

## TP 5 et 6 – Charges d'un condensateur

### Le programme officiel

Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
<p>Intensité d'un courant électrique en régime variable.</p> <p>Modèle du condensateur. Relation entre charge et tension ; capacité d'un condensateur.</p> <p>Modèle du circuit RC série : charge d'un condensateur par une source idéale de tension, décharge d'un condensateur, temps caractéristique.</p>	<p>Relier l'intensité d'un courant électrique au débit de charges.</p> <p>Établir et résoudre l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes d'un condensateur dans le cas de sa charge par une source idéale de tension et dans le cas de sa décharge.</p> <p><i>Étudier la réponse d'un dispositif modélisé par un dipôle RC. Déterminer le temps caractéristique d'un dipôle RC à l'aide d'un microcontrôleur, d'une carte d'acquisition ou d'un oscilloscope.</i></p> <p><b>Capacités mathématiques :</b> Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants avec un second membre constant.</p>

### Les compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.).</li> <li>- Mettre en oeuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.</li> </ul>
Valider	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence.</li> </ul>
Communiquer	<p>À l'écrit comme à l'oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ;</li> <li>- utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ;</li> <li>- échanger entre pairs.</li> </ul>

### Mesure et incertitudes

NOTIONS ET CONTENUS	Capacités exigibles
Écriture du résultat. Valeur de référence.	<p>Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure.</p> <p>Comparer, le cas échéant, le résultat d'une mesure <math>m_{mes}</math> à une valeur de référence <math>m_{ref}</math> en utilisant le quotient <math>\frac{ m_{mes} - m_{ref} }{u(m)}</math> où <math>u(m)</math> est l'incertitude-type associée au résultat.</p>

### Capacités expérimentales

- Réaliser un montage électrique pour étudier la charge et la décharge d'un condensateur dans un circuit RC.
- Respecter les règles de sécurité préconisées lors de l'utilisation d'appareils électriques.

## TP 5 et 6 – Charges d'un condensateur

### Matériels

#### Matériels bureau (pour 10 groupes) :

- 1 condensateur 1 000  $\mu\text{F}$  ;
- 1 résistance de 1  $\text{k}\Omega$  ;

#### Matériels élèves :

- 1 alimentation Jeulin ALR3002M ;
- 1 boîte grise de câblage ;
- 2 multimètres AM-535-EUR (rouges) ;
- 3 fils de connexion rouges ;
- 3 fils de connexion noirs ;
- 1 fil de connexion jaune ;
- 1 condensateur 25V / 4 700  $\mu\text{F}$  ;
- 1 résistance de 10  $\text{k}\Omega$  ;
- 1 chronomètre ;
- 1 PC avec regressi et capstone ;
- 1 interface d'acquisition PASCO reliée au PC et 1 câble sur la voie A.



#### ! Remarque pour les adjoints techniques de laboratoire !

Le matériel est disposé sur les tables mais les branchements ne sont pas faits.

Le générateur aura été réglé pour avoir un courant constant pour la première manipulation ( $U=20\text{V}$  ;  $I=1\text{mA}$ ). Voir tutoriel.

