

Exercice 1 :

1°)

a) Force contre électromotrice : E'

$$E' = U - RI = 200 - 3 \times 8 = 200 - 24$$

$$E' = 176 \text{ V}$$

b) $E' = nN\Phi$ avec N : nombre de conducteurs de l'induit **constant**. Φ : flux sous un pôle en Webers **constant** puisque le courant d'excitation est constant.D'où $N\Phi$ est constant

$$E' = Kn$$

$$\text{Calcul de K : } K = \frac{E'}{n} = \frac{176 \times 60}{1200}$$

$$K = 8,8 \text{ Vs/tr}$$

c) Moment du couple électromagnétique T .

$$\text{Puissance électromagnétique : } P_{\text{éu}} = E' \cdot I = 176 \times 8 = 1408 \text{ W}$$

$$T = \frac{P_{\text{éu}}}{\Omega} = \frac{P_{\text{éu}}}{2\pi n} = \frac{1408 \times 60}{2\pi \times 1200}$$

$$T = 11,21 \text{ Nm}$$

d) Puissance utile :

$$P_u = P_{\text{éu}} - P_c = 1408 - 48$$

$$P_u = 1360 \text{ W}$$

$$\text{Puissance absorbée : } P_a = UI + P_{j_{\text{inducteur}}} = 200 \times 8 + 60 + 60 = 1660 \text{ W}$$

Rendement :

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{1360}{1660}$$

$$\eta = 0,82$$

2°) f.c.e.m. E'_0 :

$$E'_0 = U - RI_0 = U \text{ or } I_0 = 0$$

$$E'_0 = U = 200 \text{ V}$$

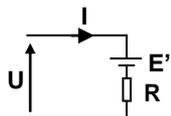
Fréquence de rotation n_0 .

$$E'_0 = Kn_0 ; n_0 = \frac{E'_0}{K} = \frac{200}{8,8}$$

$$n_0 = 1363 \text{ tr/min}$$

Exercice 2 :

1°) Schéma équivalent de l'induit :



2°) Puissance électrique utile nominale :

$$E' = U - RI = 48 - 2 \times 3 = 48 - 6 = 42 \text{ V}$$

$$P_{\text{éu}} = E' \cdot I = 42 \times 3$$

$$P_{\text{éu}} = 126 \text{ W}$$

3°) Puissance utile nominale.

$$\text{Puissance absorbée : } P_a = UI = 48 \times 3 = 144 \text{ W}$$

$$P_u = P_a \cdot \eta = 144 \times 0,75$$

$$P_u = 108 \text{ W}$$

4°) Pertes constantes :

$$P_c = P_{eu} - P_u = 126 - 108$$

$$P_c = 18 \text{ W}$$

5°) Courant absorbé par l'induit à vide :

La puissance absorbée par l'induit à vide est : $P_{a0} = P_{j_{\text{inducteur}}} + P_c$

$$U I_0 = R I_0^2 + P_c ; R I_0^2 - U I_0 + P_c = 0 ; 2 I_0^2 - 48 I_0 + 18 = 0 ; I_0^2 - 24 I_0 + 9 = 0 ;$$

$$\Delta = 24^2 - 4 \times 1 \times 9 = 540 = (23,24)^2$$

$$I'_0 = \frac{24 - 23,24}{2} = 0,38 \text{ A} \quad \text{Valeur raisonnable}$$

$$I''_0 = \frac{24 + 23,24}{2} = 23,62 \text{ A} \quad \text{à rejeter}$$

$$I_0 = 0,38 \text{ A}$$

Exercice 3 :

1°) Moment du couple utile nominal : T_{uN} :

$$T_{uN} = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{P_u}{2\pi n} = \frac{500 \times 60}{2\pi \times 1365}$$

$$T_{uN} = 3,5 \text{ Nm}$$

2°) a) Caractéristique du couple.

b) D'après la courbe $T_u = f(I)$

$$I_N = 3 \text{ A}$$

3°) a) $T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{E' I}{2\pi n} = \frac{n N \Phi I}{2\pi n}$

$$T_{em} = \frac{N \Phi I}{2\pi}$$

$$T_{em} = a I$$

avec

$$a = \frac{N \Phi}{2\pi}$$

b) $T_{em} = T_u + T_p$

c) Graphiquement

$$T_p = 0,5 \text{ Nm}$$

$$a = \frac{2}{1,5}$$

$$a = 1,33$$

d) Pertes constantes :

$$P_c = T_p \cdot \Omega = 0,5 \times 2\pi \times \frac{1365}{60}$$

$$P_c = 71 \text{ W}$$

4°) Fonctionnement nominal :

