

TEKNIK PENGOLAHAN ISYARAT DIGITAL

Kuliah 12 – Filter Eliptik



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA
YOGYAKARTA**

Indah Susilawati, S.T., M.Eng.

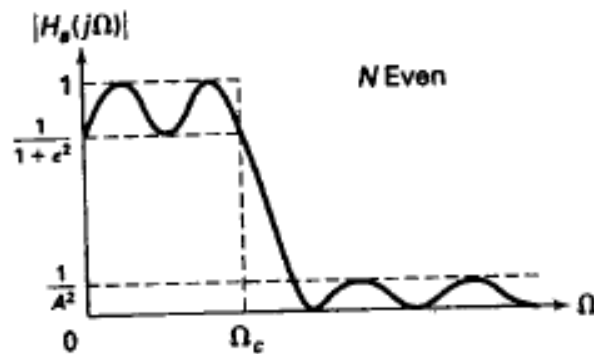
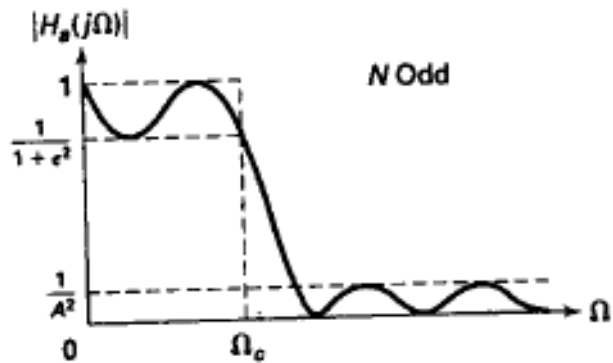
**Program Studi Teknik Elektro
Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Mercu Buana Yogyakarta
2009**

Filter Eliptik

Filter eliptik mempunyai perilaku equiripple pda passband dan stopband, merupakan filter optimum dalam arti bahwa filter ini mencapai orde N yang minimum (dan mencapai bidang transisi yang paling tajam untuk orde N yang telah tertentu) untuk suatu spesifikasi tertentu. Tanggapan magnitude kuadrat dari filter eliptik dinyatakan sbg:

$$|H_a(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1 + \epsilon^2 U_N^2 \left(\frac{\Omega}{\Omega_c} \right)}$$

Dengan N adl orde filter, ϵ adl passband ripple (terkait dgn R_p) dan $U_N(\cdot)$ adl fungsi eliptik Jacobian orde N. Tanggapan filter untuk N genap dan N ganjil digambarkan sbb.



