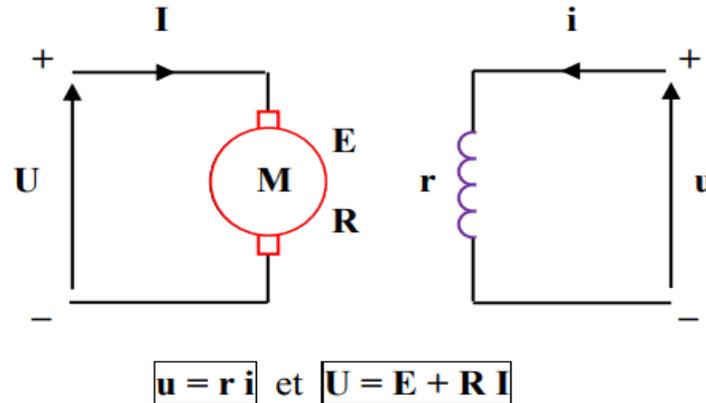


## Chapitre I : Machines à courant continu

### Exercice 1 :

1/ Moteur à excitation séparée ou indépendante :



2/ la tension qu'il faut appliquer à l'induit pour que le courant absorbé soit  $1,5 I_n$  :

$$\text{On a : } U = E + RI$$

$$\text{avec } E = k\Phi\Omega$$

$$\text{or : } \Omega = 0 \Rightarrow E = 0$$

$$\text{Donc : } U = RI_d = 0,2 \times 1,5 \times 30 = 9V$$

3/ Pour le fonctionnement nominal :

a/ Le f.e.m du moteur :

$$U = E + RI \Rightarrow E = U - RI = 220 - 0,2 \times 30 = 214V \text{ à } N = 1500 \text{tr/mn}$$

b/ La puissance électromagnétique:

$$P_{em} = EI = 214 \times 30 = 6420 W$$

c/ Le couple électromagnétique :

$$P_{em} = EI = \Gamma_{em}\Omega$$

$$\Rightarrow \Gamma_{em} = \frac{EI}{\Omega} = 40,89 N.m$$

4/ Pour un fonctionnement particulier, le courant absorbé par l'induit vaut  $I' = I_n/2 = 15$

A, la tension d'alimentation est  $U=220 V$  :

Calculons le nouveau couple électromagnétique :

$$\left. \begin{array}{l} \Gamma_{em} = k\phi I \\ \Gamma'_{em} = k\phi I' \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\Gamma'_{em}}{\Gamma_{em}} = \frac{I'}{I} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \Gamma'_{em} = 0,5\Gamma_{em} = 20,45 N.m$$

La nouvelle vitesse de rotation  $N'$  :

$$U = E' + RI' \Rightarrow E' = U - RI' = 220 - 0,2 \times 15 = 217 V$$

$$\text{on a : } E = k\phi\Omega = k\phi \frac{2\pi N}{60} = \lambda N$$

$$\text{et : } E' = k\phi\Omega' = k\phi \frac{2\pi N'}{60} = \lambda N'$$

$$\text{Donc : } E' = \frac{N'E}{N} \Rightarrow N' = N \frac{E'}{E} = 1500 \times \frac{217}{214} = 1521 \text{ tr/mn}$$

5/ Pour un deuxième fonctionnement particulier, le courant absorbé par l'induit vaut  $I' = 5In/4 = 37,5A$ , et la tension d'alimentation est  $U = 220 V$  :

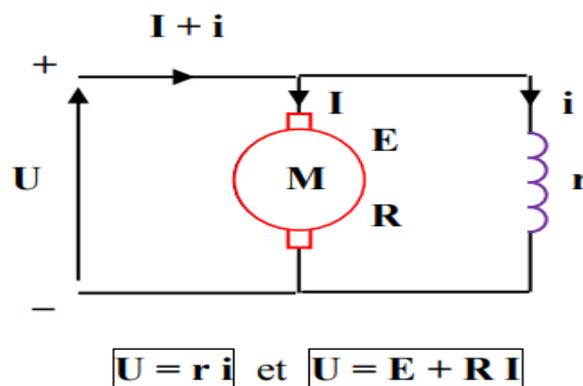
La même méthode de la question précédente, on trouve :

$$U = E'' + RI' \Rightarrow E'' = U - RI' = 220 - 0,2 \times 37,5 = 212,5 V \text{ à } N'' = ?$$

$$\text{Et : } E'' = \frac{N''E}{N} \Rightarrow N'' = N \frac{E''}{E} = 1500 \times \frac{212,5}{214} = 1489,5 \text{ tr/mn}$$

