

Thème : Dynamique d'un système électrique
 TP C 24 : Intensité électrique – Etude d'un condensateur
 (version élèves)

Étudier la dynamique d'un système électrique.

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. Visualisation de la charge et de la décharge d'un condensateur à l'aide d'un oscilloscope numérique. Détermination du temps caractéristique à partir de la courbe de décharge du condensateur.

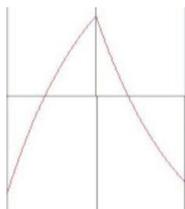
Objectif : A partir du matériel mis à votre disposition, proposer un montage expérimental permettant de visualiser la charge et la décharge d'un condensateur en tenant compte des conditions de temps imposées par le G.B.F.

Le générateur basse fréquence est réglé pour délivrer une tension rectangulaire ((échelon de tension)

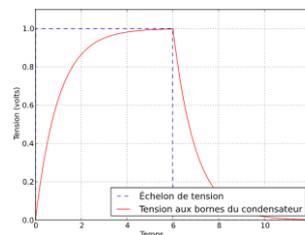
Choisissez :

- la résistance R du conducteur ohmique.
- la capacité C du condensateur.
- la fréquence f et donc de la période T de la tension rectangulaire délivrée par le G.B.F. en justifiant votre réponse sachant que la période doit être égale au minimum à 10τ afin que le condensateur ait le temps de se charger et se décharger complètement.

Exemple de charge incomplète :



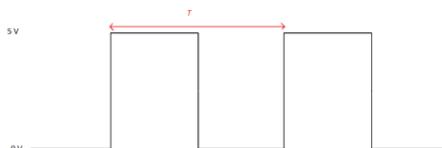
Exemple de charge complète :



Matériels :

- Générateur basse fréquence G.B.F. délivrant une tension rectangulaire, réglé sur une fréquence de votre choix compris entre $f = 100 \text{ Hz}$ et $10\,000 \text{ Hz}$ et de tension comprise entre $u = 1,0$ et $5,0 \text{ V}$.
- Oscilloscope numérique (voie A)
- Condensateurs non polarisés de valeurs comprises entre 47 nF et 220 nF .
- Résistances (conducteur ohmiques) de valeurs comprises entre $R = 100 \Omega$ et $20 \text{ k}\Omega$.

Rappel :



Le produit $\tau = RC$ est appelé constante de temps ou temps caractéristique du dipôle RC. Il est homogène à une durée. Il s'exprime en seconde.

- Réaliser l'expérience.
- Prendre une photo de l'oscillogramme obtenu.
- Déterminer la valeur théorique de la constante de temps $\tau_{théorique}$ déterminée à partir des valeurs de R et C choisies.
- Déterminer la valeur expérimentale $\tau_{expérimentale}$ déterminée à partir de l'oscillogramme obtenu.
- Comparer ses deux valeurs à l'aide du quotient $\frac{|\tau_{expérimentale} - \tau_{théorique}|}{\tau_{théorique}}$ avec pour critère de validité quotient < 2
 Pour l'incertitude type \widehat{u}_{τ} , on choisira arbitrairement, la valeur de la plus petite graduation horizontale de l'oscillogramme.
 Conclure.

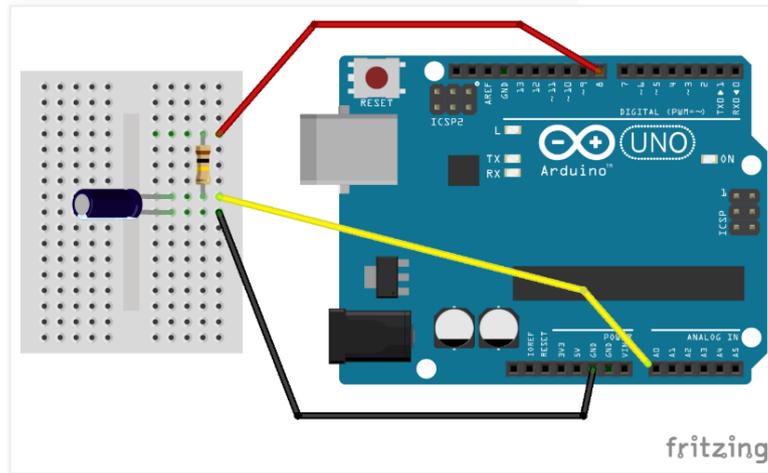
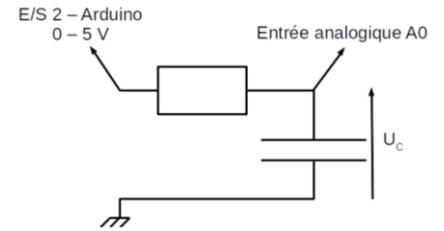
II. Détermination de la constante de temps d'un circuit RC à l'aide d'un microcontrôleur Arduino

