

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 AD 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.

17/20 Très bon travail! ♥

Exercice 1: 4,5

- 0,5 1) Graphiquement: $U_{2max} = 38V$
- 0,5 2) Comme u_2 sinusoïdale: $U_2 = \frac{U_{2max}}{\sqrt{2}}$ $U_2 = \frac{38V}{\sqrt{2}} \approx 27V$
- 0,5 5) $T_{U_3} = 10ms = 1 \times 10^{-2}s$ $f = \frac{1}{T}$ $f_{U_3} = \frac{1}{10^{-2}} = 10^2 Hz$
Donc $f_{U_3} = 100Hz$.
- 0,5 6) Comme u_3 est la tension u_2 ramenée en positif, on a $U_3 = U_2$. Donc $U_3 \approx 27V$.
- 0,5 7) Comme nous sommes à un voltage et une fréquence élevés, on pourrait rajouter une bobine en série pour améliorer le lissage du courant.

Exercice 2: 3

- 1) Lorsque $v_1 > v_3$, on a $V^- > V^+$ (car $v_1 = V^-$ et $v_3 = V^+$)
 Comme l'ALI est en régime saturé (l'entrée inverseuse n'est pas reliée à la sortie), $v_4 = -V_{sat}$. (On suppose que $\pm V_{sat} = \pm 75V$ (tension d'alimentation)).
 Donc $v_4 = -75V$.
- 0,5 2) De même, lorsque $v_1 < v_3$, on a $V^- < V^+$ donc $v_4 = +V_{sat}$, $v_4 = 75V$.
- 4) $\alpha = \frac{T_H}{T}$ — pour $v_3 = -2V$, on aura toujours $v_1 > v_3$ car $0 < v_1 < 75V$ donc $T_H = 0s$, $\alpha = \frac{0}{T} = 0$.
- 1/5 — pour $v_3 = 0$, encore une fois, $0V < v_1$ donc on aura toujours $v_1 > v_3$ donc $v_4 = -V_{sat}$ donc $T_H = 0s$ et $\alpha = \frac{0}{T} = 0$.

- pour $v_3 = 2,5V$, on regarde le graphique $\alpha = \frac{T_H}{T} = \frac{\text{nb cases haut}}{\text{nb cases période}}$

$\alpha = \frac{4}{12} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \approx 0,33$.

Exercice 3: 9,15'

1) $U_{CC} = +5V$ $U_{\beta} = 3,6V$ $I_{d \max} = 20mA$

On a $U_{CC} = U_{R1} + U_d$

Comme $P = U \times I$, $P_{\max} = U_{\max} \times I_{\max}$

On a $I_{\max} = I_{d \max} = 20mA$

On cherche donc à trouver U_{\max} avec $I = 20mA$.

Pour avoir $U_{d \max}$, comme $U_{CC} = 5V$ et $U_{CC} = U_{R1} + U_d$,

$U_{d \max} = U_{CC} - U_{R1}$ $\Leftrightarrow U_{R1} = U_{CC} - U_{d \max}$

$I_R = I_d$ comme $U = R \times I \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow I = \frac{U}{R}$

On veut que $\frac{U_{R1}}{R} = I_{d \max}$

Comme $U_{\beta} = 3,6V$, on a $U_{d \max} > 3,6V$

Donc $\frac{U_{CC} - U_{d \max}}{R} = I_{d \max} \Leftrightarrow \frac{U_{CC} - U_{d \max}}{R \times I_{d \max}} = 0 \Leftrightarrow U_{CC} = \frac{U_{d \max}}{R \times I_{d \max}}$

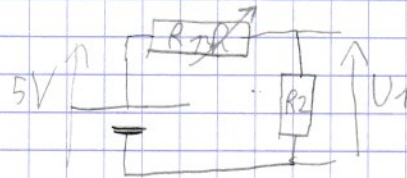
$\Leftrightarrow \frac{U_{CC}}{R \times I_{d \max}} > \frac{U_{\beta}}{R \times I_{d \max}} \Leftrightarrow$

Il faudrait $R_1 = 0\Omega$ si $I \neq 20mA$ avec $R_1 = 0\Omega$

2) $E_{\min} = 1W/m^2$ et $E_{\max} = 10W/m^2$

Graphiquement: $R_{\max} = 40\,000\Omega$, et $R_{\min} = 10\,000\Omega$

2.2) Diviseur de tension:



$u_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 5V$

$R_2 = 1k\Omega = 10^3\Omega$

$u_{1 \max} = \frac{R_2}{R_{1 \min} + R_2} \times 5V$

$u_{1 \max} = \frac{10^3\Omega}{10^4\Omega + 10^3\Omega} \times 5V$

$u_{1 \max} = \frac{1}{11} \times 5V \approx 0,45V$

$u_{1 \min} = \frac{R_2}{R_{1 \max} + R_2} \times 5V$

$u_{1 \min} = \frac{10^3\Omega}{4 \times 10^4\Omega + 10^3\Omega} \times 5V \approx \frac{1}{41} \times 5V$

$u_{1 \min} \approx 0,12V$

Donc u_1 peut évoluer entre $u_{1 \min} \approx 0,12V$ et $u_{1 \max} \approx 0,45V$.

III]

1) L'A1 a sa sortie qui reboucle sur son entrée inverseuse (-) donc il est en régime linéaire

2) Avec Millman: $V^- = \frac{-i^- + \frac{u_3}{R_{eq56}} + \frac{0V}{R_4}}{\frac{1}{R_{eq56}} + \frac{1}{R_4}}$

On a $R_{eq56} = R_5 + R_6$ car en série

Comme A1 considéré idéal, $i^+ = i^- = 0A$

Comme A1 considéré idéal et en régime linéaire, $V^+ = V^-$

Or $V^+ = u_2$ donc $V^- = u_2$

On a: $u_2 = \frac{0 + \frac{u_3}{R_{eq56}} + 0V}{\frac{1}{R_{eq56}} + \frac{1}{R_4}} = \frac{\frac{u_3}{R_{eq}}}{\frac{R_{eq} + R_4}{R_{eq} \times R_4}} = \frac{u_3}{R_{eq}} \times \frac{R_{eq} \times R_4}{R_{eq} + R_4}$

$\Leftrightarrow u_2 = u_3 \times \frac{R_4}{R_{eq} + R_4} \quad \Leftrightarrow u_3 = u_2 \times \frac{R_{eq} + R_4}{R_4}$

$\Leftrightarrow u_3 = u_2 \times \frac{R_5 + R_6 + R_4}{R_4} \quad \Leftrightarrow u_3 = u_2 \times A_{re}$

3) $A_{re} = \frac{R_5 + R_6 + R_4}{R_4}$

4) $A_{remin} = \frac{R_5 + R_{6min} + R_4}{R_4}$

$A_{remin} = \frac{33 \times 10^3 \Omega + 0 \Omega + 4,7 \times 10^3 \Omega}{4,7 \times 10^3 \Omega} = \frac{33 + 4,7}{4,7} \approx 8,0 \Omega$

$0 \leq R_6 \leq 470 \times 10^3 \Omega$
 $R_5 = 33 \times 10^3 \Omega$
 $R_4 = 4,7 \times 10^3 \Omega$

$A_{remin} \approx 8,0$

$A_{remax} = \frac{R_5 + R_{6max} + R_4}{R_4}$

$A_{remax} = \frac{33 + 470 + 4,7}{4,7}$

$A_{remax} \approx 108$

$A_{remax} = \frac{33 \times 10^3 \Omega + 470 \times 10^3 \Omega + 4,7 \times 10^3 \Omega}{4,7 \times 10^3 \Omega}$

5) $A_{re} = 10 \Leftrightarrow \frac{R_5 + R_6 + R_4}{R_4} = 10 \Leftrightarrow \frac{R_5 + R_4}{R_4} - 10 = -\frac{R_6}{R_4}$

$\Leftrightarrow R_6 = -(R_5 + R_4) + 10 \times R_4$

$R_6 = -33 \times 10^3 \Omega - 4,7 \times 10^3 \Omega + 10 \times 4,7 \times 10^3 \Omega$

$R_6 = 9300 \Omega = 9,3 k\Omega$

V

1) Comme A3 est considéré idéal et est en régime linéaire, $V^+ = V^-$ or $V^+ = e_3^+$ et $V^- = e_3^-$

0,71
donc $e_3^+ = e_3^-$

2) Avec Millman: $e_3^- = \frac{\frac{0V}{R_{12}} + \frac{u_A}{R_{13}} - i^-}{\frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{13}}}$

Comme A3 en régime linéaire, $i^- = 0A$

Donc $e_3^- = \frac{\frac{u_A}{R_{13}}}{\frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{13}}} = \frac{\frac{u_A}{R_{13}}}{\frac{R_{12} + R_{13}}{R_{12} \times R_{13}}} = \frac{u_A}{R_{13}} \times \frac{R_{12} \times R_{13}}{R_{12} + R_{13}} = \frac{u_A \times R_{12}}{R_{12} + R_{13}}$

$\Leftrightarrow e_3^- = u_A \times \frac{R_{12}}{R_{12} + R_{13}} \Leftrightarrow \boxed{u_A = e_3^- \times \frac{R_{12} + R_{13}}{R_{12}}} = 2e_3^-$

3) $I = \frac{U}{R}$ - $U_{R14} = U_{cc} - e_3^+$ $U_{cc} = 5V$

$I_A = \frac{U_{R14}}{R_{14}} \Leftrightarrow \boxed{I_A = \frac{U_{cc} - e_3^+}{R_{14}}}$

4) $I_b = \frac{U_{R15}}{R_{15}}$ $U_{R15} = u_A - e_3^+$

$\boxed{I_b = \frac{u_A - e_3^+}{R_{15}}}$

5) $I_{ab} = I_a + i^+$ $i^+ = 0A$ car A3 régime linéaire

$I_{ab} = I_a$ $I_{bT_1} = I_{ab} + I_b = I_a + I_b$

$I_{T1c} = I_{T1} + I_{bT_1}$ or T_1 bloqué donc $I_{T1} = 0A$

$I_{T1c} = I_{bT_1} = I_a + I_b$ $I_{T1c} = I_c + i_s$ or $i_s = 0A$

$\boxed{\text{Donc } I_c = I_{T1c} = I_a + I_b}$

6) $I_c = I_a + I_b$ $I_a = \frac{U_{cc} - e_3^+}{R_{14}}$ $I_b = \frac{u_A - e_3^+}{R_{15}}$

$R_{14} = R_{15} = R$ $I_a = \frac{U_{cc} - e_3^+}{R}$ $I_b = \frac{u_A - e_3^+}{R}$

$I_c = \frac{U_{cc} - e_3^+}{R} + \frac{u_A - e_3^+}{R} = \frac{U_{cc} + u_A - 2e_3^+}{R}$

or $u_A = e_3^+ \times \frac{R_{12} + R_{13}}{R_{12}}$ $e_3^- = e_3^+$ et $R_{12} = R_{13} = R$

$u_A = e_3^+ \times 2R = e_3^+ \times 2$ $I_c = \frac{U_{cc} + e_3^+ \times 2 - 2e_3^+}{R}$

$I_c = \frac{U_{cc} + e_3^+ \times (2 - 2)}{R} = \frac{U_{cc} + e_3^+ \times 0}{R}$

Donc $I_c = \frac{U_{cc}}{R}$

Galbert Exercice 3 (suite):

Victor 7) $I_c = \frac{V_{cc}}{R}$ $V_{cc} = 5V$ $R = 12,5 \times 10^3 \Omega$
 $I_c = \frac{5V}{12,5 \times 10^3 \Omega} = 4 \times 10^{-4} A$

0,41 / Donc $I_c = 0,4 mA$

8) $I_c = \frac{dq}{dt} = C \times \frac{d\mu_c}{dt}$ (Car $\mu_c = \mu_7$)

0,41 / $I_c = C_3 \times \frac{d\mu_7}{dt}$ suite!

9) $I_c = 400 \mu A = 400 \times 10^{-6} A = 4,00 \times 10^{-4} A$

$I_c = C_3 \times \frac{d\mu_7}{dt} \Leftrightarrow \frac{d\mu_7}{dt} = \frac{I_c}{C_3}$ $C_3 = 100 \mu F = 100 \times 10^{-6} F$

$\frac{d\mu_7}{dt} = \frac{4,00 \times 10^{-4} A}{1,00 \times 10^{-4} F} = \frac{4}{1} = 4 V/s$

0,31 / Donc la vitesse de variation de μ_7 est de $4 V/s$.

0,5 10) Si T_7 saturé, μ_7 relié à la masse, donc $\mu_7 = 0V$.

12) $V_6 = 6V$ $I_{c \text{ sat}} = 400 \mu A = 4 \times 10^{-4} A$
 $\beta = 100$ $V_{CE \text{ sat}} = 0V$ $V_{BE \text{ sat}} = 0,6V$

0,5+ $I_{B \text{ sat}} = \frac{I_{c \text{ sat}}}{\beta}$ /

$i_6 = \frac{V_{R16}}{R_{16}}$ $V_6 = V_{R16} + V_{BE}$ $V_{R16} = V_6 - V_{BE}$

à saturation: $V_{BE} = V_{BE \text{ sat}} = 0,6V$

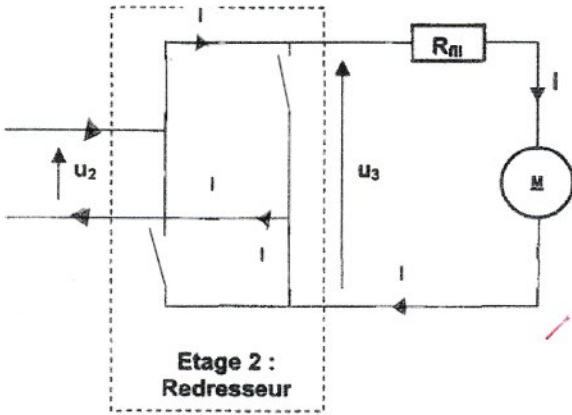
$i_6 = \frac{V_6 - V_{BE \text{ sat}}}{R_{16}} = \dots$

DOCUMENT REPONSE

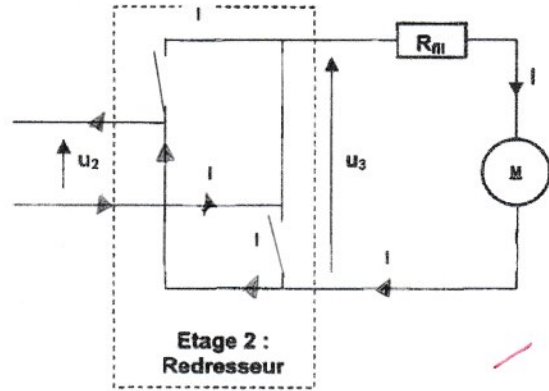
NOM : *Gilbert Victor*

Exercice 1

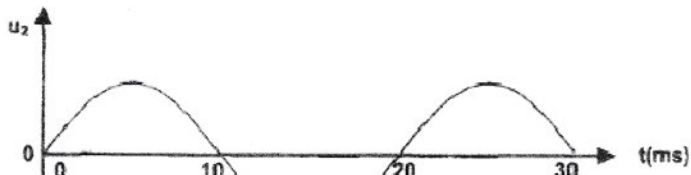
Quand $u_2 > 0$:



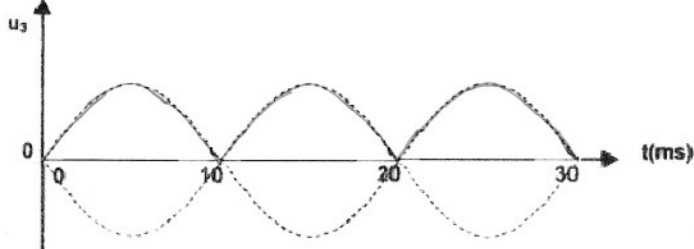
Quand $u_2 < 0$:



u1



u3

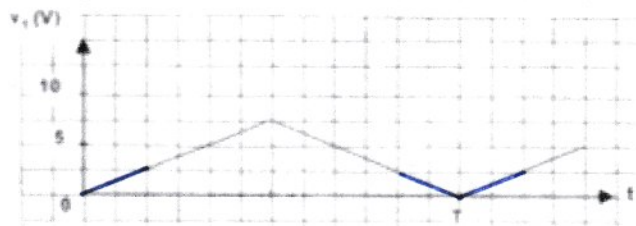


Exercice 2

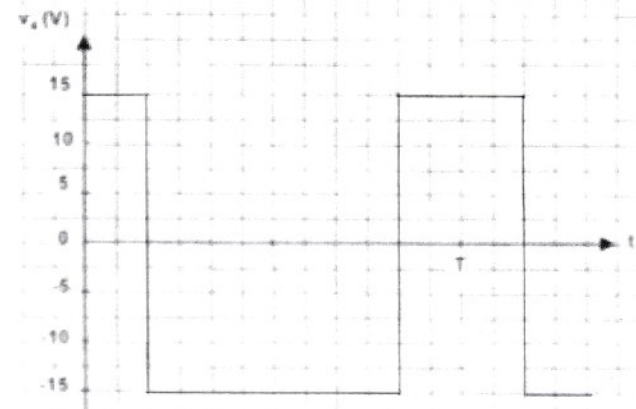
Document réponse 2

u

Courbe 1

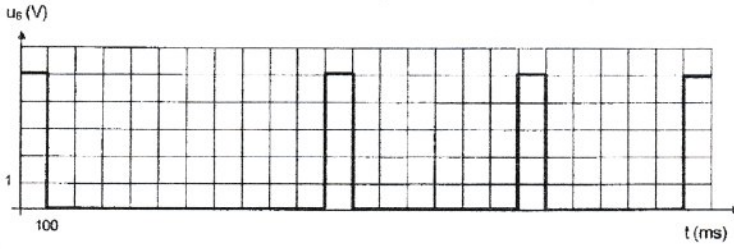


Courbe 3

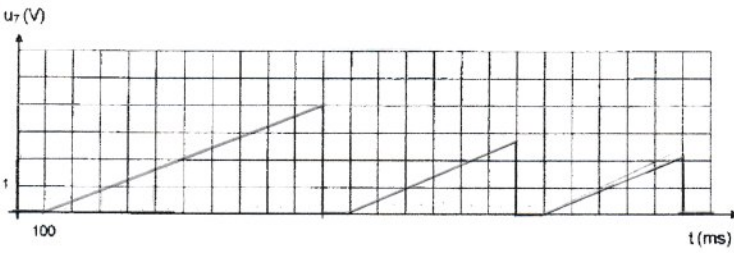


Exercice 3

Document réponse 2



0,75
1

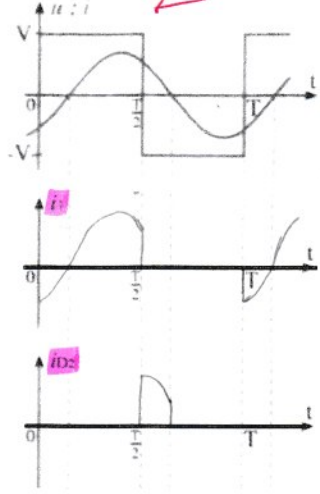


10ms \rightarrow +3,4V
1000ms \rightarrow +4V

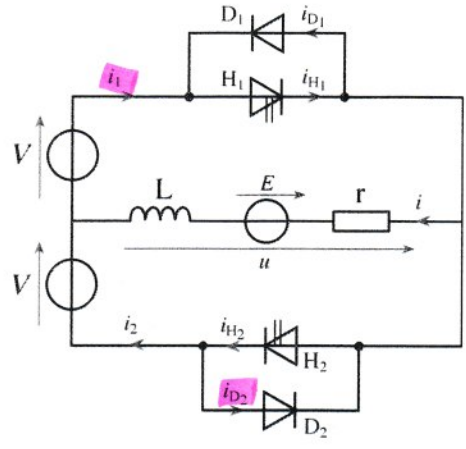
✓

Interrogation 1

Exercice 1

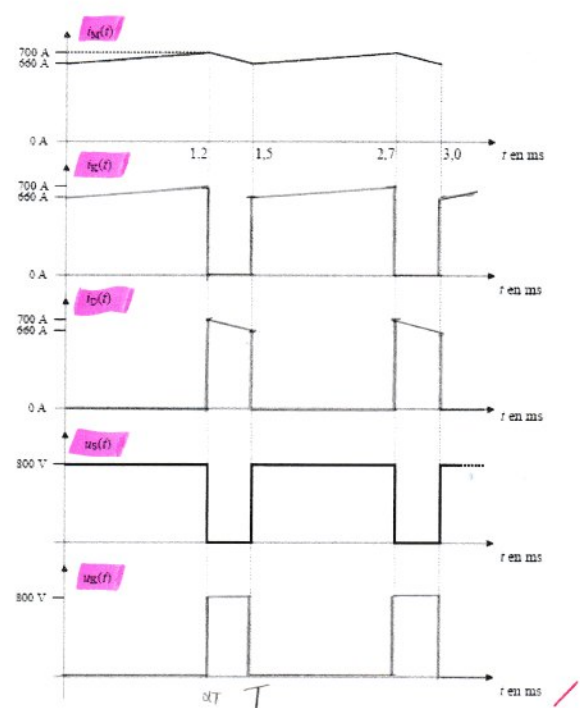


On considère le circuit ci-contre :



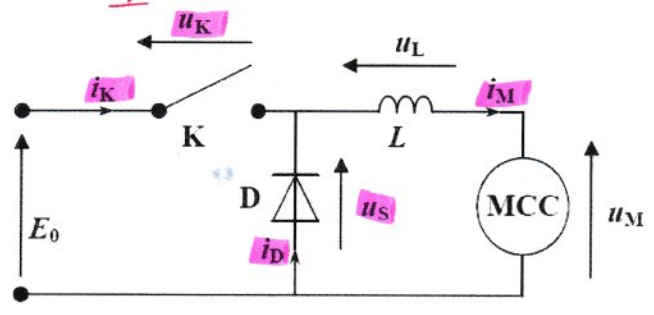
Complétez les chronogrammes et le tableau de gauche

D1	H1	D2	H2	Éléments passants
-	+	-	+	Éléments commandés
				Signe de la puissance reçue par la charge



Document réponse 1

Exercice 2



On s'intéresse à un moteur à courant continu commandé par un hacheur série (schéma ci-dessus).

On a placé une bobine de forte inductance L en série avec le moteur. La source continue en entrée du hacheur délivre une tension de valeur : $E_0 = 800 \text{ V}$.

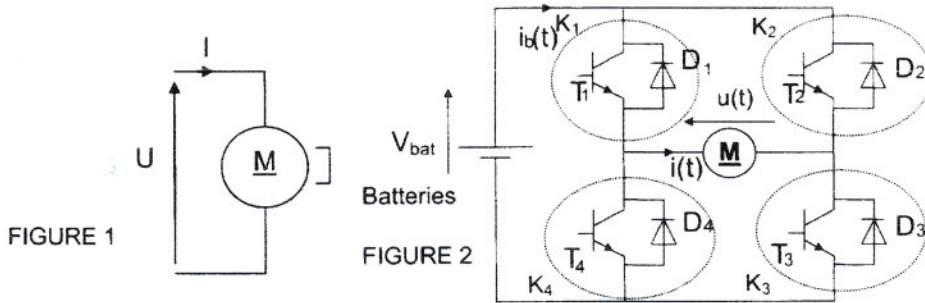
L'interrupteur K est commandé périodiquement de la façon suivante sur une période T :

- il est fermé pour t compris entre 0 et $t_1 = \alpha T$ - il est ouvert pour t compris entre $t_1 = \alpha T$ et $t_2 = T$.
- α est appelé le rapport cyclique de hachage. On supposera en outre que la diode D et l'interrupteur K sont idéaux.

