

Physique - Compte-Rendu TP08

Didiot Louison; Wolff Hugo; El Allali Youness; Fara Hector

Mercredi 13 Novembre 2024

1 Théorie

1.1 Question 1

Il faut un signal en créneau avec un offset de valeur $\frac{E}{2}$. Il faut être vigilant à ne pas avoir une fréquence trop élevée pour que le condensateur ait le temps de se charger.

1.2 Question 2

En régime permanent, u_C tend vers 0. ($u_C(t \rightarrow \infty) \rightarrow 0$)

1.3 Question 3

Oui, voici les schémas équivalents :

1.4 Question 4

$$\begin{aligned}u_R + u_C + u_L &= 0 \\R \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} + u_C &= 0 \\LC \cdot \frac{d^2 u_C}{dt^2} + RC \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C &= 0 \\\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \cdot \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot u_C &= 0\end{aligned}$$

1.5 Question 5

$$\begin{aligned}\frac{R}{L} &= \frac{\omega_0}{Q} \text{ et } \frac{1}{LC} = \omega_0^2 \\ \Leftrightarrow \omega_0 &= \frac{1}{\sqrt{LC}} \\ \Leftrightarrow Q &= \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}\end{aligned}$$

1.6 Question 6

Le régime d'amortissement est critique pour $Q = \frac{1}{2}$.
(cf. cours Chapitre 6 - II - 3)

1.7 Question 7

La Résistance critique R_C en fonction de L et C est :

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_C} \sqrt{\frac{L}{C}} &= \frac{1}{2} \\ R_C &= 2 \sqrt{\frac{L}{C}}\end{aligned}$$

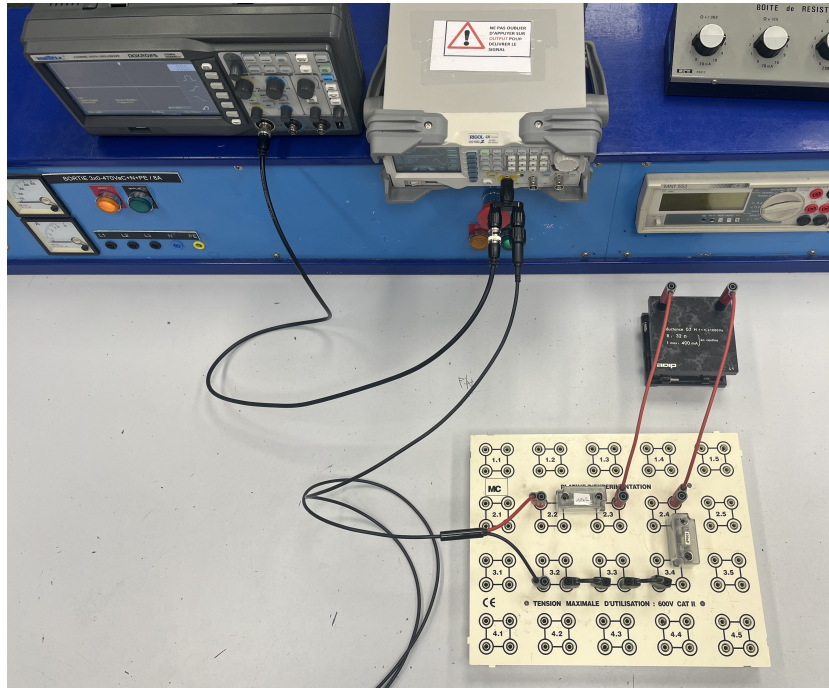
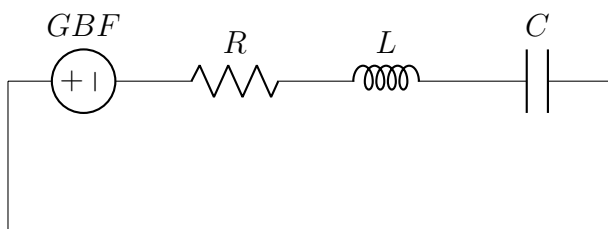


Figure 1: Le montage RLC série

2 Mesures

On effectue un montage électrique RLC série. Les composants choisis sont :

- Résistance : On fait varier la valeur de la résistance
- Bobine : $L = 0,1 H$
- Condensateur : $C = 30 nF$



On fait varier les composants R, L et C pour observer l'impact de ces changements sur le comportement du circuit.

3 Analyse

3.1 Question 8

On utilise ici une boîte à décades pour faire varier la valeur de la résistance facilement et rapidement.

Théoriquement, par calcul, on a :

$$R_C = 2\sqrt{\frac{L}{C}} = 2\sqrt{\frac{5 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}{100 \cdot 10^{-9}}} \approx 141 \Omega$$

Expérimentalement, on a $R_C \approx 700 \Omega$. Cette différence d'un facteur proche de 5 est certainement due à la résistance interne de la boîte à décades de la bobine et de la résistance.

