Programme de colles de Physique – PCSI 2

Semaine 12 : lundi 10 janvier 2022 – vendredi 14 janvier 2022

Réponse fréquentielle des systèmes linéaires – Filtres linéaires du premier et deuxième ordre

- Notion de quadripôle, impédances d'entrée et de sortie ;
- Fonction de transfert : fonction de transfert statique, fonction de transfert intrinsèque, gain, diagrammes de BODE en gain et en phase, bande passante à -3 dB ;
- Filtres linéaires d'ordres 1 : filtres passe-bas et passe-haut (diagrammes de BODE en gain et en phase, pulsation de coupure, comportement dérivateur ou intégrateur) ;
- Filtres linéaires d'ordres 2 : filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande et coupe-bande (diagrammes de BODE en gain et en phase, pulsation de résonance, pulsation de coupure, facteur de qualité, comportement dérivateur ou intégrateur) ;
- Conditions pour mettre en cascade des filtres (impédance d'entrée infinie et impédance de sortie nulle pour avoir le produit des fonctions de transfert), notion de gabarit, utilisation de la décomposition en série de FOURIER sur différents filtres (réalisation de moyenneur, d'intégrateur et de dérivateur, suppression de la composante continue, sélection d'une seule harmonique), enrichissement du spectre avec un système non-linéaire.

Capacités exigibles

Fonction de transfert harmonique. Diagramme de Bode.

- Tracer le diagramme de Bode (amplitude et phase) associé à une fonction de transfert d'ordre1.
- 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 d'après l'expression de la fonction de transfert.
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental illustrant l'utilité des fonctions de transfert pour un système linéaire à un ou plusieurs étages.

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.
- Expliciter les conditions d'utilisation d'un filtre afin de l'utiliser comme moyenneur, intégrateur, ou dérivateur.
- 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.).
- Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir d'une analyse spectrale.
- Détecter le caractère non linéaire d'un système par l'apparition de nouvelles fréquences.
- Capacité numérique : 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.

L'amplificateur linéaire intégré

- Généralité : l'ALI composant actif, alimentation, représentations symboliques, caractéristique de transfert statique ;
- Le modèle idéal de l'ALI (parfait) ;
- L'ALI en boucle ouverte (régime de saturation) et exemple du comparateur ;
- L'ALI en boucle fermée : les trois cas (rétroaction positive, négative ou double) et leur régime de fonctionnement (respectivement : régime linéaire, régime de saturation, régime inconnu à déterminer).

Capacités exigibles

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.

Propagation d'un signal

- Notions diverses : différents domaines de la physique où les ondes interviennent, ordres de grandeurs pour les ondes acoustiques (vitesses dans différents milieux, intensité sonore, fréquences audibles) et les ondes électromagnétiques (vitesses dans différents milieux, domaine de fréquences et de longueurs d'onde selon le type d'onde), notion de spectre ;
- Onde progressive plane : représentation spatiale ($s(x-ct)$ ou $s(x+ct)$), représentation temporelle ($s\left(t-\frac{x}{c}\right)$ ou $s\left(t+\frac{x}{c}\right)$), onde plane progressive sinusoïdal OPPH (période spatiale et temporelle, nombre d'onde, norme du vecteur d'onde).

Capacités exigibles

Exemples de signaux, spectre.

* Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux acoustiques, électriques, électromagnétiques.
* Citer quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustiques et électromagnétiques.

Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle linéaire 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 pure l'évolution temporelle à position fixée, et prévoir la forme à différents instants.

Onde progressive sinusoïdale : déphasage, double périodicité spatiale et temporelle.

* Établir la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.

TP

- Électonique : utiliser un signal périodique de fréquence bien choisie pour observer un régime transitoire à l'oscilloscope en mode balayage, caractériser les régimes transitoires du premier et du second ordre (grandeurs caractéristiques, tracé du portrait de phase), proposer et mettre en œuvre un protocole de mesure de temps caractéristiques pour obtenir les caractéristiques d'un système physique capacitif.
- Proposer et mettre en œuvre des montages permettant de relever la caractéristique statique d'un dipôle. Détecter le caractère non linéaire d'un système par l'apparition de nouvelles fréquences. Étudier le principe du détecteur de crête.

Capacités exigibles

Circuit linéaire du premier ordre

* Réaliser pour un circuit l'acquisition d'un régime transitoire du premier ordre et analyser ses caractéristiques.
* Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

Oscillateurs amortis

* Réaliser l'acquisition d'un régime transitoire du deuxième ordre et analyser ses caractéristiques.

Élaborer un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF

* Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.

Mesures de temps et de fréquences

* Analyse spectrale : Effectuer l'analyse spectrale d'un signal périodique à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.

Caractériser un dipôle quelconque

- ∗ Visualiser la caractéristique d'un capteur à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.

- Électronique : Proposer un montage permettant de relever la tension aux bornes d'un dipôle et l'intensité du courant le traversant à l'oscilloscope. Mesurer l'amplitude d'une tension à l'oscilloscope. Mesurer le déphasage entre deux signaux synchrones à l'oscilloscope.

Capacités exigibles

Régression linéaire

- ∗ Utiliser un logiciel de régression linéaire afin d'obtenir les valeurs des paramètres du modèle.
- ∗ Analyser les résultats obtenus à l'aide d'une procédure de validation : analyse graphique intégrant les barres d'incertitude ou analyse des écarts normalisés.
- ∗ Capacité numérique : simuler, à l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur, un processus aléatoire de variation des valeurs expérimentales de l'une des grandeurs — simulation Monte-Carlo — pour évaluer l'incertitude sur les paramètres du modèle.

Mesure de fréquence ou période : mesure directe au fréquencemètre numérique, à l'oscilloscope ou via une carte d'acquisition ; mesure indirecte par comparaison avec une fréquence connue voisine, en réalisant des battements.

- ∗ Mettre en œuvre une méthode directe ou indirecte de mesure de fréquence ou de période.

Décalage temporel ; déphasage à l'aide d'un oscilloscope numérique

- ∗ Reconnaître une avance ou un retard.
- ∗ Passer d'un décalage temporel à un déphasage et inversement.
- ∗ Repérer précisément le passage par un déphasage de 0 ou π en mode XY.

Mesurer une tension (mesure directe au voltmètre numérique ou à l'oscilloscope numérique). Mesurer un courant (mesure directe à l'ampèremètre numérique ; mesure indirecte à l'oscilloscope aux bornes d'une résistance adaptée). Mesurer une résistance ou une impédance (mesure directe à l'ohmmètre/capacimètre ; mesure indirecte à l'oscilloscope ou au voltmètre sur un diviseur de tension).

- ∗ Expliquer le lien entre résolution, calibre, nombre de points de mesure.
- ∗ Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites (bande passante, résistance d'entrée).
- ∗ Définir la nature de la mesure effectuée (valeur efficace, valeur moyenne, amplitude, valeur crête à crête,...).

Caractériser un dipôle quelconque

- ∗ Visualiser la caractéristique d'un capteur à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.
- ∗ Détecter le caractère non linéaire d'un système par l'apparition de nouvelles fréquences.

Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF

- ∗ Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.

Résistance de sortie, résistance d'entrée

- ∗ Évaluer une résistance d'entrée ou de sortie à l'aide d'une notice ou d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de leurs valeurs sur le fonctionnement d'un circuit.
- ∗ Étudier l'influence des résistances d'entrée ou de sortie sur le signal délivré par un GBF, sur la mesure effectuée par un oscilloscope ou un multimètre.