- 1)a. Quel composant électronique de puissance peut-on choisir pour K ? *On peut choisir un transistor.*
- 1)b. Quel est le rôle de la bobine ? *Elle permet de lisser le courant à la sortie du hacheur.*
- 2) Le hacheur fonctionne en conduction ininterrompue (le courant d'intensité $i_M(t)$ est peu ondulé et ne s'annule jamais). Quel est le rôle de la diode D dite « diode de roue libre » ? *Elle permet de garder la continuité du courant quand K s'ouvre. Dans le cas contraire, une surintensité aurait lieu à nos bornes à cause de la bobine.*
- 3) On a relevé les oscillogrammes de l'intensité $i_M(t)$ dans la charge et de la tension de sortie du hacheur $u_S(t)$ (voir document réponse n°1).
- 3)a. Compléter les formes d'ondes des signaux $u_K(t)$, $i_K(t)$ et $i_D(t)$ sur le document réponse n°1.
- 3)b. Donner la période T_H de hachage et en déduire la fréquence f_H de ce hachage. *$T_H = 2,5 \text{ ms}$, $f_H = \frac{1}{T_H}$ donc $f_H = 667 \text{ Hz}$*
- 3)c. Déterminer le rapport cyclique α de fonctionnement du hacheur. *$\alpha T = 1,2 \text{ ms}$, $\alpha = \frac{1,2}{1,5} = 0,8$*
- 3)d. Exprimer alors littéralement la valeur moyenne $\langle u_S \rangle$ de la tension $u_S(t)$ en fonction de α et E_0 , puis la calculer numériquement. *$\langle u_S \rangle = \frac{1}{T} \times \int_0^{\alpha T} u_S(t) dt = \frac{1}{T} \times (\int_0^{\alpha T} E_0 dt + \int_{\alpha T}^T 0 dt)$
 $\langle u_S \rangle = \frac{1}{T} \times (E_0 \times \alpha T + 0V) = E_0 \times \alpha$, $\langle u_S \rangle = 800V \times 0,8 = 640V$*

Exercice 3

Un moteur servant à ouvrir ou fermer un portail est un moteur à courant continu (MCC) (figure 1 ci-dessous) à aimant permanent alimenté par un hacheur réversible (figure 2 ci-dessous).



Les caractéristiques du dispositif sont les suivantes :

Moteur à courant continu : résistance de l'induit $R = 0,5 \Omega$, tension nominale d'alimentation de l'induit $U = 12 \text{ V}$, fem E , $I = 1,5 \text{ A}$ intensité nominale du courant d'induit, constante de fem k telle que $E = k\Omega$
 $k = 1,78 \text{ V} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$, n vitesse de rotation en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

Hacheur : tous les composants sont idéaux et les transistors fonctionnent en commutation. $V_{\text{bat}} = 24 \text{ V}$. La charge du hacheur est l'induit du moteur à courant continu. Le courant $i(t)$ est supposé constant :

$i(t) = I = 1,5 \text{ A}$

On rappelle que pour un moteur, la tension $u(t)$ à ses bornes est donnée par la relation $u(t) = E + Ri(t)$

Les intervalles de commandes des interrupteurs K_1, K_2, K_3 et K_4 et le chronogramme du courant $i(t)$ sont représentés sur le document réponse 1.

1. Indiquer sur le document réponse 1 (figure 6) les composants passants. A partir de la puissance $p = u \cdot i$, préciser les phases d'alimentation de la charge (notées A) et les phases de récupération (notées R).

2. Représenter sur la figure 7 du document réponse 1 l'évolution du courant $i_b(t)$ fourni par la batterie.

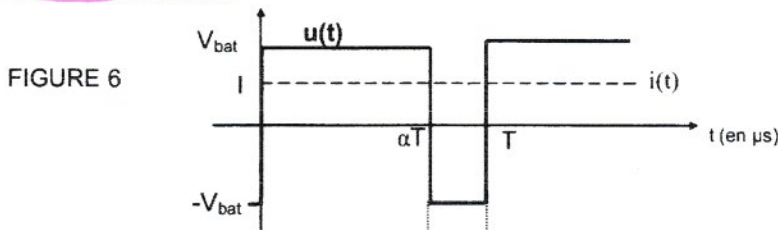
3. Déterminer l'expression de $\langle u(t) \rangle$ en fonction de α et de V_{bat} .

$\langle u(t) \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \left(\int_0^{\alpha T} V_{\text{bat}} dt + \int_{\alpha T}^T (-V_{\text{bat}}) dt \right) = \frac{1}{T} \left(V_{\text{bat}} \alpha T - V_{\text{bat}} (T - \alpha T) \right) = V_{\text{bat}} \alpha - V_{\text{bat}} (1 - \alpha) = V_{\text{bat}} (2\alpha - 1)$
 $\langle u(t) \rangle = 24 \text{ V} \cdot (2\alpha - 1)$

4. On indique que $\alpha = 0,75$. En déduire la vitesse de rotation en tr/min du moteur.

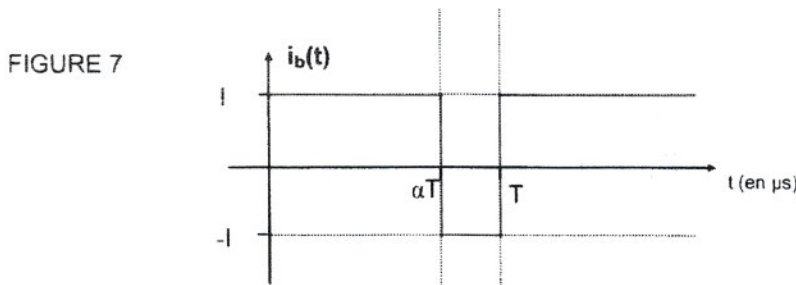
$R = 0,5 \Omega$, $E = k \cdot \Omega \Leftrightarrow \Omega = \frac{E}{k}$, $k = 1,78 \text{ V} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$, $n = \Omega \times \frac{60}{2\pi}$
 $u(t) = E + Ri(t) \Leftrightarrow E = u(t) - R \cdot i(t)$ On utilise $\langle u(t) \rangle$ et $\langle i(t) \rangle$ car leurs variations sont très courtes (en μs)
 $i(t) = I = 1,5 \text{ A}$, $\Omega = \frac{\langle u(t) \rangle - R \cdot \langle i(t) \rangle}{k}$

Document réponse 1



Interrupteurs commandés à la fermeture	K_1 K_3	K_2 K_4
Composants passants	T_1 T_3	T_2 T_4
Sens de transfert de l'énergie	A	R

$n = \frac{60}{2\pi} \times \frac{\langle u(t) \rangle - R \cdot \langle i(t) \rangle}{k}$
 $n = \frac{60}{2\pi} \times \frac{24 \text{ V} \cdot (2\alpha - 1) - 0,5 \Omega \cdot 1,5 \text{ A}}{1,78 \text{ V} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}}$
 $n = 0,66 \text{ tr}/\text{min}$



BTS Physique 2015

Partie A:

1) $R_{\text{induit}} = 5,20 \text{ m}\Omega = 5,20 \times 10^{-3} \Omega$

$I_M = 120 \text{ A}$

$P_{\text{induit}} = R \times I_M^2$ $P_{\text{induit}} = 5,20 \times 10^{-3} \Omega \times 120 \text{ A}^2$

$P_{\text{induit}} \approx 74,9 \text{ W}$

$R_{\text{ex}} = 0,640 \Omega$

$P_{\text{Jex}} = R_{\text{ex}} \times I^2$

$P_{\text{Jex}} = 0,640 \Omega \times 120 \text{ A}^2$

$U = R \times I$

$I = \sqrt{\frac{P_{\text{Jex}}}{R_{\text{ex}}}}$

$I = \sqrt{\frac{44,0 \text{ W}}{0,640 \Omega}} \approx 8,29 \text{ A}$

$U = 8,29 \text{ A} \times 0,640 \Omega \approx 5,31 \text{ V}$

$I_M = 120 \text{ A}$

donc $U_M = 16,9 \text{ V}$

$I_{\text{ex}} = 8,29 \text{ A}$

$P_{\text{Jex}} = 8,29 \text{ A}^2 \times 0,640 \Omega \approx 44,0 \text{ W}$

2) $P_a = U_M \times I_M + U_{\text{ex}} \times I_{\text{ex}} = U_M \times I_M + P_{\text{Jex}}$
 $= 120 \text{ A} \times 16,9 \text{ V} + 44,0 \text{ W} = 2072 \text{ W}$

$P_{\text{J total}} = P_{\text{Jex}} + P_{\text{J induit}} = 44,0 \text{ W} + 74,9 \text{ W} = 118,9 \text{ W}$

$P_M = 1600 \text{ W}$

$P_M = P_a - P_{\text{J}} - P_{\text{autres}}$

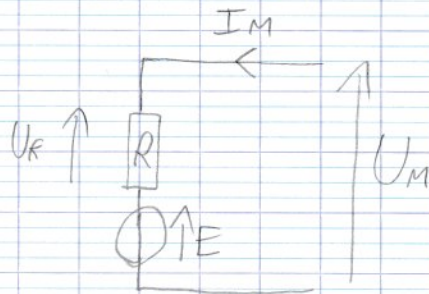
$P_{\text{autres}} = P_a + P_{\text{J}} - P_M$

$P_{\text{autres}} = 2072 \text{ W} + 118,9 \text{ W} - 1600 \text{ W}$

$P_{\text{autres}} = 590,9 \text{ W} \approx 591 \text{ W}$

Se sont les pertes fer ainsi que les frottements

3)



$U_M = U_R + E$ et $U_R = R \times I_M$

$U_M = R \times I_M + E$

$\Rightarrow E = U_M - R \times I_M$

$E = 16,9 - 5,20 \times 10^{-3} \Omega \times 120 \text{ A}$

$E \approx 16,3 \text{ V}$

4) $\Omega \times T_E = E \times I_M$

$\Rightarrow T_E = \frac{E \times I_M}{\Omega}$

$T_E = \frac{16,3 \text{ V} \times 120 \text{ A}}{476,8 \text{ rad/s}} \approx 4,09 \text{ Nm}$

La différence entre T_u et T_e correspond au glissement du champ magnétique.

$T_e - T_u = T_c$ couple des pertes collectives

- 2] 1) cahier des charges: $P_u > 1,00 \text{ kW}$ à 4300 tr/min
 Pour $4370 \text{ tr/min} \approx 4300 \text{ tr/min}$, $P_u = 1120 \text{ W} > 1,00 \text{ kW}$
 Donc le moteur répond au cahier des charges.
 Pour $n = 4300 \text{ tr/min}$, $P_u > 1,0 \text{ kW}$
- 2) voir annexe

II] 3 batteries $U_B = 20,0 \text{ V}$ en série
 $i_m \approx \text{constante}$ $i_m = \langle i_m \rangle = 120 \text{ A}$
 $E = 4,00 \times 10^{-3} \times m$
 1) voir annexe

2] 1) $\alpha T = \frac{3}{4} T = 0,75 T \Leftrightarrow \alpha = \frac{3}{4} = 0,75$

2) $\langle u_c \rangle = (\alpha T \times U_B + (T - \alpha T) \times 0) \times \frac{1}{T} = \alpha \times U_B \times \frac{T}{T}$
 $= \alpha \times U_B$ $\langle u_c \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T u_c(t) dt$
 $\langle u_c \rangle = \frac{3}{4} \times 20,0 \text{ V} = 15 \text{ V}$

3] De 0 à αT , la diode est bloquée et on est sur une phase d'alimentation pendant laquelle la bobine emmagasine de l'énergie. De αT à T , la diode est passante, on est en phase de non libre, la bobine restitue l'énergie emmagasinée.

4] 1) $\langle u_c \rangle = \langle u_m \rangle = \langle E \rangle + \langle U_R \rangle = E + R \times \langle I_m \rangle$

avec $u_c = L \frac{di}{dt} = 0$ car i_m constante

2) $m = \frac{E}{4,00 \times 10^{-3}}$ $m = \frac{\langle u_c \rangle - R \langle i_m \rangle}{4,00 \times 10^{-3}}$ $m = \frac{\alpha U_B - R \times 120 \text{ A}}{4,00 \times 10^{-3}}$
 $m = \frac{\alpha \times 20 \text{ V} - 5,20 \times 10^{-3} \times 120 \text{ A}}{4,00 \times 10^{-3}}$ $= \frac{\alpha \times 20 \times 10^3}{4,00} - \frac{5,20 \times 120}{4,00}$
 $m = \alpha \times 5000 - 156$

$$3) m = 5000 \alpha - 156$$

pour 45,0 km/h soit $m = 4300 \text{ tr/min}$
 donc pour 37,6 km/h $m = 4300 \text{ tr/min} \times \frac{37,6}{45,0}$
 $m \approx 3593 \text{ tr/min}$

$$\Leftrightarrow \alpha = \frac{m + 156}{5000}$$

$$\alpha = \frac{3593 \text{ tr/min} + 156}{5000} \approx 0,75$$

5] 1) Pour un freinage avec récupération d'énergie, il faudrait un moyen d'inverser les bornes des batteries par rapport à celles du moteur afin de le mettre en génératrice. Or ce n'est pas le cas. De plus, le transistor ne fait ici passer le courant que dans le sens de fonctionnement moteur. L'interrupteur utilisé (le transistor) est unidirectionnel en courant. Il ne permet donc pas le passage du courant vers la batterie dans pas de sens inverse.

2) Il faudrait un hacheur inversible en courant.

Partie B:

ALI supposés parfaits alimentés en $\pm 15V$

$$1] V_{s1 \max} = 3 \text{ div} \times 5,00V/\text{div} = 15V$$

$$V_{s2 \max} = 2 \text{ div} \times 5,00V/\text{div} = 10V$$

$$T_{s1} = 5 \text{ div} \times 20 \mu\text{s}/\text{div} = 100 \mu\text{s}$$

$$f_{s1} = \frac{1}{T_{s1}} \quad f_{s1} = \frac{1}{100 \times 10^{-6} \text{ s}} = 10\,000 \text{ Hz}$$

$$T_{s2} = 5 \text{ div} \times 20 \mu\text{s}/\text{div} = 100 \mu\text{s}$$

$$f_{s2} = \frac{1}{T_{s2}} \quad f_{s2} = 10\,000 \text{ Hz}$$

2] L'ALI₁ n'a pas sa sortie rebouclant sur l'entrée inverseuse donc il fonctionne en régime saturé.
 La structure de l'étage 1 est un comparateur simple.
Ristances

3] L'ALI₂ a sa sortie qui reboucle sur son entrée inverseuse donc il est en régime linéaire.
 La structure de l'étage 2 est un intégrateur inverseur.

II]

1) AlI_3 en régime saturé.

2) $V_{ref} = -5,00V$

$$\alpha = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} = 0,75$$

3) Si v_{ref} augmente, α diminue.

III] 1) $V_r = 75,0V$ $P' = \frac{P}{2} = 5,00 k\Omega = 5000 \Omega$
 $V_{ref,max} = V_r \times \frac{P'}{R'+P'}$ (pont diviseur de tension)
 $\Leftrightarrow \frac{1}{R'+P'} = \frac{V_{ref,max}}{V_r \times P'}$ $\Leftrightarrow R' = \frac{V_r \times P'}{V_{ref,max}} - P'$ $V_{ref,max} = 70,0V$
 $R' = \frac{75,0V \times 5000 \Omega}{10,0V} - 5000 \Omega = 2500 \Omega$

2) $U_{R'} = V_r - V_{ref,max}$ $U_{R'} = 75,0V - 70,0V = 5,0V$
 $P_{JR'} = R' \times I^2$ $I = \frac{V_r}{R'+P'} = \frac{V_r}{2500 \Omega + 5000 \Omega}$ $P_{JR'} = R' \left(\frac{V_r}{R'+P'} \right)^2$
 $P_{JR'} = 2500 \Omega \times \left(\frac{75,0V}{7500 \Omega} \right)^2 \approx 0,0108W$

$0,01W < 0,25W$ donc on peut utiliser une résistance $\frac{3}{4}W$.

Partie C:

1] Le rôle du transformateur est d'abaisser la tension d'entrée et de protéger le circuit des batteries en le séparant du circuit d'alimentation 230V. $I_2 = \frac{P}{U}$ $I_2 = \frac{1500VA}{30V} = 50A$

2] 1) Le pont transforme du courant alternatif en courant continu.

3) $I_B = 50A$ $I_{2M} = 50A$ $I_2 = A$ avec ampèremètre en mode continu

4) $\langle u_c \rangle = \frac{2\hat{U}_2}{\pi} \cos(\theta_0)$ $\theta_0 = 30^\circ$ $\hat{U}_2 = \sqrt{2} \times U \approx 424V$
 $\langle u_c \rangle = \frac{2 \times 424V}{\pi} \times \cos(30^\circ) \approx 23,4V$

D] 1] $2h \times 50A + 3h \times 5A = 115 A.h$

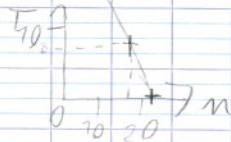
BTS Physique 2019

Partie A:

1) ~~MR 752 52 1/6 : $T = 0,43 \text{ N.m}$ $\eta = \frac{m_{gr}}{m_{mot}}$~~
 ~~$\eta = \frac{1}{6}$ $n_{mot} = 380 \text{ tr/min}$ $m_{gr} = \eta \times m_{mot}$~~
 ~~$m_{gr} = \frac{1}{6} \times 0,43 \text{ N.m} = 0,072 \text{ N.m}$~~

MR 752 52 1/6 : $T = 0,43 < 6,0 \text{ N.m}$ $n_{s1} = 380 > 17,5 \text{ tr/min}$ donc non
 MR 752 52 1/144 : $T = 8,0 \text{ N.m} > 6,0 \text{ N.m}$ $n_{s1} = 18,5 \text{ tr/min} > 17,5 \text{ tr/min}$ donc oui
 MR 752 52 1/216 : $T = 13,5 \text{ N.m} > 6,0 \text{ N.m}$ $n_{s1} = 11,5 \text{ tr/min} < 17,5 \text{ tr/min}$ donc non
 Donc on prend le MR 752 52 1/144. ✓

2) voir DR1



Raz

3) $0 \rightarrow 2p$ $8 \rightarrow 18$ $4 \rightarrow 19,5$ $n_1 = 19,5 \text{ tr/min}$ ✓

4) $P_u = C_u \times \Omega_u$ $\Omega_u = n_u \times \frac{\pi}{30}$
 $P_u = C_u \times n_u \times \frac{\pi}{30}$ $P_u = 4 \text{ N.m} \times 19,5 \text{ tr/min} \times \frac{\pi}{30} \text{ rad.min}^{-1}$
 $P_u = 8,17 \text{ W}$ ✓

5) $\eta = \frac{1}{44}$ $\eta = \frac{m_{gr}}{m_{mot}} \Leftrightarrow m_{mot} = \frac{m_{gr}}{\eta}$
 $m_{mot} = \frac{19,5 \text{ tr/min}}{\frac{1}{44}} \approx 2808 \text{ tr/min}$ ✓

6) $P_a \times \eta = P_u \Leftrightarrow P_a = \frac{P_u}{\eta}$ $\eta = 0,60$ $P_a = \frac{8,17 \text{ W}}{0,60} \approx 13,6 \text{ W}$

7) $v = R \times \Omega_{gr}$ $v = R \times n_1 \times \frac{\pi}{30}$ $R = \frac{\phi}{2}$ $\phi = 94 \text{ mm} = 0,094 \text{ m}$
 $v = \frac{0,094 \text{ m}}{2} \times \frac{1}{30} \times n_1$ $v = \frac{0,094 \text{ m}}{2} \times \frac{\pi}{30} \text{ rad.min}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{tr}^{-1} \times 19,5 \text{ tr.min}^{-1}$
 $v \approx 0,096 \text{ m.s}^{-1}$
 $0,090 \text{ m.s}^{-1} < 0,096 \text{ m.s}^{-1} < 0,100 \text{ m.s}^{-1}$ donc $0,090 \text{ m.s}^{-1} < v < 0,100 \text{ m.s}^{-1}$



tr/min
 $1 \text{ tr} \rightarrow 2 \pi \text{ rad}$
 $1 \text{ min} \rightarrow 60 \text{ s}$
 $\frac{1}{1 \text{ min}} \rightarrow \frac{1}{60 \text{ s}}$

$1 \text{ tr/min} \rightarrow \frac{2 \pi \text{ rad}}{60 \text{ s}}$

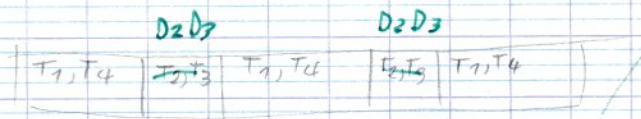
$\frac{\text{rad}}{\text{s}} = \frac{\text{rad}}{\text{min}} \times \frac{\text{min}}{\text{s}}$

Partie B:

car on étudie quand $i(t) > 0A$

$$i(t) > 0A$$

8) voir DR2



9) voir DR2



$$10) \alpha = \frac{3ms}{4,5ms} \approx 0,67 /$$

$$\begin{aligned} Q11) \langle u \rangle &= \frac{1}{T} \times \int_0^T u(t) dt \\ &= \frac{1}{4,5ms} \times \left(\int_0^{3ms} u(t) dt + \int_{3ms}^{4,5ms} u(t) dt \right) \\ &= \frac{1}{4,5ms} \times (3ms \times 24V + 1,5ms \times (-24V)) \\ \langle u \rangle &= 8V > 0V \end{aligned}$$

Donc $\langle u \rangle$ est positive, le robot avance. /

12) Il faudrait $\alpha < 0,5$.

13) L'intérêt de faire varier le rapport cyclique est de faire varier la puissance du moteur à l'aide des signaux du microcontrôleur. donc la vitesse du moteur. /

Partie C:

$$V_{CEsat} = 0,3V$$

Étage 1:

(famille bipolaire)

14) Le phototransistor TS est du type NPN /

15) D'après le tracé $i_c = f(d)$, la distance optimale de détection est d'environ 7,5 mm. /

16) C'est un montage suiveur. $v_{s1} = v_{ce} /$

17) comme AL1 est supposée parfait, $i^+ = i^- = 0A /$



D'après la loi des nœuds, $i_1 = i_c + i^+$
 $i_1 = i_c$ ✓

18) On veut $0,21 \text{ mA} < i_c < 3 \text{ mA}$ quand $V_{CE \text{ sat}} = 0,3 \text{ V}$

$U_{R1} = U_{\text{alim}} - V_{CE}$ par loi d'additivité des tensions

$U = R \times I \Leftrightarrow I = \frac{U_{R1}}{R1}$ par loi d'Ohm $\Leftrightarrow R1 = \frac{U_{R1}}{i_1}$

$$R1 = \frac{U_{\text{alim}} - V_{CE}}{i_1}$$

$$R1_{\text{max}} = \frac{U_{\text{alim}} - V_{CE}}{i_{1 \text{ min}}}$$

$$R1_{\text{max}} = \frac{24 \text{ V} - 0,3 \text{ V}}{0,21 \times 10^{-3} \text{ A}}$$

$$R1_{\text{max}} \approx 112 \text{ k}\Omega$$

$$R1_{\text{min}} = \frac{U_{\text{alim}} - V_{CE}}{i_{1 \text{ max}}}$$

$$R1_{\text{min}} = \frac{24 \text{ V} - 0,3 \text{ V}}{3 \times 10^{-3} \text{ A}}$$

$$R1_{\text{min}} = 7,9 \text{ k}\Omega$$

Seul $7,9 \text{ k}\Omega < 10 \text{ k}\Omega < 112 \text{ k}\Omega$ parmi les valeurs fournies.

Donc $R1 = 10 \text{ k}\Omega$. ✓

19) Lorsque la dent se rapproche du capteur, i_c augmente. Comme $i_c = i_1$, U_{R1} augmente aussi.

Comme $v_{CE} = U_{\text{alim}} - U_{R1}$, v_{CE} diminue.

Comme $v_{s1} = v_{CE}$, v_{s1} diminue. ✓

20) La sortie de l'ALI 2 ne rebranché pas sur l'entrée inverseuse donc l'ALI 2 est en fonctionnement saturé. ✓

21) Pont diviseur de tension: $v_2^- = U_{\text{alim}} \times \frac{R6}{R5 + R6}$
 $v_2^- = 24 \text{ V} \times \frac{15 \text{ k}\Omega}{15 \text{ k}\Omega + 22 \text{ k}\Omega} \approx 9,7 \text{ V}$ ✓

22) Millman: $v_{2+} = \frac{\frac{v_{s1}}{R3} + \frac{v_{s2}}{R4} - i^+}{\frac{1}{R3} + \frac{1}{R4}}$ $i^+ = 0$ car ALI 2 supposé parfait

$$v_{2+} = \frac{v_{s1} \times R4 + v_{s2} \times R3}{R3 \times R4} \times \frac{R3 \times R4}{R3 + R4} = \frac{v_{s1} \times R4 + v_{s2} \times R3}{R3 + R4} = v_{s1} \times \frac{R4}{R3 + R4} + v_{s2} \times \frac{R3}{R3 + R4}$$

$$v_{2+} = v_{s1} \times \frac{22 \text{ k}\Omega}{15 \text{ k}\Omega + 22 \text{ k}\Omega} + v_{s2} \times \frac{10 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 22 \text{ k}\Omega} \approx v_{s1} \times 0,69 + v_{s2} \times 0,31$$

23) calcul seuil haut: $v_{s2} = 0 \text{ V}$

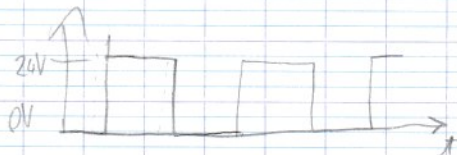
$v_{2+} = v_{s1} \times 0,69 + v_{s2} \times 0,31$ On veut connaître v_{s1} lorsque $v_{2+} = v_2^-$

$$\Leftrightarrow v_{s1} = \frac{v_2^- - v_{s2} \times 0,31}{0,69} \quad S_{\text{HT}} = \frac{9,7 \text{ V} - 0 \text{ V} \times 0,31}{0,69} \approx 14,06 \text{ V}$$

calcul sensibilité ^{bas} haut: $v_{s2} = 24V$
 $S_B = \frac{0,7V - 24V \times 0,37}{0,60} \approx 3,28V \quad \times$

24) voir 23)

25) voir DR3



26) voir DR3



14/20

Bien, mais il faut en faire plus en 1h30!