## Exercice 2 :

1/ Moteur à excitation shunt ou parallèle :



2/ Pour la charge nominale :

a/ La vitesse de rotation :

$$I + i = 21,5 A$$

$$\text{or : } U = ri \Rightarrow i = \frac{U}{r} = \frac{240}{160} = 1,5 A$$

$$\text{Donc : } I = 21,5 - i = 21,5 - 1,5 = 20 A$$

$$U = E + RI \Rightarrow E = U - RI = 240 - 0,4 \times 20 = 232 V \text{ à } N = ?$$

On sait que :  $i = 1,5 A$ , d'après le tableau  $E_0 = 240 V$  à  $N_0 = 1500 \text{ tr/mn}$

$$\text{Donc : } \frac{N}{N_0} = \frac{E}{E_0} \Rightarrow N = N_0 \frac{E}{E_0} = 1450 \text{ tr/mn}$$

b/ La puissance utile :

$$P_a = U(I + i) = 240 \times (21,5) = 5160 W$$

$$\text{et : } P_{JS} = ri^2 = 360 W$$

$$P_{JR} = RI^2 = 160 \text{ W}$$

$$P_{fer} + P_{méc} = 200 \text{ W}$$

$$\Rightarrow P_u = P_a - (P_{JS} + P_{JR} + P_{fer} + P_{méc}) = 4440 \text{ W}$$

Le rendement :

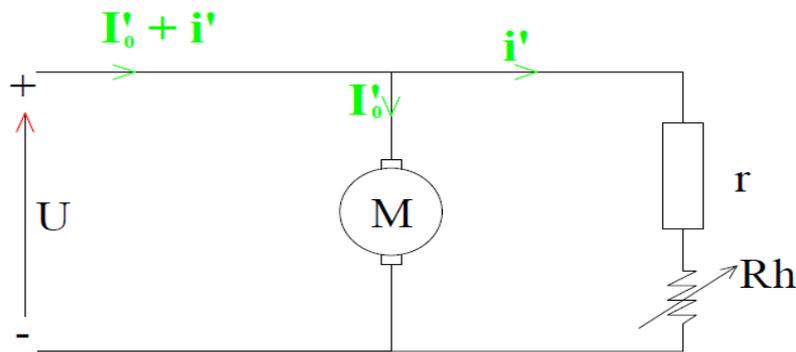
$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = 0,86$$

c/ Le couple disponible sur l'arbre :

$$P_u = \Gamma_u \times \Omega = \Gamma_u \times \frac{2\pi N}{60}$$

$$\Rightarrow \Gamma_u = \frac{60P_u}{2\pi N} = 29,64 \text{ N.m}$$

3/



a/ La f.e.m du moteur à 2000 tr/mn pour  $i'$ , lors d'un fonctionnement à vide :

$$E'_0 = U = 240 \text{ V} \text{ à } N'_0 = 2000 \text{ tr/mn}$$

b/ La f.e.m du moteur pour  $i'$ , si sa vitesse de rotation à vide était de 1500 tr/mn :

$$\frac{N_0}{N'_0} = \frac{E_0}{E'_0} \Rightarrow E_0 = E'_0 \frac{N_0}{N'_0} = 180 \text{ V}$$

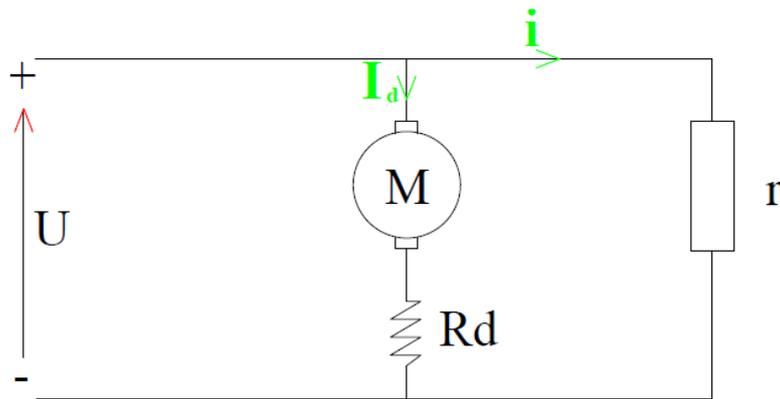
c/ La résistance du rhéostat d'excitation :

