

# UED322

## Composants électroniques

### Travaux pratiques

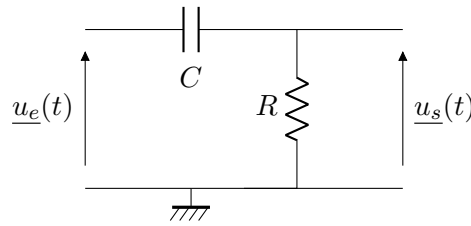
Rémy WIENCEK  
Université d'Evry Val d'Essonne,  
UFR ST,  
Département génie électrique,  
[remy.wiencek@univ-evry.fr](mailto:remy.wiencek@univ-evry.fr)

24 septembre 2023



# TP1 - Mesures sur un filtre passif

On souhaite étudier et mesurer le fonctionnement du filtre de la figure ci-dessous.



Données :  $R = 2,2k\Omega$ ,  $C = 22nF$

Le TP est organisé comme suit :

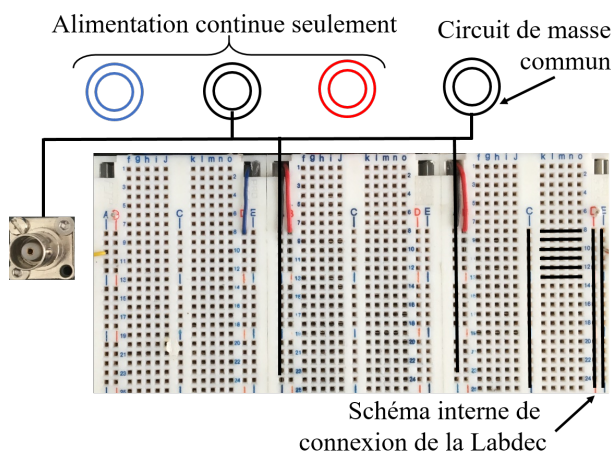
- Rappels théoriques,
- Etude expérimentale : relevé du diagramme de Bode (gain et phase),
- Comparaison des mesures avec les valeurs théoriques.

## 1 Rappels théoriques

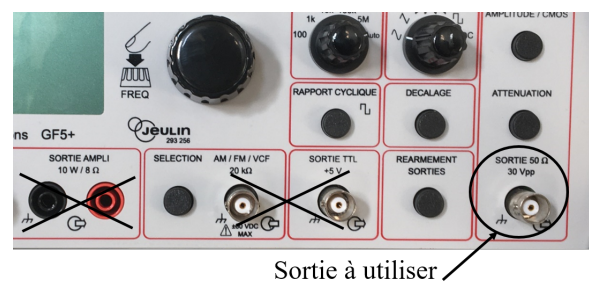
- 1) Déterminer le comportement du filtre lorsque  $\omega \rightarrow 0$  puis  $\omega \rightarrow \infty$ . De quel type de filtre s'agit-il ?
- 2) Déterminer l'expression de la fonction de transfert, notée  $\underline{H}(\omega)$  de ce filtre.
- 3) A partir de  $\underline{H}$ , donner l'expression du rapport  $\frac{U_S}{U_E}$ .
- 4) Rappeler l'expression de la phase du filtre.
- 5) Dresser le diagramme de Bode asymptotique en gain et en phase en faisant apparaître les valeurs particulières.

## 2 Réalisation pratique

On rappelle le câblage interne de la plaque d'essai Labdec.



(a) Plaque d'essai



(b) Générateur sinusoïdal

FIGURE 1 – Matériel nécessaire

- 1) Réaliser le circuit sur plaque d'essai en suivant les indications suivantes :
  - La tension d'entrée sera générée par le GBF de la figure 1b , que l'on observera à l'oscilloscope (CH1).
  - La tension de sortie sera observée à l'oscilloscope CH2.
- 2) Régler l'amplitude du GBF de manière à obtenir une amplitude maximale  $U_E = 5V$ . Que doit valoir la tension crête-à-crête ?
- 3) Pour chaque fréquence du tableau ci-dessous, relever l'amplitude de sortie  $U_S$  ainsi que  $U_E$ .

Pour mesurer l'amplitude, sélectionner la bonne fonction dans le menu "MEASURE" de l'oscilloscope.

| f                  | 100 | 200 | 300 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 10 000 | 20 000 | 30 000 |
|--------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|
| $U_E$              |     |     |     |      |      |      |      |      |        |        |        |
| $U_S$              |     |     |     |      |      |      |      |      |        |        |        |
| $\frac{U_S}{U_E}$  |     |     |     |      |      |      |      |      |        |        |        |
| Gain               |     |     |     |      |      |      |      |      |        |        |        |
| Phase              |     |     |     |      |      |      |      |      |        |        |        |
| Gain<br>Théorique  |     |     |     |      |      |      |      |      |        |        |        |
| Phase<br>Théorique |     |     |     |      |      |      |      |      |        |        |        |

