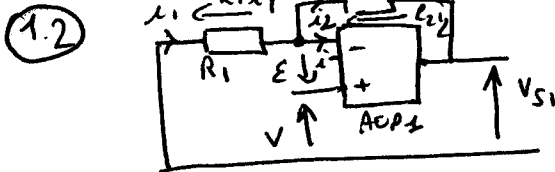


Partie A

1.1 $0^\circ \leq \theta \leq 20^\circ \Rightarrow$

$0V \leq V \leq 0,3V$



E : tension différentielle d'entrée.

AOP1 fonctionne en régime linéaire $\Rightarrow E = 0V$

• $i_1 = i_2 + i^-$. $i^- = 0$ car AOP1 est considéré parfait $\Rightarrow i_1 = i_2$

• $V - \underbrace{E}_{=0} + R_1 i_1 = 0 \Rightarrow R_1 i_1 = -V \Rightarrow i_1 = -\frac{V}{R_1}$

• $V_{S1} + R_2 i_2 + R_1 i_1 = 0 \Rightarrow V_{S1} = -R_2 i_2 - R_1 i_1 = -(R_2 + R_1) i_1 = -(R_2 + R_1) \left(-\frac{V}{R_1}\right)$

d'où $\boxed{V_{S1} = \frac{R_2 + R_1}{R_1} V = V \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)}$

1.3. $\theta = 1^\circ \Rightarrow V = 15 \times 10^{-3} V$ $\left. \begin{array}{l} V_{S1} = 1V \\ \frac{V_{S1}}{V} = 66,7 = 1 + \frac{R_2}{R_1} \end{array} \right\}$

$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 65,7 \Rightarrow R_2 = 65,7 \times R_1 = \boxed{657 k\Omega}$

1.4. Le nom de la fonction figure 1 est MONTAGE AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR

2.1 AOP2 ne fonctionne pas en régime linéaire car son entrée inverseuse (-) n'est pas reliée à la sortie $\Rightarrow V_{S2}$ ne peut prendre que 2 valeurs possibles : $V_{sat+} = +15V$ et $V_{sat-} = -15V$.

2.2. $\boxed{V_d = V_{S1} - V_T}$

$V_{S2} = +15V \Leftrightarrow V_d > 0 \Leftrightarrow \underline{V_{S1} - V_T > 0}$

2.3. $V_{S1} = 6V$

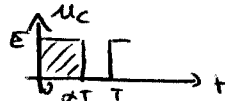
$6 - V_T > 0 \Leftrightarrow V_T < 6V \Leftrightarrow V_{S2} = +15V$

et $V_T > 6V \Leftrightarrow V_{S2} = -15V$

2.4 l'AOP2 fonctionne en COMPARATEUR SIMPLE.

Partie B

- ① Ce convertisseur est un HACHEUR SÉRIE.
- ② La bobine sert à lisser le courant dans le moteur.
- ③ a. Quand H est fermé, i_c croît. Quand H est ouvert, i_c décroît.
Une période tient sur 6 divisions, i_c croît durant 4 divisions -

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\alpha T}{T} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} = 0,67$$
- ③ b. Période $T = 6 \times 20 \mu s = 120 \mu s \Rightarrow f = \frac{1}{T} = \boxed{8300 \text{ Hz}}$.
- ③ c. Quand H est fermé : $i_H = i$ et $u_c = E = 21 \text{ V}$
 Quand H est ouvert, $i_H = 0 \text{ A}$ et $u_c = 0 \text{ V}$
- ④ $\langle u_c(t) \rangle = \frac{\alpha T \times E}{T} = \alpha E$


Application numérique : $\langle u_c(t) \rangle = \frac{2}{3} \times 21 = \boxed{14 \text{ V}}$
- ⑤ La bobine ayant une résistance interne négligeable, la valeur moyenne de la tension à ses bornes est nulle (car le courant qui la traverse est périodique quasi).
 u_L : tension aux bornes de la bobine
 $u_c = u_m + u_L$

$$\Rightarrow \langle u_c \rangle = \langle u_m \rangle + \underbrace{2 \langle u_L \rangle}_{=0}$$

$$\Rightarrow \boxed{\langle u_m \rangle = \langle u_c \rangle = 14 \text{ V}}$$
- ⑥ Si α augmente, $\langle u_m \rangle$ augmente, et le moteur accélère
- ⑦ Pour diminuer l'ondulation du courant, on peut modifier la fréquence f de hachage, ou encore l'inductance L de la bobine.
 Sur la figure n°4, la période n'a pas changé : c'est donc l'inductance L de la bobine qui a été augmentée.

