



Montage n°15 Photorecepteurs

①

Introduction :

Ils transforment le rayonnement électromagnétique en un signal électrique permettant d'avoir une information quantitative. 2 catégories existent :

- détecteurs photoniques : photon absorbé \Rightarrow e^- matériau excité
effet photoélectrique :
 - interne : photodiode ou photorésistance
 - externe : photomultiplicateur au niveau de la photocathode
- détecteurs thermiques : photon absorbé \Rightarrow augmentation T° qui est convertie en signal électrique
ex : Thermopile ou détecteur pyroélectrique.

Leurs caractéristiques sont : la sensibilité, la sensibilité spectrale, le rendement quantique, la linéarité, le temps de réponse

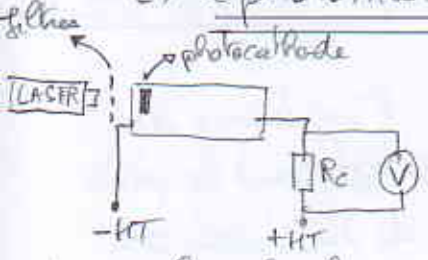
I Effet photoélectrique externe :

1) Mise en évidence du phénomène :



- 1- On charge négativement l'électroscope :
On approche un barreau d'« ébonite frottée »
On met son doigt pour évacuer les $+$ puis on enlève le barreau. (Vérifier en approchant de nouveau le barreau, les feuilles doivent se rapprocher)
- 2- On éclaire avec la lampe, l'électroscope se décharge et si on interpose le plexiglas, la décharge s'arrête.
- 3- Si l'électroscope est chargé positivement (Verre) \Rightarrow pas de décharge.

2) le photomultiplicateur. Duffant p 193 au Sextant p 73



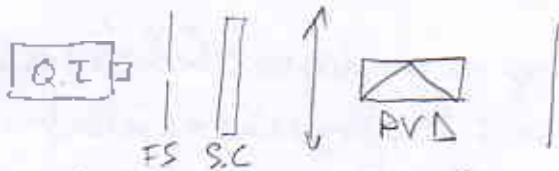
- Rq : envoyer d'abord un flux lumineux sur le PTT avant d'augmenter progressivement la tension d'alim.
- Rq : Beaucoup de fluctuations de la puissance du laser \Rightarrow erreurs

- On vérifie la linéarité entre le courant et l'éclairement grâce à l'utilisation de filtre neutral densité
- Vérifier que le courant de sortie varie de façon très non linéaire avec la tension d'alimentation

II Effet photoélectrique interne



1) Mise en évidence : GAF d'un S.C Poly Montage n° 9

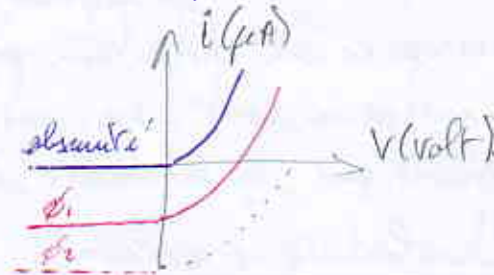
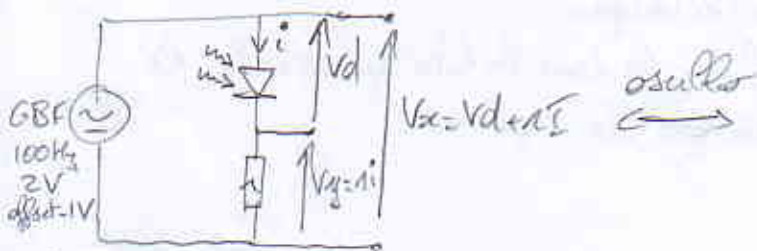


chaque photon absorbi d'énergie suffisante crée une paire d'électron.

On montre un effet de filtrage : le cristal S.C, transparent pour $\frac{hc}{\lambda} < E_g$ devient opaque lorsque $\frac{hc}{\lambda}$ dépasse E_g .

