Problème 1 : Circuit d'ordre 1 (Extrait « Petites Mines », concours commun 2003)

Une bobine réelle est un dipôle constitué par enroulement cylindrique d'un fil électrique. Elle est caractérisée par son autoinductance L et sa résistance interne r.
La bobine est dite parfaite si sa résistance interne est négligeable.

A.1. Donner la relation entre le courant i qui traverse une bobine parfaite et la tension u_L à ses bornes (on précisera à l'aide d'un schéma les conventions d'orientation adoptées pour i et u_L).
Les valeurs usuelles des inductances rencontrées s'échelonnent de quelques henrys à quelques millihenrys.

A.2. On se propose d'étudier la réponse d'un circuit (RL) à une tension en créneaux délivrée par un générateur basse fréquence (G.B.F.).
Le circuit représenté sur la figure 1 comporte une bobine parfaite d'inductance L, une résistance R et un G.B.F. délivrant une tension en créneaux u représentée sur la figure 2.

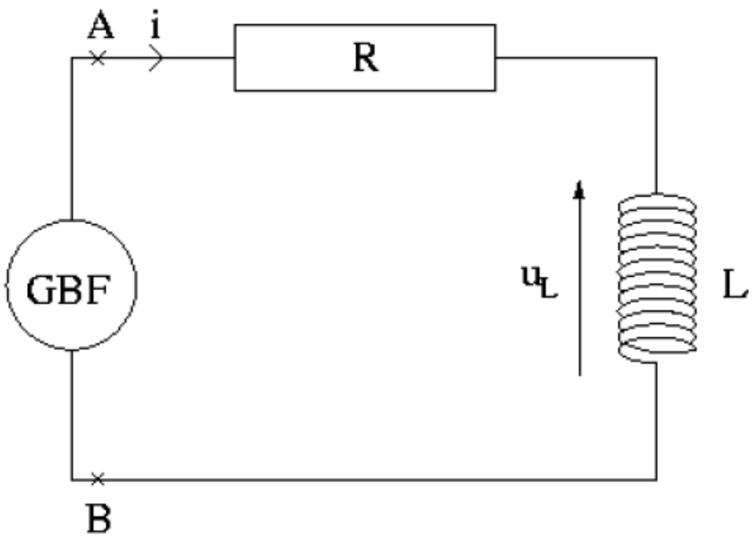


Figure 1

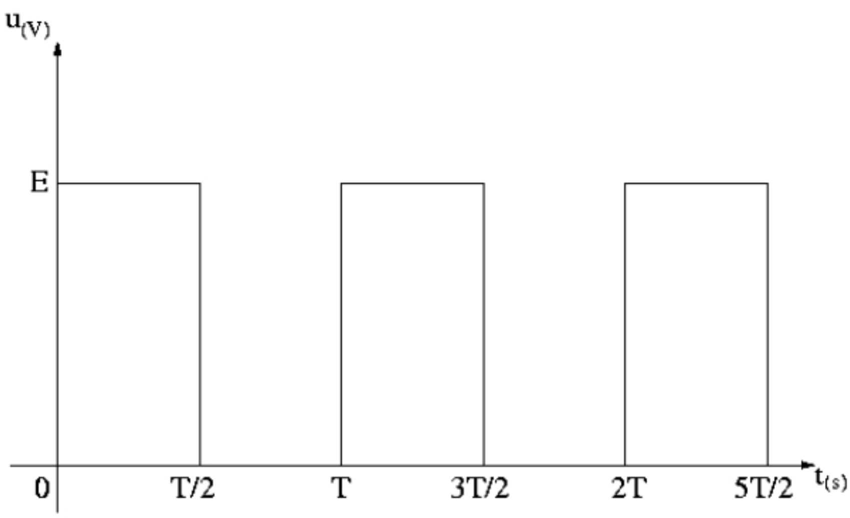


Figure 2

A.2.1. On définit la constante de temps τ, exprimée en secondes, du circuit (RL) par une relation du type $\tau = L^{\alpha}.R^{\beta}$ où α et β sont deux constantes réelles. Par analyse dimensionnelle rapide, déterminer la valeur des exposants α et β (on raisonnera à partir des caractéristiques entre u et i).

A.2.2. Pour $0 \leq t < \dfrac{T}{2}$, établir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité i dans le circuit. L'intégrer en justifiant soigneusement la détermination de la (des) constante(s) d'intégration. En déduire l'expression de $u_L(t)$.
Tracer l'allure des courbes représentatives de i(t) et de $u_L(t)$ en précisant les valeurs vers lesquelles ces fonctions tendent en régime permanent, ainsi que les pentes des tangentes à l'origine.

A.2.3. Déterminer complètement l'expression de i(t) et de $u_L(t)$ pour $\dfrac{T}{2} \leq t < T$.

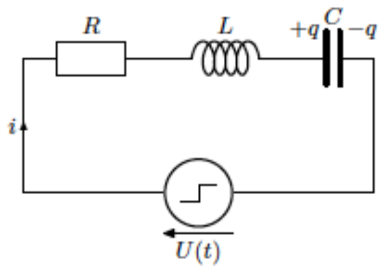
A.2.4. Le G.B.F. est réglé sur la fréquence f = 1,0 kHz, la bobine a pour inductance
$L = 1{,}0$ H et $R = 1{,}0.10^3\ \Omega$. Comparer la période T de la tension délivrée par le G.B.F. et la constante de temps τ du circuit. Tracer qualitativement l'évolution des graphes de i(t) et $u_L(t)$ sur quelques périodes.

