Compte rendu TP5 – Régime transitoire du premier ordre

Auteurs : Doryan Rochet et Baptiste Maillet

Objectif : Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du premier ordre dans un circuit RC série. Analyser ses caractéristiques pour calculer la constante de temps τ .

Liste de matériel :

- Oscilloscope
- GBF
- Multimètre
- Boîte à décade de résistance
- Boîte à décade de condensateur
- Bobine d'inductance L
- Fils banane
- Adaptateur BNC/banane

Étude préliminaire :

1. La résistance interne du GBF est de R_{GBF} = 50Ω et la résistance de l'oscilloscope est de R_o =1MΩ Il convient donc de prendre une résistance R qui permet de négliger R_{GBF} et inférieur à R_o.
   Donc prenons $R = 10\ k\Omega$.

2. • Dans un circuit RC on à $\tau = R * C$
   Cherchons C tel que $\tau = 0.5ms = 5 * 10^{-4}\ s$
   Donc $C\ = \frac{\tau}{R}$

A.N $C\ = \frac{5*10^{-4}}{10^4} = 5 * 10^{-8}\ F$

Donc $C\ = 50\ nF$

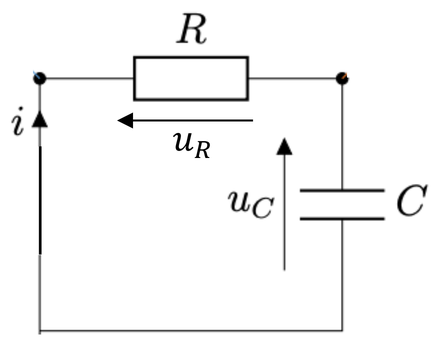
• Pour observer convenablement le régime transitoire et le régime permanent il est préférable d'attendre au moins 10τ. De plus le GBF à une fréquence $f = 1/T$ donc la charge du condensateur à lieux pendant une durée de $\frac{T}{2}$.

Donc il faut T tel que $\frac{T}{2} = 10\tau$

Donc il faut choisir $T = 20\tau$

3. Pour $t = [0, \frac{T}{2}[$ on a $e(t) = 0$

Schéma équivalent :



D'après la loi des Mailles : $u_R + u_C = 0V$

D'après la loi d'Ohm :

$$R * i(t) + u_C(t) = 0$$

D'après la loi de comportement du condensateur

$$RC * \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = 0$$

Forme canonique :

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{u_C(t)}{RC} = 0$$

On pose : $\tau = RC$

$$\boxed{\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{u_C(t)}{\tau} = 0}$$

4.

D'après l'énoncé : $u_C(O) = U_0 = 5V$

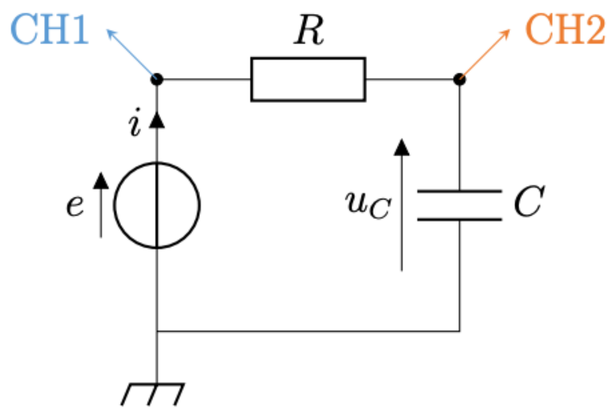
On obtient la solution $u_C(t) = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

Donc $\ln(u_C(t)) = \ln(U_0) - \frac{t}{\tau}$

Donc, c'est bien une fonction affine :

