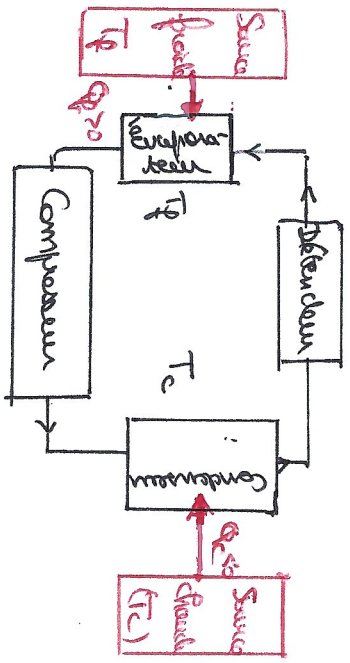


Partie A : modèle thermique

Q1 - Pompe à chaleur dit thermique :



Le fluide réfrigérant subit une compression (idéalement isentropique) avant d'être dirigée dans le condenseur. Cette opération détermine de l'énergie thermique (Q_c) vers la source chaude.

Le fluide subit alors une détente isenthalpique avant d'être évaporé en prélevant de l'énergie thermique (Q_f) à la source froide.

Q2 - $W > 0$: La pompe reçoit un travail par le compresseur ;

$Q_c < 0$: le fluide débite de l'énergie thermique à la source chaude ;

$Q_p > 0$: le fluide reçoit de l'énergie thermique par la source froide.

Q3 - $COP = -\frac{Q_c}{W}$

Selon la première loi de la thermodynamique appliquée au fluide, sur son cycle : $\Delta S_{cycle} = 0 = W + Q_c + Q_f$.

Ainsi : $W = -Q_c - Q_f$.

On a donc :

$$COP = \frac{Q_c}{Q_c + Q_f} = \frac{1}{1 + \frac{Q_f}{Q_c}}$$

Q4 - Par application du second principe :

$$\Delta S_{cycle} = 0 = \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} + S_c$$

On en déduit : $Q_c = -\frac{T_c}{T_f} Q_f - T_c S_c$.

Comme $Q_f = -W - Q_c$, on en déduit :

$$Q_c = \frac{T_c}{T_f} W + \frac{T_c}{T_f} Q_c - T_c S_c$$

$$\Rightarrow Q_c = \frac{T_c / T_f W - T_c S_c}{1 - T_c / T_f}$$

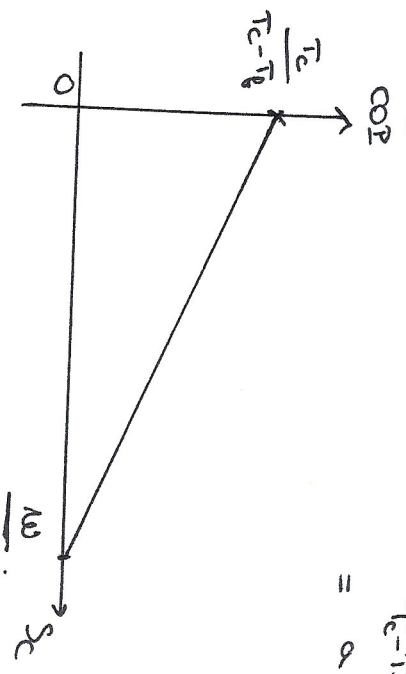
D'où :

$$COP = -\frac{Q_c}{W} = \frac{-1}{1 - \frac{T_c}{T_f}} \times \left(\frac{T_c}{T_f} W - T_c S_c \right)$$

$$\Rightarrow COP = \frac{T_f}{T_c - T_f} \left(\frac{T_c}{T_f} - T_c \frac{S_c}{W} \right)$$

• $COP \approx 5$ pour une machine réelle.

95 - On suppose que $S_c \geq 0$: $COE = \frac{T_c}{T_c - T_g} - \frac{T_f T_c}{(T_c - T_f) W} S_c$
 $= a - b S_c$ ($a, b > 0$)



96 - $S_c = 0$ correspond à $(COE)_{max} = \frac{T_f T_c}{T_c - T_f}$: c'est l'efficacité de la pompe à chaleur en excluant toute source d'irradiation (l'été (compression et détente isentropique, par exemple)).

Partie B : Fonctionnement de la pompe à chaleur à fluide R110A

97 - Sous pression : air extérieur, au contact de l'échangeur 1.
Source chaude : eau du module hydrothermique, au contact de l'échangeur 2 ;
La compression échange un travail avec le fluide de la pompe à chaleur.

