

Table des matières

1	Objectifs pédagogiques de la LP	1
2	Messages forts de la LP	1
3	Introduction générale de la leçon	1
4	Proposition de plan	1
4.1	Système en régime indiciel ou libre	2
4.2	Système en régime forcé	2
5	Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon	2
6	Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon	2
7	Bibliographie pour construire la leçon	2
8	Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique	3
9	Questions	3
10	Remarques	3

1 Objectifs pédagogiques de la LP

- ▷ Savoir ce qu'est un régime transitoire, permanent, un régime libre, indiciel ou forcé
- ▷ Mettre une équation du second ordre sous forme canonique
- ▷ Résoudre une équation différentielle régissant un oscillateur amorti
- ▷ Connaître les différents régimes (apériodique, pseudo périodique)
- ▷ Savoir ce qu'est le temps d'amortissement, la pseudo pulsation, l'amortissement
- ▷ Savoir utiliser le formalisme complexe pour résoudre la dépendance fréquentielle d'un Système linéaire

2 Messages forts de la LP

- ▷ Le régime transitoire dépend du système et de son interaction avec son environnement
- ▷ Le facteur de qualité caractérise la capacité du système à résonner
- ▷ Les phénomènes dissipatifs sont à l'origine des termes d'amortissement

3 Introduction générale de la leçon

- ▷ On va s'intéresser à prévoir et comprendre comment les systèmes réagissent à une contrainte extérieure. On voit notamment sur ce RLC série quand je fais varier la valeur du rhéostat, il y a plusieurs allures de réponses (pseudo périodique/apériodique).

4 Proposition de plan

4.1 Système en régime indiciel ou libre

► Cadre de l'étude

Définition du régime transitoire/permanent/libre et indiciel. dans cette partie on étudie le transitoire libre ou indiciel

► Equation d'évolution

On trouve l'équation temporelle et on la résout avec les conditions initiales (à bien justifier par la continuité des bonnes grandeurs)

► Caractérisation du régime transitoire

Parler du temps de réponse à 5 % et de l'amortissement qui le minimise, ainsi que de Q qui est en régime faiblement amorti, le nombre d'oscillation

► Aspect énergétique

On montre qu'en régime libre l'NRJ stockée dans le condensateur et la bobine se dissipe dans la résistance

► Influence de l'environnement sur le régime transitoire

On passe en méca et on met en équation le pendule pesant avec frottements fluide. on parle des frottements majoritaires fluides ou secs, on voit avec l'expérience l'influence sur l'amortissement

Transition didactique : On a vu que le régime permanent de la réponse était continu comme l'entrée. C'est vrai en général, si le système est régi par des équations linéaires, l'évolution temporelle de la sortie suit celle de l'entrée. Donc si on excite sinusoïdalement, le RP est sinusoïdal. Etudions ce régime.

4.2 Système en régime forcé

► Notation complexe

on introduit les conventions et les notation. On pose ce que sont dérivée et intégrale en fréquentielle

► Equation d'évolution

On repasse la même équation du RLC du II en complexe, on explique comment exploiter le module et l'argument

► Résonance pour caractériser le système

On fait la corde de Melde et on remonte expérimentalement aux modes propres grâce au régime forcé

5 Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon

- ▷ Ouverture sur le diagramme de bode
- ▷ Laser (mais complexe à ce niveau)

6 Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon

- ▷ Corde de Melde pour le II/-3
- ▷ Etre au clair sur les modes propres d'un laser

7 Bibliographie pour construire la leçon

- ▷ le "j'intègre" de PCSI ou MPSI

8 Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique

- ▷ Corde de Melde
- ▷ RLC série pour montrer qu'en variant R on passe d'un régime apériodique à périodique
- ▷ Oscillation d'un pendule, pour montrer que la forme du transitoire est caractéristique du frottement favorisé

9 Questions

- ▷ Comment on voit que c'est un RLC série et pas un RC ?
On a un dépassement donc on a un ordre 2 et pas un ordre 1.
- ▷ Pourquoi quand l'entrée est sinusoïdale à ω on récupère ω en sortie ?
Le système est linéaire (absolument le mentionner) sinon on peut avoir des oscillations à 2ω etc.
- ▷ La pseudo pulsation est bien relié à ω_0 , comment ?
La pseudo période est toujours plus faible que la pulsation propre à cause de la dissipation = on a moins d'énergie donc on peut pas osciller aussi vite que ce qui est possible au maximum.
- ▷ Pourquoi continuité de la tension aux bornes du condensateur ?
Si u est discontinue alors sa dérivée est infinie et donc i est infini, ce qui est impossible. Aussi parce que l'énergie stockée dans un condensateur est continue (si on avait une discontinuité, on aurait alors une puissance infinie en sortie).
- ▷ Il se passe quoi si on met un GBF sur un condensateur seul ?
Le condensateur a une résistance interne au GBF donc on a pas la tension pure aux bornes du GBF interne .
- ▷ Dans le RLC, le R modélise quoi ?
C'est la résistance de tout ce qui est en série = R du circuit puis celle du GBF puis celle de la bobine puis celle des fils et jonction = c'est la résistance équivalente.
- ▷ Type de frottement pour le pendule ?
On a toujours des frottements secs et fluides (proportionnels à v) sur le pendule. en fait, on fait en sorte de majorer un des deux sur le début de l'acquisition. mais comme les frottements fluides sont proportionnels à v , il y a forcément un moment où la vitesse est si faible, que les frottements secs reprennent le dessus. Si le pendule oscille trop vite, les frottements fluides sont cette fois en v^2 .
- ▷ Si beaucoup de frottement sec le pendule finira à un angle autre que 0 ?
On a des frottement microscopiques de type stick and slip donc on peut avoir un stick qui n'est pas en bas = le couple résistant du frottement solide peut compenser le poids et donc faire une position d'équilibre à un angle différent de 0.
- ▷ Autres phénomènes avec un Q énorme ?
Cavité optique, on est malgré tout limités par un élargissement doppler (les atomes bougent).

10 Remarques

- ▷ On dira "entrée" plutôt que "contrainte" pour la grandeur extérieure imposée.
- ▷ Bien faire apparaître les dépendances temporelles des grandeurs dans cette leçon.
- ▷ Pour le RLC, faire la résolution sur un échelon montant et pas en régime libre, il y a plus de chose à dire sur la solution particulière.
- ▷ Ecrire bien "équation linéaire différentielle du second ordre"
- ▷ Faire l'analyse dimensionnelle des grandeurs ω_0 et Q identifiés pour le RLC et le pendule.
- ▷ Bien insister sur le fait que "permanent" ne veut pas dire "constant"