

TP 10 - PHOTODIODE

Le but de ce TP est d'étudier une photodiode, un dipôle non-linéaire dont la caractéristique dépend de l'éclairement lumineux. Le but est dans un premier temps de tracer cette caractéristique pour différents éclairagements, puis d'intégrer cette photodiode dans une chaîne modélisant l'allumage automatique d'un éclairage (éclairage public ou automobiles).

I Tracé de la caractéristique

Objectifs Tracer la caractéristique de la photodiode.

I.1 Dispositif expérimental

Le montage optique est représenté ci-dessous. Il permet d'avoir un éclairage variable en modifiant la distance d entre le diaphragme et le luxmètre (appareil de mesure de l'éclairement) ou la photodiode.

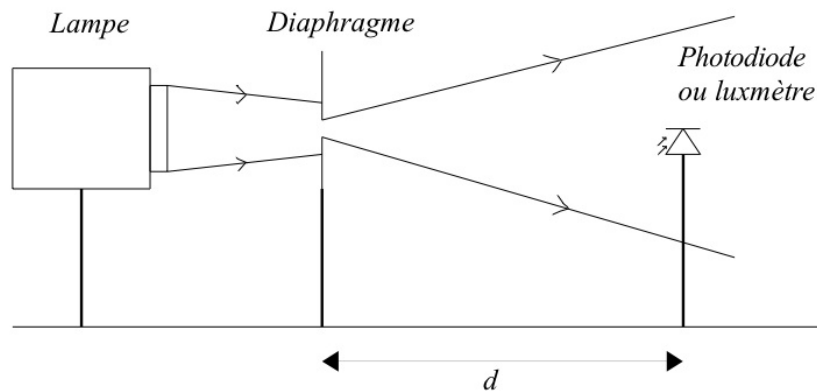
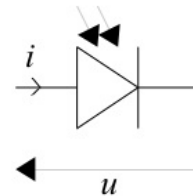


FIGURE 1 – Dispositif expérimental pour l'étude et le tracé de la caractéristique de la photodiode.

Indications :

- La photodiode est étudiée en **convention récepteur**.
- Son schéma équivalent est le suivant :

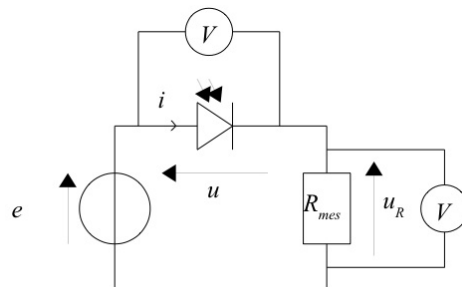


Question (I.1.1)

Proposez un montage simple permettant de tracer la caractéristique courant-tension de la photodiode en utilisant un générateur de tension variable, un voltmètre, un ampèremètre et la photodiode.

Question (I.1.2)

En pratique, les courants qui traversent la photodiode sont très faibles, donc l'ampèremètre n'est pas un instrument adapté à leur mesure. On utilise alors le montage ci-contre avec deux voltmètres et une résistance $R_{mes} \simeq 100 \text{ k}\Omega$.



Question (I.1.3)

Les valeurs indiquées par le fabricant sur les résistances ne sont pas très précises. Mesurez la résistance R_{mes} à l'ohmmètre.

Question (I.1.4)

Quelle est la relation mathématique entre les tensions mesurées aux voltmètres et le courant i qui traverse la photodiode ?

I.2 Tracé de la caractéristique

On va voir que la caractéristique dépend de l'éclairement. Pour gagner du temps, chaque groupe de TP va tracer la caractéristique pour un éclairement différent.

Question (I.2.1)

Fixez une distance d sur le montage optique et mesurez à cette distance l'éclairement en lux (lx) avec le luxmètre.

Question (I.2.2)

Placez la photodiode à cette distance d et réalisez le montage électrique pour le tracé de la caractéristique vu précédemment.

Question (I.2.3)

Faites varier la tension délivrée par le générateur de 0 V à 10 V en faisant une dizaine de points de mesures des deux tensions u et u_r . Vous consignerez vos résultats dans un fichier *Regressi*.

Question (I.2.4)

Inversez la polarité du générateur (*i.e.* les fils aux bornes du générateur), et refaites une dizaine de mesures en faisant varier la tension de 0 à 10 V. Quelle partie de la caractéristique cette opération permet-elle de tracer ?

Question (I.2.5)

A l'aide de *Regressi*, tracez la caractéristique de la photodiode. Vous créez une variable calculée i en fonction des variables mesurées.

Question (I.2.6)

Une fois la caractéristique tracée, le professeur vous donnera la caractéristique d'une photodiode pour différents éclairagements. Quelle est la grandeur électrique à mesurer sur la photodiode pour retrouver l'éclairement ? Vérifiez que cette grandeur varie bien quand vous éloignez ou rapprochez la photodiode du diaphragme.

II Mise en œuvre dans un montage

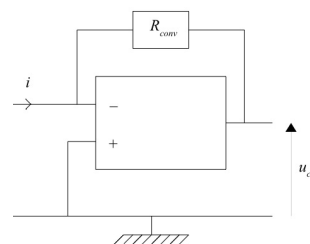
Objectifs On va utiliser la photodiode comme capteur d'éclairement afin de l'intégrer dans un système d'éclairage public automatique ou d'allumage automatique de phares de voitures lorsque la luminosité devient trop faible.

II.1 Convertisseur courant-tension

Le courant n'est pas la grandeur la plus facile avec laquelle travailler en électronique, on lui préfère de beaucoup un signal sous forme de tension. On va donc utiliser un montage qui permet de convertir un courant en tension.