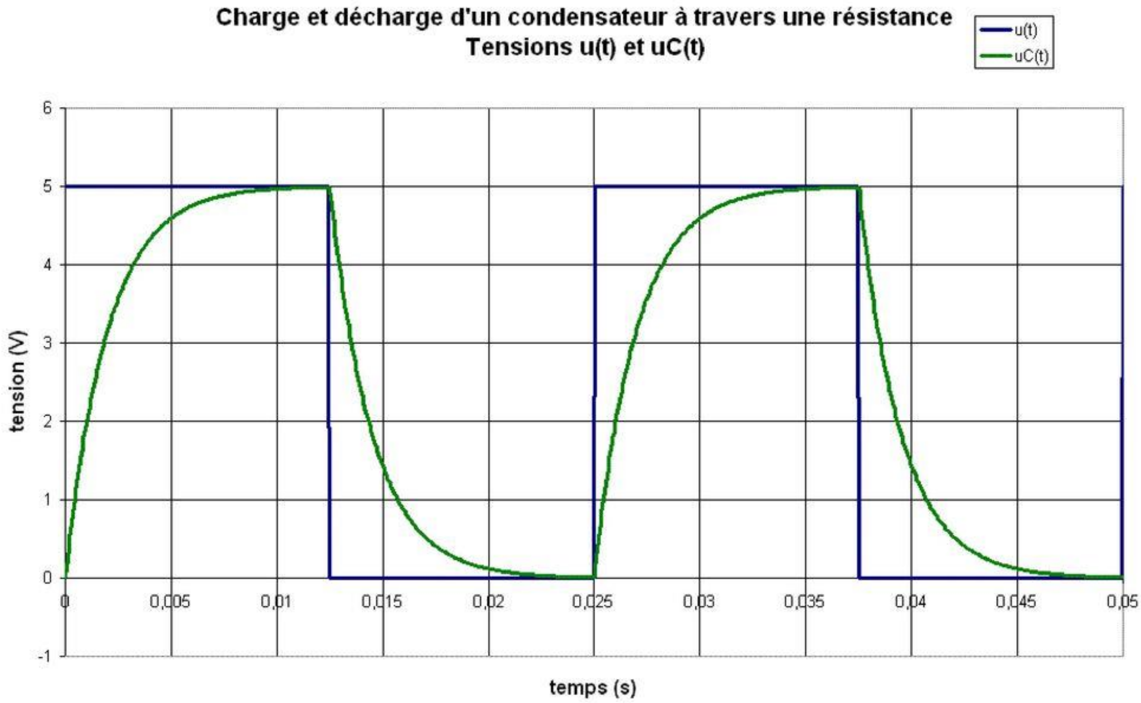
$$\boxed{\ln(u_C(t)) = -\frac{1}{\tau} * t + \ln(U_0)}$$

5. Reproduire le schéma : Avec $R = 10\ k\Omega$ et $C = 50\ nF$



La valeur de la fréquence f choisie est $f = 2 * 10 * \tau = 100\ Hz$

Représentation graphique :



6.

Méthode 1 :

Protocole :

- Faire l'acquisition sur l'oscilloscope de $u_C(t)$ via le canal CH2
- Analyser pour obtenir U_{max}
- Calculer $0.63 * U_{max}$
- Réaliser un report graphique afin d'en déduire la valeur de τ

Réalisation expérimentale :

$U_{max} = (5.0 \pm 0.1)\ V$

$0.63 * U_{max} = (3.15 \pm 0.07)\ V.$

(Incertitude $0.1 * 0.63 = 0.063$ soit 0.07)

Par report graphique on à $\tau = (0.50 \pm 0.03)\ ms$

(Incertitude de τ par report graphique de

• $U_{max} - 0.07 => 0.47\ ms$ soit une incertitude de $0.03\ ms$

• $U_{max} + 0.07 => 0.52\ ms$ soit une incertitude de $0.02\ ms$

On prend l'incertitude la plus élevée.)

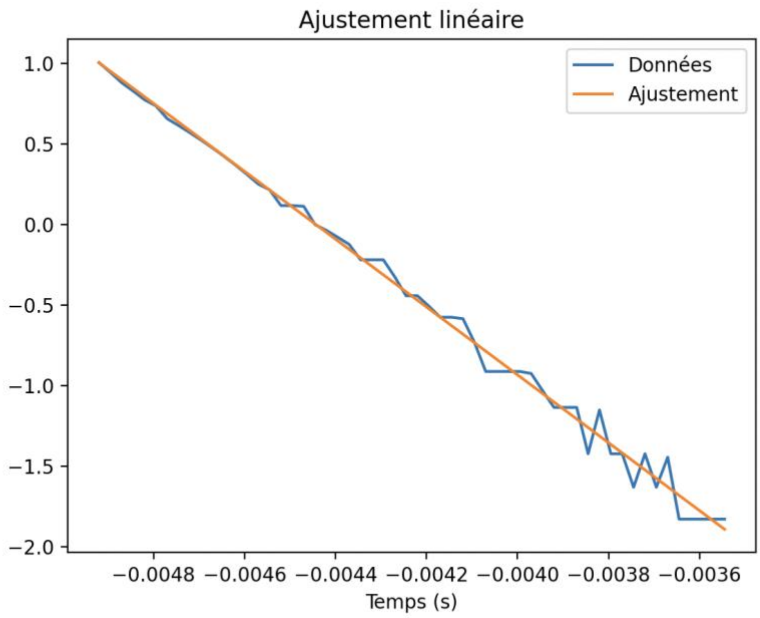
Méthode 2 :

Protocole :

