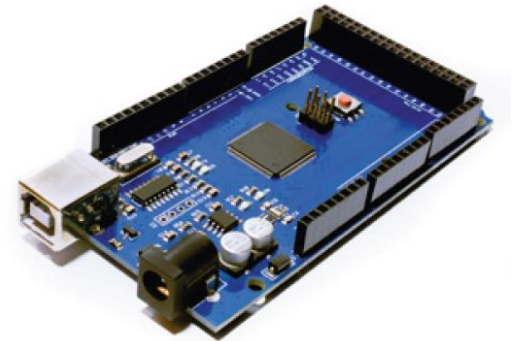


Electricité

Le circuit RC

On souhaite étudier la charge et la décharge d'un condensateur dans un circuit RC composé d'un générateur de tension de force électromotrice $E = 5,0 \text{ V}$ d'un condensateur de capacité $C \text{ (F)}$ branché en série avec un conducteur ohmique de résistance $R \text{ (}\Omega\text{)}$.

On utilisera une carte microcontrôleur de type Arduino afin de réaliser cette étude.



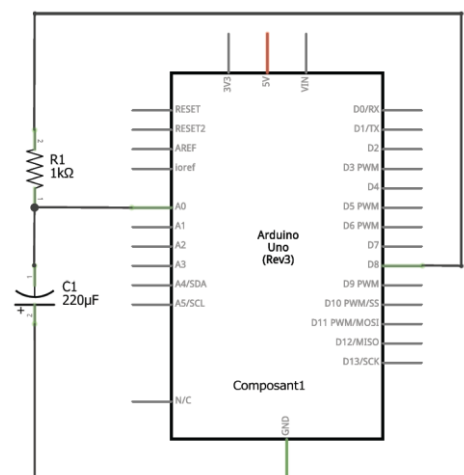
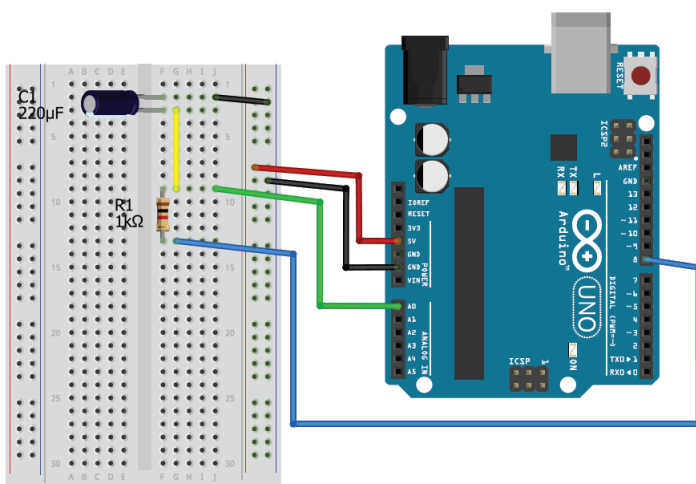
1- Montage expérimental

La carte Arduino est utilisée ici comme générateur de tension.

Il est possible de régler la tension E sortant de la carte afin d'étudier sur le même circuit la charge et la décharge du condensateur.

La décharge s'effectue en prenant une alimentation issue de l'Arduino nulle.

L'entrée 8 de la carte Arduino joue le rôle du générateur de tension de $5,0 \text{ V}$ et l'entrée A0 va permettre de mesurer (lire et enregistrer) la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.



- Sans brancher le câble USB au PC, réaliser le montage expérimental en prenant $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$. Attention à tenir compte de la polarité du condensateur lors du montage.

Appeler le professeur afin de vérifier le montage

- Télécharger dans vos documents le fichier Arduino appelé "RCauto.ino".
- Brancher le câble USB au PC.
- Choisir le bon port "COM" pour la carte Arduino.
- Téléverser le programme dans la carte microcontrôleur Arduino.

Remarque: Une fois le téléversement effectué il n'y aura plus besoin de renouveler cette opération par la suite. Pour relancer le programme il suffira d'appuyer sur le bouton "RESET" se trouvant sur la carte Arduino, près du port USB.