Dengan menyelesaikan persamaan di atas maka diperoleh

$$N = \frac{K(k)K(\sqrt{1-k_1^2})}{K(k_1)K(\sqrt{1-k^2})}$$

dgn

$$k = \frac{\Omega_p}{\Omega_s}, \quad k_1 = \frac{\epsilon}{\sqrt{A^2 - 1}}$$

$$K(x) = \int_0^{\pi/2} \frac{d\theta}{\sqrt{1 - x^2 \sin^2 \theta}}$$

$K(x)$ adalah integral eliptik lengkap untuk jenis yang pertama. Matlab menyediakan fungsi `ellipke.m` untuk menghitung $K(x)$ secara numeris dan dapat digunakan untuk menghitung N dan selanjutnya untuk merancang filter eliptik.

```
function [b,a]=u_ellipap(N,Rp,As,OmegaC);
% Fungsi untuk membentuk prototipe filter lowpass eliptik
% tanpa normalisasi
% -----
% b = koefisien polinomial pada pembilang
% a = koefisien polinomial pada penyebut
% N = orde filter eliptik
% Rp = passband ripple dalam dB; Rp > 0
% As = atenuasi stopband dalam dB; As > 0
% OmegaC = frekuensi cut-off dalam rad/detik

[z,p,k] = ellipap(N,Rp,As);
a = real(poly(p));
aNn = a(N+1);
P = p*OmegaC;
aNu = a(N+1);
b = real(poly(z));
M = length(b);
bNn = b(M);
z = z*OmegaC;
b = real(poly(z));
bNu = b(M);
k = k*(aNu*bNn)/(aNn*bNu);
b0 = k;
b = k*b;
```

```

function [b,a]= afd_elip(Wp,Ws,Rp,As);
% Fungsi untuk mendesain filter lowpass eliptik
% -----
% b = koefisien polinomial pada pembilang
% a = koefisien polinomial pada penyebut
% Wp = frekuensi passband dalam rad/detik; Wp > 0
% Ws = frekuensi stopband dalam rad/detik; Ws > 0
% Rp = passband ripple dalam dB; Rp > 0
% As = atenuasi stopband dalam dB; As > 0

ep = sqrt(10^(Rp/10)-1);
A = 10^(As/20);
OmegaC = Wp;
k = Wp/Ws;
k1 = ep/sqrt(A*A-1);
capk = ellipke([k 1-k.^2]);
capk1 = ellipke([k1 1-(k1.^2)]);
N = ceil(capk(1)*capk1(2)/(capk(2)*capk1(1)));
fprintf('\n***Orde Filter Eliptik = %2.0f \n',N)
[b,a] = u_ellipap(N,Rp,As,OmegaC);

```

Contoh

Rancanglah filter lowpass eliptik yang memenuhi spesifikasi berikut.

$$\Omega_p = 0,2 \pi$$

$$\Omega_s = 0,3 \pi$$

$$R_p = 1 \text{ dB}$$

$$A_s = 16 \text{ dB}$$

Penyelesaian

Menggunakan fungsi-fungsi yang telah dibuat di atas, maka dapat diketahui polinomial pembilang dan penyebut dari $H_a(s)$.

```
>> Wp=0.2*pi
```

```
Wp =
```

```
0.6283
```

```
>> Ws=0.3*pi
```

```
Ws =
```

```
0.9425
```

```
>> [b,a]=afd_elip(Wp,Ws,1,16)
```

```
***Orde Filter Eliptik = 3
```

```
b =
```

```
1.1045    0    0.7335
```

```
a =
```

```
1.0000  0.9758  1.2296  0.7335
```

Maka $H_a(s)$ dapat ditulis sbg:

$$H_a(s) = \frac{1,1045 s^2 + 0,7335}{s^3 + 0,9758 s^2 + 1,2296 s + 0,7335}$$

Spesifikasi filter pada contoh ini sama dengan spesifikasi filter pada contoh yang lalu (filter Chebyshev). Terlihat bahwa orde filter yang dihasilkan untuk filter eliptik ($N = 3$) lebih kecil daripada orde yang dihasilkan pada filter Chebyshev ($N = 4$).

Untuk merancang filter eliptik, Matlab juga telah menyediakan fungsi `ellip.m` dengan sintaks sbb:

[b,a] = ellip(n,Rp,Rs,Wn)

Dengan

b = koefisien polinomial pada pembilang

a = koefisien polinomial pada penyebut

n = orde filter eliptik

Wn = frekuensi passband dalam rad/detik; $Wn > 0$

Rp = passband ripple dalam dB; $Rp > 0$

Rs = stopband ripple dalam dB; $Rs > 0$

Menggunakan fungsi `ellip.m`, maka untuk contoh di atas dapat dikerjakan sbb:

```
>> [b,a]=ellip(3,1,16,Wp)
```

b =

```
0.4088 0.8894 0.8894 0.4088
```

a =

```
1.0000 0.7619 0.8085 0.0260
```

Ingat bahwa fungsi-fungsi built in Matlab telah ternormalisasi sehingga frekuensi cut-off = 1. Untuk melihat tanggapan magnitude dan fasenya dapat digunakan fungsi `freqs.m`.

```
>> freqs(b,a)
```

Hasilnya:

