UNIVERSITE E SIDI BEL ABBES
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

2009 / 2010

Licence : Electrotechnique

Dr. BENDAOUD

TD de machines électriques à courant continu

Exercice 01 Machine à courant continu

Un moteur de puissance utile 3 kW tourne à 1500 tr/min. Calculer le couple utile en Nm.

Exercice 02 : machine à courant continu à excitation indépendante

La force électromotrice d'une machine à excitation indépendante est de 210 V à1500 tr/min. Calculer la fem pour une fréquence de rotation de 1000 tr/min, le flux étant constant.

Exercice 03 : machine à courant continu à excitation indépendante

1-Un moteur à excitation indépendante alimenté sous 220 V possède une résistance d'induit de 0,8 Ω.A la charge nominale, l'induit consomme un courant de 15 A. Calculer la f.e.m. E du moteur.
2-La machine est maintenant utilisée en génératrice (dynamo). Elle débite un courant de 10 A sous 220 V. En déduire la f.e.m.

Exercice 04 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante fournit une fem de 220 V pour un courant d'excitation de 3,5 A. La résistance de l'induit est de 90 mΩ. Calculer la tension d'induit U lorsqu'elle débite 56 A dans le circuit de charge.

Exercice 05 : moteur à courant continu à excitation indépendante

La plaque signalétique d'un moteur à courant continu à excitation indépendante indique :

1,12 kW	1200 tr/min	
induit	220 V	5,7 A
excitation	220 V	0,30 A
57 kg		

1-Calculer le couple utile nominal (en Nm).
2-Calculer le rendement nominal.

Exercice 06 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

La plaque signalétique d'une génératrice à courant continu à excitation indépendante indique :

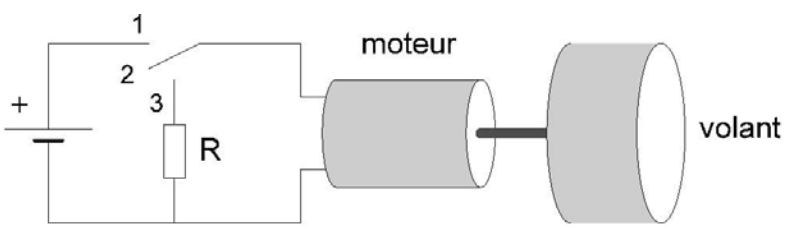
11,2 Nm	1500 tr/min	
induit	220 V	6,8 A
excitation	220 V	0,26 A
masse	38 kg	

1-Calculer la puissance mécanique consommée au fonctionnement nominal.
2-Calculer la puissance consommée par l'excitation.
3-Calculer la puissance utile.
4-En déduire le rendement nominal.

Exercice 07 : expérience avec un moteur à courant continu à aimants permanents

Un moteur à courant continu à aimants permanents est couplé à un volant d'inertie (disque massif) :

1-On place le commutateur en position 1 : le moteur démarre et atteint sa vitesse nominale. On place ensuite le commutateur en position 2 :
-Le moteur s'emballe
-Le moteur change de sens de rotation
-Le moteur s'arrête lentement
-Le moteur s'arrête rapidement
(choisissez la bonne réponse)



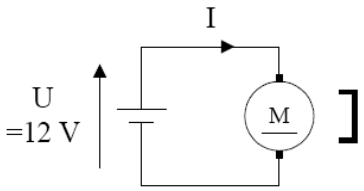
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-On place à nouveau le commutateur en position 1.Puis on commute en position 3.
2-1-Que se passe-t-il ?
2-2-Que se passe-t-il si on diminue la valeur de la résistance R ?
2-3-Donner une application pratique.

