

LP26 : Régimes transitoires

Elément imposé : Oscillateur harmonique forcé, manip durée des régimes transitoires

Niveau : L1

Prérequis :

- Bases d'électrocinétique, fonctionnement d'une résistance, d'un condensateur, d'une bobine, d'un GBF
- Lois de Kirchhoff
- Résolution d'équations différentielles linéaires d'ordre 1 et 2
- Définition d'un oscillateur harmonique

Difficultés :

- Cours calculatoire
- Visualisation de la durée d'un régime transitoire
- Ne pas se perdre dans les différents régimes (forcé, amorti) et les différents circuits.

séquence pédagogique

Bibliographie

- Physique PCSI, MPSI, PTSI Pearson
- Physique Chimie MPSI Ellipse
- Electronique expérimentale Krob

Introduction

Définition : Régime transitoire : Un régime de durée finie, compris entre deux états d'équilibre (régimes permanents)

Temps de réponse : ordre de grandeur du temps nécessaire au système pour atteindre le régime permanent

1 Régimes transitoires en électromagnétique

1.1 Mise en évidence sur un circuit RC série

Signal créneau qui n'est pas suivi par la tension aux bornes du condensateur (tension aux bornes du condensateur continue) on a alors une charge puis décharge du condensateur

1.2 Résolution de l'équation différentielle du circuit

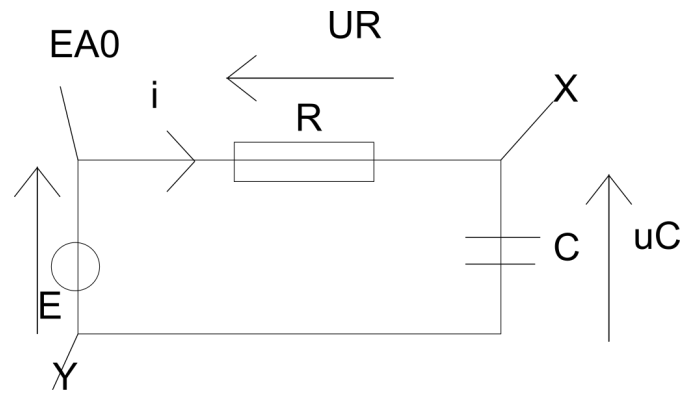
Loi des mailles :

$$E = u_R + u_C = Ri + U_c = RC \frac{\partial u_C}{\partial T} + u_C$$

$$\frac{E}{RC} = \frac{\partial u_C}{\partial t} + \frac{1}{RC} u_C$$

Donc RC est homogène à un temps.

Solution de la forme : $u_C(t) = u_0(t) + \tilde{u}(t) = A \exp -\frac{t}{\tau} + E$ Pour trouver A, on sait que u_C est continue et en particulier en 0, $U=0$ donc $u_C(t) = E(1 - \exp -\frac{t}{\tau})$



2 Durée du régime transitoire

2.1 Visualisation graphique

Lorsque $t = \tau$, $u_C(\tau) = E(1 - \exp(-1)) = 0,63E$ Lorsque $t = 5\tau$, $u_C(5\tau) = E(1 - \exp(-5)) \simeq 0,99E$ Donc régime transitoire se termine au bout de qq τ Rq : la pente à l'origine vaut $\frac{E}{\tau}$ On regarde l'intersection avec l'asymptote pour trouver τ

2.2 Détermination expérimentale

On utilise une carte d'acquisition et on mesure pur τ : $1,346 - 0,813 \text{ ms} = 0,533 \text{ ms}$
 $u(\tau) = \frac{0,03}{\sqrt{3}} \text{ ms } \tau \pm 2u(\tau) = (0,53 \pm 0,04) \text{ ms}$ comparaison : $RC = 0,5 \text{ ms}$.

