

考试科目: (828) 自动控制理论 共 5 页

★★★★ 答题一律做在答题纸上, 做在试卷上无效。★★★★

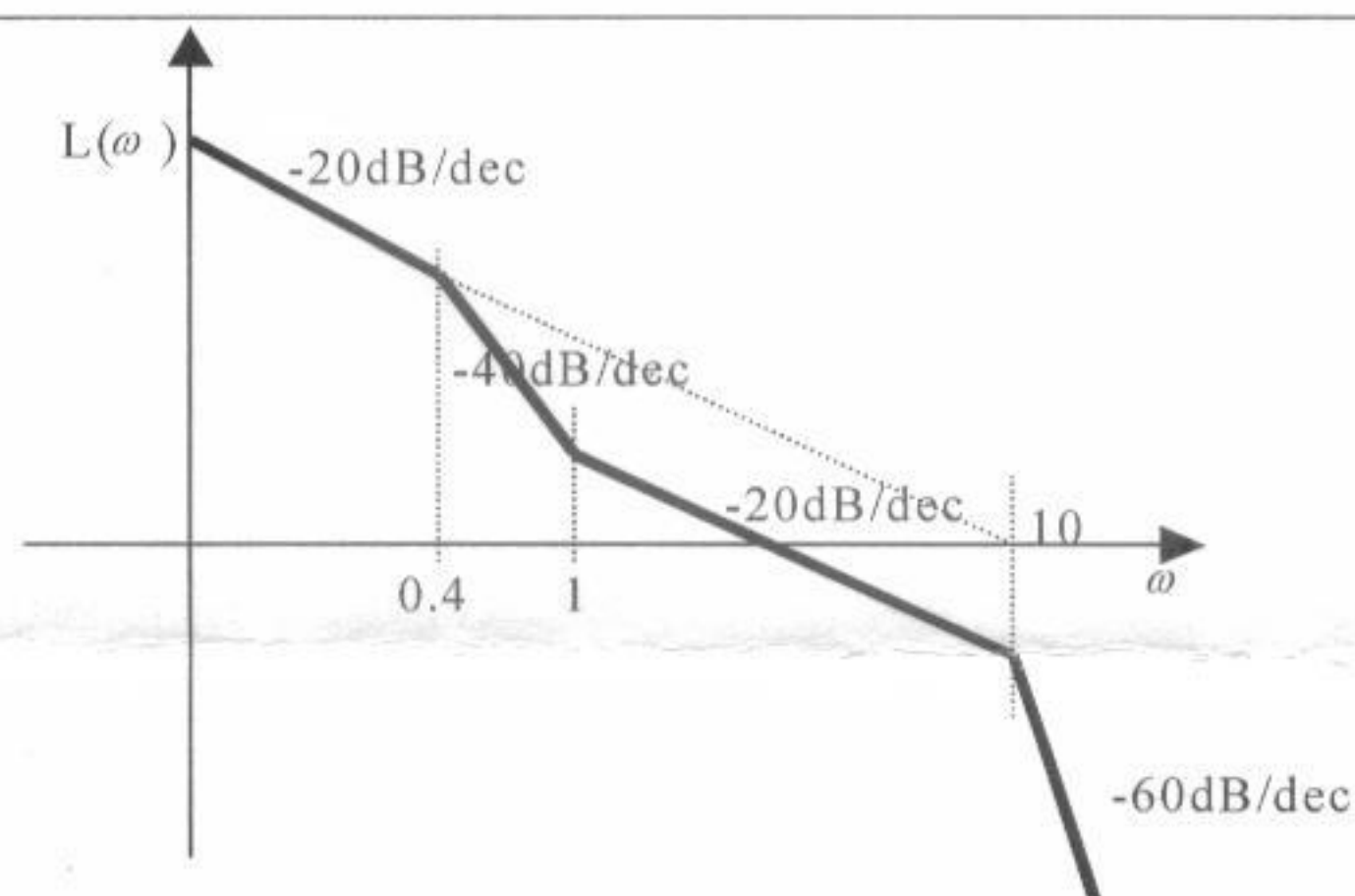
(本卷共 18 题, 满分 150 分。第 1-7 题为简答题, 第 8-12 题为填空题, 第 13-18 题为计算分析和证明题。)

