



OFPPT

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

OFPPT TEMI  
ESA AII

cours exercices examens



OFPPT

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

# Les Machines à courant continu

## 3.1 Exercice 1

Le moteur d'une grue, à excitation indépendante constante, tourne à la vitesse de rotation 1500 tr/min lorsqu'il exerce une force de 30 kN pour soulever une charge à la vitesse (linéaire)  $V_1 = 15m/min$  ; la résistance de l'induit est  $R_a = 0,4\Omega$ . Ce moteur est associé à un réducteur de vitesse dont les pertes, ajoutés aux pertes mécaniques et magnétiques du moteur font que la puissance utile de l'ensemble est égale à 83 % de la puissance électromagnétique transformée dans la machine. Le moment du couple électromagnétique du moteur est proportionnel à l'intensité  $I$  du courant qui traverse l'induit :  $C_{em} = 1,35I$ .

1-

- Calculer la puissance utile et le moment du couple électromagnétique.
- Calculer l'intensité du courant, la force électromotrice et la tension  $U$ , appliquée à l'induit.
- Sachant que la puissance consommée par l'excitation est de  $P_e = 235W$  calculer la puissance totale absorbée et le rendement du système.

2- En descente la charge, inchangée, entraîne le rotor et la machine à courant continu fonctionne alors en génératrice. L'excitation, le rapport du réducteur de vitesse et le rendement mécanique (moteur + réducteur) sont inchangés. On veut limiter la vitesse de descente de la charge à  $V_2 = 12m/min$  ; calculer :

- La vitesse angulaire de rotation du rotor
- La puissance électromagnétique fournie à la génératrice
- Le moment du couple résistant de cette génératrice et l'intensité du courant débité dans la résistance additionnelle
- La résistance  $R$

### 3.2 Correction

1- a) La puissance utile est  $P_u = F * V = 7.5KW$

Le moment de couple électromagnétique est  $C_{em} = P_u/\eta * \Omega = 57N.m$

b)Le courant absorbé est  $I = C_{em}/1.35 = 42A$  , la force électromotrice  $E = P_{em}/I = 212V$

La tension d'alimentation  $U = E + R_a * I = 229V$

c)La puissance totale absorbée est  $P_{totale} = P_{em} + P_{jinduit} + P_{jinducteur} = 9976W$

2- a)La vitesse angulaire du moteur est  $n = 12 * 1500/15 = 1200tr/mn$

b)La puissance absorbée par la génératrice est  $P_{aG} = \eta * F * V = 4980W$

c)Le moment de couple résistant  $C_{em} = P_{em}/\Omega = 40N.m$  et le courant  $I = C_{em}/1.35 = 30A$

d)La résistance  $R = U/I = (E - R_a * I)/I = 5.7\Omega$

### 3.3 Exercice 2

Un moteur à courant continu est à excitation indépendante et constante. On néglige sa réaction d'induit. Il a une résistance  $R = 0,20\Omega$ . Il est alimenté sous une tension constante  $U = 38 V$ .

1. A charge nominale, l'induit est parcouru par une intensité  $I = 5 A$  et il tourne à la vitesse de rotation de  $1000 \text{ tr/min}$

a)Calculer la force électromotrice  $E$  de l'induit

b)Calculer le moment du couple électromagnétique  $C$ .

c)Montrer que l'on peut exprimer  $E$  en fonction de la vitesse de rotation  $n$  suivant la relation :  $E = k.n$ .

2-Par suite d'une variation de l'état de charge, l'intensité à travers l'induit devient  $I' = 3,8A$ , calculer :

a)Le nouveau moment du couple électromagnétique  $C'$ ,

b)La nouvelle vitesse de rotation  $n'$

### 3.4 Correction

1-

b) La force électromotrice est  $E = U - R_a * I = 37V$

c)Le moment du couple électromagnétique est  $C_{em} = EI/\Omega = 1.76N.m$

d)L'excitation est constante  $\Rightarrow \Phi = ct \Rightarrow E = kn$

2-Variation de la charge  $I' = 3.8A$

- a) Le couple et le courant sont proportionnelles  $\Rightarrow C'_{em} = C_{em} * I'/I = 1.34 N.m$   
 b) La nouvelle vitesse de rotation  $n' = E' * n/E = 1006 tr/mn$

### 3.5 Exercice 3

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 :  $J = 30 A$ . L'induit de résistance  $R = 0.012 \Omega$  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 vitesse de rotation nominale est  $n_n = 30 tr/min$ .

1-Démarrage

- a) Ecrire la relation entre  $U$ ,  $E$  et  $I$ , en déduire la tension  $U_d$  à appliquer au démarrage pour que  $I_d = 1,2 I_n$ .

2-Fonctionnement nominal au cours d'une remontée en charge

- a) Exprimer la puissance absorbée par l'induit du moteur et calculer sa valeur numérique.  
 b) Exprimer la puissance totale absorbée par le moteur et calculer sa valeur numérique.  
 c) Exprimer la puissance totale perdue par effet Joule et calculer sa valeur numérique.  
 d) Sachant que les autres pertes valent  $27 kW$ , exprimer et calculer la puissance utile et le rendement du moteur.  
 e) 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

- a) 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.  
 b) Calculer l'intensité  $I'$  du courant dans l'induit pendant la remontée.  
 c) La tension  $U$  restant égale à  $U_n$ , exprimer puis calculer la fem  $E'$  du moteur.  
 d) Exprimer, en fonction de  $E'$ ,  $I'$  et  $T_{em}'$ , la nouvelle vitesse de rotation  $n'$ . Calculer sa valeur numérique

### 3.6 Corrigé

1-Démarrage

a) La tension appliquée aux bornes de l'induit est  $U = E + R_a.I$ .

Au démarrage  $U_d = R_a.I_d = 21.6V$

2-Fonctionnement nominal

a) La puissance absorbée par l'induit est  $P_{aI} = U.I = 900KW$

b) La puissance totale absorbée par le moteur est  $P_t = 918KW$

c) Les pertes joule totale sont  $P_{jt} = 45KW$

d) La puissance utile est  $P_u = 846KW$  et le rendement est  $\eta = 0.92$

e) Le couple utile est  $T_u = P_u/\Omega = 269.3KN.m$  et le couple électromagnétique est

$$T_{em} = 277.8KN.m$$

3-Fonctionnement au cours d'une remontée à vide

a) Le couple électromagnétique est  $T_{em} = K_e.\Phi.n.I/\Omega = (K_e.\Phi).I/(2\pi) = K.I$

b) L'intensité du courant de l'induit  $I' = 0.1.I = 150A$

c) La nouvelle force électromotrice est  $E' = U - R_a.I' = 598.2V$

d) Le couple électromagnétique  $T_{em} = E'.I'.30/\pi.n' \Rightarrow n' = E'.I'.30/\pi.T'_{em} = 30.83tr/mn$

### 3.7 Exercice 4

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 :  $R_a = 0,2\Omega$

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  $I$  en fonction de  $E$ .

