

Dans tous les exercices, la réaction magnétique d'induit est supposée parfaitement compensée.

Exercice n°1

Un moteur à courant continu, à excitation indépendante constante, tourne à la fréquence de rotation de 1450 tr/min quand il absorbe un courant de 30 A sous une tension de 120 V. Les pertes par effet Joule dans l'inducteur sont 150 W et les pertes constantes 220 W. La résistance de l'induit est de 0,3 Ω .

Calculer:

1. la f.é.m.,
2. la puissance absorbée,
3. la puissance utile,
4. la fréquence de rotation quand le courant dans l'induit est égal à 10 A.

Exercice n°2

La plaque signalétique d'un moteur à courant continu à excitation indépendante indique les valeurs nominales suivantes :

Inducteur: intensité $i = 1,0$ A ; tension $u = 220$ V

Induit : intensité $I = 15$ A , tension $U = 220$ V

Fréquence de rotation : $n = 1500$ tr/min.

La mesure de la résistance de l'induit donne $R = 0,60$ Ω .

Le moment T_p du couple correspondant aux pertes magnétiques et mécaniques est considéré constant et égal à 1,1 N.m.

La réaction magnétique d'induit est parfaitement compensée.

2. Représenter le modèle électrique équivalent de l'induit et y faire figurer les conventions permettant de mesurer algébriquement l'intensité I et la tension U .
3. Calculer pour le fonctionnement nominal :
 - a) la f.é.m. du moteur E ;
 - b) la puissance électromagnétique P_{em} ;
 - c) le moment du couple électromagnétique T_{em} ;
 - d) le moment du couple utile T_u .

Exercice n°3

Un moteur à courant continu bipolaire à excitation indépendante constante fonctionne à courant d'intensité constante $I = 200$ A et sous une tension de 240 V. On donne :

- résistance de l'induit ; $R = 0,075$ Ω ;

- fréquence de rotation , $n = 1500$ tr/min.

1. Calculer :

- a) la force électromotrice E ;
- b) le moment du couple électromagnétique ;
- c) les pertes par effet Joule dans l'induit.

2. Sous quelle tension faut-il alimenter le moteur pour qu'il tourne à la fréquence de 1000 tr/min ?

Exercice n°4

Le moteur d'une grue est un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante.

Pour une charge mécanique donnée, l'induit est parcouru par un courant d'intensité $I = 45 \text{ A}$ sous une tension $U = 252 \text{ V}$.

La réaction magnétique de l'induit est parfaitement compensée.

L'induit est modélisé par :

- une f.é.m. E proportionnelle à la fréquence de rotation n suivant la relation

$$E = 0,184 n \quad (E \text{ en volts ; } n \text{ en tr/min})$$

- une résistance $r = 0,610 \Omega$.

1. Dessiner le schéma électrique de l'induit et y représenter le courant I et la tension U .
2. Calculer la valeur de la f.é.m. E .
3. En déduire la fréquence de rotation n .
4. Calculer la puissance électromagnétique fournie.
5. Calculer le moment du couple électromagnétique.

Exercice n°5

Pour un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante, entraînant un treuil, on donne :

- puissance mécanique utile nominale : $P_u = 1,0 \text{ kW}$,
- pertes mécaniques et pertes dans le fer : négligeables,
- intensité nominale du courant circulant dans l'induit: $5,0 \text{ A}$;
- résistance R de l'induit : $4,0 \Omega$,
- résistance r de l'inducteur: 220Ω .

Ce moteur est parfaitement compensé.

1. La puissance électromagnétique (P_{em}) est-elle égale à la puissance mécanique utile (P_u) ? Pourquoi ?
2. Calculer la f.é.m. nominale de ce moteur.
3. Calculer alors la tension entre les bornes de l'induit.
4. Calculer les pertes par effet Joule dans l'induit.
5. Calculer la puissance perdue par effet Joule dans l'inducteur sachant qu'il est alimenté sous une tension constante de 220 V .
6. Le moteur tourne à une vitesse angulaire de rotation de 50 rad/s . Calculer le moment de son couple utile.
7. Le rendement du treuil est de 80% . Quelle puissance mécanique P_{tr} fournit-il ?

