**实验六 模拟滤波器设计**

**一、实验说明**

**1、实验类型：设计性**

**二、实验目的**

1. 学习Butterworth滤波器设计
2. 学习通过buttord函数求巴特沃斯滤波器的阶数，
3. buttap函数，butter函数

**三、实验原理与方法**

巴特沃斯滤波器的特点是通频带内的频率响应曲线最大限度平坦，没有纹波，而在阻频带则逐渐下降为零。巴特沃斯滤波器是三大原型模拟低通滤波器之一，其他的模拟滤波器(如高通、带通和带阻滤波器)可以由三大原型低通滤波器通过简单的频率变换来实现。

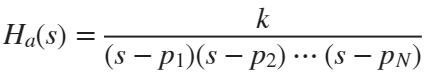
实现巴特沃斯滤波器的命令包括三个：buttord、buttap和butter

① buttord：用来求巴特沃斯滤波器的阶数

[N, Wn] = buttord(Wp, Ws, Rp, Rs, 's')：给定通带边界频率Wp和阻带边界频率Ws(rad/s)、通带波动Rp(dB)和最小阻带衰减Rs(dB)，求满足指标的模拟低通滤波器的最低阶数N和3 dB边界频率Wn。's'表示模拟域。

② buttap：用来在给定滤波器阶数时，计算滤波器的零极点和增益因子

[z, p, k] = buttap(N)：给定阶数N时，计算归一化的巴特沃斯滤波器的零极点和增益因子，其3 dB的边界频率为1。z是一个空向量，p为N个元素的向量，k为增益因子。系统函数为



③ butter：在给定阶数和边界频率时，设计滤波器，格式为

[B, A] = butter[N, Wn, 'type', 's']：给定模拟滤波器的阶数N和边界角频率Wn，设计N阶模拟巴特沃斯低通滤波器。计算得到的B和A分别为滤波器的系统函数的分子和分母多项式的系数。当设计低通滤波器时，'type'可缺省。

**四、实验内容及步骤**

1. 利用Matlab的Butterworth方法设计一个低通滤波器，通带截止频率为100Hz，通带衰减为1dB，阻带截止频率为200Hz，阻带衰减为15dB，采样频率为500HZ。

wp=100\*2\*pi;

ws=200\*2\*pi;

ap=1;

as=15;

Fs=500;

[N,Wc]=buttord(wp,ws,ap,as,'s');

[Z,P,K]=buttap(N);

[a,b,c,d]=zp2ss(Z,P,K);

[AT,BT,CT,DT]=lp2lp(a,b,c,d,Wc);

[n1,d1]=ss2tf(AT,BT,CT,DT);

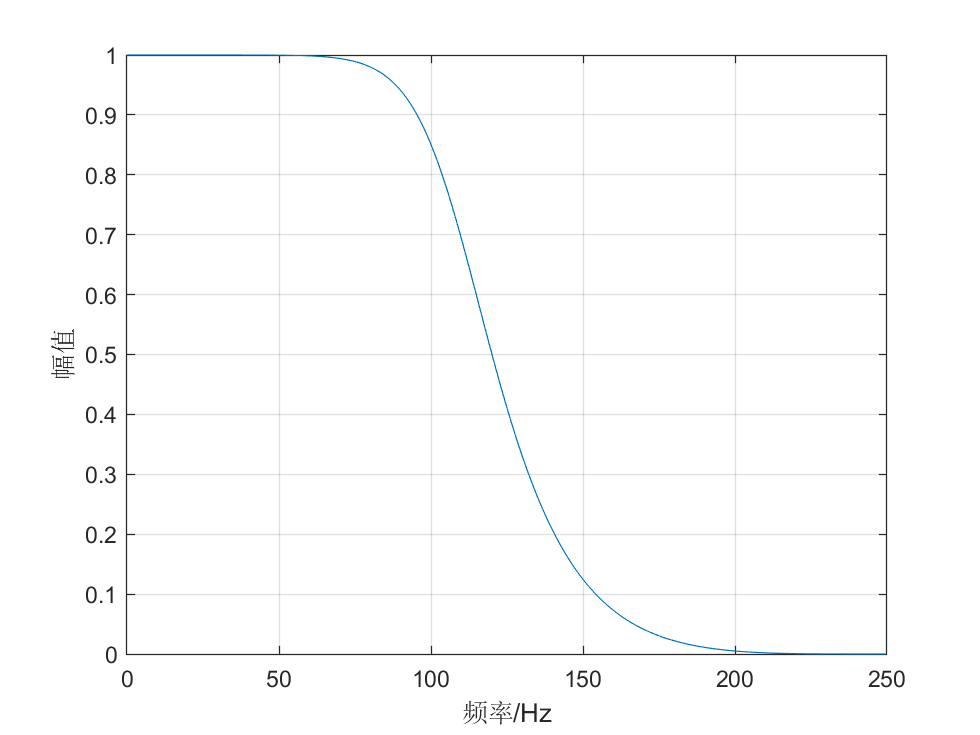
[n2,d2]=bilinear(n1,d1,500);

[H,W]=freqz(n2,d2);

plot(W\*Fs/(2\*pi),abs(H));grid;

xlabel('频率/Hz');

ylabel('幅值');



2.利用Matlab设计一个3dB带宽为10kHz，过度带小于等于1kHz的Butterworth高通滤波器。

clear

fs=20;

f1=10;

Fh=11;

wp1=(f1\*2\*pi)/fs;

ws1=(Fh\*2\*pi)/fs;

[n,Wn]=buttord(wp1,ws1,1,25,'s');

[b,a]=butter(n,Wn,'s');

[H,W]=freqz(b,a,256);

plot(W\*fs/(2\*pi),abs(H));

grid;

xlabel('频率/kHz');ylabel('幅度');

