

作业五 频域特性分析

一、作业背景

在作业四绘制完根轨迹之后，虽然我们很开心地找到了问题所在，但立马又犯了难，问题是找到了，可该如何解决呢？于是我们采用了第三个工具频域分析，对系统绘制 Nyquist 图与 Bode 图。对不同变量绘制 Nyquist 图后，我们发现嗯，差不多就是这样。而在对不同变量绘制 Bode 图后，我们神奇发现原来系统需要在这些方面进行改变，于是我们向着期望的目标又进了一步。

二、作业目的

1. 了解频域刻画系统的方式，系统频域与时域之间的区别；
2. 学习绘制 Nyquist 图，以及理解 Nyquist 图的意义，会利用 Nyquist 图对系统进行分析；
3. 学习绘制 Bode 图，以及理解 Bode 图的意义，会利用 Bode 图对系统进行分析。

三、作业任务

在 AVR 闭环系统中，采用作业四任务 b.1 构造的系统传递函数，以 u_{ref} 为输入，以 ω 、 δ 、 P_e 为输出，完成下述分析：

a. Nyquist 图分析

1. 根据书本介绍的规则手动绘制 Nyquist 图。
2. 使用 MATLAB 进行频率扫描，获得幅值与相位的变化后使用 MATLAB 绘制。
3. 调用 MATLAB 相关函数绘制。
4. 选取不同比例增益 K ，利用 Nyquist 图，分析不同比例增益 K 对系统稳定性的影响，采用作业四任务 a.3 构造的非线性模型进行时域仿真加以验证。

b. Bode 图分析

1. 根据书本介绍的规则手动绘制 Bode 图。

2. 使用 MATLAB 进行频率扫描，获得幅值与相位的变化后使用 MATLAB 绘制。

3. 调用 MATLAB 相关函数绘制。

4. 选取不同比例增益 K ，利用 Bode 图，分析不同比例增益 K 对系统稳定性的影响，采用作业四任务 a.3 构造的非线性模型进行时域仿真加以验证。

c. 性能分析

分析开环与 AVR 闭环系统的频域与时域性能，分析穿越频率、频带宽度与调整时间之间的关联，分析相角裕量、谐振峰值与超调量间的联系。

四、作业参考资料

a. Nyquist 图：

手动绘制 Nyquist 图参考课本 P76。在 MATLAB 中对传递函数调用 `abs` 函数，可获得传递函数幅值，调用 `angle` 函数可获得传递函数相角，已知传递函数幅值和相角就可以使用 MATLAB 绘制对应的 Nyquist 图。在采用以上两种方式绘制 Nyquist 图后，可以直接调用 MATLAB 中 `Nyquist` 函数，绘制 Nyquist 图。

（在 MATLAB 命令行中输入 `help Nyquist` 即可查看 `Nyquist` 函数用法，在频率扫描时也可调用 `Nyquist` 函数，获得频率扫描点）

b. Bode 图分析：

手工绘制 Bode 图参考课本 P87。在 MATLAB 中对传递函数调用 `abs` 函数，可获得传递函数幅值，调用 `angle` 函数可获得传递函数相角，已知传递函数幅值和相角就可以使用 MATLAB 绘制对应的 Bode 图。在采用以上两种方式绘制 Bode 图后，可以直接调用 MATLAB 中 `bode` 函数，绘制 Bode 图。（在 MATLAB 命令行中输入 `help bode` 即可查看 `bode` 函数用法，在频率扫描时也可调用 `bode` 函数，获得频率扫描点）

c. 性能分析：

在 MATLAB 中对传递函数调用 `margin` 函数可以直接得到系统的幅值裕度、相角裕度和穿越频率。（在 MATLAB 命令行中输入 `help margin` 即可查看 `margin` 函数用法）

五、作业要求

1. 完成作业任务要求内容，形成作业报告。
2. 总结 Nyquist 图与 Bode 图的绘制方法，理解 Nyquist 图与 Bode 图的关系。
3. 在报告中注明完成此次作业所耗的时间，包括**编程时间**和**撰写报告时间**。
(**时间统计不会对课程成绩造成任何影响**，只是方便老师和助教们更全面地把握每次作业的任务量，便于后续的教学调整)；
4. 如有感想，可以写一小段总结，或者反馈（选做，不会对课程成绩造成任何影响。**如无必要，建议不写**。你们的反馈可能会影响后续的安排。**限 300 字**。)