnica en cuanto a la calibración de los instrumentos implicados en el cálculo del calor útil, y como consecuencia, a la estabilidad en los resultados obtenidos.

- Armario de control que centraliza todas las señales, operaciones y cálculos del sistema, con las siguientes funciones:

- Recepción de señales.
- Diagnóstico y mantenimiento de la instrumentación asociada.

- Cálculo de variables en tiempo real, entre las que se encuentran el calor útil y el propio rendimiento eléctrico equivalente.

EL SISTEMA SE HA DISEÑADO CON EQUIPOS DE ÚLTIMA TECNOLOGÍA QUE PERMITE LA MEDIDA Y REGISTRO DE CUALQUIER OTRO CONSUMO ENERGÉTICO QUE PUDIERA CONSIDERARSE NECESARIO PARA UN MAYOR CONTROL DE GASTOS

SE CONSIDERA IMPRESCINDIBLE IMPLANTAR UN SISTEMA INSTRUMENTADO QUE PERMITA MONITORIZAR, REGISTRAR Y CALCULAR LOS PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA PLANTA

- Representación gráfica del proceso en pantalla táctil incorporada en el propio armario de control.

- Visualización instantánea de los datos y diagnóstico de cada uno de los instrumentos.

- Registro de los datos e información obtenida en memoria interna.

- Seguimiento en tiempo real de las variables del proceso y los cálculos obtenidos, lo que permitirá tomar las medidas adecuadas en el proceso para mejorar los valores obtenidos o cualquier otro que el operador considere de interés.

- Obtención de datos en la pantalla táctil incorporada en el armario y posibilidad de accesibilidad a los mismos mediante transmisión a otro sistema de control o PC.

El diseño y evolución del citado sistema instrumentado ha ido orientado a maximizar su fiabilidad, implantándose para ello las siguientes medidas:

- Reducción al máximo el número de equipos susceptibles de fallar.

- Evaluación de los parámetros en funcionamiento y emisión de alarmas de aviso.

- Alimentación al armario de control e instrumentación desde tensión segura (SAI) existente en planta, con lo que en caso de fallo eléctrico, los equipos seguirían en funcionamiento.

- Incorporación de una memoria de seguridad que será extraíble y disponible de leer en cualquier otro PC de la planta, por lo que se evita la pérdida de la información registrada.

Adicionalmente, el sistema es flexible y ampliable, permitiendo:

- La incorporación de futuras ampliaciones de la planta de cogeneración, e incluso de otras muchas que el cliente considere oportuno centralizar en este armario de control, hasta un máximo de 128 instrumentos de campo.

- Comunicaciones vía Ethernet con el sistema de control general de la planta o su red informática, incluso la visualización y cálculos a distancia, desde otro PC situado en una central de gestión.

2.3

Descripción de la aplicación del sistema instrumentado

La aplicación, implantada en instalaciones ya en marcha, tiene las siguientes funciones y utilidades:

1. Centralizar todas las señales de campo. Esto permite supervisar las medidas de cada uno de los instrumentos instalados desde un solo punto de la instalación y en tiempo real, no teniendo por qué ir anotando

Figura 1
Pantalla "sinóptico de la planta"



y supervisando las medidas con desplazamientos a cada uno de los puntos o líneas de la planta donde se instalen los mismos, que podría provocar falsas medidas y por tanto, cálculos menos exactos.

2. Control centralizado del estado de los instrumentos y comunicaciones, con diagnóstico y aviso instantáneo de cualquier problema o incidencia en la instrumentación. Permitirá menos errores en la medida y un mantenimiento más exhaustivo de la instalación.

3. Disponer de la formulación adecuada que permite los cálculos de los calores útiles y del REE de una manera exacta y en tiempo real. Se obtienen de manera fácil y rápida valores relacionados con la producción y el consumo.

4. Se dispone de un sistema de adquisición y almacenamiento de datos, que permite realizar consultas de evolución en el tiempo de las distintas señales de control y de ciertos valores relacionados con la producción y el consumo, así como el rendimiento eléctrico equivalente y el calor útil.

