# Greining og uppbygging rása

Reikniverkefni 3
Kristinn Gylfason

27. mars 2000

## 1 Lághleypisía

Hanna á Butterworth, Chebyshev, andhverfa Chebyshev og Elliptic lághleypisíur sem uppfylla skilyrðin

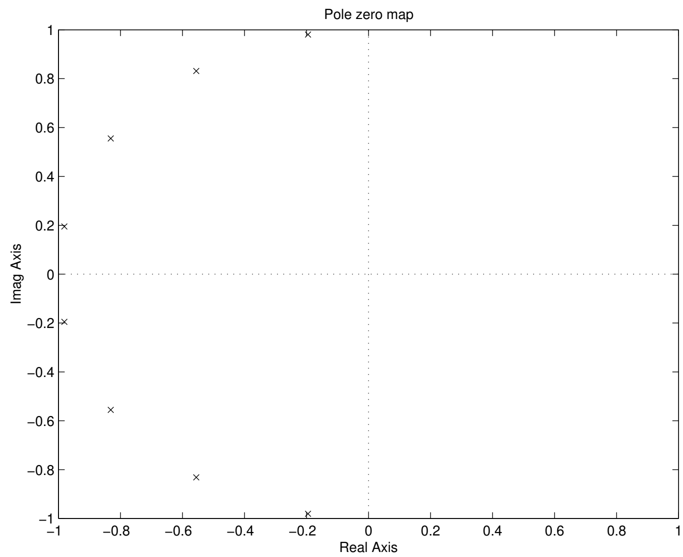
- Hleypisvið er frá 0 til 1 kHz með leyfilega hámarksdeyfingu 0.2 dB.
- Stoppsvið byrjar í 2 kHz og hefur lágmarksdeyfingu 30 dB.

## Lausn

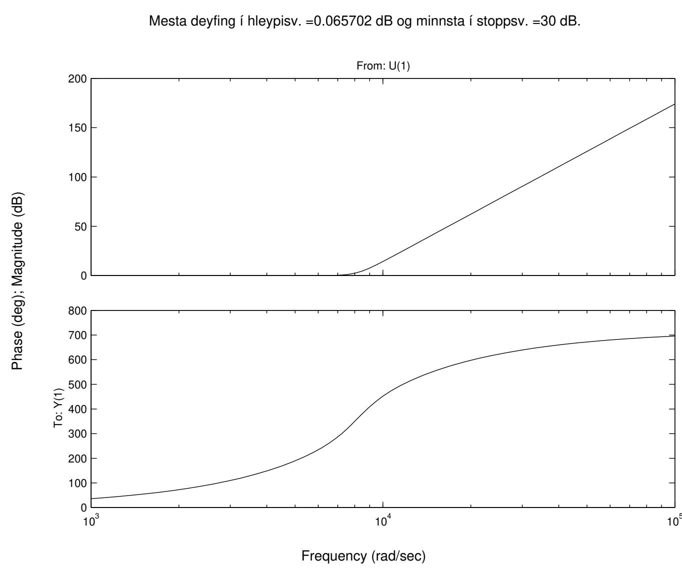
Nota Matlab til hins ýtrasta eins og sjá má í kóðanum sem fylgir aftast. Stöðluðu yfirfærsluföllin eru fundin með buttab(), cheb1ap(), cheb2ap() og ellipap() föllunum. Núll-póla rit fyrir stöðluðu yfirfærsluföllin eru því næst teiknuð með pzmap() fallinu. Deyfing sem fall af tíðni fyrir afnormuðu síurnar er fengin með því að nota bode() fallið en snúa við yfirfærslufallsbrotinu (setja inn teljara sem nefnara og öfugt). Deyfingin í skurðtíðnum er merkt inn á myndirnar af deyfiföllunum.

### Butterworth

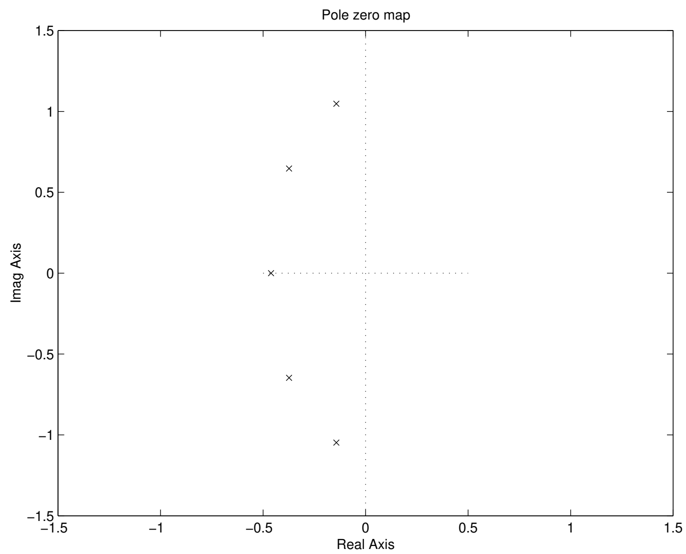
Núll-pólarit fyrir normuðu Butterworth lághleypisíuna sést á mynd 1. Pólarnir liggja í opna vinstra hálfplaninu og mynda hálfhring eins og fræðin segja fyrir um. Af myndinni sést að sían hefur gráðu $n = 8$. Deyfifallið sést á mynd 2. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir því greinilega hönnunarkröfurnar.



