

TP 3 : Régime transitoire du circuit RC

Les points du programme :

- Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF.
- Mesurer une tension à l'oscilloscope numérique.
- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du premier ordre et analyser ses caractéristiques.
- Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

Objectif :

- Prendre en main le GBF et l'oscilloscope.
- Vérifier par l'expérience les résultats théoriques obtenus en classe.

Matériel : votre ordinateur, un générateur basse fréquence (GBF), un oscilloscope, des fils, un condensateur de 100 nF, 1 boîte à décade (résistance variable).

1. Réglage du GBF et prise en main de l'oscilloscope

- Lire le verso de cet énoncé.
- Relier le GBF à l'entrée CH1 de l'oscilloscope.
- Régler le GBF afin qu'il délivre un signal sinusoïdal de fréquence $f_1 = 1$ kHz et d'amplitude $U_{max} = 5$ V. Appeler l'enseignant pour vérification.
- Régler le GBF afin qu'il délivre un signal crête à crête de fréquence $f_1 = 1$ kHz et d'amplitude $U_{max} = 5$ V.
- Décaler la valeur moyenne du signal afin qu'il évolue entre 0 et 10 V.

2. Première acquisition à l'oscilloscope

On souhaite visualiser la réponse du circuit à un échelon de tension (la tension d'entrée passe de 0 à $E = 10$ V). On prendra $R = 10$ k Ω et $C = 100$ nF.

Q1. Calculer la valeur théorique de la constante de temps $\tau_{théo}$.

- Schématiser le circuit RC série alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) en faisant apparaître les tensions, le courant circulant dans le circuit ainsi que la masse. Ajouter les branchements des deux voies de l'oscilloscope pour visualiser la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et la tension $e(t)$ aux bornes du GBF.

- Câbler le circuit **sans mettre le GBF en marche**. Brancher l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u_c(t)$ et $e(t)$.

- Appeler le professeur pour vérification.

Q2. Le réglage choisi permet-il de retrouver l'intégralité du régime transitoire décrit dans le cours ? Quel paramètre faut-il modifier ?

- Procéder à cette modification.
- Régler l'oscilloscope pour visualiser les signaux, et reproduire sur votre compte rendu leur allure.

3. Détermination de la valeur expérimentale pour τ

Q3. Quelles méthodes connaissez-vous pour déterminer la valeur de la constante de temps τ à partir de la courbe $u_c(t)$? Laquelle utiliser ici ?

- A l'aide de l'outil curseur présent sur l'oscilloscope, déterminer expérimentalement la constante de temps τ_{exp} .
- Noter sa valeur et également la valeur obtenue par vos camarades dans le tableau suivant (exploitation en partie 5) :

Binôme	1	2	3	4	5	6	7	8
Valeur de τ_{exp}								

4. Vérification de la relation entre τ et C

- En reprenant le protocole des parties 2 et 3, déterminer la valeur de la constante de temps τ pour quelques valeurs de R , R valant au minimum 10 k Ω (faire 5 ou 6 mesures).

Q4. Quel est l'intérêt de prendre une valeur relativement élevée de R ? Relever la valeur de la résistance interne du GBF indiquée en façade.

- Grâce au script Python *TP3_modelisation.py* disponible sur le cahier de prépa, tracer la constante de temps τ en fonction de la valeur de la résistance R puis modéliser la courbe obtenue (reprendre les aides Python du TP1).

Q5. La courbe est-elle en accord avec la relation attendue ?

Q6. Comment retrouver la valeur de la capacité C du condensateur sur la courbe modèle ?

Q7. Votre résultat est-il en accord avec la valeur attendue ?

5. Validation de l'expression théorique pour le temps caractéristique

Q8. A l'aide du poster sur les incertitudes, déterminer la valeur de la constante τ_{exp} associée à l'ensemble des mesures du groupe ainsi que l'incertitude-type qui l'accompagne.

Q9. Rappelez la valeur obtenue pour la valeur théorique de la constante de temps $\tau_{théo}$.

On suppose dans un premier temps que cette constante de temps $\tau_{théo}$ est déterminée exactement (sans incertitudes).

Q10. En utilisant l'écart normalisé z (z-score), conclure sur l'accord entre les résultats expérimentaux et la prédiction théorique.

En réalité, la valeur des composants utilisées est donnée à 5% près.

On donne la **loi de propagation des incertitudes** qui permet de calculer l'incertitude $u(\tau_{théo})$ associée à la constante de temps $\tau_{théo} = R \times C$:

$$\frac{u(\tau_{théo})}{\tau_{théo}} = \sqrt{\left(\frac{u(R)}{R}\right)^2 + \left(\frac{u(C)}{C}\right)^2}$$

Q11. Estimer l'incertitude-type $u(\tau_{théo})$.

