

广东工业大学

2020 年硕士学位研究生招生考试试题

考试科目（代码）名称：(810) 自控原理

满分 150 分

（考生注意：答卷封面需填写自己的准考证编号，答完后连同本试题一并交回！）

- 1、(10 分) 图 1(a)(b)所示的系统均为电压调节系统，假设空载时，两系统的发电机端电压均为 110V，试问带上负载后，图 1(a)和图 1(b)中哪个系统能保持 110V 不变，为什么？

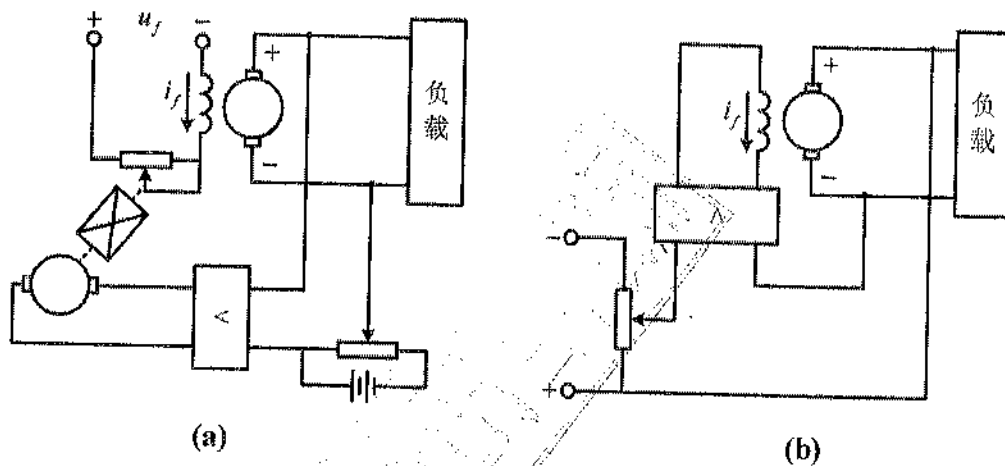


图 1. 题 1 中所述的电压调节系统

- 2、(20 分) 设系统的闭环传递函数为 $\Phi(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{4}{s^2 + 2s + 4}$ 。

- (1) 计算闭环系统在零初始条件下，其单位阶跃响应的超调量 $\sigma\%$ 和调节时间 t_s ($\Delta = 2\%$)；
- (2) 若系统的初始状态为 $y(0) = 0.5$ ， $y'(0) = 0$ ，试写出闭环系统单位阶跃响应的解析表达式 $y(t)$ ，并计算 $y(1)$ 的值。

3、(20分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(s+4)(s+8)}$ 。

- (1) 试绘制系统的根轨迹，需计算所有特征参数的值；
- (2) 试确定使得闭环系统稳定的 K 的取值范围；
- (3) 试确定使得闭环系统单位阶跃响应无超调的 K 的取值范围；
- (4) 试确定 K 值，使得闭环系统一对共轭复数极点的阻尼比 $\xi = 0.5$ ，判断该对共轭复数极点是否为闭环系统的主导极点，若是，列写降阶后闭环系统的传递函数，若否，说明理由。

4、(20分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{1}{s(s-1)(s+2)}$ 。

- (1) 试概略绘制开环系统的奈奎斯特图；
- (2) 利用奈奎斯特稳定性判据判断闭环系统的稳定性，指出闭环系统在 s 右半平面的极点数，需绘制相关辅助图形，要有计算和判断的过程；
- (3) 利用劳斯判据判断闭环系统的稳定性，指出闭环系统在 s 右半平面的极点数，验证(2)中的结论。

5、(20分) 控制系统如图 2 所示。

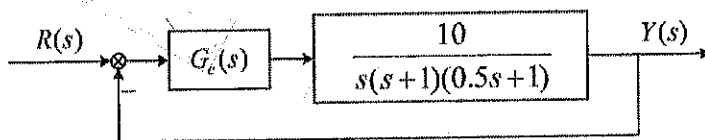


图 2 题 5 中所述的控制系统

- (1) 若 $G_c(s) = K$ ，试确定常数 K 的值，使得开环系统的相角裕度 $\gamma = 30^\circ$ ；
- (2) 若 $G_c(s)$ 为滞后校正装置，试确定其传递函数，使得校正后闭环系统针对单位斜坡输入 $r(t) = t$ 的稳态误差 $e_{ss} = 0.2$ ，且开环系统的相角裕度 $\gamma \geq 40^\circ$ 。