2- Etude des courbes

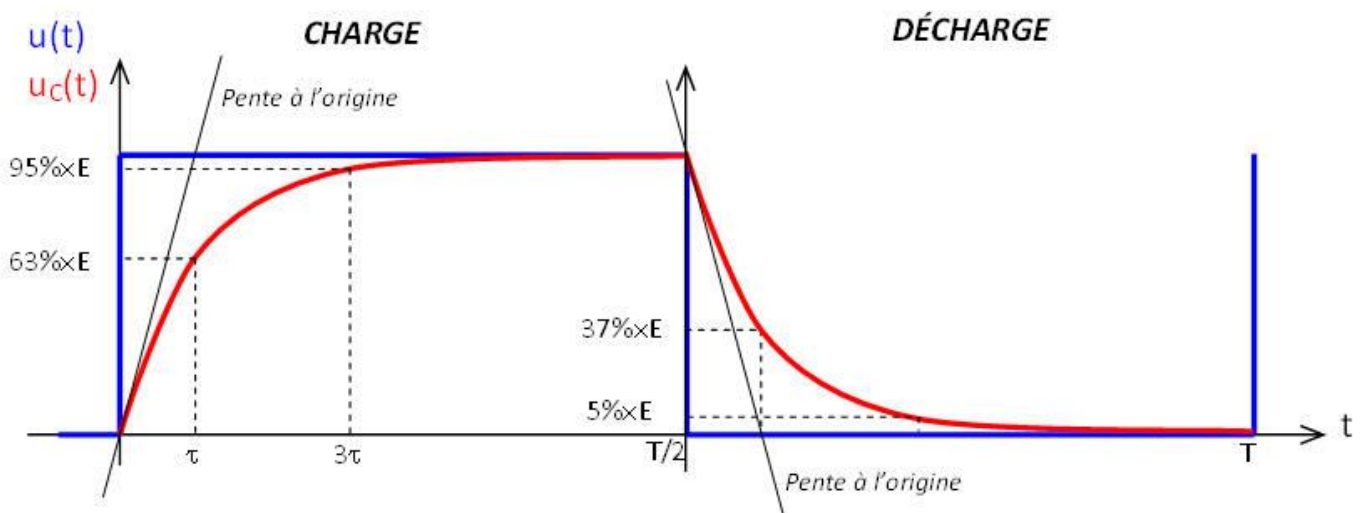
2.1- Réalisation de la première acquisition

- Cliquer sur l'icône "Moniteur série" située en haut à droite et observer les valeurs du temps t (s) et de la tension U (V) aux bornes du condensateur qui s'affichent.

Appeler le professeur pour vérification.

2.2- Exploitation de la première acquisition

- Dans LatisPro, créer dans le tableur deux grandeurs " t " et " U ".
- Dans le moniteur série d'Arduino sélectionner l'ensemble des couples de valeurs t et U sans sélectionner la première ligne " t (s) U (V)".
- Coller ces couples de valeurs dans le tableur de LatisPro en se plaçant dans la première case.
- Toujours dans LatisPro tracer la courbe représentant l'évolution de la tension U aux bornes du condensateur en fonction du temps.
- Observer la courbe et commenter.
- Sauvegarder dans vos documents la courbe sous le nom "RC-Cycle".



2.3- Etude de la charge du condensateur

- Débrancher le câble USB du PC, réaliser le montage expérimental en prenant $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 1000 \text{ }\mu\text{F}$. Attention à tenir compte de la polarité du condensateur lors du montage.
- Télécharger dans vos documents le fichier Arduino appelé "RC-Charge.ino".

Appeler le professeur afin de vérifier le montage

- Rebrancher le câble USB.
- Téléverser le programme dans la carte microcontrôleur Arduino.
- Cliquer sur l'icône "Moniteur série" située en haut à droite et observer les valeurs du temps t (s) et de la tension U (V) aux bornes du condensateur qui s'affichent.
- Dans LatisPro, créer dans le tableur deux grandeurs "t" et "U".
- Dans le moniteur série d'Arduino sélectionner l'ensemble des couples de valeurs t et U sans sélectionner la première ligne "t (s) U (V)".
- Coller ces couples de valeurs dans le tableur de LatisPro en se plaçant dans la première case.
- Toujours dans LatisPro tracer la courbe représentant l'évolution de la tension U aux bornes du condensateur en fonction du temps.
- Observer la courbe et commenter.
- Sauvegarder dans vos documents la courbe sous le nom "RC-Charge".

A l'aide de la courbe $U = f(t)$ représentant la charge du condensateur, on va déterminer graphiquement la constante de temps τ de ce circuit RC.

- Quelle est la valeur maximum U_{max} de la tension?
- A quelle date peut-on considérer que le condensateur est chargé? Pourquoi?
- Quelle est la durée de la charge?

2.4- Détermination du temps caractéristique lors de la charge

On peut définir un temps caractéristique noté τ , comme étant l'abscisse de l'intersection de la tangente à la courbe à $t=0$ avec la droite d'équation $U=U_{\text{max}}=E$.

La tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension E a pour expression:

$$u_c(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$u_c(t)$: Tension aux bornes du condensateur (V)

E : Echelon de tension (V)

$\tau=R.C$: Temps caractéristique (s)

R : Résistance (Ω)

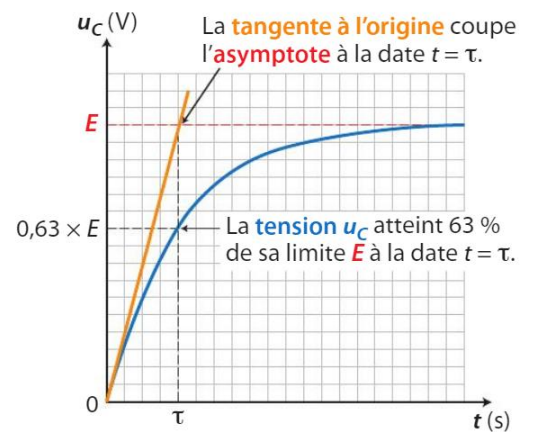
C : Capacité du condensateur (F)

On peut utiliser différentes méthodes pour déterminer ce temps caractéristique.

