

# TP n°13 Oscillateurs électroniques

PSI 2022/2023

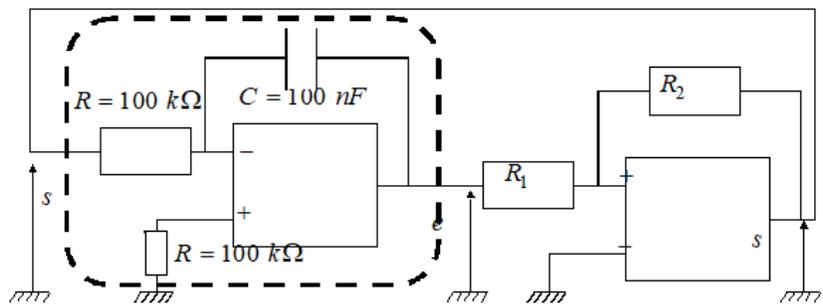
## Compétences expérimentales

- Mettre en oeuvre un ALI ou une porte logique pour réaliser un oscillateur.
- Réaliser un oscillateur quasi-sinusoidal et mettre en évidence la distorsion harmonique des signaux par une analyse spectrale.
- Réaliser un oscillateur de relaxation et effectuer l'analyse spectrale des signaux générés.

## I Oscillateur à relaxation

### Montage

On considère le montage ci-dessous :



Vous disposez :

- d'un condensateur  $C = 0,1\mu F$ ,
- d'une résistance de  $1\text{ k}\Omega$ , une résistance de  $2,2\text{ k}\Omega$  et deux résistances identiques  $R \geq 30\text{ k}\Omega$  (pas nécessairement  $R = 100\text{ k}\Omega$ ),
- d'un générateur basse fréquence (GBF),
- de deux ALI TL081
- d'un oscilloscope et/ou d'une carte sysam.

### Analyse

1. Quel ALI fonctionne en régime saturé ? linéaire ?
2. En analysant le premier bloc, déterminer une relation entre  $e(t)$  et  $s(t)$ .
3. Déterminer l'expression de  $e(t)$  quand  $s(t) = +V_{\text{sat}}$ . On prendra  $e(t) = 0$ .
4. Jusqu'à quelle date  $t_1$  l'expression précédente est-elle valide ? Comment est modifiée l'expression de  $e(t)$  juste après  $t_1$  ?
5. Tracer l'allure de  $s(t)$  et de  $e(t)$ .
6. Exprimer théoriquement la période  $T$  des oscillations et la valeur maximale  $e_{\text{max}}$  de  $e(t)$  en fonction des données.

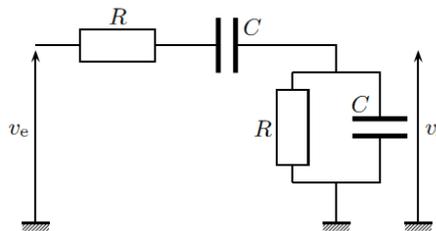
## Réalisation

1. Réaliser le montage et observer les tensions  $e(t)$  et  $s(t)$ .
2. Mesurer la période  $T$  du signal et la valeur maximale  $e_{\max}$ . Donner des incertitudes. Comparer avec la valeur théorique.
3. Tracer le spectre des signaux  $e(t)$  et  $s(t)$ .

## II Oscillateurs quasi-sinusoïdaux

### II.1 Filtre de Wien

On considère le montage ci-dessous :



avec  $R = 10 \text{ k}\Omega$  et  $C = 47 \text{ nF}$ .

### Analyse

1. Donner l'expression de la fonction de transfert de ce système. Exprimer sa fréquence de coupure  $f_0$  en fonction de  $R$  et de  $C$  ainsi que son facteur de qualité.

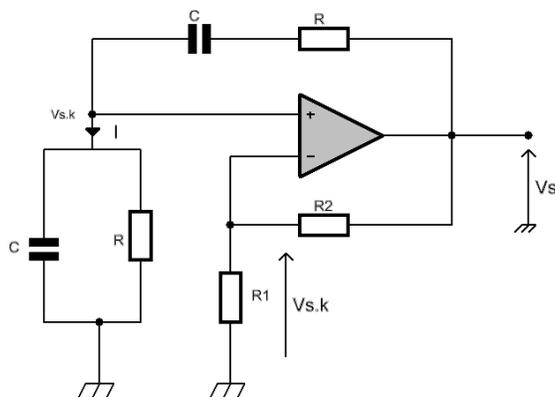
### Réalisation

Vous disposez :

- de deux condensateurs de capacités égales de capacité  $5 \text{ nF} < C < 100 \text{ nF}$ ,
  - de deux résistances égales  $R \sim 10 \text{ k}\Omega$ ,
  - d'un générateur basse fréquence (GBF),
  - d'un ALI TL081
  - d'un oscilloscope et/ou d'une carte sysam.
1. Tracer le diagramme de Bode expérimental de ce filtre. Déterminer expérimentalement les valeurs de la fréquence de coupure et du facteur de qualité ainsi qu'un intervalle d'incertitude pour ces valeurs. Comparer avec les valeurs théoriques.

