

TP - Étude de montages à amplificateur linéaire intégré (ALI)

Matériel pour tous : un GBF, un oscilloscope numérique TDS2001C, un multimètre (mesures de R et C), une plaquette LAB, un ALI, une alimentation +15V/-15V, des résistances et capacités à choisir, boîtes à décades de résistances 100 Ω , 1 k Ω et 10 k Ω .

Capacité exigible travaillée :

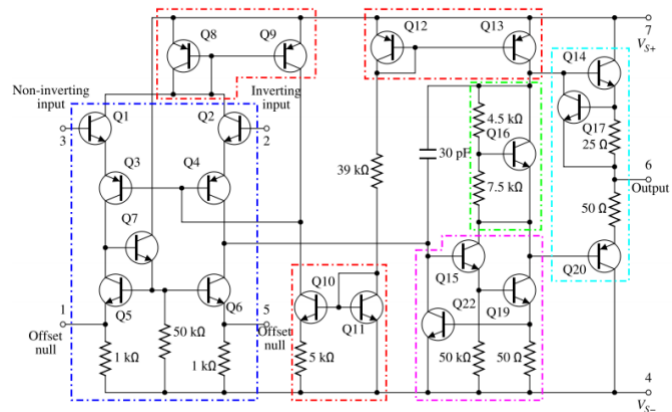
Mettre en œuvre les fonctions de base de l'électronique réalisées par des blocs dont la structure ne fait pas l'objet d'une étude spécifique (MPSI)

Travail préparatoire :

- Lire les généralités sur l'ALI (paragraphe I)
- Calculer les fonctions de transfert des montages II.1, IV.1, V.1.

I. Généralités sur l'ALI

L'Amplificateur Linéaire Intégré (ALI) est un circuit électronique complexe :



Alimentation :

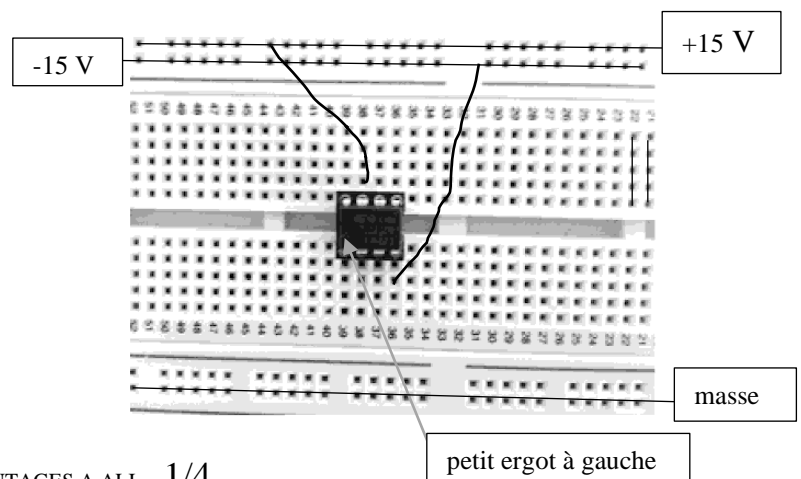
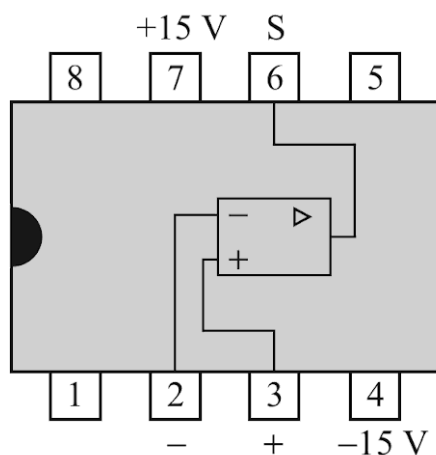
C'est un composant actif, c'est-à-dire nécessitant une source d'énergie. Il doit être alimenté par une source de tension continue (On choisira $V_{cc+} = +15\text{ V}$ et $V_{cc-} = -15\text{ V}$). Cette alimentation doit être branchée à l'ALI avant le reste du circuit et éteinte en dernier.

Il possède aussi deux bornes d'entrées (E_- et E_+) et une borne de sortie V_s .

Branchements :

L'ALI possède 8 pattes repérables par un demi-cercle ou un point sur le circuit intégré. Les branchements à effectuer sont représentés ci-dessous (schéma de gauche).