Q12. En utilisant l'écart normalisé z (z-score), conclure sur l'accord entre les résultats expérimentaux et la prédiction théorique en prenant en compte $u(\tau_{théo})$.

Méthode : Réglage du GBF et de l'oscilloscope

Méthode : Régler le GBF

1. Choisir le type de signal (sinus, créneau, . . .) à délivrer (cadre **rouge**).
2. Choisir la fréquence en commençant par sélectionner le bon ordre de grandeur (cadre **violet** puis molette **violette** pour le réglage).
3. L'amplitude (valeur maximale par rapport à la moyenne) du signal se règle avec la molette **bleu ciel**.
4. Le signal délivré est, par défaut, centré sur 0 (valeur moyenne nulle).
Pour avoir un signal non centré sur 0V (par ex de 0V et 5V), il faut ajouter un offset en tirant sur la molette correspondante (cercle **bleu foncé**) avant de faire le réglage.
5. Brancher le circuit sur l'output de la voie réglée (cercle **vert**).

Remarque : Pour observer à l'oscillo le signal délivré par le GBF (et qui est envoyé dans le circuit), on peut utiliser un « T ».



Définition : Oscilloscope

Un oscilloscope est un **voltmètre** un peu évolué qui permet d'afficher **l'évolution de la tension** aux bornes d'un ou plusieurs dipôles **en fonction du temps**. Il est même possible d'afficher l'évolution de la tension d'un dipôle en fonction de celle d'un autre.

À l'instar d'un voltmètre, il est composé entre autres d'une grande résistance d'entrée, quelques $M\Omega$, et est toujours monté en dérivation du dipôle aux bornes duquel on souhaite mesurer la tension.

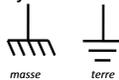
Propriété : Masses et prise de terre

Les masses de la plupart des appareils utilisés en TP (GBF, oscilloscope) sont reliés au **fil de terre** du secteur par l'intermédiaire du câble d'alimentation.

Les **masses** de ses appareils sont ainsi reliées entre elles par l'intermédiaire du secteur, même en l'absence de connexion explicite sur le circuit étudié. Elles ne peuvent donc pas être branchées n'importe où dans le circuit étudié.

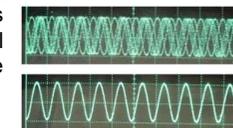
→ Un circuit ne peut fonctionner correctement que si toutes les masses des différents appareils utilisés sont directement reliées entre elles.

Sur le schéma la masse et la terre sont symbolisées par les symboles suivants :



Propriété : Synchronisation de l'oscilloscope

L'oscilloscope superpose à l'écran des traces prises régulièrement. Si une nouvelle trace apparaît à n'importe quel moment, elle ne se superpose pas forcément à la précédente et le rendu n'est pas exploitable.



→ Impossible de faire des mesures !

Le **déclenchement** consiste à redémarrer chaque nouvelle trace sur l'écran lorsque le signal repasse par la même valeur et dans le même sens de variation

→ Superposition parfaite des traces.

Le menu de déclenchement (bouton MENU de la partie "**Trigger**"), permet de régler le signal qui servira au déclenchement :

- **Type** : Edge (front du signal)
- **Source** : CH1 ou CH2 : déclenchement piloté par le signal mesuré en CH1 ou CH2.
On choisit en règle générale le signal le plus « propre ».
- **Mode** : **Auto** = le GBF trouve tout seul le niveau de déclenchement adéquat.
Normal = réglage du niveau à la main (molette Level de la partie "Trigger").

L'affichage de la tension à l'écran commence quand le signal de synchronisation atteint la valeur du niveau de déclenchement.

Méthode : Régler l'oscilloscope

1. Brancher les voies CH1 et CH2 conformément au schéma du circuit, **en faisant attention aux masses**.

2. **Synchroniser** l'oscillo sur le signal à observer.

3. Régler les calibres pour afficher **quelques périodes** du signal, qui doit occuper verticalement la plus grande zone possible de l'écran (sans déborder : comme les colorriages !). Cela peut supposer un minimum de réflexion.

→ Le **calibre temporel** (horizontal) doit être de l'ordre de grandeur de la période mais inférieure à celle-ci.

Par exemple, pour un signal de fréquence 1000 Hz, de période 1 ms, il faut que sur les 10 carreaux horizontaux il y ait environ 2 périodes, 2 ms occupent donc 10 carreaux : il faut un calibre de 0,2 ms/div.

→ Le **calibre en tension** (vertical) doit être de l'ordre de grandeur de l'amplitude du signal et inférieur à celle-ci.

Par exemple, pour un signal d'amplitude crête à crête de 10 V, il faut donc que sur les 8 carreaux verticaux il y ait un peu plus que 10V : il faut un calibre de 2V/div.

