

MP 33 : Régimes transitoires.

Remarques générales :

Il faut parler de résonance !

1 Régimes transitoires vers un équilibre.

1.1 Pendule avec frottements

Expérience qualitative pour montrer que le régime transitoire d'un système donne des informations sur le système.

Sur l'oscilloscope on visualise les régimes transitoires de :

- Pendule avec frottements secs : bande de caoutchouc en contact avec le pendule. On a un régime transitoire avec une décroissance linéaire et un arrêt brutal.
- Pendule avec frottements fluides : aimant attaché au pendule : on va créer des courants de Foucault dans la plaque. Le pendule va donc céder de l'énergie à la plaque et donc diminuer sa seule source d'énergie : son énergie cinétique. Sa vitesse va donc diminuer : on modélise ce phénomène avec des frottements fluides de la forme $-\alpha v$.

1.2 Diffusion du glycérol

Biblio : BUP 819 et la démonstration : Sommerfeld, Optics.

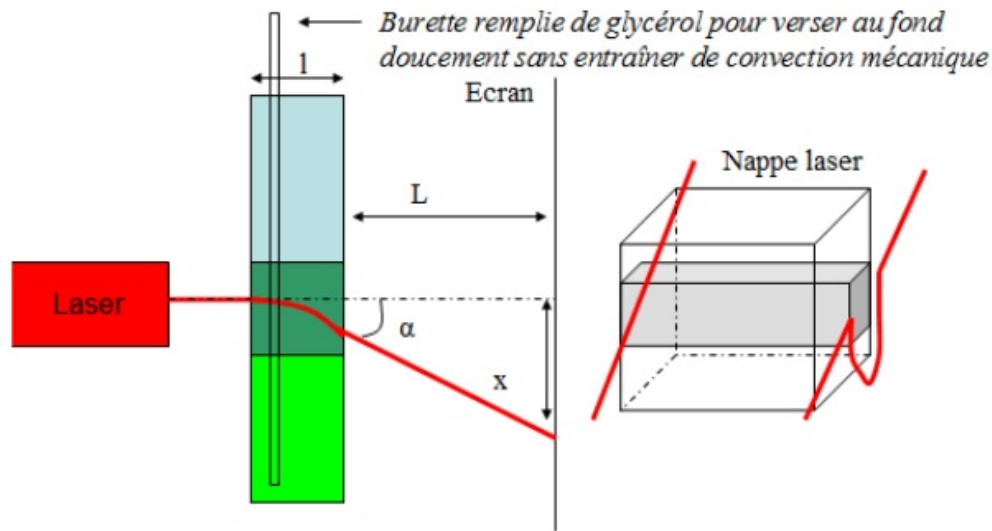
On a une relation reliant h au temps (voir dans la biblio pour la démo) :

$$h = \frac{Le\Delta n}{2\sqrt{\pi Dt}} \quad (1)$$

avec e la largeur de la cuve

L la distance cuve-écran

et $\Delta n = n_{\text{melange}} - n_{\text{eau}}$ (on mesure ces deux indices au réfractomètre).



Manipulation :

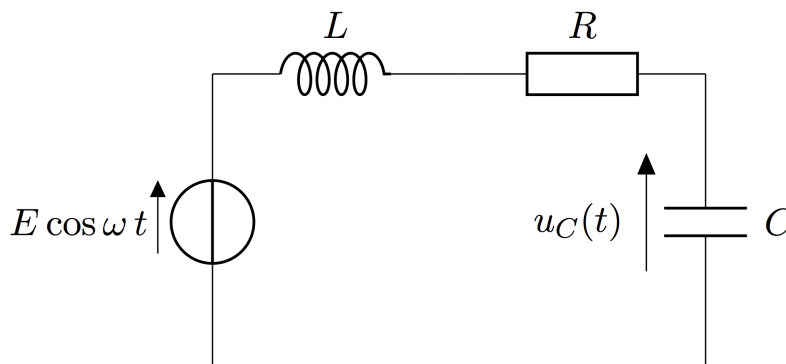
- Placer le laser, la tube de verre à 45° ainsi qu'un diaphragme (pour éviter d'envoyer le laser partout..) afin d'avoir rayon qui traverse toute la cuve diagonalement.
- Remplir la cuve à moitié d'eau.
- Ajouter environ 20mL d'un mélange eau/glycérol (60/40) **doucement** au fond de la cuve grâce à une burette. (il ne faut pas qu'il y ait de phénomènes de convection lors de l'ajout donc il faut un faible débit.)
- Sur l'écran apparait un pic dont on mesure la hauteur sur un papier millimétré toutes les 5 minutes.

