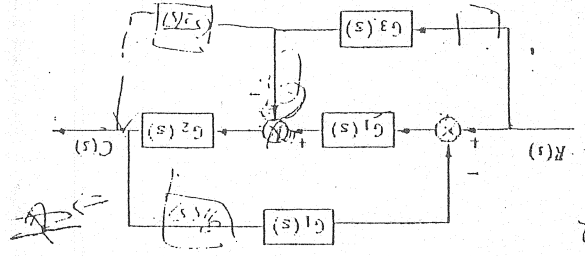


杭州电子科技大学学生考试卷 ( A ) 卷

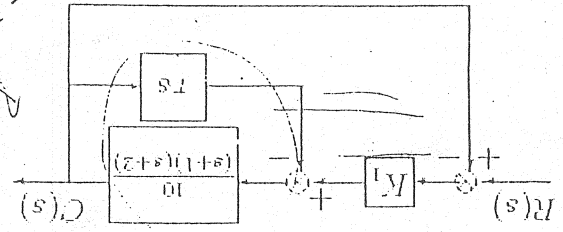
课程号	教师号	任课教师姓名	鲁仁全
课程名称	自动控制原理	考试日期	2008年1月19日
成绩			

1. 已知系统结构图如下, 试简化该结构图并求系统传递函数  $C(s)/R(s)$  (10分)



试确定  $K$  与  $\tau$  的值 (10分)

2. 控制系统结构图如下图所示, 要求系统单位阶跃响应的超调量  $\sigma_p = 10\%$ , 峰值时间  $t_p = 1.5$  s. 试确定  $K$  与  $\tau$  的值 (10分)



3. 已知单位负反馈系统的开环传递函数如下

$$G(s) = \frac{10(s^2 + 2s + 3)}{s(s^2 + 2s + 3)}$$

1. 试求系统  $K_p = 10$ ,  $K_v = 20$ ,  $K_a = 10$  的值

4. 已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K(0.5s+1)}{s(s+1)(0.5s^2+s+1)}$$

试确定系统稳定时的  $K$  值范围 (10分)

5. 设单位负反馈系统的开环传递函数如下, 分别概略绘出相应的闭环根轨迹图 (各5分, 共10分)

(a)  $G(s) = \frac{K(3s+1)}{s(2s+1)} - \frac{K'(1.5s+1)}{s(5s+1)}$   
(b)  $G(s) = \frac{K(s+2)}{K'(s+1)(s+3)}$

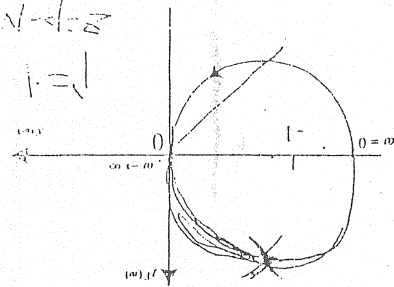
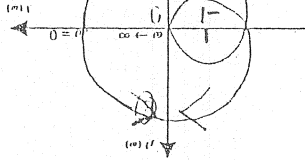
6. 在零初始条件下, 系统单位阶跃响应为  $c(t) = 1 - 1.8e^{-4t} + 0.8e^{-9t}$ , 试确定系统的频率特性

7. 两个系统的开环传递函数分别为  $G_1(s) = \frac{1}{s+4}$  和  $G_2(s) = \frac{1}{s+1}$ , 试确定系统的频率特性

(a)  $G(s)H(s) = \frac{(T_1s+1)(T_2s+2)(T_3s+3)}{(T_4s+1)}$   
(b)  $G(s)H(s) = \frac{K}{T_5s+1}$

其中  $K > 0, T_1 > 0, T_2 > 0, T_3 > 0, T_4 > 0, T_5 > 0$ . 这两个系统的乃氏图 (开环幅相曲线) 如下图所示, 试画出完整的乃氏图, 并用乃氏判据判断闭环系统的稳定性, 如果系统不稳定, 确定其在  $s$  复平面上的开环极点

点, (a) 10分, (b) 5分, 共15分



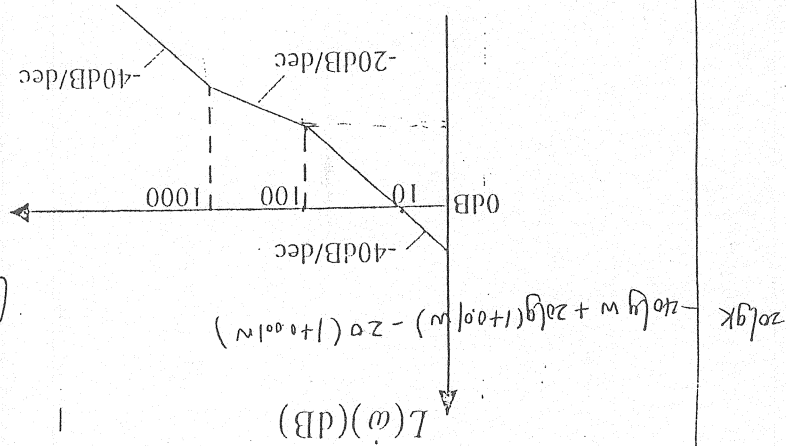
$P=0, N=-2, Z=P-N=-2$

不稳定, 系统在  $s$  复平面上的开环极点

$(-\frac{1}{2}, 0)$

$(X(s) + \frac{K}{2}) + \frac{1}{(s+2)} = \frac{1}{s}$

8. 下图是最小相位系统的开环对数幅频特性曲线, 试写出该开环传递函数。(10分)



