

西安电子科技大学 网络与信息安全学院

信号与系统 实验报告

班 级：_____

学 号：_____

姓 名：_____

Github 账号： <https://github.com/Double-Cluv>

电子邮箱：

指导教师：_____

2018 年 6 月 24 日

实验题目：信号与系统实验（四）**实验摘要：**

- 一、运用科学计算软件 MATLAB 将特殊信号进行傅里叶变换、反变换等操作；
- 二、通过画幅度谱和相位谱，并观察傅里叶变换的时移特性直观感受的影响；

题目描述：

1. 工程中常用的巴特沃斯滤波器，其通带内满足最大平坦的特性。巴特沃斯滤波器的模方函数为：

$$|H(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2n}}$$

其中 $\omega_c = 500\text{Hz}$ 为截止频率， n 为滤波器阶数。试绘制出 2~5 阶巴特沃斯滤波器的幅频特性曲线，并对其特性进行分析。提示：

$$|H(j\omega)|^2 = H(j\omega)H^*(j\omega) = H(j\omega)H(-j\omega)$$

2. 利用 MATLAB 函数 `laplace()` 求信号 $f(t) = t + 2$ 的拉普拉斯变换，利用函数 `zplane()` 根据某因果系统函数 $H_1(s) = \frac{s+2}{s^3+s^2+2s+6}$ 和 $H_2(s) = \frac{s^2+1}{3s^3+5s^2+4s+6}$ 画出零、极点分布，并判断系统的稳定性

3. 利用 MATLAB 函数 `ilaplace()`、`laplace()` 等求解系统函数为 $H(s) = \frac{s}{s^2+3s+2}$ 的系统的冲激响应、阶跃响应，以及激励 $f(t) = \cos(20t)\varepsilon(t)$ 产生的零状态响应，给出运行结果（并画图）并分析。

实验内容：

1. 制出 2~5 阶巴特沃斯滤波器的幅频特性曲线（结果如图 1-1）

1. `clear all;`
2. `Wc = 500;%截止频率 (cut-off frequency)`
3. `N = 2:1:5;`

```

4. color = ['r', 'b', 'g', 'k'];
5. f=@(W,n) (1./(1+(W./Wc).^(2*n)));
6. w=-1000:0.01:1000;
7. for i=1:length(N)
8.     plot(w/Wc, sqrt(f(w, N(i))),color(i));
9.     hold on;
10. end
11. grid on;
12. title('|F(j\omega)|');
13. ylabel('A');
14. xlabel({'$f/Hz$'}, 'Interpreter', 'latex');
15. legend('N=2', 'N=3', 'N=4', 'N=5');

