

电子科技大学

2005 年攻读硕士学位研究生入学试题

考试科目：426 自动控制原理

一、(共 12 分) 在如图 1 所示的 RLC 电路中, $U_i(t)$ 为输入量, $U_o(t)$ 为输出量, 试列写该系统的状态空间表达式。并根据状态空间表达式, 求系统的传递函数。

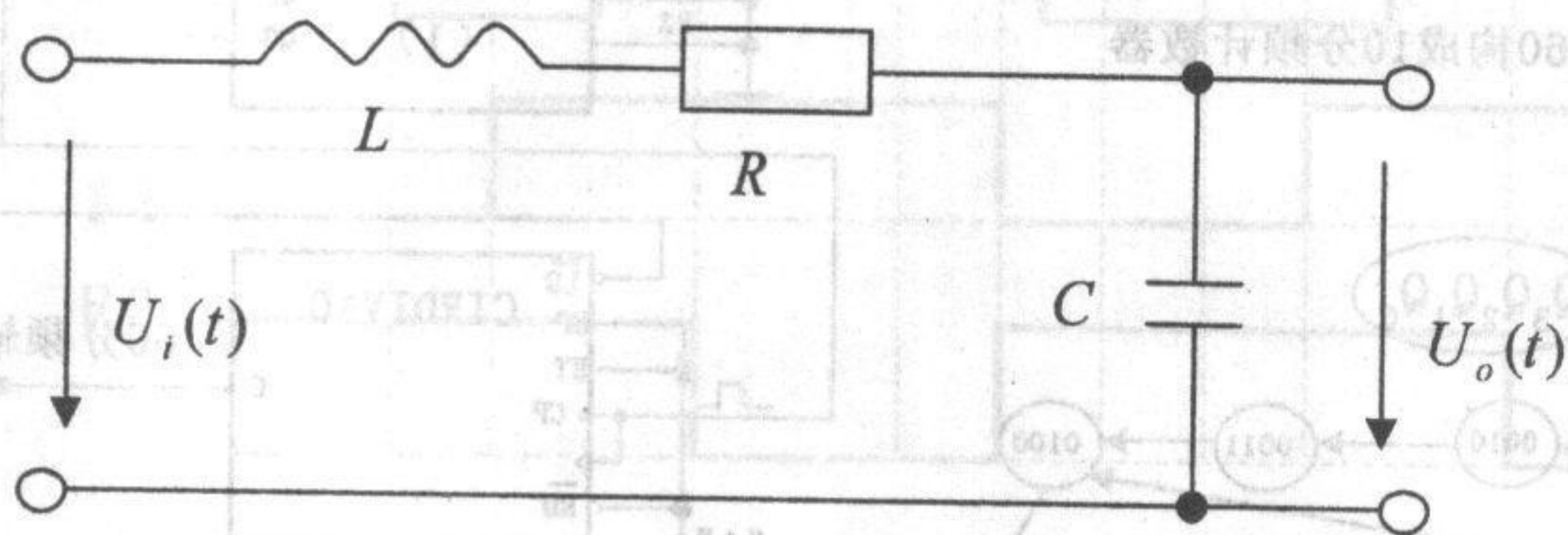


图 1 RLC 电路

二、(共 10 分) 已知控制系统的单位阶跃响应为 $h(t) = 1 + 0.2e^{-t} - 1.2e^{-2t}$, 试确定系统的阻尼比和无阻尼自然振荡频率。该系统是否稳定?

