



Mucho más que calor y energía: un nuevo análisis de la cogeneración

Michael A. Devine
Gerente de Marketing/Productos
Gas Electric Power Group

Abril 2013

INTRODUCCIÓN

La cogeneración con grupos electrógenos impulsados con combustibles gaseosos ha proporcionado beneficios considerables durante muchos años. Tanto en Europa como en Norteamérica, la cogeneración ha producido calefacción y electricidad extremadamente rentables en diversos entornos industriales y comerciales. En Asia, así como en muchos otros lugares del mundo en vías de desarrollo, este procedimiento proporciona una fuente uniforme de electricidad en lugares en los que la fiabilidad de la energía eléctrica y su calidad no son constantes. Además, también proporciona calor para industrias de procesos que fomentan el crecimiento económico.

Actualmente, el futuro de la cogeneración luce más prometedor que nunca. La fracturación hidráulica, o fractura hidráulica, ha posibilitado el desarrollo del gas de esquisto, y esto ha bajado los precios del gas natural en Norteamérica a niveles semejantes a los de la década de 1990. En el año 2012, los precios de venta mayorista disminuyeron en promedio un 31 por ciento¹, y los precios más recientes han variado entre US\$3 y US\$5 por MMBtu. Esto ayuda a que las retribuciones sean atractivas en el inicio de los proyectos de cogeneración. En el largo plazo las cosas también lucen favorables: las predicciones actuales para los precios del gas natural indican un aumento de solo el 2,1 por ciento por año hasta el año 2035.²

Mientras tanto, los precios de la electricidad de red continúan subiendo, y los avances tecnológicos están ampliando los límites de la eficiencia de los generadores con motor de movimiento alterno, lo que también aumenta el atractivo de estos proyectos. Como resultado, una variedad cada vez mayor de aplicaciones de cogeneración se ha posicionado en forma precisa en el centro mismo de las cosas. Hoy en día, la cogeneración supera el planteo tradicional de la generación simultánea de electricidad y agua caliente o vapor. Ahora, la producción utilizable de los motores también incluye:

- aire calentado
- agua fría producida mediante enfriadores de absorción
- dióxido de carbón del escape purificado

En otras palabras, un único grupo electrógeno puede producir dos, tres e incluso cuatro productos útiles a la vez. Las tecnologías de generación actuales permiten alcanzar eficiencias eléctricas de hasta el 45 por ciento, y eficiencias de recursos totales que superan el 90 por ciento. Además, los sistemas de cogeneración no deben operarse necesariamente todo el tiempo y con carga completa para que sean rentables; en muchos entornos, las configuraciones de bajo costo y baja intensidad pueden proporcionar ingresos atractivos.

FUENTES DE CALOR

Los motores alternos impulsados con gas de mezcla pobre son buenas fuentes de calor. Una gran cantidad de calor que de otra manera se pierde, de esta manera se puede extraer con fines productivos, según sean los requisitos del usuario (Tabla 1).

¹ Today in Energy, 2012 Brief: Average wholesale natural gas prices fell 31% in 2012, (Los precios del gas natural de venta mayorista disminuyeron en promedio un 31 % en 2012) U.S. Energy Information Administration.

² U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2012.

VAPOR DE PRE- SIÓN INTERMEDIA (<150 LB/PULG2)	VAPOR DE PRESIÓN BAJA (<15 LB/PULG2)	AGUA CALIENTE	AGUA CÁLIDA	AIRE CALENTADO	ENFRIAMIENTO DE ABSORCIÓN
calefacción del agua de alimentación de calderas precalentamiento del aire pasteurización esterilización destilación control de tempera- tura de procesos evaporación calefacción urbana reducción de la viscosidad de fluidos remoción de solventes enfriamiento secado	desaireación calefacción de ambientes humidificación calefacción de tanques línea de vapor control de la viscosidad de fluidos precalentamiento de la lechada destilación evaporación desengrasado galvanoplateado enfriamiento	calefacción de ambientes lavandería procesamiento de alimentos baños de desengrasado galvanoplateado recubrimiento de inmersión impresión control de temperatura del digestor secado de pintura	calefacción de ambientes calefacción de aire pulverizadores hornos secadores	calderas pulverizadores hornos secadores producción de fibra sintética	calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, Heat, Ventilation and Air Conditioning) control de procesos (semiconductores, procesos farmacéuticos, moldeado por inyección de plásticos, reciclado de plásticos, extrusión)

Tabla 1. Aplicaciones para el calor recuperado del motor

El escape del motor proporciona las temperaturas más altas y las mayores salidas de calor. La temperatura típica del escape se encuentra en aproximadamente 460 °C (860 °F). El calor del escape puede generar un vapor de presión intermedia que se emplea en la calefacción del agua de alimentación de calderas, y un vapor de presión baja que se utiliza en procesos como esterilización, pasteurización, calefacción de ambientes, calefacción de tanques, y otros usos. Además, el arranque complementario con gas natural puede aumentar las temperaturas del escape y la salida de calor, lo que produce mayores volúmenes y presiones de vapor, permitiendo así una diversidad de opciones incluso mayor.

