

Partie A1

1°/ étude de l'inducteur

1-1 le rôle de l'inducteur est de créer un champ magnétique (le flux).

1-2 si on supprime l'alimentation de l'inducteur le moteur s'emballe.

$$E = k \cdot \phi \cdot \Omega \Rightarrow \Omega = \frac{E}{k \cdot \phi}$$

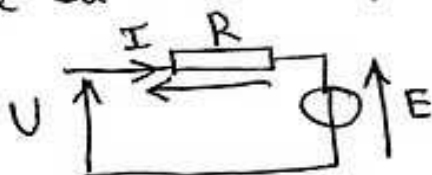
Si on coupe le circuit d'alimentation (avant de couper le circuit induit)  $\phi = 0 \text{ Wb} \Rightarrow \Omega \rightarrow +\infty$ 

1-3 
$$P_{EX} = U_{EXN} \cdot I_{EXN} = \frac{U_{EXN}^2}{R_{EX}} = R_{EX} \cdot I_{EXN}^2$$

$$P_{EX} = 220 \times 0,14 = 88 \text{ W}$$

2°/ Etude du moteur au point de fonctionnement nominal

2-1



$$U_N = E + R I_N$$

2-2

a) 
$$E_N = U_N - R I_N = 220 - 2 \times 10 = 200 \text{ V}$$

b) 
$$P_{AN} = P_{A\text{induit}} + P_{A\text{inducteur}} \\ = U_N I_N + P_{EX} = 220 \times 10 + 88$$

$$P_{AN} = 2288 \text{ W}$$

c) 
$$P_{EMN} = E_N \times I_N = 200 \times 10 = 2000 \text{ W}$$

d) 
$$T_{EMN} = \frac{P_{EMN}}{\Omega_N} \quad \text{avec} \quad \Omega_N = \frac{2\pi n_N}{60}$$

$$\Omega_N = \frac{2\pi \times 1000}{60} = 104,7 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$T_{EMN} = \frac{2000}{104,7} = 19,1 \text{ N.m}$$

e) 
$$P_C = P_{EMN} - P_{UN} = 2000 - 1930 = 70 \text{ W}$$

f) 
$$T_{UN} = \frac{P_{UN}}{\Omega_N} = \frac{1930}{104,7} = 18,43 \text{ N.m}$$

g) 
$$T_P = k I_0 = \frac{P_C}{\Omega_N} = \frac{70}{104,7} = 0,67 \text{ N.m}$$

autre méthode: 
$$T_P = T_{EMN} - T_{UN} = 19,1 - 18,43$$

$$T_P = 0,67 \text{ N.m}$$

$$h) \eta = \frac{P_M}{P_a} = \frac{1930}{2288} = 84,35\%$$

$$2-3 \quad E = K \phi \Omega$$

l'intensité du courant d'excitation est maintenue constante  $\Rightarrow \phi$  reste constant (le flux)

$$\Rightarrow E = K' \Omega \quad \text{avec } K' = K \phi$$

$$\text{donc } E = \left( K' \times \frac{2\pi}{60} \right) \times n = k_1 \times n$$

$$\text{avec } k_1 = K \times \phi \times \frac{2\pi}{60}$$

$$k_1 = \frac{E_N}{n_N} = \frac{200}{1000} = 0,2 \text{ V} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$$

$$3^{\circ} \quad I_0 = 0 \text{ A} \quad (U_N = R I_0 + E_0 = E_0)$$

$$\text{A vide } E_0 = U_N = 220 \text{ V} \Rightarrow n_0 = \frac{E_0}{k_1}$$

$$n_0 = \frac{220}{0,2} = 1100 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$4^{\circ} \quad \Delta n = n_0 - n = \frac{E_0}{k_1} - \frac{E}{k_1}$$

$$E = U - R I$$

$$\Delta n = \frac{E_0 - (U - R I)}{k_1}$$

$$E_0 = U$$

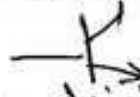
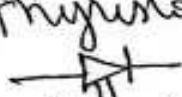
$$\Delta n = \frac{U - U + R I}{k_1} = \frac{R I}{k_1}$$

$$\Delta n = \frac{2 \times 10}{0,2} = 100 \text{ tr} / \text{min}$$

### Partie B

1. 1.1 La fonction du hacheur est de fournir une tension continue réglable à partir d'une source de tension continue fixe.

