

## OS – TP 7

# Régime transitoire d'un circuit linéaire du premier ordre

## Objectifs

Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit du premier ordre et analyser ses caractéristiques. Déterminer la valeur d'une capacité accompagnée de ses incertitudes de mesures. Confronter les résultats expérimentaux aux valeurs attendues. Comparer deux mesurages.

## Préparation

Toutes les questions indiquées par « **Théorie.** » doivent être rédigées sur feuille par chaque élève et présentées en début de séance.

Se munir d'une clé USB.

Relire le cours OS-I et toutes les parties utiles du fascicule Compétences transverses.

## Compte-rendu

Chaque binôme rédige un compte-rendu des parties II, III et IV pour la séance de TP suivante.

## I - Paramétrage de LatisPro

### Entrées analogiques

Permet de choisir les voies du boîtier d'acquisition qui doivent être utilisées.

### Acquisition

En mode temporel, on peut saisir le nombre de points à acquérir, la période d'échantillonnage  $T_e$  (c'est-à-dire la durée séparant deux mesures successives) et la durée totale d'acquisition. La durée totale est immédiatement fixée si les deux premières grandeurs sont données.

**Options :** « Mode permanent » s'il est coché, offre une acquisition continue et le logiciel fonctionne comme un oscilloscope, suivant instantanément toute variation de l'amplitude ou de la fréquence du signal d'entrée. Dans ce cas la durée totale d'acquisition est indéfinie.

Pour effectuer et tester tous les réglages avant une acquisition de courbe, on peut choisir le mode permanent et décocher la case « ajouter les courbes ». Une fois le logiciel correctement paramétré, on décoche le mode permanent et on coche « ajouter les courbes » pour effectuer l'acquisition.

Il est également possible de demander directement au logiciel de n'acquérir qu'un certain nombre de périodes du signal.

### Déclenchement

On peut déclencher de manière automatique la base de temps ou bien, comme sur l'oscilloscope, pour une certaine valeur de  $v_e$  ou de  $v_s$ , sur front montant ou descendant. On peut mettre « aucune » (aucune source de déclenchement, ce qui correspond à un déclenchement automatique) dans un premier temps ou l'une des voies d'entrée.

## Liste des courbes

Cet onglet permet de régler l'affichage et les paramètres des courbes. Pour accéder aux paramètres d'une courbe on double-clique sur son nom. Une boîte de dialogue apparaît : on y choisit les noms et unités des ordonnées, le style d'affichage etc.

**Échelles** : les échelles des courbes se règlent directement dans la fenêtre d'affichage : on peut étirer les axes par glisser-déposer, choisir à la main l'échelle en double-cliquant sur un axe, etc.

## II - Acquisition et étude directe du chronogramme

Réaliser le montage suivant :

Le condensateur est électrochimique et **polarisé**.

**Attention de bien respecter sa polarité !**

$C = 2,2 \text{ mF}$

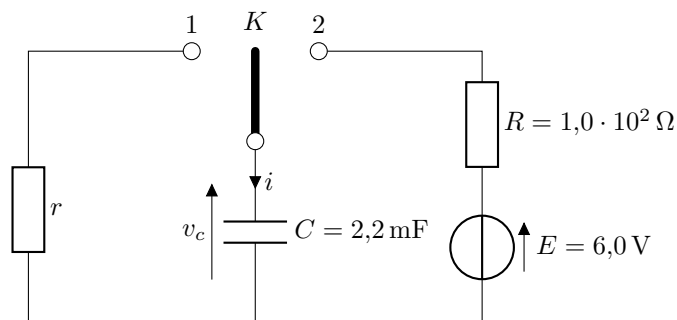


FIGURE 1.1 –  $R$  est une résistance en « Léo ».  $r$  est obtenue grâce à une boîte de résistances à décades. La valeur  $C = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ F}$  est celle indiquée sur les condensateurs mais est peu fiable. La source de tension est une alimentation stabilisée, c'est-à-dire une source dont la tension ne dépend quasiment pas de l'intensité : on peut la considérer en première approximation comme une source parfaite.

On s'intéresse à la décharge réalisée par la partie gauche du circuit, de résistance  $r$ . Pour cela on charge préalablement rapidement le condensateur à l'aide de la partie droite du circuit, de résistance  $R$ .

On considère donc que l'instant initial  $t = 0$  de notre étude est celui pour lequel on bascule  $K$  de 2 vers 1, après avoir attendu suffisamment longtemps pour que la charge du condensateur soit complète. On a alors  $V_c(t = 0) = E$ .

On prélève la tension  $V_c$  et on l'injecte sur l'entrée EA0 de l'interface. On renomme donc cette entrée «  $V_c$  ».

Dans « paramétrage de l'acquisition » demander un déclenchement sur front descendant à la valeur 5,95 V pour la source  $V_c$ . Cela permet de lancer l'acquisition automatiquement lorsque la tension passe par la valeur 5,95 V ; on considérera que l'erreur de 0,05 V sur le début de l'étude est négligeable en première approximation.

1. **Théorie.** Déterminer une valeur de  $r$  qui permette de visualiser une décharge complète à **exactement** 99 % pour une durée 3,0 min si on se fie à la valeur indiquée pour la capacité.

2. **Expérience.** Régler la boîte à decade pour ajuster la valeur de  $r$ . Choisir sur LatisPro les échelles pertinentes en abscisse et en ordonnée.

