

CLIMATISATION

DISPOSITIF DE PRODUCTION DU FROID

(Voir document II page 3/4 : dispositif de production du froid)

PRESENTATION DE L'ETUDE

Les véhicules équipés de la climatisation en série occupent une place de plus en plus importante sur le marché automobile.

Objet de l'étude

Le travail que nous vous proposons consiste à étudier le cycle du fluide frigorigène afin de déterminer, la puissance nécessaire pour entraîner le compresseur, et l'efficacité d'une installation.

Notations utilisées

p : pression

V : volume (m³)

v : volume massique (m³/kg)

T : température absolue

Données

On admet que le fluide frigorigène R134a se conduit à l'état gazeux comme un gaz parfait de caractéristique $r = 85 \text{ J/kg.K}$, d'exposant adiabatique $\gamma = 1,12$.

Le débit masse du R134a a pour valeur: $q_m = 0,13 \text{ kg.s}^{-1}$

Le taux de compression dans le compresseur est égal à : $\frac{p_4}{p_3} = \frac{10}{3,5}$.

Le rendement isentropique de compression a pour valeur : $\eta_{is} = 0,8$.

Le rendement mécanique est évalué à : $\eta_m = 0,9$.

Le rendement volumique est égal à : $\eta_v = 1$.

1 - CARACTERISTIQUE DU R134a

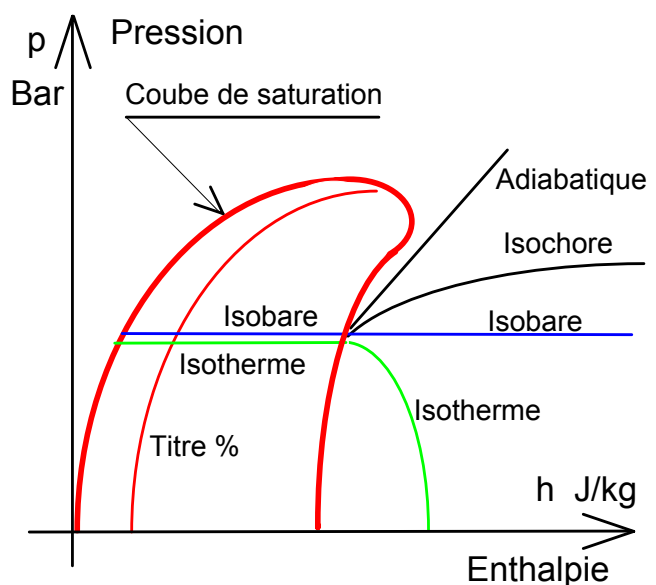
1 - Calculer les chaleurs massiques à volume constant c_v et à pression constante c_p du fluide frigorigène R134a.

2 - CYCLE DU FLUIDE FRIGORIGENE

2 - 1 - A l'aide des valeurs fournies page 2/4 document I, et des explications données sur la page 3/4 document II, tracer, sur le document III de la page 4/4 les points correspondant aux états : 1, 2, 5.

La figure ci-contre explicite les diverses courbes représentées sur le document III page 4/4.

2 - 2 - Calculer la température de fin de surchauffe T_3 (surchauffe 2→3 transformation isobare)



3 - ETUDE DE LA COMPRESSION 3→4

(Quelle que soit la valeur trouvée pour T_3 on prendra $T_3 = 297 \text{ K}$)

3 - 1 - Calculer la température de fin de compression T_{4is} dans le cas d'une compression isentropique.

3 - 2 - Calculer la température de fin de compression T_{4r} dans le cas d'une compression adiabatique irréversible. On rappelle la valeur du rendement isentropique de compression $\eta_{is} = 0,8$.

3 - 3 - Sur le document page 4/4 placer les points correspondants aux états 3, 4_{is} , 4_r .

3 - 4 - Tracer le cycle réel (1, 2, 3, 4_r , 5, 1) sur le document page 4/4.

3 - 5 - Relever sur le diagramme document page 4/4 le travail massique réel W_r que doit fournir le compresseur au fluide lors de la compression.

3 - 6 - En déduire la puissance P_r que doit fournir le compresseur au fluide. On rappelle que le débit massique est égal à : $q_m = 0,13 \text{ kg/s}$.

3 - 7 - Calculer la puissance effective P_{eff} nécessaire pour entraîner le compresseur.

4 - EFFICACITE DE L'INSTALLATION

En admettant que les températures d'entrée et de sortie de l'évaporateur et du condenseur sont les suivantes (vous ne tiendrez pas compte des résultats de la question 1 - 2 -) :

	Evaporateur	Condenseur
Entrée	5°C	68°C
Sortie	24°C	40°C

4 - 1 - Mesurer la quantité de chaleur q échangée par un kilogramme de fluide dans l'évaporateur.

4 - 2 - Mesurer la quantité de chaleur Q échangée par un kilogramme de fluide dans le condenseur.

4 - 3 - Calculer l'efficacité de l'installation. on rappelle $\varepsilon = \frac{q}{W_r}$

5 - MODIFICATION DE L'EFFICACITE

5 - 1 - Quels sont les éléments qui influent sur l'efficacité ?

5 - 2 - On désire obtenir une efficacité $\varepsilon = 5$ Sans modifier le travail à fournir au compresseur.

5 - 2 - 1 - Quelle est alors la quantité de chaleur échangée dans l'évaporateur ?

5 - 2 - 2 - Que devient la quantité de chaleur échangée dans le condenseur ?