Para llevar a cabo la integración de todas las funciones marcadas anteriormente, se dispone de un interface sencillo, específico y práctico. Como muestra del mismo, a continuación se describen las pantallas o aplicaciones más importantes del citado *software*.

- Sinóptico de la planta

La pantalla "sinóptico de la planta" es la pantalla por defecto (Figura 1). En ella se muestra un sinóptico del proceso y las medidas de los instrumentos implicados en el cálculo del REE, y, por tanto, tenemos una representación de los parámetros que intervienen en la eficiencia de la cogeneración. La representación de las medidas obtenidas de los instrumentos de campo es en tiempo real.

Si aparece una bandera roja junto a alguna de las medidas, indicará la necesidad de consultar la ventana de diagnóstico para comprobar si existe algún problema en dicha medida, que pueda estar falseando los cálculos de los calores útiles, y por tanto, del REE.

- Cálculos

La opción "cálculos" proporciona acceso a dos pantallas desde dos pestañas localizadas en la parte superior de la pantalla y denominadas "planta" y "resumen".

La pantalla "planta" permite al usuario el cálculo del calor útil y del rendimiento eléctrico equivalente (R.E.E.) entre las fechas seleccionadas (Figura 2).

La pantalla "resumen" muestra el valor actual del calor útil total (H) y el calor útil para cada sección de la planta que intervienga en el cálculo. Cada valor se refresca en tiempo real cuando cambia el valor adquirido por alguno de los instrumentos de medición asociados al valor.

Estos valores se almacenan en la base de datos de la aplicación con el objetivo de ser consultados posteriormente en el cálculo del calor útil y rendimiento eléctrico equivalente entre dos fechas concretas desde la pantalla "planta".

- Diagnóstico

La pantalla "diagnóstico" muestra el estado actual del sistema; módulos de comunicación e instrumentación instalada en la planta (Figura 3).

Figura 2
Pantalla "cálculos-planta"



Figura 3
Pantalla "diagnóstico"

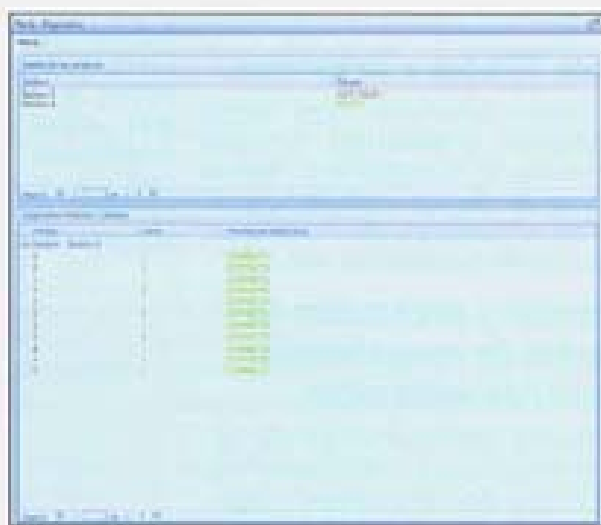
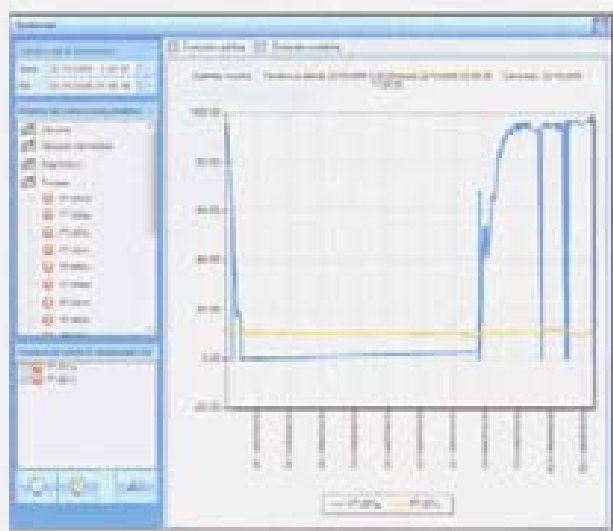


Figura 4
Pantalla "tendencias"



SE DEBE REALIZAR UN ESTUDIO ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN PARA DETERMINAR LA SITUACIÓN DE LA PLANTA, TANTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, COMO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CUMPLIMIENTO DEL RD 661/2007 EN CUANTO AL VALOR DEL REE

El estado de funcionamiento correcto se indica mediante texto de color verde y el estado de funcionamiento incorrecto se muestra mediante texto de color rojo.

