

Exercice 1 :

Un moteur à excitation indépendante fonctionne sous la tension d'induit $U=230$ V. En fonctionnement nominal, l'induit est parcouru par un courant d'intensité $I=40$ A. La résistance de l'induit est : $R=0,3 \Omega$ et celle de l'inducteur est $r=120 \Omega$. Un essai à vide à la fréquence de rotation nominale donne les résultats suivants : $U_0=225$ V ; $I_0=1,2$ A. Sachant que la tension d'alimentation de l'inducteur est : $U_e=140$ V calculer le rendement du moteur.

Corrigé :

Puissance (W) absorbée par l'induit : $UI=230 \times 40=9200$ W.

Puissance absorbée par l'inducteur : $U^2/r=140^2/120=163,3$ W.

Perte mécanique + perte fer sont calculées à partir de l'essai à vide :

$U_0I_0=RI_0^2+Pm+Pf$ soit $Pm+Pf=U_0I_0-RI_0^2$

$Pm+Pf=225 \times 1,2-(0,3 \times 1,2^2)=269,6$ W.

Pertes par effet joule dans l'induit : $Pj=RI^2=0,3 \times 40^2=480$ W.

Pertes totales : $269,6+480=749,6$ W

Total puissance reçue : $9200+163,3=9363,3$

Puissance utile $Pu=9200-749,6=8450,4$ W

Rendement : $8450,4/9363,3=0,90$ (90%)

Exercice 2 :

L'essai d'une machine à courant continu en générateur à vide à excitation indépendante a donné les résultats suivants : fréquence de rotation : $n_G=1500$ tr/min ; intensité du courant d'excitation $I_e=0,52$ A ; tension aux bornes de l'induit : $U_{G0}=230$ V.

La machine est utilisée en moteur. L'intensité d'excitation est maintenue constante quelle que soit le fonctionnement envisagé. La résistance de l'induit est $R=1,2 \Omega$.

1. le moteur fonctionne à vide; l'intensité du courant dans l'induit est $I_0=1,5$ A et la tension à ces bornes est $U_0=220$ V Calculer :

- la force électromotrice.
- les pertes par effet joule dans l'induit.
- la fréquence de rotation.
- la somme des pertes mécaniques et des pertes fer.
- le moment du couple de pertes correspondant aux pertes mécaniques et pertes fer. Ce moment sera supposé constant par la suite.

2. Le moteur fonctionne en charge. La tension d'alimentation de l'induit est $U=220$ V et l'intensité du courant qui le traverse est $I=10$ A. Calculer :

- la force électromotrice
- la fréquence de rotation.
- le moment du couple électromagnétique.
- le moment du couple utile.
- la puissance utile.

Corrigé :

1. $-U_0=E+RI_0$ soit $E=U_0-RI_0=220-(1,2 \times 1,5)=218,2$ V.

- **Perte joule induit : $RI_0^2=1,2 \times 1,5^2=2,7$ W.**

- *La fréquence de rotation est proportionnelle à la fem : $E=k\Omega$ soit $k=E/\Omega$*

Dans le fonctionnement en générateur $E=230$ V et $\Omega=2\pi(1500/60)=157$ rad/s d'où $k=1,465$

Lors du fonctionnement en moteur à vide : $\Omega=E/k=218,2/1,465=148,9$ rad/s soit $n_0=1423$ tr/min.

- *Puissance absorbée à vide = puissance joule à vide + pertes mécaniques + pertes fer*

$U_0I_0=RI_0^2+Pm+Pf$ d'où $Pm+Pf=U_0I_0-RI_0^2=327,3$ W.

- *Le moment du couple C_p (Nm) est égal à la puissance divisée par la vitesse de rotation (rad/s)*
 $(Pm+Pf)/\Omega \quad C_p=327,3/148,9=2,2$ Nm.

2. $-U=E+RI$ soit $E=U-RI=220-(1,2 \times 10)=208$ V

- *La fréquence de rotation est proportionnelle à la fem :*

$E=k\Omega$ soit $\Omega=E/k=208/1,465=141,98$ rad/s soit $n=1356$ tr/mn.

- Moment du couple électromagnétique (Nm) : $C_e = EI / \Omega = (208 \times 10) / 141,98 = 14,65 \text{ Nm}$.
- Moment du couple utile $C_u = C_e - C_p = 14,65 - 2,2 = 12,45 \text{ Nm}$.
- Puissance utile $P_u = C_u \Omega = 12,45 \times 141,98 = 1767,5 \text{ W}$.

Exercice 3 :

On dispose d'un moteur à courant continu à excitation indépendante. Ce moteur fonctionne à flux constant. L'induit du moteur a une résistance égale à 1Ω .

I. A $n_1 = 1200 \text{ tr/min}$, le moteur développe un couple électromagnétique de moment $C_1 = 60 \text{ N.m}$ et l'intensité I_1 du courant dans l'induit est égale à 26 A .

