

# TP 10 : Étude expérimentale d'un oscillateur électrique amorti



**Compétences expérimentales exigibles du programme :**

- ✓ Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques
- ✓ Mesurer une période à l'oscilloscope



**But du TP**

Faire l'étude expérimentale d'un oscillateur  $RLC$  série et exploiter les résultats expérimentaux pour déterminer la valeur de l'inductance de la bobine.

**Matériel :**

- |                            |                                    |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| — 1 oscilloscope numérique | — fils de connexion                | — 1 boîte à décades de résistances |
| — 1 GBF                    | — une boîte à décades d'inductance | — 1 boîte à décades de capacités   |

## I Travail préparatoire (présentation du matériel) 🏠

- Q1. Représenter le schéma du circuit avec le GBF, la résistance, la bobine et le condensateur en série.
- Q2. Placer les voies de l'oscilloscope afin de visualiser la tension délivrée par le GBF et la tension aux bornes du condensateur.



**Il doit y avoir une seule masse dans le circuit.**

Rappel : les masses de l'oscilloscope et du GBF sont reliées à la prise de Terre.

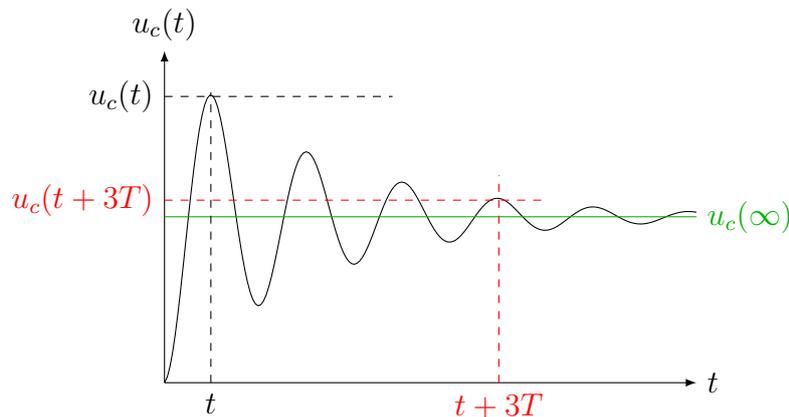
- Q3. Quelle est la résistance totale du circuit ? Penser aux résistances internes des composants (le condensateur sera supposé idéal = avec une résistance de fuite infinie (pour modéliser un condensateur réel, une résistance de fuite est placée en parallèle du condensateur).
- Q4. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension aux bornes du condensateur et la mettre sous forme canonique. Donner l'expression du facteur de qualité et de la pulsation propre en fonction des composants du circuit.
- Q5. Pour quelles valeurs du facteur de qualité a-t-on un régime pseudo-périodique ? Si cette condition est remplie, donner l'expression de la pseudo-période des oscillations.
- Q6. Pour quelles valeurs du facteur de qualité a-t-on un régime aperiodique ?
- Q7. Pour quelle valeur du facteur de qualité a-t-on un régime critique ?

### ♥ Définition

**Décément logarithmique** : il est défini par :

$$\delta = \frac{1}{n} \ln \left( \frac{u_c(t) - u_c(\infty)}{u_c(t + nT) - u_c(\infty)} \right) \quad \text{avec } n \in \mathbb{N}^* \text{ et } T \text{ la pseudo-période}$$

Expression en fonction de  $Q$  :  $\delta = \frac{2\pi}{\sqrt{4Q^2 - 1}}$



Q8. Démontrer l'expression du décrement logarithmique en fonction de  $Q$ .

## II Observation des 3 régimes

### 🔧 Protocole 1

- Avec le multimètre réglé en ohmmètre, mesurer la résistance interne  $r_L$  de la bobine d'inductance  $L = 0,4 \text{ H}$ .
- 💡 Rappel : la mesure d'une résistance à l'ohmmètre (ou d'une capacité avec un capacimètre) doit toujours se faire sur un composant déconnecté du circuit.
- Régler le GBF pour qu'il délivre un signal créneau entre 0 V et 5 V, de fréquence 100 Hz.
- Réaliser le circuit représenté à la question Q1, avec un condensateur de capacité  $C = 1 \text{ nF}$ , une bobine d'inductance  $L = 0,4 \text{ H}$  et une résistances initialement réglée sur  $10 \Omega$ .
- Étudier l'influence de la résistance  $R$  sur la nature et la durée du régime transitoire (augmenter la résistance et noter les effets sur le régime transitoire).
- ⚠️ On veillera à toujours visualiser la totalité du régime transitoire sur une demi-période du créneau, il sera donc nécessaire d'ajuster la fréquence du GBF.