Asimismo, el calor puede extraerse del agua de las camisas del motor, del enfriador de aceite y del posenfriador para producir agua tibia o caliente para calefaccionar ambientes, y para una amplia variedad de procesos industriales.

UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA CALÓRICA

El agua caliente y el vapor son los productos tradicionales del motor en los sistemas de cogeneración, pero no son los únicos, ya que se los puede convertir a otras formas para satisfacer propósitos adicionales:

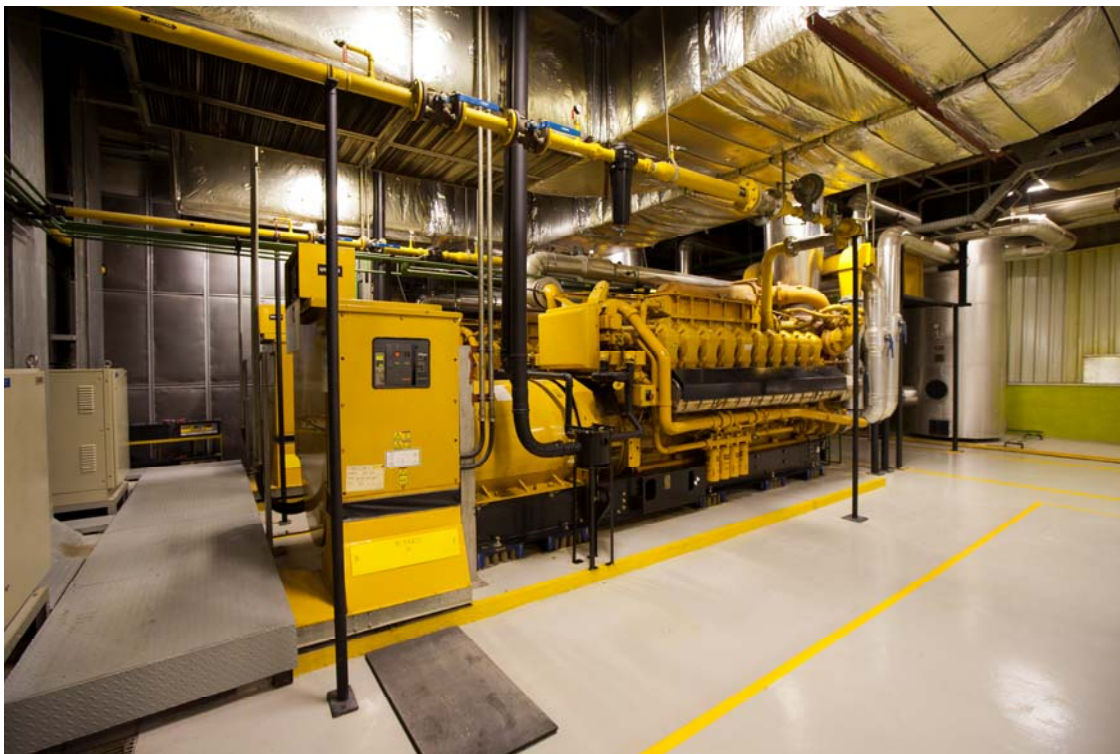
Aire Caliente Tanto el vapor como el agua caliente pueden circular a través de intercambiadores de calor para generar aire caliente y alimentar equipos tales como hornos y secadores. El aire caliente se combina con el aire exterior fresco para aumentar el volumen y permitir un control preciso de la temperatura.

Agua Fría El vapor, el agua caliente o el escape pueden atravesar enfriadores de absorción y producir agua fría para enfriamiento de procesos o de ambientes. Los enfriadores de absorción utilizan calor en lugar de utilizar electricidad como su fuente de energía. Su eficiencia se mide mediante el coeficiente de rendimiento (COP, coefficient of performance).

Los enfriadores de absorción sencillos, de un solo efecto y costos relativamente bajos se activan a temperaturas que pueden ser de tan solo 93 °C (200 °F); el COP generalmente tiene un rango de 0,7 a 0,9. Las unidades más complejas, de doble efecto, y que se activan a 175 °C (347 °F), producen un COP mayor (de 1,05 a 1,4), si bien esto implica un gasto inicial mayor.