#### Tutoriel : Réglage du générateur pour un courant constant d'environ 1 mA et une tension de 20 V.

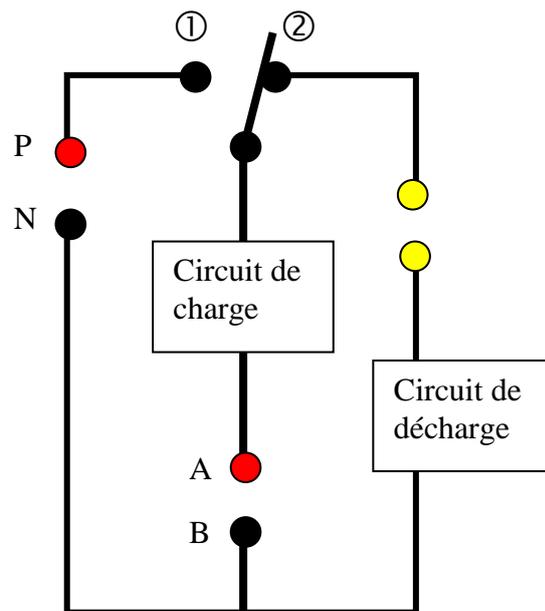
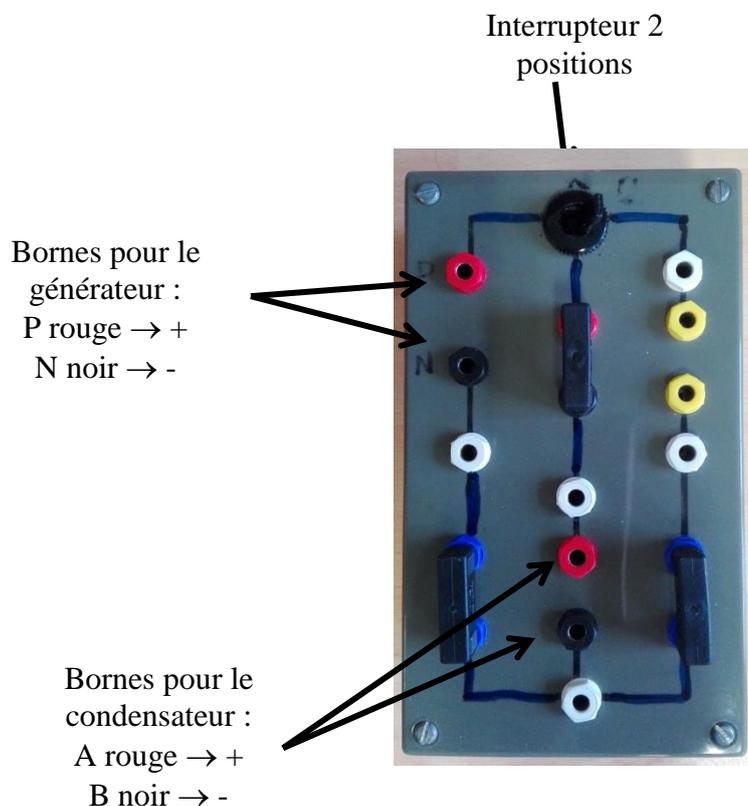
- 1) Allumer le générateur
- 2) Régler la tension à vide à 20,0 V  
Calibre 30V puis réglage fin
- 3) Régler l'intensité au minimum  
Calibre 2,5 mA, réglage fin au minimum
- 4) Brancher un fil de court-circuit
- 5) Régler l'intensité à 1 mA  
Augmenter le réglage fin doucement
- 6) Enlever le fil de court-circuit
- 7) Eteindre le générateur



## TP 5 et 6 – Charges d'un condensateur

### 1. Introduction

Pour les besoins de cette activité pratique nous allons utiliser une boîte grise de câblage faite maison dont les caractéristiques de branchement sont indiquées ci-dessous.





**ATTENTION !**  
Les condensateurs ont une polarité, c'est-à-dire un sens de branchement. Le côté serti (écrasé) correspond à la borne + et le sens du courant est indiqué par les flèches.  
Un mauvais branchement peut entraîner son **explosion !**

Borne +



Sens du courant

Dans cette activité nous allons dans un premier temps vérifier la valeur de la capacité  $C$  d'un condensateur pour ensuite l'utiliser pour vérifier que le temps caractéristique  $\tau$  d'un circuit RC correspond bien au produit  $R \times C$ .

## 2. Charge d'un condensateur à courant constant

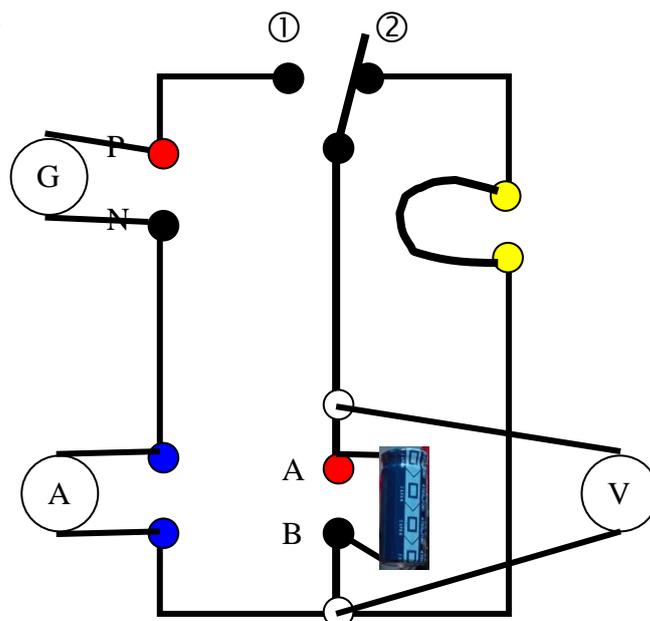
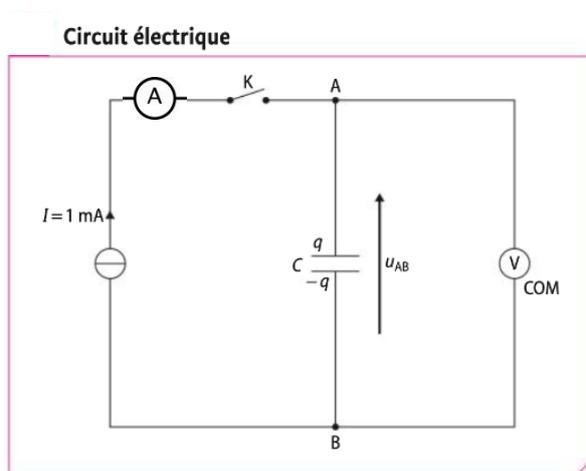
### 2.1. Objectif

On désire vérifier expérimentalement la valeur de la capacité  $C$  d'un condensateur. Pour cela le condensateur est chargé de 0,0 à 20,0 V avec un courant constant d'environ 1mA.