1.2 thyristor ou Transistor



1.3 le rôle de la diode est d'assurer la continuité du courant dans la charge lorsque l'interrupteur du hacheur est ouvert (elle permet de dissiper dans la charge l'énergie stockée par la bobine)

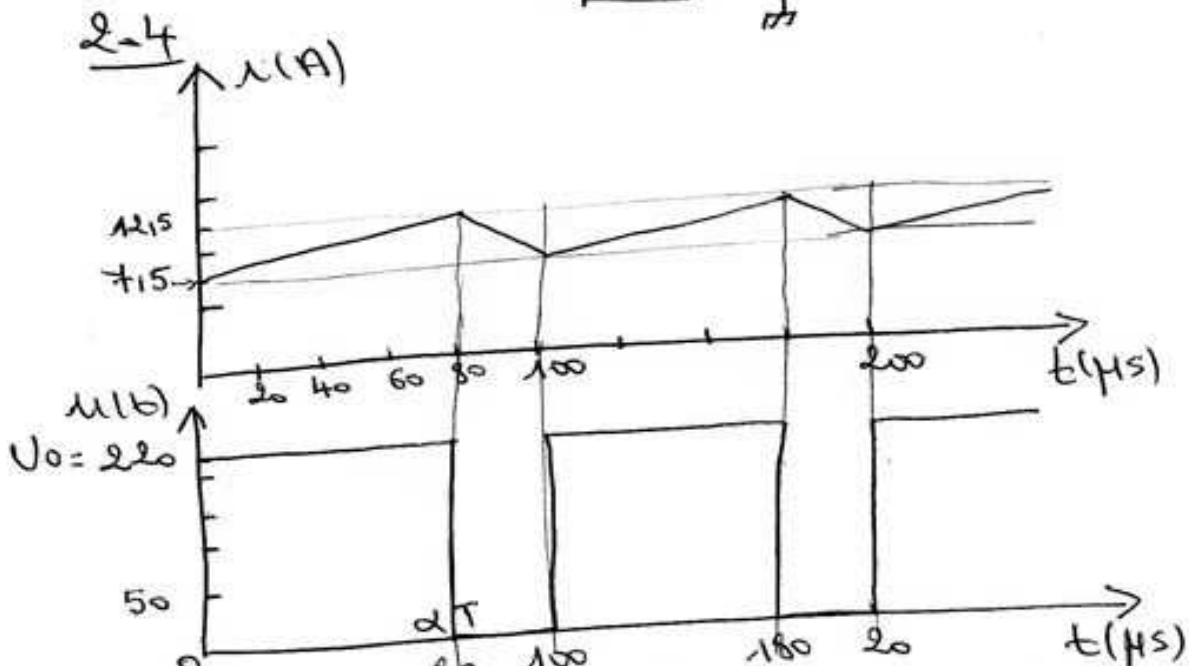
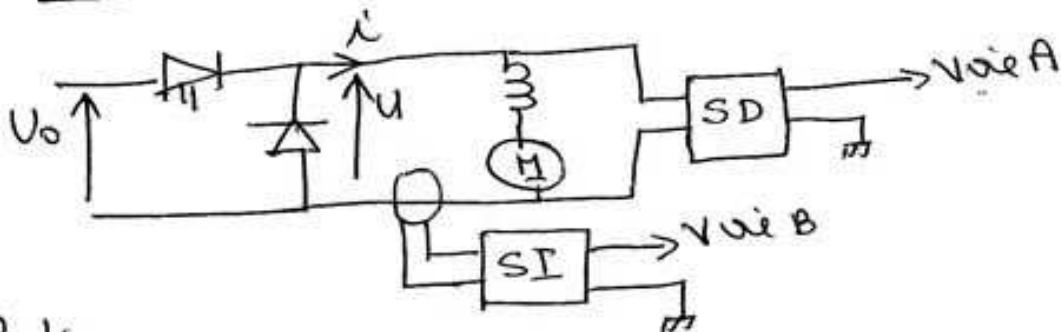
1.4 : le rôle de la bobine est de lisser le courant afin que le moteur ne vibre pas ( $T_u = T_m - T_p$   
 $T_u = RI - T_p$  or  $I$  varie  $\Rightarrow T_u$  varie ...)