Los sistemas de recuperación térmica se pueden configurar para producir determinada cantidad de calor destinada a la producción de vapor y al agua, y el saldo restante utilizarse en los enfriadores de absorción, un concepto que se denomina trigeneración. De manera alternativa, los sistemas pueden utilizarse para calefaccionar ambientes en invierno, y para producir aire acondicionado en verano.

Por ejemplo, en São Paulo, Brasil, la empresa de servicios de energía, denominada Ecogen, opera una planta de energía que brinda servicios al completo de oficinas comerciales Rochavera, que cuenta con una superficie de 8.000 metros cuadrados y varios edificios de oficinas. La planta de energía emplea un total de cuatro Grupos Electrógenos de Gas G3520C, con agua de las camisas e intercambiadores de calor del gas de escape, que atrapan la energía térmica del motor y la transfieren a un circuito de agua común, que a su vez alimenta cuatro enfriadores de absorción de agua caliente con una capacidad nominal de 540 toneladas EE.UU. (TR). Para cubrir las necesidades de enfriamiento de la instalación, estos enfriadores de absorción funcionan en paralelo con dos enfriadores eléctricos de 340 toneladas EE.UU., tres enfriadores eléctricos de 450 toneladas EE.UU., y un enfriador de gas natural de 320 toneladas EE.UU. Toda la energía eléctrica que producen los grupos electrógenos Cat luego se alimenta mediante un equipo de conmutación en paralelo y se distribuye a todo el complejo. Ecogen también utiliza dos Grupos Electrógenos G3512B de diesel, cada uno con una tarifa nominal de respaldo de 1.500 kW y cuya finalidad es brindar energía en caso de emergencia o cuando se necesita más energía.



Fotografía 1: Cuatro Grupos Electrógenos G3520C ayudan a brindar energía y enfriar una de las instalaciones comerciales más grandes de São Paulo

Más Electricidad Cuando un sitio requiere que la alimentación principal sea continua, y tiene poca carga de calor o directamente nada de carga, el calor del escape del motor se puede emplear para reforzar la salida eléctrica mediante el ciclo orgánico Rankine. En este ciclo, el escape, en general de varios motores, alimenta una caldera que convierte un líquido en funcionamiento en vapor, que a su vez circula por una turbina. Esta configuración, semejante a las plantas de energía eléctrica de ciclo combinado, puede reforzar la capacidad de generación en un 10 por ciento aproximadamente, y mejorar la eficiencia eléctrica en 5 a 6 puntos porcentuales.

La empresa Shanxi Jincheng Anthracite Coal Mine Mining Company opera las instalaciones en Jincheng, Shanxi, China. La empresa recoge el gas de carbón proveniente de las vetas de carbón subterráneas para alimentar cuatro plantas de generación de energía distintas. Cada una de estas plantas aloja quince Grupos Electrógenos Cat G3520C de alto voltaje, que se encuentran integrados mediante controles y equipo de conmutación en paralelo Cat. Cada una de las centrales eléctricas está diseñada con un sistema de ciclo combinado que recupera el calor del escape residual y lo utiliza para alimentar una turbina de vapor de 3.000 kW. El resultado de este esquema de recuperación térmica son 12 MW de energía eléctrica adicionales que se envían a la red local, esto equivale al 10 % del total de salida eléctrica de la planta de energía, que es de 120 MW.



Fotografía 2: Interior de una de las cuatro plantas de energía de gas de carbón que emplean generadores de vapor con recuperación térmica de escape para alimentar una turbina de vapor de 3 MW.

Más Calor La tecnología de la bomba de calefacción puede extraer calor útil de fuentes de calor de baja calidad: el circuito de posenfriamiento del motor, el calor residual del escape proveniente de la caldera de recuperación térmica de escape, e incluso el calor radiante que proviene del bloque de motor. Este calor se puede utilizar para calentar previamente el circuito de recuperación térmica de agua de las camisas del motor, o para calefacción de ambientes o procesos de baja temperatura. Este tipo de instalaciones de bomba en realidad pueden aumentar la eficiencia térmica del sistema general en algo más del 100 por ciento (según el valor de calentamiento bajo del combustible).



Fotografía 3: Bombas de calefacción industriales instaladas junto con un Grupo Electrónico de gas G3520C ubicadas en una planta de energía en Reutlingen, Alemania.