Exercice 1: 10,25

Q2) La courbe du graphique de la résistance du capteur en fonction de la température est une droite. Donc le capteur est affine linéaire. Avec le tableau de la question 1:

$\Delta T = 60^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$ $\Delta R = 1225\ \Omega - 1000\ \Omega = 225\ \Omega$

0,75 $\Rightarrow \alpha = \frac{\Delta R}{\Delta T} = \frac{225\ \Omega}{60^{\circ}\text{C}} = 3,75\ \Omega/^{\circ}\text{C}$

0,5 Q3) La sortie de l'ALI 1 reboucle sur son entrée inverseuse. Donc il est en régime linéaire.

4) On suppose l'ALI 1 idéal et il est en régime linéaire donc $V_1^- = V_1^+$. Comme $E_1 = V_1^+ - V_1^-$, on a:

0,5 $E_1 = 0\text{V}$

V_1^+ est le potentiel de la masse donc $V_1^+ = 0\text{V}$.

5) Avec millmann: $V_1^- = \frac{\frac{V_{ref}}{R_0} + \frac{U_1}{R}}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R}}$ avec $i^- = 0\text{A}$

Donc $V_1^- = \frac{\frac{V_{ref}}{R_0} + \frac{U_1}{R}}{\frac{R+R_0}{R \times R_0}} = \frac{V_{ref} \times R + U_1 \times R_0}{R \times R_0} \times \frac{R \times R_0}{R+R_0} = \frac{V_{ref} \times R + U_1 \times R_0}{R+R_0}$

0,5 Donc $V_1^- = \frac{U_1 \times R_0 + V_{ref} \times R}{R+R_0}$

6) $V_1^+ = 0\text{V}$ et $V_1^- = \frac{U_1 \times R_0 + V_{ref} \times R}{R+R_0} \Leftrightarrow \frac{U_1 \times R_0 + V_{ref} \times R}{R+R_0} = 0\text{V}$

0,25 $\Leftrightarrow \frac{U_1 \times R_0}{R+R_0} = -\frac{V_{ref} \times R}{R+R_0} \Leftrightarrow U_1 = -\frac{V_{ref} \times R \times (R+R_0)}{(R+R_0) \times R_0} \Leftrightarrow U_1 = -\frac{V_{ref} \times R}{R_0}$
simplifie

$$7) U_1 = -\frac{V_{ref} \times R}{R_0} \quad \text{et } R = R_0 \times (1 + \alpha \times T)$$

$$\text{Donc } U_1 = -\frac{V_{ref} \times R_0 \times (1 + \alpha \times T)}{R_0} = -V_{ref} \times (1 + \alpha \times T)$$

0,5
/

$$U_1 = -V_{ref} - \alpha \times T \times V_{ref}$$

Donc U_1 n'est pas proportionnelle à T .

$$8) U_2 = \frac{-\alpha \times R_3 \times V_{ref}}{R_2} \times T \quad \text{avec } V_{ref} = 12V \text{ et } \alpha = 0,00385^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Leftrightarrow R_3 = \frac{U_2 \times R_2}{-\alpha \times V_{ref} \times T} \quad (\text{On veut } U_2 = 1,6V \text{ et } T = 4^\circ\text{C, } R_2 = 1k\Omega)$$

0,5
/

$$R_3 = \frac{1,6V \times 1000\Omega}{3,85 \times 10^{-3}^\circ\text{C}^{-1} \times 12V \times 4^\circ\text{C}} \approx 8658 \Omega$$

$$R_3 \approx 9k\Omega$$

Partie B:

0,5
/

$$10) \text{ Graphiquement: } V_{SB} = 1,6V \text{ et } V_{SH} = 2,4V$$

B.2] 12) C'est un transistor bipolaire de type NPN.

0,5

$$14) \text{ On veut } I_D = 20mA \quad \text{On a } V_{LED} = 2,4V$$

Lorsque LED passante, le transistor est saturé: $V_{CEsat} = 0,4V$

On a $V_{ref} = 12V$ Soit U la tension entre V_{ref} et la masse:

$$U = 12V \text{ et } U_{RD} \text{ la tension aux bornes de } R_D$$

$$U = U_{RD} + V_{LED} + V_{CE} \Leftrightarrow U_{RD} = U - V_{LED} - V_{CE}$$

Quand le transistor est saturé:

$$U_{RD} = 12V - 2,4V - 0,4V = 9,2V$$

D'après la loi d'Ohm: $U = R \times I \Leftrightarrow R = \frac{U}{I}$

1,5

$$R_D = \frac{U_{RD}}{I_D} \quad R_D = \frac{9,2V}{20 \times 10^{-3}A} = 460\Omega$$

Donc R_D à pour valeur 460Ω .

0,5
/

15) Cette diode est sûrement un voyant indiquant si le transistor est saturé, s'est à dire quand le ventilateur est sous tension (allumé).

16) Le transistor est saturé si $I_B > I_{Bsat}$ et $V_{BE} > V_{BEsat}$.

On a $V_{BEsat} = 0,7V$ et $\beta = \frac{I_C}{I_B} = 100$ et $I_{Csat} = 0,58A$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \Leftrightarrow \beta = \frac{I_{Csat}}{I_{Bsat}} \Leftrightarrow I_{Bsat} = \frac{I_{Csat}}{\beta} \quad I_{Bsat} = \frac{0,58A}{100} = 5,8 \times 10^{-3}A$$

D'après la loi des mailles: $U_C = U_{RB} + V_{BE}$ avec U_{RB} la tension aux bornes de R_B

$$\text{Donc } V_{BE} = U_C - U_{RB} \Leftrightarrow V_{BEsat} = U_{Csat} - U_{RBsat}$$

$$\text{Il faut } V_{BE} > V_{BEsat} \Leftrightarrow U_C - U_{RB} > U_{Csat} - U_{RBsat}$$

$$\Leftrightarrow U_{RB} > -U_{RBsat} \Leftrightarrow U_{RB} < U_{RBsat}$$

D'après la loi d'Ohm: $U_{RB} = R_B \times I_B \Leftrightarrow R_B = \frac{U_{RB}}{I_B}$

On cherche R_B tel que

$$\begin{cases} R_B = \frac{U_{RB}}{I_B} = \frac{U_{RBsat}}{I_{Bsat}} \\ U_{RB} < U_{RBsat} \\ I_B > I_{Bsat} \end{cases}$$

$$U_{RBsat} = U_{Csat} - V_{BEsat}$$

$$R_B = \frac{U_{Csat} - V_{BEsat}}{I_{Bsat}}$$

$$R_B = \frac{U_{Csat} - 0,7V}{5,8 \times 10^{-3}A}$$

Exercice 2: 35

1) Le moteur asynchrone 2 est $\boxed{230V} / 400V$

On veut 230V en tension ^{aux bornes} v de chaque bobine

Car le réseau est 230V/400V donc les 230V corres-

ponde à la tension simple du réseau.

Il faut donc brancher le moteur asynchrone 2 en étoile.

$$3) P = 1kW \quad \text{et} \quad P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos(\varphi)$$

$\cos(\varphi) = 1$ pour le radiateur car il n'est

fait que de résistance qui ont des impédances complexes dans les réels et donc $\varphi = 0$

$$\text{On a donc } I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U}$$

$$\text{On a } U = \sqrt{3} \times V \text{ donc } I = \frac{P}{3V}$$

$$I = \frac{1000W}{3 \times 230V} \approx 1,4A$$

Correction D.P.

ex. 2:

2) La plaque signalétique du moteur 2 indique que chaque bobine doit être soumise à 230V. Or 230V est la tension simple du réseau donc on le branche en étoile.

$$3) P_R = \sqrt{3} \times U \times I_R \times \cos(\varphi_R)$$

↗ ↑
↘ Tension composée du réseau

$$I_R = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos(\varphi_R)} \quad I_R = \frac{10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} \quad I_R = 1,44 \text{ A}$$

$$4) P_{A1} = \sqrt{3} \times U \times I_{A1} \times \cos(\varphi_{A1})$$

$$I_{A1} = \frac{P_{A1}}{\sqrt{3} U \cos(\varphi_{A1})} \quad \text{avec } P_{A1} = \frac{P_{M1}}{\eta}$$

$$I_{A1} = \frac{\frac{P_{M1}}{\eta}}{\sqrt{3} U \cos(\varphi_{A1})} \quad I_{A1} = \frac{\frac{15,6 \times 10^3}{0,85}}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,85} \quad I_{A1} = 37,2 \text{ A}$$

5) tableau 1

	P (en W)	Q (en VAR)
radiateur	1000 W	0 VAR
moteur 1	18 353 W	11 372,3 VAR
moteur 2	3000 W	
moteur 3	5800 W	
installation complète	28 253 W	

$$Q_{M1} = \sqrt{3} \times U \times I_{M1} \times \sin(\arccos(\varphi_{M1}))$$

$$Q_R = \sqrt{3} \times U \times I_R \times \sin(\varphi_R) \rightarrow 0$$

$$6) S = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$
$$S = 33611 \text{ VA}$$

$$S = \sqrt{28253^2 + 78206^2}$$

$$7) P_T = \sqrt{3} \times U \times I_T \times \cos(\varphi_T)$$

$$S_T = \sqrt{3} \times U \times I_T$$

$$\text{d'où } I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3} \times U}$$

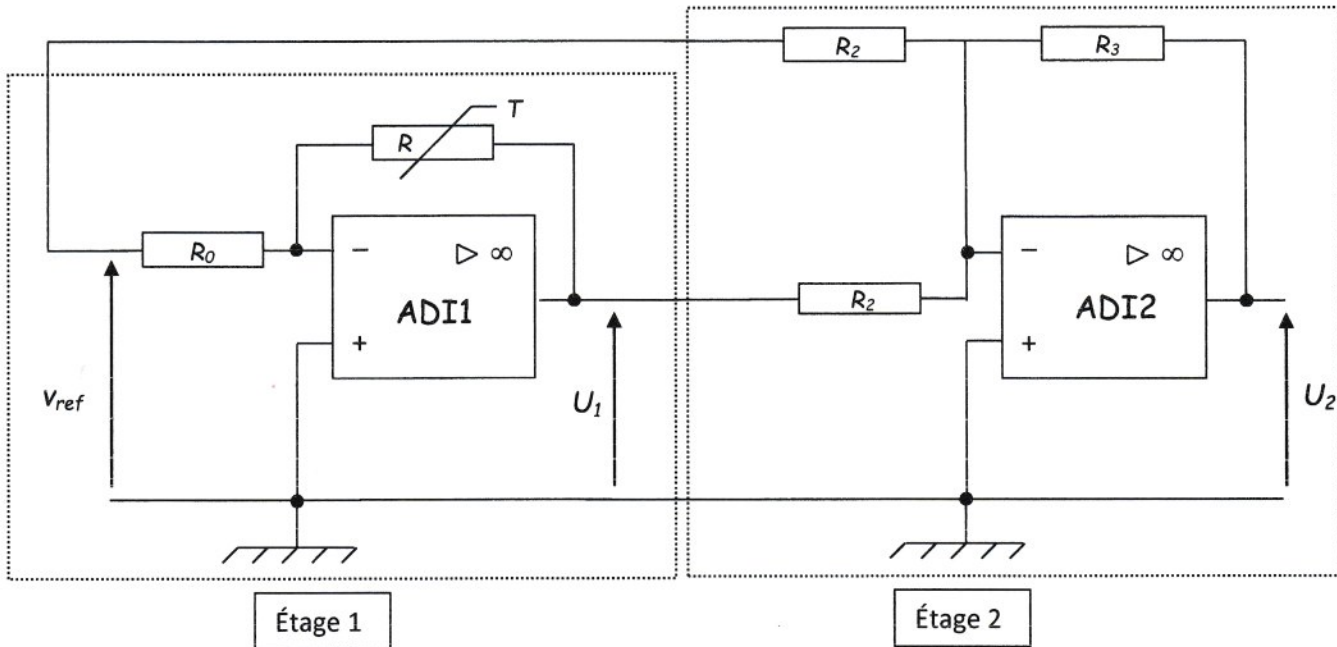
$$\frac{P_T}{S_T} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_T \times \cos(\varphi)}{\sqrt{3} \times U \times I_T}$$

$$I_T = \frac{33621}{\sqrt{3} \times 400} \quad I_T = 48,5 \text{ A}$$

$$\cos(\varphi_T) = \frac{28253}{33611} = 0,84$$

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

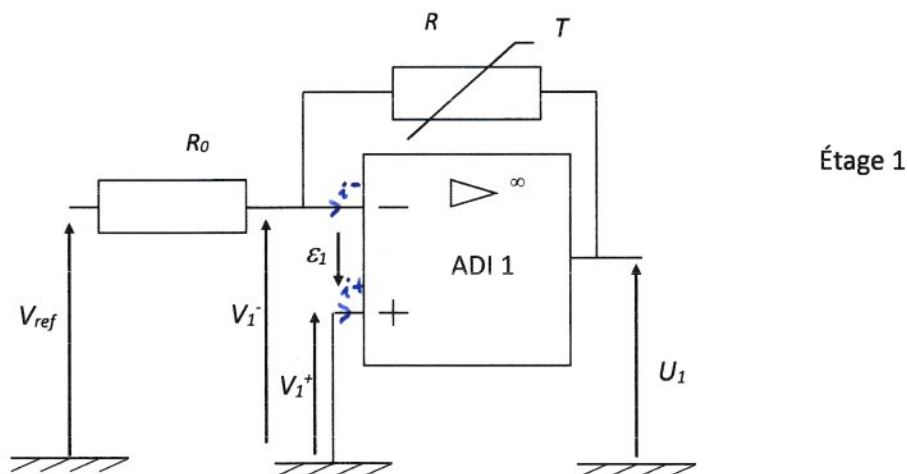
On souhaite obtenir une mesure de la température par une tension U_2 proportionnelle à la température T et calibrée de sorte que pour $T = 4^\circ\text{C}$, $U_2 = 1,6\text{ V}$. On utilise pour cela le montage ci-dessous.



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 ϵ_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 .

A2.2. Étude de l'étage 2

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

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

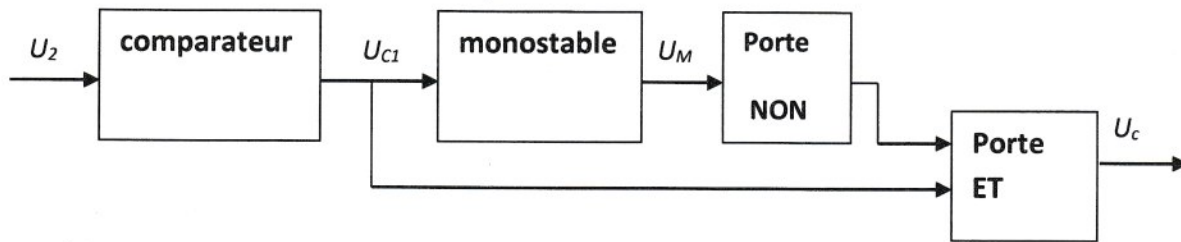
On donne : $V_{ref} = 12 \text{ V}$, $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

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.

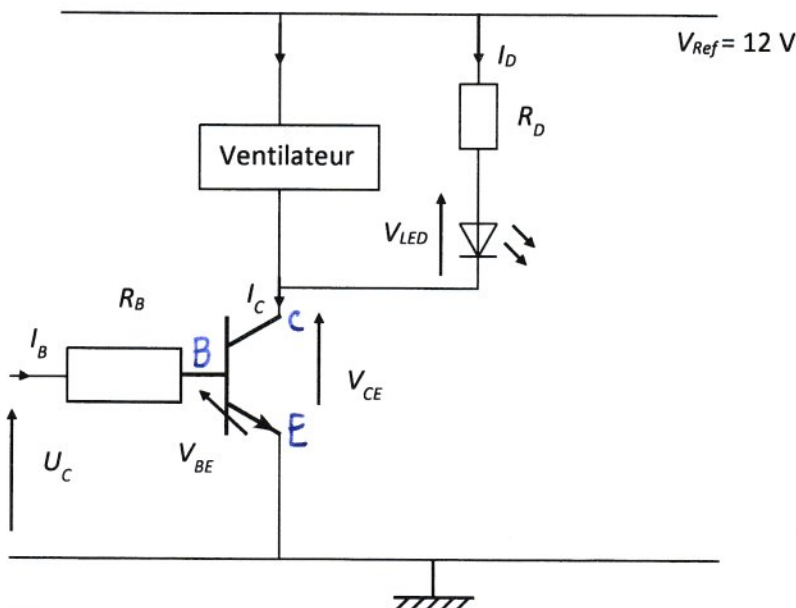
Q9. Entourer les caractéristiques de ce comparateur sur le deuxième tableau du document réponse 1 page 6.

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

Q11. V_{SB} correspond à une température de 4°C et V_{SH} à une température de 6°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.



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.

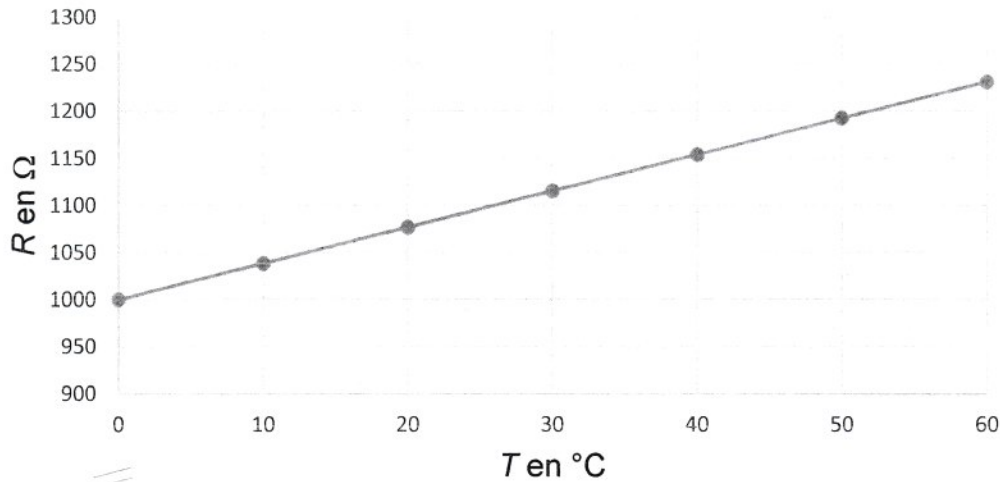
Q15. Quel est le rôle de cette diode ?

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.

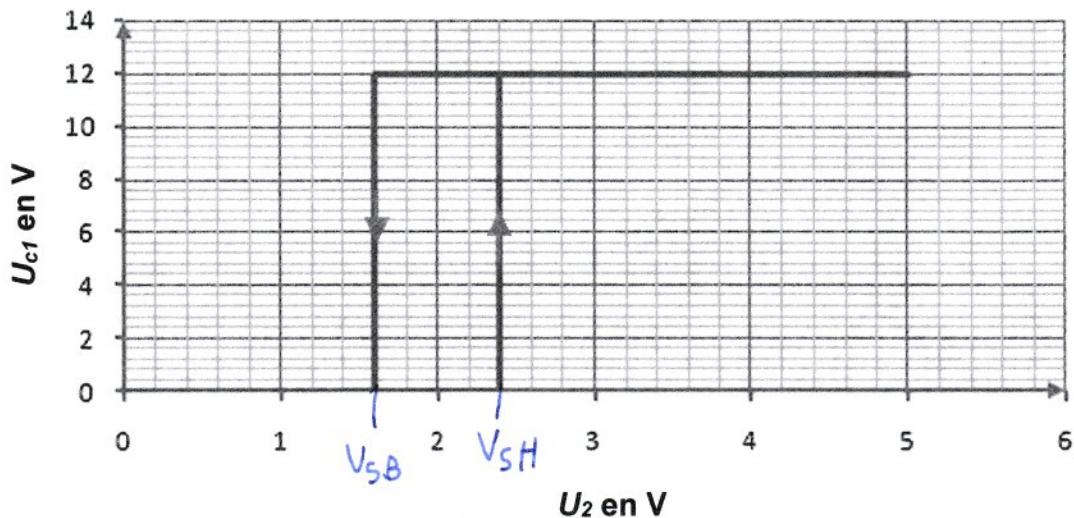
1,5 k Ω	3 k Ω	5 k Ω	10 k Ω
----------------	--------------	--------------	---------------

ANNEXE 1

$$R = f(T)$$



ANNEXE 2



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.

Exercice 1

NOM: *Galbert Victor*

DOCUMENT RÉPONSE 1

Q1.

T (C°)	0	60
R (Ω)	1000	1225

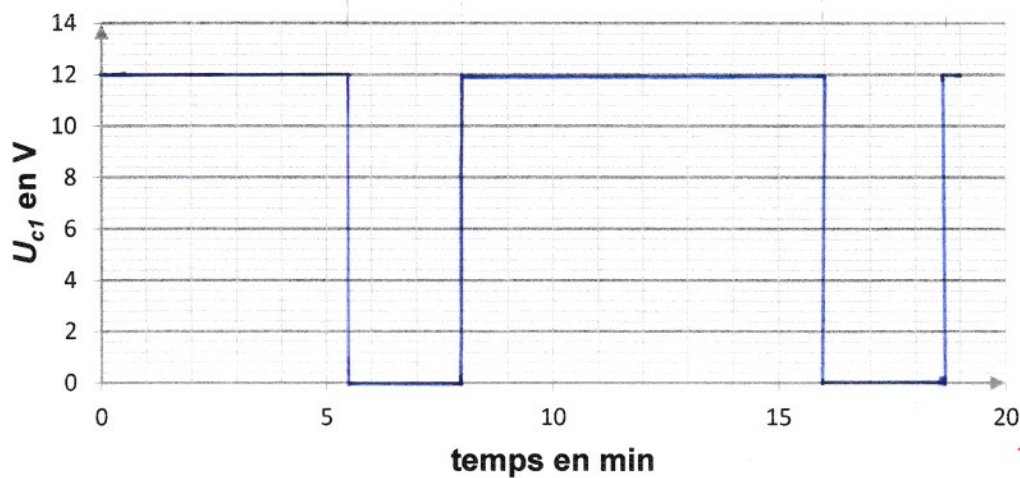
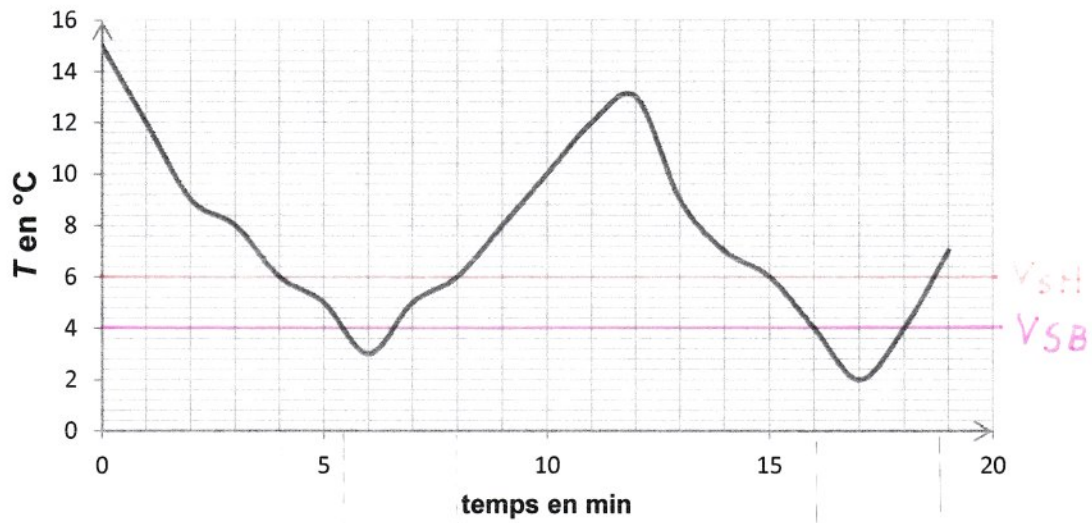
Q9.

