

## Sciences Physiques

### Devoir 3

Durée de l'épreuve : 1h30

**Calculatrice autorisée.**

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies. Le barème est donné à titre indicatif. **Vous ne rendrez que les pages 6 et 7 du sujet avec votre copie.**

#### Exercice 1 (12,5 points)

##### **Introduction**

Un constructeur de bateaux souhaite équiper ses navires d'un système de réfrigération des aliments et des boissons alimenté en 12 V DC.

Il a opté pour un compresseur réfrigérant équipé de sa commande électronique.

Le compresseur est associé à un évaporateur placé dans la chambre froide. L'évaporateur ne fera pas l'objet d'étude.

***Le sujet contient 2 parties qui peuvent être traitées indépendamment :***

PARTIE A – Acquisition de la température dans la chambre froide

PARTIE B – Élaboration du signal de commande du compresseur

**L'alimentation électrique du système est assurée par une batterie de 12 V. Les ADI sont supposés idéaux et alimentés en 0 V / 12 V.**

**PARTIE A – Acquisition de la température dans la chambre froide**

##### **A1. Étude du capteur de température**

**Q1.** La sonde de température placée dans la chambre froide est réalisée à partir d'une thermorésistance de type PT1000. On donne le tracé de sa résistance en fonction de la température en **annexe 1 page 4**.

Indiquer les valeurs de la résistance à 0°C et 60°C dans le premier tableau du **document réponse 1 page 6**.

**Q2.** Justifier que le capteur est linéaire dans le domaine de température utilisé et calculer sa sensibilité  $s$  en précisant l'unité.

## A2.2. Étude de l'étage 2

L'étage 2 permet de produire une tension de sortie  $U_2$  proportionnelle à  $T$ .

On obtient :  $U_2 = \frac{a \times R_3 \times V_{ref}}{R_2} \times T$ .

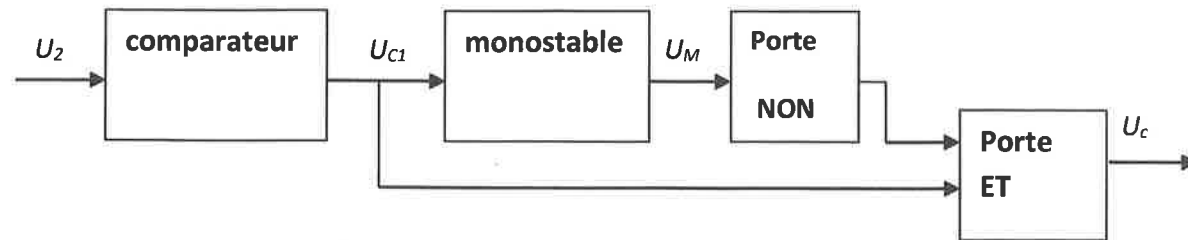
On donne :  $V_{ref} = 12 \text{ V}$ ,  $a = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Q8. On souhaite obtenir  $U_2 = 1,6 \text{ V}$  pour  $T = 4^\circ\text{C}$ . On donne  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ . Calculer la valeur de  $R_3$ .

## PARTIE B – Élaboration du signal de commande du compresseur

### B1. Détection de la température de déclenchement du système réfrigérant

La tension de commande  $U_c$  est élaborée par la chaîne suivante :



La caractéristique du comparateur est donnée dans l'annexe 2 page 4.

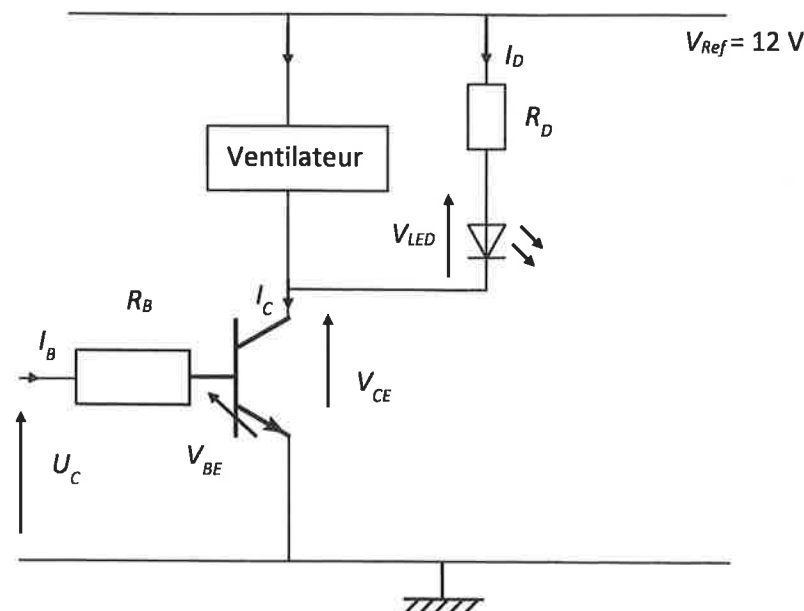
Q9. Entourer les caractéristiques de ce comparateur sur le deuxième tableau du document réponse 1 page 6.

