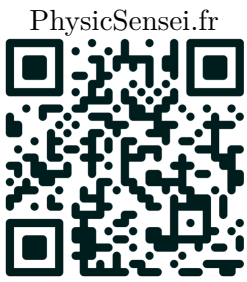


Prérequis : l'Amplificateur Linéaire Intégré

☰ Plan du cours		✍ Exercices
I	Qu'est ce qu'un ALI? 1 Caractéristiques de l'ALI	🏠 Voir fiche TD 🏠 Voir activités et TP
	A.1 Schéma et représentations 1	🌐 Tous les cours en ligne !
	A.2 Gain différentiel 2	
	A.3 Résistances d'entrée et de sortie 2	
II	Régime linéaire 2 Conditions du fonctionnement linéaire	
	A.1 Contre-réaction négative 2	
	A.2 Limitations en tension 3	
	Etablissement de la fonction de transfert	
	B.1 Méthode générale 3	
	B.2 Suiveur 4	
	B.3 Amplificateur non inverseur 4	
	B.4 Amplificateur inverseur 5	
III	Régime saturé 5 Condition du fonctionnement en régime saturé • Étude des ALI en régime saturé	
	B.1 Méthode générale 6	
	B.2 Comparateur simple 6	

I Qu'est ce qu'un ALI ?

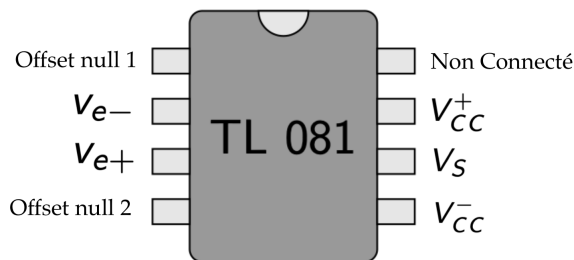
A Caractéristiques de l'ALI

A.1 Schéma et représentations

☰ Définition

L'amplificateur linéaire intégré (ALI) est un composant intégré actif se présentant sous forme d'une puce à huit broches. Il est aussi appelé Amplificateur Opérationnel, AO ou AmpliOp.

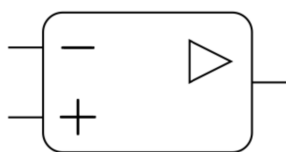
En pratique, l'ALI propose deux entrées pour une seule sortie.



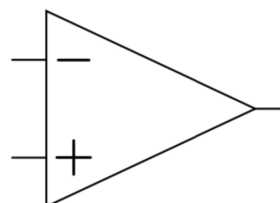
💡 Remarque

On ne fait pas paraître les bornes d'alimentations V_{CC}^+ et V_{CC}^- sur les schémas :

Notation européenne



Notation américaine

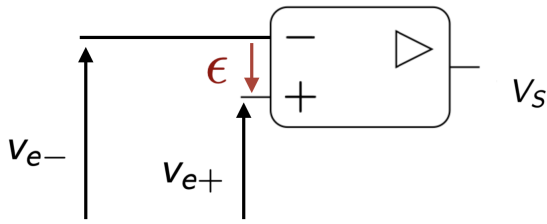


Dans la suite du cours, nous utiliserons la notation européenne.

A.2 Gain différentiel

Définition

Soit les deux tensions d'entrées V_{e+} et V_{e-} appliquées aux bornes non inverseuse et inverseuse respectivement, et V_S la tension de sortie.



On note alors ϵ la différence de potentielle (ou tension) entre les deux entrées de l'ALI :

$$\epsilon = V_{e+} - V_{e-}$$

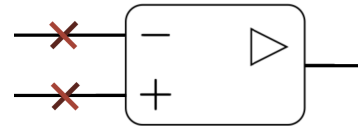
A.3 Résistances d'entrée et de sortie

Propriété

On utilise un modèle d'ALI pour lequel :

- Les résistances d'entrée sont infinies.
- La résistance de sortie est nulle.

La conséquence est que les courant d'entrée et de sortie sont nuls : $I^+ \simeq I^- = 0$.