Partie C

① La zone dans laquelle la fem n'augmente quasiment plus s'explique par le phénomène de saturation magnétique qui apparaît dans les tôles de la machine. Le flux magnétique, ϕ , sous un pôle, étant alors constant (ou quasi), la fem E suit la même évolution, d'après la relation $E = K \phi \Omega$ (K : constante de la machine; Ω : fréquence de rotation, en rad.s^{-1})

②.1.1 P_{aI_0} : puissance reçue par l'induit, à vide.

$$P_{aI_0} = U_N I_0 = 21,5 \times 6,0 = 129 \text{ W} \approx \boxed{130 \text{ W}}$$

②.1.2 P_{JI_0} : pertes par effet joule dans l'induit, à vide.

$$P_{JI_0} = R I_0^2 = 20 \times 10^{-3} \times (6,0)^2 = \boxed{0,72 \text{ W}}$$

②.1.3 P_0 : puissance électromagnétique, à vide.

$$P_0 = P_{aI_0} - P_{JI_0} = 130 - 0,72 = 129 \text{ W} \approx \boxed{130 \text{ W}}$$

②.1.4. A vide, la puissance absorbée par le moteur se décompose en:

- pertes par effet joule, dans l'induit et l'inducteur
 - pertes fer
 - pertes mécaniques
- } regroupées en pertes collectives p_c .

La puissance absorbée par l'inducteur se retrouve intégralement dans les pertes par effet joule dans l'inducteur. P_{aI_0} correspond donc à $P_{JI_0} + p_c$

$$P_{aI_0} = P_{JI_0} + p_c \Rightarrow p_c = P_{aI_0} - P_{JI_0} = P_0 = 130 \text{ W}$$

②.2.1 P_{an} : puissance totale absorbée (ou reçue) par le moteur (charge nominale)

$$P_{an} = U_N I_N + U_{exN} I_{exN} = 21,5 \times 75 + 21,5 \times 5 = \boxed{1720 \text{ W}}$$

$$\textcircled{2.2.2} \quad E = U_N - R I_N = 21,5 - (20 \times 10^{-3}) \times 75 = \boxed{20 \text{ V}}$$

A flux constant, E est proportionnelle à n (voir question 1).

$$\text{Pour } n = 1500 \text{ tr/min, on a trouvé } E = 20 \text{ V} \Rightarrow k = \frac{E}{n} = \frac{20}{1500} = 13,3 \times 10^{-3}$$

$$\text{soit } \boxed{E = 13,3 \times 10^{-3} n}.$$

②.2.3 P_{JIN} : pertes par effet joule dans l'induit (charge nominale)

$$P_{JIN} = R I_N^2 = 20 \times 10^{-3} \times (75)^2 = \boxed{113 \text{ W}}$$

2.2.4. P_{UN} : puissance utile nominale

$$P_{UN} = P_{aUN} - p_{TIN} - U_{exN} I_{exN} - p_c \\ = 1720 - 113 - 21,5 \times 5 - 130 = \boxed{1370 \text{ W}}$$

2.2.5. η_N : rendement (nominal)

$$\eta_N = \frac{P_{UN}}{P_{aUN}} = \frac{1370}{1720} = 0,797 = \boxed{79,7\%}$$

2.3.1. $U = E + RI = k n + RI$ (avec $k = 13,3 \times 10^{-3} \text{ V/t/min}$)

$$\Rightarrow k n = U - RI \Rightarrow n = \frac{1}{k} U - \frac{RI}{k}$$

$$n = \frac{1}{(13,3 \times 10^{-3})} U - \frac{(20 \times 10^{-3}) \times 75}{13,3 \times 10^{-3}} = 75,2U - 113$$

$$\text{donc } \boxed{n = 75,2U - 113}$$

2.3.2. Pour $U = 21,5 \text{ V} = U_N$, $n_N = n_N = 1500 \text{ t/min}$

$$n = 0 \text{ t/min pour } U = U_d \text{ tel que } 0 = 75,2U_d - 113 \Rightarrow \boxed{U_d = \frac{113}{75,2} = 1,51 \text{ V}}$$