第一部分 简答题 (共 7 题, 每题 5 分, 共 35 分。答题必须简明扼要。)

- 1 从控制的观点分析飞机在气流中和轮船在海浪中能保持预定航向行驶的原因。
- 2 惯性环节在什么条件下可以近似为比例环节? 在什么条件下可以近似为积分环节?
- 3 列举 3 种非线性系统与线性系统特性的不同之处。
- 4 在调试某个采用 PI 控制器的控制系统时, 发现输出持续震荡。试分析可采取哪些措施解决问题?
- 5 控制系统中积分环节越多, 对于控制系统的性能有怎样的影响?
- 6 零阶保持器传递函数 $G_h(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}$ 中是否包含积分环节? 为什么?
- 7 某个被控对象的模型为 $H(s)$, 有人认为只要在被控对象前串联环节 $\frac{1}{H(s)}$, 这个开环控制系统就具有很好的性能。这种做法可行吗? 为什么?

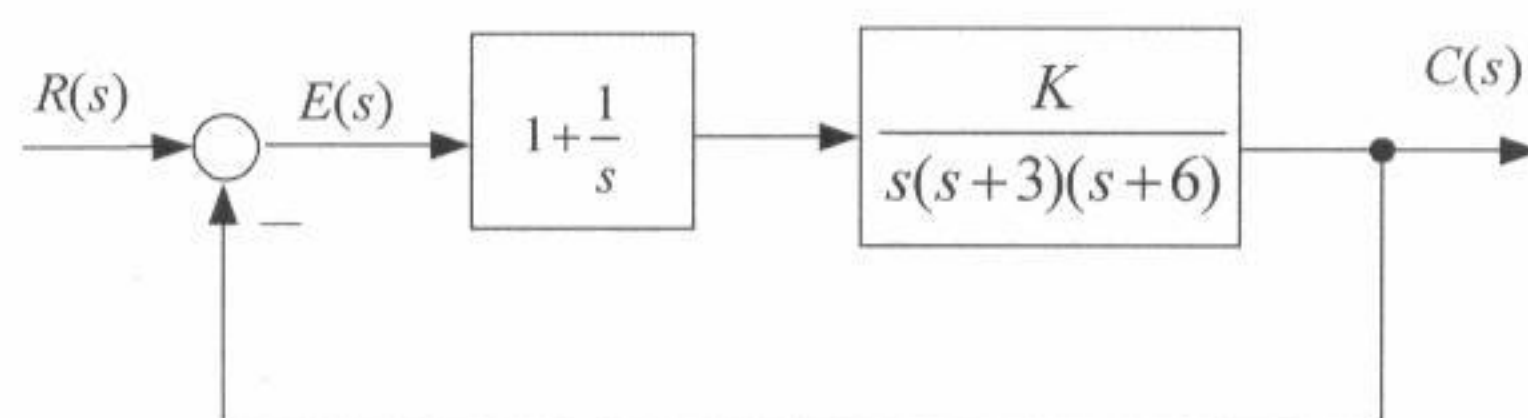
第二部分 填空题 (共 5 题, 每题 6 分, 共 30 分。)

- 8 某最小相位系统的开环对数幅频特性的渐近线如图所示。该系统的开环传递函数为_____。



第 8 题图

- 9 图示系统要求在 $r(t) = t^2$ 作用下的稳态误差 $e_{ss} \leq 0.5$ ，则满足要求的 K 值范围为_____。



第 9 题图

- 10 零初始条件下，某系统在单位脉冲 $\delta(t)$ 作用下的响应为 $k(t) = 5e^{-2t} + 10e^{-5t}$ 。该系统的输入输出间的传递函数为_____，该系统输入 $u(t)$ 与输出 $y(t)$ 间的微分方程为_____。（每空 3 分）