Source : <http://electroniqueamateur.blogspot.com/2015/03/observer-la-charge-et-la-decharge-dun.html>

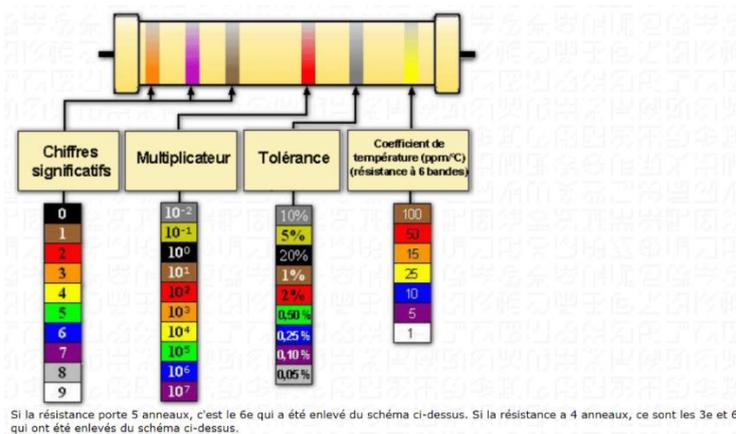
Réaliser le montage suivant :

$R = 10\ 000\ \Omega = 100 \times 10^2\ \Omega$ (code couleur Marron, Noir, Noir, Orange)

$C = 100\ \mu F$ (Attention à bien orienter le condensateur dans le sens du courant)



Pour mesurer la valeur de la résistance, utiliser un ohmmètre ou le code couleur des résistances



Sachant que, lors de la charge d'un condensateur, la tension aux bornes du condensateur varie selon la relation :

$$u(t) = E - E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

On utilisera la relation suivante afin de déterminer la constante de temps.

Au bout d'une durée égale à la constante de temps la charge est effectuée à 63,2%, donc : $u(t) = 0,632 \cdot E$

La tension U_c est mesurée sur l'entrée analogique de la carte Arduino. Le convertisseur analogique/numérique de la carte renvoie 1019 si la tension lue vaut 5 V. La valeur correspondant à une charge à 63,2% est **644**.

On utilise la carte Arduino pour mesurer le temps nécessaire pour atteindre 644 sur l'entrée analogique, condensateur initialement déchargé.

Remarque importante

Pour obtenir des mesures suffisamment précises, il faut des constantes de temps plutôt longues, de l'ordre de la seconde. La durée d'une boucle incluant la mesure de la tension est de l'ordre du dixième de milliseconde, ce qui ne permet pas de mesurer des charges trop rapides.

Principe du programme

La borne négative du condensateur est reliée à la masse (GND), alors qu'à l'autre extrémité, la résistance sera reliée à la pin numéro 8 de l'Arduino: en réglant cette pin à 5 V, le condensateur se chargera, alors qu'il se déchargera lorsque la pin sera réglée à 0 V. Il ne reste plus qu'à mesurer le potentiel de la borne positive du condensateur, en branchant cette dernière à l'entrée analogique A0 de l'Arduino.

Remarque : La série de mesures ne se fait qu'une seule fois (une charge complète, suivie d'une décharge complète). Appuyez sur le bouton reset de l'Arduino si vous désirez reprendre une nouvelle série de mesures.

Protocole expérimental 1 : Tracé de l'évolution de la tension au cours du temps –détermination de la valeur de la constante de temps.

- Copier le programme suivant sur le logiciel Arduino
- Le téléverser sur la carte Arduino.
- Pour faire apparaître, les valeurs cliquer sur OUTILS – MONITEUR SERIE
- Laisser s'effectuer une charge et une décharge complète.