a) Moment du couple électromagnétique :

$$P_{em} = P_u + P_c = 500 + 71 = 571 \text{ W}$$

$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{P_{em}}{2\pi n} = \frac{571 \times 60}{2\pi \times 1365}$$

$$T_{em} = 4 \text{ Nm}$$

b) L'intensité du courant absorbé par l'induit :

$$T_{em} = a I_N ; I_N = \frac{T_{em}}{a} = \frac{4}{1,33}$$

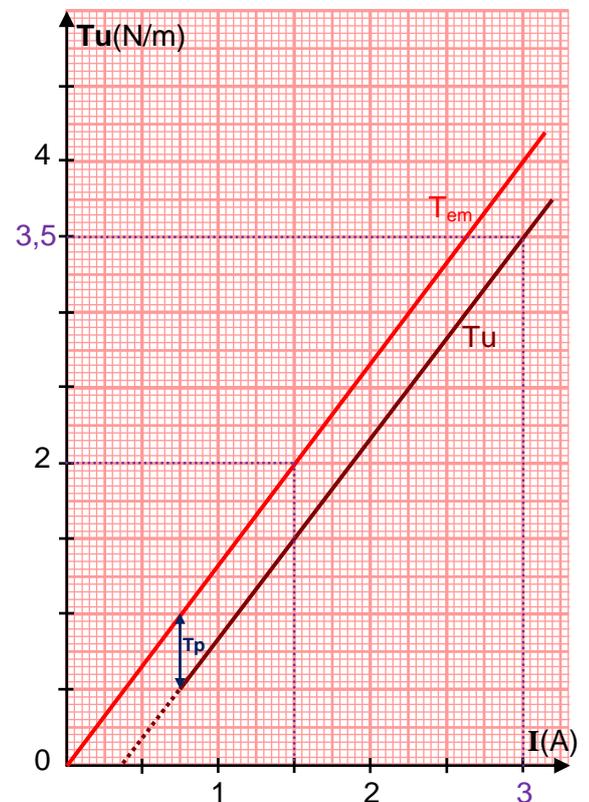
$$I_N = 3 \text{ A}$$

c) La résistance de l'induit.

$$U I_N = (E' + R I_N) I_N ; U I_N = R I_N^2 + P_{em} ; R I_N^2 = U I_N - P_{em}$$

$$R = \frac{U I_N - P_{em}}{I_N^2} = \frac{220 \times 3 - 571}{3^2}$$

$$R = 9,88 \Omega$$



Exercice 4 :1°) F.c.é.m E'_0 à vide :

$$E'_0 = U - RI_0 = 200 - 1 \times 2$$

$$E'_0 = 198 \text{ V}$$

F.c.é.m E' nominale :

$$E' = U - RI = 200 - 1 \times 14$$

$$E' = 186 \text{ V}$$

2°) Pertes par effet joule dans l'induit :

$$P_{j_{\text{induit}}} = RI^2 = 1 \times 14^2$$

$$P_{j_{\text{induit}}} = 196 \text{ W}$$

Pertes par effet joule dans l'inducteur :

$$P_{j_{\text{inducteur}}} = u \cdot i = 180 \times 0,5$$

$$P_{j_{\text{inducteur}}} = 90 \text{ W}$$

3°) Pertes collectives P_c :

$$P_c = E'_0 \cdot I_0 = 198 \times 2$$

$$P_c = 396 \text{ W}$$

4°) Moment de couple des pertes T_p :

$$T_p = \frac{P_c}{\Omega} = \frac{P_c}{2\pi n} = \frac{396 \times 60}{2\pi \times 1200}$$

$$T_p = 3,15 \text{ Nm}$$

5°) Puissance absorbée par le moteur :

$$P_a = UI + u_i = 200 \times 14 + 90$$

$$P_a = 2890 \text{ W}$$

6°) Puissance utile :

$$P_u = P_a - \sum \text{pertes} = P_a - (P_{j_{\text{inducteur}}} + P_{j_{\text{induit}}} + P_c)$$

$$P_u = 2890 - (90 + 196 + 396)$$

$$P_u = 2208 \text{ W}$$

7°) Moment du couple utile T_u :

