

# MP32 Couplage d'oscillateurs

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

June 6, 2021

## 1 Couplage de deux pendules

### Matériel

- Deux pendules couplables par un fil de torsion
- set de masses
- Les alim / amplis pour les potentiomètres
- Un oscillo
- Des cables
- Une pince pour serrer/désserer la tige

### Mesurer le couplage et les fréquences propres

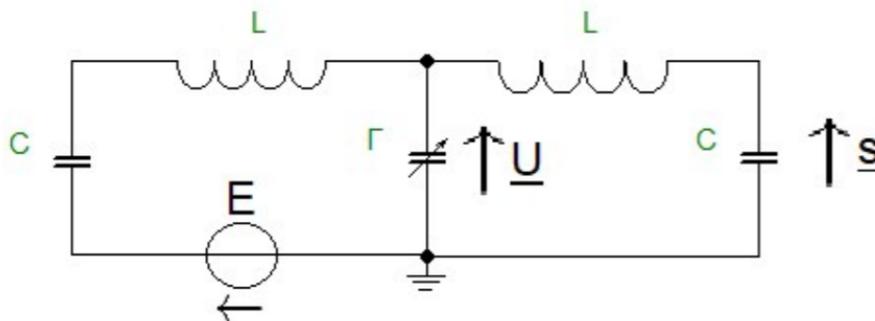
- (Au préalable) Équilibrer les pendules à vide
- (Au préalable) Mesurer par la méthode de son choix les périodes à vide avec une masse  $T_o = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mgl}}$
- On fixe l'un des pendules, on les couple et on calcule le couple entre les deux en regardant la modification dans la période d'oscillation de l'autre.  $T_o = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mgl+C}}$
- Débloquer le pendule bloqué. Lacher d'une hauteur quelconque l'un des deux. Observer les va et viens d'énergie de l'un à l'autre, commenter, et faire une TF pour mettre en avant les fréquences symétriques et antisymétriques.  $f_s = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mgl}{J}}$   
 $f_{as} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mgl+2C}{J}}$
- Expliquer ce que cela représente en terme de mode propres

Transition: On a vu un exemple en mécanique, voyons maintenant un exemple analogue en électronique

