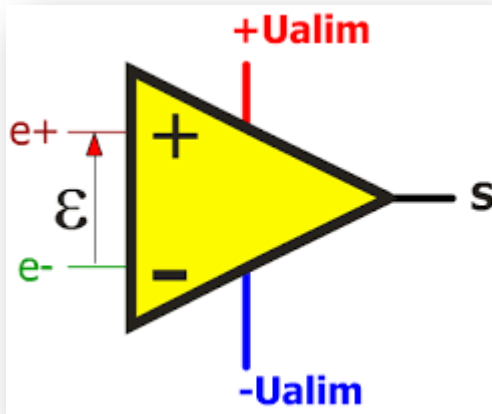


AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL



PREREQUIS :

- Cours d'électronique Numérique
- Travaux pratique de l'électronique

MATERIEL :

- Banc d'essai d'électricité.
- Instruments de mesure.

DOCUMENTS :

- Fascicule TP
- Cours et TD

DURÉE: 3.5 heures

NIVEAU : 1A-CP

I. Généralités sur le déroulement d'un TP

1. Les quatre phases d'un travail pratique

- Activer un processus ou déclencher un phénomène. Cette phase suppose une préparation attentive quelques fois longue afin de définir un protocole de TP (information initiale sur le sujet, montage d'éléments, vérification d'un montage,) et se préparer à saisir les éléments essentiels,
- Observer en détail l'évolution de l'action de la première étape et éventuellement noter les écarts ou les éléments différents de ceux initialement prévus,
- Mesurer les grandeurs associées (une partie de cette troisième phase peut se dérouler en même temps que la seconde phase) et calculer et analyser les résultats (dispersion, reproductibilité, précision,),
- Rapporter (ou consigner dans un rapport) tous les éléments qualitatifs et quantitatifs issus des trois phases précédentes, **discuter les résultats** et conclure.

Dans le cadre des Travaux Pratiques HESTIM, en plus de la démarche en quatre phases, des documents indicatifs de déroulement des TP sont fournis avec des questions supplémentaires auxquelles il faut répondre et les résultats doivent être donnés dans le rapport de TP.

Les TP sont réalisés par groupes de 2 à 4 étudiants (selon les TP, et définis par le professeur responsable). Naturellement, la quantité de travail d'un TP correspond au nombre d'étudiants du groupe ; il faut donc se répartir le travail et ensuite partager les résultats pour être capable de refaire éventuellement le TP ou bien répondre à des questions ultérieurement. Un rapport doit être rédigé et fourni par chaque groupe. Rappelons **qu'un rapport doit être identifié clairement, rédigé de manière claire et structurée.**

2. Structure générale d'un rapport de TP : (voir document réponse)

Dans la rédaction d'un compte rendu de TP, il faut tenir compte des points suivants :

- Présentation générale du TP.
- Résultats obtenus par rapport aux données des catalogues.

- Interprétation de la dispersion et conséquences industrielles.
- Synthèse générale.

II. Objectifs

- Connaître et utiliser l'A.O. : son fonctionnement, sa caractéristique de transfert, Les différents montages dans lesquels il intervient.
- Utiliser une interface pour faire les tracés et l'oscilloscope pour observer les signaux.

III. L'amplificateur opérationnel

Un amplificateur opérationnel (**A.O.**) est un circuit intégré (ou puce électronique) qui se présente sous la forme d'un petit boîtier noir comportant 8 "pattes" destinées aux branchements. On utilise seulement les "pattes" :

✓ 4 et 7 Reliées à l'alimentation stabilisée (+ 15V, - 15 V) ;

✓ 2 : Entrée inverseuse E- ;

✓ 3 : Entrée non inverseuse E+ ;

✓ 6 : Sortie S.