Charger le condensateur par l'intermédiaire de la résistance  $R$ . Vérifier à l'aide d'un voltmètre en mode DC branché aux bornes du condensateur que l'on obtient bien une charge rapide du condensateur.

Régler si nécessaire la source de tension pour que la valeur finale soit bien égale à 6,0 V.

Déclencher l'acquisition (F10) puis décharger le condensateur via  $r$  en basculant l'interrupteur en position 1. (Remarque : si l'acquisition ne se lance pas, régler le déclenchement à 5,9 V et réessayer).

Une fois l'acquisition terminée, enregistrer votre feuille de travail. Exporter les données numériques correspondant à la courbe acquise et les enregistrer sur votre clé USB.

3. **Traitements des données.** En utilisant l'outil « tangente » du logiciel, tracer une tangente à l'origine de la courbe. Critère à respecter : la tangente ne doit jamais couper la courbe. À l'aide de ce tracé, déterminer une valeur expérimentale du temps de relaxation  $\tau$ . Pour mesurer  $\tau$ , on évalue la durée entre l'instant initial et l'instant où la tangente coupe la valeur asymptotique, en utilisant les outils « réticule » ou « pointeur ».

On s'aperçoit lors de ce mesurage que l'outil « tangente » du logiciel est très sensible au point de la courbe choisi comme étant l'« origine ». Tracer au moins deux autres tangentes raisonnables, s'appuyant des points voisins de celui choisi précédemment et déterminer deux autres valeurs expérimentales de  $\tau$ . Calculer le meilleur estimateur de  $\tau$ , noté  $\bar{\tau}$ . En déduire une valeur d'un premier estimateur de  $C$ , noté  $\bar{C}_1$ , égal à  $\frac{\bar{\tau}}{r}$ .

Calculer l'incertitude-type sur  $\tau$ , notée  $u(\tau)$ , en admettant que dans un modèle rectangulaire elle s'exprime  $\frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2\sqrt{3}}$ .

Lire sur les boîtes à décades la précision de la valeur de  $r$ , en déduire la valeur de l'incertitude-type  $u(r)$ .

À l'aide des lois de composition des incertitudes-types, exprimer l'incertitude-type sur la capacité, notée  $u(C)$ , en fonction de  $\bar{C}_1$ ,  $u(\tau)$ ,  $\bar{\tau}$ ,  $u(r)$  et  $r$ .

Déterminer la valeur de  $u(C)$ .

Écrire le résultat du mesurage de la capacité et commenter le résultat en comparant à la valeur attendue.

4. **Archivage.** Imprimer la courbe avec ses tangentes à l'origine et y reporter *toutes les valeurs utiles aux questions (tension initiale, traits de rappel, temps initial, temps de l'intersection entre les tangentes et l'asymptote, etc. : courbe 1.*

### III - Modélisation linéaire de la décharge du condensateur

On cherche à établir l'expression d'une fonction de  $E$  et  $V_c$  dont le tracé en fonction du temps soit en théorie une droite, puis à comparer le modèle théorique aux données expérimentales.

1. **Théorie.** Déterminer l'expression théorique de la fonction  $y$  de  $E$  et  $V_c$  dont le tracé en fonction du temps est une droite passant par l'origine et de pente positive. Donner l'expression littérale de cette pente.
2. **Expérience et pré-traitements de données avec LatisPro.**

Ouvrir la fonction « Tableur » (6<sup>e</sup> en haut de page).

Faire glisser la courbe  $V_c$  en tête de colonne pour afficher les valeurs.

Choisir Variable / Nouvelle. Créer la variable  $y$ .

Dans le champ « fx » écrire l'expression de la fonction  $y$  trouvée à la question 1 en remplaçant  $E$  par sa valeur exprimée en volts. (LatisPro faisant du calcul numérique, il faut lui donner la valeur de  $E$ .)

Nous avons défini une nouvelle variable  $y$  que nous pouvons calculer pour toute valeur de  $V_c$  acquise et que nous pouvons tracer en fonction du temps.

Créer une nouvelle fenêtre (Menus de haut de page « Fenêtres / Nouvelle fenêtre » ou CTRL + F).

Depuis l'onglet « Liste des courbes » glisser-déposer  $y$  sur l'axe des ordonnées pour l'afficher.

Ainsi, la courbe représentative de  $y$  en fonction du temps apparaît dans la fenêtre 2 et on peut vérifier que son allure correspond à ce qui est attendu.

Exporter les données numériques correspondant à  $y(t)$  et les enregistrer sur votre clé USB.

3. **Traitements de données avec un tableur.**

- (a) À l'aide des données numériques exportées sur votre clé USB et d'un logiciel tableur, effectuer une régression linéaire de  $y(t)$  en utilisant la fonction DROITEREG. Noter la valeur de la pente et de son incertitude-type.
- (b) Déduire des paramètres de la régression linéaire et de l'étude théorique la valeur d'un nouvel estimateur de la capacité, noté  $\bar{C}_2$ .
- (c) À l'aide des lois de composition des incertitudes-types, exprimer l'incertitude-type sur la capacité, notée  $u(C)$ , en fonction de  $\bar{C}_2$ ,  $u(a)$ ,  $a$ ,  $u(r)$  et  $r$ .  
En déduire la valeur de l'incertitude-type sur la capacité.
- (d) Écrire le résultat du mesurage de la capacité et commenter en comparant à la valeur attendue.

### IV - Comparaison des mesurages

Comparer les deux mesurages effectués (méthode de la tangente et méthode de la linéarisation). Commentaires.