

Eficiencia Maquina Carnot

Sunday, April 9, 2023 7:11 PM

El motor de Carnot es uno interesante, pues posee la eficiencia maxima posible por un motor termodinamico; Lo cual nos lleva a descubrir la entropia más adelante.

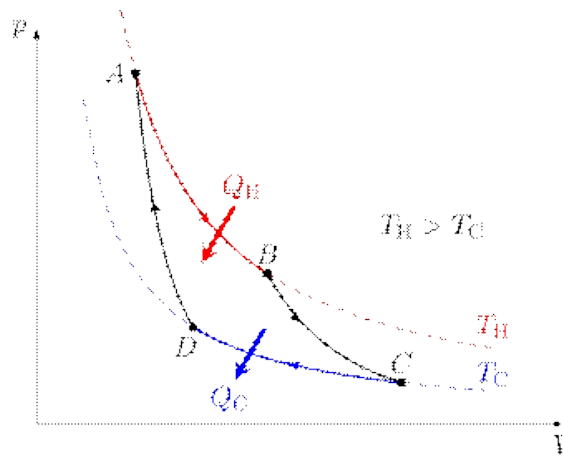
Veras

- Motor de Carnot
- Refrigerador de Carnot

El motor de Carnot

Es un motor reversible; consta de:

- $A \rightarrow B$ expansión isotermica realiza trabajo a la vez que absorbe calor manteniendo la temp.



$$dU = dQ + dW = 0 \quad \text{para un gas ideal}$$

$$Q_H = \int P dv$$

$$Q_H = nRT_H \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} = nRT_H \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

$$\begin{aligned} PV &= nRT \\ P &= \frac{nRT_H}{V} \end{aligned}$$

- $B \rightarrow C$ expansión adiabatica

$$PV^\gamma = \text{cte} \quad \therefore \quad TV^{\gamma-1} = \text{cte} \quad ; \quad \gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

$$T_H V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1}$$

$$\left(\frac{V_C}{V_B}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_H}{T_C}$$

- $C \rightarrow D$ compresión isotérmica / $V_C > V_D$

$$Q_C = nRT_C \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right) = -nRT_C \ln\left|\frac{V_C}{V_D}\right|$$

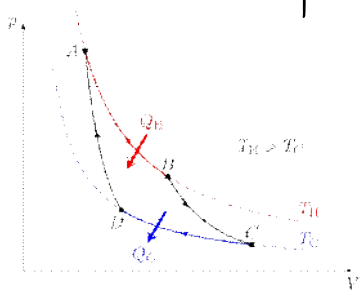
- $C \rightarrow D$ compresión adiabática

$$PV^\gamma = \text{cte} \quad \therefore \quad TV^{\gamma-1} = \text{cte}$$

$$T_C V_D^{\gamma-1} = T_H V_A^{\gamma-1}$$

$$\left(\frac{V_D}{V_A}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_H}{T_C}$$

combinando la información



$$(1) \quad Q_H = nRT_H \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right)$$

$$(2) \quad \left(\frac{V_C}{V_B}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_H}{T_C}$$

$$(3) \quad Q_C = -nRT_C \ln\left|\frac{V_C}{V_D}\right|$$

$$(4) \quad \left(\frac{V_D}{V_A}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_H}{T_C}$$

igualando (2) = (4)

$$\frac{T_H}{T_C} = \left(\frac{V_C}{V_B}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_D}{V_A}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{V_C}{V_B} = \frac{V_D}{V_A}$$

→

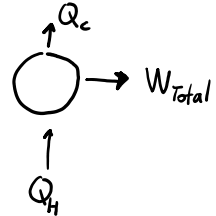
V_C

$$\ln\left|\frac{V_C}{V_B}\right| = \ln\left|\frac{V_D}{V_A}\right| = \Gamma$$

$$\rightarrow \frac{V_c}{V_D} = \frac{V_B}{V_A} \quad \text{osea} \quad \ln \left| \frac{V_c}{V_D} \right| = \ln \left| \frac{V_B}{V_A} \right| = \Gamma$$

Esto nos ayudara para calcular la eficiencia del motor

$$\eta = \frac{W_{Total}}{|Q_H|}$$



$$W_{Total} = |Q_H| - |Q_c|$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_c|}{|Q_H|} = 1 - \frac{nRT_c \ln \left| \frac{V_c}{V_D} \right|}{nRT_H \ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)} = 1 - \frac{T_c \ln \left| \frac{V_c}{V_D} \right|}{T_H \ln \left| \frac{V_B}{V_A} \right|}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_c}{T_H}$$

Así tenemos el rendimiento de la máquina de Carnot.

El cual solo podría ser 100% si la temperatura del foco frío fuera 0, lo cual viola la 2da ley de la termodinámica

Nota:

Rendimiento de un motor de Carnot

$$\eta = \frac{W}{|Q_H|} = 1 - \frac{T_c}{T_H}$$

Rendimiento de un refrigerador de Carnot

$$COP = \frac{Q_c}{|W|} = \frac{T_c}{T_H - T_c}$$