

TP – RÉPONSE D'UN CIRCUIT RC À UN ÉCHELON

TP

v1.1

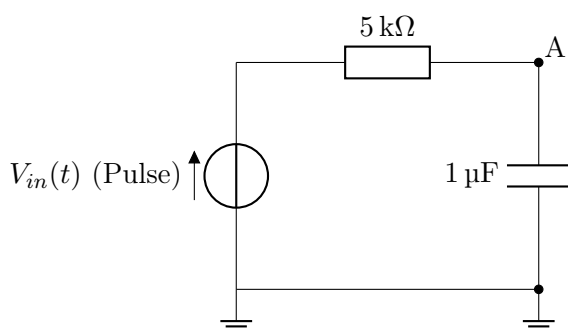
Lycée de Cachan – 63 Avenue du Président Wilson 94230 Cachan - Académie de Créteil

Capacités exigibles

- **Modéliser** la réponse temporelle d'un circuit RC à un échelon de tension.
- **Extraire** expérimentalement la constante de temps $\tau = RC$ à partir d'un chronogramme.
- **Vérifier** l'influence de la capacité sur τ et **exploiter** un tableur pour une régression linéaire.

I Un petit peu de théorie

Ci dessous un circuit RC en série :



La constante de temps est donnée par :

$$\tau = RC.$$

📖 Définition : Constante de temps

Pour la charge, τ représente le temps nécessaire pour que la tension ait parcouru 63,2% de son chemin total vers sa valeur finale.

🔧 Methode : Mesure graphique de la constante de temps

- **Méthode 63%, /37% (Graphique rapide) :**
 - ◊ Charge : Repérer le temps $t_{63\%}$ où la tension atteint 63% de V_0 . Ce temps est τ .
 - ◊ Décharge : Repérer le temps $t_{37\%}$ où la tension atteint 37% de V_0 . Ce temps est τ .
- **Méthode de la Linéarisation (Précise) :** Pour la charge, l'équation s'écrit :

$$\ln\left(1 - \frac{V_C(t)}{V_0}\right) = -\frac{t}{RC}.$$

Un ajustement linéaire de $Y = \ln(1 - V_C/V_0)$ en fonction de $X = t$ donne une pente $a = -1/\tau$.

II Procédure expérimentale

- Q1** Calculer le temps τ théorique avec les données de la partie théorique.
- Q2** Lancer le logiciel Proteus, et reproduire le circuit RC. **Faites une capture d'écran et l'inclure dans le compte rendu.**
- Q3** Faites les réglages du générateur de Pulse, telque : V_{Pulse} simule l'échelon de tension $0\text{ V} \rightarrow 5\text{ V}$.
- $V_{bas} = 0\text{ V}$
 - $V_{haut} = V_0 = 5\text{ V}$
 - Temps de montée (*Rise time*) : $1\text{ }\mu\text{s}$
 - Période : 50 ms
 - Temps haut (*Pulse width*) : 25 ms
- Q4** Placer une sonde de tension sur A . Choisir une base de temps adaptée pour visualiser la charge complète. **Faites une capture d'écran et l'inclure dans le compte rendu.**
- Q5** Pour chaque valeur de C (100 nF , 220 nF , 470 nF , $1\text{ }\mu\text{F}$) :
- Calculer de nouveau la valeur théorique de τ .
 - Lancer la simulation, en adaptant la base de temps.
 - Mesurer graphiquement $t_{63\%}$ correspondant à $V_{63\%}$.
 - **Faire une capture d'écran** du chronogramme avec les curseurs positionnés à $t_{63\%}$.

III Tableau de mesures

- Q6** Compléter le tableau de mesures (Section III).

N°	C (nF ou μF)	R (k Ω)	$\tau_{th} = RC$ (ms)	$t_{63\%}$ mesuré (ms)	Erreur relative (%) $\left \frac{t_{63\%} - \tau_{th}}{\tau_{th}} \right \times 100$
1	100 nF	5 k Ω			
2	220 nF	5 k Ω			
3	470 nF	5 k Ω			
4	1,0 μF	5 k Ω			

IV Régression linéaire

- Q7** À l'aide d'un tableur (Excel, LibreOffice Calc, etc.), tracer $\tau = t_{63\%}$ mesuré en fonction de C . Effectuer une régression linéaire et en extraire la pente a . **Faites une capture d'écran et l'inclure dans le compte rendu.**

TP – RÉGIMES TRANSITOIRES
D'UN CIRCUIT RLC

TP

v1.0

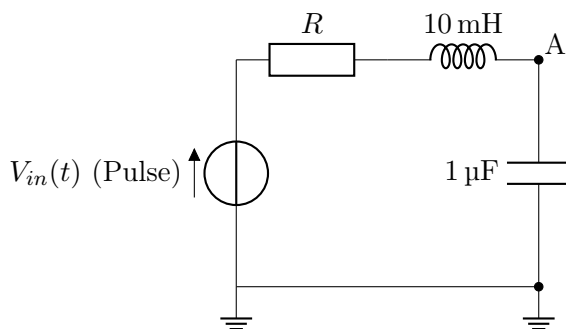
Lycée de Cachan – 63 Avenue du Président Wilson 94230 Cachan - Académie de Créteil

Capacités exigibles

- **Modéliser** la réponse temporelle d'un circuit RLC série à un échelon de tension.
- **Identifier** et **observer** expérimentalement les trois régimes libres (**apériodique**, **critique**, **pseudopériodique**) en faisant varier la résistance R .
- **Extraire** graphiquement les caractéristiques d'un régime pseudopériodique : pseudo-période T et facteur d'amortissement α .

