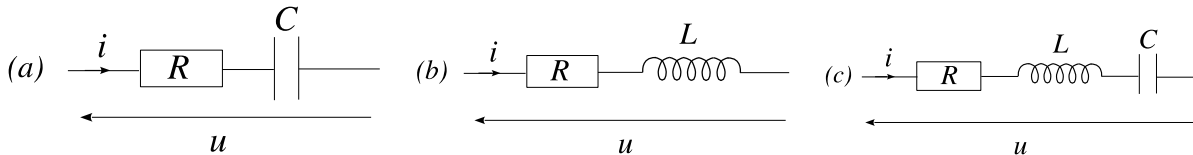


TD EL3

1 Calculs d'impédances

Déterminer l'impédance complexe \underline{Z} des montages ci-dessous. En déduire $|\underline{Z}|$ le rapport de l'amplitude de la tension sur l'amplitude de l'intensité et $\varphi = \arg(\underline{Z})$ l'avance de phase de u par rapport à i .



Réponses :

$$(a) |\underline{Z}| = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}; \varphi = -\arctan \frac{1}{RC\omega}. \quad (b) |\underline{Z}| = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}; \varphi = \arctan \frac{L\omega}{R}$$

$$(c) |\underline{Z}| = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}; \varphi = \arctan \left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}\right).$$

2 Nature de dipôles inconnus ★

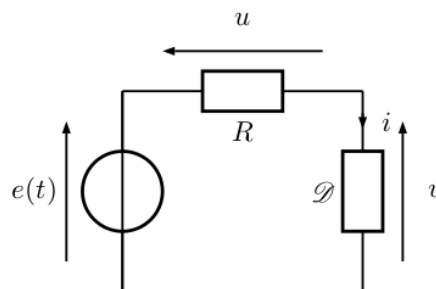
On désire identifier trois associations (en série ou en parallèle) de deux dipôles choisis parmi les dipôles suivants : une bobine idéale, un condensateur et un résistor. Les dipôles obtenus sont notés D_1 , D_2 et D_3 . En régime stationnaire, la mesure des résistances donne respectivement : $R_1 = R_2 = 50 \Omega$ et $R_3 = \infty$. En régime sinusoïdal permanent on observe que :

- i) quelle que soit la fréquence f , la tension u_1 aux bornes de D_1 est en avance de phase sur l'intensité i_1 du courant qui le parcourt ; en revanche pour D_2 , u_2 est en retard sur i_2
- ii) aux basses fréquences, la tension u_3 aux bornes de D_3 est en retard sur i_3 ; aux hautes fréquences c'est l'inverse.

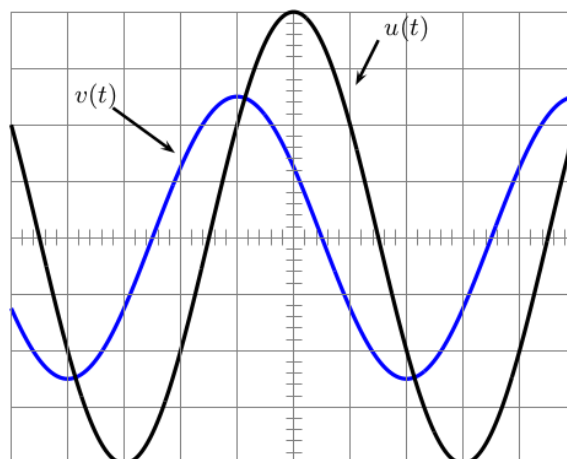
Déterminer la nature de chaque association et les dipôles qui la constituent.

3 Détermination expérimentale d'un dipôle inconnu ★

Dans le montage ci-contre, le GBF délivre une tension sinusoïdale $e(t)$ de fréquence f , R est une résistance connue ($R = 100 \Omega$) et \mathcal{D} un dipôle inconnu.