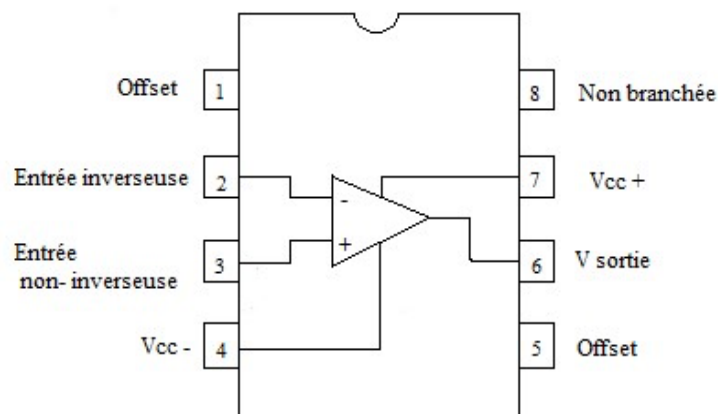


Fig.1 : branchement de l'amplificateur opérationnel



Fig. 2

Les étapes pour réaliser un montage comportant un amplificateur opérationnel :

Etape 1

Repérer la ligne de masse sur la plaquette.

Etape 2

L'alimentation (- 15 V, + 15 V) étant à l'arrêt, connecter :

- La borne 0 V à la ligne de masse (fil de connexion noir) ;
- La borne - 15 V à la borne de l'amplificateur opérationnel marquée AI- (fil noir) ;
- La borne + 15 V à la borne de l'amplificateur opérationnel marquée AI+ (fil rouge) ;

Etape 3

Repérer les bornes E-, E+ et S de l'amplificateur opérationnel.

Etape 4

Réaliser le montage électrique et veiller à relier avec des fils noirs tous les points qui doivent être reliés à la masse : masse du générateur, masse de l'oscilloscope.

Etape 5

Mettre d'abord en marche l'alimentation -15 V, + 15 V ; sinon, celui-ci peut être détruit.

Etape 6

Mettre en marche le générateur branché à l'entrée du montage.

Etape 7

Faire les observations et les mesures.

Etape 8

En fin de manipulation, arrêter d'abord le générateur. Eteindre ensuite l'alimentation.

Amplificateur non inverseur

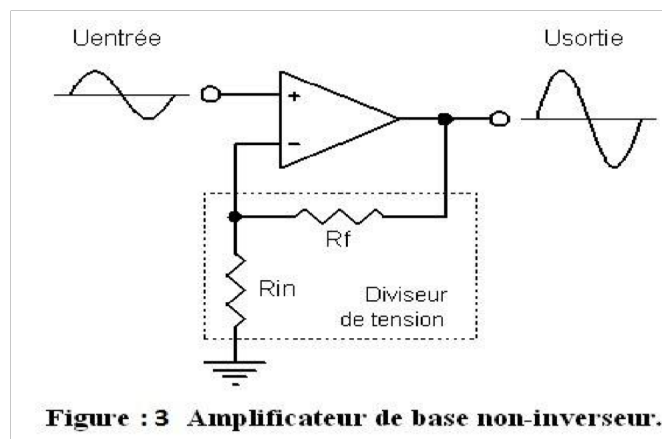


Figure : 3 Amplificateur de base non-inverseur.

Un montage non-inverseur pourvoit une tension de sortie en phase avec la tension d'entrée. La Figure 3 illustre cette idée.

Dans ce circuit, le signal est appliqué à l'entrée non-inverseuse (+) de l'amplificateur. Une boucle de contre-réaction, formée par un diviseur de tension (R_f et R_{in}), ramène une du signal de sortie (U_{sortie}) sur l'entrée inverseuse (-).

