

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

réponse	barème
1. Etude de l'oscillateur à fréquence variable	
1.1.1. Etude de la chaîne directe la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{V_2}{V_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$	1
1.1.2. Etude de la chaîne de retour a) $\underline{K} = \frac{V_3}{V_2} = \frac{\underline{Z}}{R + \underline{Z}}$ d'après la règle du pont diviseur de tension. et $\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}} \text{ d'où } \underline{K} = \frac{1}{1 + \underline{Y} \cdot R}.$	1 1
b) Expression de \underline{Y} en fonction de R, L, C et ω . $\underline{Y} = \frac{1}{R} + \frac{1}{jL\omega} + jC\omega$	1
c) $\underline{K} = \frac{V_3}{V_2} =: \frac{1}{1 + R(\frac{1}{R} + \frac{1}{jL\omega} + jC\omega)}$ $\underline{K} = \frac{1}{2 + jR(C\omega - \frac{1}{L\omega})}$	1 1
d) \underline{K} est réel si $\frac{1}{L\omega} - C\omega = 0$ l'expression de K est $\frac{1}{2}$	1 1
1.2. Etude du système bouclé	
1.2.1. la relation entre \underline{V}_1 et \underline{V}_3 est $\underline{V}_1 = \underline{V}_3$	1
1.2.2. $\underline{H} = \frac{V_3}{V_2}$ et $\underline{K} = \frac{V_2}{V_1}$ $\underline{H} \cdot \underline{K} = \frac{V_3}{V_2} \times \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_1} \times \frac{V_2}{V_2} = 1.$	0.5 0.5
1.2.3. l'argument de $\underline{H} \cdot \underline{K}$ est 0 rad car 1 est un nombre réel positif	0.5 0.5
1.2.4. K est réel donc $C\omega_0 - \frac{1}{L\omega_0} = 0$	1

donc la fréquence d'oscillation $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}}$	
1.2.5. à la fréquence f_0 , le module de $\underline{H.K}$ est : $H.K=1$	1
1.2.6. <u>relation entre R_1 et R_2.</u> comme $H = 1 + \frac{R_2}{R_1}$, $K = \frac{1}{2}$ et $H.K=1$	
donc $H = \frac{1}{K} = 2$	1
donc $\frac{R_2}{R_1} = 1$ soit $R_2 = R_1$	1
1.3. Applications numériques	
1.3.1. les valeurs de l'inductance de la bobine $x_1 = 0 \text{ mm} \Rightarrow L \approx 7 \text{ mH}$ $x_1 = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow L \approx 5 \text{ mH}$ $x_1 = 0,6 \text{ mm} \Rightarrow L \approx 3,5 \text{ mH}$ $x_1 = 1 \text{ mm} \Rightarrow L \approx 2,5 \text{ mH}$	4x0.25
1.3.2. fréquence d'oscillation f_0 lorsque $C = 4 \text{ nF}$. $x_1 = 0 \text{ mm} \Rightarrow f_0 \approx 30 \text{ 000 Hz}$ $x_1 = 0,2 \text{ mm} \Rightarrow f_0 \approx 35600 \text{ Hz}$ $x_1 = 0,6 \text{ mm} \Rightarrow f_0 \approx 42500 \text{ Hz}$ $x_1 = 1 \text{ mm} \Rightarrow f_0 \approx 50300 \text{ Hz}$	4x0.25
1.3.3. la fréquence f_0 en fonction de x_1 document réponse page 14	1
TOTAL PARTIE 1	18 PTS
2. Etude du convertisseur fréquence – tension	
2.1. Etude du circuit de mise en forme	
2.1.1. la fonction réalisée par l'AO est comparateur 1 seuil car il n'y a ni contre-réaction et ni réaction.	1 0.5
2.1.2., la tension $v_4(t)$ correspondant à $v_3(t)$ document réponse page 15	1
2.1.3. Lorsque $v_4(t) > 0$, la diode est bloquée. la tension $v_5(t)$ est +15V car la tension aux bornes de R est nulle.	1 1
2.1.4. Lorsque $v_4(t) < 0$, la diode est passante la tension $v_5(t)$ est -15V car la tension aux bornes de la diode est nulle.	1 1
2.1.5., la tension $v_5(t)$.	1