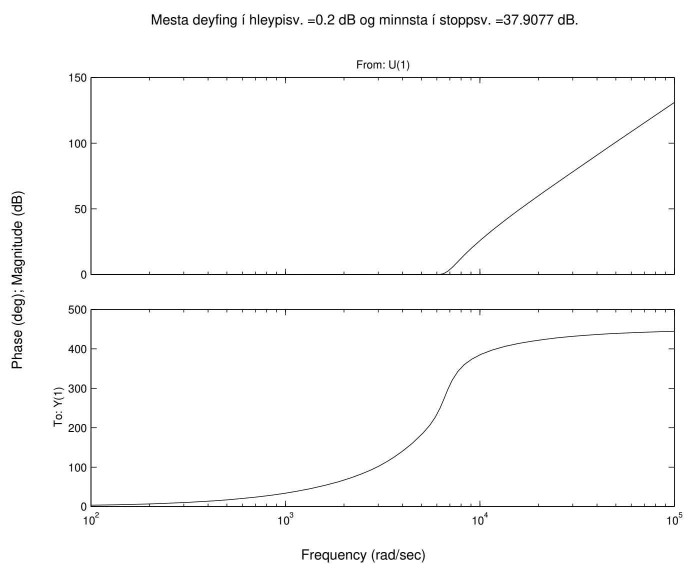

Mynd 1: Núll-póla rit fyrir normuðu Butterworth lághleypisíuna.



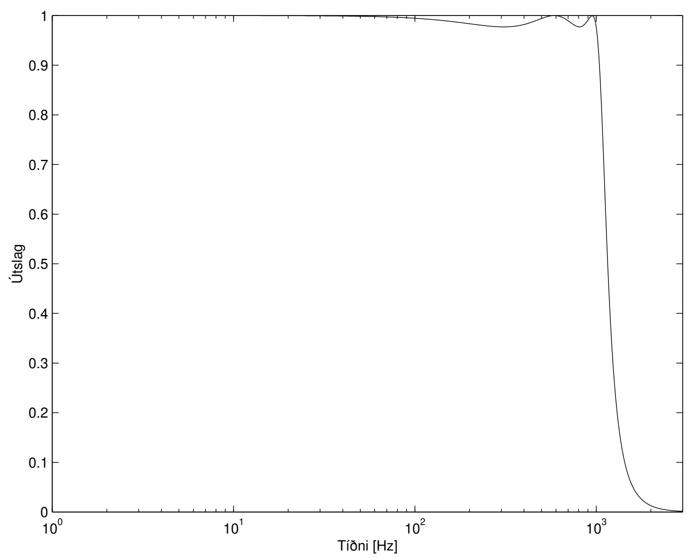

Mynd 2: Deyfifallið fyrir afnormuðu Butterworth lághleypisíuna.




Mynd 3: Núll-póla rit fyrir normuðu Chebyshev lághleypisíuna.




Mynd 4: Deyfifallið fyrir afnormuðu Chebyshev lághleypisíuna.



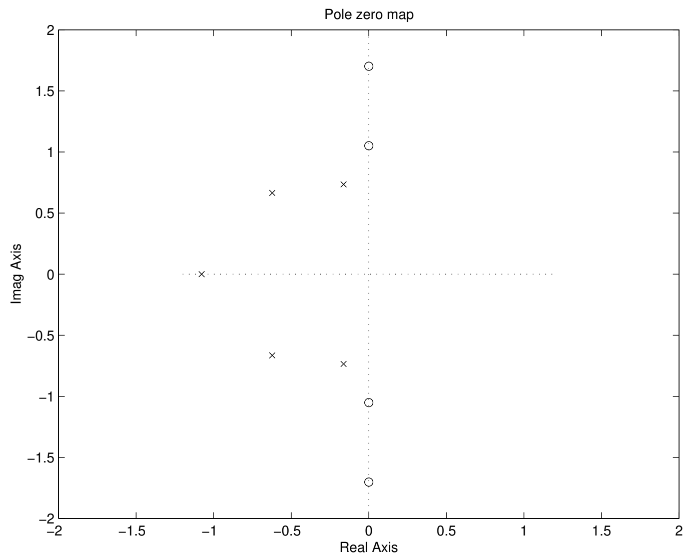

Mynd 5: Gárur í hleypisviði afnormuðu Chebyshev lághleypisíunnar.