3- Déterminer l'expression de  $T_{em}$  (couple électromagnétique en  $Nm$ ) en fonction de  $I$ .

4- En déduire que :  $T_{em} = 764 - 0,477n$

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 une charge dont le couple résistant varie proportionnellement avec la vitesse de rotation selon la relation suivante :  $C_r = 0.02n$ .

a) Calculer la vitesse de rotation du moteur en charge

b) En déduire le courant d'induit et la puissance utile du moteur.

### 3.8 Corrigé

1-L'excitation est maintenue constante, donc  $E = k.n = 0.1n$

2-L'expression du courant induit est  $I = (U - E)/R_a = (160 - 0.1n)/0.2$

3-L'expression du couple électromagnétique est  $T_{em} = 0.955.I$

4- $T_{em} = 0.955.I = 0.955.(160 - 0.1n)/0.2 = 764 - 0.477n$

5-Les pertes collectives sont négligables  $\Rightarrow T_{em} = T_u$

6-La vitesse de rotation à vide est  $n_0 = 764/0.477 = 1061tr/mn$

7-Fonctionnement en charge

a) En regime nominal on a  $T_{em} = T_u = T_r = 764 - 0.477n = 0.02n \Rightarrow n = 1537tr/mn$

b)Le courant absorbé par l'induit est  $I = 31.38A$

La puissance utile est  $P_u = T_u.\Omega = 4948W$

### 3.9 Exercice 5

Un moteur shunt est alimenté sous une tension constante de 200 V. Il absorbe un courant  $I = 22A$ . La résistance de l'inducteur est  $R = 100\Omega$ , celle de l'induit  $R_a = 0.5\Omega$ . Les pertes constantes sont de 200 W.

1-Calculer :

a)Les courants d'excitation et d'induit

b)La force contre électromotrice

c)Les pertes par effet Joule dans l'inducteur et dans l'induit

d. la puissance absorbée, la puissance utile et le rendement global.

e)On veut limiter à 30 A l'intensité dans l'induit au démarrage. Quelle doit être la valeur de la résistance du rhéostat de démarrage.

b)On équipe le moteur d'un rhéostat de champ. Indiquer son rôle. Dans quelle position doit se trouver le rhéostat de champ au démarrage? Justifier votre réponse.

### 3.10 Corrigé

a) Le courant d'excitation est  $I_e = 2A$ , celui de l'induit est  $I_a = 20A$

b)La force electromotrice est  $E = U - R_a.I_a = 190V$

c)Les pertes par effet joule dans l'induit sont  $P_{jI} = 200W$ , celles de l'inducteur sont

$P_{jinducteur} = 400W$

d)La puissance absorbée est  $P_a = U.I = 4000W$ .La puissance utile est

$P_u = P_a - \Sigma(\text{pertes}) = 3100W$ . Le rendement global est  $\eta = 0.775$

e) Le rhéostat de démarrage est  $R_{h_d} = 4.83\Omega$

f) Le rôle de rhéostat est la variation de vitesse, au démarrage, la valeur du rhéostat est nulle (Pour que le courant d'excitation soit maximal (éviter l'emballement))

### 3.11 Exercice 6

Un générateur à courant continu de force électromotrice 220 V et de résistance interne  $R_g = 0,2\Omega$  débite un courant de 50 A lorsqu'il alimente un réseau composé d'une résistance R connectée en parallèle avec un moteur. Ce dernier, de résistance interne  $R_m = 0,2\Omega$ , absorbe une puissance électrique de 8400 W. Calculer :

- La puissance électrique fournie par le générateur au circuit extérieur
- la tension commune entre les bornes du générateur, de la résistance R et du moteur
- L'intensité du courant dans le moteur
- La force contre-électromotrice du moteur
- L'intensité du courant dans la résistance R
- La valeur de la résistance R

### 3.12 Corrigé

- La puissance fournie par la génératrice est  $P = U \cdot I = (E_g - R_g \cdot I) \cdot I = 10500W$
- La tension commune aux bornes du moteur et la résistance R est  $U = E_g - R_g \cdot I = 210V$
- Le courant absorbé par le moteur est  $I_m = P_{am}/U = 40A$
- La force électromotrice du moteur est  $E_m = U - R_m \cdot I_m = 202V$
- Le courant dans la résistance R est  $I_R = I - I_m = 10A$
- La valeur de la résistance est  $R = U/I_R = 21\Omega$

### 3.13 Exercice 7

Un moteur à courant continu à excitation indépendante entraîne un treuil soulevant verticalement une charge de masse M kg suspendue à l'extrémité d'un filin enroulé sur le tambour du treuil, de rayon supposé constant égal à 0,1 m. La vitesse de rotation du tambour est égale au vingtième de la vitesse de rotation du moteur.

L'induit du moteur de résistance intérieure  $R_a = 0,5\Omega$  est connecté aux bornes d'une source d'énergie fournissant une tension réglable de  $U = 0$  à 240 V tension nominale du moteur.

1-Le courant inducteur est réglé à sa valeur maximum admissible = 5 A. On constate alors que le treuil hisse la charge  $M = 4800/\pi$  kg à la vitesse  $V = 11\pi/60$  m/s alors que la puissance absorbée par l'induit est de 9,6 kW et que la tension appliquée à l'induit est égale à la tension nominale. Calculer :

- a) L'intensité du courant absorbé par l'induit du moteur
- b) La force contre électromotrice du moteur
- c) La puissance utile du treuil
- d) Le couple utile du moteur
- e) La vitesse de rotation du moteur.

On donne :  $g = 10$  N/kg ; ; hypothèse simplificatrice : rendement du treuil = 1. Négliger toutes les pertes du moteur sauf celle par effet Joule dans l'induit ou dans la résistance de démarrage ,la réaction d'induit et la saturation des circuits magnétiques.