- Faire l'acquisition sur l'oscilloscope de $u_C(t)$ via le canal CH2 et $e(t)$ via le canal CH1
- Régler correctement l'offset des signaux sur l'oscilloscope afin que l'origine du repère corresponde au début de la charge et a la tension $u_C(t=0)$
- Exporter les données affichées par l'oscilloscope dans un fichier CSV sur un clé USB (Méthode Doc.2)
- Lancer le code en python.
- Récupérer le coefficient directeur retourné par le code python
- D'après les questions préliminaires le coefficient directeur est $-\frac{1}{\tau}$ en déduire τ_2 ("incertitude abordé plus tard")

Réalisation numérique :

On obtient la courbe suivante :



Avec un coefficient directeur $D = -2106\ s^{-1}$

$$D = -\frac{1}{\tau_2}$$

$$\boxed{\text{Donc } \tau_2 = -\frac{1}{D}}$$

A.N $\tau_2 = 4.748 * 10^{-4}\ s$

$\tau_2 = 0.4748\ ms$

7. Calculons l'écart normalisé entre τ (de la Méthode 1) et $\tau_{théo} = 0.5\ ms$

$$\boxed{E_n = \frac{|\tau_{théo} - \tau|}{\sqrt{u(\tau_{théo})^2 + u(\tau)^2}}}$$

On prend τ avec l'incertitude maximale $\tau_{expe} = 0.53\ ms$

A.N $\quad E_n = \frac{|0.5-0.53|}{0.3} = 1 \leq 2$

Les résultats sont compatibles.

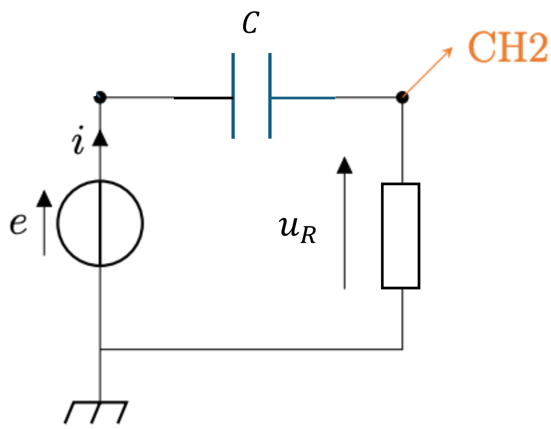
8. Le principe des 2 méthodes ci-dessous consiste à exploiter la loi de comportement de la résistance : la tension aux bornes de la résistance est proportionnelle à l'intensité qui la traverse.

Méthode 1 :

Protocole :

- Inverser la résistance et le condensateur afin de pouvoir acquérir la tension $u_R(t)$ avec l'oscilloscope (en effet la masse est fixée dans ce circuit, il faut donc modifier le circuit pour pouvoir obtenir la tension aux bornes de la résistance).
- Acquérir $u_R(t)$ via le canal CH2
- On obtient une courbe qui a la même allure que $i(t)$

Schéma du circuit modifié :



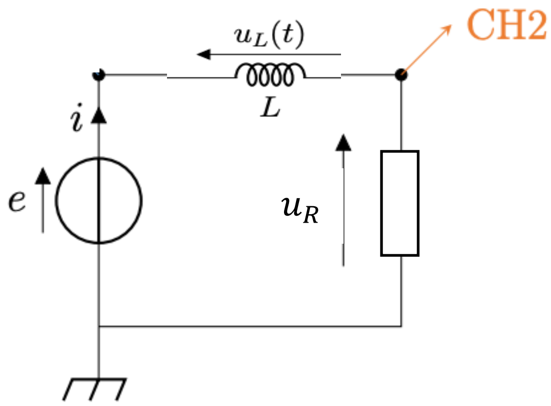
Méthode 2 : Sans modifier le circuit

Protocole :

- D'après la loi des mailles : $u_R = e - u_C$
- En s'aidant du Doc. 3 on peut afficher $u_R(t)$ par « soustraction » de $e(t)$ et $u_C(t)$.
- Ainsi on obtient une courbe qui a la même allure que $i(t)$

9.

Schéma du circuit :



Caractéristiques du circuit :

- $e(t)$ est un créneau de fréquence $f = 100Hz$

entre $0V$ et $U_0 = 5\ V$

- $R = 10k\Omega$
- $L = ?$

Protocole :

- Réaliser le circuit
- Acquérir avec l'oscilloscope la tension $u_R(t)$ via le canal CH2
- Faire un report graphique de $0.63 * U_{\max}$ avec la courbe représentant $u_R(t)$.
- $u_R(t)$ est proportionnelle à $i(t)$ donc par report graphique on obtient τ associé à l'équation différentielle de la charge du circuit RL :

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{i}{\tau} = \frac{U_0}{R\tau} \text{ avec } \tau = \frac{L}{R}$$

- En déduire L en faisant l’application numérique : $L = \tau * R$