### Chebyshev

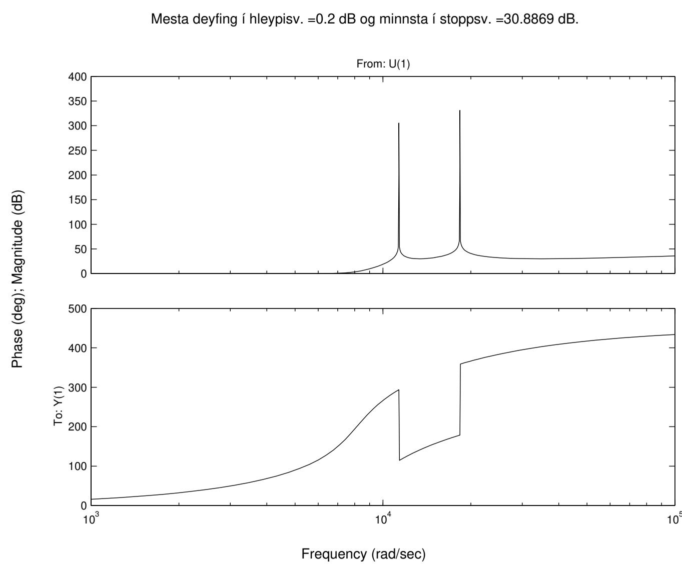
Núll-pólarit fyrir normuðu Chebyshev lághleypisíuna sést á mynd 3. Pólarnir liggja í opna vinstra hálfplaninu og mynda hálfan sporbaug eins og fræðin segja fyrir um. Deyfifallið sést á mynd 4. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir því greinilega hönnunarkröfurnar. Gárur í hleypisviði sjást á mynd 5. Af núll-póla ritinu sést að gráða síunnar er $n = 5$ þ.e. oddatala. Þetta er síðan staðfest á myndinni af gárunum því markgildið í DC er núll.

### Andhverf Chebyshev

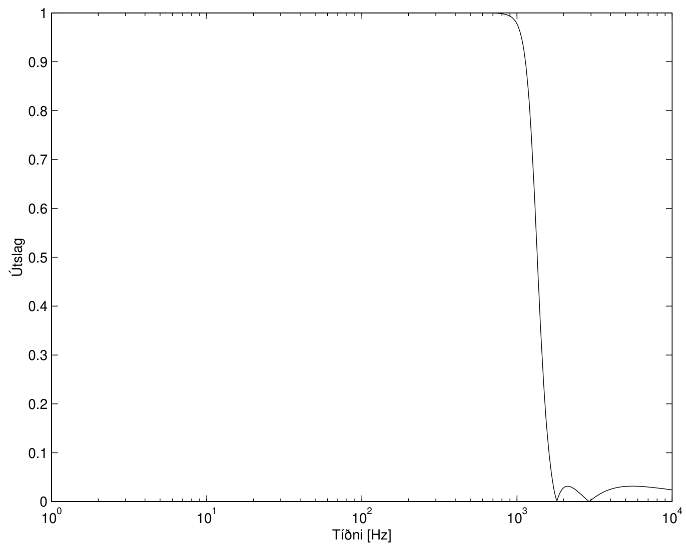
Núll-póla rit fyrir normuðu andhverfu Chebyshev lághleypisíuna sést á mynd 6. Pólarnir liggja í opna vinstra hálfplaninu og núllin á $j\omega$ ásnum eins og fræðin segja fyrir um. Af myndinni sést að sían hefur sömu gráðu og Chebyshev sían, þ.e. $n = 5$. Þetta er í samræmi við fræðin. Deyfifallið sést á mynd 7. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir því greinilega hönnunarkröfurnar. Gárur í stoppsvið sjást á mynd 8.