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{P_u}{2\pi n} = \frac{2208 \times 60}{2\pi \times 1200}$$

$$T_u = 17,58 \text{ Nm}$$

8°) $E' = nN\Phi$ avec N : nombre de conducteurs de l'induit **constant**. Φ : flux sous un pôle en Webers **constant** puisque le courant d'excitation constant.D'où $N\Phi$ est constant

$$E' = K_1 \cdot n$$

$$K_1 = N\Phi, \quad K_1 = \frac{E'}{n} = \frac{186 \times 60}{1200}$$

$$K_1 = 9,3 \text{ Vs/tr}$$

$$9^\circ) \quad T = \frac{P_{\text{eu}}}{\Omega} = \frac{E'I}{2\pi n} = \frac{K_1 n I}{2\pi n} = \frac{K_1}{2\pi} I$$

$$T = \frac{K_1}{2\pi} I$$

$$T = K_2 \cdot I$$

$$K_2 = \frac{K_1}{2\pi} = 1,48 \text{ Nm/A}$$

$$T = 1,48 I$$

10°)

$$11^\circ) \quad E' = K_1 n = U - RI; \quad n = -\frac{R}{K_1} I + \frac{U}{K_1}$$

$$a = -\frac{R}{K_1} = -0,1; \quad b = \frac{U}{K_1} = 21,5$$

$$n = -0,1I + 21,5$$

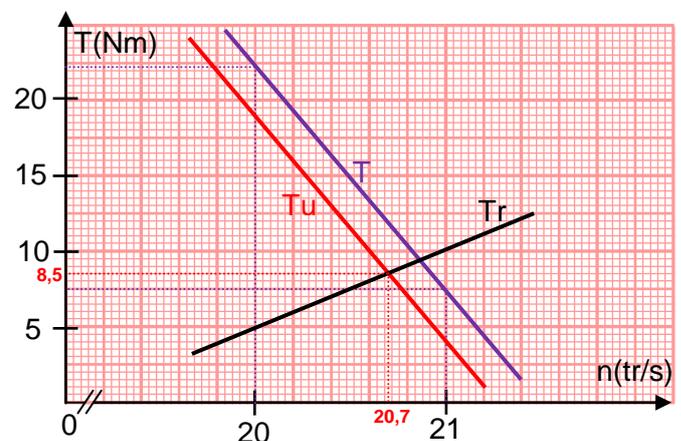
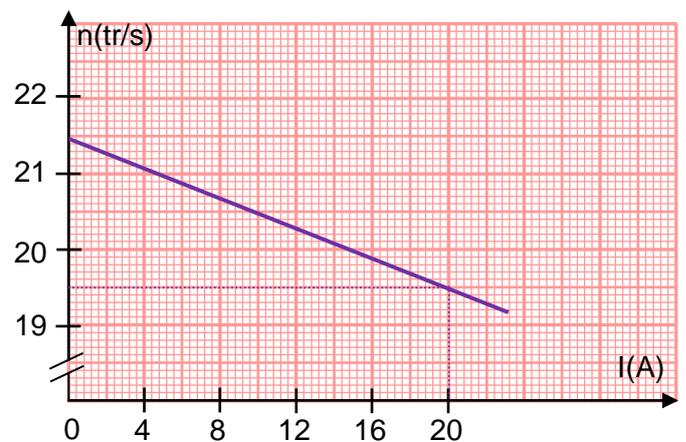
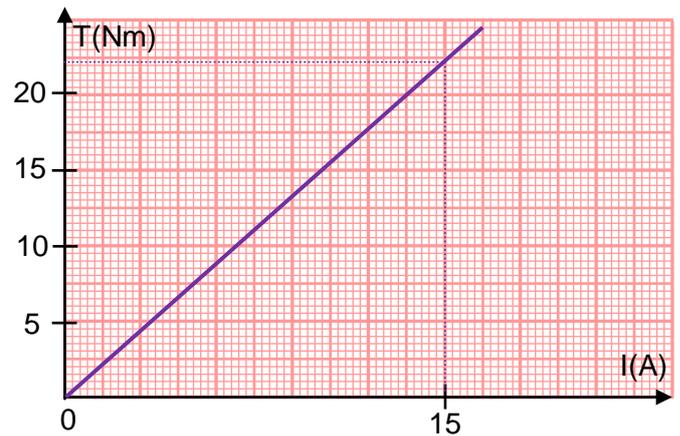
12°)

$$13^\circ) \quad n = -0,1I + 21,5; \quad I = -10n + 215$$

$$T = 1,48 I = 1,48(-10n + 215)$$

$$T = -14,8n + 318,2$$

$$14^\circ) \quad T_u = T - T_p = T - 3$$



Les caractéristiques du moteur et de la charge se croisent au point de fonctionnement pour lequel les couples moteur et résistant sont identiques : $T_u = T_r$

$$T_u = 8,5 \text{ Nm}$$

$$n = 20,7 \text{ tr/s}$$

Exercice 5 :**A/ Essai à vide :**

1°) F.c.é.m. E'_0 : $E'_0 = U - RI_0 = 220 - 1 \times 2$

$E'_0 = 218 \text{ V}$

2°) Pertes collectives P_c : $P_c = E'_0 I_0 = 218 \times 2$

$P_c = 436 \text{ W}$

3°) $T_{u0} = 0$.

