

TP N.04

Régimes transitoires des circuits RC

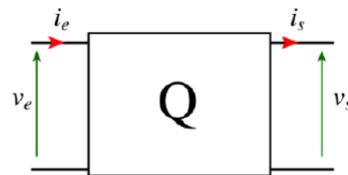
OBJECTIFS DU TP

- Maîtriser la mesure de tension, de fréquence et de déphasage à l'oscilloscope.
- Réaliser l'étude d'un filtre d'ordre 1 (tracés des diagrammes de Bode et vérification de la théorie : fréquence de coupure, bande-passante, asymptotes).
- Comprendre la méthode dite des "5/7 carreaux" pour mesurer une fréquence de coupure.
- Savoir utiliser un papier semi-logarithmique.

1 Rappels théoriques :

1.1 Définition d'un quadripôle :

Un quadripôle est un montage électronique possédant 4 bornes : deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie. Il s'agit en général un montage qui va traiter (filtrer, amplifier, ...) un signal d'entrée (tension) et fournir un signal de sortie (tension) en conséquence. On étudie alors la fonction de transfert : $\underline{H} = \frac{V_s}{V_e}$



Le plus souvent on représente graphiquement :

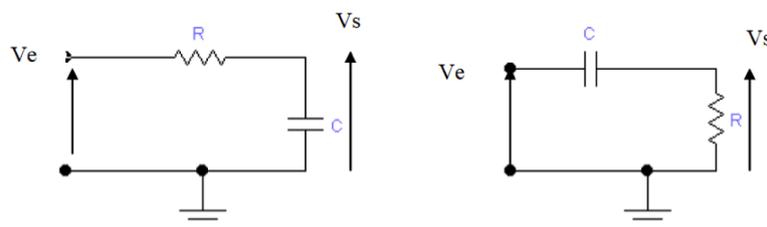
- En ordonnée le gain $G = 20 \log H$ (en décibels -dB) où H est le module de \underline{H} .
- En abscisse la fréquence f sur une échelle logarithmique. On appelle cette représentation un diagramme de Bode.

1.2 Étude et comportement d'un circuit RC en fonction de la fréquence :

1.2.1 Définition :

Un filtre **passé bas** est un circuit électrique qui **laisse passer les basses fréquences** et atténue les hautes fréquences, c'est-à-dire les fréquences supérieures à une fréquence f_c appelée **fréquence de coupure**. Par contre, un filtre **passé haut** **laisse passer les hautes fréquences** et atténue les basses fréquences.

Nous nous intéressons dans ce TP à l'étude théorique puis expérimentale d'un filtre passe bas (FP.bas) et un filtre passe haut (FP.haut) en analysant la fonction de transfert.



1.2.2 Questions préliminaires :

1. Exprimer la fonction de transfert complexe $H(\omega)$ de ce quadripôle en fonction de R, C et la pulsation ω .
2. Réarranger les termes pour mettre \underline{H} sous la forme $\underline{H} = \frac{1}{a + jb}$
3. Exprimer la fréquence de coupure f_c en fonction de R et de C.

4. Exprimer alors H en fonction de ω et ω_c .
5. Etudier les variations de G tel que $G = 20 \log H$ et l'argument $\varphi = \arctg(H)$ en fonction de la fréquence (f variant de 100 Hz à 100 KHz).
6. Tracer les diagramme asymptotique du gain G et la phase φ .

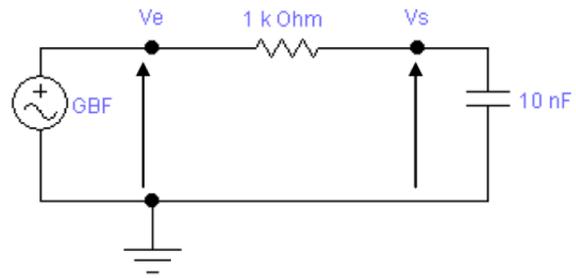
2 Étude expérimentale :

2.1 Étude d'un filtre passe bas :

Le circuit RC précédent est un filtre dont on se propose d'étudier le comportement en fréquence.

Dans ce cas particulier, on place le déclenchement des entrées en AC pour éliminer une éventuelle composante parasite continue que le GBF est susceptible de superposer au signal sinusoïdal qui nous intéresse.

On réalise le montage de la figure suivante avec $R = 1K\Omega$ et $C = 10nF$. Le circuit est alimenté sous la tension alternative $V_e = V_{max} \sin(\omega t)$, de fréquence variable f . on observe la tension V_s à l'oscilloscope.



