



1.6. Ciclos termodinámicos

Un ciclo termodinámico es una serie de transformaciones termodinámicas realizadas en uno o más dispositivos con el objetivo producir trabajo a partir de dos fuentes de calor a distinta temperatura, o de manera inversa, permitir la utilización del trabajo para que haya transferencia de calor de la fuente de menor temperatura a la de mayor temperatura. El trabajo obtenido es utilizado para producir movimiento o para generar electricidad.

Los ciclos termodinámicos se pueden clasificar, entre otras maneras, en ciclos de potencia y ciclos de refrigeración. En el primero, se produce una cantidad neta de trabajo; en el segundo, un fluido de trabajo permanece siempre como un gas. Los dispositivos que se utilizan para los ciclos de potencia son las máquinas térmicas y los dispositivos usados para ciclos de refrigeración son refrigeradores, acondicionadores de aire o bombas térmicas. Otra clasificación puede ser como ciclos de gas y ciclos de vapor, según la fase en la que se encuentre el fluido de trabajo. Y, además, los ciclos termodinámicos se pueden clasificar en ciclos cerrados y abiertos. En los ciclos cerrados, el fluido de trabajo se recircula, retornando al estado inicial cuando culmina el ciclo. En los ciclos abiertos, el fluido de trabajo se renueva al final de cada ciclo. No se recircula.

Los detalles de los ciclos termodinámicos no hacen parte del alcance de este curso; sin embargo, se invita a descubrir más sobre ellos en los siguientes enlaces:
<https://www.youtube.com/watch?v=6wEMLEtiKQY>,
<https://www.youtube.com/watch?v=8ikvY0SZ17o&t=230s>.

A continuación, se presentan los ciclos que comúnmente se estudian en termodinámica.

- **Ciclo de Carnot:** se produce cuando un dispositivo absorbe calor de una fuente que está a mayor temperatura, cediéndolo a una fuente que está a menor temperatura. Se produce así un trabajo sobre los alrededores. Es un proceso reversible. Su rendimiento está dado por:

$$\eta_{\text{térm, Carnot}} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Este ciclo es el más eficiente que puede operar entre una fuente de energía térmica a temperatura T_H y un sumidero a temperatura T_L , y su eficiencia térmica se expresa como

El verdadero valor del ciclo de Carnot reside en que es el estándar contra el cual pueden compararse ciclos reales o ideales

El ciclo de Carnot es un ciclo reversible compuesto por cuatro procesos reversibles, dos isotérmicos y dos adiabáticos. Los *principios de Carnot* establecen que las eficiencias térmicas de las máquinas térmicas reversibles que operan entre dos depósitos son las mismas, y que ninguna máquina de este tipo es más eficiente que una reversible que opera entre los mismos dos depósitos.

- **Ciclo Otto:** Inventado por el ingeniero alemán Nicolaus Otto en 1876. El ciclo se aplica a máquinas de encendido por chispa, como los motores de gasolina (combustión interna). Puedes aprender más sobre el ciclo de Otto en el siguiente video.
- **Ciclo Diésel:** se utiliza en máquinas reciprocantes de encendido por compresión como los motores marinos y de tracción ferroviaria (ciclo de 2 tiempos Diésel).



- **Ciclo Brayton:** se conoce también como ciclo Joule o ciclo Froude. Se utiliza en los motores de turbinas de gas para producir electricidad, quemadores de gas natural, motores marinos.
- **Ciclo Rankine:** desarrollado por el ingeniero escocés William John Macquorn Rankine. Se utiliza en las centrales eléctricas de vapor.

Eficiencia o rendimiento térmico: el principal parámetro que define a un ciclo termodinámico es su eficiencia, obtenida al dividir la energía producida entre la energía suministrada a la máquina. Se representa con la letra griega η . La eficiencia varía según el tipo de ciclo termodinámico, sin embargo, siendo el ciclo de Carnot es el estándar contra el cual se suelen comparar los demás ciclos reales o ideales, usaremos la eficiencia de un ciclo de Carnot, que está dada por:

Según sea el tipo de máquina térmica, será el tipo de transferencia de energía (calor Q o trabajo W), e igualmente variará la fórmula de su eficiencia.

Mostraremos en este caso la eficiencia del ciclo más eficiente que opera entre una fuente a temperatura T_H y un sumidero a temperatura T_L , que corresponde al ciclo de Carnot:

$$\eta_{\text{tér,Carnot}} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

donde:

T_H es la temperatura del reservorio caliente;

T_L es la temperatura del reservorio frío