

Caractéristique et rendement d'un panneau photovoltaïque

1- Objectifs

Les objectifs de ce travail sont:

- De comprendre comment fonctionne un panneau photovoltaïque pour générer un courant électrique.
- D'étudier la caractéristique $U=f(I)$ d'un panneau photovoltaïque.
- De calculer son rendement.

2- Documents

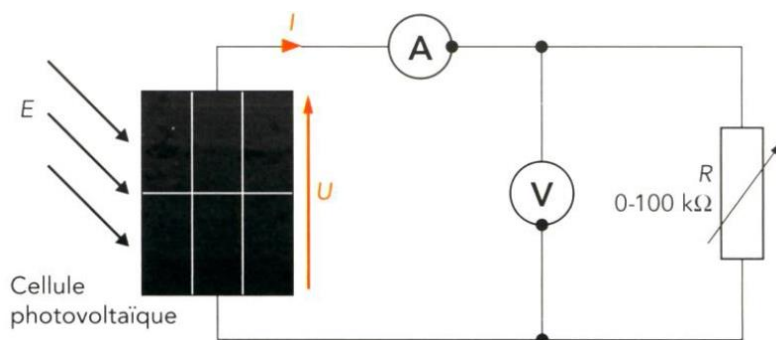
Document 1 - Montage expérimental

La cellule photovoltaïque étudiée de surface $S = \quad \text{m}^2$ est éclairée par un spot placé à environ **30 cm** à la verticale de la cellule. Cette distance doit rester fixe pendant les mesures. En faisant varier la résistance R du potentiomètre, on obtient différentes valeurs de l'intensité I (mA) et de la tension U (V).

La caractéristique $U = f(I)$ d'un récepteur est une fonction linéaire.

Lorsque la tension U aux bornes de la cellule est nulle, la cellule délivre un courant d'intensité I_{cc} (intensité de court-circuit).

Lorsque la cellule est en circuit ouvert, l'intensité délivrée par la cellule est nulle et la tension aux bornes de celle-ci est notée U_{co} (tension en circuit ouvert).



Document 2 - Eclairement et luxmètre

L'éclairement E (lux) du spot est mesuré avec un luxmètre.

L'éclairement est mesuré à la fin des mesures en remplaçant dans le montage la cellule photovoltaïque par la sonde du luxmètre, sans déplacer la lampe.

Pour le montage décrit précédemment, on relève un éclairement $E = \quad \text{lux}$.

Document 3 - Puissances

La puissance électrique $P_{\text{élec}}$ (W) fournie par la cellule est:

$$P_{\text{élec}} = U \times I$$

La puissance lumineuse P_{lum} (W) reçue par la cellule de surface S (m²) est:

$$P_{\text{lu}} = E \times S$$

Où E (W/m²) est l'éclairement de la cellule mesurée au luxmètre.

Remarque: Un éclairement de 100 lux correspond à un éclairement de 1 W · m⁻².

Document 4 - Rendement

Le rendement η est le rapport de la puissance utile P_{utile} sur la puissance consommée $P_{\text{consommée}}$. Dans le cas de la cellule photovoltaïque, la puissance utile est la puissance électrique maximale $P_{\text{élecmax}}$ fournie par la cellule et la puissance consommée est la puissance lumineuse P_{lum} reçue.

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{consommée}}} = \frac{P_{\text{élecmax}}}{P_{\text{lum}}}$$

Document 5 - Les technologies actuelles

Il existe plusieurs technologies pour les cellules photovoltaïques.

- Silicium monocristallin:
 - Rendement de 15 à 20 % STC.
 - Puissance de 5 à 300W crête.
 - Gamme d'éclairement de 100 à 1000 W/m².
- Silicium polycristallin
 - Rendement de 12 à 17 % STC.
 - Puissance de 5 à 300W crête.
 - Gamme d'éclairement de 200 à 1000 W/m².
- Silicium amorphe:
 - Rendement de 5 à 7 % STC.
 - Puissance de 0,5 à 90 W crête.
 - Gamme d'éclairement jusqu'à 1000 W/m².

3- Python

Python est un langage de programmation interprété (les instructions que vous lui envoyez sont "transcrites" en langage machine au fur et à mesure de leur lecture), à ne pas confondre avec un langage compilé, (où avant de pouvoir les exécuter, le logiciel se charge de transformer le code du programme en langage machine).

Il est possible d'associer des bibliothèques à Python afin d'étendre ses possibilités.

Il est portable, c'est à dire qu'il peut fonctionner sous différents systèmes d'exploitation.