### 3.14 Corrigé

1-

- a) L'intensité absorbé par l'induit est  $I = P_a/U = 40A$
- b) La force contre électromotrice du moteur est  $E = U - R_a.I = 220V$
- c) La puissance utile du treuil est  $P_{Utreuil} = M.g.V = 8800W$
- d) Le rendement du treuil est égal à 1  $\Rightarrow C_u = M.g.V/\Omega_m = M.g.V/(20.V/r) = 76.4N.m$
- e) La vitesse de rotation du moteur est  $n = 30.\Omega_m/\pi = 600.V/(r.\pi) = 1100tr/mn$

### 3.15 Exercice 8

Un moteur à excitation série possède une résistance interne totale  $R_t = 0.1\Omega$ . On suppose que son circuit magnétique n'est pas saturé. .Le moteur est utilisé à sa puissance maximale. Alimenté sous une tension  $U = 750$  V, il est traversé par un courant d'intensité  $I = 200$  A, la vitesse de rotation de l'arbre vaut alors  $n = 10$  tr/s.

- 1-Déterminer la force électromotrice du moteur.
- 2- Calculer le moment de son couple électromagnétique. Le couple utile sur l'arbre n'est alors que de 2100 Nm
- 3-Calculer le rendement du moteur.
- 4-Le moteur est maintenant alimenté sous tension variable. Il entraîne une charge qui impose au moteur un couple électromagnétique dont le moment est lié à la vitesse de rotation par

la relation :  $T_{em} = 18 * n^2 + 520$  , avec  $T_{em}$  en N.m et n en tr/s

- a) Vérifier que le moteur est bien capable d'entraîner cette charge, sur toute la gamme de vitesse possible : de 0 à 10 tr/s.
- b) Calculer l'intensité du courant, puis la tension à appliquer pour obtenir une vitesse de rotation  $n_0 = 5 \text{ tr/s}$  .

### 3.16 Corrigé

1-La force électromotrice est  $E = U - R_t.I = 730V$

2-Le couple électromagnétique est  $T_{em} = E.I/\Omega = 2323N.m.$

3-Le rendement du moteur est égal à 0.88

4-Alimentation sous une tension variable

a) si  $0 < n < 10 \text{ tr/s}$  alors  $520 < T_{em} < 2320N.m$

b)Le courant absorbé par l'induit est  $I = 129A$ .La tension d'alimentation est  $U = 249V$

### 3.17 Exercice 9

Un moteur à excitation série possède les valeurs nominales suivantes :Tension  $U_n = 500V$  , Courant  $I_n = 16A$ ,vitesse de rotation  $n_n = 1500 \text{ tr/mn}$  ; Résistance de l'induit  $R_a = 1,3\Omega$  ,Résistance de l'inducteur  $R_S = 0,7\Omega$  Le flux utile sous un pôle est proportionnel à l'intensité d'excitation pour  $I_e \leq 16A$  et il est pratiquement constant au-delà de 16 A.Les pertes collectives sont négligeables.

1- Calculer la force électromotrice

2- Déterminer l'expression du moment du couple utile  $T_U$  en fonction de I pour un courant pouvant varier entre 0 et 25 A

3-Calculer la valeur nominale du moment du couple utile  $T_{U_n}$

4-Calculer la valeur de la puissance utile nominale

5-Calculer la valeur du rendement

### 3.18 Corrigé

1-La force électromotrice est  $E = 468V$

2-Les pertes collectives sont négligables  $\Rightarrow T_U = T_{em} = E.I/\Omega = K_e.\Phi.I/2\pi$  si  $I \leq 16A$  ,  $\Phi = a.I$  donc  $T_U = (K_e.a/2\pi).I^2$  si  $I > 16A$ ,  $\Phi = ct$  donc  $T_U = (K_e.ct/2\pi).I$

3-La valeur de couple utile nominale est  $T_{U_n} = E.I/\Omega = 47.6N.m$

4-La puissance utile nominale est  $P_u = T_U \cdot \Omega = 7488W$

5-Le rendement est  $\eta = P_u/P_a = 0.936$

### 3.19 Exercice 10

Une machine à courant continu , pour la quelle on néglige les pertes fer et mécaniques a, une résistance d'nduit  $R_a = 0.26\Omega$  .Les variations de f.e.m à vide  $E_0$  à vide de la machine en fonction de courant inducteur j la vitesse de rotation  $n_0 = 1000tr/mn$  sont décrites par le tableau suivant :

j(A)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.5	2
E0(V)	3	12	28	53	85	107	125	134	140	150	155

La réaction magnétique de l'induit est négligable.

1-Le conrant inducteur étant réglé à  $J=1.5A$  , la machine fonctionne en moteur en fournissant le couple  $C_1 = 90N.m$  à une vitesse  $n_1=1500tr/mn$ .

1-Calculer la tension d'alimentation de l'induit U et le courant I

2-Un mauvais fonctionnement de l'alimentation de l'inducteur ramène le courant J à 0.3A.En supposant que le couple demandé par la charge mécanique ne varie pas, calculer la nouvelle vitesse de rotation du moteur.

3-Le courant inducteur est maintenant réglé à la valeur  $J=0.7A$ .Montrer que le couple développé par le moteur peut se mettre sous la forme  $C = a * U - b * n$ .

4-La machine entraîne une charge possédant un couple résistant  $C_r = 5 * 10^{-2} * n$ , calculer les valeurs de I, C et n

### 3.20 Corrigé

1-Le courant absorbé par l'induit est  $I = C_1 \cdot \Omega / E = 94A$ .La tension appliquée aux bornes de l'induit est  $U = E + R_a \cdot I = 175V$

2-La nouvelle vitesse de rotation est  $n = 7500tr/mn$

3-Les pertes collectives sont négligables  $\Rightarrow C_u = C_{em} = (k/(2\pi \cdot R_a)) \cdot U - k^2/(2\pi \cdot R_a) \cdot n$   
avec  $a = k/(2\pi \cdot R_a) = 3.06$  et  $b = k^2/(2\pi \cdot R_a) = 15.3$

4-En régime permanent , le couple utile est égale au couple résistant  $0.025n = 3.06 \cdot U - 15.3n$

### 3.21 Exercice 11

Les caractéristiques nominales d'un moteur à courant continu à excitation série sont : tension d'alimentation nominale  $U_n = 400V$  ; courant d'induit  $I_n = 27A$  ; vitesse de rotation  $n = 1000 \text{tr/mn}$ .

Les résistances mesurées à chaud ont pour valeurs  $R_a = 1\Omega$  pour l'induit et  $R_s = 0.65\Omega$  pour l'inducteur ; la réaction magnétique de l'induit est négligée.