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	<i>ouvert</i>	<i>éteinte</i>	<i>éteint</i>
12 V	<i>fermé</i>	<i>allumée</i>	<i>allumé</i>

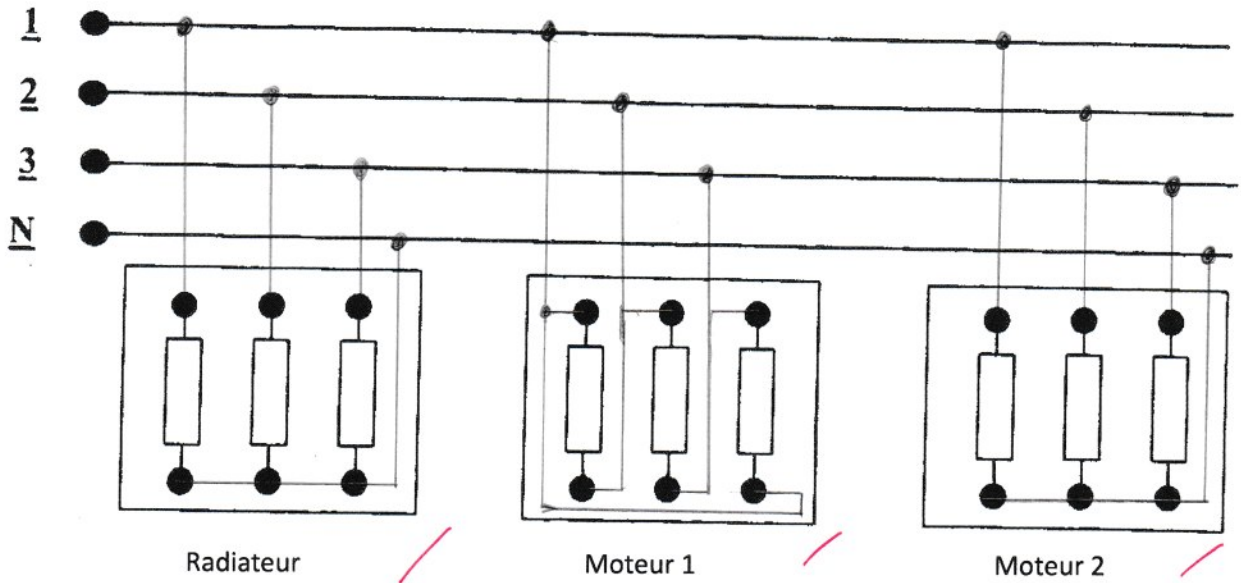
DOCUMENT RÉPONSE 2



Galbert
Victor

Exercice 2

figure 1



0,75

Tableau 1

	P (unité : kW)	Q (unité : VAR)
Radiateur	1	0
Moteur asynchrone 1	75,6 $\times 0,85 = 13,26$	✓
Moteur asynchrone 2	3	2407
Moteur asynchrone 3	5,9	4425
Installation complète	23,76	✓

1,25

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Assistance Technique d'Ingénieur

ÉPREUVE E3

Mathématiques et sciences physiques

UNITÉ U32 SCIENCES PHYSIQUES

À l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

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

Le candidat répondra aux questions sur le texte même de l'épreuve, qu'il inclura dans une copie double à remettre aux surveillants en quittant la salle d'examen.

Si la place allouée pour telle ou telle réponse semble insuffisante, il est possible, en le précisant clairement, d'utiliser le verso de la feuille précédente.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 27 pages numérotées de 1/27 à 27/27.

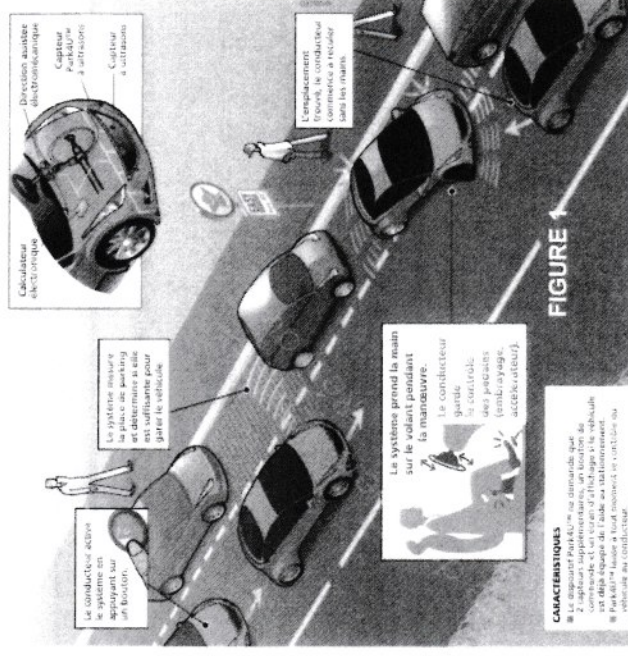
BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 1 sur 27

AIDE AU STATIONNEMENT

Introduction : le système Park4U® de Valeo est une aide au stationnement, qui apparaît comme l'une des innovations automobiles les plus marquantes de cette dernière décennie. Ce système utilise la détection par ultrasons permettant de garer automatiquement une voiture en 15 secondes. Le conducteur reste maître du freinage et de l'accélération, la direction étant pilotée par le système Park4U®. Dès que le conducteur passe la marche arrière, le système s'engage. Lorsque la voiture roule à moins de 30 km·h⁻¹, Park4U® détecte un emplacement libre adapté à la voiture, des deux côtés de la rue à l'aide de ses capteurs à ultrasons. Ce système utilise un calculateur électronique associé à 10 capteurs.

Lâchez le volant, ouvrez grand les yeux !
> Système d'assistance au stationnement semi-automatique

Park4U®
le nouveau standard de l'implémentation



BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 2 sur 27

Présentation générale

Le fonctionnement du système de stationnement s'effectue en 3 phases.

Phase 1 : Détection de l'espace libre de parking par ultrasons. Cette détection s'effectue à l'aide de deux capteurs à ultrasons placés latéralement l'un à l'avant et l'autre à l'arrière du véhicule.

Phase 2 : Le calculateur électronique commande la direction assistée du véhicule, constituée d'un moteur à courant continu à aimant permanent, et d'un hacheur de type pont en H.

Phase 3 : Détection permanente de la position du véhicule lors de son déplacement sur la place de parking, avec un traitement de l'information, suivi d'une conversion analogique numérique pour le calculateur.

Le problème est composé de 3 parties indépendantes et d'une synthèse.

- Partie A : détection de l'espace libre de parking. (8 points)
- Partie B : conversion analogique numérique de l'information. (3 points)
- Partie C : moteur à courant continu et sa commande tous deux appartenant à la direction assistée. (8 points)
- Partie D : synthèse. (1 point)

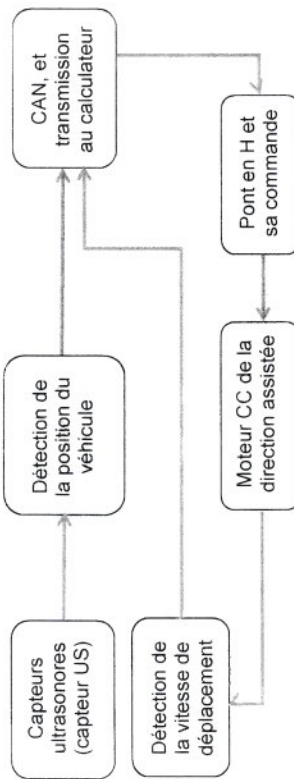


FIGURE 2 (Schéma synoptique)

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 3 sur 27

Session : _____

Académie : _____

Examen : _____ Série : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Epreuve/sous épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____

N° du candidat : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)

ADDITIONNEL DU CORRECTEUR

Note : _____

Ne rien écrire

DANS CE CADRE

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Assistance Technique d'Ingénieur

ÉPREUVE E3

Mathématiques et sciences physiques

UNITÉ U32

SCIENCES PHYSIQUES

CAHIER RÉPONSE

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 4 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Partie A : détection de l'espace libre de parking. (8 points)

Le repérage du véhicule par rapport à son environnement s'effectue à l'aide de capteurs ultrasonores. Sur le schéma ci-dessous, la chaîne électronique d'un seul capteur est représentée. Le transducteur en mode récepteur capte un éventuel écho de fréquence f . Le signal issu de ce capteur est amplifié à l'aide de l'ÉTAGE 1 par réglage de R_v . En sortie du bloc « Filtrage et détecteur de crête » ne subsiste que la tension continue dont l'amplitude change en fonction de la distance avec l'obstacle éventuel. L'ÉTAGE 2 permet de matérialiser une détection par un état 0 ou 1, afin d'alimenter un circuit transmetteur magnétique, ÉTAGE 3.

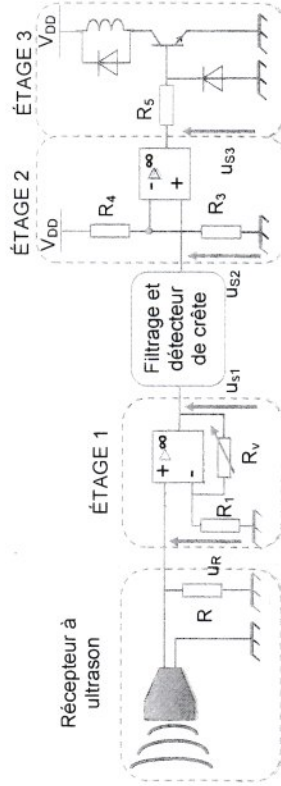


FIGURE 3

Données :

$V_{DD} = 12,0\text{ V}$; $R_1 = 1,00\text{ k}\Omega$; $R_3 = 1,00\text{ k}\Omega$; $R_4 = 15,0\text{ k}\Omega$

Dans l'ensemble du sujet, les amplificateurs différentiels intégrés (ADI) sont considérés parfaits, et sont alimentés en $-12,0\text{ V}$ et $+12,0\text{ V}$. Les tensions de saturations sont égales aux tensions d'alimentations.

Selon l'énoncé, elle est de 30 km.h⁻¹.

Il y a 10 capteurs sur le véhicule.

Oui, il faut que l'humain s'occupe de l'embranchage et de l'accélération.

Indiquer si le système demande une intervention humaine pour son fonctionnement après avoir enclenché la marche arrière.

Détermination d'une distance par la méthode de l'écho.

La détermination d'une distance par la méthode de l'écho est très simple à utiliser. Un premier signal u_s de fréquence f_0 est émis et constitué d'une salve de 6 frames sinusoïdales d'ondes ultrasonores (FIGURE 4). La fréquence des ondes est notée f_{us} . Le signal u_s est alors réfléchi par un obstacle. Le signal de retour u_r , appelé écho, est obtenu avec un certain retard correspondant au temps mis par le signal pour réaliser un aller-retour (FIGURE 5).

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 5 sur 27

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 6 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

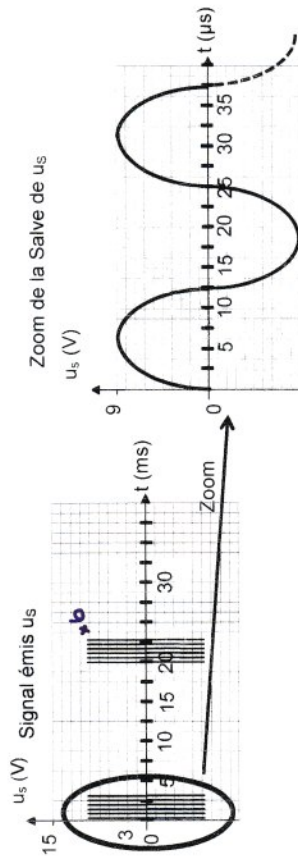


FIGURE 4

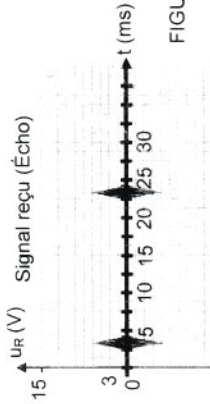


FIGURE 5

A.2.1 Déterminer la période T_{us} du signal ultrasonore u_s constituant la salve
FIGURE 4.

$T_{us} = 25 \mu s = 25 \times 10^{-6} s$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.2.2 Déduire la fréquence f_{us} du signal ultrasonore constituant la salve.

$f_{us} = \frac{1}{T_{us}} = \frac{1}{25 \times 10^{-6} s} = 0,04 \times 10^6 Hz = 4 \times 10^4 Hz$

A.2.3 Estimer le retard Δt_d entre le signal émis u_s et le signal reçu u_R .

$\Delta t_d = 2,5 ms = 2,5 \times 10^{-3} s$

A.2.4 Déduire de la question précédente la distance séparant l'objet du véhicule sachant que l'onde ultrasonore se propage à une vitesse $v = 340 m \cdot s^{-1}$ et réalise un aller-retour.

$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow d = v \times \frac{\Delta t}{2} = 340 m \cdot s^{-1} \times \frac{2,5 \times 10^{-3} s}{2} = 0,85 m$
 $d = 0,85 m$

A.3 Étude du circuit amplificateur.

Le signal u_R reçu par le récepteur à ultrasons est très atténué. Il est donc nécessaire de l'amplifier afin de pouvoir l'utiliser.

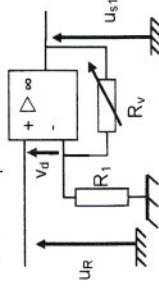


FIGURE 6

A.3.1 Justifier le régime de fonctionnement de l'ADI FIGURE 6.

sa sortie qui reboucle sur son entrée inverseuse. Donc l'ADI est en régime linéaire.

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 7 sur 27

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 8 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.4.4 Calculer V , sachant que $V = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \cdot V_{DD}$.
 Exprimer V_a en fonction de u_{s2} et V_{DD} .

$$V_{DD} = 19 - 18 = 1 \text{ V} = 1 \text{ mS2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \times V_{DD}$$

A.4.5 Donner les valeurs de u_{s3} selon les valeurs prises par u_{s2} . Tracer, sur la FIGURE 8, la courbe u_{s3} en concordance de temps avec u_{s2} , pour les deux formes de signaux obtenus pour deux distances correspondant à 2 positions A et B du véhicule.

$$V_{DD} = 1 \text{ mS2} - \frac{10 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 150 \text{ k}\Omega} \times V_{DD}$$

$$V_{DD} = 1 \text{ mS2} - \frac{1}{16} \times 12,0 \text{ V}$$

$$V_{DD} = 1 \text{ mS2} - 0,75 \text{ V} = 1 \text{ mS2} - 0,75 \text{ V}$$

si $V_{DD} < 0 \text{ mS2} < 0,75 \text{ V}$ alors $u_{s3} = -12 \text{ V}$
 si $V_{DD} > 0 \text{ mS2} > 0,75 \text{ V}$ alors $u_{s3} = +12 \text{ V}$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

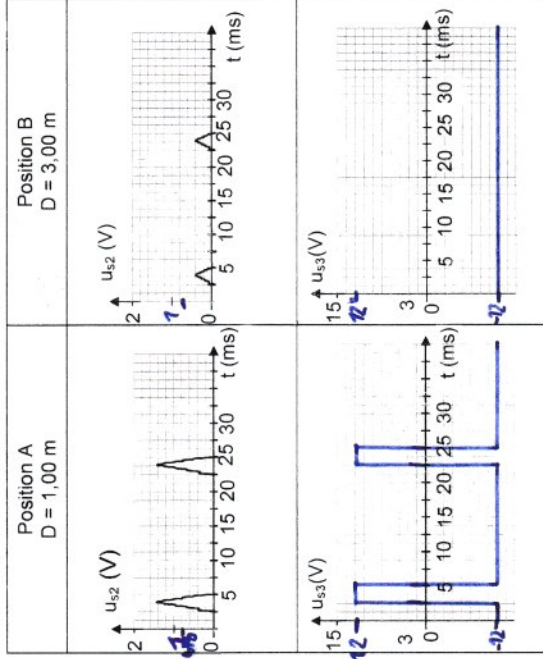


FIGURE 8

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.3.2 Déduire de la question précédente la relation entre v^+ et v^- .

$$v^+ = v^- \text{ car idéal}$$

A.3.3 Exprimer v^+ .

$$v^+ = v^- = \frac{0V + 10V}{R_1 + R_2} = \frac{10V}{1k\Omega + 1k\Omega} = 5V$$

A.3.4 Exprimer v^- en fonction de R_1 , R_2 et de u_{S1} .

$$v^- = 0V$$

A.3.5 Déduire de ce qui précède, que l'expression du coefficient d'amplification A_v est : $A_v = \frac{u_{S1}}{u_k} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$.

$$A_v = \frac{u_{S1}}{u_R} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{1k\Omega}{1k\Omega} = 2$$

A.3.6 Choisir la résistance variable R_v parmi les choix suivants, 1 kΩ, 10 kΩ et 100 kΩ pour avoir un coefficient d'amplification A_v au moins égal à 50 sachant que $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$. Justifier votre réponse.

On veut $A_v \geq 50 \Rightarrow 1 + \frac{R_v}{R_1} \geq 50 \Rightarrow \frac{R_v}{1k\Omega} \geq 49 \Rightarrow R_v \geq 49k\Omega$
 Donc il faut choisir $R_v = 100k\Omega$.

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 9 sur 27

à corriger en plus

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.4 Étude de l'ÉTAGE 2 : détecteur de seuil.

Remarque préliminaire : le signal u_{S1} subit l'action d'un détecteur de crête et d'un filtre. Ce bloc n'est pas étudié, le signal de sortie est la tension u_{S2} représentée ci-dessous. $R_3 = 1,00 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 15,0 \text{ k}\Omega$. L'ADI est alimenté en $+12,0 \text{ V}$ / $-12,0 \text{ V}$.

Exemple possible de signal u_{S2} obtenu :

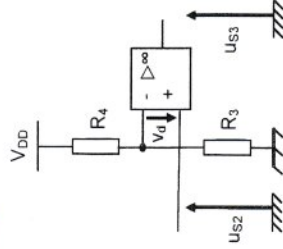
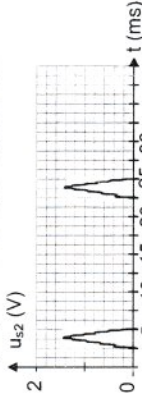


FIGURE 7

A.4.1 Justifier le régime de fonctionnement de l'ADI FIGURE 7.

La sortie ne rebondit pas sur l'entrée inverseuse. Donc l'ADI est en régime saturé.

A.4.2 Déduire de la question précédente les valeurs u_{S3} en fonction des différents signes pris par v_a .

*Si $v_a > 0V$ alors $u_{S3} = 2V$
 Si $v_a < 0V$ alors $u_{S3} = -12V$*

A.4.3 Préciser le nom donné au circuit FIGURE 7.

Ce circuit est un comparateur simple avec diviseur de tension d'entrée V_{DD} .

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 10 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A.5 Étude du circuit transmetteur magnétique et dimensionnement de la résistance R_5 .

Ce circuit a pour fonction de transmettre le signal image de la position de l'obstacle. Le transistor fonctionne en régime de commutation et est considéré parfait. Lorsqu'il est saturé, on obtient les valeurs suivantes : $V_{CEsat} = 0V$, $V_{BEsat} = 0V$ / L'inductance L aux bornes de laquelle se trouve la tension U_{bob} , est suffisamment importante pour que le courant I_c soit considéré comme constant $I_c = I_{csat} = 0,5A$. Les diodes D_1 et D_2 sont supposées parfaites.

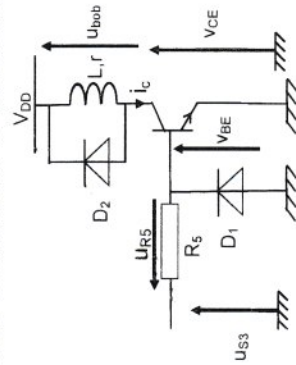


FIGURE 9

A.5.1 Indiquer la famille et le type de transistor.

C'est un transistor NPN bipolaire /

A.5.2 Le transistor fonctionne en régime de commutation.

A.5.2.1 Donner la relation reliant V_{DD} , U_{bob} , et V_{CE} .

$$V_{DD} = U_{bob} + V_{CE}$$

A.5.2.2 Compléter le tableau ci-dessous en fonction de la tension u_{S3} :

	$u_{S3} = +V_{sat} = +12,0V$	$u_{S3} = -V_{sat} = -12,0V$
États du transistor	<i>fermé</i>	<i>ouvert</i>
États de D_1	<i>bloquée</i>	<i>passante</i>
États de D_2	<i>bloquée</i>	<i>passante</i>
$V_{CE} (V)$	<i>0V</i>	<i>12V</i>
$U_{bob} (V)$	<i>12V</i>	<i>0V</i>

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 13 sur 27

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 14 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Partie B : conversion analogique numérique de l'information. (3 points)

Le circuit transmetteur magnétique émet un signal reçu par un capteur, dont le rôle est de permettre l'acquisition et le traitement du signal afin de subir une conversion analogique-numérique en vue d'être traité par le calculateur du véhicule. Le signal acquis est représenté FIGURE 10. Il est alors réalisé un zoom d'une zone de la courbe obtenue.

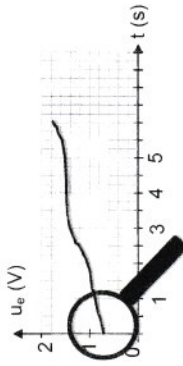


FIGURE 10

La FIGURE 11 représente le zoom d'une zone de la courbe u_e .

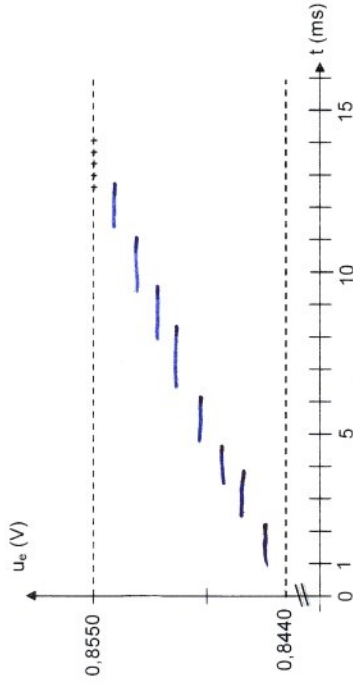


FIGURE 11

- B.1 Montrer que le quantum q du convertisseur est $q = 1,222 \text{ mV}$ en expliquant clairement votre méthode.

*Sur le zoom : l'intervalle de tension est de :
 $0,8550 - 0,8440 = 0,011 \text{ V}$
 Il y a 9 séparations : $q = \frac{0,011 \text{ V}}{9} = 1,22 \times 10^{-3} \text{ V} = 1,22 \text{ mV}$*

- B.2 Le système d'enregistrement est réalisé autour d'un convertisseur à n bits, qui n'accepte que des tensions comprises entre 0 et 5 V. La valeur maximale de la tension U_e U_{max} vaut 5,000 V. Elle est alors égale à la pleine échelle notée PE.

- B.2.1 Donner la relation reliant u_e à la valeur de N donné par le convertisseur exprimée en décimal, puis donner l'expression de u_{max} en fonction de N_{max} .

$$N_{\text{max}} = u_{\text{max}} \times 2^n = \frac{u_e}{q}$$

- B.2.2 Déduire de la question précédente la valeur N_{max} .

$$N_{\text{max}} = 4096$$

- B.2.3 Déterminer le nombre de bits n du convertisseur.

$$2^{12} = 4096 \quad 2^{11} = 2048 \quad \text{donc } n = 12 \text{ bits}$$

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 15 sur 27

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 16 sur 27

Team : Proxite Colonniers Affreux Mousonge

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

B.3 Choisir dans la documentation constructeur ci-dessous le CAN correspondant au convertisseur étudié.

12 bits => ADC122S021



Table 1. Pin-Compatible Alternatives by Resolution and Speed⁽¹⁾

Résolution	50 à 200 ksps
12-bits	ADC122S021
10-bits	ADC102S021
8-bits	ADC082S021

(1) All devices are fully pin and function compatible.

Connection Diagram

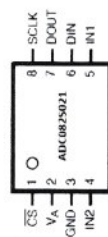


Figure 1. VSSOP Package
See Package Number DGK008A

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 17 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Partie C : moteur à courant continu et sa commande tous deux appartenant à la direction assistée. (8 points)

La direction assistée du véhicule est réalisée autour d'un moteur à courant continu à aimant permanent, alimenté par un pont en H. Nous vous proposons ici de dimensionner le moteur à mettre en place puis d'étudier le variateur de vitesse du moteur.