Q10. Indiquer les valeurs  $V_{SB}$  et  $V_{SH}$  des tensions de seuil du comparateur.

Q11.  $V_{SB}$  correspond à une température de  $4^\circ\text{C}$  et  $V_{SH}$  à une température de  $6^\circ\text{C}$ . Compléter le document réponse 2 page 6 en représentant la tension  $U_{c1}$ .

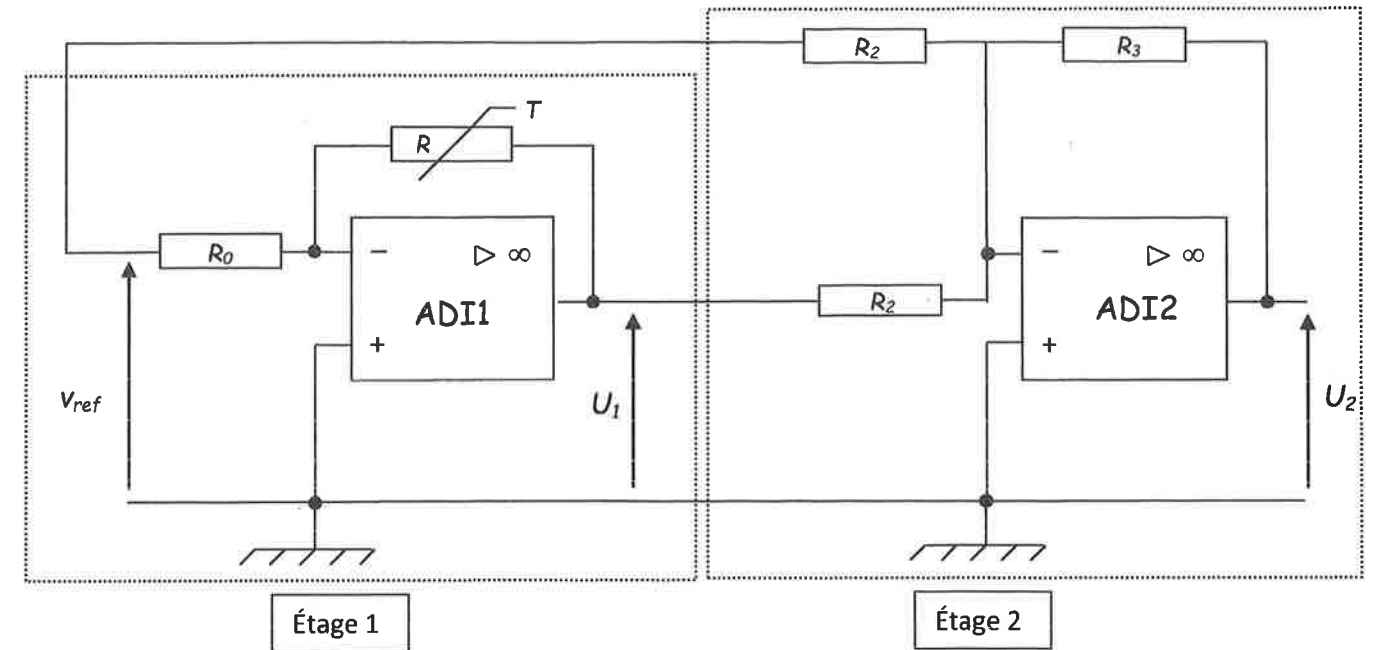
### B2. Étude de l'étage de puissance

- Le transistor fonctionne en commutation. Lorsqu'il est saturé  $V_{CESat} = 0,4 \text{ V}$  et  $U_{BESat} = 0,7 \text{ V}$  et  $I_{CSat} = 0,58 \text{ A}$ . Par ailleurs, son coefficient d'amplification en courant est  $\beta = \frac{I_c}{I_B} = 100$ .
- La tension aux bornes de la LED passante est  $V_{LED} = 2,4 \text{ V}$ . Le courant qui traverse la LED est  $I_D = 20 \text{ mA}$  quand elle est allumée.