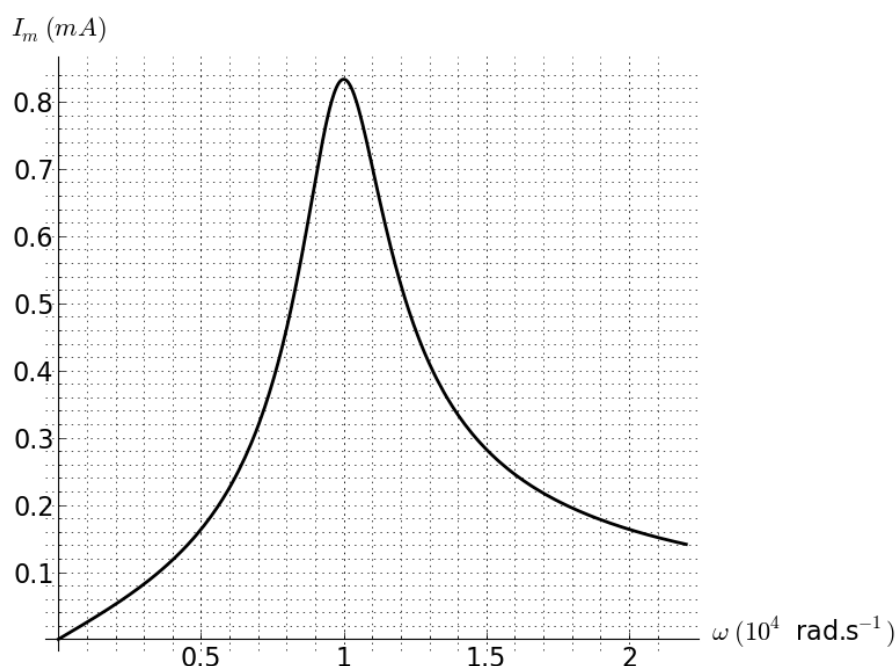
On visualise à l'oscilloscope $v(t)$ et $u(t)$. Les calibres sont identiques sur les deux voies : 2V/div et 1ms/div.



1. Sachant que le GBF et l'oscilloscope utilisés sont tous les deux munis de prises de terre, quel problème expérimental devra-t-on résoudre pour visualiser simultanément $v(t)$ et $u(t)$?
2. Déterminer les amplitudes V_m et U_m des signaux visualisés, ainsi que la fréquence f du GBF.
3. On pose $u(t) = U_m \cos \omega t$ et $v = V_m \cos(\omega t + \varphi)$. Déterminer le signe et la valeur φ . La tension v est-elle en retard ou en avance de phase sur u ?
4. On note $\underline{Z} = X + jY$ l'impédance du dipôle \mathcal{D} . Déterminer à partir des résultats précédents les valeurs de X et de Y .
5. Par quel dipôle peut-on modéliser \mathcal{D} ? Donner ses caractéristiques.

4 Exploitation d'une courbe de résonance en intensité

Un circuit RLC série est alimenté par une source de tension sinusoïdale, idéale, de fem $e(t) = E \cos(\omega t)$, avec $E = 2,5$ V. La figure ci-dessous représente la courbe de résonance en intensité obtenue expérimentalement avec I_m l'amplitude de l'intensité du courant. En exploitant cette courbe, déterminer les valeurs de la résistance R , de la capacité C et de l'inductance L utilisées.



5 Capteur de niveau d'eau (d'après ATS 2024)

On s'intéresse à la mesure de la hauteur d'eau d'une piscine grâce à un capteur capacitif.

Un condensateur plan, constitué de deux armatures planes de surface S , séparées d'une épaisseur e dans le vide possède une capacité :

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{e}.$$

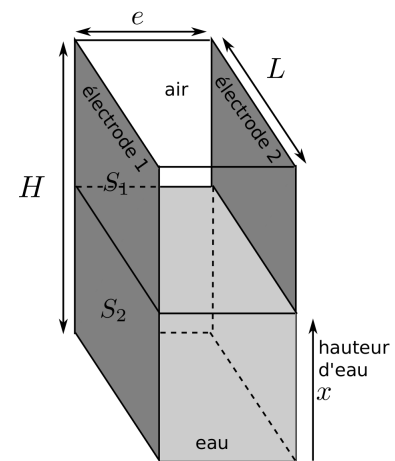
avec $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$, la permittivité électrique du vide. On établira ce résultat dans le cours d'électrostatique (EM2).