$$U = (r + Rh)i'$$

$$E_0 = 180 \text{ V} \text{ d'après le tableau } i' = 0,75 \text{ A}$$

$$\text{Donc : } Rh = \frac{U}{i'} - r = 160 \Omega$$

4/ la résistance de rhéostat de démarrage :



Au démarrage  $E_d = 0$

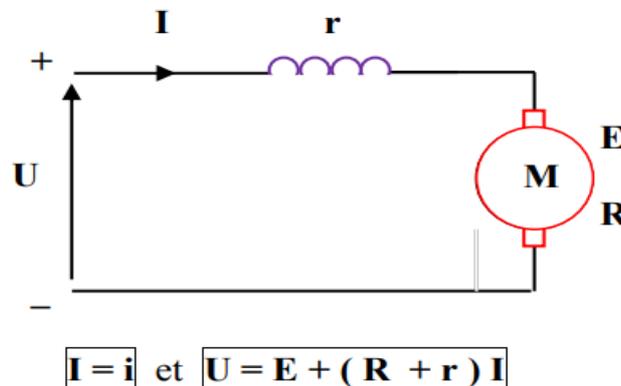
$$I_d = 2 \times I_n = 40 \text{ A}$$

$$U = E_d + (R + R_d) \times I_d$$

$$\Rightarrow R_d = \frac{U}{I_d} - R = 5,6 \Omega$$

### Exercice 3 :

1/ Moteur à excitation série :



$$\boxed{I = i} \text{ et } \boxed{U = E + (R + r) I}$$

2/ La vitesse de rotation  $N_1$  :

$$E_1 = E + (R + r) I_1 \Rightarrow E_1 = U - (R + r) I_1 = 363,84 \text{ V à } N_1 = ?$$

On sait que :  $I_1 = i = 22,6 \text{ A}$ , d'après le tableau  $E_0 = 335 \text{ V}$  à  $N_0 = 1000 \text{ tr/mn}$

$$\text{Donc : } \frac{N_1}{N_0} = \frac{E_1}{E_0} \Rightarrow N_1 = N_0 \frac{E_1}{E_0} = 1086 \text{ tr/mn}$$

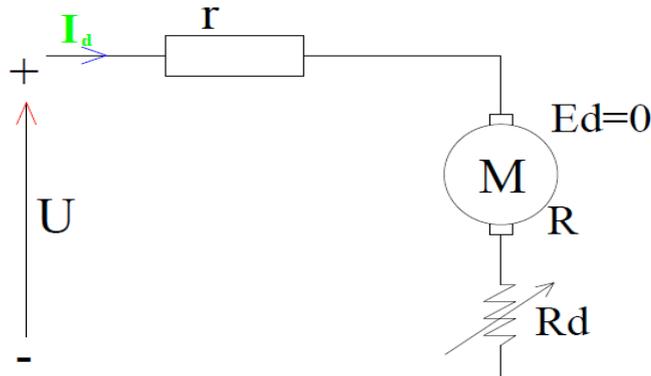
Le couple électromagnétique :

$$P_{em1} = E_1 I_1 = \Gamma_{em1} \Omega_1$$

$$\Rightarrow \Gamma_{em1} = \frac{E_1 I_1}{\Omega_1} = 72,6 \text{ N.m}$$

3/ Le moteur alimenté sous 400V, on l'équipe d'un rhéostat de démarrage qui limite le courant à  $I_d = 45 \text{ A}$  :

a/ La résistance totale  $R_d$  :

