

But du tp : visualiser un signal et son spectre en amplitude à l'aide d'une carte d'acquisition. Étudier l'action d'un filtre passe-bande sélectif sur des signaux périodiques pas nécessairement sinusoïdaux.

I. Acquisition d'une tension. Visualisation de son spectre.

Régler le GBF de manière à obtenir une force électromotrice sinusoïdale $e(t) = E_m \cos(2\pi f_0 t)$ de fréquence $f_0 = 1,00$ kHz avec une amplitude $E_m = 5,0$ V.

1) Acquisition numérique à l'aide d'une carte d'acquisition

Lancer le logiciel **LatisPro**. Celui-ci permet de réaliser l'acquisition d'une tension analogique $e(t)$. Afin d'optimiser la visualisation, 3 paramètres sont réglables (mais ils ne sont pas indépendants) :

- La durée totale d'acquisition (**Total**) : l'idéal est de prendre un nombre entier de périodes de la tension à visualiser (on prendra ici deux ou quatre périodes).

- Le nombre de points d'acquisition (**Points**) : on peut aller jusqu'à 10 000 points. Il faut prendre suffisamment de points pour que la courbe affichée soit bien lisse et sans cassures. On prendra ici 5000 points

- L'intervalle de temps entre deux points d'acquisition (**Te**) : on a bien sûr $\text{Total} = \text{Points} \times \text{Te}$. **Te** ne peut cependant pas descendre en dessous de 1 ns.

Pour notre TP on réglera plutôt **Total** et **Points**, le paramètre **Te** s'ajustera alors automatiquement.

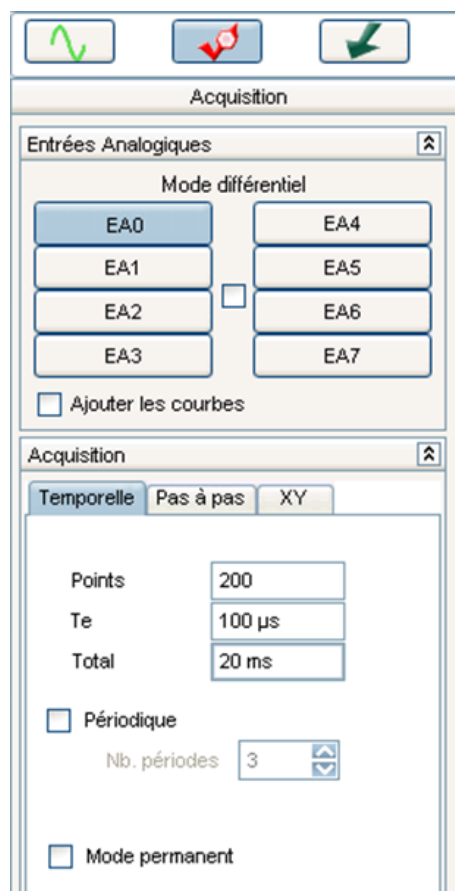
Cliquer ensuite sur la case **EA0** : la fenêtre graphique s'active avec **EA0** en ordonnée et le temps **t** en abscisse. Le logiciel est prêt pour une acquisition

Brancher les bornes du GBF entre l'entrée **EA0** et la masse de la carte d'acquisition de l'ordinateur. L'acquisition est lancée en appuyant sur la touche **F10**.

La mise en forme de l'affichage se fait en double-cliquant sur le nom **EA0** sur l'axe des ordonnées de la fenêtre graphique : un menu contextuel s'affiche dans lequel on peut régler le style de la courbe et sa couleur. On préférera ici le style **traits** qui permet une meilleure visualisation.

Un click du bouton droit de la souris placée à l'intérieur de la fenêtre graphique fait apparaître un autre menu qui permet de sélectionner au choix : une loupe pour agrandir une partie de la courbe, un réticule pour mesurer les coordonnées d'un point ou encore une fonction **calibrage** pour optimiser l'échelle d'une courbe.

Enfin, en cliquant **à gauche** de l'axe des ordonnées ou bien **en dessous** de l'axe des abscisses, on fait apparaître une fenêtre dans laquelle on peut entrer les valeurs minimale et maximale qui seront affichées sur l'axe étudié.