Q9. Pour chaque régime :

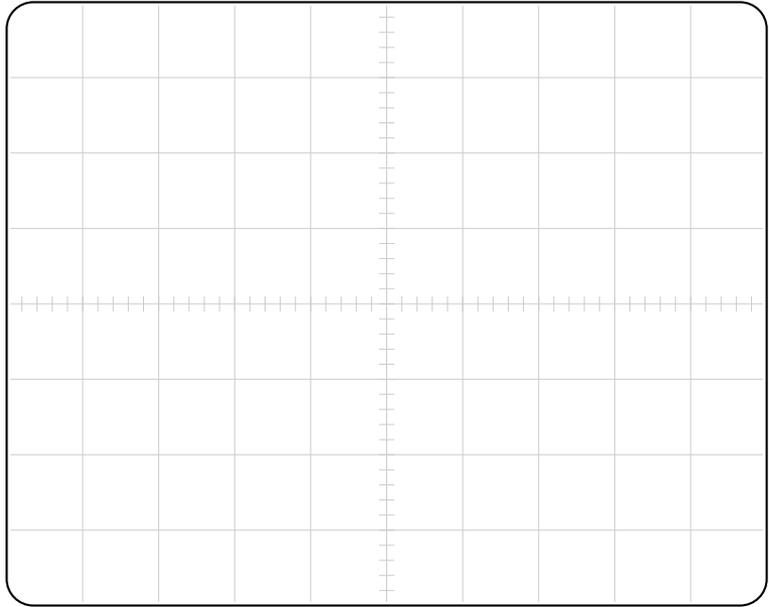
- (a) Représenter le signal obtenu en identifiant dessus : réponse à un échelon de tension, régime libre, régime transitoire, régime permanent.
- (b) Noter la valeur de  $R$  correspondante.
- (c) Calculer la valeur du facteur de qualité et vérifier la cohérence avec les prévisions des questions Q5, Q6 et Q7.
- (d) Noter la fréquence du GBF (notée  $f_{GBF}$ ).