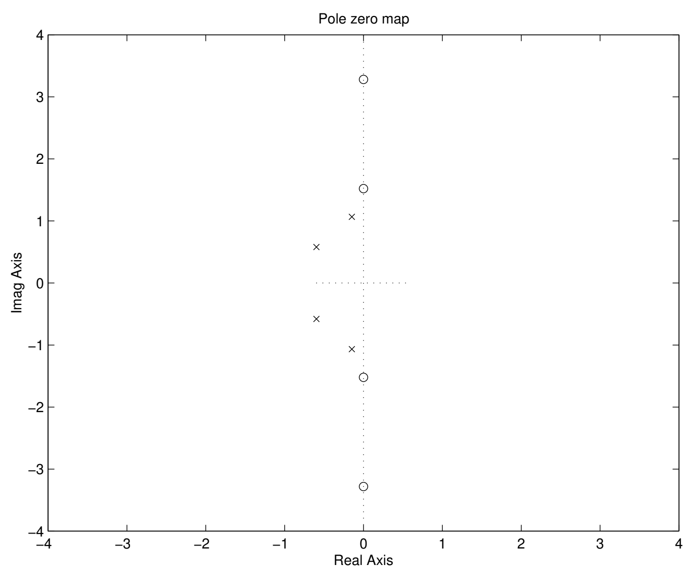

Mynd 6: Núll-póla rit fyrir normuðu andhverfu Chebyshev lághleypisíuna.



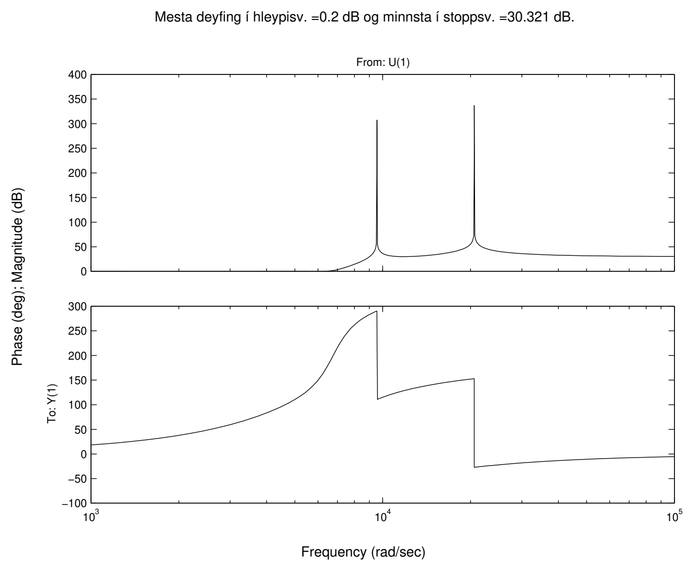

Mynd 7: Deyfifallið fyrir afnormuðu andhverfu Chebyshev lághleypisíuna.



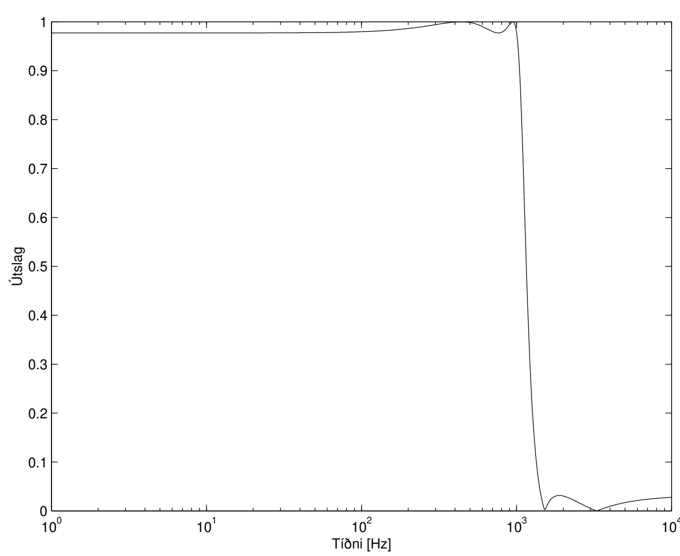

Mynd 8: Gárur í stoppsviði afnormuðu andhverfu Chebyshev lághleypisíunnar.




Mynd 9: Núll-póla rit fyrir normuðu elliptic lághleypisíuna.




Mynd 10: Deyfifallið fyrir afnormuðu elliptic lághleypisíuna.




Mynd 11: Gárur afnormuðu elliptic lághleypisíunnar.

### Elliptic

Núll-pólarit fyrir normuðu elliptic lághleypisíuna sést á mynd 9. Pólarnir liggja í opna vinstra hálfplaninu og núllin á $j\omega$ ásnum eins og fræðin segja fyrir um. Af myndinni sést að sían hefur gráðu $n = 4$, þ.e. lægri en allar hinar nálganirnar. Við þessu var að búast skv. fræðunum. Deyfifallið sést á mynd 10. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir því greinilega hönnunarkröfurnar. Gárur í stoppsviði og hleypisviði sjást vel á mynd 11.