La caractéristique à vide à la vitesse nominale est donné par le tableau suivant :

j(A)	5.7	7.35	10.5	15.2	18	22.6	27	33.2	45
E0(V)	136	174	233	287	308	335	357	383	429

1-Le moteur est alimenté sous sa tension nominale

a) Le courant absorbé est  $I = 22.6A$ , calculer la vitesse de rotation  $n$  ainsi que le moment du couple électromagnétique  $C_{em}$

b) On équipe ce moteur d'un rhéostat de démarrage limitant le courant à  $45A$ . Calculer la résistance totale  $R_h$  de ce rhéostat ainsi que la valeur  $C_d$  du couple électromagnétique au début de démarrage. Pour quelle vitesse le courant prend-il la valeur  $27A$ , la totalité de rhéostat est encore en service

2-La machine fonctionne maintenant en moteur série et le courant induit est maintenu constant à la valeur  $I_2 = 33.2A$

a) sous quelle tension  $U_2$  le moteur doit-il être alimenté pour tourner à sa vitesse nominale

b) La machine étant alimenté sous la tension  $U_2$ , on place en parallèle sur l'inducteur série une résistance  $R_2 = 2.61\Omega$ , quelle est alors la vitesse de rotation.

### 3.22 Corrigé

1-Alimentation sous tension nominale

a) La vitesse de rotation est égale à  $1016 \text{tr/mn}$ . Le couple électromagnétique est

$$C_{em} = 77 \text{N.m}$$

b) La résistance totale du rhéostat de démarrage est  $R_h = 7.23\Omega$ . Le couple de démarrage est  $C_d = 305 \text{N.m}$

2-Le courant absorbé par l'induit est  $33.2A$

a) La tension qu'on doit appliquer aux bornes de l'induit est  $U_2 = E + R_t \cdot I = 438V$

b) La vitesse de rotation est égale à  $1084 \text{tr/mn}$

### 3.23 Exercice 12

On se propose d'étudier un moteur de traction à courant continu à excitation séparée dont les caractéristiques nominales sont :  $P_u = 165\text{KW}$  ;  $U=375\text{V}$  ;  $n=3000\text{tr/mn}$  ; résistance de l'induit  $R_a = 0.05\Omega$  ; résistance de l'inducteur  $R = 16\Omega$

1-Un essai en moteur alimenté sous sa tension nominale a permis de mesurer un courant induit  $I=440\text{A}$  et un courant inducteur  $J=25\text{A}$  pour une vitesse de rotation de  $n=2000\text{tr/mn}$ .

a) Calculer pour ce fonctionnement le couple électromagnétique  $C_{em}$  ainsi que la force contre électromotrice  $E$

b) Le couple utile , mesurée sur l' arbre du moteur a pour valeur  $C_u=710\text{N.m}$  .Déduire la valeur du couple de pertes  $C_p$  ainsu que le rendement du moteur

2-La machine fonctionne maintenant en génératrice, l'inducteur est parcouru par le courant  $J= 25\text{A}$  et l'induit délivre le courant  $I=300\text{A}$  sous la tension  $U =375\text{V}$ .Calculer la vitesse de rotation et le couple électromagnétique

3-On neglige dans cette partie toutes les pertes du moteur

Entre deux stations , le mouvement du véhicule comporte :

- une phase d'accélération entre 0 et  $t_1$ , pendant laquelle la vitesse croit linéairement

-une phase à vitesse constante entre  $t_1$  et  $t_2$

-une phase de décélération entre  $t_2$  et  $t_3$ , pendant laquelle la vitesse décroît linéairement

on désigne par  $J$  le moment d'inertie de l'ensemble des pieces en mouvement ramené à

l'arbre du moteur.On donne  $J=52\text{Kg.m}^2$  ;  $t_1 = 13\text{s}$  ;  $t_2 = 70\text{s}$  ;  $t_3 = 83\text{s}$  et  $\Omega_0 = 217\text{rd/s}$

a) pour chaque phase de fonctionnement , calculer l'accélération  $d\Omega/dt$  de l'arbre de rotation du moteur

b)Le véhicule développe sur l'arbre de rotation et indépendamment du couple d'accélération un couple résistant  $C_r = k * \Omega$  , avec  $k=2.3$ .Tracer les variations de ce couple en fonction du temps lors du déplacement entre deux stations

c) Ecrire le principe fondamental de la dynamique, déduire l' expression du couple électromagnétique  $C_{em}$  , tracer la variation de  $C_{em}$  en fonction du temps

### 3.24 Corrigé

1-Fonctionnement nominal

a)Le couple électromagnétique est égal à  $741\text{ N.m}$ .La force électromotrice est  $E = 353\text{V}$

b)Le couple des pertes est  $C_p = C_{em} - C_u = 31\text{N.m}$  .Le rendement est  $\eta = 0.9$

2-La vitesse de rotation est  $n = 2210\text{tr/mn}$ .Le couple électromagnétique est  $C_{em} = 506\text{N.m}$

3-Fonctionnement en traction électrique

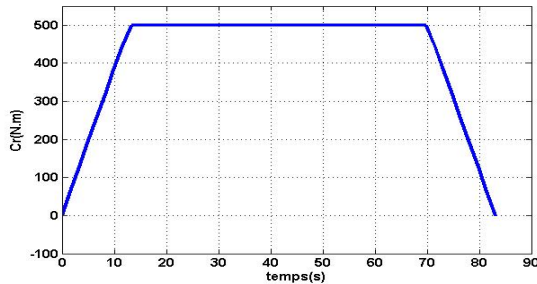
a) L'accélération sur l'arbre du moteur est :

$$16.7 \text{rd.s}^{-2} \text{ si } 0 < t < t_1$$

$$0 \text{ si } t_1 < t < t_2$$

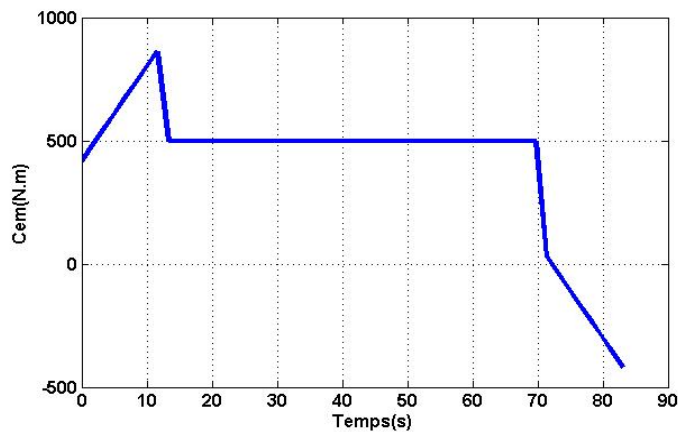
$$-16.7 \text{rd.s}^{-2} \text{ si } t_2 < t < t_3$$

b) Les variations du couple en fonction du temps sont représentées par la figure suivante :



c) La relation fondamentale de la dynamique est  $J.d\Omega/dt = C_{em} - C_r$

Le couple électromagnétique est  $C_{em} = C_r + J.d\Omega/dt$



### 3.25 Exercice 13

Les caractéristiques nominales d'un moteur à excitation indépendante sont :  $U=100V$

$$I=8A ; R_a = 1.25\Omega ; n=1500 \text{tr/mn} ; U_{ex} = 200V ; R_e = 400\Omega$$

