

# SEQUENCE 0 – COURANT ALTERNATIF

---

L'objectif de cette séquence 0 est de vous familiariser avec la notion de régime alternatif. Pour cela plusieurs ateliers sont à réaliser. A l'issue de cette séquence, vous devrez rendre un rapport dans lequel sera consigné l'ensemble de vos résultats et des concepts théoriques abordés.

## PARTIE 1 : LE CONDENSATEUR EN REGIME ALTERNATIF

Dans cette partie de la séquence, vous allez étudier le comportement d'un condensateur soumis à un signal de tension alternatif.

Matériel à disposition :

- Générateur de fonction
- Résistances
- Condensateurs
- Oscilloscope
- Sonde ou fiche BNC pour l'acquisition des signaux sur l'oscilloscope
- Platine d'essais
- Fils

### 1. Etude théorique

#### a. Le condensateur

- Quel est le principe de fonctionnement d'un condensateur ?
- Identifiez les différents types de condensateurs. Donnez des exemples d'utilisation pour chacun d'entre eux.

**Vous pouvez consulter les 2 ressources Scholarvox suivantes :**

- [Lien Scholarvox : pages 168 à 171 du Livre– Manuel de l'électricité- de Christophe Palermo et Jérémie Torres](#)
- [Lien Scholarvox : Pages 42 à 49 – Aide-mémoire Composants électroniques– de Pierre Mayé](#)

#### b. Etude du circuit RC

Soit le circuit électrique de la **Figure 1** dans lequel une résistance R et un condensateur C sont alimentés par une source de tension alternative.

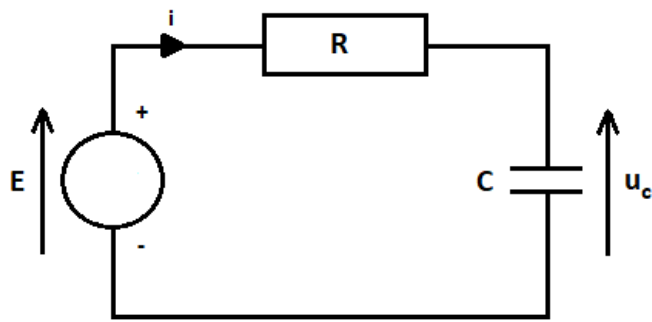


Figure 1: Circuit électrique RC

On s'intéresse à la variation de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur dans ce circuit. Lorsque le condensateur se charge, elle est régie par une équation différentielle du 1<sup>er</sup> ordre.

Pour établir cette équation différentielle :

- Déterminez l'expression  $u_R(t)$  de la tension aux bornes de R en utilisant la loi d'Ohm.
- Ecrivez le courant  $i$  en fonction de la charge  $q$  du condensateur et remplacez dans l'expression de  $u_R(t)$
- Ecrivez  $q$  en fonction de  $u_C(t)$  et de  $C$ , puis remplacez dans l'expression de  $u_R(t)$
- Appliquez la loi des mailles au circuit de la **Figure 1** en remplaçant  $u_R(t)$  par l'expression déterminée à l'étape précédente.
- On pose  $\tau = RC$  la constante de temps du circuit. Ecrivez l'équation différentielle précédente en faisant apparaître  $\tau$ .

On admettra que la solution de l'équation différentielle est de la forme :  $u_C(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + E$

- Vérifier que cette fonction est bien solution de l'équation différentielle précédente.
- On suppose que à  $t = 0$  le condensateur est déchargé. La constante A peut donc être déterminée grâce à la condition aux limites  $u_C(t = 0) = 0$ . Déterminez A.
- Déterminez la valeur de  $u_C$  pour  $t = \tau$ .
- En vous appuyant sur un schéma expliquez comment déterminer cette valeur graphiquement.

On suppose que le condensateur est complètement chargé et on coupe la source de tension E (donc  $E=0V$ ) : le condensateur se décharge.

- En vous inspirant de la démarche suivie dans la première partie, établissez la nouvelle équation différentielle correspondant à la décharge du condensateur.
- La solution de cette équation différentielle est de la forme  $u_C(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ . Vérifiez que cette fonction est solution de la nouvelle équation différentielle.
- Déterminez la valeur de la constante A grâce à la condition aux limites  $u_C(t = 0) = E$  qui correspond au début du processus de décharge.

- Compléter le tableau ci-dessous et déterminez la valeur de  $u_C$  pour les différentes valeurs de  $t$ . Pour quelle valeur de  $t$  peut-on considérer que  $u_C = 0$  ?

$t$	$u_C(t)$
$\tau$	
$2\tau$	
$3\tau$	
$4\tau$	
$5\tau$	
$6\tau$	

- En vous appuyant sur un graphique, expliquez comment déterminer les valeurs du tableau complété dans la question précédente graphiquement.

#### c. Signaux alternatifs comme source d'alimentation

- Quelles sont les caractéristiques d'un signal périodique alternatif ?
- Citez différents types de signaux alternatifs classiques. Vous représenterez chaque type de signal sur un graphique. Il est aussi possible de les visualiser sur l'oscilloscope.
- Qu'est-ce qu'un signal TTL ? Citez des exemples d'utilisation de ce type de signal ?
- Qu'appelle-t-on « rapport cyclique » d'un signal ? Comment peut-on calculer cette valeur ? Expliquer le lien avec les autres paramètres d'un signal périodique ?

