

2011 年硕士研究生入学初试试题

科目代码: 805 科目名称: 自动控制原理

注: (1) 本试题共 2 页, 允许使用计算器。

(2) 请按题目顺序在标准答题纸上作答, 答在题签或草稿纸上一律无效。

一、简答题 (30 分)

1. (6 分) 已知单位负反馈系统的闭环传递函数为 $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{16}{s^2 + 4s + 16}$, 写出开环传递函数,

开环放大倍数, 系统的谐振频率 ω_r 。

2. (4 分) 给出能够对系统 $G(s) = \frac{K}{(s+a)(s+b)}$ ($a > b > 0$) 采用降阶分析动态性能的条件,

并写出降阶后系统的传递函数。

3. (4 分) 已知一单位负反馈系统开环传递函数分母阶数比分子阶数高 2 阶, 且系统开环极点为 $-3, -2, -1$ 。若已知系统的闭环极点包含一对共轭复数根 $-0.5 \pm j$, 试写出另外一个闭环极点, 并指出开环零点在 s 平面的位置。

4. (3 分) 已知一负反馈最小相位系统的开环增益为 5, 其幅值裕度为 20dB。给出保证闭环系统稳定的开环增益的取值范围。

5. (6 分) 设一环节的传递函数为 $G(s) = \frac{\tau_1 s + 1}{\tau_2 s + 1}$, 若此环节为超前校正装置, 试给出 τ_1, τ_2

应满足的条件, 说明此装置在校正中起的作用, 并指出其提供的最大超前相角位于系统三频段中的频段位置。

6. (3 分) 已知系统的传递函数为 $G(s) = \frac{s+1}{s^2 + 10s + a}$, 设该系统状态完全可控且完全可观测,

写出 a 应满足的条件。

7. (4 分) 已知线性系统 $\begin{cases} \dot{x} = Ax + bu \\ y = cx \end{cases}$ 的传递函数为 $G(s) = \frac{2s+1}{(s+2)(s+1)}$, 将其进行状态

线性非奇异坐标变换 $x = Tz$, 试写出变换后系统的传递函数和系统特征值。

二、(24 分) 已知系统方框图如图 1 所示。要求:

1. (8 分) 试利用梅逊公式或方框图化简, 求闭环传递函数 $Y(s)/U(s)$ 。

2. (8 分) 写出系统的状态空间表达式。

3. (8 分) 判别系统的能控性和能观性。

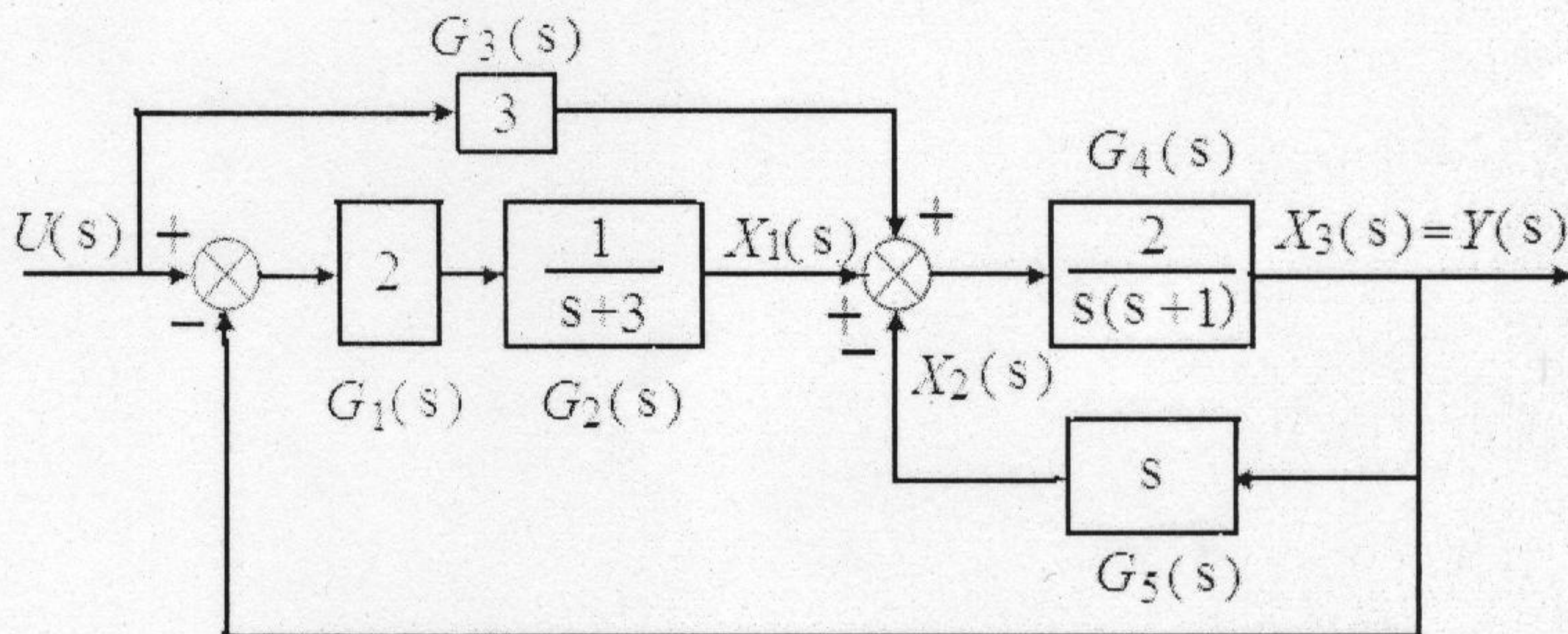


图 1 (题二图)

三、(20 分) 控制系统结构如图 2 所示:

- (10 分) 已知 $K_1=5, K_2=0.8$, 试计算系统的动态性能指标 $\sigma_p, t_s(\Delta=0.05)$;
- (10 分) 若要求在输入 $r(t)=t$ 作用下的稳态误差终值满足 $e_{ss}=0.1$, 且要求 σ_p 保持不变, 试确定 K_1, K_2 的取值; 并指出此时对系统响应快速性的影响。

四、(16 分) 已知负反馈系统的开环传递函数

$$G(s) = \frac{K_1}{s(s+3)^2}$$

- (8 分) 绘制在 $K_1=0 \rightarrow \infty$ 时系统根轨迹;
- (8 分) 确定系统稳定时开环放大倍数的取值范围; 指出闭环系统阶跃响应具有衰减振荡时开环放大倍数的取值范围。

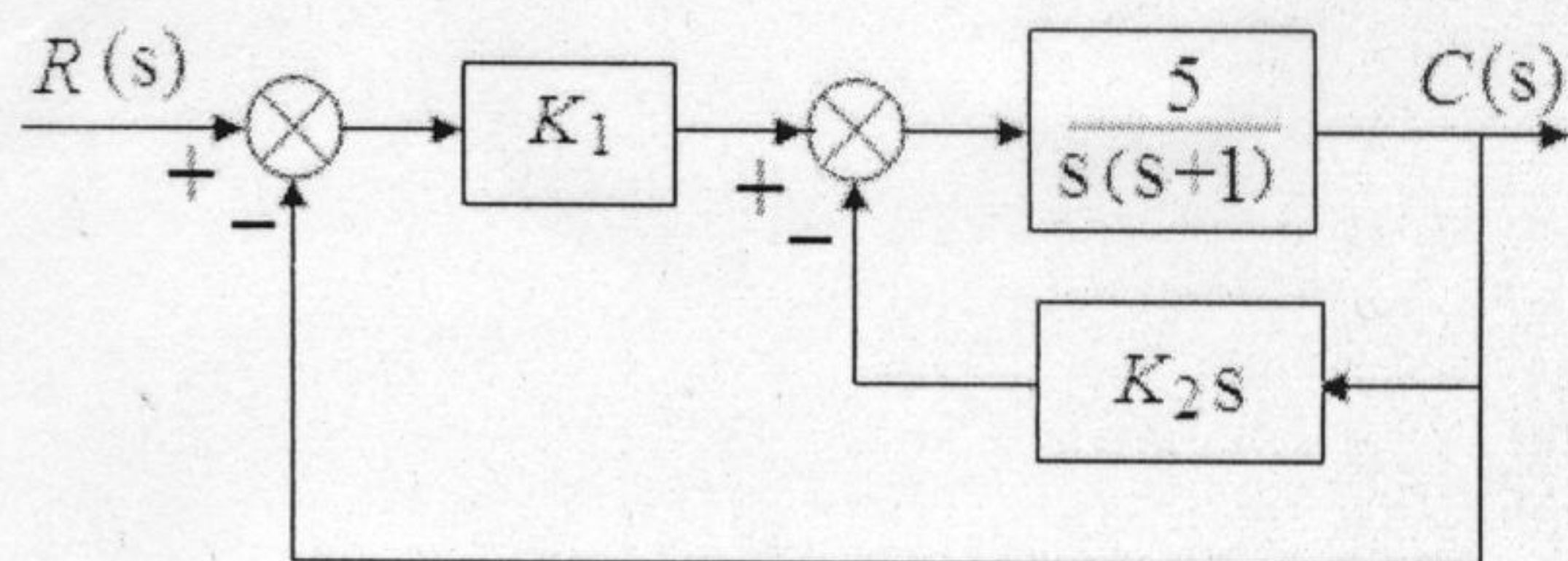


图 2 (题三图)