C.1 Dimensionnement et choix du moteur

Voici une partie du cahier des charges qui a été proposé aux concepteurs du système Park4U.

Cahier des charges :
 Moment du couple mécanique nécessaire sur la colonne de direction :
 $T_c = 18,4 \text{ N}\cdot\text{m}$
 Coefficient de réduction : $r = 23$
 Vitesse de rotation nécessaire en sortie du moteur CC :
 $n = 1450 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$

Le réducteur étant supposé parfait (sans dissipation d'énergie), la relation entre les moments des couples mécaniques est donnée par $T_u = \frac{T_c}{r}$:



C.1.1 Étude mécanique du moteur.

C.1.1.1 Déterminer le couple utile T_u du moteur à courant continu.

$$T_u = \frac{T_c}{r} \quad T_u = \frac{18,4 \text{ N}\cdot\text{m}}{23} = 0,8 \text{ N}\cdot\text{m}$$

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 18 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

$\frac{1}{2} \times 111$
 $\frac{1}{2} \times 111$
 $\frac{1}{2} \times 111$
 $\frac{1}{2} \times 111$
 $\frac{1}{2} \times 111$

C.1.1.2 Déduire de la question précédente la puissance utile P_u du moteur nécessaire en respectant le cahier des charges.

$$P_u = T_u \times \Omega_u \quad \Omega_u = n \times \frac{\pi}{30}$$

$$P_u = T_u \times \frac{\pi}{30} \times n = 0,81 \text{ Nm} \times \frac{\pi}{30} \times 1450 \text{ tr/min} = 121,5 \text{ W}$$

C.1.1.3 Justifier à l'aide du document ci-dessous, le choix du MOTEUR N°2.

couple nominal de 0,81 Nm à 1450 tr/min pour moteur 2

MOTEUR N°1 Caractéristiques électriques et mécaniques	
Tension nominale moteur CC	12 V
Tension d'utilisation	8-16 V
Courant nominal	20 A
Couple nominal	0,90 N·m à 1550 tr·min ⁻¹
Coefficient de couple	0,0228 N·m·A ⁻¹
Coefficient de vitesse	6,1·10 ⁻³ V·(tr·min ⁻¹) ⁻¹
Résistance moteur	0,128 Ω à 20°C
Rendement du moteur	0,62
Température de fonctionnement	-15° à 60°C

MOTEUR N°2 Caractéristiques électriques et mécaniques	
Tension nominale moteur CC	12 V
Tension d'utilisation	10-16 V
Courant nominal	15 A
Couple nominal	0,81 N·m à 1450 tr·min ⁻¹
Coefficient de couple	0,0544 N·m·A ⁻¹
Coefficient de vitesse	7,70·10 ⁻³ V·(tr·min ⁻¹) ⁻¹
Résistance moteur	53 mΩ à 20°C
Rendement du moteur	0,68
Température de fonctionnement	-30°C à 80°C

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

C.1.2 Respect du cahier des charges.

Les caractéristiques nominales ci-dessous proviennent de la fiche technique du MOTEUR N°2.

- Tension d'alimentation nominale $U_N = 12,0 \text{ V}$
- Courant d'induit nominal $I_N = 15,0 \text{ A}$
- Résistance interne du moteur $R = 53 \text{ m}\Omega$
- Rendement nominal du moteur $\eta = 0,680$
- Vitesse de rotation nominale $n_N = 1450 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$

C.1.2.1 Indiquer ce que signifie « caractéristiques nominales ».

Se sont les caractéristiques obtenues quand le moteur est réglé pour fonctionner.

C.1.2.2 Représenter le schéma du modèle équivalent de l'induit du moteur, puis donner la relation entre U, E, R, et I.



C.1.2.3 Déduire la valeur de la fém E_N correspondante.

$$U_N = 12,0 \text{ V} \quad R = 53 \text{ m}\Omega = 5,3 \times 10^{-3} \Omega$$

$$U_N = E_N + R \times I_N \quad \Rightarrow \quad E_N = U_N - R \times I_N$$

$$E_N = 12,0 \text{ V} - 53 \times 10^{-3} \Omega \times 15,0 \text{ A} = 11,2 \text{ V}$$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

C.1.2.4 Montrer que E peut s'écrire $E = k \cdot n$, avec n en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

$E = k \Phi \Omega$. Disjon a une MCC si dimants permanents donc B est constant $\Rightarrow \Phi$ est constant.
Donc $E = k \Phi \times \frac{2\pi}{30} \times n$
Donc $E = k' n$ (\Leftrightarrow) $E = k \times n$

C.1.2.5 Déduire la valeur de k en précisant son unité. La documentation technique vous informe-t-elle sur cette valeur ? Si oui, vous préciserez alors le nom donné par le fabriquant à cette constante.

$k = \frac{E}{n} = \frac{112}{1450} = 7,7 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{b} \cdot \text{min}^{-1}$

C.1.2.6 Calculer la puissance absorbée notée P_{aH} .

*$P_{aH} = U \times I$ $P_{aH} = 12 \text{ V} \times 150 \text{ A}$
 $= 180 \text{ W}$*

C.1.2.7 Déduire le rendement du moteur sachant que $P_{aH} = 122 \text{ W}$. Contrôler la cohérence du résultat obtenu avec les caractéristiques de la fiche technique.

$\eta = \frac{122 \text{ W}}{180 \text{ W}} = 0,68$

C.2 Étude du variateur de vitesse.

Le moteur à courant continu étudié précédemment est alimenté par un pont en H. Ce convertisseur permet de régler à la fois la vitesse de rotation du moteur, ainsi que son sens de rotation. L'électronique du système de commande des différents interrupteurs n'est ici ni étudiée ni représentée. Une inductance de lissage est placée en série avec le moteur, l'ensemble étant modélisé par une charge RLE (voir FIGURE 12).

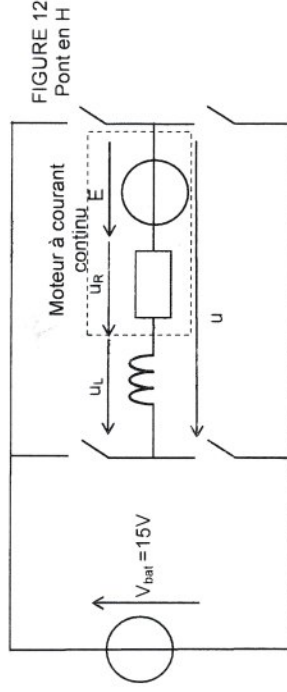


FIGURE 12
Pont en H

C.2.1 Préciser le type de conversion réalisé par ce pont en H.

convertisseur - continu vers alternatif. Buck

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 21 sur 27

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 22 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

C.2.2 On donne :

- Valeur moyenne de la tension u notée $\langle u \rangle$ positive : rotation du moteur en sens horaire, braquage à droite des roues.
- Valeur moyenne de la tension u notée $\langle u \rangle$ négative : rotation du moteur en sens antihoraire, braquage à gauche des roues.

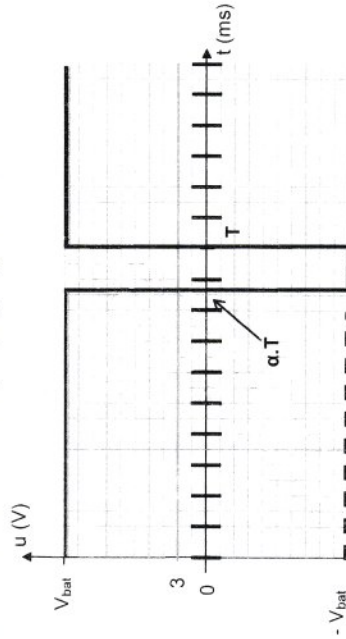


FIGURE 13

Préciser et justifier sans calcul, à l'aide de la tension u représentée FIGURE 13, le sens de rotation du moteur.

u est plus souvent positive donc (u) sera positif donc le moteur tournera dans le sens horaire

C.2.3 Donner le nom de l'appareil permettant de mesurer la valeur moyenne de u , notée $\langle u \rangle$, en précisant le mode (AC, DC ou AC+DC).

*voltmètre en mode DC
Si c'était valeur efficace : (Erreur Root Mean Square)*

C.3 Représentation de la caractéristique n en fonction de α : $n = f(\alpha)$ FIGURE 14.

C.3.1 Calculs préalables.

Donner la valeur de α_d , rapport cyclique de démarrage, ainsi que la valeur de n pour $\alpha = 1$ sachant que $n = 3896\alpha - 2051$ avec n en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$.

Rapport cyclique α	$\alpha_d = 0,526$	$\alpha = 1$
Vitesse n en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$	$n_d = 0$	$n = 1845$



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

C.3.2 Tracer la courbe représentative de la fonction $n = f(\alpha)$ sur le graphe ci-dessous, avec α compris dans l'intervalle : $0,5 < \alpha < 1$.

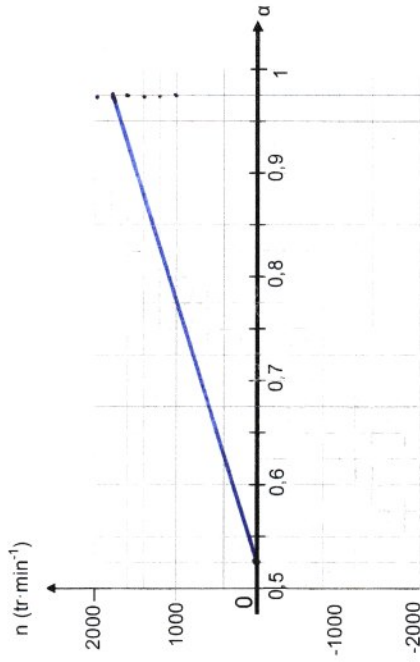


FIGURE 14

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

• Partie D : synthèse. (1 point)

Après avoir détecté la place libre, le conducteur de la voiture enclenche la marche arrière. Le conducteur ne gère plus que le frein et l'accélérateur, alors que le calculateur électronique gère l'orientation des roues et la position du véhicule. En fonction de la distance entre un obstacle et le capteur, nous pourrions savoir s'il y a détection ou non.

Représentation de la zone de détection du capteur C_1 :



Véhicule non détecté



Véhicule détecté par le capteur C_4

Afin de simplifier l'étude générale, nous ne prendrons en compte que les capteurs C_1 , C_2 , C_3 , C_4 du véhicule.

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 25 sur 27

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 26 sur 27

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Soit la séquence décrite ci-dessous (les valeurs retenues sont en gras) :

Capteurs en mode détection	Signe de n	Signe de <u>	Valeur de α (rapport cyclique)	Déplacement du véhicule
C ₁	n = 0	<u> > 0	$\alpha < 0,5$	Ligne droite
C ₂	n > 0	<u> = 0	$\alpha = 0,5$	Recule à gauche
C ₃	n < 0	<u> < 0	$\alpha > 0,5$	Recule à droite
C ₄				
aucun				

Choisir parmi les quatre positions, celle qui doit correspondre à la séquence précédente, puis justifier votre choix.

Position 1	
Position 2	
Position 3	

BTS ATI Unité U32 : Sciences physiques	Durée : 2 h	Session 2016
CODE SUJET : 16ATPHYME1	Coefficient : 2	Page 27 sur 27

Sciences Physiques

Devoir 2

Durée de l'épreuve : 2h

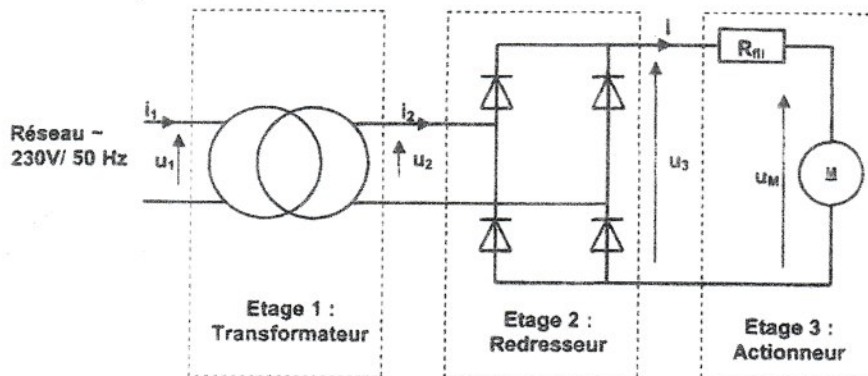
Calculatrice autorisée.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies. Le barème est donné à titre informatif et est susceptible de subir de légères modifications. Vous ne rendrez que les pages 5 et 6 du sujet.

Exercice 1 (5 points)

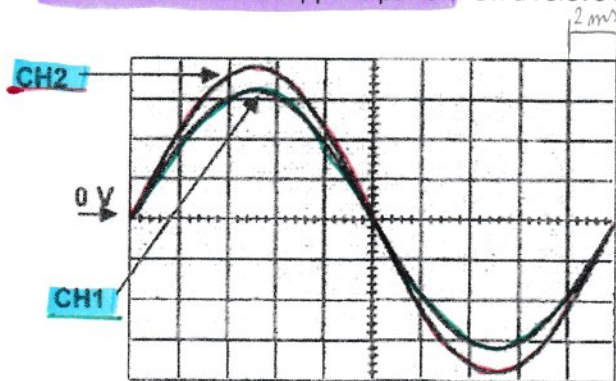
L'étude porte sur un système de store intérieur motorisé.

Schéma simplifié de l'installation :



Les étages 1 et 2 constituent le système d'alimentation du dispositif. Le transformateur est branché sur le réseau (230 V / 50 Hz). L'étage 3 (actionneur) comporte le moteur qui permet de monter ou descendre le store. Le moteur est à courant continu à aimants permanents. R_{fil} modélise la résistance des fils situés entre le dispositif d'alimentation et le moteur.

Le transformateur est supposé parfait. On a relevé l'oscillogramme des tensions u_1 (voie CH1) et u_2 (voie CH2) :



$$5_{mm} \rightarrow 10V$$

$$4 \rightarrow 8V$$

CH1 : 100 V/div, couplage DC ; CH2 : 10 V/div, couplage DC. Base de temps : 2 ms / div

- ✓ 1. Déterminer l'amplitude U_{2max} de la tension u_2 .
- ✓ 2. Déterminer la valeur efficace U_2 de la tension u_2 .
On suppose les diodes parfaites et le courant I constant.
- ✓ 3. Compléter le document en annexe page 5 pour chaque phase de fonctionnement $u_2 > 0$ et $u_2 < 0$.
- en remplaçant chaque diode par un interrupteur ouvert ou fermé selon son état (passante ou bloquée)
- en fléchant le chemin emprunté par le courant I .
On donne le chronogramme de la tension u_2 en annexe page 5.
- ✓ 4. Tracer le chronogramme de la tension u_3 (sur le document annexe page 5).
- ✓ 5. Déterminer la fréquence f de la tension u_3 .
- ✓ 6. Déterminer la valeur efficace U_3 de u_3 en justifiant.
7. Quel élément pourrait-on rajouter en série avec le moteur pour améliorer le lissage du courant ?

Exercice 2 (3 points)

Dans cet exercice, l'ALI est alimenté en ± 15 V.

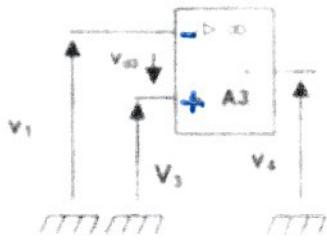


Figure 4

v_1 est la tension triangulaire représentée sur le document réponse 2 (courbe 1) page 5

V_3 est une tension continue.

- ✓ 1) Donner la valeur de la tension v_4 dans le cas où $v_1 > V_3$.
- ✓ 2) Donner la valeur de la tension v_4 dans le cas où $v_1 < V_3$.
- ✓ 3) Représenter sur le document réponse 2 (courbe 3) page 5 la tension $v_4(t)$ en concordance de temps avec $v_1(t)$ dans le cas où $V_3 = 2,5$ V.
- 4) On note α le rapport cyclique : $\alpha = \frac{T_H}{T}$

T_H est la durée de l'état haut de la tension v_4 au cours d'une période T .

Préciser les valeurs de α lorsque $V_3 = -2$ V, $V_3 = 0$ V et $V_3 = 2,5$ V.

Exercice 3 (12 points)

Cet exercice présente le fonctionnement d'un dispositif de mesure du rythme cardiaque (l'étude de ce dispositif n'est que partielle : seules les parties I, III et V seront abordées). Dans tout l'exercice, les amplificateurs opérationnels sont considérés comme idéaux.

I. Etude du détecteur de flux sanguin

Le schéma structurel du détecteur est présenté figure 3.

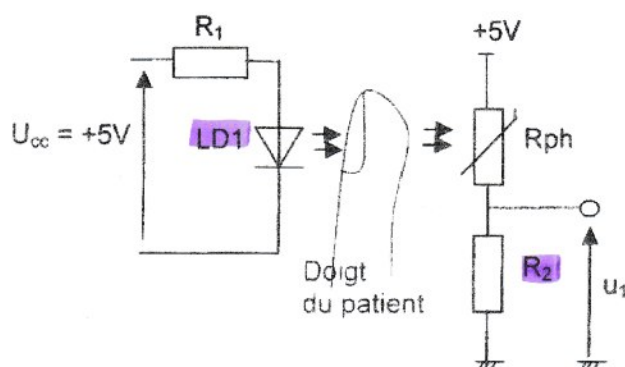


Figure 3

Données : $R_2 = 1$ k Ω .

1. Etude de la source lumineuse.

La source lumineuse est constituée d'une D.E.L. LD1 de couleur blanche dont les caractéristiques sont les suivantes:

- Tension de seuil $U_f = 3,6$ V
- Intensité maximum du courant $I_d = 20$ mA

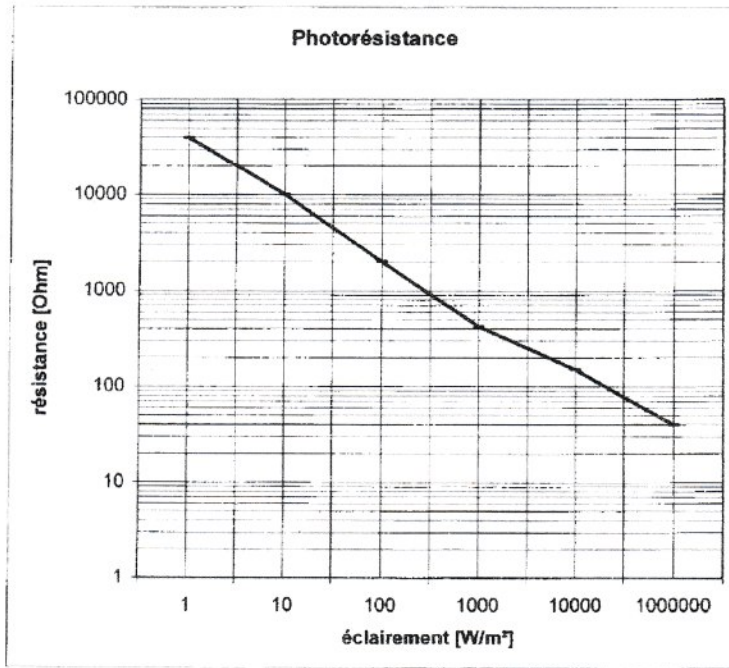
Calculer la valeur de la résistance R_1 qui permet à la D.E.L. de fournir sa puissance maximum.

2. Etude du récepteur photosensible

Le capteur est constitué d'une photorésistance R_{ph} dont les valeurs de la résistance en fonction de l'éclairement sont données en bas de cette page. L'éclairement peut varier en fonction du volume sanguin de la valeur $E_{min} = 1 \text{ W/m}^2$ (volume sanguin maximum) à la valeur $E_{max} = 10 \text{ W/m}^2$ (volume sanguin minimum)

2.1 Relever sur la courbe ci-dessous les valeurs extrêmes de la résistance de la photorésistance correspondant à E_{max} et E_{min} . On les notera R_{min} (valeur minimale) et R_{max} (valeur maximale).

2.2 En déduire les valeurs maximales U_{1max} et minimale U_{1min} entre lesquelles peut évoluer u_1
Caractéristique de la photorésistance



III. Etude de l'amplificateur

Le schéma structurel de l'amplificateur est présenté figure 5.

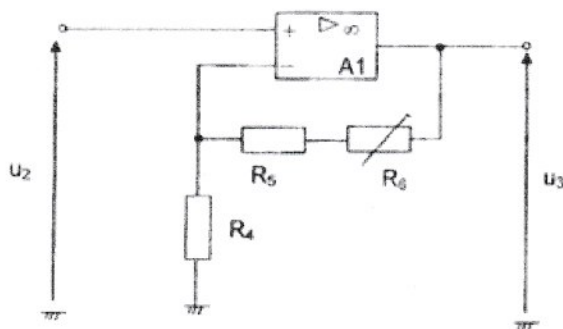


Figure 5

Données : R_6 est une résistance ajustable de 0 à 470 k Ω .

$R_5 = 33 \text{ k}\Omega$ $R_4 = 4,7 \text{ k}\Omega$

- ✓ 1. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel A1 ? Justifier la réponse.
- ✓ 2. Exprimer la tension de sortie u_3 en fonction de la tension d'entrée u_2 telle que $u_3 = A_V u_2$.
- ✓ 3. Donner l'expression de A_V en fonction de R_4 , R_5 et R_6 .
- ✓ 4. Calculer les valeurs extrêmes de A_V notées A_{Vmin} et A_{Vmax} .
- ✓ 5. Calculer la valeur de R_6 qui permet d'avoir la valeur de $A_V = 10$.

V. Etude de la conversion durée-tension

Le schéma structurel du circuit "convertisseur durée-tension" est représenté figure 7 ci-dessous. L'amplificateur opérationnel A3 est alimenté entre les tensions $+V_{CC}$ et $-V_{CC}$ avec $V_{CC} = 10\text{ V}$.

Le transistor T1 fonctionne en commutation. On indique que $V_{CE\text{ sat}} = 0\text{ V}$ et $V_{BE\text{ sat}} = 0,6\text{ V}$. Le coefficient d'amplification vaut 100. La question 12 est indépendante des autres.

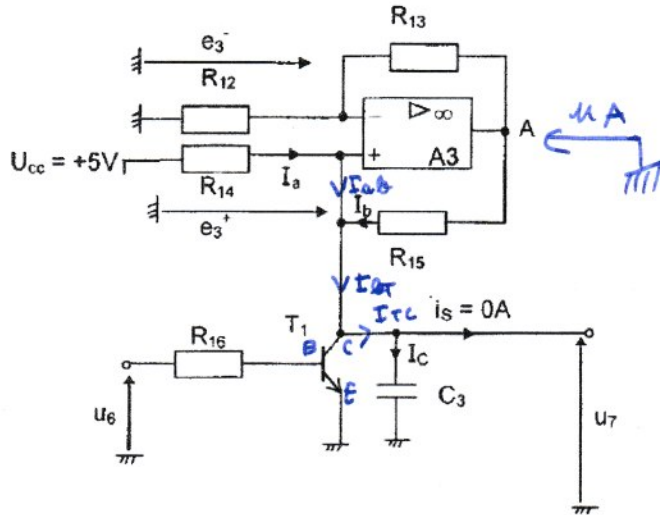


Figure 7

Données : $R_{12} = R_{13} = R_{14} = R_{15} = R = 12,5\text{ k}\Omega$
 $R_{16} = 4,7\text{ k}\Omega$
 $C_3 = 100\text{ }\mu\text{F}$

Le régime de fonctionnement du circuit A3 est linéaire.

Le transistor T1 est bloqué.

1. Donner la relation qui lie les tensions e_3^- et e_3^+ .
2. Donner la relation qui lie la tension e_3^- et le potentiel au point A que l'on notera u_A .
3. Exprimer le courant I_a en fonction des tensions e_3^+ , U_{CC} et de la résistance R_{14} .
4. Exprimer le courant I_b en fonction des tensions e_3^+ , u_A et de la résistance R_{15} .
5. Justifier la relation $I_C = I_a + I_b$.
6. En déduire une expression du courant I_C en fonction de U_{CC} et R .
7. Calculer la valeur numérique de I_C .
8. Exprimer la relation qui lie u_7 à C_3 , I_C et le temps t . Justifier la réponse.
9. Pour $I_C = 400\text{ }\mu\text{A}$, donner la valeur de la vitesse de variation (en V/s) de u_7 .
10. Le transistor T1 est saturé. Donner la valeur de la tension u_7 .
11. Tracer le chronogramme de la tension u_7 sur le document réponse 2.
12. On indique que $U_6 = 6\text{ V}$. Déterminer la valeur de i_6 , courant qui arrive sur la base du transistor. L'hypothèse du transistor saturé est-elle vérifiée (on suppose que le courant $I_{C\text{ sat}} = 400\text{ }\mu\text{A}$) ?