1. Démontrer que la force électromotrice du moteur est $E_1 = 290 \text{ V}$.

2. Calculer la tension U_1 aux bornes de l'induit.

II. La tension appliquée à l'induit est $U_2 = 316 \text{ V}$. Le moment du couple électromagnétique prend la valeur $C_2 = 100 \text{ N.m}$. On rappelle que pour ce type de moteur, le moment du couple électromagnétique est proportionnel à l'intensité du courant dans l'induit et que la force électromotrice est proportionnelle à la fréquence de rotation. Calculer :

1. l'intensité I_2 du courant dans l'induit,

2. la f.e.m. E_2 du moteur, et la fréquence de rotation n_2 du rotor.

Réponses : I. 1. $E_1 = C_1 \Omega_1 / I_1 = 289,99 \text{ V}$ 2. $U_1 = 316 \text{ V}$ II. 1. $I_2 = 43,33 \text{ A}$ 2. $E_2 = 272,66 \text{ V}$
 $n_2 = 1128 \text{ tr/min}$.

Exercice 4 :

Le moteur est à excitation indépendante et constante. On néglige sa réaction d'induit. L'induit a une résistance $r = 0,20 \Omega$. Il est alimenté sous une tension constante $U = 38 \text{ V}$.

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

1.1 Représenter le modèle équivalent de l'induit, en fléchant la tension et le courant.

1.2 Calculer la force électromotrice E de l'induit.

1.3 Calculer le moment du couple électromagnétique C .

1.4 Montrer que l'on peut exprimer E en fonction de la fréquence 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 $I' = 3,8 \text{ A}$, calculer :

2.1 Le nouveau moment du couple électromagnétique C' ,

2.2 La nouvelle fréquence de rotation n' . Comparer n et n' .

Réponses : 1. 1.2 $E = 37 \text{ V}$ 1.3 $C = 1,76 \text{ Nm}$ 2. 2.1 $C' = 1,34 \text{ Nm}$ 2.2 $n' = 1006 \text{ tr/min}$

Exercice 5 :

On dispose d'un moteur à courant continu, à excitation indépendante. L'induit, de résistance $R = 0,50 \Omega$, est alimenté par une tension continue $U = 220 \text{ V}$.

L'inducteur absorbe un courant d'excitation i constant.

1- Le moteur fonctionne en charge. L'induit absorbe un courant $I = 10 \text{ A}$. Le moteur fournit une puissance utile $P_u = 1,8 \text{ kW}$. Il tourne à une fréquence de rotation de 1200 tr/min .

a- Calculer la f.é.m du moteur.

b- Calculer le moment du couple utile.

2- Le moteur fonctionne à couple constant. L'induit absorbe toujours $I = 10 \text{ A}$. Pour régler la vitesse, on modifie la tension U .

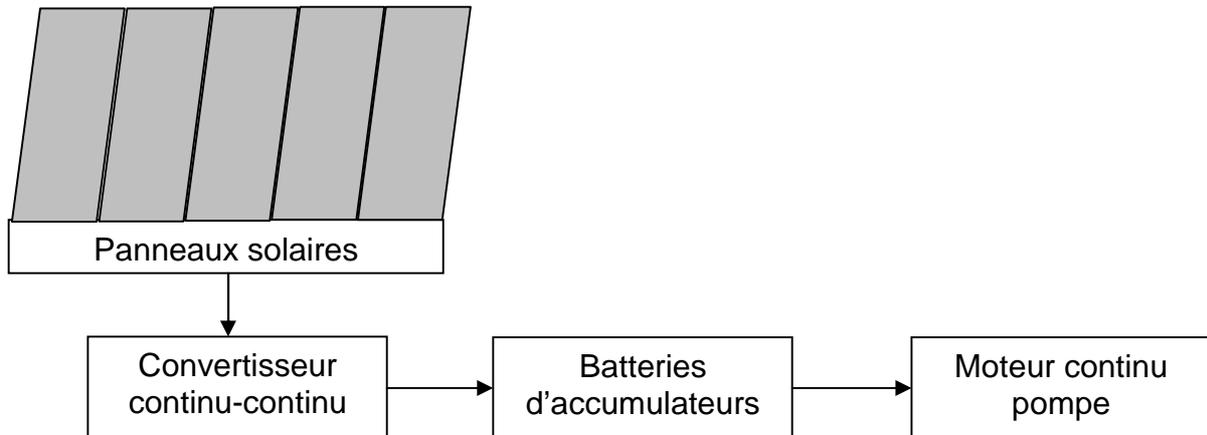
a- Citer un dispositif électronique qui permet de faire varier cette vitesse.

b- La tension U prend la valeur $U = 110 \text{ V}$: calculer la nouvelle f.é.m et la fréquence de rotation correspondante.