Exercice 08 : moteur à courant continu à excitation indépendante

Une machine d'extraction est entraînée par un moteur à courant continu à excitation indépendante. L'inducteur est alimenté par une tension u = 600 V et parcouru par un courant d'excitation d'intensité constante : i = 30 A. L'induit de résistance R = 12 mΩ est alimenté par une source fournissant une tension U réglable de 0 V à sa valeur nominale : U_N = 600 V. L'intensité I du courant dans l'induit a une valeur nominale : I_N = 1,50 kA. La fréquence de rotation nominale est n_N = 30 tr/min.
N.B. Les parties 1, 2, 3 sont indépendantes.
1– Démarrage
1-1-En notant Ω la vitesse angulaire du rotor, la fem du moteur a pour expression : E = KΩ avec Ω en rad/s. Quelle est la valeur de E à l'arrêt (n = 0) ?
1-2-Dessiner le modèle équivalent de l'induit de ce moteur en indiquant sur le schéma les flèches associées à U et I.
1-3-Ecrire la relation entre U, E et I aux bornes de l'induit, en déduire la tension U_d àappliquer au démarrage pour que I_d = 1,2 I_N.
1-4-Citer un système de commande de la vitesse de ce moteur.
2-Fonctionnement nominal au cours d'une remontée en charge
2-1-Exprimer la puissance absorbée par l'induit du moteur et calculer sa valeur numérique.
2-2-Exprimer la puissance totale absorbée par le moteur et calculer sa valeur numérique.
2-3-Exprimer la puissance totale perdue par effet Joule et calculer sa valeur numérique.
2-4-Sachant que les autres pertes valent 27 kW, exprimer et calculer la puissance utile et le rendement du moteur.
2-5-Exprimer et calculer le moment du couple utile T_u et le moment du couple électromagnétique T_{em}.
3-Fonctionnement au cours d'une remontée à vide
3-1-Montrer que le moment du couple électromagnétique T_{em} de ce moteur est proportionnel à l'intensité I du courant dans l'induit : T_{em} = KI.
On admet que dans le fonctionnement au cours d'une remontée à vide, le moment du couple électromagnétique a une valeur T_{em}' égale à 10 % de sa valeur nominale et garde cette valeur pendant toute la remontée.
3-2-Calculer l'intensité I' du courant dans l'induit pendant la remontée.
3-3-La tension U restant égale à U_N, exprimer puis calculer la fem E' du moteur.
3-4-Exprimer, en fonction de E', I' et T_{em}', la nouvelle fréquence de rotation n'. Calculer sa valeur numérique.

Exercice 09 : moteur à courant continu à aimants permanents



Un moteur de rétroviseur électrique d'automobile a les caractéristiques suivantes :
Moteur à courant continu à aimants permanents 62 grammes Ø 28 mm longueur 38 mm tension nominale U_N=12V
fem (E en V) = 10^{-3} × vitesse de rotation (n en tr/min)
résistance de l'induit R=3,5 Ω pertes collectives 1,6 W
Le moteur est alimenté par une batterie de fem 12 V, de résistance interne négligeable (voir figure).
1-A vide, le moteur consomme 0,20 A. Calculer sa fem et en déduire sa vitesse de rotation.
2-Que se passe-t-il si on inverse le branchement du moteur ?
3-En charge, au rendement maximal, le moteur consomme 0,83 A.
Calculer : la puissance absorbée ; les pertes Joule ; la puissance utile ; le rendement maximal ;la vitesse de rotation ; la puissance électromagnétique ; le couple électromagnétique ; le couple utile ; le couple des pertes collectives.
4-Justifier que le couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit. Vérifier que : T_{em}(en Nm) = $9{,}55 \cdot 10^{-3} \cdot$I (en A)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

5-Calculer le courant au démarrage. En déduire le couple électromagnétique de démarrage.
6-Le moteur tourne sous tension nominale. Que se passe-t-il si un problème mécanique provoque le blocage du rotor ?

Exercice 10 : moteur à courant continu à excitation série

1- Donner le schéma électrique équivalent d'un moteur à courant continu à excitation série.
2- On donne :
tension d'alimentation du moteur : U = 200 V
résistance de l'inducteur : r = 0,5 Ω
résistance de l'induit : R = 0,2 Ω
courant consommé : I = 20 A
vitesse de rotation : n = 1500 tr·min^{-1}
Calculer :
2-1- La f.e.m. du moteur.
2-2- La puissance absorbée, la puissance dissipée par effet Joule et la puissance utile si les pertes collectives sont de 100 W.
En déduire le moment du couple utile et le rendement.
2-3- Au démarrage, le courant doit être limité à I_d = 40 A.
Calculer la valeur de la résistance du rhéostat à placer en série avec le moteur