- 11 已知某单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s)H(s) = \frac{K(2s+1)(s+1)}{s^2(Ts+1)}, \quad K > 0, T > 0$$

在单位跃阶 $1(t)$ 、单位斜坡 t 、单位加速度 t^2 作用下系统的稳态误差分别为_____，_____，_____。（每空 2 分）

- 12 控制系统的开环传递函数分别为如下的表达式，判断闭环系统的稳定性。（请填写稳定、不稳定、临界稳定、或稳定状态无法确定）（每空 2 分）

(1) $G(s) = \frac{10}{s^2}$ _____。

$$(2) \quad G(s) = \frac{K(0.4s+1)}{s^2(0.1s+1)}, \quad (K > 0) \quad \underline{\hspace{2cm}}。$$

$$(3) \quad G(s) = \frac{K(0.45s+1)}{(0.4s+1)(0.5s+1)(0.6s+1)}, \quad (K > 0) \quad \underline{\hspace{2cm}}。$$

第三部分 计算分析和证明题 (共 6 题, 共 85 分。要求写出详细的解答步骤。)

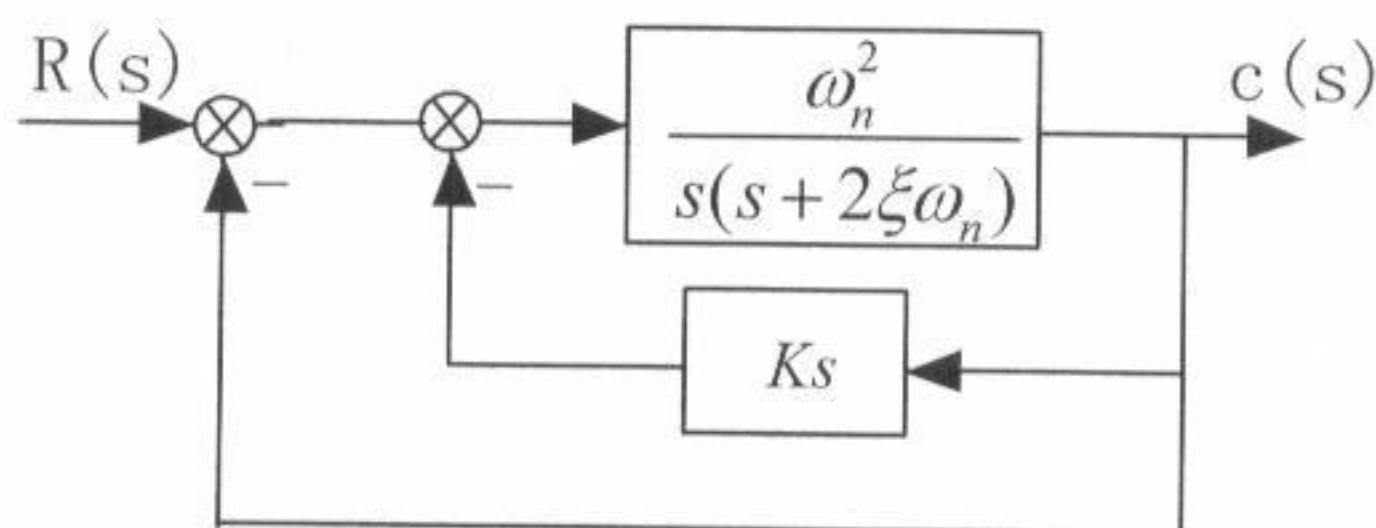
13 如果某个离散控制系统的输入信号为 $f(t) = 5e^{-10t}$, 试根据采样定理选择合理的采样周期 T 。设信号中的最高频率 ω_m 定义为 $|F(j\omega_m)| = 0.1|F(0)|$ 。(本题满分 13 分)