Aide pour la question 8 : commencer par donner l'expression de I_C en fonction de u_7 . Utiliser ensuite le fait que I_C est constant pour exprimer u_7 en fonction de I_C , de C_3 et du temps t .

Galbert
Victor
A2

Sciences physiques
Devoir 1

le 19/09/2022

11,5/20 Tu peux faire mieux que cela!

ex. 7: 2

0,15 Pice transistor T est un transistor NPN de la famille des semi-conducteurs.

0,5 2) Comme $u_5 > 12V$, le transistor laisse passer le courant, la tension à laquelle est soumise l'électrovanne est entre les potentiels $V_{cc} = 12V$ et la masse = 0V. Donc cette tension est de 12V.

0,5 B) Comme la tension aux bornes de la vanne est de 12V, elle est ouverte.

0,5 C) Dans la boucle de V_{cc} jusqu'à la masse, il n'y a que l'électrovanne comme composant, $I_c = 100mA$.

3) a) $R_8 = 1000 \Omega$ Loi d'Ohm: $V = R \times I$

~~$i_B = \frac{u_5}{R_8}$~~ $i_B = \frac{12V}{1000\Omega} = 0,012A$ $\Leftrightarrow I = \frac{V}{R}$

NON

Donc $i_B = 12mA$.

b) $\beta = 100$ $100 \times 12mA = 1200mA > 100mA$
 ~~$i_B \times \beta > i_c$~~ Donc l'hypothèse sur la saturation du transistor est correcte.

Encore de
raisonnement

$$u_5 = 0V$$

4) a) Comme $u_5 = 0V$, le transistor T bloque le courant i_c .

0,75 b) i_c vaut donc 0A.

c) Donc la vanne est fermée.

Exercice 2: 55

A1.1) Selon le graphique: $V_{max} = 300mV = 0,3V$
et $V_{min} = -300mV = -0,3V$.

Sur le graphique, la tension en fonction de l'angle est représentée par une droite passant par l'origine. Les deux grandeurs sont donc proportionnelles. On peut écrire cette relation avec $v = k \times \theta$.

$$k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{-0,3V - 0,3V}{30^\circ - (-10^\circ)} = \frac{-1,2V}{40^\circ} = -0,03V/^\circ$$

On a donc $k = -0,03V/^\circ$.

A1.2.1) A01 considéré parfait et la sortie de A01 reboucle sur son entrée inverseuse donc $V^+ = V^-$

Comme la sortie est directement reliée à V^- par un câble, $V_1 = V^-$

On a donc $V_1 = V^- = V^+ = V$

Donc $V_1 = V$. (si $V_1 < V_{cc+}$ et $V_1 > V_{cc-}$)

Ce montage permet d'avoir la même tension qu'au départ, c'est un montage suiveur.

A1.2.2) La sortie de A02 reboucle sur son entrée inverseuse donc ce montage est en régime linéaire.

Avec Millman:

$$\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} - i_2 = V^- = V^+ = 0V \Leftrightarrow \frac{v_1 + v_2}{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}} = 0V \Leftrightarrow \frac{v_1 R_2 + v_2 R_1}{R_1 R_2} \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 0V$$

$$\Leftrightarrow \frac{v_1 R_2 + v_2 R_1}{R_1 + R_2} = 0V \Leftrightarrow \frac{v_2 R_1}{R_1 + R_2} = -\frac{v_1 R_2}{R_1 + R_2} \Leftrightarrow v_2 = -\frac{v_1 R_2 \times (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 R_1}$$

AO2 parfaite donc $i_2^+ = i_2^- = 0A$

1,15

$$\Leftrightarrow v_2 = -v_1 \times \frac{R_2}{R_1}$$

Le montage 2 est donc un amplificateur inverse. Il amplifie la tension tout en la changeant de sens.

A1.2.3) On veut $v_2 = +10V$ avec $\theta = +2^\circ$

On a $R_1 = 3k\Omega = 3000\Omega$

A l'aide des réponses précédentes, on a:

$$v_2 = -v_1 \times \frac{R_2}{R_1} = -v \times \frac{R_2}{R_1} = -k \times \theta \times \frac{R_2}{R_1}$$

$$\Leftrightarrow R_2 = \frac{-v_2 \times R_1}{k \times \theta}$$

0,25

$$R_2 = \frac{-10V \times 3000\Omega}{-0,03V/^\circ \times 2^\circ} = 50 \times 10^4 \Omega = 50k\Omega$$

Donc la valeur de la résistance R_2 doit être de $50k\Omega$.

A1.2.4)

$$\text{On a } v_2 = -k \times \theta \times \frac{R_2}{R_1} \quad v_2 = 0,03V/^\circ \times \theta \times \frac{50}{3}$$

$$\Leftrightarrow v_2 = 0,5 \times \theta$$

0,5

On trace donc la droite passant par l'origine ayant pour coefficient directeur 0,5 soit $\frac{1}{2}$.

A2.1.1) La sortie de l'AO3 ne reboucle pas sur la sortie inverseuse donc l'AO3 n'est pas en régime linéaire mais saturé.

0,75

D'après l'énoncé, "les tensions de saturation des amplificateurs opérationnels sont confondues avec les tensions d'alimentation". Or on a $\pm V_{cc} = \pm 15V$

Donc les valeurs possibles pour la tension de sortie V_3 sont $V_{3sat}^+ = +15V$ et $V_{3sat}^- = -15V$.

ALI idéal donc:
 $i^+ = i^- = 0A$

A 2.1.2) Millman:
$$\frac{-i^+ + \frac{V_3}{R_4} + \frac{E}{R_3}}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3}} = V^+ = \frac{V_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 \times R_4} \times \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}$$

$$\Rightarrow V^+ = \frac{V_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 + R_4}$$

$$\Rightarrow V^- = \frac{V_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 + R_4}$$

Pour $v_3 = v_3^+ = 15V$:

$$v^+ = \frac{15V \times 1000\Omega + 2,25V \times 16000\Omega}{1000\Omega + 16000\Omega} = 3V$$

0,75

Pour $v_3 = v_3^- = -15V$

$$v^- = \frac{-15V \times 1000\Omega + 2,25V \times 16000\Omega}{1000\Omega + 16000\Omega} = -3V$$

impossible

A 2.1.3)
$$u_d = v_2 - v^+$$

A 2.1.4)
$$u_d = v_2 - \left(\frac{v_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 + R_4} \right)$$

A 2.1.5) Soit $u_d > 0 \Leftrightarrow v_2 > v^+$

$$\Leftrightarrow v_2 > \frac{v_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 + R_4} \Leftrightarrow v_2 \times (R_3 + R_4) > v_3 \times R_3 + E \times R_4 \text{ car } R_3 > 0 \text{ et } R_4 > 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{v_2 \times (R_3 + R_4) - E \times R_4}{R_3} > v_3 \rightarrow v_2 > 3V$$

0,25 A 2.1.6

0,25 A 2.1.7) Ce montage est un comparateur à hystérésis.

Victor exercice 3: 1,75

1) Quand $V_1 > V_3$, $V_4 = -V_{sat} = -75V$

2) Quand $V_1 < V_3$, $V_4 = +V_{sat} = 75V$

3) $\alpha = \frac{T_H}{T}$

$V_3 = 2,5V : \alpha = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$

$V_3 = 0V : \alpha = \frac{0}{12} = 0$

$V_3 = 7,5V : \alpha = \frac{12}{12} = 1$

→ nb de courbes sur le graph.

4) Ce montage se nomme comparateur simple.

exercice 4: 2,25

* A3 A.I. idéal donc $i^- = i^+ = 0A$ et sortie reboucle sur entrée inverseuse donc A3 en régime linéaire et $V^+ = V^-$

1) millman: $v_3^+ = \frac{-i_3^+ + \frac{0}{R_2} + \frac{U_C}{R_1}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}} = \frac{U_C}{R_1} \times \frac{R_2 \times R_1}{R_2 + R_1} = \frac{U_C \times R_2}{R_1 + R_2}$

On a donc $v_3^+ = \frac{U_C \times R_2}{R_1 + R_2}$

2) $v_3^- = \frac{-i_3^- + \frac{U_E}{R_1} + \frac{V_S}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{(U_E \times R_2 + V_S \times R_1) \times \frac{R_2 \times R_1}{R_2 + R_1}}{R_2 \times R_1} = \frac{U_E \times R_2 + V_S \times R_1}{R_2 + R_1}$

Donc $v_3^- = \frac{U_E \times R_2 + V_S \times R_1}{R_2 + R_1}$

3) * On a $V_3^+ = V_3^-$ donc $\frac{U_C \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U_E \times R_2 + V_S \times R_1}{R_2 + R_1}$

$\Leftrightarrow U_C \times R_2 = U_E \times R_2 + V_S \times R_1$

$\Leftrightarrow V_S \times R_1 = U_E \times R_2 - U_C \times R_2 \Leftrightarrow V_S = \frac{R_2}{R_1} \times (U_E - U_C)$

Exercice 2:

Partie B

$$B1.1.1) |Z_c| = \left| \frac{1}{j\omega C} \right| = \frac{1}{\omega C} \quad Z_c = \frac{1}{j\omega C}$$

Si $f \rightarrow 0$, $Z_c \rightarrow +\infty$: le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.

Si $f \rightarrow +\infty$, $Z_c \rightarrow 0$: le condensateur se comporte comme un interrupteur fermé.

$$B1.1.2) V_4 = -\frac{R_7}{R_6} \times V_2 \quad \text{si } f \rightarrow 0, \text{ amplificateur inverseur}$$
$$\text{si } f \rightarrow +\infty, V_4 = 0$$

En haute fréquence, il n'y a pas de signal en sortie ($V_4 = 0$) alors qu'en basse fréquence $V_4 = -\frac{R_7}{R_6} \times V_2 \Rightarrow$ filtre passe bas

$$B1.2.1) Y_c = \frac{1}{Z_c} = j\omega C_1 \quad \frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{Z_c} + \frac{1}{Z_{R7}} \Leftrightarrow Y_{eq} = Y_c + Y_{R7}$$
$$Y_{eq} = j\omega C + \frac{1}{R_7} \quad B1.2.2)$$

$$I = \frac{V_4}{V_2} \quad V^- = \frac{\frac{V_2}{R_6} + \frac{V_4}{Z_{eq}}}{\frac{1}{R_0} + \frac{1}{Z_{eq}}} \quad \rightarrow 0 \text{ car ALI idéal}$$

Car ALI idéal en régime linéaire $\Rightarrow V^- = V^+$ or $V^+ = 0 \Rightarrow V^- = 0$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{R_6} + \frac{V_4}{Z_{eq}} = 0 \quad I = \frac{V_4}{V_2} = -\frac{Z_{eq}}{R_6} = -\frac{1}{R_6 \times Y_{eq}}$$

$$I = -\frac{1}{\frac{R_6}{R_7} + j\omega R_6 C_1}$$

B1.2.3) En régime continu, $f = 0$ donc $\omega = 0$

$$\Rightarrow I = -\frac{1}{\frac{R_7}{R_6}} = -\frac{V_4}{V_2} \quad \text{donc } V_4 = -V_2 \text{ si et seulement si } R_7 = R_6$$

Galbert Victor

Sciences physiques
Correction Devoir surveillé 1

le 9/10/2022

Exercice 1:

1) Le transistor T est un composant semiconducteur, c'est plus précisément un transistor bipolaire NPN.



car courant vers collecteur

2) a) $U_5 = 12V$ transistor T saturé $V_{CEsat} = 0V$
 $V_{CC} = 12V$
 $U_{\text{électrovanne}} = V_{CC} - V_E - V_{CE}$
 $U_{\text{électrovanne}} = 12V - 0V - 0V$
 $U_{\text{électrovanne}} = 12V$

2) b) Sous une tension de 12V, la vanne s'ouvre.
 $U_{\text{électrovanne}} = 12V$ donc la vanne est ouverte

2) c) Sous une tension de 12V, la vanne s'ouvre et l'intensité du courant i_C absorbée vaut 100 mA.

$i_C = 100mA$



3) a) $R_B = 1k\Omega = 1 \times 10^3 \Omega$ transistor passant donc $V_{BE} = 0.7V$

$U_5 = U_{R_B} + V_{BE} \Leftrightarrow U_{R_B} = U_5 - V_{BE}$

$i_B = \frac{U_{R_B}}{R_B} = \frac{U_5 - V_{BE}}{R_B}$

$i_B = \frac{12V - 0.7V}{1 \times 10^3 \Omega} = \frac{11.3V}{10^3 \Omega}$

$i_B = \frac{U_{R_B}}{R_B}$

$i_B = 11.3 \times 10^{-3} A = 11.3 mA$

3) b) $\beta = 100$

$i_{Bsat} = \frac{i_{Csat}}{\beta}$

Pour que T soit saturé, il faut que $i_B > i_{Bsat}$

Si le transistor est saturé, $i_C = i_{Csat}$

On veut donc trouver $i_B > \frac{i_C}{\beta}$

$\frac{i_C}{\beta} = \frac{100mA}{100} = 1mA$

$i_B = 11.3mA > 1mA$ donc $i_B > \frac{i_C}{\beta}$

Donc l'hypothèse sur la saturation du transistor est correcte.

(on a même $i_B > 2 \times i_{Bsat}$)

4) a) $u_5 = 0V$ $i_B = \frac{u_{R8}}{R8}$ et $u_{R8} = u_5 - V_{BE}$
 donc $u_{R8} = -V_{BE}$

En l'absence de générateur de tension, $u_{R8} = 0V = V_{BE}$

Donc $i_B = \frac{0V}{10^3 \Omega} = 0A$

$i_B = 0A$ et $u_5 = 0V$ Donc le transistor est bloqué.

4) b) T bloqué donc $i_B = i_C = i_E = 0A$

$i_C = 0A$

4) c) En l'absence d'alimentation, la vanne est fermée. $i_C = 0A$, alors l'électrovanne n'est pas alimentée. Donc la vanne est fermée.

Exercice 2:

A.1.1) Graphiquement: $V_{max} = 300 mV = 0,3V$
 $V_{min} = -900 mV = -0,9V$

Sur le graphique, la tension en fonction de l'angle est représentée par une droite passant par l'origine. On est donc en présence d'une situation de proportionnalité. On peut donc écrire la relation entre la tension et l'angle avec $v = k \times \theta$.

$k = \frac{v_2 - v_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{-0,9V - 0,3V}{30^\circ + 10^\circ} = \frac{-1,2V}{40^\circ} = -\frac{0,6}{20} = -\frac{3}{100}$

$k = -0,03V/^\circ$

A.1.2.1) La sortie de l'A.O.1 reboucle sur son entrée inverseuse. Donc A.O.1 est en régime linéaire. L'A.O.1 est considérée parfaite et est en régime linéaire donc $V^+ = V^-$.

$v = V^+ \quad v_1 = v_5 = V^- \quad \text{or } V^+ = V^-$

↑ car sortie connectée à entrée - par un câble.



Donc $v_1 = v$ (tant que $V_{cc}^- < v < V_{cc}^+$)

Ce montage permet d'avoir la même valeur de tension en entrée qu'en sortie. Il s'agit d'un montage suiveur, sans faire passer du courant dans le capteur.

A1.2.2) La sortie de l'A02 reboucle sur son entrée inverseuse. Donc l'A02 est en régime linéaire. De plus, l'A02 est parfait et en régime linéaire donc $V^+ = V^-$. Enfin, l'A02 est parfait donc $i^- = i^+ = 0A$.

Avec Millman: $V^- = \frac{\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} - i^-}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$ On a $V^+ = 0V$

$$0V = \frac{\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}}{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}} = \left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} \right) \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{v_1 R_2 + v_2 R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{v_2 R_1}{R_1 + R_2} = - \frac{v_1 R_2}{R_1 + R_2} \Leftrightarrow v_2 R_1 = -v_1 R_2 \Leftrightarrow v_2 = -v_1 \times \frac{R_2}{R_1}$$

Le montage 2 est donc un amplificateur inverseur. Il amplifie la tension d'entrée et inverse son sens.

A1.2.3) $v_2 = +1,0V$ $\theta = +2^\circ$ $R_1 = 3k\Omega = 3 \times 10^3 \Omega$

$$v_1 = v = -0,03V/^\circ \times \theta$$

$$v_2 = -v_1 \times \frac{R_2}{R_1} \Leftrightarrow -\frac{v_2}{v_1} \times R_1 = R_2 \Leftrightarrow R_2 = -\frac{v_2}{-0,03V/^\circ \times \theta} \times R_1$$

$$\Leftrightarrow R_2 = \frac{v_2 \times R_1}{0,03V/^\circ \times \theta}$$

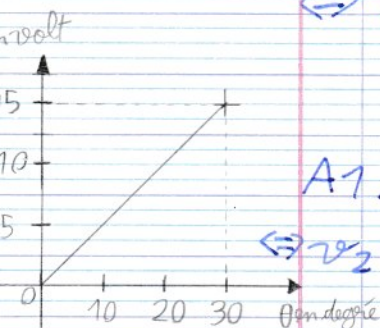
$$R_2 = \frac{1,0V \times 3 \times 10^3 \Omega}{0,03V/^\circ \times 2^\circ} = \frac{3 \times 10^3}{3 \times 10^{-2} \times 2} = \frac{10^5}{2}$$

$$R_2 = 50\,000 \Omega = 50 k\Omega$$

A1.2.4) $v_2 = -v_1 \times \frac{R_2}{R_1} = -(-0,03V/^\circ) \times \theta \times \frac{R_2}{R_1}$

$$\Leftrightarrow v_2 = 0,03V/^\circ \times \theta \times \frac{50 \times 10^3 \Omega}{3 \times 10^3 \Omega} = 0,5 \times \theta \quad \text{avec } 0^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$$

$0,5 \times 0^\circ = 0V$ $0,5 \times 30^\circ = 15V$ Donc la tension v_2 est représentée par une droite de coefficient directeur 0,5, passant par l'origine et par (30; 15).



A2.1) La sortie de l'A03 ne reboucle pas sur son entrée inverseuse. Donc l'A03 n'est pas en régime linéaire (il est en régime saturé). Selon l'énoncé, "les tensions de saturation des amplificateurs opérationnels sont confondues avec les tensions d'alimentation". On a $\pm V_{cc} = \pm 15V$. Donc les valeurs possibles pour la tension de sortie V_3 sont $V_3^+_{sat} = +15V$ et $V_3^-_{sat} = -15V$.

A2.1.2) $E = 2,25V$ $R_3 = 1k\Omega = 10^3\Omega$ $R_4 = 16k\Omega = 16 \times 10^3\Omega$
 Comme l'A03 est considéré parfait, $i^+ = i^- = 0A$
 Avec Millman: $V^+ = \frac{-i^+ + \frac{v_3}{R_4} + \frac{E}{R_3}}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3}}$ $V^+ = \frac{\frac{v_3}{R_4} + \frac{E}{R_3}}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3}}$

$$\Leftrightarrow V^+ = \left(\frac{v_3}{R_4} + \frac{E}{R_3} \right) \times \frac{R_4 \times R_3}{R_3 + R_4} = \frac{v_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 + R_4}$$

$$V^+ = \frac{v_3 \times 10^3\Omega + 2,25V \times 16 \times 10^3\Omega}{10^3\Omega + 16 \times 10^3\Omega} = \frac{10^3 \times (v_3 + 2,25 \times 16)}{10^3 \times (1 + 16)}$$

$$V^+ = \frac{v_3 + 36}{17} \quad \text{Pour } v_3 = v_{3,sat}^+ = 15V: V_A^+ = \frac{15 + 36}{17}$$

$$\boxed{V_A^+ = 3V}$$

$$\text{Pour } v_3 = v_{3,sat}^- = -15V: V_B^+ = \frac{-15 + 36}{17}$$

$$\boxed{V_B^+ = 1,24V}$$

A2.1.3) u_d est nommée la tension différentielle.

$$v_2 = V^+ - u_d \Leftrightarrow u_d = V^+ - v_2$$

$$A2.1.4) u_d = \frac{v_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 + R_4} - v_2$$

$$A2.1.5) \text{ Si } u_d > 0: \frac{v_3 \times R_3 + E \times R_4}{R_3 + R_4} - v_2 > 0$$

Sciences Physiques

Devoir 1

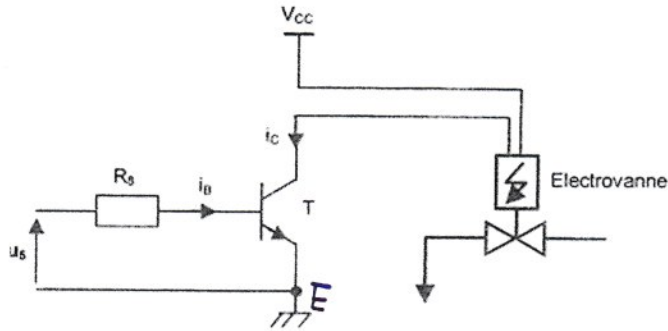
Durée de l'épreuve : 2h

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 et est susceptible d'être modifié. **Vous ne rendrez que la page 6 du sujet avec votre copie.**

Exercice 1 (4,5 points)

La tension u_5 représentée ci-dessous provient d'un comparateur à hystérésis. Elle permet de commander une électrovanne par l'intermédiaire d'un transistor T fonctionnant en commutation.



Caractéristiques de l'électrovanne :

- En l'absence d'alimentation, la vanne est fermée.
- Sous une tension de 12 V, la vanne s'ouvre et l'intensité du courant i_C absorbé vaut 100 mA.

Caractéristiques du transistor :

- $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ (transistor passant)
- Amplification en courant : $\beta = 100$
- $V_{CE \text{ sat}} = 0$

On indique que $V_{CC} = 12\text{V}$. La tension u_5 peut prendre les valeurs 0 V ou 12 V.

1) Quelles sont la famille et le type de transistor T utilisé ?

On considère $u_5 = 12 \text{ V}$. On suppose que le transistor T est à l'état saturé.

2)a) A quelle tension l'électrovanne est-elle soumise ?

2)b) En déduire l'état de la vanne (ouverte ou fermée).

2)c) Que vaut alors l'intensité du courant i_C ?



3)a) On donne $R_8 = 1 \text{ k}\Omega$. En déduire l'intensité du courant i_B .

3)b) L'hypothèse sur la saturation du transistor est-elle correcte ? Justifier.

On considère $u_5 = 0 \text{ V}$.

4)a) Quel est l'état du transistor T ?

4)b) Que vaut alors l'intensité du courant i_C ?

4)c) En déduire l'état de la vanne (ouverte ou fermée).

Exercice 2 (10,5 points)

Cet exercice a pour objet l'étude d'un gyropode, également appelé trottinette (nom utilisé dans la suite de l'exercice).

Le basculement du guidon vers l'avant permet de déclencher une phase d'accélération et vers l'arrière une phase de décélération.

A l'arrêt, le guidon est vertical.



Pour tout l'exercice :

Les valeurs instantanées des grandeurs variables au cours du temps sont notées v pour $v(t)$, i pour $i(t)$, ...

Tous les composants sont considérés comme parfaits:

- les tensions de saturation des amplificateurs opérationnels sont confondues avec les tensions d'alimentation.

Tous les amplificateurs opérationnels du système sont alimentés par des tensions considérées constantes:

$\pm V_{CC} = \pm 15\text{V}$

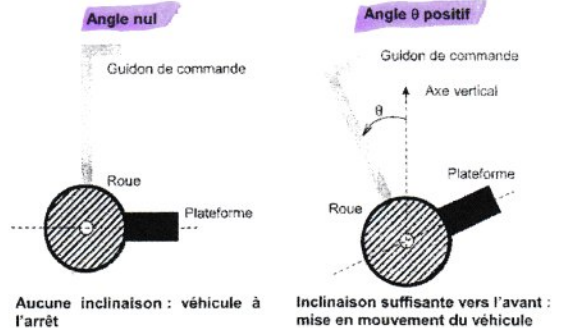


Figure n°1

PARTIE A :

Capteur d'inclinaison et mise en marche de la trottinette.

A1 Mise en forme du signal issu du capteur.

Le capteur d'inclinaison délivre une tension continue v , proportionnelle à l'angle θ formé par l'axe vertical et le tube de maintien du guidon (voir figure n° 1). La caractéristique du capteur est représentée ci-dessous (figure n° 2).