Uso del CO₂ de Escape

Más allá de la recuperación térmica, el dióxido de carbono es un subproducto utilizable que se obtiene de la generación de energía: el escape de los motores que contiene gran cantidad de

CO₂ se puede limpiar en un reductor catalizador, luego se lo enfría y alimenta un proceso. Por ejemplo, en los invernaderos, el CO₂ ayuda a acelerar el crecimiento de los cultivos, y mejora el rendimiento de las plantas en un 10 a 20 por ciento. El escape también puede proporcionar una fuente de bajo costo de CO₂ para su uso en aplicaciones industriales, e incluso para carbonatado en el embotellado de refrescos. Este concepto, denominado cuádruple generación, implica un nivel de eficiencia superior, y se da cuando un único grupo electrógeno puede producir electricidad, calefacción ambiental o de procesos, enfriamiento ambiental o de procesos y CO₂.

En el invernadero Eric van den Eynde en Kontich, Bélgica, el 95 % de la electricidad que se genera se vende a la red de electricidad local, en función de la prima pagada por la electricidad de alta eficiencia. El calor proveniente del agua de las camisas, del escape, del posenfriador de la primera fase y del enfriador de aceite de dos Grupos Electrógenos G3516A (1.070 ekW) y un Grupo Electrónico G3520E (2.070 ekW) a gas se captura y almacena en forma de agua caliente. Luego, esta agua caliente se emplea para estabilizar las temperaturas del invernadero. El agua que tiene una temperatura de hasta 95 °C (203 °F) se almacena en un tanque de 1.200 metros cúbicos (1.569 yardas cúbicas) que funciona como una batería térmica. El tanque proporciona agua caliente a 45 °C (113 °F) a través de tubos metálicos instalados en el invernadero. La temperatura se mantiene entre 19 y 21 °C (66 a 69 °F) durante todo el año.



Fotografía 4: La producción de tomate se aumentó gracias al uso de fertilizantes y recuperación de CO₂ en el invernadero Eric van den Eynde.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbón (CO) y los hidrocarburos sin quemar (CnHm) se eliminan de los gases de escape de los grupos electrógenos. El sistema de reducción de óxidos

de nitrógeno (SCR, Selective Catalytic Reduction) y el Catalizador de oxidación convierten a estos gases en CO₂ puro antes de liberarlos en la atmósfera. No obstante, un 75 % del CO₂ que se emite se vuelve a introducir como fertilizante orgánico en las estructuras radiculares de los vegetales en crecimiento a través de una red de tuberías. El flujo de CO₂ ayuda a aumentar el peso de los cultivos en un 20 %. La retribución financiera de todo el sistema se realizó en aproximadamente 3,5 años.

Cogeneración de baja intensidad

La cogeneración no se limita a sistemas con ingeniería compleja que maximizan la producción de electricidad y calor: la recuperación térmica sencilla y bien pensada puede mejorar la economía de diversos proyectos de energía eléctrica con tan solo una inversión adicional modesta. A rasgos generales, casi todas las aplicaciones que implican alrededor de 1.000 horas de operación anuales, o más, presentan el potencial para la recuperación térmica. El único requisito inamovible es que el valor del calor recuperado debe superar el costo agregado de los mecanismos de control y recuperación del calor.

La recuperación térmica del circuito de enfriamiento del motor es muy sencilla: Un intercambiador de calor de placa y bastidor puede producir agua a una temperatura de 82 a 99 °C (180 a 210 °F), según sea la temperatura del agua de las camisas del motor. El agua así calentada puede tener varios destinos, entre otros, calefaccionar ambientes o usarse como agua caliente doméstica, para calefacción de procesos de producción livianos, y para precalentamiento del agua de compensación del condensado de la caldera, además de aplicaciones de aire acondicionado, enfriamiento de procesos y deshumidificación de desecantes.

En cada caso, el calor recapturado desplaza algunos de los costos para el combustible o la electricidad de red. En la medida en la que el calor recuperado respalda las necesidades energéticas durante tiempos de cargas máximas de electricidad, las demandas total y máxima también se reducen. Entre los ejemplos de cogeneración de trabajo limitado y baja intensidad se incluyen:

Bienes Inmuebles Comerciales Los edificios de oficinas pueden utilizar de manera rentable grupos electrógenos durante las horas comerciales, lo que les permite evitar las tarifas por tiempo de uso más altas que se cobran en momentos de uso máximo. Si la recuperación térmica de un intercambiador de calor del agua de las camisas puede compensar en parte el costo del combustible para la calefacción de ambientes, la calefacción del agua o la deshumidificación, entonces se mejora el retorno de la inversión.

