

Réponse d'un circuit RC à un échelon de tension

— Exemple de compte-rendu —

Objectif général du TP : vérifier que le circuit RC est bien un système du premier ordre en vérifiant que ses transitoires sont exponentiels et en vérifiant l'expression théorique de la constante de temps.

I - Préparation du circuit

Objectif : construire un montage qui permette d'observer les phénomènes voulus.

1 - Choix de la période du GBF : on veut étudier la réponse à un échelon, mais le GBF ne peut pas délivrer d'échelon unique, seulement des créneaux périodiques.

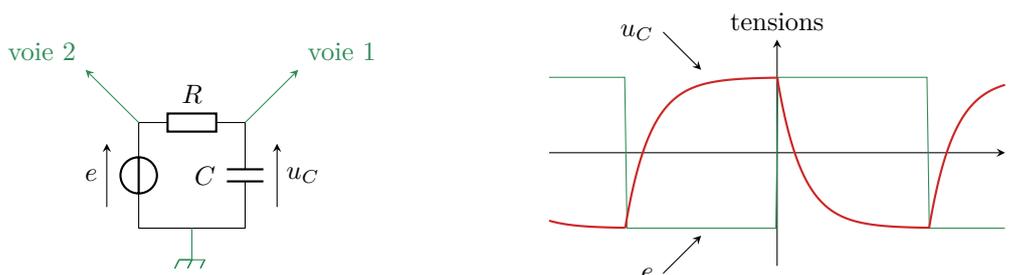
↪ pour observer tout le transitoire et une partie du régime permanent, la période T des créneaux doit être très supérieure à la constante de temps τ .

Ordre de grandeur : pour le condensateur $C = 10 \text{ nF}$ et une résistance typique $R = 1 \text{ k}\Omega$, on a $\tau = RC = 10 \mu\text{s}$. La condition précédente donne

$$T \gg 10 \mu\text{s} \quad \text{soit} \quad f \ll 100 \text{ kHz}.$$

↪ on choisit de prendre $f = 2 \text{ kHz}$.

2 - Schéma du montage : on visualise en voie 1 la tension u_C et en voie 2 la tension e .



II - Vérification de l'allure exponentielle des signaux

Objectif : vérifier que les signaux expérimentaux sont compatibles avec la modélisation qui prévoit qu'ils sont exponentiels.

On conserve $C = 10 \text{ nF}$ et $R = 1 \text{ k}\Omega$. LatisPro se branche aux mêmes nœuds que l'oscilloscope.

Paramétrage de l'acquisition : l'acquisition doit durer environ autant qu'un transitoire, on prend par exemple une durée totale de $100 \mu\text{s}$ soit 10τ .

3 - Si l'on n'y fait pas attention, le déclenchement est aléatoire et plusieurs acquisitions successives donnent des courbes différentes.

↪ réglage du déclenchement : sur la tension du GBF, en front montant, au milieu du saut, avec un pré-trig de 25 % pour bien voir le début du saut.

4 - Ajustement à une exponentielle : on fait un ajustement par une fonction de la forme

$$f(x) = A \left[1 - \exp\left(-\frac{x - \Delta}{\tau}\right) \right] + V_0$$

qui correspond à la forme théorique. Il faut restreindre l'intervalle de modélisation à la portion de signal après l'échelon. On trouve numériquement

- ▷ $A = 9,8 \text{ V}$ pour 10 V attendus car échelon entre -5 et 5 V ;
- ▷ $V_0 = 0,1 \text{ V}$ pour 0 V attendu car échelon symétrique ;
- ▷ $\tau = 9,7 \mu\text{s}$ pour $10 \mu\text{s}$ attendues.

Conclusion : la modélisation exponentielle du signal expérimental est très satisfaisante, et les valeurs cohérentes.

III - Vérification de l'expression de la constante de temps

Objectif : vérifier que la constante de temps expérimentale est compatible avec la relation théorique $\tau = RC$.

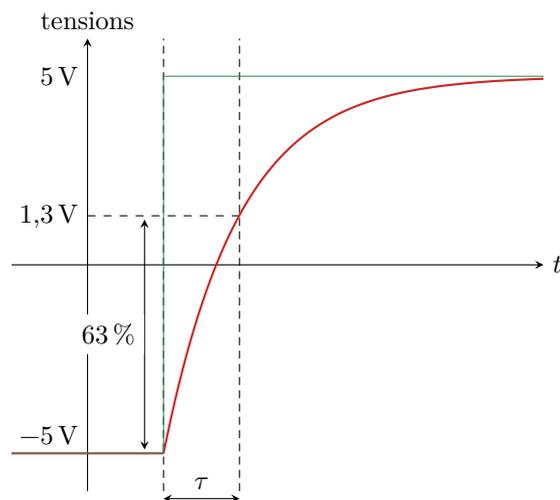
Méthode : mesurer τ pour plusieurs valeurs de R allant de 1 à 10 k Ω , et représenter graphiquement τ en fonction de R . D'après la modélisation, on doit obtenir une droite dont la pente est égale à C .

Mesure de R : à l'ohmmètre.

5 - Mesure de τ : pour un transitoire exponentiel à l'instant $t = \tau$ alors 63% du saut de tension a eu lieu. On raisonne sur un transitoire montant où $u_C(0) = -5\text{ V}$ et en régime permanent $u_{C,P} = 5\text{ V}$, donc

$$u_C(\tau) = -5 + 0,63 \times 2 \times 5 = 1,3\text{ V}.$$

- ▷ On place un premier curseur vertical à l'instant t_1 de l'échelon ;
- ▷ On cherche à placer le second curseur à l'instant t_2 où $u_C = 1,3\text{ V}$;
- ▷ Le décalage $\Delta t = t_2 - t_1$ entre les deux curseurs est égal à τ .



6 - Incertitude sur la mesure de τ : la tension affichée sur l'oscilloscope fluctue beaucoup. On évalue donc l'intervalle de position du curseur dans lequel elle semble compatible avec le $1,3\text{ V}$ cherché : incertitude de repérage. On trouve une incertitude de l'ordre de $2\text{ }\mu\text{s}$.

7 - Courbe obtenue : les points sont bien répartis de part et d'autre de la courbe, et il n'y a pas de tendance dans leur répartition. La constante de temps τ apparaît donc bien proportionnelle à R . Le logiciel indique une pente $C = 9,7 \pm 0,5\text{ nF}$, ce qui est tout à fait compatible avec la valeur indiquée sur le condensateur, à savoir 10 nF .

