

ETUDE D'UN PREAMPLI POUR PHOTODIODE

1 Généralités

Une photodiode est une diode sensible à la lumière. Polarisée en inverse, son courant de fuite augmente de plusieurs ordres de grandeur lorsqu'elle est illuminée. Ce composant est très utilisé comme receveur pour les transmissions numériques haut-débit par fibres optiques.

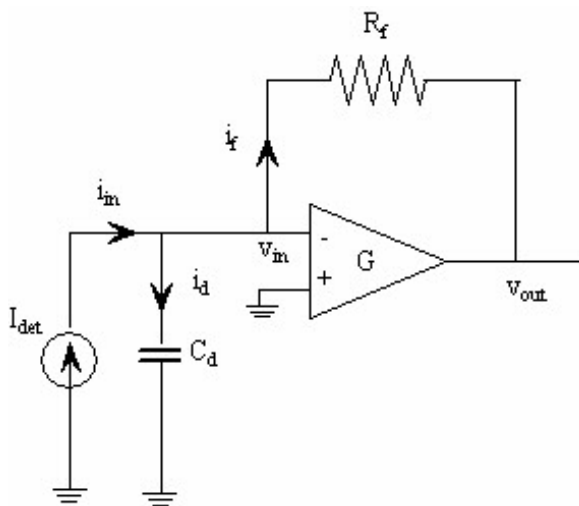
On s'intéresse dans cet exercice à une photodiode produisant $10 \mu\text{A}$ sous illumination. Elle est modélisée par une source de courant en parallèle avec une capacité $C_d = 10\text{pF}$.

Pour obtenir des signaux facilement exploitables ultérieurement, il est nécessaire d'amplifier ce signal et de le convertir en tension. On utilise pour cela un "amplificateur de transimpédance" (souvent appelé préamplificateur de courant) obtenu en connectant une résistance R_f entre entrée et sortie (en "contre-réaction") d'un amplificateur opérationnel.:

2 Etude du montage avec un ampli idéal

2.1 Calculer la transimpédance et l'impédance d'entrée de l'ampli seul.

2.2 Calculer la transimpédance de l'ampli connecté à la photodiode.



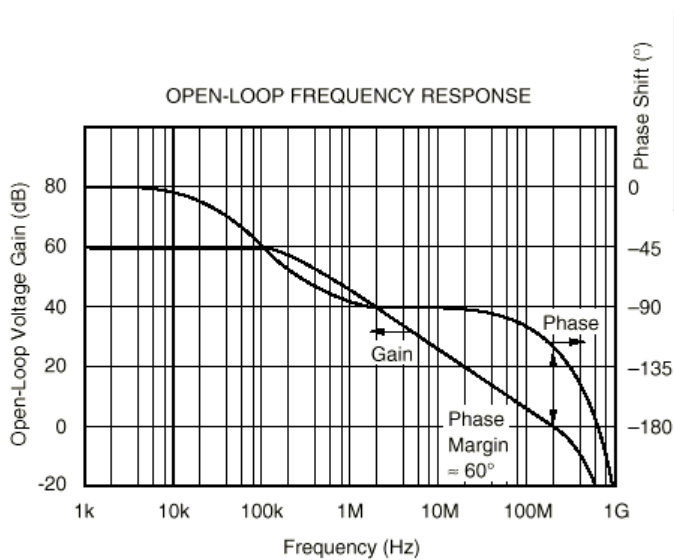
3 Cas d'un ampli réel

Dans la réalité, les amplificateurs opérationnels n'ont pas un gain infini, ni même grand quelle que soit la fréquence. Ils ont eux aussi leur bande passante et leur gain peut être modélisé au premier ordre en incluant cette bande passante :

$$G(j\omega) = \frac{G_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}} \quad (1)$$

G_0 est le gain en basse fréquence et ω_0 est la fréquence où le gain commence à décroître (dit pôle dominant). A la fréquence $\omega_c = G_0\omega_0$, l'amplificateur n'a plus de gain ($G=1$) ; elle est dite fréquence de gain unité. On fera l'étude qui suit avec 2 amplis :

- LM741 : ampli traditionnel : grand gain : $G_0 = 200\ 000$ mais assez lent $f_c = 1$ MHz
- OP620 : ampli rapide : gain plus petit : $G_0 = 1\ 000$ mais bonne vitesse $f_c = 200$ MHz



- 3.1** Calculer l'impédance d'entrée de l'ampli seul. En trouver une modélisation.
- 3.2** Calculer la transimpédance du système complet.
- 3.3** Application numérique avec les 2 amplis :
- 3.4** Comparer avec le système équivalent de l'impédance d'entrée

4 Stabilisation du préamplificateur

pour stabiliser l'ampli et amortir les oscillations, il faut dissiper l'énergie et donc connecter une résistance de plus faible valeur en parallèle sur l'entrée (la calculer). Malheureusement, cette solution n'est pas acceptable car elle augmente énormément le bruit électronique en sortie du préamplificateur et donc le taux d'erreur. Une méthode astucieuse consiste alors à connecter une résistance virtuelle sur l'entrée par le biais d'une capacité C_f en parallèle avec R_f .

- 4.1** Calculer l'impédance d'entrée de l'ampli réel avec une capacité C_f en contre-réaction.
- 4.2** Calculer C_f pour stabiliser le préamplificateur