

## TP 16 : AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL EN REGIME LINEAIRE ET NON LINEAIRE

Les objectifs du TP sont :

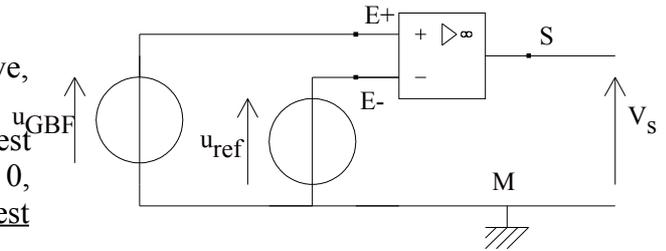
- étudier, expérimentalement et théoriquement, quelques montages à amplificateurs opérationnels
- utiliser l'oscilloscope en mode XY.

### I. COMPAREUR SIMPLE

$u_{ref}$  est une tension de référence fixée.

$u_{GBF}$  est la tension de sortie du GBF, alternative, triangulaire, d'amplitude 4 V et de fréquence 1 kHz.

L'amplificateur opérationnel (AO en abrégé) est « polarisé » par une alimentation symétrique (-15 V , 0, +15 V). Pour alléger les schémas, cette alimentation n'est pas représentée.



**1- Faites** un schéma du montage, en indiquant les branchements à l'oscilloscope si l'on souhaite observer  $V_s$  sur la voie I de l'oscilloscope, et  $u_{GBF}$  sur la voie II.

**2- Faites** le montage, en réglant  $u_{ref}=0V$  (relier directement l'entrée E- à la masse). **Relevez** les oscillogrammes.

**3- Quelles sont** les deux valeurs prises par  $V_s$  ? **En déduire** le régime de fonctionnement de l'AO dans ce montage. Ce régime de fonctionnement **était-il prévisible** à la vue du schéma du montage ?

**4- Placez** l'oscilloscope en mode XY (**lisez** la fiche méthode fournie en dernière page) et **relevez** l'oscillogramme obtenu. **Précisez** bien quelle tension est en X, quelle tension est en Y.

**5- Réglez** (avec une autre alimentation continue) la tension  $u_{ref}$  à 5 V. **Visualisez** à l'oscilloscope la caractéristique  $V_s(u_{GBF})$ , appelée aussi **caractéristique de transfert**, en plaçant l'oscilloscope en mode XY. **Comment** a été modifiée cette caractéristique par rapport à l'étude précédente ?

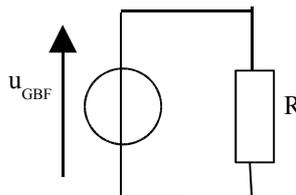
**6- Etude théorique :**

- **donnez** l'expression de la tension différentielle d'entrée  $\varepsilon$  en fonction de  $u_{GBF}$  et  $u_{ref}$ .
- connaissant le régime de fonctionnement de l'AO dans ce montage, **expliquez** l'allure de la tension  $V_s$  en fonction de celle de  $u_{GBF}$ .
- **justifiez** le nom de « comparateur » donné à ces montages.

### II. MONTAGE SUIVEUR

#### 2.1 Montage de base

Soit le montage suivant :



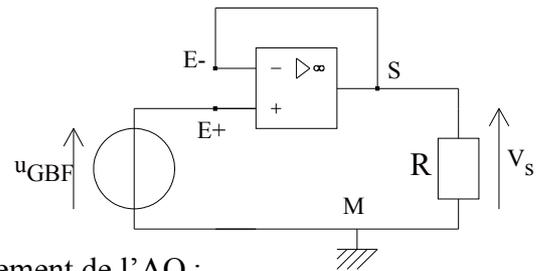
**1- Réglez** le GBF de manière à ce qu'il délivre une tension  $u_{GBF}$  sinusoïdale, d'amplitude 1 V, et de fréquence 200 Hz. **Faites vérifier** les réglages.

**2- Réalisez** le montage, en prenant  $R = 47 \Omega$ . Vous visualiserez la tension  $u_{GBF}$  à l'oscilloscope.

**3- Que constatez-vous (mesurez l'amplitude de  $u_{GBF}$ ) ? Donnez** une explication à ce phénomène.

## 2.2 Montage suiveur

Soit le montage ci- contre:



1- Etude théorique :

- **précisez** le régime de fonctionnement de l'AO ;

- **exprimez**  $V_s$  en fonction de  $u_{GBF}$ , par application de la loi des mailles pour la maille SE-E+M.

2- Manipulation :

- **câblez** le montage, en alimentant l'AO de manière symétrique (-15V ; 0V ; +15V).

- **Visualisez** les tensions  $u_{GBF}$  et  $V_s$  simultanément à l'oscilloscope.

- La relation théorique entre  $u_{GBF}$  et  $V_s$  est- elle vérifiée ?