document réponse page 15	
2.2. Etude du monostable	
2.2.1. Le monostable est déclenché par un front montant de $v_5(t)$	1
2.2.2. la valeur de la tension v_6 pour l'état stable 0V la valeur de la tension v_6 pour l'état instable 15V	0.5 0.5
2.2.3. la durée de l'état instable est 20 μ s.	1
2.3. Etude du moyeneur	
2.3.1. Cas particulier	
a) la valeur moyenne $V_{6moy} = \frac{\text{Aire}}{\text{période}} = \frac{15 \times \theta}{T_0}$ $V_{6moy} = 12V$	0.5 1
b) l'amplitude du fondamental de $v_6(t)$ est 4V sa fréquence est 40 kHz son allure est sinusoïdale	1 1 1
c) le filtre qui extrait la valeur moyenne de $v_6(t)$ est un passe bas	1
d) la fréquence de coupure du filtre \ll fréquence du fondamental	1
e) $v_7(t) = V_{6moy} = 12 V$ document réponse page 16.	1
2.3.2. Cas général	
2.4. Expression de $v_7(t)$ en fonction des épaisseurs des entrefers	
$v_7(t) = V_{6moy} = \frac{\text{Aire}}{\text{période}} = \frac{15 \times \theta}{T_0} = 15 \times \theta \times f_0$ $= 15 \times \theta \times (3.10^4 + 2.10^7 x_1)$	1
$v_7(t) = 15 \times \theta \times (3.10^4 + 2.10^7 \frac{\Delta x + 10^{-3}}{2}) = 12 + 3.10^3 \Delta x$	1
TOTAL PARTIE 2	20PTS
3. Etude du soustracteur	
3.1. le régime de fonctionnement est linéaire car il y a une contre-réaction	0.5 0.5
3.2. l'expression de $v_8(t)$	
$V^+ = \frac{R}{R+R} \times v_7(t) = \frac{v_7(t)}{2}$ avec le pont diviseur de tension si le courant de polarisation de	1 0.5

l'AO i ⁺ est nul. $V^- = \frac{R}{R+R} \times v_8(t) + \frac{R}{R+R} \times E = \frac{v_8(t)}{2} + \frac{E}{2}$	1
V ⁺ =V ⁻ car l'AO est en mode linéaire	0.5
donc $\frac{v_7(t)}{2} = \frac{v_8(t)}{2} + \frac{E}{2}$	1
d'où v ₈ (t)= v ₇ (t)-E	
3.3. expression de v ₈ en fonction de Δx. v ₈ (t)= 12+3.10 ³ Δx -12 =3.10 ³ Δx	1
TOTAL PARTIE 3	6PTS
4. Etude de l'amplificateur	
4.1. amplification A _v : $A_v = 1 + \frac{R_5}{R_4}$	0.5
4.2. A _v =3,33. R ₄ =10kΩ et On règle R ₅ à 23,3 kΩ car R ₄ =10kΩ et A _v =3,33.	1
4.3. U _{position} = s. Δx	
4.3.1. la valeur numérique de la sensibilité s=10 V.mm ⁻¹	0.5
4.3.2. unité de la sensibilité s. : V.mm ⁻¹	0.5
TOTAL PARTIE 4	2.5PTS
Etude de l'asservissement de position	
5.1. Pour obtenir expérimentalement cette courbe de gain , u _g (t) doit être sinusoïdal	1
5.2. Lorsque la tension d'entrée u _g (t) est une tension continue le gain vaut 20dB	1
5.3. Lorsque la tension d'entrée u _g (t) est une tension continue. le coefficient d'amplification $A_1 = 10^{\frac{G}{20}} = 10^{\frac{20}{20}} = 10$	1
5.4. La fréquence de coupure est 5000Hz.	1
La bande passante est (0 ; 5000Hz)	1
TOTAL PARTIE 5	5PTS
6. Etude de l'amplificateur de puissance	
6.1. relation entre u ₁₀ (t) et U _{bobine} (t). l'AO est en mode linéaire donc V ⁺ =V ⁻ V ⁺ = u ₁₀ (t) et V ⁻ = U _{bobine} (t). donc u ₁₀ (t)= U _{bobine} (t).	0.5 0.5 0.5
6.2. chronogramme du courant	
6.2.1. τ _{graphique} =10ms (construction document réponse p16)	2

