

TP 1 : Photodiode

I.1. But

Le but de ce TP est d'étudier une photodiode, qui n'est d'autre qu'un dipôle non-linéaire dont la caractéristique dépend de l'éclairement lumineux. Autrement dit, le but dans un premier temps est de tracer la caractéristique courant - tension pour des différents éclairagements, puis d'intégrer cette photodiode dans une chaîne modélisant l'allumage automatique d'un éclairage.

I.2. Principe

Une photodiode est un composant semi-conducteur ayant la capacité de détecter un rayonnement du domaine optique et de le transformer en signal électrique. Quand un semi-conducteur est exposé à un flux lumineux, les photons sont absorbés à condition que l'énergie du photon soit supérieure à la largeur de la bande interdite. Ceci correspond à l'énergie nécessaire que doit absorber l'électron afin qu'il puisse quitter la bande de valence (où il sert à assurer la cohésion de la structure) vers la bande de conduction, le rendant ainsi mobile et capable de générer un courant électrique. L'existence de la bande interdite entraîne l'existence d'un seuil d'absorption.

Lors de l'absorption d'un photon, deux phénomènes peuvent se produire :

- ✚ **La photoémission** : c'est la sortie de l'électron hors du matériau photosensible. L'électron ne peut sortir que s'il est excité près de la surface.
- ✚ **La photoconductivité** : l'électron est libéré à l'intérieur du matériau. Les électrons ainsi libérés contribuent à la conductivité électrique du matériau.

Lorsque les photons pénètrent dans le semi-conducteur munis d'une énergie suffisante, ils peuvent créer des photoporteurs (électrons et trous d'électrons) en excès dans le matériau. On observe alors une augmentation du courant.

I.3. Caractéristique courant -tension d'une photodiode.

La photodiode **Figure (I.1)** est une diode normale : sa caractéristique est

$$I = I_{sat} \left(e^{\frac{eU}{k_B T}} - 1 \right) - I_p$$

où I_p est le « photocourant » (courant dû à la lumière : $I_p = 0$ dans le noir), I_{sat} est une constante appelée courant de saturation inverse, e est la charge de l'électron et k_B est la constante de Boltzman.

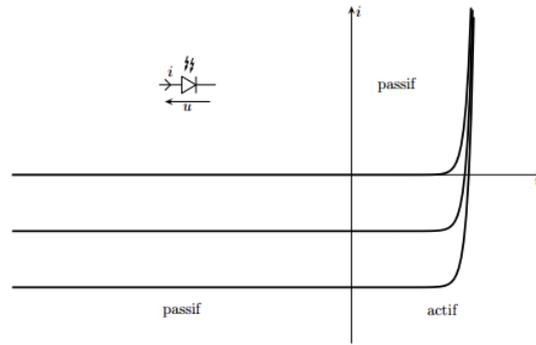


Fig.I.1. Caractéristiques courants-tensions d'une photodiode

Plus la luminosité est importante et plus le courant inverse de la diode est important typiquement $75 \mu\text{A}$ pour 1000 lux. La diode est un composant actif mais n'a un caractère générateur que dans une zone limitée de sa caractéristique.

I.4.Travail demandé

Etant donné le montage de la **Figure (I.2)** ci-dessous

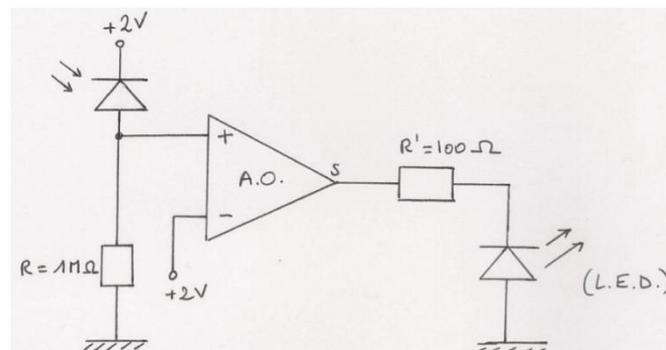


Fig.I.2

Expliquer le principe de fonctionnement du circuit, sachant que l'AOP fonctionne en régime saturé, c'est à dire que l'on a

$$\begin{cases} V_s = +15V \text{ si } U^+ > U^- \\ V_s = -15V \text{ si } U^+ < U^- \end{cases}$$

Où V_s est la tension de sortie de l'AOP, et U^+ et U^- sont les tensions de l'entrée non inverseuse + et de l'entrée inverseuse - et que les courants i^+ et i^- qui rentrent dans l'AOP sont toujours nuls.

I.5.Matériels utilisés

- 1- Alimentation continue (0-30V)
- 2- $R = 10\text{K}\Omega$, 470Ω
- 3- Une photodiode
- 4- Un AOP TL082
- 5- Une résistance variable $R = 10\text{K}\Omega$

I.6. Manipulation

I.6.1. Réaliser le circuit de la **Figure (I.3)** ci-dessous, dans lequel l'alimentation délivre une tension variant entre 0-10V. Vous prenez $R = 10\text{ k}\Omega$.

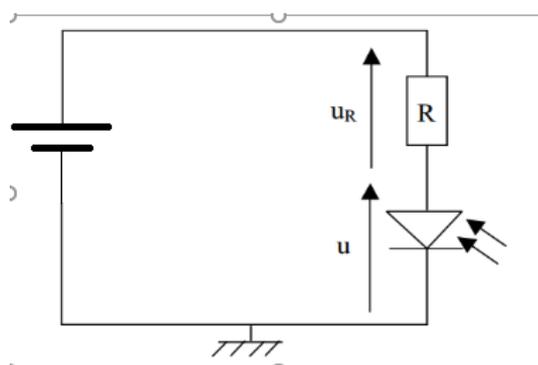


Fig.I.3. Montage dans le sens passant

- 1- Pour des différents éclaircissements et des différentes tensions mesurez les tensions u et u_R . Vous pourrez ensuite calculer le courant i qui traverse la photodiode puisque $u_R = Ri$. Tracer les caractéristiques courant-tension.
- 2- Refaire la même tâche pour des tensions négatives
- 3- Commentez ces caractéristiques.

I.6.2. Chaîne modélisant l'allumage automatique d'un éclairage public.

Réaliser le montage de la **Figure (I.4)** ci-dessous.

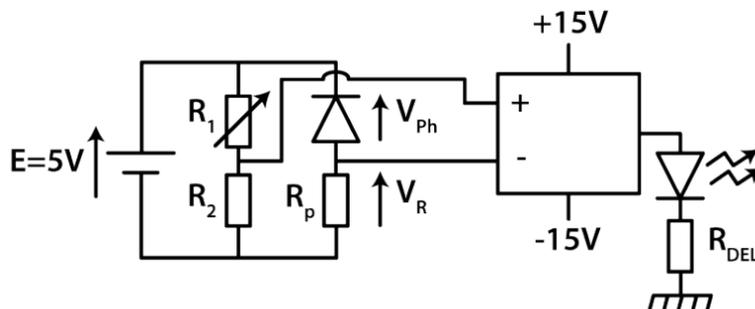


Fig.I.4 Allumage automatique

Expliquer comment fonctionne le circuit.