

Régimes transitoires

régime libre et réponse à un échelon de tension

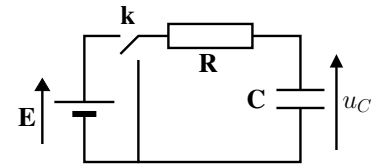
Prenez en note dans votre compte-rendu de TP :

mesures, calculs d'incertitude, observations (schémas) et interprétations, méthodes expérimentales...

I. Circuit du premier ordre : étude du dipôle RC série

I.1. Régime libre (décharge d'un condensateur dans une résistance)

On cherche à observer l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur en régime libre, en s'intéressant au régime transitoire. Prendre $C = 3 \mu\text{F}$ et $R = 40 \text{ k}\Omega$. Le générateur est une pile de f.e.m. $E = 4,5 \text{ V}$. A l'aide du commutateur k , charger préalablement le condensateur, puis observer le régime libre sera observable en ouvrant changeant la position de k .



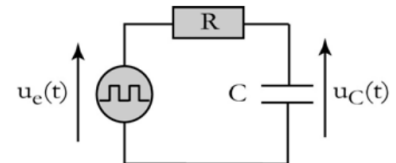
• MANIP 1 : Observation d'un événement unique à l'oscilloscope

- En mode NUMERIQUE, utiliser le mode de déclenchement monocoup (SINGLE), et effectuer les réglages nécessaires pour observer la décharge sur un maximum de l'écran de l'oscilloscope.
- Estimer le temps de relaxation τ et son incertitude $\Delta\tau$.
- APPLICATION : mesure d'une résistance par perte de charge.
Connaissant la valeur de $C = 3 \mu\text{F}$, déduire de la mesure de τ la valeur de la résistance R et l'incertitude ΔR . Comparer avec la valeur de $40 \text{ k}\Omega$ annoncée. Que donne la mesure directe des composants avec le multimètre ?

I.2. Réponse à un signal créneau

On observe la réponse du circuit RC série à une excitation en créneaux avec $R = 4 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,1 \mu\text{F}$.

On souhaite observer des cycles de charge et de décharge du condensateur. Quelle doit être la valeur minimale de la période T du créneau ?



• MANIP 2 : Charges et décharges successives du condensateur

- Imposer un signal créneau u_e en entrée du circuit, de valeur basse 0V et de période $T = 4 \text{ ms}$.
- Visualiser à l'oscilloscope les tensions $u_e(t)$ et $u_C(t)$. Observer que la charge du condensateur est continue.
- Mesurer la durée $t_{90\%}$ pendant laquelle la tension u_C varie de 0 à 90% de $u_{e,\text{max}}$. On pourra pour cela tirer profit du mode VAR vertical.
- En déduire la valeur du temps de relaxation τ et comparer à la valeur théorique.

• MANIP 3 : Effet de la charge R pour un temps caractéristique τ fixé

Refaire l'expérience avec : $R = 40 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,01 \mu\text{F}$, puis avec $R = 400 \Omega$ et $C = 1 \mu\text{F}$.

- Mesurer expérimentalement τ dans ces deux cas ?
- Comparer à la valeur théorique. Qu'observe-t-on ? Interpréter.

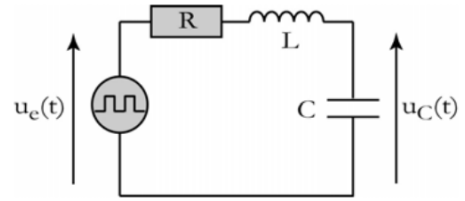
• MANIP 4 : Etude de l'intensité

Reprendre les valeurs de la manip 3.

- Comment peut-on visualiser à l'oscilloscope l'intensité $i(t)$ du courant circulant dans le circuit ?
- Vérifier que l'intensité $i(t)$ subit une discontinuité quand la f.e.m. du générateur est discontinue.

II. Etude du dipôle RLC série

Faire le montage ci-contre avec $L = 0,1 \text{ H}$ et $C = 10 \text{ nF}$. Visualiser la tension de sortie du générateur et la tension u_C aux bornes du condensateur. ATTENTION à la masse !