6.2.2. $\tau_{théorie} = \frac{L_E}{R_E} = \frac{0,1}{10} = 0,01s = 10ms$	0.5
$\tau_{graphique} = \tau_{théorie}$	0.5
6.2.3. la durée du régime transitoire $\approx 3\tau_{graphique} \approx 30ms$	1
6.2.4. La valeur du courant en régime permanent est 0,5A	1
6.2.5. En régime permanent, $u_{LE}(t)=0V$ car $i(t)=cte.$	0.5 0.5
6.2.6. En régime permanent, $u_{RE}(t)=5V$ car $u_{RE}(t)=R \times i(t)$ et $i(t)=0,5A=cte.$	0.5 0.5
TOTAL PARTIE 6	8.5PTS
7. Etude du système bouclé	
7.1. les éléments de la chaîne directe sont $A_1, A_2, A_3.$	1
7.2. l'élément de la chaîne retour est s	1
7.3. $U_g = U_{consigne} - U_{position}$ $U_{position} = s \cdot \Delta x$ $\Delta x = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot U_g = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 (U_{consigne} - U_{position})$ $\Delta x = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 (U_{consigne} - s \cdot \Delta x)$ $\Delta x (1 + A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot s) = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot U_{consigne}$ $\Delta x = \frac{A_1 \cdot A_2 \cdot A_3}{1 + A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot s} \cdot U_{consigne}$	0.5 0.5 0.5 0.5
7.4. si $\Delta x=0$, la tension de consigne est nulle	1
7.5. effet d'une perturbation	
7.5.1. le signe de Δx est négatif $\Delta x = - 0,04mm$	0.5
7.5.2. $U_{position} = s \cdot \Delta x = - 0,4V$	1
7.5.3. $U_g = U_{consigne} - U_{position} = 0V - (- 0,4V) = 0,4V$ $U_{10} = A_1 \cdot U_g = 10 \times 0,4V = 4V$ $I = A_1 \cdot U_{10} = 0,1 \times 4V = +0,4A$	0.5 0.5 0.5
7.5.4. Sous l'effet de ce courant d'intensité I positive circulant dans les bobines des électroaimants, une force rappelle le rotor dans sa position d'équilibre. Δx va tendre vers 0.	1 1
TOTAL PARTIE 7	10 PTS

Total : 70 pts

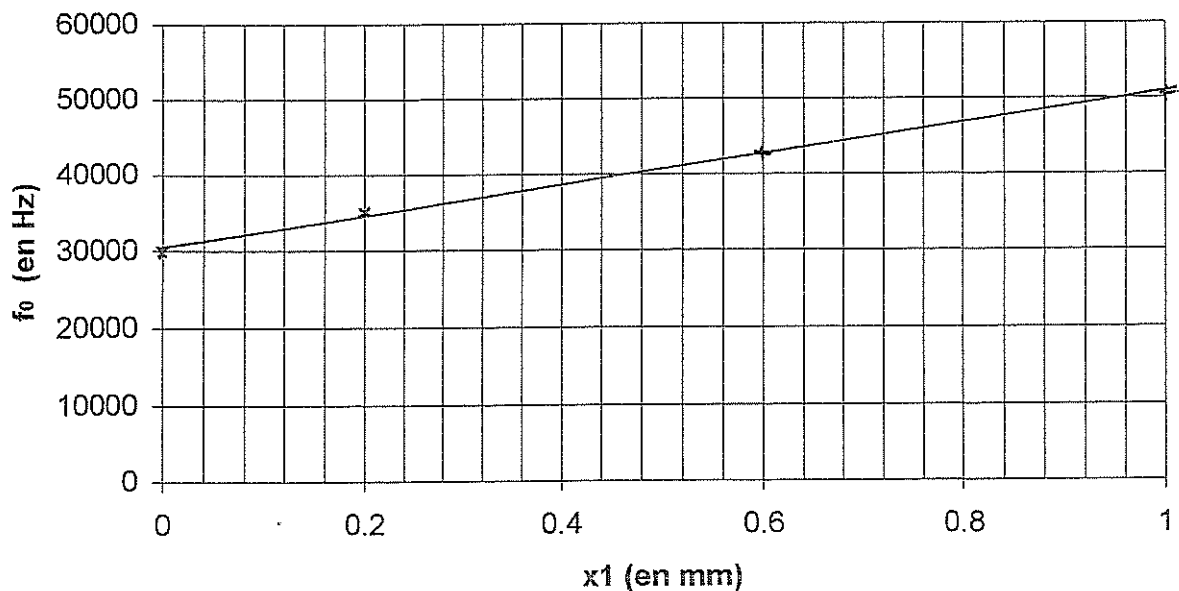
DOCUMENT RÉPONSE - A RENDRE AVEC LA COPIE

