

作业四 根轨迹法调节参数

一、作业背景

通过作业三，我们设计了 AVR 闭环系统，但结果却并不是那么令人喜笑颜开。于是我们采用第二个工具根轨迹，去看看系统有啥问题。对我们想要分析的变量绘制根轨迹后，我们又重新上扬了嘴角，原来问题在这儿。

二、作业目的

1. 了解根轨迹的意义及绘制规则；
2. 学习如何绘制根轨迹；
3. 学习如何通过根轨迹分析系统性能。

三、作业任务

a. 机端电压 V_t 为输出的系统(AVR 闭环)

1. 基于作业三模型，根据根轨迹绘制规则，手动绘制含 AVR 闭环系统的根轨迹。

2. 基于作业三模型，使用 MATLAB 绘制系统根轨迹，与之前手绘进行对比。根据根轨迹绘制结果，结合作业三分析结果，从“稳、准、快”三个指标，分析比例增益 K 的取值范围。

3. 采用作业二非线性模型，构造闭环模型，进行时域仿真。基于根轨迹和时域仿真结果，对比分析不同比例增益 K 对系统性能的影响（对输出变量 V_t 以及状态变量 ω 分别讨论）

备注：根轨迹一般用于判断稳定性，调整系统结构，其实对时域动态性能的直观性判断影响不大。

b. 其他输出变量的系统(AVR 闭环)

1. 以 u_{ref} 为输入，以 ω 、 δ 、 P_e 为输出，分别构造含 AVR 闭环（仍以机端电压 V_t 进行反馈）的系统传递函数。

2. 基于任务 a.3 中所选择的比例增益 K ，采用任务 a.3 构造的非线性模型进行时域仿真，分析比例增益 K 对不同输出 (δ , ω , P_e) 的影响。

3. 基于任务 b.1 获得的传递函数，绘制不同输出下系统的根轨迹，分析比例增益 K 对不同输出的系统动态特性与稳定性的影响。以 a.3 的非线性模型为基础，利用时域仿真结果验证分析结果的正确性。

四、作业参考资料

a. 机端电压 V_t 为输出的系统 (AVR 闭环):

1. 根轨迹绘制参考课本 P61。绘制根轨迹需要得到系统的传递函数，由作业三中得到的系统传递函数可以很容易绘制根轨迹。

2. 使用 MATLAB 绘制根轨迹，需要知道系统的开环传递函数。根据作业二构造的开环传递函数，以比例增益 K 为根轨迹可变增益，直接调用 MATLAB 中 rlocus 函数，即可绘制根轨迹。(在 MATLAB 命令行中输入 help rlocus 即可查看 rlocus 函数用法，此处建议同时采用 rlocfind 函数帮助根轨迹分析)

3. 非线性模型构造闭环模型可以参考作业三任务 b.3 调整后的非线性模型，完成对时域的仿真。

b. 其他输出变量的系统 (AVR 闭环):

1. 改变系统输出，即改变状态方程中 C 矩阵，从而使得 $y = Cx$ 得到不同的输出 y 。因此根据 x 中包含的状态变量，设计不同的 C 矩阵，使得输出分别为 ω 、 δ 、 P_e ，得到不同输出对应的系统传递函数。其中 P_e 为电磁功率，隐极发电机的电磁功率表达式为 $P_{em} = m \cdot \frac{E'_q V_s}{x'_{d\Sigma}} \cdot \sin \delta$ ， m 为相数，本次作业取 $m = 1$ 。

2. 在任务 a 非线性时域仿真的基础上分析比例增益 K 对不同输出的影响，需要对不同变量分别绘图考察。

3. 基于任务 b.1 获得的不同 C 矩阵，通过调用 MATLAB 中 ss 函数与 tf 函数

转化为传递函数。之后调用 `rlocus` 函数，绘制不同输出下的系统根轨迹。

五、作业要求

1. 完成作业任务要求内容，形成作业报告；
2. 思考并分析比例增益 K 对系统不同输出的动态性能影响，以及如何在保持机端电压 V_t 控制效果的同时，改善其他输出量的动态特性；
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**。)