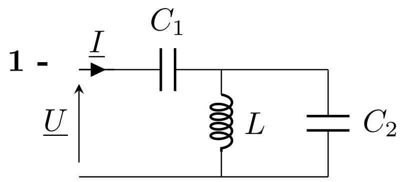
TD C6 - Circuits en régime sinusoïdal forcé

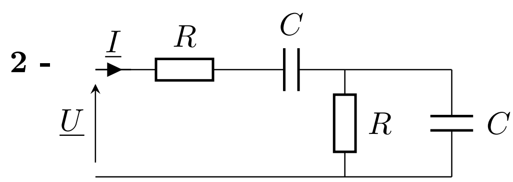
Capacités exigibles

- *Manipuler des signaux complexes en régime sinusoïdal forcé :* tous les exercices !

1 Impédance équivalente

Déterminer l'impédance complexe équivalente de chacun des dipôles ci-dessous en RSF.

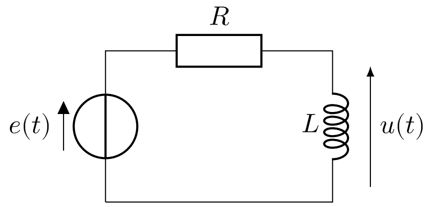




2 Circuit RL série en RSF

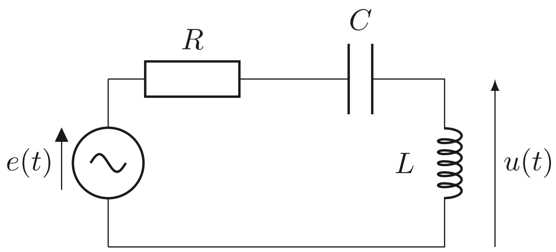
On considère le circuit ci-contre en régime sinusoïdal forcé, où la source de tension impose $e(t) = E\cos(\omega t)$ avec $E > 0$.

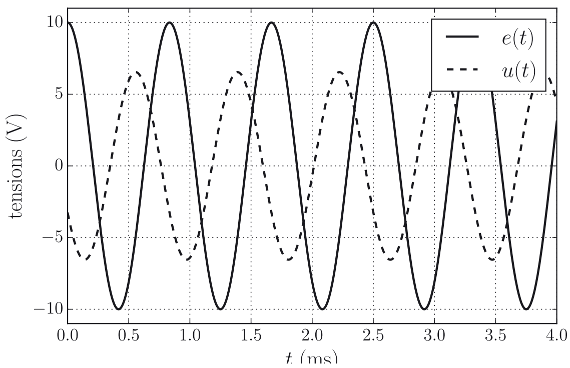
1. Déterminer l'amplitude de u à «très haute» ($\omega \to \infty$) et «très basse» ($\omega \to 0$) fréquence.
2. Exprimer l'amplitude complexe $\underline{U}$ de $u(t)$ en fonction de E,R,L et ω.
3. Les tensions e et u peuvent-elles être en phase ? en opposition de phase ? en quadrature de phase ? Préciser le cas échéant pour quelle(s) pulsation(s).



3 Exploitation d'un oscillogramme en RSF

On considère le circuit ci-dessous. On pose $e(t) = E_m\cos(\omega t)$ et $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi)$. La figure ci-dessous représente un oscillogramme réalisé à la fréquence $f = 1,2 \times 10^3$ Hz, avec $R = 1,0$ kΩ et $C = 0,10$ μF.

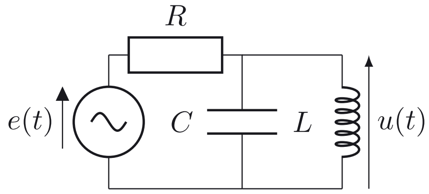




1. Déduire de cet oscillogramme les valeurs expérimentales de E_m, U_m et φ.
2. Exprimer U_m et φ en fonction des composants du circuit.
3. En déduire la valeur numérique de l'inductance L de la bobine.

4 Comportement d'un circuit à haute et basse fréquence

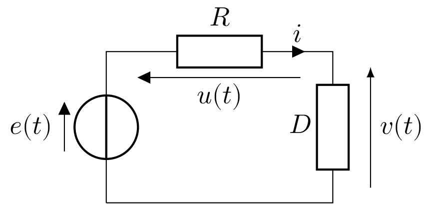
On considère le circuit ci-contre. On pose $e(t) = E_m \cos(\omega t)$ et $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$.

