

MP 12 – Photorécepteurs

11 juin 2021

Antoine Chauchat & Valentin Dorel

Bibliographie

- ✦ *Physique expérimentale*, **Fruchart**
- ✦ *Poly de TP 2020*, **Les zouzs**

- Tout est dedans
- Pratique car familier

Expériences

- ☕ Étude de la photodiode
- ☕ Étude de la photorésistance

Table des matières

1	Étude de la photodiode	2
2	Étude de la photorésistance	2
3	Questions et commentaires	2
3.1	Questions	2
3.2	Commentaires	4
3.3	Manip surprise	4

Introduction

Les photorécepteurs c'est incroyable, étudions-les ! Relions le flux lumineux, à une tension mesurable. Il est nécessaire de conditionner les photorécepteurs pour les employer. L'introduction a duré 1 min.

1 Étude de la photodiode

On a utilisé la photodiode P18.38/1, pas de soucis.

Caractéristique $i(U)$

Fruchart

⌚ 2 min

Tracé de caractéristiques $i(U)$ pour différents flux incidents sur Latis-Pro. On envoie une rampe de tension en entrée par un GBF.

Point de fonctionnement et polarisation

Fruchart

⌚ 5 min

Mise en évidence, pour un flux incident maximal fixé d'une résistance maximale assurant la linéarité

Linéarité

Fruchart

⌚ 7 min

Vérification, en utilisant la loi de Malus de la linéarité de la photodiode polarisée à résistance de charge

Temps de réponse

Fruchart

⌚ 10 min

Mise en évidence de la variation du temps de réponse de la photodiode polarisée en fonction de la résistance. Interprétation par un effet capacitif

2 Étude de la photorésistance

Temps de réponse

Fruchart

⌚ 3 min

Mise en évidence du temps de réponse dans un montage à AO en utilisant un hacheur optique.

On n'observe pas de dissymétrie notable entre la montée et la descente comme le Fruchart l'annonce.

Conclusion

Wow, c'était vraiment incroyable, on aurait pu parler de thermopile et de réponse spectrale !
La conclusion a duré 2 min.

3 Questions et commentaires

3.1 Questions

- T'as choisi de présenter les différentes caractéristiques des capteurs. T'as présenté toute la photodiode en premier. C'est quoi le fonctionnement de la photorésistance que tu as moins présentée ?

Dans la photorésistance la grandeur photosensible est la photorésistance. On pourrait l'extraire à l'ohmmètre. Avec un montage à AO on peut mieux voir ces variations de flux. Comme la photodiode elle a besoin d'être alimentée pour fonctionner. Alors que la photodiode est une jonction PN, la photorésistance est juste un semi-conducteur dopé.

- Y-a-t-il des points de fonctionnement que tu peux tracer pour une photorésistance ?

Ce sont des droites de pentes $\frac{1}{R}$. La pente augmente quand le flux lumineux augmente. Le point de fonctionnement va dépendre de quelle grandeur on mesure en sortie et donc du conditionnement. Ici on mesure U en sortie de l'AO.

- Est-ce-que tu peux utiliser la photorésistance pour toute intensité lumineuse ? Est-ce-que il y a un seuil / une saturation ?

À faible flux il faut que la variation de résistance soit détectable. Il doit y avoir une intensité lumineuse à partir de laquelle la photorésistance est saturée.

- Comment tu peux mettre en évidence expérimentalement les flux minimaux et maximaux, s'ils existent ?

On peut faire un montage avec polariseur et analyseur pour mettre en évidence le flux maximal comme on a fait pour la photodiode. Pour le flux lumineux minimum on peut mettre des polariseurs croisés et éclairer avec un laser. On fait varier l'angle entre les polariseurs et on voit à quel flux on peut détecter la variation de grandeur photosensible.

- Comment tu détermine $R_{\max}$?

À flux lumineux fixé, on fait varier la résistance. On ne veut pas être dans la gamme de saturation. On trouve le dernier point qui tombe sur la droite déterminée par les premiers points. C'est un peu arbitraire.