Industria Liviana Un fabricante de tamaño pequeño o mediano con un grupo electrógeno en el lugar podría instalar un intercambiador de calor en el bucle del sistema de enfriamiento del motor, con una válvula de reparto controlada termostáticamente para regular el flujo hacia la carga en la planta. De esta manera, se satisface en forma rentable un requisito variable de agua caliente.

Industria de la Hospitalidad Los hoteles pueden utilizar fácilmente la recuperación térmica para el agua caliente de uso interno, las lavanderías, las cocinas o los calentadores de las piscinas. En el verano, el calor recuperado puede alimentar los enfriadores de absorción o los deshumidificadores de desecantes para la calefacción o el enfriamiento de los ambientes.

Industria de Procesamiento de Alimentos Los productores de alimentos pueden recuperar el calor del agua de las camisas y del escape para crear vapor de presión baja que se utiliza en cargas de procesos livianos tales como la cocción o la producción de calor para levar masas con levadura, o para producir agua caliente para limpieza y desinfección. Según sea el tamaño y el tipo de la carga de calor, dichos sistemas pueden ser rentables en un servicio de un turno, o de varios turnos, incluso si la demanda de calor es cíclica o está basada en las estaciones.

Apropiado para CHP

Los avances realizados en la tecnología de los motores de gas han sido cruciales para el proceso de cogeneración. Por su naturaleza, los motores de gas funcionan muy bien como fuentes de energía en el sitio, tanto conectados a la red o en forma autónoma. Ofrecen una densidad de potencia más alta, un costo inicial por kilovatio menor, y una instalación simple y rápida. Los costos de combustible y de operación son competitivos, las emisiones son limpias y el servicio está disponible fácilmente, y hay a disposición diversos técnicos calificados y capacitados en todo el mundo.

La tecnología básica es altamente confiable, el tiempo de disponibilidad puede alcanzar el 98 por ciento. Los motores manejan fácilmente las cargas completas o en parte, toleran diversas altitudes y condiciones climáticas, y comienzan a funcionar rápidamente. Los motores más modernos desarrollan una gran potencia con huellas que son hasta un 50 por ciento más pequeñas que las que presentan las unidades tradicionales, lo que permite ubicarlas fácilmente en salas de maquinarias pequeñas o plantas de energía en contenedores.

Los motores de gas son muy apropiados para funcionar en un servicio de cogeneración con gas natural refinado o propano, además de combustibles con diversos valores de calentamiento y pureza. El gas de rellenos sanitarios, el biogás agrícola y el gas del digestor de la planta de tratamiento de aguas residuales pueden producir escapes que contienen compuestos corrosivos, por lo que los intercambiadores de calor de gas de escape deben contar con superficies de acero inoxidable. Sin embargo, no se necesitan modificaciones especiales para la recuperación térmica de los circuitos de enfriamiento de líquidos. Otros gases especializados, como los gases de carbón y el metano de minas de carbón, también son combustibles de cogeneración viables.

Los motores más modernos, probados en terreno en varias aplicaciones alrededor del mundo, emplean diversas tecnologías de control y monitoreo basadas en microprocesadores digitales que incluyen:

- Control de la relación de aire/combustible según la densidad del aire de carga, manteniendo las emisiones de NO_x dentro de la tolerancia más estrecha disponible, bajo todas las condiciones de carga y ambientales, independientemente de los cambios en la temperatura y la humedad del aire.
- Control de la relación de aire/combustible en función de los sistemas de administración total electrónica (TEM, Total Electronic Management) que optimiza el rendimiento del grupo electrógeno, midiendo la temperatura de cada cilindro y modificando la combustión para minimizar el consumo de combustible y las emisiones del motor, y evitar así la detonación. Los sistemas pueden controlar funciones más allá del motor en sí, tales como los motores del radiador, los disyuntores y sistemas eléctricos, e incluso, toda una planta de cogeneración.
- Detección de detonación por el cilindro individual con un control automático para reducir la velocidad de la sincronización en caso de ocurrir la detonación.

Además, los motores también tienen sistemas de admisión que permiten un eficiente flujo de aire y minimizan la calefacción del aire de carga, lo que aumenta la carga de aire-combustible hacia los cilindros para lograr un rendimiento óptimo. El diseño del cilindro de cámara abierta y el sistema de combustible de presión baja (0,5 a 5 lb/pulg²) eliminan la necesidad de contar con un patín de compresión de combustible.

ENFOQUES PERSONALIZADOS

En los últimos años, ha surgido un enfoque alternativo a los motores estándares en la forma de grupos electrógenos individuales adaptados para la aplicación específica a la que se destinan.