2°/ 2.1  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}} = 10\,000 \text{ Hz} = 10 \text{ kHz}$

$\alpha = \frac{t_{on}}{T} = \frac{80}{100} = 0.8$

2.2  $\langle i \rangle = \frac{I_M + I_m}{2} = \frac{7.15 + 12.15}{2} = 10 \text{ A}$

2.3  $u(t) \Rightarrow$  voie A et  $i(t) \Rightarrow$  voie B



2.5  $\langle u \rangle = \frac{uT}{T} = \frac{\alpha T \times U_0}{T} = \alpha U_0 = 0.8 \times 220$

$\langle u \rangle = 176 \text{ V}$

(3)

## 2-6 Voltmètre numérique en position DC

3°/  $\langle i \rangle = 10 \text{ A}$

3.1  $M = ML + M_m = ML + E + R \cdot i$

$$M = L \frac{di}{dt} + E + R \cdot i$$

3.2

$$\langle M \rangle = \left\langle L \frac{di}{dt} \right\rangle + \langle E \rangle + \langle R i \rangle$$

$$\langle M \rangle = E + R \langle i \rangle \quad \left( \langle ML \rangle = 0 \right)$$

$$E = 0,2 \text{ V}$$

$$\langle M \rangle = 0,2 \text{ V} + 10 \times 2 = 0,2 \text{ V} + 20$$

3.3  $n = \frac{\langle M \rangle - 20}{0,2} = \frac{\alpha U_0 - 20}{0,2}$

$$n = \frac{220}{0,2} \alpha - \frac{20}{0,2} = \frac{220\alpha - 20}{0,2}$$

$$\alpha = 0,8 \Rightarrow n = \frac{220 \times 0,8 - 20}{0,2} = 780 \text{ tr.m}^{-1}$$

3.4  $\alpha = 0,2 \text{ Mc}$  on sait que  $\langle M \rangle = \alpha U_0$

$$\langle M \rangle = 0,2 \cdot \text{Mc} \times U_0$$

$$\langle M \rangle = \frac{0,2 U_0 \cdot \text{Mc}}{k_2} = k_2 \times \text{Mc}$$

$$\text{avec } k_2 = 0,2 \times U_0 = 0,2 \times 220$$

$$k_2 = 44$$

## Partie C

### 1°/ opérateur de différence

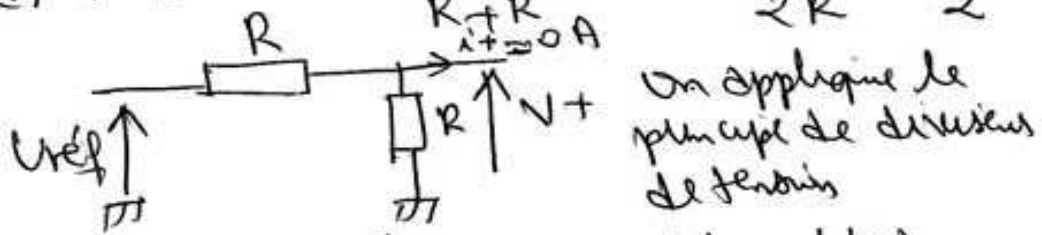
1-1

en régime linéaire (c'est le cas car il y a présence d'une contre-réaction négative : liaison électrique entre la sortie et l'entrée inverseuse)

$$V_d = 0 \text{ V} \Rightarrow V_d = V^+ - V^- = 0 \text{ V} \Rightarrow V^+ = V^-$$

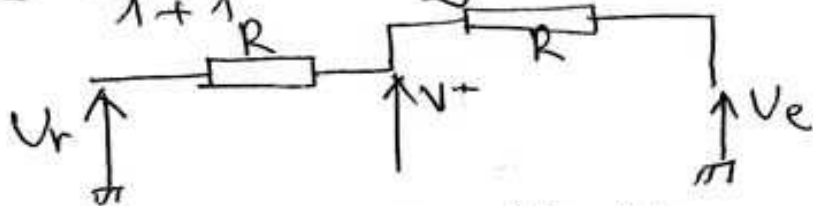
(4)

1.2 a)  $V^+ = \frac{U_{ref} \times R}{R + R} = \frac{U_{ref} \times R}{2R} = \frac{U_{ref}}{2}$



On applique le principe de diviseur de tension

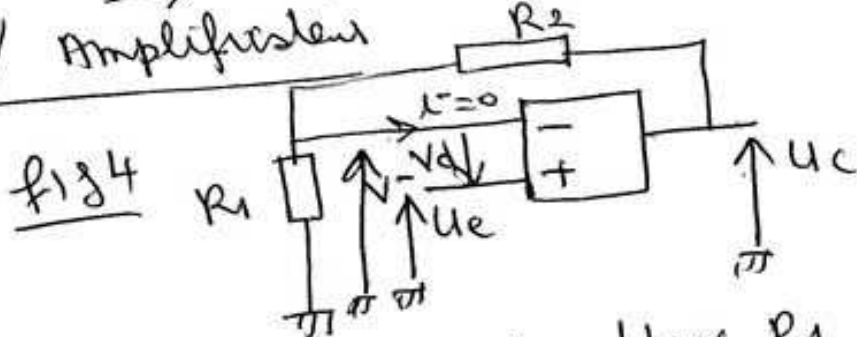
b)  $V^- = \frac{\frac{U_r}{R} + \frac{U_e}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R}} = \frac{R \times (\frac{U_r}{R} + \frac{U_e}{R})}{R(\frac{1}{R} + \frac{1}{R})}$   
 $V^- = \frac{U_r + U_e}{1 + 1} = \frac{U_r + U_e}{2}$  (Théorème de Millman)