14 已知描述某控制系统的运动方程组如下:

$$\begin{cases} x_1(t) = r(t) - c(t) + n_1(t) \\ x_2(t) = K_1 x_1(t) \\ x_3(t) = x_2(t) - x_5(t) \\ T \frac{dx_4(t)}{dt} = x_3(t) \\ x_5(t) = x_4(t) - K_2 n_2(t) \\ K_0 x_5(t) = \frac{d^2 c(t)}{dt^2} + \frac{dc(t)}{dt} \end{cases}$$

其中, $r(t)$ 为输入量, $c(t)$ 为输出量; $n_1(t), n_2(t)$ 为系统的扰动信号。 $x_1(t) \sim x_5(t)$ 为控制系统的中间变量, K_1, K_2, K_3 为常量, T 为时间常数。试画出该系统的结构框图, 并求传递函数 $C(s)/N_2(s)$ 。(本题满分 15 分)

15 图示为采用速度反馈控制的系统 ($K > 0$), 试分析速度反馈校正对整个系统性能的影响。(本题满分 12 分)



第 15 题图

16 某个非线性系统的状态方程为

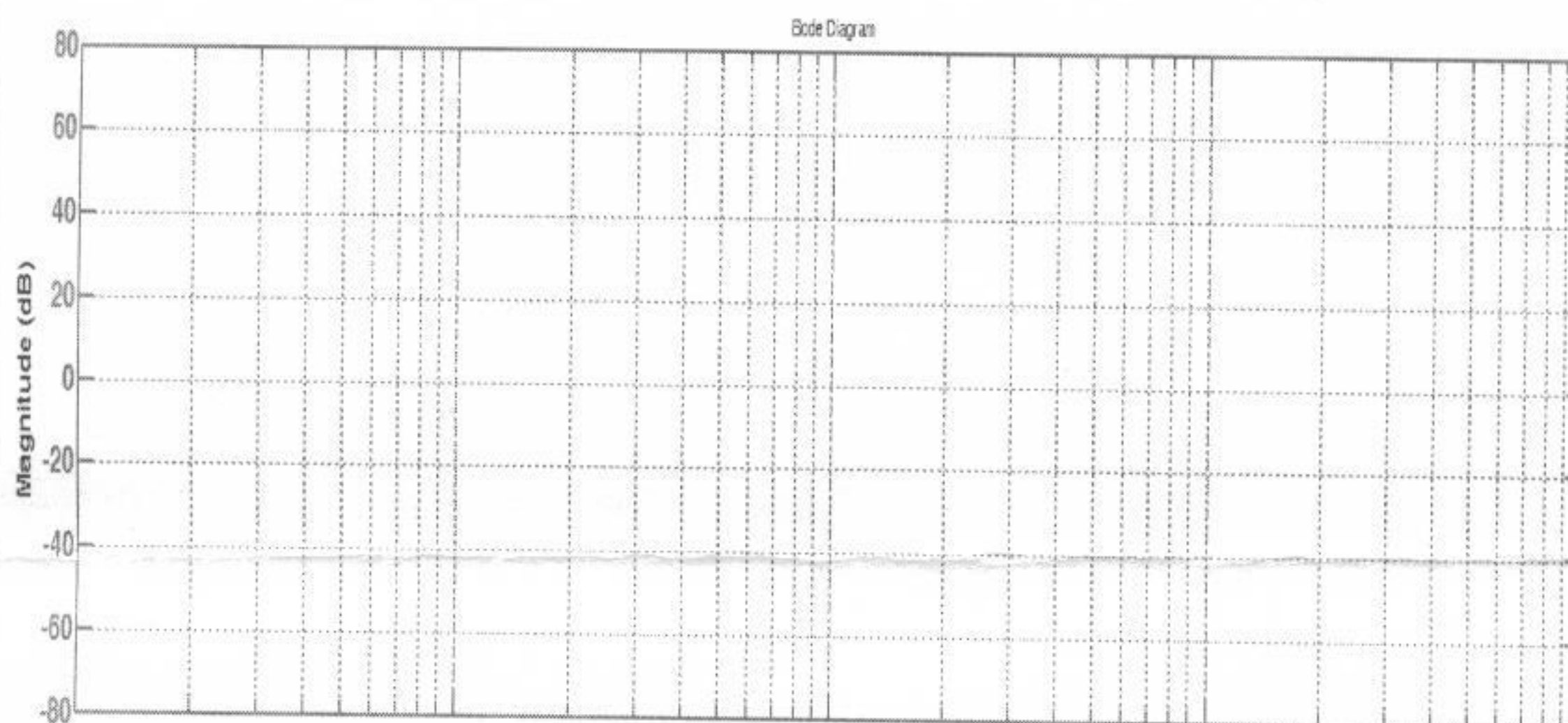
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 - x_1(x_1^2 + x_2^2) \\ \dot{x}_2 = -x_1 - x_2(x_1^2 + x_2^2) \end{cases}$$

分析该系统平衡状态的稳定性。(本题满分 14 分)

17 某系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{2000(\frac{s}{5} + 1)^2}{s(s+1)(s^2 + 4s + 100)}$$

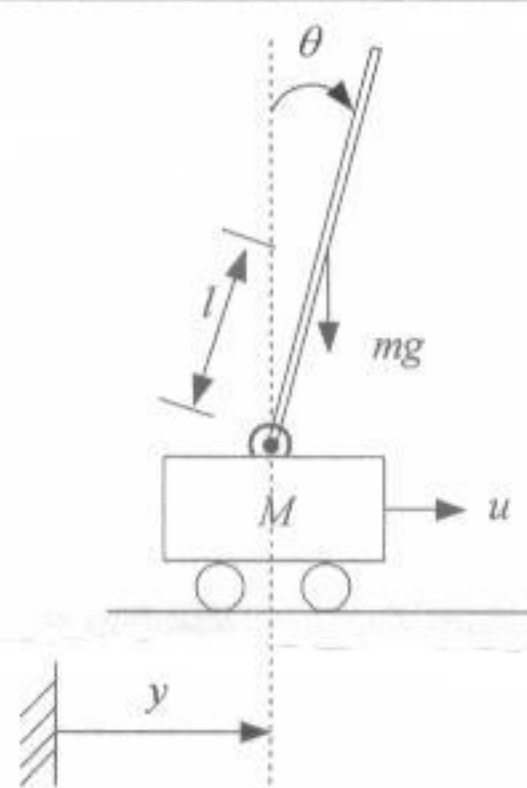
画出开环幅频特性的渐近线(在横纵坐标上标出有关点的数值)。(本题满分 14 分)



