



Lycée Charles Coëffin — Sciences physiques

Fiche de travaux pratiques — CPGE TSI2

TP 2 : Rétroaction : exemple de l'ALI

Durée : 2h

Objectifs

- Réalisation de montages à ALI.
- Observer et comprendre les limitations d'un ALI.

Prérequis : régime sinusoïdal forcé, méthode complexe, associations d'impédances complexes ; filtre passe-bas du premier ordre ; systèmes linéaires, continus et invariants (LCI), critère de stabilité d'un LCI.

Matériel

Équipement	Spécifications / Remarques	Quantité
GBF	Attention au type d'amplitude sélectionné : <i>root mean square (RMS)</i> ou <i>peak to peak</i> (crête-à-crête).	1
Oscilloscope	Les masses des deux voies sont connectées au même potentiel.	1
Boîtes à décades de résistances		2
Alimentation $\pm 15\text{ V}$	L'alimentation et l'ALI doivent avoir la même masse.	1
ALI	Brancher l'alimentation $\pm 15\text{ V}$ de l'ALI avant de brancher le GBF et appeler le professeur pour vérifier.	1

Sécurité

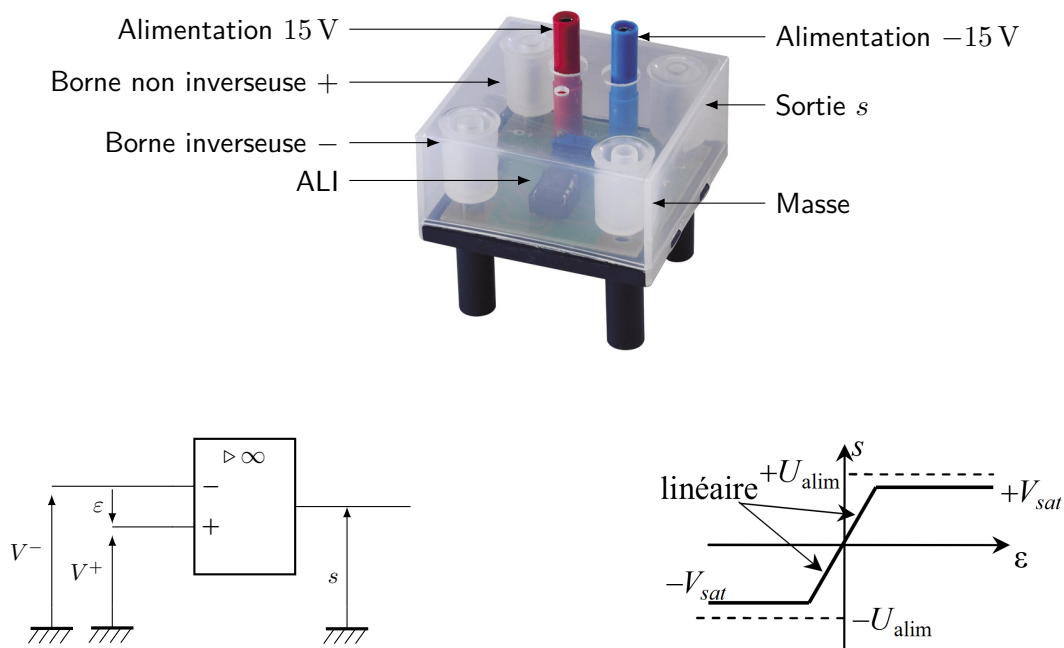
- Couper l'alimentation avant tout câblage.
- Ne pas dépasser une amplitude de 12 V pour la tension de sortie du GBF. Éviter les courts-circuits prolongés.

Introduction

L'amplificateur opérationnel (noté AO ou ALI) est un circuit intégré **actif** : il fournit donc de l'énergie via une alimentation (bornes $\pm U_{\text{ali}} = \pm 15 \text{ V}$ non représentées sur les schémas électriques). Il comporte **deux entrées** : une entrée non inverseuse notée $+$ et de potentiel électrique V^+ , une entrée inverseuse notée $-$ et de potentiel électrique V^- .

Il comporte également **une sortie** dont la tension par rapport à la masse est notée s .

Comme son nom l'indique, l'ALI amplifie la différence de potentiels électrique en entrée $\varepsilon = V^+ - V^-$ pour donner une tension de sortie s . Néanmoins, la tension de sortie s ne peut pas dépasser les tensions de saturation $\pm V_{\text{sat}}$ légèrement inférieures aux tensions d'alimentation $\pm U_{\text{ali}}$. Lorsque s atteint ces limites, on dit que l'ALI fonctionne en **mode saturé**, sinon il fonctionne en **mode linéaire**.



