

M-12 : Photorécepteurs

présenté par : PERIER Léo, retranscrit par : BRAUD Valentin
U. de Rennes 1

6 avril 2020

1 Réponse spectrale

-Poly Photorécepteurs partie I.2 [1][2]

On mesure ici la sensibilité spectrale ainsi que le rendement quantique d'une photodiode

1.1 Préparation

On va ici utiliser un monochromateur éclairé avec une lampe Quartz/Iode. On va utiliser soit un puissance-mètre soit une photorésistance. Tout dépend de ce que l'on veut mesurer : l'intensité lumineuse I ou la puissance P .

En ce qui concerne la photodiode : On utilise une photodiode au silicium polarisée en inverse et on y ajoute une résistance de charge indispensable à la prise de mesures. Il est important de choisir une résistance de charge tel que la tension à ses bornes ne dépasse pas la tension d'alimentation du circuit.

1.2 Mesures et résultats

Il s'agit ici de mesurer respectivement pour le puissance-mètre et la photodiode : La puissance lumineuse ainsi que l'intensité du courant photo-induit.

On fait varier la longueur d'onde de la source en sortie du monochromateur et pour chaque longueur d'onde, on effectue une mesure de I et de P . Lorsque l'on a obtenu toutes nos valeurs, on trace la sensibilité $S = \frac{I}{P}$ en fonction de la longueur d'onde λ .

On obtient une courbe pour laquelle on a un S maximum pour une valeur de λ donnée ($\lambda_{max} \simeq 800nm$).

Ces mesures permettent aussi de déterminer le rendement quantique de la photodiode :

$$\eta = 1.24 \frac{S}{\lambda(\mu m)}$$

2 Caractéristique courant-tension

-Poly Photorécepteurs partie I.5 [1][2]

Cette manipulation permet une visualisation directe de la caractéristique courant-tension d'une photodiode.

2.1 Préparation

Il suffit ici de réutiliser le montage de la diode du précédent circuit. On place devant la photodiode des filtres ND (Neutral Density) qui ont pour effet de diminuer le coefficient de transmission et donc de faire varier le courant photoinduit.

2.2 Mesures et résultats

On mesure ici, la tension aux bornes de la photodiode ainsi que la tension aux bornes de la résistance proportionnelle à la valeur du courant dans le circuit. On trace la courbe $I=f(U)$ pour différents couples de valeurs UI .

On doit obtenir une courbe de la forme :

$$I = I_0 \left(e^{\frac{qV}{k_b T}} - 1 \right) + I_{ph} \quad \text{avec} \quad I_{ph} \propto E$$

3 Linéarité

- Poly Photorécepteurs partie I.4 [1][2]

Cette manipulation a pour rôle de montrer la linéarité du courant photo-induit avec l'éclairement.

3.1 Préparation

On prend soin d'utiliser une photodiode au silicium sans filtre correcteur, on choisit une résistance R afin de mesurer des tensions de l'ordre du Volt et on l'éclaire à l'aide d'un laser HeNe.

3.2 Mesures et résultats

Nous voulons mesurer le courant photo-induit en fonction de l'éclairement, plus précisément :

$$\log(I) = f(-ND)$$

Pour varier l'éclairement, on intercale des filtres ND entre le laser et la photodiode. On a :

$$\phi_{trans} = \phi_{incident} 10^{-ND} \quad \text{telque} \quad \log(I) = f(-ND) \longrightarrow \text{droite}$$

si $I \propto \phi$.

On effectue toutes les mesures pour 2 valeurs de tension : 0V et 10V.

On remarque qu'à partir de certaines valeurs de ND on atteint un palier. On remarque aussi que ce palier augmente lorsque l'on augmente la valeur de R et qu'alimenter la photodiode augmente le domaine de linéarité.

4 Temps de réponse

Dans cette partie, il s'agit de mesurer le temps de réponse de deux photorécepteurs différents qui sont la photodiode et la thermopile.

4.1 Photodiode

-Poly Photorécepteurs partie I.6 [1][2]

Pour le temps de réponse de la photodiode, il suffit d'utiliser une diode laser modulée en fréquence à l'aide d'un GBF et de visualiser sur un oscilloscope la tension aux bornes de la résistance de charge R image du courant photo-induit. On préférera l'utilisation d'une sonde différentielle au lieu d'un câble coaxial car la capacité de celle-ci sera faible et n'influera pas les mesures. Il suffit ensuite de mesurer le temps de réponse τ à partir de l'oscillogramme.

On peut maintenant faire plusieurs mesures de τ en fonction de la résistance, tracer la courbe $\tau = f(R)$. Comme nous savons que $\tau = RC$, il est possible d'en déduire la valeur de la capacité associée à la photodiode et de la comparer à la valeur donnée par le constructeur.

4.2 Thermopile

-Poly Photorécepteurs partie IV [1][2]

En ce qui concerne la thermopile, on met l'oscilloscope en mode roll sur un calibre lent, on cache la source lumineuse (QI) puis on découvre. Lorsque l'on a obtenu un signal convenable on stop l'acquisition sur l'oscilloscope et on mesure τ .

Il est difficile de mesurer la sensibilité d'un capteur comme la thermopile par rapport à la photodiode. Mais on remarque que l'on peut mesurer le temps de réponse bien plus facilement.

Références

- [1] Philippe Nouet. *Poly TP Rennes*.
- [2] Sextant. *Optique expérimentale*.