

自动控制原理(含现代控制理论) 试题

题单号: 50303

(可不抄题)

考生注意: 1. 答卷必须写在我校统一配发的专用答题纸上!

2. 统考考生做第一、三、四、五、六、七、八、九题

3. 单考生做第二、三、四、五、六、七、八、九题

一. (15分) 设一高阶系统可用下列一阶微分方程近似描述: $T \frac{dc(t)}{dt} + c(t) = T \frac{dy(t)}{dt} + y(t)$

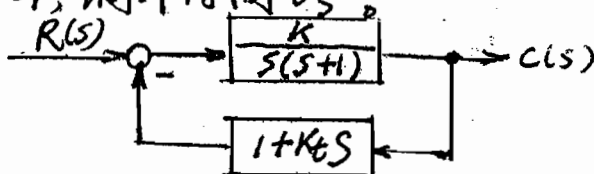
其中 $0 < T - \tau < 1$, 试证系统的单位阶跃响应的性能指标为:

$$(1) t_d = [0.693 + \ln \frac{T-\tau}{T}] T$$

$$(2) t_r = 2.2 T$$

$$(3) t_s = [3 + \ln \frac{T-\tau}{T}] T$$

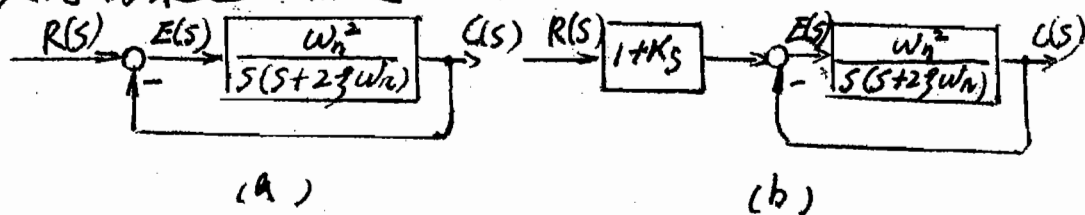
二. (15分) 设伺服系统如题图所示。若要求系统单位阶跃响应的超调量 $\sigma\% = 15\%$, 峰值时间 $t_p = 0.8$ 秒, 试确定系统的开环增益 K 和电动机的输出斜率 K_t , 同时, 在此 K 和 K_t 值下, 试求系统单位阶跃响应的上升时间 t_r , 调节时间 t_s 。



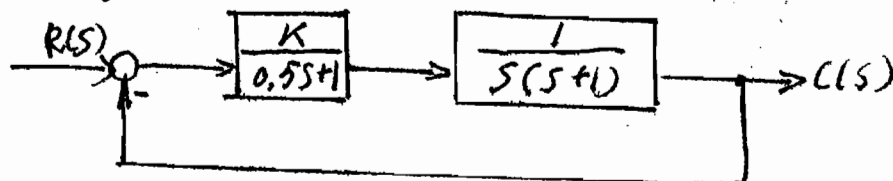
三 (10分) 已知单位负反馈控制系统的开环传递函数为: $G_0(s) = \frac{0.8}{(s+2)(s+4)}$, 采用串联校正装置的形式为:

$G_c(s) = 18(\frac{s}{8} + \frac{1}{s})$, 试求在单位阶跃函数作用下系统的动态性能指标 $\sigma\%$ 和 t_s 。

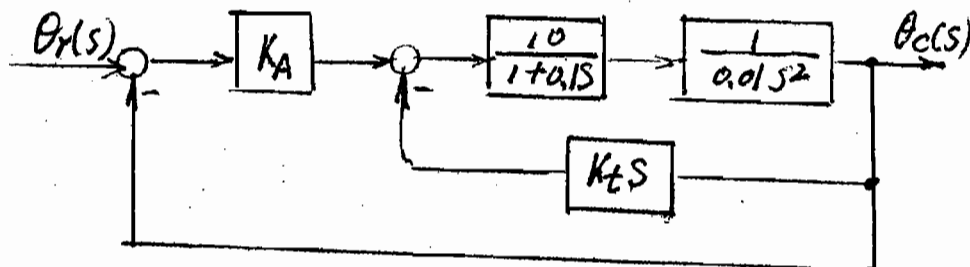
四 (10分) 考虑题图(a)所示的控制系统, 证明: 系统对单位斜坡输入时的稳态误差 $e_{ss} = \frac{23}{\omega_n}$; 若单位斜坡输入先通过一个比例微分环节再送入系统如题图(b)所示, 试证明: 适当选取 K 值后, 系统跟踪斜坡输入时的稳态误差可以消除。



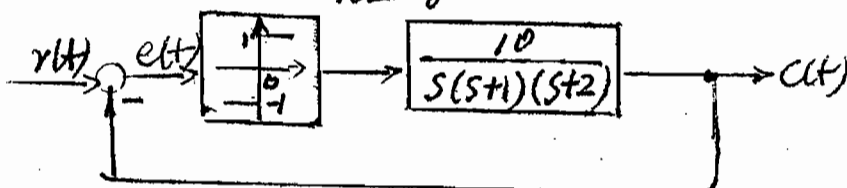
五 (15分) 位置伺服系统如题图所示。试作出描述系统根的分布的根轨迹, 并分析系统的稳定性, 并计算当系统的阻尼比 $\zeta = 0.5$ 时系统单位阶跃响应的性能指标 $\sigma\%$ 和 t_s 。



六(10分) 直流电机控制系统如题图所示, 试用奈奎斯特稳定性判据, 求取当 $K_t = 0.01$ 时系统稳定时 K_A 的取值范围。



七(10分) 分析题图所示的非线性控制系统, 试(1)确定系统产生自持振荡的振幅和频率; (2)能否用降低非线性部分的增益来消除自持振荡。图中理想继电特性的描述函数为 $N(E) = \frac{4}{\pi E}$ 。



八(20分) 已知系统 $\dot{x} = Ax + bu$

$$= \begin{bmatrix} a & 1 \\ -1 & b \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} b \\ -1 \end{bmatrix} u$$

$$y = Cx = [-1 \quad b] x$$

试求: 1, 系统稳定时, a, b 的关系;

2, 系统完全可控时, a, b 的关系;

3, 系统完全可观时, a, b 的关系;

4, 系统的传递函数 $G(s)$;

5, 系统的状态转移阵 $\Phi(t)$? (设 $a=-2, b=0$)

6, 系统的阶次响应 $y(t)$ (设 $a=-2, b=0$)

7, 把 A 变换为约当阵的变换阵 T (设 $a=-2, b=0$)

九 (10分) 已知系统的运动方程为:

$$\begin{cases} \ddot{\theta}(t) = \theta(t) + u \\ \ddot{x}(t) = -\beta \theta(t) - u \end{cases}$$

在状态反馈 $u = -K_1\theta - K_2\dot{\theta} - K_3x - K_4\dot{x}$ 下, 试求增益 K_1, K_2, K_3 和 K_4 , 使闭环系统在 $s=-1$ 处有双重极点, 在 $s=-1 \pm j1$ 处有一对复极点。

国防科技大学研究生院2000年硕士生入学考试

416_自动控制原理(含
现代控制理论)
(可不抄题)

试题

题单号: 40301

考生注意: 1. 答案必须写在我校统一配发的专用答题纸上!

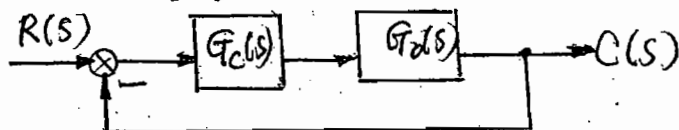
2. 统考考生做第一、二、三、四、五、六、七题;

3. 单独考生做第一、二、三、五、六、八、九题;

一 (15分) 已知单位负反馈控制系统的开环传递函数为 $G_0(s) = \frac{0.8}{(s+2)(s+4)}$, 采用串联校正装置的形式为 $G_c(s) = K_c(\frac{5}{s} + \frac{1}{s})$, 如题图一所示。试:

(1) 绘制系统的根轨迹;

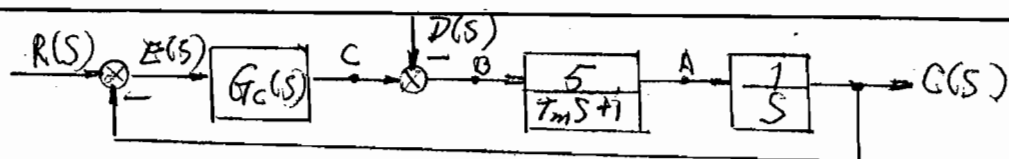
(2) 当系统的阻尼比 ζ 为最佳阻尼比时, 求系统在单位阶跃函数作用下, 系统的动态性能指标超调量 $\sigma\%$ 和调整时间 t_s 。



题图一 控制系统的结构图

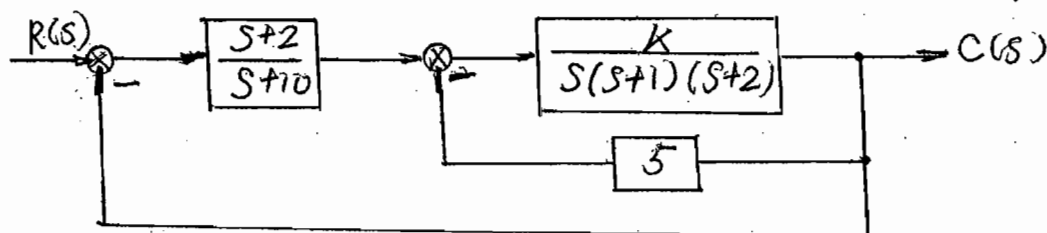
二 (15分) 7 随动系统如题图二所示。扰动量为 $2 \cdot 1(t)$, 试分别求出输入信号为单位阶跃函数和单位斜坡函数时, 系统的稳态误差 e_{ss} , 并加以物理解释。图中 $G_c(s)$ 为控制器, 它具有两种形式 (1) $G_c(s) = 10$,

(2) $G_c(s) = \frac{10(s+1)}{s}$



题图二 随动系统的结构图

三(15分) 设控制系统如题图三所示。试用奈奎斯特稳定性判据确定系统稳定时 K 值的取值范围。

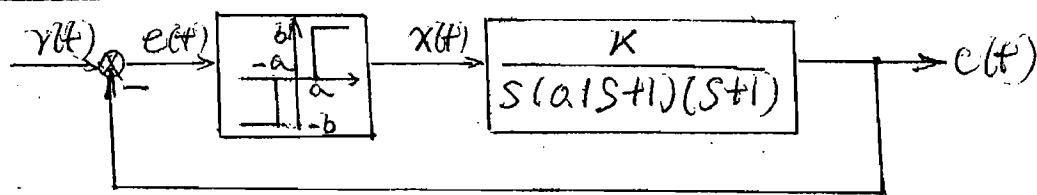


题图三 控制系统的结构图

四(15分) 已知单位负反馈控制系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{10}{s(s+1)}$ ，试绘制系统的开环对数幅频特性曲线，并近似确定系统的闭环对数幅频特性曲线，求出闭环对数幅频特性上的特征值 $M(0)$ ，谐振峰值 M_r ，谐振频率 ω_r 和带宽频率 ω_b 。

五(10分) 非线性控制系统如题图四所示。已知 $a=1$ ， $b=3$ ， $K=10$ ，具有死区的三位继电特性的描述函数为 $N(E) = \frac{4b}{\pi E} \sqrt{1 - (\frac{a}{E})^2}$ ($E > a$)，试

- (1) 用描述函数法分析系统自振荡的稳定性；
- (2) 为了消除自振荡，三位继电特性的参数应如何调整？



题图四 非线性控制系统

六(15分)已知系统 $\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$
 $Y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} X$

试求: (1) 系统的传递函数;

(2) 在 $X(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ 及 $u(t) = 1(t)$ 时的解 $X(t)$;

(3) 求变换矩阵 T , 将状态方程化为对角型。

七(15分)已知系统的传递函数为 $\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{100}{s(s+5)}$,

要求设计成为一个带状态反馈和状态观测器的闭环控制系统。设计后的状态反馈系统的阻尼比 $\zeta = 0.707$, 无阻尼自然频率 $\omega_n = 10(s^{-1})$, 设计后的状态观测器的极点配置为 $-10, -10$; 画出具有状态反馈和状态观测器的闭环系统的结构图。

八(15分)具有单位负反馈的伺服系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(T_1s+1)(T_2s+1)}$, 试:

(1) 分析 K 值变化对系统稳定性的影响;

(2) 确定当 $T_1 = 0.5(s)$, $T_2 = 0.01(s)$, $K = 5$ 时系统的幅值裕量 $K_g(dB)$ 。

九 (15分) 已知系统 $\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$
 $y = [1 \ 0 \ 0] x$

试用状态反馈把系统的闭环极点配置在 -2 , $-1 \pm j$ 处, 求反馈系数。

416-自动控制原理(含现代控制理论)

试题

题单号: 40301

(可不抄题)

考生注意: 1. 答案必须写在我校统一配发的专用答题纸上!

2. 统考考生做第一、二、三、四、五、六、七题

3. 单独考生做第二、三、四、五、六、八、九题

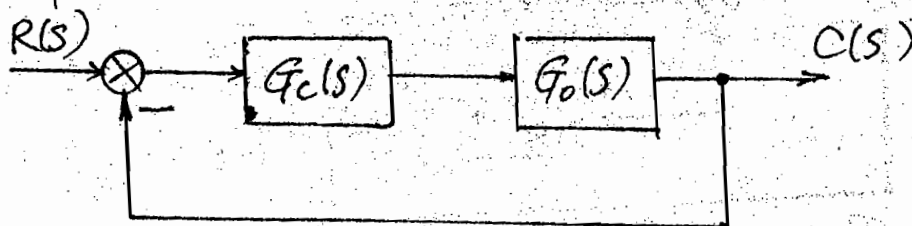
一. (10分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G_0(s) = \frac{1}{(s+2)(s+4)}$$

, 采用串联校正的形式为

$$G_c(s) = \frac{2.25(s+8)}{s}$$

单位阶跃函数作用下, 系统的动态性能指标 $\sigma\%$, t_s .



题图 1 系统结构图

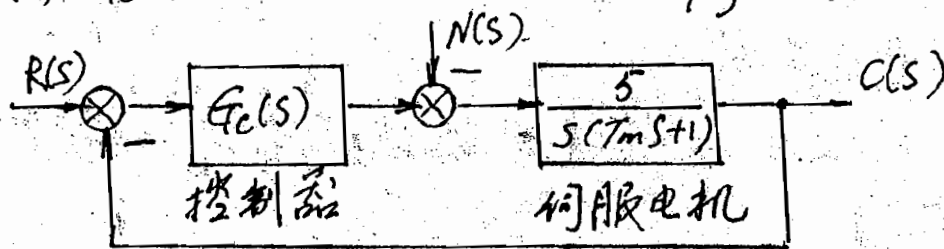
二. (15分) 随动控制系统如题图 2 所示。扰动量为

$n(t) = 1(t)$, 试分别求出输入信号为 $r(t) = 1(t)$ 、

$r(t) = t$ 时系统的稳态误差 e_{ss} , 并加以物理说明

明。图中 $G_c(s)$ 为控制器，它具有两种形式为

(1) $G_c(s) = 10$ (2) $G_c(s) = \frac{10(2s+1)}{Ts}$



题图2 随动系统结构图

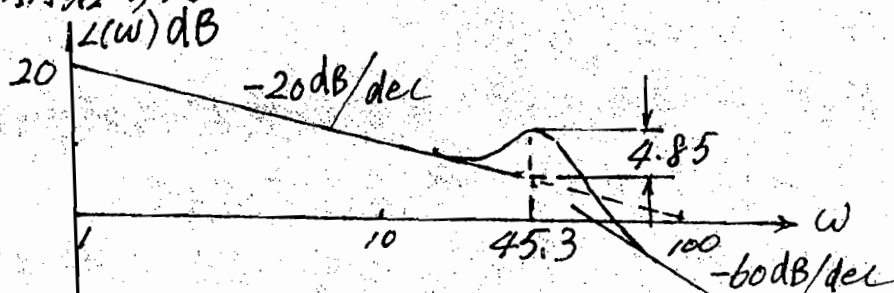
三 (15分) 设单位负反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K_r}{s(s+3)(s^2+2s+2)}$$

试 1. 绘制系统的根轨迹;

2. 分析 $K_r = 4$ 时, 系统的性能。

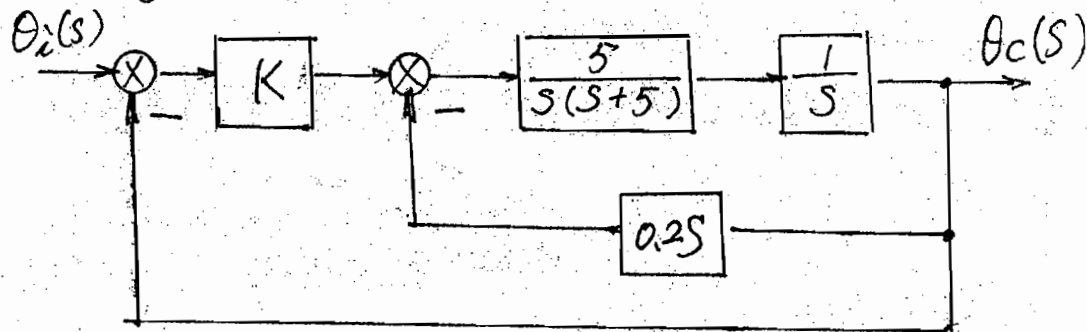
四 (12分) 已知最小相位系统的开环对数幅频特性如题图4所示。试确定系统的开环传递函数, 并计算各参数值。



