

ENSET DE DOUALA

CONCOURS D'ENTREE EN TROISIEME ANNEE

DUREE : 5 HEURES

EPREUVE DE SYNTHESE BTS ELECTROTECHNIQUE.

Une ferme isolée, non raccordée au réseau, produit l'énergie électrique dont elle a besoin à l'aide d'une installation solaire photovoltaïque. L'installation est représentée par la figure 1. Les parties 1,2,3 et 4 sont indépendantes.

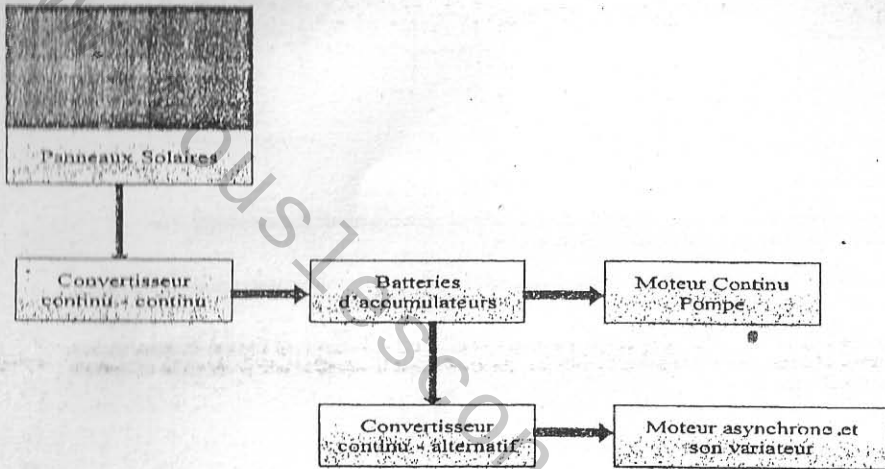


Figure 1

L'énergie électrique produite par les panneaux solaires peut être utilisée immédiatement, ou stockée dans les 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 la ferme.

Un convertisseur continu-alternatif permet d'obtenir une tension alternative de valeur efficace 230 V nécessaire pour l'alimentation d'un moteur asynchrone.

Les parties suivantes seront étudiées :

- 1- Etude du convertisseur continu-continu.
- 2- Etude du moteur à courant continu de la pompe.
- 3- Etude du moteur asynchrone.
- 4- Etude des panneaux solaires.

1- Etude du convertisseur continu-continu.

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

Le schéma du dispositif est représenté sur la figure 2.

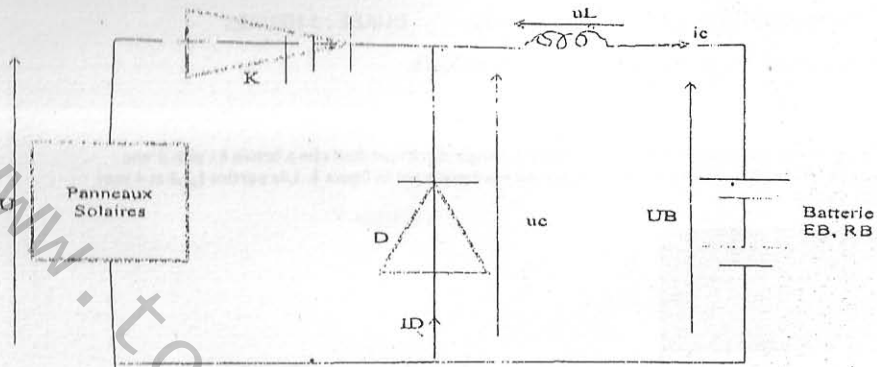
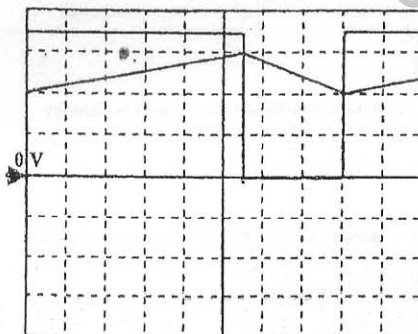


Figure 2

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 u_L 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 (figure 3). 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 : $0,5 \text{ V/Div}$
Base de temps :
 $5 \mu\text{s/Div}$

Figure 3

- 1.1 Déterminer la période et la fréquence de fonctionnement du convertisseur.
- 1.2 Calculer la valeur de la tension U aux bornes des panneaux solaires.
- 1.3 Déterminer la valeur du rapport cyclique α de la tension u_C
- 1.4 Calculer la tension moyenne.
- 1.5 Calculer la valeur de la tension U_B aux bornes des batteries.
- 1.6 En s'appuyant sur les relevés de la figure 3, déterminer les valeurs minimale et maximale de I ; intensité i_C du courant. Calculer la valeur moyenne du courant i_C .

