

MÁQUINAS TÉRMICAS Y LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA.

Una máquina térmica es un dispositivo que convierte energía térmica en otras formas útiles de energía, como la energía eléctrica y mecánica. Hace que una sustancia de trabajo recorra un proceso cíclico durante el cual:

1) Se absorbe calor de una fuente a alta temperatura.

- La máquina realiza un trabajo
- Libera calor a una fuente a temperatura más baja.

En un proceso característico para producir electricidad en una planta de potencia, el carbón o algún otro tipo de combustible se quema y el calor generado se utiliza para producir vapor de agua. El vapor se quema y el calor generado se utiliza para producir vapor de agua. El vapor se dirige hacia las aspas de una turbina, poniéndola a girar. Por último, la energía mecánica asociada a dicha rotación se usa para mover un generador eléctrico. El motor de combustión interna en un automóvil extrae calor del combustible en combustión y convierte una fracción de esta energía mecánica.

Una máquina térmica transporta alguna sustancia de trabajo a través de un proceso cíclico, definido como aquel en el que la sustancia regresa a su estado inicial.

El trabajo neto W realizado por la máquina es igual al calor neto que fluye hacia la misma.

En la figura se observa $Q_{\text{neto}} = Q_h - Q_c$; por lo tanto:

$$W = Q_h - Q_c$$

Donde Q_h y Q_c se toman como cantidades positivas. Si la sustancia de trabajo es un gas, el trabajo neto realizado en un proceso cíclico es el área encerrada por la curva que representa a tal proceso en un diagrama PV.

La eficiencia térmica, e , de una máquina térmica se define como la razón del trabajo neto realizado al calor absorbido durante un ciclo:

$$e = \frac{W}{Q_h} = \frac{Q_h - Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$$

