

Rapport final des Travaux Pratique

sur le Fréquencemètre

par DUEE-MOREAU Arwen et PELLETIER Ilane

PEIP2 TP Electronique Arduino semestre 4



PEIP2 Polytech Nice Sophia

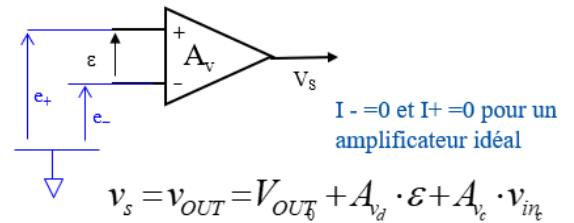
Année scolaire du 2021-2022

Introduction

Dans la suite du cours effectué durant le semestre 3 de PEIP2, nous avons travaillé sur les amplificateurs opérationnels.

Amplificateur opérationnel est un bloc de circuit analogique qui utilise une entrée de tension différentielle et produit une sortie de tension asymétrique.

Il comporte 2 entrées et une sortie.



Il a un fonctionnement différent selon le circuit qui l'entoure :

➤ **Fonctionnement linéaire**

Associé à un amplificateur, celui-ci est caractérisé par une contre réaction sur la patte moins de l'amplificateur opérationnel. Donnant lieu à $e_+ = e_-$, nous pouvons trouver la tension de sortie par la formule : $V_s = A_v \times (e_+ - e_-)$, avec A_v le gain tendant vers l'infini et $e_+ - e_- = 0$.

Nous pouvons retrouver se fonctionnement sur un montage suiveur.

➤ **Fonctionnement non linéaire**

Associé à un comparateur, celui-ci est caractérisé par une contre réaction sur la patte plus de l'amplificateur opérationnel ou de différentes tensions appliquées aux pattes d'entrées. Donnant lieu à $e_+ \neq e_-$, nous nous trouvons face à deux cas pour déterminer V_s :

$$\begin{cases} \text{si } e_+ > e_- \text{ alors } V_s = V_{CC} = 15V \\ \text{si } e_+ < e_- \text{ alors } V_s = -V_{CC} = -15V \end{cases}$$

Nous pouvons retrouver se fonctionnement sur le trigger de Schmitt.

Un fréquencesmètre est un appareil de mesure qui permet de connaître la vitesse à laquelle un phénomène répétitif se reproduit dans un intervalle de temps donné.

Notre objectif était de reproduire un fréquencesmètre pour comprendre son principe et le montage à base d'amplificateur opérationnel. Nous avons étudié chaque montage de base d'amplificateur opérationnel pour mieux comprendre le fonctionnement globale.

Chaque partie présentera un module étudié. Pour chaque expérience, trois points lui seront accordée : la théorie, l'expérimentation et la conclusion.

I. Comparateur à hystérésis (Trigger de Schmitt)

Consigne et rappel :

Nous utiliserons ici un signal triangulaire  de 1kHz en 20V.

Ici $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 2,2\text{ k}\Omega$.

Sur les photos, la courbe bleu représente la sortie et la jaune l'entrée.

$$V_S = A_v(e_+ - e_-)$$

Nous avons réalisés 4 montages différents puis les avons comparer deux à deux. Pour chacun nous regarderons les résultats par calculs (valeurs théoriques) et par mesures (valeurs expérimentales).

Ici le montage est caractérisé par un contre réaction de amplificateur opérationnel sur la patte +, faisant de celui-ci un comparateur fonctionnement non linéaire). De plus, $V_e = e_-$ montre que c'est un non inverseur.

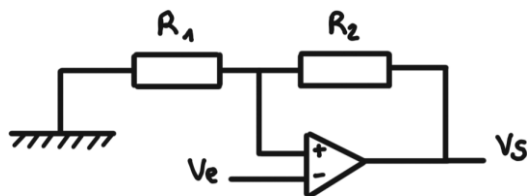
Nous utiliserons, pour regarder la marge d'erreur de nos expériences, la formule :

$$\left| \frac{\text{valeur}_{\text{théorique}} - \text{valeur}_{\text{expérimentale}}}{\text{valeur}_{\text{théorique}}} \right|.$$

Dans les valeurs théorique, de tension d'entrées nous prendrons $\begin{cases} V_{e-} = -15\text{ V si } e_+ < e_- \\ V_{e+} = +15\text{ V si } e_+ > e_- \end{cases}$ et de résistances nous prendrons $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 2\text{ k}\Omega$.

