

B – Analyseur de spectre

Le but de ce TP est d'utiliser un analyseur de spectre rudimentaire dont l'opérateur principal est un filtre passe-bande sélectif dont on peut faire varier la fréquence propre f_0 . La fréquence propre est réglée grâce à une horloge dont on peut faire varier la fréquence f_H avec $f_H = 50 f_0$. Le signal à étudier sera injectée à l'entrée de l'analyseur.

Matériel à disposition :

- 1 Oscilloscope numérique Keysight 4 voies avec câbles coaxiaux, et T...
- 1 GBF arbitraire FI5505GA = GBF1
- 1 GBF Enertec 4415 = GBF2.
- 1 ordinateur équipé de regressi, excel...
- 1 analyseur de spectre et son alimentation (transformateur) 24V.
- Les notices des différents appareils de mesure.
- 1 multimètre numérique avec l'option fréquencemètre.
- Votre cahier de TP
- Votre Annexe 2 sur les incertitudes

I – Montage

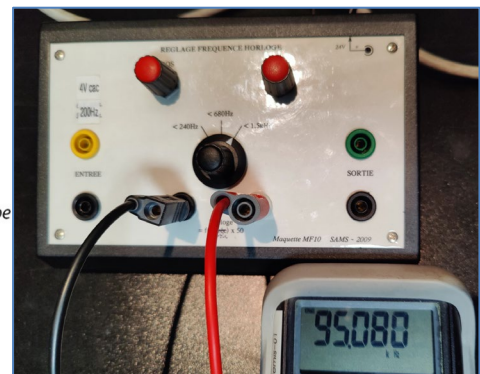
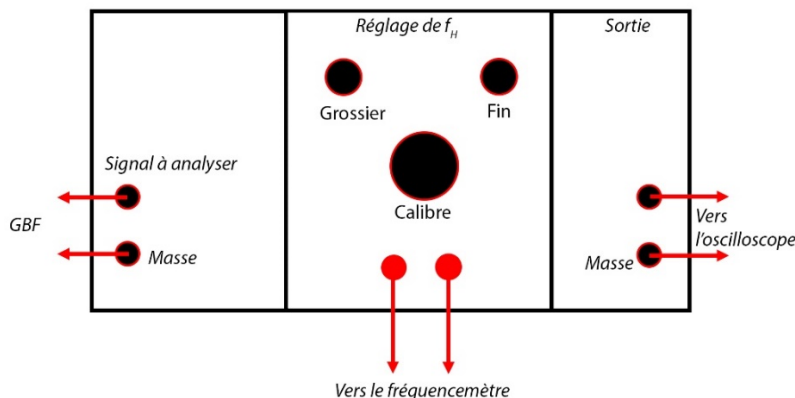


Schéma et photo du dispositif ici réglé sur $f_0 = \frac{95,080}{50} \text{ kHz}$

II – Allure du diagramme de Bode

II-1) Rappeler (ou retrouver) l'expression de la fonction de transfert d'un filtre passe-bande d'ordre 2 à l'aide de $H_0, Q, x = \frac{f}{f_0}$. Donnez les définitions de ces grandeurs.

II-2) Définir et établir l'expression de la bande passante Δf du filtre en fonction de f_0 et Q . On pourra généraliser cette formule à tout passe-bande d'ordre n .

II-3) Tracer le diagramme de Bode, avec ses asymptotes, en gain en phase pour $Q=40$ sur du papier semi-logarithmique pour le filtre passe-bande d'ordre 2. On pourra au choix utiliser une feuille pour chaque diagramme ou une pour les deux diagrammes.

III – Diagramme de Bode expérimental

IV-1) Régler la fréquence à $f_0 = 1 \text{ kHz}$ pour le filtre. Calculer rapidement H_0, f_0 et Q . Détailler la méthode utilisée. (Il faudra lire au fréquencemètre 50kHz)

IV-2) Sur un papier semi-logarithmique tracer les diagrammes de Bode en gain et en phase en tenant compte du fait que le filtre est très sélectif.

IV-3) En déduire les valeurs de $f_0, Q, \Delta f$ et H_0 avec que leur incertitude.

IV-4) Relever les pentes des asymptotes, la « rotation » de phase sur vos diagrammes de Bode. En déduire la nature du filtre utilisé : type, ordre... (cf Annexe 1)

Annexe 1 : Reconnaissance de l'ordre « n » d'un filtre

- Sur le diagramme de Bode en gain : « La somme des valeurs absolues des pentes des asymptotes est égale à $n \times 20 \text{ dB/décade}$. Par exemple un passe bande d'ordre 2 a des asymptotes de $+20 \text{ dB/décade}$ et -20 dB/décade donc une somme « absolue » de $40 \text{ dB/décade} \Rightarrow n = 2$
- Sur le diagramme de Bode en phase : « La rotation de phase est égale à $n \times \frac{\pi}{2}$ ». On vérifie pour un ordre 2 qui varie de $\frac{\pi}{2}$ à $-\frac{\pi}{2}$ cela donne une rotation de phase de π donc $n = 2$.
- Les pulsations de coupure sont toujours définies à -3 dB . Par contre les phases des pulsations de coupure dépendent de l'ordre du filtre.

IV – Analyseur de spectre

V-1) Principe

- On injecte à l'entrée de l'analyseur un signal périodique $V(t)$ carré (ou triangulaire) de fréquence fondamentale f .
- On augmente f_0 à partir d'une valeur légèrement inférieure à f .
- Le filtre délivre en sortie une tension notable que pour les résonances, c'est-à-dire les fréquences f_0 correspondant aux fréquences des harmoniques.
- On notera que le signal de sortie est proportionnel à l'amplitude des harmoniques.

V-2) Mesures

- Etudier le spectre d'un signal carré de fréquence 200Hz puis un signal triangulaire de même fréquence.
- Récapituler dans un tableau les valeurs des fréquences obtenues pour les harmoniques (les trois premiers non nuls) et leurs amplitudes ainsi que les valeurs attendues d'après la théorie donnée ci-après.
- Représentez dans votre compte-rendu le spectre théorique et expérimental pour les deux formes de signaux. (Papier millimétré)
- Conclure

Aide : Annexe 2

- Signal créneau d'amplitude E , de rapport cyclique $\frac{1}{2}$ de valeur moyenne nulle, impair et de période T :

$$S(t) = \frac{4E}{\pi} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\sin((2p+1)\omega t)}{2p+1}$$

- Signal triangle d'amplitude E , de rapport cyclique $\frac{1}{2}$ de valeur moyenne nulle, impair et de période T :

$$S(t) = \frac{8E}{\pi^2} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\sin((2p+1)\omega t)}{(2p+1)^2}$$

V – Wobulation externe ou interne

Le but de cette manipulation est d'obtenir l'allure de la réponse du filtre à l'aide d'une wobulation interne ou externe. Il faudra pour cela obtenir une forme équivalente au document ci-dessous.

- Visualiser la réponse en fréquence de l'analyseur à l'oscilloscope en mode XY de notre analyseur de spectre.

Rappel « technique » sur la wobulation externe :

- Le GBF1 sera utilisé comme source de « rampe positive ». On choisira une rampe de 10Hz environ et d'amplitude maximale sans saturer. Quelles sont les deux réglages spécifiques afin d'obtenir une rampe positive utile à la wobulation externe.
- Relier le GBF1 à l'entrée « Modulation Externe » de votre GBF 2. La sortie du GBF2 sera envoyée sur l'analyseur de spectre.

Appeler le professeur, quand vous aurez obtenu un résultat proche de l'image