En este modelo, en lugar de adquirir un motor y un paquete de accesorios según las clasificaciones publicadas y una lista de precios, los usuarios proporcionan un ejemplo del combustible que planean utilizar, describen las condiciones y la altitud del ambiente, y especifican la aplicación y los objetivos de operación clave (por ejemplo, economía de combustible superior, menores emisiones, bloqueo de capacidad de carga). Luego, en función de estos criterios, el fabricante diseña un sistema de grupo electrógeno de gas apropiado.

La amplitud del diseño personalizado es considerable: por ejemplo, los ingenieros de la aplicación pueden seleccionar de entre una variedad de relaciones de compresión, pistones diseñados para tipos de combustible específicos, diversas configuraciones de turbocompresores y anillos de boquillas, y mapas de sincronización del motor y de operación del sistema de aire específico del sitio. Las unidades a medida cuentan con mayores avances en la tecnología del motor que amplían los límites del control del motor, y alcanzan nuevos niveles de eficiencia: hasta 44 por ciento de eficiencia eléctrica en los grupos electrógenos solamente, y hasta un 90 por ciento de eficiencia total de la planta en los servicios de cogeneración o trigeneración. Entre los avances se incluyen:

Flujo de Escape y Aire Optimizado Tanto el sistema de admisión como el sistema de escape están preparados para un flujo laminar altamente eficiente. Una tecnología denominada línea de recuperación avanzada de energía pulsada (PEARL, Pulsed Energy Advanced Recovery Line) utiliza tuberías de escape de flujo optimizado que transportan un flujo de masa de escape constante hacia los turbocompresores. Cada módulo PEARL evacua el escape de dos cilindros. El flujo de escape está sincronizado para que el turbocompresor se mantenga girando a la velocidad óptima durante toda la gama de carga de operación del motor. La sincronización precisa del encendido, ajustada automáticamente por el cilindro para los cambios de calidad en el combustible, aumenta todo el proceso.

Ciclo Miller Este ajuste en el ciclo de combustión permite un aumento en la eficiencia del combustible de aproximadamente un punto porcentual. El ciclo Miller se diferencia del ciclo Otto, más tradicional, dado que las válvulas de admisión no se cierran cuando el pistón alcanza el punto muerto inferior, sino a aproximadamente 10 a 15 grados antes del centro muerto inferior (en la primera versión de cierre de retención). A medida que el pistón continúa descendiendo con las válvulas de admisión cerradas, la mezcla de aire y combustible se expande y enfría, lo que aumenta el margen de detonación. Esto permite una relación de compresión mayor de 14:1 o 15:1, frente a 11:1 o 12:1 lograda con el ciclo Otto. Todo esto se traduce en una eficiencia de combustible superior.

Encendido de Alta Energía La tecnología de la bujía de precámara se ha mejorado con la geometría optimizada de la bujía. Estas bujías admiten el aire y el combustible a través de pequeños orificios, y durante el encendido, expulsan llamas a través de esos mismos orificios. El encendido de alta energía junto con la tecnología de la bujía de precámara permiten que el motor funcione con una mezcla de combustible muy pobre sin que haya riesgo de que el motor ratee. De esta manera, se mantiene una gran potencia y emisiones bajas durante períodos de vida útil extremadamente largos.

Costos de mantenimiento menores

Entre los diversos beneficios que presentan, estos avances tecnológicos contribuyen con un nuevo paradigma en los intervalos de mantenimiento. Los intervalos para el reemplazo de las bujías y los cambios de aceite están diseñados para ser los mismos, cada 4.000 horas, alrededor de seis meses de funcionamiento continuo, o más del doble que el intervalo esperado con la tecnología tradicional. Después de aproximadamente ocho horas de tiempo de inactividad planificado para realizar el servicio, el motor está preparado para funcionar seis meses más. Los intervalos de reacondicionamiento de la culata de cilindro son cada 32.000 aproximadamente, y

los intervalos de reacondicionamiento principal son cada 64.000 horas (el uso de combustibles con contaminantes o impurezas pueden exigir intervalos más breves).

Los costos de operación se reducen aún más al disminuir el consumo de aceite: las innovaciones tecnológicas de los motores han reducido el consumo de aceite en un 50 %, lo que permite ahorros de 500 galones EE.UU. (US\$10.000) por año en un grupo electrógeno de 20 cilindros con una capacidad nominal de 2 MW.

