

Chapitre 21 — Systèmes électriques capacitifs

Exercices supplémentaires, page 493

Exercice 1 : QCM

La tension aux bornes d'un condensateur de capacité $100 \mu\text{F}$ vaut $5,0 \text{ V}$. La valeur absolue de la charge accumulée sur chaque armature vaut :

- a. $20 \mu\text{C}$.
- b. $5,0 \times 10^{-4} \text{ C}$.
- c. $500 \mu\text{C}$.

La mesure de la constante de temps d'un circuit RC donne $2,2 \text{ ms}$. Ce circuit peut être composé d'un couple (résistance R ; capacité C) de valeurs :

- a. ($2,20 \text{ k}\Omega$; $1,0 \mu\text{F}$).
- b. (220Ω ; $0,10 \text{ mF}$).
- c. ($100 \text{ k}\Omega$; 22 nF).

La mesure de la capacité C d'un condensateur plan vaut $C = 300 \text{ pF}$. L'expression théorique de la capacité de ce condensateur est : $C = k \times \frac{S}{e}$ avec S = surface des armatures en regard, e = distance entre les armatures et k = constante qui dépend de l'isolant entre les armatures.

- a. Lorsque la surface S est multipliée par 2, $C = 600 \text{ pF}$.
- b. Lorsque la distance e est divisée par 3, $C = 100 \text{ pF}$.
- c. Lorsque la distance e double, $C = 150 \text{ pF}$.

Chapitre 21 — Systèmes électriques capacitifs

Exercice 2 : Étude théorique de la réponse d'un circuit RC

Le but de cet exercice est de réaliser l'étude théorique de la charge d'un condensateur à travers une résistance. Cette étude doit être menée en plusieurs étapes.

1. Schéma électrique

- a. Représenter le schéma du circuit électrique constitué d'un générateur idéal de tension E , d'une résistance R et d'un condensateur C monté en série.
- b. Sur le schéma du circuit électrique, représenter le sens conventionnel du courant et flécher les tensions aux bornes de chaque dipôle.

2. Application des lois de l'électricité et établissement de l'équation différentielle

- a. Écrire les expressions de :
 - la loi des mailles, notée (1) ;
 - la loi d'Ohm aux bornes de la résistance R , notée (2) ;
 - la relation entre l'intensité i et la charge q stockée dans le condensateur C , notée (3) ;
 - la relation entre la charge q et la tension u_c aux bornes du condensateur, notée (4).
- b. Combiner les relations (2), (3) et (4) pour obtenir l'équation différentielle que l'on peut écrire sous la forme :

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{\tau} u_c = \frac{E}{\tau} \text{ avec } \tau = RC.$$

3. Expression théorique de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et représentation graphique

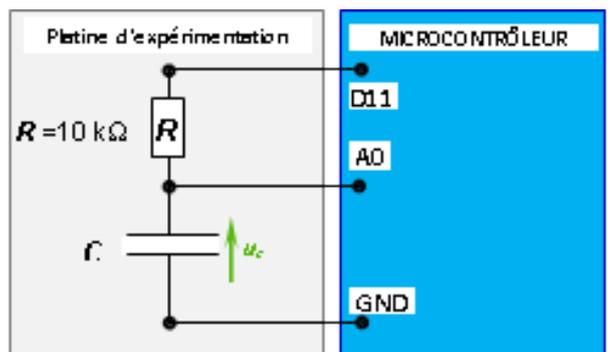
- a. Montrer que la solution de l'équation différentielle précédente est : $u_c(t) = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
- b. Représenter graphiquement l'allure de l'évolution de $u_c(t)$ et faire apparaître le temps caractéristique, le régime transitoire et le régime stationnaire.

Données : $E = 10 \text{ V}$; $R = 1,0 \text{ k}\Omega$ et $C = 1,0 \text{ }\mu\text{F}$.