1.3  $V^+ = V^- \Rightarrow \frac{U_{ref}}{2} = \frac{U_r + U_e}{2}$

$\Rightarrow U_{ref} = U_r + U_e \Rightarrow U_e = U_{ref} - U_r$

2. Amplificateur



2.1  $V^+ = U_e$   $V^- = U_c \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

2.2  $U_c = f(R_1, R_2, U_e)$

$V_d = 0 \Rightarrow V^+ = V^-$  (il y a une contre-réaction négative)  
 $U_e = U_c \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow U_c = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \times U_e$

$U_c = (\frac{R_1}{R_1} + \frac{R_2}{R_1}) U_e \Rightarrow U_c = (1 + \frac{R_2}{R_1}) U_e$

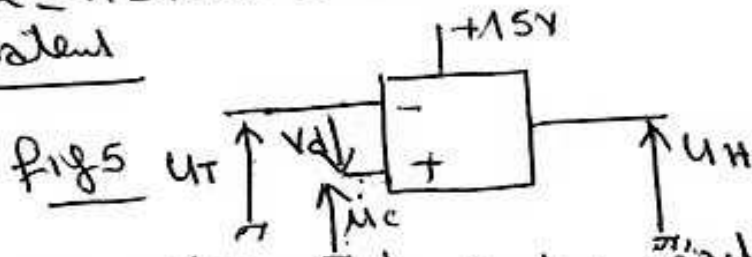
2-3  $A = 1 + \frac{R_2}{R_1} = \frac{U_c}{U_e}$

A-4  $A = 20 \Rightarrow 1 + \frac{R_2}{R_1} = 20$

$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 20 - 1 \Rightarrow R_2 = 19 R_1$

$R_2 = 19 \times R_1 = 38 k\Omega$

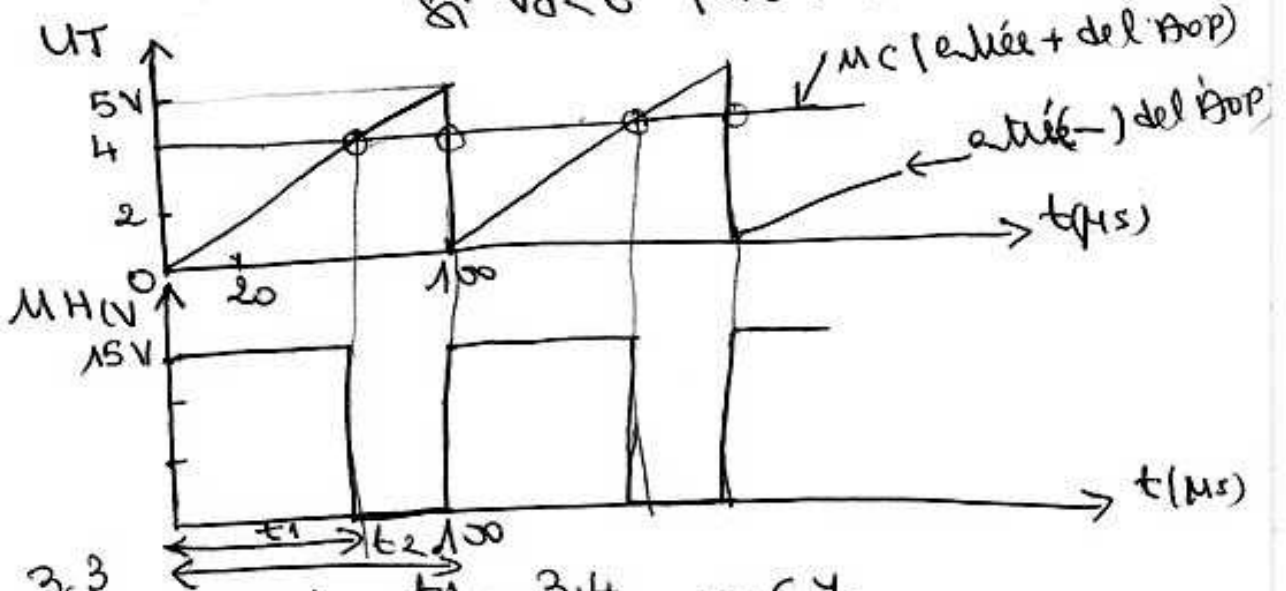
3. Comportement



3-1 il y a pas présence de contre-réaction négative donc l'AOP fonctionne en régime non-linéaire (régime de saturation  $V_s = \pm V_{sat}$ )  
 $U_H = 0V$  ou  $15V$ .