五、(18 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(\tau s+1)}{s^2}$, $\tau > 0, K > 0$

- (9 分) 试绘制开环频率特性的 Nyquist 曲线, 并判断 $K > 0$ 时闭环系统的稳定性;
- (9 分) $K=2\sqrt{2}$, 欲使相角裕量为 $\gamma=45^\circ$, 确定 τ 的取值。

六、(20 分) 已知单位负反馈最小相位系统的开环频率特性的 Nyquist 曲线图和对数幅频特性曲线图分别如图 3 (a) 和 (b) 所示, 且已知在 A 点处的频率为 $\omega_A=6\text{rad/s}$ 。

- (12 分) 确定开环传递函数和图中曲线与坐标交点的频率 ω_c ;
- (4 分) 在 Nyquist 图中标出幅值穿越频率 ω_c , 相角穿越频率 ω_g , 相角裕度 γ 和幅值裕度 k_g 。
- (4 分) 判别此时闭环系统的稳定性。

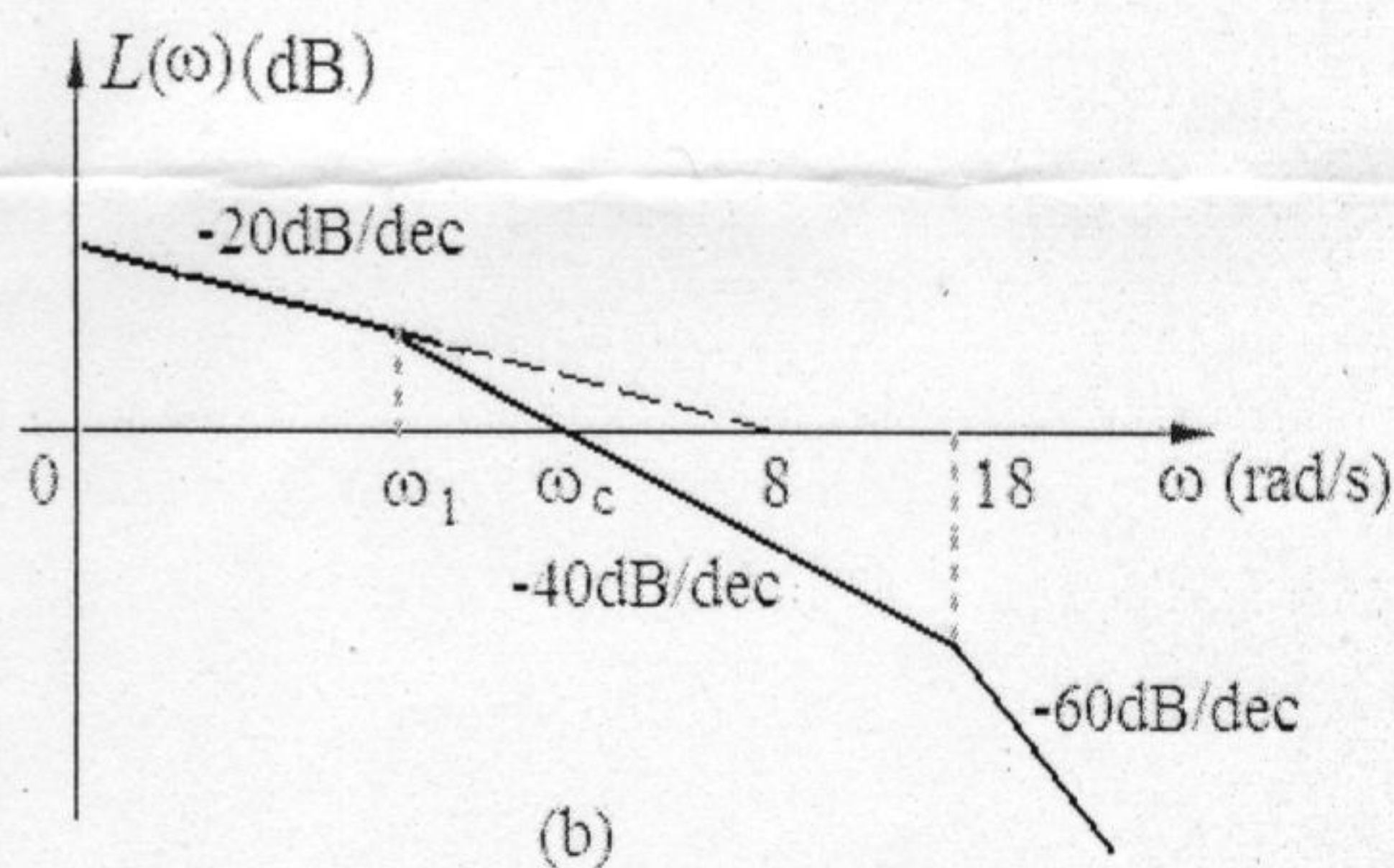
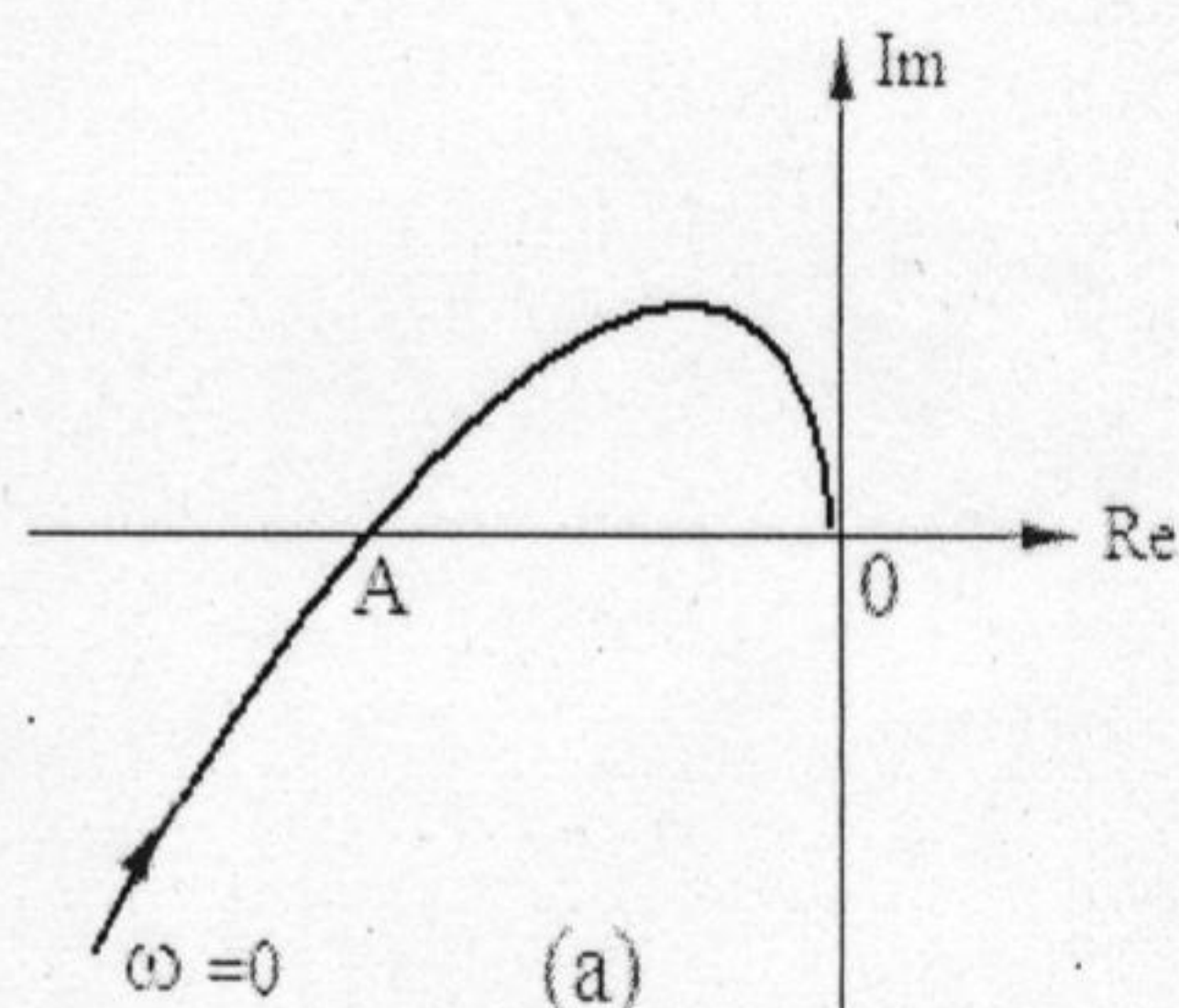


图 3 (题六图)

七、(22 分) 设系统的状态空间表达式为

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

$$y = [1 \quad 0]x$$

- (8 分) 若系统动态性能不满足要求, 可否通过状态反馈进行任意极点配置? 若指定极点为 $(-3, -4)$, 试求状态反馈阵。
- (8 分) 若状态不可直接测量, 试设计全维状态观测器, 使观测器极点均配置在 -10 处。
- (6 分) 画出利用以上设计的观测器实现状态反馈的整个闭环系统的模拟结构图。