

Objetivo

1. Comprobar el funcionamiento general de las máquinas térmicas de producción de trabajo (motores, i.e. que dan vueltas), de producción de calor (bombas de calor, i.e. que dan calor) y de producción de frío (refrigeradores, i.e. que dan frío).
2. Mostrar el funcionamiento de diversos motores térmicos: de vapor, de gas y termoeléctricos; de combustión interna (diésel, turbina de gas) o de transmisión de calor (turbina de vapor, Stirling, termoeléctrico).
3. Mostrar la reversibilidad de algunas máquinas térmicas (que la misma máquina puede operar como motor o como bomba).
4. Comprobar el balance energético global (e.g. que para enfriar en régimen estacionario es necesario calentar más otro sistema).

Resumen de Actividades

1. Manejo del modelo cinemática de un motor diésel.
2. Puesta en marcha y verificación de funcionamiento de una máquina de vapor. Medida de la presión de trabajo.
3. Medida de los balances energéticos y rendimientos de un dispositivo termoeléctrico.
4. Puesta en marcha y verificación de funcionamiento de un motor stirling de baja temperatura y de otro transparente.
5. Evaluación de la incertidumbre de los resultados obtenidos.

Equipos



Fig. 1. Máquina de vapor.

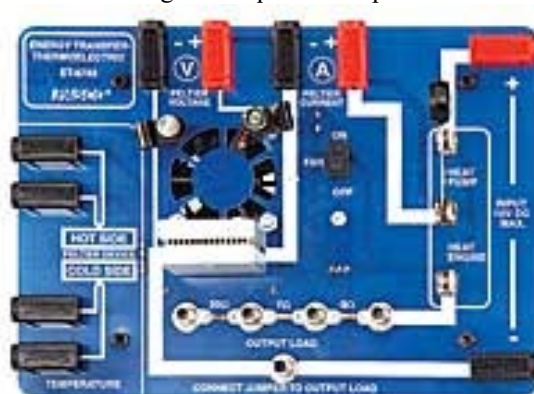


Fig. 2. Dispositivo termoeléctrico.

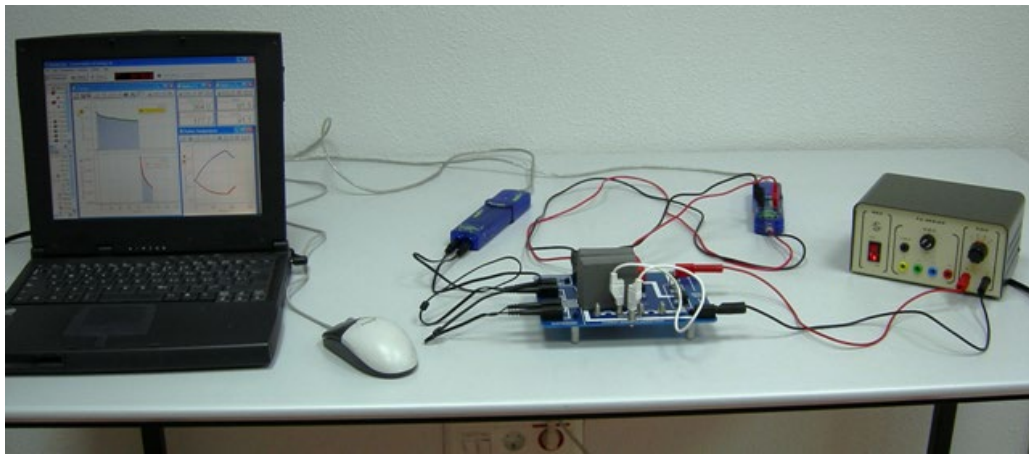


Fig. 3. Dispositivo termoelectrico. Montaje de la práctica.