2) la photodiode (voir montage n° 23)

→ Caractéristique courant tension. Sextant p 63



Rq : la diode est polarisée en inverse ainsi courant % à l'éclairement.

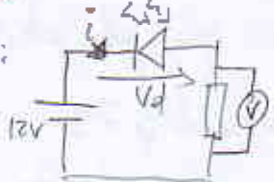
En approchant une lampe obscurée que la caractéristique s'obtient par translation verticale et vers le bas de la caractéristique de l'obscurité.

→ linéarité de la réponse en fonction de l'éclairement :



la linéarité est vraie que si le point de polarisation reste dans le cadran inférieur gauche (il faut $x_{max} \leq E$)

Montage : On utilise des filtres neutres pour atténuer le faisceau. On a $\frac{I}{I_0} = 10^{-ND} \Leftrightarrow \frac{V}{V_0} = 10^{-ND}$ Tracez $\log V = f(\log \frac{I}{I_0})$



Rq : la linéarité est limitée aux faibles éclairissements par l'existence du courant inverse d'obscurité qui n'est plus négligeable devant le photocourant et aux forts éclairissements par l'échauffement de la diode qui modifie sa caractéristique.

Rq : Prendre comme source lumineuse des DEL alimentées en continu.

→ Sensibilité et rendement quantique :



le laser a une puissance connue, il doit éclairer entièrement la photodiode. On s'assure que la réponse est linéaire, sinon on ajoute un filtre.

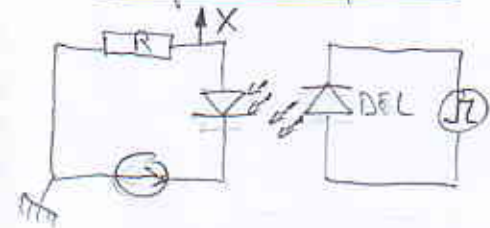
Sensibilité: $R = 1/\phi$ (de l'ordre de 99 % d'A per Watt)



Rendement quantique: $\eta = \frac{\text{nb de photons passant dans le circuit}}{\text{nb de photons incidents}} = \frac{I/q}{\phi R_{\text{eff}}}$

(il est égal à 99 % pour $\lambda = 633 \text{ nm}$)

→ Temps de réponse:



* Prendre $R = 10^4 \Omega$ et observer les variations de la tension X qui présente des transitoires d'allure exponentiel. On peut alors valuer τ (10-90 % par ex)

* Faire varier R de 10^2 à $10^6 \Omega$ et observer que τ est sensiblement % à R pour les fortes valeurs. Pour les faibles valeurs, τ est insensible (les transitoires observés sont ceux de la DEL).

Rq: le temps τ est caractéristique du circuit associé, il est beaucoup plus court si on considère le τ intrinsèque à la diode seule (ns)

Rq: Faible valeur de R : accolés la DEL et la photodiode.
Grande valeur: au contraire l'éloigner pour que le signal détecté soit $<$ à la tension d'alimentation.

Conclusion:

Il existe aussi les photoconductances dont la résistance diminue qd l'éclairement augmente: photoconduction. Nous n'avons pas étudié de détecteur thermique car ils sont délicats à mettre en œuvre.

* Classement des matériaux se chargeant facilement (+)

ebouffe | ambre | coton | soie | peau de chat | laine | verre plexi | peau de lapin

* d'ambre est un plastique à base de caoutchouc (S à l'intérieur).

* Qualité d'un photomultiplicateur:

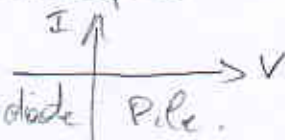
Très sensible / bonne linéarité / réponse % à λ .

Pour petites λ : il faut que le rayonnement soit intense.

Pour grandes λ : limitée par le seul photoélectrique

* photodiode - photopile?

On ne travaille pas dans le m^{ème} cadran.



* les défauts des récepteurs thermiques sont un long temps de réponse et une faible sensibilité