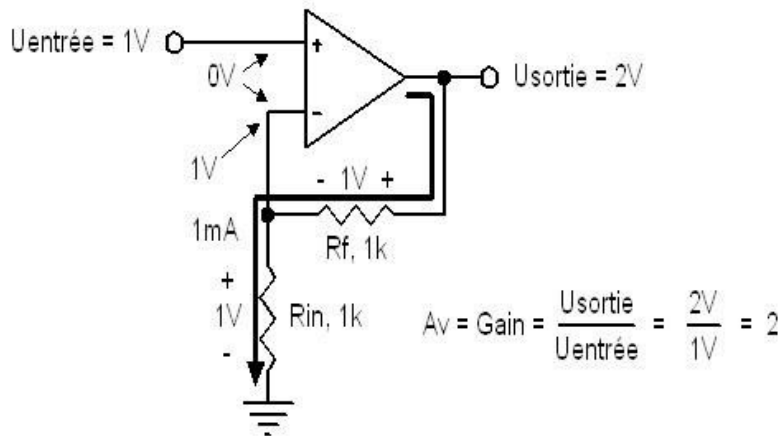


Figure 4

La Figure 4 illustre comment on calcule le gain d'un amplificateur en boucle fermée. Le gain en tension (A_v) est le rapport entre U_{sortie} et $U_{\text{entrée}}$.

$$\text{Gain} = \frac{U_{\text{sortie}}}{U_{\text{entrée}}}$$

Dans l'exemple à la Figure 4, $U_{\text{entrée}} = 1V$. On dit que $U_{\text{différentielle}} = 0V$ (règle I). La tension aux bornes de R_{in} vaut donc 1V et son courant, 1 mA. Ce courant provient de la sortie de l'amplificateur opérationnel. Il fait chuter une tension de 1V à R_f qui vaut 1kΩ. La sortie de l'amplificateur a donc dû s'ajuster à 2V ($U_{\text{sortie}} = U_{R_{in}} + U_{R_f} = 1V + 1V = 2V$) de sorte que le diviseur de tension amène aux bornes de R_{in} une tension égale à la tension $U_{\text{entrée}}$.

Donc :

$$U_{\text{entrée}} = \frac{U_{\text{sortie}} \times R_{in}}{R_f + R_{in}} \quad (\text{diviseur de tension})$$

$$\frac{U_{\text{sortie}}}{U_{\text{entrée}}} = \frac{R_f + R_{in}}{R_{in}}$$

$$A_v = \frac{R_f}{R_{in}} + 1 \quad (\text{gain en tension})$$

Manipulation 1

Le montage de la figure 5 est alimenté sous la tension $U_e = 4V$,

Avec $R_{in} = 1\text{ k}\Omega$ et $R_f = 2\text{ }\Omega$

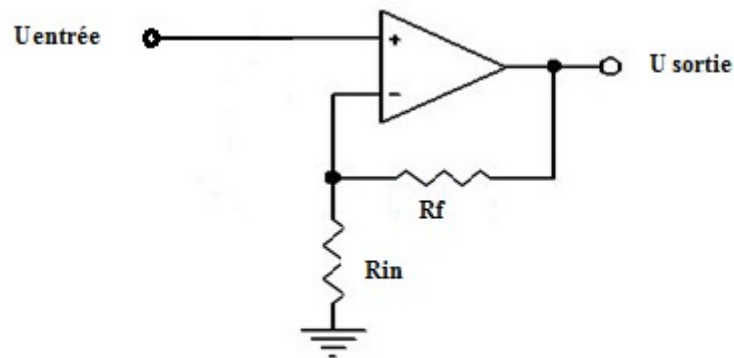


Fig. 5 : montage non-inverseur

1. Calculer :
 - 1.1 Le gain de l'amplificateur.
 - 1.2 La tension de la sortie U_{sortie} .
 - 1.3 La tension aux bornes de la résistance R_{in} .
 - 1.4 La tension aux bornes de la résistance R_f .
2. Réaliser le montage de la figure (5)
3. Vérifier pratiquement les valeurs trouvées

