

Modélisation du comportement thermique d'une habitation par méthode électrique

I. COMPETENCES

Réaliser (R)

- mettre en œuvre un protocole
- utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée, en autonomie
- mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates
- effectuer des représentations graphiques à partir de données expérimentales

Valider (V)

- exploiter des observations, des mesures
- confronter un modèle à des résultats expérimentaux

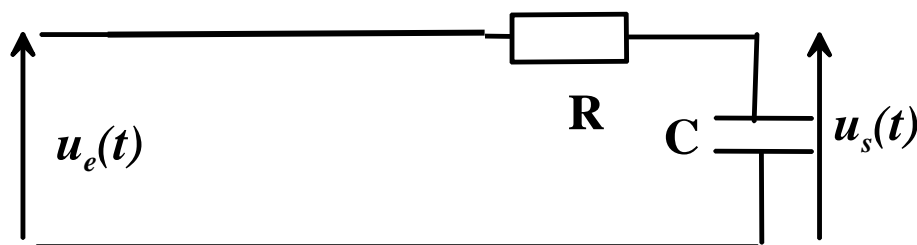
Communiquer à l'écrit (rédiger un compte rendu) (C)

Présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible

II. INTRODUCTION

On étudie dans ce TP différents montages indiqués sur les figures suivantes. Dans ce TP, il s'agit d'étudier et de caractériser une cellule RC et de mettre en évidence le comportement de ce système régi par une équation différentielle du 1^{er} ordre. On établira l'analogie formelle de ce type de système avec un système thermique, en particulier une habitation soumise à des variations périodiques de température.

Données : R = ajustable autour de 1 k Ω ; et C = 100 nF



Montage

III. ETUDE EXPERIMENTALE 1

- Réaliser le montage 1.
- Régler le GBF en mode sinusoïdal de façon à ce que la tension u_e soit une tension crête-à-crête.
- Visualiser les tensions u_e et u_s à l'oscilloscope.
- Ajuster la fréquence de la tension u_e de sorte à bien visualiser la réponse complète en tension u_e du circuit
- Procéder à l'acquisition des tensions avec Openchoice et exporter les données.
On pourra utiliser le logiciel regressi dans lequel on complétera un tableau.

IV. ETUDE EXPERIMENTALE 2

- Reprendre le montage 1.
- Régler le GBF en mode sinusoïdal de façon à ce que la tension u_e soit une tension sinusoïdale.
- Visualiser les tensions u_e et u_s à l'oscilloscope.
- Faire varier la fréquence de la tension u_e , mesurer le gain et le déphasage de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée. On pourra utiliser le logiciel regressi dans lequel on complétera un tableau.

Fréquence f	Pulsation $\omega = 2\pi f$	U_e	U_s	$g = H = \frac{U_s}{U_e}$	Décalage temporel Δt	$\varphi = 2\pi f\Delta t$	U_e

- Etaler les mesures en fonction de la fréquence sur 4 décades.

V. EXPLOITATION

- Tracer les diagrammes de Bode sur papier log – log ou papier semi - log.
On rappelle que le diagramme de Bode est défini par un ensemble de deux courbes :

$$G_{dB} = 20\log(g) = 20\log|H| = 20\log\left(\frac{U_s}{U_e}\right) \text{ en fonction de } \log(f).$$

φ , le déphasage en fonction de $\log(f)$ avec une échelle d'abscisse commune.

Pour tracer ces diagrammes on pourra utiliser une variable réduite à définir.

- Tracer les diagrammes de Bode du filtre 1 sous regressi.

VI. ETUDE THEORIQUE

- Déterminer l'équation différentielle en $u_s(t)$ qui régit le comportement de la tension aux bornes du circuit. Montrer que : $RC \frac{du_s}{dt} + u_s = e(t)$ où $e(t) = u_e(t)$ est la tension délivrée par le GBF

A cet effet, on rappelle

- la loi des mailles : $\sum_i u_i = 0$ dans une maille
 - la loi d'Ohm : $u_R = Ri$
 - la loi de tension aux bornes d'une capacité : $q = Cu_C$
 - la définition de l'intensité du courant électrique : $i = \frac{dq}{dt}$
- Déterminer par une étude qualitative la nature du filtre 1.
 - Déterminer dans chaque cas la fonction de transfert de chaque montage.
 - En déduire le gain et la phase pour chaque montage proposés.
 - Définir et calculer les fréquences de coupures à -3 dB.
 - Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques.
 - En déduire l'allure des diagrammes de Bode réels du système.
 - En utilisant l'étude théorique, ajuster les courbes obtenues avec une modélisation adaptée.
 - En déduire la valeur des paramètres expérimentaux caractérisant les filtres.
 - Comparer avec les valeurs attendues.
 - Conclusion.

VII. ANALOGIES THERMIQUES (MODELISATION DU COMPORTEMENT THERMIQUE D'UNE HABITATION).

On considère une habitation de capacité thermique Γ . La résistance thermique des parois est désignée par R_{th} (prise en compte dans ce terme tous les échanges conductifs, convectifs et radiatifs). On note par $T_{ext}(t) = T_0 + \theta_0 \cos(\omega t)$ la température externe de l'habitat et

- Par un bilan d'énergie global entre deux instant successifs désignés par t et $t+dt$, à l'aide du 1^{er} principe de la thermodynamique, établir que le champ de température de l'habitation $T(t)$ suit une loi analogue au circuit électrique étudiée.

Montrer que l'équation différentielle est analogue à celle du V. soit

$$RC \frac{du_s}{dt} + u_s = e(t)$$

- Etablir un tableau d'analogie pour R, C, u_s et $e(t)$.
- Quel est le type de comportement de ce système thermique ? Etablir une analogie électrique en régime forcé.
- Comment l'équation thermique est modifiée par l'ajout d'un système de chauffage dégageant une puissance thermique $P(t)$.
- Résolution de problème : On se place en régime forcé.
Comment choisir la capacité thermique de l'habitation de façon à passivement faire varier la température extérieure de façon confortable.

MATERIEL

- Fils de connexion
- 1 GBF numérique
- Oscilloscope numérique
- ordinateur avec open choice et regressi
- 2 multimètres
- Boîte de capacité ou capacité de unique de l'ordre de 100 nF
- Résistance de 1k Ω
- 1 boîte de résistance ajustable 1 -100 k Ω