题图4 最小相位系统的开环对数幅频特性

五 (18分) 直流电机控制系统如题图5所示。

- 试：1. 绘制系统的开环幅相频率特性；
 2. 用奈奎斯特判据确定系统稳定时，开环增益 K 的变化范围；
 3. 当 $K=0.2$ 时，系统的相位裕量 γ 和幅值裕量 K_g (dB)



题图5 直流电机控制系统

六 (16分) 已知系统的状态方程与输出方程为

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -5 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \ 0] X$$

- 试求 1. 系统的传递函数，并分析系统的稳定性；
 2. 判断该系统的可控性与可观性；
 3. 在初始条件为零时及 $u(t)=1(t)$ 作用下，

$X(t)$ 的解;

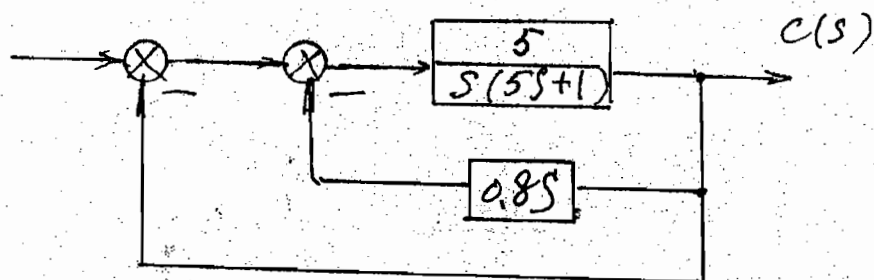
4. 求非奇异变换阵 T , 将状态方程对角化。

七 (14分) 给定系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{1}{s(s+6)(s+12)}$$

试采用状态反馈对系统进行综合设计, 使系统的性能指标为 $\sigma\% \leq 4.3\%$ 、 $t_s \leq 0.6$ 、 $\xi_s \leq 5\%$

八 (10分) 具有测速内反馈的位置随动系统如题图 8 所示。试求单位阶跃函数作用下, 系统的动态性能指标 $\sigma\%$ 、 t_s 。



题图 8 位置随动系统

九 (14分) 已知系统的状态方程和输出方程为

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad | \quad SI-(A-BK) |$$
$$Y = \begin{bmatrix} 2 & 0 \end{bmatrix} X$$

试对系统进行状态反馈, 将系统的闭环极点设在 $-10, -10$ 处。

国防科技大学研究生院二〇〇二年硕士生入学考试

416_自动控制原理

试题

题单号: 40316

(可不抄题)

考生注意: 1、答案必须写在我校统一配发的专用答题纸上!

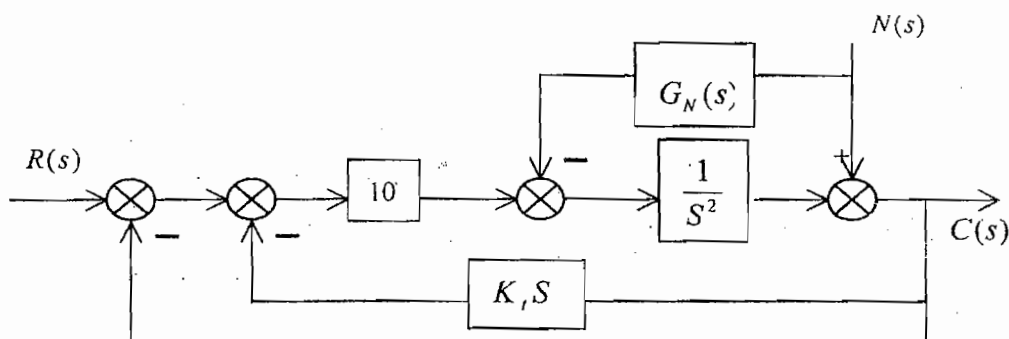
2、统考生做第一、二、三、四、五、六题;

3、单独考生做第二、三、四、五、七、八题。

一、(15分)控制系统的结构图如题图一所示。

试(1)设计扰动补偿装置 $G_N(s)$, 使扰动 $N(s)$ 对系统输出响应无影响;

(2)确定反馈校正装置 $K_f S$, 使系统的阻尼比 ζ 为最佳阻尼比。



题图一 控制系统结构图

二、(15分)已知单位负反馈系统的闭环传递函数为:

$$\Phi(s) = \frac{a_2 s + a_1}{s^3 + a_3 s^2 + a_2 s + a_1}$$

其中 a_1 、 a_2 、 a_3 均为不为零的系数

试(1)证明此系统对阶跃输入和斜坡输入时系统的稳态误差为零;

(2)求此系统在输入 $r(t) = \frac{1}{2}t^2$ 作用下, 系统的稳态误差。

三、(20 分)单位负反馈系统的开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{K}{S(0.2S+1)(0.1S+1)}$$

通过调整系统的开环增益 K 的值, 使系统响应斜坡输入 $r(t) = At (A = 0.2mm/s)$ 时的稳态误差 $e_{ss} \leq 0.1mm$ 。

试(1)分析系统的稳定性;

(2)绘制系统的根轨迹;

(3)在保证系统的稳态误差 $e_{ss} \leq 0.1mm$ 时, 系统的动态性能指标 $\sigma\%$ 、 t_s 。

四、(20 分)具有单位负反馈的伺服系统的开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{K}{S(T_1S+1)(T_2S+1)}$$

试: (1)绘制系统的开环幅相频率特性;

(2)根据奈奎斯特稳定判据分析系统的开环增益 K 值变化对系统稳定性的影响;

(3)确定当 $T_1 = 1$ 秒、 $T_2 = 0.05$ 秒、 $K=1$ 时系统的相位裕量 ν 和幅值裕量

$K_g(dB)$ 。

五、(20 分)考生注意: (一)、(二)两小题选做一道。

(一) 已知系统 $\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -5 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$

$$Y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} X$$

试求: (1)系统的闭环传递函数, 该系统是否稳定;

(2)状态转移矩阵 $\Phi(t)$;

(3)在 $X(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ 及 $u(t) = 1(t)$ 时的解 $X(t)$;

(4)系统是否可控与可观;

(5)求变换矩阵 P , 将状态方程变为对角型状态方程。

(二) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K}{s(0.1s+1)(0.01s+1)}$$

试求: (1) $M_r \leq 1.5$ 时系统的开环增益 K , 系统的相位裕量 ν 和幅值裕量

$K_g(\text{dB})$ 和幅值穿越频率 ω_c 各为多少?

(2) 在 $u(t)=1(t)$ 作用下系统的动态性能指标 $\sigma\%$ 、 t_s

六、(10 分)考生注意: (一)、(二) 两小题选做一道。

(一) 已知系统 $\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -5 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$

$$Y = \begin{bmatrix} 2 & 0 \end{bmatrix} X$$

试设计全维观测器 $L = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \end{bmatrix}$, 将系统的闭环极点配置在 $-7.07 \pm j7.07$ 上。

(二) 已知系统的开环传递函数为

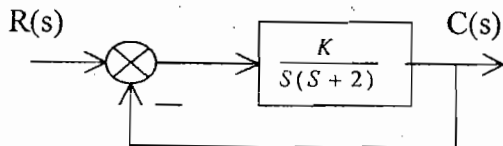
$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 3.5s^2 + 3.5s + 1}$$

希望系统的动态性能指标 $\sigma\% = 4.3\%$, $t_s = 3(s)$, 试通过输出反馈使系统的闭环极点位于希望的闭环主导极点位置上, 求反馈参数。

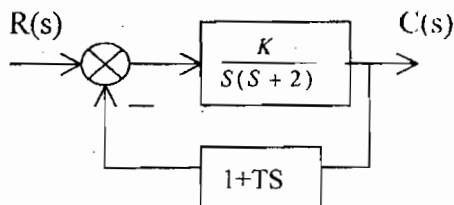
七、(15 分) 已知二阶系统的结构图如题图七(a)所示。

试(1)确定系统的阻尼比 $\zeta = 0.5$ 时的开环增益 K 值;

(2) 当 $K=40$ 时, 要求系统仍具有 $\zeta = 0.5$ 的阻尼比时, 试确定题图七(b)所示的速度反馈的时间常数 T 。



题图七(a)



题图七(b)

八、(10 分)已知系统(A B C)为:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C = [1 \quad 2]$$

试(1)判断系统的能控性与能观性;

(2)若系统加入状态反馈阵 $K = [k_1 \quad k_2]$ 后, 再判断系统的能控性与能观性。

(可不抄题)

考生注意：答案必须写在统一配发的专用答题纸上！

一、(15 分) 某相机具有自动聚焦功能，可以通过一束红外线探测相机到物体的距离，并据此来调整镜头到胶片的距离。

- 1、请简要说明它的操作过程；
- 2、画出该系统的框图；
- 3、该系统是开环还是闭环系统？

二、(20 分) 试求图 2 所示机械系统的传递函数（其中 x_i 为输入， x_o 为输出）。请画出与该机械系统具有相似性的 RC 网络电系统，并说明该电网络在校正环节中的可能应用。

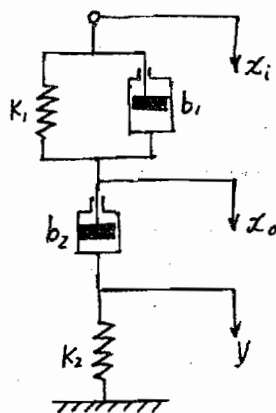


图 2

三、(25 分) 考虑图 3a 所示的电枢控制直流电机系统。

- 1、求系统的阻尼比、无阻尼自然频率；
- 2、若采用测速电机反馈（如图 3b 所示），试分析对系统性能的影响；
- 3、若要使加入测速反馈后系统的阻尼比等于 0.5，试确定 K 的值；
- 4、在 S 平面上标出加入上面的测速反馈前、后的极点分布以及系统的调节时间；
- 5、绘制当 K 从 0 变化到 $+\infty$ 时，系统的根轨迹。

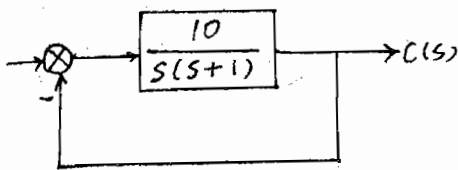


图 3a

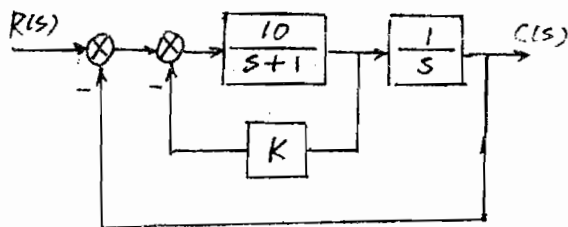


图 3b

四(20 分) 对于给定的控制系统, 判断其稳定性的充分必要条件是什么?

十对图 4 所示系统, 若给定对象的传递函数为 $G(s) = \frac{1}{s(s-1)}$, 控制器的

传递函数为 $G_c(s) = \frac{k(s+z)}{(s+p)}$, 且 $k>0$, $p>0$, $z>0$, 试分析对象的稳定性、

闭环系统的稳定性。在满足闭环系统稳定的条件下, 系统输入为 $r(t)=t$ 时, 系统的稳态误差。

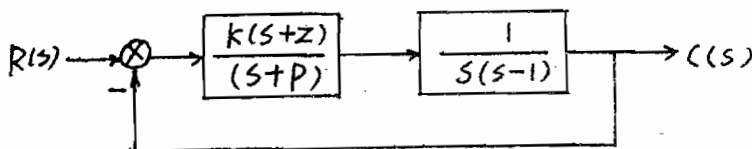
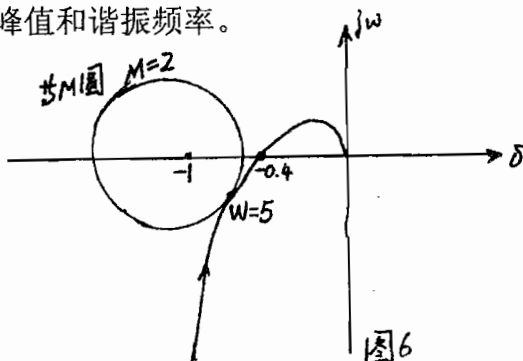


图 4

五(15 分) 若 PID 控制器的参数为: $k_p = 11$, $k_i = 2$, $k_D = 5$, 请写出其传递函数并画出其 Bode 图。

六(20 分) 单位负反馈控制系统的开环传递函数为最小相位系统, 其开环幅相特性曲线如图 6 所示。试判断系统的稳定性, 并确定幅值裕度、闭环频率响应的谐振峰值和谐振频率。



七 (15 分, 1、2 小题任选其一) 控制系统如图 7a 所示

1、试求系统的状态空间表达式;

2、若系统为最小相位系统, 其开环系统的对数幅频渐近线如图 7b 所示。

$a=2$, 试确定参数 k 、 b 、 c 的值, 并画出对应相频特性曲线, 求出系统的相角裕度。

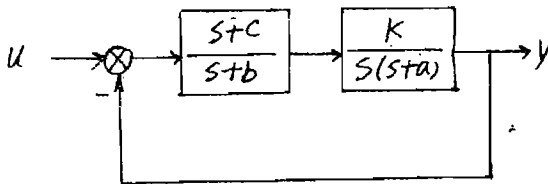


图 7a

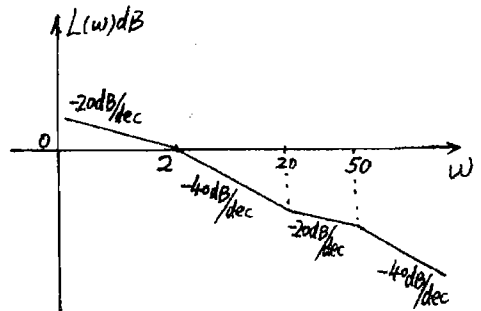


图 7b

八 (20 分, 八、九题任选一题) 已知系统的状态空间描述为

$$\begin{aligned} \dot{X} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix} u \\ y &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} X \end{aligned}$$

试判断系统的可控性; 若采用状态反馈控制 $u=-Kx$, 使希望特征值为 -3 和 -5, 试确定必需的反馈增益矩阵 K 和控制信号 u 。

九 (20 分, 八、九题任选一题) 单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G_o(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}, \text{ 求}$$

1、系统闭环主导极点为 $S_{1,2} = -0.3 \pm j0.58$ 时, 确定 K 的值和闭环主导极点的阻尼比;

2、若需要使速度误差系数增大至 5, 同时又使闭环主导极点的位置无明显改变, 串入校正环节 $G_c(s) = \frac{Ts+1}{\beta Ts+1}$, 其中 $T=10$, 试确定 β 值, 并

画出校正前后的根轨迹。

(可不抄题)

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上!

一、(20 分) 机械臂的关节中装有一个直流电机, 电机的输出轴上装有一组齿轮, 其控制系统模型如图 1 所示(系统所有参数均大于 0), 其中干扰力矩 $D(S)$ 表示负载的影响。

1 若预期输入为 $\theta_d(S)=0$, 负载干扰为 $D(S)=M/S$ 。请分别在 $G_c(S)=K$ 和 $G_c(S)=K/S$ 这两种情况下, 确定系统的稳态误差;

2 $G_c(S)=K$ 时, 系统稳定的条件是什么? 当系统不稳定时, 系统特征根在 S 右半平面上的个数为多少?