## 2 Couplage de deux Oscillateur LC par une capacité

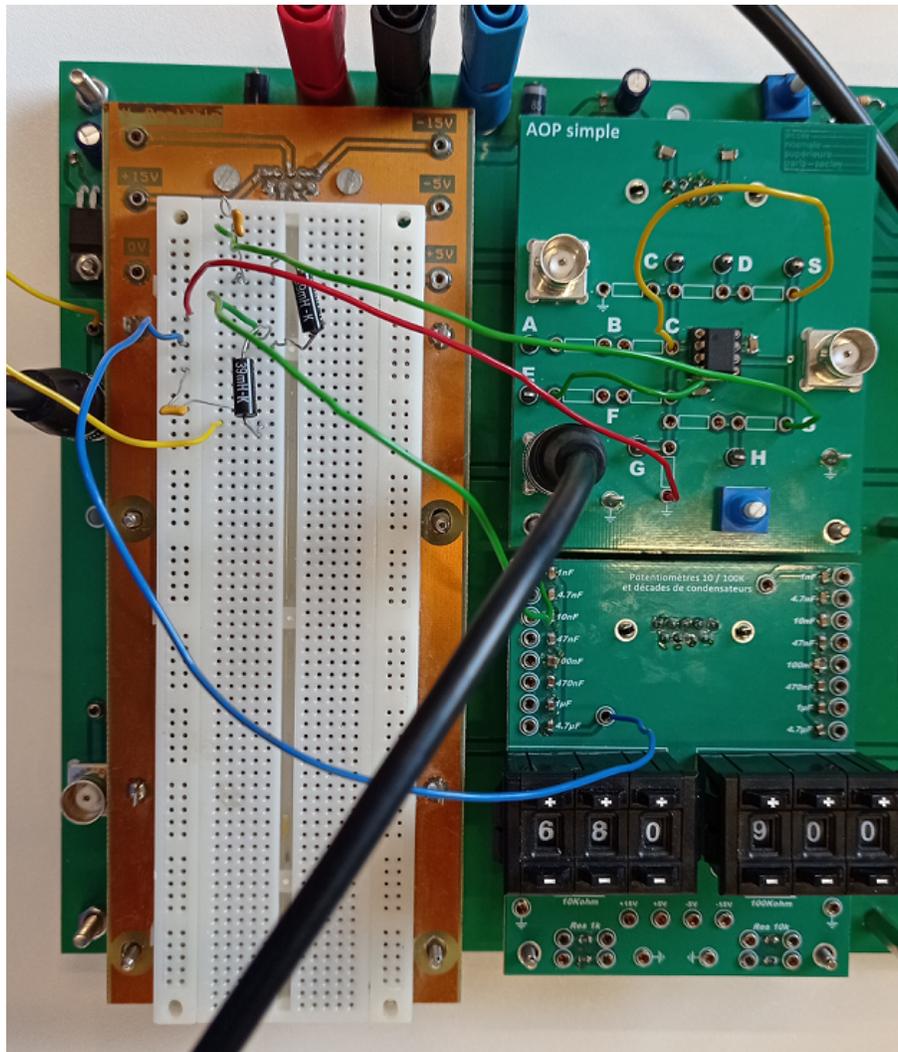
### Matériel

- Deux capa identiques ( $\sim 200$  nF, comme ça on peut bien distinguer les deux résonances)
- Deux inductances identiques ( $\sim 40$  mH)
- Une capa réglable (Plaquette à décade)
- Plaquette suiveur (plaquette AOP simple, boucler la sortie sur une des deux entrées de l'AO)
- cables
- des fils en pagaille
- Carte mère et alim +15/-15 V
- Un GBF
- Un oscillo



### 2.1 Mesure des fréquences de résonances

- On branche tout le circuit selon le schéma (Attention, mettre un suiveur en sortie du GBF pour l'adaptation d'impédance)
- On a une fonction de transfert de la forme:  $H(\omega) = \frac{1}{(1-LC\omega^2)(2-\omega^2L\Gamma+\frac{\Gamma}{C})}$



- On note deux fréquences de résonances  $f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$   $f_{as} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} + \frac{2}{\Gamma L}}$
- On trace  $f_{as}^2(\frac{1}{\Gamma})$ , et on obtient en ordonnée à l'origine  $f_s^2$
- **Remarque** : Calculer au préalable les valeurs attendues de  $f_s$  et  $f_{as}$  et régler les paramètres d'acquisition du Bode sous IGOR de telle sorte à bien pouvoir observer les deux. Mettre 1V pour l'impulsion (permet d'éviter les saturations)

**Transition:** On a vu deux exemples à deux oscillateurs. Voyons maintenant un exemple à 4 oscillateurs, pour en extraire les fréquences et surtout les modes propres qui seront plus complexes que juste symétrique et antisymétrique.

## 3 Couplage de 4 oscillateurs : chaîne de ressorts

### Matériel

- Le cadre avec 4 oscillateurs + drap noir
- Set de grosses masses
- Cordes et poulies (si possible, rail de frottements)
- Caméra Vidéocom
- Alim stabilisée
- Câbles
- Si besoin, bandes réfléchissantes

Se référer à la notice 'Oscillateurs couplés à 4 masses' sur le site du DER. <http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/meca/chaine.html> pour visualiser les différents modes.

### 3.1 Mesurer les fréquences propres

- Première étape. Mesurer constante de raideur de chaque ressort avec masse + poulie.
- Ensuite, setup de la caméra, prise en main du logiciel
- On met une très grosse baffe !
- On fait la TF au logiciel, et on en déduit les 4 fréquences propres.
- On peut après exciter mode par mode avec une alim stabilisée sur le vibreur du cadre (la fréquence est proportionnelle à la tension délivrée au vibreur), et vérifier qu'on retrouve les fréquences des différents modes

### Biblio

- 1 Physique expérimentale, de Boeck
- 2 Electronique expérimentale, Michel Krob
- 3 CR MP32 Aurélien