II Régime linéaire

Définition

Le régime linéaire d'un amplificateur opérationnel (ALI) correspond à une situation où l'ALI fonctionne dans sa plage normale d'amplification, sans saturation. Dans ces conditions on a :

$$V_{e+} \simeq V_{e-}$$

A Conditions du fonctionnement linéaire

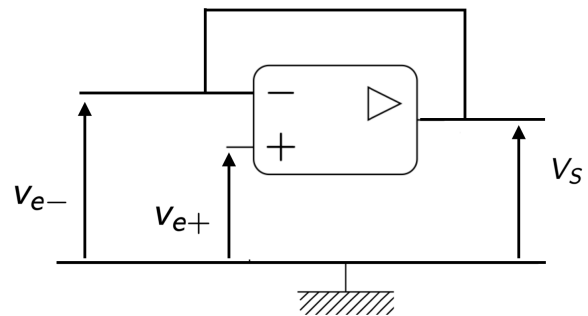
A.1 Contre-réaction négative

Propriété

Pour qu'un montage avec un ALI fonctionne en régime linéaire, il faut nécessairement que la sortie V_S soit reliée à l'entrée inverseuse v_{e-} .

Attention !

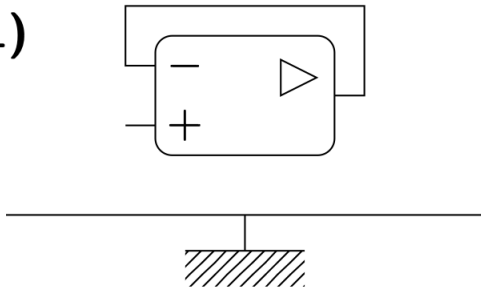
Il s'agit d'une condition nécessaire, non suffisante !



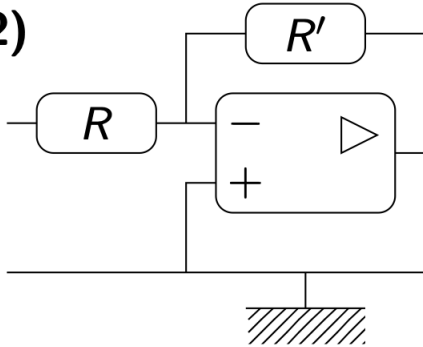
Exercice 1 Repérer les circuits dont le fonctionnement peut être linéaire



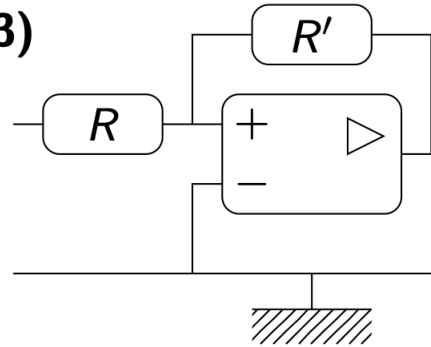
1)



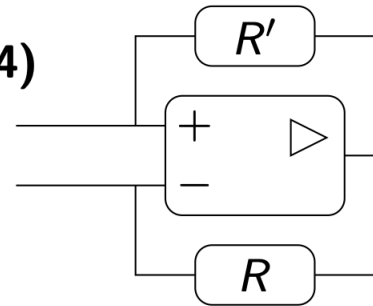
2)



3)



4)



A.2 Limitations en tension

Propriété

Pour que l'ALI soit en fonctionnement linéaire, il faut que la tension de sortie V_S soit plus petite que les tensions d'alimentations V_{CC}^+ et V_{CC}^- . L'ALI ne peut pas générer une tension supérieure à son alimentation.

B Etablissement de la fonction de transfert

Remarque

Toute la difficulté du travail avec des ALI réside dans l'établissement de la fonction de transfert, c'est à dire l'expression de la tension de sortie V_S .

B.1 Méthode générale

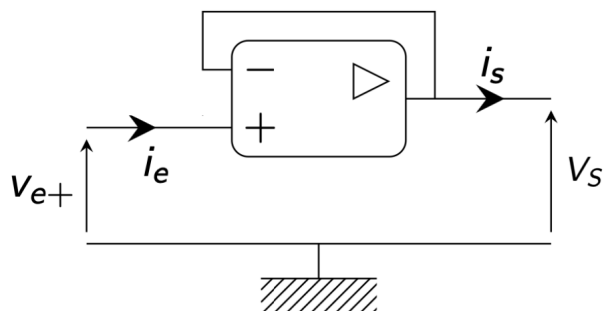
Méthode 1 : Etudier un système avec un ALI en régime linéaire