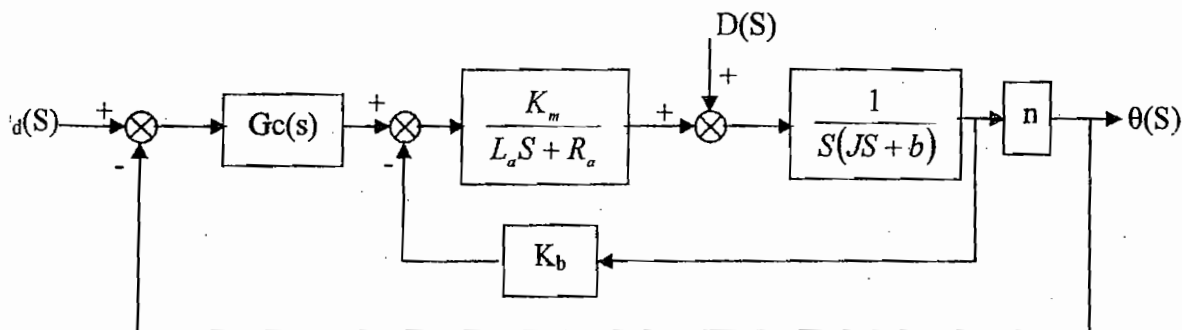


图 1

二、(25 分) 单位负反馈系统开环传递函数 $G(S)$ 的渐近对数幅频特性如图 2 所示, 系统为最小相位系统。

- 1 确定系统的传递函数;
- 2 已知系统闭环的一个极点为 $S_1=-5.52$, 试判断系统另外两个极点是否是主导极点;
- 3 试求阶跃输入时, 系统的超调量和调节时间。

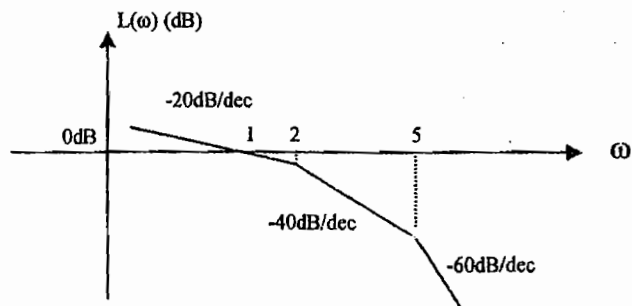


图 2

三、(20分) 控制系统结构如图3所示。

1 当 $G_c(S)=1$ 时, 画出 K 从 0 到 $+\infty$ 变化时系统的根轨迹, 并分析系统的稳定性;

2 若系统中 $K=0.25$, 串入控制环节 $G_c(S)=K_D S+K_P$, $K_D=1$, 画出 K_P 从 0 到 $+\infty$ 变化时系统的根轨迹;

3 K_P 在什么范围变化时,

系统的阶跃响应无超调。

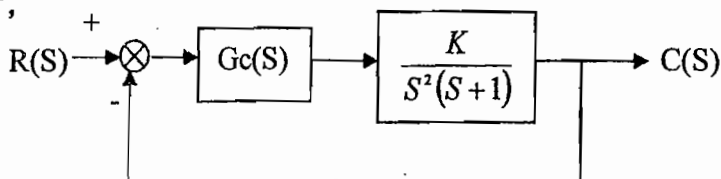


图 3

四、(25分) 已知负反馈系统

$$GH(S) = \frac{K}{(T_1 S + 1)(T_2^2 S^2 + 2\zeta T_2 S + 1)}, \quad T_1 > T_2 > 0, \quad \zeta > 0,$$

1 当 $K=20$, $\angle GH(j\omega) = -180^\circ$ 时, $20\lg|GH(j\omega)| = -20\text{dB}$, 画出 $GH(j\omega)$ 的 Bode 图和 Nyquist 曲线;

2 当 $K=300$ 时, 系统是否稳定, 为什么?

3 当 K 为何值时, 系统临界稳定。

五、(20分) 液位控制系统如图4所示

1、当系统无时延 $T=0$ 时, 求系统的相位裕度;

2、分析时延环节对系统稳定性的影响, 计算使系统稳定的 T 值范围。

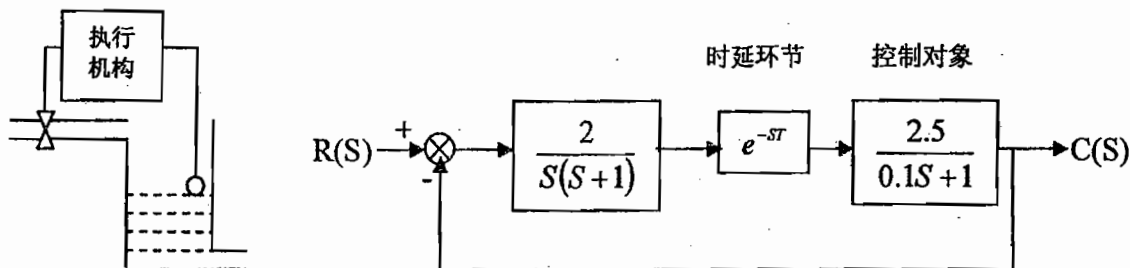


图 4

六、(20分, 六、七题任选一题) 非线性系统如图5所示, 其中继电器特性的描述函数为 $N(A) = \frac{4}{\pi A}$

- 1、 $K > 0$, 分析系统的稳定性;
- 2、求 $K=10$ 时, 系统的自振频率和振幅。

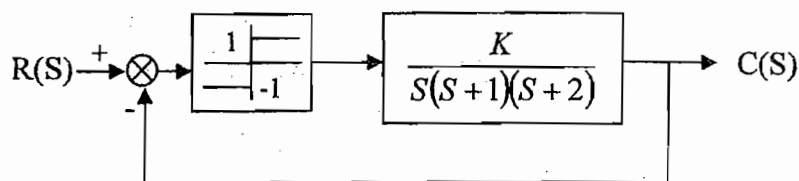


图5

七、(20分, 六、七题任选一题) 设单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(as+1)}{s^2}$

- 1、设 $a=1$, 画出 K 由 0 到 $+\infty$ 变化时系统的根轨迹;
- 2、 $K=1$, 画出开环传递函数 Bode 图和 Nyquist 曲线, 确定系统相位裕度等于 45° 时的 a 值。

八、(20分, 该题 1、2 问任选一题)

- 1、设线性定常系统状态方程为

$$\begin{bmatrix} \dot{X}_1 \\ \dot{X}_2 \\ \dot{X}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & -3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} U$$

判断系统的能控性, 确定状态反馈矩阵 F , 使闭环系统的极点配置在 $S_1=-2$, $S_2=-1+j$ 及 $S_3=-1-j$ 上。

- 2、反馈控制系统与开环控制系统相比较有哪些优点。

(可不抄题)

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上!

(请写出解题步骤)

一、(20 分) 某一控制系统的电路实现如图 1 所示。

1、请建立该控制器的传递函数 $V_o(s)/V_i(s)$;

2、说明该控制器在系统中的作用, 分析不同参数对系统性能的影响;

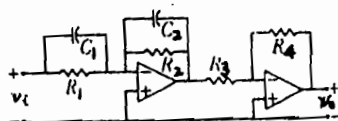


图 1

二、(20 分) 某一控制系统如图 2a 所示, 其中 $G(s) = \frac{k(s+1)}{s(s+5)(s+7)}$ 。

1、请写出经典控制理论中线性系统稳定的充分必要条件, 说明这个结论是怎样得到的, 并用一种方法判定图 2a 所示系统的稳定性。

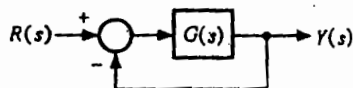
2、当 $k=100$ 时, 计算该系统跟踪锯齿波信号 (图 2b 所示) 时的稳态误差。

图 2a

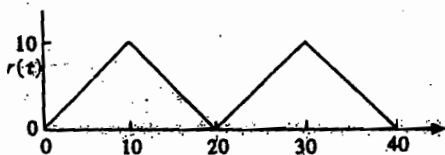


图 2b

三(20 分) 欲设计一个三阶闭环控制系统, 该系统对阶跃输入响应具有前阻尼特性, 且满足下面的设计要求: $10\% < \text{超调量} < 20\%$, 调节时间 $< 0.6s$ 。

1、试确定该系统可能的主导极点配置区域, 以及第三个极点的最小值;

2、若是有单位负反馈组成的闭环系统, 试确定主导极点是系统的单位阶跃响应的超调量 $= 20\%$, 调节时间 $= 0.6s$ 时, 系统的前向传递函数和闭环传递函数。

四(20 分) 通过测试系统的频率响应特性是确定系统传递函数的实验方法之一。某一单位负反馈控制系统的实测频率响应图如图 3 所示, 试求系统的传递函数, 并画出系统的幅相频率特性曲线。

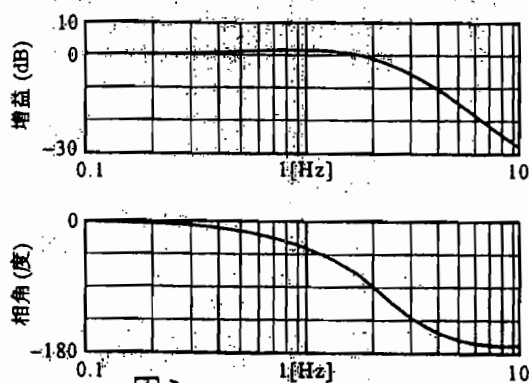


图 3 实测频率响应图

五(20 分) 控制系统如图 4 所示, 请画出 a 从 0 到 ∞ 变化时, 系统的根轨迹图, 并确定一个 a 值, 使闭环主导极点的阻尼比为 0.5。

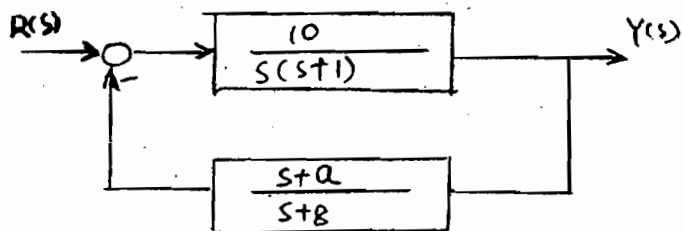


图 4

六(20 分) 单位负反馈控制系统如图 5 所示, 其中 $G(s) = \frac{10}{s(s+1)}$ 。

- 1、试画出 $G(s)$ 的 Bode 图和 Nyquist 图, 并确定系统的幅值裕量和相位裕量;
- 2、若要求系统的性能指标为: 静态速度误差常数=20/秒, 相位裕量>50度, 幅值裕量>10dB, 试设计一串联校正环节, 使闭环系统满足要求的性能。

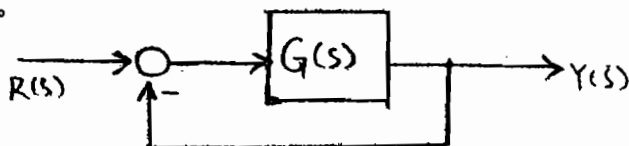


图 5

七（20 分，七、八题任选一题） 某控制系统的状态空间描述为（ u 为输入， y 为输出）：

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -5 & -6 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u。试利用状态反馈控制$$

$u = -KX$ ，确定状态反馈增益 K ，使系统的闭环极点变为 $s = -2 \pm j4$ 和 $s = -10$ 。

八（20 分，七、八题任选一题）用另外一种不同的控制系统校正设计，完成第六题的第二问。

九（10 分）试写出在 MATLAB 环境下，画出第六题所示系统校正前及校正后的阶跃响应曲线、对数幅相特性曲线的程序。

考生注意：答案必须写在统一配发的专用答题纸上！请写出解题步骤。

一（30 分）系统的输出 $y(t)$ 与输入 $r(t)$ 之间关系可用微分方程

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2 \frac{dy}{dt} + 40y(t) = 40r(t)$$
 表示，（1）请确定该系统的闭环传递函数

$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$ ，计算系统单位阶跃响应的超调量和调节时间；（2）若系

统为单位负反馈，是确定其开环传递函数 $G(s)$ ；（3）若在系统中加

入一个串联校正环节 $G_c(s) = \frac{1+s/4.8}{1+s/14.4}$ 后，系统的相角裕度能否提高到

60° ？为什么？

二（20 分）调速系统的结构图如图 1 所示，试求：（1）闭环传递函

数 $\Phi(s) = \frac{N(s)}{V(s)}$ ；（2）在干扰 $T_L(s)$ 作用下的误差传递函数 $\frac{E(s)}{T_L(s)}$ ，当干

扰 $T_L(s)$ 为单位阶跃信号时，计算由于干扰引起的稳态误差 e_{ss} 。

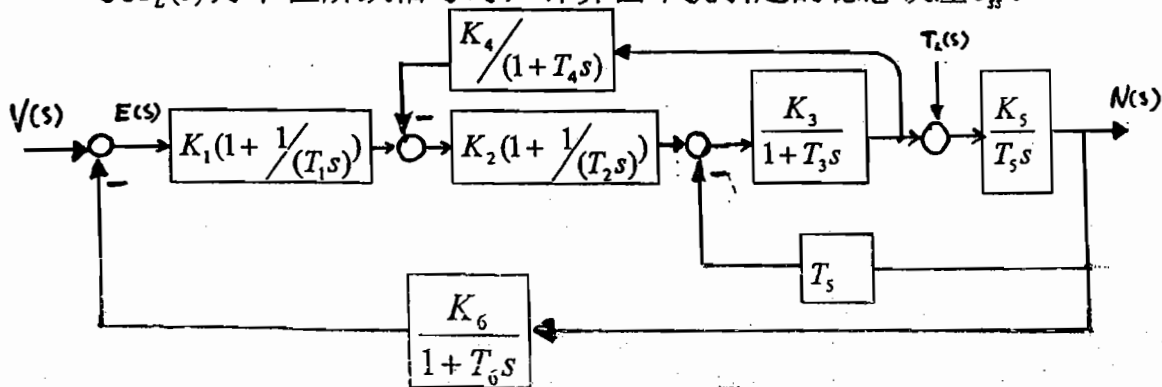


图 1

三 (20 分) 控制系统结构图如图 2 所示, (1) 若使系统以 $\omega_n = 2 \text{ rad/s}$ 的频率等幅振荡, 试确定此时的 K 值和 α 值; (2) 在参数 α 保持不变的情况下, 求使系统稳定的 K 值的取值范围。

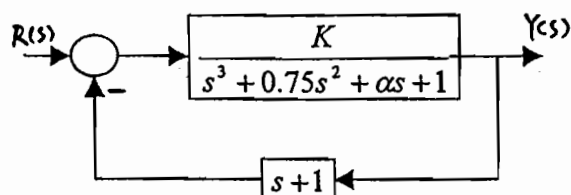


图 2

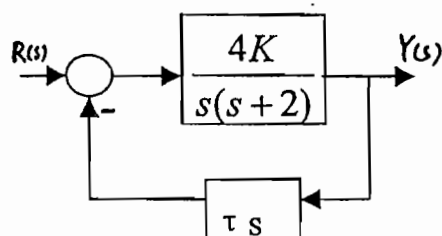


图 3

四 (20 分) 控制系统如图 3 所示, (1) 画出当 $\tau=0$, K 从 0 变化到 $+\infty$ 时系统的根轨迹, 并计算使系统为临界阻尼时 K 的值; (2) 画出当 $K=1$, τ 从 0 变化到 $+\infty$ 时系统的根轨迹, 并说明微分反馈系数 τ 对系统阻尼的影响。

五 (20 分) 系统结构图如图 4 所示, 其中串联校正环节 $G_c(s) = \frac{1+s/2}{1+s/12}$,

控制对象 $G_1(s)$ 为最小相位系统, 其对数幅频特性曲线如图 5 所示。

(1) 当 $G_2(s)=1$ 时, 画出系统开环传递函数 $G(s) = G_c(s)G_1(s)G_2(s)$ 的幅相频率特性曲线 (Nyquist 图); (2) 串联校正环节是超前校正还是滞后校正环节? 求当 $G_2(s)=1$ 时, 校正后系统的相位裕度和幅值裕度。(3) 当 $G_2(s) = e^{-\tau s}$ 时, 计算使系统变成不稳定的 τ 值, 并画出系统开环传递函数的 Bode 图。

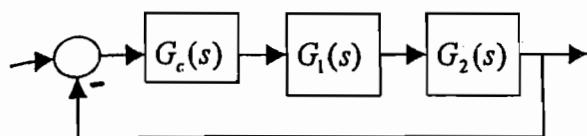


图 4

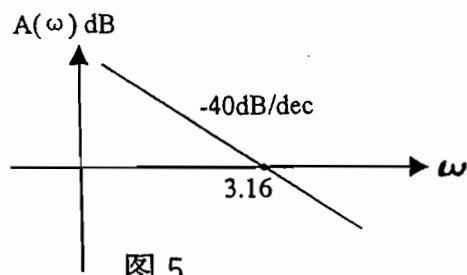


图 5

六 (30 分, 请在 (1) 或 (2) 小题中任选做一题) 某控制环节的信号流图如图 6 所示 (u 为输入, y 为输出)。

(1) 请写出该环节的状态空间描述; 若 x_1, x_2 是可测量的, 试确定合适的状态反馈控制信号, 使系统具有最佳阻尼 ($\xi = 0.707$) 的响应, 且调节时间为 2 秒 (2% 准则); 若只有输出信号是能够测量的, 试说明这种情况对用状态反馈控制的影响。

(2) 请写出该环节的传递函数; 针对该对象, 设计一单位负反馈系统中的校正环节, 使系统稳定, 并使系统校正后具有最佳阻尼 ($\xi = 0.707$) 响应, 且调节时间为 2 秒 (2% 准则)。

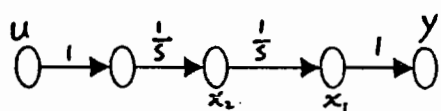


图 6

七 (10 分) 针对题一的控制系统, 试写出在 MatLab 环境下画出系统的阶跃响应曲线、幅相频率特性曲线、对数频率特性曲线的程序 (或命令)。

考生注意：答案必须写在统一配发的专用答题纸上！

一、(30 分) 调速控制系统如图 1 所示

- 1、试求输出 $N(s)$ 对输入信号 $U(s)$ 的闭环传递函数 $\phi(s) = \frac{N(s)}{U(s)}$ ；
- 2、利用 Mason (梅逊) 增益公式求误差 $E(s)$ 对干扰信号 $M_f(s)$ 的传递函数 $\phi_E(s) = \frac{E(s)}{M_f(s)}$ ；
- 3、系统中各参数都大于零，分析系统的稳定性。

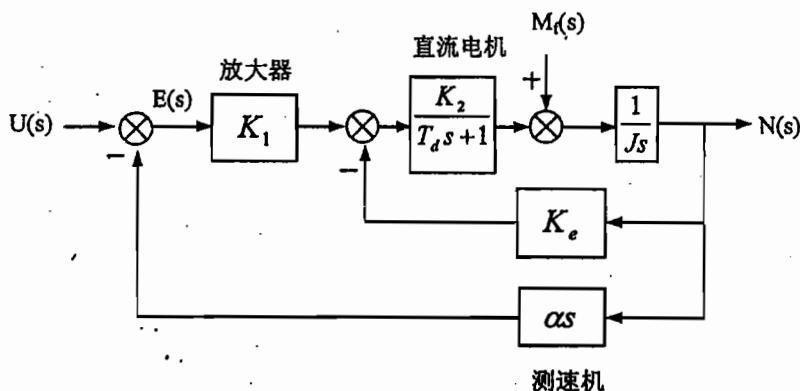


图 1 调速控制系统

二、(20 分)

