

ÉLECTROCINÉTIQUE

CHAPITRE 2 : CIRCUITS DU PREMIER ORDRE

EN RÉPONSE INDICIELLE

Régime libre, réponse à un échelon de tension.	Distinguer, sur un relevé expérimental, régime transitoire et régime permanent au cours de l'évolution d'un système du premier ordre soumis à un échelon de tension. Interpréter et utiliser la continuité de la tension aux bornes d'un condensateur ou de l'intensité du courant traversant une bobine. Établir l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par une grandeur électrique dans un circuit comportant une ou deux mailles. Déterminer la réponse temporelle dans le cas d'un régime libre ou d'un échelon de tension. Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.
Stockage et dissipation d'énergie.	Réaliser un bilan énergétique.

I Charge d'un condensateur

dans un circuit RC série

- 1) Équation différentielle
- 2) Solution de l'équation différentielle

(a) Solution générale

(b) Solution finale

3) Représentation graphique

CI, limite à $l'∞$, $τ$, Tangente à l'origine, Transitoire/Permanent

4) Autres grandeurs électriques

5) Étude énergétique

II Décharge d'une bobine

dans un circuit RL série

- 1) Équation différentielle
- 2) Solution de l'équation différentielle

(a) Solution générale

(b) Solution finale

3) Représentation graphique

CI, limite à $l'∞$, $τ$, Tangente à l'origine, Transitoire/Permanent

4) Autres grandeurs électriques

5) Étude énergétique

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Donner l'équation différentielle du premier ordre sans second membre/avec second membre constant.
Préciser le nom et l'unité SI de la grandeur physique qui intervient.
2. Donner la forme de la solution générale de l'équation différentielle du premier ordre sans second membre/avec second membre constant.
3. Quelle est la constante de temps d'un circuit RC/RL ?
4. Réponse indicielle d'un circuit électrique constitué d'un générateur de tension idéale avec un échelon descendant absolu en zéro en série avec un résistor de résistance R et un condensateur de capacité C pour la tension aux bornes du condensateur $u_C(t)$.
5. Réponse indicielle d'un circuit électrique constitué d'un générateur de tension idéale avec un échelon montant absolu en zéro en série avec un résistor de résistance R et un condensateur de capacité C pour la tension aux bornes du condensateur $u_C(t)$.
6. Réponse indicielle d'un circuit électrique constitué d'un générateur de tension idéale avec un échelon descendant absolu en zéro en série avec un résistor de résistance R et une bobine d'inductance L pour le courant traversant la bobine $i(t)$.
7. Réponse indicielle d'un circuit électrique constitué d'un générateur de tension idéale avec un échelon montant absolu en zéro en série avec un résistor de résistance R et une bobine d'inductance L pour le courant traversant la bobine $i(t)$.
 - (a) Faire un schéma du circuit
 - (b) Établir l'équation différentielle.
 - (c) Résoudre l'équation différentielle.
 - (d) Tracer la solution.
 - (e) Faire un bilan de puissance.
8. Reprendre les réponses indicelles précédentes en étudiant d'autres grandeurs électriques (tension aux bornes de chaque dipôle, courant traversant chaque dipôle...), d'autres échelons (non absolus ou non en zéro), d'autres générations d'échelons (interrupteurs), d'autres conditions initiales (pas totalement chargé ou déchargé) ou encore bien sûr d'autres circuits électriques!
9. ...

ÉLECTROCINÉTIQUE

CHAPITRE 3 : CIRCUITS DU DEUXIÈME ORDRE

EN RÉPONSE INDICIELLE

Oscillateur harmonique. Exemple du circuit LC	Établir et reconnaître l'équation différentielle qui caractérise un oscillateur harmonique ; la résoudre compte tenu des conditions initiales. Caractériser le mouvement en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence, de pulsation. Réaliser un bilan énergétique.
Circuit RLC série	Analyser, sur des relevés expérimentaux, l'évolution de la forme des régimes transitoires en fonction des paramètres caractéristiques. Prévoir l'évolution du système à partir de considérations énergétiques. Écrire sous forme canonique l'équation différentielle afin d'identifier la pulsation propre et le facteur de qualité. Décrire la nature de la réponse en fonction de la valeur du facteur de qualité. Déterminer la réponse détaillée dans le cas d'un régime libre ou d'un système soumis à un échelon en recherchant les racines du polynôme caractéristique. Déterminer un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire selon la valeur du facteur de qualité.
Stockage et dissipation d'énergie.	Réaliser un bilan énergétique.

