

TP n°4 : mesures sur un quadripôle.

● But du TP : ce quatrième TP de BTS SE a pour but l'étude de quadripôles en régime sinusoïdal. On procèdera en deux parties : dans la première partie (2h), on utilisera un quadripôle inconnu extrait d'une chaîne d'émission ou de réception AM pour mesurer les paramètres permettant de trouver le modèle équivalent du quadripôle. Dans une deuxième partie (2h), on s'attachera à mesurer les défauts d'un amplificateur opérationnel et à comparer la mesure des défauts sur deux circuits distincts communs en utilisant comme référence la doc constructeur.

1) Première partie (2h) : mesures sur un quadripôle inconnu.

Les deux quadripôles amplificateur sont référencés sous : GOE4 et CHS5 et appartiennent à une chaîne de transmission d'une information à l'aide d'une modulation d'amplitude. Les deux chaînes sont construites de la manière suivante :

Chaîne de réception.

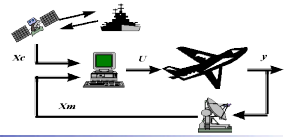
On veut trouver le modèle équivalent du quadripôle linéaire étudié en régime sinusoïdal : rappeler en quoi consiste ce modèle.

Chaque quadripôle doit être alimenté par une tension continue symétrique ou non : bien veiller à ce que cette alimentation soit constamment présente.

Chaque quadripôle dispose d'un potentiomètre permettant de régler le gain. On appliquera le réglage suivant **auquel on ne touchera plus par la suite** :

- pour le quadripôle GEO4 : mettre un signal sinusoïdal d'amplitude 50 mV sur l'entrée micro et tourner le bouton « Gain » pour que l'amplitude de sortie soit de 10 V à $f = 1$ kHz.
- pour le quadripôle CHS5 : mettre un signal sinusoïdal d'amplitude 0,5 V sur l'entrée et tourner le bouton « Volume » pour que l'amplitude de sortie soit de 2,5 V à $f = 1$ kHz.

- a) **Domaine de linéarité** : rappeler sa définition et proposez une méthode pour trouver le domaine de linéarité du quadripôle dont vous disposez à l'aide de l'oscilloscope. Faire une copie d'écran en faisant apparaître les valeurs intéressantes. Donner également les valeurs de saturation de l'amplificateur. On travaillera à une fréquence de $f = 1$ kHz.



- b) **Impédance d'entrée** : mesurer l'impédance d'entrée par la méthode de la demi-tension en expliquant votre manière de procéder.

Donner un exemple de cas où cette impédance d'entrée (relativement faible) peut poser problème.

- c) **Gain en tension** : mesurer l'amplification en tension A_v à la fréquence de $f = 1$ kHz. Préciser expérimentalement le comportement fréquentiel de ce quadripôle en traçant le diagramme de Bode du gain : donner d'abord le type du filtre, puis prendre quelques mesures astucieuses pour tracer $G = 20 \cdot \log \left(\frac{\widehat{U}_s}{\widehat{U}_e} \right)$ pour f variant de 10 Hz à 100 kHz.

En déduire la valeur de(s) fréquence(s) de coupure, le gain maximal, la bande passante. Les valeurs obtenues précédemment sont-elles compatibles avec le fait que ces filtres sont des filtres audio ?

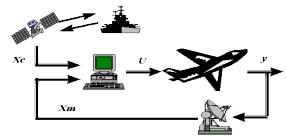
- d) **Impédance de sortie** : donner une méthode pour mesurer ce paramètre. Effectuer cette mesure pour le quadripôle GEO4 à l'aide d'un potentiomètre de $10 \text{ k}\Omega$. Pour le quadripôle CHS5, on montrera juste que la résistance de sortie est plus petite que 22Ω sans donner sa valeur réelle.

- e) Dessiner alors le modèle du quadripôle dont vous disposez en y plaçant les chiffres obtenus à une fréquence de $f = 1$ kHz.

- f) Facultatif : à faire quand le reste du TP est terminé.
On donne ci-dessous les schémas électriques des quadripôles GEO4 et CHS5 :

$$R1=R3=R4=1\text{k}\Omega, R2=100\text{k}\Omega, C1=2,2\mu\text{F}, C2=180\text{pF}$$

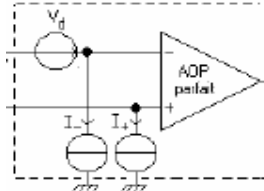
Donner les valeurs de R_e , R_s et A_v sachant que, pour le composant LM386, la résistance de sortie est inférieure à 10Ω .



2) deuxième partie (2h) : mesures de défauts de deux amplificateurs opérationnels.

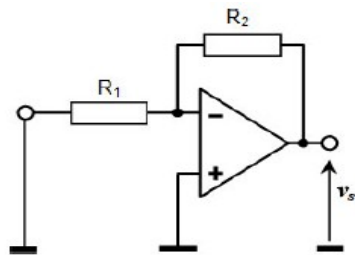
On dispose de deux amplificateurs opérationnels à alimentations symétriques +/- Vsat = +/- 15 V. On voudrait les comparer en mesurant leurs défauts respectifs : commencer par rappeler les caractéristiques essentielles de l'AO parfait.

a) Défauts statiques : on va montrer par l'expérience que l'AO réel peut être modélisé par le schéma électrique suivant : où Vd, I+ et I- sont des sources continues de tension ou de courant.



