

TP de physique n° 2

Incertitudes — Filtre de Wien

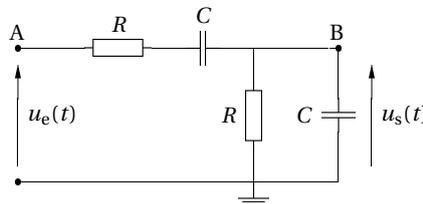
1 — Mesure au multimètre et incertitude

Vous disposez d'une résistance de 1 kΩ et d'une capacité de 100 nF.

- Mesurer la valeur de la résistance au multimètre.
- En utilisant l'annexe, déterminer l'incertitude-type de la mesure, puis présenter le résultat en indiquant l'incertitude élargie.
- En utilisant l'annexe, déterminer la valeur constructeur R_c en indiquant l'incertitude élargie.
- Discuter de la validité de la valeur mesurée par un calcul d'écart normalisé.
- Faire de même avec le condensateur. La valeur est donnée par le constructeur avec une incertitude de 10 %.

2 — Étude du filtre de Wien

La structure du filtre est donnée par le schéma suivant :



Sa fonction de transfert s'écrit

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{u_s}{u_e} = \frac{H_0}{1 + jQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)} \quad \text{soit en terme de fréquences} \quad \underline{H}(jf) = \frac{H_0}{1 + jQ \left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)}.$$

L'étude théorique conduit à $H_0 = \frac{1}{3}$, $Q = \frac{1}{3}$ et $\omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{1}{RC}$.

- Réaliser le montage en prenant $R = 1 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$.

- Un GBF délivre une tension $u_e(t)$ entre la borne A et la masse.
- La voie I de l'oscilloscope permet de visualiser la tension entre la borne A et la masse.
- La voie II de l'oscilloscope permet de visualiser la tension entre la borne B et la masse.

- Montrer que l'on peut déterminer avec précision la fréquence f_0 en utilisant l'oscilloscope en mode XY.

Effectuer la mesure, et estimer l'incertitude Δf_0 sur la fréquence.

- Déterminer expérimentalement la valeur du paramètre H_0 .

- On rappelle que pour un tel filtre, le facteur de qualité Q vérifie $\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{1}{Q}$, où la bande passante $\Delta f = f_2 - f_1$ est définie par les deux fréquences telles que $G(f_1) = G(f_2) = \frac{G_{\max}}{\sqrt{2}}$.

Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental afin de déterminer Q à partir de la mesure des amplitudes des tensions.

- Question plus délicate facultative :** proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental afin de déterminer Q à partir de la mesure du déphasage entre la tension d'entrée et la tension de sortie. *On réfléchira à la valeur du déphasage pour les fréquences f_1 et f_2 .*

- Si le temps le permet.* Tracer le diagramme de Bode en gain du filtre.

Annexes

1 — Précision de lecture sur le multimètre Metrix MX 53C

L'incertitude est donnée sous la forme $n\%L + mUR$:

- « $n\%L$ » signifie $n\%$ de la lecture ;
- UR est la puissance de 10 du dernier chiffre lu.

Exemple : On lit une tension $U_1 = 126,86$ V, pour laquelle on donne $0,02\%L + 2UR$.

La précision est donc $126,86 \times \frac{0,02}{100} + 0,02 = 0,025 + 0,02 = 0,045$ V. On a donc $\Delta U_1 = 0,045$ V.

L'incertitude type vaut alors $u(U_1) = \frac{\Delta U}{\sqrt{3}} = 0,026$ V.

L'incertitude élargie vaut $2u(U_1) = 0,052$ V.

On donne le résultat sous la forme $U_1 = 126,86 \pm 0,05$ V.

Mesures de résistances

Gamme	500 Ω	5 kΩ	50 kΩ	500 kΩ	5 MΩ	50 MΩ
Précision	0,1 %L + 5UR	0,1 %L + 3UR	0,1 %L + 3UR	0,1 %L + 3UR	0,3 %L + 3UR	1 %L + 3UR

Mesures de capacités

► **Décharger les capacités avant toute mesure.**

Gamme	50 nF	500 nF	5 μF	50 μF	500 μF	5000 μF	50 mF
Précision	1 %L + 2UR	2 %L + 2UR	2 %L + 2UR				

2 — Code couleur des résistances

Le code couleur indiqué sur chaque résistance précise la valeur et la tolérance fournie par le constructeur :

- La première bande indique le premier chiffre.
- La deuxième bande indique le deuxième chiffre.
- La troisième bande indique le multiplicateur.
- La quatrième bande indique la tolérance, c'est-à-dire la précision de la valeur en pourcentage.

	Noir	Brun	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc	Or	Argent
Chiffre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Multiplicateur	1	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶					
Tolérance (%)	20										5	10

Sur l'exemple ci-contre, les deux chiffres significatifs sont 5 (vert) et 4 (jaune).

Le multiplicateur est 10 (brun). La tolérance est 5 % (or).

La résistance vaut donc $54 \times 10^1 \Omega$. L'incertitude est $\Delta R = 0,05 \times 540 = 27 \Omega$.

L'incertitude-type vaut $u(R) = \frac{\Delta R}{\sqrt{3}} = 16 \Omega$ et l'incertitude élargie $2u(R) = 31 \Omega$. On a donc $R = 54 \times 10^1 \pm 3 \times 10^1 \Omega$.