## 2.3 Intérêt du montage suiveur

**Dites** quel est l'intérêt du montage suiveur, en comparant les résultats obtenus aux questions 2.1 et 2.2.

## III. MONTAGE AMPLIFICATEUR INVERSEUR

### 3.1 Mesures en continu

1- **Câblez** le montage :

$V_e$  est une tension continue réglable, de -5 V à +5V

$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 3.3 \text{ k}\Omega$  .

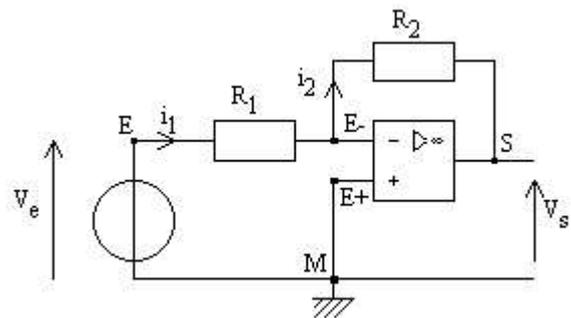
Vous mesurerez  $V_e$  et  $V_s$ .

2- Pour  $V_e$  variant de -5 V à +5 V, **relevez**  $V_s$  et  $V_e$ .

3- **Tracez** la **caractéristique de transfert**  $V_s = f(V_e)$ .

4- **Commentez** la courbe obtenue : quelle est sa forme ? **Distinguez** la zone de **fonctionnement linéaire** et les zones de **fonctionnement en saturation**. **Justifiez** le nom du montage.

5- Quelle est la relation entre  $V_s$  et  $V_e$  dans la zone de fonctionnement linéaire ?



### 3.2 Etude théorique

1- **Précisez** (en le justifiant) le régime de fonctionnement de l'AO.

2- **Fléchez** les courants  $i_+$  et  $i_-$  sur le schéma, ainsi que la tension différentielle  $\epsilon$  et les tensions aux bornes des résistances que vous exprimerez en fonction de ces résistances et des courants  $i_1$  et  $i_2$ .

3- **Ecrivez** la loi des nœuds au nœud E-. **En déduire** une relation entre  $i_1$  et  $i_2$ .

4- **Ecrivez** la loi des mailles pour la maille MEE-E+M. **En déduire** l'expression de  $i_1$  en fonction de  $V_e$  et  $R_1$ .

5- **Ecrivez** la loi des mailles pour la maille MSE-E+M. **En déduire** l'expression de  $V_s$  en fonction de  $i_2$  et  $R_2$ .

6- **Déduire** des questions 3, 4 et 5 l'expression de  $V_s$  en fonction de  $V_e$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

7- **Comparez** avec l'expérimentation.

**IV. MONTAGE AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR****4.1 Mesures en régime variable**

1- **Câblez** le montage :

$V_e$  est la tension de sortie du GBF. Elle est triangulaire, d'amplitude 4 V, et de fréquence 200 Hz.

$R_1$  et  $R_2$  sont inchangées.

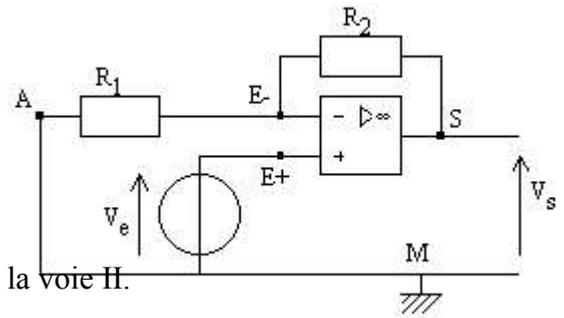
A l'oscilloscope, vous visualiserez  $V_s$  sur la voie I, et  $V_e$  sur la voie II.

2- **Relevez** les oscillogrammes de  $V_e$  et  $V_s$ .

3- **Réglez** l'oscilloscope en mode XY, en ayant bien pris soin de régler les niveaux 0 V de chacune des voies au milieu de l'écran. Quelle tension décrira l'axe horizontal ? l'axe vertical ?

4- **Relevez** l'oscillogramme. A quoi correspond- il ?

5- Sur l'oscillogramme, **indiquez** les zones de fonctionnement linéaire et en saturation de l'AO.

**4.2 Etude théorique**

1- En suivant la méthode présentée sur la feuille « fiche synthèse sur l'AO supposée idéal », méthode que vous avez appliquée dans l'étude théorique précédente, **déterminez** le coefficient d'amplification en tension, noté  $A_v$ , de ce montage, défini par la relation  $A_v =$  en fonction des résistances  $R_1$  et  $R_2$ .

2- **Justifiez** le nom du montage.

3- **Retrouvez**, avec l'oscillogramme en mode XY, la valeur expérimentale de ce gain.