Fig. 4. Motor Stirling de baja temperatura

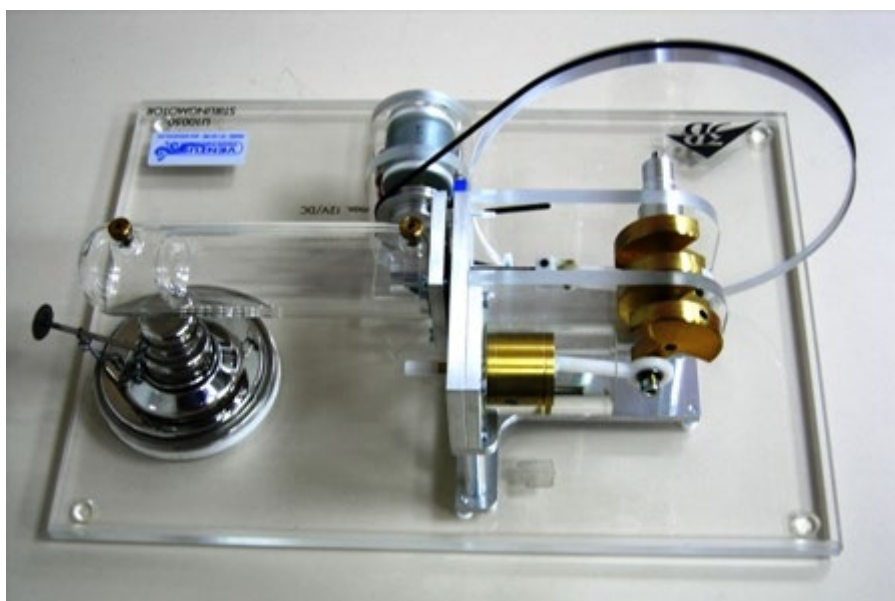


Fig. 5. Motor Stirling transparente.

Desarrollo

1. **Diésel:** el más usado. Todos los motores térmicos se basan en que la expansión en caliente de un fluido produce más trabajo que el necesario para la compresión en frío del fluido, por lo que su funcionamiento en régimen consiste en una compresión en frío, un aporte de calor, la expansión en caliente, y la evacuación de calor para completar el ciclo.
 - Manejo del modelo cinemático de un motor diésel (cuatro tiempos, inyección directa, árbol de levas en cabeza).
 - Problemas del arranque y control.
 - Motores de combustión interna: de aceite, de gasolina, de gas.
 - Animaciones en PC:
<http://auto.howstuffworks.com/diesel1.htm>, <http://auto.howstuffworks.com/engine1.htm>,
<http://science.howstuffworks.com/two-stroke2.htm>.

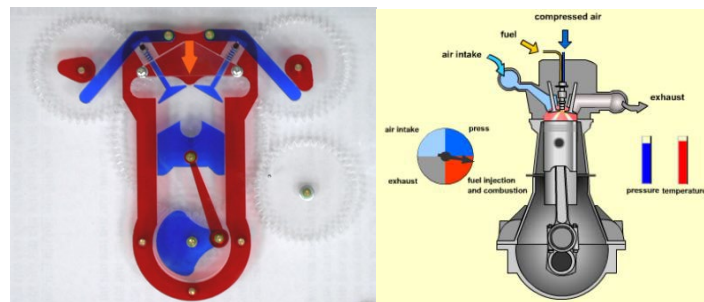


Fig. 6. Motor diésel.

2. **Máquina de vapor:** el más antiguo. Caldera (generador de vapor): alimentación, medida de temperatura y presión (control de incertidumbre), válvula de seguridad.
 - Motor de émbolo (ahora son de turbina), de ciclo abierto (el vapor debe ser puro y es costoso), y simple efecto (los de émbolo eran de doble acción, i.e. compound).
 - Problemas del arranque y control.
 - [Animaciones](#) en PC:

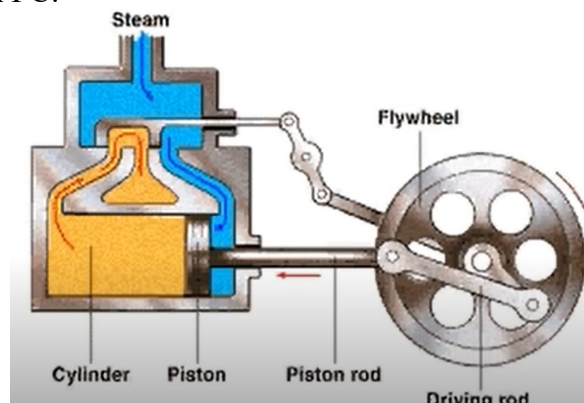


Fig. 7. Máquina de vapor.

3. **Dispositivos termoelectricos:** la fiabilidad. El efecto Seebeck (1821) es el fundamento de los termopares: si se impone una diferencia de temperatura entre las caras de un dispositivo termoelectrico, se genera una diferencia de potencial entre sus bornes. El efecto Peltier (1822) es la aparición de una diferencia de temperatura entre las caras de un dispositivo termoelectrico cuando se aplica una diferencia de potencial entre sus bornes.
 - Medida de los balances energéticos en modo bomba de calor y en modo generador eléctrico (bloques de aluminio de 0,019 kg, $c_{Al}=900 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$).
 - Cálculo de rendimientos.