2- Etude du moteur à courant continu de la pompe.

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

La plaque signalétique du moteur indique les données suivantes : 48 V ; 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.

- 2.1 Déterminer le moment T_U du couple utile du moteur.
- 2.2 Déterminer la puissance P_a absorbée par le moteur.
- 2.3 Déterminer le rendement η du moteur.
- 2.4 Déterminer les pertes par effet Joules dans l'induit du moteur et en déduire sa résistance R .
- 2.5 Déterminer la valeur de la force électromotrice E du moteur.
- 2.6 La relation entre la force électromotrice E et la fréquence de rotation n peut s'écrire : $E = k.n$ où k est une constante. Calculer la valeur de k .
- 2.7 Déterminer, l'intensité I_D du courant de démarrage du moteur sous la tension nominale.

3- Etude du moteur asynchrone

L'une des machines de la ferme utilise un moteur asynchrone triphasé.

Le variateur de vitesse associé au moteur permet de l'alimenter en triphasé avec une fréquence f réglable.

Le fonctionnement est dit à U/f constant.

La plaque signalétique du moteur comporte les indications suivantes.

230 V/ 400 V ; 50 Hz ; 5,54 A/ 3,20 A ; 1430 tr/min ; 1500 W ; f_p (facteur de puissance) = 0,84.

3.1 Pour $f = 50$ Hz, la valeur efficace de la tension entre phase du variateur vaut 230 V. Déterminer, le couplage du moteur.

3.2 Etude du moteur, alimenté sous 50 Hz, au point de fonctionnement nominal.

- 3.2.1 Déterminer le nombre p de pôles du moteur et la fréquence de synchronisme n_s
- 3.2.2 Déterminer le glissement g du moteur.
- 3.2.3 Déterminer la puissance P_a absorbée.
- 3.2.4 Déterminer le rendement η du moteur.
- 3.2.5 Déterminer le moment T_U du couple utile nominal du moteur

3.3 Etude du fonctionnement à fréquence réglable.

Le moteur étant alimenté à U/f constant, lorsque l'on fait varier la fréquence f , les parties utiles des caractéristiques $T_U(n)$ sont des segments de droites parallèles.

La charge entraînée par le moteur présente un couple résistant T_R constant de valeur 10 N.m.

3.3.1 Pour une fréquence réglée à 30 Hz, calculer la fréquence du synchronisme du moteur.

3.3.2 Déterminer la fréquence minimale de la tension d'alimentation permettant le démarrage du groupe moteur-charge. En déduire la valeur efficace de la tension de démarrage.

4- Etude des panneaux solaires.

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 représentés sur la figure 4 ci-dessous.

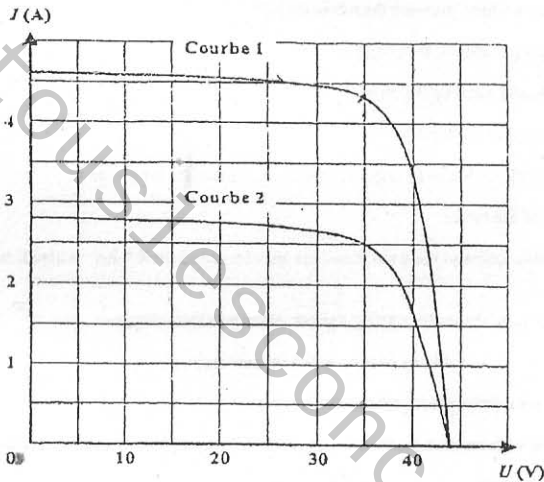


Figure 4

4.1 Etude dans le cas d'un ensoleillement optimal : la caractéristique courant-tension correspond à la courbe 1.

4.1.1 Déterminer la valeur de la tension à vide d'un panneau solaire.

4.1.2 Déterminer l'intensité du courant de court-circuit.

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

4.1.4 En déduire l'énergie électrique produite en 10 heures d'ensoleillement.

4.2 Etude dans le cas d'un ensoleillement plus faible : la caractéristique courant-tension correspond à la courbe 2.

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

4.3 La puissance maximale délivrée par chaque panneau vaut 150 W.

L'installation doit pouvoir fournir une puissance maximale égale à 2100 W.

4.3.1 Combien de panneaux faut-il utiliser ?

4.3.2 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 ?

4.3.3 Déterminer l'intensité du courant débité par l'installation lors d'un fonctionnement à puissance maximale.

UNIVERSITY OF DOUALA

ENSET OF DOUALA

ENTRANCE EXAMINATION 1ST YEAR

DUREE: 5 Hours.

