

# TP n° 13 de Physique - Électricité

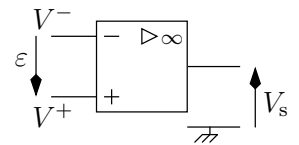
## Filtrage actif avec ALI

### Objectif du TP

L'amplificateur linéaire intégré est un quadripôle essentiel dans l'électronique analogique. Ses principaux points forts sont le faible coût de réalisation et la faible variabilité des paramètres (gain, bande passante). Cette séance a pour objectif de mettre en œuvre un filtre actif faisant intervenir un ALI.

### 1 Rappels de cours sur l'amplificateur linéaire intégré

L'amplificateur linéaire intégré est un quadripôle actif fabriqué à partir de matériau semi-conducteur. Il est capable de fournir de l'énergie supplémentaire au circuit et de réaliser deux types de fonctions : l'amplification des signaux en « régime linéaire » ou la comparaison des signaux en « régime saturé ».



Un amplificateur linéaire intégré, de façon classique,

- est supposé **idéal** : impédance d'entrée infinie, impédance de sortie nulle, gain entrée-sortie  $\mu$  infini
- fonctionne en régime **linéaire** :  $V_s = \mu \varepsilon$ , avec  $\varepsilon = V^+ - V^-$  ;  $V_s \in [-15 \text{ V}, 15 \text{ V}]$  classiquement

Dans ces deux conditions, les règles à appliquer sont :

- $V^+ = V^-$  (car  $\varepsilon = 0$ , car  $\mu = \infty$ )
- $i^+ = i^- = 0$  (car impédance d'entrée infinie)

Ceci est bien entendu valable en particulier en régime sinusoïdal permanent. Tout ALI étudié au sein d'un formalisme complexe doit être en régime linéaire.

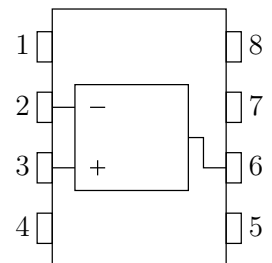
Si on n'est pas en régime linéaire, alors on est en régime **saturé** :  $V_s$  devient égale (car ne pouvant dépasser) aux tensions maximale/minimale de l'alimentation de l'appareil, notées  $\pm V_{cc}$ . Ainsi,

- si  $V^+ > V^-$  ( $\varepsilon > 0$ ), alors  $V_s = +V_{cc}$
- si  $V^+ < V^-$  ( $\varepsilon < 0$ ), alors  $V_s = -V_{cc}$

### 2 Branchement pratique de l'amplificateur linéaire intégré

En pratique, l'ALI se présente sous la forme d'un boîtier à 8 broches :

- |   |  |
|---|--|
| 1. équilibrage (non utilisée)             | 5. équilibrage (non utilisée)              |
| 2. entrée inverseuse $V^-$                | 6. sortie $V_s$                            |
| 3. entrée non inverseuse $V^+$            | 7. potentiel haut d'alimentation $+V_{cc}$ |
| 4. potentiel bas d'alimentation $-V_{cc}$ | 8. non affectée                            |



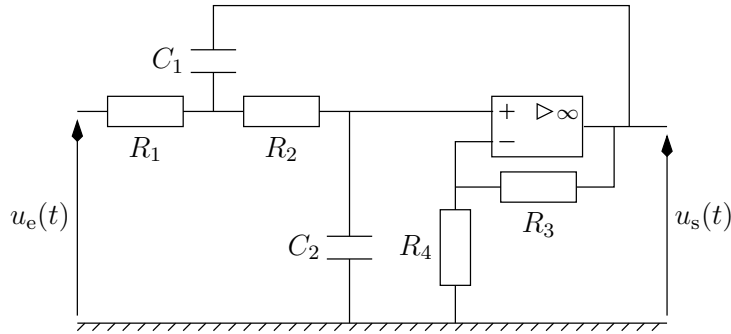
Attention : l'ALI est un appareil **actif**, qui ne peut fonctionner **que s'il est alimenté** par un dispositif extérieur au circuit. Sans alimentation, il se détériore. Il faut absolument que l'amplificateur soit alimenté (par l'alimentation stabilisée  $+15 \text{ V} / -15 \text{ V}$ ) en permanence lorsqu'il est en fonctionnement.

- Lors du câblage, il faut toujours commencer par brancher l'alimentation.
- Lors du décâblage, il faut toujours terminer par débrancher l'alimentation.
- Il est interdit d'éteindre l'alimentation si une source est encore allumée.

### 3 Étude expérimentale du filtre

On considère le filtre ci-dessous. On se servira des résultats théoriques obtenus dans le Devoir Maison n° 15.

L'ALI est supposé idéal et fonctionne en régime linéaire. La tension d'entrée, fournie par un générateur basse fréquence, est sinusoïdale :  $u_e(t) = E \cos(\omega t)$ . On prend  $R_1 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C_1 = C_2 = 100 \text{ nF}$ . Le gain statique est grand, on prendra une amplitude  $E$  d'entrée de l'ordre de 0,5 V.



- M1** Câbler ce circuit de façon à visualiser la tension  $u_e(t)$  aux bornes du générateur en voie 1 de l'oscilloscope et la tension de sortie  $u_s(t)$  en voie 2.
- M2** Déterminer expérimentalement le type du filtre. Déterminer la présence ou l'absence de résonance.
- M3** Mesurer tous les éléments permettant de positionner correctement le diagramme de Bode en gain, en indiquant soigneusement dans le compte-rendu la méthode utilisée :
- le gain statique
  - la fréquence propre
  - la fréquence de coupure
  - la fréquence de résonance
  - le gain à la résonance
- M4** Relever dans un tableau les mesures permettant de tracer les diagrammes de Bode du filtre : fréquences, tensions d'entrée et de sortie ainsi que leur déphasage. On réalisera ces mesures aux fréquences déterminées par la préparation du DM n° 14. Tracer les diagrammes de Bode.
- M5** On remplace le signal sinusoïdal d'entrée par un signal créneau à la fréquence propre du filtre. Décrire ce que l'on observe et relier cela à l'étude théorique.