### II.2 Oscillateurs

L'oscillateur de Wien est représenté ci-dessous :



### Analyse

1. Quel est le rôle de l'ALI dans ce montage ? En déduire une relation entre  $V_+$  et  $v_s$ .
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par  $v_+(t)$ . Pour quelle condition sur  $R_1$  et  $R_2$  aura-t-on des oscillations ? Que vaut la fréquence des oscillations ?

### Réalisation

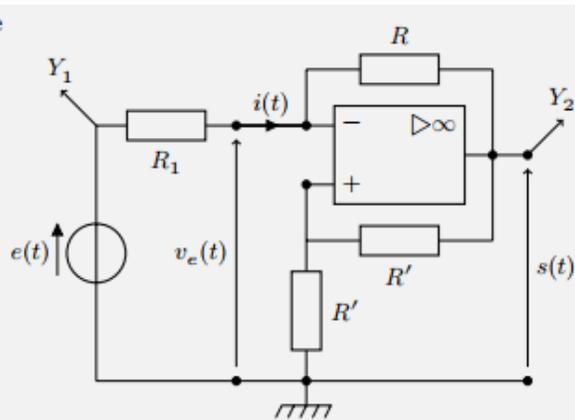
1. Réaliser le montage en prenant  $R_1 = 10\text{k}\Omega$  et une boîte à décade pour  $R_2$ . Augmenter progressivement la valeur de  $R_2$  jusqu'à obtenir l'apparition des oscillations. Noter la valeur approximative de  $R_2$  pour laquelle ces oscillations apparaissent.
2. Mesurer la fréquence des oscillations. Commenter. Comparer ces grandeurs à celles prévues théoriquement :  $R_2 = 2R_1$  et  $f_{osc} = f_0$ .
3. Tracer le spectre du signal. Que se passe-t-il si  $R_2$  augmente au delà de la valeur de démarrage des oscillations ? Interpréter.

## III Oscillateur à résistance négative

### III.1 Montage à résistance négative

Le montage à résistance négative est présenté ci-dessous :

- > Le générateur délivre une tension sinusoïdale de fréquence  $f = 1\text{kHz}$  ;
- >  $R$  boîtes à décade  $\times 10\Omega$ ,  $\times 100\Omega$
- >  $R' = 10\text{k}\Omega$
- >  $R_1 = 1\text{k}\Omega$



## Analyse

1. Montrer que si l'A.O. est en régime linéaire, la tension d'entrée est liée à l'intensité  $i$  par  $v_e = -Ri$ .
2. Que vaut alors le rapport des tensions  $A = \frac{s(t)}{e(t)}$  ?
3. On souhaite vérifier dans la suite la relation entre  $A$  et  $R$  en utilisant une méthode graphique. Réécrire la relation précédente sous la forme :

$$-\frac{1}{A} = \frac{a}{R} + b$$

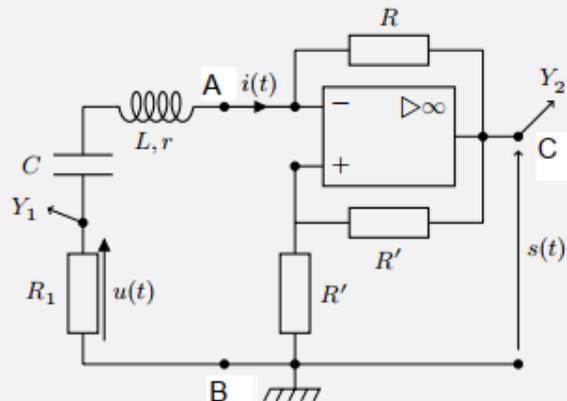
où  $a$  et  $b$  sont deux constantes à déterminer.

## Réalisation

1. Mettre en œuvre la méthode graphique précédente.
2. Vérifier qu'il y a un bon accord entre les mesures et la prévision théorique

### III.2 Oscillateur à résistance négative

- >  $R$  boîtes à décade ( $\times 1 \Omega$ ,  $\times 10 \Omega$ ,  $\times 100 \Omega$ )
- >  $R' = 10 \text{ k}\Omega$
- >  $R_1 = 200 \Omega$
- >  $L = 0,100 \text{ H}$ ,  $r = 32 \Omega$
- >  $C = 0,500 \mu\text{F}$



1. Montrer que lorsque l'A.O. est en régime linéaire, l'intensité  $i(t)$  vérifie :

$$\frac{d^2 i}{dt^2}(t) + \frac{R_1 + r - R}{L} \frac{di}{dt}(t) + \frac{1}{LC} i(t) = 0$$

2. À quelle condition le montage est-il stable ?
3. À quelle condition la tension de sortie est-elle quasi-sinusoïdale ? Quelle est alors sa fréquence ?

### III.3 Réalisation

1. Chercher expérimentalement la valeur critique  $R_c$  de  $R$  pour laquelle le système devient instable.
2. Mesurer la fréquence des oscillations quasi-sinusoïdales. Comparer à la valeur attendue.
3. Observer le spectre de  $u(t)$  pour la plus petite valeur de  $R$  pour laquelle le système oscille.
4. On note  $C_1$  l'amplitude du fondamental de  $u(t)$  et  $C_2$  l'amplitude de l'harmonique de rang 2. Mesurer le rapport  $\frac{C_2}{C_1}$  et interpréter le résultat.