II.1. Les différents régimes

• MANIP 5

- Commencer par observer le régime pseudo-périodique. On ajustera la période du créneau pour que le régime permanent ait le temps d'être atteint.
- Modifier R par valeurs croissantes jusqu'à ce que $u_C(t)$ ne présente plus d'oscillation (régime critique) puis observer le régime apériodique.
- Vérifier que le régime pseudo-périodique n'est obtenu que pour $R < R_C$.

II.2. Régime pseudo-périodique

• MANIP 6 : Détermination de la pulsation propre ω_0

- Régler la valeur de R pour obtenir le facteur de qualité le plus grand possible (régime pseudo-périodique avec un grand nombre d'oscillations). Si nécessaire, réajuster la période du signal créneau pour que ce grand nombre d'oscillations soit observable.
- Mesurer à l'oscilloscope la pseudo-période T et en déduire la pseudo-pulsation Ω correspondante.
- Déterminer alors la pulsation propre ω_0 du montage. On rappelle que $\Omega = \omega_0 \sqrt{1 - 1/(4Q^2)}$, et donc $\Omega \sim \omega_0$ lorsque le facteur de qualité est très grand devant $1/2$.
- Comparer la valeur trouvée pour la pulsation propre avec la valeur théorique $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$.

• MANIP 7 : Etude de la décroissance de l'amplitude des oscillations - Facteur de qualité

- Tracer $\ln[u_{cH,max}(1)/u_{cH,max}(n)]$ en fonction de n , où $u_{cH,max}(n)$ est l'amplitude du n -ième maximum de la partie transitoire de la tension aux bornes du condensateur (attention à la valeur moyenne). Que vérifie-t-on ?
- En déduire la valeur du décrétement logarithmique δ .
- Déterminer alors le facteur de qualité Q du montage, grâce à la relation $\delta = \omega_0 T/(2Q) \sim \pi/Q$ si $Q \gg 1/2$.
- Comparer à la valeur attendue $Q = (1/R)\sqrt{L/C}$ et commenter.

• MANIP 8 : Analyse de $i(t)$ et de sa dérivée

Vérifier la continuité de l'intensité $i(t)$ du courant dans le circuit et la discontinuité de $u_L(t) = L \frac{di}{dt}(t)$.

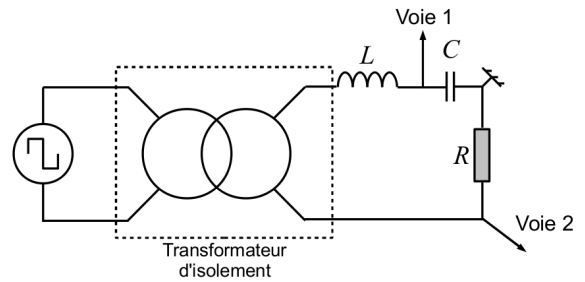
II.3. Tracé du portrait de phase pour le condensateur

Peut-on mesurer $u_C(t)$ et $i(t)$ en même temps à l'oscilloscope ? Pourquoi ?

Une solution consiste à intercaler un *transformateur d'isolement* entre le GBF et le circuit RLC^{1 2}.

• **MANIP 9 : Portrait de phase du condensateur**

- Réaliser le montage ci-contre. On prendra une fréquence $f \sim 50$ Hz pour le créneau délivré par le GBF.
- Observer les signaux en mode DUAL, puis XY pour le portrait de phase. L'ordre des voies est-il correct ?
- Faire varier R et observer tous les régimes.



1. Il est composé de deux bobines reliées par un matériau ferromagnétique. L'une est reliée au générateur (et donc à la terre de celui-ci). Par induction mutuelle (cf cours sur l'induction), une tension égale (si transfo idéal) à celle délivrée par le GBF s'applique aux bornes de la seconde bobine. Mais cette seconde bobine n'est pas reliée à la terre. **Le circuit est donc isolé de la terre du générateur.** On peut donc placer la terre de l'oscilloscope où on veut.

2. REMARQUE : Une autre méthode consiste à utiliser une *sonde différentielle* intercalée entre l'oscilloscope et le circuit.

TP Régimes transitoires
Liste de matériel - 12 postes

Matériel pour chaque poste :

- Une pile plate + un commutateur ;
- Boîtes à décades de résistances et capacités ;
- Une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$;
- un transformateur d'isolement ;
- un GBF, un oscilloscope ;
- fils coaxiaux BNC-banane (si possible...) ;

REMARQUE : La séance débute est accompagnée d'un exposé de type TP-cours au vidéoprojecteur.