

# Circuit RLC et utilisation de Latis Pro

**Objectifs du TF** : - Découvrir le logiciel d'acquisition Latis Pro en étudiant le circuit RLC série

**Compétences exigibles** :

- Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques.
- Choisir de façon cohérente la fréquence d'échantillonnage et la durée totale d'acquisition.
- Élaborer un protocole permettant de déterminer le nombre de bits d'une conversion A/N.

	S'APPROPRIER	ANALYSER/RAISONNER	REALISER	VALIDER	COMMUNIQUER
Questions	Q1 - Q6- Q10	Q9 - Q13 - Q14	Q2-Q3-Q7-Q11-Q15	Q4-Q5-Q8-Q12-Q16	Tout
Notes					


Note finale :

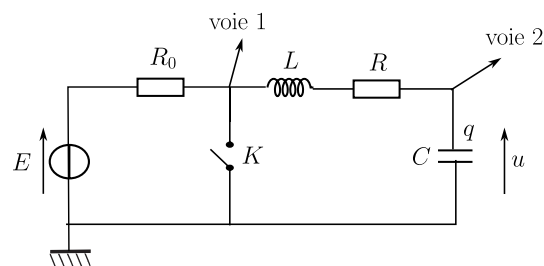
## I. Mise en oeuvre du logiciel Latis Pro avec l'étude d'un circuit RLC

### 1. Régime libre d'un circuit RLC

#### a. Montage et rappels

On considère le circuit suivant, associant en série une bobine d'inductance  $L$ , une résistance  $R$ , un condensateur de capacité  $C$  et un générateur de tension de fem  $e(t)$ .

**Q1**  Rappeler l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur. L'écrire sous forme canonique. Rappeler les différents régimes de fonctionnement selon les valeurs du facteur de qualité.



**Q2** Réaliser le montage avec  $R_0 = 1\text{k}\Omega$  (résistance de protection),  $R = 20\Omega$  (boîtes de résistances), une bobine  $L$  de 1000 tours (en cuivre, sans noyau de fer) (ou de 10 mH selon le matériel),  $C = 0,5\mu\text{F}$  et une alimentation stabilisée délivrant 4V. Dans ce montage, lorsque l'interrupteur  $K$  est ouvert, le condensateur se charge. En fin de charge, on ferme l'interrupteur  $K$ . On court-circuite alors l'alimentation (d'où  $R_0$ ), le condensateur se décharge et l'on observe ainsi le régime libre du circuit RLC.

#### b. Préparation de l'acquisition

1) Initialisation : menu FICHIER -> NOUVEAU

2) Paramétrage :

- Relier les voies 1 et 2 à la carte d'acquisition (EA1 et EA2). N'oubliez pas de connecter la masse.
- menu PARAMETRE (double flèche » à gauche si ce menu est fermé)

- -> Paramétrage de l'acquisition

- -> entrée analogique, puis cliquer sur 1 pour valider l'entrée 1, la boîte correspondante apparaît alors en bleu clair. Ne pas cocher le champ «mode différentiel». Sélectionner acquisition temporelle, en mode normal. Prendre 1000 points d'acquisition, pour une durée totale d'acquisition de 25 ms (valeurs à titre indicatif, à ajuster). Choisir comme source de déclenchement la voie d'entrée EA1, prendre le sens descendant avec un seuil à 3,5 V (ouverture de  $K$ ). Mettre prétrig à 0%.

3) Affichage des courbes :

Les courbes acquises sont normalement automatiquement affichées. Si ce n'est pas le cas, il suffit de la sélectionner dans le menu «liste des courbes» et de la faire glisser sur la fenêtre choisie.

Échelles des axes : peuvent être réglées de 2 manières différentes :

- par saisie des valeurs min/max par un double-clic sur l'axe concerné.

- à l'aide de la souris. Cliquer sur l'échelle d'un axe, et déplacer la souris en maintenant son bouton gauche enfoncé :

→ Vers le haut ou le bas, pour l'axe des ordonnées

→ Vers la gauche ou la droite pour l'axe des abscisses

Remarque : Doubles ordonnées graphiques

Dans le cas d'un système de double ordonnée, deux axes verticaux sont tracés de chaque côté. Chacun dispose par défaut d'un réglage totalement indépendant (échelle, origine). Il est possible, pour deux courbes reliées, de lier également les zéros de chaque axe. Effectuer pour cela un double clic sur l'échelle du 2ème axe et cocher alors la case pour cette option.

