



Faculté des Sciences

UNIVERSITÉ LIBANAISE

Faculté des sciences 1

Département de physique et d'électronique

---

PROGRAMMATION POUR  
L'ELECTRONIQUE: INFO 375

*Mini Projet*

*Filtre de CHEBYSHEV*  
*passé-bas*

*Inclut*

Mohammad ALARAB



---

Ce programme vous permet de déterminer l'ordre d'un filtre de Chebychev passe-bas, ainsi ces pole, selon le gabarit que vous l'entrer.

En plus, ce programme vous sauvegarde le module de votre filtre dans un fichier.

---

Ce programme est forme principalement d'une fonction « main », qui appelle à son tour des autres fonctions que l'on discutera, et qui assurent la progression du programme.

La fonction « main », est former d'une boucle interminable, qui vous permet de reprendre le programme à chaque fois qu'il se termine.

---

Tout d'abord, le programme appelle les 4 librairies :

1. iostream: qui contient les outils nécessaires aux entrées/sorties.
  2. cmath : qui contient les outils mathématiques.
  3. complex : pour l'utilisation du type complexe.
  4. fstream : correspond au flux vers les fichiers.
-

---

La fonction « welcome », est celle qui introduit le démarrage du programme.

La fonction « start », est celle qui introduit le début de chaque sous-projet d'un nouveau filtre.

---

Les deux fonctions « argsinh » et « argcosh », serrent a calculer respectivement la fonction inverse de sinh et cosh, car ces premiers n'existe pas dans la librairie « cmath ».

Nous nous basons sur les formules suivantes :

$$\sinh^{-1} x = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1})$$

$$\cosh^{-1} x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1})$$

---

La classe « filter », est une classe qui comprend les données du gabarit d'un filtre.

Elle est créé pour facilite le travail avec les données d'un filtre de Chebycheve passe-bas.

---

---

L'or de l'initialisation d'un nouveau filtre, le programme demande tout de suite les informations du gabarit correspondant à ce filtre (ceci est dû à la structure interne du constructeur).

---

La fonction « test » peut vérifier si les informations introduit par l'utilisateur correspondent à un filtre passe-bas de Chebyshev ou non.

Si non, le programme vous demande de vérifier vos informations.

---

Par la fonction « ordre », l'ordre du filtre sera calculer, en se soutenant sur l'équation :

$$N = \frac{\cosh^{-1} \sqrt{\frac{10^{\frac{A_{min}}{10}} - 1}{10^{\frac{A_{max}}{10}} - 1}}}{\cosh^{-1} \frac{f_s}{f_c}}$$

---



---

Dans la fonction « poles », nous calculons les pôles du filtre par l'équation :

$$p_k = -\omega_c \sin\left(\frac{2k-1}{N}\frac{\pi}{2}\right) \sinh\left(\frac{1}{N} \sinh^{-1} \frac{1}{\varepsilon}\right) \\ + j\omega_c \cos\left(\frac{2k-1}{N}\frac{\pi}{2}\right) \cosh\left(\frac{1}{N} \sinh^{-1} \frac{1}{\varepsilon}\right)$$

Pour plus de précisions dans les calculs, nous l'avons partagé en petits partie, comme nous avons utilisé le type « double », qui est plus précis.

A cause des erreurs de calcul, nous étions obligées de prendre une approximation nulle pour les valeurs imaginaires très petites pour que le pole réelle apparait.

---

La fonction « module » calcule le module du filtre sur deux décades, et le stock dans un fichier nommé par l'utilisateur.

Le calcule se base sur ces équations :

Pour  $\omega \leq \omega_p$  :

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \epsilon^2 \cos \left( N \cos^{-1} \left( \frac{\omega}{\omega_p} \right) \right)^2}}$$

Pour  $\omega \geq \omega_p$  :

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \epsilon^2 \cosh \left( N \cosh^{-1} \left( \frac{\omega}{\omega_p} \right) \right)^2}}$$

---

# Programme