Document 6 - Graphe des points pour le tracé de la caractéristique d'une cellule

Le programme à utiliser se nomme: "CaracteristiquesPUI.py"

```
# Prof-TC
# Aout 2022
# Caractéristiques PUI Cellule Photovoltaïque
# Tracé de U=f(I) et P=f(I) pour une cellule photovoltaïque

#Affichage du nom du programme
print("_____")
print("Caracteristiques PUI d'une cellule photovoltaïque")
print("_____")

#Importation des bibliothèques
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

#Valeurs expérimentales à modifier selon l'expérience (U en volt et I en
milliampère)
print("*****")
ImA=[45.3, 43.2, 41.6, 39.7, 37.7, 35.5, 33.9, 31.9, 30.1, 28.6, 26.9, 25.4, 17.6,
12.6, 8.0, 4.1, 0.4, 0.04]
U=[0.126, 0.164, 0.199, 0.230, 0.257, 0.280, 0.299, 0.314, 0.325, 0.339, 0.347,
0.353, 0.388, 0.405, 0.417, 0.427, 0.434, 0.435]
print("*****")

# Nombre de points expérimentaux
K=len(U)

# Détermination des valeurs de I en Ampère
I=[]
for i in range(K):
    I.append(ImA[i]/1000)

# Détermination des valeurs de P en Watt
P=[]
for i in range(K):
    P.append(U[i]*I[i])

#Affichage des valeurs expérimentales et du nombre de points
print("valeurs de I: ",I)
print("valeurs de U: ",U)
print("Valeurs de P: ",P)
print("Il y a ",K," couples de points")
print("*****")

#Initialisation des variables
Imin=min(I)
Imax=max(I)
Umin=min(U)
Umax=max(U)
Pmin=min(P)
Pmax=max(P)

# Initialisation de la figure
fig, ax = plt.subplots()

# Initialisation de la figure 1
plt.subplot(211)

#Tracé des axes, labels et titre du graphique
plt.axis([Imin*0.90, Imax*1.10, Umin*0.90, Umax*1.10])
plt.xlabel('I (A)', loc='right', color='green', fontsize=10)
plt.ylabel('U (V)', loc='top', color='green', fontsize=10)
plt.title("Caractéristique U=f(I) d'une cellule photovoltaïque", color='red', fontsize=15)
plt.grid()

#Tracé des valeurs expérimentales
plt.scatter(I,U,marker='+',color='r',linewidth = 2)

#Tracé de la courbe interpolée
mod=np.polyfit(I,U,9)
f=np.poly1d(mod)
X=[]
Y=[]
for i in np.arange(Imin, Imax, 0.00005):
    X.append(i)
    Y.append(f(i))
plt.plot(X,Y,'b')

# Initialisation de la figure 2
plt.subplot(212)

#Tracé des axes, labels et titre du graphique
plt.axis([Imin*0.90, Imax*1.10, Pmin*0.90, Pmax*1.10])
plt.xlabel('I (A)', loc='right', color='green', fontsize=10)
plt.ylabel('P (W)', loc='top', color='green', fontsize=10)
plt.title("Puissance P=f(I) d'une cellule photovoltaïque", color='red', fontsize=15)
plt.grid()

#Tracé des valeurs expérimentales
plt.scatter(I,P,marker='+',color='r',linewidth = 2)

#Tracé de la courbe interpolée
mod=np.polyfit(I,P,9)
f=np.poly1d(mod)
X=[]
Y=[]
for i in np.arange(Imin, Imax, 0.00005):
    X.append(i)
    Y.append(f(i))
plt.plot(X,Y,'b')

#Affichage des graphiques
plt.subplots_adjust(left=0.1, bottom=0.1, right=0.9, top=0.9, wspace=0.4, hspace=0.4)
plt.show()

# Sauvegarde de la figure dans le dossier où se trouve le programme
fig.savefig("CaracteristiquesPUI")

#Fin du programme
```

4- Expérience

- Réaliser l'expérience décrite dans les documents précédents et mesurer la tension U et l'intensité I du courant en faisant varier la résistance du potentiomètre.
- Noter les valeurs dans le tableau ci-dessous.

I (mA)													
U (V)													

I (mA)													
U (V)													

4- Exploitation des résultats

- En suivant les instructions du professeur, utiliser le programme en Python intitulé "CaracteristiquesPUI.py" afin de rentrer les valeurs.
- Exécuter le programme pour tracer les courbes $U=f(I)$ et $P=f(I)$.
- Imprimer les courbes.
- Décrire l'allure de la caractéristique $U=f(I)$.
- La cellule photovoltaïque est-elle un récepteur ou un générateur électrique?
- Déterminer graphiquement la valeur de I_{cc} (intensité de court circuit).
- Déterminer graphiquement la valeur de U_{co} .
- A l'aide du graphique $P=f(I)$, déterminer la valeur de $P_{elecmax}$.
- Calculer le rendement η de la cellule photovoltaïque.
- Commenter le résultat obtenu.
- Conclure quant au type de cellule photovoltaïque.

5- Conclusion

- Faire une conclusion générale sur l'étude de la cellule photovoltaïque.