

## CHAPITRE 12 : Filtrés actifs comportant un ALI

ALI idéal (parfait de gain infini) en régime linéaire	Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse comme un indice de stabilité du régime linéaire. Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur, intégrateur Déterminer les impédances d'entrée de ces montages.
---	--

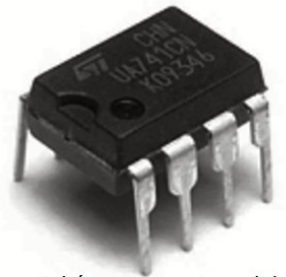
### Rapports du jury

- Les conséquences [du régime linéaire] sur la valeur de  $\epsilon = V_+ - V_-$  ne sont pas toujours connues ; et les hypothèses associées à l'ALI idéal pas toujours maîtrisées.
- Cette année, un nombre important d'étudiants n'ont pas su reconnaître ou justifier dans quel régime se situait un ALI, ni les conséquences que cela engendrait sur l'étude du circuit.
- **Les candidats qui obtiennent la totalité des points sont ceux qui définissent les grandeurs électriques utilisées – souvent sur un schéma du montage – et rappellent les propriétés de l'ALI avant de mettre en place une loi des mailles et une loi des nœuds.**

### I Présentation

Un amplificateur linéaire intégré (ALI), également appelé amplificateur opérationnel (AO) ; est un composant électronique comportant huit bornes (« pattes »), dont cinq sont toujours utilisés

Deux de ces bornes sont reliées à une source d'alimentation continue externe (  $\pm V_{cc}$  souvent  $\pm 15 V$  ) qui n'est pas représentée sur le schéma conventionnel



#### I.1) Schéma conventionnel

Celui-ci fait apparaître uniquement les trois bornes qui seront reliées au reste du circuit :

- l'entrée (ou borne) non inverseuse,
- l'entrée (ou borne) inverseuse
- la sortie
- la tension différentielle d'entrée est  $\epsilon =$

- $V_+$  et  $V_-$  sont respectivement les potentiels aux bornes non inverseuse et inverseuse
- $i_+$  et  $i_-$  sont les intensités au niveau des bornes d'entrées (aussi appelés courants de polarisation)
- $V_s$  est le potentiel de la sortie et  $i_s$  l'intensité débitée
- on note **en minuscule ou en majuscule** :
  - $v_+$  la tension entre l'entrée non inverseuse et la masse
  - $v_-$  la tension entre l'entrée inverseuse et la masse
  - $v_s$  la tension entre la sortie et la masse

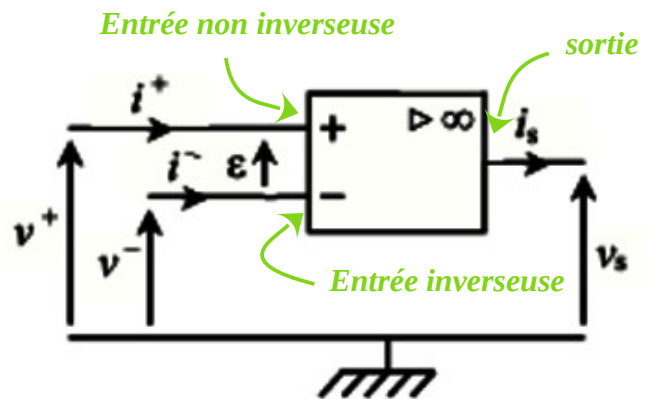
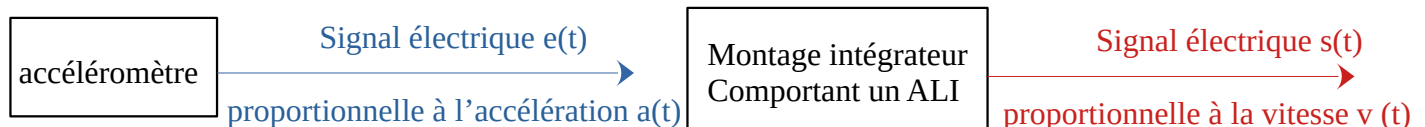