3-2  $U_c = 4V$

Si  $V_d > 0$  ( $U_c > U_T$ )  $\Rightarrow U_H = +15V$   
 Si  $V_d < 0$  ( $U_c < U_T$ )  $\Rightarrow U_H = 0V$



3.3

$\alpha = \frac{t_1}{t_2} = \frac{3,4}{5,1} = 0,67$

(faire le travail pour document réponse)

Partie D : étude l'approximation de vitesse

$$K_3 = \frac{M_r}{n} = 5 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$$

$$k_2 = \frac{\langle M \rangle}{U_c} = 44 \text{ ; } k_1 = \frac{E}{n} = 0,12 \text{ V} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$$

1°/ moteur à vide  $\langle i \rangle = 0$  et  $A = 20$

1.1  $H_0 = \frac{n_0}{U_c}$



$$n_0 = k_2 \times \frac{1}{k_1} \times I_c \Rightarrow \frac{n_0}{U_c} = k_2 \times \frac{1}{k_1} = \frac{k_2}{k_1}$$

$$n_0 = A \times k_2 \times \frac{1}{k_1} \times I_c \Rightarrow \frac{n_0}{U_c} = \frac{A \cdot k_2}{k_1}$$

$$H_{0f} = \frac{n_0}{U_c} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{44}{0,12} = 220 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$$

$$H_0 = \frac{n_0}{U_c} = 20 \times \frac{44}{0,12} = 4400 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$$

1.2  $T_0 = \frac{n_0}{U_{ref}} = \frac{H_0}{1 + K_3 H_0} ?$

$$I_c = U_{ref} - U_r \text{ avec } U_r = K_3 n$$

$$U_c = U_{ref} - K_3 n$$

$$n = \frac{A \times k_2 \times 1}{k_1} \times U_c = H_0 U_c$$

$$n = H_0 (U_{ref} - K_3 n) = H_0 U_{ref} - H_0 K_3 n$$

$$n + H_0 K_3 n = H_0 U_{ref}$$

$$n(1 + H_0 K_3) = H_0 U_{ref}$$

$$\frac{n}{U_{ref}} = \frac{H_0}{1 + K_3 H_0} = T_0$$

⑦

$$T_0 = \frac{H_0}{1 + K_3 H_0} = \frac{4400}{1 + 5 \cdot 10^3 \times 4400} = \frac{n_0}{U_{ref}}$$

$$T_0 = \frac{4400}{1 + 22} = 191,3 \text{ tr. min}^{-1} \text{ V}^{-1}$$

1-3  $U_{ref} = 4,6 \text{ V} \Rightarrow n_0 ?$

$$n_0 = T_0 \times U_{ref} = 191,3 \times 4,6 =$$

$$\boxed{n_0 = 880 \text{ tr. min}^{-1}}$$

2°) motor fonctionne en charge  $\langle i \rangle = 10 \text{ A}$   
 $U_{ref} = 4,6 \text{ V}$   
 $A = 20$

on donne:  $n = n_0 - \frac{R \langle i \rangle}{k_1} \times \frac{1}{1 + H_0 K_3}$

$$n = 880 - \frac{2 \times 10}{0,12} \times \frac{1}{1 + 5 \cdot 10^3 \times 4400}$$

$$n = 880 - \frac{200}{23} = 871,3 \text{ tr. min}^{-1}$$

3°) 3.1  $\Delta n' = n_0 - n = 880 - 871,3$

$$\Delta n' = 8,7 \text{ tr. min}^{-1}$$

3.2  $\Delta n = \frac{R \langle i \rangle}{k_1} = \frac{2 \times 10}{0,12} = 200 \text{ tr. min}^{-1}$

$$\Delta n' < \Delta n$$

l'intérêt du système asservi (boucle) réside dans le fait que la grandeur asservie (la vitesse pour notre cas) dépend très peu de la charge (pour notre cas la fréquence de rotation, dépend très peu du courant d'induit).