- 1、系统的特征方程为 $s^3 + 14s^2 + 40s + 40K = 0$ ，若要求有闭环根在 $s = -1$ 垂线上，确定 K 取值为多少；
- 2、二阶系统状态方程为 $\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ ，试确定该系统的稳定性；

三、(20 分) 控制系统如图 2 所示

- 1、绘制 K 从 0 到 $+\infty$ 变化时系统的根轨迹;
- 2、确定当系统阻尼比 $\zeta=0.707$ 时参数 K 的取值, 确定此时系统的闭环极点, 求出系统阶跃响应的超调量 $\delta\%$ 和调节时间 $t_s(\sigma=2\%)$;
- 3、在上面确定的 K 值条件下, 计算输入 $r(t)=5t$ 时系统的稳态误差。

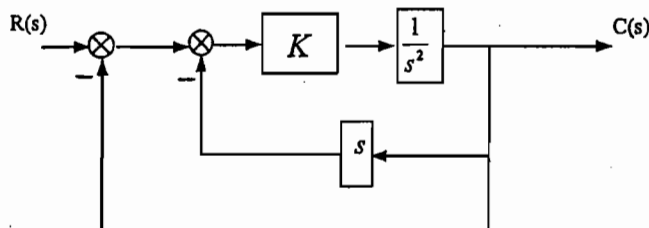


图 2 控制系统结构图

四、(30 分) 最小相位系统结构图如图 3 所示

- 1、系统中 $G_2(s)=\frac{400}{0.01s+1}$ 、 $G_3(s)=\frac{1}{s^2}$, 当系统没有校正环节 (即 $G_1(s)=1$) 时, 画出系统开环传递函数 $G(s)=G_2(s)G_3(s)$ 的 Nyquist 图 (极坐标图) 和 Bode 图, 计算系统相角裕度 γ , 判断系统的稳定性;
- 2、校正环节 $G_1(s)$ 的对数幅频特性曲线 (渐近线) 如图 4 所示, 写出 $G_1(s)$ 环节的传递函数, 画出该环节的对数相频特性曲线, 说明系统采取了何种串联校正方法;
- 3、画出有校正环节 $G_1(s)$ 时, 系统开环传递函数 $G(s)=G_1(s)G_2(s)G_3(s)$ 的 Bode 图, 并判断系统的稳定性。

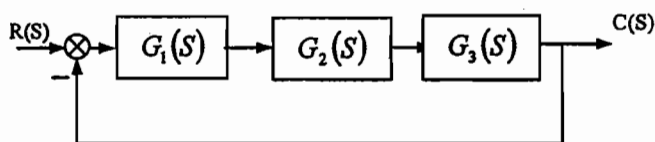


图 3

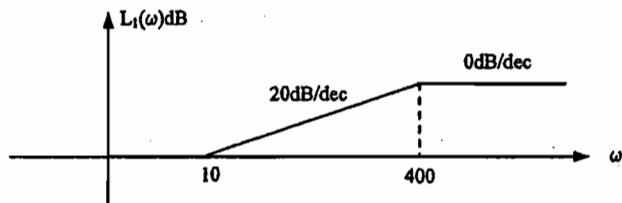


图 4 校正环节对数幅频曲线

五、(20 分, 从该题 1、2 小题中任选一小题)

1、具有饱和非线性环节的控制系统的图 5 所示, 饱和特性的描述函数为 ,

$$N(X) = \frac{2}{\pi} \left[\frac{1}{X} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{X} \right)^2} + \arcsin \frac{1}{X} \right], \quad X \geq 1. \quad \text{当 } K=10 \text{ 时, 系统是否存在自振, 若有自振, 计算自振频率。如何调整参数 } K \text{ (} K>0 \text{) 使系统不产生自振, 求出系统不出现自振荡的 } K \text{ 值范围。}$$

振, 若有自振, 计算自振频率。如何调整参数 K ($K>0$) 使系统不产生自振, 求出系统不出现自振荡的 K 值范围。

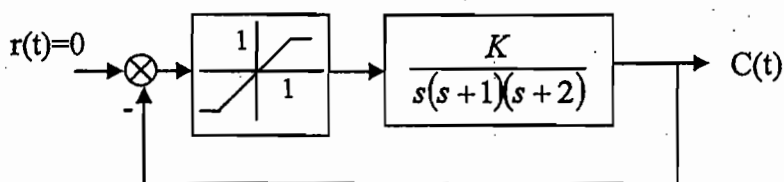


图 5 非线性系统

2、有延迟环节的系统开环传递函数 $G(s)H(s) = \frac{2}{s(0.5s+1)} e^{-\pi}$, 画出该系统开环的 Nyquist 图 (极坐标图), 计算使系统稳定的 τ 值范围。

六、(30 分, 请从该题或第七题中任选一题完成)

控制系统如图 6 所示,

1、当 $G_c(s)$ 为 PID 控制器时, 写出 $G_c(s)$ 的传递函数;

2、当描述 $G(s)$ 环节的微分方程为 $\frac{d^2 y}{dt^2} + 7 \frac{dy}{dt} + 20y = u$ 时, 写出 $G(s)$ 的传递函数, 并分析若 $G_c(s)$ 采用 PI 控制器对系统稳态误差的影响;

3、当 $G(s) = \frac{5}{s^2}$, $G_c(s)$ 采用 PD 控制器, 用根轨迹方法分析 PD 控制器对系统的作用。试写出用 MATLAB 画出系统根轨迹的程序。

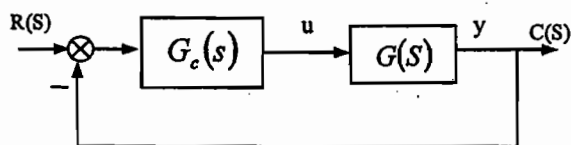


图 6 控制系统结构图

七、(30 分, 请从该题或第六题中任选一题完成)

线性定常系统状态变量图如图 7 所示, 其中 $K = [k_1 \ k_2 \ k_3]$ 为要设计的状态反馈控制器参数。

- 1、试写出校正前系统的状态空间表达式;
- 2、判定校正前系统的可控性和可观性;
- 3、确定状态反馈阵 $K = [k_1 \ k_2 \ k_3]$, 使闭环系统的极点配置在 $S_1 = -2$, $S_2 = -1+j$ 及 $S_3 = -1-j$ 上; 写出用 MATLAB 完成极点配置的程序。

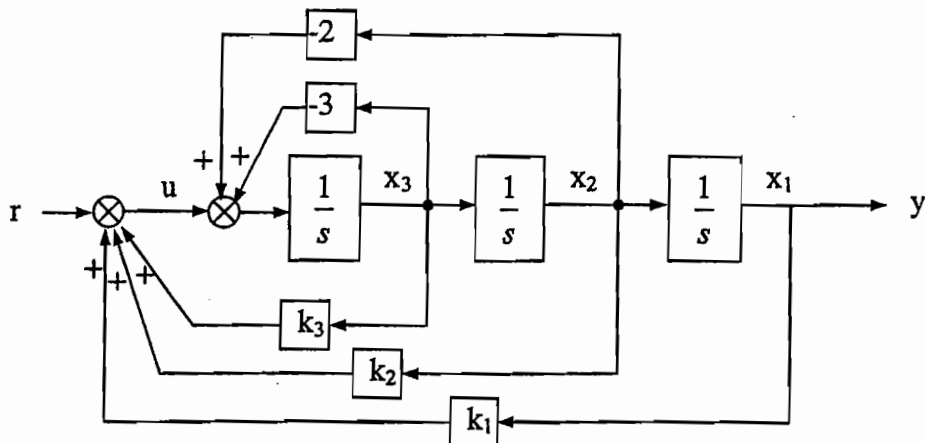


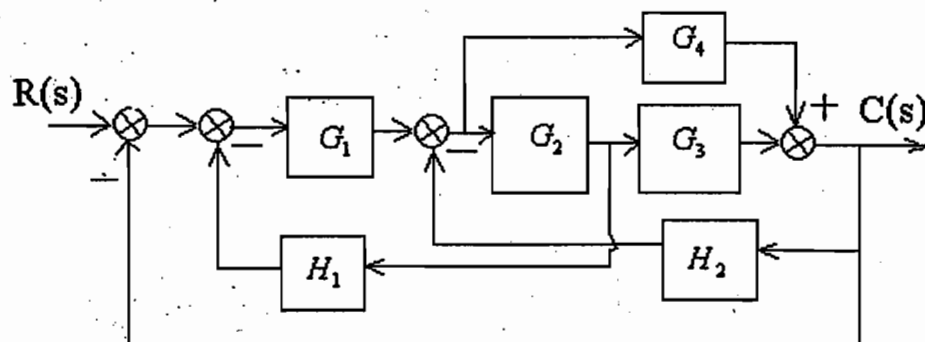
图 7 系统状态变量图

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)
请在答题纸上写出解题过程。

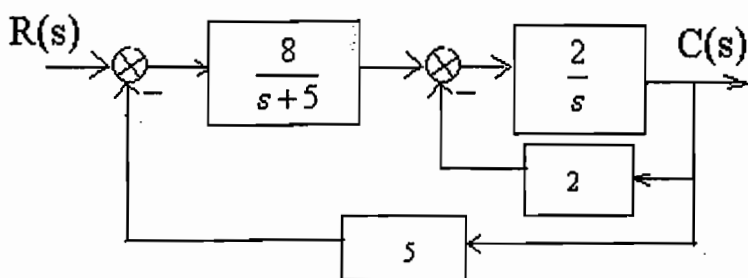
一、(15 分) 简答题

- 1、经典(线性定常)控制系统中有哪些典型环节, 其传递函数的形式是什么?
- 2、研究线性定常系统响应特性时常用的典型输入信号有哪些, 如何表示?
- 3、什么是 PID 校正, 试写出其控制量的表达式。

二、(10 分) 利用梅逊公式或框图化简求图示系统的传递函数。



- 三、(20 分) 某反馈控制系统如图所示, 若 $r(t) = 20 * 1(t)$, (1) 求系统的稳态输出 $c(\infty)$, 及 c_{\max} , 超调量 $\sigma\%$ 和调整时间 t_s ; (2) 试求出没有内部回路反馈环节 ($H_1(s) = 2$) 时系统的稳态输出 $c(\infty)$, 及 c_{\max} , 超调量 $\sigma\%$ 和调整时间 t_s ; (3) 画出二种情况下的单位阶跃响应曲线, 标出 t_s 及 c_{\max} , $c(\infty)$, 并比较二种情况下响应的特点。

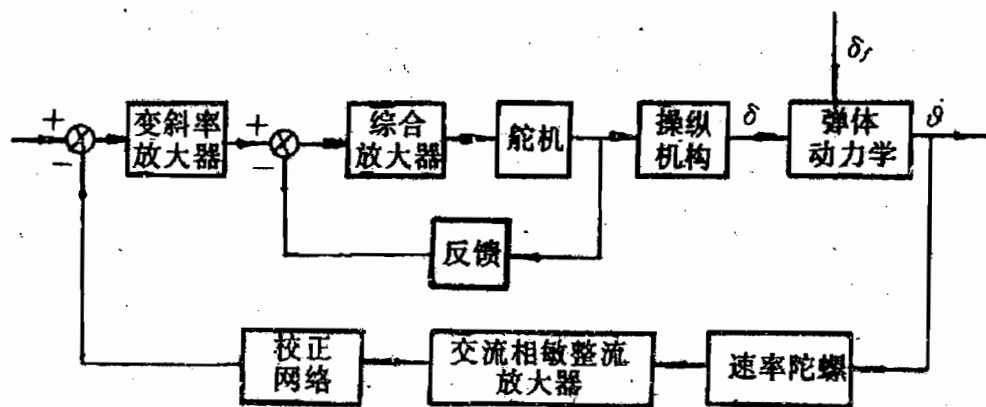


四、(25 分) 某系统的闭环特征方程为 $s^2(s+5) + k(s+1) = 0$ 。

(1) 画出 k 从 0 变化到 ∞ 时的系统的根轨迹；(2) 判断系统的稳定性；(3) 当 $k=12$ 时，已知一个闭环极点为 -2 ，问该系统是否能等效为一个二阶系统。

五、(20 分) 某飞行器的俯仰通道姿态稳定回路系统采用了角速率陀螺方案，其结构图如下所示。(1) 假设前向通路中从变斜率放大器至操纵机构可用一个放大环节 $G_c(s) = k_R$ 等效，弹体俯仰通道的动力学模型可简化为 $G(s) = \frac{\dot{\theta}(s)}{\delta(s)} = \frac{k_d(T_1 s + 1)}{T_d^2 s^2 + 2\xi_d T_d s + 1}$ ，反馈回路的传递函数为

$H(s) = k_2$ ，试分析该系统为什么可称为阻尼回路？(2) 实际反馈回路的传递函数为 $H(s) = k_2 G_2(s) = k_2 \frac{1}{T_2^2 s^2 + 2\xi_2 T_2 s + 1}$ ，请分析 $G_2(s)$ 所起的作用。



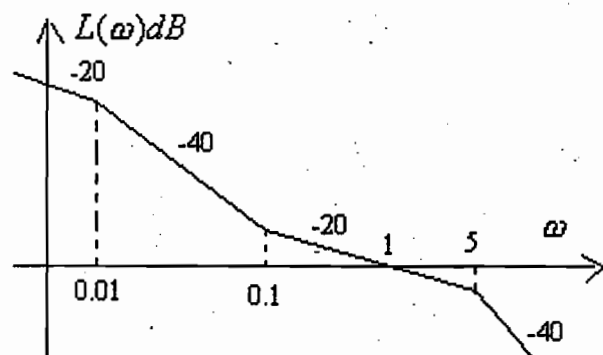
六、(20 分) 某单位负反馈系统的被控对象传递函数为 $G_0(s) = \frac{5}{s(s+0.5)}$,

期望校正后系统的开环对数幅频特性曲线(渐近线)如图, 且校正前后的稳态误差不改变, 试求:

1、校正装置的传递函数 $G_c(s)$;

2、画出校正后系统的开环相频特性图;

3、校正后系统的相位裕度。



七、(在本题或第八题中任选一题做, 30 分) 设控制系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{k}{s(s+1)}$, 要使系统的相位裕度 $\gamma \geq 45^\circ$, 单位斜坡输入时系统的稳态误差 $e_{ss} = 0.1$, (1) 试设计串联超前校正; (2) 画出由 RC 网络和运算放大器组成的校正环节电路图。

八、(在本题或第七题中任选一题做, 30 分) 某系统的状态方程为:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t), \text{ 初始条件为 } x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

若取最优性能指标为 $J = \int_0^\infty (x_1^2 + x_2^2) dt$, 请设计状态变量反馈控制器, 使性能指标达到最小, 并讨论状态反馈加入前后的系统的稳定性。

九、(10 分) 请写出在 MATLAB 环境下, 编程完成第四题所需的命令语句。

国防科学技术大学 2009 年硕士研究生入学考试试题

科目名称:

自动控制原理

科目代码: **831**

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)
(请写出解题步骤)

一、(15 分) 简单回答相对于开环控制系统, 闭环(反馈)控制系统有哪些优点和缺点。

二、(15 分) 已知系统结构如图 1 所示, 求传递函数 $\frac{C(S)}{R(S)}$

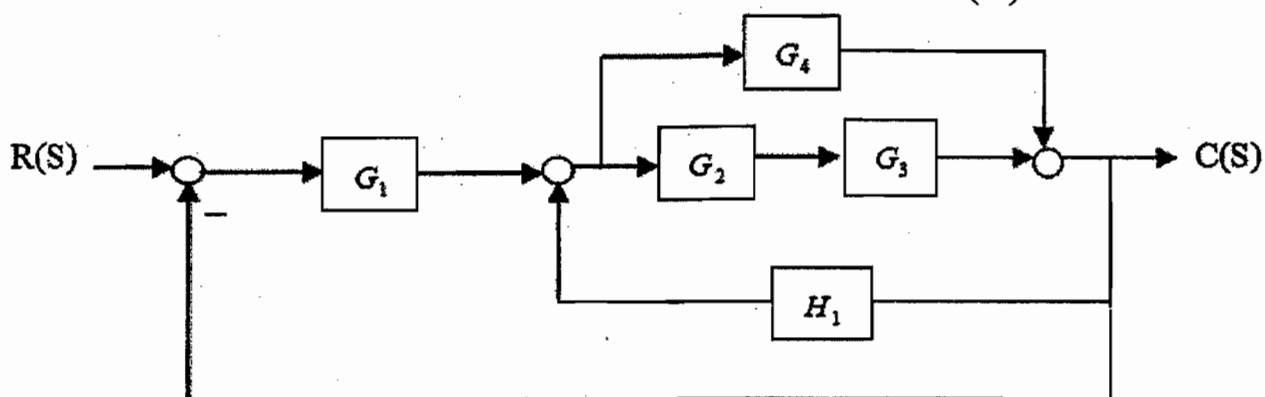


图 1

三、(20 分) 设电子心律起搏器系统如图 2 所示, 其心脏的传递函数可用一纯积分环节等效。试求:

- (1) 起搏器增益 K 应取多大, 使闭环系统阻尼系数 $\xi = 0.5$?
- (2) 取上面确定的 K 值时, 若期望心速 $R = 60$ (次/min), 并突然接通起搏器, 问 1 秒后实际心速为多少? 瞬时最大心速多大?