## 2 Bandhleypisía

Hanna á Butterworth, Chebyshev, andhverfa Chebyshev og Elliptic bandhleypisíur sem uppfylla skilyrðin

- Hleypisvið er frá 200 til 400 Hz með leyfilega hámarksdeyfingu 0.5 dB.
- Stoppsviðin eru frá 0 til 100 Hz og fyrir ofan 1000 Hz með lágmarksdeyfingu 30 dB.

## Lausn

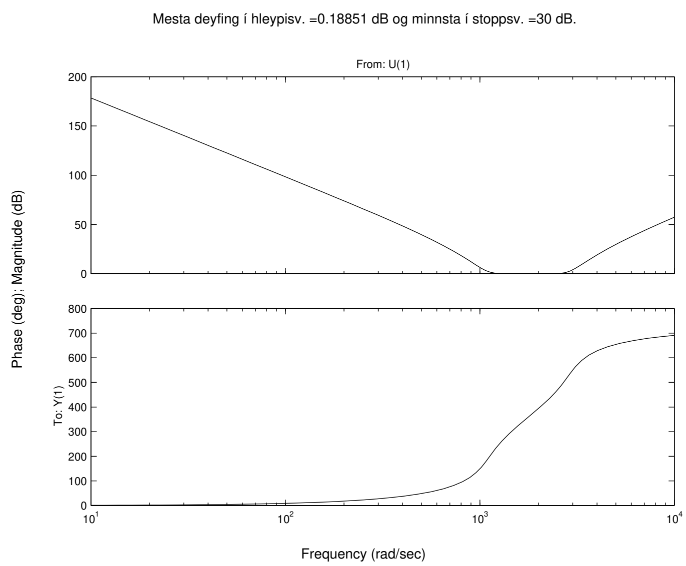
Stöðluðu yfirfærsluföllin (núll og pólar) eru fundin með buttab(), cheb1ap(), cheb2ap() og ellipap() föllunum. Deyfing sem fall af tíðni fyrir afnormuðu síurnar er fengin með því að nota bode() fallið en snúa við yfirfærslufallsbrotinu (setja inn teljara sem nefnara og öfugt). Deyfingin í skurðtíðnum er merkt inn á myndirnar af deyfiföllunum.

### Butterworth

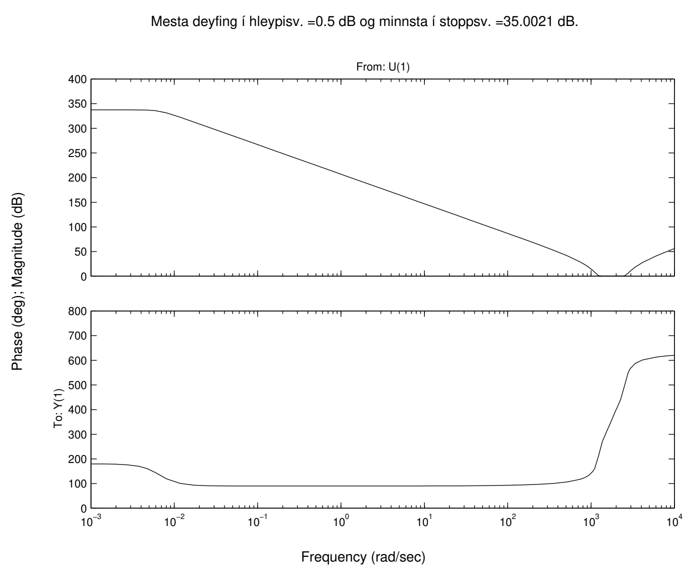
Deyfifallið fyrir afnormuðu Butterworth bandhleypisíuna sést á mynd 12. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir því greinilega hönnunarkröfurnar.

### Chebyshev

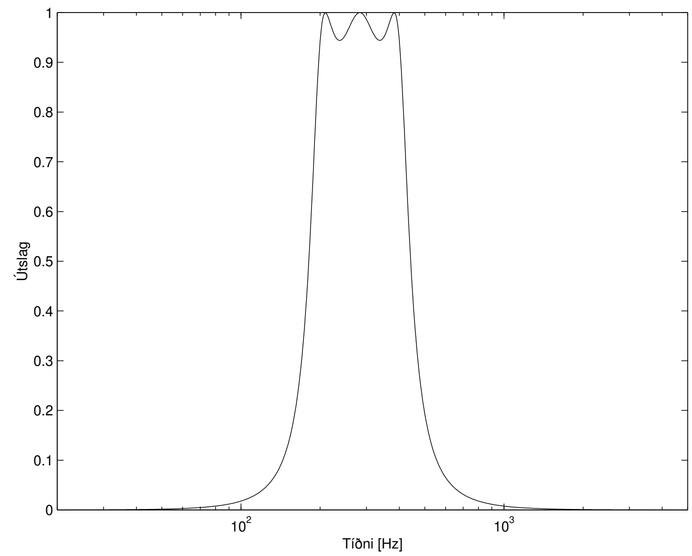
Deyfifallið fyrir afnormuðu Chebyshev bandhleypisíuna sést á mynd 13. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir greinilega hönnunarkröfurnar. Gárur í hleypisviði sjást á mynd 14.