Le flux inducteur est supposé constant

1-Pour le fonctionnement nominal , calculer ; La puissance absorbée par le moteur

2- On veut régler la vitesse de rotation de ce moteur

a) Citer une relation donnant la force électromotrice  $E$  en fonction de la constante du moteur

$K_e$ , du flux magnétique  $\phi$  et de la vitesse de rotation  $\omega$  exprimée en rd/s

b) à partir des données nominales , calculer la force électromotrice nominale

- c) L'intensité du courant induit est égale à 8A, le moteur tourne à une vitesse  $n'=1000\text{tr}/\text{mn}$ , déterminer la nouvelle tension  $U'$  à appliquer aux bornes de l'induit
- d) Les pertes par effet joule dans l'induit
- e) La puissance utile sachant que l'ensemble des pertes collectives valent 80W
- d) Le rendement du moteur

### 3.26 Corrigé

- 1-La puissance absorbée par le moteur est  $P_a = 900W$
- 2-réglage de la vitesse
- a)  $E = K_e \cdot \Phi \cdot \Omega / (2\pi)$
- b)  $E = 90V$
- c) Si  $n' = 1000\text{tr}/\text{mn}$ ,  $E' = 60V$  donc  $U' = 70V$
- d) Les pertes par effet joule dans l'induit sont égales à 80W
- e) La puissance utile est égale à 400W
- f) Le rendement est égal à 0.71

### 3.27 Exercice 14

La plaque signalétique d'un moteur série indique : 240V-15A-1500tr/mn-3KW

La résistance totale du moteur est  $R_t = 2\Omega$

1-Le moteur est alimenté sous une tension  $U=240V$  maintenue constante, calculer pour le fonctionnement nominal

- a) La force contre électromotrice
- b) Le moment du couple électromagnétique
- c) La puissance absorbée et le rendement
- d) Les pertes dues à l'effet joule ; en déduire la valeur des pertes collectives

2-On alimente maintenant le moteur sous une tension variable

- a) Le circuit magnétique  $n'$  est pas saturé , montrer que le f.é.m s' écrit sous la forme  $E=k*n*I$ , calculer la valeur numérique de  $k$  , si  $n$  est exprimé en tr/s
- b) Le moteur entraine une charge imposant un couple résistant constant, montrer que si on néglige le couple de pertes , le moteur absorbe un courant constant
- c) Etablir l'équation des variations de  $n$ ( en tr/s) en fonction de  $U$  lorsque le courant  $I = 15A$ .

### 3.28 Corrigé

1-Alimentation sous une tension constante  $U = 240V$

a)La force contre électromotrice est  $E = 210V$

b)Le moment du couple électromagnétique est  $C_{em} = 20N.m$

c)La puissance absorbée est  $P_a = U.I = 3600W$  et le rendement est  $\eta = P_u/P_a = 0.83$

d)Les pertes par effet joule sont  $P_j = 450W$  .Les pertes collectives sont

$$P_{collectives} = P_a - P_u - P_j = 150W$$

2-Alimentation sous une tension variable

a)Le circuit magnétique n'est pas saturé  $\Rightarrow \Phi = \alpha.I$  donc  $E = k.n.I$

$$k = E/(n.I) = 0.56$$

b) Le couple électromagnétique  $C_{em} = E.I/\Omega = 0.56.I^2/2\pi = cte \Rightarrow I = \sqrt{2\pi.C_{em}/0.56} =$

c)La variation de la vitesse  $n = E/k = (U - R_t.I)/k = 1.78U - 53$

### 3.29 Exercice 15

Un moteur shunt possède les caractéristiques suivantes : Résistance de l'inducteur (sans rhéostat d'excitation)  $R = 110\Omega$  ; Résistance de l'induit  $R_a = 0.2\Omega$  ; Tension d'alimentation  $U=220V$  et Pertes constantes  $P_c=700W$

1-La vitesse de rotation est de 1500 tr/mn quand l'induit absorbe un courant de 75A

calculer :

a) La force électromotrice

b) La puissance absorbée

c) La puissance utile

d) Le rendement et le couple utile

2-Déterminer la résistance du rhéostat du démarrage pour que l'intensité au démarrage soit de 160A.

3-Variation de vitesse de rotation, calculer la vitesse de rotation lorsque le courant induit est 45A, puis lorsque le moteur est à vide (dans ce cas on néglige les pertes joule devant  $P_c$ )

4-Réglage de la vitesse : Le flux restant proportionnel à l'excitation, quelle valeur faut-il donner au rhéostat d'excitation pour obtenir une vitesse de 1650 tr/n avec le même courant  $I$  qui est égal à 75A.

### 3.30 Corrigé

1-Fonctionnement nominal

a) La force électromotrice est  $E = U - R_a \cdot I = 205V$

b) La puissance absorbée est  $P_a = U \cdot (I + J) = 16940W$

c) La puissance utile est  $P_u = P_a - \Sigma(\text{pertes}) = 14675W$

d) Le rendement est  $\eta = P_u/P_a = 0.866$  et le couple utile est  $C_u = P_u/\Omega = 93.42N.m$

2-Le rhéostat de démarrage est  $RHD = U/I_d - R_a = 1.175\Omega$

3-Variation de la vitesse de rotation

-Si  $I' = 45A$  alors  $E' = U - R_a \cdot I' = 211V$ , la vitesse de rotation est

$$n' = n \cdot E'/E = 1544 \text{tr/mn}$$

-Si le moteur fonctionne à vide,  $P_{a0} = U \cdot (I_0 + J) = 1440W \Rightarrow I_0 = 3.18A$

La force électromotrice à vide est  $E_0 = 219.36V$  et la vitesse à vide est  $n_0 = 1605 \text{tr/mn}$

4-Réglage de la vitesse Le courant  $I' = I = 75A \Rightarrow n \cdot \Phi = n' \cdot \Phi'$  or  $\Phi = \alpha \cdot J$

donc  $J' = J \cdot n/n' = 1.81A \Rightarrow R_{ex} = 11\Omega$

### 3.31 Exercice 16

Un moteur série essayé à vide et en génératrice à excitation séparée a donné à une vitesse de rotation  $n=1200 \text{tr/mn}$ .