Indications :

- Un **convertisseur courant-tension** est un montage dont la grandeur d'entrée est le courant i et la sortie une tension $u_{conv} = ki$.
- Une simple résistance est un exemple, mais en pratique on utilise un montage comprenant une amplificateur linéaire intégré (ALI). Avec le montage ci-contre $u_{conv} = -R_{conv}i$.
- L'ALI doit impérativement être alimenté en + 15 V ; -15 V avant tout autre branchement.



Question (II.1.1)

Représentez le schéma électrique du circuit à réaliser pour transformer le courant qui nous intéresse en tension (en particulier comment intégrer la photodiode).

Question (II.1.2)

Réalisez le montage (on prendra $R_{conv} \simeq 100 \text{ k}\Omega$ et observez la tension en sortie du convertisseur au voltmètre et à l'oscilloscope. Commentez.

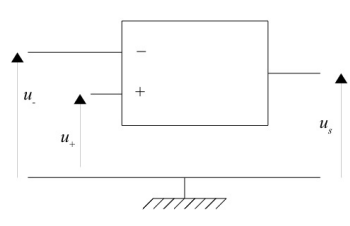
Question (II.1.3)

Placez en parallèle de R_{conv} un condensateur $C = 1 \mu\text{F}$. Décrivez son effet sur la tension u_{conv} .

II.2 Comparateur simple

Indications :

- Un **comparateur simple** est un montage composé d'un ALI qui compare deux tensions u_+ et u_- et qui fournit en sortie + 15 V si $u_+ > u_-$ et - 15 V si $u_+ < u_-$.
- En pratique on n'a pas exactement 15 V mais entre 12 et 15 V selon l'ALI utilisé.



Ce montage comparateur est celui que l'on va utiliser afin de comparer la tension délivrée par le convertisseur courant-tension à une tension seuil u_{seuil} réglable. On veut que le comparateur fournisse + 15 V quand l'éclairement est insuffisant afin d'allumer la lumière.

Question (II.2.1)

Expliquez où brancher les tensions u_{conv} et u_{seuil} .

Question (II.2.2)

Réalisez le branchement en utilisant l'alimentation stabilisée pour u_{seuil} .

Question (II.2.3)

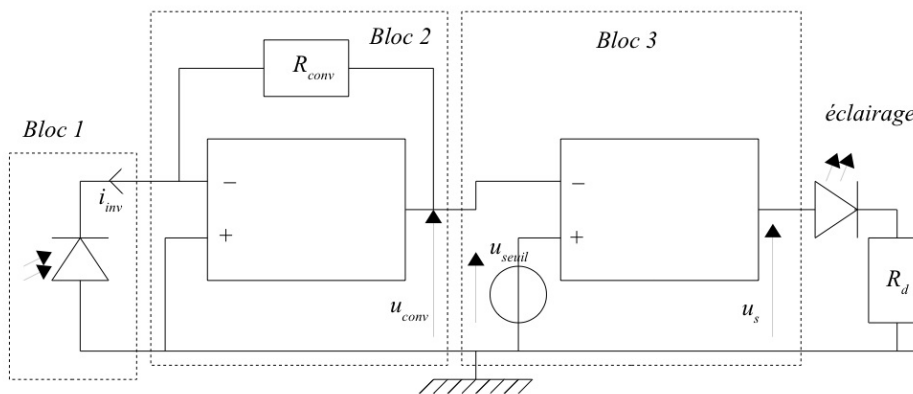
Ajustez la valeur de u_{seuil} de manière à ce que l'on obtienne + 15 V lorsque la photodiode est masquée avec un doigt, et - 15 V lorsqu'elle est soumise à l'éclairement de la salle.

Question (II.2.4)

Si vous avez le temps ajustez le seuil de telle sorte qu'il corresponde à un éclairement de 150 lx.

II.3 Montage complet

On ajoute une DEL qui s'éclaire lorsque la tension à ses bornes est positive (éteinte si négative) et qui est équivalente à un fil quand elle est allumée. On ajoute aussi en série de la DEL une résistance $R_D = 1,0 \text{ k}\Omega$.



Question (II.3.1)

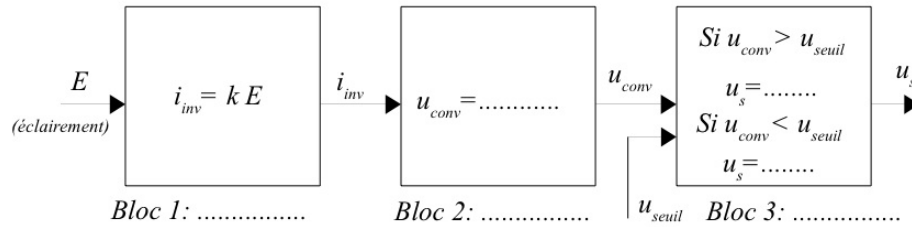
Prévoir l'ordre de grandeur du courant qui traverse la DEL allumée.

Question (II.3.2)

Le courant maximal que peut supporter la DEL est de 150 mA. La résistance est-elle bien choisie ?

Question (II.3.3)

Sur le schéma-bloc ci dessous, rappelez la nature de chaque bloc et la relation entre grandeur d'entrée et de sortie.



Question (II.3.4)

Trouvez à quelle condition sur l'éclairement E on allume la DEL. Déduisez-en un éclairement seuil E_{seuil} à exprimer en fonction de U_{seuil} , R_{conv} et k .

Question (II.3.5)

Quelle grandeur aurait-il été pertinent de mesurer ? Proposez un protocole pour la mesurez, puis estimez sa valeur à partir du document joint.

Question (II.3.6)

Calculez la valeur théorique de U_{seuil} telle que E_{seuil} soit de 150 lx. Comparez la à la valeur obtenue expérimentalement.