

Montages non linéaires

L'objectif de ce TP est de réaliser et d'étudier quelques circuits non linéaires à base de diodes ou d'amplificateurs opérationnels en régime de saturation.

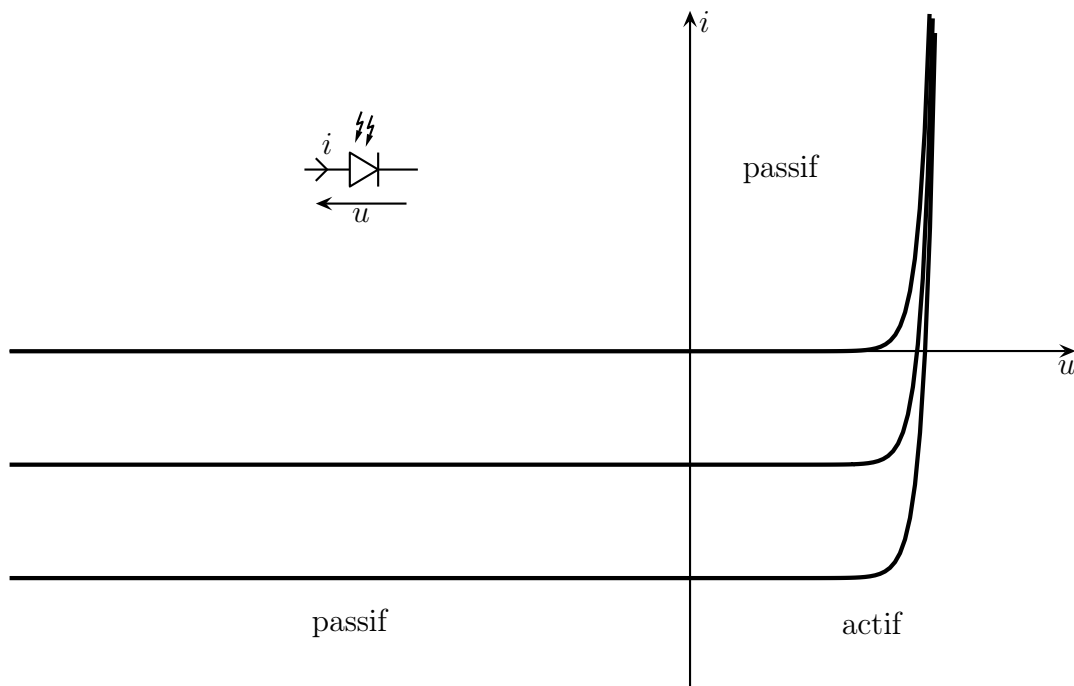
Ce TP s'appuie principalement sur le travail effectué en première année et lors du chapitre §ELCT2 Circuits électroniques. Rappelons que les relations notées (*) sont celles qu'il faut savoir retrouver.

.....

I) Photodiodes

1°) Présentation

La photodiode est une diode normale : sa caractéristique est $i = I_0 (e^{u/V_0} - 1) - I(\Phi)$ où $I(\Phi)$ est un courant qui dépend du flux lumineux reçu : il est d'autant plus grand que le flux est grand. Une diode usuelle est enfermée dans un boîtier opaque afin d'avoir $I(\Phi) = 0$ et qu'ainsi sa caractéristique ne dépende pas de la lumière ambiante.



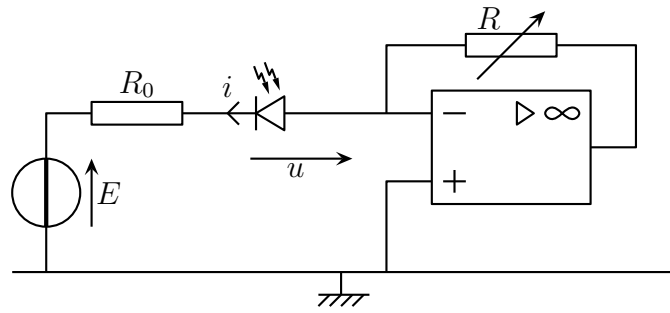
Les caractéristiques précédentes montrent que :

- la diode est un composant actif (mais n'a un caractère générateur que dans une zone limitée de sa caractéristique) ;
- pour que le courant soit indépendant de la tension, il est nécessaire de se placer dans la bonne portion de la caractéristique, cela s'appelle la *polarisation* de la diode.