Schéma conventionnel de l'ALI

#### I.2) Utilisations

→ Réalisation de **filtrés actifs**, notamment pour filtrer les fréquences indésirables dans les signaux audio ou de communication ou pour réaliser des filtres intégrateur ou dérivateur

Exemple : on peut s'en servir pour déterminer la vitesse d'un objet à partir du signal d'un accéléromètre



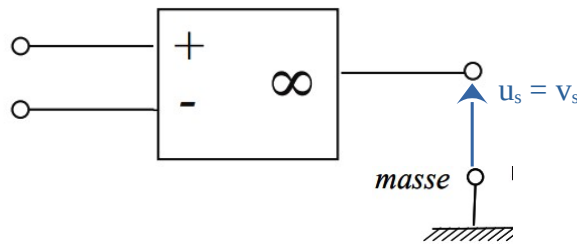
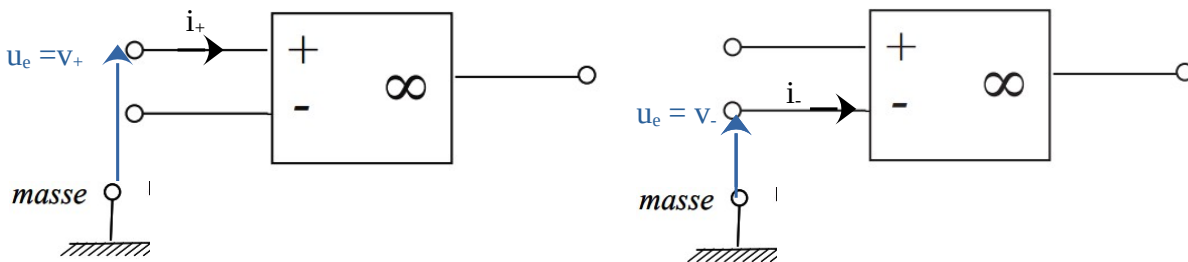
- Réalisation **d'un comparateur**. Par exemple le limiteur de vitesse : si le signal électrique  $s(t)$  proportionnelle à la vitesse dépasse une valeur seuil ( qui dépend de la vitesse limite imposée) on allume un voyant lumineux. Ce principe est aussi utilisé dans les circuits de détection, les alarmes, les circuits de contrôle, etc.
- Réalisation d'un **asservissements** (voir cours de SII) exemple : régulateur de vitesse, thermostat, etc...
- Réalisation de **circuits de conditionnement de signaux des capteurs**. Ils amplifient les signaux faibles des capteurs, les adaptent à d'autres circuits et les rendent plus facilement exploitables.

**I.3) Modèle de l'ALI linéaire du première ordre**

Valeur de la tension de sortie selon la tension différentielle d'entrée en régime statique (ou stationnaire) :

**Résistances d'entrée et de sortie de l'ALI parfait**

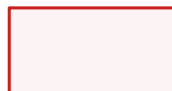
Qu'on prenne pour tension d'entrée  $u_e$  la tension aux bornes de l'entrée inverseuse ou non-inverseuse , On remarque ( voir fiche technique) **que la résistance d'entrée des bornes + et - est .....**



**I.4) Modélisation très idéale de l'ALI (modèle parfait)**

*On fera toujours cette approximation cette année*

soit



♥ **Ce n'est pas le cas en régime saturé !**

( Dès que  $v_+$  est différent de  $v_-$ , on est forcément en régime saturé car  $|\mu_0 \epsilon| > V_{sat}$  )

