

南京航空航天大学

2017 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 820

满分: 150 分

科目名称: 自动控制原理

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②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; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

本试卷共 10 大题, 满分 150 分

一、(本题 15 分) 试确定图 1 所示系统的输出 $C(s)$ 。

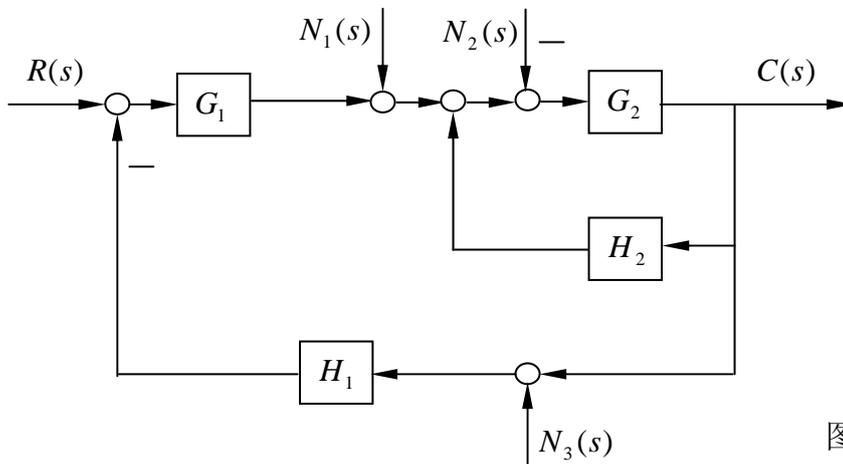


图 1

二、(本题 15 分) 系统结构图如图 2 所示, 已知未加测速反馈时, 系统在单位阶跃信号作用下的稳态输出为 1, 而过渡过程的瞬时最大值为 1.4, 要求:

1. 确定系统结构参数 K 、 a , 并计算单位阶跃响应下的峰值时间 t_p 、调节时间 t_s 、超调量 $\sigma\%$;
2. 为了改善系统性能, 引入测速反馈 bs , 若 $b = 0.82$, 再计算超调量 $\sigma\%$;
3. 在该测速反馈情况下, 若此时系统的输入为 $r(t) = 2 + 1.38\sin t$, 计算稳态输出 c_{ss} 。

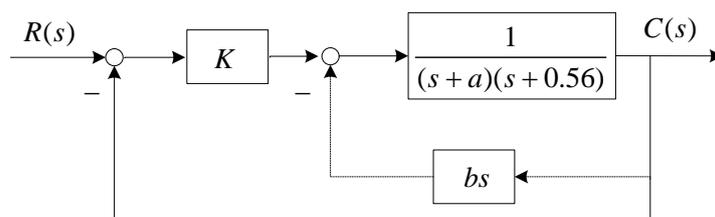


图 2

三、(本题 15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(Ts+1)(s+1)}$ ，其中 $K > 0$ 、 $T > 0$ 。试确定使闭环系统稳定时，参数 K 、 T 应满足的关系；并计算在输入 $r(t) = t \cdot 1(t)$ 作用下系统的稳态误差。

四、(本题 15 分) 已知某系统结构图如图 3 所示，其中 K 、 T 均大于 0。在输入 $r(t)$ 作用下，具有如图 4 所示的输出 $c(t)$ 曲线。

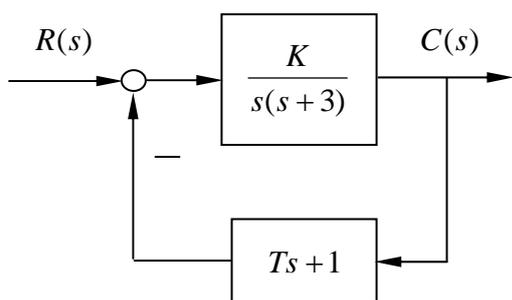


图 3

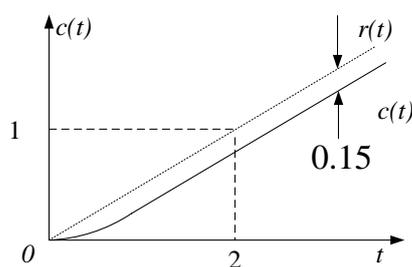


图 4

试求：

1. 此时的 K 值；
2. 试绘制 T 从 $0 \rightarrow \infty$ 变化的闭环系统根轨迹；
3. 系统在临界阻尼时的 T 值。

五、(本题 15 分) 某单位负反馈系统为最小相角系统，其开环频率特性如图 5 所示，其中 $B(-3, -\sqrt{3}j)$ 点对应的频率为 $\omega = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，

1. 求系统的开环传递函数；
2. 若增加校正装置 $G_c(s) = \frac{K(s+a)}{s+b}$ 以使系统的相角裕度达到 45° 且在斜坡输入时的稳态误差降低为原来的 0.5 倍，并要求系统型别和阶数不变，确定参数 a 、 b ($a > 0, b > 0$)；并概略绘制出此时的开环 Bode 图。