2.1.1 Comportement global du circuit :

Observons rapidement le comportement du filtre entre 100 hertz et 100 KHz. Pour cela, Faites varier la valeur de **la fréquence de la tension d'entrée** et relever la variation du signal de sortie ainsi que le déphasage entre les deux signaux.

2.1.2 Diagramme de Bode :

Pour calculer le gain, on mesurera les tensions crête-crête de chaque signal (V_e et V_s) en fonction de la fréquence.

Remarque : la mesure de V_e s'impose à chaque fréquence.

1. A l'aide de l'oscilloscope, relever l'amplitude de V_s (aux bornes de C) et son déphasage par rapport à V_e .
2. Refaire les mêmes mesures, pour différentes fréquences allant de 100 Hz à 10 KHz, selon le tableau suivant :

f(KHZ)	1	2	4	6	8	10	20	40	60	80	200	400	600	800	1000
$V_e(V)$															
$V_s(V)$															
$ \text{H} $															
G(dB)															
φ															

On notera particulièrement le point de mesure correspondant à la fréquence de coupure f_c que vous calculerez au préalable. On rappelle que la fréquence de coupure est déterminée par l'expression : $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$

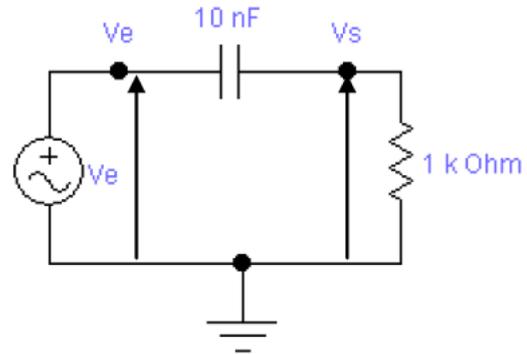
3. Evaluer la fréquence de coupure $f_{c,mes}$ grâce à la méthode dite des **5/7 carreaux**⁽¹⁾ issue de la définition même de la fréquence de coupure.
4. En déduire la fréquence de coupure théorique $f_{c,th}$ obtenue. Faire l'application numérique avec les valeurs fournies de R et de C et comparer avec $f_{c,mes}$.
5. Tracer les deux graphes du diagramme de Bode (i.e. les deux courbes $G_{dB} = G_{dB}(\log(\omega))$ et $\varphi = \varphi(\log(\omega))$) du filtre après avoir rempli le tableau de mesures sur un papier semi log.

6. Faire apparaître les asymptotes ABF et AHF des courbes en gain et en phase.
7. Grâce à ces asymptotes, déterminer graphiquement la fréquence de coupure $f_{c,graph}$ et les pentes (en dB/déca) des asymptotes.
8. revenir à une fréquence proche de 1 KHz et modifier la forme du signal en passant en **triangle**. Observe-t-on un signal triangle en sortie ? Qu'observe-t-on en sortie ? Interprétation ?

2.2 Étude d'un filtre passe haut :

On réalise le montage de la figure suivante avec $R = 1K\Omega$ et $C = 10nF$. Le circuit est alimenté sous la tension alternative $V_e = V_{max} \sin(\omega t)$, de fréquence variable f . on observe la tension V_s à l'oscilloscope.

Refaire le même travail demandé pour le filtre passe-bas. Conclure.



(1) Annexe : méthode dite des 5/7 carreaux

La méthode des 5/7 carreaux est une méthode simple, pratique et très rapide pour mesurer la bande passante d'un système linéaire. Elle tire son nom du constat que $5/7 = 0,714 \simeq 0,707 = -3dB$.

Pour appliquer cette méthode il convient de respecter les règles suivantes :

1. Il faut choisir dans un premier temps un signal d'entrée sinusoïdal et régler le niveau d'entrée afin de rester dans la zone linéaire du montage. (pas de saturation du signal de sortie par ex).
2. Si le niveau de l'entrée dans la bande passante du système à caractériser ne change pas (un changement peut provenir des variations de l'impédance d'entrée) on peut alors appliquer la méthode des 5 / 7 carreaux.

Application dans le cas d'un filtre passe bas :

- Pour une fréquence très basse devant la fréquence de coupure recherché, on visualise sur un oscilloscope la tension de sortie et en jouant sur les déviations verticales (on utilise le décalibrage) on positionne la totalité de la sinusoïde sur 7 carreaux.
- Une fois le réglage effectué on ne touche plus l'oscilloscope et évidemment pas le niveau d'entrée. (Fig1)
- On augmente la fréquence et l'on note la fréquence f lorsque la sinusoïde n'occupe plus que 5 carreaux. On se trouve alors à la fréquence de coupure f_c du filtre passe bas. (Fig2).