c. Présentation des outils

- Ils sont accessibles par un **clic droit**. Un nouveau clic droit permet d'accéder aux réglages de ces outils et/ou de les quitter.
- **Le réticule** : permet des mesures manuelles sur les courbes affichées. Un menu contextuel (clic droit) propose différentes options :
    - Libre : c'est le mode par défaut. Le réticule se déplace librement sur la fenêtre et peut ainsi relever n'importe quelles coordonnées.
    - Lié à la courbe : Le réticule se déplace uniquement en suivant la courbe sélectionnée.
    - Mesurer (abscisse, ordonnée, abscisse et ordonnée) : Permet d'envoyer la valeur de l'abscisse et/ou de l'ordonnée principale (et secondaire s'il y a lieu) vers le tableur où elles sont intégrées en tant que constantes.
    - Terminer : permet de terminer le travail avec le réticule.
  - **Le pointeur** : permet de modifier graphiquement un point (cercle rouge) d'une courbe : cliquer dessus, le déplacer en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé. Les points ainsi déplacés voient leurs valeurs numériques modifiées en conséquence.
  - **La loupe** : S'activer dans le menu contextuel (clic droit sur la fenêtre). Sélectionner la partie à agrandir par clic gauche , maintenir le bouton gauche, relâcher le bouton pour terminer. L'opération est renouvelable autant de fois que nécessaire. Pour terminer avec l'outil Loupe, clic droit et sélectionner "Terminer ". Pour annuler l'effet de la dernière Loupe réalisée, sélectionner "Loupe -" dans le menu contextuel, autant de fois que nécessaire
  - **Le calibrage** : permet d'ajuster automatiquement les échelles pour afficher au mieux les courbes
  - **Mesures automatiques** : permet d'effectuer un certain nombre de mesures sur une courbe affichée. Pour cela, aller dans le menu OUTILS/MESURES AUTOMATIQUES. Sélectionner la courbe sur laquelle les mesures doivent être réalisées et la faire glisser dans la boîte.
- L'appui sur le bouton MESURER, réalise et affiche les mesures de Période, Fréquence, valeur Maximale, valeur Minimale, valeur Moyenne et valeur Efficace.

d. Application

Si  $T_0$  est la période propre,  $T$  la pseudo-période,  $\delta$  le décrement logarithmique, on rappelle qu'on a les relations suivantes :

$$\delta = \frac{R}{2L}T \quad \text{avec } T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}} \text{ et } Q^2 = \frac{\pi^2}{\delta^2} + \frac{1}{4}$$

- Lancer une acquisition : F10.
- Avec la LOUPE, agrandir une zone de façon à avoir à l'écran une demi pseudo-période  $T$  du signal. En déduire, à l'aide du réticule, une valeur de  $T$ . Effectuer plusieurs mesures (3-4) en agrandissant différents zones du signal et donner une valeur moyenne de  $T$ . Afficher maintenant la courbe avec un grand nombre d'oscillations, compter le nombre de périodes et en déduire une nouvelle valeur de  $T$ .

Q3 : Calibrer la fenêtre de manière à ce que  $U_C(t)$  occupe la pleine échelle et déterminer le décrement logarithmique  $\left[ \delta = \frac{1}{n} \ln \left[ \frac{q(t)}{q(t+nT)} \right] \right]$  ( $n$  entier). On utilisera pour cela le fait que, si  $A_i$  est l'amplitude du  $i$ ème maximum, le décrement est donné par  $\delta = \frac{1}{i-1} \ln \left( \frac{A_1}{A_i} \right)$ .

Q4 Dresser un tableau  $\delta_i = f(A_i)$  (3-4 valeurs). En déduire une valeur moyenne de  $\delta$ .

Q5 Déduire des mesures précédentes le facteur de qualité du circuit ainsi que la période propre  $T_0$ .

Q6 Déterminer alors la valeur  $L$  de l'inductance et celle  $r$  de sa résistance. Comparer  $r$  à la valeur fournie à l'ohmmètre puis comparer ces valeurs à celles inscrites sur la bobine.

### e. Modélisation

Elle permet de rechercher les coefficients d'un modèle de forme  $Y = f(X)$ , de façon à ce que la courbe calculée par ce modèle passe au plus près des points expérimentaux.

- Première étape : lisser la courbe (menu Traitements/calculs spécifiques), un nom par défaut (lissage de \_\_\_\_\_) est proposé par le logiciel.

- Puis F4 : lancement de la modélisation. Faire un cliquer glisser pour choisir la courbe à modéliser (celle qui a été lissée) et accepter le nom par défaut du modèle (modèle de \_\_\_\_\_). Choisir ensuite la forme mathématique du modèle à ajuster (Modèles).

Remarque : Si Latis Pro ne propose pas le bon modèle adéquat, on peut en définir un (Modèle utilisateur), tout à la fin des courbes proposées par Latis Pro.

On se propose de modéliser la courbe  $y_c(t)$ . Choisir la variable  $u_c(t)$  dans la liste proposée. On peut ne sélectionner qu'une partie de la courbe : deux curseurs verticaux rouges apparaissent, cliquer sur les deux points délimitant la partie de courbe désirée.