Premier montage :

A. Principe et théorie



Pour trouver les tensions de seuils, il faut les multiplier la tension d'entrée par $\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{3}$.

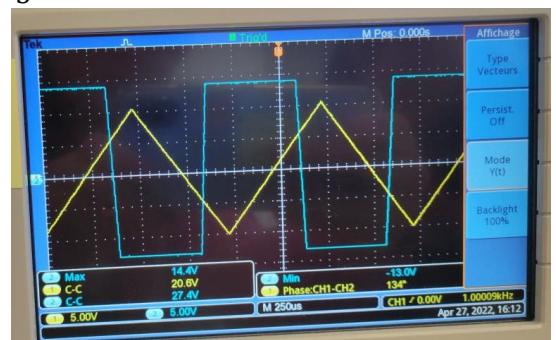
Finalement, dans la théorie, nous trouvons

$$\begin{cases} V_{th+} = 15/3 = 5\text{ V} \\ V_{th-} = -15/3 = -5\text{ V} \end{cases}$$

B. Expérimentation, mesures

Calcul à partir de nos résistances expérimentales : $\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{3,2}$.

Nous voyons sur l'oscilloscope que $\begin{cases} V_{e-} = -V_{cc} = -13\text{ V} \\ V_{e+} = +V_{cc} = 14\text{ V} \end{cases}$.



$V_{th-} = -13/3,2 = -4,1\text{ V}$ (par calcul)	Nous remarquons qu'il y a moins de 2% d'erreur entre nos calculs et nos mesures.
$V_{th-} = -2 \times 2 = -4\text{ V}$ (par mesures sur oscilloscope)	
$V_{th+} = 14/3,2 = 4,4\text{ V}$ (par calcul)	Nous remarquons qu'il y a moins de 1% d'erreur entre nos calculs et nos mesures.
$V_{th+} = 2,2 \times 2 = 4,4\text{ V}$ (par mesures sur oscilloscope)	

C. Conclusion

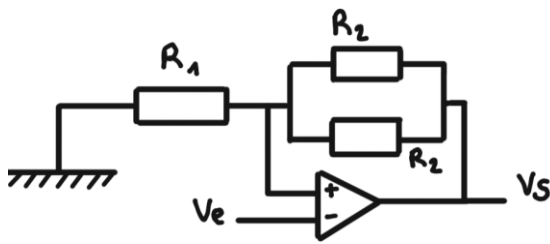
Avec notre matériel, la marge d'erreur est assez faible donnant des résultats très corrects. Nous trouvons effectivement des courbes similaires à la théorie.

COURBE DE LISSAJOUS :

On observe que plus on augmente la fréquence, plus la valeur de V_{th+} augmente et celle de V_{th-} diminue.

Deuxième montage :

A. Principe et théorie



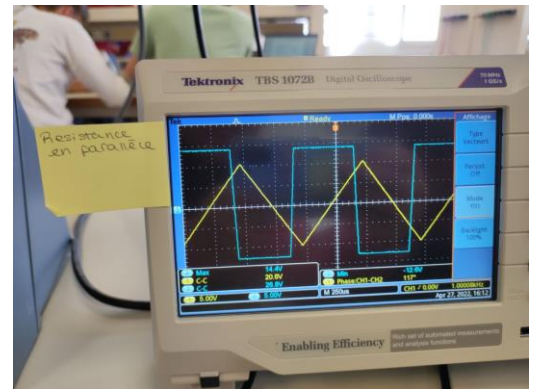
Pour trouver les tensions de seuils, il faut multiplier la tension d'entrée par $\frac{R_1}{R_1+R_2//} = \frac{1}{2}$ car $R_2// = \frac{R_2}{2} = 1$.

Finalement, nous trouvons $\begin{cases} V_{th+} = 15/2 = 7,5V \\ V_{th-} = -15/2 = -7,5V \end{cases}$.

B. Expérimentation, mesures

Calcul à partir de nos résistances expérimentales : $\frac{R_1}{R_1+R_2//} = \frac{1}{2,1}$.

Nous voyons sur l'oscilloscope que $\begin{cases} V_{e-} = -V_{cc} = -13V \\ V_{e+} = +V_{cc} = 14V \end{cases}$.



$V_{th-} = -13/2,1 = -6,2V$ (par calcul)	Nous remarquons qu'il y a environ 3% d'erreur entre nos calculs et nos mesures.
$V_{th-} = -1,2 \times 5 = -6V$ (par mesures sur oscilloscope)	
$V_{th+} = 14/2,1 = 6,7V$ (par calcul)	Nous remarquons qu'il y a environ 4% d'erreur entre nos calculs et nos mesures.
$V_{th+} = 1,4 \times 5 = 7V$ (par mesures sur oscilloscope)	

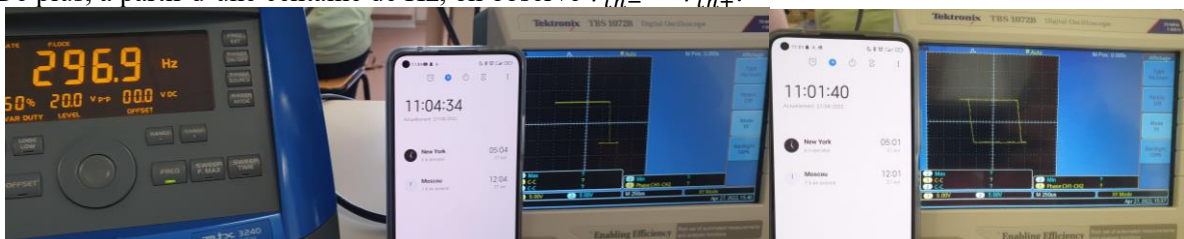
C. Conclusion

Avec notre matériel, la marge d'erreur est assez faible donnant des résultats très corrects. Nous trouvons effectivement des courbes similaires à la théorie.

COURBE DE LISSAJOUS :

On remarque une déformation totale de la courbe à 2,4kHz.

De plus, à partir d'une centaine de Hz, on observe $V_{th-} = V_{th+}$.



Troisième montage :

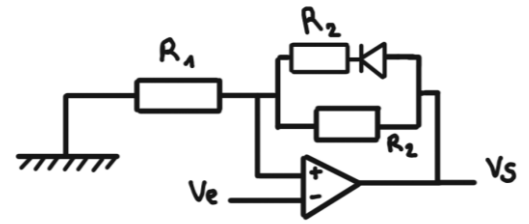
A. Principe et théorie

La permet le passage seulement dans un sens.

Donc avec $V_{th+} = \frac{R_1}{R_1+R_2//} V_{e+} = 7,5V$.

Cependant, avec V_{th-} , la diode ne laisse pas passer le courant donc

nous nous retrouvons avec une seule résistance : $V_{th-} = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{e-} = -5V$.



B. Expérimentation, mesures

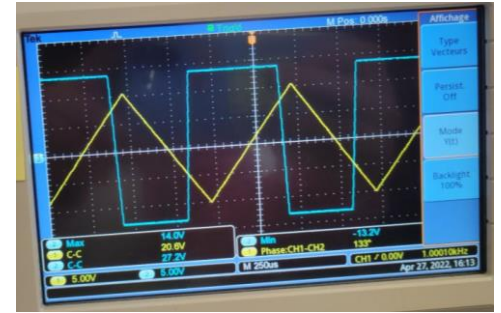
Nous voyons sur l'oscilloscope que $\begin{cases} V_{e-} = -V_{cc} = -13V \\ V_{e+} = +V_{cc} = 14V \end{cases}$.

$$V_{th-} = -13/3,2 = -4,1V \text{ (par calcul)}$$

$$V_{th-} = 3,2 \times 2 = 6,4V \text{ (par mesures sur oscilloscope)}$$

$$V_{th+} = 14/2,1 = 6,7V \text{ (par calcul)}$$

$$V_{th+} = 3 \times 2 = 6V \text{ (par mesures sur oscilloscope)}$$



Quatrième montage :

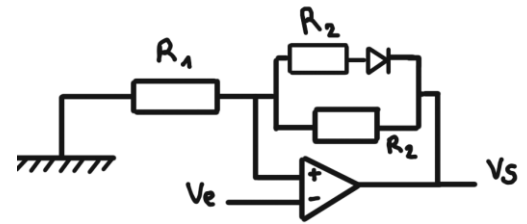
A. Principe et théorie

La permet le passage seulement dans un sens.

Donc avec $V_{th-} = \frac{R_1}{R_1+R_2//} V_{e-} = -7,5V$.

Cependant, avec V_{th-} , la diode ne laisse pas passer le courant donc nous nous retrouvons avec une seule résistance :

$$V_{th+} = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{e+} = 5V.$$



B. Expérimentation, mesures

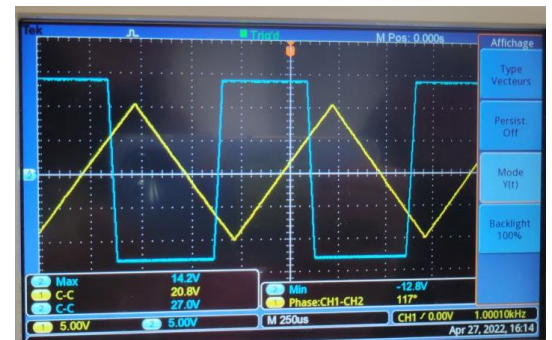
Nous voyons sur l'oscilloscope que $\begin{cases} V_{e-} = -V_{cc} = -13V \\ V_{e+} = +V_{cc} = 14V \end{cases}$.

$$V_{th-} = -13/2,1 = -4,1V \text{ (par calcul)}$$

$$V_{th-} = 2,2 \times 2 = 4,4V \text{ (par mesures sur oscilloscope)}$$

$$V_{th+} = 14/3,2 = 6,7V \text{ (par calcul)}$$

$$V_{th+} = -3 \times 2 = -6V \text{ (par mesures sur oscilloscope)}$$




CONCLUSION :

Selon le montage, les tensions de seuils ont de valeurs différentes. Ceci est du à cause des résistances ou du passage de courant dans une branche parallèle. La courbe d'hystérésis est ainsi modifier sur ces passage aux abscisses.

II. Le multivibrateur

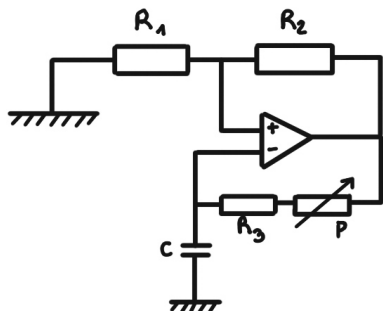
Consigne et rappel :

Nous utiliserons ici un signal carré  de 1kHz en 20V.

Ici $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2,2\text{ k}\Omega$, $R_3 = 10\text{ k}\Omega$, $P = 10\text{ k}\Omega$ et $C = 100\text{ nF}$.

Sur les photos, la courbe bleu représente la sortie et la jaune le e_- .

Pour le fréquencesmètre, il a le rôle de générateur de fréquence.



A. Principe et théorie

Dans notre idée du fréquencesmètre, le multivibrateur a le rôle de Générateur de "fréquence".

$e_- = e_+$ enclenche un basculement de V_+ à V_- .

Pour trouver les tensions de seuils, il faut multiplier V_S par $\frac{R_1}{R_1 + R_2}$.