**Régime pseudopériodique**

$R =$

$Q =$

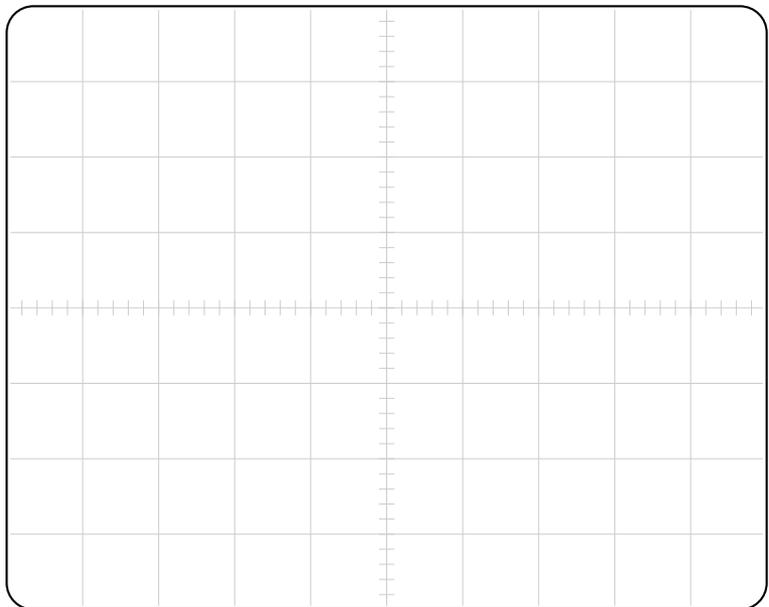
$f_{GBF} =$

**Régime critique**

$R =$

$Q =$

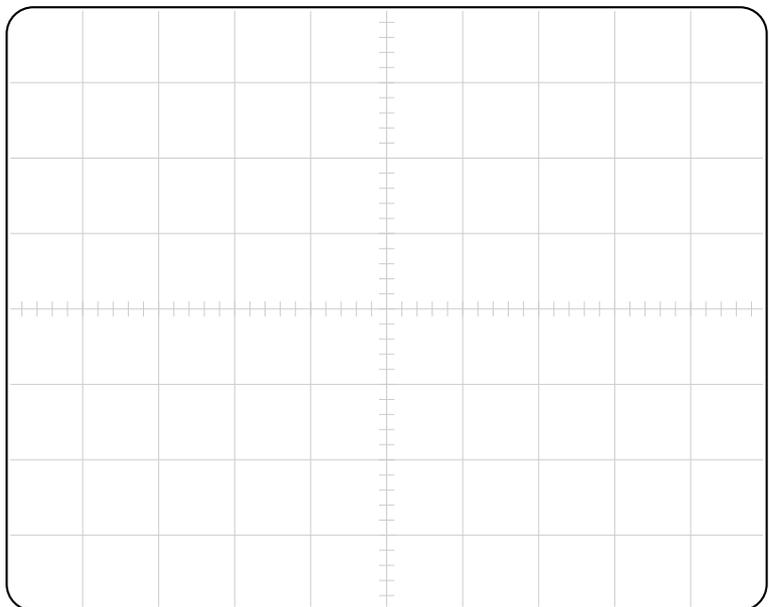
$f_{GBF} =$

**Régime apériodique**

$R =$

$Q =$

$f_{GBF} =$



### III Détermination expérimentale de $L$

#### Protocole 2

- Enlever la résistance  $R$  du circuit. La seule résistance du circuit est donc la résistance  $r$  de la bobine.
- Visualiser sur l'écran de l'oscilloscope le signal sur une demi-période du signal carré. Centrer la courbe sur l'écran de l'oscilloscope pour que la fin du régime transitoire corresponde à zéro.
- Mesurer la pseudo-période  $T$  (effectuer la mesure sur plusieurs pseudo-périodes et diviser par le nombre de pseudo-périodes).
- En utilisant les curseurs, faire les mesures nécessaires pour calculer le décrétement logarithmique  $\delta$ . Pour que la détermination de  $\delta$  soit la plus précise possible, faire la mesure avec les deux premiers maxima.

- Q10. En considérant que  $T \approx T_0$  (période propre), déterminer l'expression de  $L$  en fonction de  $T$  et  $C$ , puis calculer sa valeur.
- Q11. Calculer le décrétement logarithmique.
- Q12. En déduire la valeur du facteur de qualité. La valeur trouvée est-elle en accord avec l'hypothèse précédente  $T \approx T_0$  ?
- Q13. Estimer l'incertitude sur la valeur  $L$  déterminée à la question Q10 en suivant les étapes suivantes :
- (a) Estimer  $u(C)$ . Sur le calibre  $5 \mu\text{F}$ , la notice du multimètre indique une précision de 1% de la valeur lue + 2 digits.
  - (b) Estimer  $u(T)$ . L'incertitude est due au repérage avec les curseurs : pour connaître la précision, évaluer la durée d'un « pas » de curseur à gauche (ou un « pas » de curseur à droite). Ne pas oublier qu'il s'agit d'une double lecture (à gauche et à droite), sur un nombre  $N$  de périodes.
  - (c) Utiliser la formule de propagation des incertitudes pour évaluer  $u(L)$ .

 Rappel : Pour  $Z = \frac{X}{Y}$  on a : 
$$\frac{u(z)}{|z|} = \sqrt{\left(\frac{u(x)}{x}\right)^2 + \left(\frac{u(y)}{y}\right)^2}$$

- (d) Donner le résultat complet de la valeur de l'inductance :

$$L = \quad \text{avec } u(L) =$$

- (e) Évaluer la compatibilité de ce résultat expérimental avec la valeur indiquée par le fabricant.

#### Auto-évaluation

J'ai compris et réalisé correctement les protocoles expérimentaux :    

J'ai rédigé clairement les réponses aux questions :    