Remarque : la valeur affichée, n'est pas celle de la tension. Ce qui n'a pas d'importance en soit dans notre étude. On pourrait la déterminer en effectuant le calcul suivant : float tension = valeur * (5.0 / 1017.0); sachant que la tension $E = 5,0$ V et que la valeur maximale affichée par le moniteur Arduino est 1017.

- Cliquer sur des valeurs, puis copier les en les faisant défiler avec la souris ou avec CTRL A pour sélectionner l'ensemble des valeurs.
- Les copier dans Excel dans la colonne B
- Dans la colonne A, entrer les valeurs correspondant au temps, chaque mesure étant effectuée toutes les 10 ms.

A	B	C	D
1	Preparation du condensateur		
2	Charge du condensateur		
3	0	649	
4	=A3+10	653	
5		653	
6		652	
7		657	
8		653	

- Tracer le graphique (Insertion – nuage de points) Faire une capture d'écran.
- Déterminer la constante de temps pour la charge ou pour la décharge à l'aide de la relation $\tau = RC$ puis du fait que la valeur de τ correspondant à $u(t) = 0,632 \cdot E$

Protocole expérimental 2 : Proposer une ou plusieurs modifications de ce circuit RC afin de montrer la relation entre la constante de temps τ et les valeurs de R et de C. Réaliser les expériences et tracer les graphiques correspondants. Déterminer les temps caractéristiques avec la méthode du protocole 1. Faire des captures d'écran. Vérifier graphiquement la valeur de la constante.

Problèmes apparaissant fréquemment :

- Le condensateur n'est pas correctement orienté.
- Le circuit n'est bien construit.
- Le port USB n'est pas reconnu (changer de port USB) et vérifier sa reconnaissance dans OUTILS – Port
- Avant de copier le programme dans Arduino, pensez à effacer les lignes préexistantes.
- Lors de la copie du fichier WORD vers Arduino, il se peut que certains espaces disparaissent ex : void_setup ou void-loop et peut-être à d'autres endroits. Vérifier par rapport au programme fourni sur le document word.
- Lorsque vous avez obtenu la liste des valeurs de charge et décharge du condensateur et que vous souhaitez les copier dans Excel, effectuer la copie avec la souris en deux étapes : étape 1 de la valeur minimale à 1019, puis de 1019 à la valeur minimale. Ne pas copier la ligne « décharge du condensateur ».

/******

Charge et
décharge d'un
condensateur

```

*
* On mesure la tension aux bornes d'un condensateur pendant qu'il
* se charge, puis pendant qu'il se décharge. La mesure de la tension
* est prise toutes les 10 ms.
*
* Yves Pelletier
*
* http://electroniqueamateur.blogspot.com/2015/03/observer-la-charge-et-la-decharge-dun.html
*
*****/

```

```

int etat = 0; // 0 au début, 1 pendant la charge
           // 2 pendant la décharge, 3 quand c'est fini
long previousMillis = 0;
long interval = 10; // nombre de millisecondes entre chaque mesure

```

```

void setup() {

  pinMode(8, OUTPUT); // alimentation du condensateur
  Serial.begin(9600);

  // dans un premier temps, on s'assure que le condensateur est
  // complètement déchargé

  Serial.println("Preparation du condensateur");
  digitalWrite(8,LOW);
  delay(2000);

  // nouvel etat: charge du condensateur
  etat = 1;
  Serial.println("Charge du condensateur");
  digitalWrite(8,HIGH); // on met en marche l'alimentation

}

```

```

void loop() {

  unsigned long currentMillis = millis();
  int tension;

  if(currentMillis - previousMillis >= interval) {

```

```
// il est temps de prendre une nouvelle mesure

previousMillis = currentMillis;

if (etat == 1) { // charge du condensateur
  tension = analogRead(A0);
  if (tension < 1020){ // pas completement chargé
    Serial.println(tension);
  }
  else{ // completement chargé
    // on change d'état: décharge du condensateur
    etat = 2;
    Serial.println("Decharge du condensateur");
    digitalWrite(8,LOW); // désactivation de l'alimentation
  }
}
if (etat == 2) { // décharge
  tension = analogRead(A0);
  if (tension > 3){ // pas completement déchargé
    Serial.println(tension);
  }
  else { // completement déchargé
    etat = 3; // on change d'état: tout est terminé
  }
}
}
}
```