Remarque : Le changement de nom d'un modèle déjà existant peut permettre, après confirmation, de définir une nouvelle courbe modèle en conservant l'ancienne.

Remarque : Si le modèle est un des modèles prédéfinis, une estimation préalable des coefficients s'effectue et le calcul commence immédiatement, sinon il faut entrer pour chaque paramètre une estimation de sa valeur, cocher la case ACTIF pour autoriser l'optimisation sur ce paramètre et appuyer de nouveau sur le bouton [CALCULER].

Si le calcul est possible, les résultats s'affichent dans la zone Valeurs finales, ainsi que la qualité de la modélisation. On peut alors modifier la précision d'affichage à l'aide du bouton [PRÉCISION].

On rappelle la solution théorique du régime libre pour les conditions initiales  $y_c(0) = E$  et  $i(0) = 0$  :

$$u_C(t) = E^{-\frac{\omega_0 t}{2Q}} \left( \cos \omega t + \frac{1}{\sqrt{4Q^2 - 1}} \sin \omega t \right) \quad \text{où } \omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$$

Q7 Relever le modèle le plus adapté aux mesures expérimentales ainsi que les valeurs des paramètres ajustés. Y a-t-il accord avec la théorie? Vous pouvez imprimer la courbe et la coller ici.

## 2. Espace des phases

Q8 Dériver la fonction  $u_c(t)$  (traitement, calculs spécifiques). Tracer, pour une valeur de  $R$  fixée, en ordonnée la dérivée de  $u_c(t)$  et en abscisse  $u_c(t)$  (trainer  $u_c(t)$  sur la flèche de l'axe horizontal). On obtient une allure du portrait de phase, qui est le tracé de  $\dot{u}_c$  en fonction de  $u_c$ . Coller ici ou reproduire l'allure des courbes obtenues (pour des  $R$  de différentes valeurs).

Q9 Dans le cas du régime pseudo-périodique, compter le nombre de tours autour de l'origine. Comparer au facteur de qualité.

## II. Détermination du nombre de bits d'une conversion analogique-numérique

### 1. Rappels

Un signal **analogique** peut prendre une **infinité de valeurs** ; un signal **numérique**, lui, ne peut prendre qu'un **nombre fini** de valeurs : l'information est quantifiée.

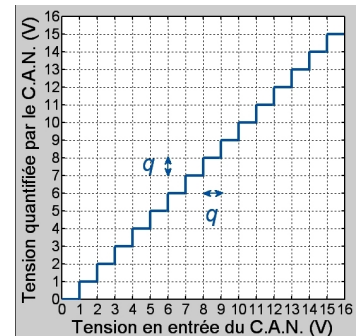
Pour réaliser une conversion analogique numérique, on utilise un circuit intégré appelé convertisseur analogique-numérique (CAN). Chaque valeur est arrondie à la valeur permise la plus proche par défaut (juste en dessous).

On appelle résolution  $q$ , ou pas, l'écart (constant) entre deux valeurs permises successives.

Avec  $n$  bits, il est possible de coder  $2^n$  valeurs différentes, d'où le pas sur un domaine  $U_{\min} - U_{\max}$  :

$$q = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{2^n}$$

Par exemple, avec un convertisseur 4 bits travaillant entre 0 V et 16 V , la résolution est de 1 V . Le graphe ci contre indique la tension « retenue » par le convertisseur en fonction de la tension d'entrée.



### 2. Application

Nous allons déterminer la résolution en bits de la carte d'acquisition Eurosmart.

Pour illustrer le rôle du calibre dans la conversion Analogique-Numérique, on fait une acquisition de 1000 mesures d'une tension continue de l'ordre de 0,7 V. On effectue 3 séries de mesures avec 3 calibres différents (1 V, 5 V et 10 V). Les mesures obtenues sont copiées dans le tableur de Latis Pro (traitements, tableur, trainer la courbe dans le tableau) pour effectuer le traitement permettant d'obtenir le pas en tension  $\delta U$ , donc le nombre  $n$  de bits.

Q10 : Faire apparaître le phénomène de discrétisation pour les différents calibres. Observations ? Justifications ? (Montrer au professeur)

Q11 : Afin de mieux faire ressortir la discrétisation, trier les mesures effectuées (dans le tableur, aller dans variables/trier). Pour chaque série, on les classe par ordre croissant, de façon à bien faire apparaître les valeurs successives autorisées par la carte d'acquisition. Afficher un nombre de chiffres après la virgule suffisant (clic droit sur le nom de la colonne) En déduire le nombre  $n$  de bits, c'est-à-dire la résolution de la carte d'acquisition.