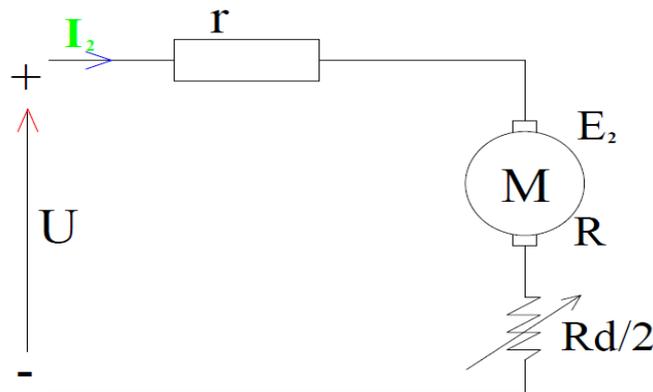


Au démarrage :  $\Omega_d = 0 \Rightarrow E_d = 0$

$$U = (r + R + R_d) \times I_d$$

$$\Rightarrow R_d = \frac{U}{I_d} - R - r = 7,28 \Omega$$

b/ La vitesse de rotation  $N_2$  :



$$i = I = I_2$$

$$U = E_2 + \left(r + R + \frac{R_d}{2}\right) \times I_2 \Rightarrow E_2 = U - \left(r + R + \frac{R_d}{2}\right) \times I_2 = 259,6 \text{ V à } N_2 = ?$$

Or :  $I = i = 27 \text{ A}$ , d'après le tableau  $E_0 = 357 \text{ V}$  à  $N_0 = 1000 \text{ tr/mn}$

$$\text{Donc : } \frac{N_2}{N_0} = \frac{E_2}{E_0} \Rightarrow N_2 = N_0 \frac{E_2}{E_0} = 727 \text{ tr/mn}$$

4/ Le courant dans le moteur est maintenant égal à  $I_3 = 33,2 \text{ A}$  :

a/ La vitesse de rotation  $N_3$  :

$$U = E_3 + (r + R) \times I_3 \Rightarrow E_3 = U - (r + R) \times I_3 = 346,88 \text{ V à } N_3 = ?$$

Or :  $I_3 = i = 33,2 \text{ A}$ , d'après le tableau  $E_0 = 383 \text{ V}$  à  $N_0 = 1000 \text{ tr/mn}$

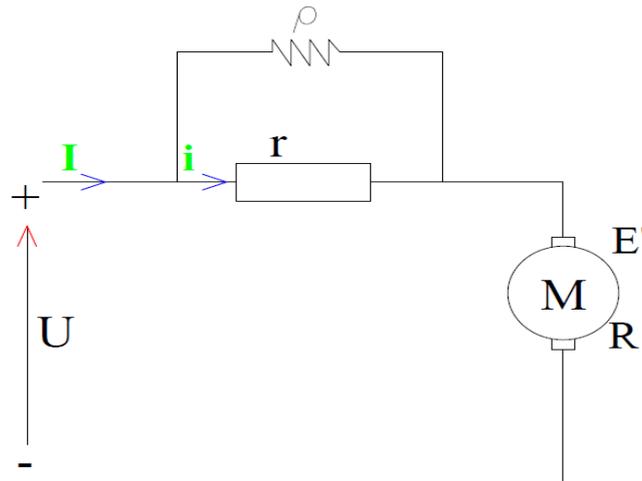
$$\text{Donc : } \frac{N_3}{N_0} = \frac{E_3}{E_0} \Rightarrow N_3 = N_0 \frac{E_3}{E_0} = 905,6 \text{ tr/mn}$$

b/

$$U = E_0 + (r + R) \times I_3 = 383 + (1,6)33,2 = 436 \text{ V}$$

c/ On diminue  $i$  sans modifier  $I$  en branchant un rhéostat en parallèle avec l'indicateur.

5/ La vitesse de la rotation  $N'$ :



$$I = 33,2 \text{ A}$$

$$\text{donc : } i = \frac{\rho}{r + \rho} I = 27 \text{ A}$$

$$U = E' + \left( R + \frac{\rho \times r}{\rho + r} \right) \times I \Rightarrow E' = U - \left( R + \frac{\rho \times r}{\rho + r} \right) \times I = 350,6 \text{ V à } N' = ?$$

Or :  $i = 27 \text{ A}$ , d'après le tableau  $E_0 = 357 \text{ V}$  à  $N_0 = 1000 \text{ tr/mn}$

$$\text{Donc : } \frac{N'}{N_0} = \frac{E'}{E_0} \Rightarrow N' = N_0 \frac{E'}{E_0} = 982 \text{ tr/mn}$$