Rem : pour $0 \leq U \leq U_d$, $n = 0 \text{ t/min}$ (moteur à l'arrêt)

$$2.3.3. U_d = 21 \alpha_{\min} \Rightarrow \boxed{\alpha_{\min} = \frac{U_d}{21} = \frac{1,51}{21} = 0,071}$$

2.3.4. α peut varier de 0 à 1. U sera maximum, pour $\alpha = 1$, car $U = 21\alpha$

$$\Rightarrow U_{\max} = 21 \alpha_{\max} = 21 \text{ V}$$

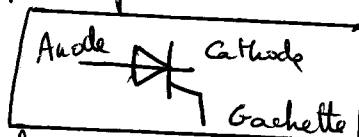
$\Rightarrow n_{\max}$: fréquence de rotation maximale

$$n_{\max} = 75,2 U_{\max} - 113 = 75,2 \times 21 - 113 = \boxed{1462 \text{ t/min}}$$

Partie D

① Un TRANSFORMATEUR (ABaisseur DE TENSION, MONOPHASE) permet d'abaisser une tension sinusoïdale en une autre tension sinusoïdale, de valeur efficace plus petite.

② (voir document-réponse n°5)



③ Opération 1 : l'alimentation du circuit est mise sous tension (et K ouvert)
 → Th n'est pas amorcé : il est bloqué → $I = 0$



$$\begin{aligned} &\Rightarrow \underline{L \text{ reste éteint}} \\ &\Rightarrow u_L = 0 \text{ V} \\ &\Rightarrow \underline{U = E - u_L = E} \end{aligned}$$

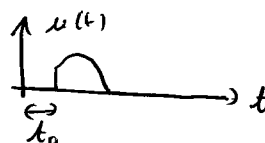
Opération 2 : K est fermé, et l'alimentation reste sous tension.

→ Th s'amorce, car $\begin{cases} i_T = i_G > 0 \\ U > 0 \end{cases} \Rightarrow I > 0 \Rightarrow \underline{L \text{ brille}}$
 $U \leq 0 \text{ V}$

Opération 3 : on ouvre K, l'alimentation reste sous tension.

→ Th reste saturé → L brille et $U \leq 0 \text{ V}$

④.1.1.1 $t_0 = 1,65 \times 2 \text{ ms} = \underline{3,3 \text{ ms}}$



④.1.1.2 $I = 2 \times 20 \times 1 = \underline{40 \text{ A}}$
 (Calibre oscillo, Calibre sonde)

④.2. • De $t=0$ à $t=t_0=3,3 \text{ ms}$

Th2 et D2 sont passants,

Th1 et D1 sont bloqués

$$\Rightarrow i_{Th1} = 0 \text{ A}; i_{D1} = 0 \text{ A}; i_S = 0 \text{ A} \quad (i_S = i_{Th1} - i_{D1})$$

• De $t=t_0=3,3 \text{ ms}$ à $t=\frac{T}{2}=10 \text{ ms}$

Th2 et D2 sont passants, D1 est bloquée

$$\Rightarrow i_{Th1} = i = 40 \text{ A}$$

$$i_{D1} = 0$$

$$i_S = 40 \text{ A}$$

• De $t=\frac{T}{2}=10 \text{ ms}$ à $t=\frac{T}{2}+t_0=13,3 \text{ ms}$

Th1 et D1 sont passants

$$i_{Th1} = i_{D1} = 40 \text{ A}$$

$$i_S = 0 \text{ A}$$

△ énoncé △
 (erreur!)