Réponses : 1- a- $E = 215 \text{ V}$ b- $C_u = 14,32 \text{ Nm}$ 2- a- hacheur serie b- $E' = 105 \text{ V}$ $n' = 586 \text{ tr/min}$.

ETUDE D'UNE INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Une exploitation agricole isolée, non raccordée au réseau, produit l'énergie électrique dont elle a besoin à l'aide d'une installation solaire photovoltaïque. Le schéma de l'installation est représenté comme ci-dessous :



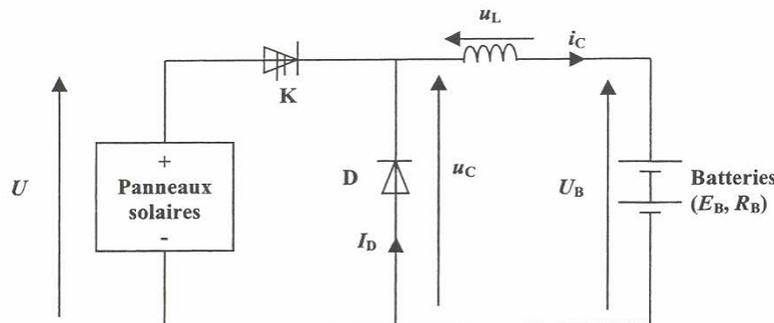
L'énergie électrique produite par les panneaux solaires peut être utilisée immédiatement, ou stockée dans des batteries d'accumulateurs, par l'intermédiaire d'un convertisseur continu-continu.

L'installation comporte une pompe, entraînée par un moteur à courant continu, permettant de fournir l'eau nécessaire à l'exploitation.

Partie A : Étude du convertisseur continu-continu

Pour charger les batteries d'accumulateurs on utilise un convertisseur continu-continu.

Le schéma du dispositif est représenté comme suit :

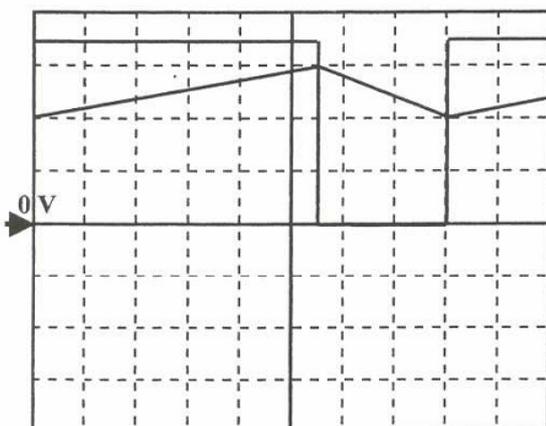


K est un interrupteur électronique, supposé parfait, commandé périodiquement.

Sur une période **T** de fonctionnement, **K** est fermé de **0** à αT et ouvert de αT à **T**.

La résistance de la bobine est négligeable : on pourra donc considérer que la valeur moyenne $\langle u_L \rangle$ de la tension aux bornes de la bobine est nulle.

On visualise, sur la voie 1 d'un oscilloscope, la tension **u_C** aux bornes de la charge en fonction du temps. Sur la voie 2 on visualise l'image de l'intensité **i_C** du courant dans la charge à l'aide d'une sonde de courant de sensibilité **100 mV/A**.



Calibres :
 voie 1 : 20 V/Div
 voie 2 : 0,5 V/Div

Base de temps :
 5 μ s/Div

- 1/ Quel autre nom peut-on donner à ce convertisseur continu-continu ?
- 2/ Citer un composant pouvant être utilisé comme interrupteur électronique.
- 3/ Préciser le rôle de la bobine dans ce montage.
- 4/ Déterminer la période et la fréquence de fonctionnement du convertisseur.
- 5/ Quelle valeur prend u_C quand l'interrupteur K est fermé ? Quelle valeur prend u_C quand l'interrupteur K est ouvert ?
- 6/ En déduire la valeur de la tension U aux bornes des panneaux solaires.
- 7/ Déterminer la valeur du rapport cyclique α de la tension u_C .
- 8/ Calculer la valeur moyenne $\langle u_C \rangle$ de la tension u_C .
- 9/ En s'appuyant sur les relevés de la figure ci-dessus, déterminer les valeurs minimale et maximale de l'intensité i_C du courant. Calculer sa valeur moyenne $\langle i_C \rangle$.

Partie B : Etude du moteur à courant continu entraînant la pompe

La pompe fournissant l'eau nécessaire à l'exploitation agricole est entraînée par un moteur à courant continu à aimants permanents.

La plaque signalétique du moteur indique les données suivantes : **48V ; 3000 tr/min ; 550 W**

Les pertes mécaniques et magnétiques du moteur sont négligeables.