## A2. Conversion température/tension (production de la tension $U_2$ )

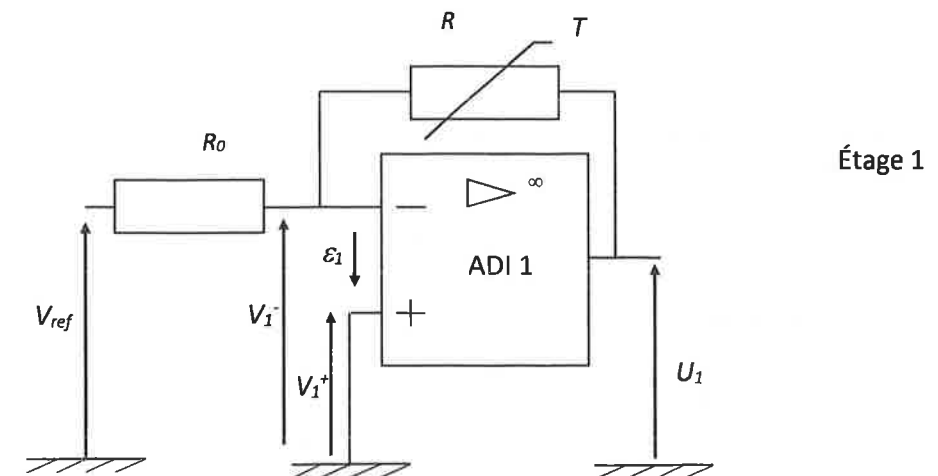
On souhaite obtenir une mesure de la température par une tension  $U_2$  proportionnelle à la température  $T$  et calibrée de sorte que pour  $T = 4^\circ\text{C}$ ,  $U_2 = 1,6 \text{ V}$ . On utilise pour cela le montage ci-dessous.



Dans la suite, on considère que la résistance de la sonde s'exprime par :

$$R = R_0 \times (1 + a \times T) \text{ avec } R_0 = 1 \text{ k}\Omega \text{ et } a = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

### A2.1. Étude de l'étage 1



Q3. Indiquer, en justifiant, le régime de fonctionnement de l'ADI 1.

Q4. Indiquer les valeurs des tensions  $\epsilon_1$  et  $V_1^+$ . On suppose que l'ADI 1 est idéal.

Q5. Montrer que  $V_1^- = \frac{U_1 \times R_0 + V_{ref} \times R}{R + R_0}$ .

Q6. En déduire l'expression de  $U_1$  en fonction de  $R$ ,  $R_0$  et  $V_{ref}$ .

Q7. Exprimer la tension  $U_1$  en fonction de  $a$ ,  $T$  et  $V_{ref}$ . Indiquer si la tension  $U_1$  est proportionnelle à  $T$ .

**Exercice 2 (7,5 points)**

On s'intéresse à l'alimentation d'une grue sur un chantier. Le réseau disponible est un réseau triphasé 230V/400V, 50 Hz. La grue comporte 1 radiateur électrique triphasé chauffant la cabine et 3 moteurs asynchrones assurant les différents mouvements de la grue.