3.2 Question 9

On se place avec le même circuit RLC série mais avec de nouveaux composants :

- Résistance : $R = 220 \Omega$
- Bobine : $L = 0,1 H$
- Condensateur : $C = 30 nF$

Dans ces conditions, on a un facteur de qualité :

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{220}\sqrt{\frac{0.1}{30 \cdot 10^{-9}}} \approx 8,30$$

Le facteur de qualité est supérieur à $\frac{1}{2}$, nous sommes donc en régime pseudo-périodique.

- Quand L augmente, T_P augmente
- Quand C augmente, T_P diminue
- Quand R augmente, T_P augmente

3.3 Question 10

- Quand C augmente, l'amortissement augmente
- Quand R augmente, l'amortissement n'est pas modifié
- Quand L augmente, l'amortissement diminue

3.4 Question 11

Expérimentalement, on remarque que quand la valeur de la résistance tend vers 0, T_P tend vers T_0 , la période propre :

3.5 Question 12

$$T_P = \frac{2\pi}{\omega_p} = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}}$$

Ainsi, quand R tend vers 0, Q tend vers l'infini (d'après la formule de Q), donc ω_p tend vers ω_0 , donc T_P tend vers T_0 :

$$R \rightarrow 0 \implies Q \rightarrow \infty \implies T_P \rightarrow T_0$$

Cela valide nos observations.

3.6 Question 13

Soit δ le décrement logarithmique :

$$\delta = \frac{\pi}{\sqrt{Q^2 - \frac{1}{4}}} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{1}{R^2} \cdot \frac{L}{C} - \frac{1}{4}}}$$

Application Numérique :

$$\delta = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{1}{220^2} \cdot \frac{0,1}{30 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{4}}} \approx 0,379 \approx \ln(1,461)$$

3.7 Question 14

Nous intégrons à notre montage un branchement vers un boîtier Sysam-SP5 (souvent appelé "galette" ou "centrale d'acquisition"), connecté à un ordinateur et au logiciel LatisPro (voir Figure 2). Ce système permet d'acquérir et de traiter les données issues de notre montage électrique.

Nous observons sur LatisPro que lors de la première période, la tension passe de 2,28 V à 1,30 V.



Figure 2: Image d'un boîtier Sysam-SP5

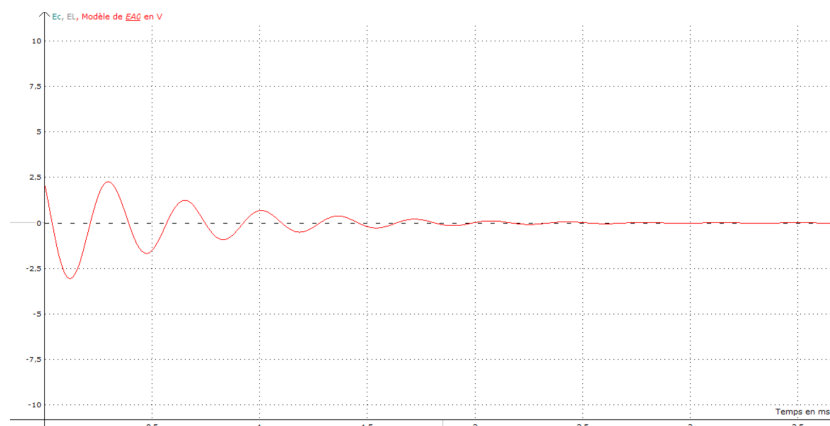


Figure 3: Évolution de la tension en fonction du temps observée sur LatisPro

Ainsi, expérimentalement on a :

$$\delta = \ln \left(\frac{u_C(t)}{u_C(t + T_P)} \right) = \ln \left(\frac{2,28}{1,30} \right) \approx \ln(1,754) \approx 0,562$$

On obtient donc une valeur proche de celle calculée théoriquement précédemment. Pour quantifier l'écart entre les deux valeurs, on utilise la différence relative :

$$\Delta = \frac{|0,562 - 0,379|}{0,562} \times 100$$

Calculons :

$$\Delta = \frac{0,183}{0,575} \times 100 \approx 32,6\%$$

Ainsi, la valeur théorique diffère de 32,6%, par rapport à la valeur expérimentale.

3.8 Question 15

Nous savons que $i(t) = C \cdot \frac{du_C(t)}{dt}$.

LatisPro ne pouvant mesurer que la tension aux bornes de notre montage, il faut calculer l'intensité pour pouvoir l'afficher. On utilise donc la relation qui lie $i(t)$ à $u_C(t)$. Pour cela on tape les calculs dans la section "feuille de calcul", puis on affiche les deux grandeurs sur un graphique :

