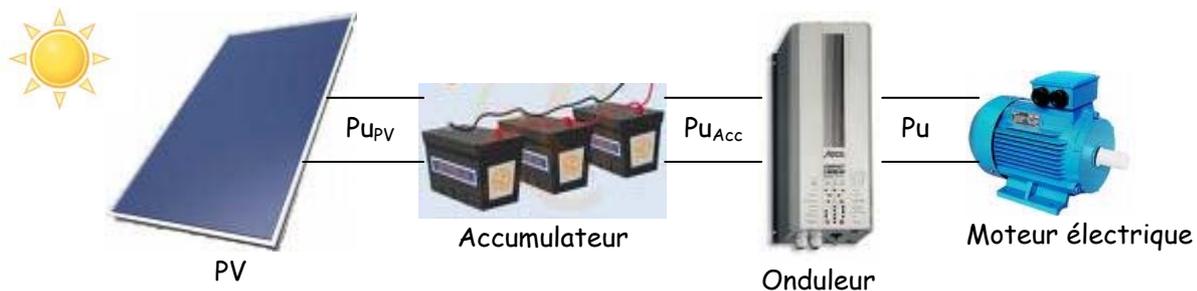


EXAMEN FINAL**Automne 2009****Durée de l'épreuve : 2 heures**

- Il est conseillé aux candidats de prendre connaissance de la totalité du texte du sujet avant de répondre à toute question.
- Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question.
- On accordera la plus grande attention à la clarté de la rédaction, à la présentation, aux schémas et à la présence d'unité de mesure. Les résultats seront encadrés.

Les exercices sont indépendants - Documentation : Une feuille A4 recto/verso est autorisée

Exercice 1 :

Soit le système de conversion photo-électrique de la figure ci-dessus composé d'un panneau photovoltaïque (PV), d'accumulateurs (Accu), d'un onduleur et d'un moteur électrique.

Les caractéristiques de cette installation sont les suivantes :

Soleil : la puissance solaire reçue est $P_{sol}=1300 \text{ W/m}^2$, la longueur d'onde de la lumière est de 550 nm , célérité de la lumière $c=3.10^8 \text{ m/s}$, constante de Planck $h=6,62.10^{-34} \text{ J.s}$.

PV : rendement $\eta_{PV}=15\%$, surface $S=10 \text{ m}^2$. Délivre, sous exposition solaire, un courant de charge $I_{ch}=4 \text{ A}$.

Accu : nb batteries en séries ayant chacune une tension max de 25 V , rendement total de l'accu $\eta_{Acc}=0,95$; Charge totale $Q_{Acc} = 50 \text{ Ah}$.

Onduleur : rendement $\eta_{Ond}=0,98$. Délivre une tension alternative $u(t) = 325 \cos(314t)$.

Moteur : monophasé avec un facteur de puissance de $0,87$.

- 1) Calculez l'énergie E d'un photon.
- 2) Calculez le nombre moyen de photons parvenant sur 1 m^2 de panneau placé face au soleil en une seconde
- 3) Calculez la puissance électrique P_{uPV} en sortie du panneau (puissance utile du PV).
- 4) Calculez la durée Δt nécessaire à une mise en charge totale de l'accu initialement vide.
- 5) Quelle est la quantité d'énergie solaire nécessaire pour effectuer cette charge?
- 6) En déduire l'énergie utile E_{uPV} reçue par l'accu.
- 7) Calculez la tension U de mise en charge de l'accu.
- 8) En déduire le nombre nb de batteries à mettre en séries pour constituer cet accumulateur.

Afin de garantir un fonctionnement optimal à l'accumulateur, on le protège contre une décharge profonde. Ainsi, la décharge est stoppée si une profondeur de décharge de 80% est atteinte.

9) Calculez l'énergie utile $E_{u_{Acc_déch}}$ fournie à l'onduleur par l'accu (en considérant l'accu initialement chargé et une décharge jusqu'à 80%).

10) Calculez l'énergie utile E_u fournie par l'onduleur à sa charge.

11) Déterminez la durée d'autonomie de la batterie.

12) Calculez la puissance utile fournie par l'onduleur.

13) Calculez la valeur efficace de l'intensité du courant I_u fournie par l'onduleur au moteur.

Exercice 2:

Soit un système modélisé par les équations d'état suivantes :

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= 2x_2 + u \\ \dot{x}_2 &= -u\end{aligned}$$

On souhaite stabiliser ce système vers l'origine par la commande u .
Le but de cette commande doit être atteint en utilisant le minimum d'énergie.

- 1) Donnez la fonction coût représentant le critère d'optimalité.
- 2) Donnez l'expression du Hamiltonien.
- 3) Résolvez les équations canoniques d'Hamilton et donnez l'expression de la commande optimale minimisant l'énergie.

Exercice 3:

Une usine fabrique deux types de moteurs tel que :

Moteur 1 : il est vendu 3€ et nécessite :

- 300 g de fer
- 225 g de fil pour le bobinage
- Ne nécessite pas de moule.

Moteur 2 : il est vendu 12€ et nécessite :

- 2 kg de fer
- 600 g de fil pour le bobinage
- 1 moule pour façonner la carcasse.

Le calcul suivant est ramené à la charge de travail d'un ouvrier travaillant sur une tranche horaire précise.

Ainsi, l'ouvrier dispose, dans cette tranche horaire, de :

- 8 kg de fer
- 3,6 kg de fil
- 4 moules

On souhaite augmenter les revenus de cette usine et réduire ses dépenses en matière première.

Que faut-il fabriquer pour maximiser le chiffre d'affaire de l'usine (donnez le coût optimal).