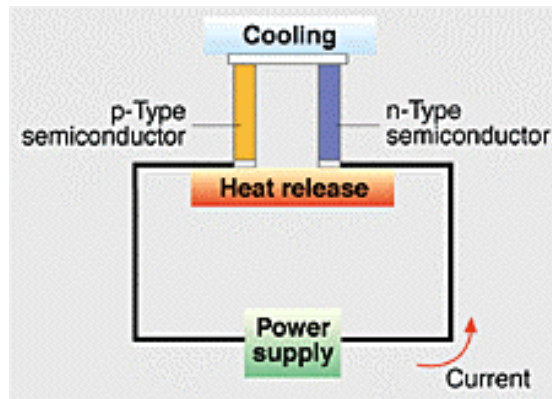


Fig. 8. Módulo Peltier.

4. **Stirling**: la regeneración. El motor Stirling fue patentado en 1816 por un clérigo escocés (R. Stirling) y explicado analíticamente en 1871 por G. Schmidt con un modelo de compresión-expansión isotermas a las temperaturas de las fuentes (como el motor ideal de Carnot de 1824), completándose el ciclo con evoluciones a volumen constante con intercambio interno de calor por medio de un regenerador (por lo que el rendimiento energético es igual al de Carnot. Al no ser de combustión interna, hay que transmitir calor a través de las paredes (problema de flujos y materiales).

- Animaciones en PC:
<http://www.stirlingengine.com/mm5flash/mm5flash.html>.
- Ciclo motor (modelo secuencial). El émbolo metálico comprime gas frío desde 1 a 2 (Fig. 9a), el desplazador mueve el gas de la zona menos caliente a la más caliente (no trabaja porque no hay gradiente espacial de presión), i.e. de 2 a 3. El gas muy caliente se expande de 3 a 4 en el émbolo metálico (la expansión en caliente da más trabajo del necesario para la compresión en frío), y el desplazador mueve el gas a la zona fría (de 3 a 4). En la práctica el proceso no es secuencial sino superpuesto.
- Ciclo inverso, frigorífico (modelo secuencial). El émbolo metálico comprime gas frío desde 1 a 2 (Fig. 9b), calentándose; el desplazador mueve el gas de la zona caliente a la más fría (no trabaja porque no hay gradiente espacial de presión), i.e. de 2 a 3. El gas frío se expande de 3 a 4 contra el émbolo metálico enfriándose mucho (la expansión en frío da menos trabajo del necesario para la compresión en caliente, y por eso consume trabajo), y el desplazador mueve el gas a la zona menos fría (de 3 a 4).

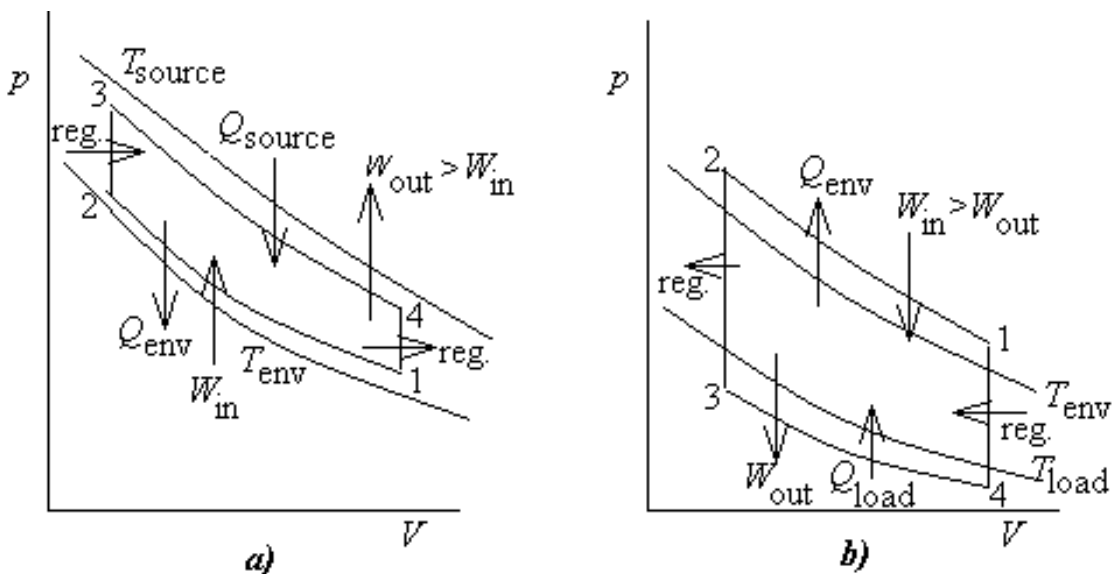


Fig. 9. a) Ciclo motor Stirling, b) Ciclo inverso, frigorífico.