Problème 2 : Circuit d'ordre 2 (Extrait « Petites Mines », concours commun 2005)

Un circuit électrique est composé d'une résistance R, d'une bobine d'inductance pure L et d'un condensateur de capacité C. Ces dipôles sont disposés en série et on soumet le circuit à un échelon de tension $U(t)$ de hauteur E tel que

$$U(t) = \begin{cases} 0 & \text{pour } t < 0, \\ E & \text{pour } t \geq 0. \end{cases}$$

Les choix du sens du courant i dans le circuit et de la plaque portant la charge q du condensateur sont donnés sur la figure ci-dessous.
On pose $\gamma = \dfrac{R}{2L}$ et $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$.



9) Expliquer simplement pourquoi à $t = 0^-$ la charge q et le courant i sont nuls.
10) Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur pour $t > 0$.
Préciser, en les justifiant soigneusement, les valeurs initiales de la charge $q(0^+)$ et de sa dérivée $dq/dt(0^+)$.

Le circuit présente différents régimes suivant les valeurs de R, L et C.
On suppose, dans la suite, la condition $\omega_0 > \gamma$ réalisée.

11) Montrer que l'expression de la charge pour $t > 0$ peut se mettre sous la forme

$$q(t) = (A\cos\omega t + B\sin\omega t)\,e^{-\gamma t} + D,$$

où on déterminera ω, A, B et D en fonction de C, E, ω_0 et γ.

12) Exprimer le courant $i(t)$ dans le circuit pour $t > 0$ en fonction de C, E, ω_0 et γ.

13) Donner l'allure des courbes $q(t)$ et $i(t)$.
Quelles sont leurs valeurs à la fin du régime transitoire ?
Justifier par des considérations simples ces valeurs atteintes.

14) Déterminer l'énergie totale $\mathcal{E}_G$ fournie par le générateur ainsi que l'énergie $\mathcal{E}_{LC}$ emmagasinée dans la bobine et le condensateur à la fin du régime transitoire en fonction de C et E.
En déduire l'énergie dissipée par effet Joule dans la résistance.
Ces résultats dépendent-ils du régime particulier dans lequel se trouve le circuit ?
Interpréter le résultat paradoxal qui apparaît dans le cas limite $R \to 0$.

Probléme n°3: Cinétique chimique (extrait de la Banque G2E BCPST)

Partie C :
Etude cinétique de la réaction d'oxydation des ions stanneux par les ions ferrique

On étudie la cinétique d'oxydation des ions stanneux Sn^{2+} par les ions ferrique Fe^{3+} en solution aqueuse.

C.1- Donner l'équation-bilan de la réaction d'oxydo-réduction.

On cherche à déterminer les ordres partiels α et β respectivement par rapport aux réactifs Sn^{2+} et Fe^{3+} et l'ordre global de la réaction. Pour cela on réalise deux séries d'expériences. On appelle k la constante cinétique de la réaction.

Première série d'expériences : on se place dans le cas d'un large excès d'ions ferrique Fe^{3+} et on réalise plusieurs séries d'expériences avec plusieurs concentrations initiales différentes en ions stanneux Sn^{2+}. On constate que le temps de demi réaction est indépendant de la concentration initiale en ions stanneux.

Deuxième série d'expériences : on réalise des mélanges en ions ferrique Fe^{3+} et en ions stanneux Sn^{2+} de manière à ce que le mélange soit dans les proportions stoechiométriques. On mesure le temps de demi réaction. Les résultats sont consignés dans le tableau où **c** est la concentration initiale en ions ferriques et $t_{1/2}$ le temps de demi réaction. Les résultats sont donnés en fonction de la première expérience avec c_0 et t_0.

c. en $mol.L^{-1}$	c_0	$c_1 = 1{,}5\ c_0$	$c_2 = 2\ c_0$	$c_3 = 2{,}5\ c_0$	$c_4 = 3\ c_0$	$c_5 = 4\ c_0$
$t_{1/2}$ en s	t_0	$t_1 = 0{,}44\ t_0$	$t_2 = 0{,}25\ t_0$	$t_3 = 0{,}16\ t_0$	$t_4 = 0{,}11\ t_0$	$t_5 = 0{,}0625\ t_0$

C.2- Donner pour la première série d'expériences, l'expression de la vitesse v de réaction en fonction de k, $[Fe^{3+}]_0$, concentration initiale en ions ferrique et $[Sn^{2+}]$, concentration en ions stanneux, α et β puis en fonction de k_{app}, α et $[Sn^{2+}]$ où k_{app} sera une constante que l'on exprimera en fonction de k,β et $[Fe^{3+}]_0$.

C.3- Définir pour la première série d'expériences, le temps de demi réaction puis déduire l'ordre partiel par rapport à l'ion stanneux. Exprimer alors le temps de demi réaction pour la première série d'expériences en fonction de k_{app}.

C.4- Justifier que β ne peut pas être égal à zéro.

C.5- On suppose β différent de zéro. Donner l'équation différentielle vérifiée par la concentration en ions ferrique Fe^{3+}.

C.6- Intégrer cette équation différentielle et exprimer le temps de demi réaction en fonction de β, k et $[Fe^{3+}]_0$.

C.7- Déterminer la valeur de β en exploitant judicieusement les données du tableau. En déduire l'ordre global de la réaction.