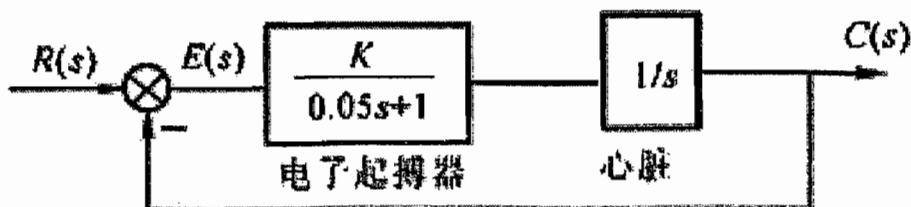
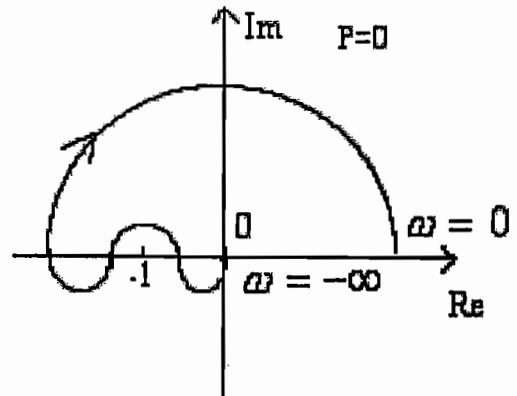


图 2

四、(20 分, 每小题 10 分)

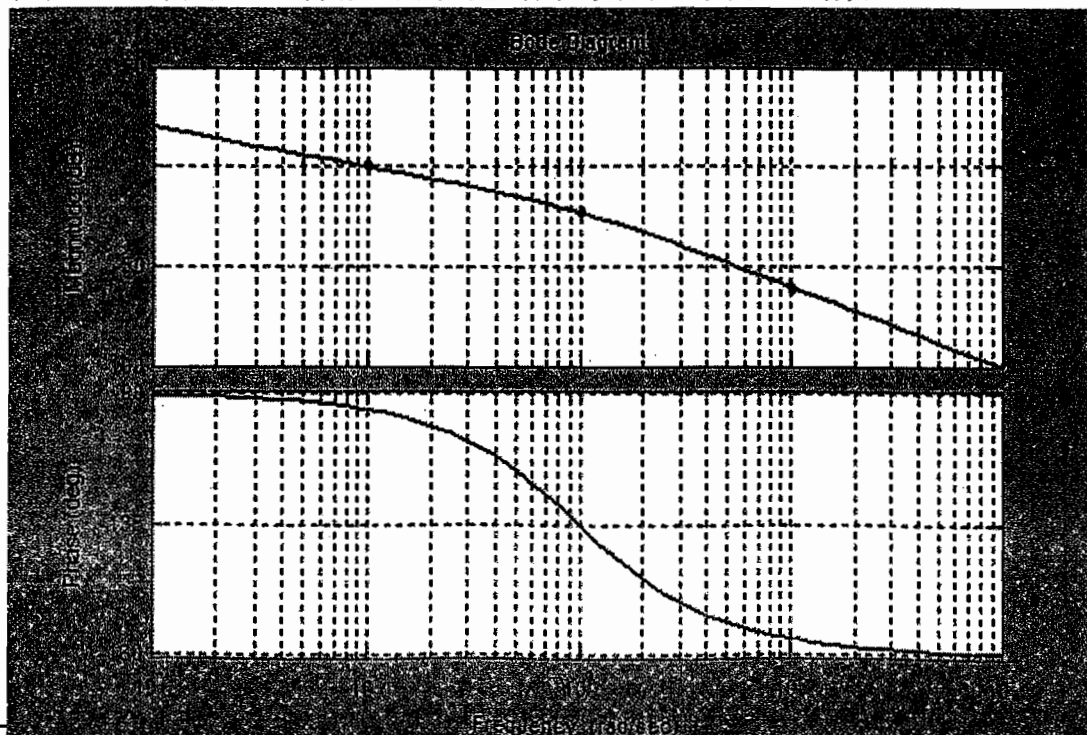
1. 控制系统的稳定性是指什么? 反馈系统稳定的充分必要条件是什么?

2. 右图中所示为某系统开环频率特性的 Nyquist 图的负频率部分, P 是 $G(s)H(s)$ 位于 s 右半平面的极点个数(图中 $P=0$)。试说明其闭环系统是否稳定, 为什么?



五、(20 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s)H(s) = \frac{K^*(s+1)}{s(s-3)}$, 试绘制当 K^* 从 $0 \sim \infty$ 变化时的根轨迹; 并求系统稳定且为欠阻尼状态时开环增益 K^* 的取值范围。

六、(20 分) 从频率特性测试仪上测得的某单位负反馈系统的开环频率特性如下图所示, 试确定该系统的开环和闭环传递函数。



七、(在本题或第八题中任选一题做, 30 分) 单位负反馈随动系统的开

环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(0.1s+1)}$, 要求系统在速度信号 $r(t)=100t$ 作用下稳态误差为 0.5, 设计一个串联校正环节, 使系统的相角裕度不小于 45° , 截止频率不低于 50 (rad/s)。

八、(在本题或第七题中任选一题做, 30 分) 某控制系统的状态空间描述为 (u 为输入, y 为输出):

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 3 & 0 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad y = [0 \quad 1]X$$

试问: ①若 X 是可测量的, 试确定合适的反馈控制信号, 使系统具有临界阻尼的响应, 且调节时间为 2 秒 (2%准则); ②若只有输出信号是能够测量的, 试说明这种情况对用状态反馈控制的影响。

九、(10 分) 试用 MATLAB 语言写出对第七题的随动控制系统绘制根轨迹、开环 Bode 图、并求系统的相角裕度、画出系统闭环阶跃响应曲线的程序 (或命令)。

国防科学技术大学 2010 年硕士研究生入学考试试题

科目名称:

自动控制原理

科目代码: 831

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)
(请在答题纸上写出解题步骤)

一、(15 分) 请用框图表示控制系统的设计过程。

二、(25 分) 图 1 所示电路可作为控制系统中的校正环节。

① 试求该环节的传递函数 $\frac{V_2(s)}{V_1(s)}$,

② 并请说明该电路中各元件参数选取对校正效果的影响。

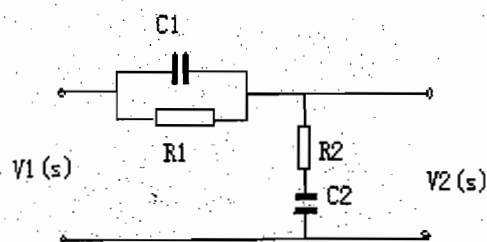


图 1

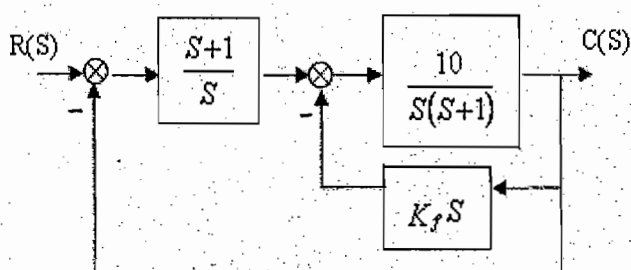


图 2

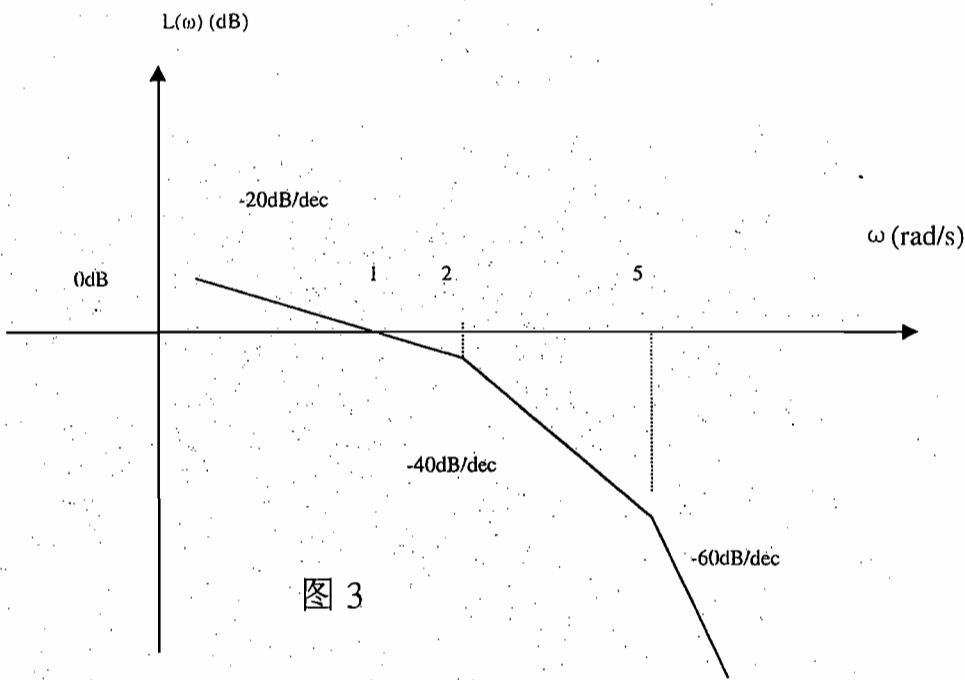
三、(20 分, 每小题 10 分) 控制系统的结构图如图 2 所示

① 分析说明内反馈 ($K_f S$) 的存在对系统稳定性的影响;

② 试求系统的位置误差系数、速度误差系数、加速度误差系数, 并说明内反馈 ($K_f S$) 的存在对系统稳态误差的影响。

四、(30 分，每小题 10 分) 单位负反馈系统的开环（渐近）对数幅频特性如图 3 所示，系统为最小相位系统。

- ① 确定系统的开环和闭环传递函数；
- ② 已知系统闭环的一个极点为 $S_1 = -5.52$ ，试判断系统另外两个极点是否是主导极点；试求阶跃输入时，系统的超调量和调节时间。
- ③ 画出相对应的开环对数相频特性曲线（渐近线），并指出系统的相位裕度和幅值裕度。



五、(20 分) 控制系统结构如图 4 所示。

- ① 若系统中 $K=0.25$ ，串入控制环节 $G_c(S)$ 为比例微分环节，设微分项系数为 1，画出比例项系数从 0 到 $+\infty$ 变化时系统的根轨迹；并分析系

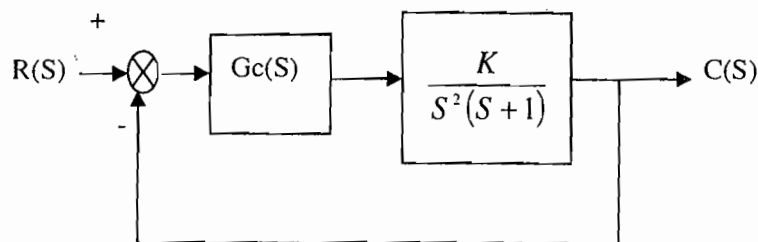


图 4

统的稳定性；

② 说明加入的 $G_c(s)$ 的作用（对根轨迹或系统性能的影响）。

六、（在本题或第七题中任选一题做，30 分）某型笔录仪的控制系统如

下图 5 所示，其中对象的传递函数为： $G(s) = \frac{4}{s(s+1)(s+2)}$ ，请设计合适的

超前校正环节 $G_c(s)$ ，使系统系统的相位裕度为 50° ，速度误差为 $K_v = 2$ ，

在单位阶跃信号作用下的稳态误差为零、调节时间小于 4s（按 2% 准则）。

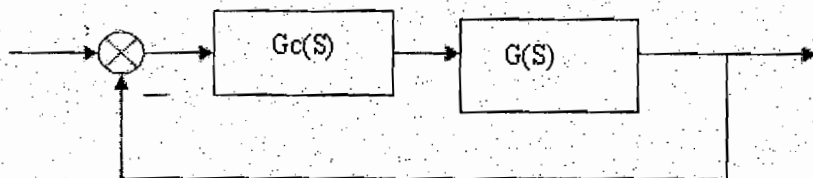


图 5

七、（在本题或第六题中任选一题做，30 分）某遥操作机器人系统的

状态空间描述为（u 为输入，y 为输出）：

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u \quad y = [1 \quad 0 \quad 2]X$$

请：①确定传递函数 $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ ；②判定系统的能控性；③判定系统的能观测性。

八、(10 分) 试用 MATLAB 语言写出第五题中画系统根轨迹图，以及校正后的开环对数频率特性曲线的程序（或命令）。

国防科学技术大学 2011 年硕士研究生入学考试试题

科目名称:

自动控制原理

科目代码: **831**

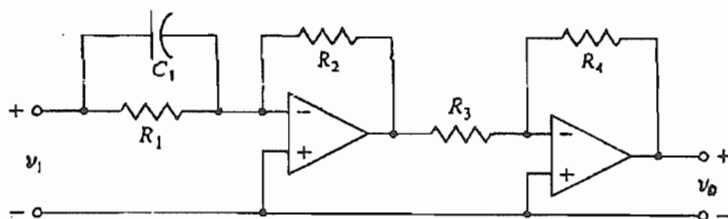
考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)

(请在答题纸上写出解题步骤)

一、(15 分) 请简述在经典控制中, 对单输入-单输出系统, 主要关注系统的哪些时域性能指标 (动态和静态)?

二、(25 分) 图 1 所示电路是控制系统中的某种常用校正环节。

① 试求该环节的传递函数 $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ 。② 请说明该电路所实现的控制器种类。

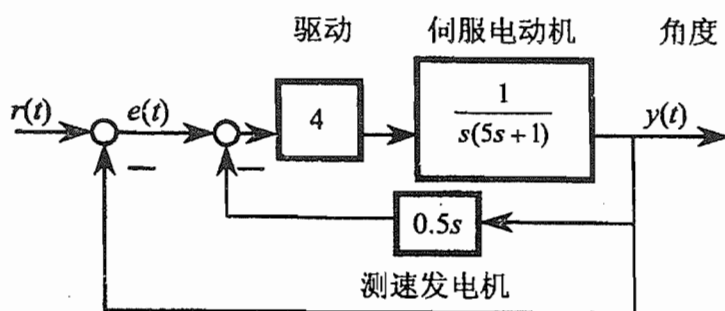


(图 1)

三、(20 分, 每小题 10 分) 位置随动控制系统的结构图如图 2 所示

① 试求系统的位置误差系数、速度误差系数、加速度误差系数。

② 分析说明速度反馈 ($0.5s$) 的存在对系统响应的影响。



(图 2)

四、(30 分, 每小题 10 分) 单位负反馈系统的开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{5s+1}{s(s+2)(s^2+s+2)}$$

① 试画出系统开环的对数幅频、对数相频特性曲线(渐近线, 即 Bode 图)。

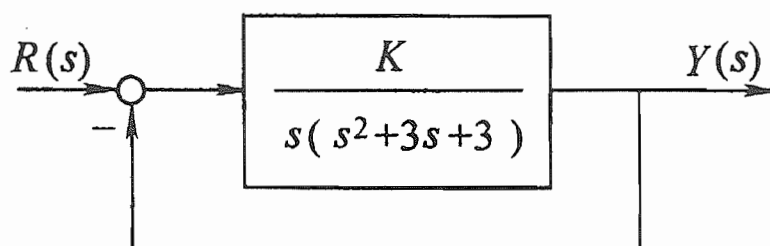
② 用一种方法, 判断闭环系统的稳定性。

③ 若系统稳定, 请在已画出的 Bode 图上指出系统的相位裕度和幅值裕度, 并求出近似值。

五、(20 分) 某电梯的控制系统结构如图 3 所示。

① 画出系数 K 从 0 到 $+\infty$ 变化时系统的根轨迹。

② 找出使系统稳定的 K 取值范围。并请标出使闭环单位阶跃响应的超调量 $< 10\%$, 且调节时间小于 6 秒(按 5% 准则)的闭环主导极点(区域)。



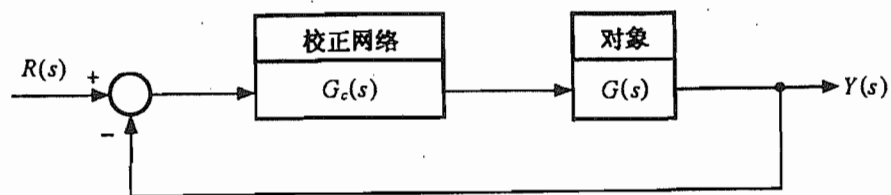
(图 3)

六、(在本题或第七题中任选一题做, 30 分) 某控制系统如下图 4 所示,

其中: $G(s) = \frac{1}{s(s+6)(s+12)}$, 请设计合适的校正网络 $G_c(s)$, 使闭环系统的

单位阶跃响应的超调量 $\sigma \leq 5\%$, 峰值时间 $t_p \leq 0.5$ 秒(或相位裕度 $\geq 35^\circ$,

截止频率 $\leq 20 \text{ rad/s}$; 且稳态位置误差为零, 速度误差 ≤ 0.2 。



(图 4)