La représentation graphique de la tension du condensateur  $U_{AB}$  en fonction du temps permet de déterminer la capacité  $C$  du condensateur.

### 2.2. Montage

Vérifier que l'interrupteur est en position ② et que le générateur est éteint, puis réaliser le montage suivant à l'aide du matériel.



#### Rappels :

L'ampèremètre se branche en série. On utilise les bornes mA et COM et on place le sélecteur sur mA.

Le voltmètre se branche en dérivation. On utilise les bornes V et COM et on place le sélecteur sur V.

Les mesures à faire sont en régime continu, on appuie sur le bouton jaune SELECT pour afficher DC (Direct Courant).

**Appeler le professeur pour vérifier le montage.**

### 2.3. Mesures

Relever la valeur de la tension initiale  $U_{AB}$  ( $t=0s$ ) aux bornes du condensateur.

Allumer le générateur.

Mettre l'interrupteur en position ① en déclenchant simultanément le chronomètre.

Relever la valeur de la tension  $U_{AB}$  toutes les 10 s pendant 2 minutes.

Relever également la valeur de l'intensité du courant  $I$ .

Mettre l'interrupteur en position ② et éteindre le générateur.

A l'aide d'un tableur-grapheur (Regressi), afficher la courbe de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps :  $U_{AB} = f(t)$ .

### 2.4. Exploitation

- 1 Donner la formule reliant l'intensité du courant  $i$  à la charge  $q$  d'un condensateur.
- 2 Donner la formule reliant la charge  $q$  d'un condensateur à la tension  $u_c$  à ses bornes.
3. Sachant que la charge du condensateur est à courant constant, en déduire l'expression de la tension aux bornes du condensateur  $u_c$  en fonction du temps :  $u_c = f(t)$ .
4. La courbe  $U_{AB} = f(t)$  obtenue à la partie 2.3. correspond-elle à l'expression théorique  $u_c = f(t)$  ?
5. Modéliser alors judicieusement la courbe  $U_{AB} = f(t)$  pour obtenir la valeur expérimentale de la capacité  $C$  du condensateur :  $C_{exp}$ .

### 2.5. Validation

- La capacité théorique  $C_{théo}$  est affichée sur le condensateur avec une précision de 20%.
6. Réaliser un encadrement de  $C_{théo}$  puis en déduire si la valeur expérimentale  $C_{exp}$  peut être validée.

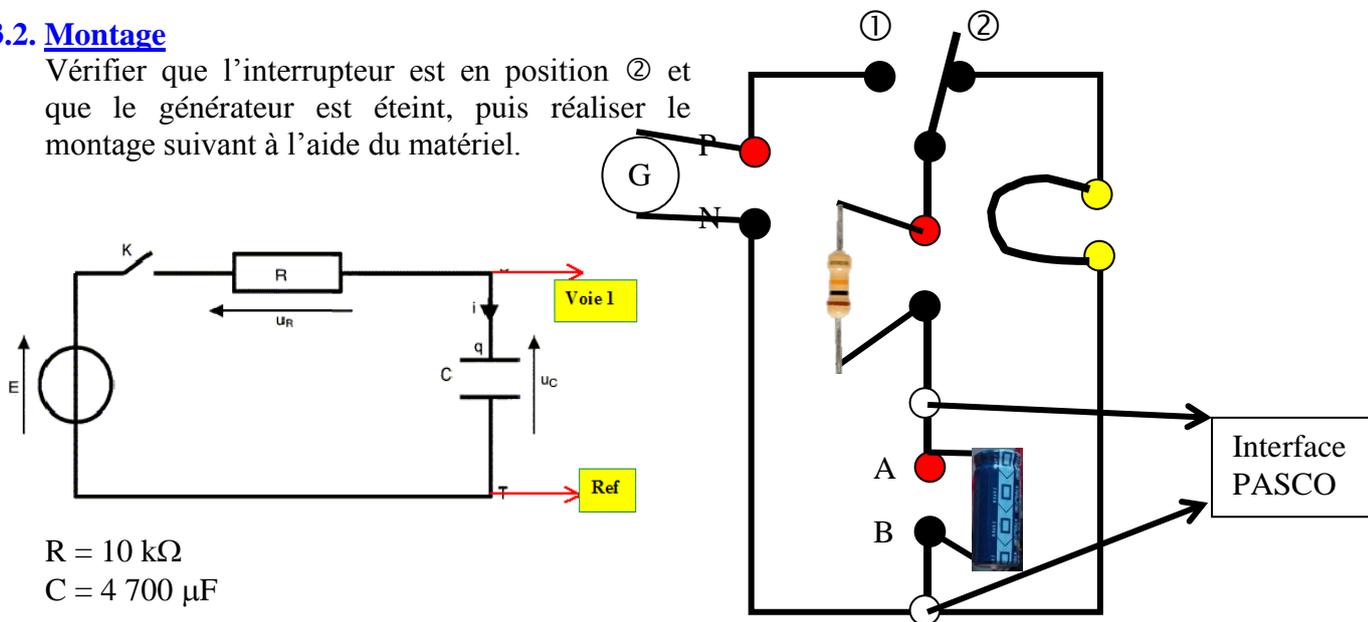
## 3. Charge d'un condensateur à tension constante dans un circuit RC

