

## DIODES ELECTROLUMINESCENTES ET PHOTODIODES

### 1. Généralités et conditions expérimentales

Le but de ce TP est d'étudier les caractéristiques courant-tension des LED et Photodiodes qui sont deux composants « optoélectroniques ». Même si l'allure de ces caractéristiques est relativement similaire à une diode classique au silicium, des différences fondamentales méritent d'être étudiées. En effet, la LED est une jonction PN constituée de matériaux semi-conducteurs particuliers qui présentent la capacité d'émettre des photons à partir d'un courant électrique. La photodiode réalise quant à elle le procédé inverse.

#### Liste du matériel utilisé :

- Platine de test Jeulin (voir Figure 1)
- Composants en boîtier : LED verte, rouge et bleu, résistance 470Ω (voir Figure 1)
- Alimentation HAMEG 8040
- Générateur de tension HAMEG 8030 (sinusoïdal, triangulaire, carré).
- Oscilloscope TEKTRONIX TBS1052B avec sa prise secteur isolée de la terre (voir Figure 1)
- Boîte à décades de résistance



Figure 1 : Platine de test sécurisé, composants en boîtier UME (ici LED rouge et photodiode)

### 2. MANIPULATION : CARACTERISTIQUES COURANT-TENSION

#### 2.1. Diode Electro-Luminescente LED

- 2.1.1. Réaliser le montage de la Figure 2. Appliquer une tension sinusoïdale de fréquence 10 Hz. Annuler l'offset du GBF et ajuster l'amplitude à son maximum. Afficher à l'oscilloscope la caractéristique dynamique courant/tension ou  $I(V)$  des trois différentes diodes électroluminescentes disponibles en utilisant la fonction XY (X est la Voie2  $= -U_{AK}$  et Y est la Voie1  $= U_{RP} \propto I_{AK}$ ). Représenter les caractéristiques des trois LED sur le même graphe.

**ATTENTION :** pour que le branchement à l'oscilloscope soit possible sans conflit de masse, il faut impérativement isoler électriquement l'oscilloscope du GBF car les masses sont communes au travers de la terre. Pour cela, il faut utiliser un adaptateur sur la prise secteur de l'oscilloscope (cf figure 1) qui inhibe la terre de l'oscilloscope.

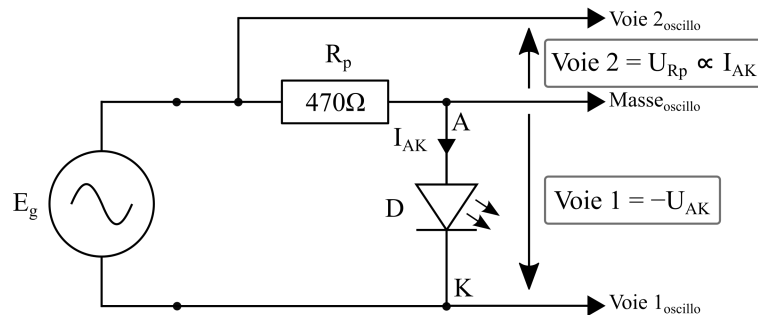


Figure 2 : Schéma électrique de pilotage d'une diode en régime AC

- 2.1.2. En déduire les tensions de seuil des différentes diodes.
- 2.1.3. Quelle est l'intérêt d'utiliser la résistance ?
- 2.1.4. Donner l'expression du courant qui circule dans ce circuit à partir de la tension de seuil. Faire l'application numérique pour chacune des diodes si le GBF est à 5V. Peut-on finalement garder la même résistance de protection quelle que soit la LED utilisée ?
- 2.1.5. Selon vous, à quelle caractéristique de la jonction est liée la tension seuil ?
- 2.1.6. Comment varient-elles (qualitativement) en fonction de la longueur d'onde et est-ce normal ?

## 2.2. Photodiodes

- 2.2.1. Remplacer la LED par une photodiode en respectant la même convention Anode, Cathode et relever la nouvelle tension de seuil. Éclairer la photodiode avec une lampe continue (smartphone ou LED) et faire varier l'intensité en partant de l'obscurité à l'intensité lumineuse maximale possible. Observer puis représenter qualitativement les modifications de la caractéristique dynamique courant/tension en fonction du flux lumineux  $\Phi$ . Indiquer dans quel nous cadran de la caractéristique  $I(V)$  nous observons les variations les plus notables ?
- 2.2.2. Réaliser maintenant le montage de la figure 3, l'alimentation continue est réglée sur 5V et la résistance variable est la boîte à décade de résistances, **faire vérifier la bonne polarité du branchement ainsi que la présence de la résistance de 470Ω au professeur afin d'éviter de détruire la photodiode.** Quelle est l'impédance d'entrée de l'oscilloscope ? Sachant que la photodiode « voit »  $R_{VAR}$  en parallèle à la résistance d'entrée de l'oscilloscope, quelle précaution devons-nous prendre ?

