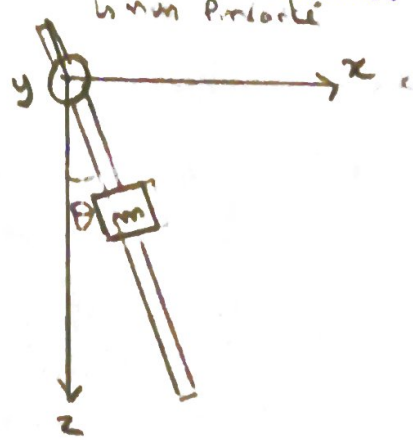




M28 : Instabilités et Phénomènes non Linéaires

I. Le Pendule

Perte d'isochronisme
un peu d'isochronisme



Calcul de la période T avec approx¹ puis
avec la méthode de Borda

$\theta > 45^\circ$ trace courbe de T en fct de θ

* Comparaison avec modèle de Borda

• 1^{er} ordre :

$$T_1 = T_0 \left(1 + \frac{\theta^2}{16} \right) \rightarrow \text{éloigner courbe exp}$$

• 2nd ordre :

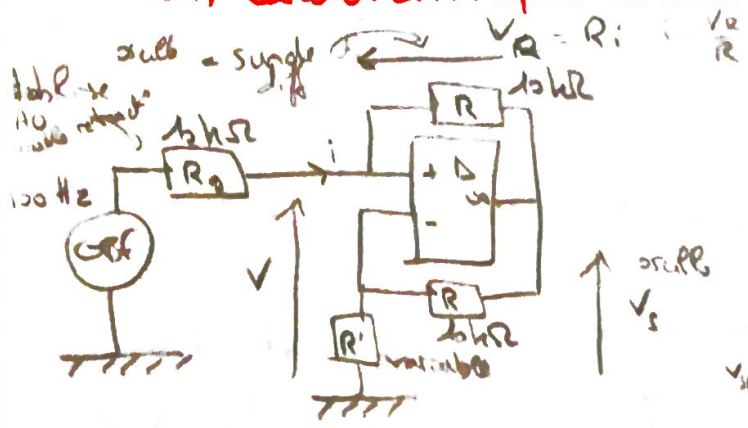
$$T_2 = T_0 \left(1 + \frac{\theta^2}{16} + \frac{11\theta^4}{3072} \right) \rightarrow \text{correspond}$$

1) Lancer le pendule !

Enrichissement du spectre (on ajoute une masse barre) pour de plus en plus
→ observe FFT du signal puis en 3D → courbure = densité
l'apparition de frq. enrichissement du spectre du au oscillat²

II. Etude d'un oscillateur auto-entretenu

1) Caractéristique d'une résistance négative



$$V_s = f(i)$$

$$V_{SAT+} = -13,25 \pm 0,54 \text{ V}$$

$$V_{SAT-} = 12,56 \pm 0,56 \text{ V}$$

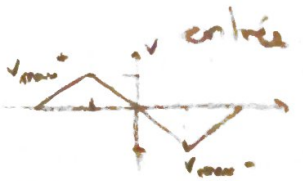
$$i_{max+} = -9,066 \pm 0,003 \text{ A}$$

$$i_{max-} = 9,037 \pm 0,001 \text{ A}$$

$$V = f(i)$$

$$V_{max+} =$$

$$V_{max-} =$$



$$i_{max+} = \frac{V_{SAT+}}{R+R'} = (6,78 \pm 0,27) \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

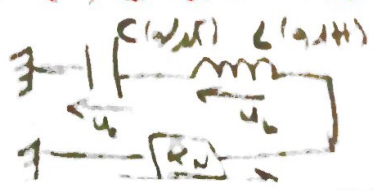
$$i_{max-} = \frac{V_{SAT-}}{R+R'} = (6,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$V_{max+} = \frac{R'}{R+R'}$$