## 2. Etude expérimentale

- Réalisez le montage de la **Figure 2**. Ce circuit est identique à celui étudié précédemment. La source de tension est un générateur de fonction (GBF). Les composants notés CH1 et CH2 représentent les branchements de l'oscilloscope permettant la visualisation des signaux  $E(t)$  et  $u_C(t)$  sur les voies 1 et 2, respectivement.

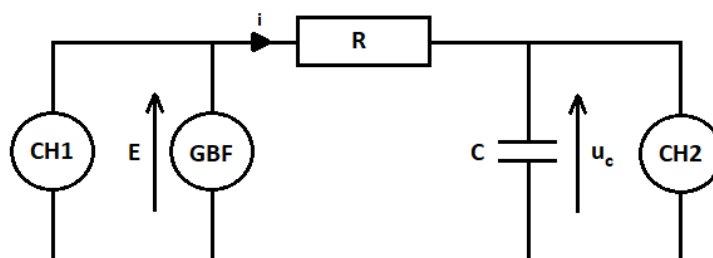


Figure 2: Circuit électrique RC à réaliser. CH1 et CH2 représentent respectivement les branchements permettant de visualiser les signaux de tension sur les voies 1 et 2 de l'oscilloscope.

- Utilisez pour  $R$  et  $C$  les valeurs de la ligne n°1 du Tableau 1.
- Calculez la valeur de  $\tau$  et la reporter dans le tableau.
- Pour observer le signal de charge et de décharge, il est préconisé d'imposer en entrée un signal avec une fréquence de  $1/10\tau$ . Calculez la valeur de cette fréquence et la reporter dans le tableau.

Tableau 1: Valeurs des résistance et capacités à utiliser pour l'étude expérimentale

N°	C (F)	R (Ohm)	$\tau$ (s)	f (Hz) (1/10RC)	f finale GBF (Hz)
1	1,00E-06	1200			
2	1,00E-06	100			
3	1,00E-07	10000			
4	1,00E-04	10			
5	1,00E-06	10			
6	1,00E-07	10			

- Réglez le GBF pour avoir en entrée du circuit un signal TTL avec une tension allant de 0 à 5V, un rapport cyclique de 50% et une fréquence correspondant à celle calculée.
- Visualisez ensuite les tensions  $E(t)$  et  $u_C(t)$  sur l'oscilloscope et enregistrez-les. Appuyez-vous sur la ressource Scholarvox « Pratique de l'oscilloscope numérique en 30 fiches outils » pour le réglage de l'oscilloscope.
- Ajustez la valeur de fréquence pour observer la charge et la décharge complètes du condensateur et reportez-la dans le tableau.
- D'après vos mesures, déterminez une valeur expérimentale de la constante de temps  $\tau_{exp}$  de votre circuit et la comparer à la valeur théorique.
- Répétez les opérations précédentes en modifiant les valeurs de R et de C.
- Le GBF permet également de générer des signaux sinusoïdaux. Modifiez les réglages du GBF pour qu'il délivre une tension sinusoïdale de 5V d'amplitude. Visualisez à nouveau les tensions  $E(t)$  et  $u_C(t)$  sur l'oscilloscope et décrivez ce que vous observez.

**Ressources :**

- Aide-mémoire Composants électroniques 3<sup>e</sup> édition, Pierre Mayé, édition Dunod (disponible sur Scholarvox)
- Condensateurs, Alain Beauger, Jean-Marie Haussonne, Jean-Claude Niepce Techniques de l'ingénieurs Ref. E1925 V1
- Physique : cours, exercices corrigés et schémas explicatifs – Préparation aux écrits et oraux des concours, CPGE toutes filières, Tommy Kopp, éditions Ellipses (disponible sur Scholarvox)
- Manuel d'électricité, 2<sup>e</sup> édition, Christophe Palermo et Jérémie Torres, éditions Dunod (disponible sur Scholarvox)
- Génie électrique-Cours complet illustré – Les grandes fonctions de la chaîne d'information, Christophe François, éditions ellipses. (Disponible sur Scholarvox)
- Pratique de l'oscilloscope numérique en 30 fiches outils, Pierre Mayé, éditions Dunod (disponible sur Scholarvox)

## PARTIE 2 : LE COURANT ALTERNATIF POUR LA MESURE DE DISTANCE

Matériel à disposition :

- Générateur de fonction
- Capteur ultrasons HCSR04
- Alimentation DC 5V (la carte Arduino peut être utilisée comme alimentation)
- Oscilloscope
- Sonde ou fiche BNC pour l'acquisition des signaux sur l'oscilloscope
- Platine d'essais
- Réglet
- Ecran
- Fils

Dans cette partie vous allez utiliser les signaux alternatifs pour mesurer la vitesse du son dans l'air. Vous disposez pour cela d'un capteur HC SR04 qui permet l'émission d'ultrasons et leur réception après réflexion sur une surface (cf. Figure 3). Il s'agit ici du principe général de fonctionnement du capteur. En vous appuyant sur les ressources et sur vos recherches personnelles expliquez le fonctionnement du capteur HC SR04 de façon détaillée :

- Quels sont ses composants principaux ?
- A quoi servent les différentes broches du capteur ?
- Quels types de signaux sont utilisés ?
- Quel est la précision du capteur ?
- Comment doit-il être utilisé ?

