

实验4 线性系统的频域分析

一、实验目的

1. 利用计算机做出开环系统的波特图
2. 观察记录控制系统的开环频率特性
3. 控制系统的开环频率特性分析

二、基础知识

1. 奈奎斯特图（幅相频率特性图）

对于频率特性函数 $G(j\omega)$ ，给出 ω 从负无穷到正无穷的一系列数值，分别求出 $\text{Im}(G(j\omega))$ 和 $\text{Re}(G(j\omega))$ 。以 $\text{Re}(G(j\omega))$ 为横坐标， $\text{Im}(G(j\omega))$ 为纵坐标绘制成为极坐标频率特性图。MATLAB提供了函数`nyquist()`来绘制系统的极坐标图，其用法如下：

`nyquist(num,den)` 可绘制出以连续时间多项式传递函数表示的系统的极坐标图。

`nyquist(SYS)` 可绘制出以传递函数表示的系统的极坐标图。

当不带返回参数时，直接在屏幕上绘制出系统的极坐标图（图上用箭头表示 ω 的变化方向，负无穷到正无穷）。当带输出变量`[re,im,w]`引用函数时，可得到系统频率特性函数的实部`re`和虚部`im`及角频率点`w`矢量（为正的部分）。可以用`plot(re,im)`绘制出对应 ω 从负无穷到零变化的部分。

2、对数频率特性图（波特图）

对数频率特性图包括了对数幅频特性图和对数相频特性图。横坐标为频率 ω ，采用对数分度，单位为弧度/秒；纵坐标均匀分度，分别为幅值函数 $20\lg A(\omega)$ ，以dB表示；相角 $\varphi(\omega)$ 以度表示。MATLAB提供了函数`bode()`来绘制系统的波特图，其用法如下：

`bode(num,den)` 可绘制出以连续时间多项式传递函数表示的系统的波特图。

`bode(SYS)` 可绘制出以传递函数表示的系统的波特图。

当带输出变量`[mag,pha,w]`或`[mag,pha]`引用函数时，可得到系统波特图相应的幅值`mag`、相角 `pha`及角频率点`w`矢量或只是返回幅值与相角。相角以度为单位，幅值可转换为分贝单位： $\text{magdb}=20\times\log_{10}(\text{mag})$

三、实验内容

1. 用Matlab作Bode图。要求：画出对应Bode图，并加标题。

$$(1) G(s) = \frac{25}{s^2 + 4s + 25}$$

$$(2) G(s) = \frac{9(s^2 + 0.2s + 1)}{s(s^2 + 1.2s + 9)}$$

2. 用Matlab作Nyquist图。要求：画对应Nyquist图，并加网格和标题。

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 0.8s + 1}$$

4. 某开环传函为： $G(s) = \frac{50}{(s+5)(s-2)}$ ，试绘制系统的Nyquist曲线，并判断闭环系统稳定性，最后求出闭环系

统的单位阶跃响应。

四、实验报告

1. 根据内容要求，写出调试好的MATLAB语言程序，及对应的MATLAB运算结果。
2. 记录各种输出波形，总结判断系统稳定性的方法。
3. 写出实验的心得与体会。