POLY TECH. MONS
Service de
Théorie des Circuits
et de Traitement du Signal

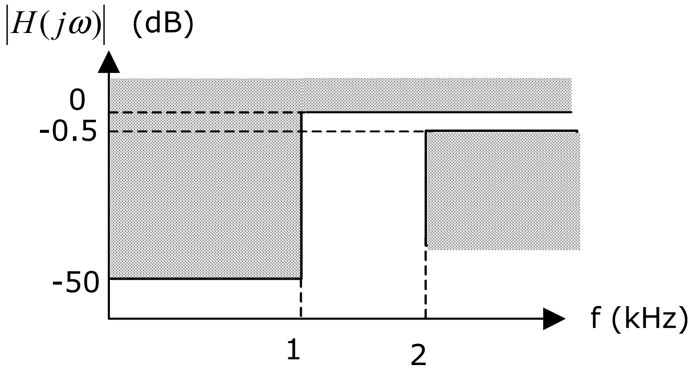
EXAMEN DE COMPLEMENTS DE THEORIE DES CIRCUITS

3ème ELEC + IG

Juin 2003

(1h - sans notes – avec machine)

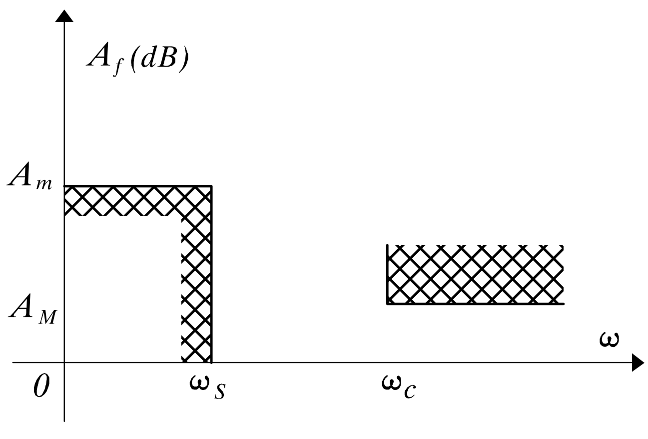
1. On cherche à réaliser l'approximation du filtre passe-haut suivant :



On demande l'ordre du filtre obtenu par approximation de Butterworth sachant :

- que la formule de conversion passe-haut vers passe-bas normalisé est :

$$\Omega = -\frac{\omega_c}{\omega}$$



Passe-haut

- que les formules de calcul de l'ordre de l'approximation de Butterworth (pour un passe-bas normalisé dont l'atténuation en bande passante est au plus égale à A_M dB***,*** dont la fréquence de début de bande atténuée vaut Ω_s et qui présente à cette pulsation une atténuation d'au moins A_m dB) est donné par :

$$n = \left[\frac{\log \dfrac{10^{A_m/10} - 1}{10^{A_M/10} - 1}}{2.\log \Omega_s} \right] + 1$$

2. Après approximation de ce filtre passe-haut par Cauer, on obtient les pôles et zéros suivants :

zeros = 1000 *
   0.0000 + 8.1542i
   0.0000 - 8.1542i
  -0.0000 + 5.4572i
  -0.0000 - 5.4572i
   0.0000

poles = 10000 *
  -2.9369
  -0.6182 + 1.5316i
  -0.6182 - 1.5316i
  -0.0986 + 1.2332i
  -0.0986 - 1.2332i

On demande d'esquisser les réponses en fréquence des cellules nécessaires à la synthèse et de donner l'ordre dans lequel on doit les placer.

SOLUTIONS :[1]

1.

```
log10((10^5-1)/(10^0.05-1))/2/log10(2)
ans =
    9.8222 => 10
```

On trouve d'ailleurs, sous matlab :

```
[n,wn]=buttord(2000*2*pi,1000*2*pi,0.5,50,'s')
n =
    10
wn =
  1.1173e+004
```

2.

```
H(p) a en réalité été généré par approximation elliptique :
[n,wn]=ellipord(2000*2*pi,1000*2*pi,0.5,50,'s');
[N,D]=ellip(n,0.5,50,wn,'high','s')
N =
  1.0e+015 *
    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    1.9802   -0.0000
D =
  1.0e+021 *
    0.0000    0.0000    0.0000    0.0000    0.0001    1.2262
z=roots(N)
z =
  1.0e+003 *
   0.0000 + 8.1542i
   0.0000 - 8.1542i
  -0.0000 + 5.4572i
  -0.0000 - 5.4572i
   0.0000
p=roots(D)
p =
  1.0e+004 *
  -2.9369
  -0.6182 + 1.5316i
  -0.6182 - 1.5316i
  -0.0986 + 1.2332i
  -0.0986 - 1.2332i
```