七、(在本题或第六题中任选一题做, 30 分) 某单输入-单输出控制系统的状态空间描述为 (u 为输入, y 为输出):

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -12 & 1 \\ 0 & 0 & -6 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad y = [1 \ 0 \ 0] X$$

请基于状态反馈设计控制器, 使闭环系统的单位阶跃响应的超调量 $\sigma \leq 5\%$, 峰值时间 $t_p \leq 0.5$ 秒; 且稳态位置误差为零, 速度误差小于 0.2。

八、(10 分) 试用 MATLAB 语言写出第四题系统开环及闭环的频率特性曲线的程序 (或命令)。

国防科学技术大学 2012 年硕士研究生入学考试试题

科目名称:

自动控制原理

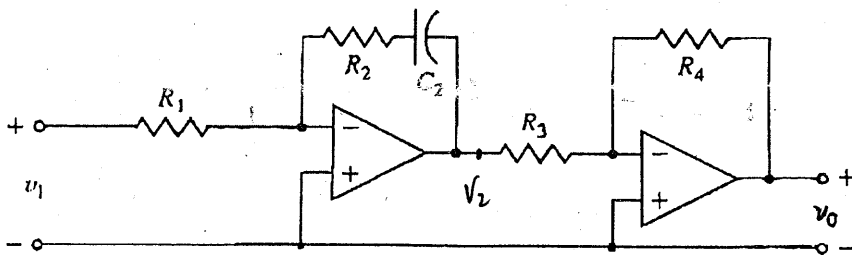
科目代码: 831

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)

(请在答题纸上写出解题步骤)

一、(15 分) 请写出你认为自动控制原理中的“原理”主要是指什么原理。请简述相比于开环系统, 闭环系统有哪些优缺点。

二、(25 分) 图 1 所示电路是控制系统中的某种常用校正环节。① 试求该环节的传递函数 $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ 。② 请说明该电路所实现的控制器种类及特性。



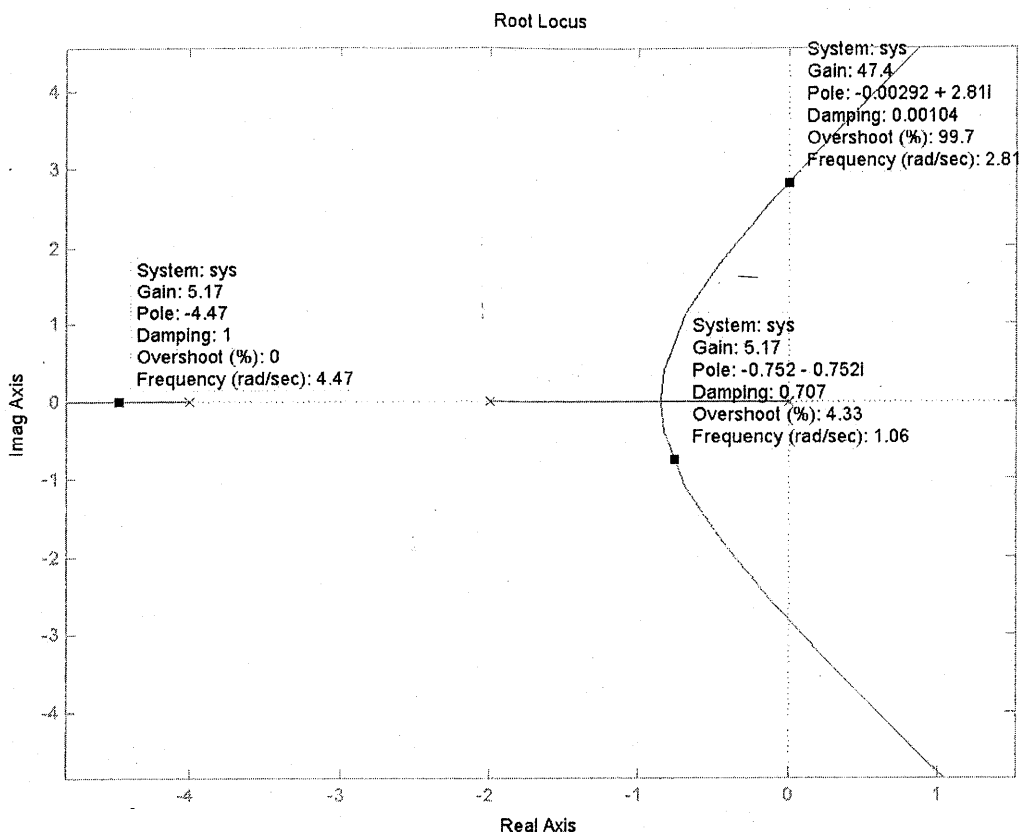
(图 1)

三、(15 分) 设单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+4)}$$

K 值变化时闭环系统的根轨迹如图 2 示,

- 1) 试判断系统在什么条件下是稳定的;
- 2) 判断当 $k=5.17$ 时, 系统是否具有主导极点; 若有, 试以主导极点特性计算系统的动态性能指标: 调节时间 t_s ($\Delta=2\%$) 和超调量 $\sigma\%$ 。



(图 2)

四、(25 分) 机械臂的关节中装有一个直流电机，电机的输出轴上装有一组齿轮，其控制系统模型如图 3 所示（系统所有参数值均大于 0），其中干扰力矩 $D(s)$ 表示负载的影响。

1) 若预期输入为 $\theta_d(s) = 0$ ，负载干扰为 $D(s) = \frac{M}{s}$ 。请分别在 $G_c(s) = K$ 和 $G_c(s) = \frac{K}{s}$ 这两种情况下，确定系统的稳态误差；

2) 当 $G_c(s) = K$ 时，系统稳定的条件是什么？当系统不稳定时，系统特征根在 S 右半平面上的个数为多少？

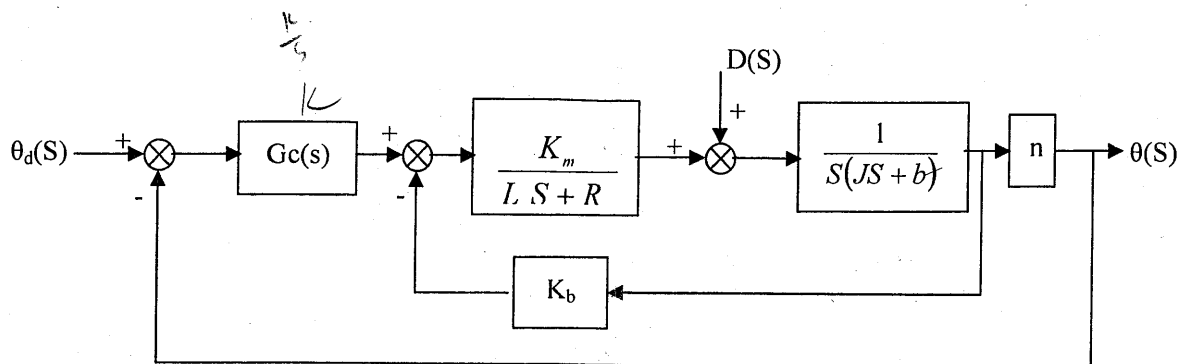
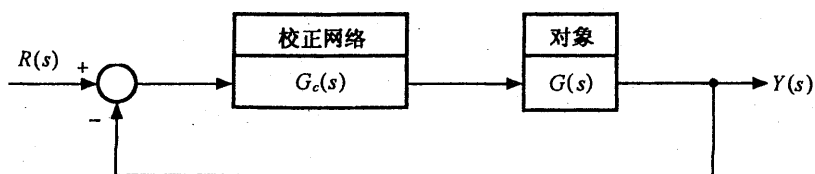


图 3

五、(30 分，每小题 10 分) 设图 4 所示的单位负反馈系统中，若被控

对象的传递函数为： $G(s) = \frac{10000}{s^2(s+100)}$ ；控制器的传递函数为： $G_c(s) = 0.1s + 1$ 。

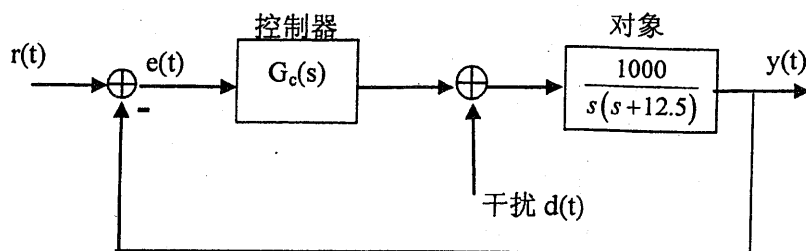
- 1) 试画出被控对象的对数幅频、对数相频特性曲线（渐近线）。
- 2) 试画出被控对象和控制器串联后的对数幅频、对数相频特性曲线。
- 3) 说明加入控制器后对系统稳定性的影响；若系统稳定，请在 Bode 图上标出系统的相位裕度和幅值裕度。



(图 4)

六、(在本题或第七题中任选一题做，30 分) 某控制系统如图 5 所示，

请设计合适的校正环节 $G_c(s)$ ，使闭环系统的单位阶跃响应的超调量 $\sigma \leq 10\%$ ，调节时间 $t_s \leq 0.1$ 秒；且对阶跃干扰的稳态误差为零。



(图 5)

七、(在本题或第六题中任选一题做, 30 分) 某单输入-单输出控制系统的状态空间描述为 (u 为输入, y 为输出):

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -10 & 1 \\ 0 & 0 & -4 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad y = [1 \quad 0 \quad 0]X$$

请判断系统的能控性和能观测性; 基于状态反馈设计控制器, 使闭环系统的单位阶跃响应的超调量 $\sigma \leq 5\%$, 峰值时间 $t_p \leq 0.5$ 秒; 且稳态位置误差为零。

八、(10 分) 试用 MATLAB 语言写出第五题中第 3 小题所求系统开环及闭环的频率特性曲线的程序 (或命令)。

```

n = [10, 100];
m = [0.01, 1, 0, 0];
sys1 = tf(n, m);
margin(sys1);
sys2 = feedback(sys1);
margin(sys2);

```

国防科学技术大学 2013 年硕士研究生入学考试试题

科目名称:

自动控制原理

科目代码: **831**

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)

一、(10 分) 请比较开环控制系统与闭环控制系统的特点, 并用方框图说明负反馈控制系统的组成、特点和工作原理。

二、(15 分) 某系统方框图如图 1 所示, 求当 X, N 同时作用时, 输出 $Y(s)$ 的表达式。

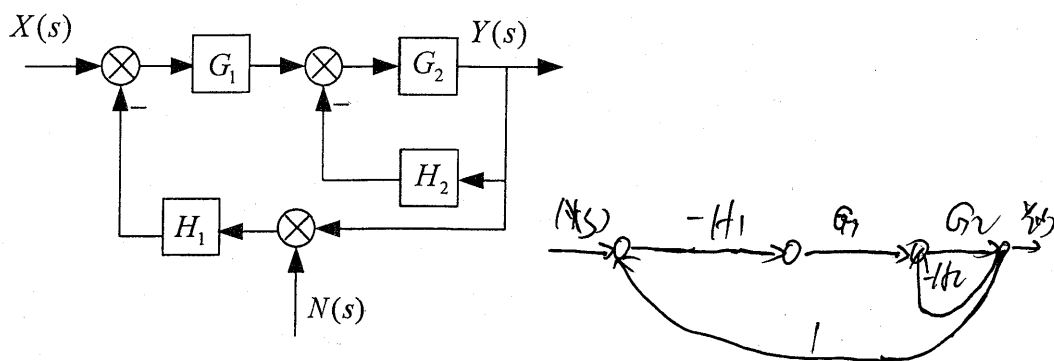


图 1

三、(20 分) 对于如图 2 所示的控制系统

(1) 设 $f(t)=0$, 要求系统在 $r(t)=1(t)$ 的作用下, 超调量 $\sigma\% = 25\%$, 调节时间 $t_s = 2s (\Delta = 2\%)$, 求参数 K 和 τ 。

(2) 当 $f(t) \neq 0$ 时, 为使系统输出 $c(t)$ 不受 $f(t)$ 的影响, 求顺馈环节 $G'(s)$ 的传递函数。

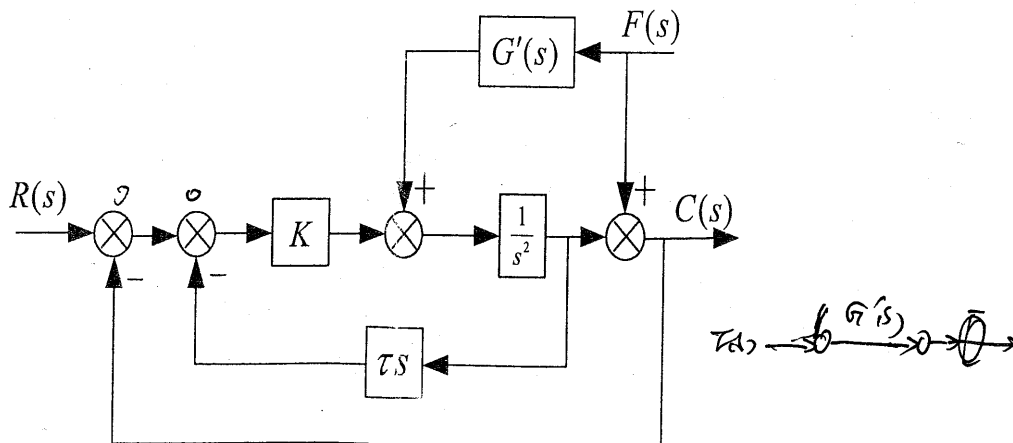


图 2

四、(25 分) 已知控制系统方框图如图 3 所示, $k_f s$ 为内反馈环节 ($k_f > 0$)

- (1) 分别求有无内反馈环节时的位置、速度和加速度误差系数。
- (2) 说明 $k_f s$ 存在对系统稳态误差的影响。
- (3) 分析内反馈环节的存在对系统稳定性的影响。

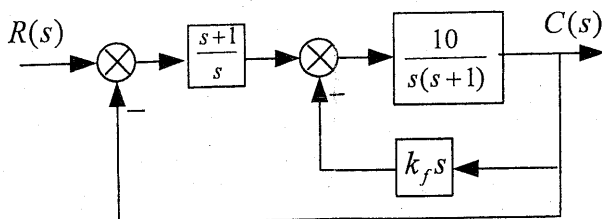
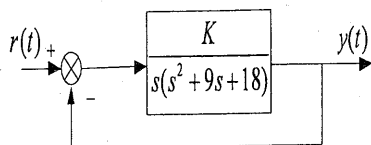


图 3

五、(25 分) 考虑图 4 (a) 所示的单位负反馈系统, 其关于参数 K 的闭环根轨迹如图 4 (b) 所示, 试结合根轨迹图分析:

- (1) 计算根轨迹分离点 A 的坐标以及渐近线 L 的方程 (倾角及与实轴交点);
- (2) 求根轨迹与虚轴的交点坐标, 并由此确定闭环系统稳定时 K 值的范围;
- (3) 确定 K 的值, 使闭环主导极点的阻尼比 $\xi = 0.5$ 。



(a)

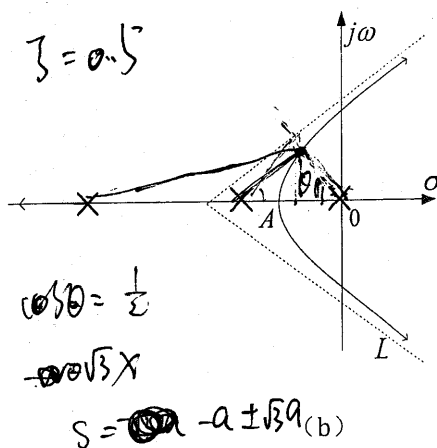


图 4

六、(20 分) 已知某单位负反馈系统的开环对数渐进幅频特性如图 5 所示, 设系统开环增益系数为 K , 图中 $\omega_2 = 4 \text{ Hz}$, 且 $\omega = 0.1 \text{ Hz}$ 处的幅值为 40 dB , 要求

- (1) 证明: $\omega_2^2 = \omega_1 \omega_3$
- (2) 设系统为最小相位系统, 求相位裕度 γ 。

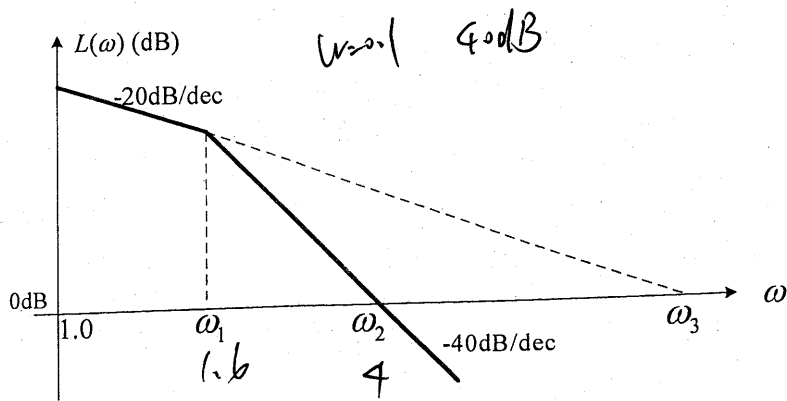


图 5

七、(在本题或第八题中任选一题做, 25 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G_0(s) = \frac{20}{s \left(\frac{s^2}{80^2} + \frac{2 \times 0.3}{80} s + 1 \right)}$$