1. Vérifier que l'ALI possède une contre réaction négative, puis poser l'égalité $V_{e+} \simeq V_{e-}$.
2. Calculer V_{e+} avec les lois générales de l'électricité (loi des mailles, loi d'ohm, loi des noeuds).
3. Calculer V_{e-} avec les lois générales de l'électricité.
4. Poser l'égalité : $V_{e+} \simeq V_{e-}$
5. Extraire de cette égalité l'expression de V_S

B.2 Suiveur

Application

Prenons le cas le plus simple, et appliquons la méthode :



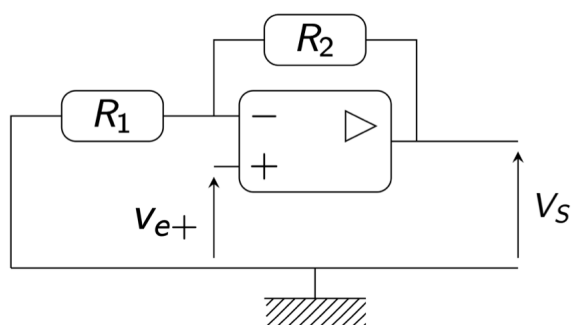
Remarque

L'intérêt d'un tel montage est que le courant d'entrée est nul, mais pas celui de sortie !

B.3 Amplificateur non inverseur

Application

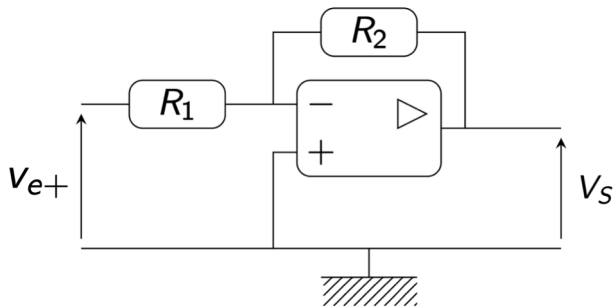
Prenons un cas très connu et appliquons la méthode :



B.4 Amplificateur inverseur

Application

Prenons un cas très connu et appliquons la méthode :



III Régime saturé

Définition

Le régime saturé d'un ALI correspond à une situation où la tension de sortie (V_S) atteint l'une de ses limites maximales ou minimales, imposées par les tensions d'alimentation (V_{cc}^+ et V_{cc}^-).

A Condition du fonctionnement en régime saturé

Propriété

Un ALI fonctionne en régime saturé s'il n'est pas en régime linéaire soit :

1. En l'absence de rétroaction négative.
2. La tension de sortie V_S est limitée par les tensions d'alimentation, ce qui se traduit par :

$$V_S \approx V_{cc+} \quad \text{ou} \quad V_S \approx V_{cc-}$$

3. En régime saturé, la différence entre les tensions d'entrée n'est pas nulle :

$$V_{e+} - V_{e-} \neq 0$$

Si $V_{e+} > V_{e-}$, alors $V_S \approx V_{cc+}$.

Si $V_{e+} < V_{e-}$, alors $V_S \approx V_{cc-}$.

Remarque

En pratique, la tension de sortie est légèrement inférieure à V_{cc+} ou supérieure à V_{cc-} , en raison des limitations internes de l'ALI (appelées "swing").

B Étude des ALI en régime saturé

B.1 Méthode générale

Méthode 2 : Étudier un système avec un ALI en régime saturé

Cette méthode permet d'identifier dans quelle direction un amplificateur opérationnel sature ($V_S = V_{cc}^+$ ou $V_S = V_{cc}^-$), en comparant les tensions aux entrées.

1. Poser : "On sait que $V_S = V_{cc}^+$ ou $V_S = V_{cc}^-$ ".
2. Calculer la valeur numérique de la tension à l'entrée non-inverseuse (V_{e+}).
3. Calculer la valeur numérique de la tension à l'entrée inverseuse (V_{e-}).
4. Comparer les deux résultats :
 - Si $V_{e+} > V_{e-}$, alors $V_S \approx V_{cc}^+$.
 - Si $V_{e+} < V_{e-}$, alors $V_S \approx V_{cc}^-$.

B.2 Comparateur simple

Application

Prenons le cas du comparateur le plus simple alimenté par une tension V_{e+} sinusoïdale et une tension V_{e-} continue et appliquons la méthode pour tracer l'évolution de la sortie V_S :

