

## Régimes transitoires

Dans ce TP vous allez être amené tout d'abord à mesurer les grandeurs caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur. Vous utiliserez ensuite des deux composants dans un circuits  $R,L,C$  de manière à vérifier la justesse des relations obtenues en cours.

Ce TP s'appuie sur le travail effectué lors du chapitre § ELCT 3 Circuits en régime transitoire.

Pour ce TP vous devez rédiger un seul compte-rendu par binôme qui sera rendu à la fin de la séance. Toutes les valeurs numériques, graphes et autres remarques doivent être dans le compte-rendu qui, d'une manière générale, doit être totalement autonome. Il paraît plus que judicieux de rédiger le compte-rendu au fur et à mesure.

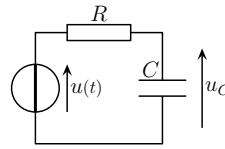
Tous les documents sont autorisés.

### I) Circuit $R,C$

#### 1°) Résultats théoriques

Soit le circuit ci-contre où  $u(t) = U_0 = C^{te}$  pour  $t < 0$  ( $U_0$  peut être positive, nulle ou négative) et  $u_C(0^-) = U_0$ .

À  $t = 0$ , la fém du générateur passe instantanément de  $u(t) = U_0$  à la valeur  $u(t) = E = C^{te}$  (avec  $E$  valeur quelconque).

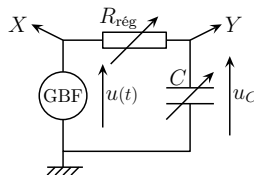


- Trouvez l'expression de  $u_C(t)$  ainsi que l'expression de la constante de temps  $\tau$  associée.
- Au bout de quelle durée  $\Delta_{RC}t$  le régime permanent continu (RPC) peut-il être considéré comme atteint à mieux que 1 % près?

#### 2°) Réalisation expérimentale

##### i. montage

- Réalisez le montage ci-dessous avec  $C = 10 \text{ nF}$ ;  $R_{\text{rég}} = 10 \text{ k}\Omega$  et  $u(t)$  une tension rectangulaire de valeur minimum  $U_{\text{min}} = 0,0 \text{ V}$ , de valeur maximum  $U_{\text{max}} = 5,0 \text{ V}$  et une fréquence telle que le RP soit tout juste atteint sur chaque demi-période.



Utilisez le condensateur réglable et ne modifiez plus le réglage jusqu'à la fin du TP quel que soit le prétexte.

- Imprimez les courbes obtenues sur l'écran en faisant apparaître la position de la valeur de tension nulle et le fait que le RPC soit atteint sur chaque demi période. (IMPRESSION N°1)

### ii. exploitation

- Réglez l'oscilloscope de manière à pouvoir mesurer la constante de temps expérimentale  $\tau_{RC}^{\text{exp}}$  du circuit avec l'une des deux méthodes suivantes :

- **méthode de la tangente n'importe où** : imprimez l'écran de l'oscilloscope et déterminez le point d'intersection entre l'asymptote et la tangente;

- **méthode de la variation moitié** : repérez l'instant  $t_1$  où le signal a varié de la moitié de sa variation totale. En notant  $t_0$  l'instant initial, nous avons alors  $t_1 - t_0 = \tau_{RC} \ln 2 = 0,693\tau_{RC}$ .

- Faites les mesures sur une nouvelle impression. (IMPRESSION N°2)
- Mesurez la résistance  $R_{\text{rég}}$  et déduisez-en la valeur théorique de la constante de temps  $\tau_{RC}^{\text{th}}$  du circuit.
- Pourquoi la valeur de la capacité  $C$  utilisée pour les calculs est sûrement plus éloignée de sa valeur réelle que  $R_{\text{rég}}$  ou  $R_g$  ?
- En considérant que la mesure de  $\tau_{RC}$  fournit une estimation plus juste de la capacité  $C$ , déterminez celle-ci et conservez cette valeur jusqu'à la fin du TP.



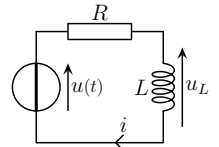
Ici il faut changer une valeur pour des calculs futur et pas le réglage physique du condensateur.

### II) Circuit $R,L$

#### 1°) D'autres résultats

Soit le circuit ci-contre où  $u(t) = U_0 = C^{te}$  pour  $t < 0$  ( $U_0$  peut être positive, nulle ou négative) et  $i(0^-) = \frac{U_0}{R}$ .

