

## TDAD\_FILT : Synthèse de filtre analogique

Me 29 avril 2020 **Éléments de correction**

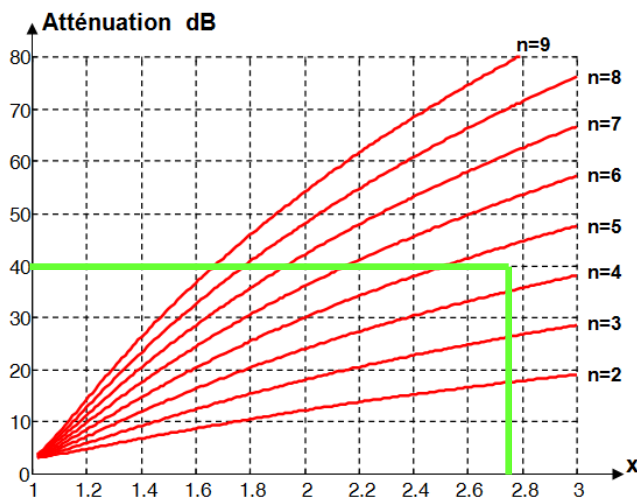
### Exercice 1 : Conception d'un filtre

**10h00**

**Q1 :** On choisit une bande passante audio de 4,5KHz qui est suffisante pour la voix et on atténue à  $f_c/2=12,5\text{kHz}$  pour éviter le moindre problème due au repliement de spectre.

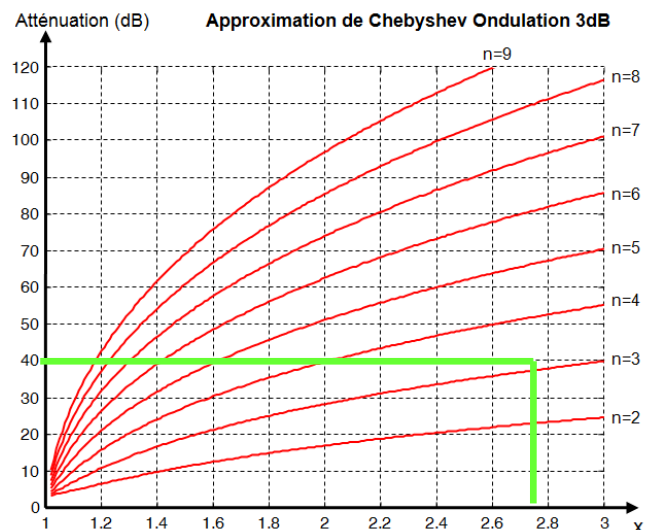
**Q2 :** Pour déterminer l'ordre on calcule  $x=f_2/f_1=2,78$  et on reporte ce point avec une atténuation de 40dB sur les abaques proposées

Abaque de Butterworth



On choisit  $n=5$

Abaque de Chebyshev



On choisit  $n=4$

Synthèse du filtre de Butterworth d'ordre 5 constitué :

1 cellule du 1<sup>er</sup> ordre avec  $f_c=4,5\text{kHz}$

1 cellule du 2<sup>nd</sup> ordre avec  $f_o=f_c=4,5\text{kHz}$  et  $m=1,618/2=0,809$

1 cellule du 2<sup>nd</sup> ordre avec  $f_o=f_c=4,5\text{kHz}$  et  $m=0,616/2=0,308$

| Ordre | Fonction de transfert   |
|-------|---|
| 2     | $\frac{1}{1+1,4142 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$  |
| 3     | $\frac{1}{1+\left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1+\left(\frac{jf}{f_c}\right)}$   |
| 4     | $\frac{1}{1+1,8477 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1+0,7653 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$   |
| 5     | $\frac{1}{1+1,618 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1+0,616 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1+\left(\frac{jf}{f_c}\right)}$ |

Synthèse du filtre de Chebyshev d'ordre 4 constitué :

1 coefficient de 0,707

1 cellule du 2<sup>nd</sup> ordre avec

$$f_0 = \frac{f_c}{\sqrt{1,1073}} = 4,28\text{kHz}$$

$$m = \frac{0,1886}{2\sqrt{1,1073}} = 0,0896$$

1 cellule du 2<sup>nd</sup> ordre avec

$$f_0 = \frac{f_c}{\sqrt{5,1026}} = 1,99\text{kHz}$$

$$m = \frac{2,0984}{2\sqrt{5,1026}} = 0,464$$

| Ordre | Fonction de transfert  |
|-------|--|
| 2     | $\frac{0,7079}{1 + 0,9109 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + 1,4125 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$   |
| 3     | $\frac{1}{1 + 0,3559 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + 1,1916 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + 3,3487 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right)}$   |
| 4     | $\frac{0,7079}{1 + 0,1886 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + 1,1073 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + 2,0984 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + 5,1026 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$ |

Une simulation LTSpice permet de confirmer le résultat :

