

# A – Oscillateur à résistance négative

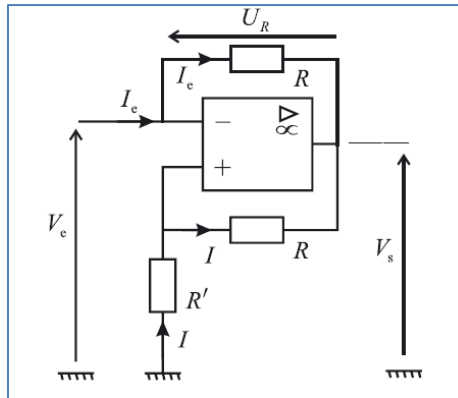
Le but de ce TP est de réaliser un oscillateur à partir d'un dipôle dit à « résistance négative ».

Matériel à disposition :

- 1 Oscilloscope numérique Keysight 4 voies avec câbles coaxiaux, et T...
- 1 GBF arbitraire FI5505GA = GBF1
- 1 ordinateur équipé de regressi, excel...
- 1 ALI TL081 et sa datasheet.
- Les notices des différents appareils de mesure.
- Des dipôles passifs classiques
- 1 boîte à décade

## I – Montage à résistance négative

On considère le schéma suivant :



Q1) On considère le cas i) donnez l'expression de  $I_e = f(V_e)$  dans les trois cas de fonctionnements de l'ALI : régime linéaire, saturation haute, saturation basse.

Aux bornes de l'ALI :  $V^+ - V_s = R I_e \Rightarrow V^- = R I_e + V_s$  et  $V^+ = \frac{R'}{R+R'} V_s$

- Cas 1 : Régime linéaire

$$V_e = R I_e + V_s = R I_e + \frac{R+R'}{R'} V_e \Rightarrow V_e \left( \frac{R+R'}{R'} - 1 \right) = -R I_e \Rightarrow V_e \left( \frac{R}{R'} \right) = -R I_e \Rightarrow V_e = -R' I_e$$

Pour être dans ce régime il faut  $|V_s| \leq V_{sat}$ . Or  $V_e = \frac{R'}{R+R'} V_s \Rightarrow |V_e| \leq \frac{R'}{R+R'} V_{sat}$

$$\text{Or } V_e = -R' I_e \Rightarrow |I_e| \leq \frac{1}{R+R'} V_{sat}$$

- Cas 2 : Saturation haute

$$V_s = V_{sat} \Rightarrow V_e = R I_e + V_{sat} \Rightarrow I_e = \frac{V_e}{R} - \frac{V_{sat}}{R}$$

Pour être dans ce régime :  $V_+ > V_- \Rightarrow \frac{R'}{R+R'} V_s > V_e \Leftrightarrow R I_e + V_{sat} < \frac{R'}{R+R'} V_{sat} \Leftrightarrow I_e < -\frac{1}{R+R'} V_{sat}$

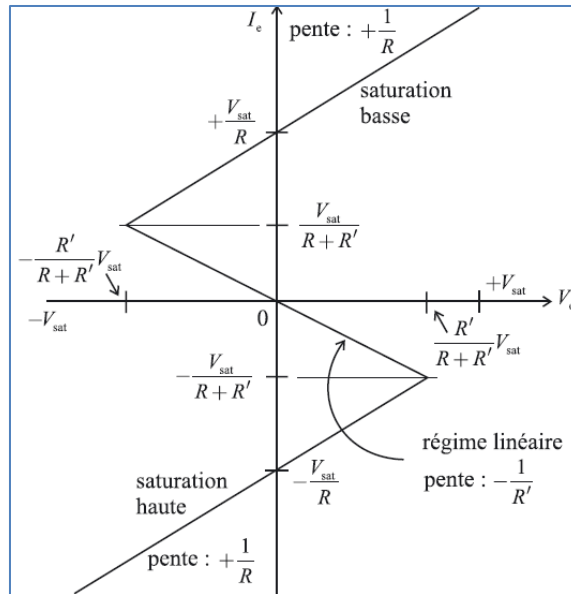
- Cas 3 : Saturation basse

$$\text{De même : } V_s = -V_{sat} \Rightarrow V_e = R I_e - V_{sat} \Rightarrow I_e = \frac{V_e}{R} + \frac{V_{sat}}{R}$$