Le principe du capteur est schématisé ci-contre. Dans un milieu de permittivité diélectrique relative ε_r , l'expression de la capacité d'un condensateur plan s'écrit :

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{e} \quad (1)$$

On a $\varepsilon_r = 1$ pour l'air et $\varepsilon_r = 80$ pour l'eau.

Le capteur est équivalent à deux condensateurs C_1 et C_2 placés en parallèle, l'un situé dans l'air (surface des électrodes S_1 dans l'air) et l'autre dans l'eau (surface des électrodes S_2 dans l'eau). Les capacités de ces deux condensateurs placés en parallèle s'additionnent.



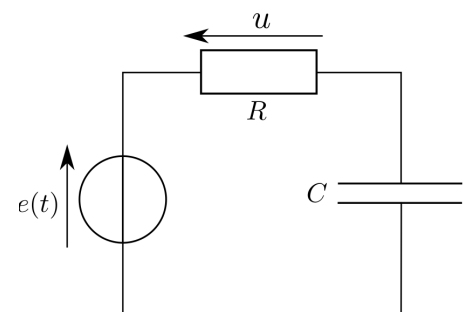
1. Établir l'expression de la capacité totale $C = C_1 + C_2$, et l'écrire sous la forme $C = ax + b$, avec a et b des constantes à exprimer en fonction des dimensions H , L et e du condensateur, de ε_0 et de la permittivité diélectrique relative ε_r de l'eau.

Pour mesurer la valeur de C , on place le capteur dans un montage électrique (voir ci-contre). Le générateur de tension impose une tension $e(t) = A \cos \omega t$ avec $A > 0$.

On mesure alors la tension u aux bornes de la résistance.

On utilise le formalisme complexe : $e(t)$ est représenté par $\underline{e}(t) = Ae^{j\omega t}$ et $u(t) = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ par $\underline{u}(t) = \underline{U}_0 e^{j\omega t}$ avec $\underline{U}_0 = U_0 e^{j\varphi}$.

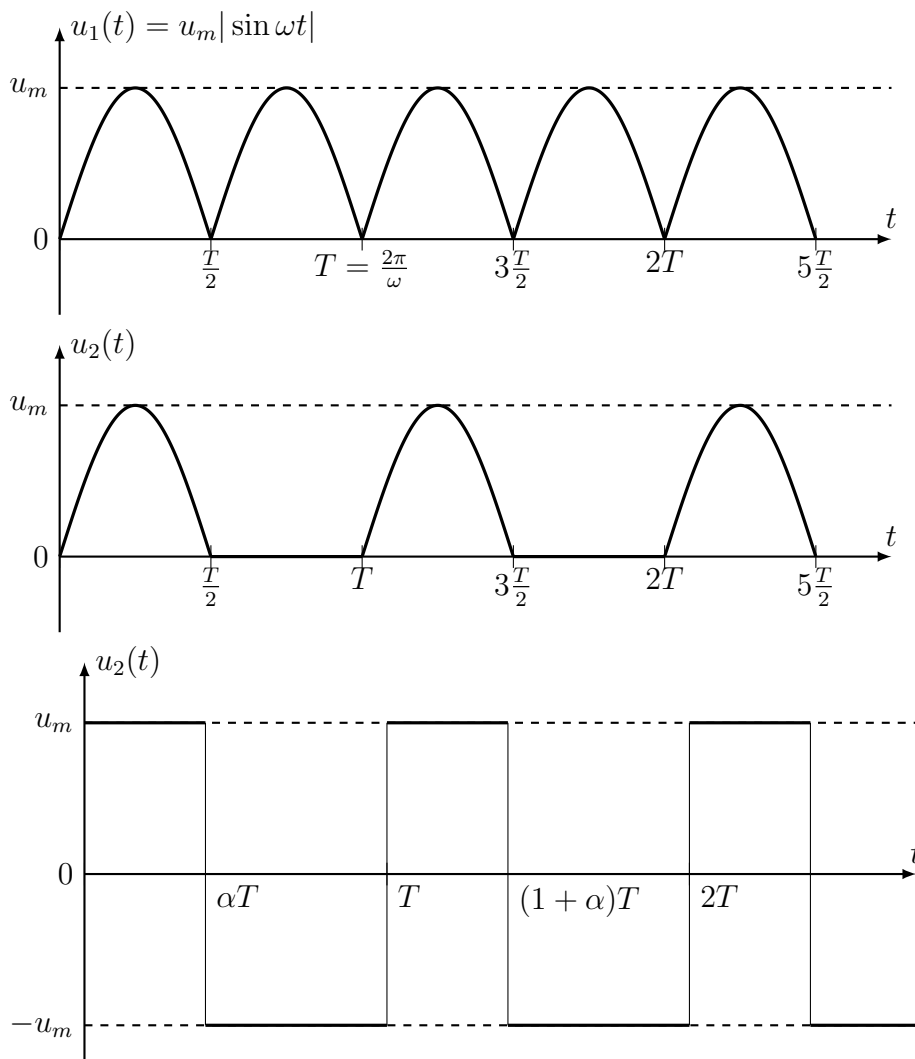
j est le nombre complexe tel que $j^2 = -1$.