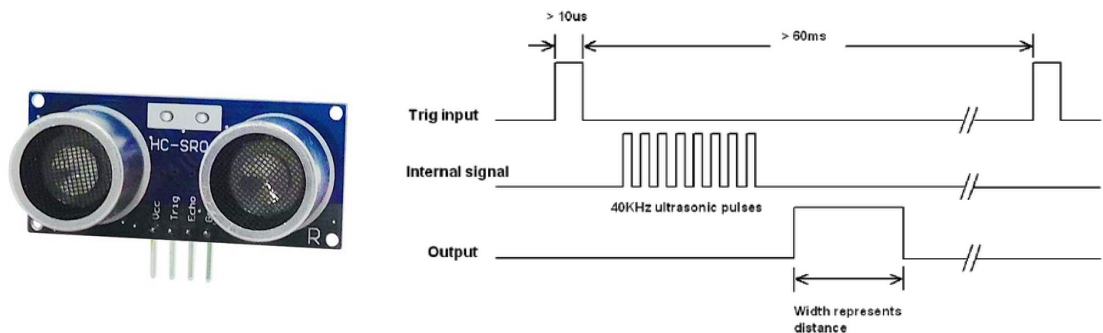


Figure 3: Image d'un capteur à ultrasons HCSR04 et des signaux d'entrée et de sortie du capteur

Le montage de la Figure 4 permet de mesurer la distance entre 2 points.

- Expliquez le principe de mesure utilisé.
- Réalisez le montage.

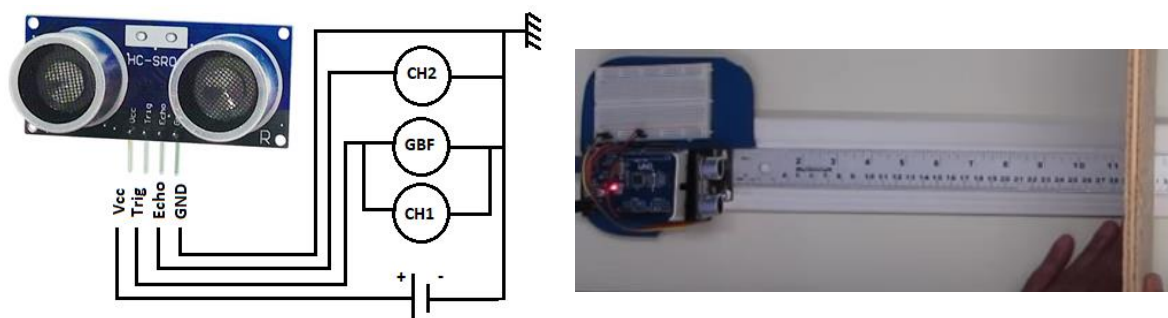


Figure 4: Montage électrique et montage capteur-écran à réaliser pour l'évaluation de la vitesse du son. Les composants CH1 et CH2 correspondent aux branchements à réaliser pour mesurer les signaux émis et reçus par le capteur sur l'oscilloscope.

- Pour fonctionner le capteur HC SR04 a besoin d'un signal alternatif source (cf. Figure 3). Réglez votre GBF pour qu'il délivre un signal carré de 50Hz avec une tension allant de 0 à 5V et un rapport cyclique de 10%.
- Réglez ensuite l'oscilloscope pour visualiser les signaux émis et reçus par le capteur à l'écran.
- Placez un écran en face du capteur et utilisez un réglet pour mesurer la distance écran-capteur (cf. Figure 4). Déplacez l'écran et observez les signaux mesurés. Expliquez.
- Pour plusieurs valeurs de distance écran-capteur, mesurez la largeur de l'impulsion reçue par le capteur. Complétez le tableau suivant (vous pouvez effectuer plus de 4 mesures !) :

Largeur d'impulsion (temps (s))	Distance écran-capteur (m)

- Placez ces points sur un graphique représentant la distance écran-capteur en fonction de la largeur d'impulsions et déterminez la célérité du son dans l'air.
- On rappelle que la vitesse moyenne, la distance parcourue (notée  $\Delta x$ ) et le temps écoulé (noté  $\Delta t$ ) sont liés par la formule suivante :  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ . Comparez la valeur obtenue à la valeur théorique.

#### Ressources :

- [Exemple de fiche technique du capteur HCSR04](#)
- <https://dronebotworkshop.com/hc-sr04-ultrasonic-distance-sensor-arduino/>
- [Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi - Tutoriels et projets, Tero Karvinen, Kimmo Karvinen et Ville Valtokari, Traduit de l'américain par Dominique Maniez, éditions Dunod \(disponible sur scholarvox\)](#)