T5.8. Climatiseur.

1. Principe de fonctionnement.

Le climatiseur va échanger de l'énergie par chaleur avec la pièce afin de la refroidir et avec l'air extérieur ce qui nécessite un apport d'énergie électrique. On a donc sur un cycle élémentaire :

la machine reçoit du travail $\delta W > 0$ de la part de l'extérieur, reçoit de l'énergie par chaleur de la pièce (source froide) $\delta Q_f > 0$, cède de l'énergie par chaleur à l'atmosphère (source chaude) $\delta Q_c < 0$.

2. Travail dans le cas d'un fonctionnement réversible.

Sur un cycle, le premier principe s'écrit :

$$\delta W + \delta Q_c + \delta Q_f = 0 \quad (1)$$

Si l'on suppose que sur ce même cycle la température T de la pièce reste constante, le second principe s'écrit dans le cas d'une évolution réversible :

$$\frac{\delta Q_f}{T} + \frac{\delta Q_c}{T_{ext}} = 0 \quad (2)$$

Comme la pièce se refroidit $(dT < 0)$ et que $\delta Q_f > 0$ on a :

$$\delta Q_f = -CdT > 0 \quad (3)$$

L'équation (3) permet d'écrire l'équation (2) sous une nouvelle forme :

$$-C\frac{dT}{T} + \frac{\delta Q_c}{T_{ext}} = 0$$

$$\delta Q_c = CT_{ext}\frac{dT}{T} \quad (4)$$

L'intégration des équations (1), (3) et (4) entre l'état initial $T = T_i = T_{ext}$ à $T = T_f$ conduit à :

$$W + Q_c + Q_f = 0$$

$$Q_f = -C\left(T_f - T_{ext}\right)$$

$$Q_c = CT_{ext}\ln\frac{T_f}{T_{ext}} = -CT_{ext}\ln\frac{T_{ext}}{T_f}$$

Le travail électrique total à fournir à la machine lorsqu'elle fonctionne de manière réversible a pour expression :

$$W_r = -Q_f - Q_c = C\left(\left(T_f - T_{ext}\right) + T_{ext}\ln\frac{T_{ext}}{T_f}\right)$$

$$W_r = CT_{ext}\left(\left(\frac{T_f}{T_{ext}} - 1\right) + \ln\frac{T_{ext}}{T_f}\right)$$

$$W_r = 212 \text{ kJ}$$

La durée Δt nécessaire à la mise en température de la pièce est :

$$\Delta t = \frac{W_r}{P} \rightarrow \Delta t = 848 \text{ s} \approx 14 \text{ min}$$

www.kholaweb.com

3. Cas d'un fonctionnement non réversible.

Dans le cas où la machine fonctionne de manière irréversible, le second principe s'écrit sur un cycle élémentaire :

$$dS \underset{cycle}{=} 0 = \delta S_e + \delta S_c$$

En se servant de l'équation (3) on obtient :

$$0 = -C\frac{dT}{T} + \frac{\delta Q_c}{T_{ext}} + \delta S_c \rightarrow \delta Q_c = T_{ext} C \frac{dT}{T} - T_{ext}\delta S_c$$

$$Q_c = T_{ext} C \ln\frac{T_f}{T_{ext}} - T_{ext} S_c$$

D'autre part, d'après (3) :

$$Q_f = -C\left(T_f - T_{ext}\right)$$

Le premier principe donne alors sur l'ensemble des cycles :

$$W_{irr} + Q_c + Q_f = 0$$

$$W_{irr} = -\left(Q_c + Q_f\right) = C\left(T_f - T_{ext}\right) + CT_{ext}\ln\frac{T_{ext}}{T_f} + T_{ext}S_c$$

$$W_{irr} = CT_{ext}\left(\left(\frac{T_f}{T_{ext}} - 1\right) + \ln\frac{T_{ext}}{T_f}\right) + T_{ext}S_c$$

Comme $W_r = CT_{ext}\left(\left(\frac{T_F}{T_{ext}} - 1\right) + \ln\frac{T_{ext}}{T_f}\right)$ on obtient :

$$W_{irr} - W_r = T_{ext}S_c$$

On a bien $W_{irr} - W_r > 0$ car $T_{ext}S_c > 0$ et il faudra donc plus de temps pour refroidir la pièce.

www.kholaweb.com