

## Correction – TP 3 : Étude de montages à ALI, suite

## I Étude du montage non-inverseur

## Objectifs du TP

- ▶ Effectuer de façon rigoureuse (avec les incertitudes) une comparaison entre expérience et théorie.
- ▶ Utiliser un voltmètre et prendre en compte les incertitudes telles que décrites dans sa notice.
- ▶ Tout ceci est contextualisé dans le cas du montage amplificateur non-inverseur vu en cours.

Les valeurs pour les différentes mesures présentes dans cette correction sont celles obtenues avec mes réglages. Personne n'est supposé trouver les mêmes exactement.

On a choisi  $R_2 = 2.2\text{ k}\Omega$  et  $R_1 = 1.0\text{ k}\Omega$ .

Coté expérience : mesure de  $a_{\text{exp}}$ 

2.a – On utilise le voltmètre en mode AC sur le calibre le plus petit possible (pour avoir la plus grande précision). Ici le calibre 20 V convient car nos signaux ne dépassent pas 20 V mais sont supérieurs à 2 V.

On mesure  $V_e = 2.253\text{ V}$ .

L'incertitude associée est indiquée par la notice du voltmètre :

$$\begin{aligned}\Delta V_e &= 0.5\% \times V_e + 10d \\ &= \frac{0.5}{100} V_e + 10d \\ &= 0.011265 + 10 \times 0.001 \\ &= 0.012265\text{ V} \\ &= 0.02\text{ V}.\end{aligned}$$

**Remarque** : On arrondit l'incertitude au supérieur pour ne garder qu'un seul chiffre significatif.

On a donc finalement :

$$V_e = (2.25 \pm 0.02)\text{ V}.$$

**Remarque** : On arrondit la valeur de  $V_e$  pour qu'elle ne soit pas plus précise que l'incertitude. Donc ici elle a autant de chiffres après la virgule que l'incertitude.

**Rappel** : Cette incertitude issue d'une notice est une incertitude élargie. Elle signifie que la valeur vraie de la tension  $V_e$  a une probabilité de 95% de se situer dans l'intervalle  $(2.25 \pm 0.02)\text{ V}$ .

2.b – On procède de même pour  $V_s$ . On trouve  $V_s = 7.095\text{ V}$ , et donc :

$$V_s = (7.10 \pm 0.04)\text{ V}.$$

2.c – On note  $a_{\text{exp}} = \frac{V_s}{V_e}$ .

Dans un premier temps, on calcule la valeur de  $a_{\text{exp}}$ . Ici on a  $a_{\text{exp}} = \frac{7.095}{2.253} = 3.149$ .

**Remarque** : On utilise les valeurs non arrondies pour les calculs.

Dans un second temps, on calcule l'incertitude associée à  $a_{\text{exp}}$ . Elle est donnée par la formule pour le rapport  $X_1/X_2$  de deux grandeurs mesurées (voir poly incertitudes) :

$$\begin{aligned}\Delta a_{\text{exp}} &= a_{\text{exp}} \times \sqrt{\left(\frac{\Delta V_e}{V_e}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_s}{V_s}\right)^2} \\ &= 0.0331 \\ &= 0.04.\end{aligned}$$

On a donc finalement :

$$a_{\text{exp}} = (3.15 \pm 0.04).$$

### Coté théorie : calcul de $a_{\text{théo}}$

On rappelle que  $a_{\text{théo}} = (V_s/V_e)_{\text{théo}} = 1 + R_2/R_1$ .

**3.a** – Les résistances sont connues à 5% près (anneau doré). Des mesures au ohmmètre montrent qu'elles sont en fait plus précises que cela. On prend 3% dans la suite.

On a donc  $\Delta R_1 = \frac{3}{100} \times 1\text{k}\Omega = 0.03\text{k}\Omega$ , et  $\Delta R_2 = \frac{3}{100} \times 2.2\text{k}\Omega = 0.07\text{k}\Omega$  (on garde toujours un seul chiffre significatif).

On a donc :

$$R_1 = (1.00 \pm 0.03)\text{k}\Omega, \quad R_2 = (2.20 \pm 0.07)\text{k}\Omega.$$

**Remarque** : Ici on a ajouté des 0 à l'écriture des valeurs de  $R_1$  et  $R_2$  pour qu'elles aient le même nombre de chiffres après la virgule que leurs incertitudes (donc 2 chiffres après la virgule ici).

