

TD N°1 : Filtrage électrique



Chap 1.1 : Filtrage électrique



S.POUJOULY



@poujouly

<http://poujouly.net>

Éléments de correction

Exercice n°3 : Etude des solutions de filtrage d'une carte d'acquisition

Etude du filtre de lissage

Q1 : La fonction de transfert $T(j\omega) = \frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = \frac{1}{1 + jC_2\omega(R_1 + R_2) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2}$ est de la forme

$$T(j\omega) = \frac{1}{1 + 2m \frac{j\omega}{\omega_0} + \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2} \text{ avec } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \text{ et } m = \frac{C_2 \cdot (R_1 + R_2)}{2\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Q2 : Cellule n°1 : $F_0=4\text{kHz}$ $m_1=0,381$ Cellule n°2 : $F_0=4\text{kHz}$ $m_2=0,926$

Q3 : Les 2 cellules ont la même valeur de fréquence propre f_0 ce qui est caractéristique des fonctions de Butterworth. La fréquence de coupure f_c de ce filtre correspond donc à f_0 . En examinant les fonctions de transferts normalisées on retrouve les valeurs des 2 coefficients d'amortissement.

$$\frac{1}{1 + 1,8477 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + 0,7653 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$$

\uparrow $2 \times m_2$ \uparrow $2 \times m_1$

Q4 : Le module de la fonction de transfert d'un filtre de Butterworth est de la forme

$$|T| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^{2n}}} \text{ donc pour } f = F_e/2 = 22,1\text{kHz} \text{ l'atténuation (-Gain) est donc } A = 20 \cdot \log \left(\sqrt{1 + \left(\frac{F_e}{2 \cdot f_c}\right)^8} \right)$$

soit $A = 59,4\text{dB}$

Q5 : Le filtre anti-repliement est constitué de 3 cellules du 2nd ordre ce qui nous donne un ordre 6.

Q6 : Cellule n°1 : $f_0 = 1288\text{Hz}$ Cellule n°2 : $f_0 = 2349\text{Hz}$ Cellule n°3 : $f_0 = 3064\text{Hz}$

Comme les valeurs de f_0 sont différentes pour chaque cellule il ne peut pas s'agir d'une fonction de Butterworth. A titre d'information il s'agit d'une fonction d'approximation de Chebychev avec une ondulation de 300mdB.

Exercice n°4 : Mise en œuvre du circuit LTC 1563-X

Q1 : Les 2 fonctions d'approximations sont Butterworth & Bessel. Propriétés : voir poly de cours
Autre fonction d'approximation : Chebychev

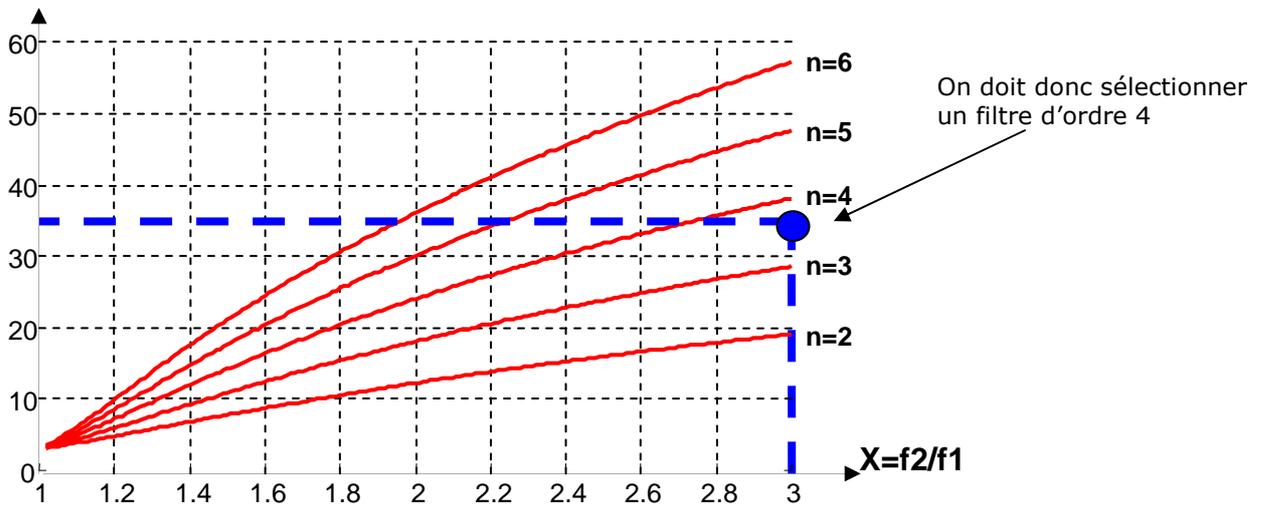
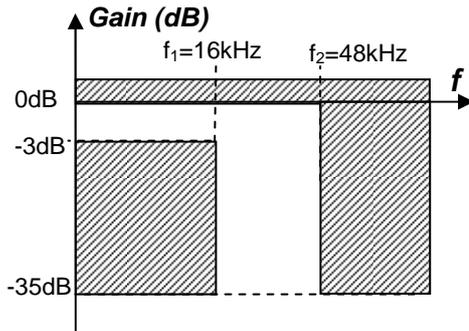
Q2 : Pour obtenir un filtre présentant une phase linéaire il faut prendre la fonction d'approximation de Bessel soit le circuit [LTC1563-3](#)

Q3 : Une seule résistance permet de fixer la fréquence de coupure, ce qui simplifie grandement la mise au point du filtre.

Q4 : Oui car ce composant peut s'alimenter à partir d'une tension simple 3V jusqu'à une tension symétrique +/-5V

Q5 : Les tensions d'entrée et de sorties peuvent prendre toutes les valeurs comprises entre les limites des tensions d'alimentation.

Q6 : Gabarit du filtre :



Q7 : Comme on souhaite implanter un filtre d'ordre 4 avec une réponse de type Butterworth, le circuit LTC1563-2 est donc parfaitement adapté. Afin d'obtenir une fréquence de coupure de 16kHz on choisit donc une résistance $R=160\text{k}\Omega$