三、(共 10 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K}{s(Ts+1)}$, 已知在正弦

输入信号 $r(t) = \sin 2t$ 作用下, 系统的稳态输出为 $c_{ss}(t) = \sin(2t - \frac{\pi}{2})$, 试确定该系统单位阶跃响应的超调量与调整时间。

四、(共 10 分) 如图 2(a) 所示的系统, 对单位斜坡输入信号的稳态误差为 $e_{ss} = \frac{2\zeta}{w_n}$ 。试证明当斜坡输入信号通过 PD 滤波器加进系统时, 如图 2(b) 所示, 系统跟踪该斜坡信号的稳态误差可以消除。图中参数均已适当设定。

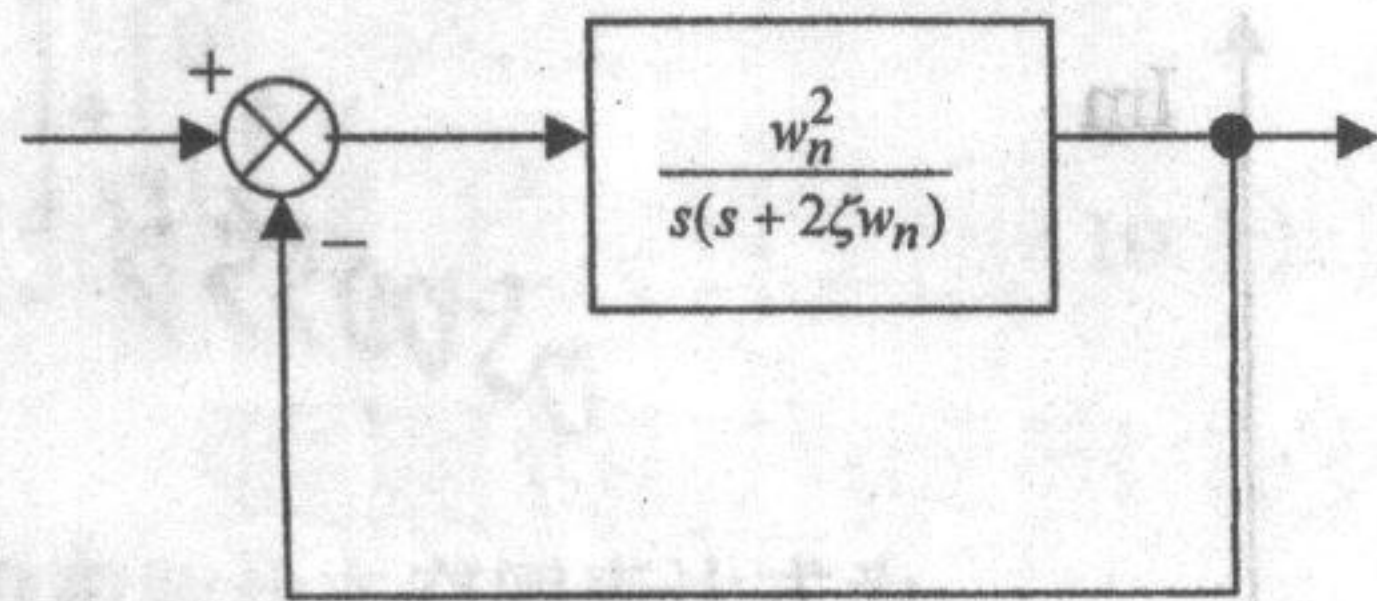


图 2(a)

050053B

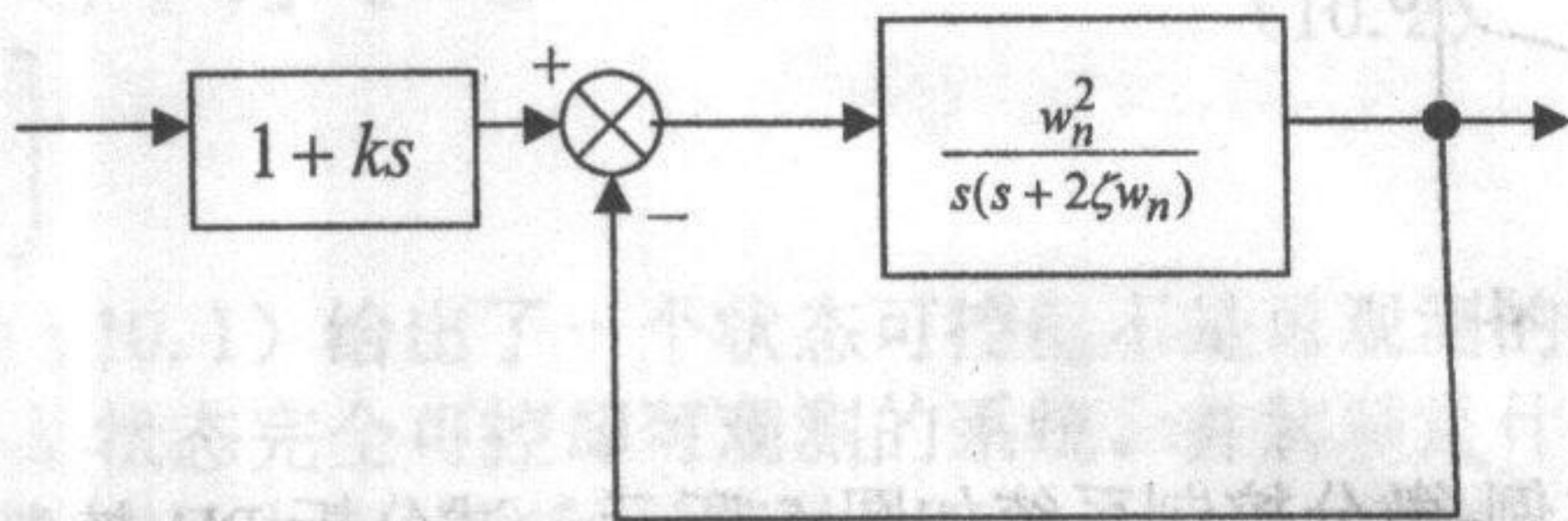
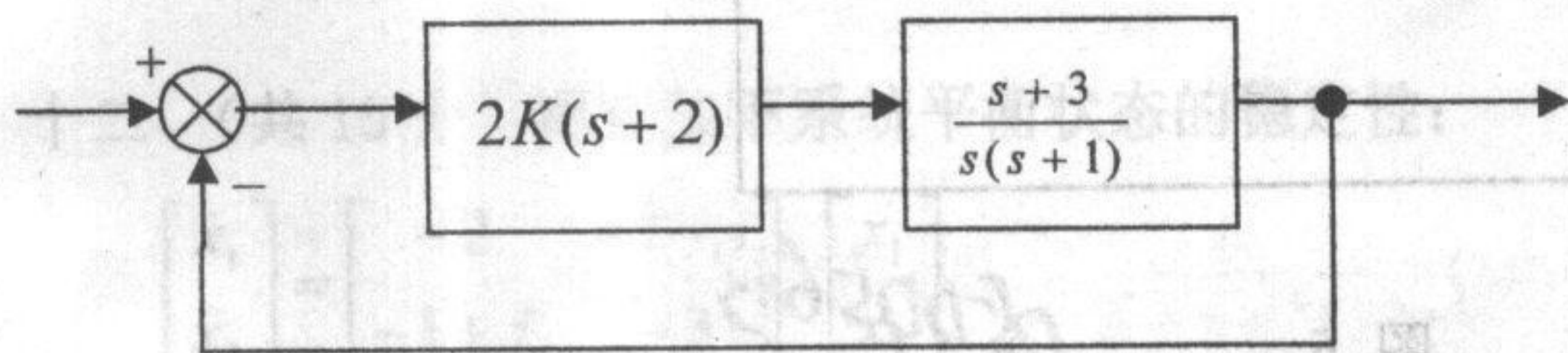


图 2(b)

五、(共 14 分) 试绘制如图 3 所示系统的根轨迹图 (增益 K 为正值), 并指出系统为过阻尼系统时的增益 K 的取值范围。



050054B

图 3

六、(共 14 分) 某单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K(s+1)}{s(0.1s+1)(10s+1)}$$

- (1) 绘制系统的对数渐进幅频特性曲线;
- (2) 绘制系统的对数相频特性曲线。

七、(共 10 分) 某系统的开环 Nyquist 图如图 4 所示, 其开环传递函数为

$$G(s)H(s) = -\frac{K(\tau s + 1)}{s(-Ts + 1)}$$

试判断闭环系统的稳定性。

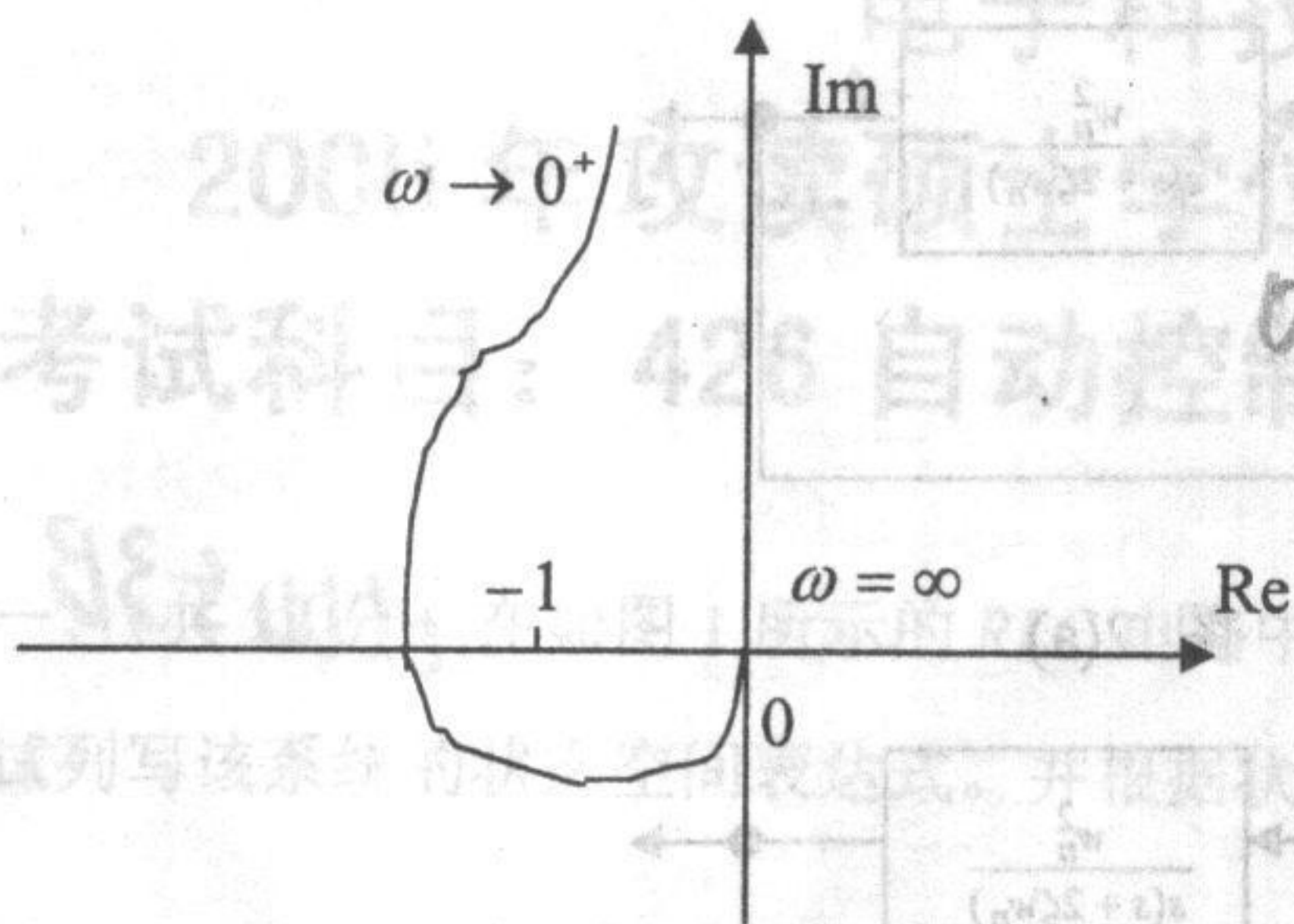


图 4

八、(共 10 分) 某比例-微分控制系统如图 5 所示, 试分析 PD 控制器对系统性能的影响。

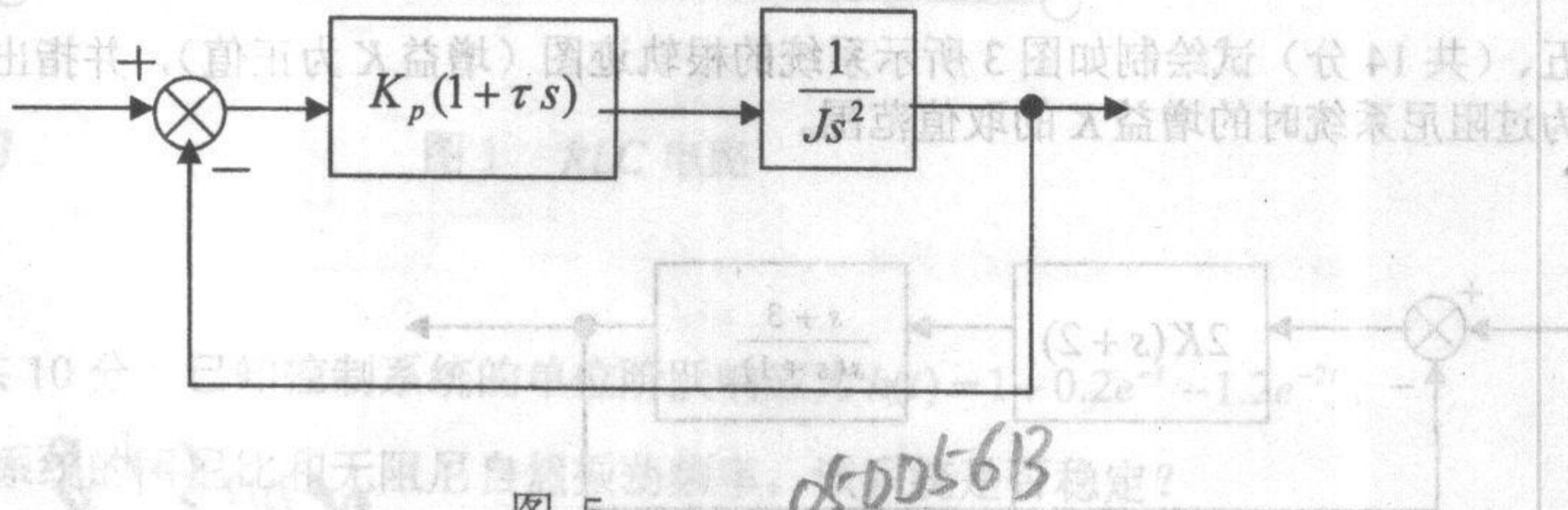


图 5

九、(共 15 分) 求系统

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -0.5 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0 \end{bmatrix} u, \quad \begin{bmatrix} x_1(0) \\ x_2(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

的响应 $y(t)$ 。式中的 $u(t)$ 为在 $t=0$ 时的单位阶跃输入。

十、(共 15 分) 一个可控标准形系统的状态空间表达式为

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0.4 & -1.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad (10.1)$$

$$y = [0.8 \quad 1] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

同一个系统的可观测标准形的状态空间表达式为

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -0.4 \\ 1 & -1.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.8 \\ 1 \end{bmatrix} u \quad (10.2)$$

$$y = [0 \quad 1] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

试证明：方程 (10.1) 给出了一个状态可控但不是可观测的系统，方程 (10.2) 给出了一个不是状态完全可控却可观测的系统。并解释是什么原因引起了同一系统可控性和可观测性之间的这种显著差别。

十一、(共 15 分) 已知单变量系统的传递函数为 $G(s) = \frac{100}{s(s+1)(s+2)}$ ，试设计一

状态反馈阵，使闭环极点为 $\lambda_1 = -5$ ， $\lambda_2 = -2+2j$ ， $\lambda_3 = -2-2j$ 。

十二、(共 15 分) 确定如下系统平衡状态的稳定性：

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & -1-j \\ -1+j & -3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$