Exercice 11 : moteur à courant continu à excitation indépendante

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante a les caractéristiques suivantes : -tension d'alimentation de l'induit : U = 160 V -résistance de l'induit : R = 0,2 Ω
1-La fem E du moteur vaut 150 V quand sa vitesse de rotation est n = 1500 tr/min.
En déduire la relation entre E et n.
2-Déterminer l'expression de I (courant d'induit en A) en fonction de E.
3-Déterminer l'expression de T_{em} (couple électromagnétique en Nm) en fonction de I.
4-En déduire que : T_{em} = 764 – 0,477·n
5-On néglige les pertes collectives du moteur. Justifier qu'alors : T_u (couple utile) = T_{em}
6-Calculer la vitesse de rotation du moteur à vide.
7-Le moteur entraîne maintenant une charge dont le couple résistant varie proportionnellement avec la vitesse de rotation (20 Nm à 1000 tr/min).Calculer la vitesse de rotation du moteur en charge :
-par une méthode graphique puis par un calcul algébrique En déduire le courant d'induit et la puissance utile du moteur.

Exercice 12 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante délivre une fem constante de 210 V pour un courant inducteur de 2 A.
Les résistances des enroulements induit et inducteur sont respectivement 0,6 Ω et 40 Ω.
Les pertes « constantes » sont de 400 W.
Pour un débit de 45 A, calculer :
- La tension d'induit U
- La puissance utile P_u
- Les pertes Joule induit et inducteur
- La puissance absorbée P_a
- Le rendement η

Solutions

Exercice 01 Machine à courant continu

Un moteur de puissance utile 3 kW tourne à 1500 tr/min. Calculer le couple utile en Nm.

$3000/(1500\times 2\pi/60) = 19{,}1$ Nm

Exercice 02 : machine à courant continu à excitation indépendante

La force électromotrice d'une machine à excitation indépendante est de 210 V à1500 tr/min. Calculer la fem pour une fréquence de rotation de 1000 tr/min, le flux étant constant.

$E = k\Phi\Omega$: à flux constant, la fem est proportionnelle à la vitesse de rotation.

$210\times 1000/1500 = 140$ V

Exercice 03 : machine à courant continu à excitation indépendante

1-Un moteur à excitation indépendante alimenté sous 220 V possède une résistance d'induit de 0,8 Ω.A la charge nominale, l'induit consomme un courant de 15 A. Calculer la f.e.m. E du moteur.

$E = U - RI = 220 - 0{,}8\times 15 = 208$ V

(U > E en fonctionnement moteur)

2-La machine est maintenant utilisée en génératrice (dynamo). Elle débite un courant de 10 A sous 220 V. En déduire la f.e.m.

$E = U + RI = 220 + 0{,}8\times 10 = 228$ V

(E > U en fonctionnement génératrice)

Exercice 04 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante fournit une fem de 220 V pour un courant d'excitation de 3,5 A. La résistance de l'induit est de 90 mΩ. Calculer la tension d'induit U lorsqu'elle débite 56 A dans le circuit de charge.

$U = E - RI = 220 - 0{,}090\times 56 = 215$ V

(U < E en fonctionnement génératrice)

Exercice 05 : moteur à courant continu à excitation indépendante

La plaque signalétique d'un moteur à courant continu à excitation indépendante indique :

1,12 kW	1200 tr/min	
induit	220 V	5,7 A
excitation	220 V	0,30 A
57 kg		

1-Calculer le couple utile nominal (en Nm).

$1{,}12\cdot 10^3/(1200\cdot 2\pi/60) = 1120$ W/(125,7 rad/s) = 8,9 Nm

2-Calculer le rendement nominal.

$1120/(220\cdot 5{,}7+220\cdot 0{,}3) = 1120/1320 = 84{,}8$ %

Exercice 06 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

La plaque signalétique d'une génératrice à courant continu à excitation indépendante indique :

11,2 Nm	1500 tr/min	
induit	220 V	6,8 A
excitation	220 V	0,26 A

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

masse 38 kg

1-Calculer la puissance mécanique consommée au fonctionnement nominal.

