

# 北京航空航天大学 2007 年 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 434

## 机械电子工程综合 (共 5 页)

考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)

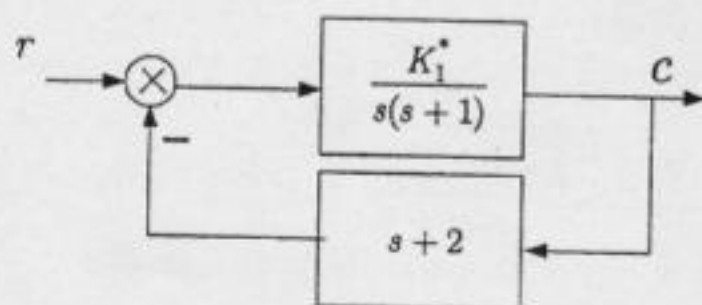
### 自动控制原理部分 (共六大题, 总 90 分)

一、(本题 15 分, 第一小题 8 分, 第二小题 4 分, 第三小题 3 分) 考虑如题一图所示的两个系统(a)和(b),

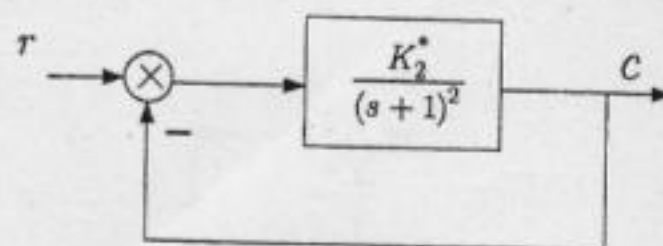
(1). 分别画出当开环根轨迹增益  $K_1^*$  和  $K_2^*$  变化时, 两系统的闭环根轨迹 ( $K_1^* > 0$ ,  $K_2^* > 0$ );

(2). 确定  $K_1^*$  和  $K_2^*$  的值, 使两个系统在阶跃输入作用下, 具有相同的超调量  $\sigma\%$  和调节时间  $t_s$ ;

(3). 求阶跃输入作用下, 两个系统的稳态误差 (误差定义为:  $e = r - c$ )。



题一图(a)



题一图(b)

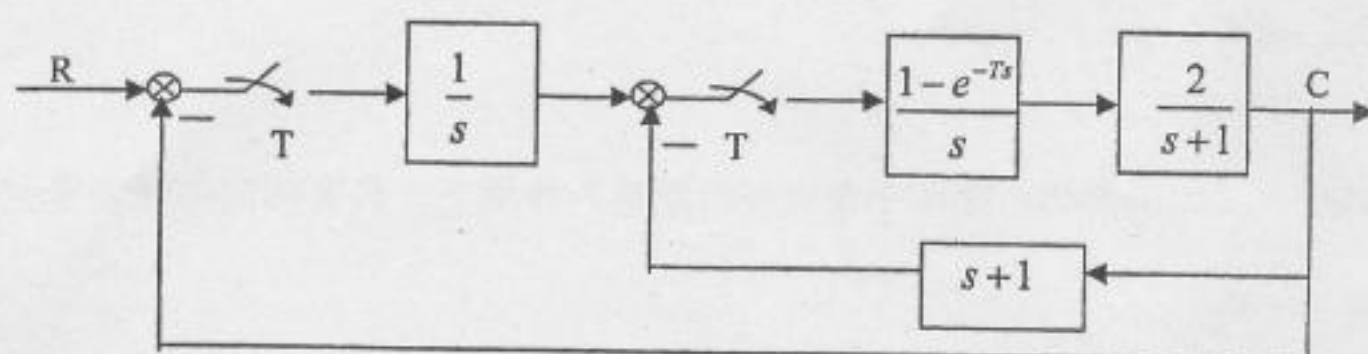
二、(本题 20 分, 第一、二小题 6 分, 第三小题 8 分) 单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{10}{s(s+1)(2s+1)}$$

- (1). 试求它的截止频率和相稳定裕度, 并说明该系统是否稳定;
- (2). 若只调整增益使系统的相稳定裕度为 45 度, 问此时开环增益的值?
- (3). 不改变 (2) 中所得的截止频率和相稳定裕度, 设计串联校正环节使系统的速度误差系数  $K_v \geq 30/\text{秒}$ 。(提示: 对数幅频特性可以采用渐近线)

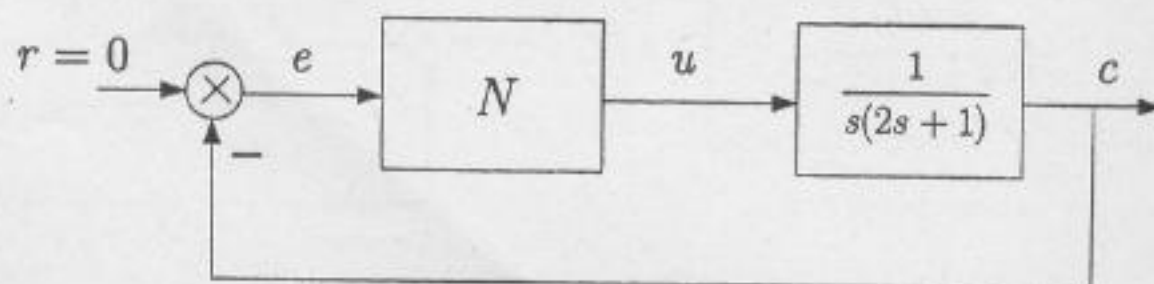
三、(本题 15 分) 采样系统结构图如题三图所示, 图中  $T$  为采样周期,  $T=1$  秒。求出闭环系统脉冲传递函数  $C(z)/R(z)$ , 且判断闭环系统的稳定性。