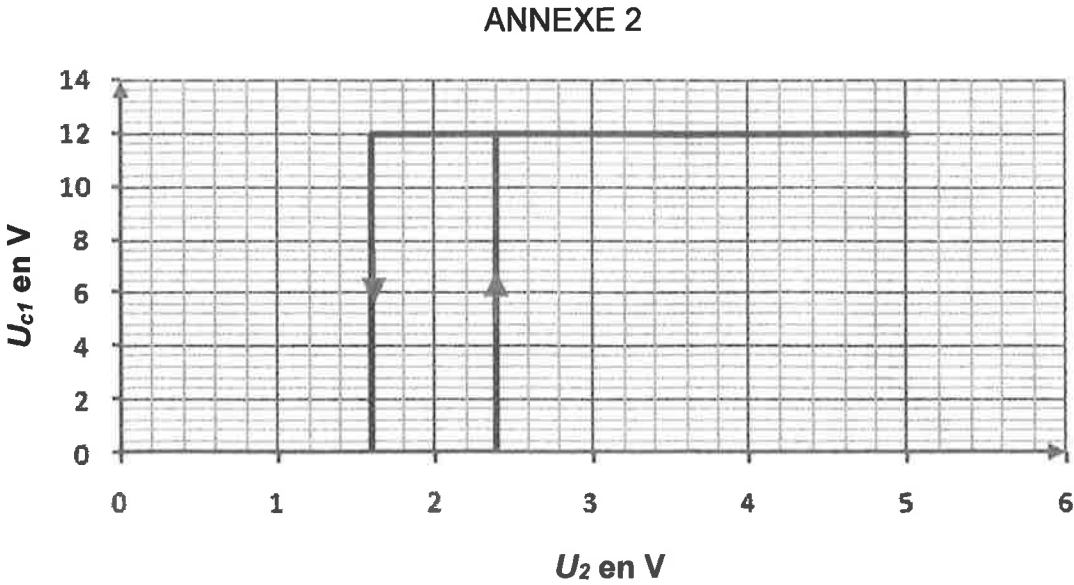
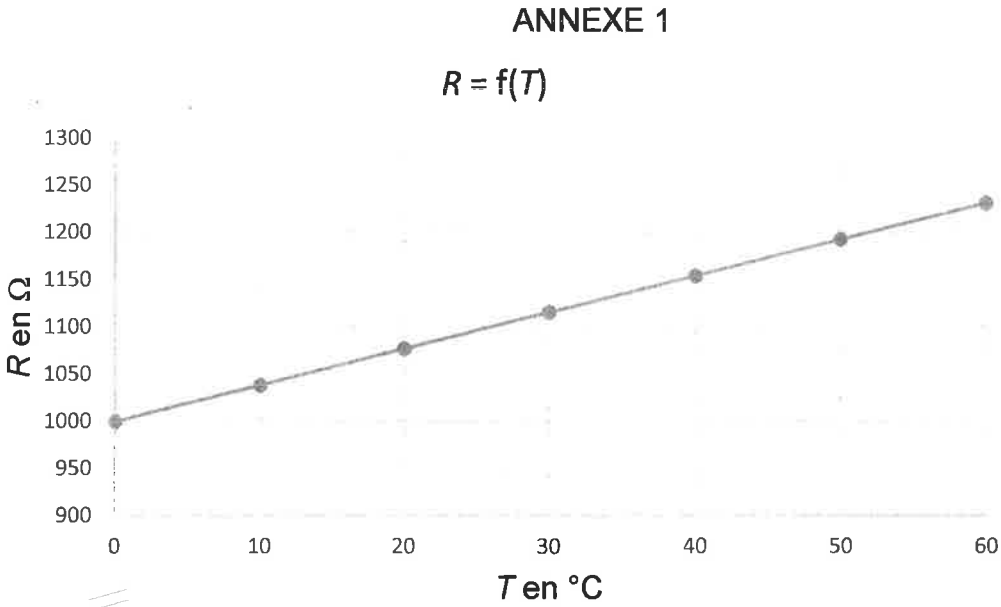
Les caractéristiques des différents éléments sont indiquées ci-dessous :

- Radiateur électrique triphasé : 230 V/ 400 V    1 kW
- Moteur asynchrone 1 triphasé: 400 V / 690 V  
Puissance utile 15,6 kW. Rendement 85 %  
Facteur de puissance : 0,85
- Moteur asynchrone 2 triphasé: 230 V / 400 V  
Puissance absorbée 3 kW.  
Facteur de puissance : 0,78
- Moteur asynchrone 3 triphasé: 230 V / 400 V  
Puissance absorbée 5,9 kW.  
Facteur de puissance : 0,8

- Q1.** Indiquer le couplage à effectuer pour le moteur asynchrone 2. Justifier.
- Q2.** Indiquer sur le document réponse figure 1 page 7 les connexions à établir de manière à ce que les appareils représentés fonctionnent correctement.
- Q3.** Indiquer la valeur du courant de ligne lorsque le radiateur fonctionne seul.
- Q4.** Indiquer la valeur du courant de ligne lorsque le moteur asynchrone 1 fonctionne seul.
- Q5.** Compléter le tableau 1 page 7 (n'oubliez pas les unités). Pour les cases à compléter, détailler les calculs lorsqu'il y en a.
- Q6.** Déterminer la puissance apparente totale, c'est-à-dire la puissance apparente lorsque tous les appareils fonctionnent en même temps.
- Q7.** Dédire des questions précédentes le courant de ligne  $I_{tot}$  lorsque tous les appareils fonctionnent en même temps ainsi que le facteur de puissance de l'installation.