11,2×(1500×2π/60) = (11,2 Nm)×(157,1 rad/s) = 1,76 kW

2-Calculer la puissance consommée par l'excitation.

220×0,26 = 57 W

3-Calculer la puissance utile.

220×6,8 = 1,50 kW

4-En déduire le rendement nominal.

1500/(1760+57) = 82,4 %

Exercice 07 : expérience avec un moteur à courant continu à aimants permanents

Un moteur à courant continu à aimants permanents est couplé à un volant d'inertie (disque massif) :

1-On place le commutateur en position 1 : le moteur démarre et atteint sa vitesse nominale. On place ensuite le commutateur en position 2 :

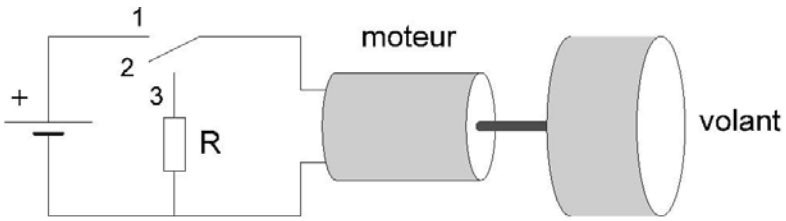
-Le moteur s'emballe

-Le moteur change de sens de rotation

-Le moteur s'arrête lentement

-Le moteur s'arrête rapidement

(choisissez la bonne réponse)



Le moteur s'arrête lentement

2-On place à nouveau le commutateur en position 1.Puis on commute en position 3.

2-1-Que se passe-t-il ?

Le volant s'arrête rapidement (la machine fonctionne en dynamo, l'énergie cinétique du volant est convertie en chaleur dans la résistance).

2-2-Que se passe-t-il si on diminue la valeur de la résistance R ?

Le volant s'arrête plus rapidement.

2-3-Donner une application pratique.

Système de freinage de train.

Exercice 08 : moteur à courant continu à excitation indépendante

Une machine d'extraction est entraînée par un moteur à courant continu à excitation indépendante. L'inducteur est alimenté par une tension u = 600 V et parcouru par un courant d'excitation d'intensité constante : i = 30 A. L'induit de résistance R = 12 mΩ est alimenté par une source fournissant une tension U réglable de 0 V à sa valeur nominale : U_N = 600 V. L'intensité I du courant dans l'induit a une valeur nominale : I_N = 1,50 kA. La fréquence de rotation nominale est n_N = 30 tr/min.

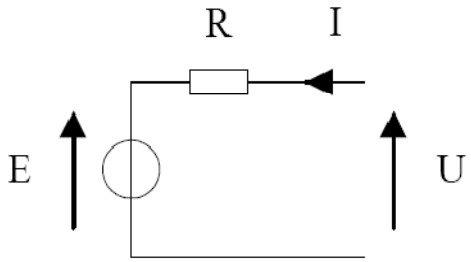
N.B. Les parties 1, 2, 3 sont indépendantes.

1– Démarrage

1-1-En notant Ω la vitesse angulaire du rotor, la fem du moteur a pour expression : E = KΩ avec Ω en rad/s. Quelle est la valeur de E à l'arrêt (n = 0) ?

E = 0 V

1-2-Dessiner le modèle équivalent de l'induit de ce moteur en indiquant sur le schéma les flèches associées à U et I.



1-3-Ecrire la relation entre U, E et I aux bornes de l'induit, en déduire la tension U_d à appliquer au démarrage pour que $I_d = 1{,}2\ I_N$.

U = E + RI
$U_d = RI_d = 1{,}2\ RI_N = 1{,}2 \times 0{,}012 \times 1500 = 21{,}6$ V

1-4-Citer un système de commande de la vitesse de ce moteur.

Montage hacheur, montage redresseur.

2-Fonctionnement nominal au cours d'une remontée en charge
2-1-Exprimer la puissance absorbée par l'induit du moteur et calculer sa valeur numérique.