Mynd 12: Deyfifallið fyrir afnormuðu Butterworth bandhleypisíuna.




Mynd 13: Deyfifallið fyrir afnormuðu Chebyshev bandhleypisíuna.



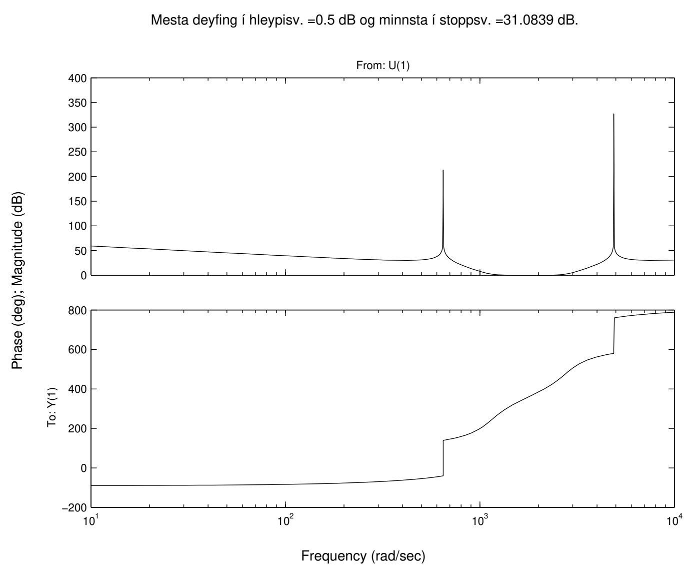

Mynd 14: Gárur í hleypisviði afnormuðu Chebyshev bandhleypisíunnar.

### Andhverf Chebyshev

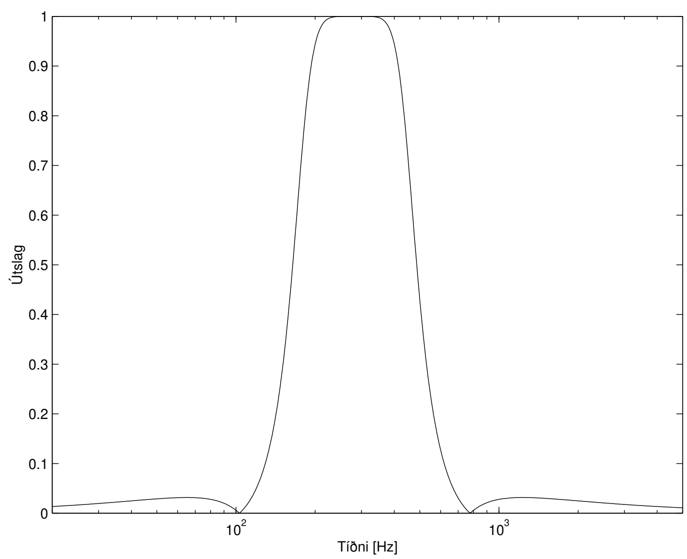
Deyfifallið fyrir afnormuðu andhverfu Chebyshev bandhleypisíuna sést á mynd 15. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir því greinilega hönnunarkröfurnar. Gárur í stoppsvið sjást greinilega á mynd 16.