6、(20分) 控制系统如图3所示。

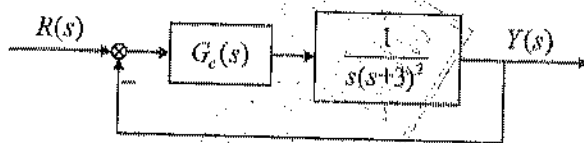


图3 题6中所述的控制系统

- (1) 若 $G_c(s) = K(s+a)$, 为 PD 控制器, 试确定常数 K 和 a 的值, 将闭环系统的一对共轭复数极点配置在 $-2 \pm 4i$, 判断此时该对共轭复数极点是否为闭环系统的主导极点, 说明理由。估算此时闭环系统单位阶跃响应的超调量 $\sigma\%$ 和调节时间 t_s ($\Delta = 2\%$)。
- (2) 若 $G_c(s) = K_p(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s)$, 为 PID 控制器, 试根据齐格勒-尼科尔斯第二整定法则确定控制器参数 K_p 、 T_i 和 T_d 的值, 并定性说明比例、积分和微分控制对系统控制性能的影响。

注: 齐格勒-尼科尔斯第二整定法则

首先令图3中 $G_c(s) = K'_p$ (K'_p 为一常数)时, 闭环系统产生等幅振荡, 且该等幅振荡的周期为 P' , 那么当 $G_c(s)$ 为 PID 控制器时的三参数整定方法如表1所示:

表1 齐格勒-尼科尔斯第二整定法则的参数设置

Control	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K'_p$	∞	0
PI	$0.45K'_p$	$0.833P'$	0
PID	$0.6K'_p$	$0.5P'$	$0.125P'$

7、(20分) 非线性系统如图4所示, 其中 $M=1, h=0.5$ 。试判断系统是否存在自振, 若存在, 求出自振的振幅和频率; 若不存在, 说明系统的非线性运动特性。图中非线性部分的描述函数为:

$$N_1(A) = \frac{4M}{\pi A}$$

$$N_2(A) = \frac{4M}{\pi A} \sqrt{1 - \left(\frac{h}{A}\right)^2} - j \frac{4hM}{\pi A^2}, \quad A \geq h$$

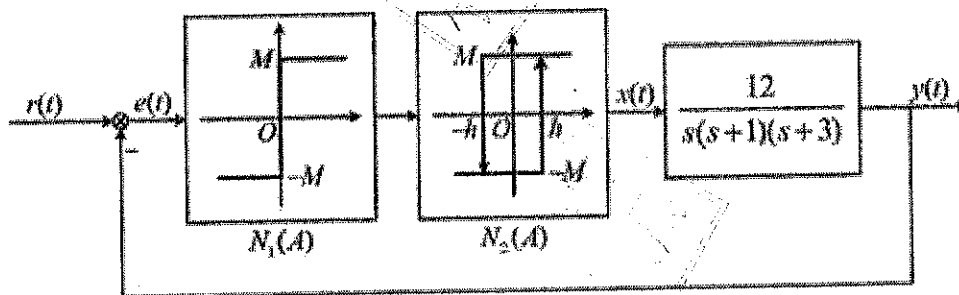


图4 题7中所述的非线性系统

8、(20分) 离散控制系统如图5所示, 系统采样周期 $T=1s, K>0$

- (1) 试确定使得闭环系统稳定的 K 的取值范围;
- (2) 若 $K=1$, 且系统输入为单位阶跃信号 $r(t)=1(t)$, 试给出闭环系统输出脉冲序列 $y(kT)$ 的解析表达式;
- (3) 计算闭环系统针对单位阶跃输入的稳态误差。

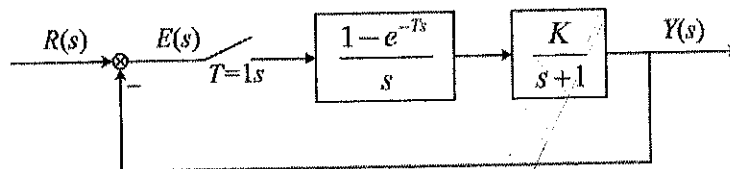


图5 题8中所述的离散控制系统

注: $Z\left[\frac{1}{s}\right] = \frac{1}{1-z^{-1}}, Z\left[\frac{1}{s^2}\right] = \frac{Tz^{-1}}{(1-z^{-1})^2}, Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{1}{1-e^{-aT}z^{-1}}, Z[a^k] = \frac{1}{1-az^{-1}}$

$$e^{-1} = 0.368$$