

Fiche synthese pour LPFI 12 : Filtrage en electronique : Analogique et Numerique (niveau L1)

January 3, 2022

Contents

1	Objectifs pedagogiques de la LP	1
2	Objectifs et messages forts de la LP (disciplinaire)	1
3	Introduction generale de la lecon	2
4	Proposition de plan	2
4.1	Les filtres analogiques	2
4.1.1	Le filtre passe-bas : obtention des basses frequences .	2
4.1.2	Le filtre passe-haut : obtention des hautes frequences	2
4.1.3	Le filtre passe-bande : obtention des frequences medium	2
4.2	Un exemple de filtre numerique : le filtre passe-bas	3
5	Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la lecon	3
6	Subtilites de la leon et points disciplinaires essentiels	3
7	Exercices de base et applications interessantes pour la leon	4
8	Bibliographie pour construire la leon	4
9	Experiences illustratives, simulations numeriques et exploitation pedagogique	4
10	Critique des choix pedagogiques de la lecon	4

1 Objectifs pedagogiques de la LP

- Montrer les differents filtres analogiques (passe-bas, passe-haut, passe-bande) et leur interet sur un exemple concret.
- Expliciter les caracteristiques de ces filtres (fonction de transfert, diagramme de Bode, etude a basse et haute frequence...)
- Montrer l'utilisation d'un filtre analogique sur un signal.
- Montrer l'interet et l'utilisation des filtres numeriques avec un programme.

2 Objectifs et messages forts de la LP (disciplinaire)

- Connaitre les differents filtres analogiques et comprendre leurs qualites respectives.
- Savoir trouver la fonction de transfert d'un filtre et en deduire le diagramme de Bode associe pour interpreter le comportement des filtres.
- Discretiser une equation differentielle pour realiser un filtre numerique.

3 Introduction generale de la lecon

Prerequis : Composantes electroniques classiques et impedances complexes, notion d'intensite acoustique, notation complexe, fonction log, transformee de Fourier et spectre, echantillonnage.

Les filtres sont utilises dans plusieurs domaines de la vie de tous les jours, et particulierement dans le domaine acoustique. Aujourd'hui, nous allons etudier une chane HiFi. Les donnees constructeurs indiquent certaines plages de frequences pour les trois enceintes. La question a laquelle nous allons tenter de repondre est : Comment faire pour respecter ces conditions imposees ?

4 Proposition de plan

4.1 Les filtres analogiques

4.1.1 Le filtre passe-bas : obtention des basses frequences

Faire l'etude detaillee du filtre passe-bas avec l'etude du filtre a basse et haute frequence, definir la fonction de transfert, le gain, obtenir le diagramme de Bode (en gain et en phase). Faire une demonstration de filtrage

analogique avec un filtre RC, en regardant le signal en entree et celui aux bornes de la capacite et constater que le signal est bien filtre (utiliser le mode sweep du GBF et la persistence des oscilloscopes pour que a soit plus visuel).

4.1.2 Le filtre passe-haut : obtention des hautes frequences

Faire la mme etude qu'avec le filtre passe-bas en utilisant le diapo pour aller plus vite.

4.1.3 Le filtre passe-bande : obtention des frequences medium

De meme qu'avant, etude avec le diapo.

Transition didactique: Bien que les filtres analogiques fonctionnent tout fait comme nous avons pu le verifier dans cette partie, les industriels preferent aujourd'hui utiliser des filtres numriques. Ceux-ci permettent un gain de place et un filtrage plus precis sur la frquence de coupure choisie. Nous allons donc etudier un exemple de filtre numerique : le filtre passe-bas.

4.2 Un exemple de filtre numerique : le filtre passe-bas

Dfinir les filtres moyennneur, integrateur drivateur. Utiliser le montage integrateur pour discretiser l'equation differentielle associee au passe bas. Utiliser cette equation differentielle pour filtrer un signal grace a un programme python.

5 Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la lecon

- Faire un point sur les filtres utilises dans la lecon et conclure quant au respect des donnees constructeur du debut de seance.
- Ouvrir sur l'utilisation de filtres dans d'autres domaines (exemple : medical avec les electrocardiogrammes)
- Ouvrir sur les filtres actifs, du second ordre...

6 Subtilites de la leon et points disciplinaires essentiels

- Connaitre les filtres analogiques classiques et tre capable de les etudier en determinant le diagramme de Bode (aussi pour les filtres du second

ordre, non aborde dans la leon)

- Connaitre les lois de Kirchoff pour demontrer la fonction de transfert.
- Jusitifier les choix des parametres des oscilloscopes (critere de Shannon etc...) et savoir justifier le spectre observe.

Retour sur la phase de correction :

- Difference filtre actif et filtre passif : pour le filtre actif il faut alimenter pour obtenir une amplification des signaux alors que le filtre passif est sans alimentation.
- Les filtres sont stables quelque soit leur ordre (analogique)
- Dans quelle condition peut-on ecrire la fonction de transfert ? Si l'impedance en sortie du quadripole est infinie pour avoir un courant nul
- Quel est l'interet du numerique ? On peut directement changer les composantes du circuit et choisir la valeur de leur impedance puisque ce sont des microprocesseurs.
- Quel est l'intrt de l'chelle log ? Pouvoir parcourir de larges valeurs de frequences.

7 Exercices de base et applications interessantes pour la leon

- Fonctions de transfert de differents filtres plus ou moins complexes
- Dtermination d'equation differentielle a partir de la fonction de transfert
- Modelisation d'un probleme physique par un circuit analogique passe-bas, passe-haut ou passe-bande.

8 Bibliographie pour construire la leon

- Dunod - Traitement des signaux et acquisition des donnees.
- h prpa - PSI

9 Experiences illustratives, simulations numeriques et exploitation pedagogique

- Experience avec le filtre passe bas analogique, possibilite de le faire avec le passe-haut et le passe-bande. Possibilite de le faire en introduction pour expliquer ensuite le phenomene ou au milieu de la presentation comme experience prouvant ce qu'on a explicite avant.
- Pour le programme de filtrage numerique, nous avons choisi de mettre deux signaux sinusoidaux avec des frquences differentes puis une frequence de coupure du filtre entre les deux pour afficher le signal avant et apres le filtre, et ainsi constater que le filtre a bien opere.
- Il aurait aussi ete possible de faire une autre application du filtrage numerique (cf JBD)

10 Critique des choix pedagogiques de la lecon

Pour cette lecon, nous avons choisi de nous placer a un niveau L1, ce qui pourrait etre controversé par rapport aux prerequis et essentiellement a la partie sur les filtres numeriques, cependant comme la premiere partie est absolument basee sur un niveau L1, nous avons fait ce choix. Le choix du plan tait relativement logique d'apres le titre de la lecon. On pourrait reprocher une deuxieme partie un peu maigre mais n'etant pas l'aise avec le filtrage numrique, cela semblait le plus logique. Nous avons aussi pris le parti de suivre l'exemple de la chane HiFi pour avoir un fil rouge tout au long de la presentation, meme si celui ci pourrait etre critique par rapport au filtrage numerique qui n'est pas reellement utile ici...

- BONNE PREPARATION -