$I_e(A)$	0	10	20	30	40	50
$E_0(V)$	0	100	200	300	350	375

La réaction magnétique de l'induit est parfaitement compensée.

Les résistances de l'induit  $R_a$  et de l'inducteur  $R_s$  mesurées à chaud :  $R_a = 0.8\Omega$  et  $R_s = 0.2\Omega$

La machine fonctionne en moteur série, elle est alimentée sous tension fixe  $U=230V$

1-Pour un courant d'induit d'intensité nominale  $I_n = 30A$ . Calculer :

a) La f.é.m

b) La vitesse de rotation  $n$

c) Le couple électromagnétique

d) Le couple utile, sachant que la somme des pertes fer et des pertes mécaniques est de  $500W$  à  $1200 \text{tr/mn}$  et qu'elles sont supposées proportionnelles à la vitesse de rotation.

Vérifier que le couple de pertes reste constant quelque soit la vitesse de rotation

e) Le rendement du moteur

2 -a) Vérifier que pour  $I \leq 30A$ , le circuit magnétique n'est pas saturé et par conséquent

on peut écrire :  $\Phi = a.I$

b) Démontrer que le couple électromagnétique peut s'écrire sous la forme suivante :

$$C_{em} = K_m * I^2$$

c) Calculer  $K_m$ , sachant que  $C_p = 4N.m$ , calculer le courant absorbé par le moteur, si sa charge est débranchée accidentellement

3-Le moteur est alimenté encore sous 230V, il travaille à couple résistant constant

$C_r = C_u$  (calculé en d) 1-)

a) On désire limiter le courant de démarrage à  $1.5I_n$ . Calculer la résistance RHD à placer en série avec l'induit

b) Calculer le couple de démarrage

c) si, accidentellement, RHD reste en série avec l'induit, quelle sera la vitesse de rotation du moteur en régime permanent

### 3.32 Corrigé

1-Fonctionnement nominal

a) La force électromotrice est  $E = U - (R_a + R_s).I = 200V$

b) La vitesse de rotation est  $n = 800tr/mn$

c) Le couple électromagnétique est  $C_{em} = E.I/\Omega = 71.6N.m$

d) Le couple utile est  $C_u = C_{em} - C_p = 67.62N.m$ . Le couple des pertes  $C_p = P_c/\Omega = ct$

e) Le rendement du moteur est  $\eta = P_u/P_a = 0.82$

2-

a) Lorsque  $I \leq 30A$ , on a  $E_0 = 10.I = K_e.(1200/60).\Phi \Rightarrow \Phi = (1/2K_e).I = a.I$

Le flux et le courant d'excitation sont proportionnels

b) Le couple électromagnétique est  $C_{em} = E.I/\Omega = K_e.\Phi.n.I/\Omega = (K_e.a)/(2\pi) = K_m.I^2$

c) La constante  $K_m = C_{em}/I^2 = 0.08$ . Si la charge est débranchée  $C_{em} = C_p = 4N.m$

donc  $I = I_0 = 7A$

3-Fonctionnement à couple constant

a) La rhéostat de démarrage est  $RHD = 4.1\Omega$

b) Le couple de démarrage est  $C_d = 162N.m$

c) Si le rhéostat de démarrage reste branchée en série avec l'induit, la force électromotrice est  $E = 77V$  et la vitesse de rotation correspondante est  $n = 308tr/mn$

### 3.33 Exercice 17

Le scooter fonctionne grâce à un moteur à excitation séparée et constante.

Dans tout le problème on suppose que la vitesse  $V$  du scooter exprimée en Km/h et proportionnelle à la vitesse de rotation  $n$  du moteur en tr/mn. Pour  $n=800$ tr/mn, le scooter roule à 45Km/h

#### A-Étude du moteur à tension d'induit $U$ constante

Le moteur est alimenté par une tension nominale  $U_n = 18V$ , il absorbe un courant d'induit  $I_n = 100A$ . Son inducteur est alimenté par une tension d'excitation  $U_{ex} = 18V$  et parcouru par un courant constant  $J = 1.5A$ . La résistance de l'induit est  $R_a = 0.05\Omega$ . Sa vitesse de rotation nominale est  $n = 800$  tr/mn. La réaction magnétique de l'induit est parfaitement compensée

1-Montrer que  $E = k * n$ , calculer  $k$  lorsque  $n$  est en tr/mn

2-Montrer que lorsque  $I = I_n = 100A$ , la vitesse de rotation  $n$  et la tension d'alimentation  $U$  sont liées par la relation numérique suivante :  $n = 61.5U - 307$

3-Démontrer que le couple électromagnétique  $C_{em}$  s'écrit sous la forme suivante :

$$C_{em} = KI \text{ . Calculer } K$$

4-Montrer que l'expression liant le couple électromagnétique à la vitesse de rotation  $n$ (tr/mn) et la tension d'alimentation  $U$ (V) peut se mettre sous la forme suivante :

$$C_{em} = 3.1 * U - 0.05 * n$$

5-Calculer les pertes par effet joule totales de ce moteur pour  $I = I_n$

6-Pour le fonctionnement nominal, la somme des pertes dans le fer et des pertes mécaniques vaut  $P_c = 344W$ . Déterminer :

- a) La puissance utile
- b) Le rendement

#### B-Étude du moteur sous tension d'induit $U$ réduite

Le conducteur du scooter dispose d'un mode de conduite économique. La tension d'induit du moteur est alors  $U_{eco} = 13.7V$

1- À l'aide du résultat de la question 4, donner l'expression liant le couple électromagnétique  $C_{em}$  à la vitesse de rotation  $n$ (tr/mn)

2-Pour un couple électromagnétique développé  $C_{em} = 15.8N.m$ , déterminer la vitesse de rotation du moteur ainsi que la vitesse de scooter

### 3.34 Corrigé

A-Etude du moteur à tension d'induit constant

1-L'excitation est constante  $\Rightarrow \Phi = ct$ . La force électromotrice est  $E = k.n$  avec  $k = 0.0162$