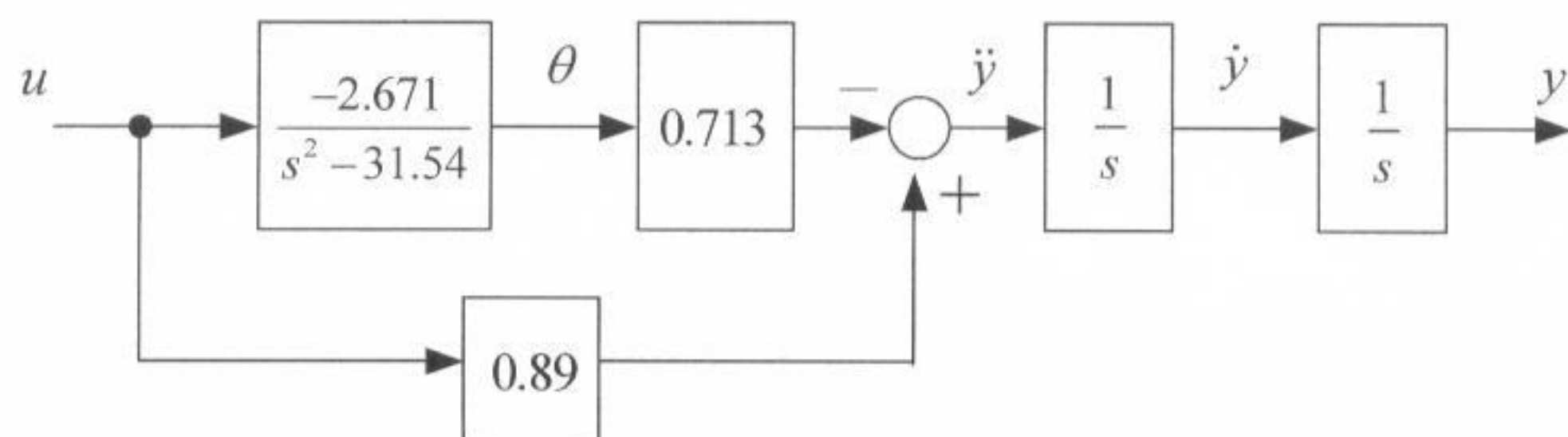
第 17 题图

18 某个小车-倒立摆系统及其框图如图 18 所示。

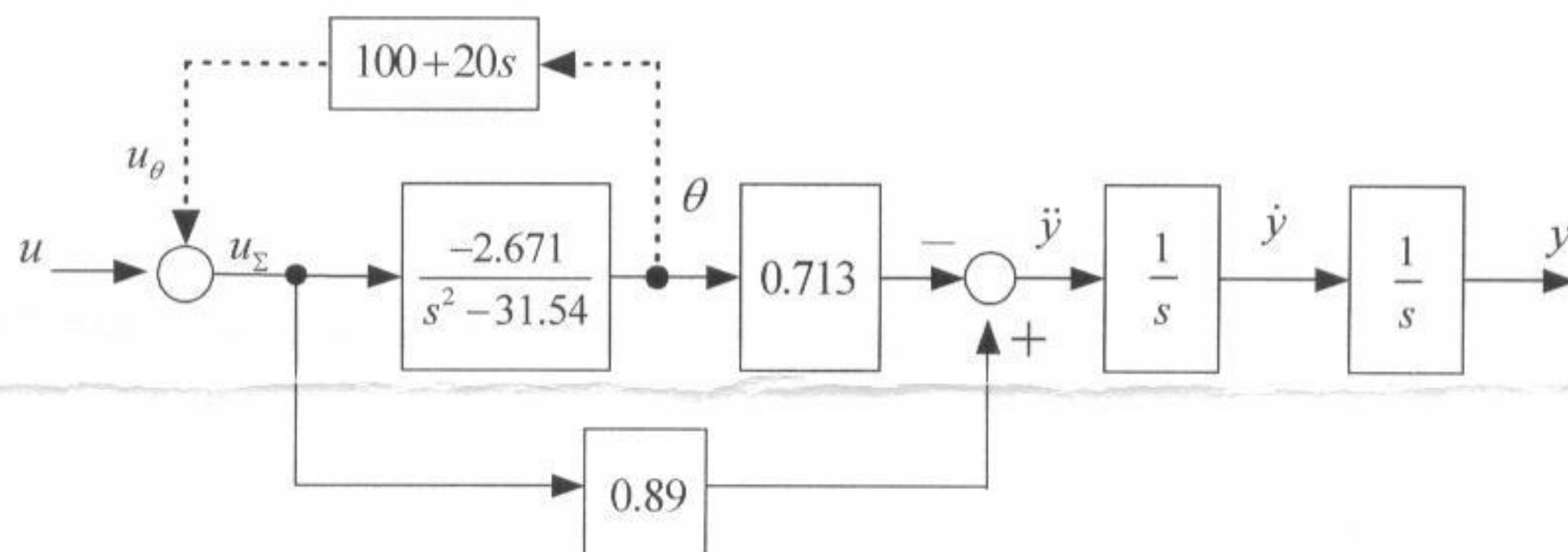
- (1) 证明小车-倒立摆系统是不稳定的, 图 18 (a) (b)。(3 分)
- (2) 证明加角度 PD 反馈校正后, 小车-倒立摆系统是一个稳定的非最小相位系统, 图 18 (c)。(5 分)
- (3) 整个闭环系统, 图 18 (d), 为状态反馈系统, 写出系统的状态方程模型。(9 分)