98 - la condensation (ou liquéfaction) libère de l'énergie thermique elle doit avoir lieu dans l'échangeur 2, au contact de la source chaude, qui en bénéficiera à maximum.

99 - l'évaporation consomme de l'énergie thermique : elle doit avoir lieu dans l'échangeur 1, au contact de la source froide.

100 - la détente est :
 • adiabatique : $q = 0$;
 • sans frottement, viscosité : $w_{si} = 0$.

Comme Δe et $\Delta q \ll \Delta R$, on en déduit :
 $\Delta R = 0$.
 La transmission au fluide dans la détente est isentropique.

101 - la transmission est isentropique :
 • elle est adiabatique : la compression doit être soufflante.

et les points des compresseurs collectifs; (avec ou fluide)

• réversible: la compression s'effectue sans pertes dans les pièces mécaniques appartenant à l'énergie de ce système.

912 - cf. diagramme.

913 - Seul le point ⑤ est dans un état stable. Par application du théorème des moments, la température on va pour est:

$$x_{g,6} = \frac{A_B}{A_C} = \frac{R_6 - R_A}{R_7 - R_A} = \frac{246 - 171}{415 - 171} \approx 0,31$$

Pg: pour la ligne manométrique on a que: $x_{g,6} = \frac{P_C}{P_A} = 1 - x_{g,6}$.
soit $x_{g,6} \approx 0,69$.

Le résultat ($x_{g,6} \approx 0,31$) est cohérent avec la distance des vitesses sur le diagramme.

914 - Dans le compresseur isentropique: $\Delta_{2g} R = 0$; car $q_{2g} = 0$

$$A.N.: \quad w_{2g} = R_2 - R_1 = 469 - 420 = 49 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

• Dans la sonde: $\Delta_{2g} R = R_5 - R_2 = q_c$ car la compression est réversible pour des pièces mécaniques sans frottement.

Ainsi: $q_c = 246 - 469 = -223 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (50, comme prévu)

• Dans l'échangeur: $\Delta_{g3} = R_2 - R_6 = q_p$ (sans les pièces mécaniques, $w_{3g} = 0$). Donc: $q_p = 480 - 246 = 234 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

915 - La puissance de pompage d'un fluide totale sera la somme, qui en tenant compte de la compression, les pertes conduites et la friction pour la compression.

$$916 - \text{COP} = - \frac{q_c}{w_{2g}} \Rightarrow \text{COP} = \frac{223}{49} \approx 4,6$$

Un fluide électrique convertit toute l'énergie électrique reçue en travail: son efficacité vaut 1. La pompe à chaleur prendra une partie de l'énergie à l'air extérieur (source froide) en plus d'un réservoir de la part du compresseur: la transmission thermique vers la source chaude est donc supérieure à l'énergie dégagée par le compresseur (efficacité > 1).

917 - Soit g' la nouvelle joint à la sortie du compresseur.

Par définition: $\text{COP}' = - \frac{q_c'}{w_{2g}'} = - \frac{R_5 - R_{g'}}{R_{g'} - R_2} = 0,9 \text{ COP}$

$$\Rightarrow R_{g'} - R_5 = 0,9 \text{ COP} (R_{g'} - R_2)$$

$$\Rightarrow R_{g'} = \frac{R_5 - 0,9 \text{ COP} \cdot R_2}{1 - 0,9 \text{ COP}}$$

A.N.: $R_{g'} \approx 475 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

On est sur la graphique $T_2 \approx 75^\circ\text{C}$.

$$918 - \text{COP}_{R32} = - \frac{q_c}{w_{2g}} = \frac{R_2 - R_5}{R_2 - R_1} \Rightarrow \text{COP}_{R32} = \frac{589 - 254}{589 - 518} \approx 4,8$$

On remarque que $\left| \frac{\text{COP}_{R32} - \text{COP}}{\text{COP}_{R32}} \right| \approx 400 \approx 4,3\%$: il existe une condition, même pour de 6%.

Rq: avec $w_{2g} = 50 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, $\text{COP} = 4,8$ soit $\left| \frac{\text{COP}_{R32} - \text{COP}}{\text{COP}_{R32}} \right| \approx 400 \approx 4,3\%$

R410A
 References (IIR) SAZAKI26 (04/00)

$h = 200 \text{ kJ/kg}$
 $s = 1 \text{ kJ/(kg.K)}$
 pour un liquide saturé à 0°C

P : [bar]
 T : [$^\circ\text{C}$]
 h : [kJ/kg]
 v : [L/kg]
 s : [J/(kg.K)]