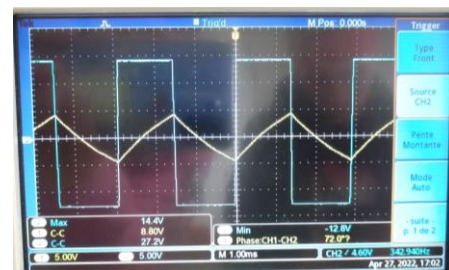
Avec nos valeurs de résistances, nous obtenons :

$$\begin{cases} V_{th+} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S = 4,7V \\ V_{th-} = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S = -4,7V \end{cases}$$

B. Expérimentation, mesures

Les fréquences expérimentales sont 340Hz au minimum et 680Hz au maximum. Par mesure sur l'oscilloscope, nous obtenons pour les valeurs

de tensions de seuils : $\begin{cases} V_{th+} = 0,9 \times 5 = 4,5\text{ V} \\ V_{th-} = -0,9 \times 5 = -4,5\text{ V} \end{cases}$



C. Conclusion

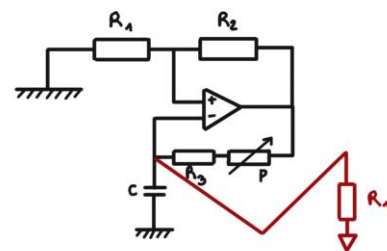
Nous avons pu remarquer que la fréquence est directement liée à une période. Plus la fréquence augmente, plus la longueur de la période diminue.

Nous rajoutons une résistance $R_1 = 1\text{ k}\Omega$.

Premier montage :

A. Principe et théorie

Le courant ne passe plus dans le condensateur, l'amplificateur n'a plus aucun rôle ici.

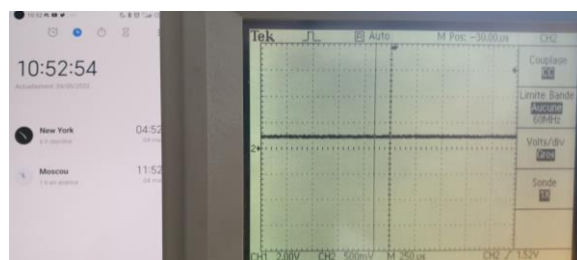


B. Expérimentation, mesures

Face à l'affichage de l'oscilloscope, nous en déduisons qu'il n'y a plus de charge et de décharge du condensateur rentrant dans le circuit.

C. Conclusion

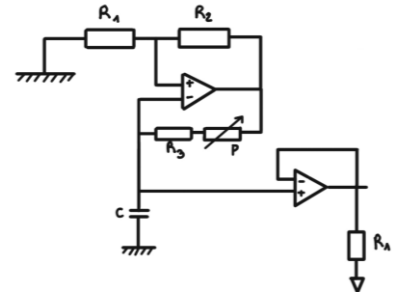
La résistance provoque un court-circuit.



Deuxième montage :

A. Principe et théorie

Pour le fréquencesmètre, il a le rôle de Générateur de “fréquence” (multivibrateur) puis le second amplificateur sert d’adaptateur impédance (suiveur). Ici, il permet d’appliquer la tension en sortie du condensateur sans que le courant passe.



B. Expérimentation, mesures

V_s nommé V_{smc}

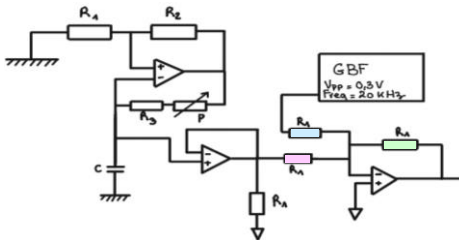
C. Conclusion

Le suiveur retranscrit la tension à la sortie du condensateur.

III. Le générateur de bruit

Nous ajoutons un sommateur prenant d’un côté le dernier schéma puis de l’autre un générateur de bruit, créé par le générateur de tension dans notre montage.

Nous l’introduisons dans notre montage pour simuler des bruitage, une marge d’erreur dans l’écriture du signal qui va s’additionner à la tension de sortie du suiveur.