Les batteries d'accumulateurs délivrent une tension constante de valeur $U_B = 48 \text{ V}$.

Lors du fonctionnement de la pompe, on a mesuré l'intensité du courant dans le moteur : $I = 13,7 \text{ A}$.

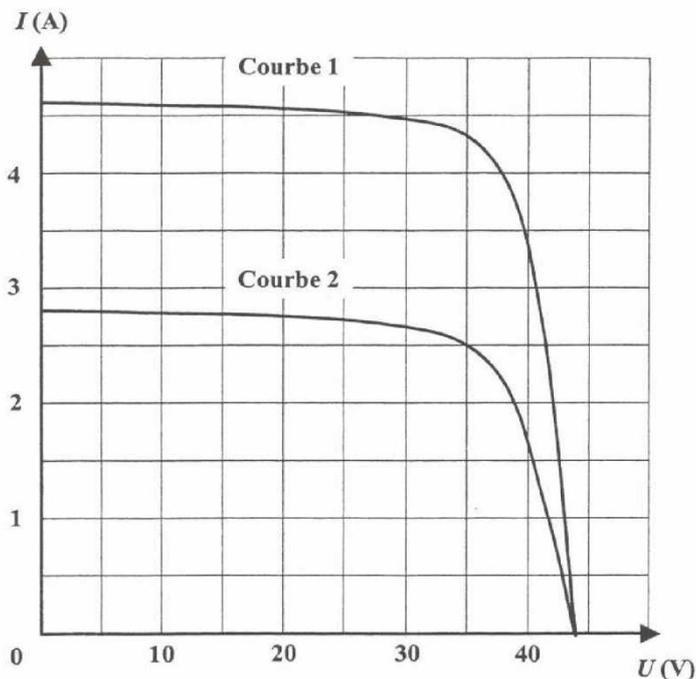
- 1/ Déterminer le moment C_u du couple utile du moteur.
- 2/ Déterminer la puissance absorbée par le moteur.
- 3/ Déterminer le rendement η du moteur.
- 4/ Déterminer les pertes par effet Joule dans l'induit du moteur et en déduire sa résistance R .
- 5/ Représenter le schéma du modèle équivalent de l'induit du moteur. Flécher les différentes tension(s) et intensité(s) de courant(s). Ecrire la relation entre les différentes tensions représentées sur ce schéma.
- 6/ Déterminer la valeur de la force électromotrice E du moteur.
- 7/ Montrer que la relation entre la force électromotrice E et la fréquence de rotation n peut s'écrire : $E = kn$ où k est une constante.
- 8/ Calculer la valeur de k en précisant son unité.
- 9/ Déterminer, en donnant les justifications nécessaires, l'intensité I_d du courant de démarrage du moteur sous la **tension nominale**. Comparer I_d à I ($13,7 \text{ A}$).

Partie C : Étude des panneaux solaires

Aucune connaissance préalable sur les panneaux solaires n'est nécessaire.

Un panneau solaire photovoltaïque produit de l'énergie électrique à partir de l'énergie lumineuse reçue. Il peut être considéré comme un générateur continu.

Les caractéristiques courant-tension d'un panneau solaire, pour deux ensoleillements différents, sont représentées sur la figure ci-dessous :



- 1/ Etude dans le cas d'un ensoleillement optimal : la caractéristique courant-tension correspond à la courbe 1.**
- 1.1/ Déterminer la valeur de la tension à vide d'un panneau solaire.
 - 1.2/ Déterminer l'intensité du courant de court-circuit.
 - 1.3/ Déterminer la puissance électrique fournie par le panneau pour une tension de fonctionnement égale à **35 V**.
 - 1.4/ En déduire l'énergie électrique produite en **10 heures** d'ensoleillement.
- 2/ Etude dans le cas d'un ensoleillement plus faible : la caractéristique courant-tension correspond à la courbe 2.**
Déterminer la puissance électrique fournie par un panneau pour une tension de fonctionnement égale à **35 V**.
- 3/ Pour disposer d'une puissance suffisante pour alimenter l'exploitation agricole, il faut associer plusieurs panneaux.**
- 3.1. Quel est l'intérêt d'une association en série ?
 - 3.2. Quel est l'intérêt d'une association en parallèle ?
- 4/ La puissance maximale délivrée par chaque panneau vaut 150 W.**
L'installation doit pouvoir fournir une puissance maximale égale à **2100 W**.
- 4.1/ Combien de panneaux faut-il utiliser ?
 - 4.2/ La tension de fonctionnement nominal d'un panneau à puissance maximale est égale à **35 V**. L'installation doit délivrer une tension de **70 V**. Comment les panneaux doivent ils être associés ? (pour répondre, un schéma peut suffire)
 - 4.3/ Déterminer l'intensité du courant débité par l'installation lors d'un fonctionnement à puissance maximale.