开环 Bode 图如图 6 所示。采用滞后校正, 使系统满足: 开环增益 $K_c = 100$, 相位裕度 $\gamma \geq 70^\circ$, 且基本保持中、高频特性不变。

$k = 5$

- (1) 求校正装置传递函数及校正后系统开环传递函数;
- (2) 画出校正后开环系统 Bode 图。

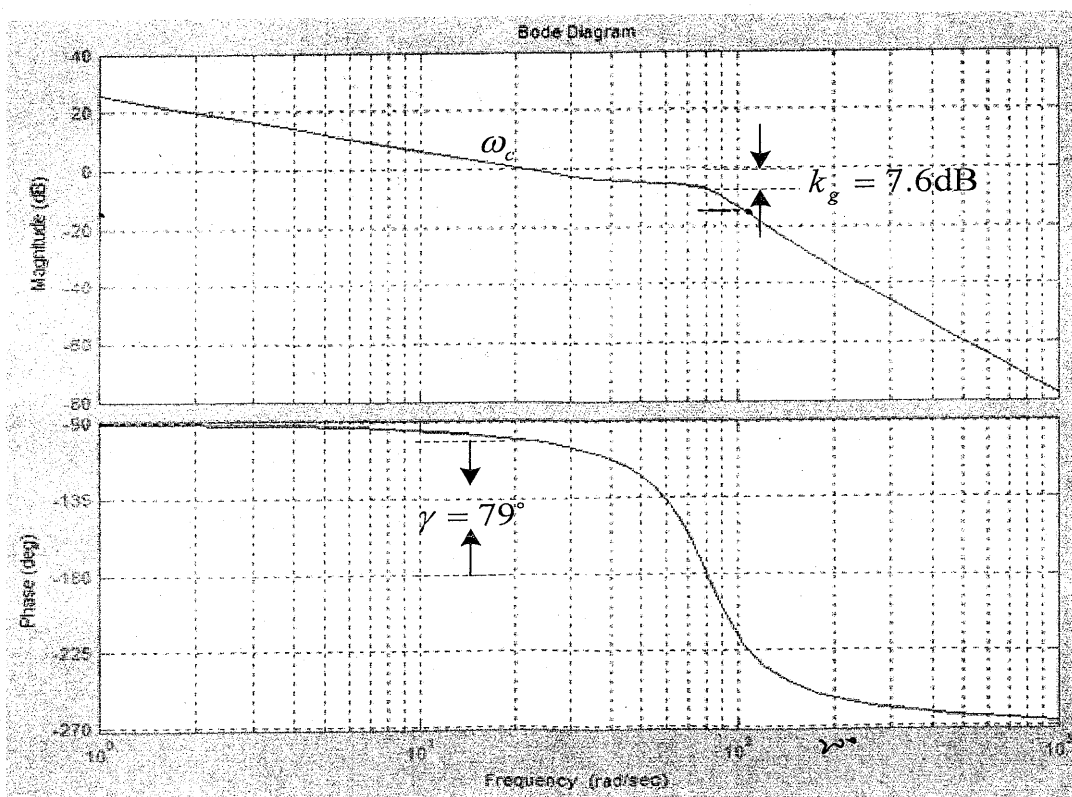


图 6 未校正系统的 Bode 图

八、(在本题或第七题中任选一题做, 25 分) 已知某线性系统状态空间模型为

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 4 & -3 \end{bmatrix} X + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad Y = [-1 \quad 1]X$$

- (1) 若初始条件 $X(0) = [1 \quad -1]^T$, $u = 1(t)$, 求状态 $X(t)$ 的表达式;
- (2) 是否可以用状态反馈将 $A - BK$ 的特征值配置到 $(-3 \quad -3)$? 若可以请求出状态反馈增益阵 K 。

九、(10 分) 试用 MATLAB 语言写出第五题中绘制系统根轨迹图的程序(或命令)。

国防科学技术大学 2014 年硕士研究生入学考试试题

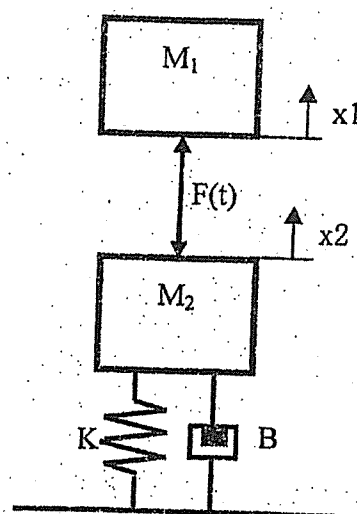
科目名称:

自动控制原理

科目代码: 831

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)

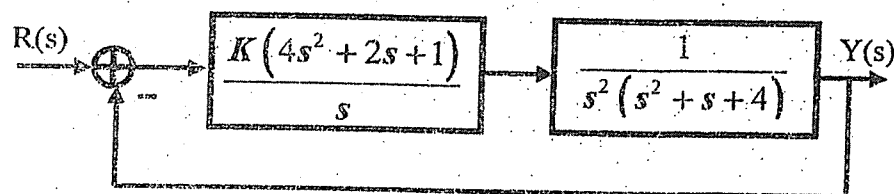
一、(20 分) 已知在竖直方向上有质量分别为 M_1 和 M_2 的两个物体, 物体 M_1 竖直方向的位置为 $x_1(t)$, M_2 竖直方向的位置为 $x_2(t)$; M_2 通过弹簧和阻尼器与地面相连, 弹簧的弹性系数为 K , 阻尼器的阻尼系数为 B , 定义环境作用力为 $F_e(t) = -Kx_2(t) - B\dot{x}_2(t)$; 我们可以控制物体 M_1 和 M_2 之间的相互作用力 $F(t)$, 试求传递函数 $Fe(s)/F(s)$ 和 $X_1(s)/Fe(s)$



二、(20 分) 求由下列状态空间方程描述的系统的传递函数 $Y(s)/U(s)$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -5 & -25 & -5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 25 \\ -120 \end{bmatrix} u, \quad y = [1, 0, 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

三、(20 分) 如下控制系统, 试确定使闭环系统稳定的 K 值

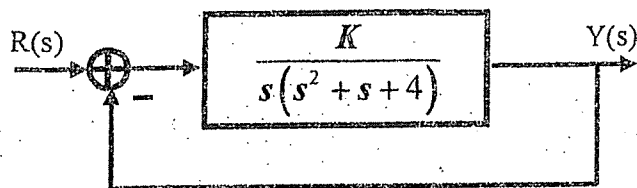


四、(15 分) 已知单位负反馈系统的闭环传递函数为:

$$T(s) = \frac{5}{s^2 + s + 5}$$

试求该系统对信号 $r(t) = 2 + t$ 的稳态误差。

五、(20 分)考虑如下控制系统



试设计参数 K , 使系统相位裕度等于 50° 。计算此时的相角交界频率和增益裕度。

六、(15 分)已知单位负反馈系统的开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{s+10}{s(s+2)(s+4)}$$

如果闭环系统的输入信号为: $r(t) = e^{-0.5t}$, 试写出用 Matlab 绘制闭环系统输出响应的相关命令。(只写 Matlab 命令, 不要写手工计算过程)

七、(20 分)单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = 1/s^2$, 试用根轨迹法设计超前校正控制器 $G_c(s)$ 和必要的前置滤波器 $F(s)$; 设计指标: 调节时间 $T_s \leq 4s$, 超调量 $P.O. \leq 35\%$. 请写详细步骤。

八、(20 分)某连续控制器传递函数为:

$$C(s) = \frac{s/2 + 1}{s/10 + 1}$$

采样周期 0.1 秒, 试用预曲双线性变换法求取数字控制器 $C(z)$, 预曲频率为 $\omega_c = 4.76$ 弧度/秒。

国防科学技术大学 2015 年硕士研究生入学考试试题

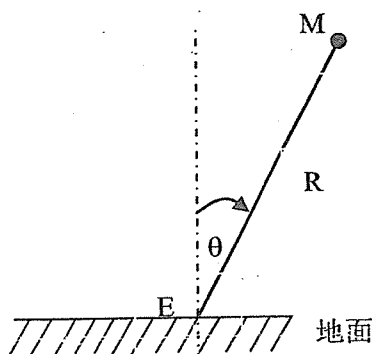
科目名称:

自动控制原理

科目代码: 831

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)

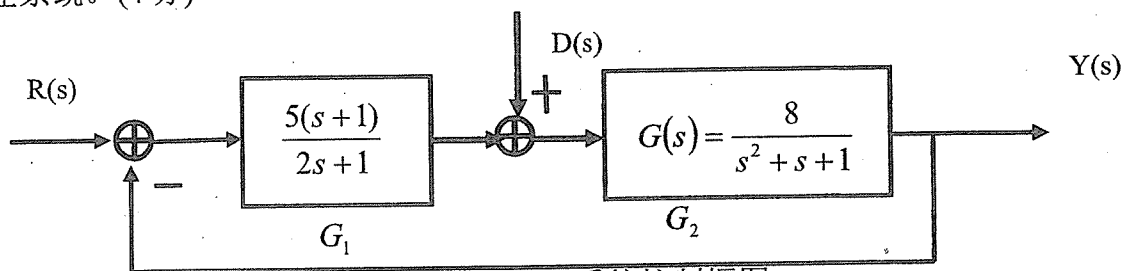
一、(20 分) 如题图 1 所示平面倒立摆模型, 质量为 M 圆球通过杆长为 R 的轻杆 (忽略杆的质量与转动惯量) 与地面 E 点铰链相连, 假设铰链转动是无损耗的。如果我们定义入射角 $\theta(t)$ 为竖直方向为 0 , 向右为正。(1) 试推导描述倒立摆运动的关于 $\theta(t)$ 动力学方程(4 分); (2) 假设入射角 $\theta(t)$ 较小时, 求取上述动力学方程的线性化方程(4 分); (3) 基于上述线性化方程, 假设系统初值为 $\theta(0), \dot{\theta}(0)$, 试计算 $\theta(t)$ 的表达式(12 分)



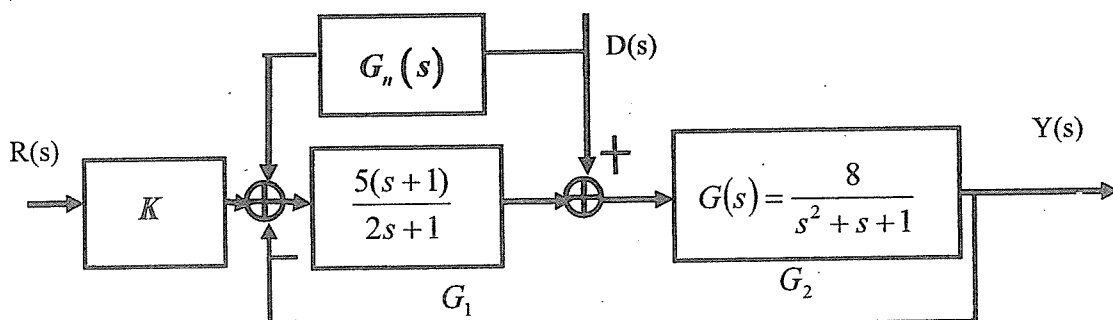
题图 1.

二、(20 分) 考虑题图 2 a 所示系统, 其中, r 为输入, y 为输出, d 为外来扰动。试求:

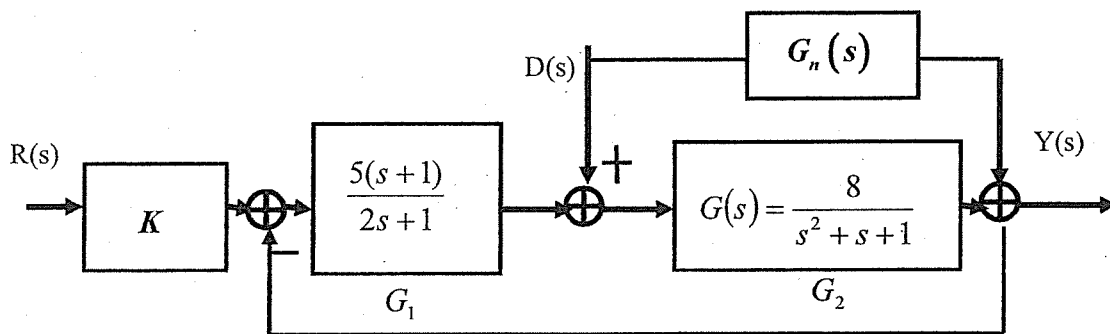
- 1、当指令输入 r 和干扰信号 d 都为单位阶跃信号时, 分别计算它们给系统带来的稳态误差, 以及系统总的稳态跟踪误差。(8 分)
- 2、分别采用前馈(题图 2 b)和顺馈(题图 2 c)校正来对消补偿干扰带来的稳态误差, 请分别设计所需要控制器 $G_n(s)$ 。(8 分)
- 3、再进一步设计合适的前置比例放大器 K , 消除系统的稳态误差, 使系统成为对阶跃指令的无差系统。(4 分)



题图 2 a) 系统控制框图

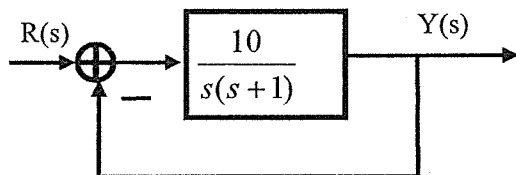


题图 2 b) 前馈控制器消除干扰的影响

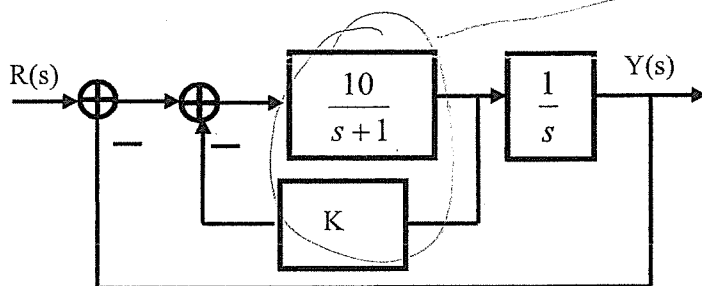


题图 2 c) 顺馈控制器消除干扰的影响

三、(30 分)为控制系统添加反馈校正是常用的校正措施。校正前后的控制系统如题图 3 所示。



题图 3 a) 校正前控制系统



题图 3 b) 添加内环反馈控制的框图

请回答下列问题：

- (1) 写出与图中的内环反馈等效的输出反馈校正器的传递函数，它是哪一种控制器？若 $K > 0$ ，请逐项分析校正措施对系统阻尼比、固有频率、调节时间、超调量、极点分布、稳定性和对斜坡指令的稳态误差的影响。(16 分)
- (2) 若要求校正后的阻尼比为 0.5，试确定 K 的取值。(4 分)
- (3) 利用所确定的 K 值，逐项计算校正前后系统的阻尼比、固有频率、调节时间 (2% 准则)、超调量、极点和对斜坡指令的稳态误差。(10 分)

四、(10 分)已知连续控制器为

$$C(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{s+1}{s+10}$$

采样控制周期 $T=0.01$ 秒，若采用零极点匹配变换方法，试计算等效离散控制器 $D(z)$

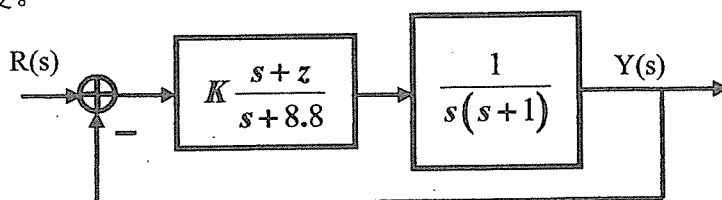
五、(30 分)已知单位负反馈系统的前向通路传递函数为:

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+3)(s^2+2s+2)}$$

要求:(1) 手工绘制当 K 从 0 变化到 $+\infty$ 时, 系统的根轨迹(4 分); (2) 要求给出根轨迹的关键特征量: 起点, 终点, 实轴根轨迹段, 分离点, 渐近线, 复起点出射角(12 分); (3) 用劳斯判据确定保证闭环系统稳定时, K 的取值范围和根轨迹的虚轴穿越频率。(8 分) (4) 确定当共轭复极点对应的阻尼比为 $\xi = 0.5$ 时, 系统的闭环传递函数, 判断系统能否用二阶主导系统近似 (10 倍准则)。(6 分)

六、(15 分) 参数设计题:

如题图 6 控制系统, 试设计参数 K 和 z 的值, 使系统的幅值交界频率为 $\omega_c = 8\text{rad/s}$, 相角裕度为 45 度。



题图 6 单位负反馈控制系统框图

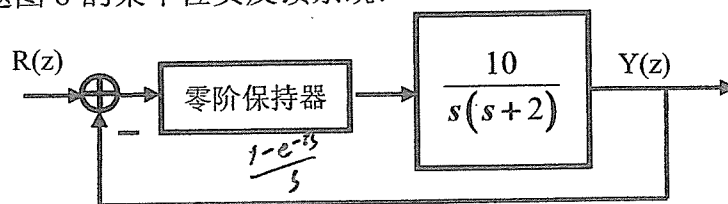
七、(15 分) 已知系统的状态方程为:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 4 & 3 & 0 \\ -2 & 1 & 10 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [20 \quad 30 \quad 10] x$$

