

# M32 : Couplage des oscillateurs

Louis Heitz et Vincent Brémaud

## Sommaire

Rapport du jury	3
Bibliographie	3
Introduction	4
I Pendules couplés	4
II Circuits LC couplés	4
III N oscillateurs couplés	4
Conclusion	4
A Correction	5
B Commentaires	5
C Matériels	5
D Expériences faites les années précédentes	5
E Questions du jury	5
F Tableau présenté	5

Le code couleur utilisé dans ce document est le suivant :

- → Pour des éléments de correction / des questions posées par le correcteur
- Pour les renvois vers la bibliographie
- *Pour des remarques diverses des auteurs*
- ⚠ Pour des points particulièrement délicats, des erreurs à ne pas commettre
- Pour des liens cliquables

## Rapports du jury

**2017, 2016, 2015** : 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.

## Bibliographie

## Introduction

Couplage d'oscillateur : deux oscillateurs indépendants, puis interaction entre les deux (couplage) : dynamique de l'un influence dynamique de l'autre. Conséquence : apparition de modes propres (possiblement différents de chacun seul) et de nouvelles fréquences. Mouvements plus complexes.

## I Pendules couplés

Caractériser en préparation chacun des pendules, puis calculer le couplage en maintenant une masse fixe ; vérifier la formule pour une combinaison linéaire des deux modes normaux.

Code Monte-Carlo pour les incertitudes sur  $C$ .

## II Circuits LC couplés

On a  $L = 47$  mH,  $C = 182$  nF.  $\Gamma$  à prendre sur la plaquette

⚠ **Schéma sur le CR d'Aurélien.**

On cherche à mettre en avant les modes symétriques et antisymétriques. On a  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_s$ ,  
 $\omega_{AS} = \sqrt{\frac{1}{LC} + \frac{2}{\Gamma L}}$ .

⚠ **Attention les fréquences de résonance ne sont pas les fréquences propres !**

$$\omega_{res,1} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}} \quad \omega_{res,2} = \sqrt{\frac{1}{LC} + \frac{2}{\Gamma L} - \frac{R^2}{2L^2}}$$

Et les facteurs de qualité :

$$Q_1 = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad Q_2 = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{\Gamma}} (2 + \Gamma/C)$$

## III N oscillateurs couplés

**ALD**, mettre en avant les 4 pics en FFT, dire que pour  $N$  oscillateurs il y aura  $N$  fréquences propres.

## Conclusion

Couplage linéaire : fréquence symétrique / anti symétrique. Si  $N$  oscillateurs,  $N$  fréquences propres.  
 Couplage non linéaire : oscille à la même fréquence, apparition d'harmonique. Omniprésent pour couplages pas forcément désirés.

## A Correction

## B Commentaires

## C Matériels

## D Expériences faites les années précédentes

- Couplage d'oscillateurs en mécanique, observation des modes symétriques / antisymétriques.
- Couplage capacitif
- Couplage de N oscillateurs (ligne à retard)
- Couplage par inductance mutuelle (déconseillé par Arnaud et autres correcteurs)  
ref [compte rendu](#) et Livre d'ALD

## E Questions du jury

## F Tableau présenté