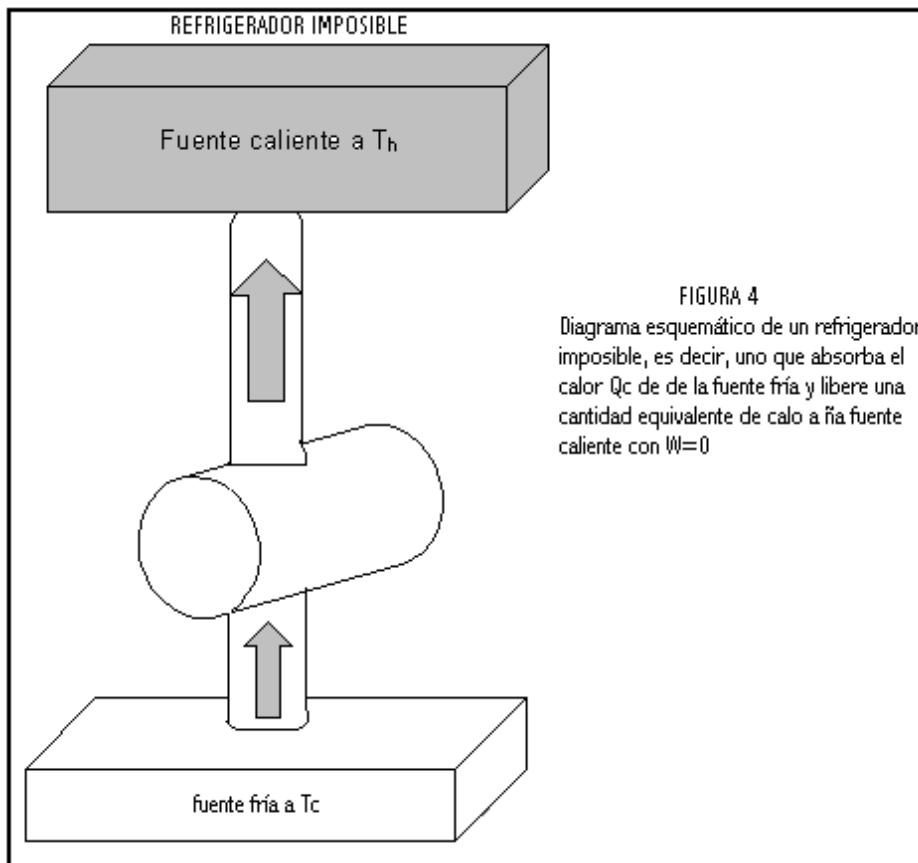
Q_h Q_h Q_h

Este resultado muestra que una máquina térmica tiene una eficiencia de 100% ($e=1$) sólo si $Q_c=0$, es decir, si no se libera calor a la fuente fría. En otras palabras, una máquina térmica con una eficiencia perfecta deberá convertir toda la energía calorífica absorbida Q_h en trabajo mecánico. La segunda ley de la termodinámica establece que esto es imposible.

La figura 2 es un diagrama esquemático de una imposible máquina térmica perfecta.

Un refrigerador (o bomba de calor) es una máquina térmica que opera en sentido inverso (Figura 3), en la cual la máquina absorbe el calor Q_c de la fuente fría y libera calor Q_h a la fuente caliente. Esto sólo puede ser posible si se hace un trabajo sobre el refrigerador. Por lo tanto, se ve que el refrigerador transfiere calor del cuerpo más frío (el contenido del refrigerador) a un cuerpo más caliente (el cuarto).

Si se pudiera lograr sin hacer algún trabajo, se tendría un refrigerador perfecto (Figura 4).



El calor no puede fluir espontáneamente de un objeto frío hacia uno caliente. El calor, solo fluirá del más frío hacia el más caliente sólo si hace trabajo sobre el sistema.

PROCESOS REVERSIBLES E IRREVERSIBLES.

El calor fluye en forma espontánea de un cuerpo más caliente hacia uno más frío cuando se ponen en contacto, pero el proceso inverso sólo se puede lograr por medio de una influencia externa. Cuando un bloque se desliza sobre una superficie áspera, finalmente se detendrá. Dichos procesos unidireccionales se llaman procesos irreversibles. Un PROCESO es IRREVERSIBLE si el sistema y sus alrededores no pueden regresar a su estado inicial.

Un sistema puede ser REVERSIBLE si el sistema pasa de un estado inicial a un estado final a través de una sucesión de estados de equilibrio. Si un proceso es real ocurre en forma cuasiestática, es decir, lo suficientemente lento como para que cada estado difiera de modo infinitesimal del equilibrio, se puede considerar reversible.

Como un proceso reversible se define por una sucesión de estado de equilibrio se puede representar por una curva en un diagrama de PV , en la cual se establece la trayectoria del proceso (Figura 5). Cada punto sobre la curva representa uno de los estado de equilibrio intermedios. Por otro lado, un proceso irreversible es aquel que pasa de un estado inicial a uno final a través de una serie de estados de no-equilibrio. En este caso, sólo los estado inicial y final se pueden representar en un diagrama de PV . Los estados intermedios, de no equilibrio pueden tener volúmenes bien definidos, pero estos estados no están caracterizados por una presión única para todo el sistema. En lugar de ello, existen variaciones en la presión (y temperatura) a través del rango de volumen y estas variaciones no persistirán si se dejan en libertad (es decir, condiciones de no equilibrio). Por esta razón, no es posible representar con una línea un proceso irreversible en un diagrama de PV .

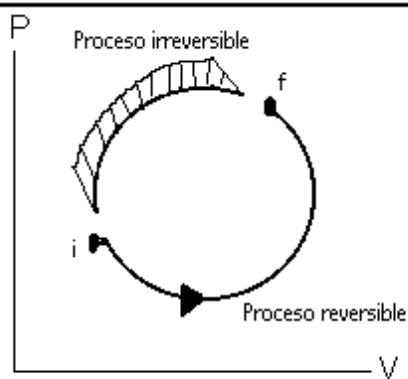


FIGURA 5.

El proceso reversible entre dos estados de equilibrio i y f se pueden representar por una línea en un diagrama PV . Cada punto en esta línea representa un estado de equilibrio. Un proceso irreversible pasa por una serie de estados de no equilibrio y no se pueden representar por una línea en este diagrama.