TABLE 1 – Résumé des types de condensateurs

- 3) Relever la phase aux mêmes fréquences que précédemment. On s'aidera de la fonction adequate dans le menu "MEASURE".
- 4) A l'aide d'Excel, calculer la valeur théorique du rapport  $\frac{U_s}{U_e}$  aux mêmes fréquences que dans le tableau.
- 5) Calculer dans une autre ligne la valeur théorique de la phase.
- 6) Représenter sur une même feuille semi-log les valeurs de gain expérimentales et théoriques. Sur autre feuille, représenter les valeurs de phases (expérimentales et théoriques).
- 7) Dans une autre couleur, représenter le bode asymptotique en s'aidant de la pente et de la fréquence de coupure.

## TP2 - Régime transitoire

L'objectif de ce TP est d'étudier le comportement du condensateur lorsque la source de tension présente un échelon de tension.

- On se propose d'étudier l'évolution temporelle de la tension du condensateur  $u_c(t)$ .
- Dans un deuxième temps, le lien sera fait avec l'approche fréquentielle ainsi que le comportement intégrateur dans un certain domaine de fréquence.

Le circuit étudié est celui de la figure 2. Données :  $R = 10k\Omega$  et  $C = 100nF$

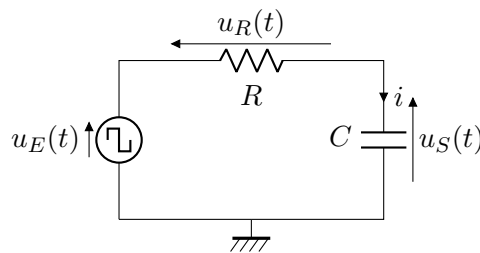


FIGURE 2 – Circuit RC série

### 1 Rappels théoriques

La tension du générateur a la forme suivante :

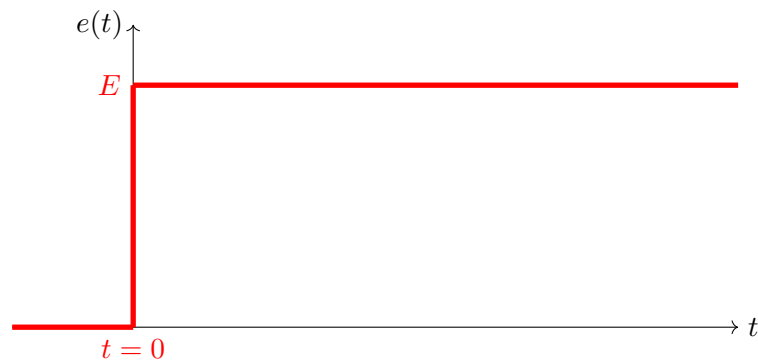


FIGURE 3 – Tension du GBF

On suppose qu'à  $t < 0$ , le condensateur est déchargé.

- 1) Ecrire la loi des mailles dans le circuit de la figure ??.
- 2) Etablir l'équation différentielle à laquelle satisfait la tension  $u_c(t)$ . Mettre cette équation sous la forme :

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot u_C = \alpha E$$

- 3) Donner la valeur numérique de  $\tau$ .
- 4) En utilisant la condition initiale sur  $u_c$ , en déduire l'expression puis l'allure de  $u_c(t)$ .
- 5) Quel pourcentage de la tension maximale de  $u_C(t)$  est atteinte au bout d'un temps  $t = \tau$  ?

## 2 Réalisation pratique

Pour réaliser un échelon, le GBF sera réglé en signal créneau avec une période assez grande devant  $\tau$ . Cela permet d'avoir un phénomène périodique plus commode à visualiser à l'oscilloscope.

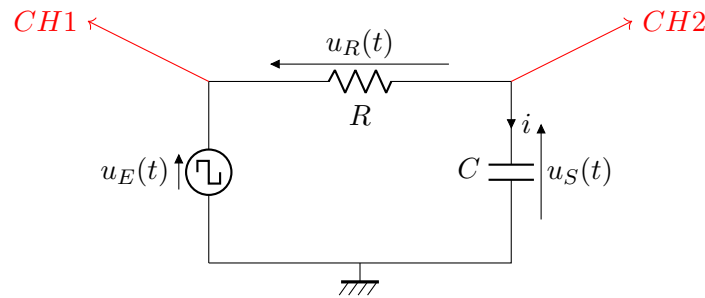


FIGURE 4 – Circuit RC série

Données :  $R = 10k\Omega$  et  $C = 100nF$

1) Réaliser le montage de la figure 4 sur une plaque d'essai Labdec. On rappelle que GBF et oscilloscope sont câblés en coaxial BNC.

