

一、(15分) 分别用下列方法求图1所示系统的传递函数。

(1) 结构图等效变换; (7分)

(2) 梅森公式。(8分)

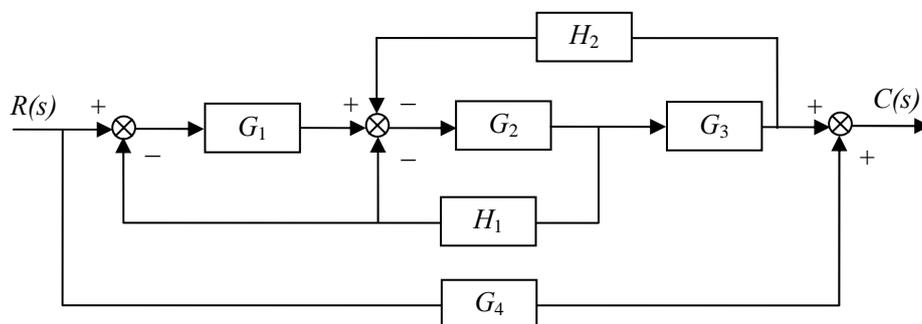


图1

二、(15分) 已知控制系统结构图如图2所示。

(1) 当不存在速度反馈 ( $b=0$ ) 时, 试确定单位阶跃输入时系统的阻尼系数, 自然频率, 最大超调量, 以及由单位斜坡输入所引起的稳态误差; (8分)

(2) 确定系统阻尼比等于0.8时的速度反馈常数  $b$  的值, 并确定在单位阶跃输入时系统的最大超调量和单位斜坡输入所引起的稳态误差。(7分)

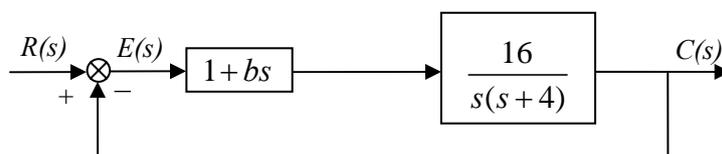


图2

三、(15分) 设系统结构图如图3所示, 误差定义为  $E(s) = R(s) - C(s)$ , 试确定参数  $K_1$  和  $T_0$ , 使以下条件同时满足:

(1) 在  $r(t) = t$  作用下无稳态误差; (8分)

(2) 在  $n(t) = t$  作用下稳态误差的绝对值不大于 0.05。(7分)

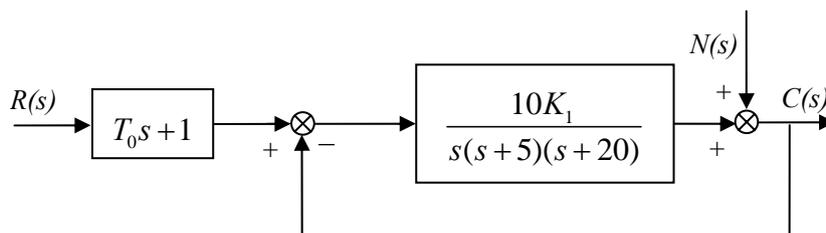


图3

四、(15分) 设单位负反馈控制系统的开环传递函数为： $G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+7)}$

- (1) 绘制系统的根轨迹图；(8分)
- (2) 确定系统稳定时  $K$  的最大值；(4分)
- (3) 确定阻尼比  $\xi=0.707$  时的  $K$  值。(3分)

五、(15分) 设系统的开环传递函数为： $G(s) = \frac{K}{s(s-1)(0.2s+1)}$ ，其中  $K=10$ 。

- (1) 绘制该系统的奈氏图；(10分)
- (2) 应用奈氏稳定判据判断其闭环系统的稳定性。(5分)

六、(15分) 绘制开环传递函数  $G(s) = \frac{K}{(s+1)(3s+1)(7s+1)}$  的伯德图；若增益交界频率为  $\omega_c = 3$ ，求系统的增益  $K$ 。

七、(20分) 已知采样系统结构如图4所示，其中  $ZOH = \frac{1-e^{-Ts}}{s}$ ，采样周期  $T=1s$ ，

$$e_2(k) = e_2(k-1) + e_1(k),$$

- (1) 求  $D(z)$ ；(5分)
- (2) 求脉冲传递函数；(5分)
- (3) 试确定系统稳定时的  $k$  值范围。(10分)

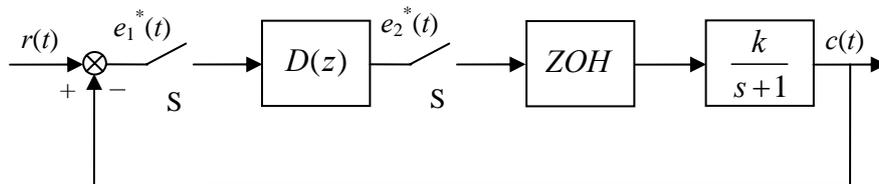


图4

八、(20分) 建立一个合理的系统模型是进行系统分析和设计的基础。已知一单输入单输出线性定常系统的微分方程为： $\ddot{y}(t) + 4\dot{y}(t) + 3y(t) = \ddot{u}(t) + 6\dot{u}(t) + 8u(t)$

- (1) 给出状态空间模型（可控标准型），并画出对应的状态变量图；(15分)
- (2) 归纳总结上述的实现过程，试简述由一个系统的  $n$  阶微分方程建立系统状态空间模型的思路。(5分)

九、(20分) 双足直立机器人可以近似为一个倒立摆装置，假设倒立摆系统的一个平衡点线性化状态空间模型如下：

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 11 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} u, \quad y = [1 \ 0 \ 0 \ 0]x$$

其中，状态变量  $x = [y \ \dot{y} \ \theta \ \dot{\theta}]^T$ ， $y$  是小车的位移， $\theta$  是摆杆的偏移角， $u$  是作用在小车上的动力。

(1) 判断系统的能控性；(5分)

(2) 双足直立机器人被人推了一把而偏离垂直面，那么根据倒立摆原理，请问双足直立机器人在该扰动推力消失后还能回到垂直面位置吗？(5分)

(3) 如果不能，那么请你从控制学的角度，给出能够使双足直立机器人在扰动推力消失后回到垂直面位置的方法；(5分)

(4) 请结合倒立摆模型，简单叙述双足直立机器人能控性的含义。(5分)

**【完】**