

TP E2 - Dipôles électrocinétiques (2/2)

Étude de quelques dipôles non-linéaires

Objectifs

Nous nous intéresserons aujourd'hui de près à deux dipôles non linéaires : l'alimentation stabilisée et la photodiode. L'étude de la photodiode sera l'occasion de concevoir un capteur de luminosité.

Plusieurs capacités expérimentales devront être maîtrisées à la fin de la séance :

- ★ *Caractériser un dipôle.*
- ★ *Visualiser la caractéristique d'un capteur à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.*
- ★ *Etudier la caractéristique d'un dipôle pouvant être éventuellement non-linéaire et mettre en œuvre un capteur dans un dispositif expérimental.*
- ★ *Adopter une attitude responsable lors de l'utilisation d'appareils électriques.*

I. Présentation du matériel

On utilisera aujourd'hui le matériel listé ci-dessous :

- ☐ deux multimètres (avec leur notice),
- ☐ boîtes AOIP de 1, et boîte à décade de résistances de 10 à 10000 Ω ,
- ☐ un G.B.F.,
- ☐ une photodiode, dont la polarisation est indiquée,
- ☐ une source de lumière avec tirage et à intensité lumineuse variable (alim. bleue),
- ☐ une alimentation stabilisée,
- ☐ les différents câbles de connexion : banane-banane, banane-BNC, BNC-BNC,
- ☐ une carte d'acquisition reliée à l'ordinateur,
- ☐ un logiciel de traitement de données,
- ☐ une feuille de papier millimétré,
- ☐ un luxmètre.

II. Étude d'une alimentation stabilisée

II.1. Réglage de l'alimentation stabilisée

Le réglage d'une alimentation stabilisée nécessite de choisir deux valeurs de paramètres, U_0 et I_0 , dont nous donnerons une interprétation par la suite. Nous choisirons $U_0 = 10$ V et $I_0 = 0,20$ A.

Le réglage de l'alimentation stabilisée s'effectue de la manière suivante :

- ① Réglage de I_0 : placer un ampèremètre entre les bornes + et - de l'alimentation stabilisée. Tourner le bouton I de l'alimentation stabilisée jusqu'à ce que la valeur de I_0 soit atteinte.
- ② Réglage de U_0 : placer un voltmètre entre les bornes + et - de l'alimentation stabilisée. Tourner le bouton U de l'alimentation stabilisée jusqu'à ce que la valeur de U_0 soit atteinte.

II.2. Tracé de la caractéristique de l'alimentation stabilisée

☞ Connecter deux boîtes AOIP, l'une $\times 1$ et l'autre $\times 10$, afin de réaliser une résistance variable de résolution $1\ \Omega$ (c'est-à-dire variant par pas de $1\ \Omega$) et pouvant atteindre $100\ \Omega$.

☞ Proposer un montage mettant en œuvre cette résistance variable, et permettant de tracer la caractéristique de l'alimentation stabilisée. On précisera, sur le schéma du montage, les positions des multimètres utilisés.

☞ **Manipulation** : Réaliser une vingtaine de points de mesure et donner un encadrement de l'incertitude associée aux différentes mesures effectuées.

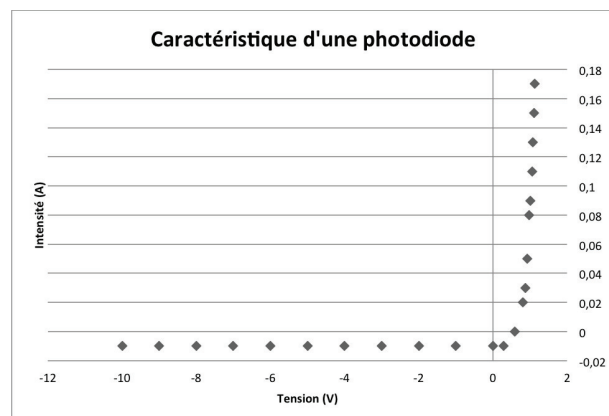
☞ Tracer la courbe $I = f(U)$ dite « caractéristique statique » de l'alimentation stabilisée. On placera les barres d'erreur sur ce graphe.