Exercice n°6

Un moteur à courant continu, à aimants permanents et à flux constant, à pour valeurs nominales tension aux bornes de l'induit : $U_N = 12 \text{ V}$; intensité du courant d'induit: $I_N = 2,0 \text{ A}$; fréquence de rotation : $n = 100 \text{ tr.s}^{-1}$; résistance de l'induit: $R = 0,50 \Omega$.

A. Fonctionnement sous tension nominale

1. Représenter le modèle électrique équivalent de l'induit du moteur.

Pour les questions suivantes, les pertes autres que par effet Joule sont négligées. Calculer, pour le fonctionnement nominal

2. la force électromotrice E ;
3. la puissance absorbée P_a ;
4. la puissance perdue par effet Joule P_J ;
5. la puissance utile P_u ;
6. le moment du couple utile T_u .

B. Fonctionnement sous tension variable

On désire que le moteur fournisse le couple nominal pour la fréquence de rotation de 50 tr.s^{-1} .

1. Justifier que l'intensité du courant reste égale à $2,0 \text{ A}$.
2. Déterminer, pour cette fréquence de rotation, la valeur de la force électromotrice et celle de la tension d'alimentation.

C. Étude du démarrage du moteur

1. Rappeler l'expression de la f.é.m. E de l'induit, en fonction du flux inducteur Φ et de la vitesse de rotation $\Omega = 2\pi n$.
2. En déduire que la f.é.m. est nulle si la fréquence de rotation est nulle.
3. Calculer la tension aux bornes de l'induit, au moment du démarrage, l'intensité étant égale à sa valeur nominale.

Exercice n°7

L'induit d'un moteur à courant continu, à excitation indépendante constante, est alimenté sous tension U variable. On connaît les valeurs nominales

tension d'induit: $U_N = 240 \text{ V}$; intensité du courant : $I_N = 30,0 \text{ A}$;

fréquence de rotation : $n = 1\,500 \text{ tr.min}^{-1}$. On a mesuré la résistance de l'induit température de fonctionnement: $R = 0,3 \, \Omega$.

1. Dessiner le schéma équivalent du moteur et orienter les tensions et les courants.
2. Donner, dans ce cas de fonctionnement, les expressions de la f.é.m. E et du moment du couple électromagnétique T .
3. Pour le fonctionnement nominal, calculer :
 - a. la f.é.m. E ;
 - b. la puissance électromagnétique P ;
 - c. le moment du couple électromagnétique T ;
 - d. les pertes par effet Joule dans l'induit ;
 - e. le circuit inducteur absorbant une puissance 380 W et, les pertes collectives valant 450 W , calculer le rendement du moteur.
4. Au démarrage, on limite l'intensité maximale du courant à $I_d = 1,5 I_n$. Quelle tension minimale faut-il appliquer à l'induit pour qu'il soit parcouru par ce courant ?
Quelle est alors la valeur maximale du moment du couple électromagnétique ?
5. Le moteur entraîne maintenant, à $n' = 1\,300 \text{ tr.min}^{-1}$, une charge qui impose un couple électromagnétique de moment $T' = 35 \text{ N.m}$. Calculer :
 - a) l'intensité I' du courant dans l'induit ;
 - b) la f.é.m. de l'induit et sa tension d'alimentation.

Exercice n°8

L'inducteur d'un moteur à excitation indépendante, alimenté sous une tension $u = 240 \text{ V}$, absorbe un courant d'intensité constante $i = 1,2 \text{ A}$.

1. Calculer la résistance r du circuit de l'inducteur.
2. Montrer que la f.é.m. de l'induit peut s'écrire $E = kn$.

L'induit, dont la résistance est $R = 0,4 \, \Omega$, a pour valeurs nominales :

tension d'alimentation : $U_N = 240 \text{ V}$;

intensité du courant : $I_N = 30 \text{ A}$;

fréquence de rotation : $n = 1\,500 \text{ tr.min}^{-1}$.