Sur la plaquette LAB, l'ALI doit être disposé de façon à ce que ses 8 pattes aient un potentiel différent (schéma de droite ci-dessous)

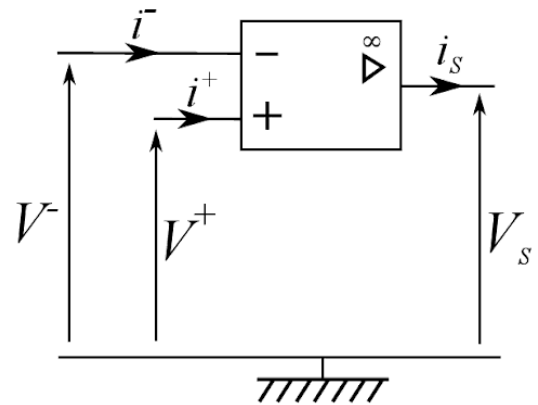


Modélisation et régimes de fonctionnement :

L'ALI présente trois bornes principales :

- deux bornes d'entrée E_+ et E_- . On note V_+ et V_- les potentiels de ces deux entrées (par rapport à la masse) et i_+ et i_- les courants d'entrée.
- une borne de sortie S . On appelle V_S la tension de sortie et i_S le courant de sortie.

On appelle tension différentielle la grandeur $\varepsilon = V_+ - V_-$.



Un ALI idéal possède les caractéristiques suivantes :

- Les courants d'entrée i_+ et i_- sont nuls (donc son impédance d'entrée est infinie)
- **En régime de fonctionnement linéaire** $\varepsilon = 0$
ou $V_+ = V_-$
- **En régime de fonctionnement saturé :**
 - * $V_S = + V_{Sat}$ si $\varepsilon > 0$
 - * $V_S = - V_{Sat}$ si $\varepsilon < 0$

Limitations :

Saturation en tension : la tension de sortie ne peut pas dépasser, en valeur absolue, une tension de saturation V_{Sat} de l'ordre de la tension d'alimentation.

Saturation en courant : le courant de sortie ne peut pas dépasser $i_{S,max} \approx 20$ mA.

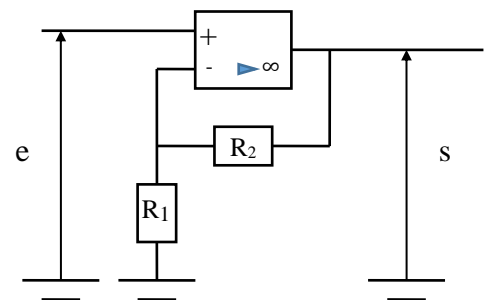
La tension de sortie ne peut pas varier trop rapidement $\left| \frac{dV_S}{dt} \right| \leq \sigma \approx 1 \text{ à } 10 \text{ V} \cdot \mu\text{s}^{-1}$

Défauts l'ALI réel présente plusieurs défauts :

- Des impédances d'entrée non infinies donc des courants d'entrée non nuls (de l'ordre de 10 nA)
- Un gain en régime linéaire non infini (donc ε non nul) et qui dépend de la fréquence (passe-bas).

II. Montage amplificateur non inverseur

L'amplificateur non inverseur correspond au schéma ci-contre :

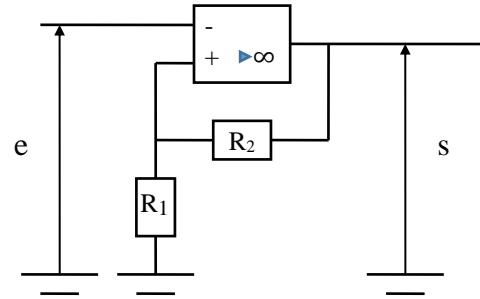


- 1) Si l'ALI est idéal, montrer que son gain est $G = 1 + \frac{R_2}{R_1}$.
- 2) Câbler le montage pour $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
- 3) Alimenter le montage par un signal sinusoïdal de fréquence 500 Hz et d'amplitude crête à crête 1 V ; visualiser l'entrée et la sortie et déterminer le rapport de leurs amplitudes et leur déphasage.
- 4) Limitation en tension : Avec la même valeur de fréquence, augmenter la tension d'entrée ; quelle modification subit le signal de sortie ? A partir de quelle valeur de la tension d'entrée ? Mesurer les valeurs correspondantes, les comparer aux tensions d'alimentation V_{CC+} et V_{CC-} et au gain du montage.
- 5) Limitation en fréquence :
On vérifiera que la sortie reste toujours sinusoïdale (baisser la valeur de la tension d'entrée si nécessaire). Alimenter le montage par un signal sinusoïdal d'amplitude crête à crête 1 V et de fréquence 1 kHz. Augmenter progressivement la fréquence et observer V_e et V_s à la fois. Mettre en évidence qualitativement le caractère passe-bas du montage et déterminer sa fréquence de coupure à -3 dB.

