|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 学 院：电子信息工程学院 | 课后习题14，15，19 | |
| 班 级：电子信息科学与技术 | 时间：2023.6.22 | 成 绩： |
| 姓 名： | 教师评语： | |
| 学 号： |

一.实验内容

|  |  |
| --- | --- |
| %14  Fs=80000; T=1/Fs;  wp=2\*pi\*4000/Fs; ws=2\*pi\*20000/Fs; rp=0.5; rs=45;  [N,wc]=buttord(wp/pi,ws/pi,rp,rs);  [B,A]=butter(N,wc);  figure;  subplot(2,1,1);  [H,w]= freqz(B,A,1000);  plot(w/pi,20\*log10(abs(H)));grid on;  title('损耗函数曲线');  xlabel('\omega/\pi');  ylabel('幅度(dB)');  subplot(2,1,2);  plot(w/pi,angle(H));grid on;  title('相频特性曲线');  xlabel('\omega/\pi');  ylabel('相位');  axis([0 1 -2\*pi 2\*pi]); |  |
| %15  Fs=80000; T=1/Fs;  wp=2\*pi\*4000/Fs; ws=2\*pi\*20000/Fs; rp=0.5; rs=45;  [N,wp]=cheb1ord(wp/pi,ws/pi,rp,rs);  [B,A]=cheby1(N,rp,wp);  figure;  subplot(2,1,1);  [H,w]= freqz(B,A,1000);  plot(w/pi,20\*log10(abs(H)));grid on;  title('损耗函数曲线');  xlabel('\omega/\pi');  ylabel('幅度(dB)');  subplot(2,1,2);  plot(w/pi,angle(H));grid on;  title('相频特性曲线');  xlabel('\omega/\pi');  ylabel('相位');  axis([0 1 -2\*pi 2\*pi]); |  |
| %19  Fs=80000; T=1/Fs;  fp=4000; fs=20000; rp=0.5; rs=45;  wp=2\*pi\*fp; ws=2\*pi\*fs;  [N,wc]=buttord(wp,ws,rp,rs,'s');  [B,A]=butter(N,wc,'s');  [Bz,Az]=impinvar(B,A,Fs);  fk=0:10:Fs/2; omega=2\*pi\*fk;  Hs=freqs(B,A,omega);  ms=abs(Hs); ps=angle(Hs);  [H,W]=freqz(Bz,Az,1000);  m=abs(H); p=angle(H);  msmin=20\*log10(ms(end)/max(ms))  mmin=20\*log10(m(end)/max(m))  figure;  subplot(2,2,1);  plot(fk,20\*log10(ms));  title('Analog Filter Magnitude Response');  xlabel('Frequency (Hz)');  ylabel('Magnitude (dB)');  grid on;  subplot(2,2,3);  plot(omega/(2\*pi),ps);  title('Analog Filter Phase Response');  xlabel('\omega/\pi');  ylabel('Phase (rad)');  grid on;  subplot(2,2,2);  fk\_interp = linspace(min(fk), 1000, length(20\*log10(m)));  plot(fk\_interp,20\*log10(m));  title('Digital Filter Magnitude Response');  xlabel('Frequency (Hz)');  ylabel('Magnitude (dB)');  ylim([-80, 0]);  grid on;  subplot(2,2,4);  plot(W/pi,p);  title('Digital Filter Phase Response');  xlabel('\omega/\pi');  ylabel('Phase (rad)');  grid on; |  |

二.实验总结

14. 阶数 N = 4，数字滤波器系统数H(z)的系数：

A = [1 -2.61034300478631 2.71882777484998 -1.30663853300379 0.242457211820379]

B = [0.00276896555501563 0.0110758622200625 0.0166137933300938 0.0110758622200625 0.00276896555501563]

15. 阶数 N = 3，比题14设计的巴特沃斯滤波器低1阶

数字滤波器系统数H(z)的系数：

A = [1 -2.54188944008939 2.23552901199081 -0.675290804756998]

B = [0.00229359589305243 0.00688078767915729 0.00688078767915729 0.00229359589305243]

巴特沃斯滤波器具有单调下降的幅频特性，切比雪夫滤波器的幅频特性在通带或者阻带有等波纹特性，可以提高选择性

19. 模拟低通滤波器系统函数系数

A = [1 89923.2345568367 4043094056.58194 106486629656719 1.40231740060403e+18]

B = [0 0 0 0 1.40231740060403e+18]

阶数 N=4，N阶数字低通滤波器系统函数H(z)的系数

Az = [1 -2.89018617358039 3.24524482311302 -1.66050619543274 0.324964143003063]

Bz = [-4.54747350886464e-17 0.00427316594110029 0.0128071605444313 0.00243718469908040 0]

由图可见，脉冲响应不变法设计的数字滤波器的频响特性基本模拟了模拟滤波器的频响形状，但存在频谱混叠失真。模拟滤波器的损耗函数在f=Fs/2点的衰减为 msmin =-69.0823 dB，而数字波器的损耗函数在w=点的衰减为mmin =-63.4990 dB，这就是频谱混叠失真引起了-5.5832 dB的衰减误差。题 14. 是用双线性变换法设计的，不存在频谱混叠失真，但存在频率非线性失真，所以数字滤波器的频响曲线形状与模拟滤波器的频响形状差别较大，而且，频率越高，频率非线性失真越严重。

设计过程是：

按照数字滤波器技术指标要求设计一个过渡模拟低通滤波器，再按照一定的转换关系将转换成数字低通滤波器的系统函数

公式：

设模拟滤波器只有单阶极点，且分母多项式的阶次高于分子多项式的阶次，将其用部分分式表示

式中 为的单阶极点。将进行逆拉氏变换得

式中， 是单位阶跃函数。对该式进行等间距取样，采样间隔为得

对上式进行Z变换，得到数字滤波器的系统函数 ，即