- A l'aide de l'outil tangente et en s'aidant du schéma ci-contre, déterminer le temps caractéristique expérimental τ_{exp} .
- Donner l'expression littérale de la constante de temps théorique τ_{theo} en fonction de R et de C, et calculer sa valeur.
- Comparer τ_{exp} et τ_{theo} puis calculer l'erreur relative.
- Montrer que la constante de temps τ a bien la dimension d'un temps.
- Dans LatisPro modéliser la courbe représentant la charge du condensateur.
- En déduire la valeur τ_{mod} du temps caractéristique.
- Comparer cette valeur aux autres valeurs τ_{exp} et τ_{theo} trouvées précédemment.
- De la relation: $u_c(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ démontrer que l'on peut en déduire la relation:

$$\ln(E - u_c(t)) = \ln(E) - \frac{t}{\tau}$$

- Dans le tableur de LatisPro calculer la grandeur $\ln(E - u_c(t))$.
- Dans une nouvelle fenêtre tracer la courbe $\ln(E - u_c(t))$ en fonction du temps
- En déduire la valeur du temps caractéristique τ_3 . Justifier la démarche.
- Comparer cette valeur aux autres valeurs τ_{exp} , τ_{mod} et τ_{theo} trouvées précédemment.



2.5- Etude de la décharge du condensateur

- Télécharger dans vos documents le fichier Arduino appelé "RC-Decharge.ino".
- Téléverser le programme dans la carte microcontrôleur Arduino.
- Cliquer sur l'icône "Moniteur série" située en haut à droite et observer les valeurs du temps t (s) et de la tension U (V) aux bornes du condensateur qui s'affichent.
- Dans LatisPro, créer dans le tableur deux grandeurs " t " et " U ".
- Dans le moniteur série d'Arduino sélectionner l'ensemble des couples de valeurs t et U sans sélectionner la première ligne " t (s) U (V)".
- Coller ces couples de valeurs dans le tableur de LatisPro en se plaçant dans la première case.
- Toujours dans LatisPro tracer la courbe représentant l'évolution de la tension U aux bornes du condensateur en fonction du temps.
- Observer la courbe et commenter.
- Sauvegarder dans vos documents la courbe sous le nom "RC-Decharge".

A l'aide de la courbe $U = f(t)$ représentant la décharge du condensateur, on va déterminer graphiquement la constante de temps τ de ce circuit RC.

- Quelle est la valeur maximum U_{\max} de la tension?
- A quelle date peut-on considérer que le condensateur est déchargé? Pourquoi?
- Quelle est la durée de la décharge?

2.6- Détermination du temps caractéristique lors de la charge

On peut définir un temps caractéristique noté τ , comme étant l'abscisse de l'intersection de la tangente à la courbe à $t=0$ avec la droite d'équation $U=0$.

La tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur d'un dipôle RC lors de la décharge a pour expression:

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

$u_c(t)$: Tension aux bornes du condensateur (V)

E : Tension initiale (V)

$\tau = R \cdot C$: Temps caractéristique (s)

R : Résistance (Ω)

C : Capacité du condensateur (F)

On peut utiliser différentes méthodes pour déterminer ce temps caractéristique.

- A l'aide de l'outil tangente et en s'aidant du schéma ci-contre, déterminer le temps caractéristique expérimental τ_{exp} .
- Donner l'expression littérale de la constante de temps théorique τ_{theo} en fonction de R et de C , et calculer sa valeur.
- Comparer τ_{exp} et τ_{theo} puis calculer l'erreur relative.
- Montrer que la constante de temps τ a bien la dimension d'un temps.
- Dans LatisPro modéliser la courbe représentant la décharge du condensateur.
- En déduire la valeur τ_{mod} du temps caractéristique.
- Comparer cette valeur aux autres valeurs τ_{exp} et τ_{theo} trouvées précédemment.
- De la relation: $u_c(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ démontrer que l'on peut en déduire la relation:

$$\ln(u_c(t)) = \ln(E) - \frac{t}{\tau}$$
- Dans le tableur de LatisPro calculer la grandeur $\ln(u_c(t))$.
- Dans une nouvelle fenêtre tracer la courbe $\ln(u_c(t))$ en fonction du temps
- En déduire la valeur du temps caractéristique τ_3 . Justifier la démarche.
- Comparer cette valeur aux autres valeurs τ_{exp} , τ_{mod} et τ_{theo} trouvées précédemment.