UNA DECISIÓN ECONÓMICA

Todos los proyectos de cogeneración tienen en su base el planteo económico: ¿los ahorros en los costos de la energía y los ingresos de la electricidad que se genera proporcionarán un retorno a la inversión apropiado? En general, los resultados son más favorables en aquellos casos donde ocurren los siguientes factores:

- El costo de la electricidad de la red es relativamente alto.
- El precio del combustible es relativamente bajo.
- El sistema funcionará con un factor de carga de calor y eléctrico alto.
- Las cargas eléctricas y térmicas coinciden en un día común.
- El sitio exige alta fiabilidad y calidad de energía.
- El sistema de cogeneración puede funcionar como fuente de potencia de respaldo.

La disponibilidad de un "combustible de oportunidad" de bajo costo, como el gas de rellenos sanitarios o de digestores anaeróbicos, es generalmente un punto a favor en los cálculos económicos. La cogeneración impulsada con gas de digestor es un contribuyente especialmente clave en una búsqueda, cada vez mayor, de plantas de tratamiento de aguas residuales autosuficientes en cuanto a la energía.

Cuando se analizan las alternativas de diseño de un proyecto, la eficiencia del combustible del motor es tan solo una de muchas consideraciones que se tienen en cuenta. Por ejemplo, el factor de capacidad (el porcentaje de la salida teórica total que logran realmente los generadores) puede superar ampliamente los ahorros de combustible. Además, si el logro de una gran eficiencia se presenta junto con una mayor cantidad de tiempo de inactividad requerido para realizar mantenimiento más frecuente, o si el motor es sensible a la variación o calidad del combustible, o en el caso de que el rendimiento se degrade a temperaturas ambientes más altas, entonces las finanzas del proyecto se complican. Otras capacidades del motor, como las emisiones bajas o la respuesta rápida para bloquear cargas, pueden tener la misma importancia, o más incluso, que la economía de combustible en ciertos entornos.

Comprobación de la factibilidad

Para la mayoría de los proyectos de CHP, es necesario contar con la experiencia especializada que permite determinar la mejor manera de implementar el equipo en un sitio y evaluar el lado económico del proyecto. Entonces, antes de invertir en un estudio completo de factibilidad, es práctico primero analizar las fallas fatales, las barreras físicas o económicas que harían que el proyecto no fuera práctico. Por ejemplo:

- ¿Es imposible o muy costoso adquirir un permiso de calidad del aire?
- ¿Es difícil obtener un permiso de aguas residuales para descargar el agua para enfriamiento o el condensado del escape?
- ¿El espacio disponible en el sitio es demasiado pequeño para albergar el motor y el equipo de recuperación térmica?
- ¿El servicio de gas natural requiere de una actualización costosa para proporcionar el combustible necesario?

- ¿La infraestructura de energía eléctrica de la instalación no es adecuada para distribuir la energía generada?
- Si para que el proyecto tenga éxito es necesario exportar la energía eléctrica excedente a la red, ¿cuentan los servicios públicos con políticas que impidan dicha venta?
- Si se puede exportar la energía a la red local, ¿el precio de compra de energía disponible es demasiado bajo para que la operación sea rentable?

Si alguna de estas preguntas tiene como respuestas un sí, entonces quizá no sea práctico continuar con el proyecto de cogeneración; excepto que exista alguna razón que haga que los resultados económicos proyectados sean muy atractivos.

Si no hay razones obvias que impidan el proyecto, entonces el siguiente paso es un análisis detallado del aspecto económico del proyecto. En este análisis se calculan y apilan los costos de los componentes y los ahorros (o ingresos) por kilovatio-hora que permiten alcanzar el beneficio neto. Un distribuidor local de equipos de generación de energía puede ser una fuente útil de información basada en la experiencia y razonable. Los componentes principales de los costos son:

- Combustible: en general, el componente más grande, que abarca del 60 al 80 por ciento de los costos de operación del proyecto (a menos que haya disponible un "combustible de oportunidad").
- Recuperación del capital: el principal y el interés en la inversión del equipo.
- Operaciones y mantenimiento: organizar el personal, los componentes y los suministros para las operaciones diarias, el servicio rutinario y las reparaciones.

El crédito térmico, es decir, el valor económico del calor recuperable, se deduce del total de todos estos costos. Generalmente, esta deducción se realiza analizando el costo por kilovatio-hora de reemplazar el sistema térmico actual con un sistema de eficiencia superior. Si el costo neto total resultante por kilovatio-hora es significativamente menor que el precio minorista de la electricidad, incluidos los cargos de demanda, entonces el proyecto probablemente justifica una mayor investigación por parte de un estudio de ingeniería.

