

TP – FILTRE PASSIF D'ORDRE 1 : ÉTUDE À L'OSCILLOSCOPE

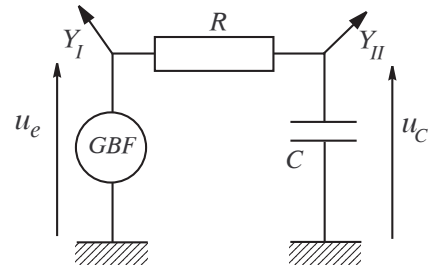
- **Objectif du TPs :** (1) Maîtriser la mesure de tension, de fréquence et de déphasage à l'oscilloscope.
- (2) Réaliser l'étude d'un filtre d'ordre 1 (tracés des diagrammes de BODE et vérification de la théorie : fréquence de coupure, bande-passante, asymptotes).
- (3) Comprendre la méthode dite des « 2,8 carreaux » pour mesurer une fréquence de coupure.
- (4) Savoir utiliser un papier semi-logarithmique.

On réalise un montage RC série avec $R = 10\text{ k}\Omega$ et $C = 10\text{ nF}$.

On travaille en régime sinusoïdal :

$$u_e = E \cos \omega t \text{ avec } E = 2V.$$

$$\text{Donc : } u_C = U_C \cos(\omega t + \varphi_C).$$



I Rappels et mesures

I.1 Mesure du déphasage

- Rappel des méthodes détaillées précédemment en TP :

a) Utilisation des **mesures automatiques** de l'oscilloscope numérique, *mais en vérifiant le signe du déphasage à chaque mesure.*

b) méthode de la **mesure du décalage temporel entre deux points homologues** des courbes (utilisation des curseurs) :

Prop : Le signal en avance est celui passant le premier par un maximum (ici voie 1).

La période T correspond à un déphasage de π .

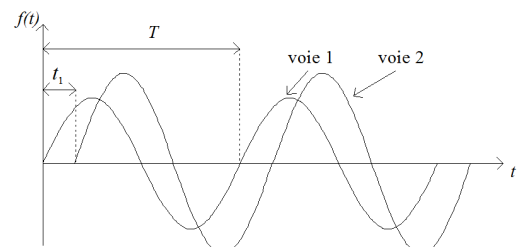
La durée t_1 correspond à $|\phi|$, donc $|\phi| = 2\pi \frac{t_1}{T}$.

Si on souhaite φ en degré : $|\phi| = 360 \cdot \frac{t_1}{T}$.

Si le déphasage est faible, on calibre la base de temps pour observer seulement un peu plus qu'une demi-période et après avoir mesurer t_1 et $\frac{T}{2}$, on calcule (en

degré) : $|\phi| = 180 \cdot \frac{t_1}{\frac{T}{2}}$

Rq : Le signe de ϕ est ensuite fixé en observant les positions relatives des deux courbes : si la voie 1 est en avance sur la voie 2 : $\phi = \varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_{1/2} > 0$.¹



La voie 1 est donc en avance de phase sur la voie 2 car elle passe par un maximum en premier

- Se placer à 1 kHz . Effectuer la mesure du **déphasage** (algébrique!) $\varphi = \varphi_C - \varphi_e = \varphi_C$ de u_C par rapport à u_e : u_C est elle en avance ou en retard de phase sur u_e ?

I.2 Mesure du gain

a) **Utilisation de l'oscilloscope :**

On visualise les deux courbes simultanément sur l'écran et on mesure U_{em} et $U_{sm} = U_{Cm}$. On

1.

c) méthode dite des « 9 carreaux » : Même principe que la précédente méthode, mais en travaillant sur une demi-période occupant 9 carreaux (en décalibrant la base de temps). Le décalage entre les points homologues se mesure directement en carreaux (de l'écran de l'oscilloscope), avec l'équivalence : 1 carreau $\leftrightarrow 20^\circ$ (cf. TP. Oscilloscope).

d) La méthode de Lissajous (méthode de l'ellipse), moins pratique, est peu utilisée.

en déduit la valeur de $G = H = \frac{U_{sm}}{U_{em}}$.

b) Utilisation du multimètre :

Le multimètre permet une mesure directe en dB des signaux.

Lorsqu'on mesure une tension u en dB , le multimètre affiche $20 \log \frac{U_m}{U_{ref}}$, où U_{ref} est une tension indépendante du temps et liée au calibre. On peut alors obtenir G_{dB} par simple différence des tensions d'entrée et de sortie mesurées en dB .

En effet : $G = 20 \log \frac{U_{sm}}{U_{em}} = 20 \log \left(\frac{U_{sm}}{U_{ref}} \cdot \frac{U_{ref}}{U_{sm}} \right) = 20 \log \frac{U_{sm}}{U_{ref}} - 20 \log \frac{U_{ref}}{U_{sm}}$.

II Étude d'un filtre RC

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.

II.1 Étude rapide :

- Observer u_e et u_c sur l'oscilloscope (prendre le plus petit calibre en tension pour avoir les courbes les plus grandes possibles ; soit les mesures les plus précises possibles).

Faire varier la fréquence en jouant sur la gamme en fréquence du GBF (100, 1 k, 10 k, 100 k, etc ...).

→ de quel **type de filtre** s'agit-il ?

- Évaluer la **fréquence de coupure** $f_{c,mes}$ grâce à la **méthode dite des « 2,8 carreaux »** issue de la définition même de la fréquence de coupure.

- Établir théoriquement la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) \equiv \frac{U_C}{U_e}$.

En déduire la fréquence de coupure théorique $f_{c,theo}$ obtenue.

Faire l'application numérique avec les valeurs fournies de R et de C et comparer avec $f_{c,mes}$.

II.2 Diagramme de Bode (en Gain en décibels et en Phase)

- Tracer les deux graphes du diagramme de Bode (*i.e.* les deux courbes $G_{dB} = G_{dB}(\log(\omega))$ et $\phi = \phi(\log(\omega))$) du filtre après avoir rempli le tableau de mesures de la page suivante pour un intervalle 10 Hz – 100 kHz²

- Représenter les deux voies (en précisant les calibres utilisés) sur l'écran de l'oscilloscope dans les trois situations suivantes :

- $f \ll f_c$ soit : $\varphi_C = ?$
- $f = f_c$ soit : $\varphi_C = ?$
- $f \gg f_c$ soit : $\varphi_C = ?$

- Faire apparaître les asymptotes ABF et AHF des courbes en gain et en phase.

Grâce à ces asymptotes, déterminer **graphiquement** la fréquence de coupure $f_{c,graph}$ et les pentes (en dB/dec) des asymptotes.

- Confronter ces résultats (asymptotes BF/HF) avec la théorie ($G_{dB}(ABF)$, $G_{dB}(AHF)$, $\varphi(ABF)$, $\varphi(AHF)$).

- **Rque** : 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. Pour des fréquences en progression sensiblement géométrique ($f_{i+1} = k \cdot f_i$); par exemple pour $k = \sqrt{2}$: 100 Hz, 140 Hz, 200 Hz, 280 Hz, ...

f (Hz)										
E (V)										
U_{Cm} (V)										
φ (°)										
$H = \underline{H} $										
G_{dB}										

f (Hz)										
E (V)										
U_{Cm} (V)										
φ (°)										
$H = \underline{H} $										
G_{dB}										

f (Hz)										
E (V)										
U_{Cm} (V)										
φ (°)										
$H = \underline{H} $										
G_{dB}										

f (Hz)										
E (V)										
U_{Cm} (V)										
φ (°)										
$H = \underline{H} $										
G_{dB}										