AMPLIFICATEUR LINEAIRE INTEGRE (OU AOp)
EN REGIME LINEAIRE

BUT du TP

Étude du montage amplificateur inverseur
Identier les limitations suivantes : saturation en tension, saturation en courant, bande passante.
Identier la manifestation de la vitesse limite de balayage d'un ALI dans un montage.

PRELIMINAIRE : Rappeler l'allure de la **caractéristique de l'ALI idéal de gain infini** (en régime continu ou à faible fréquence), indiquer les domaines de fonctionnement linéaire ou saturé.

PRECAUTIONS PARTICULIERES :

Relier en premier l'alimentation stabilisée + 15 V , 0 V , -15 V à l'ALI, puis l'allumer.
Ce branchement pourra demeurer entre deux montages.
On défait ce branchement en dernier en fin de séance après avoir éteint l'alimentation.

A. MONTAGE AMPLIFICATEUR INVERSEUR

1. Montage en régime linéaire

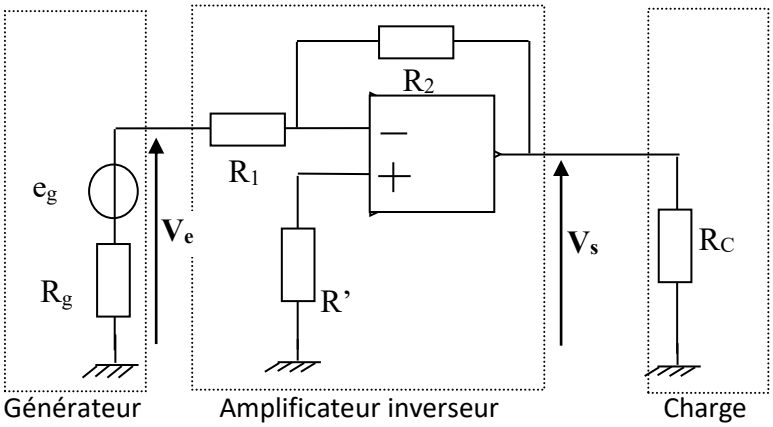
a) Schéma du montage

V_e est un **signal sinusoïdal** de fréquence f=1 kHz, d'amplitude U_E = 1V, de valeur moyenne nulle.
On a fait figurer sur le schéma la f.e.m e_G et l' impédance interne R_G = 50 Ω du générateur

R_1 =1 kΩ R_2 = 4,7 kΩ Rc = 10 MOhm

R_c est infinie (sauf paragraphe 2.b))

R' = 1 kΩ permet de minimiser l'effet des décalages entre les courants d'entrée.



On se place dans le cas d'un ALI idéal de gain infini, fonctionnant en régime linéaire.

- Établir la relation entre V_S et V_e.

b) Expérience

Le montage étant en **sortie ouverte (R_c infinie)** visualiser V_e (t), V_s (t) puis V_s (V_e), les représenter sur votre compte rendu. Pour visualiser Vs (Ve), utiliser "Utility": mode XY.

c) COMMENTER les courbes observées.

2. Limites du domaine linéaire de l'AO

a) Saturation en tension de sortie :

- *Réalisation expérimentale : faire croître l'amplitude du signal sinusoïdal délivré par le GBF : observer le phénomène de* **saturation en tension de sortie**.
  Représenter dans ce cas l'allure de la tension de sortie **(1,5 période suffit)**
  Quelles sont les valeurs maximale et minimale de la tension saturée ? Utiliser les curseurs pour les déterminer.

