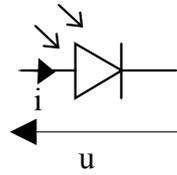


TP 19 – Étude d'une photodiode

Symbole de la photodiode :



Partie A : Étude du dipôle photodiode et application à la fabrication d'un détecteur de lumière

A.1. Étude naive de la photo diode

Selon la luminosité la tension aux bornes de la photodiode sera différente.

Q1.a) Mesurer à l'aide d'un voltmètre la tension aux bornes de la photodiode lorsqu'elle est éclairée (on notera cette tension $V_{\text{éclairée}}$ sur le compte rendu).

$V_{\text{éclairée}} =$

Q1.b) Mesurer de même la tension lorsque la photodiode est dans l'obscurité (notée $V_{\text{obscurité}}$) Noter sa valeur sur le compte-rendu.

$V_{\text{obscurité}} =$

A.2. Caractéristique de la photodiode

PRECAUTION : la photodiode **ne doit pas être branchée seule aux bornes d'un générateur**, le courant qui la traverserait (dans le sens passant) serait trop important et risquerait de la détruire. Il faut donc lui associer en série une résistance d'environ **300 Ω (boite à décade)** pour la protéger ($I = U/R = 10/300 = 33 \text{ mA}$: valeur raisonnable pour une diode)

- Concevoir un montage permettant de faire l'acquisition de la caractéristique $i=f(u)$, en convention récepteur, de la photodiode. Le schéma du montage doit figurer sur votre compte-rendu.

Rappel : Attention aux problèmes de masse.

Conseil : Vous pouvez utiliser des multimètres pour mesurer i (en mA) et u (en V)

- **ne pas descendre sous -3 V et ne pas monter au dessus de 0,7 V, ne pas dépasser 60 mA**

Appeler le professeur pour lui montrer le schéma et le montage avant d'envoyer une tension avec le générateur

- Faites varier l'intensité lumineuse reçue par la photodiode Φ (obscurité et lampe de bureau très proche) et tracer dans chaque cas la caractéristique

(10 points de mesure pour chaque intensité lumineuse 7 entre 0 et 0,7V et 3 points entre 0 et -3V).

- Superposez les 2 courbes obtenues sur un même graphe (Regressi ou Excel) et imprimez.

(On notera toutes les valeurs dans le compte rendu)

Q2) Dans une diode normale, le courant peut-il passer dans le « mauvais sens » ? Qu'en est-il de la photodiode ?

(attention le courant est faible mais pas nul!)

Q3) Dans quel « quadrant » de la caractéristique a-t-on un fonctionnement récepteur ? Choisir la bonne réponse

il faut $U>0$ et $I>0$

il faut $U>0$ et $I<0$

il faut $U<0$ et $I<0$

il faut $U<0$ et $I>0$

Q4) Dans quels quadrants de la caractéristique a-t-on un fonctionnement générateur ?

A.3. Fabrication d'un détecteur de lumière

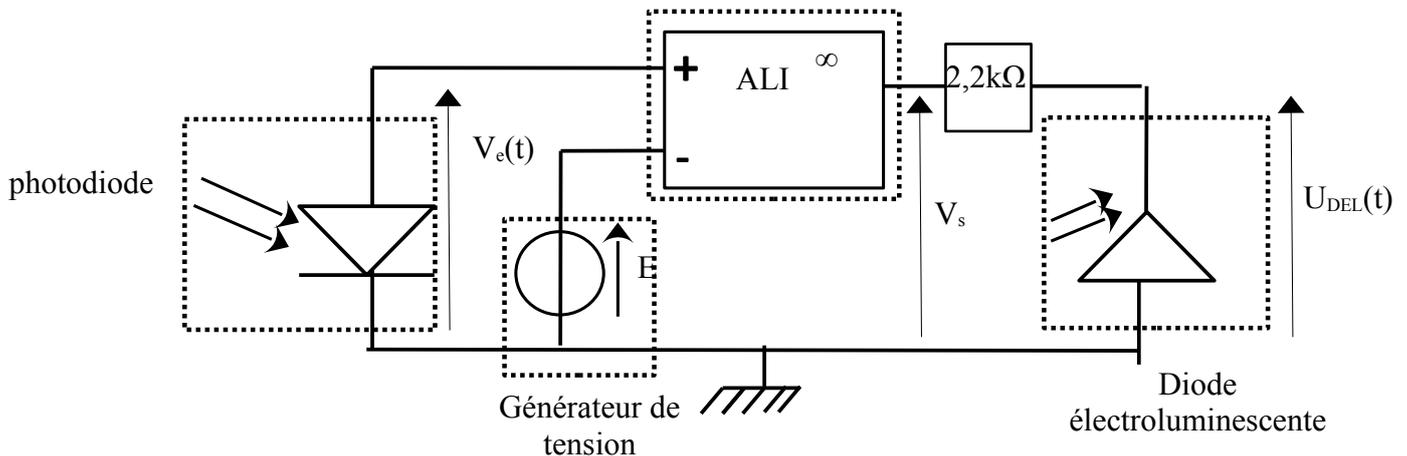
On utilisera le montage suivant : Dans l'obscurité, la Del s'illumine et à la lumière la Del est éteinte

- Réaliser ce montage et vérifier son bon fonctionnement. (attention au sens de la photodiode !)