De $t = \frac{T}{2} + t_0$ à $t = T = 20 \mu s$

Th2 et D_1 sont passants, Th1 est bloqué

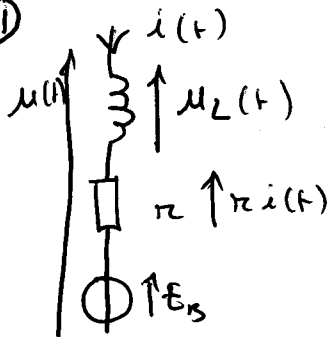
$$i_{D_1} = i = 40 A$$

$$i_{Th1} = 0 A$$

$$i_S = -40 A$$

(4.3) $\langle u(t) \rangle = \frac{45\sqrt{2}}{\pi} (1 + \cos(314 \times 3,3 \times 10^{-3})) = 30,6 V$

(4.4.1)



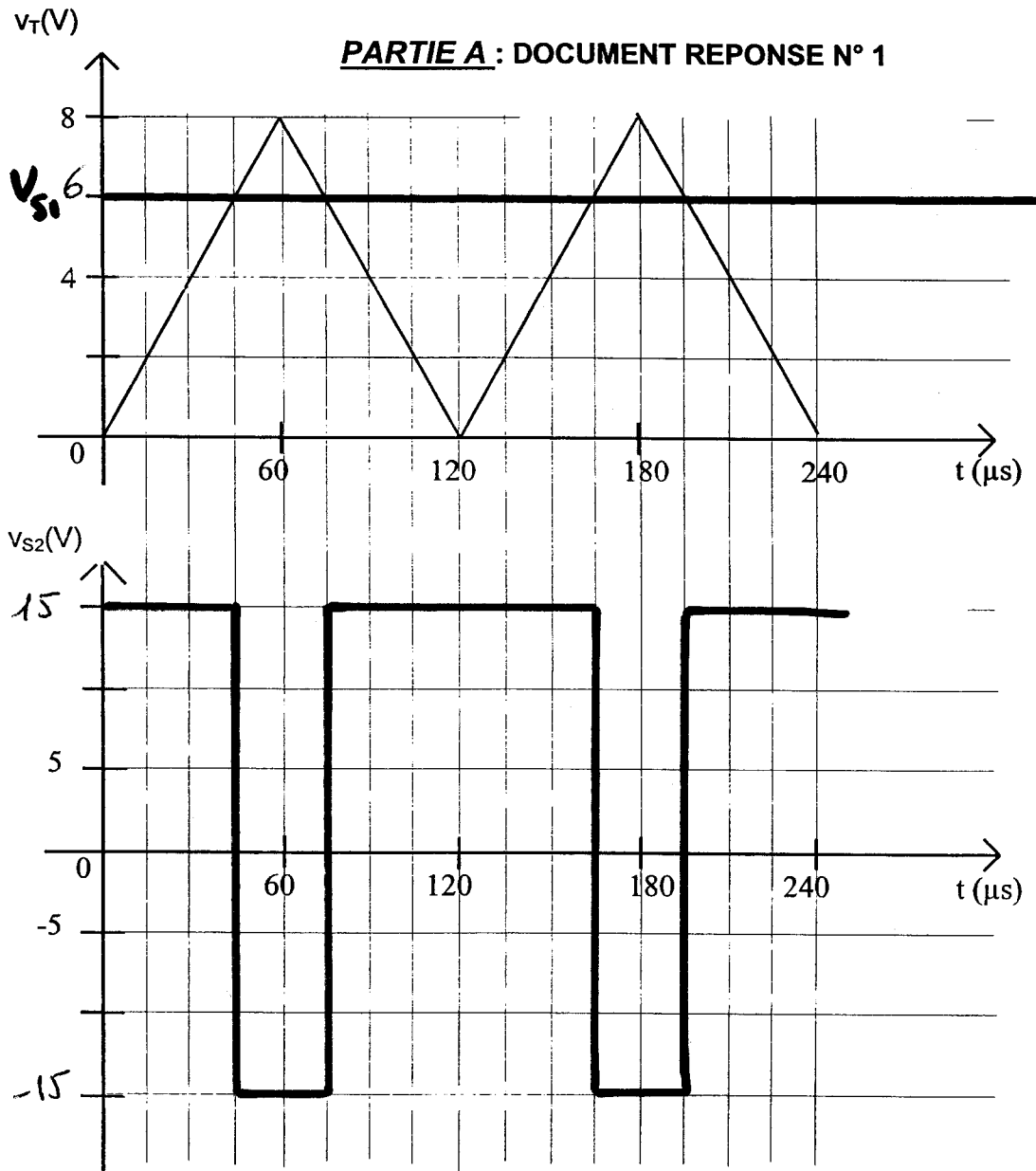