3 Régime transitoire pour des oscillations harmoniques forcées et amorties

3.1 Cas d'un circuit LC

Ici, on a continuité du courant au bornes de la bobine

$$\frac{E}{LC} \cos \omega t = \frac{\partial^2 u_C}{\partial t^2} + \frac{1}{LC} u_C$$

Donc $1/LC$ est homogène à une pulsation carrée.

Mais en pratique, la bobine a une résistance interne donc le signal est amorti donc on modélise par un RLC.

3.2 Circuit RLC série

Facteur de qualité

Conclusion

On retient que le régime transitoire est le temps d'adaptation à la perturbation appliquée et dure qq temps caractéristiques.

Question

- D'autres endroits où on a des régimes transitoires ? En mécanique : un vibreur de ressort soumis à des frottements. Temps caractéristiques de diffusion du sucre dans le café.
- Pourquoi faire en électrocinétique ? Plus simple à faire car courbes direct.
- Difficulté : calculatoire, pourquoi ? à cause des équations diff, méthode très particulière, élèves pas forcément à l'aise avec ça.

- Radiateur qui chauffe la pièce = régime transitoire ? Au début, température homogène, à la fin aussi donc deux régimes permanents donc entre les deux: transitoire.
- régimes transitoires entre états d'équilibres qui n'existent pas ? On est pas forcément stationnaire mais on peut être à l'équilibre.
- Temps de réponse défini ? Mettre temps caractéristique bien défini plutôt que temps de réponse plus flou. Comment définir le fait d'avoir un régime permanent ?
- Pourquoi faire l'expérience comme ça ? sans schéma ? Volonté d'augmenter R et C pour montrer que le temps caractéristique est plus rapide. D'abord une approche expérimentale pour la motivation des calculs. Comment le problématiser ? Important pour les boucles de rétroaction. Temps de réponse des éléments électroniques dans les ordinateurs limite le temps de calcul.
- Mise en forme des équations ? On met un facteur 1 devant la dérivée la plus grande pour reconnaître la forme.
- Comment marche physiquement un condensateur ?
- Pourquoi montrer le temps de réponse à la main ou en diapo ? Revenir sur les courbes expérimentales.
- Pourquoi Latis Pro est plus précis qu'un oscilloscope ? Les curseurs sont moins précis en placement, la précision de mesure peut être améliorée par l'échantillonnage.
- à quoi sert le critère de Shannon ?
- Comment déterminer plus précisément le τ ? On augmente le nombre de points.
- Comparaison avec la valeur théorique, incertitude sur la valeur théorique ? On mesure R à l'ohmmètre et on prend des incertitudes pour C.
- régime transitoire forcé : préciser à quelle pulsation on force. Si on force à la pulsation propre du circuit, qu'arrive-t-il ? On a une résonance mais en RP, en RT rien de fou ne se passe.
- Solution du RSF? Q optimal pour avoir le temps de réponse le plus court ? plus petit de 1/2 mais proche de 1/2 : régime aperiodique mais avec T court. Manip possible ? On rajoute une bobine.
- Comment on s'en sert ? Est-ce inutile ? Comment marche un filtre ? Quadrupole avec un signal en entrée et en sortie. Passe-bas aux bornes de la résistance

Valeurs de la république : est-ce que l'existence de REP contrevient aux valeurs égalitaires ? Plutôt une question d'équité. On parle de problématique selon les territoires.

Retours

- Difficulté : équation différentielle et pas calculatoire
- Diffusion : bon exemple, goutte d'encre dans l'eau, sucre dans le café.
- Faire le schéma dès qu'on a une expérience. Commencer par un RC faible et montrer que quand on le monte, la courbe ne suit plus l'input.
- Ne pas faire confiance au lissage des courbes.
- Régime pseudo-périodique : dépassement à préciser.
- Régime parfait : pseudo périodique tel que la deuxième oscillation reste dans l'intervalle de confiance. Q : mesure de la bande passante, de la dissipation de l'énergie.
- L'oscilloscope n'est pas un instrument de mesure.