Pour étudier théoriquement l'ALI en mode linéaire, on considère un modèle simplifié du premier ordre pour lequel

- les résistances des entrées non inverseuse $+$ et inverseuse $-$ sont infinies : donc les courants de polarisation (les courants entrants dans les bornes $+$ et $-$) sont d'intensité nulle
- la résistance de sortie est nulle
- la fonction de transfert est de type passe-bas du premier ordre :

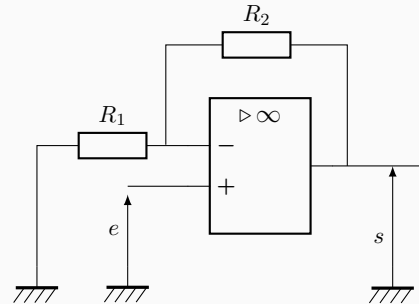
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{s}{\varepsilon} = \frac{\mu_0}{1 + j\omega\tau} \quad \text{ou} \quad \underline{H}(p) = \frac{\mu_0}{1 + p\tau}$$

avec $\omega_c = 1/\tau$, la **pulsation de coupure** de l'ordre de $100 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et le **gain statique** $\mu_0 \simeq 10^5$.

1 Amplificateur non inverseur

Procédure

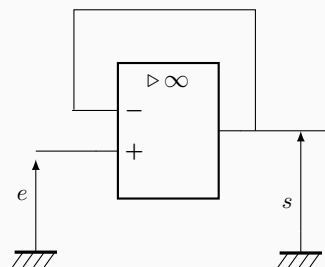
1. Le montage de l'amplificateur non inverseur est donné ci-contre. **Exprimer** V^+ en fonction de e puis V^- en fonction de s .
2. En supposant dans un premier temps l'ALI idéal de gain infini en régime linéaire, **exprimer** s en fonction de e . **Conclure** sur l'intérêt du montage.
3. On utilise maintenant le modèle du premier ordre de l'ALI donné dans l'introduction. ** tablir** la fonction de transfert du montage ou l'équation différentielle entrée-sortie. **Déterminer** si le système est stable ou non.
4. Dans le modèle idéal, **choisir** des valeurs de R_1 et R_2 afin d'obtenir un rapport d'amplification de 3.
5. **Réaliser** le montage sans allumer le GBF ni l'alimentation de l'ALI. **Appeler** le professeur pour vérifier.
6.   l'aide du GBF, **alimenter** le circuit avec une tension d'entrée e sinusoïdale d'amplitude $E = 2\text{ V}$ et de fréquence $f = 100\text{ Hz}$. **Observer** e sur la voie 1 et s sur la voie 2. **S ch matiser** les signaux et **conclure**.
7. **Faire varier** progressivement l'amplitude de e de 2 V   5 V. **S ch matiser** les signaux et **Conclure**.



2 Montage suiveur

Procédure

8. Le montage du suiveur est donné ci-contre. **Exprimer** V^+ en fonction de e puis V^- en fonction de s .
9. **Exprimer** s en fonction de e . **Conclure** sur l'intérêt d'un tel montage (on donnera les valeurs de résistances d'entrée et de sortie du montage).
10. **Donner** la fonction de transfert du montage. **En déduire** l'équation différentielle qu'il respecte. **Comparer** le temps caractéristique du suiveur à celui de l'ALI seul.
11. **Réaliser** le montage sans allumer le GBF ni l'alimentation de l'ALI. **Appeler** le professeur pour vérifier.
12.   l'aide du GBF, **alimenter** le circuit avec une tension d'entrée e sinusoïdale d'amplitude $E = 2\text{ V}$. **Observer** e sur la voie 1 et s sur la voie 2. **S ch matiser** les signaux et **conclure**.
13. **Ajouter** une boîte à décades de résistances en sortie du montage suiveur. Cette résistance R constitue la charge de l'ALI. Observer la tension de sortie s aux bornes de R sur la voie 2 de



l'oscilloscope. **Exprimer** l'intensité i_S du courant de sortie de l'ALI en fonction de s et de R .

14. **Diminuer** progressivement la résistance R jusqu'à observer une limitation de la tension de sortie. **Mesurer** la valeur de s au début de cette limitation et **estimer** l'intensité maximale $I_{S,\max}$ que peut délivrer l'ALI.

3 Montage suiveur - bis

Procédure

15. **Enlever** la boîte décade en sortie du montage suiveur et **imposer** un signal créneau de fréquence $f = 100 \text{ Hz}$ en entrée e . **Observer** et **schématiser** la tension s sur la voie 2.

La tension de sortie d'un ALI idéal est capable de suivre instantanément les variations de la tension d'entrée. Il s'agit toutefois d'un modèle : **les variations de la tension de sortie d'un ALI réel ne peuvent pas être instantanées**. Elles sont bornées par le *slew rate*, qui s'exprime en $\text{V} \cdot \mu\text{s}^{-1}$.

16. Imposer un signal créneau d'amplitude $E = 5 \text{ V}$ et de fréquence initiale $f = 100 \text{ Hz}$. **Augmenter** la fréquence de e jusqu'à ce que le signal de sortie s ne "suive" plus e .
17. **Mesurer** le *slew rate* de l'ALI : la pente maximale d'un front du signal de sortie. **Conclure**.

Grille d'évaluation

Critère	Points
Présentation (propreté, orthographe, schéma)	4
Rigueur (résultats calculatoires, utilisation de lois et de théorèmes, ...)	6
Interprétation et validation	4
Implication (nombres de questions traitées)	6