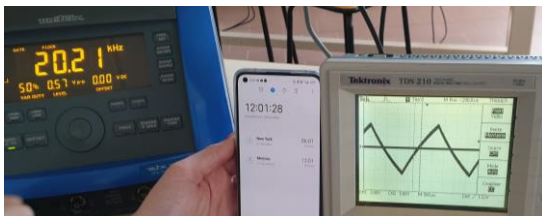
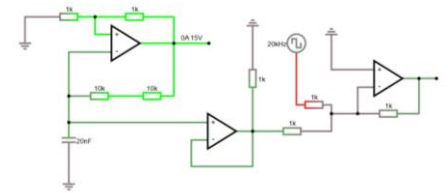


A. Principe et théorie

Avec comme tension de sortie $V_s = V_1 \times \left(\frac{-R_2}{R_1} \right) + V_2 \times \left(\frac{-R_4}{R_3} \right)$, où $V_1 = V_{smc}$ et $V_2 = V_{pp}$???

B. Expérimentation, mesures

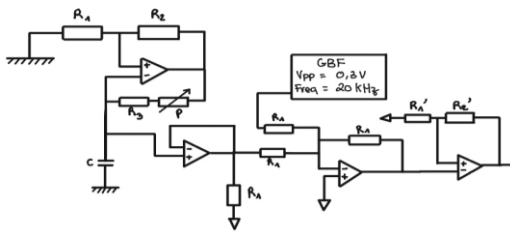
Nous remarquons un épaississement des courbes. Plus la tension est élevée, plus le tracé de la courbe est épais.



C. Conclusion

Nous pouvons en déduire que le bruit créé par le générateur de tensions influence la tension de sortie.

IV. Comparateur à hystérésis (Trigger de Schmitt)



A. Principe et théorie

Cet amplificateur opérationnel admet une contre-réaction sur l'entrée + : faisant de lui un comparateur. Pour trouver les tensions de seuils, nous appliquons la formule :

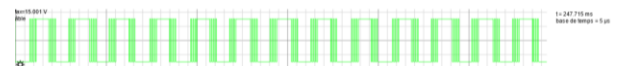
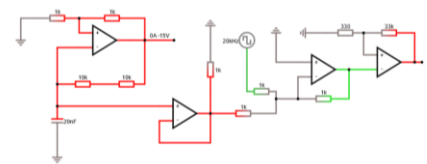
$$V_{OUT} = \pm V_{CC} \Rightarrow \text{Deux seuils : } \pm V_{th} = \pm V_{th} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

B. Expérimentation, mesures

DURANT L'EXPERIMENTATION, NOUS AVONS RENCONTRE DES SOUCIS D'OSCILLOSCOPE, NOS PHOTOS REPRESENTENT L'APPAREIL D'UN AUTRE GROUPE.

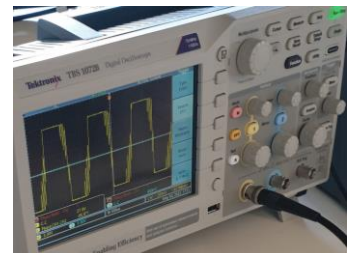
Pour calculer R_1' utilisons la formule : $\frac{R_1'}{R_2'} = \frac{V_{th+}}{V_{CC+}}$.

Finalement nous trouvons $R_1' = 33000 \times \frac{0,3/2}{15} = 330 \Omega$.



C. Conclusion

Il atténue le bruit, le rend plus « propre ». Il rend de nouveau un V_S en signal carré.



V. La mise en forme du signal (TTL)

Ce dernier ajout dans le montage permet d'envoyer du 5V (et non du 15V) à la carte Arduino, sinon cela pourrait l'endommager.

Malheureusement, nous n'avons pas pu le reproduire durant les séances physiques. Ceci est une représentation par le logiciel : <http://lushprojects.com/circuitjs/circuitjs.html> .

CONCLUSION GENERALE :

Ces 3 séances de TP nous ont permis d'étudier les différents fonctionnement d'un amplificateur opérationnel suivant le montage réalisé.

La fin du TP nous a permis de réaliser un montage utilisant 4 amplificateurs opérationnels, tous avec un montage différent et ayant donc une fonction différente, afin d'obtenir le montage final (je sais pas s'il porte un nom).

De plus, le montage final a été adapté pour que des mesures puissent être faites avec une carte Arduino, ne supportant pas le $\pm 15V$ du montage final initial.