1. Étude de l'oscillateur à fréquence variable

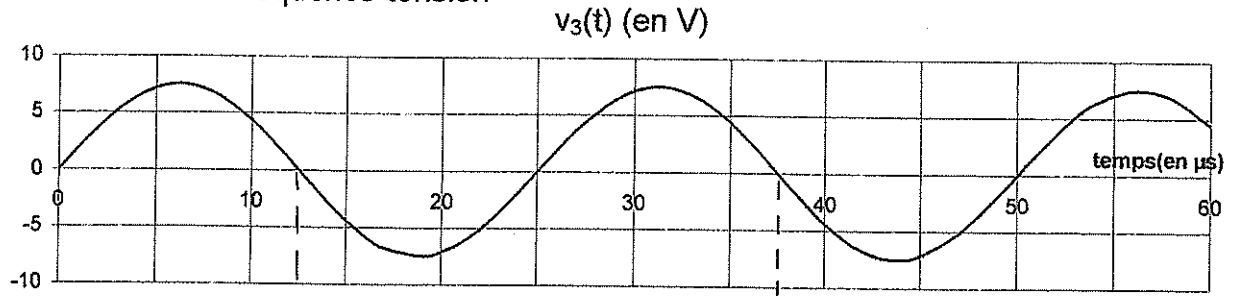
1.3.1. et 1.3.2.

Épaisseur entrefer x_1 (en mm)	0	0.2	0.6	1
Inductance de la bobine L (en H)	0,007	0,005	0,0035	0,0025
Fréquence d'oscillation f_0 (en Hz)	30 000	35 600	42 500	50 300