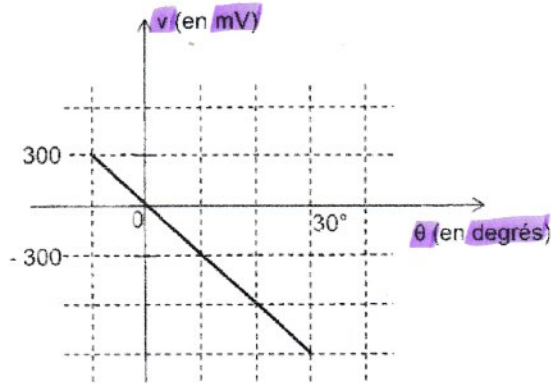


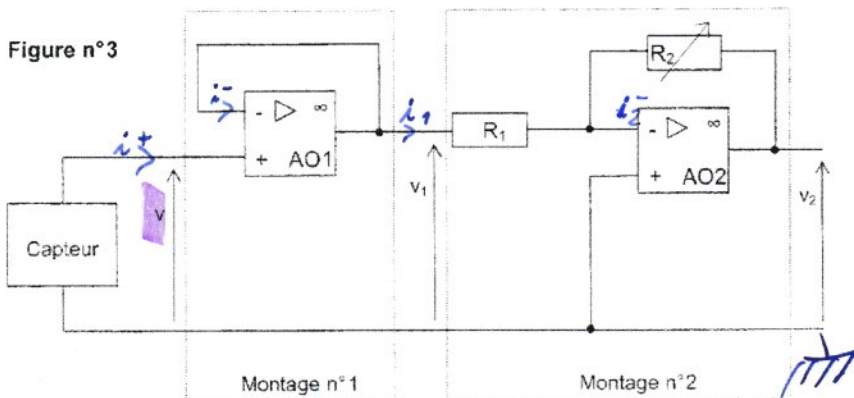
Figure n° 2

Des butées mécaniques limitent les variations de θ entre -10° et $+30^\circ$

A1.1 Déterminer la valeur maximale notée V_{max} et la valeur minimale notée V_{min} de la tension v en sortie du capteur.

Entre les limites imposées par les butées, montrer que la caractéristique du capteur peut s'écrire $v = k.\theta$ avec $k = -0,03 \text{ V / } ^\circ$, avec v en volt et θ en degré.

A1.2 La tension v est appliquée à l'entrée du montage à amplificateurs opérationnels de la figure n° 3.



A1.2.1 Etude du montage n°1 figure n°3

Exprimer v_1 en fonction de v .
Indiquer le nom et le rôle de ce montage.

A1.2.2 Etude du montage n°2 figure n°3

Ce montage fonctionne-t-il en régime linéaire ? Justifier votre réponse.

Montrer que, dans ce régime de fonctionnement, la tension v_2 peut s'exprimer en fonction de la tension v_1 et des résistances R_1 et R_2 de la façon suivante :

$$v_2 = -\frac{R_2}{R_1} \cdot v_1$$

Quelle est alors la fonction réalisée ?

A1.2.3 Etude de l'ensemble

On souhaite obtenir une tension v_2 égale à $+1,0 \text{ V}$ lorsque l'angle d'inclinaison est de $+2$ degrés. On donne $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$, quelle doit être la valeur de la résistance R_2 ?

A1.2.4 Caractéristique

Tracer, sur le document réponse n° 1 à rendre avec la copie, l'allure de la courbe donnant la tension v_2 en fonction de l'angle θ , pour $0^\circ \leq \theta \leq +30^\circ$. Vous justifierez votre tracé.

A2.1 Comparateur (montage n°3)

Il est représenté ci-dessous (figure n°4)

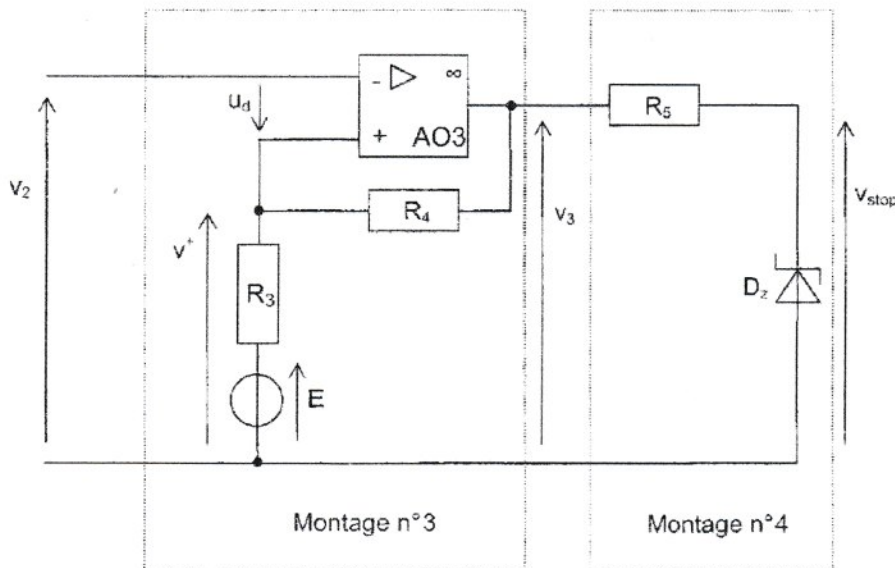




Figure n°4

A2.1.1 L'amplificateur opérationnel AO3 fonctionne-t-il en régime linéaire ? Justifier la réponse.
Quelles sont les valeurs possibles pour la tension de sortie v_3 ?

 **A2.1.2** Exprimer la tension v^+ en fonction de E , v_3 , R_3 et R_4 .
On donne $E = 2,25 \text{ V}$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_4 = 16 \text{ k}\Omega$.
Calculer les valeurs prises par la tension v^+ pour les valeurs possibles de la tension v_3 .

A2.1.3 Quel nom porte la tension u_d ? Exprimer u_d en fonction des tensions v^+ et v_2 .

A2.1.4 Dédire des questions précédentes l'expression de u_d en fonction de v_2 , E , v_3 , R_3 et R_4 .

 **A2.1.5** Pour $u_d > 0$, écrire l'expression vérifiée par v_2 . Montrer que le seuil de basculement (noté V_{2h}) vaut 3 V.
Pour $u_d < 0$, écrire l'expression vérifiée par v_2 . Montrer que le seuil de basculement (noté V_{2b}) vaut environ 1,24 V.

A2.1.6 Sachant que les seuils de basculement valent respectivement 1,24 V et 3 V, tracer sur le **document réponse n° 1 à rendre avec la copie**, l'allure de la caractéristique de transfert $v_3 = f(v_2)$ de ce montage.
En déduire la largeur de plage décrite par la tension v_2 lors d'un cycle ?

A2.1.7 Quel est le nom de ce montage n°3 ?



PARTIE B :
Etude du moteur de sa commande

B1 Etude du signal gérant la variation de vitesse du moteur

L'étude est faite pour un angle d'inclinaison $\theta = 16^\circ$.
Dans ces conditions la tension v_2 correspondante vaut +8 V.

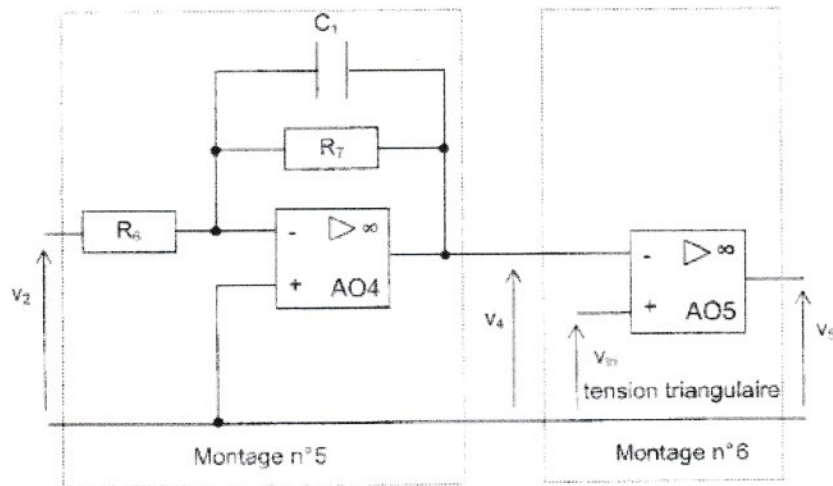


Figure n°5

B1.1 Etude qualitative du montage n°5

L'étude est faite en régime sinusoïdal à la fréquence f . Aux tensions $v_2(t)$ et $v_4(t)$ sont associées les grandeurs complexes \underline{V}_2 et \underline{V}_4 .

On note \underline{T} la fonction de transfert complexe du filtre : $\underline{T} = \frac{\underline{V}_4}{\underline{V}_2}$

On rappelle que l'admittance est l'inverse de l'impédance.

B1.1.1 Rappeler l'expression du module Z_C de l'impédance complexe du condensateur C_1 , considéré comme parfait.

Quelles sont les valeurs prises par Z_C lorsque la fréquence f tend vers 0 puis vers l'infini ? En déduire les schémas équivalents du condensateur à ces fréquences limites.

B1.1.2 Déduire de la question précédente la nature du filtre réalisé par le montage n°5.

B1.2 Fonction de transfert du filtre

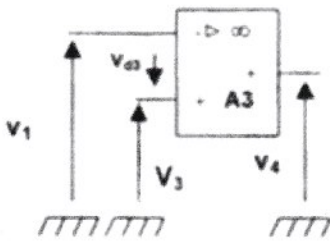
B1.2.1 Rappeler l'expression de l'admittance complexe d'un condensateur parfait.

B1.2.2 Déterminer l'expression de l'admittance complexe \underline{Y}_{eq} équivalente à l'association de la résistance R_7 et du condensateur C_1 en fonction de R_7 , C_1 et ω .

Exprimer la fonction de transfert complexe \underline{T} en fonction de R_6 et \underline{Y}_{eq} puis en déduire son expression en fonction de R_6 , R_7 , C_1 et ω .

B1.2.3 En régime continu, on souhaite que les tensions v_4 et v_2 soient opposées : $v_4 = -v_2$. En déduire une relation entre les résistances R_6 et R_7 .

Exercice 3 (3 points)



*ali idéal
alimenté en $\pm 15V$*

Figure 4

v_1 est la tension triangulaire représentée sur le document réponse 2 (courbe 1) page 6

V_3 est une tension continue.

- 1) Donner la valeur de la tension v_4 dans le cas où $v_1 > V_3$.
- 2) Donner la valeur de la tension v_4 dans le cas où $v_1 < V_3$.

- 3) Représenter sur le document réponse 2 (courbe 3) la tension $v_4(t)$ en concordance de temps avec $v_1(t)$ dans le cas où $V_3 = 2,5 V$.

la tension $v_4(t)$ en

- 4) On note α le rapport cyclique : $\alpha = \frac{T_H}{T}$

T_H est la durée de l'état haut de la tension v_4 au cours d'une période T .

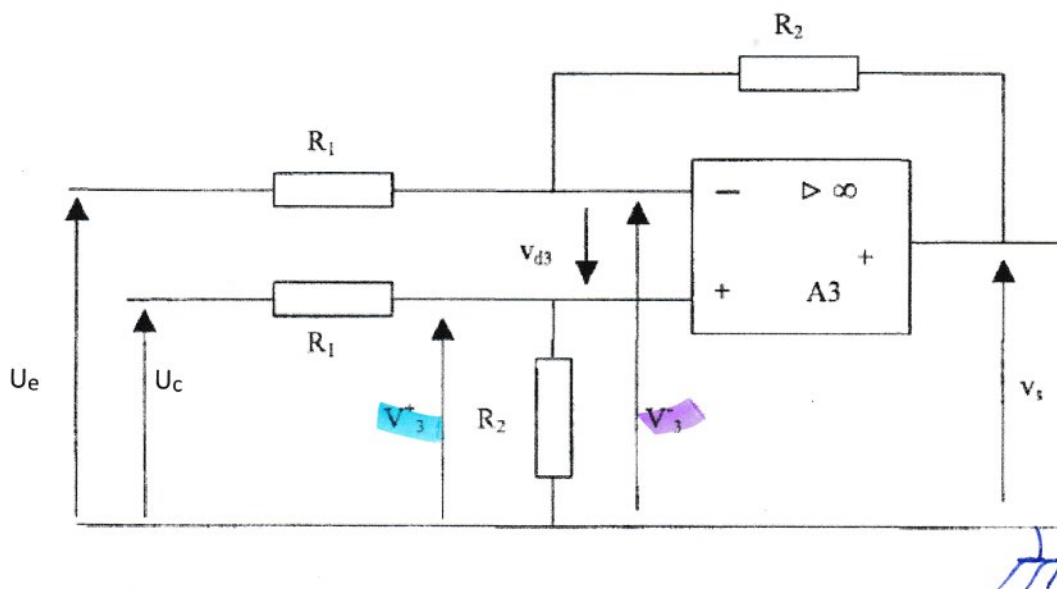
Préciser les valeurs de α pour les trois valeurs de V_3 suivantes : $0 V$; $2,5 V$; $7,5 V$.

Comment évolue α quand V_3 augmente entre 0 et $7,5 V$?

- 5) Comment se nomme le montage de la figure 4 ?

Exercice 4 (2 points)

Dans le montage ci-dessous, A3 est un ALI idéal.



- 1) Exprimer V_3^+ en fonction de U_c , R_1 et R_2 .
- 2) Exprimer V_3^- en fonction de U_e , v_s , R_1 et R_2 .
- 3) En justifiant la démarche suivie, exprimer v_s en fonction de U_e , U_c , R_1 et R_2 et l'écrire sous la forme $v_s = A (U_c - U_e)$.

NOM : *Gallbert Victor*

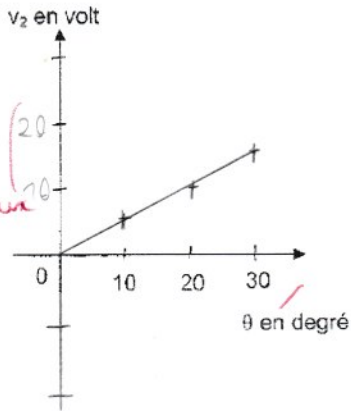
DOCUMENT REPONSE

Exercice 2

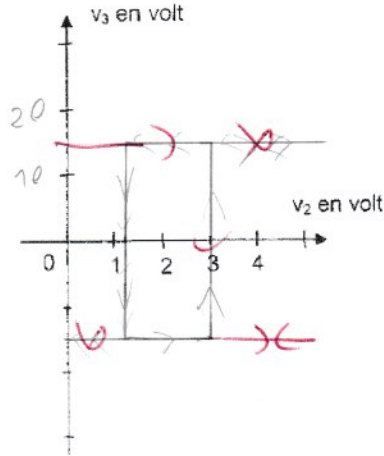
Document réponse 1

Partie A

Question A1.2.4



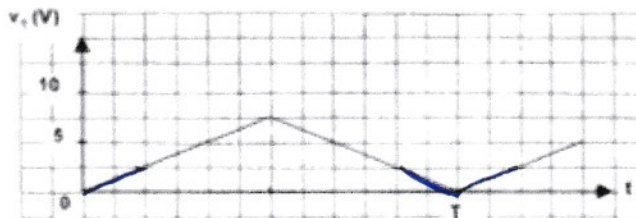
Question A2.1.6



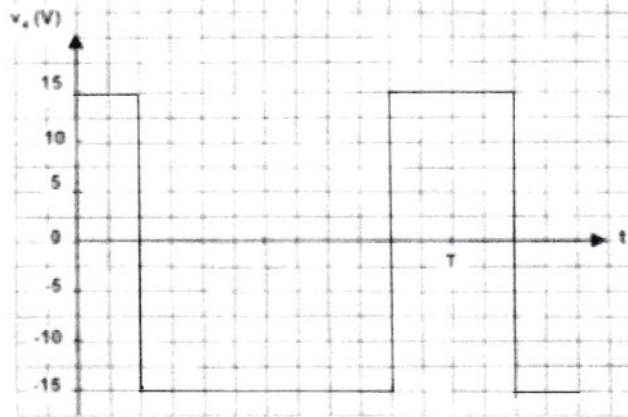
Exercice 3

Document réponse 2

Courbe 1



Courbe 3



15,5/20 Bon travail.

Partie A:

$U_1 = 230V$ $f = 50Hz$

Transformateur 230V/24V

Diodes idéales

supposé parfait

$U_2 = 24V$ $f = 50Hz$

1) Comme le transformateur est supposé parfait:

g₀₁ $m = \frac{U_2}{U_1} \quad m = \frac{24V}{230V} \quad m \approx 0,104$

g₀₂ 4) D'après Q3 et Q4, $U_R = |U_2|$ Donc $U_{Rmax} = U_{2max}$

Comme U_2 tension sinusoïdale: $U_2 = \sqrt{2} \times U_{2max}$

Donc $U_{Rmax} = U_{2max} = \frac{U_2}{\sqrt{2}} \times \sqrt{2}$ $U_{Rmax} = \frac{24V}{\sqrt{2}} \times \sqrt{2}$

$U_{Rmax} \approx 24V$

5) Comme l'on cherche la tension efficace, un voltmètre suffit.

6) Voir DR2 2) Voir DR1 3) Voir DR1

g₀₅ 7) Le régulateur intégré de tension permet de lier la tension d'entrée pour avoir une tension continue en sortie.

Partie B:

0,75 8) La sortie de l'ADI ne reboucle pas sur son entrée inverseuse donc il est en régime saturé.

9) En utilisant Millman: $V^- = \frac{V_{cc}^+}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}} - i^-$

Comme ADI supposé idéal: $i^+ = i^- = 0A$

0,5 Donc $V^- = \frac{V_{cc}^+}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{V_{cc}^+}{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}} = \frac{V_{cc}^+}{R_2} \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_{cc}^+ \times R_1}{R_1 + R_2}$

On a $R_1 = 20 k\Omega$, $R_2 = 70 k\Omega$ et $V_{cc}^+ = 24V$

Donc $V^- = \frac{24V \times 20k\Omega}{20k\Omega + 70k\Omega}$

$V^- = 26V$

10) Si PT bloqué $V^+ = V_{cc}^+ - U_{R3}$ or $i_{R3} = i^+ = 0$
car ADI supposé idéal

Comme $U_{R3} = R_3 \times i_{R3}$, on a $U_{R3} = 0V$ donc $V^+ = V_{cc}^+$

$V^+ = 24V$

Voir DR3.

0,5 11) Le transistor T est un transistor bipolaire de type NPN (de la famille des semiconducteurs).

12) Comme le transistor T est en régime de commutation, il peut être soit saturé soit bloqué.

0,75 Si $U_D = 15V$, le transistor T est saturé, $V_{CE} = V_{CEsat} = 0V$

Si $U_D = -15V$, la diode D5 fonctionne comme un cable car elle est idéale et le transistor est donc bloqué,

$V_{CE} = U_{olim} - R_C$ avec R_C la résistance du collecteur
 C_c n'est pas homogène!

13) Au niveau du transistor T, on a $i_c = \beta \times i_b$

0,5 $\Rightarrow i_b = \frac{i_c}{\beta}$ donc $i_{Bsat} = \frac{i_{csat}}{\beta}$, on a $i_{csat} = 0,6A$ et $\beta = 50$

et par loi d'Ohm: $R_{Bsat} = \frac{U_{Bsat}}{i_{Bsat}}$ $U_{Bsat} = 75V$

$\Rightarrow R_{Bsat} = \frac{U_{Bsat}}{i_{Bsat}} = \frac{75V}{\frac{0,6A}{50}} = 6250\Omega$

Donc $R_B = 1250 \Omega$.

14) $i = \frac{U}{R}$ donc pour une même tension :
si R diminue, i augmente. Il faut donc $R < 1250 \Omega$
pour être sûr que $i_{B, \text{sat}} > \frac{i_{C, \text{sat}}}{\beta}$ et que le transistor
soit saturé en conséquence. $1250 \Omega = 1,25 \text{ k}\Omega$

$1 \text{ k}\Omega < 1,25 \text{ k}\Omega < 2,2 \text{ k}\Omega < 4,7 \text{ k}\Omega$

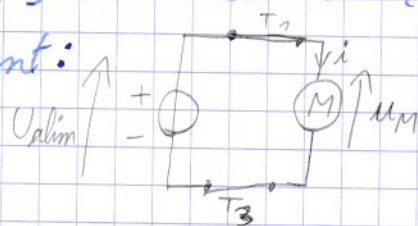
0,5 Donc le conducteur ohmique le plus adapté est celui
de $1,0 \text{ k}\Omega$.

15) Comme le relais contient une bobine le
courant i_c est continu. Cela peut abîmer le transistor
T lorsqu'il est bloqué. La diode D_6 permet de
0,5 "reboucler" l'intensité du courant restant dans la bobine
lorsque l'on bloque le transistor T et donc permet
de ne pas faire passer le courant dans T lorsqu'il
est bloqué. Ainsi la diode D_6 est une protection.

Partie c:

16) - $\{T_1, T_3\}$ saturés et $\{T_2, T_4\}$ bloqués :

schéma équivalent:

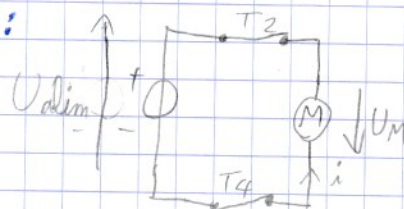


comme T_1 et T_3 considérés
parfaits:

On a $u_M = U_{\text{valim}}$.

~ - $\{T_1, T_3\}$ bloqués et $\{T_2, T_4\}$ bloqués :

schéma équivalent:



comme T_2 et T_4 sont
considérés parfaits:

On a $u_M = -U_{\text{valim}}$.

17) $\alpha = \frac{t_{positif}}{t_{total}}$ pour une période

gr $\alpha = \frac{70 \mu s}{80 \mu s} = 0,875$ $\alpha = 0,875$

18) $\langle u_M \rangle = \frac{1}{T} \times \int_0^T u_M(t) dt$

$\langle u_M \rangle = \frac{1}{T} \times (\int_0^{\alpha T} U_{alim} dt + \int_{\alpha T}^T (-U_{alim}) dt)$

$\langle u_M \rangle = \frac{1}{T} \times (U_{alim} \times \alpha T - U_{alim} \times (T - \alpha T))$

$\langle u_M \rangle = \frac{T}{T} \times (U_{alim} \times \alpha - U_{alim} \times (1 - \alpha))$

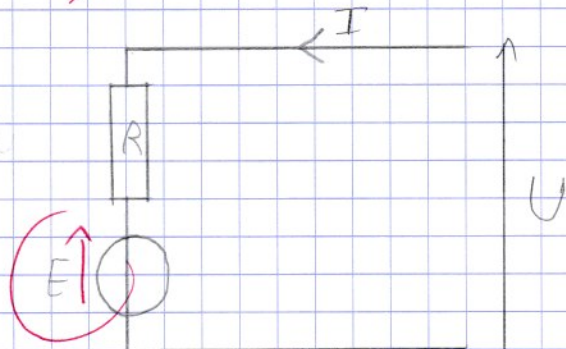
$\langle u_M \rangle = U_{alim} \times (\alpha - (1 - \alpha))$

$\langle u_M \rangle = U_{alim} \times (2\alpha - 1)$

$\langle u_M \rangle = 24V \times (2 \times 0,875 - 1) = 24V \times 0,75$

$\langle u_M \rangle = 18V$ Conclusion!

19)



Par loi des mailles: $U = E + U_R$

loi d'Ohm: $U_R = R \times I$

$U = E + R \times I$

20) $E = U - (R \times I)$

$E = 18V - 1,0 \Omega \times 4,0A$

$E = 14V$

21) $E = R \times n \Leftrightarrow n = \frac{E}{R}$

$R = 0,025 V \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$

$n = \frac{14V}{0,025 V \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}}$

$n = 560 \text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$

22) $P_a = U \times I$

$P_a = 18V \times 4,0A$

$P_a = 72W$

en nominal:
 ~~$P = 24 \times 4 = 96W$~~

$P_{em} = P_a - P_j$

$P_j = R \times I^2$

$P_{em} = P_a - R \times I^2$

$P_{em} = 72W - 1,0 \Omega \times (4,0A)^2$

$P_{em} = 56W$

23) $P_M = \Omega_{réd} \times T_M$

$P_M = 2,0 \times \frac{1}{30} \times 300 N \cdot m$

$P_M = 63W$

Sciences Physiques

Devoir 4

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.

