

浙江大学实验报告

专业：电子信息工程

姓名：邢毅诚

学号：3190105197

日期：2021-12-3

地点：教二-213

课程名称：控制理论（乙）

指导老师：姚维、韩涛

成绩：

实验名称：控制系统的时域分析

实验类型：验证实验

同组学生姓名：无

一、实验目的

1. 掌握 MATLAB 语句绘制频域曲线
2. 掌握频率分析的方法，即：伯德图，奈奎斯特

二、实验内容

1. 绘制开环传递函数 $H(s) = \frac{50}{(s+1)(s+5)(s-2)}$ Bode 图，并判断该闭环系统的稳定性，画出闭环系统的单位冲击响应。
2. 系统 $G(s) = \frac{16.7s}{(0.85s+1)(0.25s+1)(0.0625s+1)}$ 绘制 Nyquist 频率曲线，判断该闭环系统的稳定性
3. Simulink 仿真环境中，组成上述闭环系统的仿真框图，观察并记录单位阶跃响应曲线

三、实验数据

1. Bode 图绘制

系统的开环传递函数为：

$$H(s) = \frac{50}{(s+1)(s+5)(s-2)} \quad (1)$$

利用 bode() 函数，我们便可以获得其 bode 图，具体代码如下所示：

```
1 close all;
2
3 num = [50];
4 den = [1 4 -7 -10];
5 figure;
6 bode(num,den);
```

运行代码，获得 bode 图如下所示：

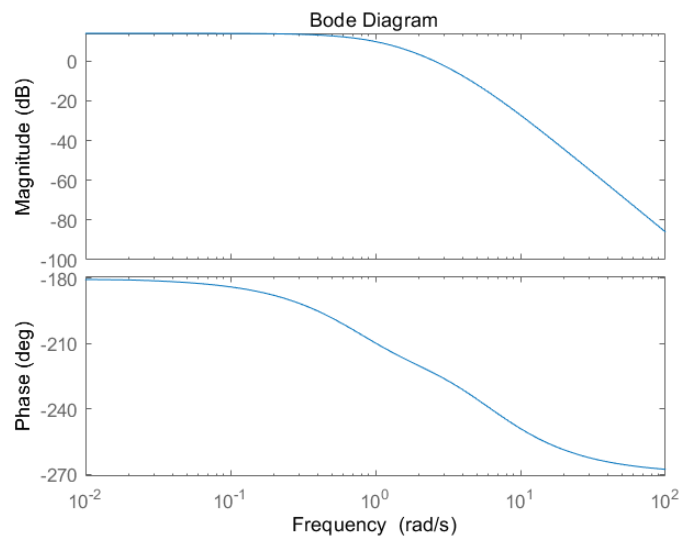


图 1: bode 图

为判断其是否稳定，绘制其 nyquist 曲线图，具体代码如下：

```
1 figure ;  
2 nyquist (num,den) ;  
3 axis([-6 2 -2 2]) ;  
4 grid ;
```

获得 nyquist 曲线图如下：

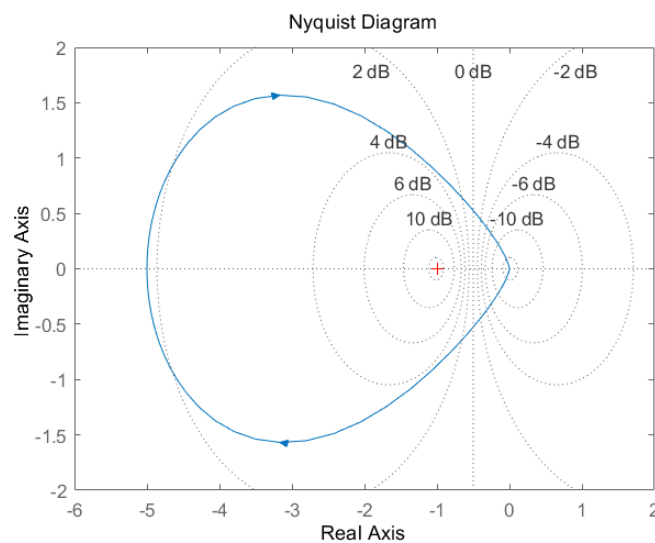


图 2: Nyquist 图

据此可以判断其闭环系统不稳定，利用上一次的知识绘制出其单位冲击响应如下图所示：

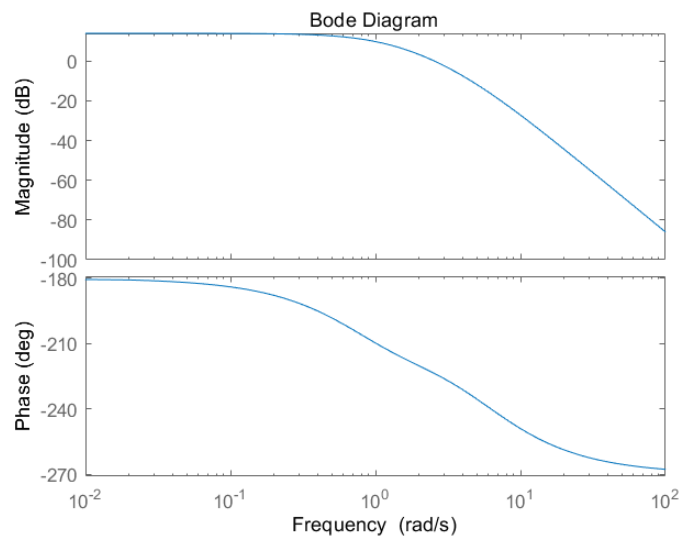


图 3: 单位冲击响应

2. Nyquist 图

利用 `nyquist` 函数，我们可以获得其对应的 nyquist 图像，代码如下：

```
1 z = [0];  
2 k = 16.7/(0.85*0.25*0.0625);  
3 p = [-1/0.85 -1/0.25 -1/0.0625];  
4 [num,den] = zp2tf(z,p,k);  
5  
6 nyquist(num,den);  
7 axis([-6 18 -10 10])  
8 grid;
```