Pour être dans ce régime :  $V_+ < V_- \Rightarrow -\frac{R'}{R+R'} V_{sat} < V_e \Rightarrow V_e > -\frac{R'}{R+R'} V_{sat} \Rightarrow I_e > \frac{V_{sat}}{R+R'}$

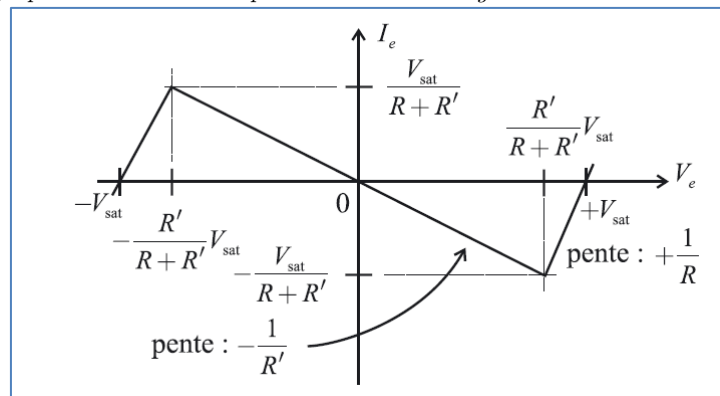
Q2) Représentez  $I_e = f(V_e)$ , sur le graphe on précisera les pentes des droites obtenues ainsi que les valeurs de leurs intersections avec les axes.

D'où le tracé :



Elle a une allure de S d'où sa nomination

Q3) Préciser la zone sur le graphe dénommée « dipôle à résistance négative ».



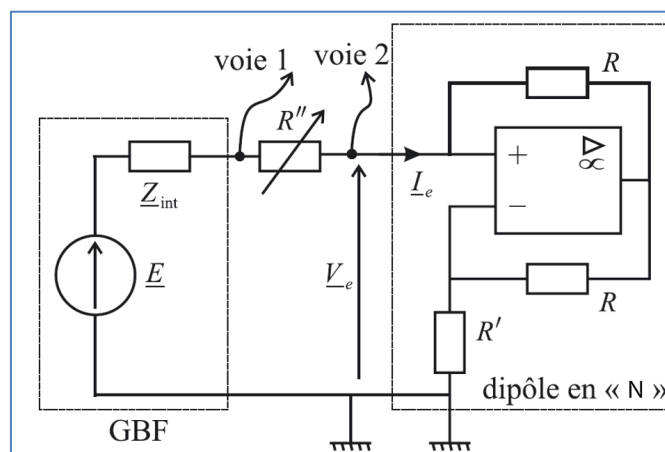
C'est la zone de pente négative pour le dipôle à résistance négative.

Q4) Les deux cas proposés sont nommés dipôle en S et dipôle en N. Justifier et accorder à chaque cas la bonne dénomination.

Le premier c'est le S, le second c'est le N par la nature de leurs graphes.

Q5) Réaliser le montage ii) avec  $R = 10k\Omega$  et  $R' = 1k\Omega$ . La fréquence du GBF est ajustée à 50Hz.

A l'aide d'une résistance  $R'' = 1k\Omega$  proposez un montage permettant de tracer la caractéristique du dipôle  $I_e = f(V_e)$  sous Latis-Pro.

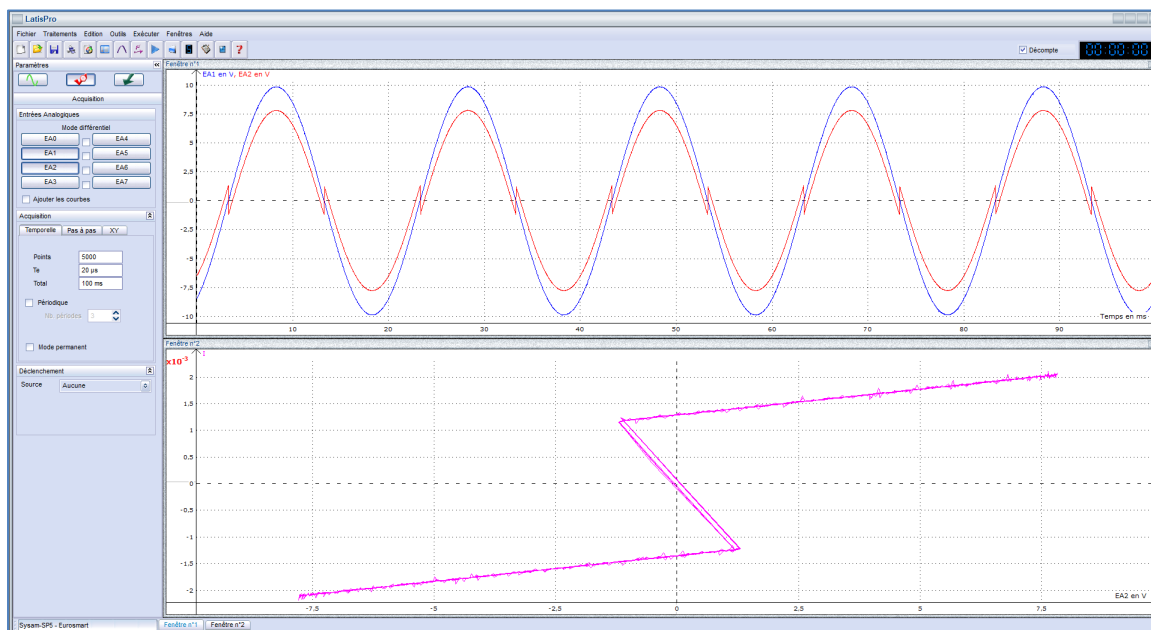


Sur la voie 2 on a :  $V_e$

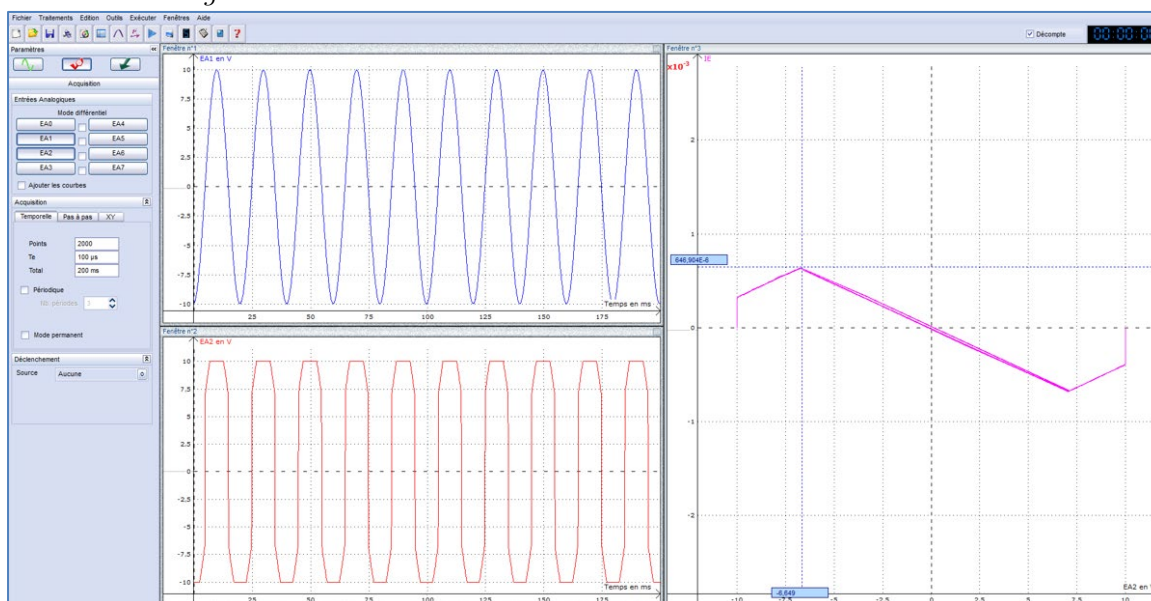
$$\text{Et } I_e = \frac{V_{\text{oe1}} - V_{\text{oe2}}}{R''}$$

Ensuite on représente  $I_e = f(V_e)$ .

Q6) L'avantage de Latis-Pro c'est que l'on peut vérifier les trois pentes directement.