$$V_{max-} = \frac{R'}{R+R'}$$

on trouve i identique et V aussi

2) Oscillateur



$$R' = 42 \pm 1 \Omega$$

$$R = 33,2 \pm 0,2 \Omega$$

R en opposition aux RPS, compense les pertes et fait diverger

Apparition d'oscillation

III. Diagramme de Bifurcation

Bille des guides
circulaires

$D = 6,5 \text{ cm}$ diamètre du cercle interne

$$\theta = \arccos\left(\frac{\omega_c^2}{\omega^2}\right)$$

$$\cos \theta = \frac{\omega_c^2}{\omega^2}$$

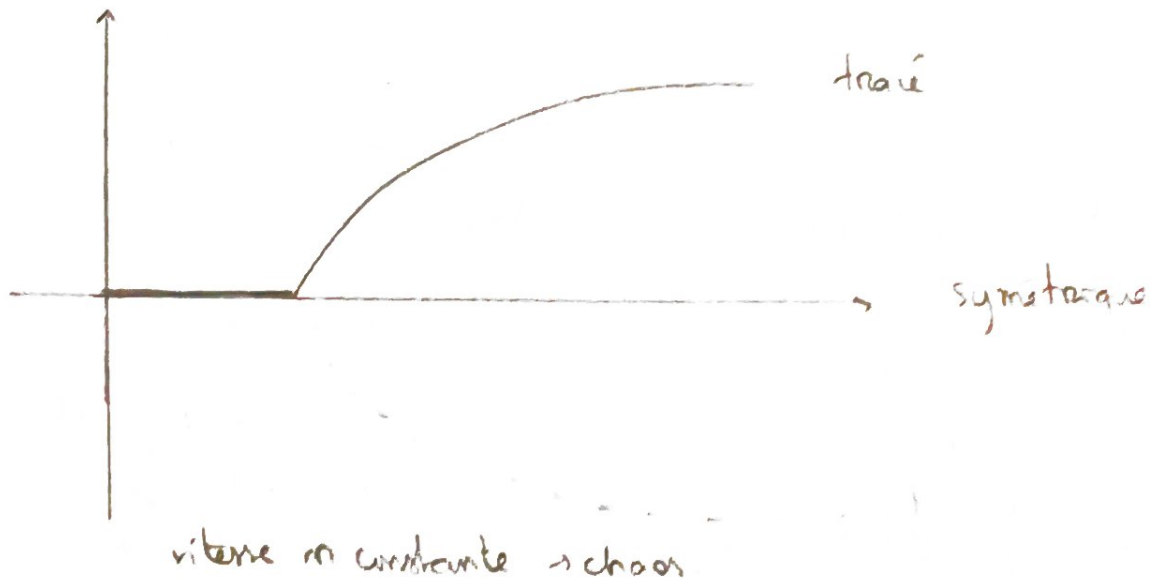
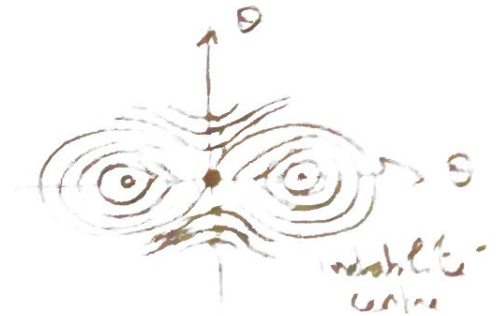
Filtre
universel

alim continue



$$\omega_c = \sqrt{\frac{2g}{D}} = 20,9 \pm 0,5 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{c_{\text{mes}}} = 21,9 \pm 3,9 \text{ rad/s}$$



Limitation de la caméra \rightarrow déformation de l'image par gd vitesse de rotation.

+ gd incertitude qd on passe par l'état instable (courbe)

Flambage \neq car on mesure pt de stabilité et on oscille?

Question: Pendule : force rappel (gd angle) force frotte \leftarrow source m. P. autre -
effet a, sur harmonique et freq de amplitude

- Définit des phénomènes m. linéaire ne respecte pas le principe de superposition

Exemple : balancière

E balancière, rétrograde du zéro

celle de Straton

Parq. pas de pt pour diagramme de phase 2hs de direr

Parq. \wedge \rightarrow non linéaire que peut? car a// pas de direr
d'équilibre ego, du à la résistance

$\angle < 2\pi/2$ entre les courbes