

T.D. n°3 : Synthèse de filtres analogiques.**Exercice n°1 :** *Gabarit prototype d'un filtre.*

On donne les contraintes associées à chacun des filtres suivants. On demande de compléter le tableau ; représenter les gabarits prototypes de chacun des filtres et de classer ensuite les filtres du plus sélectif au moins sélectif :

	Type de filtre (L.P., H.P., B.P., N.)	A_{\min}	A_{\min} (dB)	A_{\max}	A_{\max} (dB)	f_p (kHz)	f_a (kHz)	Se
Filtre 1			40 dB		3 dB	50	100	
Filtre 2	L.P.	200		$\sqrt{2}$		8		0,2
Filtre 3	H.P.	1000			1 dB		0,5	25%
Filtre 4			24 dB	2		$f_{p-} = 12$ $f_{p+} = 15$	$f_{a-} = 4$ $f_{a+} = 45$	

Exercice n°2 : *Fonctions de transfert normalisées.*

Compléter le tableau suivant, correspondant à la réalisation de filtre passe-bas :

Fonction de transfert $H(p)$ ou $\underline{H}(j\omega)$	Valeur de la pulsation de normalisation	Fonction de transfert normalisée $H_{PB}(s)$ ou $\underline{H}_{PB}(ju)$
$H(p) = \frac{1}{1 + \frac{p}{100}}$	$\omega_p = 100 \text{ rad.s}^{-1}$	
$H(p) = \frac{5}{5 + \frac{p}{100}}$	$\omega_p = 20 \text{ rad.s}^{-1}$	
	$\omega_p = 1000 \text{ rad.s}^{-1}$	$H_{PB}(s) = \frac{1}{1 + 4s}$
$H(p) = \frac{1}{\left(\frac{p}{800}\right)^2 + \frac{p}{8000} + 1}$	$\omega_p = 800 \text{ rad.s}^{-1}$	
$H(p) = \frac{1}{\left(\frac{p}{500}\right)^2 + \frac{p}{500} + 1}$	$\omega_p = 250 \text{ rad.s}^{-1}$	
	$\omega_p = 1600 \text{ rad.s}^{-1}$	$H_{PB}(s) = \frac{1}{4s^2 + s + 1}$

Exercice n°3 : *Synthèse complète - gabarit / fonction de transfert / circuit du filtre.*

3.1) On donne, pour le **Filtre 1**, les contraintes suivantes :

$$f_p = 3 \text{ kHz} \quad f_a = 30 \text{ kHz} \quad A_{\max} = 3 \text{ dB} \quad A_{\min} = 40 \text{ dB} \quad R_0 = 100 \Omega.$$

3.1.a) Représenter le gabarit réel (*Phase 1*) puis normalisé de ce filtre (*Phase 2*).

3.1.b) Déterminer l'expression de la fonction de transfert normalisée $H_{PB}(s)$ pour obtenir une réponse de Butterworth (*Phase 3*).

3.1.c) En déduire l'expression la fonction de transfert réelle (ou dénormalisée) $H(p)$ du filtre à réaliser (*Phase 4*).

3.1.d) Proposer un circuit et des valeurs de composants pour réaliser ce filtre à partir d'un circuit R, L, C (*Phase 5*).

3.2) On donne, pour le **Filtre 2**, les contraintes suivantes :

$$f_p = 2 \text{ kHz} \quad f_a = 5,4 \text{ kHz} \quad A_{\max} = 1 \text{ dB} \quad A_{\min} = 20 \text{ dB} \quad R_0 = 8,2 \text{ k}\Omega.$$

3.2.a) Représenter le gabarit réel (*Phase 1*) puis normalisé de ce filtre (*Phase 2*).

3.2.b) Déterminer l'expression de la fonction de transfert normalisée $H_{PB}(s)$ pour obtenir une réponse de Butterworth (*Phase 3*).

3.2.c) En déduire l'expression la fonction de transfert réelle (*ou dénormalisée*) $H(p)$ du filtre à réaliser (*Phase 4*).

3.2.d) Proposer un circuit et des valeurs de composants pour réaliser ce filtre à partir de cellule(s) de Sallen-Key (*Phase 5*).

3.3) On donne, pour le **Filtre 3**, les contraintes suivantes :

Passe Haut de type Tchebychev :

- Gain minimum dans la bande passante = - 2 dB (*ondulation de 2 dB*)
- Gain maximum dans la bande atténuée = - 67 dB
- Fréquence limite de la bande passante = 300 kHz
- Fréquence limite de la bande atténuée = 100 kHz

3.3.a) Représenter le gabarit réel (*Phase 1*) puis normalisé de ce filtre (*Phase 2*).

3.3.b) Déterminer l'expression de la fonction de transfert normalisée $H_{PB}(s)$ pour obtenir une réponse de Tchebychev (*Phase 3*).

3.3.c) En déduire l'expression la fonction de transfert réelle (*ou dénormalisée*) $H(p)$ du filtre à réaliser (*Phase 4*).

3.3.d) Proposer un circuit et des valeurs de composants pour réaliser ce filtre à partir de cellule(s) de Sallen-Key (*Phase 5*).

3.4) On donne, pour le **Filtre 4**, les contraintes suivantes :

Passe-Bande Butterworth :

- Gain minimum dans la bande passante = -3 dB
- Gain maximum dans la bande atténuée = -10 dB
- Fréquence centrale = 250 kHz
- Bande passante 20 kHz (*centrée sur la fréquence centrale*)
- Fréquences limites de la bande atténuée = $250\text{kHz} \pm 35 \text{ kHz}$

3.4.a) Représenter le gabarit réel (*Phase 1*) puis normalisé de ce filtre (*Phase 2*).

3.4.b) Déterminer l'expression de la fonction de transfert normalisée $H_{PB}(s)$ pour obtenir une réponse de Butterworth (*Phase 3*).

3.4.c) En déduire l'expression la fonction de transfert réelle (*ou dénormalisée*) $H(p)$ du filtre à réaliser (*Phase 4*).

3.4.d) Proposer un circuit et des valeurs de composants pour réaliser ce filtre à partir de cellule(s) de Sallen-Key (*Phase 5*).