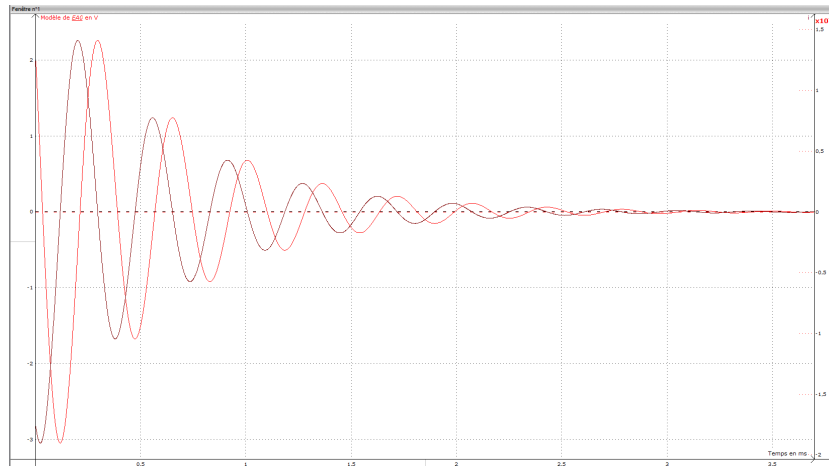


Figure 4: Tension u (en Volts, courbe rouge) et intensité i (en Ampères, courbe marron) en fonction du temps (en millisecondes)

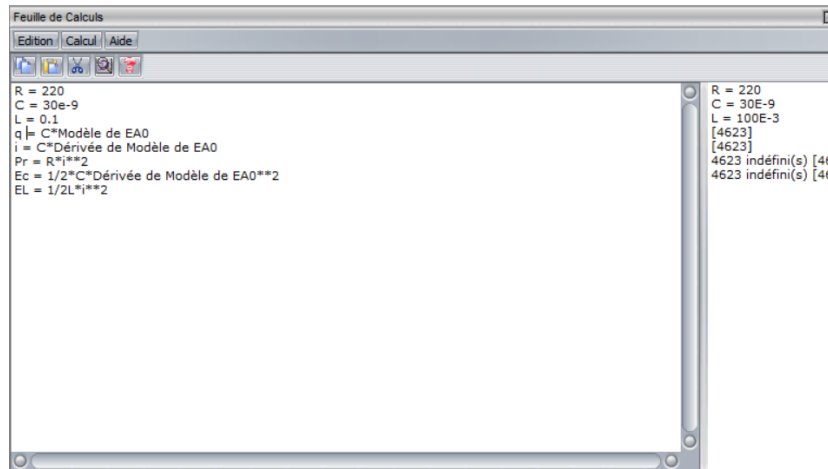


Figure 5: Feuille de calcul remplie dans LatisPro pour calculer le courant notamment

Ici, nous avons calculé la dérivée du modèle de la fonction et non pas de l'acquisition directement, afin d'avoir un résultat plus joli et plus facilement exploitable.

Sur ce graphique, nous remarquons que les courbes sont en quadrature de phase, avec un décalage de $\frac{\pi}{2}$.

3.9 Question 16

La puissance dissipée par effet Joule se calcule par la formule $P_{Joule} = R \cdot i^2$. Pour obtenir l'énergie E_{Joule} , il suffit d'intégrer la puissance P_{Joule} . Ainsi,

$$E_{Joule} = \int_0^t P_{Joule} dt$$

3.10 Question 17

On remarque que les énergies de la bobine et du condensateur sont opposées.

3.11 Question 18

On peut maintenant tracer le portrait de phase $\dot{q}(t) = i(t)$ en fonction de $q(t)$. On obtient le graphique suivant :

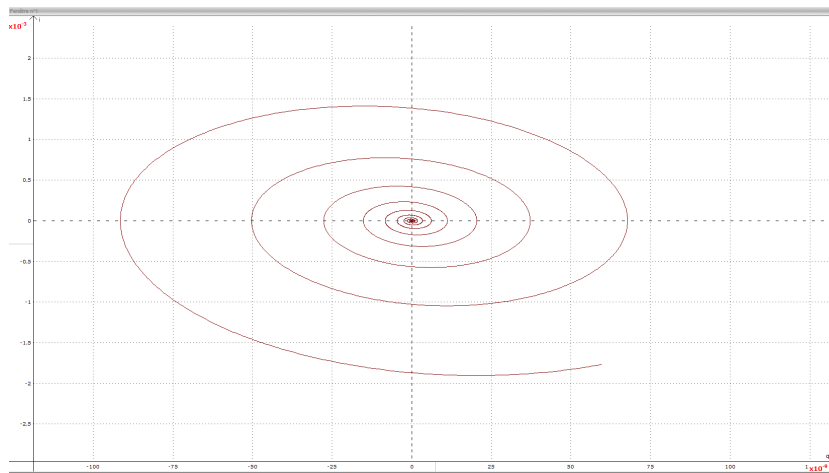


Figure 6: Portrait de phase $\dot{q}(t) = i(t)$ en fonction de $q(t)$

Nous pouvons remarquer la forme spiralée de la courbe, caractéristique des mouvements apériodiques, où l'amplitude décroît progressivement au fil du temps.

Plus généralement, une courbe fermée décrit un mouvement périodique.

Le centre de la spirale correspond au point final de la courbe lorsque $t \rightarrow \infty$; on observe que $q \rightarrow 0$ et $i \rightarrow 0$, ce qui confirme nos conclusions précédentes.