

控制工程基础课后习题

第一章 概论

1-1 在给出的几种答案里，选择正确的答案。

- (1) 以同等精度元件组成的开环系统和闭环系统，其精度_____。
(A) 开环高 (B) 闭环高 (C) 相差不多 (D) 一样高
- (2) 系统的输出信号对控制作用的影响_____。
(A) 开环有 (B) 闭环有 (C) 都没有 (D) 都有
- (3) 对于系统抗干扰能力_____。
(A) 开环强 (B) 闭环强 (C) 都强 (D) 都不强
- (4) 作为系统_____。
(A) 开环不振荡 (B) 闭环不振荡
(C) 开环一定振荡 (D) 闭环一定振荡

1-2 试比较开环系统和闭环系统的优缺点。

1-3 举出 5 个身边控制系统的例子，试用职能方块图说明其基本原理，并指出是开环还是闭环控制。

第二章 控制系统的动态数学模型

2-1 试求下列函数的拉式变换：

- (1) $f(t) = (4t + 5)\delta(t) + (t + 2) \cdot 1(t)$;
- (2) $f(t) = \sin\left(5t + \frac{\pi}{3}\right) \cdot 1(t)$;
- (3) $f(t) = \begin{cases} \sin t, & 0 \leq t \leq \pi \\ 0, & t < 0, t > \pi \end{cases}$;
- (4) $f(t) = \left[4 \cos\left(2t - \frac{\pi}{3}\right)\right] \cdot 1\left(t - \frac{\pi}{6}\right) + e^{-5t} \cdot 1(t)$;