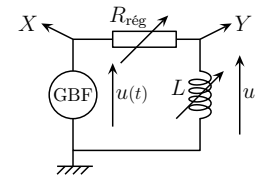
À  $t = 0$ , la fém du générateur passe instantanément de  $u(t) = U_0$  à la valeur  $u(t) = E = C^{te}$  (avec  $E$  valeur quelconque).



- Trouvez l'expression de l'intensité  $i(t)$  ainsi que celle de la tension aux bornes de la bobine  $u_L(t)$  et introduisez une constante de temps  $\tau_{RL}$  dont vous donnerez l'expression.
- Au bout de combien de temps est-il possible de considérer que le RPC est atteint ?
- Quel est le modèle électrocinétique d'une bobine en basses fréquences ? En hautes fréquences ?

#### 2°) Expérience

- Réalisez le montage ci-dessous avec  $L = 1,0 \text{ H}$ ;  $R_{\text{rég}} = 10 \text{ k}\Omega$  et  $u(t)$  une tension rectangulaire de valeur minimum  $U_{\text{min}} = 0,0 \text{ V}$ , de valeur maximum  $U_{\text{max}} = 5,0 \text{ V}$  et de fréquence telle que le RP soit tout juste atteint sur chaque demi-période.



Utilisez la bobine réglable et ne modifiez plus le réglage jusqu'à la fin du TP quel que soit le prétexte.

- Imprimez l'écran de l'oscilloscope avec un réglage tel qu'il est possible de voir les positions de  $V = 0$  pour les voies  $X$  et  $Y$  ainsi que le le
- Faites un zoom autour d'une discontinuité de f.é.m. de générateur.
- Pourquoi n'obtenez-vous pas la courbe théorique attendue pour  $u_L(t)$  aux alentours des discontinuités de f.é.m. du générateur ?
- Imprimez le problème (IMPRESSION N°3) et dessinez sur l'impression réalisée ce qu'aurait dû être la courbe théorique.
- Mesurez les résistances  $r_L$  de la bobine et  $R_{\text{rég}}$  avec un ohmmètre (ne pas oublier de les débrancher pour effectuer les mesures).
- À l'aide de la méthode **non** utilisée précédemment, déterminez la constante de temps expérimentale  $\tau_{RL}^{\text{exp}}$  du circuit.
- Calculez la valeur théorique  $\tau_{RL}^{\text{th}}$  de la constante de temps du circuit à partir des valeurs de  $R_{\text{rég}}$ ,  $r_L$ ,  $R_g$  et  $L$  et comparez la avec  $\tau_{RL}^{\text{th}}$ .
- Pourquoi la valeur de l'inductance  $L$  utilisée pour les calculs est sûrement plus éloignée de sa valeur réelle que  $R_{\text{rég}}$ ,  $R_g$  ou  $r_L$  ?
- En considérant que la mesure de  $\tau_{RL}$  fournit une estimation plus juste de l'inductance  $L$ , déterminez celle-ci et conservez cette valeur jusqu'à la fin du TP.



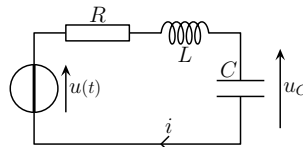
**Il faut ici modifier une valeur pour des calculs ultérieurs et surtout pas le réglage physique de la bobine.**

### III) Circuit $R, L, C$ série

#### 1°) Le modèle théorique

Soit le circuit ci-contre où  $u(t) = U_0 = C^{\text{te}}$  pour  $t < 0$  ( $U_0$  peut être positive, nulle ou négative),  $i(0^-) = 0$  et  $u_C(0^-) = U_0$ .

À  $t = 0$ , la f.ém. du générateur passe instantanément de  $u(t) = U_0$  à  $u(t) = E = C^{\text{te}}$  (avec  $E$  valeur quelconque).



- Retrouvez l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_C(t)$  et donnez l'expression de la pulsation propre, de la période propre et du facteur de qualité.

#### Régime apériodique.

- Quelle est la condition sur  $Q$  pour que le régime soit dit apériodique ?
- Montrez que si  $Q \ll 1$ , le régime apériodique est assimilable à une variation exponentielle de la forme  $e^{-Q\omega_0 t}$ .
- Lorsque la condition précédente est vérifiée, au bout de quelle durée  $\Delta_{RLC}^{\text{ap}}$  le RPC est-il atteint ?