Réglage du GBF :

- Créneau évoluant entre 0V et 5V (!! Penser à l'offset/décalage!!)
- Période  $T = 20 \cdot \tau$

2) Quelles valeurs de fréquence, d'offset ("décalage") et d'amplitude crête-à-crête faut-il régler sur le GBF pour réaliser le signal demandé ?

3) Afficher 2 ou 3 périodes à l'écran. Relever CH1 et CH2 sur votre compte rendu en précisant bien les échelles.

Mesure expérimentale de  $\tau$

4) Ajuster le calibre horizontal ainsi que la position de manière à n'afficher que la charge du condensateur à l'écran, et que la durée  $\tau$  occupe le plus de place possible.

5) Effectuer la mesure de  $\tau$  soigneusement à l'aide de curseurs (verticaux). On reportera sur le compte rendu le chronogramme détaillé avec les calibres.

## 3 Lien avec l'étude fréquentielle

Si l'on considère la tension  $u_E(t)$  du générateur comme l'entrée du circuit, et la tension  $u_C(t)$  comme la sortie, le montage est donc un filtre passe-bas du premier ordre déjà étudié. On se propose de faire varier la fréquence du GBF et de vérifier la cohérence de la tension  $u_S(t)$  par rapport aux prédictions de la fonction de transfert.

Dans toute cette partie, le GBF sera réglé en signal créneau, avec un offset de 0V et une amplitude de 10V crête à crête.

1) Rappeler la fonction de transfert du circuit, que l'on mettra sous la forme :  $\underline{H}(\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$

2) Exprimer et calculer  $\omega_0$ . Quel est le lien entre  $\omega_0$  et  $\tau$  ?

**On suppose que  $\omega \ll \omega_0$ .**

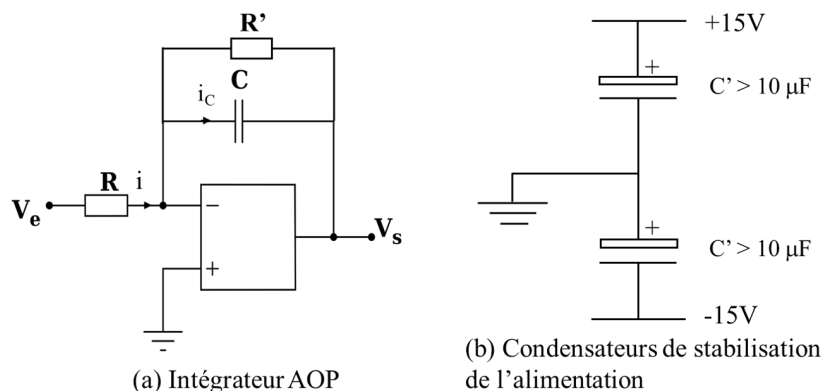
- 3) Donner une approximation de la fonction de transfert dans ces conditions.
- 4) Régler la fréquence du GBF en conséquence, par exemple à  $f = \frac{f_0}{10}$  soit environ 15 Hz. (On pourra retirer l'offset et ainsi obtenir un créneau de  $\pm 2,5V$ )
- 5) Comparer  $u_E$  et  $u_S$  à l'oscilloscope, est-ce cohérent ? Expliquer.

**On suppose que  $\omega \gg \omega_0$ .**

- 6) Vers quelle valeur tend le module de la fonction de transfert dans ce cas ? Vérifier l'évolution de l'amplitude de sortie lorsque la fréquence augmente fortement (de 10 en 10 par exemple).
- 7) Donner une approximation de la fonction de transfert lorsque  $\omega \gg \omega_0$ . Quelle est la fonction ainsi réalisée ? On rappelle qu'en notation complexe :  $\frac{dx}{dt} = j\omega \cdot x$
- 8) Régler la fréquence du GBF à  $10 \cdot f_0$  soit environ 1500 Hz.
- 9) Quel type de signal obtient-on en sortie ? Est-ce cohérent avec la question 7) ? Relever l'oscillogramme.
- 10) Relever à l'aide de l'oscilloscope la valeur de la pente de la tension de sortie. Comparer la à la valeur théorique.

## 4 Intégrateur à AOP

Pour palier les inconvénients du montage précédent (dont la fonction est modifiée si l'on connecte une charge en sortie), on préférera la structure suivante à base d'AOP.



Données :  $R = 1k\Omega$  ;  $R' = 10k\Omega$  et  $C = 1\mu F$

- 1) Réaliser le montage (a). Sur la plaque d'essai, placer des condensateurs ( $> 10\mu F$ ) entre la masse et les alimentations  $\pm 15V$  comme sur la figure (b). Bien tenir compte de la polarité des condensateurs.
- 2) Calculer la fonction de transfert. A partir de quelle fréquence le montage se comporte t-il comme un intégrateur ?
- 3) Relever l'oscillogramme de  $V_S$  pour une tension créneau de 10V crête à crête, et une fréquence de 250 Hz. Conclusion.