SPECIALITY PAPER BTS ELECTROTECHNICS

An isolated farm, not linked with the network, produces the electrical energy which it needs by means of a photovoltaic solar installation. The installation is represented by the figure 1. The parts 1, 2, 3 and 4 are independent.

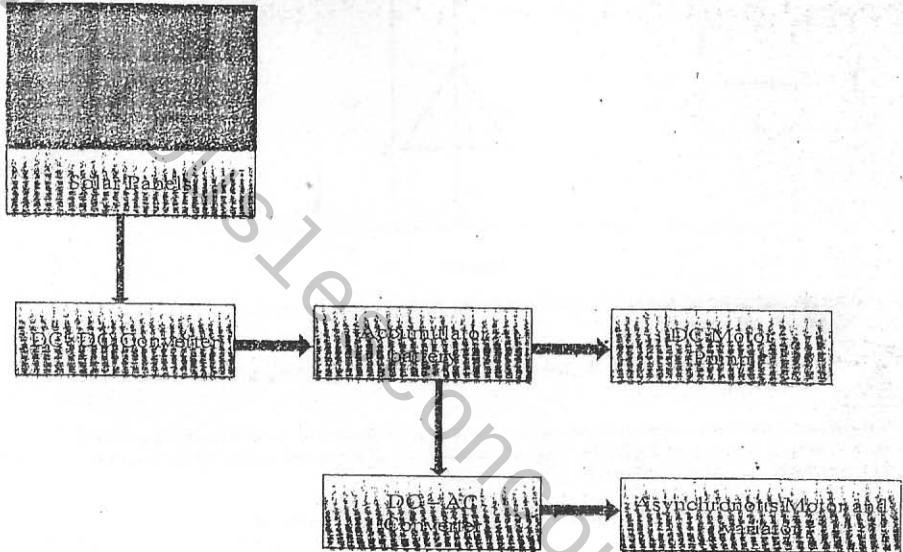


Figure 1

The electrical energy produced by solar panels can be immediately used, or stored in storage batteries, through a DC-DC converter.

The installation contains a pump, pulled by a DC motor, allowing to supply the water necessary for the farm.

A DC-AC converter allows to obtain an AC voltage to true RMS 230 V necessity for the supply of an asynchronous motor.

The following parts will be studied :

- 1- Study of the DC-DC converter.
- 2- Study of the DC motor of the pump.
- 3- Study of the asynchronous motor.
- 4- Study of solar panels.

1 Study of the DC-DC converter.

To charge storage batteries we use a DC-DC converter.

The plan is represented on the figure 2.

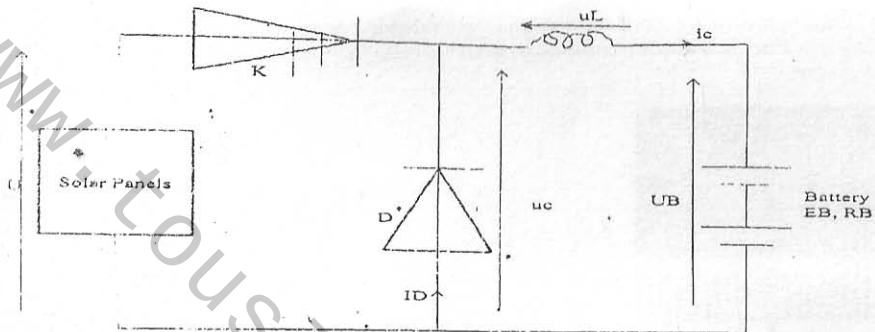


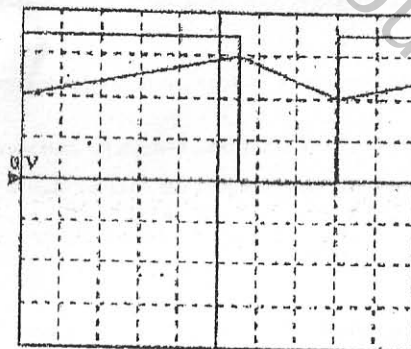
Figure 2

K'an electronic, supposed perfect switch, commanded periodically is. Over a period T of functioning, K is closed by αT and opened of αT in T.

The resistor of the reel is unimportant : We can thus consider that the average value u_L of the voltage in the borders of the reel is nil.

We display, on the channel 1 of an oscilloscope the voltage u_C in the borders of the load according to the time (figure 3). On the channel 2 we display the image of the intensity i_C of the current in the load by means of a probe of current of sensibility 100 mV/A.

Calibre : Channel 1 = 20 V/Div and Channel 2 = 0.5 V/Div ; Time base = 5 μ sec/Div



- 1.1 Determine the period and the functioning frequency of the converter.
- 1.2 Calculate the voltage U in the borders of solar panels.
- 1.3 Determine the value of the duty cycle α of the voltage u_C
- 1.4 Calculate the average voltage.
- 1.5 Calculate the DC voltage U_B in the batteries borders.