$$u(t) = u_L(t) + r i(t) + E_B$$

$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt} + r i(t) + E_B$$

(4.4.2) $i(t)$ étant constant, $\frac{di(t)}{dt} = 0$ et $\langle u(t) \rangle = r \langle i(t) \rangle + E_B$
(ou périodique)

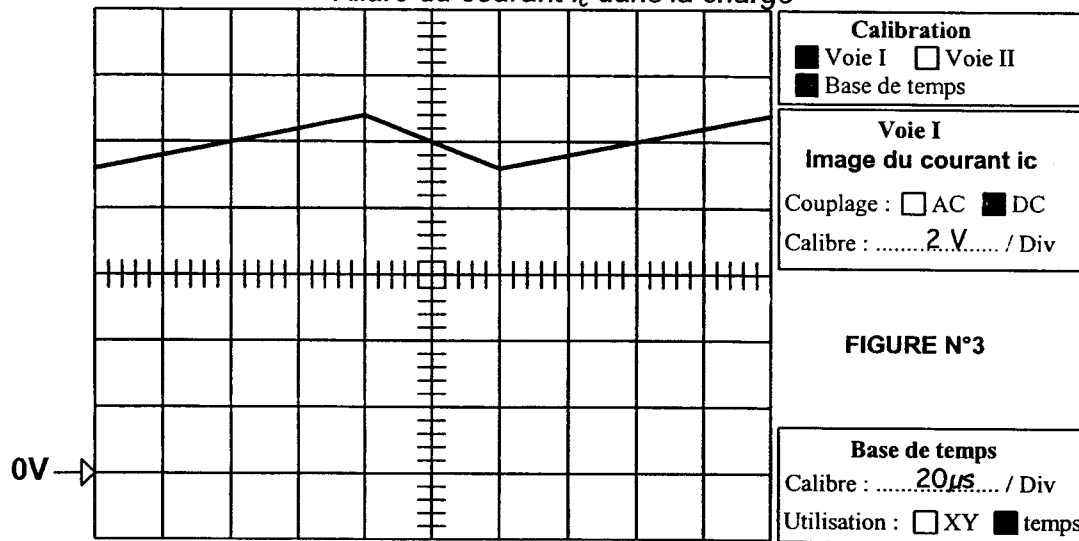
(4.4.3) $E_B = \langle u(t) \rangle - r \langle i(t) \rangle = 30,6 - 0,18 \times 40 = 23,4 V$

CORRECTION

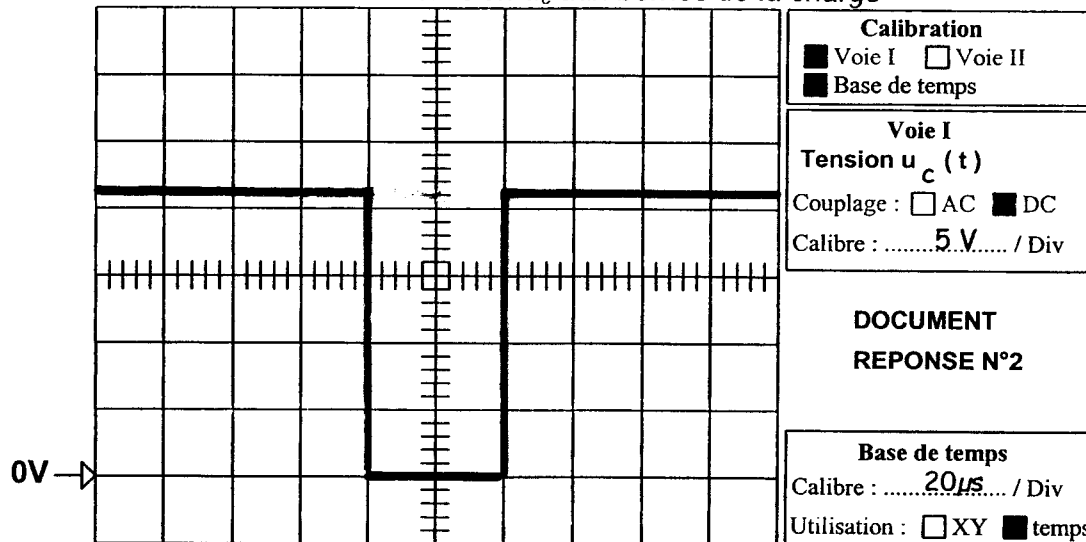


PARTIE B : DOCUMENTS REPONSES N°2 et N°3

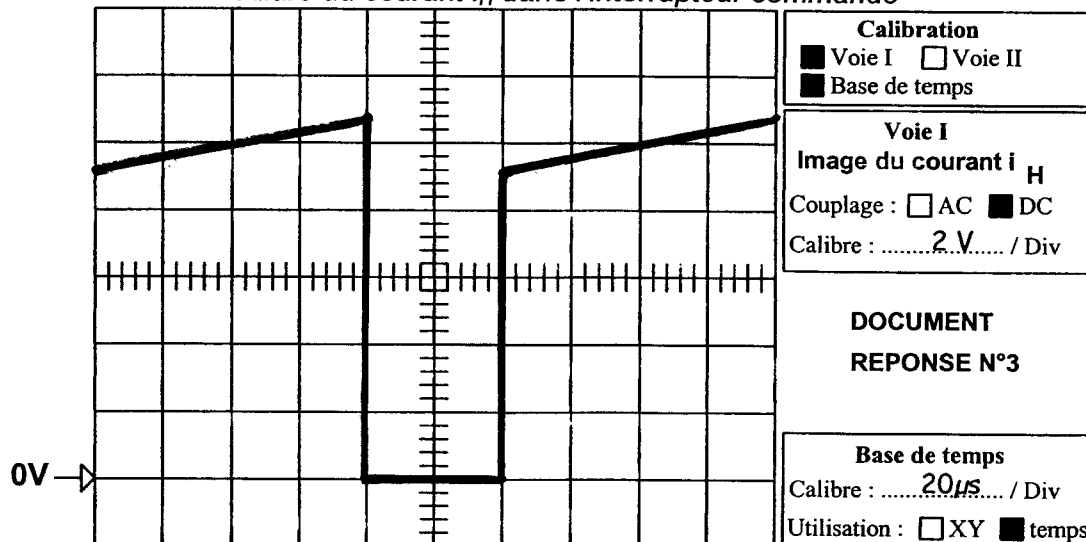
Allure du courant i_c dans la charge



Allure de la tension u_c aux bornes de la charge

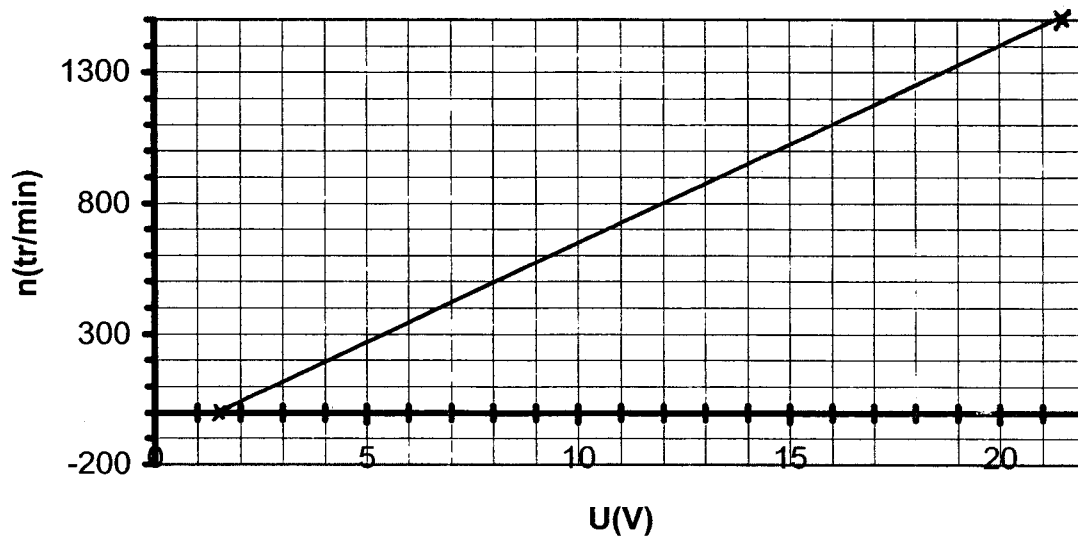


Allure du courant i_H dans l'interrupteur commandé



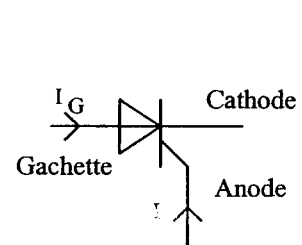
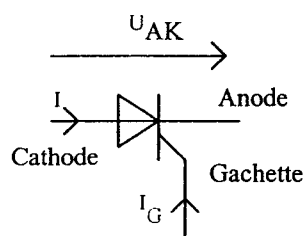
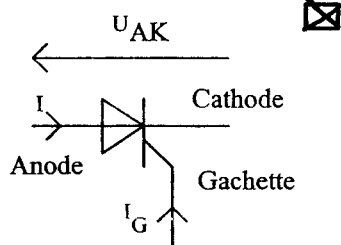
PARTIE C

$n = f(U)$ DOCUMENT REPONSE N°4



PARTIE D

DOCUMENT REPONSE N°5



DOCUMENT REPONSE N°6 : On réalise le montage ci-après.

