

2018 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 873

科目名称: 自动控制理论

满分: 150 分

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, 写在本题试卷或草稿纸上均无效; ③本试卷须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、(15 分) 化简图 1 所示结构图, 求传递函数 $\frac{C(s)}{R(s)}$ 。

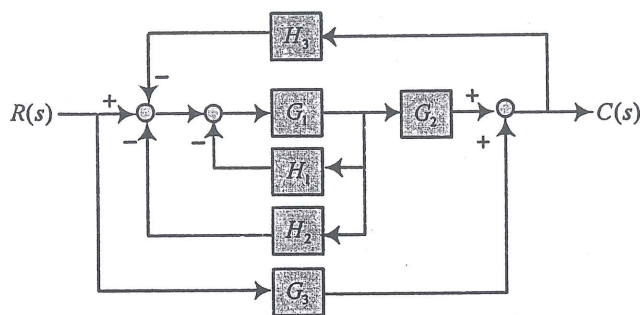


图 1

二、(15 分) 设两级 RC 移相电路如图所示, 输入为 u_i , 输出为 u_o 。

(1) 试求该电路的传递函数和频率特性;

(2) 若已知改电路输入角频率为 100rad/s 的正弦信号时, 相移 90° , 此时 R 和 C 的参数应该满足什么关系? 相应地信号从输入端到输出端, 其幅值将衰减多少倍?

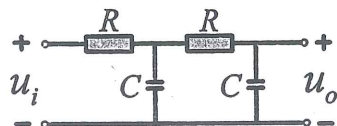


图 2

三、(15 分) 某控制系统结构如图 3 所示, 试求:

- (1) 当 $a=0, K=1$ 时, 确定系统的阻尼系数 ζ 和无阻尼自然振荡频率 ω_n , 以及单位斜坡函数输入时系统的稳态误差 e_{ss1} ;
- (2) 若 $K=1$, 试确定使系统为最佳阻尼 ($\zeta = 0.707$) 时反馈校正参数 a 的值, 并计算相应的单位斜坡函数输入时系统的稳态误差 e_{ss2} ;

(3) 在保证 $\zeta = 0.707$ 和单位斜坡函数输入时系统的稳态误差 $e_{ss} = 0.25$ 的条件下, 确定参数 a 及前向通道增益 K 。

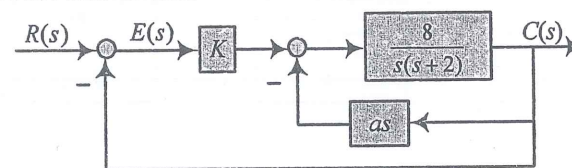


图 3

四、(15 分) 已知系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(T_1s+1)(T_2s+1)}$, $K, T_1, T_2 > 0$, 试应用奈奎斯特判据, 确定使闭环系统稳定的条件:

- (1) $T_1=1, T_2=2$ 时, K 的范围;
- (2) $T_1=1, K=10$ 时, T_2 的范围;
- (3) T_1, T_2, K 的范围。

五、(20 分) 设某控制系统的结构如图 4 所示, 其中 $R(s)$ 为输入, $C(s)$ 为输出,

$D(s)$ 为系统受到的干扰 (阶跃扰动)。被控对象为 $G_1(s) = \frac{K_1}{T_1s+1}$ 和

$G_2(s) = \frac{K_2}{s(T_2s+1)}$, 其中时间常数 $T_2 > T_1 > 0$ 。 $G_c(s)$ 为待设计的控制器。系统误差定义为 $E(s) = R(s) - C(s)$ 。要求系统输出能够稳态无静差跟踪阶跃输入信号。

(1) 试问以下两种候选控制器是否有可能满足上述稳态控制要求? 请说明理由。 (a) $G_c(s) = K_p$; (b) $G_c(s) = \frac{K_p(\tau s+1)}{\tau s}$ 。

(2) 若能满足以上稳态控制要求, 请按闭环谐振峰值 M_r 最小的原则确定控制器的参数, 使系统具有较快的动态响应性能。

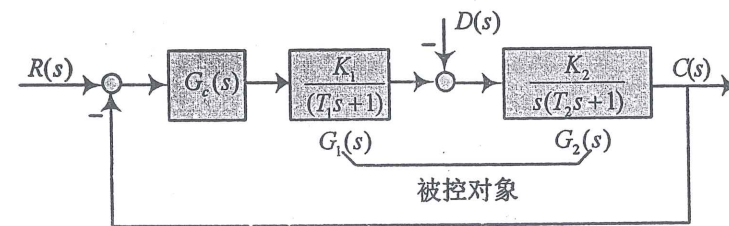


图 4

六、(15分) 设闭环采样系统如图5所示, 求出使该系统稳定的 K 值范围。

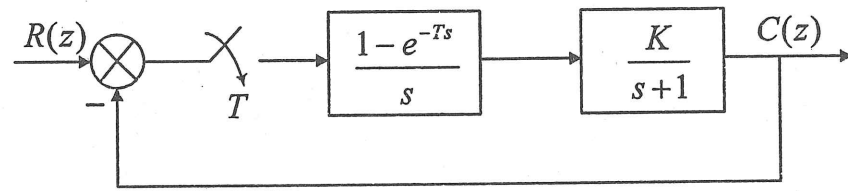


图5

七、(15分) 设系统的传递函数为 $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{10}{s(s+1)(s+2)}$ 。试用状态反馈方法,

将闭环极点配置在 $-2, -1+j, -1-j$ 处, 并写出闭环系统的动态方程和传递函数。

八、(15分) 已知系统的状态方程为 $\begin{cases} \dot{x} = \begin{bmatrix} a & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u \\ y = [b \ 0] x \end{cases}$, 试确定 a, b 的取值范

围, 使系统状态完全可控、完全可观。

九、(15分) 确定下述系统的平衡状态, 并用李雅普诺夫稳定性理论判别其稳定性。

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 - x_1(x_1^2 + x_2^2) \\ \dot{x}_2 &= -x_1 - x_2(x_1^2 + x_2^2) \end{aligned}$$

十、(10分) 证明非奇异性变换后, 线性定常系统 $S(A, B, C, D)$ 的可观测性不变。