B/ Essai en charge nominale:

1°) F.c.é.m. E' : $E' = U - RI = 220 - 1 \times 20$

$E' = 200 \text{ V}$

2°) Fréquence de rotation n_N nominale :

$E'_0 = n_0 N \Phi$; $E' = n N \Phi$; $\frac{E'}{E'_0} = \frac{n_N}{n_0}$; $n_N = \frac{E'}{E'_0} n_0 = \frac{200}{218} \times 1000$

$n_N = 917 \text{ tr/min}$

3°)

a) Puissance totale P_a absorbée par le moteur :

$P_a = UI + u_{\text{ex}} i_{\text{ex}} = 220 \times 20 + 200 \times 1 = 4400 + 200$

$P_a = 4600 \text{ W}$

b) Pertes par effet Joule dans l'induit :

$P_{j_{\text{induit}}} = RI^2 = 1 \times 20^2$

$P_{j_{\text{induit}}} = 400 \text{ W}$

c) Puissance utile P_{uN} nominale du moteur :

$P_{uN} = P_a - \sum \text{pertes} = P_a - (P_{j_{\text{inducteur}}} + P_{j_{\text{induit}}} + P_c) = 4600 - (200 + 400 + 436)$

$P_{uN} = 3564 \text{ W}$

d) Moment T_{uN} du couple utile nominal :

$T_{uN} = \frac{P_{uN}}{\Omega} = \frac{P_{uN}}{2\pi n_N} = \frac{3564 \times 60}{2\pi \times 917}$

$T_{uN} = 37 \text{ Nm}$

C/ Utilisation de la caractéristique mécanique :

2°) Fréquence de rotation de l'ensemble moteur-pompe.

Les caractéristiques du moteur et de la charge se croisent au point de fonctionnement pour lequel les couples moteur et résistant sont identiques : $T_u = T_r = 30 \text{ Nm}$ et $n = 933 \text{ tr/min}$

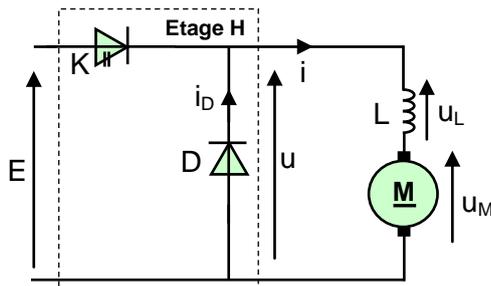
Exercice 6 :

Figure 1

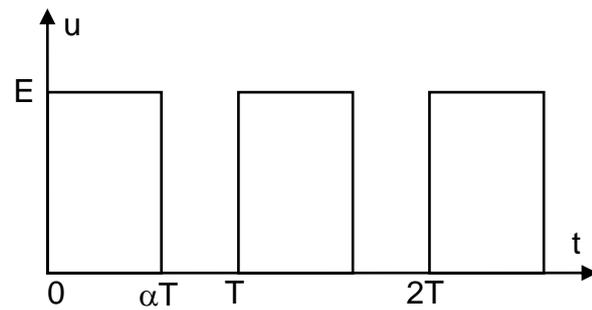


Figure 2

1°) a- Hacheur série.

b- L'interrupteur K peut être réalisé par un transistor bipolaire ou thyristor.

c- Le coefficient α est appelé rapport cyclique.

d- L'inductance L diminue les ondulations du courant dans l'induit (Lisser le courant).

e- La diode de roue libre D protège l'interrupteur K (Transistor).

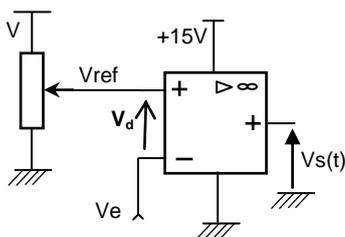
2°) a-

$$\langle u \rangle = \alpha \cdot E$$

b- $\alpha = \frac{\langle u \rangle}{E} = \frac{150}{200}$

$$\alpha = 0,75$$

3°)