III. Comparateur à hystérésis

Le comparateur à hystérésis ou trigger de Schmitt, ne diffère du montage précédent que par une inversion des bornes de l'ALI.

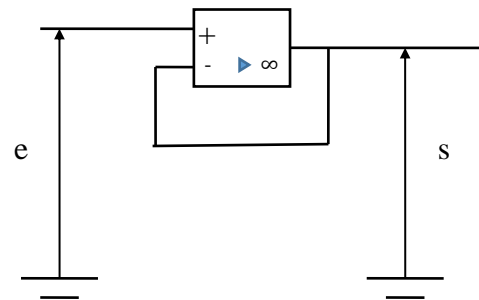
L'ALI fonctionne alors en régime saturé.



- 1) Observer en bi-courbe $e(t)$ et $s(t)$ avec un signal d'entrée sinusoïdal de fréquence 500 Hz. Faire varier l'amplitude du signal d'entrée. Observer que pour une amplitude faible de $e(t)$ le signal de sortie est toujours à saturation mais on n'observe pas de basculement de la saturation haute à la saturation basse. Pour une amplitude suffisante le basculement apparaît.
- 2) Tracer la caractéristique $s = f(e)$ de ce montage et expliquer pourquoi il est appelé comparateur à hystérésis.

IV. Montage suiveur (ou isolateur)

Le montage suiveur correspond au schéma de principe ci-contre :



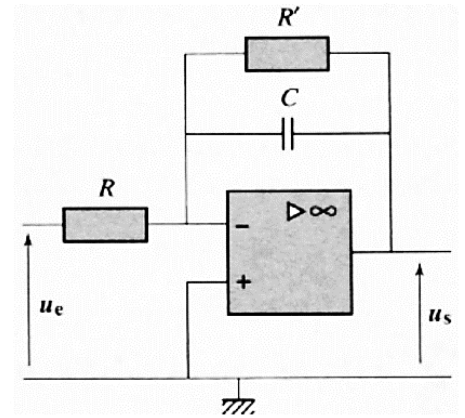
- 1) Montrer que ce montage est un cas particulier du précédent. Quel est son gain ?
- 2) Réaliser le montage permettant la même étude que précédemment. Déterminer les gammes de fréquences et d'amplitudes d'entrée pour lesquelles le fonctionnement du montage n'est pas affecté par les limitations précédentes.
- 3) Application :
 - On réalise un filtre passe-bas du premier ordre avec une résistance de $1 \text{ k}\Omega$ et un condensateur de capacité $C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$. Ce filtre est relié à un circuit d'utilisation (ou circuit de charge) constitué d'une résistance R_{Charge} (boîte à décade). Dessiner le montage. Alimenter le circuit par une tension sinusoïdale de fréquence 1 kHz et d'amplitude 1V environ ; faire varier R_{Charge} : V_S est-elle fonction de R_{Charge} ?
 - Intercaler un montage suiveur entre le filtre passe-bas et la résistance de charge ; refaire les mesures précédentes et conclure quant à l'intérêt du suiveur.

V. Montage pseudo-intégrateur

Le montage pseudo-intégrateur correspond au schéma de principe ci-contre :

On choisira $R = 1 \text{ k}\Omega$, $R' = 1 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$.

(Sans la résistance R' , le montage sature à cause d'un défaut de l'ALI qui est une faible tension continue de décalage d'entrée de l'ordre du mV)



- 1) Montrer que la fonction de transfert de ce montage est

$$\underline{H} = \frac{-R'/R}{1+jR' C \omega}$$

- 2) Préciser dans quelle zone de fréquences ce montage effectue effectivement l'intégration du signal d'entrée.
- 3) Câbler ce montage et vérifier son fonctionnement pour différents signaux d'entrée : sinusoïdaux, créneaux, triangulaires. Commenter.

Bilan : Rédiger une synthèse du TP en deux ou trois phrases.