

Extraits du programme : Partie 2 - Formation expérimentale

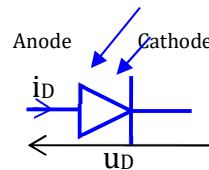
4. Ondes	
Polarisation.	Mettre en œuvre un photorécepteur et plusieurs polariseurs.

Partie 3 - Formation disciplinaire : PHYSIQUE DES ONDES

Polarisation rectiligne.	Utiliser des polariseurs et étudier quantitativement la loi de Malus.
--------------------------	--

ETUDE D'UNE PHOTODIODE

Une photodiode est une diode dont un paramètre est fonction du flux de lumière qui éclaire le composant. Il peut donc constituer un capteur de flux lumineux. Nous nous proposons de montrer qu'un paramètre de la caractéristique du composant est fonction de l'éclairement ambiant.



Photodiode : photo et schématisation : l'anode est repérée par l'ergot (et un fil rouge), la cathode par un fil noir.

1. Matériel :

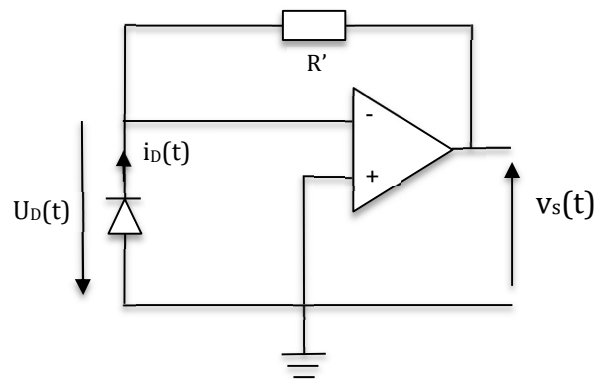
Vous disposez :

- D'une photodiode BPW 34.
- De deux résistances radio $R = 1\text{ k}\Omega$ et $R' = 100\text{ k}\Omega$.
- D'un ordinateur muni d'une carte d'acquisition Sysam et du logiciel d'analyse « Latis Pro »
- d'un banc optique de 1 m, de deux polariseurs rectilignes, d'une lampe blanche 12V, d'un capteur d'éclairement.
- D'un ALI TL 081 et son alimentation $\pm 15\text{V}$.
- D'un multimètre.
- Du script Python régression_linéaire_loiDeMalus.

2. Préparation :

Dans la dernière manipulation, on va utiliser le montage à ALI ci-contre.

- On admet que ce montage fonctionne en régime linéaire : comment peut-on le justifier ?
- En utilisant le modèle de l'ALI idéal, montrer que la tension de sortie est $v_s = -R'i_D$.
- Que vaut u_D dans ce montage ?



3. Caractéristique de la photodiode

On souhaite visualiser la caractéristique $i_D = f(u_D)$.

On utilise le montage ci-contre, dans lequel $R = 1\text{ k}\Omega$ et $e(t) = E \cdot \sin(2\pi ft)$ avec $f = 100\text{ Hz}$ et $E = 3\text{ V}$. La tension $e(t)$ est générée par la carte Sysam.

Réaliser le montage sur une plaque Labdec.

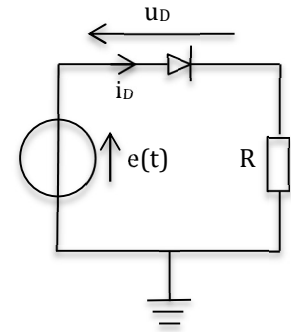
Brancher deux voies de la Sysam pour acquérir les tensions $e(t)$ et Ri_D , et les noter sur le schéma.

A l'aide de la feuille de calcul de Latis Pro, élaborer la tension $u_D(t)$.

Réaliser l'acquisition et la caractéristique $i_D = f(u_D)$.

Eclairer (smartphone) la photodiode et observer la variation de la caractéristique. Enregistrer.

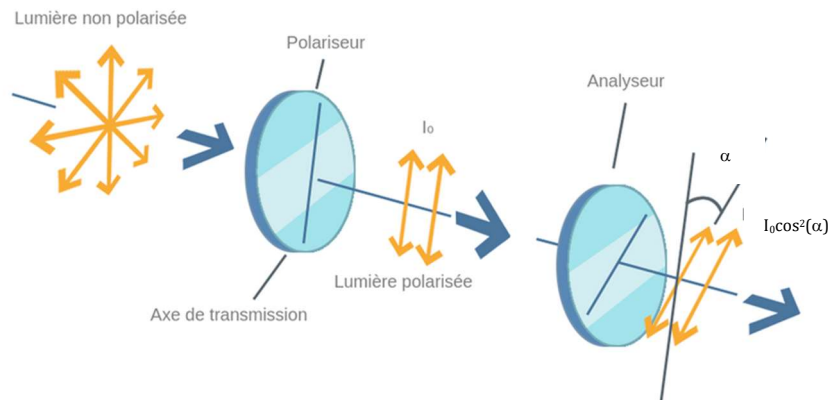
La grandeur « sensible » est appelée « **courant inverse** » et notée i_{inv} .



4. Loi de Malus

On considère une onde lumineuse se propageant dans l'air (assimilé au vide) selon un axe Ox. L'éclairement associé à cette onde est (cf cours d'ondes électromagnétiques) :

$$I_0 = \langle \|\vec{P}(x, t)\| \rangle = \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot c \cdot E_0^2$$



Après passage à travers deux polariseurs rectilignes dont les axes font entre eux un angle α , l'éclairement est :

$$I = I_0 \cdot \cos^2(\alpha)$$

Cette loi constitue la loi de Malus ; l'angle α permet donc de réaliser un éclairement variable.

Placer sur le banc la source, deux polariseurs, le pied supportant le détecteur d'éclairement Sysam et la photodiode étudiée.

Nous allons à l'aide de ce montage vérifier en même temps :

- La loi de Malus.
- La proportionnalité entre le courant inverse de la photodiode et l'éclairement.

Réaliser le montage étudié en préparation, permettant la mesure du courant inverse. La tension V_s sera mesurée à l'aide d'un multimètre.

Élaborer et mettre en œuvre un protocole permettant de vérifier la loi de Malus et de montrer que le courant inverse de la photodiode est proportionnel à l'éclairement de la photodiode.

Remarque : l'obscurité n'étant pas totale en salle d'optique, les capteurs mesurent pour $I = 0$ un éclairement parasite I_p (supposé constant au cours de la manipulation), et dont les mesures devront tenir compte.