

TP 11

Réalisation d'un capteur de luminosité à l'aide d'une photodiode

Lycée Vauvenargues - Physique-Chimie - PTSI 2 - 2020-2021

Objectifs du TP

S'approprier la méthode de tracé d'une caractéristique électrique et la **réaliser** pour une photodiode. **Analyser** cette caractéristique pour en déduire le fonctionnement du capteur de luminosité.

Matériel

un GBF, une alimentation stabilisée, deux résistances $1\text{ k}\Omega$ et $10\text{ k}\Omega$, une photodiode, une lampe de bureau, un capteur de luminosité (éventuellement sur smartphone).

Cette partie propose de construire un capteur de luminosité, c'est-à-dire un montage dont la tension de sortie est proportionnelle à la luminosité. Ce type de montage est utile par exemple dans les appareils photographiques, dans les téléphones qui adaptent la luminosité de l'écran en fonction de la luminosité ambiante, ou dans des détecteurs d'obscurité du type de ceux qui commandent l'allumage des phares de voiture lorsque la nuit tombe. Pour cela, nous allons utiliser une photodiode.

1 Mesure de la caractéristique d'une photodiode

1.1 La photodiode

Une diode est un dipôle, non symétrique (elle a un sens dans un montage) et non linéaire (sa caractéristique statique n'est pas une droite).

On rappelle qu'une caractéristique d'un dipôle est le tracé de l'intensité du courant le traversant en fonction de la tension à ses bornes.

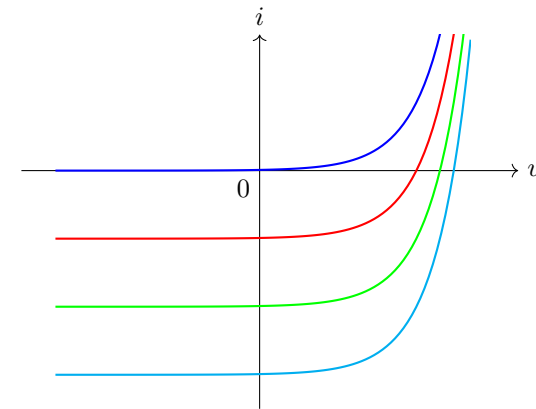
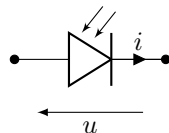


Fig. 1 – Allures des caractéristique d'une photo-diode. Chaque caractéristique correspond à une luminosité différente. On constate un « courant bloqué » lorsque la tension est négative.

1.2 Principe de mesure

Dans le circuit proposé, la tension aux bornes de la photodiode sera mesurée à l'aide d'une carte d'acquisition. Quant au courant, on le mesurera en visualisant une tension aux bornes d'une résistance, proportionnelle au courant qui la traverse.

La caractéristique visualisée est appelée caractéristique dynamique. Elle peut théoriquement dépendre de la fréquence de la tension alternative utilisée. Nous supposons que cette dépendance est négligeable dans les conditions de l'expérience.

► 1.2.1. Montage

▷ Réaliser le schéma électrique ci-dessous. Le générateur de tension est un Générateur Basse Fréquence (communément appelé GBF). C'est un générateur capable de générer une tension variable $e(t)$ (sinusoïdale, triangulaire...). La sortie de couleur noire du GBF est reliée à la Terre via son alimentation électrique. Cette voie correspond **toujours** à la masse du circuit. Tous les fils reliés à ce point doivent être noirs et les fils noirs ne peuvent être utilisés que s'ils sont reliés à ce point.

Les voies X et Y correspondent à deux tensions mesurées à l'aide de la carte d'acquisition et du logiciel « Atelier Scientifique ». Les tensions sont toujours mesurées entre le point de mesure et la masse du circuit (à laquelle un fil noir est relié).

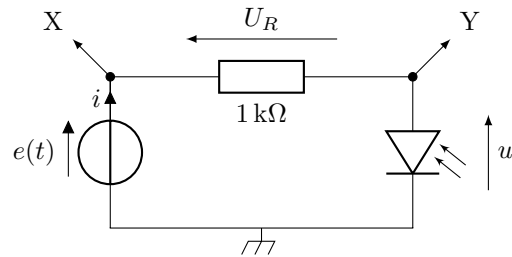


Fig. 2 – Montage de mesure de la caractéristique de la photodiode.

▷ Indiquer quelles sont les tensions mesurées sur les voies X et Y de la carte d'acquisition.

▷ Sachant qu'une mesure ne peut se faire qu'entre un point du circuit et la masse reliée du GBF, expliquer pourquoi il est impossible de mesurer simultanément la tension aux bornes de la résistance et la tension aux bornes de la photodiode.

▷ Justifier que la différence des tensions $u_X - u_Y$ permet d'obtenir une valeur de l'intensité du courant traversant la photodiode.

► 1.2.2. Mesure

▷ Régler le GBF pour qu'il produise un signal sinusoïdal de fréquence $f = 100$ Hz et d'amplitude 5 V.

▷ À l'aide du logiciel « Atelier scientifique », régler l'acquisition pour mesurer au moins 500 points sur 5 périodes.

▷ Calculer dans le logiciel la tension aux bornes de la résistance, puis tracer l'intensité du courant qui traverse la photodiode en fonction de la tension à ses bornes.

▷ Télécharger sur votre smartphone une application permettant de mesurer la luminosité et mesurer la luminosité sur la photodiode.

Il est conseillé d'utiliser l'application gratuite « phyphox ». Toutefois, certains constructeurs bloquent l'accès au capteur de luminosité par l'application (comme Apple), dans ce cas, on peut se tourner vers d'autres applications gratuites comme « Light Meter » par exemple.

▷ Reproduire l'expérience au moins 3 fois en modifiant la luminosité à l'aide de la lampe de bureau. Une de ces mesures devra se faire avec la photodiode cachée et ne mesurant ainsi aucune luminosité.

2 Exploitation du capteur

L'étude précédente permet d'identifier la grandeur photosensible de la photodiode : il s'agit de l'intensité qui la traverse lorsqu'elle est en mode « bloqué ».

2.1 Point de fonctionnement

▷ Reproduire le montage précédent en remplaçant le GBF par un générateur de tension continue et la résistance par une résistance de $10\text{ k}\Omega$. Régler le générateur à $E = -2\text{ V}$.

▷ En vous appuyant sur les notations de la figure 2, montrer que la tension aux bornes de la photodiode vaut $u = E - Ri$. Reproduire la caractéristique de la photodiode pour une luminosité intermédiaire et lui superposer cette relation linéaire. En déduire le point de fonctionnement du circuit. Comment évolue le point de fonctionnement pour d'autres luminosités ?

▷ Mesurer la tension aux bornes de la photodiode pour plusieurs luminosités, la tension du générateur restant fixée. Est-ce cohérent avec la question précédente ?

2.2 Relation courant-luminosité

▷ À l'aide des mesures de la partie 1.2.2 et en réalisant une régression linéaire, montrer que l'intensité du courant « bloqué » est proportionnelle à la luminosité.

▷ En déduire un protocole d'utilisation d'une photodiode comme capteur de luminosité utilisant uniquement une mesure de tension.

▷ Mettre en œuvre ce protocole pour une luminosité quelconque et vérifier la correspondance entre le capteur de la photodiode et celui de votre smartphone. Justifier d'éventuels écarts.