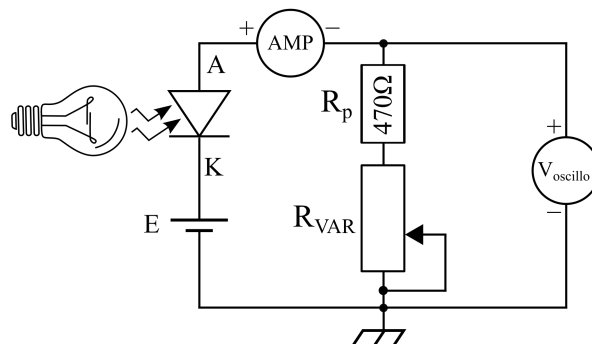
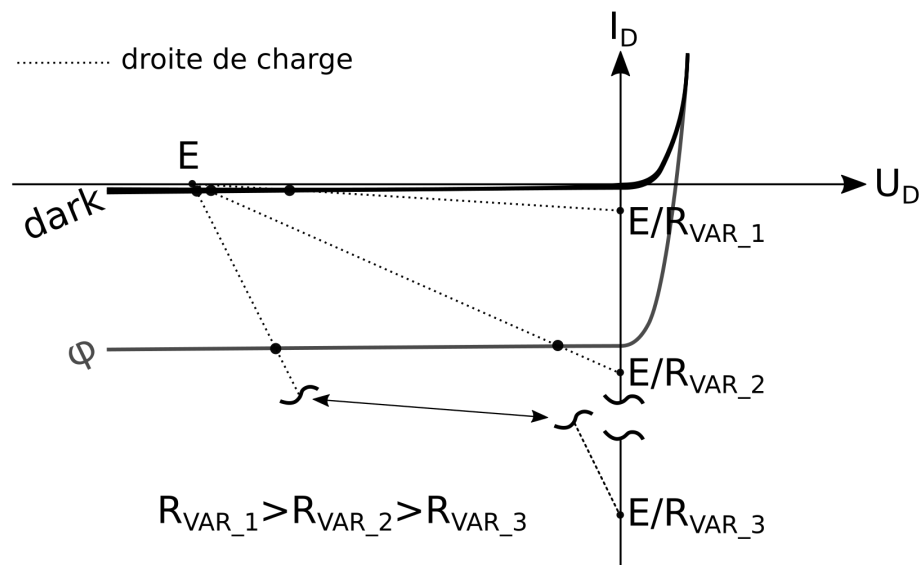


Figure 3 : Schéma de polarisation de la photodiode

- 2.2.3. Eclairer la photodiode avec un flux constant et ajuster la valeur de  $R_{VAR}$  de telle sorte à observer 2,5V à l'oscilloscope. Indiquer la valeur trouvée pour  $R_{VAR}$ . La photodiode est-elle polarisée en direct ou en inverse ? Pourquoi ?
- 2.2.4. Sachant que la valeur de la sensibilité de la photodiode est approximativement de  $S=0,1$  A/W dans les longueurs d'ondes du visible et en exploitant la loi d'Ohm aux bornes de  $R_{VAR}$ , extraire la puissance reçue par la photodiode. Est-ce possible compte tenu de la lampe utilisée ?
- 2.2.5. En analysant la caractéristique d'une photodiode (figure 4) pour deux valeurs de flux (l'obscurité et un flux constant), expliquer les trois modes de fonctionnement aux trois valeurs de  $R_{VAR}$  en discutant de la dynamique de mesure si le flux vient à être modulé. Quel est finalement l'intérêt de la résistance variable ?



**Figure 4 : Caractéristique  $I(V)$  d'une photodiode soumise à l'obscurité et sous un flux  $\phi$**

- 2.2.6. Relever et tracer la tension  $U_{Rvar}=fct(R_{var})$  en faisant varier  $R_{var}$  de  $1\Omega$  à  $100k\Omega$ . Donner la plage de valeur de  $R_{var}$  qui permet un régime de fonctionnement linéaire si le signal optique est modulé.
- 2.2.7. Mode photovoltaïque : Enlever l'alimentation 5V, la photodiode est maintenant en parallèle avec  $470\Omega + R_{VAR}$  (qui conserve la valeur précédemment optimisée). A quoi correspond la valeur de la tension aux bornes de la résistance puisqu'il n'y a plus d'alimentation continue ? Dans quel cadran de la caractéristique sommes-nous ? Que se passe-t-il aux valeurs extrêmes de  $R_{VAR}$  ? Conclure sur l'utilisation de ce composant comme source d'énergie.