#### Régime critique.

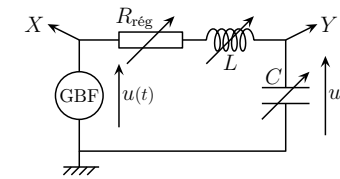
- Quelle est la condition sur  $Q$  pour que le régime soit dit critique ?
- Quelle est alors l'expression de la résistance en fonction de  $L$  et  $C$  ?

#### Régime pseudo-périodique.

- Quelle est la condition sur  $Q$  pour que le régime soit dit pseudo-périodique ?
- Montrez que l'enveloppe des pseudo-oscillations est en  $e^{-\omega_0 t/(2Q)}$ .
- Au bout de quelle durée  $\Delta_{RLC}^{\text{pp}}$  le RPC est-il atteint ?
- Montrez que si  $Q \gg 1$ , la pulsation  $\omega_p$  des oscillations est telle que  $\omega_p = \omega_0$ .

#### 2°) Montage expérimental en régime apériodique

- Réalisez le montage ci-contre avec la bobine et le condensateur utilisés précédemment et  $u(t)$  une tension rectangulaire de valeur minimum  $U_{\text{min}} = 0,0$  V et de valeur maximum  $U_{\text{max}} = 5,0$  V.



- Déterminez la valeur de  $R_{\text{rég}}$  pour avoir  $Q = 0,1$  et réglez-la en conséquence.
- Réglez la fréquence du GBF pour que le RP soit tout juste atteint sur chaque demi-période et imprimez l'écran de l'oscilloscope de telle sorte que les positions de  $V = 0$  pour les voies  $X$  et  $Y$  soient visibles. (IMPRESSION N°4)
- En considérant que  $Q \ll 1$  et en exploitant la décroissance exponentielle de la tension observée, déterminez  $Q_{\text{ap}}^{\text{exp}}$  en utilisant une des deux méthodes précédentes (tangente à l'origine ou celle de la tension moitié). (IMPRESSION N°5)
- Déterminez graphiquement la durée  $\Delta_{RLC}^{\text{ap,prati}} t$  au bout de laquelle le RP est atteint et comparez avec la valeur obtenue théoriquement en considérant  $Q \ll 1$  et, bien sûr,  $Q = Q^{\text{ap,prati}}$ .
- Faites la même chose en ayant au préalable modifié la valeur de  $R_{\text{rég}}$  pour avoir  $Q = 0,01$  et  $Q = 0,4$ . Commentaire et imprimez à chaque fois les écrans montrant le RPC et l'écran permettant la mesure. (IMPRESSION N°6) (IMPRESSION N°7) (IMPRESSION N°8) (IMPRESSION N°9)

#### 3°) Régime critique

- Conservez le montage précédent.
- Réglez  $R_{\text{rég}}$  pour observer le régime critique (il sera peut-être utile de modifier simultanément la fréquence du GBF afin de conserver une bonne qualité d'observation).
- Mesurez à l'ohmmètre  $R_{\text{rég}}$ .
- Calculez le facteur de qualité  $Q_c^{\text{exp}}$  à l'aide des valeurs des différents composants intervenant dans le circuit et comparez avec la valeur théorique.

#### 4°) Régime pseudo-périodique

- Conservez le montage précédent.
- Déterminez la valeur que doit avoir  $R_{\text{rég}}$  pour avoir  $Q = 5$  et réglez-la en conséquence.
- Réglez la fréquence du GBF de telle sorte que le RP soit tout juste atteint sur chaque demi période. (IMPRESSION N°10)
- Déterminez la pulsation  $\omega^{\text{exp}}$  des pseudo-oscillations et comparez avec la pulsation propre  $\omega_0$ .
- Déterminez le facteur de qualité  $Q_{\text{pp}}^{\text{exp}}$  du circuit en exploitant la décroissance exponentielle de  $u_C(t)$  et comparez avec la valeur théorique attendue. (IMPRESSION N°11)
- Déterminez graphiquement la durée  $\Delta_{RLC}^{\text{pp,prati}} t$  au bout de laquelle le RP est atteint et comparez avec la valeur obtenue théoriquement en considérant  $Q = Q^{\text{pp,prati}} \gg 1$ .
- Quelle est la valeur maximale  $Q_{\text{max}}$  de  $Q$  réalisable en **pratique** ?
- Réglez  $R_{\text{rég}}$  de telle sorte que le facteur de qualité  $Q$  soit maximal.
- Déterminez à nouveau graphiquement la durée  $\Delta_{RLC}^{\text{pp,prati}} t$  au bout de laquelle le RP est atteint et comparez avec la valeur obtenue théoriquement en considérant  $Q \gg 1$ . Commentaire. (IMPRESSION N°12)