

OK : Montage de physique : Résonance

lundi 30 novembre 2020 09:06

Notions à maîtriser :

- Équation électrocinétique avec notation complexe
- Régime libre/forcée
- Facteur de qualité

Plan du montage :

Introduction : une résonance qu'est-ce que c'est ? C'est un transfert maximal de puissance d'un exciteur vers un résonateur pour une ou des fréquences particulières.

I/ Résonance mécanique :

Réponse libre du système
Sollicitation impulsionnelle

a. Diapason 440Hz sur caisse de résonance :

Réponse libre du système après sollicitation par marteau, on considère le marteau comme une sollicitation de type bruit blanc (dirac contenant l'ensemble des fréquences) et donc le diapason en réponse libre va vibrer sur l'ensemble de ses fréquences propres. On va mesurer la réponse avec un micro directionnel pointé dans la caisse de résonance.

L'acquisition sous latis suivit d'une FFT permet de capter le pic vers 440 Hz et avec la résolution fréquentielle de mesurer les fréquences associées à la demi intensité maximum. Le but serait de mesurer le facteur de qualité, mais ce n'est qu'une illustration

b. Diapason 440Hz fixé sur potence (considérée comme non résonante à cette fréquence)

Réponse libre du système après sollicitation par marteau (idem qu'avec caisse) l'objet est d'illustrer la limite de la résolution fréquentielle et de considérer que le diapason est notre cas parfait avec un facteur de qualité "infini".

Conseil de manipulation :

- Régler le gain du micro pour le diapason seul
- Afin de ne pas changer ce gain ne pas frapper trop fort le diapason avec caisse
- Attention le micro peut se mettre en veille tout seul et il faudra le rallumer
- Caractéristiques des composants : $R=1k\Omega$; $L=20mH$; $C=50nF$ ou $10nF$

II/ Circuit RLC série :

Réponse forcée du système à un balayage en fréquence réalisé par un GBF (de 1kHz à 100kHz en 10s, V_{pp} 5V **montrer que la tension en sortie du GBF pendant le balayage est bien constante**)

Sollicitation fréquentielle

Mesure simultanée des résonances en intensité et en tension

a. RLC - C=50nF

Réponse forcée du système au balayage on voit bien la décroissance exponentielle sur latis. On sait que pour la résonance en tension si le facteur de qualité est trop faible celle-ci ne pourra pas s'établir car l'équation définissant Q ne présentera pas de solution réelle (marquer cette équation au tableau). On va modifier la valeur de C pour pouvoir obtenir une solution réelle.

b. RLC - C=10nF

On constate alors une bonne résonance à la fois en intensité et en tension (cette dernière présente un certain décalage). On fait une mesure des fréquences propres sur Latis avec le pointeur (attention à ne pas rajouter d'élément pas un

misclic). On réalise une mesure au RLC mètre et on fait un calcul d'incertitude sur la valeur de la fréquence propre. Enfin on peut déterminer la valeur du facteur de qualité avec le fréquence de résonance en tension et le comparer au théorique de la même manière. Pour calculer la fréquence propre il faut identifier le top du générateur qui sera donné par le bouton sync sur celui-ci et enverra un signal carré synchronisé avec le début du balayage.

III/ Corde de Melde

Réponse forcée du système à une fréquence que l'on déterminera en amont du TP pour être la fréquence "fondamentale"

On visualise des ondes stationnaire sur la cavité résonnante qu'est la corde. C'est une cavité résonante car on a un coefficient de réflexion parfait à l'extrémité (on peut déterminer la longueur de la corde et indiquer que celle-ci varie avec un facteur 2 associé à la fréquence propre déterminée du fait de la réflexion.

L'objectif est d'illustrer la multiplication des nœuds/ventre avec l'augmentation de la fréquence par un coefficient multiplicatif sous forme d'un entier naturel.

Conclusion : on a visualisé un transfert max de puissance sur réponse libre/forcée avec sollicitation impulsionnelle, fréquentielle. On a aussi vu les résonances sur des ondes stationnaires. A travers ces manipulations nous avons illustré différentes manière d'obtenir une résonance et d'en quantifier les effets mais on ne cherche pas toujours à les obtenir, effectivement dans le domaine de la mécanique les résonances sont souvent à éviter car celles-ci peuvent amener le système résonant à la rupture.

Conseil de manipulation et explications :

- Vérifier le bon fonctionnement des différents composants avant la manipulation.
- Penser à illustrer le fait que la tension ne varie pas au borne du GBF pendant le balayage pour pouvoir affirmer que la mesure que l'on fait est bien le maximum d'amplitude.
- On a choisi de faire varier le condensateur plutôt que la résistance car :
 - o La plage de fréquence balayée entre 1 et 100kHz permettait de bien atteindre la fréquence propre (qui varie en $1/\sqrt{LC}$) donc ce n'était pas un problème
 - o Afin que la résonance en intensité au borne de la résistance ($1k\Omega$) ne soit pas perturbée par la résistance interne du générateur (50Ω) et reste lisible malgré la superposition avec la résonance en tension.
- Aux bornes du condensateur (résonance en tension) on aura :
 - o La fréquence de résonance : $\omega_r = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2 * Q^2}}$
 - o La tension maximum observée : $U_C = \frac{Q * E_0}{\sqrt{1 - \frac{1}{4 * Q^2}}}$
 - o Avec E_0 tension aux bornes du générateur et Q facteur de qualité.
- Déphasage :
 - o Dans le cas de la résonance en intensité le générateur et la résistance présentent des signaux en phases (effectivement résonance aux bornes de la résistance ==> Circuit RLC purement résistif donc dipôle équivalent sans partie imaginaire)
 - o Dans le cas de la résonance en tension on aura un déphasage entre générateur et condensateur de $\pi/2$
- Lecture du facteur de qualité :
 - o On sait que $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$
 - o $\Delta\omega$ peut se lire sur le signal en cherchant soit l'amplitude maximum sur 2 ou sur $\sqrt{2}$. On retrouve ces valeurs dans le système d'équation qui décrit ce système :
 - On divisera par 2 pour un régime libre ==> Cas du diapason
 - On divisera par $\sqrt{2}$ pour un régime forcé ==> Cas du RLC

Pour l'ensemble du TP Latispro sera réglé avec :

- Temps d'acquisition réglée sur 20s
- Nombre de points d'acquisition 20 000
- On obtient alors une période d'acquisition de 1ms

Cela nous permet donc d'après la théorie de Shannon de capter des fréquences allant jusqu'à 500Hz c'est donc cohérent de la fréquence du diapason ($1\text{ms} \Rightarrow F_{\text{max}} = (1/0,001) * 0,5$)

La résolution fréquentielle maximum est quant à elle dépendante de la fenêtre temporelle de mesure soit 20s $\Rightarrow 1/20 = 0,05 \text{ Hz}$