DOCUMENTS

document I : - CARACTERISTIQUES DU CYCLE DU R134a

ETAT 1 : Titre 25%; Température $T_1 = 278 \text{ K}$; pression $p_1 = 3,5 \text{ bar}$, enthalpie $h_1 = 255 \text{ kJ/kg}$.

ETAT 2 : Titre 100%; point de passage à l'état gazeux de la totalité de la masse de fluide.

$T_2 = 278 \text{ K}$; $p_2 = 3,5 \text{ bar}$; $h_2 = 405 \text{ kJ/kg}$.

TRANSFORMATION 2→3 : Surchauffe isobare, quantité de chaleur échangée $Q_{2→3} = 15 \text{ kJ/kg}$.

TRANSFORMATION 3→4 : Compression adiabatique réelle $p_4 = 10 \text{ bar}$.

TRANSFORMATION 4→5 : isobare. ETAT 5 : fin du sous refroidissement.

TRANSFORMATION 5→1 isenthalpique $\Delta h_{5→1} = 0$

document II : - DISPOSITIF DE PRODUCTION DU FROID D'UN SYSTEME DE CLIMATISATION AUTOMOBILE

Cycle du fluide frigorigène

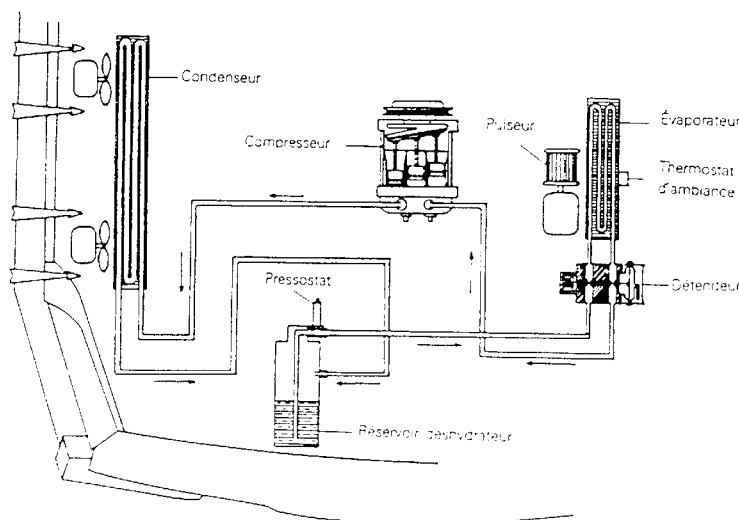
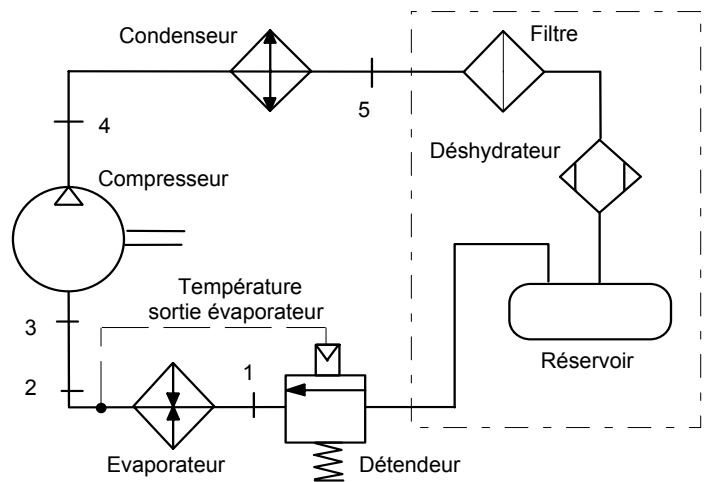
Le fluide frigorigène à l'état gazeux est comprimé par le compresseur de 3,5 bar à 10 bar (transformation 3→4). Il est refoulé dans un échangeur où il cède à l'air extérieur une quantité de chaleur **Q** (échange avec la source chaude). Ce refroidissement entraîne la condensation du fluide (transformation 4→5, passage de l'état gazeux à l'état liquide). Cet échangeur est appelé le condenseur. **La condensation s'effectue sur la totalité de la transformation 4→5.**

A la sortie du condenseur le fluide liquéfié traverse un réservoir déshydrateur. Ce réservoir contient un sel déshydratant qui absorbe l'humidité contenue dans le fluide. Ensuite le fluide est acheminé dans un détendeur où sa pression passe de 10 bar à 3,5 bar (transformation 5→1). Il pénètre alors dans un autre échangeur où il se trouve dans un état de pression et de température qui correspond aux conditions de sa vaporisation. Cet échangeur est appelé évaporateur. En s'évaporant le fluide emprunte, à l'air pulsé en direction de l'habitacle au travers des ailettes de l'évaporateur, une certaine quantité de chaleur **q** (transformation 1→3, échange avec la source froide). L'air ayant cédé une quantité de chaleur en passant sur l'évaporateur arrive rafraîchi dans l'habitacle. **L'évaporation s'effectue sur la totalité de la transformation 1→3**

Schéma du dispositif

Rôle des divers composants

- le **compresseur** élève la pression du R134a,
- le **condenseur** provoque la condensation du R134a et cède de la chaleur au milieu extérieur,
- le **réservoir** stocke et éventuellement déshydrate le R134a,
- le **détendeur** baisse la pression et régule le débit,
- l'**évaporateur** provoque l'évaporation du R134a et absorbe de la chaleur au milieu extérieur.



document III : - DIAGRAMME ENTHALPIE PRESSION DU R134a

Diagramme du R134a :

