

textscÉLECTROcinétique

CHAPITRE 5 : FILTRAGE LINÉAIRE

Signaux périodiques.	Analyser la décomposition fournie d'un signal périodique en une somme de fonctions sinusoïdales. Définir la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal. Établir par le calcul la valeur efficace d'un signal sinusoïdal.
Fonction de transfert harmonique. Diagramme de Bode.	Tracer le diagramme de Bode (amplitude et phase) associé à une fonction de transfert d'ordre 1. Utiliser une fonction de transfert donnée d'ordre 1 ou 2 (ou ses représentations graphiques) pour étudier la réponse d'un système linéaire à une excitation sinusoïdale, à une somme finie d'excitations sinusoïdales, à un signal périodique. Utiliser les échelles logarithmiques et interpréter les zones rectilignes des diagrammes de Bode en amplitude d'après l'expression de la fonction de transfert.

I Définitions**A Filtres linéaires**

- 1) Quadripôle linéaire
- 2) Fonction de transfert
- 3) Ordre du filtre
- 4) Gain et phase

B Actions des filtres linéaires sur les signaux d'entrée

- 1) Linéarité
- 2) Classement des filtres
- 3) Pulsation(s) de coupure et bande passante
- 4) Fonctions des filtres
- 5) Gabarit d'un filtre

C Diagramme de Bode

- 1) Gain en dB et phase
- 2) Diagramme de Bode en gain et en phase
- 3) Échelle semi-logarithmique
- 4) Intérêt

II Filtres linéaires du premier ordre

A Passe-haut du premier ordre

- 1) Exemple de filtre passe-haut du premier ordre passif
- 2) Fonction de transfert du filtre passe-haut du premier ordre
- 3) Nature du filtre
 - (a) Comportement limite du circuit électrique
 - (b) Limites asymptotiques du gain et de la phase
- 4) Pulsation de coupure et bande passante
- 5) Fonctions du filtre
- 6) Diagramme de Bode

B Passe-bas du premier ordre

- 1) Exemple de filtre passe-bas du premier ordre passif
- 2) Fonction de transfert du filtre passe-bas du premier ordre
- 3) Nature du filtre
 - (a) Comportement limite du circuit électrique
 - (b) Limites asymptotiques du gain et de la phase
- 4) Pulsation de coupure et bande passante
- 5) Fonctions du filtre
- 6) Diagramme de Bode

III Filtres linéaires du deuxième ordre

A Passe-bande du deuxième ordre

- 1) Exemple de filtre passe-bande du deuxième ordre passif
- 2) Fonctions de transfert du filtre passe-bande du deuxième ordre
- 3) Nature du filtre
 - (a) Comportement limite du circuit électrique
 - (b) Limites asymptotiques du gain et de la phase
- 4) Résonance
- 5) Pulsations de coupure et bande passante
- 6) Fonctions du filtre
- 7) Diagramme de Bode

B Passe-bas du deuxième ordre

- 1) Exemple de filtre passe-bas deuxième ordre passif
- 2) Fonction de transfert du filtre passe-bas du deuxième ordre
- 3) Nature du filtre
 - (a) Comportement limite du circuit électrique
 - (b) Limites asymptotiques du gain et de la phase
- 4) Résonance
- 5) Pulsation de coupure et bande passante
- 6) Fonctions du filtre
- 7) Diagramme de Bode

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Donner la définition d'une fonction de transfert.
Que doivent vérifier les formes canoniques?
Comment détermine-t-on l'ordre?
2. Définir le gain et la phase.
Expliquer ce que représentent physiquement le gain et la phase.
3. Pour un signal alternatif en entrée d'un filtre : Comment déterminer l'amplitude et la phase du signal en sortie du filtre?
Pour tout autre signal : Comment déterminer l'amplitude et la phase de chaque composante du signal en sortie du filtre?
4. Citer et définir 3(/5) natures de filtres.
Définir le(s) pulsation(s) de coupure et la bande passante d'un filtre.
5. Citer et définir 3(/5) fonctions de filtres.
Donner la dérivée/primitive d'un signal triangles/créneaux.
6. Donner la définition du gain en dB.
Comparer au gain.
7. Donner la définition d'un diagramme de Bode.
Donner la définition de l'échelle semi-logarithmique.
8. Donner la définition de l'atténuation en dB/décade.
Citer les cas particuliers : pour -20 dB/décade à une décade et à plus de deux décades et pour -40 dB/décade à plus de deux décades.
9. Définir l'analyse spectrale/la synthèse de Fourier.
10. Pour un signal périodique : définir composante continue, fondamentale et harmoniques.
11. Donner l'allure du spectre en amplitude d'un signal alternatif, sinusoïdal, triangles et créneaux.
12. Pour un passe-haut du premier ordre :
13. Pour un passe-bas du premier ordre :
14. Pour un passe-bande du deuxième ordre :
15. Pour un passe-bas du deuxième ordre :
 - (a) Donner un exemple de circuit électrique passif en précisant le signal d'entrée et le signal de sortie.
 - (b) Donner la forme canonique de la fonction de transfert en précisant le nom des paramètres physiques qui interviennent.
En déduire le gain, le gain en dB et la phase.
 - (c) Étudier le comportement limite à très basses et à très hautes fréquences pour en déduire la nature.
 - (d) Déterminer les limites asymptotiques du gain en dB et de la phase à basses et hautes fréquences.
 - (e) Résonance : Donner la définition de la résonance.
 - PH1 et PB1 : pas de résonance pour les premiers ordres.
 - PBde2 : toujours résonance, pulsation de résonance, gain et phase à la résonance.
 - Pbas2 : condition de résonance, pulsation de résonance (, gain à la résonance).
 - (f) Coupure : Donner la définition du gain à la coupure.
 - PH1 et PB1 : pulsation de coupure, bande passante et phase à la coupure.
 - PBde2 : pulsations de coupure, bande passante à -3 dB (, centre de la bande passante et phases à la coupure).
 - PBas2 : bande passante à -3 dB (et pulsation de coupure).
 - (g) Déterminer les fonctions du filtre à basses et hautes fréquences.
 - (h) Tracer le diagramme de Bode asymptotique en gain et en phase et l'allure du diagramme de Bode réel en gain et en phase.
16. Déterminer le signal en sortie d'un filtre :
qualitativement, graphiquement et quantitativement.
17. ...

ÉLECTRODINÉMIQUE

CHAPITRE 6 : FILTRES ACTIFS

Filtres actifs en électronique.
Modèle de l'ALI idéal en régime linéaire.

Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse comme un indice de fonctionnement en régime linéaire.
Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur, intégrateur.
Déterminer les impédances d'entrée de ces montages.

I Modèle de l'ALI idéal en régime linéaire

A Amplificateur Linéaire Intégré (ALI)

1) Réel

2) Idéal

B Régime de fonctionnement

1) Non-linéaire

2) Linéaire

II Filtres actifs

A Montages actifs de base

Pour chaque montages actifs de base :

(a) Relation entrée-sortie

(b) Impédance d'entrée

1) Suiveur

2) Inverseur

3) Non-inverseur

4) Intégrateur

Autres montages non au programme officiel vus en cours :

5) Dérivateur

B Montages actifs de filtres

1) Pseudo-intégrateur : Filtre passe-bas du premier ordre actif

Autres montages non au programme officiel vus en TD :

2) Pseudo-dérivateur : Filtre passe-haut du premier ordre actif

3) Exemples de filtres du deuxième ordre actifs

C Montages actifs à plusieurs entrées

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Rappeler la loi des noeuds en termes de potentiel.
2. Quelle est la première chose à faire en travaux pratiques avec un ALI?
3. Donner la représentation symbolique de l'ALI en précisant toutes les grandeurs physiques d'entrée et de sortie.
4. Présenter le modèle de l'ALI idéal (il y a 3 points).
5. Qu'est-ce que le slew rate?
6. Qu'est-ce que la saturation en tension? Donner un ordre de grandeur.
7. Présenter le modèle de l'ALI idéal en régime linéaire (il y a 2 points).
8. À quelle condition est-il probable qu'un ALI fonctionne en régime linéaire?
9. Pour un suiveur :
10. Pour un inverseur :
11. Pour un non-inverseur :
12. Pour un intégrateur :
13. Pour un dérivateur :
 - (a) Donner le schéma.
 - (b) Déterminer la relation entrée-sortie. Commenter.
 - (c) Déterminer l'impédance d'entrée. Commenter.
14. Expliquer l'intérêt en pratique du montage suiveur (deux exemples).
15. Étudier le pseudo-intégrateur.
Étudier le pseudo-dérivateur.
16. ...

SIGNAUX ET ONDES

CHAPITRE 1 : PROPAGATION D'UN SIGNAL

Exemples de signaux. Signal sinusoïdal.	Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux acoustiques, électriques, électromagnétiques.
Propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et transparent Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle non dispersive. Célérité, retard temporel.	Écrire les signaux sous la forme $f(x-ct)$ ou $g(x+ct)$. Écrire les signaux sous la forme $f(t-x/c)$ ou $g(t+x/c)$. Prévoir, dans le cas d'une onde progressive, l'évolution temporelle à position fixée et l'évolution spatiale à différents instants.
Modèle de l'onde progressive sinusoïdale unidimensionnelle. Vitesse de phase, déphasage, double périodicité spatiale et temporelle.	Citer quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustique, mécanique et électromagnétique. Établir la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse de phase. Relier le déphasage entre les signaux perçus en deux points distincts au retard dû à la propagation.
Milieux dispersifs ou non dispersifs.	Définir un milieu dispersif.
	Citer des exemples de situations de propagation dispersive et non dispersive.

I Signaux physiques transportés par des ondes

A Généralités

1) Définitions

2) Ondes et signaux physiques

3) Classifications

(a) Ondes électromagnétique ou mécanique

(b) Ondes mécaniques transversale ou longitudinale

4) Propagation unidimensionnelle ou non dans un milieu illimité, non dispersif et transparent

B Exemples de propagations d'ondes

1) Ondes acoustiques

(a) Vitesses des ondes acoustiques

(b) Fréquence et longueurs d'onde des ondes acoustiques

(c) Intensité et niveau d'intensité

2) Ondes électromagnétiques

(a) Vitesses des ondes électromagnétiques

(b) Fréquences et longueurs d'onde des ondes électromagnétiques

II Propagation unidimensionnelle dans un milieu illimité, non dispersif et transparent

A Onde progressive

1) Retard temporel et décalage spatial

2) Expressions

B Onde progressive sinusoïdale

1) Double périodicité spatiale et temporelle

2) Expressions

3) Déphasages

(a) Définitions

(b) En avance, en retard

(c) En phase, en opposition de phase, en quadratures de phase

Questions de cours / Applications directes du cours :

1. Donner les définitions d'une onde électromagnétique et d'une onde mécanique.
Donner la définition d'une onde mécanique transversale/longitudinale.
2. Citer des exemples d'ondes électromagnétiques et d'ondes mécaniques.
Citer des exemples d'ondes mécaniques transversale/longitudinale en précisant le signal transporté.
3. Citer les dimensions de propagation des ondes.
Citer les hypothèses sur le milieu de propagation des ondes.
4. Donner les définitions d'une propagation unidimensionnelle ou non, dans un milieu illimité, non dispersif et transparent.
Donner les conséquences d'une propagation unidimensionnelle, dans un milieu illimité, non dispersif et transparent.
5. Définir les ondes acoustiques et les ondes sonores.
Différencier sons, infrasons et ultrasons.
6. Donner les ordres de grandeur des célérités des ondes acoustiques dans l'air, l'eau et les solides.
7. Rappeler les masses molaires de l'hydrogène, du carbone, de l'azote et de l'oxygène.
Déterminer la masse molaire de l'eau en rappelant la composition d'une molécule d'eau.
Déterminer un ordre de grandeur de la masse molaire de l'air en rappelant la composition de l'air atmosphérique.
8. Donner la gamme de fréquences du spectre acoustique.
Déterminer la gamme de longueurs d'onde dans l'air du spectre acoustique.
9. Définir le niveau d'intensité. Préciser son unité.
Donner des ordres de grandeur pour le seuil d'audibilité, la conversation, le cri et le son douloureux.
10. Définir les ondes électromagnétiques et les ondes lumineuses.
Différencier les couleurs puis les rayons UV, rayons X et rayons gamma et enfin les IR, micro-ondes et ondes radios.
11. Donner les ordres de grandeur des célérités des ondes électromagnétiques dans le vide, l'air, l'eau et le verre.
12. Déterminer la gamme de longueurs d'onde dans le vide du spectre électromagnétique.
Donner la gamme de fréquences du spectre électromagnétique.
13. Donner la définition d'une onde progressive.
Différencier l'onde progressive vers les x croissants et les x décroissants.
14. Définir le retard temporel et le décalage spatial. Préciser leur relation.
15. Donner les expressions spatiales/temporelle des ondes progressives vers les x croissants et les x décroissants. Préciser leur équivalence.
16. Présenter graphiquement et analytiquement le passage du temporel au spatial et inversement (pour une OP et une OPS).
17. Donner la définition d'une onde progressive sinusoïdale.
Justifier que le signal physique est alternatif.
18. Définir la période, la fréquence et la pulsation. Préciser leurs relations.
Définir la longueur d'onde, le nombre d'onde et le vecteur d'onde. Préciser leurs relations.
Préciser les relations entre les périodicités temporelles et spatiales.
19. Donner les expressions spatiales/temporelle des ondes progressives sinusoïdales vers les x croissants et les x décroissants en fonction des différentes périodicités.
20. Donner la relation entre le déphasage spatial et le décalage spatial, la relation entre le déphasage temporel et le retard temporel.
21. Présenter l'allure et définir deux signaux en phase, en opposition de phase et en quadratures de phase.
22. ...