

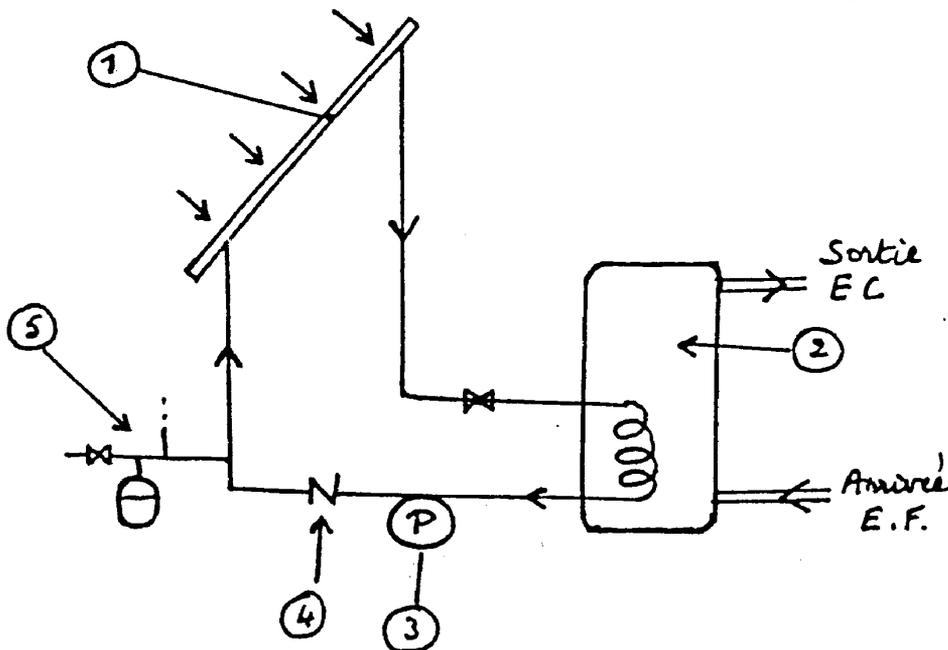
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

Les deux exercices sont indépendants et portent sur des parties différentes du programme. Ils seront rédigés sur deux copies distinctes.

1^{er} EXERCICE : THERMODYNAMIQUE ET MECANIQUE DES FLUIDES
(10 points)

On considère l'installation de production d'eau chaude solaire (E.C.S.) représentée par le schéma ci-dessous :



- 1) Capteurs solaires.
- 2) Préparateur E.C.S.
- 3) Pompe.
- 4) Clapet anti-thermosiphon.
- 5) Vase d'expansion surpape de sécurité vidange.

Données techniques :

* capteurs : surface totale $S_c = 4 \text{ m}^2$
 contenance totale $V_c = 6 \text{ dm}^3$
 rendement $\eta = 60 \%$

* préparateur E.C.S. : capacité $V_p = 250 \text{ dm}^3$
 température de l'eau froide $\theta_F = 10^\circ\text{C}$.

* fluide utilisé : eau.

masse volumique $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

chaleur massique $c = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

* circuit complet (fermé) :

réalisé en tubes de cuivre de	diamètre extérieur $d_{\text{ext}} = 14 \text{ mm}$
	épaisseur $e = 1 \text{ mm}$
	longueur totale $L = 27,80 \text{ m}$

* pertes de charge, exprimées en J.kg^{-1} :

pertes de charge linéaires : $Z_L = kL$, avec $k = 8,3.10^{-2} \text{ J.kg}^{-1}.\text{m}^{-1}$

somme des pertes de charge singulières : $Z_s = \Sigma \xi \cdot \frac{v^2}{2}$, avec $\Sigma \xi = 26$.

- A) La pompe est arrêtée et le fluide du circuit est à une température initiale $\theta_1 = 15^\circ\text{C}$.
Calculer le temps nécessaire pour que le fluide, contenu dans les capteurs qui reçoivent un flux thermique solaire de 1000 W.m^{-2} , atteigne la température $\theta_2 = 90^\circ\text{C}$.
- B) La pompe fonctionne ; le débit dans le circuit est $q_v = 80 \text{ dm}^3.\text{h}^{-1}$; le fluide entre dans le préparateur à $\theta_e = 90^\circ\text{C}$ et en ressort à $\theta_s = 70^\circ\text{C}$.
- 1) Calculer la quantité de chaleur cédée par le fluide en une heure de fonctionnement.
 - 2) Cette quantité de chaleur est entièrement absorbée par l'eau du ballon. Quelle sera la température de l'eau du ballon après une heure de fonctionnement ?
 - 3) Calculer les pertes de charge totales du circuit.
 - 4) En déduire la puissance fournie par la pompe.

2^{eme} EXERCICE : ELECTRICITE (10 points)

On étudie, de manière simplifiée, un moteur asynchrone triphasé que l'on alimente par un onduleur.

A) Caractéristiques nominales du moteur

On lit, sur la plaque signalétique du moteur, les indications suivantes :

3~ ; 220/380 V ; 50 Hz
 960 tr/min ; 2,0 kW
 $\cos \varphi = 0,80$; $\eta = 0,83$

- 1) Quelle est la fréquence de synchronisme du moteur ?
Que vaut le glissement au régime nominal ?
- 2) Que vaut le moment du couple nominal ?
- 3) Quelle est, au régime nominal, la puissance électrique active absorbée par le moteur ?
- 4) Que vaut la valeur efficace de l'intensité des courants de lignes lorsqu'on alimente le moteur, fonctionnant au régime nominal, par un réseau délivrant des tensions entre phases de valeur efficace $U = 380$ V ?

B) Fonctionnement du moteur alimenté par un onduleur

Le moteur entraîne une machine dont le moment du couple résistant T_r est fonction de la fréquence de rotation n suivant la relation :

$$T = 10 + 0,01 n \quad \left| \begin{array}{l} T_r \text{ en N.m} \\ n \text{ en tr.min}^{-1} \end{array} \right.$$

L'onduleur délivre un système de tensions triphasées dont la valeur efficace U et la fréquence f sont réglables, avec un rapport $\frac{U}{f}$ constant.

- 1) Lorsque l'onduleur délivre une tension de valeur efficace $U_0 = 380$ V et de fréquence $F_0 = 50$ Hz on admet que la caractéristique mécanique du moteur est, dans sa partie utile, la droite que l'on obtient lorsqu'il est alimenté par le réseau. Cette droite passe par le point de coordonnées $n = 970$ tr.min⁻¹ et $T_u = 15$ N.m.

Représenter graphiquement la caractéristique $T_r = f(n)$ pour n comprise entre 640 tr.min⁻¹ et 1000 tr.min⁻¹ et, sur le même graphe, la caractéristique $T_u = h_0(n)$ du moteur.

Echelle (1 cm \rightarrow 1 N.m et 1 cm \rightarrow 20 tr.min⁻¹).

En déduire la fréquence de rotation du groupe et le moment du couple utile développé par le moteur.

- 2) On règle maintenant grâce à l'onduleur $f_1 = 40$ Hz. Calculer la nouvelle fréquence de synchronisme du moteur.

Sachant qu'à $U/f = \text{cte}$ la nouvelle caractéristique $T_u = h_1(n)$ du moteur est parallèle à la première, tracer cette deuxième caractéristique sur le même graphe. En déduire la nouvelle fréquence de rotation du groupe.