### Elliptic

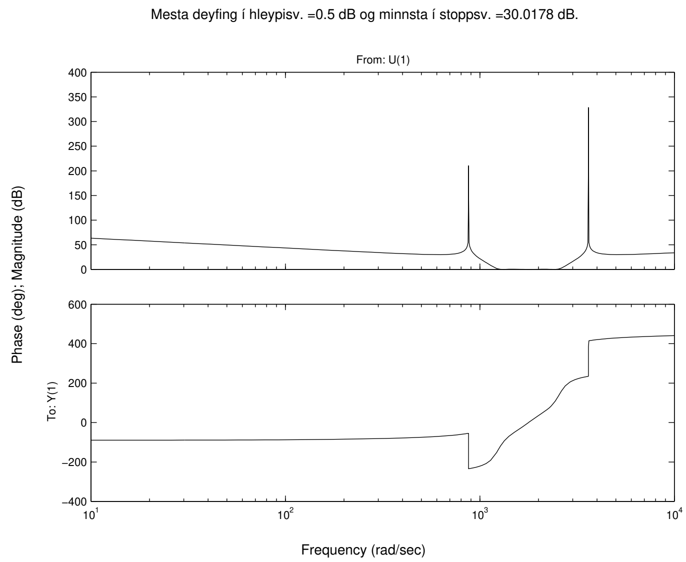
Deyfifallið fyrir afnormuðu elliptic bandhleypisíuna sést á mynd 17. Mesta deyfing í hleypisviði og minnsta deyfing í stoppsviði eru merktar efst á myndina. Sían uppfyllir því greinilega hönnunarkröfurnar. Gárur í stoppsviði og hleypisviði sjást vel á mynd 18.



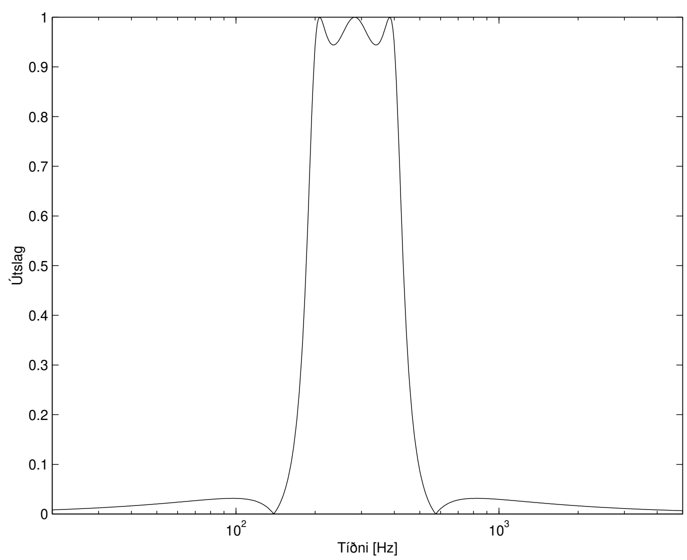

Mynd 15: Deyfifallið fyrir afnormuðu andhverfu Chebyshev bandhleypisíuna.




Mynd 16: Gárur í stoppsviði afnormuðu andhverfu Chebyshev bandhleypisíunnar.




Mynd 17: Deyfifallið fyrir afnormuðu elliptic bandhleypisíuna.




Mynd 18: Gárur afnormuðu elliptic bandhleypisíunnar.

