

南京航空航天大学

2014 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 820

科目名称: 自动控制原理

满分: 150 分

注意: 认真阅读答题纸上的注意事项; 所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; 本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一. (本题 15 分) 考虑如图 1 所示的耦合系统, 其中 $R_1(s)$ 和 $R_2(s)$ 为系统输入, $C_1(s)$ 和 $C_2(s)$ 为系统输出, 要求: 写出 $C_1(s)$ 和 $C_2(s)$ 的表达式。

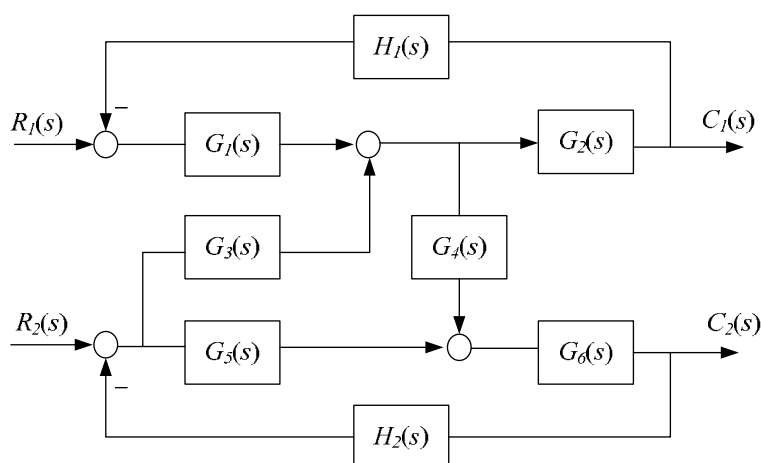


图 1

二. (本题 15 分) 控制系统框图如图 2 所示, 试求

- (1) 当 $K_1 = 25$, $K_f = 0$ 时, 系统的阻尼系数 ζ 、无阻尼自然振荡频率 ω_n 以及系统对单位斜坡输入的稳态误差 e_{ss} ;
- (2) 当 $K_1 = 25$, $K_f = 4$ 时重复(1)的要求;
- (3) 要使系统的阻尼系数 $\zeta = 0.7$, 单位斜坡输入信号作用下系统的稳态误差 $e_{ss} = 0.1$, 试确定 K_1 和 K_f 的数值, 并计算在此参数情况下, 系统单位阶跃响应的超调量 $\sigma\%$ 、上升时间 t_r 和调节时间 t_s 。

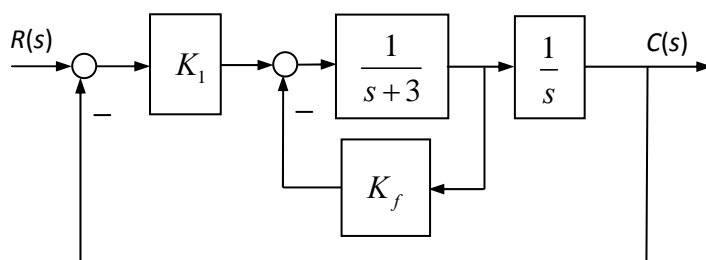


图 2

三 . (本题 15 分) 设单位负反馈系统的开环传递函数为： $G(s) = \frac{k(s+1)}{s(s+2)(s+3)}$

- (1) 当 k 从 0 到 ∞ 变化时，绘制系统的闭环根轨迹（不要求求出分离点）；
- (2) 已知系统的一个闭环极点为 -0.9 ，试求出其余的闭环极点；
- (3) 该系统是否可以用低阶系统来近似？若能，求出它的闭环传递函数，若不能，给出理由。

四 . (本题 15 分) 已知某单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s)$ 无右半平面的零点和极点，且 $G(s)$ 的对数渐近幅频特性曲线如图 3 所示。试写出 $G(s)$ 的表达式，并近似作出相频特性曲线，分别用劳斯判据和对数频率稳定判据判断该闭环系统的稳定性。

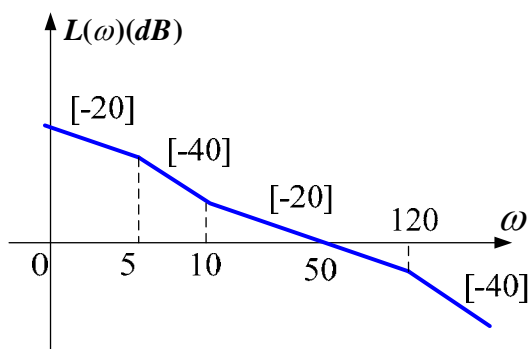


图 3

五 . (本题 15 分) 设单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K}{s(s+1)(0.25s+1)}$$