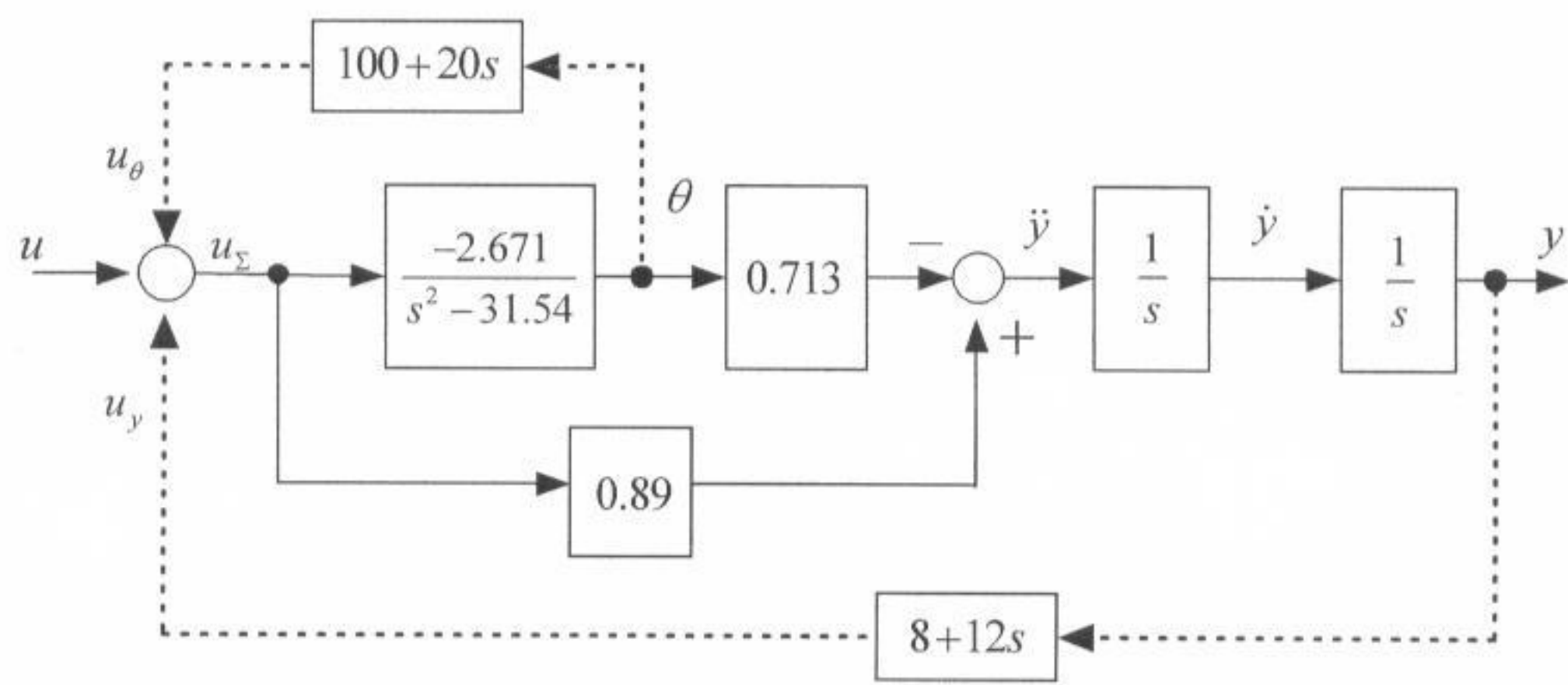
第 18 题图(a)



图(b)



图(c)



图(d)