```

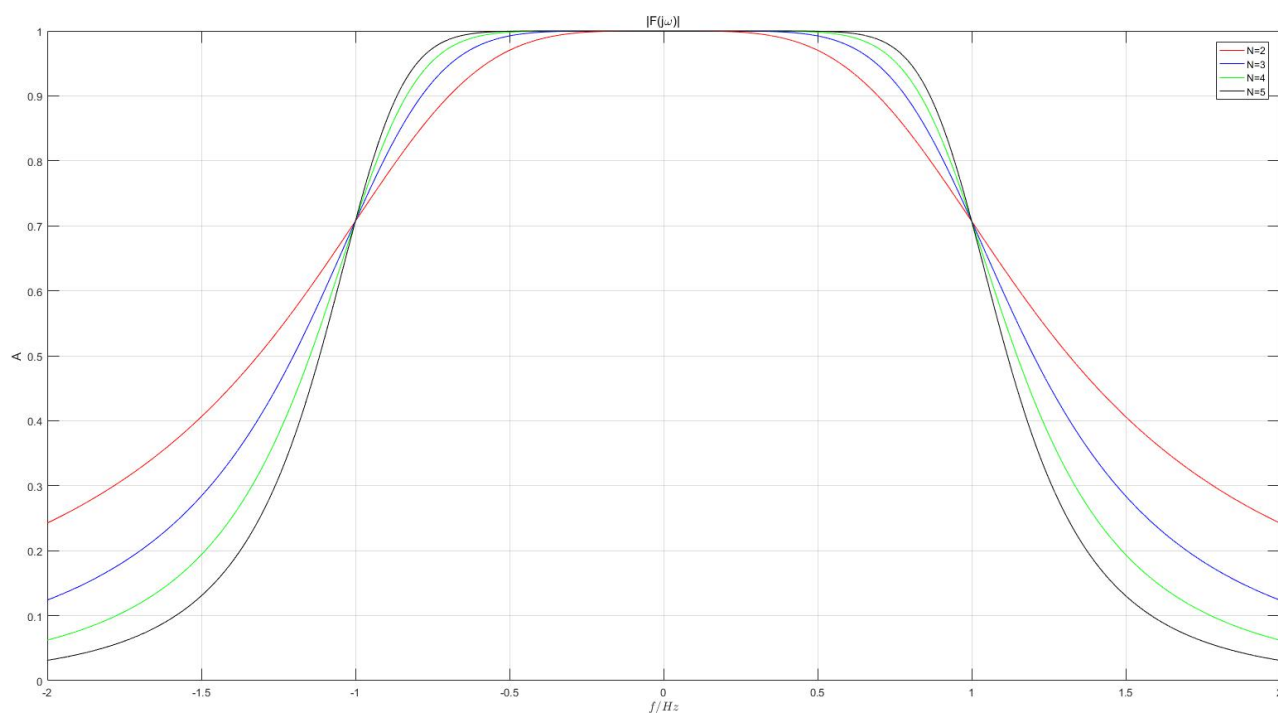


图 1-1

分析：图像曲线相交于 $(\pm 1, \sqrt{2})$ ，并在 $f=0$ 时候图像趋近于 1

从二阶到五阶，图像斜率绝对值逐渐增大，图形也越来越陡

2 画出 $H_1(s)$ 和 $H_2(s)$ 的零极点分布图

```

1. clear all;
2. %laplace 变换
3. syms t s
4. f = t + 2;
5. F = laplace(f, t, s)
6. figure(1); %画出 H1(s) 的零极点图
7. num = [0 0 1 2];

```

```

8. den = [1 1 2 6];
9. Hs = tf (num, den);
10. zplane(num, den);
11. title('H_1(s)的零极点分布');
12. figure(2);%画出 H2(s)的零极点图
13. num = [0 1 0 1];
14. den = [3 5 4 6];
15. Hs = tf (num, den);
16. zplane(num, den);
17. title('H_2(s)的零极点分布');

```

($f(t)$ 的拉普拉斯变换 F)输出:

$$F = (2s + 1)/s^2$$

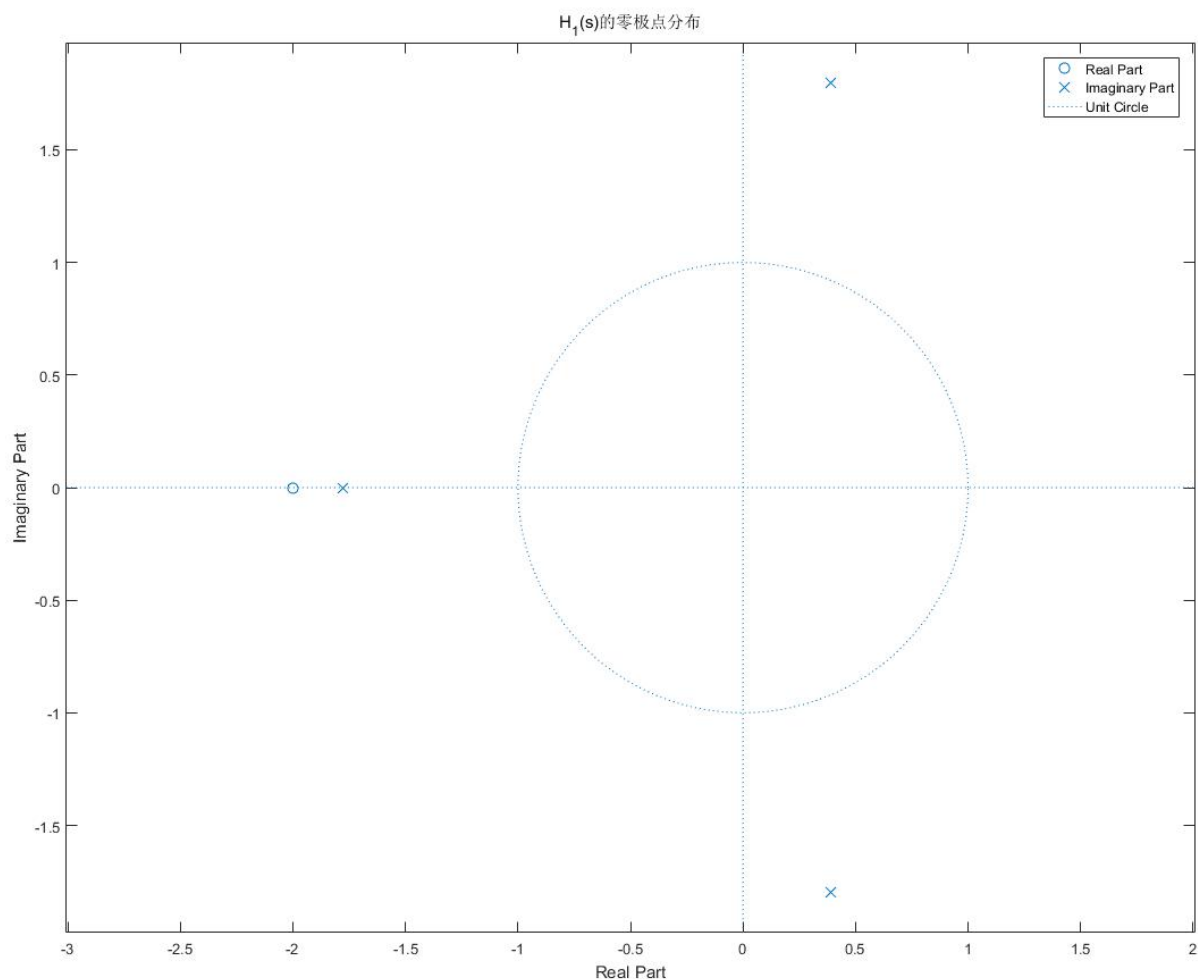


图 2-1

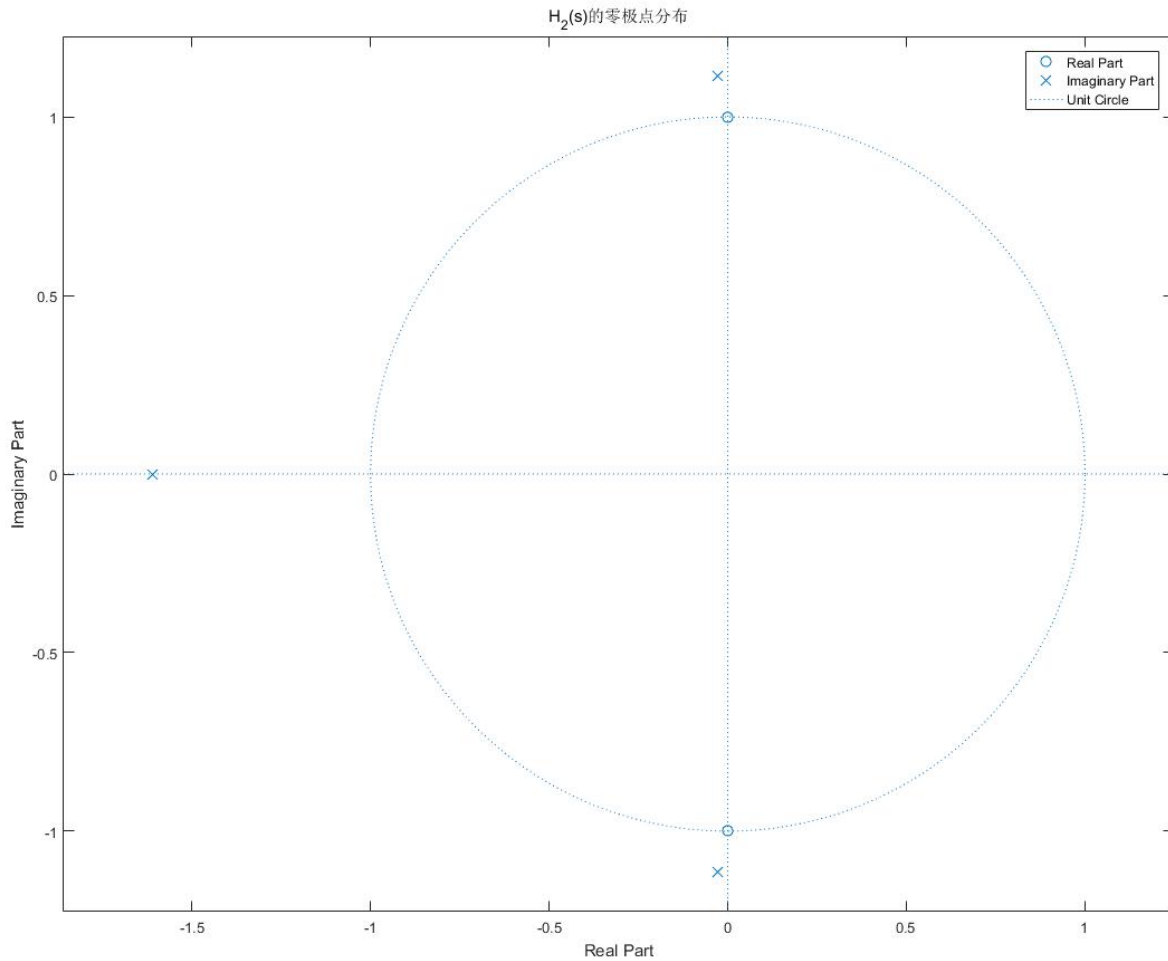


图 2-2

分析：两个系统的极点都在圆外，故两系统都不稳定，且图 2-1 的极点相较于单位圆更加远些，故该系统更加不稳定。

3.

```

1. clear all;
2. syms s t
3. %构造系统函数
4. H(s)= s / (s^2 + 3*s + 2);
5. figure(1);%系统的冲激响应
6. fprintf('系统的冲激响应');
7. F1(s) = laplace(dirac(t));
8. h(t) = ilaplace(H(s) * F1(s))
9. ezplot(t,h(t));
10. axis([0,5,-1,1.5]);
11. grid on;
12. figure(2);%系统的阶跃响应

```

```

13. fprintf('系统的阶跃响应');
14. F2(s) = laplace heaviside(t);
15. g(t) = ilaplace(H(s) * F2(s))
16. ezplot(t, g(t));
17. axis([0, 5, -1, 1.5]);
18. grid on;
19. figure(3); %激励 f(t) = cos(20t)e(t) 产生的零状态响应
20. subplot(2, 1, 1);
21. fprintf('激励 f(t) = cos(20t)e(t) 产生的零状态响应');
22. F3(s) = laplace(cos(20*t)*heaviside(t));
23. y(t) = ilaplace(H(s) * F3(s));
24. ezplot(t, y(t));
25. axis([0, 6, -0.5, 0.5]);
26. grid on;
27. subplot(2, 1, 2);
28. fprintf('f(t) = cos(20t)');
29. F4(s) = cos(20*t);
30. ezplot(t, F4(t));
31. grid on;

```

输出：

$h(t) = 2\exp(-2t) - \exp(-t) \rightarrow$ (如图 3-1)

系统的阶跃响应 $g(t) = \exp(-t) - \exp(-2t) \rightarrow$ (如图 3-2)

激励 $f(t) = \cos(20t)e(t)$ 产生的零状态响应 $f(t) = \cos(20t) \rightarrow$ (如图 3-3)