2-2 试求下列函数的拉式反变换：

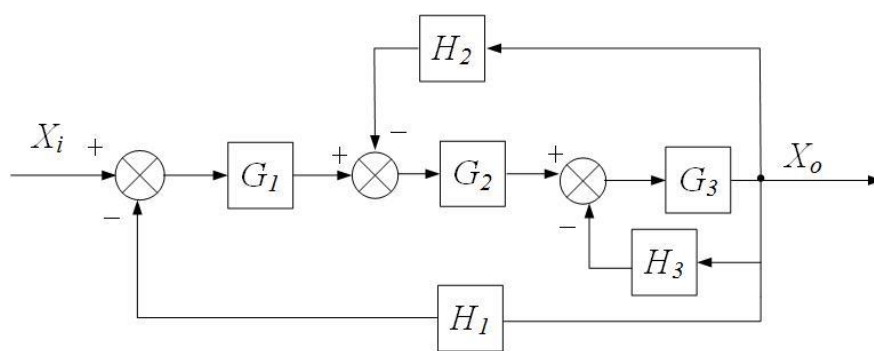
$$(2) F(s) = \frac{1}{s^2 + 4};$$

$$(4) F(s) = \frac{e^{-s}}{s-1};$$

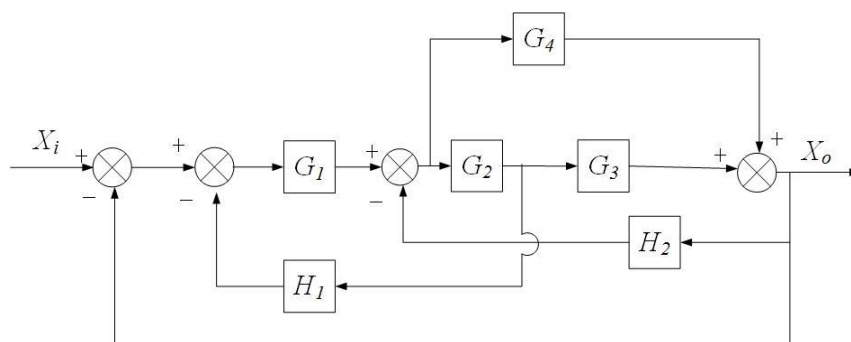
2-3 用拉式变换法解下列微分方程：

$$(2) \frac{dx(t)}{dt} + 10x(t) = 2, \text{ 其中 } x(0) = 0;$$

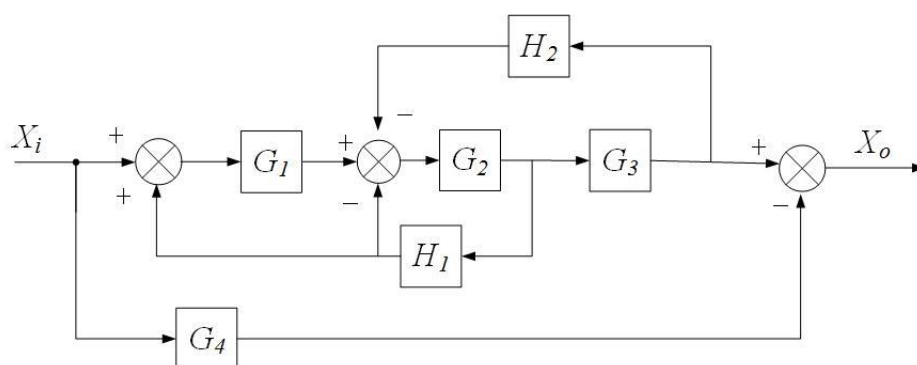
2-6 化简下列方块图（题图 2-6），并确定其传递函数。



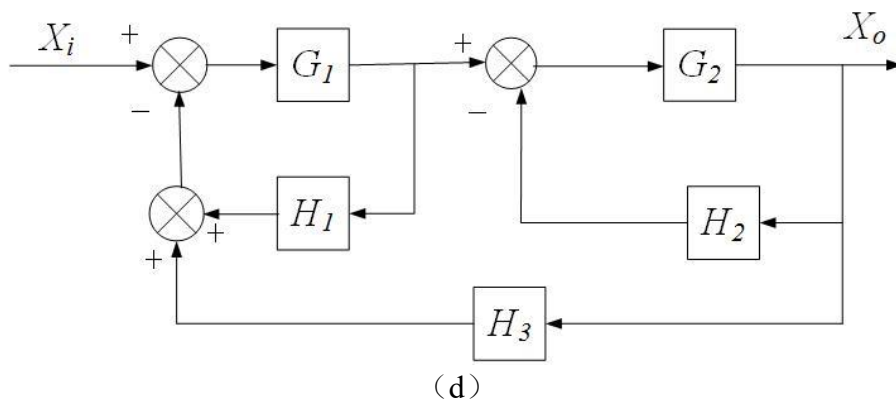
(a)



(b)



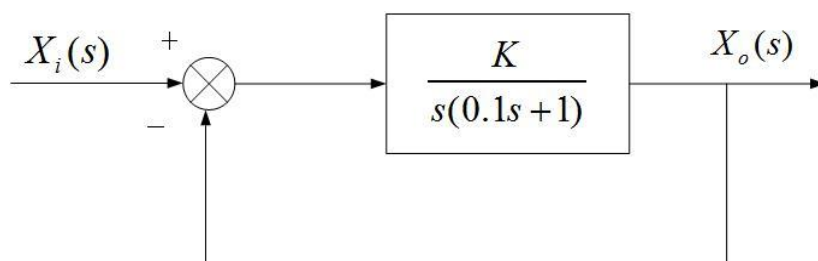
(c)



第三章 控制系统的时域响应分析

3-5 设单位反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{4}{s(s+5)}$ ，试求该系统的单位阶跃响应和单位脉冲响应。

3-6 试求题图 3-6 所示的闭环传递函数，并求出闭环阻尼比为 0.5 时所对应的 K 值。



题图 3-6

3-8 已知一系统由下述微分方程描述：

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + 2\xi \frac{dy}{dt} + y = x, \quad 0 < \xi < 1$$

当 $x(t) = 1(t)$ 时，试求最大超调量。

3-9 设有一系统的传递函数为 $\frac{X_o(s)}{X_i(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$ ，为使系统对阶跃

响应有 5% 的超调量和 2s 的调整时间，试求 ξ 和 ω_n 。

思考题

3-7 设单位反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$ ，试求系统的上升时间、

峰值时间、最大超调量和调整时间。当 $G(s) = \frac{K}{s(s+1)}$ 时，试分析放大倍数 K

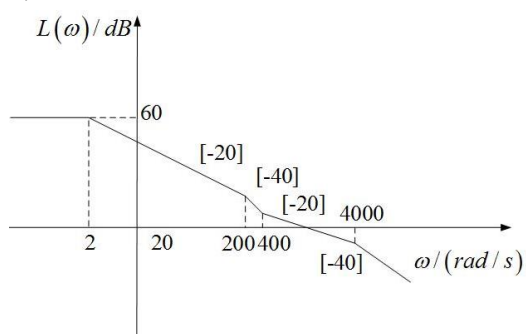
对单位阶跃输入产生的输出动态过程特性的影响。

第四章 控制系统的频率特性

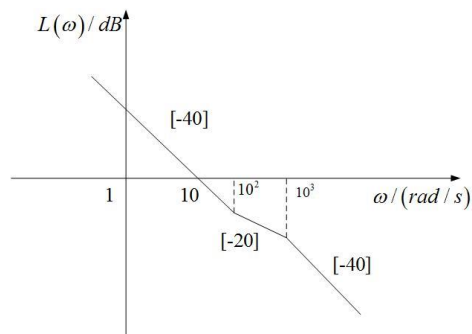
4-4 某系统传递函数 $G(s) = \frac{5}{0.25s+1}$ ，当输入为 $5\cos(4t-30^\circ)$ 时，试求系统的