Documents à rendre avec la copie :

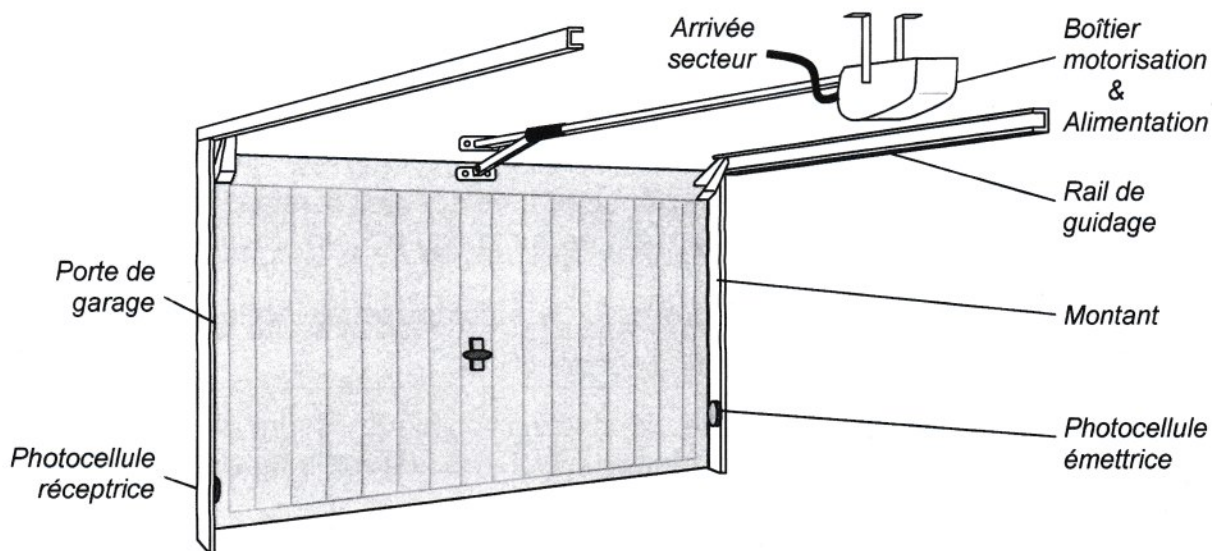
- Document réponse n°1 page 7/8
- Document réponse n°2 page 8/8
- Document réponse n°3 page 8/8

Introduction du sujet (commune aux différentes parties)

L'automatisation des portes de garage « basculantes » (ou « sectionnelles ») est de plus en plus courante aujourd'hui.

Les portes de garages automatisées doivent permettre aux utilisateurs de pouvoir rentrer dans le garage de façon sécurisée sans avoir à sortir du véhicule.

Elles doivent également assurer une fermeture complète sauf si un obstacle a été détecté au niveau du montant.



Le sujet comporte 3 parties indépendantes :

- Partie A - Mesures des grandeurs caractéristiques de l'alimentation du système de la porte de garage (6 points)
- Partie B - Fermeture de la porte de garage (7 points)
- Partie C - Remplacement du moteur à courant continu (7 points)

PARTIE A – Mesures des grandeurs caractéristiques de l'alimentation du système de la porte de garage (6 points)

Le système électrique de porte de garage automatisée est raccordé au secteur sous la tension sinusoïdale u_1 de valeur efficace $U_1 = 230 \text{ V}$ et de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$.

Il est alors nécessaire de transformer le signal du secteur pour l'adapter au moteur à l'aide d'un convertisseur alternatif-continu. Le circuit est schématisé sur la figure 1 ci-dessous.

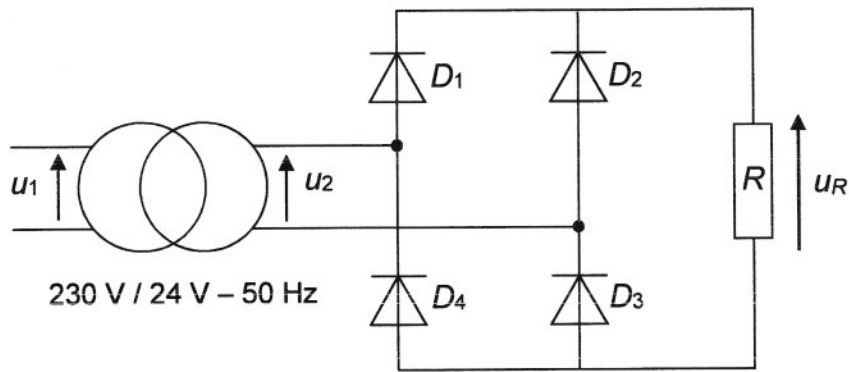


Figure 1

Le transformateur monophasé $230 \text{ V} / 24 \text{ V} - 50 \text{ Hz}$ du schéma de la figure 1 est supposé parfait et alimente directement un pont redresseur de tension à quatre diodes (aussi appelé pont de Graëtz) supposées idéales.

Le pont redresseur de tension est alimenté par la tension sinusoïdale u_2 de valeur efficace $U_2 = 24 \text{ V}$ et de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$.

- Q1** - Calculer le rapport de transformation m du transformateur évoqué.
- Q2** - Sur le **document réponse n°1, page 7**, préciser les diodes passantes en concordance de temps avec le chronogramme.
- Q3** - Compléter le tableau du **document réponse n°1**, en donnant la relation de u_R tension aux bornes de conducteur ohmique R représentée sur la figure 1, en fonction de u_2 .
- Q4** - Sur le **document réponse n°1**, représenter le chronogramme de la tension u_R . Sur la copie, calculer la valeur maximale de u_R notée $U_{R\text{max}}$.

Le pont de diode alimente désormais le conducteur ohmique R par l'intermédiaire d'un condensateur et d'un régulateur intégré de tension (R.I.T.) qui délivre la tension u_{alim} .

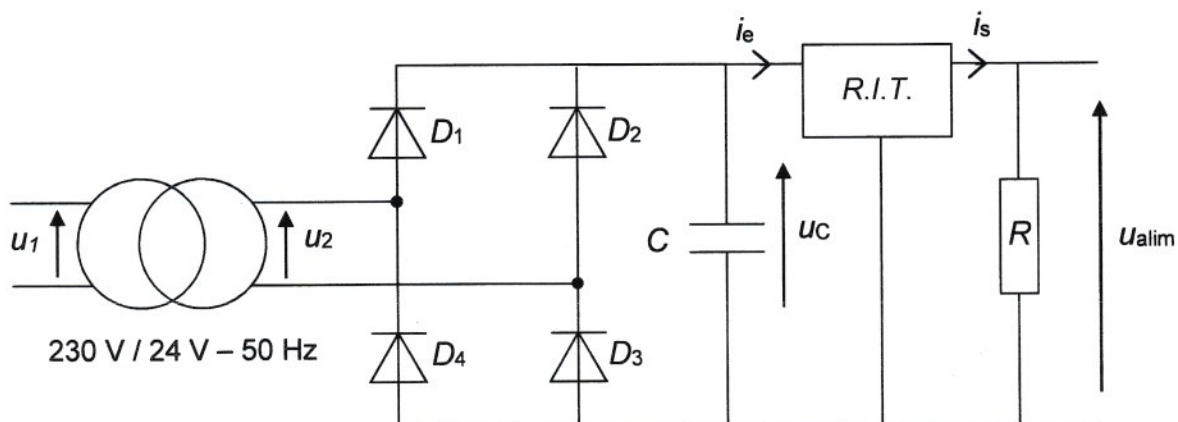


Figure 2

On rappelle que la valeur efficace de la tension délivrée par le secteur est notée U_1 et a pour valeur 230 V.

Q5 - Proposer l'instrument le plus pertinent pour mesurer U_1 et préciser le mode utilisé en complétant le tableau du **document réponse n°1**.

On se propose de visualiser les différentes tensions U_2 , U_C et U_{alim} sur un oscilloscope.

Q6 - Sur le **document réponse n°2, page 8**, choisir pour chaque oscillogramme, la tension qui lui est associée parmi celles qui sont proposées.

Q7 - Conclure sur le rôle du régulateur intégré de tension (R.I.T.).

PARTIE B – Fermeture de la porte de garage (7 points)

Lors de la fermeture de la porte de garage, la présence d'un obstacle doit être détectée.

La présence de photocellules (cellules photo-électriques) placées sur chaque côté des montants du mur (figure 3) permet de prévenir un incident éventuel. Si un obstacle coupe le faisceau infrarouge (IR), la porte de garage ne terminera pas sa fermeture et sera commandée pour remonter afin de retrouver sa position totalement ouverte.

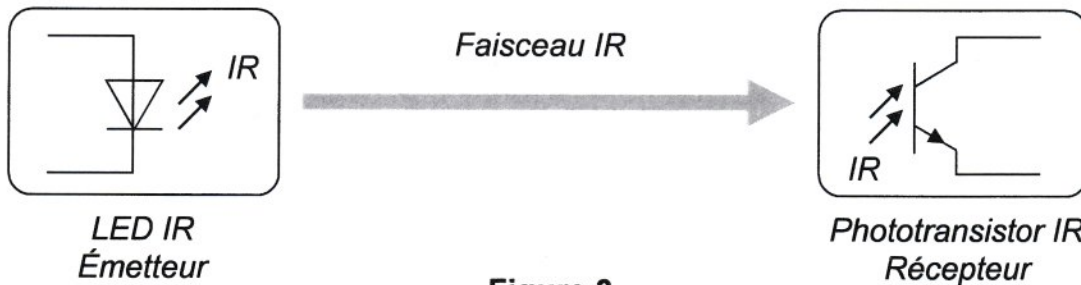


Figure 3

On se propose ici, dans cette partie, d'étudier le circuit électronique (figure 4) associé à l'éventuelle détection d'un tel obstacle.

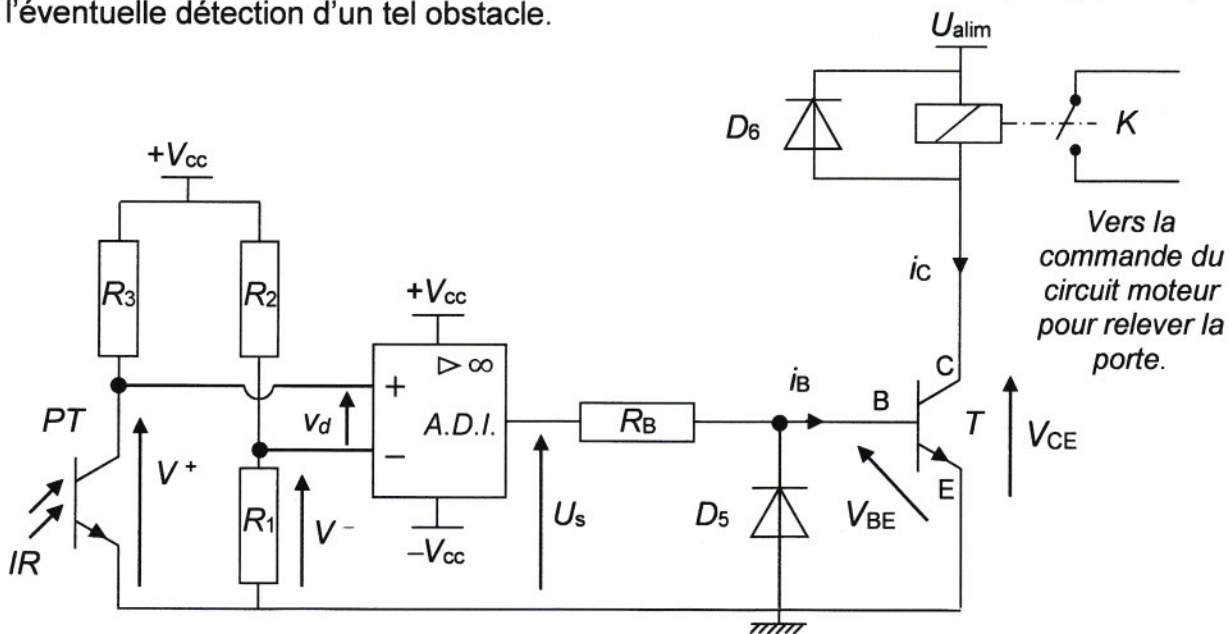


Figure 4

Caractéristiques des éléments du circuit

- Toutes les diodes utilisées (D_5 et D_6) sont supposées avoir un comportement idéal (tension de seuil nulle).
- L'A.D.I. (Amplificateur différentiel intégré) est supposé idéal. Ce composant actif a des tensions de saturation égales aux tensions d'alimentation.

$$+V_{CC} = +V_{sat} = +15 \text{ V}$$

$$-V_{CC} = -V_{sat} = -15 \text{ V.}$$

- Le transistor de puissance T fonctionne ici en régime de commutation et a les caractéristiques suivantes :
 - coefficient d'amplification : $\beta = 50$
 - lorsqu'il est en régime saturé : $V_{CEsat} = 0 \text{ V}$; $V_{BEsat} = 0,7 \text{ V}$
- Le phototransistor PT fonctionne en régime de commutation. Il est supposé idéal.
- Le relais (branché en parallèle de D_6) s'enclenche pour un courant $i_c \geq 100 \text{ mA}$ et peut ainsi fermer le contact K qui commande la réouverture de la porte.
- $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$; $U_{alim} = 24 \text{ V}$.

Q8 - Quel est le régime de fonctionnement de l'A.D.I. ? Justifier la réponse.

Q9 - Démontrer que $V^- = 10 \text{ V}$.

Q10 - Compléter le tableau sur le document réponse n°3, page 8, où l'on demande de reporter selon qu'un obstacle soit détecté ou non, en fonction de l'état du phototransistor PT , les valeurs de V^+ , de v_d et de U_s .

Q11 - Quel est le type et la famille du transistor T utilisé ?

Q12 - Quels sont les états que peut prendre le transistor T ainsi que les valeurs de V_{CE} suivant que $U_s = +15 \text{ V}$ ou que $U_s = -15 \text{ V}$?

Lors de la saturation du transistor T , l'intensité du courant i_c vaut la valeur i_{csat} égal à $0,6 \text{ A}$.

Q13 - Calculer la valeur de R_B qui sature le transistor.

Q14 - Choisir le conducteur ohmique le plus adapté parmi ceux proposés ci-dessous. Justifier la réponse.

R (k Ω)	1,0	2,2	4,7
-----------------	-----	-----	-----

Q15 - Expliquer le rôle de la diode D_6 associée au relais.

PARTIE C – Remplacement du moteur à courant continu (7 points)

Le moteur à courant continu utilisé pour la porte de garage automatisée peut être contrôlé au niveau de sa vitesse de rotation mais aussi du sens dans lequel il doit tourner pour que la porte de garage s'ouvre ou bien se ferme.

On utilise pour cela un pont en H modélisé ci-dessous (figure 5) où l'on retrouve la source de tension étudiée précédemment $U_{alim} = 24 \text{ V}$.

Si la valeur moyenne de la tension $\langle u_M \rangle$ est :

- positive : la porte descend et se ferme.
- négative : la porte monte et s'ouvre.

Ainsi, selon la manière dont vont être pilotés les transistors $\{T_1, T_2, T_3, T_4\}$, qui fonctionnent en commutation, il est possible de jouer sur le sens de rotation du moteur mais aussi de le faire tourner à différentes vitesses de rotation.

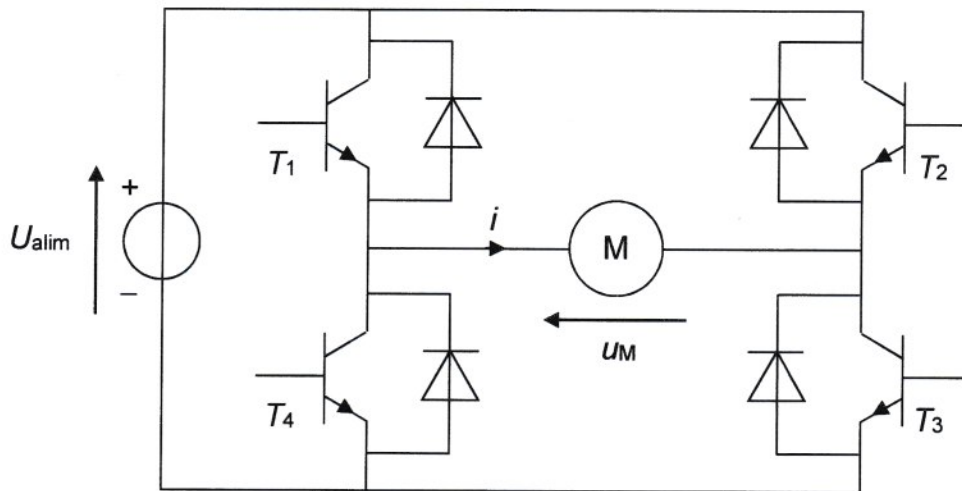


Figure 5

Les composants du pont en H ci-dessus seront considérés comme parfaits.

Q16 - Proposer, pour chacune des situations présentées ci-dessous, l'expression reliant u_M à U_{alim} :

- $\{T_1, T_3\}$ saturés et $\{T_2, T_4\}$ bloqués ;
- $\{T_1, T_3\}$ bloqués et $\{T_2, T_4\}$ saturés.

Une caractéristique rendant compte de la tension u_M aux bornes du moteur est représentée sur la figure 6 suivante. On rappelle que $U_{alim} = 24 \text{ V}$.

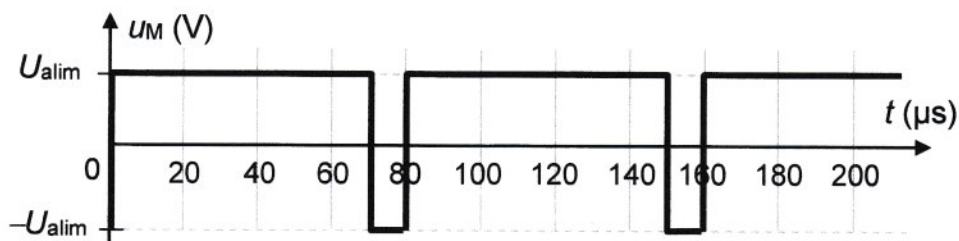


Figure 6

Q17 - Déterminer la valeur du rapport cyclique α de ce signal.

Q18 - Exprimer la valeur moyenne $\langle u_M \rangle$ associée à ce signal en fonction de U_{alim} et de α puis calculer sa valeur. Donner, en le justifiant, le mouvement de la porte de garage.

Le moteur utilisé dans le dispositif possède les caractéristiques suivantes :

- inducteur à aimants permanents ;
- intensité du courant induit en régime nominal : $I_N = 4,0 \text{ A}$;
- tension nominale d'induit : $U_N = 24 \text{ V}$;
- résistance de l'induit : $R = 1,0 \Omega$.

On rappelle l'expression de la f.é.m induite E (exprimée en Volts V) en fonction de la fréquence de rotation n (exprimée en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$), k étant une constante :

$$E = k \times n$$

On admettra que la valeur de k est : $k = 0,025 \text{ V}\cdot\text{tr}^{-1}\cdot\text{min}$

Q19 - Représenter le modèle électrique équivalent de l'induit en fléchant la tension U aux bornes de l'induit et l'intensité I du courant dans l'induit. Donner ensuite la relation entre U , E , R et I .

Une mesure réalisée sur site montre que lorsque le moteur est alimenté sous une tension $U = 18 \text{ V}$ (valeur moyenne obtenue pour u_M dans ce cadre de fonctionnement), l'intensité du courant d'induit est stable et vaut $I = 4,0 \text{ A}$.

Q20 - Calculer la valeur de la f.é.m induite E dans ces conditions de fonctionnement.

Q21 - En déduire la valeur de la fréquence de rotation n du moteur.

Q22 - Calculer la puissance absorbée P_a par le moteur ainsi que la puissance électromagnétique P_{em} .

L'arbre du moteur est ensuite associé à un réducteur avec engrenages à dents hélicoïdales permettant d'augmenter le couple moteur.

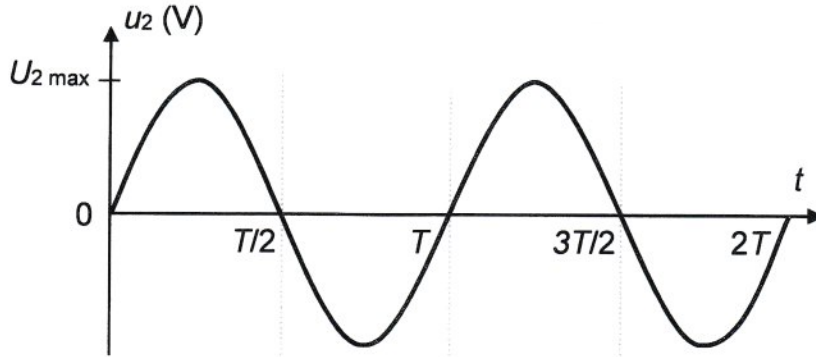
La vitesse de rotation obtenue en sortie du réducteur est $n_{\text{réd}} = 2,0 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ ce qui correspond à un couple permettant de développer une force pour maintenir en mouvement le tablier de la porte de garage de valeur $T_u = 300 \text{ N}\cdot\text{m}$.

Q23 - Calculer la puissance utile P_u délivrée par le moteur en sortie du motoréducteur, ensemble {moteur + réducteur}.

Q24 - En déduire le rendement η du moteur.

DOCUMENT RÉPONSE N°1

À rendre avec votre copie



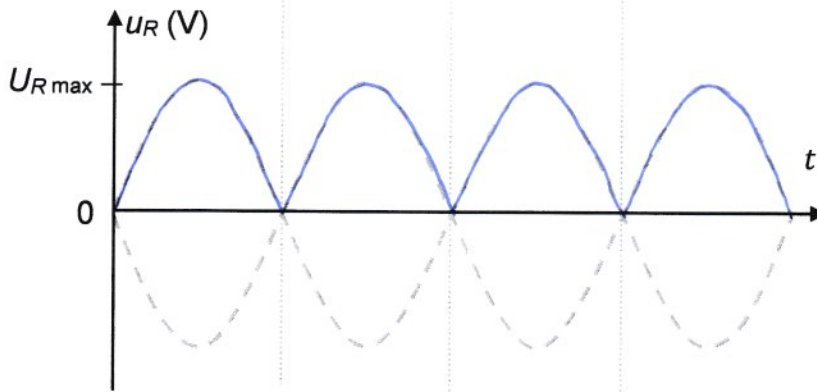
Q2.

D_1 et D_3	D_2 et D_4	D_1 et D_3	D_2 et D_4	Diodes passantes
----------------	----------------	----------------	----------------	------------------

Q3.

U_2	$-U_2$	U_2	$-U_2$	Expression de u_R
-------	--------	-------	--------	---------------------

Q4.



Q5.

Type d'appareil	Voltmètre simple <input checked="" type="checkbox"/>	Voltmètre TRMS <input type="checkbox"/>
-----------------	--	---

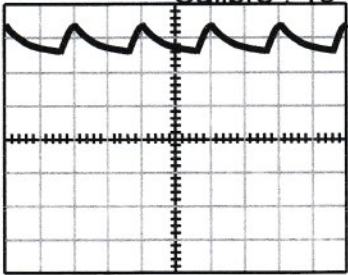
Mode	AC <input type="checkbox"/>	DC <input type="checkbox"/>	AC+DC <input type="checkbox"/>
------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------

DOCUMENT RÉPONSE N°2 À rendre avec votre copie

Q6 - Sur le **document réponse n°2**, choisir pour chaque oscillogramme, la tension qui lui est associée parmi celles qui sont proposées.

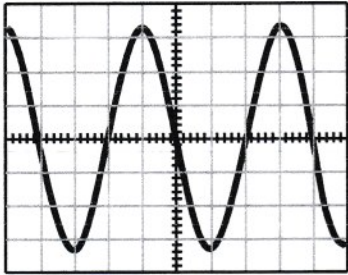
Calibre : $10 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$; Base de temps : $5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$

①



u_2 u_C u_{alim}

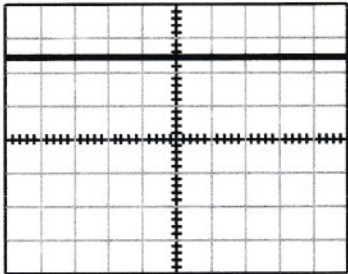
②



u_2 u_C u_{alim}

9/11

③



u_2 u_C u_{alim}

DOCUMENT RÉPONSE N°3 À rendre avec votre copie

Q10.

	Obstacle détecté <i>(Phototransistor PT non éclairé)</i>	Pas d'obstacle détecté <i>(Phototransistor PT éclairé)</i>
État du phototransistor <i>(« bloqué » ou « saturé »)</i>	Bloqué	Saturé
Valeur de V^+ (en volt V)	24V	0V /
Valeur de $v_d = V^+ - V^-$ (en volt V)	8V	-70V
Valeur de U_s (en volt V)	15 V	-75V /

0/1