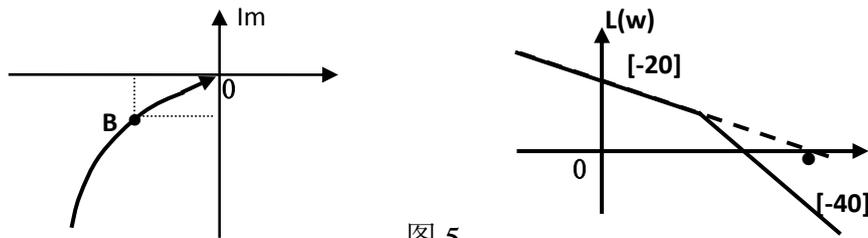


图 5

六、(本题 15 分) 已知某最小相位系统的开环对数幅频渐近线如图 6 所示, 用奈氏判据判断系统稳定性, 并求系统的相角裕度。

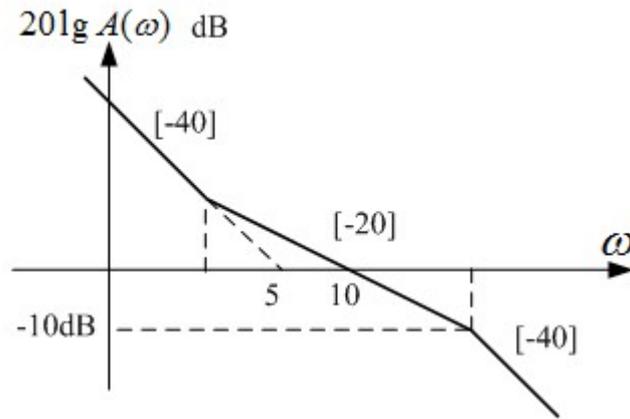


图 6

七、(本题 15 分) 采样控制系统结构如图 7, 采样周期 $T = 1s$, $H_0(s)$ 为零阶保持器。试确定使系统稳定时的 K 值范围, 图中 $D(k): e_2(k) = e_2(k-1) + 10[e_1(k) - 0.5e_1(k-1)]$ 。

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

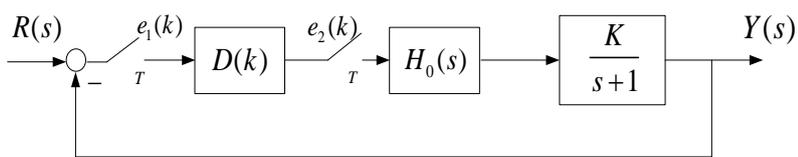


图 7

八、(本题 15 分) 非线性系统结构如图 8 所示, $M = 1$, $N(A) = \frac{4M}{\pi A}$ 。

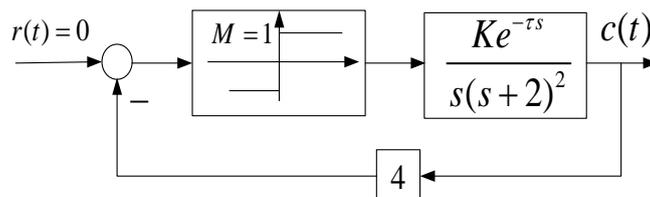


图 8

1. $\tau = 0$ 时, 确定系统受扰动后最终的运动形式 (稳定/自振/发散);
2. $\tau = 0$ 时, 要在系统输出端产生一个振幅 $A_c = \frac{1}{\pi}$ 的近似正弦信号, 试确定参数 K 和相应的输出信号频率 ω ;
3. 定性分析当延迟环节系数 τ 增大时, 自振参数 A 和 ω 的变化趋势 (增加/不变/减小)。

九、(本题 15 分) 已知两个能控能观系统 S_1 、 S_2 为

$$S_1: \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot u_1; \quad y_1 = \begin{bmatrix} 2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

$$S_2: \quad \dot{x}_3 = -2x_3 + u_2; \quad y_2 = x_3$$

1. 当两系统串联 (S_1 前 S_2 后) 时, 求 $x = [x_1 \quad x_2 \quad x_3]^T$ 为状态向量时的状态空间表达式;
2. 分析串联系统的能控性和能观性;
3. 求串联系统的传递函数。

十、(本题 15 分) 已知系统结构图如图 9 所示, 其中 2 个状态变量都可测量。

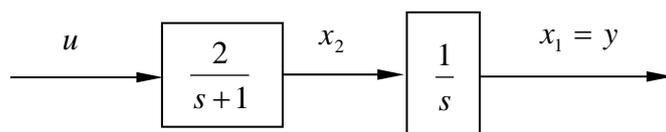


图 9

1. 建立系统的状态空间表达式;
2. 设计状态反馈控制律, 使闭环系统对单位阶跃输入的稳态输出为 1, 超调量为 2.835%。