On trace $\frac{1}{h^2}$ en fonction de t et on retrouve ainsi le coefficient D .

Attention comme on a un mélange, le coefficient D ne peut pas être celui du glycérol pur... Donc difficile de comparer.

2 Régime transitoire en réponse à une consigne.

2.1 Circuit RLC



J'ai pris $L = 47mH$, $C = 1.5nF$ et une boîte à décades pour la résistance (que j'ai fait varier de 1 à 4 $k\Omega$).

On mesure la tension aux bornes de la capacité pour un filtre passe-bas.

Attention : pour ne pas avoir de problème de masse et bien mesure u_C , on doit placer la capacité en fin de circuit donc juste avant la masse

On fait le diagramme de Bode du filtre RLC pour chaque valeur de R avec Igor. On se place au niveau de la résonance et on mesure ν_0 , la fréquence de résonance ainsi que $\Delta\nu$, la largeur du pic de résonance à -3 dB. On en déduit $Q = \frac{\nu_0}{\Delta\nu}$.

On peut ensuite tracer Q en fonction de $1/R$, le coefficient directeur vaut $\sqrt{L/C}$.

J'ai remarqué que $\nu_0 = 1/\sqrt{LC}$ variait avec R donc j'en ai calculé la valeur moyenne. Avec la pente de $Q(1/R)$ et cette valeur on peut en déduire des valeurs expérimentales de L et C.

Remarque : J'ai mis un suiveur entre le GBF et le filtre RLC pour que le signal d'entrée ne soit pas déformé, normalement ce n'est pas nécessaire mais j'avais de meilleurs résultats avec.

3 Limites d'un système avec un transitoire.

3.1 Photodiode : capacité de jonction

Biblio : poly de JBD très complet :

<http://www.physique.ens-cachan.fr/laboratoire/experiences/fichiers/dynapho.pdf>

Le but de cette manipulation est de calculer la capacité de jonction de la photodiode et de montrer que pour que la photodiode ait une réponse la plus rapide possible il faut C_J petite donc V_d , la tension de polarisation, grande.

L'expression de C_J est telle que la capacité totale du système vaille :

$$C = C_C + \frac{C_J}{\sqrt{1 + \frac{V_d}{V_0}}} \quad (2)$$

avec C_C la capacité des fils coaxiaux.

Pour mesurer C, on mesure le temps de réponse de la photodiode à un créneau. J'ai pris une fréquence de l'ordre du hertz et **attention** une amplitude de l'ordre de la centaine de mV car sinon l'hypothèse que $\langle i \rangle \gg \tilde{i}$ n'est plus valable, avec \tilde{i} la variation de l'intensité. (voir poly JBD si t'es perdu).

On mesure V_d grâce à un voltmètre branché sur la prise BNC de la photodiode sur la plaquette (avec un T) et on mesure le temps de réponse en mesurant la tension aux bornes de la résistance avec une sonde de l'oscillo.

Avec la formule $\tau = 2\pi RC$, on en déduit C. On trace ensuite C en fonction de V_d pour trouver C_J .