(提示:  $Z\left[\frac{1}{s+a}\right] = \frac{z}{z-e^{-aT}}$ )



题三图

四、(本题 15 分) 非线性系统结构图如题四图所示:



题四图



图中  $N$  代表非线性环节, 其输入、输出特性如下:

$$u = \begin{cases} 1, & e > 1 \text{ 且 } \dot{e} < 0 \\ -1, & e < -1 \text{ 且 } \dot{e} > 0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

试画出以  $(e, \dot{e})$  为坐标的相轨迹图, 并分析该系统的稳态误差。

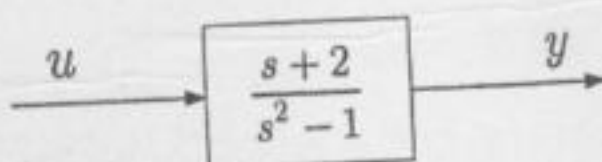
五、(本题 10 分) 考虑如下系统:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -\beta & -(\alpha + \beta) & -(1 + \alpha) \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [0 \quad \gamma \quad 1] x$$

其中,  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  均为实常数。试确定系统 BIBO (有界输入有界输出) 稳定时,

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  应满足的条件。

六、(本题 15 分, 第一小题 6 分, 第二小题 9 分) 某被控对象的传递函数如下:



(1). 试设计该系统的一个状态观测器, 使其极点位于  $-6, -6$ ;

(2). 试设计状态反馈律  $u = k\hat{x} + v$  中的反馈向量  $k$  ( $\hat{x}$  是本题 (1) 中所设计状态观测器的状态,  $v$  为参考输入), 使由被控对象、观测器、状态反馈构成的闭环系统中, 由信号  $v$  到  $y$  的传递函数为  $1/(s+2)$ 。

## 液压与机电控制部分（共5大题，总60分）

七、（本题共12分，第一小题为6分，第2小题为2分，第3小题为4分）填空题

1、液压系统一般由①、②、③、④和⑤等五部分组成，液压传动利用液体的⑥能进行能量传递；

2、液压系统能够长期稳定运行的关键除原理设计、元部件选型正确外，就是要解决好①问题和②问题；

3、大部分液压控制阀都是基于①原理的，其流量压力基本表达式为：②。

八、（本题9分）画出先导式溢流阀的启闭特性曲线，说明各特征段的物理意义。

九、（本题9分）请阐述容积式液压泵的基本工作原理，用基本几何参数给出外啮合齿轮泵、单作用叶片泵、直轴式轴向柱塞泵的排量公式，说明公式中各符号代表的物理意义。

十、（本题5分）从结构组成、工作原理和分析方法角度比较电气伺服控制与液压伺服控制的异同之处，并简要说明两者的适用场合。

十一、（本题5分）简要说明线性伺服放大器、开关式放大器和脉宽调制式放大器的工作原理、特点与适用场合。

十二、（本题20分）某飞行舵面控制系统液压动力机构如下图所示，它由四通正开口阀控对称液压缸、摇臂和舵面组成。

图中： $\delta$  舵面转角

$J$  舵面转动惯量

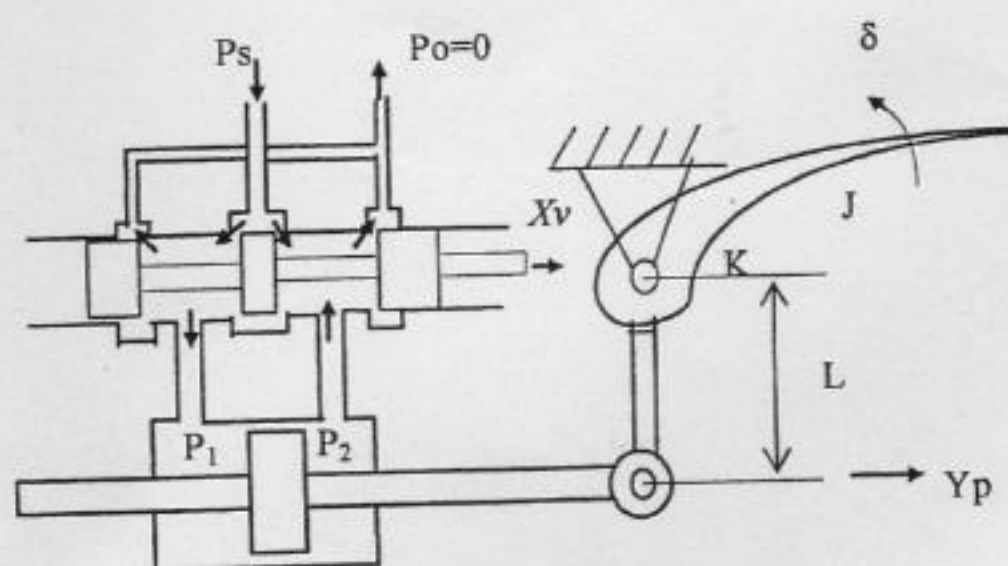
$P_1$  和  $P_2$  为液压缸两腔的压力

$A$  活塞的有效面积

$K$  舵面转轴的扭转刚度

$Y_p$  为活塞杆的输出位移





题十二图

忽略活塞杆质量的影响，求：

- 1) 说明该液压动力机构中的液压放大器是属于何种液压放大器，并写出它的负载流量方程与增量线性化方程；
- 2) 计算舵面折算到液压缸处的等效质量；
- 3) 该液压动力机构包括几个控制容腔？写出各容腔的流量连续方程；
- 4) 以  $X_v$  为输入， $\delta$  为输出画出该动力机构的方块图（动态结构图）。