Les hypothèses du modèle semi-idéal *ont aussi valides pour le modèle parfait:*

- Résistance d'entrée infinie → courants de polarisation nuls



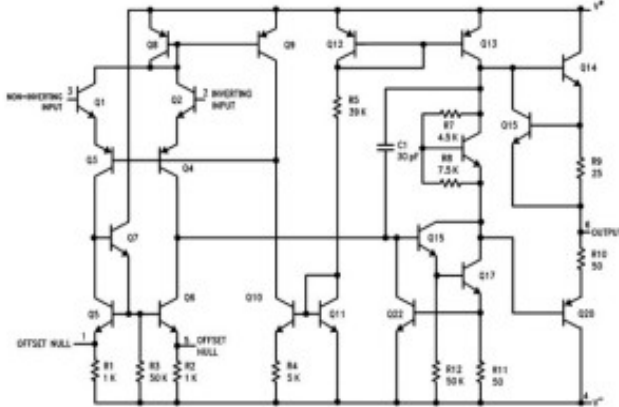
- une résistance de sortie nulle  $R_s = 0$  →

**Rmq : Attention !!**

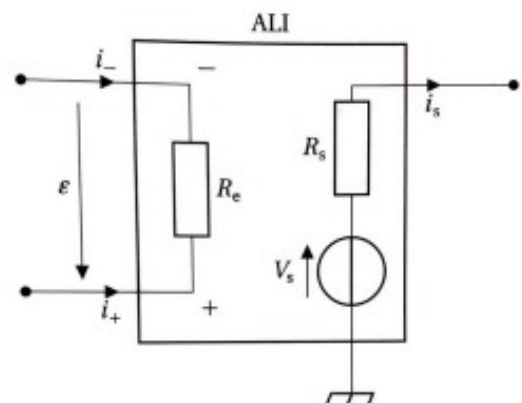
**Rmq**

L'ALI a été initialement conçu pour effectuer des opérations mathématiques dans les calculateurs analogiques : addition, soustraction, intégration, dérivation etc. C'est pourquoi ce composant porte aussi le nom d'amplificateur opérationnel (abrégé AO ou ampli op).

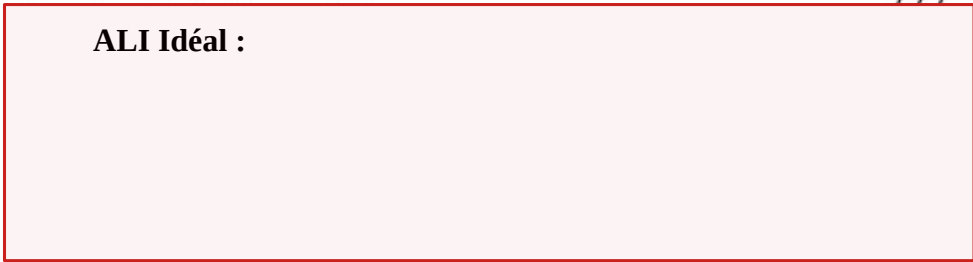
Schéma électronique de l'ALI



Modélisation simplifiée

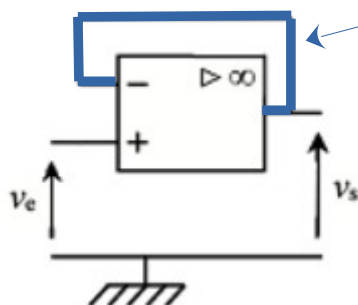
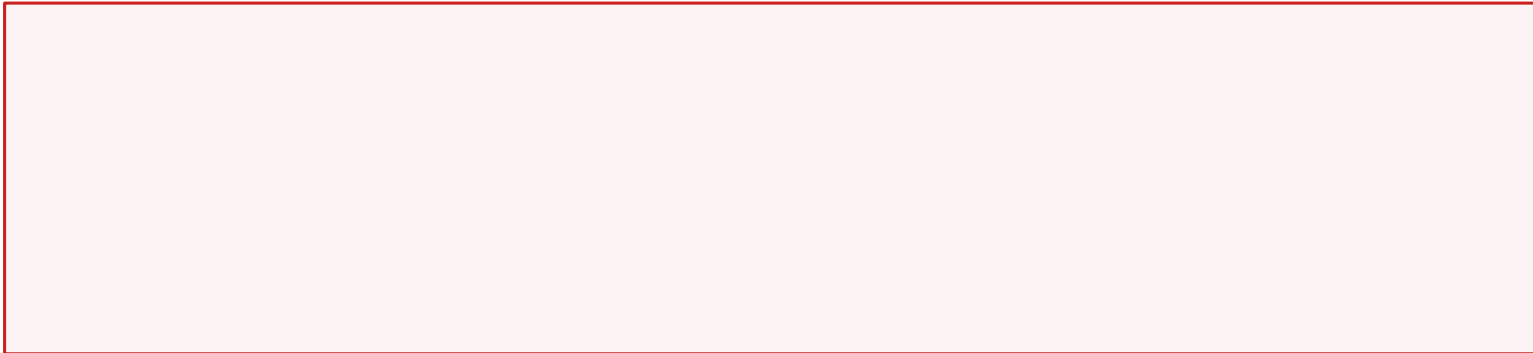