获得其图像如下图所示：

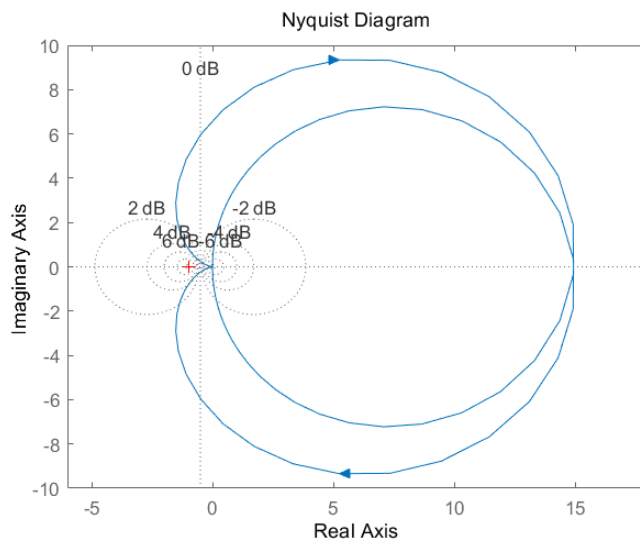


图 4: Nyquist 曲线

根据 Nyquist 曲线的稳定判据，其右半平面的开环极点个数 $P=0$ ，环绕 $(-1,0j)$ 点圈数 $N=0$ ，因此可认为其稳定。

3. 绘制 Simulink 仿真

使用 Simulink 搭建系统，如下图所示：

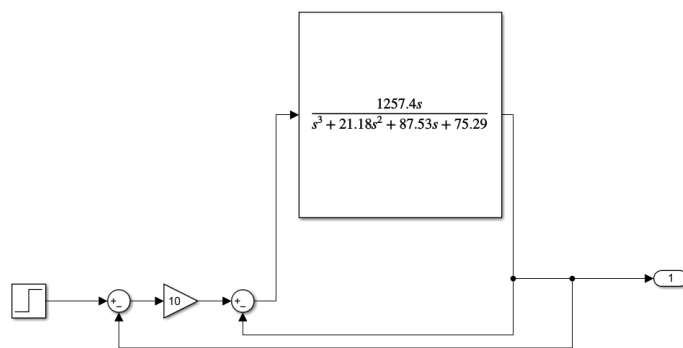


图 5: Simulink 系统仿真框图

运行程序，获得波形如下所示：

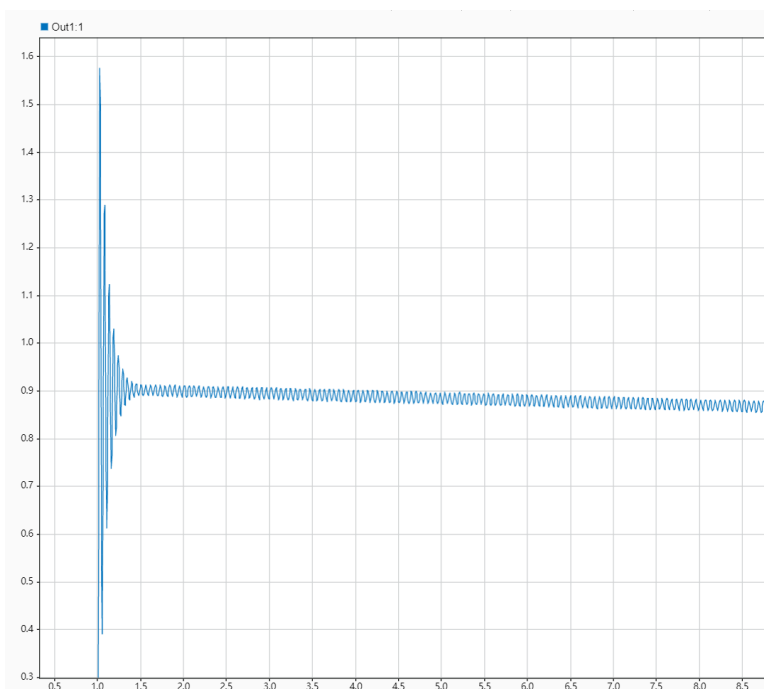


图 6: 单位冲击响应波形

四、 思考题

bode 图中相角裕量与幅值裕量的物理意义是什么？

相角裕量代表着系统距离临界状态偏离的相角，一般来讲，若相角 $\gamma > 0^\circ$ ，则响应的闭环系统是稳定的， γ 越大，系统的稳定性也越好。

幅值裕量代表着系统在变到临界稳定时，系统的增益能增大多少， $k_g < 1$ ，则系统不稳定，反之， K_g 越大，系统越稳定