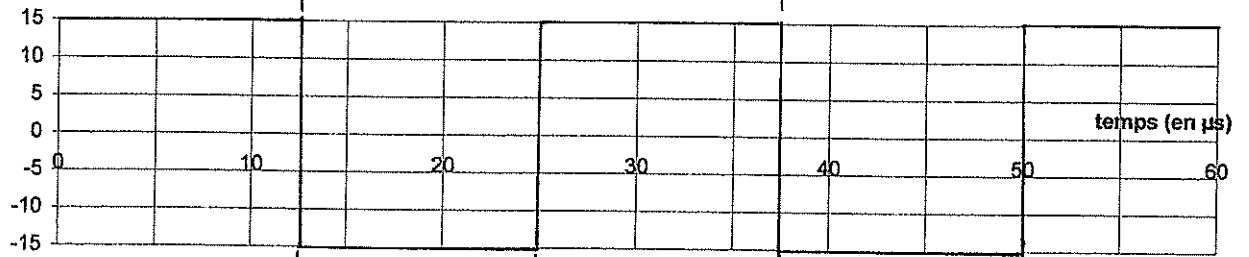
1.3.3. f_0 en fonction de x_1



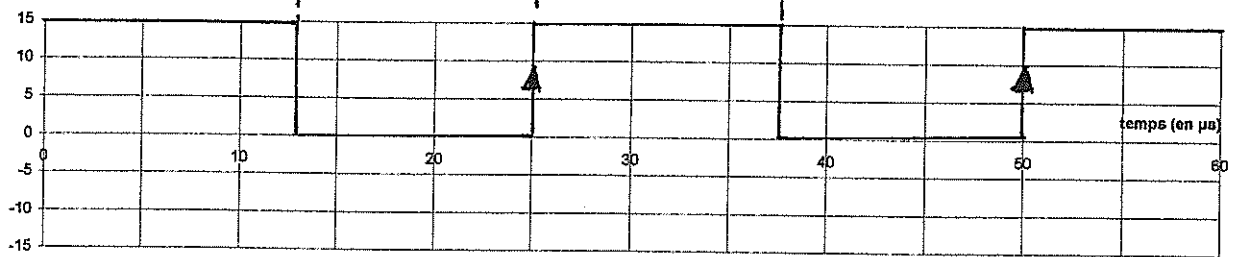
2. Convertisseur fréquence-tension



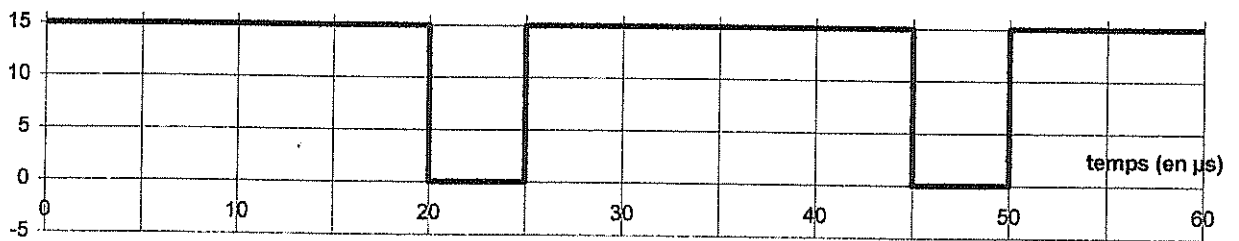
2.1.2. $v_4(t)$ (en V)



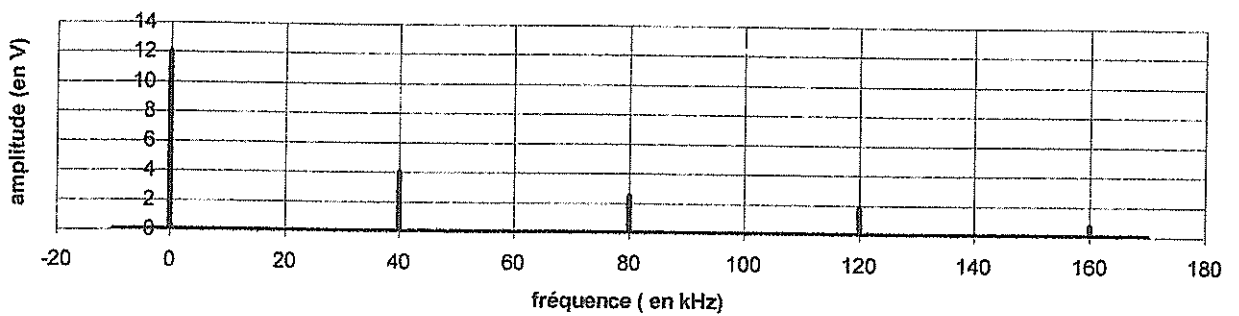
2.1.5. $v_5(t)$ (en V)



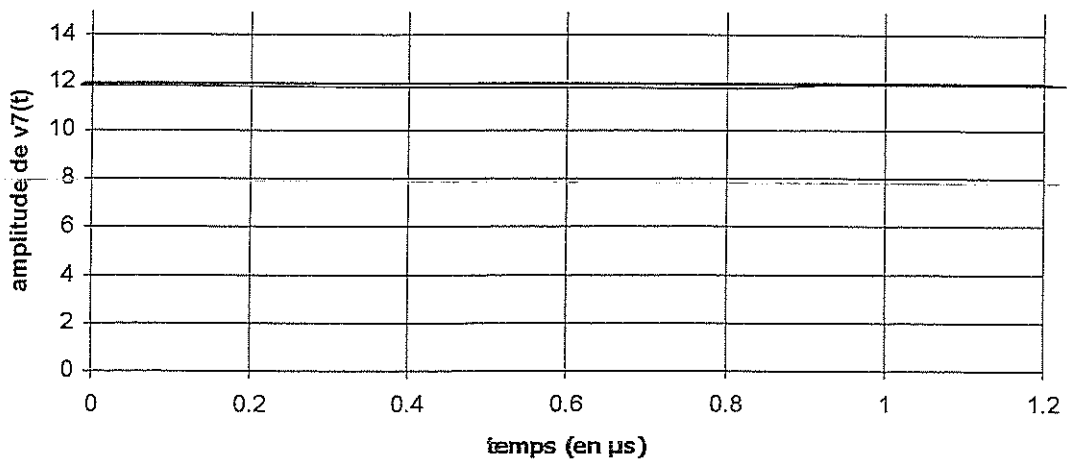
2.2. $v_6(t)$ (en V)



2.3.1. spectre de $v_6(t)$



3.3.3. Chronogramme de $v_7(t)$



6. Étude de l'amplificateur de puissance

6.2. Chronogramme de l'intensité $i(t)$ du courant dans la bobine :

