

MP 32 couplage d'oscillateur

Remarques : Rapport Jury

2014, 2015, 2016, 2017 Les pendules utilisés dans le cadre de ce montage sont souvent loin d'être des pendules simples, et les candidats doivent en tirer les conclusions qui s'imposent. Les expériences de couplage inductif sont souvent difficiles à exploiter, car les candidats ne maîtrisent pas la valeur de la constante de couplage. Enfin, il n'est pas interdit d'utiliser plus de deux oscillateurs dans ce montage, ou d'envisager des couplages non linéaires, qui conduisent à des phénomènes nouveaux comme l'accrochage de fréquence, et ont de nombreuses applications.

2013 : Les pendules utilisés dans le cadre de ce montage sont souvent loin d'être des pendules simples. Enfin, les couplages non linéaires conduisent à des phénomènes nouveaux comme l'accrochage de fréquence, qui ont de nombreuses applications.

2012 : Les candidates peuvent présenter des systèmes couplés simples, en mécanique, en électricité... mais il faut analyser correctement les couplages pour éviter une mauvaise utilisation de formules toutes faites. Le jury met en garde les candidats contre l'utilisation de dispositifs dont la modélisation n'est pas comprise.

2011 : Le jury met en garde les candidats contre l'utilisation de dispositifs dont la modélisation n'est pas comprise.

2010 : Les pendules utilisés dans le cadre de ce montage sont souvent loin d'être des pendules simples. D'autre part, il faut réaliser le montage correspondant aux équations que l'on écrit (ou l'inverse), sinon l'interprétation n'est pas correcte. Enfin, les couplages non linéaires conduisent à des phénomènes nouveaux comme l'accrochage de fréquence, qui ont de nombreuses applications.

2009 : Il n'est pas interdit de penser à d'autres domaines que l'optique.

2006 : Les systèmes propagatifs à constantes réparties n'ont leur place dans ce montage qu'à condition de faire référence explicitement au couplage lors de la manipulation présentée.

2005 : Ce montage ne doit pas se limiter aux filtres passifs. D'autres domaines que l'électronique peuvent également être abordés.

2004 : L'étude de la phase est trop souvent absente de ces montages alors qu'elle fournit des relations complémentaires non redondantes à celle de l'amplitude.

1999 : L'étude du couplage d'oscillateurs identiques ne permet pas de couvrir la totalité du sujet.

1997 : Dans l'étude de deux oscillateurs couplés, il ne faut pas s'appesantir sur la détermination des paramètres des oscillateurs indépendants, mais il faut plutôt considérer les deux régimes, oscillations libres et forcées. Il est aussi possible d'étendre l'étude à des oscillateurs comportant plus de deux degrés de liberté."

[1] Quaranta, Tome IV : Électricité et appl.. Éditions Pierron, 2004.

[2] Gibaud, Étude théorique et expérimentale de pendules pesants couplés : modes normaux de vibration. BUP n° 894, mai 2007.

[3] Quaranta, Tome I : Mécanique. Éditions Pierron, 2002.

I Couplage Capacitif

cf BUP gibaud 894 p 577 et Izarra - BUP 759 1549

1 Couplage élastique de 2 pendules pesants ou simples

(Cas de deux oscillateurs de même masse et même pulsations)

2 pendules face à face couplé par un fil de torsion

ou

2 pendules l'un à côté de l'autre mais relié par un ressort (cf Gibaud et Izarra)

1.1 Calibration : Il faut mesurer les fréquences propres des deux pendules, les comparer à la valeurs théoriques (attention les pendules sont souvent pesants.) Mesurer les moment d'inertie des pendules pesants à l'aide de formule (on mesure la masse les longueurs des barres...), la position du point d'application du poids.

Mesure de la constante de raideur du ressort de couplage:

soit par méthode statique On accroche une masse, on mesure l'allongement (attention à tenir compte de la longueur à vide)

soit par méthode dynamique : On accroche une masse, on la fait osciller et on mesure la pulsation propre → on en déduit la constante de raideur

Puis on excite un des pendules, on laisse osciller et on fait une FFT : on en déduit les deux fréquences propres . Comparer aux valeurs attendues.

L'expérience demande beaucoup de soin notamment dans la partie calibration et prend du temps.

1 Couplage élastique mécaniques avec PASCO . Deux mobiles reliés par ressort à deux points fixes et on met un ressort entre les deux : cf p 1004 du BUP 685 p 1001

(Cas de deux oscillateurs de même masse et même pulsations)

Expérience sans grande difficulté, plus facile à mettre en œuvre que les pendules, mais il faut avoir auparavant pris en main le logiciel de Pasco.

1 Couplage capacitif de 2 circuits LC (cf schéma en pièce jointe)

C est la même expérience que les pendules mais en électricité.

On a une maquette au labo sur cette manip.

a. Réponse indicielle

(Cas de deux oscillateurs de même masse et même pulsations)

L'expérience est assez facile, ça marche bien, et c est sans risque . Par contre, si vous montrez le couplage inductifs, ça peut être bien de montrer autre chose que de l'électricité pour le couplage capacitif.

b. Réponse fréquentielle

(Cas de deux oscillateurs de même masse et même pulsations)

Il s'agit ici de mesurer la réponse en fréquence (oscillateur forcé).

c. Anti-croisement :

(Cas de deux oscillateurs de même masse et mais pulsations différentes)

Belle manip qui à mon avis tout son sens dans ce montage, mais attention aux aspects théoriques.

cf pièce jointe + calcul anti-croisement

II Couplage inertiel de 2 circuits LC

BUP 915 p 659 et BUP 1193 (mais plutôt sur M et pour montage induction que couplage d'oscillateur)

BUP 562 563, 1974 2 circuits LC couplés par Mutuelle

Manip facile à faire : tout le pb est la détermination de l'inductance mutuelle. Il faut d'abord déterminer l'inductance mutuelle (en envoyant un courant triangulaire dans une des bobines et en mesurant la tension à l'autre), puis faire son montage sans bouger les bobines. Déterminer M en préparation, mais pas pendant le montage

On peut étudier :

- régime libre (réponse indicielle → on dérive → FFT)

- (Cas de deux oscillateurs de même masse et même pulsations)

- régime forcé

- (Cas de deux oscillateurs de même masse et même pulsations)

- anti- croisement (Quaranta, Tome IV : Électricité et appl.. Éditions

Pierron, 2004. p108) (Cas de deux oscillateurs de même masse et pulsations différentes)

III Chaîne d'oscillateurs couplés.

(Cas de plusieurs oscillateurs de même masse et même pulsations)

Plus difficile théoriquement.

On peut montrer le passage des oscillateurs couplés à la notion d'onde.

Expérience Notice 29

1) nombre de modes propres (assez facile, attention à la théorie)

Montrer que nombre de fréquence propres est égale au nombre d'oscillateur. Et vérifie la relation cf Notice

2) Mode propre- Plus dur notamment au niveau théorique.

Il s'agit de tracer l'amplitude de chaque oscillateur en fonction de la position de l'oscillateur pour chaque fréquence propre → pour se faire, excitation indicielle, on fait la FFT du signal dérivée de chaque oscillateur, et on prend la valeur de la FFT à la fréquence du mode propre. On reporte cette amplitude pour chaque mode propre en fonction de la position de l'oscillateur. Montrer qu'on retrouve des sinusoides (onde)

on peut même aller jusqu'à une relation de dispersion en définissant des vecteurs d'onde.

Possible aussi

Synchronisation d'oscillateur BUP 815 p 65 trop dur - laisser tomber

Resonateur d'Helmlotz couplés : BUP 845 1055 trop dur - laisser tomber