**Remarque** : On aurait aussi pu écrire  $R_1 = (1.00 \pm 0.03) \times 10^3 \Omega$ . Par contre il aurait été incorrect d'écrire  $R_1 = (1000 \pm 30) \Omega$ , car on a alors 2 chiffres significatifs sur l'incertitude et on a trop de chiffres significatifs pour la valeur de  $R_1$ .

**3.b** – On en déduit la valeur de  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{2.2}{1} = 2.2$ , puis de son incertitude à l'aide de la même formule que pour  $V_s/V_e$  à la question 2.c car il s'agit d'un rapport du type  $X_1/X_2$  :

$$\begin{aligned}\Delta \frac{R_2}{R_1} &= \frac{R_2}{R_1} \times \sqrt{\left(\frac{\Delta R_1}{R_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_2}{R_2}\right)^2} \\ &= 0.096 \\ &= 0.1.\end{aligned}$$

D'où :

$$\frac{R_2}{R_1} = 2.2 \pm 0.1.$$

Enfin, puisque  $a_{\text{théo}} = \left(\frac{V_s}{V_e}\right)_{\text{théo}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$ , on a :

$$a_{\text{théo}} = 3.2 \pm 0.1.$$

**Remarque** : Il n'y a pas d'incertitude sur le 1 dans la formule  $1 + R_2/R_1$ , il n'influe donc pas sur l'incertitude pour  $a_{\text{théo}}$ .

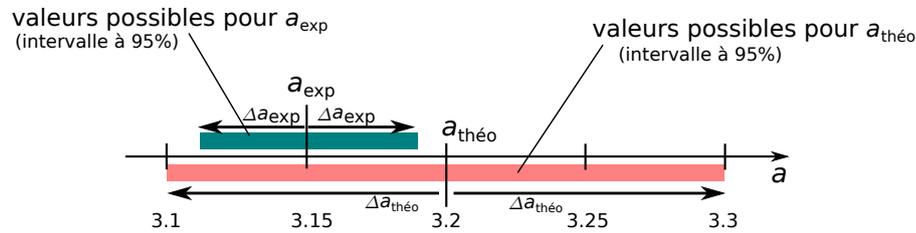
---

## Comparaison entre théorie et mesure

4 – Bilan : on a trouvé :

$$a_{\text{exp}} = 3.15 \pm 0.04, \quad a_{\text{théo}} = 3.2 \pm 0.1.$$

Il y a bien un intervalle commun entre  $a_{\text{exp}} \pm \Delta a_{\text{exp}}$  et  $a_{\text{théo}} \pm \Delta a_{\text{théo}}$  (cf. figure ci-dessous). On en conclut que nos mesures expérimentales confirment les prédictions théoriques. Ceci confirme en particulier que le modèle utilisé pour l'ALI (modèle idéal) est suffisant.



---

**Remarque :** à propos des résistances. On peut mesurer  $R_1$  et  $R_2$  à l'aide du ohmmètre, ce qui permet d'obtenir leurs valeurs à la précision du ohmmètre, soit de l'ordre de 0.5%, bien mieux que les 5% annoncés par la couleur de l'anneau.

On se rend d'ailleurs compte, en mesurant une dizaine de résistances, que la valeur fabricant est correcte à moins de 1.5% près.

---

## II Étude du comparateur à hystérésis

Il s'agissait d'utiliser l'oscilloscope en mode XY, avec sur CH1 un signal sinusoïdal qui alimente l'entrée du comparateur, et sur CH2 la sortie du comparateur. L'amplitude du signal d'entrée doit être suffisamment grande pour qu'il dépasse les seuils de basculement du comparateur.

On visualise alors directement la caractéristique entrée-sortie sur l'oscilloscope. On peut mesurer les tensions de basculement et comparer aux valeurs théoriques. Celles-ci sont  $E_- = -\frac{R_2}{R_1}V_{\text{sat}}$  et  $E_+ = -E_-$ .

On remarquera que si  $E_+$  et  $|E_-|$  sont trop élevées, alors le GBF ne permet pas de les atteindre et le montage ne bascule jamais.