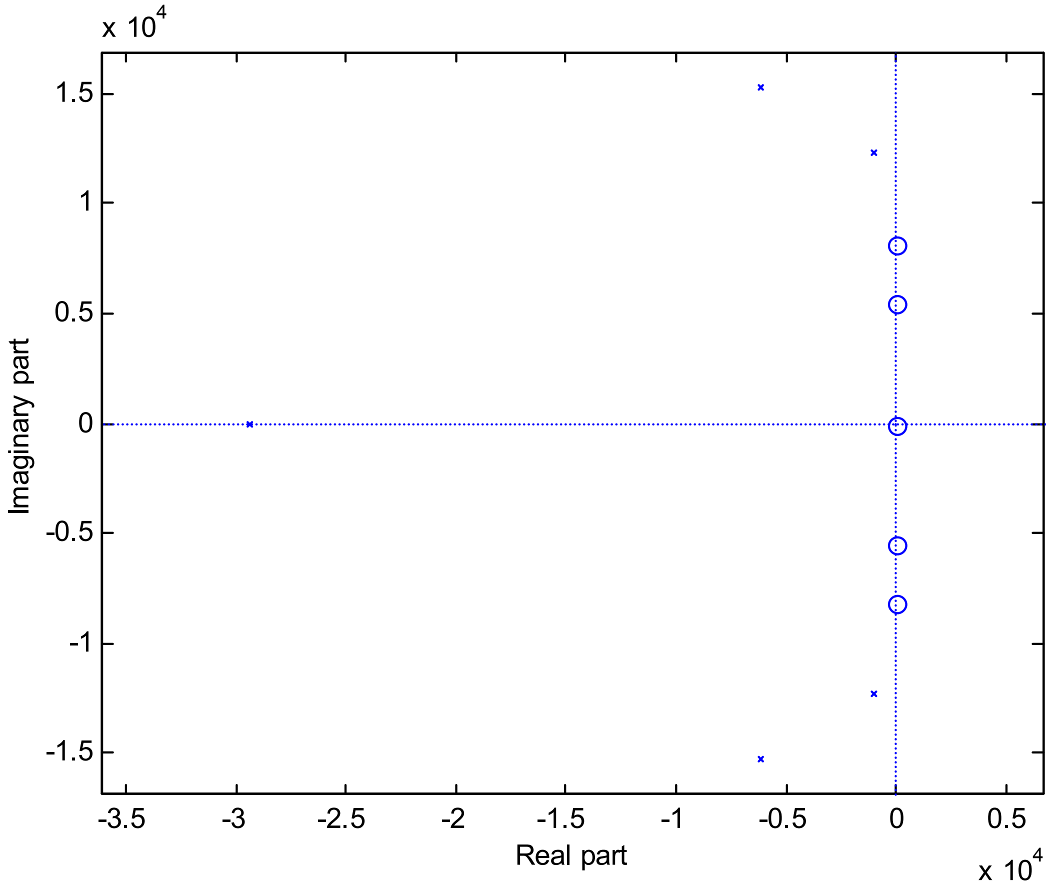
Facteurs de qualité :

```
abs(p)./2./real(p)
ans =
   -0.5000
   -1.3358
   -1.3358
   -6.2718
   -6.2718
```

Pôles et zéros :

```
zplane(N,D) ;
```

[1] Les solutions sont ici données via Matlab, par facilité. Pendant l'examen, l'étudiant obtient ces solutions de façon différente : il utilise uniquement sa machine et les connaissances qu'il a acquises au cours. Les graphiques sont par ailleurs tracés à la main, et on veille à y fait apparaître explicitement les point caractéristiques : fréquences de cassure, facteurs de qualité, pentes, etc.




```
Réponses des cellules :
% (z1et2-p4et5) et (z3et4-p2et3) puis p1
N1=poly([z(1) z(2)]);
N1 =
   1.0e+007 *
    0.00000010000000  -0.00000000000000   6.64905851966906
D1=poly([p(4),p(5)]);
D1 =
   1.0e+008 *
    0.00000001000000   0.00001972533560   1.53050681392854
%facteur K pour cette cellule
K1=1; % H1(p) doit valoir 1 en HF : p->infini
K1 =
     2.3018
freqs(K1*N1,D1);

figure(2)
N2=poly([z(3) z(4)]);
N2 =
   1.0e+007 *
    0.00000010000000   0.00000000000000   2.97812933554771
D2=poly([p(2),p(3)])
D2 =
   1.0e+008 *
    0.00000001000000   0.00012364350434   2.72804660811810
K2=1; % H2(p) doit valoir 1 en HF : p->infini
freqs(K2*N2,D2);

figure(3)
N3= poly(z(5));
D3= poly(p(1));
```

```
K3=1; % H3(p) doit valoir 1 en HF : p->infini
freqs(K3*N3,D3));
```