ATTENTION *:* En fonctionnement linéaire de l'AO, il **faudra toujours vérifier qu'il n'y ait pas saturation en tension**. Que faire si tel n'est pas le cas ?

b) Saturation en courant de sortie

- *Réalisation expérimentale :*
  revenir à une amplitude de signal sinusoïddlde l'ordre de 1V et, au lieu d'avoir une résistance de charge infinie, prendre pour R_C une résistance variable.
  Faire décroître la valeur de R_C et étudier la forme du signal de sortie.
  A partir d'une certaine valeur R_0 de R_C, il apparaît un phénomène de saturation en courant qui se traduit par un « écrêtage ». Bien noter la décroissance de l'amplitude de V_S, lorsqu'on diminue la valeur de R_C.
  Calculer V_S/R_c pour quatre valeurs différentes de R_c (entre 10 et 70 Ω) lorsque le signal de sortie est saturé.
  Déduire du signal observé à l'oscilloscope un ordre de grandeur de la valeur maximale de l'intensité de sortie de l'ALI $I_{S\,max}$
  Cet écrêtage, phénomène de saturation en courant, provient d'une fonction limitatrice en courant de sortie, interne à l'ALI, qui permet d'éviter sa destruction.

ATTENTION : En fonctionnement linéaire de l'AO, il faudra toujours vérifier qu'il n'y a pas **saturation en courant .** Que faire si tel n'est pas le cas ?

c) Vitesse de balayage (slew rate)

Il existe une limitation de la vitesse de variation de la tension de sortie. Elle correspond au fait que le temps de réponse de l'amplificateur opérationnel n'est pas négligeable et qu'il y aura un retard dans la réponse. Cela se traduit par une mauvaise reproduction des variations rapides des signaux.

On appelle $\sigma = \left|\frac{dV_S}{dt}\right|_{Max}$ la **vitesse de balayage** : vitesse limite de variation de la tension.

- *Réalisation expérimentale :*

  reprendre une résistance R_C infinie, choisir un signal d'entrée carré d'amplitude de l'ordre de 1V et faire croître la fréquence de 100 Hz à 100 kHz :
  - *à faible fréquence, observer $V_e(t)$ et $V_S(t)$*
  - *que se passe-t-il quand on augmente la fréquence ? Le signal de sortie est-il toujours carré ?* Représenter dans ce cas l'allure de la tension de sortie.

  Si la pulsation ω est trop élevée, $\left|\frac{dV_S}{dt}\right|$ peut atteindre la valeur de σ : on obtient ainsi en sortie une **triangularisation** du signal carré d'entrée.

- *Déterminer expérimentalement la valeur de σ*
  Constater que si l'amplitude de $V_e(t)$ diminue à fréquence constante, le défaut de triangularisation disparaît.

ATTENTION : En fonctionnement linéaire de l'ALI, il faudra toujours vérifier qu'il n'y a pas **triangularisation du signal.** Que faire si tel n'est pas le cas ?

c) Stabilité du montage

En régime linéaire, les entrées **inverseuse** et **non inverseuse** d'un amplificateur idéal « *semblent* » équivalentes, ce n'est pas du tout le cas.

- *Expérience*

Régler la fréquence du GBF à 500Hz.

Observer V_e (t) et V_s (t) *en permutant les entrées inverseuse et non-inverseuse de l'AO du circuit initial (IL FAUT REFAIRE ENTIEREMENT LE MONTAGE)*

Les entrées inverseuse et non inverseuse d'un amplificateur opérationnel sont-elles équivalentes ?

Sur quelle entrée de l'amplificateur opérationnel doit revenir la boucle de retour, ou boucle de rétroaction (bouclage entre l'une des entrées et la sortie de l'AO), pour que le montage soit stable ?

- Théorie : voir cours

A partir de la relation entre l'entrée différentielle $\varepsilon(t)$ et la sortie $V_s(t)$ dans le domaine de fonctionnement linéaire, établir l'équation différentielle vérifiée par $V_s(t)$.

Montrer que le régime est stable si le bouclage de V_s se fait sur sur E-, et instable si le bouclage se fait sur E+

B. MONTAGE SUIVEUR (si vous avez le temps)

(Initiative et autonomie)

1. Choisir un signal d'entrée sinusoïdal : f = 500Hz, V_e > 5V

Relier la boîte de résistance variable R_c directement sur le générateur, observer V_e à l'oscilloscope quand R_c varie.
Insérer le montage suiveur entre le générateur et R_c : observer V_s quand R_c varie .
Conclure sur l'intérêt du suiveur.

2. Reprendre pour le montage suiveur les différents points observés en montage amplificateur non inverseur.