2. Établir une relation entre \underline{u} et \underline{e} . En déduire l'expression de \underline{U}_0 en fonction de A , ω , R et C .
3. Établir l'expression de l'amplitude U_0 de la tension $u(t)$ en fonction des mêmes grandeurs.
4. On se place dans la limite basse fréquence. Préciser ce que cela signifie, et donner alors l'expression approchée de U_0 .
5. Expliquer comment ce montage permet une mesure du niveau d'eau.

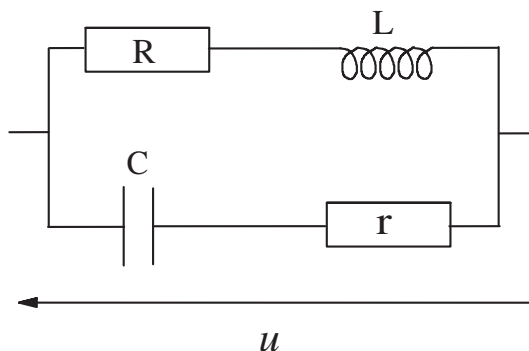
6 Calcul de valeurs efficaces

Déterminer les valeurs efficaces des tensions représentées ci dessous :



7 Puissance moyenne

Déterminer la puissance moyenne consommée par le groupement $(R, L) // (r, C)$ alimenté par une tension sinusoïdale $u(t) = U_{\text{eff}} \sqrt{2} \cos \omega t$.



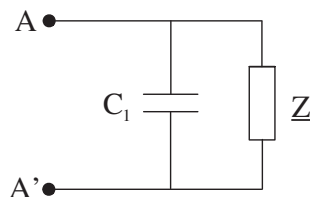
8 Relèvement d'un facteur de puissance ★★

On considère un réseau d'impédance :

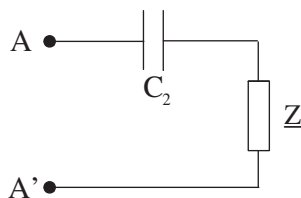
$$\underline{Z}(\omega) = R(\omega) + jX(\omega)$$

à caractère inductif : $X(\omega) > 0$. On souhaite relever le facteur de puissance de ce réseau, c'est à dire donner à $\cos \varphi$ une valeur égale à l'unité sans dépense d'énergie.

1. Calculer en fonction de $R(\omega)$, $X(\omega)$ et ω , la capacité C_1 à placer en parallèle sur le réseau pour que son facteur de puissance devienne égal à 1.



2. Quelle capacité C_2 faudrait-il placer en série sur ce réseau pour obtenir le même résultat ?



3. Des deux solutions quelle est celle à retenir ? Pourquoi ?
4. Calculer la valeur de la capacité C de la batterie de condensateurs à utiliser pour relever le facteur de puissance d'un moteur ($\cos \varphi = 0,7$), de puissance $\mathcal{P} = 10$ kW, alimenté sous une tension de fréquence $f = 50$ Hz et d'amplitude $u_m = 220\sqrt{2}$ V.