$UI = U_N I_N = 600 \times 1500 = 900$ kW

2-2-Exprimer la puissance totale absorbée par le moteur et calculer sa valeur numérique.

UI + ui = 900 kW + 600×30 = 900 kW + 18 kW = 918 kW

2-3-Exprimer la puissance totale perdue par effet Joule et calculer sa valeur numérique.

$RI^2 + ui = 0{,}012 \times 1500^2 + 18\text{ kW} = 27\text{ kW} + 18\text{ kW} = 45$ kW

2-4-Sachant que les autres pertes valent 27 kW, exprimer et calculer la puissance utile et le rendement du moteur.

Pertes collectives = 27 kW
Puissance utile = 918 – (45 + 27) = 846 kW
Rendement = 846 kW / 918 kW = 92,2 %

2-5-Exprimer et calculer le moment du couple utile T_u et le moment du couple électromagnétique T_{em}.

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{846\,\text{kW}}{30 \times \frac{2\pi}{60}} = \frac{846\,\text{kW}}{3{,}14\,\text{rad/s}} = 269\,\text{kNm}$$

Puissance électromagnétique = Puissance utile + Pertes collectives = 846 + 27 = 873 kW

$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{873\,\text{kW}}{30 \times \frac{2\pi}{60}} = \frac{873\,\text{kW}}{3{,}14\,\text{rad/s}} = 278\,\text{kNm}$$

3-Fonctionnement au cours d'une remontée à vide

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-1-Montrer que le moment du couple électromagnétique T_{em} de ce moteur est proportionnel à l'intensité I du courant dans l'induit : $T_{em} = KI$.

Formule générale : $T_{em} = k\Phi I$
Ici, le courant d'excitation est constant donc le flux magnétique est constant, donc le moment du couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit :
$T_{em} = KI$

On admet que dans le fonctionnement au cours d'une remontée à vide, le moment du couple électromagnétique a une valeur T_{em}' égale à 10 % de sa valeur nominale et garde cette valeur pendant toute la remontée.
3-2-Calculer l'intensité I' du courant dans l'induit pendant la remontée.

$T_{em} = KI$
$T_{em}' = KI'$

$$\Rightarrow I' = I\frac{T_{em}'}{T_{em}} = \frac{I}{10} = 150\ A$$

3-3-La tension U restant égale à U_N, exprimer puis calculer la fem E' du moteur.

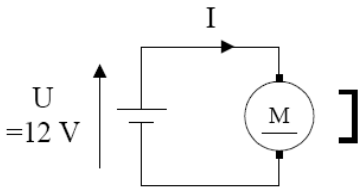
$E' = U - RI' = 600 - 0{,}012 \times 150 = 598{,}2\ V$

3-4-Exprimer, en fonction de E', I' et T_{em}', la nouvelle fréquence de rotation n'. Calculer sa valeur numérique.

$E' = K\Omega'$

$$\Rightarrow E' = \frac{T_{em}'}{I'}\Omega'$$
$$\Rightarrow \Omega' = \frac{E'I'}{T_{em}'}$$
$$\Rightarrow n' = \frac{60}{2\pi}\frac{E'I'}{T_{em}'} = \frac{60}{2\pi}\frac{E'I'}{\frac{T_{em}}{10}} = \frac{60}{2\pi}\frac{598{,}2\times 150}{27\,800} = 30{,}84\ tr/min$$

Exercice 09 : moteur à courant continu à aimants permanents



Un moteur de rétroviseur électrique d'automobile a les caractéristiques suivantes :
Moteur à courant continu à aimants permanents 62 grammes Ø 28 mm
longueur 38 mm tension nominale U_N=12V
fem (E en V) = 10^{-3} × vitesse de rotation (n en tr/min)
résistance de l'induit R=3,5 Ω pertes collectives 1,6 W
Le moteur est alimenté par une batterie de fem 12 V, de résistance interne négligeable (voir figure).
1-A vide, le moteur consomme 0,20 A. Calculer sa fem et en déduire sa vitesse de rotation.

$E = U - RI = 12 - 3{,}5\times 0{,}2 = 11{,}3\ V$
$n = 11{,}3 \times 1000 = 11\ 300\ tr/min$

2-Que se passe-t-il si on inverse le branchement du moteur ?

