

MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

La energía se puede transferir hacia o desde un sistema en tres formas: calor, trabajo y flujo másico. Las interacciones de energía se reconocen en las fronteras del sistema cuando lo cruzan, y representan la energía que gana o pierde un sistema durante un proceso. Las únicas dos formas de interacción de la energía relacionadas con una masa fija o sistema cerrado son las transferencias de calor y de trabajo.

1. Transferencia de calor, Q . La transferencia de calor hacia un sistema (ganancia de calor) incrementa la energía de las moléculas y por lo tanto la del sistema; asimismo, la transferencia de calor desde un sistema (pérdida de calor) la disminuye, ya que la energía transferida como calor viene de la energía de las moléculas del sistema.
2. Transferencia de trabajo, W . Una interacción de energía que no es causada por una diferencia de temperatura entre un sistema y sus alrededores es trabajo. Un émbolo ascendente, un eje rotatorio y un alambre eléctrico que cruzan la frontera del sistema se relacionan con interacciones de trabajo. La transferencia de trabajo a un sistema (es decir, el trabajo realizado sobre un sistema) incrementa la energía de este, mientras que la transferencia de trabajo desde un sistema (es decir, el trabajo realizado por el sistema) la disminuye, puesto que la energía transferida como trabajo viene de la energía contenida en el sistema. Los motores de automóviles y las turbinas hidráulicas, de vapor o de gas, producen trabajo

mientras que los compresores, las bombas y los mezcladores consumen trabajo.

3. Flujo másico, m . El flujo másico que entra y sale del sistema funciona como un mecanismo adicional de transferencia de energía. Cuando entra masa a un sistema, la energía de este aumenta debido a que la masa lleva consigo energía (de hecho, la masa es energía). De igual modo, cuando una cantidad de masa sale del sistema, la energía de este disminuye porque la masa que sale saca algo consigo. Por ejemplo, cuando cierta cantidad de agua caliente sale de un calentador y es reemplazada por agua fría en la misma cantidad, el contenido de energía del tanque de agua caliente (el volumen de control) disminuye como resultado de esta interacción de masa. La transferencia de calor Q es cero para sistemas adiabáticos, la transferencia de trabajo W es cero para sistemas en los que no intervienen interacciones de trabajo, y el transporte de energía con E_{masa} es cero para sistemas sin flujo másico a través de sus límites (es decir, sistemas cerrados) (Çengel & Boles, 2009).

Eficiencia en la Conversión de la Energía

Eficiencia es uno de los términos más usados en termodinámica, e indica qué tan bien se realiza un proceso de conversión o transferencia de energía. Asimismo, este término resulta uno de los que en general son mal usados en termodinámica, además de ser una fuente de malas interpretaciones. Esto se debe a que se usa sin una definición adecuada. Lo cual se aclara a continuación y se definen algunas de las eficiencias más usadas en la práctica. El desempeño o eficiencia se expresa en términos de la salida deseada y la entrada requerida de la siguiente manera:

$$\text{Desempeño} = \frac{\text{Salida deseada}}{\text{Entrada requerida}}$$

Tomando como ejemplo un calentador de agua podemos considerar que el desempeño del calentador se define como la relación entre la energía que el agua caliente entrega a la casa y la energía suministrada al calentador de agua. La eficiencia de un equipo que quema combustible se basa en el poder calorífico del combustible, el cual es la cantidad de calor liberado cuando se quema por completo una cantidad unitaria de combustible y los productos de la combustión se enfrían a la temperatura ambiente. Entonces el rendimiento del equipo de combustión se puede caracterizar por la eficiencia de combustión, la cual se define como (Çengel & Boles, 2009) :

$$\eta_{\text{combustión}} = \frac{Q}{H_v} = \frac{\text{Cantidad de calor liberado durante la combustión}}{\text{Poder calorífico del combustible quemado}}$$

La mayor parte de los combustibles contienen hidrógeno, que forma agua durante la combustión. El poder calorífico de un combustible será diferente dependiendo de si el agua en los productos de la combustión se halla en forma líquida o de vapor. El poder calorífico se denomina poder calorífico inferior o LHV (lower heating value) cuando el agua sale como vapor, y poder calorífico superior o HHV (higher heating value) cuando el agua en los gases de combustión se condensa por completo, de manera que también se recupera el calor de vaporización. La diferencia entre estos dos poderes caloríficos es igual al producto de la cantidad de agua y la entalpía de vaporización del agua a temperatura ambiente. Por ejemplo, los poderes caloríficos inferior y superior de la gasolina son 44 000 kJ/kg y 47 300 kJ/kg, respectivamente.

Una definición de eficiencia debería dejar claro si se basa en el poder calorífico inferior o superior del combustible. Las eficiencias de los motores de automóviles y aviones a reacción normalmente se basan en poderes caloríficos inferiores pues regularmente el agua sale en forma de vapor en los gases de escape y resulta impráctico intentar recuperar el calor de vaporización. Por otro lado, las eficiencias de los hornos se basan en poderes caloríficos superiores. La eficiencia de los sistemas de calefacción de edificios residenciales y comerciales se expresa comúnmente en términos de la eficiencia anual de utilización de combustible, o EAUC, la cual representa la eficiencia de combustión y otras pérdidas como las de calor hacia áreas no calentadas, de encendido y de enfriamiento. La EAUC de la mayor parte de los nuevos sistemas de calefacción es aproximadamente de 85 por ciento, mientras que la de algunos viejos sistemas es inferior a 60 por ciento (Çengel & Boles, 2009).

Para los motores de automóvil la salida de trabajo se entiende como la potencia entregada por el cigüeñal, pero para las centrales eléctricas el trabajo producido puede ser la potencia mecánica en la salida de la turbina, o la salida de potencia eléctrica del generador. Un generador es un dispositivo que convierte energía mecánica en energía eléctrica, y su efectividad se caracteriza por la eficiencia del generador, que es la relación entre la salida de potencia eléctrica y la entrada de potencia mecánica. La eficiencia térmica de una central eléctrica, la cual es de primordial interés en termodinámica, se define como la relación entre la salida neta de trabajo en la flecha de la turbina y la entrada de calor al fluido de trabajo. Los efectos de otros factores se incorporan mediante la definición de una eficiencia global para la central eléctrica, a partir de la relación entre la salida neta de potencia eléctrica y la tasa de entrada de energía del combustible. Tendremos entonces:

$$\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{combustión}} \eta_{\text{térmica}} \eta_{\text{generador}} = \frac{\dot{W}_{\text{neto, eléctrico}}}{\text{HHV} \times \dot{m}_{\text{neto}}}$$

Las eficiencias globales están entre 25 y 30 por ciento para motores de automóviles de gasolina, entre 34 y 40 por ciento para los de diesel y entre 40 y 60 por ciento para las grandes centrales eléctricas (Çengel & Boles, 2009).

Referencia:

Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). Termodinámica (M. Á. T. Castellanos (ed.); Sexta). McGraw-Hill.