2-Le courant  $I = 100A$ . on a  $n = (U - R_a.I)/k = 61.5U - 307$

3-Le couple électromagnétique est  $C_{em} = E.I/\Omega = 60.k/(2\pi).I = K.I$ ; avec  $K = 0.154$

4-Le courant  $I = (U - k.n)/R_a$  d'où  $C_{em} = 0.154(U - 0.0162n)/0.05 = 3.1U - 0.05.n$

5-Les pertes joule totale du moteur sont  $P_{jt} = 527W$

6-Fonctionnement nominal

a) La puissance utile est égale à  $P_u = P_a - \Sigma(\text{pertes}) = 929W$

b) Le rendement est  $\eta = 0.51$

B-Etude du moteur sous tension d'alimentation réduite

1-Le couple électromagnétique est  $C_{em} = 42.47 - 0.05.n$

2-Lorsque  $C_{em} = 15.8N.m$ , la vitesse de rotation est  $n = 538tr/mn \Rightarrow V = 30.26Km/h$

### 3.35 Exercice 18

Dans tout le problème, l'intensité du courant dans l'enroulement inducteur, de résistance égale à  $310\Omega$  est maintenue constante à  $0.8A$ . On notera par  $R_a$  la résistance d'induit du moteur.

1-Montrer que l'expression de la f.é.m du moteur peut se mettre sous la forme  $E = kn$  avec  $n$  est la vitesse de rotation exprimée en  $tr/mn$

2-Montrer que l'expression du couple électromagnétique peut se mettre sous la forme  $C_{em} = K'I$  avec  $I$  est le courant induit. Exprimer  $K'$  en fonction de  $K$

3-On fait fonctionner le moteur à courant d'induit constant  $I = I_n = 16A$

a) Montrer que la vitesse de rotation du moteur  $n$  varie en fonction de la tension d'alimentation selon la relation suivante :  $n = a * U - b$

b) Au cours de cet essai on a relevé deux points de fonctionnement :

$$n_1 = 750tr/mn \text{ et } U_1 = 120V$$

$$n_2 = 1500tr/mn \text{ et } U_2 = 220V$$

Déduire la valeur de la résistance  $R_a$

c) Déduire des questions précédentes les valeurs de  $K$  et  $K'$

4-Le moteur fonctionne maintenant à vide, sous tension nominale d'induit  $U_n = 220V$ .

Il absorbe un courant d'induit égal à  $1.5A$

a) Déterminer la vitesse de rotation du moteur

b) Calculer les pertes collectives

5-Au point de fonctionnement nominal, calculer :

a) Les pertes collectives (On suppose qu'elles sont proportionnelles à la vitesse de rotation

b) Le couple électromagnétique

c) Le couple utile et le rendement

### 3.36 Corrigé

1-L'excitation est maintenue constante, donc  $E = k.n$

2-L'expression du couple électromagnétique est  $T_{em} = E.I/\Omega = k'.I$  avec  $k' = 60k/2\pi$

3-Fonctionnement à courant constant

a) La vitesse de rotation  $n = E/k = (U - R_a.I)/k = a.U - b$  avec  $a = 1/k$  et  $b = I.R_a/k$

b) La résistance  $R_a = b/a.I = 1.25\Omega$

c) Les valeurs des constantes sont  $k = 1/a = 0.133$  et  $k' = 1.27$

4-Fonctionnement à vide

a) La vitesse de rotation est  $n_0 = E_0/k = 1640 \text{tr}/\text{mn}$

b) Les pertes collectives  $P_c = P_{a0} - R_a.I_0^2 = 327W$

5-Fonctionnement en charge

a) Les pertes collectives sont  $P_c = 300W$

b) Le couple électromagnétique  $T_{em} = 20N.m$

c) Le couple utile  $T_u = T_{em} - T_p = 18.46N.m$ . Le rendement est  $\eta = 0.82$

### 3.37 Exercice 19

Une machine d'extraction est entraînée par un moteur à courant continu à excitation indépendante. L'inducteur est alimenté par une tension  $U_e = 600V$  et parcouru par un courant d'excitation constant :  $I_e = 30A$ . L'induit de résistance  $R_a = 0.012\Omega$  est alimenté par une source fournissant une tension  $U$  réglable de  $0V$  à sa valeur nominale  $U_n = 600V$ . L'intensité du courant dans l'induit a une valeur nominale  $I_n = 1500A$ . La vitesse de rotation nominale est  $n_n = 30 \text{tr}/\text{min}$ .

I -Démarrage

Écrire la relation entre  $U$ ,  $E$  et  $I$  aux bornes de l'induit, en déduire la tension  $U_d$  à appliquer au démarrage, pour que  $I_d = 1,2 I_n$ .

II Fonctionnement nominal au cours d'une remonté en charge

On a :  $U_N = 600V$  ;  $I_N = 1500A$  ;  $n_N = 30tr/min$ .

- 1-Exprimer la puissance absorbée par l' induit du moteur et calculer sa valeur numérique.
- 2- Exprimer la puissance totale absorbée par le moteur et calculer sa valeur numérique.
- 3- Exprimer la puissance totale perdue par effet Joule et calculer sa valeur numérique.
- 4- Sachant que les autres pertes valent  $P_e = 27 kW$ , exprimer et calculer la puissance utile et le rendement du moteur.
- 5- Exprimer et calculer le couple utile  $T_u$  et couple électromagnétique  $T_e$

III fonctionnement au cours d'une remontée à vide

1-Montrer que le moment du couple électromagnétique  $T$  de ce moteur est proportionnel à l'intensité  $I$  du courant dans l'induit

On admet que dans le fonctionnement au cours d'une remontée à vide, le moment du couple électromagnétique a une valeur égale à 10% de sa valeur nominale et garde cette valeur pendant toute la remonté.

