



# Montage avec ALI

## Filtre actif

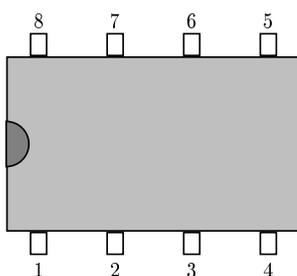
### I- Rappels

#### 1 - Qu'est-ce qu'un ALI ?

Un amplificateur linéaire intégré (ALI) est un macrocomposant qui a été, à l'origine, conçu pour les besoins des calculateurs analogiques. C'est aujourd'hui un circuit intégré sur une puce de silicium et qui comporte divers éléments : résistances, condensateurs, diodes...

#### 2 - Les bornes d'un ALI

Les ALI utilisés en TP sont intégrés dans un petit boîtier de la forme d'un petit rectangle (environ 1 cm \* 6 mm) de très faible épaisseur. Ce boîtier comporte 8 broches de connexion. Le schéma correspondant est donné ci-dessous.



On utilisera 5 connexions de l'ALI :

- 2 Entrée inverseuse  $E^-$
- 3 Entrée non inverseuse  $E^+$
- 4 Alimentation ( $-V_{cc} = -15\text{ V}$ )
- 6 Sortie
- 7 Alimentation ( $+V_{cc} = +15\text{ V}$ )

L'ALI est un circuit **actif** : il peut fournir de l'énergie au reste du circuit auquel il est relié et par conséquent, il ne peut fonctionner sans apport énergétique. Cet apport est classiquement réalisé grâce aux deux sources de tension de f.é.m.  $-V_{cc}$  et  $+V_{cc}$  soit ici -15 volts et +15 volts fournis par l'alimentation.

**Avant toute manipulation** connecter ces alimentations : -15 volts et +15 volts. Ces tensions sont référencées par rapport à une masse commune qu'il faut relier au circuit étudié, lequel sera relié ultérieurement à la terre via la masse de l'oscilloscope ou celle du GBF.

**Attention** : si les tensions d'alimentation -15 volts et +15 volts ne sont pas connectées, une tension appliquée sur une des bornes d'entrée de l'ALI risque de le détruire.

**Il faut donc toujours commencer par alimenter l'ALI dans un montage et couper l'alimentation de l'ALI en dernier. Il en va de la survie de l'ALI !**

La règle est simple :

## Un ALI alimenté est un ALI protégé.

Sur les schémas de montage, les alimentations ne sont jamais représentées par souci de simplification. Il faut cependant y penser car d'un point de vue pratique, sans elles, l'ALI ne peut pas fonctionner.

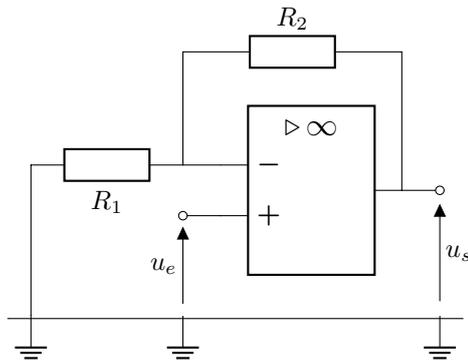
#### 3 - Le modèle de l'ALI idéal en mode linéaire

Pour qu'un ALI fonctionne en mode linéaire, il est indispensable qu'il existe une boucle de réaction entre la sortie et l'entrée inverseuse (propriété admise).

Les modes saturés sont parfois recherchés, ici on se contentera d'étudier le mode linéaire. Mais en cas de mauvais fonctionnement d'un composant, d'erreur de branchement, de signaux de trop grande amplitude etc..., on observera la saturation !

## II- Étude du montage amplificateur non inverseur

### 1 - Schéma du montage



On prendra :

$$R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega.$$

Étude théorique :

L'ALI est supposé idéal, de gain infini et en régime linéaire. Établir l'expression de la fonction de transfert de ce montage.

Que vaut la résistance d'entrée ?

### 2 - Mesures

- Placer d'ALI sur la plaquette bleu Jeulin et l'alimenter.
- Placer les autres composants passifs, puis appliquer la tension d'entrée.
- Placer éventuellement les voies de l'oscilloscope.

#### Étude du gain

Pour un signal sinusoïdal d'amplitude 5,0 V et de fréquence 100 Hz, dessiner les courbes observées.

Augmenter l'amplitude d'entrée. Qu'observe-t-on ? Représenter les courbes. On parle d'écrtage de la tension de sortie.

Passer en mode XY, qu'observe-t-on ? Commenter la courbe obtenue. Mesurer le gain  $G$  et les tensions de saturation.

Pour une amplitude de 5,0 V, faire varier la fréquence (100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz). Mesurer  $G$  et le déphasage  $\varphi$ . Conclure.

#### Linéarité

Observer la FFT du signal de sortie :

- En l'absence de saturation ;
- En présence de forte saturation.

Représenter les spectres obtenus. Conclure sur la nature du montage suivant les deux cas : linéaire ou non linéaire.

#### Estimation de l'impédance d'entrée du montage

L'impédance d'entrée que l'on cherche à déterminer est très élevée, seule une estimation est envisagée.