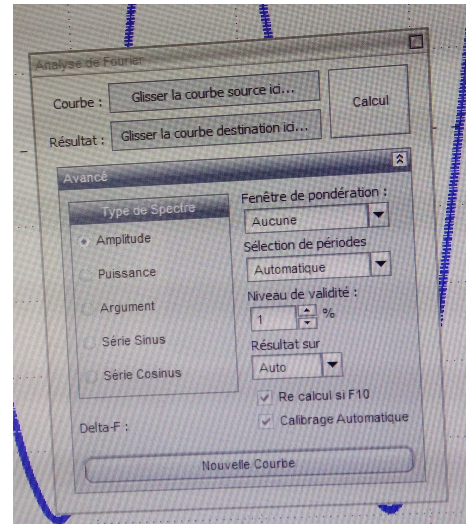
2) Visualisation du spectre de $e(t)$

Le spectre en amplitude de la tension acquisitionnée peut être visualisé en cliquant sur **Traitements** → **Calculs spécifiques** → **Analyse de Fourier**. La fenêtre ci-dessous s'affiche dans la fenêtre graphique :

La courbe dont on veut afficher le spectre doit être glissée - déposée dans le cadre indiqué. Pour cela, il faut cliquer sur l'onglet  à gauche de l'écran : un nouvel espace s'affiche où la courbe EAO doit figurer. Cliquez dessus et sans relâcher le bouton de la souris, déposez-la dans le cadre cible.

Il faudra ensuite déplier l'onglet **Avancé**. Le logiciel propose par défaut une sélection de période **Automatique**. Il vaut cependant mieux garder le contrôle des opérations et basculer en mode de sélection **Manuel**. Ce sera alors à vous d'indiquer grâce à deux curseurs verticaux déplaçables à l'aide de la souris **un multiple entier du nombre de périodes** de la tension $e(t)$.

Le spectre de $e(t)$ s'affiche dans une nouvelle fenêtre graphique en cliquant sur le bouton **Calcul**.



De la même façon que pour la fenêtre du signal en fonction du temps, on peut calibrer le spectre, utiliser une loupe ou un réticule (faire un click du bouton droit de la souris) ou encore ajuster l'échelle des fréquences en double-cliquant en dessous de l'axe des abscisses.

- Vérifier que tout est normal : fréquence et amplitude attendues.
- Modifier la sélection du nombre de périodes en sélectionnant un intervalle de temps qui **n'est pas un multiple entier** de la période de $e(t)$. Recalculer le spectre et noter la différence.

En conclusion :

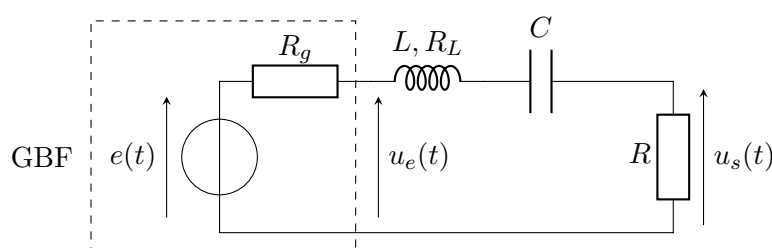
Pour étudier le spectre d'une tension il faut toujours sélectionner un multiple entier de sa période T , sans quoi le spectre que vous visualisez n'a aucun sens.

- Pour terminer cette partie, régler le générateur pour qu'il délivre un signal créneau d'amplitude E_m et de fréquence $f_0 = 1,00$ kHz. Visualiser le spectre de ce signal et comparer les valeurs expérimentales (amplitudes et positions en fréquence des raies) avec les valeurs théoriques rappelées page 3.

II. Étude d'un filtre passe-bande

1) Montage théorique

On étudie le filtre ci-dessous de fonction de transfert $H(j\omega) = u_s/u_e$:



Il s'agit d'un filtre passe-bande d'ordre 2 dont les paramètres sont :

$$H_0 = \frac{R}{R_L + R} \quad ; \quad Q = \frac{1}{R_L + R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{et} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

L'inductance L et la résistance R_L sont celles d'une bobine 1000 spires. Les mesurer précisément au RLC-mètre. En déduire la valeur de C pour avoir une fréquence de résonance $f_0 = 1,00$ kHz. On donnera à C la valeur la plus précise possible à l'aide du RLC-mètre.

