Travaux pratiques | [E] TP n°2

Étude du circuit RC

Apporter les cours D2 et D3. Ce TP comporte du Python.

L'objectif principal du TP est de mesurer la constante de temps τ (et son incertitude $u(\tau)$ associée) d'un circuit RC, de deux manières différentes. Nous pourrons ainsi conclure sur compatibilité, ou non, des deux mesures.

I - Montage électrique

- Générer un signal créneau d'amplitude $5\ \mathrm{V}$ (donc une tension *peak to peak* : $\mathrm{V_{pp}} = 10\ \mathrm{V}$), de fréquence $f = 1\ \mathrm{kHz}$ et avec un décalage (*offset*) de $5\ \mathrm{V}$. Observer ce signal sur la voie CH1 de l'oscilloscope.
- Réaliser un circuit RC série, branché au GBF. Choisir $\mathrm{R} = 2\ \mathrm{k\Omega}$ et $\mathrm{C} = 10\ \mathrm{nF}$. Observer sur la voie CH2 de l'oscilloscope la tension aux bornes du condensateur.

Remarque : sur l'oscilloscope, nous n'avons plus besoin de visualiser le créneau du générateur. Appuyer deux fois sur CH1 MENU pour ne plus l'observer.

II - Mesure de la constante de temps τ

II.1 - Mesure sur l'oscilloscope

- À l'aide de l'outil CURSEURS, mesurer le temps $\tau = t_2 - t_1$ nécessaire pour que le condensateur se charge de 63 %. Estimer les incertitudes-types $u(t_1)$ et $u(t_2)$.

	Valeur min	**Valeur max**	**Valeur moyenne**	**Demi largeur : Δ**	**Incertitude-type : $\boldsymbol{u = \Delta/\sqrt{3}}$**
$\boldsymbol{t_1}$					
$\boldsymbol{t_2}$					

- En déduire l'incertitude sur la constante de temps $u(\tau)$.

II.2 - Mesure de R et de C

- À l'aide du capacimètre disponible sur la paillasse professeur (venir avec la boîte à décade de capacités), mesurer la valeur de la capacité C. Estimer l'incertitude $u(C)$.
- À l'aide d'un ohmmètre, mesurer la valeur de la résistance totale R_{tot}, somme de l'ensemble des résistances présentes dans le circuit (R, GBF, câbles). Estimer l'incertitude $u(R_{tot})$.

	Valeur moyenne	**Demi largeur : Δ**	**Incertitude-type : $\boldsymbol{u = \Delta/\sqrt{3}}$**
$\boldsymbol{C}$			
$\boldsymbol{R}$			

- En déduire la valeur de la constante de temps $\tau = R \times C$ et son incertitude-type $u(\tau)$.

II.3 - Comparaison des mesures

Les deux mesures précédentes sont-elles compatibles ? En cas de non-compatibilité, commenter le résultat.

III - Résolution numérique d'une ED du premier ordre par la méthode d'Euler

Pour cette partie, s'aider *si besoin* du cours D3.

Prenons l'exemple d'une charge de condensateur. La tension aux bornes du condensateur est solution de l'ED :

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c(t)}{\tau} = \frac{E}{\tau}$$

En posant $du_c = u_c(t + dt) - u_c(t)$, on a montré en cours que :

$$u_c(t + dt) = u_c(t) + \frac{E - u_c(t)}{\tau} dt$$

Créer un code python qui réalise les étapes suivantes :

- Importer les bibliothèques *numpy* et *matplotlib.pyplot*
- Définir les paramètres du problème : E, R, C, τ
- Utiliser la fonction « *t = np.linspace(0, t_max, N)* » pour créer un array des temps de taille N, allant de 0 à t_max. À vous de définir N et t_max de manière adéquate.
- Définir l'intervalle de temps entre deux points successifs « *dt = t[1] – t[0]* ».
- Utiliser la fonction « *uc = np.zeros(N)* » pour créer un array de taille N rempli de zéros. Les bonnes valeurs de u_c sont calculées dans les étapes suivantes.
- Définir la valeur initiale *uc[0]* correspondant à votre problème.
- Créer une boucle *for* qui, à chaque itération, calcule la valeur de *uc[i+1]* à l'aide de la formule ci-dessus.
- Tracer sur le même graphique la solution numérique : *uc* en fonction de *t* ; ainsi que la solution analytique : *uc2* en fonction de *t*, avec « *uc2 = E*(1-np.exp(-t/τ))* ».

Rappel : si $dt \lll \tau$, alors les deux fonctions sont superposées.

IV - Observation de l'intensité

Partie à faire en cas de temps restant.

Modifier légèrement le montage afin d'observer à l'oscilloscope une grandeur proportionnelle à l'intensité du courant électrique.