I Un petit peu de théorie

Ci-dessous, un circuit RLC série.



L'équation différentielle régissant $V_C(t)$ pour le régime libre est :

$$\frac{d^2 V_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dV_C}{dt} + \frac{1}{LC} V_C = \frac{V_0}{LC},$$

où V_0 est la valeur finale de l'échelon de tension.

En posant $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ (pulsation propre) et $\alpha = R/(2L\omega_0)$ (facteur d'amortissement), on obtient :

$$\frac{d^2 V_C}{dt^2} + 2\alpha\omega_0 \frac{dV_C}{dt} + \omega_0^2 V_C = \omega_0^2 V_0.$$

Propriété : Les trois réponses possibles

Le comportement du circuit est déterminé par la valeur du facteur d'amortissement α .

1. **Régime Pseudopériodique** ($\alpha < 1$) : Oscillations amorties.
2. **Régime Critique** ($\alpha = 1$) : Stabilisation la plus rapide sans dépassement.
3. **Régime Apériodique** ($\alpha > 1$) : Stabilisation lente sans dépassement.

Définition : Résistance Critique

La résistance critique R_C est la valeur de R correspondant au régime critique ($\xi = 1$).

$$R_C = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Définition : Décrément logarithmique

En régime pseudopériodique, l'amortissement est quantifié par le **décrément logarithmique** δ . C'est le logarithme népérien du rapport de deux amplitudes maximales successives par rapport à l'équilibre (V_0) :

$$\delta = \ln \left(\frac{V_{C,n}}{V_{C,n+1}} \right).$$

Le décrément logarithmique est lié au facteur d'amortissement α par :

$$\delta = \frac{2\pi\alpha}{\sqrt{1-\alpha^2}}.$$

II Procédure expérimentale

A Calculs préliminaires

Données fixes du circuit :

- Inductance : $L = 10 \text{ mH}$
- Capacité : $C = 1 \mu\text{F}$

Q1 Calculer la pulsation propre ω_0 (en rad/s) et la fréquence propre f_0 (en Hz).

Q2 Lancer le logiciel de simulation et reproduire le circuit RLC série. Utilisez un générateur de Pulse pour simuler l'échelon de tension $0 \text{ V} \rightarrow V_0 = 5 \text{ V}$.

- $V_{bas} = 0 \text{ V}$
- $V_{haut} = V_0 = 5 \text{ V}$
- Période : 50 ms
- Temps haut (*Pulse width*) : 25 ms

Q3 Régime Critique : Régler R le plus proche possible de R_C . Observer $V_C(t)$.

- **Faites une capture d'écran.**

Q4 Régime Apériodique : Régler $R = 1000 \Omega$ ($R \gg R_C$). Observer $V_C(t)$.

- **Faites une capture d'écran.**

Q5 Régime Pseudopériodique : Régler $R = 10 \Omega$, $R \ll R_C$. Observer $V_C(t)$ sur l'oscilloscope.

- **Faites une capture d'écran** et l'inclure dans le compte rendu.

B Étude approfondie du régime pseudopériodique

On garde le réglage $R = 10 \Omega$ (régime pseudopériodique).

Q6 Mesurer la **pseudo-période** T (en ms) entre deux pics successifs de $V_C(t)$.

Q7 Mesurer les amplitudes $V_{C,1}$ et $V_{C,2}$ des deux premiers pics de la tension $V_C(t)$ par rapport à la valeur d'équilibre $V_0 = 5 \text{ V}$.

$$V_{C,n} = |V_{C,\max}(n) - V_0|$$

- **Faites une capture d'écran** du chronogramme avec les curseurs positionnés pour la mesure de $V_{C,1}$ et $V_{C,2}$.

Q8 À partir de vos mesures de $V_{C,1}$ et $V_{C,2}$ pour le régime pseudopériodique ($R = 10\ \Omega$), calculer le **décroissement logarithmique** δ expérimental.

$$\delta_{\text{exp}} = \ln \left(\frac{V_{C,1}}{V_{C,2}} \right)$$

Q9 Calculer la valeur théorique du décroissement logarithmique δ_{th} en utilisant la valeur théorique de α .

$$\delta_{\text{th}} = \frac{2\pi\alpha_{\text{th}}}{\sqrt{1 - \alpha_{\text{th}}^2}}$$

Q10 Calculer l'erreur relative entre δ_{exp} et δ_{th} .

$$\text{Erreur relative (\%)} = \left| \frac{\delta_{\text{exp}} - \delta_{\text{th}}}{\delta_{\text{th}}} \right| \times 100$$