Pour le montage en S



Pour le montage en N (Les résistances n'étaient pas les mêmes lors de l'enregistrement que lors des mesures)

Les 3 pentes que l'on mesure grâce au réticule sous latis-pro :

$$\begin{aligned} - \text{ Pour la négative : } -\frac{1}{R'} &= -\frac{6,61 \cdot 10^{-4} + 6,66 \cdot 10^{-4}}{6,69 + 6,68} = -0,992 \cdot 10^{-4} \Rightarrow R' = 10,008 \text{ k}\Omega \\ &\Rightarrow Z_{\text{score}} = \frac{|10,008 - 9,995|}{0,003} = 4,3 \end{aligned}$$

L'ordre de grandeur est vérifié

- Pour les positives (on remarquera qu'on atteint pas les valeurs de saturation avec nos GBF)
  - o Négative :  $\frac{1}{R} = \frac{6,61 \cdot 10^{-4} - 3,20 \cdot 10^{-4}}{10 - 6,68} = 1,027 \cdot 10^{-4} \Rightarrow R = 9,737 \text{ k}\Omega$
  - o Positive :  $\frac{1}{R} = \frac{6,66 \cdot 10^{-4} - 3,42 \cdot 10^{-4}}{10 - 6,69} = 1,009 \cdot 10^{-4} \Rightarrow R = 9,911 \text{ k}\Omega$

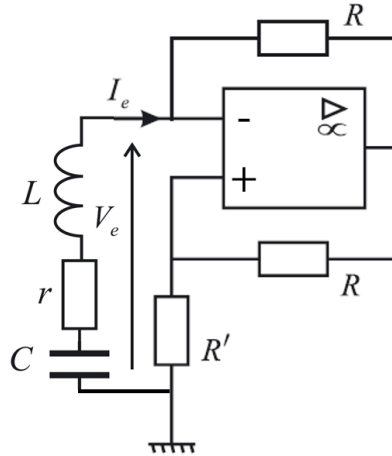
On suppose que l'incertitude principale est lié à la lecture sur l'axe des ordonnées par :  $u = \frac{X_{max} - X_{min}}{2\sqrt{3}}$

$$\Rightarrow Z_{score}(R') = \frac{|10,008 - 9,995|}{0,011} = 1,2 \text{ et } Z_{score}(R) = \frac{|9,824 - 9,988|}{0,011} \sim 14$$

La lecture graphique sur Regressi est délicate, pour améliorer notre écart normalisé, on peut augmenter le nombre de points, abaisser la fréquence, et zoomer sur les portions de droite.

## II – Oscillateur LC

On propose le schéma suivant afin d'étudier un oscillateur : (Connexion d'un circuit rLC série au bloc du cas ii))



Q7) Relevez les valeurs de  $L$  et  $r$  de la bobine au RLC-mètre. Pour  $C$  on prendra une capacité de  $1 \mu F$ .

Au RLC Mètre :  $r = 49,83 \Omega$  et  $L = 96,32 \text{ mH}$  et  $C = 955,1 \text{ nF}$ .

Q8) Déterminer la fréquence de résonance du circuit rLC.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 525 \text{ Hz}$$

Q9) Quelle valeur de  $R'$  conduit à une tension sinusoïdale ? Conclure par rapport à la valeur prévue.

$$\text{En entrée : } \underline{V_e} = \left( jL\omega + \frac{1}{jC\omega} + r \right) I_e = -R' I_e$$

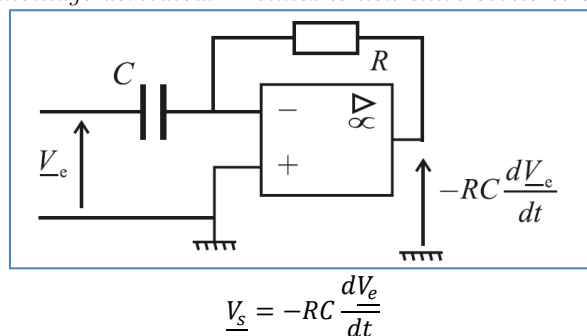
Pour avoir un oscillateur sinusoïdal, il faudra :  $R' = r$ .

On mesure :  $R' = 50,55 \Omega$  au RLC mètre tel que  $u(R') \sim u(r) = \frac{50,55 \cdot 0,002 + 3 \cdot 0,01}{\sqrt{3}} = 0,07 \Omega$ , d'après la notice.