### 3.1. Objectif

On désire vérifier expérimentalement la valeur du temps caractéristique  $\tau$  dans un circuit RC. Pour cela le circuit RC est alimenté par un générateur de tension constante  $E = 5 V$ . La représentation graphique de la tension du condensateur  $U_{AB}$  en fonction du temps permet de déterminer la valeur du temps caractéristique  $\tau$ .

### 3.2. Montage

Vérifier que l'interrupteur est en position ② et que le générateur est éteint, puis réaliser le montage suivant à l'aide du matériel.

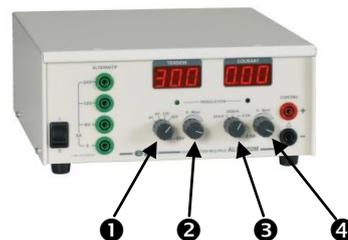


$R = 10 \text{ k}\Omega$   
 $C = 4 \text{ 700 } \mu\text{F}$

#### Réglage du générateur :

- Vérifier que l'interrupteur est en position ②.
- Allumer le générateur.
- Régler le calibre de la tension sur 5 V.
- Régler finement la tension à 5 V.
- Régler le calibre de l'intensité sur 2,5 A.
- Régler finement l'intensité au maximum.

- ①
- ②
- ③
- ④



**Appeler le professeur pour vérifier le montage.**

### 3.3. Mesures

A l'aide du logiciel Capstone, afficher le graphique de la tension en fonction du temps et paramétrer l'acquisition à 20 Hz.

Démarrer l'enregistrement.

Au bout de quelques secondes mettre l'interrupteur en position ①.

Arrêter l'enregistrement à 6 minutes.

### 3.4. Exploitation

7. Ecrire la relation qui existe entre  $E$ ,  $u_R$  et  $u_C$ .

8. Exprimer  $u_R$  en fonction de l'intensité  $i$  du courant.

9. Rappeler l'expression de  $i$  en fonction de  $q$ , charge portée par l'armature reliée au point A du circuit.

10. Rappeler l'expression de  $q$  en fonction de  $u_C$ . En déduire celle de  $i$  en fonction de  $u_C$ .

11. En utilisant les résultats précédents montrer que la tension aux armatures du condensateur

$u_C(t)$  vérifie l'équation différentielle :

$$\tau \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

12. Donner l'expression du temps caractéristique  $\tau$ .

13. Résoudre l'équation différentielle et montrer que :

$$u_C(t) = E \cdot \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$$

14. La courbe  $U_{AB} = f(t)$  obtenue à la partie 3.3. correspond-elle à l'expression théorique  $u_C = f(t)$  ?

15. En exploitant la courbe expérimentale, déterminer la valeur expérimentale  $\tau_{\text{exp}}$  du temps caractéristique.

16. Déterminer la valeur théorique  $\tau_{\text{théo}}$  du temps caractéristique.

17. Comparer  $\tau_{\text{exp}}$  et  $\tau_{\text{théo}}$ . Commenter.

### 3.5. Pour aller plus loin

#### Décharge du condensateur :

Démarrer l'enregistrement.

Au bout de quelques secondes mettre l'interrupteur en position ②.

Arrêter l'enregistrement quand la tension est nulle.

Retrouver  $\tau$ .

#### Modifier le temps caractéristique :

Changer de condensateur et/ou de résistance.

Faire l'enregistrement.

Mesurer  $\tau$  et le comparer à la valeur théorique.