要求校正后系统的静态速度误差系数 $K_v \geq 5$ (rad/s)，相角裕度 $\gamma \geq 45^\circ$ ，试设计串联迟后校正装置。

六. (本题 15 分) 如图 4 所示, 考虑图(a)的电机定位负载系统, 其中角位置 θ 和角速度 ω 均可测。假定 $J = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, $C = 0.02 \text{ N} \cdot \text{m}/\text{s}$, 电机转矩常数为 $K_m = 8 \text{ N} \cdot \text{m}/\text{V}$ 。

要求:

- (1) 以 θ 和 ω 为状态变量, 且 θ 为系统输出, 写出该系统的状态空间模型;
- (2) 若采用图(b)所示的状态反馈控制, 试确定 k_1 和 k_2 , 使得闭环系统处于临界阻尼状态并且时间常数为 $1 \text{ rad}/\text{s}$ (即闭环根的实部为 -1)。

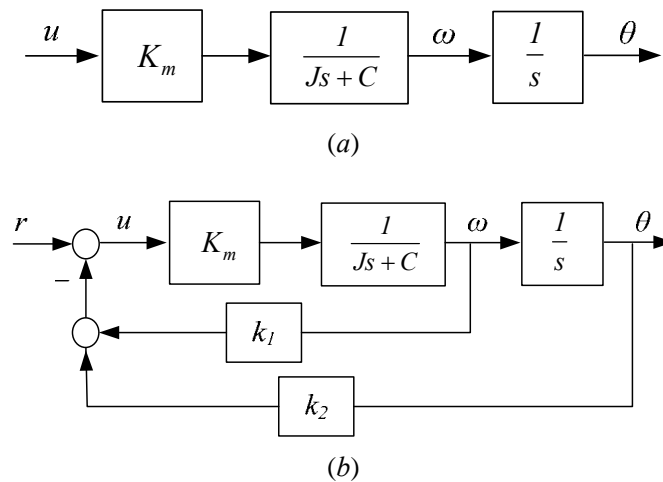


图 4

七. (本题 15 分) 某一阶系统的差分方程模型为

$$y(k+1) = -0.5y(k) + 1.5u(k)$$

假定, $y(0)=0$, $u(k)$ 为单位阶跃输入。要求:

- (1) 写出该离散系统的传递函数模型;
- (2) 绘制系统输出动态响应序列 (前 5 步即可);
- (3) 试从 $s \rightarrow z$ 映射关系的角度, 解释为什么该一阶离散系统的输出呈现欠阻尼振荡响应特性 (提示: $z = e^{Ts}$, T 为采样周期)。

八. (本题 15 分) 已知某非线性系统结构图如图 5 所示, 非线性环节描述函数为

$$N(A) = \frac{A+6}{A+2}, \quad (A > 0)$$

试用描述函数法确定:

- (1) 使该非线性系统稳定、不稳定以及产生周期运动时, 线性部分的 K 值范围;
- (2) 当系统产生周期运动时, 判断周期运动的稳定性, 并计算稳定周期运动的振幅 A 和

频率 ω 。

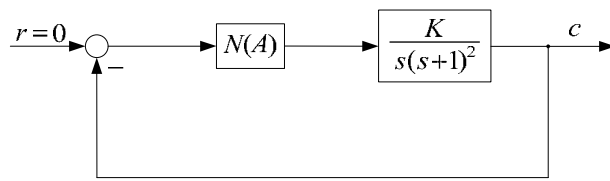


图 5

九 . (本题 15 分) 考虑如下系统 :

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 0.9 & -0.2 \\ 0.2 & 0.8 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0.5 \end{bmatrix} u(k)$$
$$y(k) = [1 \quad 0] x(k)$$

采用状态反馈设计 , 控制律为 $u(k) = r(k) - Kx(k)$ 。

要求 :

- (1) 判断状态反馈增益分别为 $K_1 = [0.2 \quad -0.2]$, $K_2 = [0.4 \quad 2]$ 时闭环系统的稳定性 ;
- (2) K_1 和 K_2 中 , 哪一个使得闭环系统具有更快的动态响应 , 请解释原因。

十 . (本题 15 分) 开环系统的传递函数为 $G(s) = \frac{9}{s^2 - 9}$, 要求 :

- (1) 写出其能观标准型的状态空间表达式 ;
- (2) 在(1)基础上 , 设计状态反馈增益 K , 使得闭环系统极点位于 $s_{1,2} = -3 \pm 3j$;
- (3) 在(1)(2)基础上 , 设计状态观测器 , 使得观测器极点位于 $s_{1,2} = -12 \pm 12j$ 。