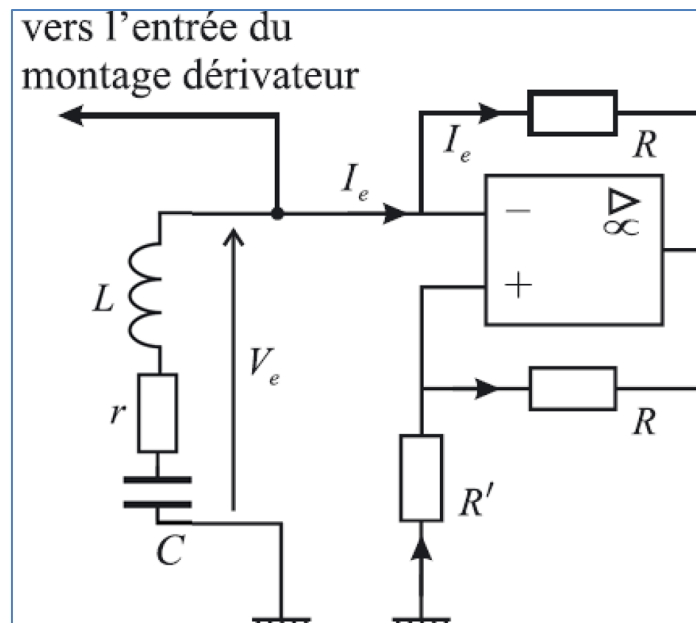
$$\Rightarrow Z_{score} = \frac{50,55 - 49,83}{\sqrt{0,07^2 + 0,07^2}} = 7$$

Le Z-score est élevée mais on n'a pas tenu compte de la résistance des fils qui est proche de l'ohm, donc la mesure est satisfaisante.

Q10) Représenter le schéma d'un montage dérivateur. Donnez le lien entre sortie et entrée du montage.

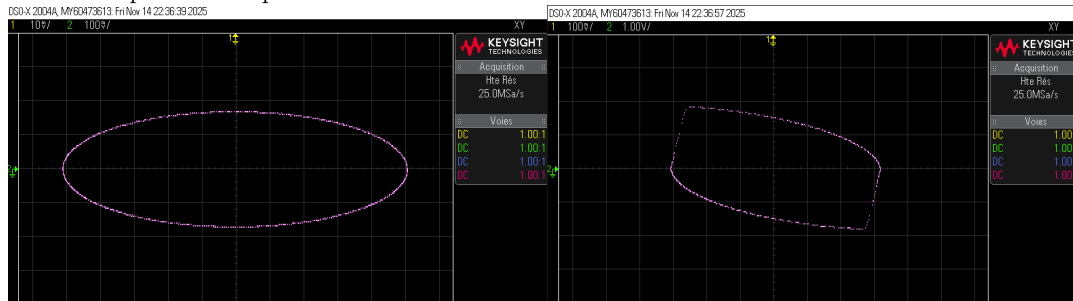


Q11) A l'aide d'un montage dérivateur représenter en mode XY le portrait de phase  $\left( \frac{dV_e}{dt}, V_e \right)$ . Conclure.

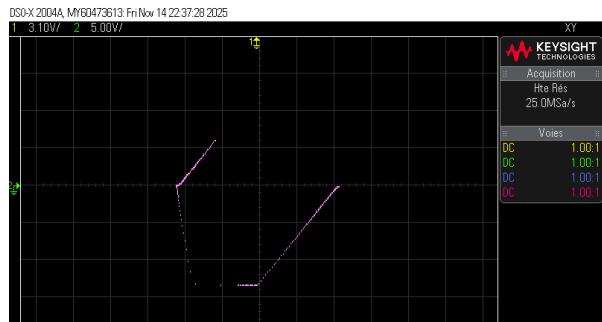
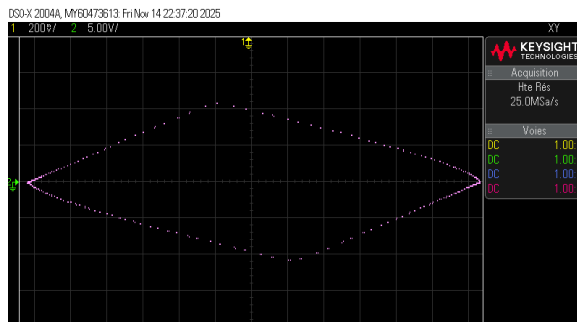


On connecte l'entrée du dérivateur sur la voie 1 (X) et  $V_e$  sur la voie 2 (Y).

On peut ainsi obtenir le portrait de phase suivant différentes valeurs de  $R'$  :



$R' = R_{critique}$  et  $R' = 200\Omega$



$R = 1k\Omega$  et  $10k\Omega$  (la courbe est bien fermée)

Plus  $R'$  augmente, plus les bascules sont marquées. On peut remarquer que le signal s'éloigne de plus en plus d'un signal harmonique à l'aide de la FFT et qu'il tend vers un signal créneau.

Q12) Retrouver les valeurs du graphe de Q3

...