Prendre $R = 20 \, \Omega$. Quelle est alors la valeur du facteur de qualité Q ?

La f.é.m. du GBF $e(t)$ est sinusoïdale de pulsation ω et d'amplitude E_m : $e(t) = E_m \cos(\omega t)$. On règle le GBF pour avoir $E_m = 10,0$ V. Les tensions $u_e(t)$ et $u_s(t)$ seront alors de la forme :

$$u_e(t) = U_{em}(\omega) \cos(\omega t + \varphi_e(\omega)) \quad \text{et} \quad u_s(t) = U_{sm}(\omega) \cos(\omega t + \varphi_s(\omega))$$

Connecter l'oscilloscope pour afficher u_e sur la voie 1 et u_s sur la voie 2.

2) Mesures de f_0 et H_0

- Dans le cas d'un filtre passe-bande, la mesure précise de f_0 se fait en utilisant le mode XY de l'oscilloscope (affichage de u_s en ordonnée, en fonction de u_e en abscisse).

Quelle est la nature de la courbe reliant u_e et u_s dans le mode XY lorsque les deux tensions sont en phase ? Observer cela en faisant varier la fréquence autour de la valeur théorique attendue de f_0 . Mesurer f_0 précisément.

- Basculer ensuite l'oscilloscope en mode temporel et mesurer H_0 .
- Dans le cas où les valeurs expérimentales de f_0 , H_0 diffèrent notablement des valeurs théoriques, proposer une explication.

Dans la suite on prendra les valeurs numériques obtenues expérimentalement pour f_0 et H_0 .

3) Action du filtre sur un signal périodique quelconque

Dans cette partie et la suivante, nous allons considérer que l'excitation du filtre est la fém de GBF $e(t)$ (et plus $u_e(t)$). La fonction de transfert devient :

$$\underline{H_1}(j\omega) = \frac{\underline{u_s}}{\underline{e}} = \frac{H_1}{1 + jQ_1 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

la fréquence de résonance étant inchangée. Un calcul non demandé conduit à :

$$H_1 = \frac{R}{R_g + R_L + R} \quad \text{et} \quad Q_1 = \frac{1}{R_g + R_L + R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

On fera l'hypothèse que $R_g = 50 \, \Omega$.

On rappelle les séries de Fourier d'un signal créneau symétrique de fréquence f et variant entre $-E_m$ et $+E_m$ toutes les demi-périodes, puis d'un signal triangulaire de fréquence f et croissant de $-E_m$ à $+E_m$ sur une demi-période et décroissant de $+E_m$ à $-E_m$ sur l'autre demi-période :

$$F_{\text{créneau}}(t) = \sum_{p=0}^{+\infty} \frac{4E_m}{\pi(2p+1)} \sin[(2\pi(2p+1)ft)]$$

et

$$F_{\text{triangle}}(t) = \sum_{p=0}^{+\infty} (-1)^p \frac{8E_m}{\pi^2 (2p+1)^2} \sin[(2\pi(2p+1) f t)]$$

- $e(t)$ étant un créneau de fréquence $f = f_0$ et d'amplitude $E_m = 10,0$ V, observer $u_s(t)$ sur l'oscilloscope.

Quelle est l'expression théorique de $u_s(t)$ (on supposera que le filtre est sélectif, ce qui permet de négliger des termes dans l'expression de u_s) ? Vérifier à l'aide de l'oscilloscope la concordance de l'amplitude de u_s avec la formule que vous avez établie.

- Reprendre la même expérience lorsque $u_e(t)$ est une tension en forme de triangle.

4) Comportement en haute fréquence

- Basculer le GBF en créneau symétrique d'amplitude $E_m = 10,0$ V et de fréquence $f = 10$ kHz. Observer le signal u_s et expliquer.
- Mesurer la pente de $u_s(t)$ (utiliser les mesures automatiques d'amplitude crête à crête) et en déduire la valeur expérimentale de Q . Proposer une explication à une éventuelle différence avec la valeur théorique attendue.