Toutes les expériences devront être faites avec l'AO LM741 et le TL081 et on comparera les valeurs obtenues. On comparera les valeurs obtenues par la pratique avec la doc constructeur présente dans le répertoire de la classe. On pourra présenter les résultats sous forme de tableau.

expérience 1 : **décalage de la tension d'entrée** Vd : effectuer le montage suivant :

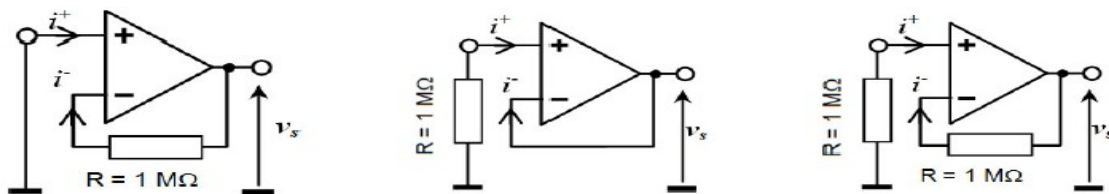


où R1 = 1 kΩ et R2 = 100 kΩ.

Quelle devrait être la valeur de Vs si l'AO était parfait ? Mesurer la valeur de Vs avec un voltmètre en indiquant le couplage (DC, AC ou AC+DC) et indiquer une mesure de Vd en utilisant la formule

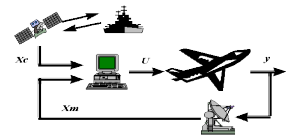
$$V_s \approx - \left(\frac{R_2}{R_1} \right) \times V_d$$

expérience 2 : mesure des **courants de polarisation** I+ et I- : effectuer successivement les 3 montages suivants et mesurer à chaque fois Vs :



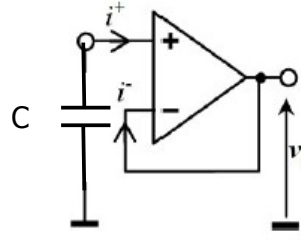
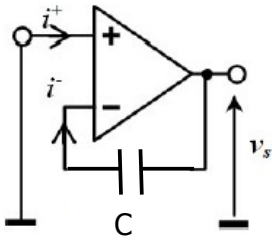
Estimer la part due à la tension de décalage Vd pour les deux premiers montage et en déduire la relation entre Vs et les courants I+ et I-. Vérifier cette estimation avec les résultats du 3^{ème} montage.

Donner une première valeur des deux courants I+ et I-.



2

expérience 3 : mesure des courants de polarisation I^+ et I^- : effectuer les 2 montages suivants :

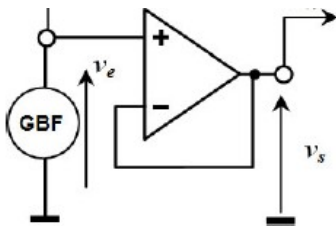


On prendra pour C la valeur $C = 10 \text{ nF}$ pour l'AO TL081 et $C = 100 \text{ nF}$ pour le LM741.
On placera la base de temps avec une valeur importante (de l'ordre de la seconde par division)
On placera un fil en parallèle sur le condensateur pour le décharger.

A $t = 0$, on enlève le fil en parallèle sur le condensateur. Quelle est la forme de la courbe $V_s = f(t)$? Montrer que la pente de la courbe $V_s = f(t)$ est égale à I / C .
Mesurer cette pente à l'aide de l'oscilloscope (faire une copie d'écran) et en déduire une autre valeur de I^+ et I^- .

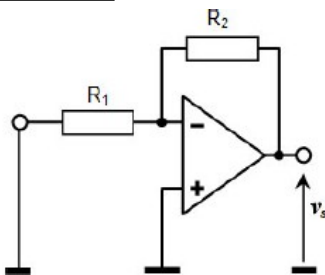
b) Défauts dynamiques :

expérience 1 : mesure du **slew-rate** : effectuer l'expérience suivante :



$V_e(t)$ est un signal carré [0-10 V] de fréquence $f = 1 \text{ kHz}$.
Exprimer V_s en fonction de V_e si l'AO est parfait. La relation est-elle vérifiée à $f = 1 \text{ kHz}$? Augmenter alors f en plaçant successivement $f = 10 \text{ kHz}$ et $f = 100 \text{ kHz}$. Que se passe-t-il ?
Mesurer alors la pente de la courbe $V_s = f(t)$ en donnant son unité. Comme auparavant, comparer à la valeur constructeur.

expérience 2 : mesure de la **bande passante** : effectuer l'expérience suivante :



$V_e(t)$ est un générateur de signaux sinusoïdaux d'amplitude 1 V et de fréquence variable.

Quelle doit-être la relation entre V_s et V_e si l'AO est parfait ?

Effectuer l'expérience avec $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$.
Montrer que ce montage est en réalité un filtre passe-bas et mesurer sa fréquence de coupure. Donner également la

mesure de l'amplification.

Effectuer à nouveau l'expérience avec $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$. Mesurer de nouveau l'amplification et la nouvelle fréquence de coupure.

Calculer le produit : amplification X bande passante dans les deux cas et conclure.

c) Conclusion générale : quel est d'après vous le meilleur amplificateur opérationnel ? Les résultats obtenus sont-ils en concordance avec les données constructeur ?