Conditions initiales :

- L'interrupteur K est ouvert.
- La source alimentant le montage est hors tension.

On effectue trois opérations successives. Cocher la ou les bonnes réponses.

Opération 1 : l'alimentation du circuit est mise sous tension (K reste ouvert)

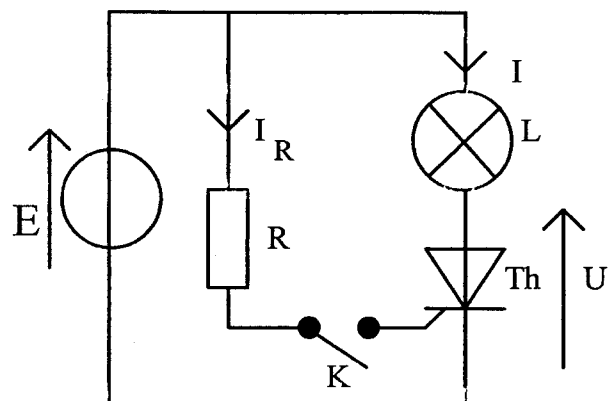
- ☐ La lampe L s'allume
- ☒ La lampe L reste éteinte
- ☒ $U = E$

Opération 2 : après avoir fermé l'interrupteur K, l'alimentation restant sous tension

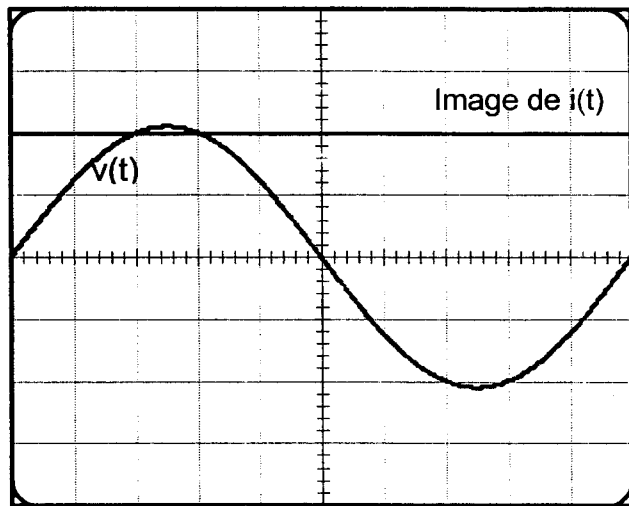
- ☒ La lampe L brille
- ☐ La lampe L est éteinte
- ☐ $U = E$