Le sens de rotation est inversé.

3-En charge, au rendement maximal, le moteur consomme 0,83 A.
Calculer : la puissance absorbée ; les pertes Joule ; la puissance utile ; le rendement maximal ;la vitesse de rotation ; la puissance électromagnétique ; le couple électromagnétique ; le couple utile ; le couple des pertes

WWW.DZIEN.COM | قسم الجزائر

collectives.

- la puissance absorbée : $UI = 12 \times 0,83 = 9,96$ W
- les pertes Joule : $RI^2 = 3,5 \times 0,83^2 = 2,41$ W
- la puissance utile : $9,96 - 2,41 - 1,6 = 5,95$ W
- le rendement maximal : $5,95/9,96 = 59,7$ %
- la vitesse de rotation : $E = U - RI = 12 - 3,5 \times 0,83 = 9,10$ V
  $n = 9,10 \times 1000 = 9\,100$ tr/min
- la puissance électromagnétique : $EI = 9,10 \times 0,83 = 7,55$ W
- le couple électromagnétique : $7,55/(9100 \cdot 2\pi/60) = 7,55$ W/(952 rad/s) = 7,93 mNm
- le couple utile : $5,95/(9100 \cdot 2\pi/60) = 6,25$ mNm
- le couple des pertes collectives : $7,93 - 6,25 = 1,68$ mNm

4-Justifier que le couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit. Vérifier que : T_{em}(en Nm) = $9,55 \cdot 10^{-3} \cdot I$ (en A)

$k\Phi = T_{em}/I = 7,93 \cdot 10^{-3}/0,83 = 9,55 \cdot 10^{-3}$
Autre méthode : $k\Phi = E/\Omega = (60/(2\pi)) \cdot E/n = (60/(2\pi)) \cdot 10^{-3} = 9,55 \cdot 10^{-3}$

5-Calculer le courant au démarrage. En déduire le couple électromagnétique de démarrage.

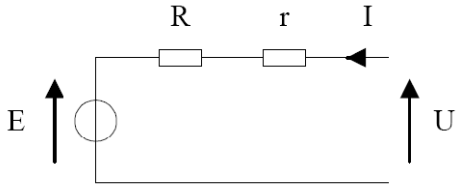
$n = 0$; $E = 0$ d'où $I_d = U/R = 12/3,5 = 3,43$ A
$9,55 \cdot 10^{-3} \cdot 3,43 = 32,7$ mNm

6-Le moteur tourne sous tension nominale. Que se passe-t-il si un problème mécanique provoque le blocage du rotor ?

$n = 0$ et $I = 3,43$ A en permanence : le moteur « grille ».

Exercice 10 : moteur à courant continu à excitation série

1- Donner le schéma électrique équivalent d'un moteur à courant continu à excitation série.



2- On donne :
tension d'alimentation du moteur : U = 200 V
résistance de l'inducteur : r = 0,5 Ω
résistance de l'induit : R = 0,2 Ω
courant consommé : I = 20 A
vitesse de rotation : n = 1500 tr·min^{-1}
Calculer :
2-1- La f.e.m. du moteur.

$E = U - (R + r)I = 200 - (0,2 + 0,5) \times 20 = 186$ V

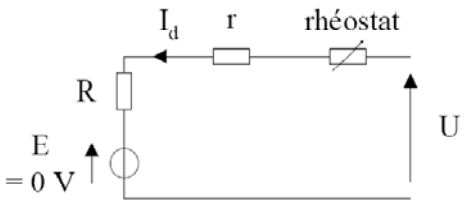
2-2- La puissance absorbée, la puissance dissipée par effet Joule et la puissance utile si les pertes collectives sont de 100 W.
En déduire le moment du couple utile et le rendement.

