

# TP n°8 : Étude du filtre RC

## Comment tracer un diagramme de Bode ?

L'objectif de ce TP est de prouver expérimentalement la validité de la modélisation d'un filtre RC réalisée en cours, en traçant notamment son diagramme de Bode.

↪ Cliquez ou flashez le QR code ci-contre pour un rappel sur le filtre RC !



### Matériel à disposition

Générateur basses fréquences (GBF), boîte à decade de résistances, boîte à decade de capacités, fils de connexion, oscilloscope.

### Méthodes mises en oeuvre

- ▷ Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF.
- ▷ Modifier les paramètres d'acquisition à l'oscilloscope pour observer correctement un signal.
- ▷ Tracer un diagramme de Bode.
- ▷ Étudier expérimentalement les effets d'un filtre sur un signal périodique.
- ▷ Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

## Théorie sur le filtre RC

### ● Fonction de transfert

Le filtre étudié dans ce TP est le filtre RC suivant. La tension  $e$  délivrée par le GBF est sinusoïdale, de la forme

$$e(t) = E_0 \cos(2\pi ft + \varphi_e)$$

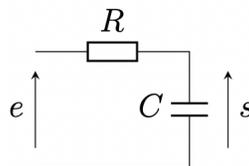


FIGURE 1 – Filtre RC

- 🔗 Rappeler la nature d'un tel filtre.
- 🔗 Établir sa fonction de transfert  $\underline{H}(\omega)$ , et la mettre sous la forme

$$H(\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{f}{f_c}} \quad \text{avec} \quad f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

- 🔗 Calculer  $f_c$  pour  $R = 1 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ .
- 🔗 Exprimer le gain en décibels  $G_{dB}(f)$ , ainsi que la phase  $\phi(f)$  de ce filtre.

## • Tracé et exploitation du diagramme de Bode

On rappelle les définitions du gain  $G$ , du gain en décibels  $G_{dB}$  et de la phase  $\phi$  du filtre :

$$G(\omega) = \frac{U_s}{U_e}; \quad G_{dB}(\omega) = 20 \log(G); \quad \phi = \varphi_s - \varphi_e$$



Proposer un protocole permettant de tracer le diagramme de Bode en gain et en phase du filtre RC ci-dessus.



Proposer une méthode pour mesurer la fréquence de coupure du filtre RC grâce au diagramme **en gain**.



Proposer une méthode pour mesurer la fréquence de coupure du filtre RC grâce au diagramme **en phase**.

## I - Tracé du diagramme de Bode

L'objectif de cette partie est de tracer le diagramme de Bode du filtre RC. On prendra dans toute la suite  $R = 1 \text{ k}\Omega$  et  $C = 100 \text{ nF}$ .



Réaliser le montage de la figure 1 en délivrant un signal sinusoïdal.



En faisant varier la fréquence sur plusieurs décades à l'aide du mode **RANGE** du GBF (de 10 Hz à 100 kHz), observer la réponse du circuit en amplitude et en phase. De quel type de filtre s'agit-il ?



Mettre en oeuvre le protocole proposé dans la partie théorique pour tracer le diagramme de Bode du filtre RC en gain et en phase. Le diagramme de Bode devra être tracé sur **Regressi**, ainsi que sur du **papier logarithmique**. À vous de vous répartir les rôles !

**Indication :** On mesurera les tensions crête-à-crête ( $V_{pp}$ ) de chaque signal ( $e(t)$  et  $s(t)$ ) en fonction de la fréquence ainsi que le déphasage de  $s$  par rapport à  $e$ , grâce aux mesures automatiques de l'oscilloscope. On réalisera a minima les mesures suivantes :

$f$ (Hz)	10	50	100	200	500	1000	1500	2000	5000	10000	20000	50000
$V_e$ (V)												
$V_s$ (V)												
$G$												
$G_{dB}$ (V)												
$\varphi$ (rad)												

## II - Exploitation du diagramme de Bode

### • Pente des asymptotes

Mesurer les pentes des asymptotes BF et HF. Le modèle établi dans le chapitre 9 est-il en accord avec l'expérience réalisée ?

### • Fréquence de coupure

Mettre en oeuvre la méthode proposée pour déterminer la fréquence de coupure grâce au diagramme de Bode en gain. Comparer à la valeur attendue pour  $f_c$ , dont l'expression est rappelée page 1.

Mettre en oeuvre la méthode proposée pour déterminer la fréquence de coupure grâce au diagramme de Bode en phase. Comparer à la valeur attendue pour  $f_c$ , dont l'expression est rappelée page 1.

### III - Réponse du filtre à un signal créneau

☞ Rappeler la gamme de fréquences dans lequel le filtre RC se comporte comme un filtre **intégrateur**. En déduire l'allure du signal de sortie si le signal d'entrée est un signal créneau, de fréquence grande devant la fréquence de coupure.



Envoyer un signal créneau sur le circuit de faible fréquence, puis augmenter  $f$ . Qu'observe-t-on ?