En el análisis, es esencial comprender en detalle los costos del servicio eléctrico, incluidos los precios de la energía durante momentos de demanda máxima y momentos de demanda mínima, los cargos de demanda durante momentos de demanda máxima y momentos de demanda mínima, y los incentivos para la cogeneración que existen, o no, de las entidades gubernamentales o del servicio público local.

Idealmente, un proyecto debe desarrollarse mediante una relación cooperativa con el servicio público local. Por ejemplo, un proyecto que reduce los costos de energía totales del usuario y que también ayuda a suplir a la red con energía durante los momentos de mayor demanda es un proyecto en el que todos ganan, y quizá pueda beneficiarse de los incentivos que otorga el servicio público y que mejoran la retribución económica.

Otro beneficio de un sistema de cogeneración es que puede funcionar como una fuente de potencia de respaldo (no en el caso de cargas eléctricas para medidas de seguridad, como los quirófanos de un hospital, donde es necesario contar con un depósito de respaldo diesel con almacenamiento de combustible en el sitio). En el entorno actual consciente de las emisiones, cada vez aumentan más las demandas de contar con generadores de respaldo impulsados por gas. Estos sistemas, instalados para la cogeneración en paralelo con el funcionamiento del servicio público, y operados durante largas horas o en forma continua, proporcionan seguridad respecto de la energía eléctrica al mismo tiempo que generan ingresos.

ELECCIÓN DE UN SOCIO

Pocas organizaciones cuentan con los expertos propios que les permitan planificar e implementar proyectos de cogeneración. Los proveedores de equipos y los consultores pueden ofrecer respaldo vital, desde la planificación del proyecto, pasando por el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento.

El socio de proyecto apropiado debe tener un conocimiento profundo de la cogeneración y contar con un registro de rendimiento que evidencie la realización de proyectos rentables. Es esencial que haya un tiempo de respuesta de servicio rápido, una entrega de piezas de repuesto a tiempo y un servicio de reacondicionamiento. El servicio y el respaldo técnico locales pueden ayudar a garantizar que el proyecto se maneja y mantiene correctamente, de manera que se pueda evitar el tiempo de inactividad sin planificar y que se optimicen los ahorros y los ingresos.

El socio ideal ofrece un respaldo de un solo proveedor para cada fase del proyecto, incluida la capacidad de diseñar, construir y operar el proyecto. Una opción interesante es celebrar un contrato para servicio de mantenimiento completo y de varios años con un proveedor de equipos. Esto garantiza un servicio de reparación, de mantenimiento y de entrega rápida de los repuestos, generalmente con una garantía de tiempo de disponibilidad contractual, a una tarifa mensual o anual predecible y fija.

Financiamiento de un componente crítico de un proyecto de cogeneración. Hay disponibles diversas opciones, incluido el financiamiento del débito a plazo y la construcción para todo el proyecto: el sistema de generación de energía, el equipo de recuperación térmica, los controles y el equipo de conmutación eléctricos, el equipo auxiliar y los edificios.

El momento es el apropiado

Nunca antes las condiciones del mercado han sido mejores que ahora para la cogeneración de energía impulsada por gas en el sitio. Este es el momento justo para que las instalaciones industriales y comerciales, las instituciones, los servicios públicos, las instalaciones de procesamiento de alimentos y otros grandes usuarios y productores de energía exploren las posibilidades económicas que presenta la cogeneración con la tecnología actual del motor de gas.

ACERCA DE CATERPILLAR

Durante más de 85 años, Caterpillar Inc. ha facilitado el progreso e impulsado cambios positivos y sostenibles en todos los continentes. Con ventas e ingresos en 2012 por un valor de US\$65,9 mil millones, Caterpillar es un líder tecnológico y el mayor fabricante del mundo de equipos de construcción y de minería, de motores diesel y de gas natural, así como también, de turbinas de gas industriales.

Centro de soluciones de gas: <http://www.catgaspower.com>

Comunidad en línea: <https://caterpillar.lithium.com/t5/Electric-Power-Generation/ct-p/EPG>

Facebook: <http://www.facebook.com/Caterpillar.Electric.Power>

YouTube: <http://www.youtube.com/CatPowerGeneration>

LSXE0565-00 abril de 2013

©2013 Caterpillar Todos los derechos reservados

CAT, CATERPILLAR, sus respectivos logotipos, "ACERT", el color "Caterpillar Yellow" y la imagen comercial de "Power Edge", así como las identidades corporativas y de producto utilizadas en la presente, son marcas registradas de Caterpillar y no pueden utilizarse sin autorización.