的稳态输出。

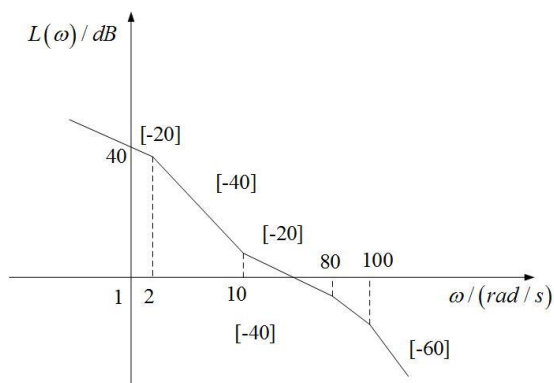
4-6 题图 4-6 均是最小相位系统的开环对数幅频特性曲线，试写出其开环传递函数。



(a)



(c)



(d)

4-8 试画出下列传递函数的伯德图：

$$(1) G(s) = \frac{20}{s(0.5s+1)(0.1s+1)}; \quad (2) G(s) = \frac{2s^2}{(0.4s+1)(0.04s+1)};$$

$$(3) G(s) = \frac{50(0.6s+1)}{s^2(4s+1)};$$

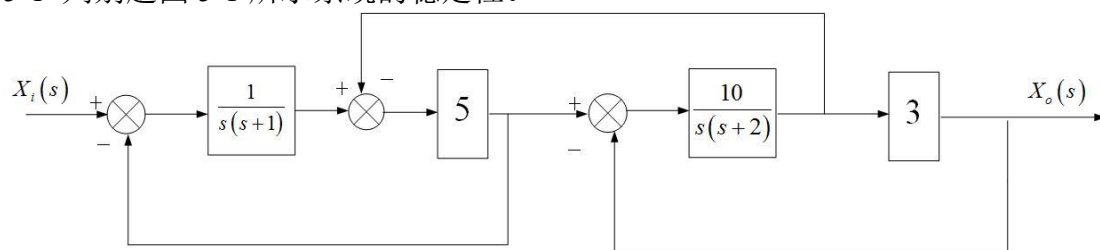
4-15 试画出下列系统的乃氏图：

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

$$(3) G(s) = \frac{(0.2s+1)(0.025s+1)}{s^2(0.005s+1)(0.001s+1)}。$$

第五章 控制系统的稳定性分析

5-1 判别题图 5-1 所示系统的稳定性。



题图 5-1

5-4 对于如下特征方程的反馈控制系统，试用代数判据求系统稳定的 K 值范围。

$$(1) s^4 + 22s^3 + 10s^2 + 2s + K = 0;$$

$$(2) s^4 + 20Ks^3 + 5s^2 + (10+K)s + 15 = 0;$$

$$(3) s^3 + (K+0.5)s^2 + 4Ks + 50 = 0;$$

$$(4) s^4 + Ks^3 + s^2 + s + 1 = 0。$$

第六章 控制系统的误差分析和计算

6-1 试求单位反馈系统的静态位置、速度、加速度误差系数及其稳态误差。设输

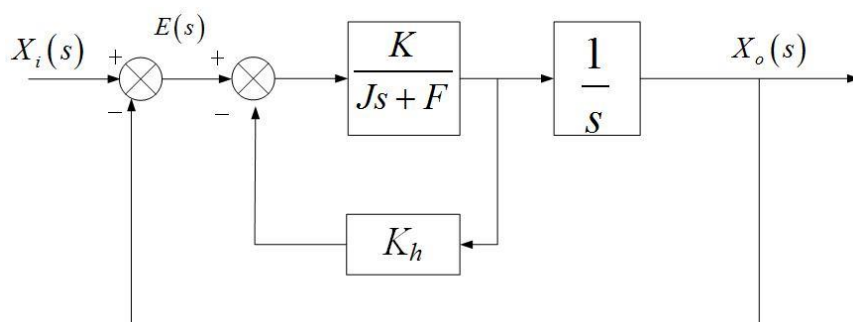
入信号为单位阶跃、单位斜坡和单位加速度，其系统开环传递函数分别如下：

$$(1) \quad G(s) = \frac{50}{(0.1s+1)(2s+1)}; \quad (2) \quad G(s) = \frac{K}{s(0.1s+1)(0.5s+1)};$$

$$(3) \quad G(s) = \frac{K}{s(s^2+4s+200)}; \quad (4) \quad G(s) = \frac{K(2s+1)(4s+1)}{s^2(s^2+2s+10)}。$$

6-8 对于题图 6-8 所示系统，试求：

- (1) 系统在单位阶跃信号作用下的稳态误差；
- (2) 系统在单位斜坡作用下的稳态误差；
- (3) 讨论 K_h 和 K 对 e_{ss} 的影响。



题图 6-8