Chapitre 21 — Systèmes électriques capacitifs

Exercice 3 : Détermination de la capacité d'un condensateur avec un microcontrôleur

Dans le cadre de son projet pour le Grand oral du baccalauréat, un élève souhaite présenter deux méthodes expérimentales utilisant un microcontrôleur de type Arduino pour déterminer la capacité d'un condensateur. Pour cela, il teste deux codes sources récupérés sur le web qui utilisent le même schéma du montage électrique représenté ci-contre :



Les copies d'écrans des deux codes sources et les résultats obtenus dans le moniteur série sont les suivants :

Code source 1 et résultats

```
1 long t0=0; // variable pour origine des dates.
2
3 void setup() {
4   pinMode(11,OUTPUT); // broche 11 pour la charge et la décharge.
5   Serial.begin(9600); // vitesse des données dans le port série.
6   digitalWrite(11,LOW); // décharge du capteur capacitif.
7   delay(7000);
8   Serial.println("Date (en s) ; Tension uC (en V)");
9   digitalWrite(11,HIGH); // charge du condensateur sous E = 5,00V.
10  t0 = millis(); // origine des dates fixée en début de charge.
11 }
12
13 void loop() {
14   Serial.print(float(millis()-t0)/1000);
15   Serial.print(";");
16   Serial.println(float(analogRead(A0))*5/1023);
17   delay(399);
18   if (millis()-t0>7000){
19     Serial.println("RESET --> nouvelle série de mesures");
20     delay(20000);
21   }
22 }
```

Date (en s) ; Tension uC (en V)
0.00;0.00
0.40;1.54
0.80;2.61
1.20;3.33
1.60;3.83
2.00;4.18
2.40;4.41
2.80;4.58
3.20;4.71
3.60;4.78
4.00;4.84
4.40;4.89
4.80;4.91
5.20;4.94
5.60;4.95
6.00;4.96
6.40;4.97
6.80;4.97
RESET --> nouvelle série de mesures

Défilement automatique Afficher l'horodatage

Chapitre 21 — Systèmes électriques capacitifs

Code source 2 et résultats

<pre>1 long t0=0; // variable pour origine des dates. 2 3 void setup() { 4 pinMode(11,OUTPUT); // broche 11 pour la charge et la décharge. 5 Serial.begin(9600); // vitesse des données dans le port série. 6 digitalWrite(11,LOW); // décharge du capteur capacitif. 7 delay(7000); 8 Serial.println("Début de la mesure"); 9 digitalWrite(11,HIGH); // charge du capteur capacitif E = 5,00V. 10 t0=millis(); // origine des dates fixée en début de charge. 11 } 12 13 void loop() { 14 if((float(analogRead(A0))*5/1023)>3.15){ /*test uc>3,15 V ?*/ 15 Serial.print("Durée pour atteindre 3,16 V = "); 16 Serial.print(millis()-t0); 17 Serial.println(" ms"); 18 Serial.println("RESET --> nouvelle série de mesures"); 19 delay(20000); 20 } 21 }</pre>	<pre>Début de la mesure Durée pour atteindre 3,16 V = 1086 ms RESET --> nouvelle série de mesures Début de la mesure Durée pour atteindre 3,16 V = 1084 ms RESET --> nouvelle série de mesures Début de la mesure Durée pour atteindre 3,16 V = 1084 ms RESET --> nouvelle série de mesures Début de la mesure Durée pour atteindre 3,16 V = 1083 ms RESET --> nouvelle série de mesures Début de la mesure Durée pour atteindre 3,16 V = 1084 ms RESET --> nouvelle série de mesures Début de la mesure Durée pour atteindre 3,16 V = 1083 ms RESET --> nouvelle série de mesures Début de la mesure</pre> <p><input type="checkbox"/> Défilement automatique <input type="checkbox"/> Afficher l'horodatage</p>
--	---

- Analyser les lignes **14 à 20** du **code source 1** en étudiant le listing et les résultats produits dans la copie et décrire le rôle de chaque ligne sous forme de brefs commentaires.
- Analyser les lignes **14 à 19** du **code source 2** en étudiant le listing et les résultats produits et décrire le rôle de chaque ligne sous forme de brefs commentaires.
- Utiliser les résultats obtenus avec le **code source 2** pour déterminer la capacité C du condensateur.
- Utiliser les résultats obtenus avec le **code source 1** pour déterminer, graphiquement ou à l'aide de la modélisation avec un tableau-grapheur, la capacité C' du condensateur..
- Discuter de la cohérence de C et de C' .