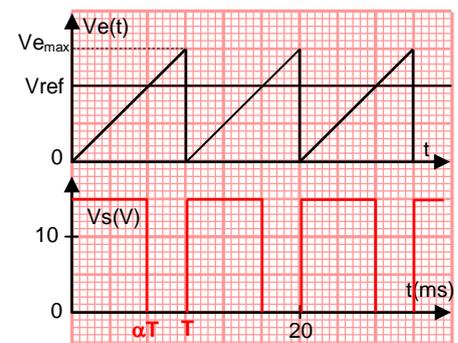
a- L'amplificateur fonctionne en régime saturé : $V_d = V_{ref} - V_e$

- Si $V_{ref} > V_e$; $V_s = +15V$
- Si $V_{ref} < V_e$; $V_s = 0V$

b- Fréquence de hachage :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-3}}$$

$$f = 100 \text{ Hz}$$



c- En variant V_{ref} entre la valeur 0 et $V_{e_{max}}$ on varie le rapport cyclique entre 0 et 1.

Exercice 7 :

| | Diode D | T | Diode D' | I | U |
|-----------|-----------------|---------------|-----------------|----------|-------------|
| $U_1 > 0$ | Bloquée | Saturé | Bloquée | I_c | +12V |
| $U_1 < 0$ | Passante | Bloqué | Passante | $I_{D'}$ | 0V |

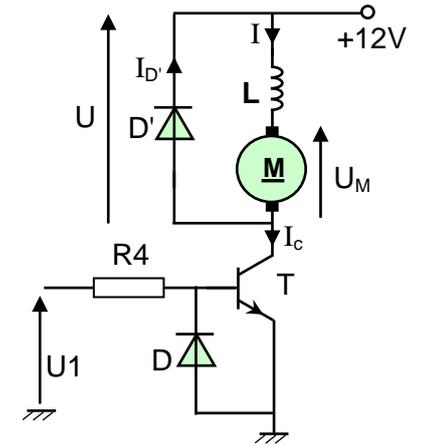


Figure 1

2°)

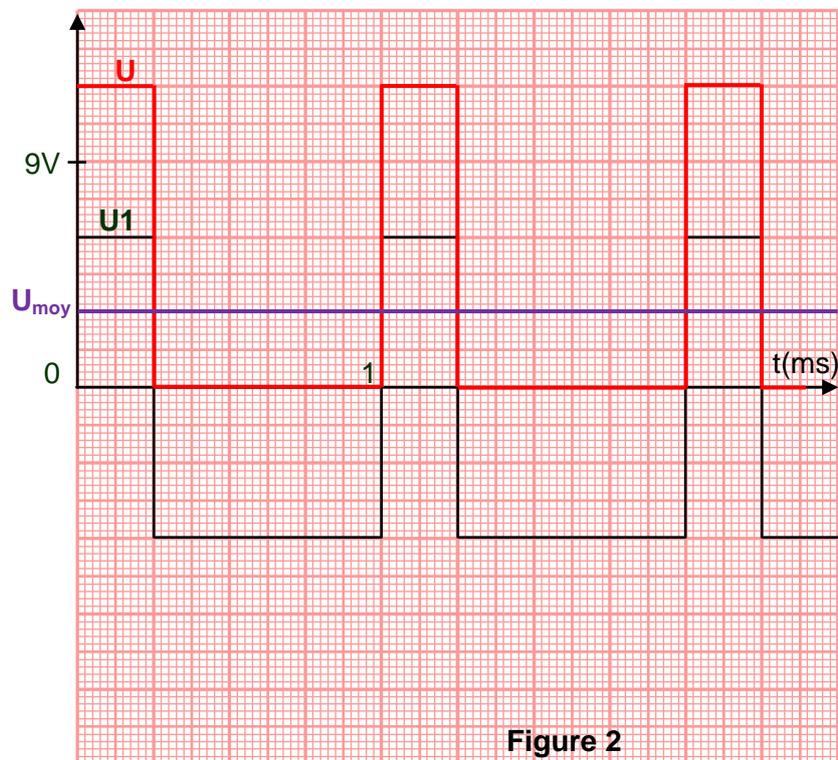


Figure 2

3°) Rapport cyclique de la tension U :

$$\alpha = \frac{\alpha T}{T} = \frac{0,25}{1}$$

$$\alpha = 0,25$$

4°)

5°)

$$U_{M\text{moy}} = U_{\text{moy}} = 3V$$

6°) Rôle de la bobine de lissage :

Diminuer les ondulations du courant dans l'induit (Lisser le courant).

Exercice 8 :

1°)

2°) $f = 50\text{Hz}$; $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}$

$$T = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 2 \text{ ms}$$

3°) On augmente la valeur de l'inductance de la bobine de lissage et/ou on augmente la fréquence de hachage.

4°) Si on débranche la diode D le transistor T n'est plus protégé et il sera détruit.

