

**PLAN DU COURS :****H. FILTRAGE LINEAIRE**

## 1. Introduction, mise en situation.

1.1 Mise en situation sur le cas d'un filtrage passe bas.

Filtrage d'un signal à deux composantes.

1.2 Interprétation : quadripôle linéaire, fonction de transfert complexe. Réponse fréquentielle ; Bande passante et fréquences de coupures. Superposition des termes fréquentiels. Diagrammes en fréquence.

## 2 Généralité du R.S.F., décomposition harmonique ou D.S.F. :

2.1 Développement en Série de Fourier, synthèse de Fourier.

Présentation de cet outil mathématique. Aucune exigence n'est posée sur le calcul des coefficients de décomposition. Il s'agit seulement de comprendre le concept général et de savoir interpréter les résultats fournis.

2.2 Décomposition harmonique et linéarité.

2.3 Valeurs efficaces pour un signal périodique. (Additivité des puissances moyennes). Aucune exigence sur ce chapitre, à part de savoir le résultat : la puissance moyenne débitée dans un circuit est la somme des puissances moyennes relatives aux différentes harmoniques du signal d'entrée.

**Concernant la décomposition harmonique (DSF) il ne s'agit en aucun cas de demander le calcul des coefficients aux élèves. Il est possible de demander d'interpréter des diagrammes d'amplitudes fournis, voire de prévoir qualitativement ces diagrammes après filtrage.**

## 3. Différents types de filtres.

3.1 Bande passante et fréquences de coupures.

3.2 Détermination par les modèles BF et HF

3.3 Exemples : filtre passe-bas, passe-haut, passe-bande et réjecteur de bande.

## 4. Diagramme de Bode.

1.1 Coordonnées en diagramme de Bode : gain en module, gain en décibel, intérêt d'une échelle logarithmique.

1.2 Principe de construction sur le cas du passe-bas ordre 1.

1.3 Exploitation graphique : relevé des fréquences de coupure et de la bande passante, réponse du filtre à un signal ayant plusieurs harmoniques, justification de la pente des parties rectilignes de la courbe de gain, sur divers exemples.

Exemples de filtres actifs.

## 5. Comportements temporels d'un filtre :

2.1 Filtre du premier ordre : exemple d'un filtre passe-bas. Comportement à basse ou à haute fréquence. Passage de la fonction de transfert à l'équation différentielle entrée-sortie

2.2 Filtre intégrateur.

2.3 Réalisation d'un filtre moyenneur.

2.4 Filtre dérivateur.

## 3. Cahier des charges. Gabarit d'un filtre.

## 4. Mise en cascade de filtres.

4.1 Influence d'une impédance de charge sur un transfert.

4.2 Choix des impédances de sortie et d'entrée.

## 5. Filtrage mécanique. Polycopié « culturel ». [non exigible, sera distribué la semaine suivante]

**Questions de cours :**

Etablir le diagramme de Bode sur un circuit simple, fourni (RC ou RL, passe-bas ou passe-haut).

Définir la bande passante, et la (les) fréquence(s) de coupure(s) pour un transfert linéaire.

**ONDES : PROPAGATION, INTERFERENCES, ONDES STATIONNAIRES**

## 1. Exemples de signaux :

1.1 Différents types de signaux.

1.2 Signal sinusoïdal. Représentation.

1.3 Analyse spectrale : introduction qualitative, exemples de spectres (sons produits par quelques instruments de musique).

2. Ondes progressives :
  - 2.1 Introduction expérimentale. Simulations. Limites du modèle : propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et sans absorption.
  - 2.2 Forme générale de la fonction d'onde : onde progressive à  $x$  croissant, onde progressive à  $x$  décroissant. Activité et exercice sur les ondes progressives.
3. Onde progressive sinusoïdale.
  - 3.1 Présentation. Double périodicité, vitesse de phase.
  - 3.2 Pulsion, fréquence et période.
  - 3.3 Longueur d'onde, vecteur d'onde.
  - 3.4 Déphasage entre deux signaux et propagation.

**Questions de cours :**

Etablir, de façon argumentée, les expressions générales d'une fonction d'onde pour une onde progressive à  $x$  croissant ou à  $x$  décroissant.

Exprimer la fonction d'onde pour une onde progressive harmonique. En déduire la relation entre pulsation et période temporelle. A partir de la fonction d'onde, exprimer la longueur d'onde en fonction de la fréquence et de la célérité.

Sur les ondes, on se limitera à des questions de cours ou à des exercices proches du cours

**Programme de référence.**

<b>1.5. Filtrage linéaire</b>	
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. @ Etablir par le calcul la valeur efficace d'un signal sinusoïdal. Interpréter le fait que le carré de la valeur efficace d'un signal périodique est égal à la somme des carrés des valeurs efficaces de ses harmoniques.
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. <b>Mettre en œuvre un dispositif expérimental illustrant l'utilité des fonctions de transfert pour un système linéaire à un ou plusieurs étages.</b>
Modèles de filtres passifs : passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2.	Choisir un modèle de filtre en fonction du cahier des charges. Explicitier les conditions d'utilisation d'un filtre en tant que moyenneur, intégrateur, ou déivateur. Expliquer l'intérêt, pour garantir leur fonctionnement lors de mises en cascade, de réaliser des filtres de tension de faible impédance de sortie et forte impédance d'entrée. Expliquer la nature du filtrage introduit par un dispositif mécanique (sismomètre, amortisseur, accéléromètre, etc.). <b>Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir</b>

	<p>d'une analyse spectrale.</p> <p><b>DéTECTER le caractère non linéaire d'un système par l'apparition de nouvelles fréquences.</b></p> <p><u>Capacité numérique</u> : simuler, à l'aide d'un langage de programmation, l'action d'un filtre sur un signal périodique dont le spectre est fourni. Mettre en évidence l'influence des caractéristiques du filtre sur l'opération de filtrage.</p>
Filtres actifs en électronique.  Modèle de l'ALI idéal en régime linéaire.	<p>Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse comme un indice de fonctionnement en régime linéaire.</p> <p>Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur, intégrateur.</p> <p>Déterminer les impédances d'entrée de ces montages.</p> <p><b>Mettre en œuvre un filtre actif.</b></p>

<b>1.6. Propagation d'un signal</b>	
Exemples de signaux. Signal sinusoïdal.	Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux acoustiques, électriques, électromagnétiques.
Approche qualitative de la superposition de deux signaux sinusoïdaux de fréquences voisines. Battements.	<b>Déterminer une différence de fréquences à partir d'enregistrements de battements ou d'observation sensorielle directe.</b>
<b>Propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et transparent</b>  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. <b>Mesurer la vitesse de phase, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire.</b>
Milieux dispersifs ou non dispersifs.	Définir un milieu dispersif. Citer des exemples de situations de propagation dispersive et non dispersive.