# Matlabkóði

```
%reikniverkefni 3 í GRUPP.
%lághleypisiur

clear all;
close all;

%global constants

pass = 2*pi*1000;
maxat = 0.2;
stop = 2*pi*2000;
minat = 30;


%find transfer functions

%butterworth
[n,wn] = buttord(pass,stop,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = buttap(n);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
[numt,dent] = lp2lp(num,den,wn);

figure(1)
pzmap(num,den);
axis([-1 1 -1 1]);
print -deps pzbutt.eps

[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[pass stop]);
bmaxatt = 20*log10(mag(1));
bminatt = 20*log10(mag(2));

figure(2)
bode(dent,numt); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attlpbutt.eps

%chebyshew
[n,wn] = cheb1ord(pass,stop,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = cheb1ap(n,maxat);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
[numt,dent] = lp2lp(num,den,wn);

figure(3)
pzmap(num,den);
axis([-1.5 1.5 -1.5 1.5]);
print -deps pzcheb1.eps

[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[pass stop]);
bmaxatt = 20*log10(mag(1));
bminatt = 20*log10(mag(2));

figure(4)
bode(dent,numt); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attlpcheb1.eps

figure(5)
w = logspace(0,5,700);
H = freqs(numt,dent,w);
semilogx(w/(2*pi),abs(H)); %plot ripples
axis( [1 3000 0 1]);
ylabel( 'Útslag' );
xlabel( 'Tíðni [Hz]' );
print -deps ripplpcheb1.eps

% inv. chebyshew
[n,wn] = cheb2ord(pass,stop,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = cheb2ap(n,minat);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
[numt,dent] = lp2lp(num,den,wn);

figure(6)
pzmap(num,den);
axis([-2 2 -2 2]);
print -deps pzcheb2.eps
```

```
[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[pass stop]);
bmaxatt = 20*log10(mag(1));
bminatt = 20*log10(mag(2));

figure(7)
bode(dent, numt); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attlpcheb2.eps

figure(8)
w = logspace(0,5,700);
H = freqs(numt,dent,w);
semilogx(w/(2*pi),abs(H)); %plot ripples
axis( [1 10000 0 1]);
ylabel( 'Útslag' );
xlabel( 'Tíðni [Hz]' );
print -deps ripplpcheb2.eps


% elliptic
[n,wn] = ellipord(pass,stop,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = ellipap(n,maxat,minat);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
[numt,dent] = lp2lp(num,den,wn);

figure(9)
pzmap(num,den);
axis([-4 4 -4 4]);
print -deps pzellip.eps

[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[pass stop]);
bmaxatt = 20*log10(mag(1));
bminatt = 20*log10(mag(2));

figure(10)
bode(dent,numt); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attlpellip.eps

figure(11)
w = logspace(0,5,700);
H = freqs(numt,dent,w);
semilogx(w/(2*pi),abs(H)); %plot ripples
axis( [1 10000 0 1]);
ylabel( 'Útslag' );
xlabel( 'Tíðni [Hz]' );
print -deps ripplpellip.eps



%reikniverkefni 3 í GRUPP.
%bandhleypisiur

clear all;
close all;

%global constants

minpass = 2*pi*200;
maxpass = 2*pi*400;
maxat = 0.5;

maxstop = 2*pi*100;
minstop = 2*pi*1000;
minat = 30;

wp = [minpass maxpass];
ws = [maxstop minstop];
B = maxpass - minpass;
w0 = sqrt(minpass*maxpass);

%find transfer functions

%butterworth
[n,wn] = buttord(wp,ws,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = buttap(n);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
```

```
[numt,dent] = lp2bp(num,den,w0,(wn(2)-wn(1)));

[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[maxstop minpass maxpass minstop]);
bmaxatt = 20*log10( max( mag(2),mag(3) ) );
bminatt = 20*log10( min( mag(1),mag(4) ) );

figure(1)
bode(dent,numt,10,10000); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attbpbutt.eps


%chebyshew
[n,wn] = cheb1ord(wp,ws,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = cheb1ap(n,maxat);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
[numt,dent] = lp2bp(num,den,w0,(wn(2)-wn(1)));

[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[maxstop minpass maxpass minstop]);
bmaxatt = 20*log10( max( mag(2),mag(3) ) );
bminatt = 20*log10( min( mag(1),mag(4) ) );

figure(2)
bode(dent,numt); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attbpcheb1.eps

figure(3)
w = logspace(2,5,700);
H = freqs(numt,dent,w);
semilogx(w/(2*pi),abs(H)); %plot ripples
axis( [20 5000 0 1]);
ylabel( 'Útslag' );
xlabel( 'Tíðni [Hz]' );
print -deps rippbpcheb1.eps


% inv. chebyshew
[n,wn] = cheb2ord(wp,ws,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = cheb2ap(n,minat);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
[numt,dent] = lp2bp(num,den,w0,(wn(2)-wn(1)));

[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[maxstop minpass maxpass minstop]);
bmaxatt = 20*log10( max( mag(2),mag(3) ) );
bminatt = 20*log10( min( mag(1),mag(4) ) );

figure(4)
bode(dent,numt); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attbpcheb2.eps

figure(5)
w = logspace(2,5,700);
H = freqs(numt,dent,w);
semilogx(w/(2*pi),abs(H)); %plot ripples
axis( [20 5000 0 1]);
ylabel( 'Útslag' );
xlabel( 'Tíðni [Hz]' );
print -deps rippbpcheb2.eps

% elliptic
[n,wn] = ellipord(wp,ws,maxat,minat, 's');
[z,p,k] = ellipap(n,maxat,minat);
[num,den] = zp2tf(z,p,k);
[numt,dent] = lp2bp(num,den,w0,(wn(2)-wn(1)));

[mag,phase,w] = bode(dent,numt,[maxstop minpass maxpass minstop]);
bmaxatt = 20*log10( max( mag(2),mag(3) ) );
bminatt = 20*log10( min( mag(1),mag(4) ) );

figure(6)
bode(dent,numt); %plot attenuation
title(strcat('Mesta deyfing í hleypisv. =  ', num2str(bmaxatt), ' dB og minnsta í stoppsv. =  ', num2str(bminatt), ' dB.' ) );
print -deps attbpellip.eps
```

```
figure(7)
w = logspace(2,5,700);
H = freqs(numt,dent,w);
semilogx(w/(2*pi),abs(H)); %plot ripples
axis( [20 5000 0 1]);
ylabel( 'Útslag' );
xlabel( 'Tíðni [Hz]' );
print -deps rippbpellip.eps
```