	UNIVERSITE MED SEDDIK BEN YAHIA– JIJEL **Faculté des Sciences et de la Technologie** **Département D'Automatique**

MASTER I (AUTOMATIQUE ET SYSTEME : AS/S1)
TRAITEMENT DU SIGNAL (ANALOGIQUE ET NUMERIQUE)

	TP N°4 Filtres Analogiques (Analyse et Synthèse)

Présentation du TP :

Le but de ce TP est de mettre en œuvre quelques filtres analogiques (passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupe-bande et rejecteur-bande).

1ére Partie (Compte-rendu à la fin de la séance du TP)

1) Caractéristiques d'un filtre

Un filtre (linéaire) est caractérisé par sa fonction de transfert isochrone ou réponse en fréquence H(jw).
On la décompose souvent en réponse en amplitude A(ω) et réponse en phase α(ω).

$$H(jw) = \frac{Y(jw)}{X(jw)} = A(w)e^{j\alpha(w)} \qquad (1)$$

On définit également l'affaiblissement A_f (ω), mesuré en décibels, et le délai de groupe τ(ω), mesuré en secondes.

$$A_f(w) = -20\log(A(w)) \qquad (2)$$

$$\tau(w) = \frac{\partial(-\alpha(w))}{\partial w} \qquad (3)$$

Exercice 01:

Ecrire en Matlab un programme (prog-exe-01-tp4.m) pour visualiser la réponse en amplitude, la réponse en phase, l'affaiblissement, et le délai de groupe d'un filtre dont on connaît la fonction de transfert opérationnelle :

1) $H(p) = \frac{1}{p+1}$, pour $w_1=10e^{-2}$ rad/s et $w_2=10e^{2}$ rad/s.

2) Essayes de généraliser pour un ordre quelconque n (Application: 1, 2 et 3).

2) Spécifications idéales

Une transformation n'apporte pas de distorsion du signal auquel elle est appliquée si elle restitue en sortie un signal y(t) de même forme que le signal d'entrée x(t). Le signal d'entrée peut par contre avoir subi une amplification ou un délai :

$$y(t) = kx(t - t_0) \qquad (4)$$

1) Ecrire l'équation 4 dans le domaine de Fourier. Que peut on déduire?

2) Déduire H(jw)? Que peut on dire?
3) Si on considère maintenant un filtre, dont le rôle est de produire un signal de sortie correspondant à une plage de fréquences du signal d'entrée, il est clair que ce filtre doit, si on veut éviter toute distorsion, ***vérifiera quelle équation?***
4) Caractériser ce filtre (sa réponse en amplitude et sa réponse en phase???)
5) Comment on appellera la plage des fréquences utile?
6) En pratique, on admet parfois que le déphasage d'un filtre ne s'annule pas pour ω=0. Pour vérifier cette exigence comment s'écrira H(jw)? Déduire ?

<u>Exercice 02:</u>
Soit un signal x(t)=cos(50t)+cos(43t) passant à travers un filtre de réponse A(ω)=1 et β(ω)=-0.03ω.
Ecrire en Matlab un programme (prog-exe-02-tp5.m) pour visualiser la sortie de ce filtre. Même chose si β(ω)=-0.03ω.+6.8π. Même chose si β(ω)=-ω ².
Déduire les caractéristiques d'un filtre sans distorsion significative.

2^{éme} Partie (Compte-rendu pour la prochaine séance du TP)

Le but de cette deuxième partie du TP, est de mettre en œuvre un filtre analogique passe-bas.
Dans une première partie l'étudiant va se familiariser avec les fonctions de bases suivantes : roots, pol, filter, fir1, fir2, firls, freqz, , impz, spectrum, zplane,…

<u>2.1) Signal à étudier</u>
Générer un signal x(t), somme de 4sinus que vous choisissez et visualisez ce signal $x(t)$.
Donner les fréquences correspondantes. Confirmer les fréquences données, on utilisera la commande fft qui calcule la transformée de Fourier d'un signal; ainsi on pourra afficher son spectre.

<u>2.2) Filtre passe-bas du premier ordre</u>
Réalisez un filtre analogique du premier ordre supprimant la plus haute fréquence. On utilisera la commande lsim pour simuler le système.
Réaliser maintenant un filtre du même type supprimant les deux plus hautes fréquences. Les résultats sont-ils acceptables ? Pourquoi ?

<u>2.3) Blackbox</u>
On entre maintenant le signal de départ dans une boite noire. Pour cela, on tape y=blackbox(x), si le signal de départ est *x*. Que remarque-t-on ? Comparez les résultats avec ceux obtenus en (2.2). Pour avoir des précisions sur le contenu de la boite noire, éditez blackbox.m. De quel type de filtre s'agit-il ? Donnez ses caractéristiques.

<u>2.4) Spécifications en amplitude</u>
On catégorise les filtres en fonction du type de modification qu'ils imposent sur leur entrée. Les filtres réalisant des modifications du spectre d'amplitude sont classés en filtres passe-bas, passe-bande, passe-haut, ou coupe-bande. La forme générale de la fonction de transfert opérationnelle d'un filtre est :

$$H(p)=\frac{Y(p)}{X(p)}=\frac{N(p)}{D(p)}=\frac{\sum_{i=0}^{m} b_i p^i}{\sum_{i=0}^{n} a_i p^i}; \qquad a_n=1 \tag{5}$$

L'ordre du filtre est n, qui doit bien entendu satisfaire à n>=m. Les zéros de N(p) sont les zéros du filtre; les zéros de D(p) sont les pôles du filtre.
1) Quelle sera les conditions de stabilité de ce filtre?
2) Donner les fonctions de transfert de 1er ordre et du 2éme ordre de chaque filtre (p-bas, p-haut, p-bande, coupe-bande et rejecteur-bande) ?
3) Dresser les gabarits de ces filtres (détailler les caractéristiques de chaque gabarit).
4) Utiliser Matlab pour dresser des gabarits théoriques ?

<u>Rapport :</u>

Doit comporter les réponses aux questions, les programmes en Matlab, les courbes claires et commentées et une conclusion générale du TP.

BON COURAGE