2°) Fonctionnement d'une photodiode

i. polarisation de la diode

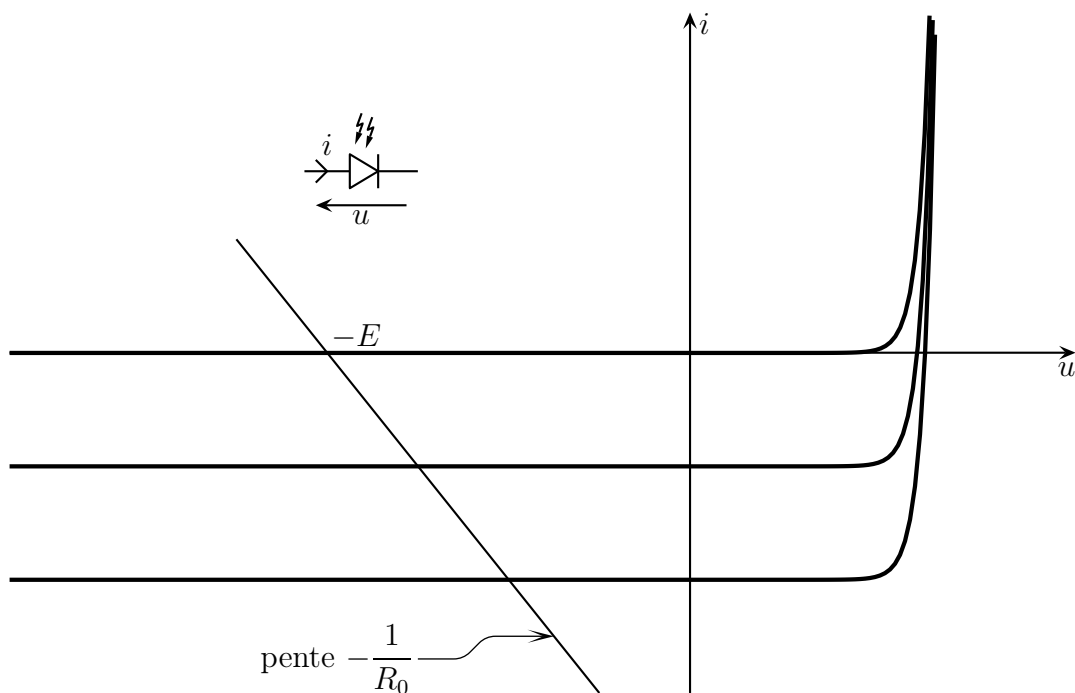
Le montage ci-dessous permet de polariser une diode en inverse, *i.e.* dans la partie où le courant n'est constitué que du courant $I(\Phi)$.



Ce montage est en effet tel que le courant i traversant la diode et la tension u à ses bornes :

- sont reliés par la caractéristique de la diode ;
- sont tels que : $u = -R_0 i - E$ d'après l'additivité des tension.

Ainsi le courant i_0 et la tension u_0 relatifs à la diode sont tels que le point (u_0, i_0) soit à la fois sur la caractéristique de la diode et sur la droite $i = -\frac{u}{R_0} - \frac{E}{R_0}$. En traçant cette dernière droite, nous constatons que le point de fonctionnement est bien dans la zone recherchée et ce malgré des variations modestes de E ou R_0 .