Amplificateur inverseur

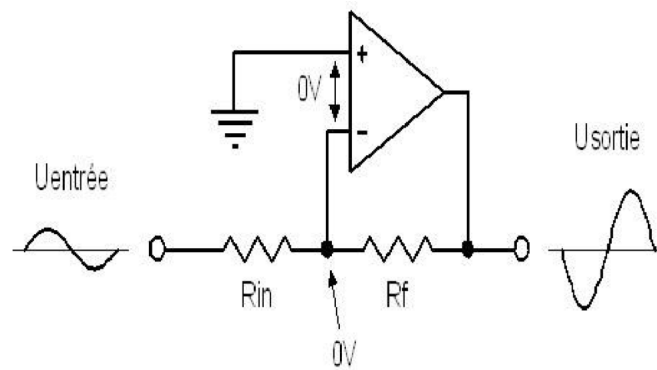


Figure : 6 Montage inverseur

Examinons la Figure 6. La différence qu'on remarque immédiatement par rapport à la Figure 3 est qu'on a interchangé $U_{\text{entrée}}$ avec le point commun de R_{in} . L'entrée de ce montage ($U_{\text{entrée}}$) se trouve maintenant via la résistance R_{in} .

Notez encore (selon la règle I) que le potentiel à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel est toujours maintenu à 0V. On l'appelle souvent un *point commun virtuel*. Un semblant de point commun quoi! On retrouve ainsi la tension $U_{\text{entrée}}$ aux bornes de R_{in} et le courant de R_{in} passent au travers R_{f} (règle II). De là, on peut calculer U_{sortie} .

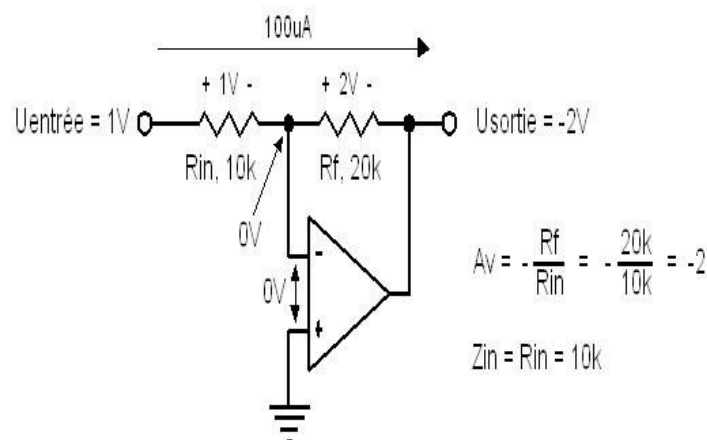


Figure : 7 Montage inverseur

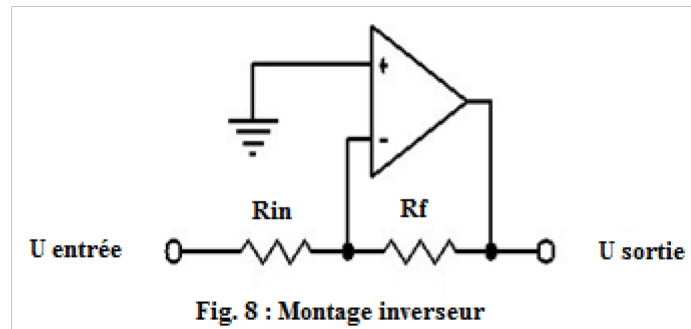
Dans le cas de la Figure 7 :

- $A_v = -20\text{k} / 10\text{k} = -2$
- $U_{\text{Sortie}} = 1 \times -2 = -2\text{V}$

Manipulation 2

Le montage de la figure 8 est alimenté sous la tension $U_e = 6\text{V}$

Avec $R_{in} = 1\text{ k}\Omega$ et $R_f = 2\text{ K}\Omega$



4. Calculer :
 - 4.1) Le gain de l'amplificateur.
 - 4.2) La tension de la sortie U_{sortie} .
 - 4.3) La tension aux bornes de la résistance R_{in} .
 - 4.4) La tension aux bornes de la résistance R_f .
5. Réaliser le montage de la figure (8)
6. Vérifier pratiquement les valeurs trouvées.