Opération 3 : puis, on ouvre l'interrupteur K, l'alimentation restant sous tension

- ☒ La lampe L brille
- ☐ La lampe L est éteinte
- ☐ $U = E$



DOCUMENT REPONSE N°7



Voie 1 : 30 V / Div
 $v(t)$

Voie 2 : 20 V / Div avec la sonde
de courant de calibre 1V/A
Image de $i(t)$

Base de temps : 2ms / Div

0 pour
les deux
voies

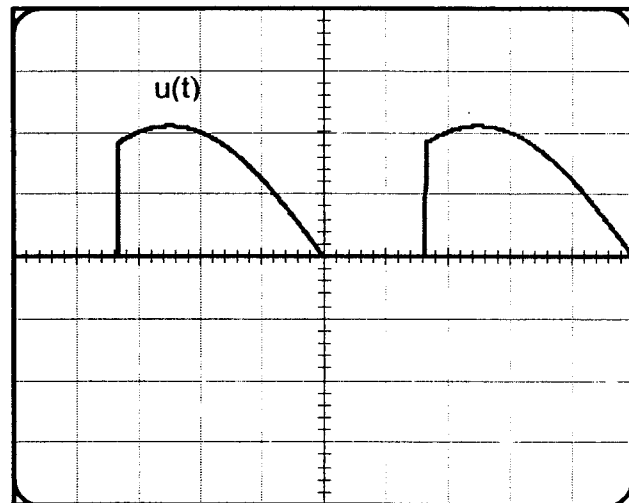


Image de $i_{TH1}(t)$

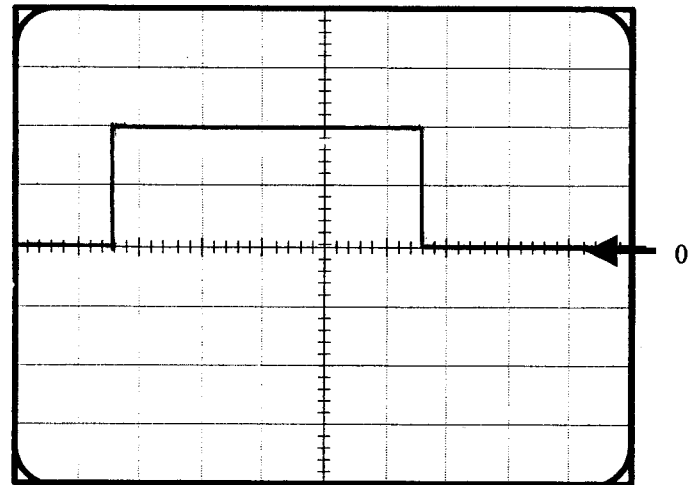


Image de $i_S(t)$

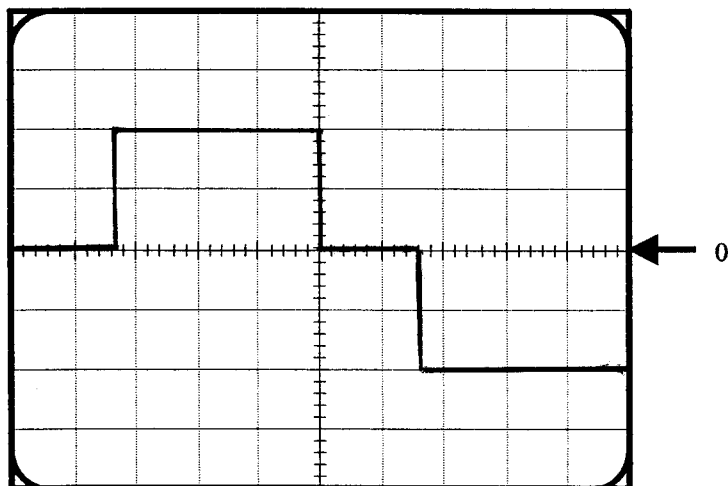


Image de $i_{D1}(t)$