ii. montage

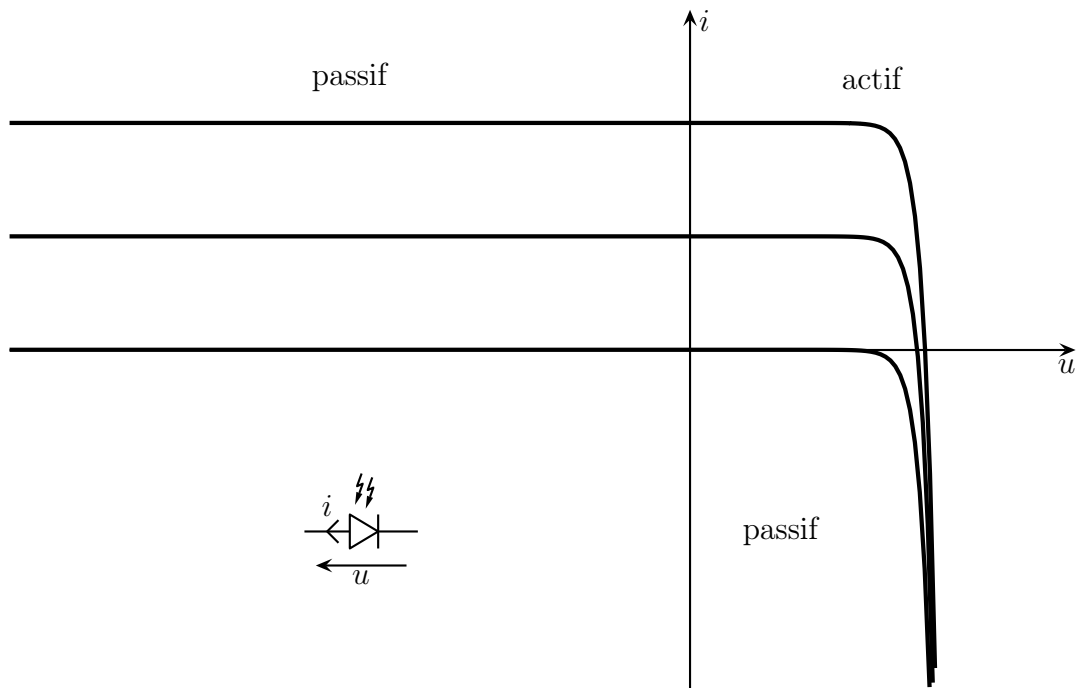
→ À partir du montage précédent (avec $R_0 = 1,0 \text{ k}\Omega$) :

- expliquez son fonctionnement et son intérêt (rôle de R_0 , sens de la diode, quelle grandeur mesurer pour observer la polarisation...) ;
- en faisant varier l'éclairage de la diode (des lentilles et des supports sont disponibles), vérifiez aussi précisément que possible la linéarité de la réponse de la photodiode vis-à-vis du flux ;
- apportez une réponse à « l'éclairage ambiant fausse-t-il les mesures ? » et, si oui, « Dans quelle proportion ? » ;
- à l'aide de filtres disponibles, cherchez le domaine de sensibilité de la photodiode ;
- complétez par toute expérience / mesure que vous jugerez bonne.

3°) Photopile

i. présentation

Une photopile n'est qu'une photodiode utilisée dans la partie active de sa caractéristique et optimisée pour travailler dans le domaine du visible. Ainsi, en représentant la même caractéristique que précédemment, mais en convention générateur, nous pouvons voir que la portion utile est loin d'être linéaire.



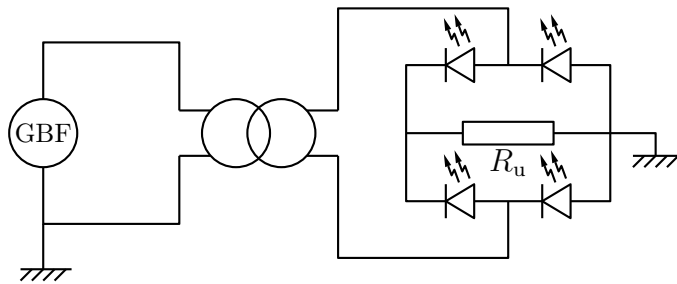
ii. modélisation

- Repérez sur la caractéristique précédente ce qui est appelé « tension à vide » d'une part et « courant de court-circuit » d'autre part.
- Lorsque la place est libre sur le poste « photopile », allez faire les mesures de la tension à vide u_0 et du courant de court-circuit i_{cc} en fonction du flux lumineux reçu.
- Expliquez ce que vous observez en terme de mesure lorsque l'obturation de la photopile se fait longitudinalement et non transversalement comme le permet le boîtier.
- Modélisez les fonctions $i_{cc}(\Phi)$ et $u_0(\Phi)$ et comparez avec les résultats attendus provenant de la caractéristique complète de la photopile (qui n'est qu'une photodiode, rappelons-le).

4°) Redressement double alternance

- Si le temps restant le permet (les montages de la 2^e partie sont à aborder **avant**), faites le montage redresseur double alternance avec seuil ci-dessous avec des LED en guise de diodes et ce à des fréquences suffisamment faibles pour pouvoir observer le clignotement.

