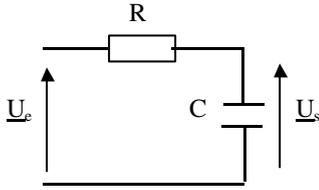


TP N° 9 : FILTRE PASSE-BAS PASSIF D'ORDRE 1

I. Objectif.

On désire tracer le diagramme de Bode du filtre passe-bas passif d'ordre 1 suivant, étudié en régime sinusoïdal forcé de pulsation ω :



II. Etude théorique.

Rappeler les expressions de la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega)$, du gain en décibels $G(\omega)$ et de la phase de transfert $\varphi_{U_s/U_e}(\omega)$.
 Etablir rapidement le diagramme de Bode et donner la pulsation de coupure haute ω_h .

III. Etude expérimentale.

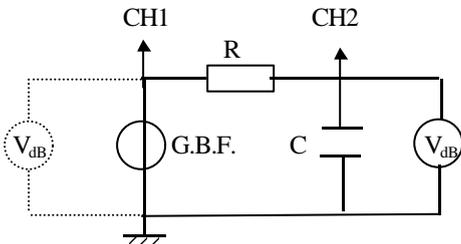
1. Montage.

a) Choix des paramètres.

On désire mesurer le gain en décibels à l'aide de la fonction dB du multimètre numérique. La bande passante de ce dernier étant d'environ 200 kHz, on choisit une fréquence de coupure haute f_h pas trop élevée pour pouvoir tracer l'asymptote « haute fréquence » sans dépasser les 200 kHz (au-delà de cette valeur, la réponse du multimètre n'est plus fiable). Choisissons f_h de l'ordre de 5 kHz. Exprimer la fréquence de coupure haute f_h en fonction de R et C.

On fixe $C = 22 \text{ nF}$ (valeur normalisée), en déduire l'ordre de grandeur de R. On fixe $R = 1,5 \text{ k}\Omega$. Mesurer R à l'ohmmètre et C au capacimètre. En déduire la valeur théorique de f_h .

b) Réaliser le montage ci-dessous :



2. Mesures.

Mesure d'une tension en décibels à l'aide du multimètre numérique.

Soit à mesurer la tension $u(t) = U \sqrt{2} \cos \omega t$. Le multimètre utilisé en fonction décibels (touche dB enfoncée et calibre en décibels choisi) mesure $U_{dB} = 20 \log \frac{U}{U_{ref}}$ où la valeur efficace de référence est $U_{ref} = 0,775 \text{ V}$.

$$\text{Ainsi } \boxed{G(\omega) = 20 \log \frac{U_s}{U_e} = 20 \log U_s - 20 \log U_e = 20 \log \frac{U_s}{U_{ref}} - 20 \log \frac{U_e}{U_{ref}} = U_{s,dB} - U_{e,dB} .}$$

On fixe une valeur commode pour U_e , par exemple $U_{e,dB} = -10 \text{ dB}$, alors, U_e restant constant lorsque la fréquence varie (s'en assurer en permanence à l'oscilloscope), $G(\omega) = U_{s,dB} + 10$.

Les différents calibres sont notés -20dB , -10dB , $+10\text{dB}$, $+20\text{dB}$: si le multimètre clignote, changer de sensibilité ; les indications des calibres sont à ajouter à la valeur affichée.

Exemple : $U_{s,dB}$ s'affiche $-10,5$ sur le calibre -10 dB : $U_{s,dB} = -10,5 - 10 = -20,5 \text{ dB}$.

Mesure pratique du déphasage par lecture de l'oscillogramme.

Se rapporter au TP 7 II.1. $|\varphi_{u_s/u_e}(\omega)| = 20 x$ où x est le décalage temporel entre u_s et u_e , en divisions, pour la base de temps décalibrée pour satisfaire à $T/2 \leftrightarrow 9 \text{ div}$.

Régler la tension d'entrée pour avoir $U_{e,dB} = -10 \text{ dB}$, on vérifiera à l'oscilloscope que cette tension reste constante pour toute l'expérience (la réajuster au besoin).

Il est intéressant de procéder d'abord à une excursion rapide en fréquence pour vérifier le bon ordre de grandeur de la fréquence de coupure, sans faire de mesure mais en observant l'allure des courbes u_s et u_e à l'oscilloscope.

On mesure ensuite $U_{s,dB}$ pour $f \in [0,10 \text{ kHz}, 100 \text{ kHz}]$, les fréquences de mesure étant choisies pour qu'elles se répartissent à peu près également en échelle logarithmique tout en multipliant les mesures lorsque les variations du gain ou de la phase sont notables.

Remplir le tableau suivant et tracer le diagramme de Bode (gain en décibels et phase de transfert) en fonction de $\log f$, soit en fonction de f porté en échelle logarithmique : on utilisera du papier « semi-log » avec les échelles en ordonnée : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 5 \text{ dB}$ et $1 \text{ cm} \leftrightarrow 20^\circ$.

Remarque : il peut être utile de refaire les mesures du gain en décibels pour les deux dernières fréquences du tableau à l'aide d'un dB-mètre analogique, de bande passante plus large que celle du dB-mètre numérique.

f (kHz)	0,1	0,3	0,5	1	3	5	10	30	50	100
G (f) = $U_{s,dB} + 10$ (dB)										
φ_{u_s/u_e} (f) = $\pm 20 \text{ div}$ ($^\circ$)										

3. Résultats.

Tracer le diagramme asymptotique correspondant au diagramme de Bode expérimental, déterminer les valeurs expérimentales de la fréquence de coupure et de la pente de l'asymptote haute fréquence (la fréquence de coupure expérimentale se détermine par la relation $G(f_h) = -3 \text{ dB}$ plutôt qu'à l'intersection des asymptotes).

Comparer les résultats expérimentaux aux résultats théoriques, tant pour le gain que pour la phase (conclure en terme de précision pour fréquence de coupure et pour la pente de l'asymptote haute fréquence).