

# 南京理工大学

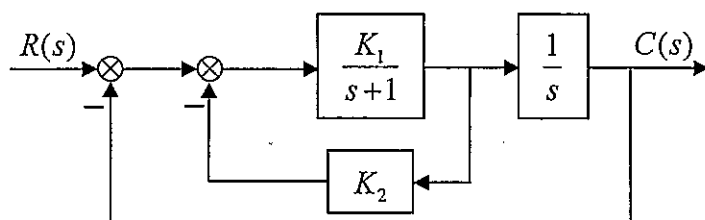
## 2010 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 2010010033

考试科目: 控制理论基础 (满分 150 分)

考生注意: 所有答案 (包括填空题) 按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分!

1、(20 分) 设控制系统结构如下图所示:



试求:

- (1) 若系统阻尼比和自然频率分别为:  $\xi = 0.707$ ,  $\omega_n = 2 \text{ rad/s}$ 。求  $K_1$ 、 $K_2$  的值, 并求出此时系统阶跃响应的峰值时间  $t_p$ , 调节时间  $t_s$  (误差带取  $\Delta = \pm 5\%$ ) 和超调量  $\sigma\%$ ;
- (2) 若要使系统有两个相等的实根  $s_{1,2} = -10$ , 求此时相应的  $K_1$ 、 $K_2$  值。

2、(10 分) 已知单位负反馈系统开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{4}{s(s+2)}$$

试求系统在输入为  $r(t) = 1 + 2t + \sin t$  时的稳态误差  $e_{ss}$ 。

3、(10 分) 已知控制系统开环传递函数为:

$$G(s)H(s) = \frac{K(s+3)}{s(s-1)}, \quad K > 0$$

试绘制系统开环幅相曲线, 并利用 Nyquist 稳定判据分析闭环系统的稳定性。

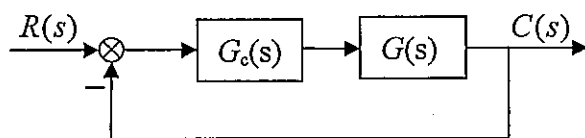
4、(10 分) 某单位负反馈系统开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{K}{s(0.5s+1)(0.1s+1)}, \quad K > 0$$

已知其相角裕度  $\gamma = 45^\circ$ , 试求:

- (1) 此时  $K$  的值;
- (2) 绘制出此时系统的概略 Bode 图。

5、(15 分) 控制系统结构如下图所示：

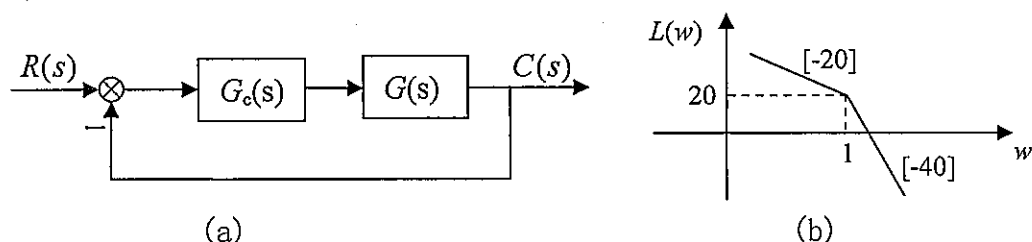


已知：  $G(s) = \frac{K}{s(s+0.5)(s+1.5)}$ ，其中  $K > 0$

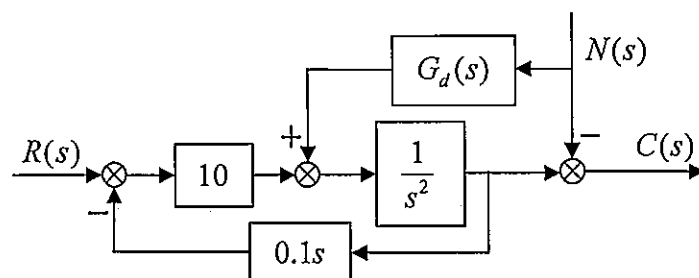
试求：

- (1) 当  $G_c(s) = 1$  时，绘制此时闭环系统的概略根轨迹图；
- (2) 若采用 PD 控制器，即  $G_c(s) = 1 + s$ ，绘制此时闭环系统的概略根轨迹图；
- (3) 简要说明 PD 控制器对系统性能的影响。