☞ *Remarque.* Prenez soin de choisir d'une même couleur les diodes qui se situent sur une même « diagonale » sur le schéma du circuit.

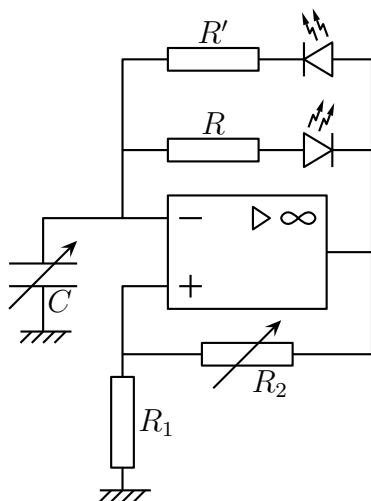


→ Décrivez rapidement mais précisément les caractéristiques expérimentales de ce montage.

II) Autour des amplificateurs opérationnels

1°) multivibrateur astable.

→ Réaliser le montage ci-contre avec un AO TL081; $R = 2,2 R' = 220 \text{ k}\Omega$; $R_1 = R_2 = 22 \text{ k}\Omega$; $C = 1,0 \mu\text{F}$.



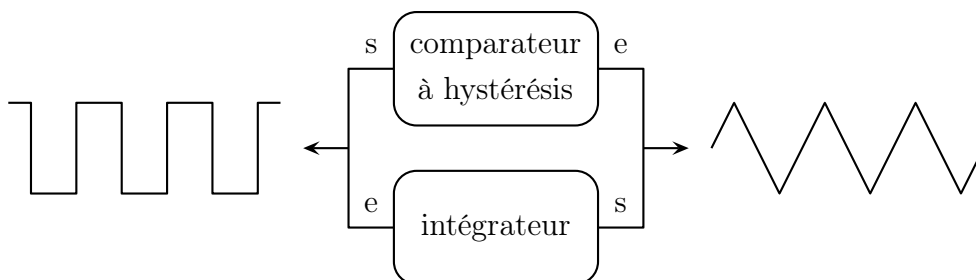
La période des oscillations s'écrit

$$T = C (R + R') \ln \left(\frac{1 + k}{1 - k} \right) \quad \text{avec} \quad k = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

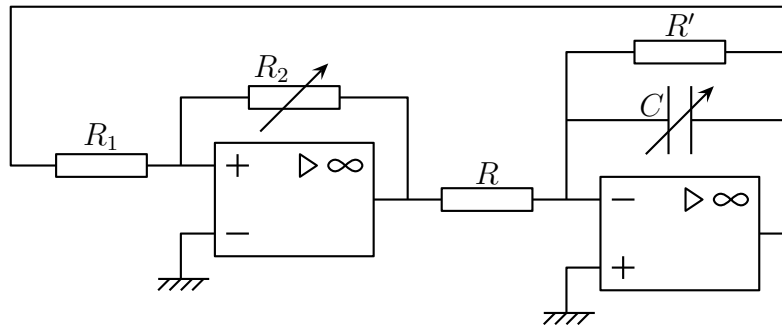
→ En faisant varier C et R_2 sur les plages de valeur que vous jugerez pertinentes, vérifiez expérimentalement la concordance ou la discordance de l'expression théorique de la période.

2°) Générateur de signaux

En associant deux circuits classiques, il est possible de réaliser un circuit délivrant une tension triangulaire et une tension rectangulaire.



- Réalisez le montage ci-dessous en utilisant 2 AO TL081; $C = 1,0 \mu\text{F}$; $R = 10 \text{ k}\Omega$; $R' = 1,0 \text{ M}\Omega$; $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$.



Ce montage a été étudié en cours §ELCT2·I. Il y a été montré que

- la tension de sortie de l'AO1 est une tension du type (rect; f ; V_{sat}) où

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{avec} \quad T = 4 \frac{R_1}{R_2} RC$$

- la tension de sortie de l'AO2 est une tension du type (triang; f ; $\frac{R_1}{R_2} V_{\text{sat}}$).

- En faisant varier C et R_2 sur les plages de valeur que vous jugerez pertinentes, vérifiez expérimentalement la concordance ou la discordance de l'expression théorique de la période.