I Oscillateurs harmoniques

avec le circuit LC série

- 1) Équation différentielle
- 2) Solution de l'équation différentielle
- 3) Représentation graphique
- 4) Autres grandeurs électriques
- 5) Étude énergétique

II Oscillateurs amortis

avec le circuit RLC série

A Équation différentielle

Pour chacun des régimes selon le facteur de qualité Q :

- (a) Régime apériodique critique $Q = \frac{1}{2}$
- (b) Régime apériodique $Q < \frac{1}{2}$
- (c) Régime pseudo-périodique $Q > \frac{1}{2}$

B Solutions de l'équation différentielle

- (a) avec le temps caractéristique τ_c
- (b) avec les racines réelles $r_{1,2}$
- (c) avec la pseudo-pulsation ω_p et le temps caractéristique τ_p

C Représentations graphiques

- (c) avec la pseudo-pulsation ω_p et le temps caractéristique τ_p et le décrement logarithmique δ et $Q \approx$ le nombre d'oscillations

D Autres grandeurs électriques

E Études énergétiques

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Donner l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique sans second membre/avec second membre constant.
Préciser le nom et l'unité SI de la grandeur physique qui intervient.
2. Donner les deux formes de la solution générale de l'équation différentielle de l'oscillateur harmonique sans second membre/avec second membre constant en précisant les relations entre les deux couples de constantes qui interviennent.
3. Déterminer l'expression de ω_0 pour un circuit LC série et parallèle.
4. Donner l'équation différentielle de l'oscillateur amorti sans second membre/avec second membre constant.
Préciser le nom et l'unité SI des grandeurs physiques qui interviennent.
5. Déterminer les conditions sur le facteur de qualité à partir du discriminant de l'équation caractéristique pour différencier les 3 régimes en précisant leurs noms.
6. Donner les solutions générales de l'équation différentielle de l'oscillateur amorti sans second membre/avec second membre constant dans :
 - le régime aperiodique (avec racines réelles en fonction de ω_0 et Q)
 - le régime aperiodique critique (avec τ_c en fonction de ω_0)
 - le régime pseudo-periodique (avec ω_p et τ_p en fonction de ω_0 et Q en donnant les deux formes et en précisant les relations entre les deux couples de constantes qui interviennent).
7. Déterminer l'expression de ω_0 et Q pour un circuit RLC série.
Déterminer l'expression de ω_0 et Q pour un circuit RLC parallèle.
8. Réponse indicielle d'un circuit électrique constitué d'un générateur de tension idéale avec un échelon descendant absolu en zéro en série avec un résistor de résistance R , une bobine d'inductance L et un condensateur de capacité C pour la tension aux bornes du condensateur $u_C(t)$.
9. Réponse indicielle d'un circuit électrique constitué d'un générateur de tension idéale avec un échelon montant absolu en zéro en série avec un résistor de résistance R , une bobine d'inductance L et un condensateur de capacité C pour la tension aux bornes du condensateur $u_C(t)$.
 - (a) Faire un schéma du circuit
 - (b) Établir l'équation différentielle.
 - (c) Résoudre l'équation différentielle dans les différents régimes.
 - (d) Tracer les solutions dans les différents régimes.
 - (e) Faire un bilan de puissance.
10. Reprendre les réponses indicelles précédentes en étudiant d'autres grandeurs électriques (tension aux bornes de chaque dipôle, courant traversant chaque dipôle,..), d'autres échelons (non absolus ou non en zéro), d'autres générations d'échelons (interrupteurs), d'autres conditions initiales (pas totalement chargé ou déchargé) ou encore bien sûr d'autres circuits électriques!

11. Oscillateur harmonique (=non-amorti) : Donner la condition sur le facteur de qualité et déterminer la conséquence sur la pulsation et la constante de temps.
Oscillateur faiblement amorti : donner la condition sur le facteur de qualité et déterminer la conséquence sur la pulsation.
- En régime pseudo-périodique :
12. Donner la méthode pour estimer Q .
13. Donner la méthode pour mesurer Q en connaissant ω_0 :
- (a) à partir de la mesure de la constante de temps τ_p ,
 - (b) à partir de la mesure de la pseudo-période T_p .
14. Donner la méthode pour mesurer Q en ne connaissant pas ω_0 :
- (a) à partir des mesures de la constante de temps τ_p et de la pseudo-période T_p ,
 - (b) à partir du décrétement logarithmique δ en rappelant sa définition.
15. ...