

¿QUÉ ES EL CICLO COMBINADO?

La búsqueda continua de mayores eficiencias térmicas ha dado lugar a modificaciones bastante innovadoras de las centrales eléctricas convencionales. El ciclo de vapor binario que se analizará más adelante es una de esas modificaciones.

Una modificación más popular implica un ciclo de energía de gas que encabeza un ciclo de energía de vapor, que se denomina ciclo combinado de gas y vapor, o simplemente ciclo combinado. El ciclo combinado de mayor interés es el ciclo de turbina de gas (Brayton) que encabeza un ciclo de turbina de vapor (Rankine), que tiene una mayor eficiencia térmica que cualquiera de los ciclos ejecutados individualmente.

Los ciclos de turbinas de gas normalmente operan a temperaturas considerablemente más altas que los ciclos de vapor. La temperatura máxima del fluido en la entrada de la turbina es de aproximadamente 620°C para las centrales eléctricas de vapor modernas, pero superior a 1425°C para las centrales eléctricas de turbinas de gas. Es superior a 1500°C a la salida del quemador de los turborreactores.

El uso de temperaturas más altas en las turbinas de gas es posible gracias a los avances en el enfriamiento de las palas de la turbina y al recubrimiento de las palas con materiales resistentes a altas temperaturas, como la cerámica. Debido a la temperatura promedio más alta a la que se suministra calor, los ciclos de turbinas de gas tienen un mayor potencial para lograr mayores eficiencias térmicas. Sin embargo, los ciclos de turbina de gas tienen una desventaja inherente: el gas sale de la turbina de gas a temperaturas muy altas (generalmente por encima de 500°C), lo que elimina cualquier

ganancia potencial en la eficiencia térmica. La situación se puede mejorar un poco utilizando la regeneración, pero la mejora es limitada.

Tiene sentido desde el punto de vista de la ingeniería aprovechar las características muy deseables del ciclo de turbina de gas a altas temperaturas y utilizar los gases de escape de alta temperatura como fuente de energía para el ciclo de fondo, como un ciclo de potencia de vapor.

El resultado es un ciclo combinado de gas y vapor, como se muestra en la Figura 1. En este ciclo, la energía se recupera de los gases de escape transfiriéndola al vapor en un intercambiador de calor que sirve como caldera. En general, se necesita más de una turbina de gas para suministrar suficiente calor al vapor. Además, el ciclo de vapor puede implicar tanto la regeneración como el recalentamiento. Se puede suministrar energía para el proceso de recalentamiento quemando algo de combustible adicional en los gases de escape ricos en oxígeno.

Los avances en la tecnología de turbinas de gas han hecho que el ciclo combinado de gas y vapor sea económicamente muy atractivo. El ciclo combinado (CC) aumenta la eficiencia sin incrementar mucho el costo inicial. En consecuencia, muchas nuevas plantas de energía operan en ciclos combinados, y muchas más plantas de turbinas de vapor o gas existentes se están convirtiendo en plantas de energía de ciclo combinado. Se informan eficiencias térmicas muy superiores al 50 por ciento como resultado de la conversión.

Se informa que una planta combinada Tohoku de 1090 MW que se puso en operación comercial en 1985 en Niigata, Japón, opera con una eficiencia térmica del 44 por ciento. Esta planta cuenta con dos turbinas de vapor de 191 MW y seis turbinas de gas de 118 MW. Los

gases de combustión calientes entran en las turbinas de gas a 1154°C y el vapor entra en las turbinas de vapor a 500°C . El vapor se enfría en el condensador enfriando agua a una temperatura promedio de 15°C . Los compresores tienen una relación de presión de 14 y el caudal másico de aire a través de los compresores es de 443 kg/s .

Una planta de ciclo combinado de 1350 MW construida en Ambarli, Turquía, en 1988 por Siemens es la primera planta térmica en operación comercial en el mundo que alcanza un nivel de eficiencia tan alto como 52.5 por ciento en las condiciones de operación de diseño. Esta planta cuenta con seis turbinas de gas de 150 MW y tres turbinas de vapor de 173 MW .

Otra planta construida por Siemens en Irsching, Alemania, en 2011 alcanzó una eficiencia térmica del 60.8 por ciento con una potencia eléctrica de 578 MW . En 2016, General Electric informó de una eficiencia del 62.2 por ciento para su planta de ciclo combinado en Bouchain, Francia, con una potencia de 594 MW . El nuevo objetivo de eficiencia térmica es del 65 por ciento, acercándose al límite de Carnot.

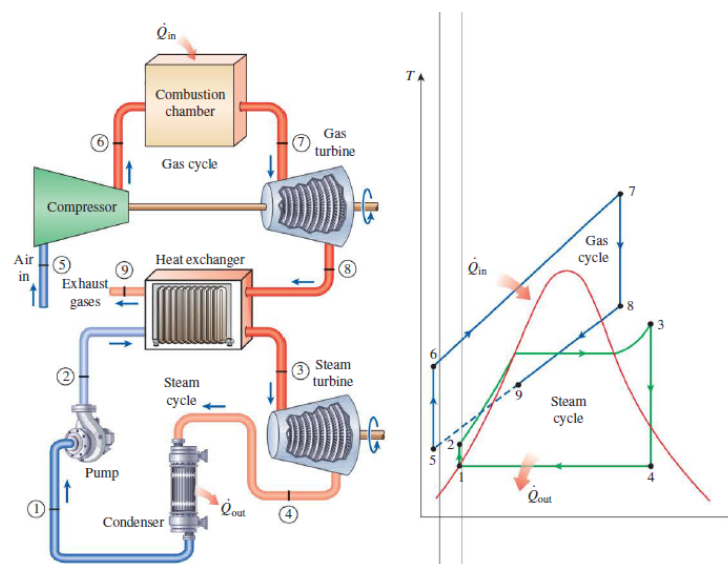


Figura 1. Central eléctrica combinada de gas y vapor.

Referencias:

- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). Termodinámica (M. Á. T. Castellanos (ed.); Sexta). McGraw-Hill.*
- Chung, D. D. L. (2001). Applied materials science: Applications of engineering materials in structural, electronics, thermal, and other industries. In Applied Materials Science: Applications of Engineering Materials in Structural, Electronics, Thermal, and Other Industries. CRC LCL Press.*