

## Régimes transitoires

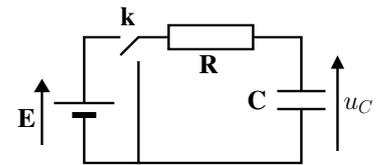
régime libre et réponse à un échelon de tension

*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 fem  $E = 4,5 \text{ V}$ . A l'aide du commutateur  $k$ , charger préalablement le condensateur, puis observer le régime libre sera observable en ouvrant changeant la position de  $k$ .



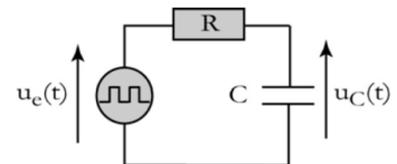
#### • MANIP 1 : Observation d'un événement unique à l'oscilloscope

- 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  $\tau$  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  $\tau$  la valeur de la résistance  $R$  et l'incertitude  $\Delta R$ . 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  $0\text{V}$  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  $\tau$  et comparer à la valeur théorique.

#### • MANIP 3 : Effet de la charge $R$ pour un temps caractéristique $\tau$ 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  $\tau$  dans ces deux cas ?
- Comparer à la valeur théorique. Qu'observe-t-on ? Interpréter.

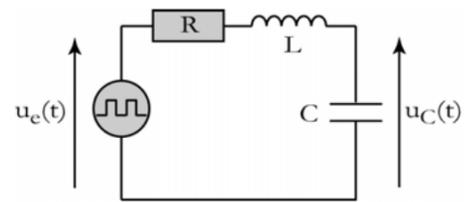
#### • MANIP 4 : Etude de l'intensité

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 aperiodique.
- 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 $\omega_0$

- 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  $\Omega$  correspondante.
- Déterminer alors la pulsation propre  $\omega_0$  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 décrément logarithmique  $\delta$ .
- 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  $u_L(t) = L \frac{di}{dt}(t)$ .

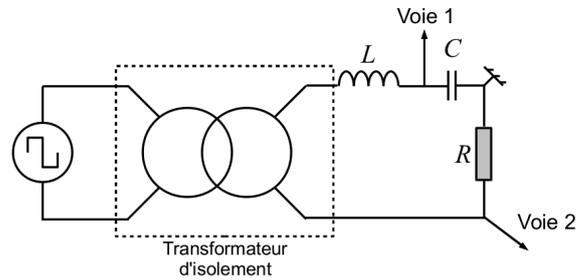
### II.3. Tracé du portrait de phase pour le condensateur

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<sup>1 2</sup>.

#### • 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.