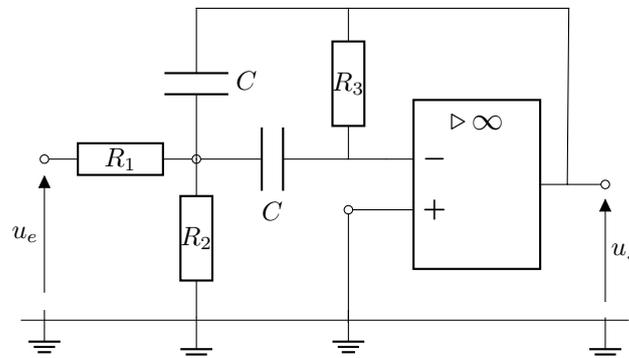
Pour cela on utilise une résistance variable de  $10^6 \Omega$  (ou plus ou moins si nécessaire) que l'on place en entrée du montage. On se place en régime sinusoïdal (1 kHz par exemple) en reliant le GBF à l'entrée du montage (avec boîtes AOIP). Voir schéma au tableau.

Exprimer  $u_e$  en fonction de  $u$  et  $u_s$  en fonction de  $u_e$ , de  $R$  et de la résistance d'entrée du montage.

Déterminer expérimentalement l'ordre de grandeur de la résistance d'entrée du montage. Conclure.

### III- Filtre de Rauch

#### 1 - Montage étudié



#### 2 - Préliminaire : étude théorique

L'objet de cette partie est l'étude d'un filtre d'ordre 2 appartenant à la famille des filtres de Rauch.

On travaille en régime sinusoïdal :  $u_e(t) = E \cos(\omega t)$  et  $u_s(t) = U_{sm} \cos(\omega t + \varphi)$ .

Fonction de transfert

- Établir l'expression de la fonction de transfert de ce filtre  $\underline{H}(j\omega) = \frac{U_s}{U_e}$ .
- Mettre la fonction de transfert sous forme canonique.
- En déduire les expressions de la pulsation caractéristique de ce filtre, du facteur de qualité et de  $H_0$ .
- Quelle est l'expressions de la réponse en gain en décibels ( $G_{dB}(x)$ ) de ce filtre ?  $x$  est la pulsation ou fréquence réduite.
- Quelle est la fréquence théorique notée  $f_{max,th}$  associée au gain maximal de ce filtre ?
- Quelles sont les asymptotes ABF et AHF à la courbe de gain en décibel ? Leurs pentes théoriques ?
- Quelles sont les expressions littérales qui donnent les fréquences de coupure en fonction de  $f_0$  fréquence caractéristique et de  $Q$  ?
- Quelle est alors la largeur de la bande passante à -3 dB en fonction de  $f_0$  et de  $Q$  ?
- Quelle est la réponse en phase ( $\varphi(x)$ ) en choisissant un déphasage  $\varphi$  de  $u_s$  par rapport à  $u_e$  compris entre  $-\pi$  et  $+\pi$  ?

#### 3 - Étude expérimentale

Réaliser le montage en prenant  $R_1 = 2,7 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1,0 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 10,0 \text{ k}\Omega$  et  $C = 33 \text{ nF}$ .

Remarque pratique : Rappelons que pour faire de bonnes mesures d'amplitudes à l'oscilloscope il faut prendre le plus petit calibre en tension (afin d'avoir les courbes les plus grandes possibles à l'écran et donc avoir une lecture la plus précise possible).

Le circuit étudié étant un filtre dont on se propose d'étudier le comportement en fréquence. L'amplitude de la tension d'entrée délivrée par le générateur est fixée à  $E = 1,5 \text{ V}$ .

Étude rapide du filtre

Faire varier la fréquence en jouant sur la gamme en fréquence du GBF (10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, etc). De quel type de filtre s'agit-il ?

Pour ce type de filtre, quel est le déphasage de la sortie par rapport à l'entrée lorsque le gain est maximal ?

En déduire (et rédiger sur votre rapport) une méthode expérimentale pour mesurer grâce à l'oscilloscope la fréquence  $f_{max}$  pour laquelle le gain du filtre est maximal. La comparer à  $f_{max,th}$ .

Évaluer expérimentalement les fréquences de coupure  $f_{c1,mes}$  et  $f_{c2,mes}$ .

### Diagrammes de Bode

Tracer les deux graphes du diagramme de Bode du filtre après avoir effectué les mesures suivantes :

f (Hz)	20	50	100	200	500	1,0 k	$f_{c1}$	$f_0$	2,0 k	$f_{c2}$	5,0 k	...	100 k
$U_e$ (V)													
$U_s$ (V)													
$ H $													
G (dB)													
$\varphi$													

Faire apparaître les asymptotes ABF et AHF des courbes en gain et en phase. Grâce à ces asymptotes, déterminer graphiquement la fréquence  $f_{0,graph}$ , les deux fréquences de coupures :  $f_{c1,graph}$  et  $f_{c2,graph}$  et les pentes (en dB/dec) des asymptotes.

Commentaires