**ALI Idéal :**



**I.5) Condition nécessaire de stabilité (ALI stable = ALI en régime linéaire)**

On admet les résultats suivants valable pour tous les circuits à ALI



Ceci est une contre réaction sur la borne -  
On peut rajouter n'importe quel composant sur le fil bleu (résistor, bobine, condensateur, il y aura toujours contre réaction sur la borne -)

## II Exemples de montages à ALI en fonctionnement linéaire

### II.1) Méthode pour déterminer la relation entrée sortie d'un montage avec ALI idéal

- Nommer les intensités et tensions utiles, en n'oubliant pas que dans le modèle de l'ALI idéal, les intensités  $i_+$  et  $i_-$  dans les entrées + et - sont nulles

- Vérifier qu'il y a contre réaction, ce qui implique le fonctionnement linéaire **probable** de l'amplificateur ( si  $v_s < V_{sat}$  ).

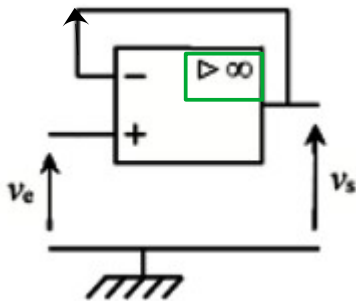
Dans ce cas pour un gain infini on a  $\epsilon = 0$  soit  $v_+ = v_-$ . (égalité des potentiels des deux entrées et donc des tensions par rapport à la masse commune)

- Écrire les lois habituelles ( loi des mailles, des nœuds, d'Ohm, relation tension courant pour C et L ) avec les grandeurs réelles en régime quelconque ou avec des grandeurs complexes si on travaille en régime sinusoïdal

- Éliminer toutes les grandeurs sauf les tensions d'entrée et de sortie

### II.2) Montage suiveur de tension

a) Détermination de la relation-entrée sortie (*à savoir refaire*)

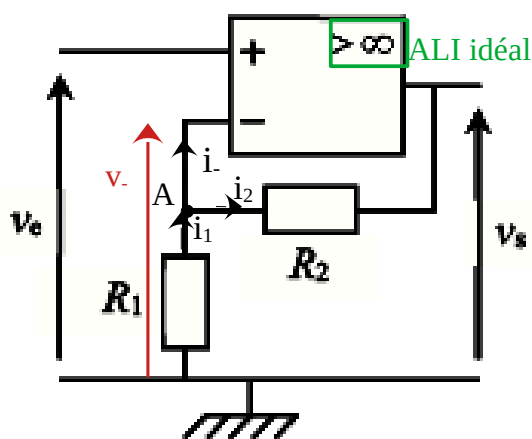


Un suiveur de tension idéal permet de recopier une tension sans prélever de courant en amont.

$$V_s = V_e \text{ avec } i_e = i_+ = 0$$

### II.3) Amplificateur non-inverseur

a) Détermination de la relation-entrée sortie (*à savoir refaire*)



Comme l'ALI est idéal →