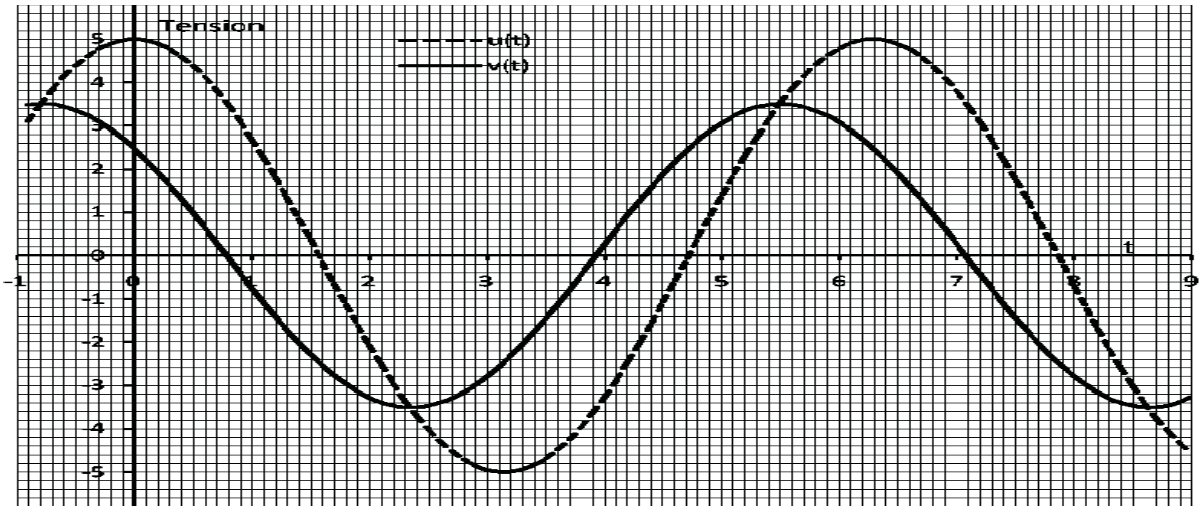


1. Définir les signaux complexes $\underline{e}(t)$ et $\underline{u}(t)$ puis les amplitudes complexes $\underline{E}$ et $\underline{U}$ associées aux tensions $e(t)$ et $u(t)$.
2. Établir l'expression de $\underline{U}$ en fonction de E_m, R, L, C et ω.
3. En déduire les expressions de U_m et de φ en fonction de E_m, R, L, C et ω.
4. Déterminer les valeurs limites de U_m à très basse et à très haute fréquence. Ces résultats étaient-ils prévisibles par une analyse qualitative du montage ?

5 Dipôle inconnu

Dans le montage ci-contre, le GBF délivre une tension $e(t)$ sinusoïdale de pulsation ω, R est une résistance et D un dipôle inconnu. On note $u(t) = U_m \cos(\omega t)$ et $v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$ les tensions aux bornes respectivement de R et D. On visualise à l'oscilloscope $v(t), u(t)$ et on obtient le graphe suivant.



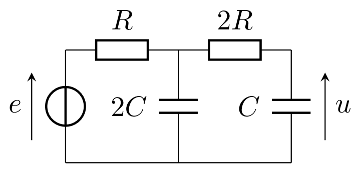


L'unité de l'axe des temps est 10^{-2} s et celle de l'axe des tensions est 1 V. On utilise ces résultats graphiques pour déterminer les caractéristiques de D, sachant que $R = 100\ \Omega$.

1. Déterminer V_m, U_m ainsi que la pulsation ω des signaux utilisés.
2. La tension v est-elle en avance ou en retard sur la tension u ? En déduire le signe de ϕ. Déterminer la valeur de ϕ à partir du graphe.
3. On note $\underline{Z} = X + jY$ l'impédance complexe du dipôle D.

   a. Déterminer à partir des résultats précédents les valeurs de X et Y.
   b. Par quel dipôle (condensateur, bobine, résistance) peut-on modéliser D ?

6 Obtention d'une équation différentielle

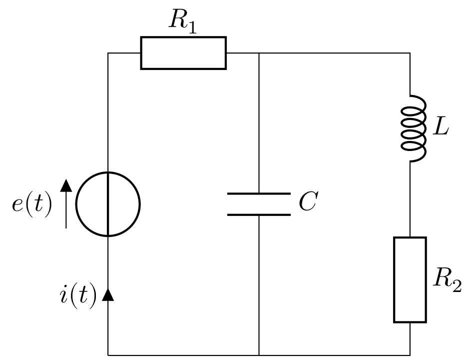


En utilisant les complexes, montrer que la tension $u(t)$ est solution de l'équation différentielle

$$4\tau^2 \frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}t^2} + 5\tau \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u(t) = e(t) \qquad \text{avec } \tau = RC$$

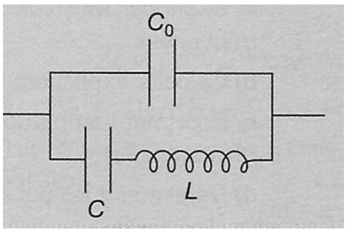
.

7 Déphasage, pulsation et impédance



On considère le régime sinusoïdal forcé. Déterminer l'expression de la pulsation ω de la tension sinusoïdale $e(t) = E\cos(\omega t)$ pour que le courant $i(t)$ soit *en phase* avec $e(t)$.
Indication : utiliser l'impédance équivalente constituée de C, L et R_2.

8 Oscillateur à quartz



Un quartz piézo-électrique se modélise par un condensateur (de capacité C_0) placé en parallèle avec un condensateur (de capacité C) en série avec une inductance L. On se place en régime sinusoïdal forcé de pulsation ω.

a) Donner l'impédance $\underline{Z}$ équivalente de l'oscillateur.
b) Trouver la pulsation pour laquelle l'impédance de l'ensemble est nulle. Puis celle pour laquelle elle est infinie.
c) Tracer l'allure de $|\underline{Z}(\omega)|$.
d) Comment la courbe précédente serait-elle modifiée si on prenait en compte les résistances de chacun des composants.