试确定输入输出传递函数 $G(s) = Y(s)/U(s)$

八、(10 分) 如题图 8 的某单位负反馈系统:



题图 8 单位负反馈控制系统框图

采用零阶保持, 采样周期为 $T=0.01$, 试写出求取闭环离散系统谐振频率和共振峰值的相关 Matlab 命令和操作, 只写相关 Matlab 命令和操作, 不需要手工详细计算

国防科学技术大学 2016 年硕士研究生入学考试试题

科目名称:

自动控制原理

科目代码: 831

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)

一、(15 分) 系统的结构如图 1 所示, 已知有如下两个微分方程:

$$3\dot{y}(t) + 4y(t) = 10e(t)$$

$$4\dot{b}(t) + b(t) = 2y(t)$$

且全部初始条件为零。试求传递函数 $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 及 $\frac{E(s)}{R(s)}$ 。

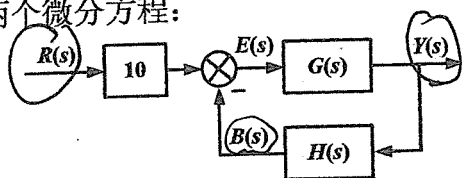


图 1

二、(15 分) 一个电动机系统的结构如图 2 所示, 图中放大器参数 $K_p = 8$, 电动机参数 $K_d = 3$, $T_m = 0.2$ 秒, $T_d = 0.04$ 秒。

(1) 列出系统闭环传递函数 $\frac{Y(s)}{R(s)}$ 。

(2) 计算单位阶跃输入条件下, 系统输出响应的最大峰值。

(3) 判断该系统开环传递函数的型别并计算单位斜坡输入条件下的稳态误差 e_{ss} 。

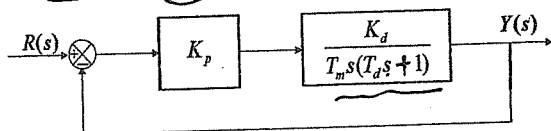


图 2

三、(20 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{100}{s(s+5)(s+4)}$

(1) 画出开环系统的极坐标图 (需在图形中的关键位置进行标注), 并用奈奎斯特稳定判据判别闭环系统的稳定性。

(2) 计算该负反馈闭环系统的增益裕度 h 。

四、(20 分) 考虑一个单位负反馈系统, 前向通路传递函数为 $G(s) = \frac{K}{(s-2)(s+5)(s+10)}$ 。

(1) 请手工绘制出根轨迹的草图。通过计算, 在根轨迹上标注出渐近线与实轴夹角大小、与实轴的交点坐标、根轨迹的分离点 (或会合点) 坐标、根轨迹与虚轴交点坐标。

(2) 如果要求上述单位负反馈闭环系统稳定, 通过计算确定开环增益 K 的取值范围。

五、(20 分) 某单位负反馈系统结构如图 3 所示。被控对象的传递函数为 $G(s)$ ，比例控制器为 K_p 。在 $K_p = 1$ 的条件下，将负反馈环路断开，仅测量被控对象 $G(s)$ 的频率响应输出，可得其对数幅频曲线的渐近线如图 4 所示。

- (1) 请根据图 4，确定被控对象的传递函数 $G(s)$ ；
- (2) 为了使闭环系统的单位阶跃响应超调量小于 5%、且为欠阻尼系统，请确定比例控制器 K_p 的取值范围。

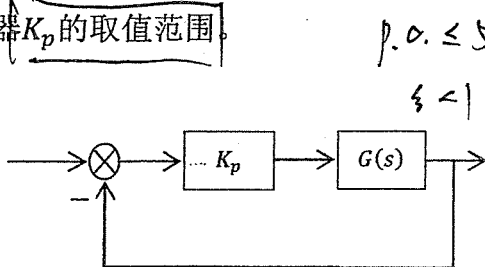


图 3

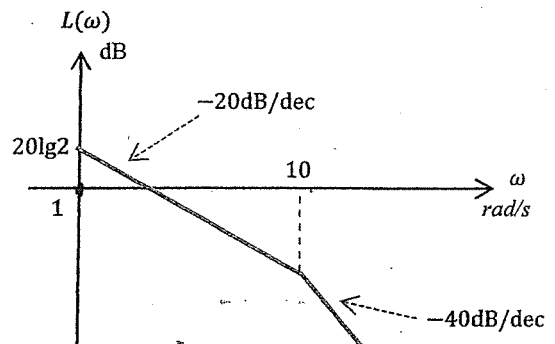


图 4

六 (30 分)、已知线性定常控制系统状态空间模型为：

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad -1] x$$

- (1) 判定该系统的能控性和能观性，并给出理由；
- (2) 写出该线性系统的传递函数，并判断其稳定性；
- (3) 设计状态反馈控制器 u ，使得闭环控制系统调节时间 $T_s \leq 1$ 秒 (2% 准则)，峰值时间 $T_p \leq \frac{\pi}{4}$ 秒。

$$\frac{4}{\zeta \omega_n} \leq 1$$

$$\frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}} \leq \frac{\pi}{4}$$

$$\zeta = 0.32$$

七、(30 分) 某被控对象的传递函数为 $G_p(s) = \frac{1}{s^2}$ 。要求设计单位负反馈串联校正控制器，以改善控制性能，使得：相角裕度大于 32° ，调节时间小于 4s (按 2% 准则)。数字控制的采样周期为 $T=0.02s$ 。

- (1) 设计一个连续的超前校正控制器 $G_c(s)$ ，以满足上述相角裕度和调节时间的要求；
- (2) 请用双线性变换方法，确定与 $G_c(s)$ 对应的数字控制器 $D(z)$ ；
- (3) 编制 Matlab 的 m 文件脚本程序，用于绘制校正后开环离散系统的根轨迹；
- (4) 编制 Matlab 的 m 文件脚本程序，用于绘制校正后闭环离散系统的单位阶跃响应曲线。

stop.

国防科学技术大学 2017 年硕士研究生入学考试试题

科目名称:

自动控制原理

科目代码: **831**

考生注意: 答案必须写在统一配发的专用答题纸上! (可不抄题)

一、(10 分) 系统的结构如图 1 所示。试求其闭环传递函数 $T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$ 。

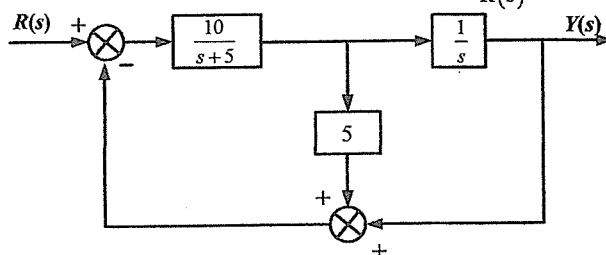


图 1 系统结构图

二、(20 分) 考虑如图 2 所示的负反馈控制系统, 具有积分控制器和微分测量装置。若被控对象的传递函数为 $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$, 计算系统对于单位阶跃干扰 $T_d(s) = \frac{1}{s}$ 的调节时间 (2% 准则)、超调量、峰值时间和峰值。

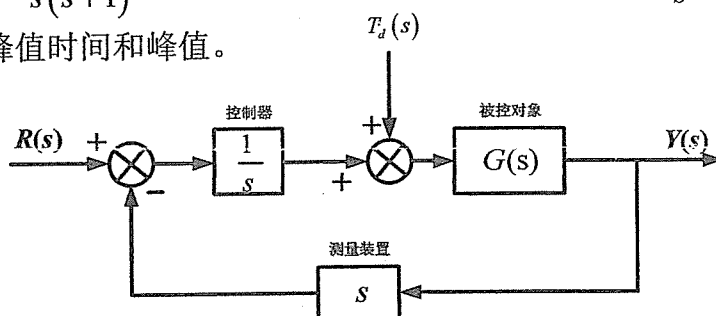


图 2 负反馈系统框图

三、(20 分) 系统框图如图 3 所示。若要求系统对单位阶跃输入的稳态误差为零, 比例控制器 K 应该取何值?

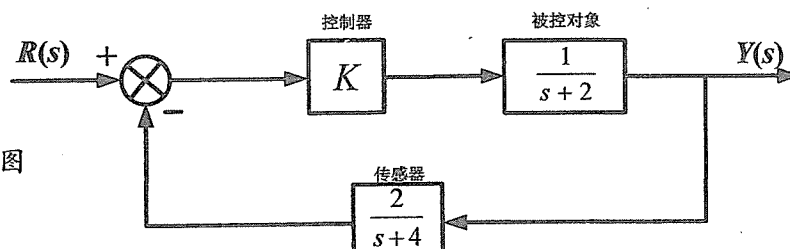


图 3 闭环系统的框图

四、(24 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G_c(s)G(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+5)}$$

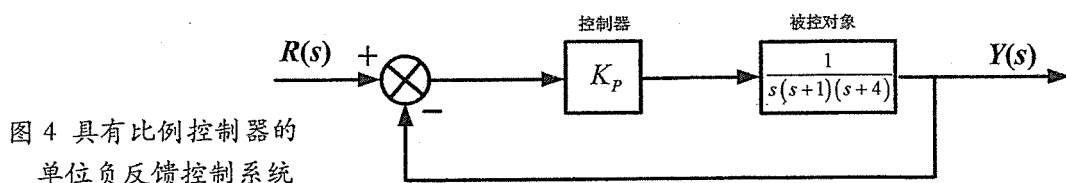
试求:

- (1) 根轨迹在实轴上的分离点坐标, 以及该分离点对应的增益 K ;
- (2) 根轨迹位于虚轴上的特征根, 以及特征根对应的增益 K ;
- (3) 手工绘制系统根轨迹的草图。

五、(20 分)具有比例控制器的单位负反馈闭环系统,如图 4 所示。比例控制器 $K_p = 4$ 。

(1) 绘制系统的开环 Bode 图(要求:请标明横、纵坐标轴单位,渐近线,标注转折频率点);

(2) 估算闭环系统的增益裕度,并在(1)中的 Bode 图上标注增益裕度。



六、(30 分)某二阶系统的状态空间模型为:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ -1 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

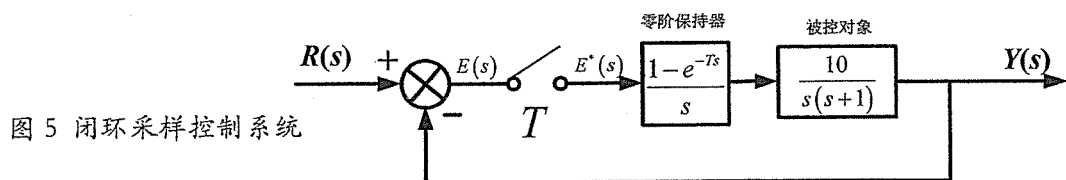
该系统只能直接观测到状态变量 $y = x_1$ 。要求设计状态观测器,获取状态变量 x_2 的估计值。观测器的估计误差特征多项式,希望具有如下形式: $\Delta_d(\lambda) = \lambda^2 + 2\zeta\omega_n\lambda + \omega_n^2$

(1) 计算系统的能观性矩阵,并判断系统是否能观;

(2) 求解二阶的观测器增益矩阵 L ,使得:观测器的阻尼比为 0.8,观测器的估计误差调节时间小于 0.5 秒;

(3) 列出观测器的表达式。

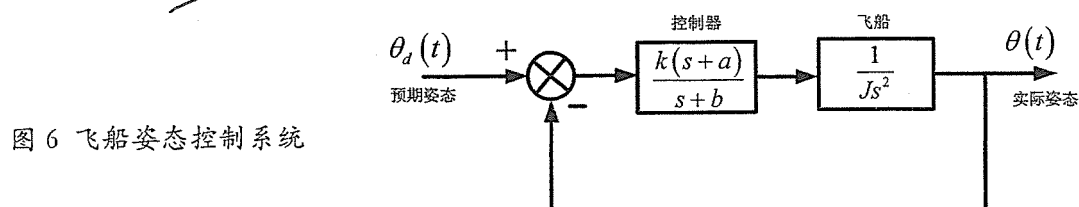
七、(16 分)考察图 5 所示的闭环采样控制系统,采样周期 $T = 1$ 秒。请判断此闭环系统是否稳定?通过计算和分析,给出理由和结论。



八、(10 分)某航天飞船的单轴姿态控制系统框图,如图 6 所示。其中,变量 k , a 和 b 是控制器参数, J 为飞船的转动惯量。已知转动惯量 $J = 1.0 \times 10^9$, 控制器参数为 $k = 5.0 \times 10^8$, $a = 1$, $b = 8$ 。

(1) 编写 Matlab 的 m 文件脚本程序,用于计算其闭环传递函数 $T(s) = \frac{\theta(s)}{\theta_d(s)}$;

(2) 当输入幅值为 $A = 10$ 的阶跃信号时,编写 Matlab 的 m 文件脚本程序,以便利用计算机绘制系统的阶跃响应曲线。



国防科技大学 2018 年硕士研究生入学考试试题

科目名称：

自动控制原理

科目代码：851

考生注意：答案必须写在统一配发的专用答题纸上！（可不抄题）

一、(20 分) 某系统框图如图 1 所示，试求该系统在输入信号 $R(s)$ 和干扰信号 $D(s)$ 共同作用下的输出信号 $Y(s)$ 。

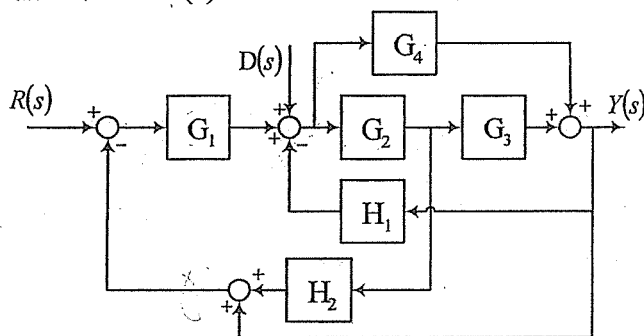


图 1

二、(10 分) 某电气系统如图 2 所示，试求系统的传递函数 $G(s) = u_o(s)/u_i(s)$ 。

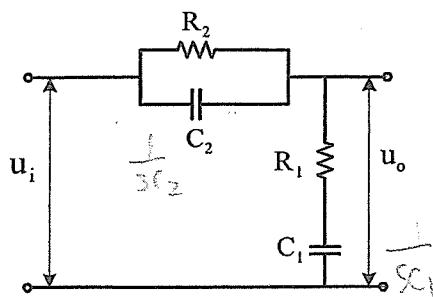


图 2

三、(20 分) 某系统框图如图 3 所示。

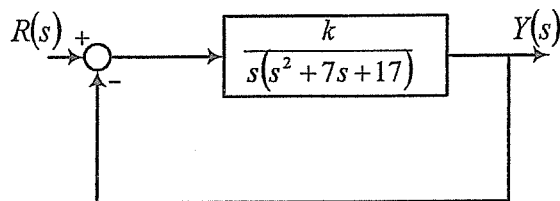


图 3

(1) 试确定使系统产生持续等幅振荡的参数 k 的取值和相应的振荡角频率；

(2) 若要求闭环系统所有极点均位于 $s = -1$ 垂线的左侧，试确定参数 k 的取值范围。

四、(20 分) 某随动伺服系统框图如图 4 所示

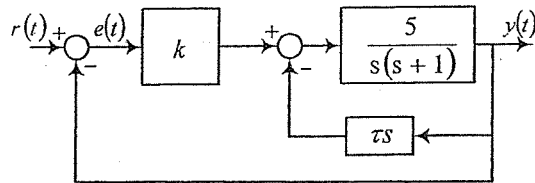


图 4

(1) 输入 $r(t)$ 为单位阶跃信号时, 若要求系统输出 $y(t)$ 的超调量 $\sigma = 20\%$, 调整时间 $t_s = 1s$ ($\pm 5\%$ 准则), 试确定参数 k 、 τ 的取值;

(2) 在系统取上述的 k 、 τ 值时, 若输入 $r(t) = 6t$, 试确定系统的稳态误差 e_{ss} 。

五、(30 分) 某单位负反馈系统开环传递函数为

$$G(s) = \frac{5}{s(s+0.5)(s+1)}$$

(1) 画出开环对数幅频特性的渐近线图;

(2) 试求出系统的相角稳定裕度和幅值稳定裕度, 并判断系统稳定性;

(3) 画出系统概略的 Nyquist 图, 计算 Nyquist 曲线与负实轴的交点, 并判断系统稳定性 (给出理由)。

六、(20 分) 某单位负反馈系统开环传递函数为

$$G(s) = \frac{ks}{s^2 + s + 10}, \quad k \geq 0$$

(1) 试计算根轨迹在实轴上的分离点和相应的 k 值;

(2) 试计算根轨迹自开环复数极点的出射角;

(3) 手工绘制出根轨迹的草图 (标注出关键点)。

七、(20 分) 某单输入单输出控制对象的状态方程和输出方程分别为

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = AX + Bu = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -5 & -6 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad y = CX = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

(1) 试求出系统的传递函数 $G(s) = Y(s)/U(s)$;

(2) 判断系统的能控性和能观性;

(3) 试设计一个全状态观测器, 并将观测器的极点配置到 $s_{1,2} = -10$, $s_3 = -15$ 。

八、(10 分) 设系统采样周期为 T , 试求下列函数的 z 变换。

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)(s+2)}$$