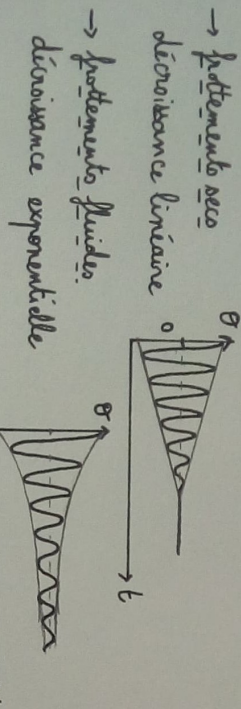
Questions

- Quelles sont les grandeurs caractéristiques d'un régime transitoire ?
- Explication des courants de Foucault (explication énergétique pour éviter de dire des bêtises.)
- D'où vient $\frac{dn}{dx}$?
- Utilité du suiveur en entrée du RLC ?
- Convertisseur tension-courant de la LED ?
- Applications de la photodiode ?
- Hypothèses de traitement des incertitudes (variables indépendantes suivant chacune une distribution gaussienne).

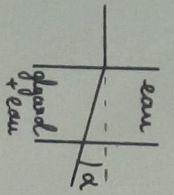
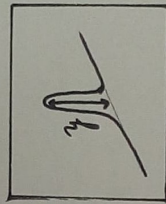
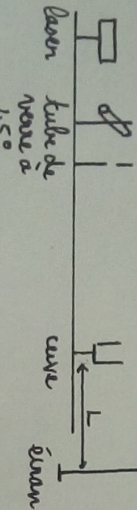
MP 33 : Régimes transitoires

I. Régime transitoire vers un équilibre

* Régime transitoire d'un pendule



* Diffusion du glycérol

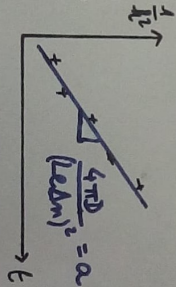


$$\alpha = e \frac{dn}{dx}$$

$$\alpha_{max} = \frac{Dnc}{2\sqrt{\pi D t}}$$

$$h = \frac{L e \Delta n}{2 \sqrt{\pi D t}}$$

diffusivité



$$L = (48,75 \pm 0,05) \text{ cm}$$

$$e = (2,40 \pm 0,05) \text{ cm}$$

$$\Delta n = 0,062 \pm 0,001$$

$$\alpha = (\quad) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$D = (\quad) 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$D_{calc} = (1,06 \cdot 10^{-9}) \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

II. Régime transitoire en réponse à une consigne

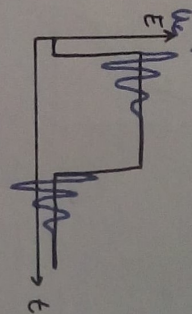
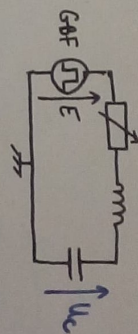
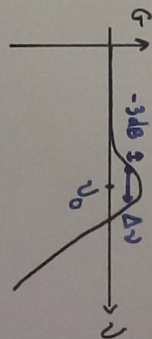
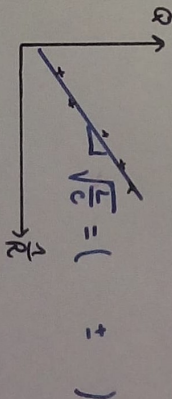
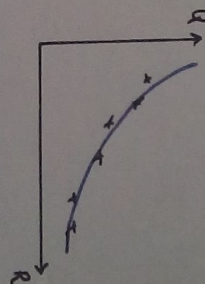


Diagramme de Bode



$$Q = \frac{\Delta u}{u_0}$$

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$



$$L = (\quad) \text{ mH}$$

$$C = (\quad) \text{ mF}$$

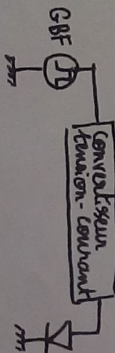
$$\langle \omega_0 \rangle = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 112 \text{ 249 rad.s}^{-1}$$

$$L_{calc} = 50 \text{ mH}$$

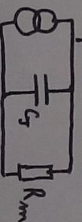
$$C_{calc} = 1,5 \text{ mF}$$

III. Limite d'un système avec un régime transitoire

* Photodiode



équivalente à :



$$C = C_c + \frac{C_s}{1 + \frac{\omega^2 L^2}{R_m^2}}$$

et $\tau = 2\pi RC$

