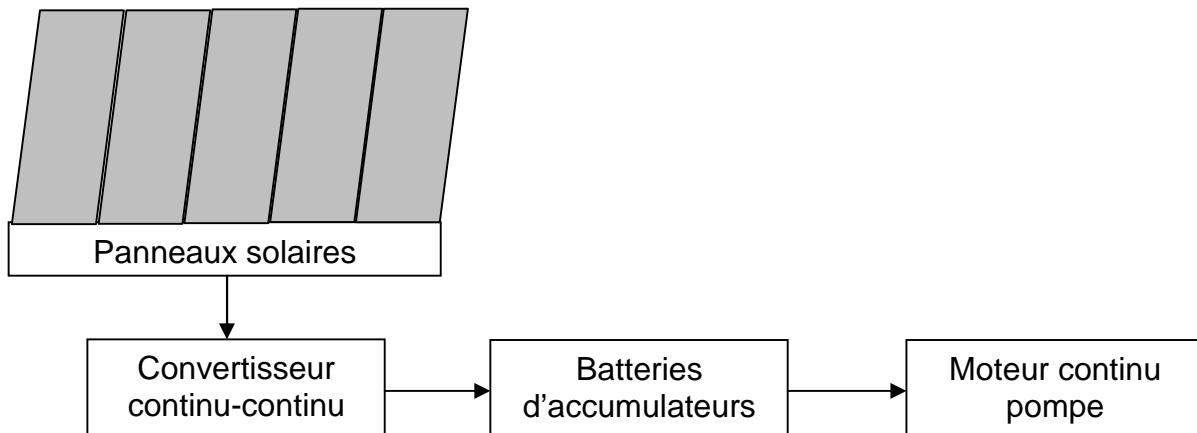


ETUDE D'UNE INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE (corrigé)

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 :



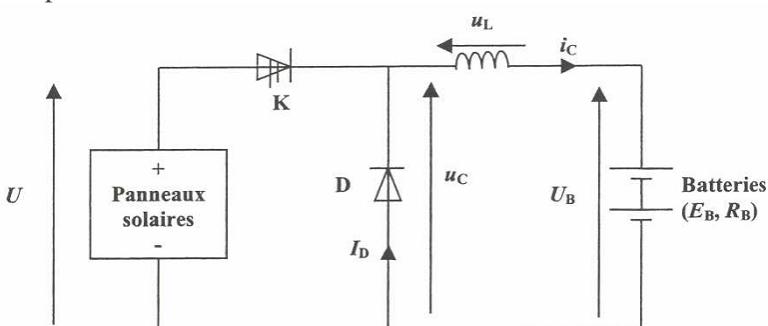
L'énergie électrique produite par les panneaux solaires peut être utilisée immédiatement, ou stockée dans des batteries d'accumulateurs, par l'intermédiaire d'un convertisseur continu-continu.

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 :

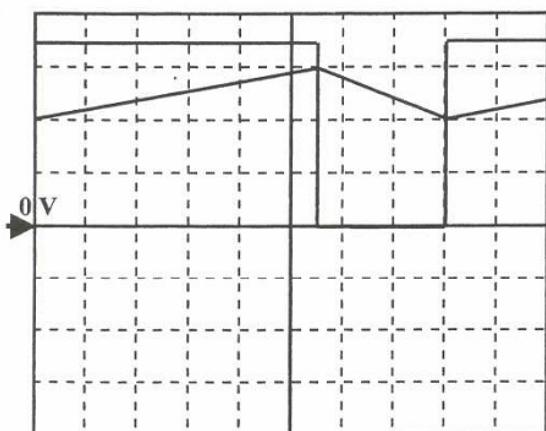


K est un interrupteur électronique, supposé parfait, commandé périodiquement.

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 μs/Div

1/ Quel autre nom peut-on donner à ce convertisseur continu-continu ?

Hacheur série

2/ Citer un composant pouvant être utilisé comme interrupteur électronique.

Transistor de puissance

3/ Préciser le rôle de la bobine dans ce montage.

Elle permet de lisser le courant dans le moteur (nécessité de la diode de roue libre)

4/ Déterminer la période et la fréquence de fonctionnement du convertisseur.

$$T = 8 \times 5 \cdot 10^{-6} = 40 \mu s$$

$$f = 1/T = 25 \text{ KHz}$$

5/ Quelle valeur prend u_C quand l'interrupteur **K** est fermé ? Quelle valeur prend u_C quand l'interrupteur **K** est ouvert ?

K fermé	K ouvert
$u_C = 70 \text{ V}$	$u_C = 0 \text{ V}$

6/ En déduire la valeur de la tension **U** aux bornes des panneaux solaires.

$$U = 70 \text{ V}$$

7/ Déterminer la valeur du rapport cyclique α de la tension u_C .

$$\alpha = 5,6/8 = 0,7$$

8/ Calculer la valeur moyenne $\langle u_C \rangle$ de la tension u_C .

$$\langle u_C \rangle = \alpha \cdot U = 0,7 \times 70 = 49 \text{ V}$$

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 $\langle i_C \rangle$.

$$I_{\text{MAX}} = 15 \text{ A} \quad I_{\text{MIN}} = 10 \text{ A} \quad \langle i_C \rangle = (I_{\text{MAX}} + I_{\text{MIN}})/2 = 12,5 \text{ A}$$

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 V**.