- 2- Calculer l'intensité  $I$  du courant dans l'induit pendant la remontée.
- 3 -La tension  $U$  restant égale à  $U_n$ , exprimer puis calculer la f.e.m.  $E_1$  du moteur.
- 4 - Calculer la nouvelle vitesse de rotation  $n_1$

### 3.38 Corrigé

I-Démarrage

- 1-Au démarrage la force électromotrice  $E = 0$
- 2-Le modèle equivalent de l'induit est le suivant :
- 3-La tension aux bornes de l'induit est  $U = E + R_a.I$  et la tension de démarrage est  $U_d = R_a.I_d = 21.6V$

II-Fonctionnement nominal

- 1-La puissance absorbée par l'induit est  $P_a = U.I = 900KW$
- 2-La puissance totale absorbée par le moteur est  $P_t = 918KW$
- 3-La puissance totale perdue par effet joule est  $P_{jt} = 45KW$
- 4-La puissance utile  $P_u = P_t - \Sigma(pertes) = 846KW$  ;Le rendement est  $\pi = P_u/P_t = 0.92$
- 5-Le moment du couple utile est  $T_u = P_u/\Omega = 269KN.m$ , le moment du couple électromagnétique est  $T_{em} = T_u + T_p = T_u + P_c/\Omega = 278KN.m$

III-Fonctionnement à vide

- 1-Le moment du couple électromagnétique est  $T_{em} = E.I/\Omega = K_e.\Phi.I/2\pi$ , l'excitation est constante donc  $T_{em} = K.I$

2-Le courant absorbé par l'induit est  $I_1 = 150A$

3-La force électromotrice est  $E_1 = 598.2V$

4-La nouvelle vitesse de rotation est  $n_1 = 30.83tr/mn$

### 3.39 Exercice 20

Les caractéristiques d'une machine à courant continu sont les suivantes :

résistance de l'inducteur  $R_{ind} = 0.0075\Omega$

résistance de l'induit  $R_a = 0.019\Omega$

- Caractéristique à vide à 800 tr/min

I(A)	325	420	600	865	1000	1300	1750	1900	2160	2500
E(V)	600	765	1030	1270	1350	1470	1640	1700	1800	1900

Cette machine excitée en série est utilisée en traction sur une locomotive. A 1160 tr/min, la locomotive roule à 160 km/h

1. Fonctionnement en traction

Le moteur est alimenté sous 1500 V.

a. Le courant dans l'induit étant de 1000 A, calculer la f.e.m, la vitesse de rotation, le moment du couple électromagnétique du moteur ainsi que la vitesse de la locomotive

b. Le rendement du moteur étant de 94,5 %, calculer le moment du couple utile

c. Le courant de démarrage est limité à 2500 A, calculer le moment du couple électromagnétique au démarrage

d. Le moteur est toujours alimenté sous 1500 V. On branche en parallèle avec l'enroulement d'excitation une résistance de  $0.048\Omega$  Lorsque le courant dans l'induit est de 2200 A, calculer le courant dans l'inducteur, la f.e.m, la vitesse de rotation et le moment du couple électromagnétique du moteur.

2. Fonctionnement en génératrice

Pour freiner la locomotive, on fait fonctionner la machine en génératrice indépendante.

l'inducteur est alimenté par un courant de 420 A, une résistance  $R_{ch} = 0,4\Omega$  est branchée aux bornes de l'induit (il n'y a plus de source de tension à ses bornes).

La locomotive roule à 100 km/h, calculer la vitesse de rotation, la f.e.m, le courant dans l'induit et le moment du couple électromagnétique.

### 3.40 Corrigé

1-Fonctionnement en traction

a) La force électromotrice est  $E = U - R_t \cdot I = 1473.5V$  .

La vitesse de rotation  $n = 873tr/mn$ .

Le couple électromagnétique  $C_{em} = E \cdot I / \Omega = 16114N.m$

La vitesse de locomotive  $v = 120.4Km/h$

b)Le moment du couple utile est  $C_u = P_u / \Omega = \eta \cdot P_a / \Omega = 15505N.m$

c)Le couple de démarrage est  $C_d = 100712.5N.m$

d)Le courant dans l'inducteur est  $I_e = 1903A$ .

La force électromotrice est  $E = U - (R_a + (R_e \cdot R_s) / (R_e + R_s)) \cdot I = 1444V$

La vitesse de rotation est  $n = 642tr/mn$ .

Le couple électromagnétique  $C_{em} = 47252N.m$

2-Fonctionnement en génératrice

Le courant d'excitation est  $I_e = 420A$  .

La vitesse est  $V = 100Km/h \Rightarrow n = 725tr/mn \Rightarrow E = 765.725/800 = 693V$

Le courant induit est  $I = E / (R_a + R_{ch}) = 1654A$ .

Le moment de couple électromagnétique  $C_{em} = E \cdot I / \Omega = 15097N.m$

### 3.41 Exercice 21

Une machine à courant continu de type série est parfaitement compensée (la réaction d'induit y est négligeable). On a relevé, à la vitesse de rotation de 1500 tr/min, la caractéristique à vide en génératrice à excitation séparée  $E_0 = f(I_e)$  ou  $E_0$  est la f.e.m et  $I_e$  l'intensité du courant d'excitation.

$I_e(A)$	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$E(V)$	60	81	99	111	120	128	133	137	141

Les résistances mesurées à chaud ont pour valeurs :  $R_a = 0,62\Omega$  et  $R_s = 0,38\Omega$  .La machine fonctionne en moteur série alimenté sous tension constante  $U = 110V$

1- Tracer la caractéristique à vide

2-Pour un courant absorbé  $I = 20A$ , calculer :

a)La force électromotrice

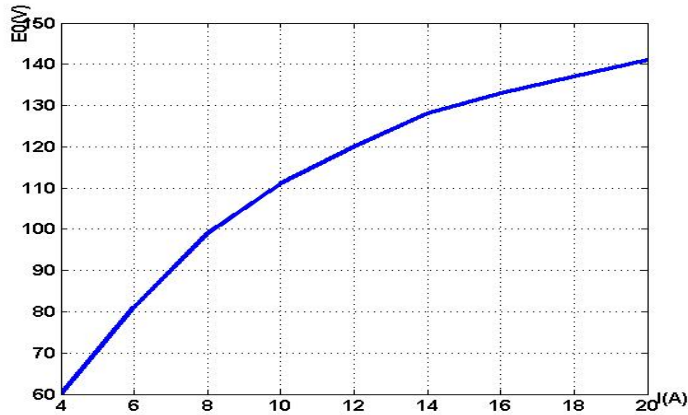
b) La vitesse de rotation

c) Le couple électromagnétique

d) Le rendement du moteur, sachant que l'ensemble des pertes dans le fer et des pertes mécaniques dans ces conditions est de 120 W.

### 3.42 Corrigé

1-La caractéristique à vide à la vitesse de rotation 1500 tr/mn est le suivant :



2-Fonctionnement nominal

a)La force électromotrice est  $E = U - (R_a + R_s).I = 90V$

b)La vitesse de rotation  $n = 1500.90/141 = 957tr/mn$

c)Le couple électromagnétique est  $C_{em} = E.I/\Omega = 18N.m$

d)Le rendement du moteur est  $\eta = 0.76$