Puissance absorbée = UI = 200×20 = 4000 W
Pertes Joules totales = (R + r)I² = (0,2 + 0,5)×20² = 280 W
Puissance utile = 4000 – (280 + 100) = 3620 W

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{3620\ \text{W}}{1500 \times \frac{2\pi}{60}} = \frac{3620\ \text{W}}{157\ \text{rad/s}} = 23{,}0\ \text{Nm}$$

Rendement = 3620 W / 4000 W = 90,5 %

2-3- Au démarrage, le courant doit être limité à $I_d = 40$ A. Calculer la valeur de la résistance du rhéostat à placer en série avec le moteur



Au démarrage, la fem est nulle (vitesse de rotation nulle).
U = (R + r + Rh)Id

$$\Rightarrow R_h = \frac{U}{I_d} - (R + r) = \frac{200}{40} - 0{,}7 = 4{,}3\ \Omega$$

Exercice 11 : moteur à courant continu à excitation indépendante

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante a les caractéristiques suivantes : -tension d'alimentation de l'induit : U = 160 V -résistance de l'induit : R = 0,2 Ω
1-La fem E du moteur vaut 150 V quand sa vitesse de rotation est n = 1500 tr/min. En déduire la relation entre E et n.

L'excitation étant constante, E est proportionnelle à n : E (en V) = 0,1·n (tr/min)

2-Déterminer l'expression de I (courant d'induit en A) en fonction de E.

I = (U - E)/R

3-Déterminer l'expression de Tem (couple électromagnétique en Nm) en fonction de I :

Tem = kΦI
E = kΦΩ avec Ω en rad/s

$$k\Phi = \frac{E}{n}\frac{60}{2\pi} = 0{,}1\frac{60}{2\pi} = 0{,}955\ \text{V} \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$$

4-En déduire que : Tem = 764 – 0,477·n

Tem = kΦI = kΦ(U - E)/R = kΦ(U - 0,1n)/R
Tem = 764 – 0,477·n

5-On néglige les pertes collectives du moteur. Justifier qu'alors : Tu (couple utile) = Tem

Le couple des pertes collectives est négligeable.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$T_u = T_{em} - T_{pertes\ collectives} = T_{em}$

6-Calculer la vitesse de rotation du moteur à vide.

$T_u = 0$
$T_{em} = 0$
$n = 764/0,477 = 1600$ tr/min
Autre méthode : E = U (à vide, I = 0 si on néglige les pertes collectives).
$n = 160/0,1 = 1600$ tr/min

7-Le moteur entraîne maintenant une charge dont le couple résistant varie proportionnellement avec la vitesse de rotation (20 Nm à 1000 tr/min). Calculer la vitesse de rotation du moteur en charge :

-par une méthode graphique puis par un calcul algébrique. En déduire le courant d'induit et la puissance utile du moteur.

T_r (en Nm) = 0,02·n (en tr/min)
On trace les droites $T_r(n)$ et $T_u(n)$.
L'intersection donne le point de fonctionnement.

Au point de fonctionnement : $T_u = T_r$
$764 - 0,477 \cdot n = 0,02 \cdot n$
$n = 1536$ tr/min

$I = (U - E)/R = (U - 0,1n)/R = 32,2$ A
Autre méthode : $I = T_{em}/0,955 = 0,02 \cdot n/0,955 = 32,2$ A
$P_u = T_u \Omega = (30,7\ Nm) \times (160,8\ rad/s) = 4,94$ kW
Autre méthode : $P_u = P_{em}$ (pas de pertes collectives) $= EI = (153,6\ V) \times (32,2\ A) = 4,94$ kW

Exercice 12 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante délivre une fem constante de 210 V pour un courant inducteur de 2 A.
Les résistances des enroulements induit et inducteur sont respectivement 0,6 Ω et 40 Ω.
Les pertes « constantes » sont de 400 W.
Pour un débit de 45 A, calculer :

- La tension d'induit U : $U = 210 - 0,6 \times 45 = 183$ V

- La puissance utile P_u : $P_u = 183 \times 45 = 8,23$ kW
- Les pertes Joule induit : $RI^2 = 0,6 \times 45^2 = 1,21$ kW
- Les pertes Joule inducteur : $ri^2 = 40 \times 2^2 = 0,16$ kW

- La puissance absorbée P_a : $P_a = 8,23 + (1,21 + 0,16 + 0,4) = 10,01$ kW
- Le rendement η: $\eta = 8,23/10,01 = 82,3$ %