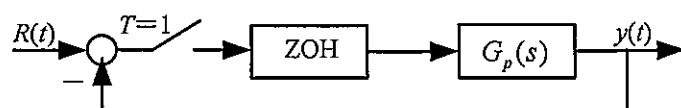
6、(15 分) 某控制系统结构如图(a)所示， $G_c(s)$ 为校正环节，最小相位系统  $G(s)$  的对数幅频特性如图(b)所示。若要求系统校正后截止频率  $\omega_c \geq 4.4 \text{ rad/s}$ ，相角裕度  $\gamma \geq 45^\circ$ ，试设计校正环节  $G_c(s)$ 。



7、(10 分) 控制系统结构如下图所示。若要使输出  $C(s)$  不受  $N(s)$  的影响，求此时的  $G_d(s)$ 。

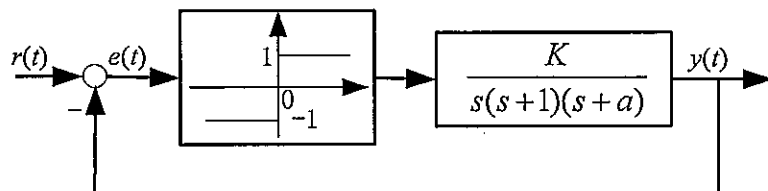


8、(15 分) 某闭环离散系统如图所示，其中 ZOH 为零阶保持器， $G_p(s)$ 为连续对象的传递函数。已知采样周期  $T=1$ ， $G_p(s) = \frac{2}{s+2}$ 。

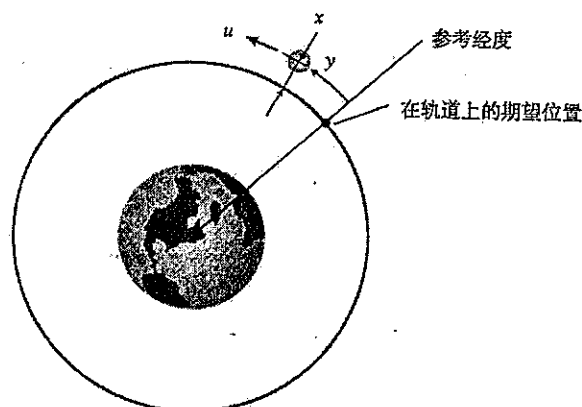


- (1) 试确定系统的闭环传递函数；
- (2) 当  $r(t) = 1(t)$  (即单位阶跃信号) 时，试确定系统输出响应的初值和终值。

9、(10 分) 非线性结构如图所示, 若希望在输出端得到  $\omega = 2\text{rad/s}$ , 幅值为  $A = 4$  的等幅振荡的周期信号, 试确定此时系统参数  $K$  和  $a$  的值。



10、(20 分) 已知同步卫星的运动方程为:  $\ddot{x} - 2\omega\dot{y} - 3\omega^2x = 0$ ,  $\ddot{y} + 2\omega\dot{x} = u$   
其中,  $x$  为径向波动,  $y$  为轴向位置波动,  $u$  为  $y$  方向的引擎力,  $\omega$  为常数 (注: 若卫星运行与地球同步, 则  $\omega = 2\pi/(3600 \times 24)$  弧度/秒), 如图所示。



- (1) 若选取  $[x \quad \dot{x} \quad y \quad \dot{y}]^T$  为状态向量, 以  $y$  为输出, 试写出系统的状态空间表达式;
- (2) 请判断该系统状态的可观测性。假设  $y$  为可测变量, 试为该系统设计一个全维状态观测器, 并使其极点位于  $s = -2\omega, -3\omega$  和  $-3\omega \pm 3\omega j$ 。

11、(15 分) 已知状态完全可观测的线性定常系统状态方程为:  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}u$ , 而  $y = \mathbf{C}\mathbf{x}$ , 而  
且方程  $\mathbf{A}^T\mathbf{P} + \mathbf{P}\mathbf{A} = -\mathbf{C}^T\mathbf{C}$  有正定对称解阵  $\mathbf{P}$ , 试证明系统是渐近稳定的。