- Q12.** Indiquer la famille et le type du transistor.
- Q13.** Dans le troisième tableau du **document réponse 1 page 6**, indiquer l'état de fonctionnement du transistor, de la LED et du ventilateur en fonction de la valeur de la tension  $U_c$ .
- Q14.** Calculer la valeur de la résistance  $R_D$  de protection de la LED.
- Q15.** Quel est le rôle de cette diode ?
- Q16.** Calculer la valeur maximale de  $R_B$  permettant de saturer le transistor puis choisir la résistance  $R_B$  parmi celles données ci-dessous. Pour cette question, on n'appliquera pas de coefficient de sur saturation.

1,5 kΩ	3 kΩ	5 kΩ	10 kΩ
--------	------	------	-------



Exercice 2

figure 1

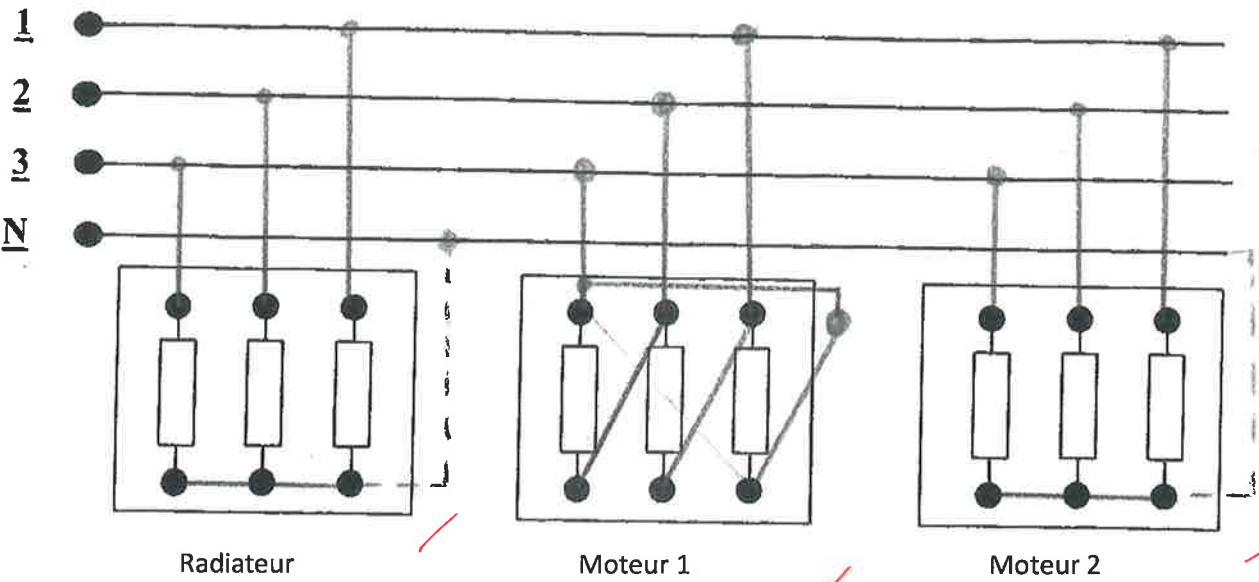


Tableau 1

	P (unité : $W$ )	Q (unité : $VAR$ )
Radiateur	1000	0
Moteur asynchrone 1	18353 (24)	11374
Moteur asynchrone 2	3000	2407
Moteur asynchrone 3	5900	4425
Installation complète	28253	18206

$$Q_{M1} = \sqrt{3} U I \sin \varphi$$
$$= \sqrt{3} \times 400 \times 31,17 \times \sin(\arccos(0,85))$$
$$= 11374 \text{ VAR}$$

$$P_{\text{Tot}} = 1000 + 18353 + 3000 + 5900 = 28253 \text{ W}$$

$$Q_{\text{Tot}} = 0 + 11374 + 2407 + 4425 = 18206 \text{ VAR}$$

Exercice 1

NOM : *Dijab Fabien*

DOCUMENT RÉPONSE 1

Q1.

T (C°)	0	60
R (Ω)	1000	1230

Q9.

1 seuil	inverseur	tension de sortie sinusoïdale
2 seuils	non-inverseur	tension de sortie rectangulaire

Q13.

Valeur de $U_c$	État du transistor	État de la LED	État du ventilateur
0 V	bloqué	Éteinte	Éteint.
12 V	saturé	Allumée	Allumé

DOCUMENT RÉPONSE 2