PRECAUTION :

Sur les ALI de TP : L'entrée inverseuse - est notée e-
L'entrée non inverseuse + est noté e+

On alimentera l'ALI avec l'alimentation blanche : +15V sur la borne indiquée +v
-15V sur la borne indiquée -v



→ La tension E sera délivrée à l'aide d'un GBF. Pour cela envoyer un signal sinusoïdal d'amplitude la plus faible possible (4 mV) et régler la tension d'offset à 0,....V pour avoir une tension continue $E = 0, \dots V$

→ **Brancher un voltmètre aux bornes de la photodiode**

Q5 Justifier que l'ALI fonctionne nécessairement en régime saturé

Q6 Sachant que dans ce montage, l'AO fonctionne en comparateur

(tension de sortie $V_s = +15V$ si $V_+ > V_-$ ou $V_s = -15V$ si $V_+ < V_-$),

analyser sommairement le fonctionnement de ce détecteur de lumière :

Si $V_e > E$ a t-on $U_{DEL} > 0$ ou $U_{DEL} < 0$? La DEL est-elle allumée ou éteinte ?

Si $V_e < E$ a t-on $U_{DEL} > 0$ ou $U_{DEL} < 0$? La DEL est-elle allumée ou éteinte ?

Q7 Quelle valeur faut-il alors choisir pour E afin que le montage fonctionne correctement ?

Partie B : Utilisation de la photodiode pour déterminer l'intensité lumineuse du Flash d'un téléphone

B.1. La photodiode: un capteur d'intensité lumineuse

Principe du capteur

La caractéristique d'une diode est influencée par l'intensité lumineuse reçue (cf. partie A). Nous souhaitons exploiter ce constat pour fabriquer un capteur, c'est-à-dire un système permettant de transformer une grandeur physique (ici l'intensité lumineuse) en une grandeur électrique.

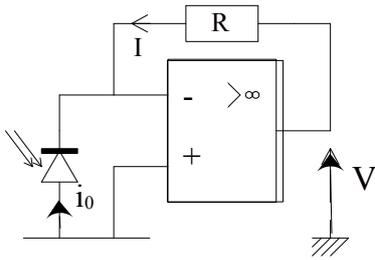
Afin de toujours travailler sur le même point de fonctionnement de la photodiode, on choisit de mettre la photodiode en court-circuit. Le courant de court-circuit i_0 créé par la photodiode varie en fonction l'intensité lumineuse Φ

On a donc $i_0 = f(\Phi)$, la fonction f étant donnée par l'étalonnage du capteur.

Fabrication du capteur

On veut mesurer i_0 sans introduire dans la boucle un instrument qui perturberait la valeur de i_0

La solution couramment employée est celle d'un montage convertisseur courant-tension à AO (ALI). Il fournit une tension, facilement mesurable, proportionnelle au courant de court-circuit de la photodiode.



Q8

→ L'ALI fonctionne-t-il en régime linéaire ou saturé . ?

→ Déterminer le lien entre i_0 et I

→ Déterminer l'expression V en fonction de i_0

Réaliser le montage avec $R = 10 \text{ k}\Omega$

On voudrait savoir si i_0 est proportionnel à Φ .

- tester la linéarité du capteur à l'aide d'un luxmètre, qui fournit la mesure directe de Φ vous utiliserez au moins 6 valeurs pour Φ , (et donc aussi pour V , on calculera ensuite i_0 correspondant) on pourra notamment utiliser le spot lumineux (aussi appelé rayon de la mort) et éloigner la photodiode de la lampe de bureau pour mesurer plusieurs intensités lumineuses
- Déterminer le coefficient de proportionnalité k entre i_0 et Φ avec son incertitude $u(k)$
- Utiliser votre capteur pour déterminer l'intensité lumineuse du flash de votre téléphone (le plus proche possible du récepteur)

Sensibilité spectrale

Q9

→ utiliser votre capteur pour déterminer l'intensité lumineuse du Laser rouge $\Phi_{\text{LASER ROUGE}}$

→ utiliser votre capteur pour déterminer l'intensité lumineuse du Laser vert $\Phi_{\text{LASER VERT}}$

(on placera les lasers à 2 cm de la photodiode)

→ Mesurer de même ces intensité lumineuses avec le luxmètre $\Phi_{\text{ref rouge}}$ et $\Phi_{\text{ref vert}}$

Que remarque-t-on ? La photodiode est-elle plus sensible au rouge ou au vert ? Et le Luxmètre ?