L'induit étant alimenté sous une tension U réglable, la charge entraînée impose un couple électromagnétique de moment T constant.

3. Montrer que, dans ces conditions, l'induit consomme un courant d'intensité constante.
4. L'intensité du courant appelé étant égale à I_N , calculer :
 - a) le moment du couple électromagnétique T ;
 - b) la tension de décollage U_d .
- 5.1 Pour $I = I_N$, établir la relation entre la fréquence de rotation n , exprimée en tr.s^{-1} , et la tension d'alimentation U . Tracer $n = f(U)$ pour $0 \leq U \leq 240 \text{ V}$.
6. Calculer le rendement du moteur au fonctionnement nominal, sachant que les pertes collectives valent alors $p_C = 310 \text{ W}$.

Exercice n°8

L'induit d'un moteur à excitation indépendante constante a pour résistance $R = 0,8 \Omega$. Dans ce problème, on ne tiendra compte que des pertes par effet Joule du rotor.

1. A la fréquence de rotation $n = 1\,800 \text{ tr.min}^{-1}$, l'induit présente une f.é.m. $E = 270 \text{ V}$.
 - a) Montrer que l'on peut écrire $E = kn$.
 - b) Calculer la valeur de k , avec n en tr.s^{-1} .
2. Exprimer en fonction de la tension d'alimentation U de l'induit et de la fréquence de rotation n en tr.s^{-1}
 - a) l'intensité I du courant dans l'induit ;
 - b) le moment T du couple électromagnétique.
3. L'induit étant alimenté sous $U = 280 \text{ V}$, le moteur entraîne une charge opposant un couple résistant de moment $T_r = 0,49 n + 21$ (avec n en tr.s^{-1}).
 - a) Calculer les coordonnées du point de fonctionnement du groupe moteur-charge.
 - b) En déduire les valeurs de la f.é.m. E et de l'intensité I du courant dans l'induit.

Exercice n°9

L'induit d'un moteur à excitation indépendante constante, de résistance $R = 0,9 \Omega$, est alimenté par une tension U réglable.

A vide, on relève $U_0 = 150 \text{ V}$, $I_0 = 1,3 \text{ A}$, $n_0 = 1\,250 \text{ tr.min}^{-1}$.

1. Calculer, pour ce fonctionnement à vide, les valeurs des pertes collectives et du moment du couple de pertes.
- En charge, l'induit appelle un courant d'intensité constante $I = 22 \text{ A}$.
2. Sous une tension $U = 170 \text{ V}$, le rotor tourne à $n = 1\,250 \text{ tr.min}^{-1}$.
 - a) Calculer la valeur de la f.é.m. E .
 - b) Etablir la relation entre E et n (en tr.min^{-1}) lorsque U varie.
 - c) Calculer la tension de décollage U_d .
 3. La tension d'alimentation étant comprise entre 0 et 220 V, déterminer l'équation des variations de n (en tr.min^{-1}) en fonction de U .
 4. Montrer que le moment du couple électromagnétique T est constant et calculer sa valeur numérique.
 5. Le moment du couple de pertes T_p étant proportionnel à la fréquence de rotation n , établir l'équation de la caractéristique mécanique du moteur $T_u = f(n)$, avec n en tr.min^{-1} . Tracer cette caractéristique pour $0 \leq n \leq 1\,500 \text{ tr.min}^{-1}$.
 6. Le moteur entraîne une charge présentant un couple résistant de moment T_r tel que

n (tr.min^{-1})	500	600	750	850	1000
T_r (N.m):	22,8	22,9	23,1	23,2	23,5
n (tr.min^{-1}):	1100	1200	1300	1400	1500
T_r (N.m) :	23,7	23,9	24,2	24,5	25,0

Déterminer graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement du groupe.