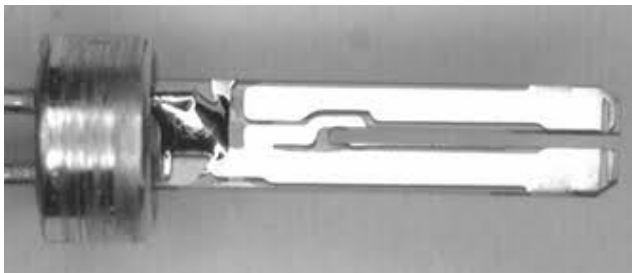


TP7 – Régimes transitoires du deuxième ordre



Le comportement de nombreux systèmes soumis à une perturbation peut être modélisé par une équation différentielle du deuxième ordre. Ce peut être le cas de la régulation de la température d'une pièce ou encore du mouvement du diapason en quartz représenté ci-contre.

On se propose d'étudier les caractéristiques de tels systèmes à l'aide d'un circuit modèle.

Objectifs

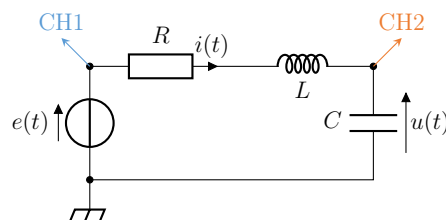
- Mesurer une tension à l'oscilloscope numérique.
- Simuler, à l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur, un processus aléatoire permettant de caractériser la variabilité de la valeur d'une grandeur composée.
- **Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques.**

Étude préliminaire

On considère le circuit représenté ci-contre. Le GBF est utilisé pour produire un échelon $e(t)$ tel que :

$$e(t) = \begin{cases} -E & \text{si } t < 0; \\ E & \text{si } t \geq 0, \end{cases}$$

avec $E = 5 \text{ V}$.



1. On dispose d'une bobine d'inductance $L = 45 \text{ mH}$. Déterminer les valeurs de la capacité C et de la résistance R à utiliser pour obtenir un circuit de fréquence propre $f_0 \approx 35 \text{ kHz}$ et de facteur de qualité $Q \approx 15$.
2. Calculer l'écart relatif $\frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0}$ entre la pulsation propre ω_0 et la pseudo-pulsation ω , et l'exprimer en pourcent. Commenter la valeur obtenue.
3. Montrer que le décrément logarithmique défini dans le document 2 vérifie : $\delta = T/\tau$.
4. En déduire que, dans le cas étudié ici, $Q \approx \pi/\delta$.

Différents régimes du circuit RLC

5. Réaliser le circuit RLC représenté précédemment, avec une fréquence propre $f_0 \approx 35 \text{ kHz}$. Mettre en œuvre un protocole permettant d'observer le régime aperiodique et le régime pseudo-périodique dans le cas où le circuit est soumis à l'échelon de tension $e(t)$. On notera la valeur des composants utilisés dans chaque régime.

APPEL PROF 1 REA Observation des différents régimes

Caractérisation du régime transitoire pseudo-périodique

6. On choisit maintenant les valeurs de R , L et C conformément à la question 1.

Proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer les caractéristiques du régime transitoire de ce circuit.

APPEL PROF 2 ANA Présentation du protocole

Documents

Document 1 – Matériel

- oscilloscope ;
- GBF ;
- multimètre ;
- boîte à décade de résistance ;
- boîte à décade de condensateur ;
- bobine ;
- fils banane ;
- adaptateurs BNC/banane.

Document 2 – Décrément logarithmique

Soit x une grandeur qui vérifie l'équation d'un oscillateur harmonique avec un second membre constant. Dans le régime pseudo-périodique, la solution générale peut s'écrire sous la forme :

$$x(t) = X_0 \cos(\omega t + \varphi) e^{-t/\tau} + X_\infty,$$

où X_0 est un terme d'amplitude, ω la pseudo-pulsation, φ la phase à l'origine, τ le temps caractéristique de la décroissance et X_∞ une constante.

On appelle décrément logarithmique de x la quantité δ définie par :

$$\delta = \ln \left(\frac{x(t_1) - X_\infty}{x(t_1 + T) - X_\infty} \right) = \frac{T}{\tau} \quad \text{avec} \quad T = \frac{2\pi}{\omega},$$

où t_1 est un instant quelconque. Sa mesure est simple expérimentalement, par exemple en repérant les maximums des oscillations de x . Elle constitue un moyen rapide d'accéder au temps caractéristique τ de la décroissance de l'amplitude des oscillations.