- Comment définir proprement ce $R_{\max}$.

On se place au flux maximal et on prend le dernier point qui tombe bien sur la régression affine faite par les premiers points.

- C'est quoi la loi de Malus ?

$I = I_0 \cos^2(\theta)$. I_0 est l'intensité en sortie du premier polariseur.

- Comment tu peux caractériser la linéarité quantitativement ?

Quand je modélise je peux regarder l'écart quadratique moyen à la régression qui doit être le plus faible. On peut utiliser aussi le χ^2 . Dans mon cas la droite passe par toutes les incertitudes donc la modélisation est pertinente.

- Tu peux répéter ce que t'as dit sur la sensibilité ?

Ici on voudrait une grandeur en $V W^{-2} m$. On ne peut pas car on ne connaît pas le flux incident. Si on le connaissait on pourrait la mettre en évidence.

- Comment t'estimes tes incertitudes, quelle elle leur origine ?

- Tu prends toujours la même incertitude sur chaque mesure, c'est souhaitable ?

C'est pratique car les incertitudes varient peu en fonction de la mesure, en réalité il faut estimer les incertitudes à chaque valeur. C'est pratique de majorer les incertitudes par la plus grande incertitude.

- Tu as dit que TTL ça veut dire créneau, tu peux préciser ?

C'est un signal entre 0 et 5 V de fréquence imposée par le GBF. TTL ça veut dire Transistor-Transistor Logic.

- Tu connais la longueur d'onde de ta diode laser ?

Elle est rouge, ça doit être 630 nm.

- T'as une idée de la réponse spectrale de la photodiode, grossièrement ?

Le gain augmente avec λ . Valou a tracé une allure du style $\ln(\lambda)$.

- T'as une idée pour la photorésistance ?

Ni la photorésistance ni la photodiode ne sont plates, pour les étalonner on peut étalonner une thermopile.

- C'est quoi une thermopile ?

Un flux entraîne une variation de température qui est la grandeur photosensible. Il a un temps de réponse bien plus grand.

- Tu connais d'autres photorécepteurs ?

La photopile est similaire à la photodiode, mais son but est de générer de la puissance électrique. Elle est utilisée dans les panneaux photovoltaïque pour exploiter l'énergie solaire. Les capteurs CCD sont des photorécepteurs qui sont composés de pixels et que l'on lit en ligne.

- Tu as dit que la photorésistance est pas linéaire, pourquoi ? Comment tu peux le vérifier ?
Il faut rentrer dans le détail microscopique des phénomènes dans les semi-conducteurs, je connais pas bien.
- Pourquoi tu choisis 67 % comme temps de réponse ?
Dans une croissance exponentielle c'est comme ça qu'on a accès au temps de réponse.

3.2 Commentaires

- C'était très bien, bien expliqué.
- Il faut tracer ses modèles linéaires. On le voit quand on trace les points mais on veut un truc quantitatif.
- Tu peux tracer ton modèle sur un domaine limité pour le $R_{\max}$ et tu peux faire l'intersection des droites limites (linéaires et horizontale pour la saturation).
- La photorésistance tu la présentes très peu mais ça fait que le rythme est bien posé, donc c'est agréable à suivre.
- T'aurais plus te poser de questions sur le fonctionnement des photodiodes, photorésistances.
- On aurait pu te demander de tracer expérimentalement la caractéristique $i(U)$ de la photorésistance.
- Pour le montage surprise, t'avais les bonnes idées physiques et expérimentales c'est bien.

3.3 Manip surprise

À l'aide du matériel fourni, mesure des coefficients de frottements statiques et dynamiques.

Je fait varier l'inclinaison d'une planche et l'angle de décrochage donne accès au coefficient de frottement statique. Mesure de coefficient dynamique à base de planche horizontale et de masse en chute libre reliée par un fil. On mesure la masse de chute et la distance de parcours.