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

1/ Déterminer le moment **Cu** du couple utile du moteur.

$$Cu = Pu/\Omega = (550 \times 60)/(2\pi \times 3000) = 1,75 \text{ Nm}$$

2/ Déterminer la puissance absorbée par le moteur.

$$Pa = U \cdot I = 48 \times 13,7 = 657,6 \text{ W}$$

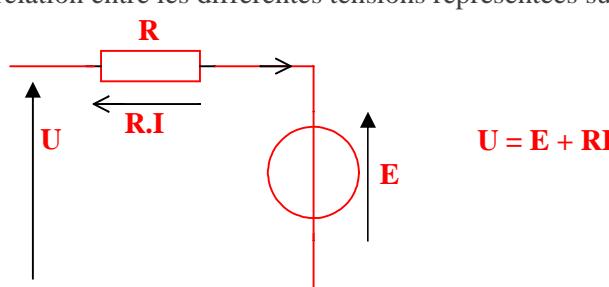
3/ Déterminer le rendement η du moteur.

$$\eta = Pa / P_B = 83,63 \%$$

4/ Déterminer les pertes par effet Joule dans l'induit du moteur et en déduire sa résistance **R**.

$$RI^2 = Pa - Pu = 657,6 - 550 = 107,6 \text{ W} \quad R = 107,6/13,7^2 = 0,57 \Omega$$

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.

$$E = U - RI = 48 - (0,57 \times 13,7) = 40,2 \text{ V}$$

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.

$$E = K \cdot \Phi \cdot \Omega = (K \cdot \Phi \cdot 2 \cdot \pi) \cdot n = kn$$

8/ Calculer la valeur de **k** en précisant son unité.

$$k = E/n = 40,2/3000 = 0,0134 \text{ V/tr.min}^{-1}$$

9/ Déterminer, en donnant les justifications nécessaires, l'intensité **Id** du courant de démarrage du moteur sous la tension nominale. Comparer Id à **I** (13,7 A).

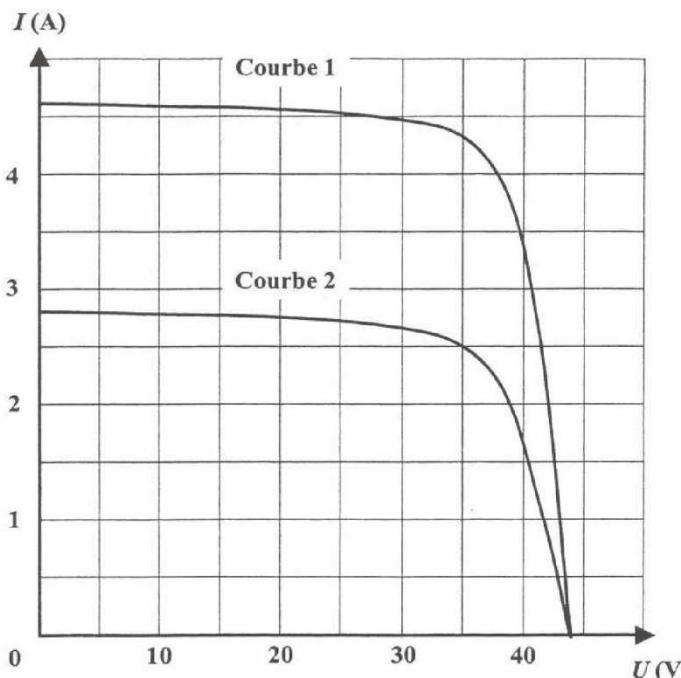
$$Id = U/R = 48/0,57 = 84,21 \text{ A} \quad Id \approx 6,1$$

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.

$$U_{s0} = 44 \text{ V}$$

1.2/ Déterminer l'intensité du courant de court-circuit.

$$I_{sc} = 4,6 \text{ A}$$

1.3/ Déterminer la puissance électrique fournie par le panneau pour une tension de fonctionnement égale à **35 V**.

$$P_f = 35 \times 4,3 = 150,5 \text{ W}$$

1.4/ En déduire l'énergie électrique produite en **10 heures** d'ensoleillement.

$$We = P_f \cdot t = 150,5 \times 10 = 1505 \text{ Wh}$$

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**.

$$P_f = 35 \times 2,5 = 87,5 \text{ W}$$

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 ?

Permet d'augmenter la tension

3.2. Quel est l'intérêt d'une association en parallèle ?

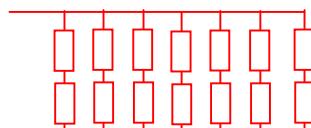
Permet d'augmenter le courant

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 ?

14 panneaux

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.

$$I = P/U = 2100/70 = 30 \text{ A}$$