• Tendencias

Con el menú "tendencias" (Figura 4) se accede a la pantalla que permite consultar la evolución en el tiempo de las señales de campo (valores recogidos por la instrumentación instalada) y de los cálculos de calor útil (total y por zonas de la instalación).

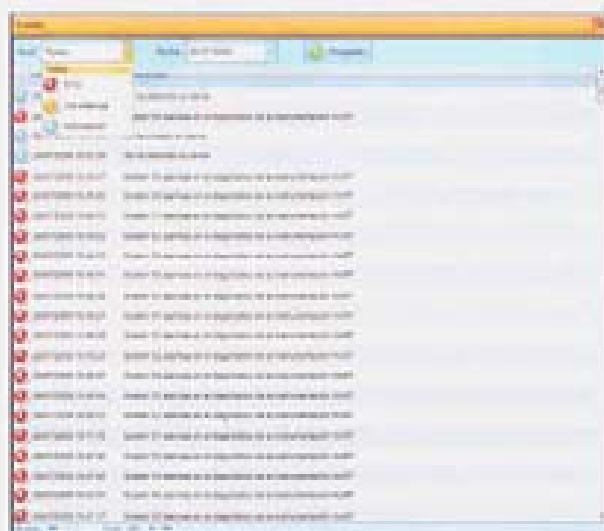
Es un menú muy útil para conocer la evolución gráfica y numérica de las señales y valores intermedios de cálculos (calores útiles), la relación entre ellas y su influencia en los resultados finales. Es, por tanto, una herramienta que permite al cliente proceder a un posterior análisis de su planta y tomar medidas de mejora.

Toda esta información puede ser impresa en la impresora seleccionada por el sistema o exportada en Excel, para una mayor facilidad en el tratamiento de la información por el cliente.

• Eventos

Con el menú "eventos" se accede a la pantalla que permite consultar los eventos recogidos por la aplicación para una fecha concreta (Figura 5).

Figura 5
Pantalla "eventos"



Los eventos se clasifican en tres niveles: error, advertencia e información. Cada uno tiene asociado un icono para facilitar su reconocimiento.

3

SUMARIO

Existen unos imperativos legales que obligan al empresario a un mayor control y vigilancia de los resultados obtenidos en la eficiencia energética de su planta de cogeneración, con el objetivo principal de cumplir el rendimiento eléctrico equivalente mínimo exigido e incluso no quedar fuera de los beneplácitos de tener la instalación acogida al régimen especial.

Según lo anterior y teniendo en cuenta nuestra experiencia en el sector energético, se considera como imprescindible:

1. Acometer unas actuaciones de asesoría técnica e ingeniería de suficiente calidad, solvencia y garantía para mejorar la eficiencia de la instalación y determinar la ubicación de la instrumentación necesaria para el correcto cálculo del REE.

2. Implantar un sistema instrumentado que permita monitorizar, registrar y calcular los parámetros que influyen en la citada eficiencia energética de la planta.

Referencias

[1] Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

[2] Corrección de errores del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

[3] Resolución de 14 de mayo de 2008, de la Secretaría General de Energía, por la que se aprueba la Guía técnica para la medida y determinación del coste (ct) de la electricidad y del ahorro de energía primaria de cogeneración de alta eficiencia.

[4] Resolución de 14 de julio de 2008, de la Dirección General de Política Energética y Minas, para la percepción del complemento por eficiencia previsto en el artículo 25 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, y por el que se regula la posibilidad de percepción del monto de forma mensual parcial a cuenta.

[5] Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. [6]