

Réponse d'un circuit RC à un échelon de tension

Objectifs

- ▷ Élaborer un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF ;
- ▷ Visualiser un signal électrique à l'oscilloscope et l'acquérir par un logiciel adapté ;
- ▷ Gérer les contraintes liées à la liaison entre les masses ;
- ▷ Réaliser des mesures de temps à l'oscilloscope ;
- ▷ Réaliser une régression linéaire ;
- ▷ Confronter des résultats expérimentaux à une expression théorique.

Matériel :

- ▷ Une résistance variable (boîte à décade) ;
- ▷ Deux condensateurs de capacités 10 nF et 4,7 nF ;
- ▷ Une plaquette de branchement ;
- ▷ Un générateur basse fréquence ;
- ▷ Un oscilloscope ;
- ▷ Une carte d'acquisition interfaçable ;
- ▷ Fils et adaptateurs BNC.

Au cours de la séance, chaque étudiant rédigera dans son cahier un compte-rendu qui sera noté.
Ce TP n'en demeure pas moins un TP normal : n'hésitez pas à demander de l'aide en cas de besoin.

L'objectif de ce TP est de prouver expérimentalement la validité de la modélisation d'un circuit RC série par une équation différentielle du premier ordre. L'étude est menée à partir de la tension u_C aux bornes du condensateur, dont on rappelle qu'elle vérifie l'équation différentielle

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C = \frac{e}{\tau} \quad \text{avec} \quad \tau = RC.$$

Pour un échelon de tension de forçage $E_1 \rightarrow E_2$ avec E_1 et E_2 quelconques, nous avons montré en cours que

$$u_C(t) = (E_1 - E_2) e^{-t/\tau} + E_2.$$

Une première étape consiste ainsi à s'assurer que les signaux ont bien une allure exponentielle, avant de vérifier l'expression de la constante de temps.

I - Préparation du circuit

Dans un premier temps, on prendra $R \sim 1 \text{ k}\Omega$. Le choix du condensateur est sans importance. Comme le GBF ne peut pas délivrer un unique échelon, on lui fera délivrer une tension e créneau périodique, de période suffisamment grande pour que le régime permanent soit atteint avant que le créneau change de valeur.

1 - Calculer l'ordre de grandeur de la constante de temps du circuit. En déduire la période minimale à donner à la tension e , puis choisir la fréquence en conséquence.

Câbler le circuit et visualiser les tensions intéressantes à l'oscilloscope. Attention aux conflits de masse. Appeler le professeur.

2 - Schématiser le circuit en indiquant les branchements de l'oscilloscope. Reproduire l'allure des signaux à l'écran de l'oscilloscope.

II - Vérification de l'allure exponentielle des signaux

Acquérir les signaux pertinents à l'aide du logiciel Latis Pro : voir le paragraphe A de la notice du logiciel. L'acquisition comptera environ 2000 points, et vous choisirez une durée d'acquisition adéquate.

3 - Quel problème se pose lors d'une acquisition « naïve » ?

Pour résoudre ce problème, régler le déclenchement de la carte d'acquisition à partir de la tension de référence que fournit l'oscilloscope : voir le paragraphe A de la notice du logiciel.

Vérifier que la tension u_C a bien l'allure escomptée (en exponentielle) par un ajustement à une fonction de référence : voir le paragraphe D de la notice. Appeler le professeur.

4 - Indiquer la forme de fonction choisie et les valeurs des paramètres renvoyées par le logiciel. Comparer le temps caractéristique expérimental à la valeur attendue.

III - Vérification de l'expression de la constante de temps

Proposer et mettre en œuvre un protocole montrant que τ est proportionnel à R . Comme à l'oral de la banque PT, les mesures de temps se feront **uniquement à l'oscilloscope**, sans utiliser LatisPro. La valeur de R sera mesurée à l'ohmmètre. Vérifier que le coefficient de proportionnalité C a bien la valeur attendue. Une étude des incertitudes est attendue.

5 - Expliquer **avec précision** comment vous procédez à la mesure de τ .

6 - Expliquer **avec précision** l'estimation que vous faites des incertitudes sur τ . On pourra négliger l'incertitude sur la mesure de R .

7 - Reproduire l'allure de la courbe représentant τ en fonction de R . Indiquer les valeurs des paramètres de la régression linéaire données par Regressi avec leurs incertitudes.

8 - Conclure.

Grille d'évaluation

Au vu du travail au cours de la séance et du compte-rendu, un savoir-faire semble (A) acquis ; (B) à consolider ; (C) en cours d'acquisition ou (D) pas encore acquis.

Savoir-faire	Compétence	Éval.
Comprendre et s'approprier une problématique scientifique : Concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental, en particulier en estimant des ordres de grandeur pertinents.	Analyser	
Obtenir des résultats de mesure : Mettre en œuvre un protocole avec précision et rigueur. Utiliser le matériel et les logiciels de manière adaptée, éventuellement à l'aide d'une notice.	Réaliser Réaliser	
Analyser des résultats de mesure : Représenter graphiquement des résultats expérimentaux. Analyser les résultats de manière critique, maîtriser les unités et les ordres de grandeur. Estimer quantitativement les incertitudes. Confronter un modèle à des résultats expérimentaux, confirmer ou infirmer une hypothèse.	Réaliser Valider Analyser, réaliser Valider	
Présenter des contenus scientifiques : Structurer les différentes étapes du travail : objectif, dispositif et protocole de mesure, exploitation des résultats, conclusion. S'appuyer sur des supports graphiques pertinents (schémas et courbes). Rédiger avec précision et rigueur en utilisant un vocabulaire scientifique.	Communiquer Communiquer Réaliser, communiquer	
Faire preuve d'écoute et de réactivité : Travailler seul ou en équipe, confronter son point de vue en faisant preuve d'écoute. Solliciter une aide de manière pertinente. S'impliquer, prendre des décisions, anticiper.	Être autonome et faire preuve d'initiative Être autonome et faire preuve d'initiative Être autonome et faire preuve d'initiative	