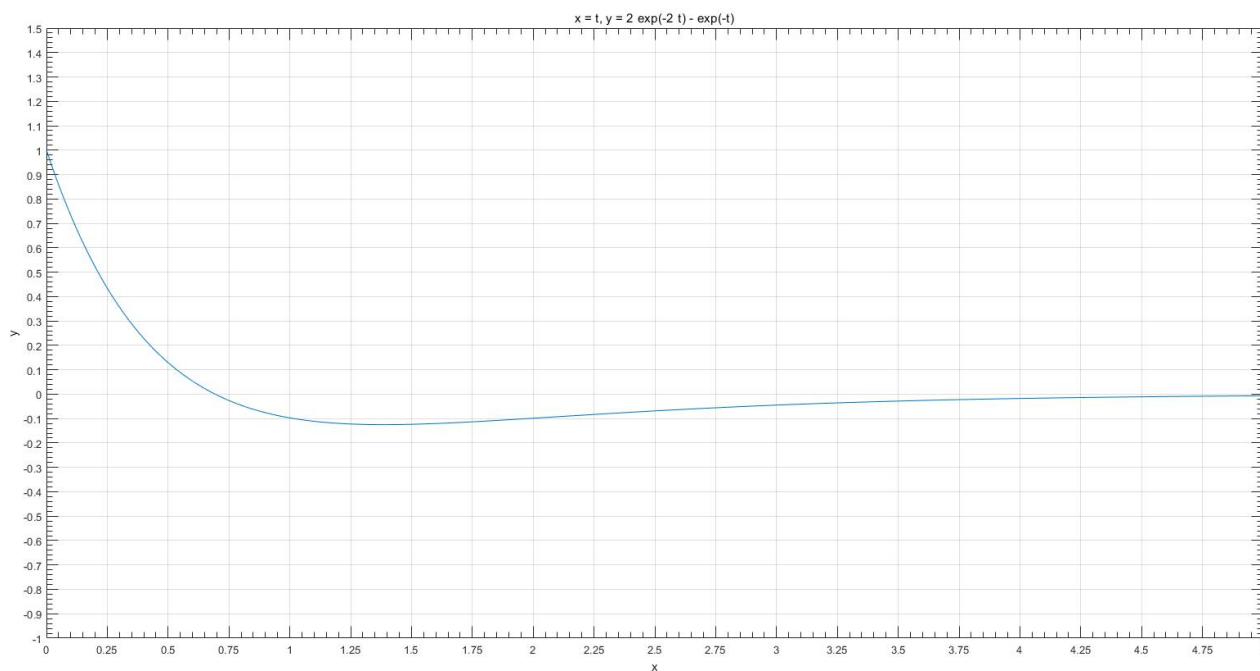


图 3-1

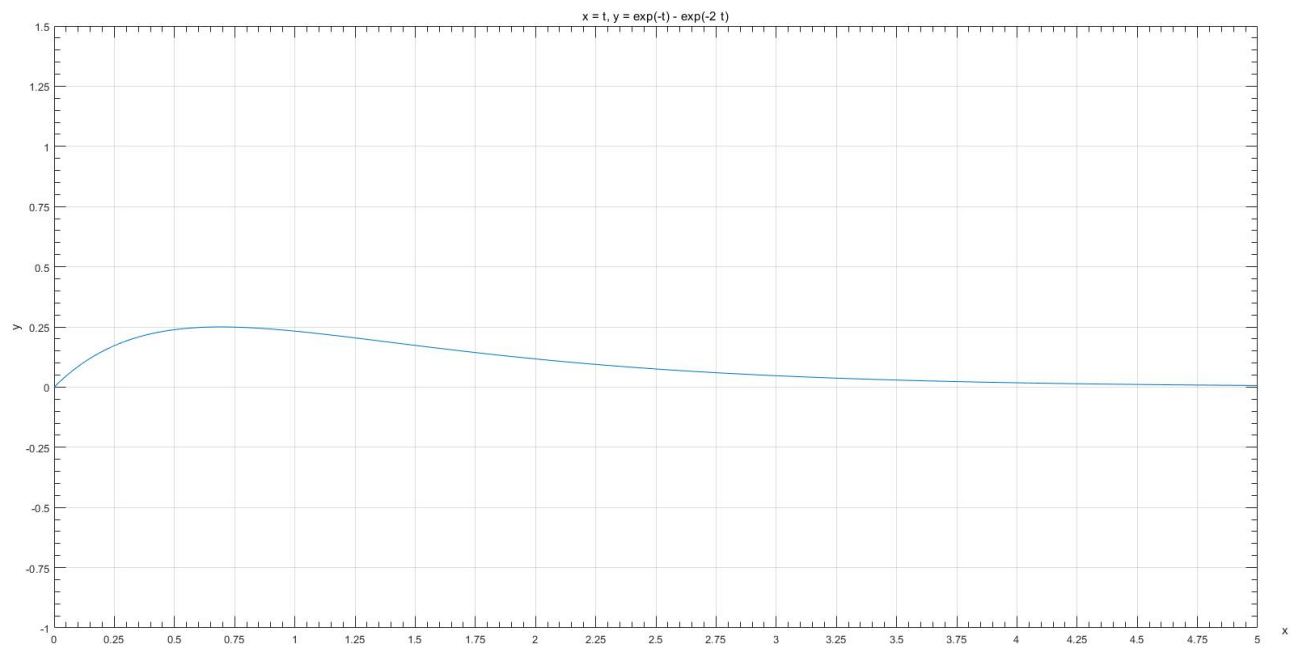


图 3-2

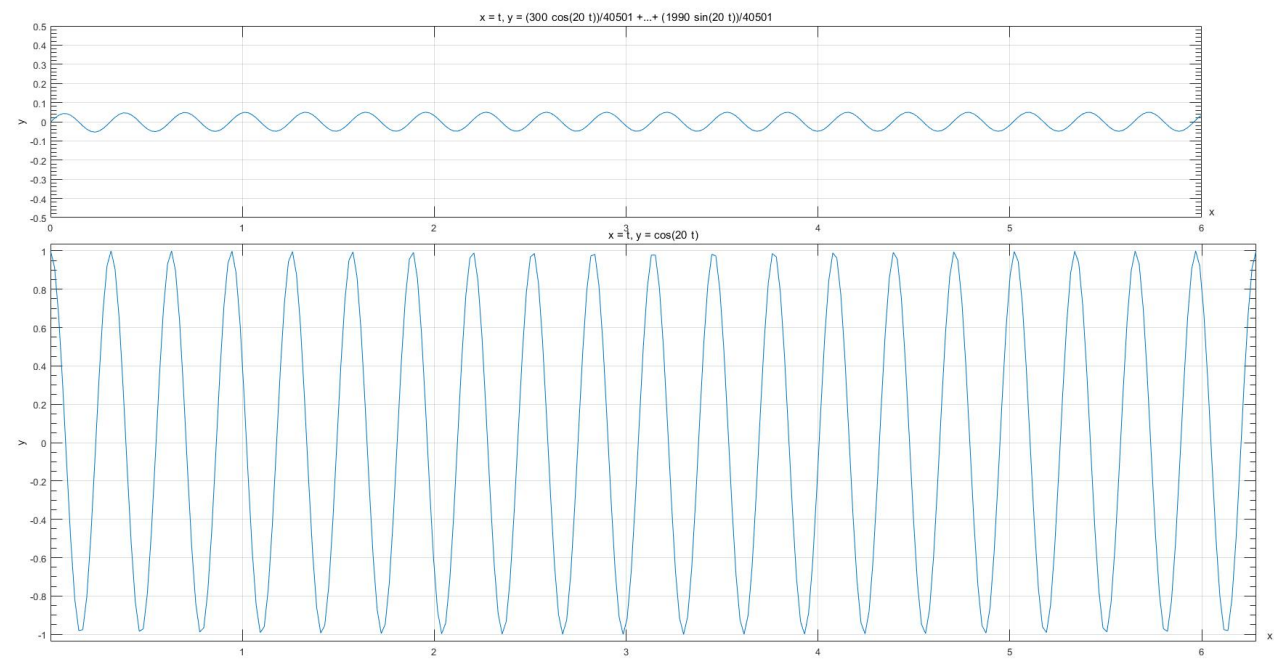


图 3-3

实验总结：

1. 再次熟悉了 MATLAB 的语法结构，并且在注释中使用内嵌的 Latex 格式，将不好表示的特殊符号予以表示
2. 一些函数的用法不是很熟练，对于与例图相异的地方无从下手
3. 比例尺调整不美观。

参考文献：

- [1] 吴大正, 信号系统与现行系统分析 (第四版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005
- [2] 党宏社, 信号与系统实验 (MATLAB 版) [M]. 陕西西安: 西安电子科技大学出版社, 2007