☞ Montrer graphiquement que, selon la valeur de la résistance du circuit auquel est reliée l'alimentation stabilisée, celle-ci se comporte soit comme un générateur idéal de tension soit comme un générateur idéal de courant : on déterminera les valeurs des f.é.m. et c.é.m. que l'on peut leur associer. Déterminer graphiquement la résistance critique du circuit séparant les deux régimes de fonctionnement de l'alimentation stabilisée.

III. Tracé de la caractéristique d'une photodiode

Une photodiode est un composant constitué de semi-conducteurs qui a la capacité de détecter un rayonnement du domaine optique et de le transformer en signal électrique.

On cherche à tracer la caractéristique d'une photodiode dont l'allure est déjà connue : un relevé expérimental est fourni ci-contre. Pour le tracé de cette caractéristique, la convention récepteur a été adoptée.



Deux zones apparaissent. Elles se distinguent par le fait que dans la première, la pente de la courbe est bien plus faible que dans la seconde. Sur la figure, la première zone correspond grossièrement au domaine défini par $U \leq 0,3\text{ V}$: on parle de zone où la diode est « bloquée » parce que le courant susceptible de traverser la photodiode est caractérisé par une intensité très faible. La seconde zone correspond grossièrement au

domaine défini par $U \geq 0,3 \text{ V}$: on parle de zone où la diode est « passante ».

☞ *Des montages longue et courte dérivation, lequel est le plus adapté au tracé de la caractéristique de la photodiode selon la zone de fonctionnement considérée ? On proposera un schéma de chacun de ces montages : ces schémas feront intervenir la photodiode, un G.B.F. et deux multimètres.*

Attention ! Pour l'étude qui va suivre, il est impératif d'utiliser un G.B.F. et non une alimentation stabilisée sous peine de griller la photodiode !

☞ *Proposer un protocole expérimental simple permettant de mettre en évidence le fait que l'intensité du courant circulant dans la photodiode en polarisation inverse (c'est-à-dire lorsque la diode est bloquée) dépend de l'intensité lumineuse reçue par la photodiode.*

☞ **Manipulation :** *Réaliser l'expérience correspondante. En utilisant un luxmètre, tracer la courbe de l'intensité du courant dans la photodiode en fonction de l'éclairement lumineux reçu. Commenter l'intérêt de disposer d'une telle courbe.*

On se propose enfin de tracer la caractéristique de la photodiode en utilisant la carte d'acquisition. La photodiode sera mise en série avec une résistance de $1 \text{ k}\Omega$. L'ensemble sera alors alimenté par un G.B.F. délivrant un signal sinusoïdal de fréquence 100 Hz et dont les valeurs sont oscillent entre -5 V et 5 V . On souhaite observer simultanément, à l'aide de la carte d'acquisition reliée à l'ordinateur, la tension aux bornes de la photodiode U_p et la tension aux bornes de la résistance U_r .

☞ **Manipulation :** *En choisissant un pas d'acquisition temporel adapté, procéder à l'acquisition des signaux U_p et U_r sur une durée égale à leur période commune.*

☞ *Sur LatisPro, créer une nouvelle variable correspondant à l'intensité du courant circulant dans le circuit. Tracer alors la caractéristique de la photodiode.*

Ce qu'il faut retenir !

Effectuer sur votre cahier de laboratoire un bilan du TP résumant :

- ★ *les propriétés physiques qui ont été mises en évidence,*
- ★ *les lois physiques qui ont été démontrées ou utilisées,*
- ★ *les nouvelles fonctions des différents appareils auxquelles vous avez fait appel. Pour ces dernières, préciser leur rôle et les moyens de les activer.*