1.6 Resting on the statements of the figure 3, determine the minimal and maximal values of I ; intensity i_c of the current. Calculate the average value of the current i_c .

2 Study of the DC motor of the pump.

The pump supplying the water necessary for the farm is pulled by a DC motor with permanent magnets.

The descriptive patch motor indicates the following data: 48 V; 3000 tr/min; 550 W

The mechanical and magnetic losses of the motor are unimportant.

Storage batteries deliver a constant voltage value $U_B = 48$ V.

During the pump functioning, we have measure the motor current: $I = 13.7$ A.

2.1 Determine the moment T_U useful motor couple.

2.2 Determine the power P_a absorbed by the motor.

2.3 Determine the efficiency η of the motor.

2.4 Determine the losses by effect Joules in motor armature and deduct the resistance R .

2.5 Determine the e.m.f E of the motor.

2.6 Show that the relationship between the e.m.f E and the speed n can spell: $E = k.n$ where k is a constant. Calculate value k .

2.7 Determine, the intensity I_D of the motor starting current under nominal voltage.

3 Study of the asynchronous motor.

One of the farm machines uses a three-phase asynchronous motor.

The speed variator associated with the motor allows to supply it with three-phase with a frequency adjustable f .

The functioning is told constant U/f .

The descriptive motor patch contains the following indications.

230 V/ 400 V; 50 Hz; 5.54 A/ 3.20 A; 1430 tr/min; 1500 W; $\cos \phi$ (power factor) = 0.84.

3.1 For $f = 50$ Hz, the true RMS voltage between variator phase is 230 V.

Determine the motor coupling.

3.2 Study the motor, supplying under 50 Hz, in the point of nominal functioning.

3.2.1 Determine the number p of poles of the motor and synchronous speed n_s

3.2.2 Determine the sliding g .

3.2.3 Determine the absorbed power P_a .

3.2.4 Determine the efficiency η .

3.2.5 Determine the moment T_U by the nominal useful couple.

3.3 Study of the functioning with adjustable frequency.

The motor being supplying to constant U/f , when you make vary the frequency f , the useful parts of the characteristics $T_U(n)$ are segments of parallel rights.

The load pulled by the motor presents a constant valuable resisting torque $T_R = 10$ N.m.

3.1 For a frequency adjusted to 30 Hz, calculate the synchronous speed.

3.2 Determine the minimal frequency of the power supply voltage allowing the starting up group motor-load. Deduct the true RMS voltage of starting up.

4 Study of solar panels

A photovoltaic solar panel produces some electrical energy from the received bright energy. He can be considered as a DC generator.

The characteristics current-voltage of a solar panel, two different periods of sunshine are represented on the figure 4

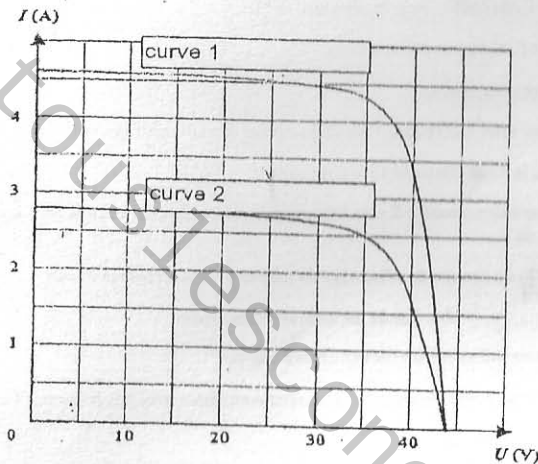


Figure 4

4.1 Study the case of an optimal sunshine period: The characteristic current-voltage corresponds to curve 1.

4.1.1 Determine the voltage vacuous of a solar panel.

4.1.2 Determine the short-circuit current.

4.1.3 Determine the electric power supplied by the panel for a functioning voltage equal 35 V.

4.1.4 Deduct the electrical energy produced in 10 sunshine hours.

4.2 Study the case of a lower sunshine period: The characteristic current-voltage corresponds to curve 2.

Determine the electric power supplied by the panel for a functioning voltage equal 35 V.

4.3 The maximal power supplied by every panels is 150 W.

The installation must able to supply a maximal power 2100 W.

4.3.1 How many panels is necessary to use?

4.3.2 The nominal functioning voltage of panel with maximal power is 35 V.

The voltage installation supply is 70 V. How must panels be associated? (To answer, a diagram can be enough).

4.3.3 Determine the current produced by the installation during a maximal power functioning.