$$G(s) = \frac{K}{s^2} \cdot \frac{s^2}{Ts+1}$$

$$= \frac{K}{s^2} \cdot \frac{1}{100s+1}$$

$$20\lg K = 40\lg 10$$

$$K=2$$

9. 设 I 型单位反馈系统开环传递函数为  $G(s) = \frac{K}{s(s+1)}$ , 设计串联超前校正装置, 使系统具有如

下性能指标:  $K=16, \gamma_0=45^\circ$ . (15分)

$$\phi(s) = \frac{s(s+1)}{K}$$

$$K=16$$

$$20\lg K = 40\lg 16$$

$$20\lg K = 20\lg(1+0.01s) - 20(1+0.01s)$$

$$20\lg K = 20\lg(1+0.01s) - 20(1+0.01s)$$

$$\lg W_c = \frac{1}{2} \lg K$$

$$W_c = \sqrt{K}$$

$$W_c = \sqrt{16} = 4$$

$$\phi_0 = 45^\circ - 14^\circ + 14^\circ = 45^\circ$$

$$\phi = 14^\circ < 45^\circ$$

$$\alpha = \frac{1 + \sin \phi_m}{1 - \sin \phi_m} = \frac{1 + \frac{\sqrt{2}}{2}}{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2 + \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}} = \frac{2 + \sqrt{2}}{2} = \frac{4 + \sqrt{2}}{2}$$

$$W_{c2} = W_m = 10\lg$$

$$W_m = 10\lg \frac{2}{\sqrt{2}} = 7.6$$

$$W_1 = \frac{\alpha K}{W_m} = \frac{16}{10\lg}$$

$$W_2 = W_m \alpha = 10\lg \cdot \frac{16}{(s/W_2+1)}$$

$$G(s) = G_1(s) G_2(s) = \frac{16}{s(s+1)}$$

## 200301 自动控制原理期末考试试卷 A 参考答案及评分标准

(有几题答案未给出)

6、解：对零初始条件下的单位阶跃响应作拉氏变换，得

$$C(s) = \frac{1}{s} - \frac{1.8}{s+4} + \frac{0.8}{s+9} = \frac{36}{s(s+4)(s+9)} \quad ②$$

因系统的输入信号为单位阶跃信号，故  $R(s) = \frac{1}{s}$ ，则系统的传递函数为

$$\Phi(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{36}{(s+4)(s+9)} \quad ②$$

所以，系统的频率特性为

$$G(j\omega) = \frac{36}{(j\omega+4)(j\omega+9)} \quad ②$$

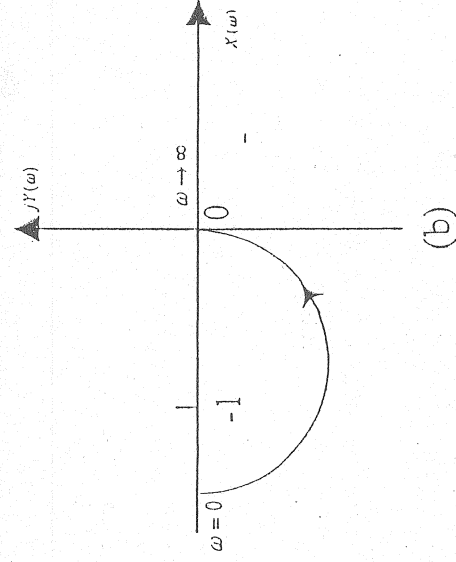
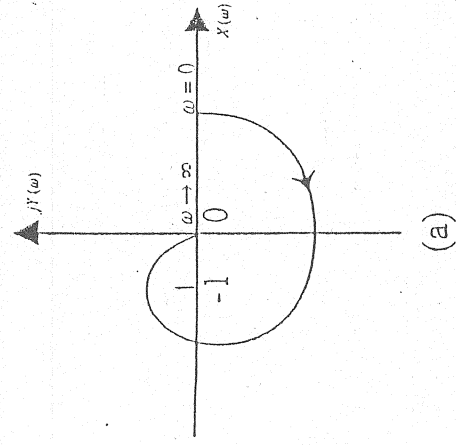
幅频特性为

$$A(\omega) = |G(j\omega)| = \frac{36}{\sqrt{\omega^2+16}\sqrt{\omega^2+81}} \quad ②$$

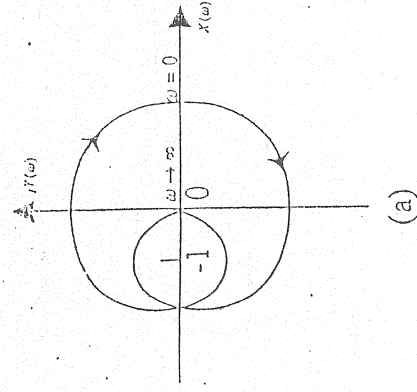
相频特性

$$\varphi(\omega) = \angle G(j\omega) = -\arctan \frac{\omega}{4} - \arctan \frac{\omega}{9} \quad ②$$

7、其中  $K > 0, T_1 > 0, T_2 > 0, T_3 > 0, T > 0$ 。这两个系统的乃氏图（开环幅相曲线）如下图所示。试画出完整的乃氏图，并用乃氏判据判断闭环系统的稳定性。如果系统不稳定，确定其  $s$  右半平面的闭环极点个数。（(a) 10 分，(b) 5 分，共 15 分）



解：



(a) 图(a)

$$N = P - Z \quad Z = P - N$$

$$P = 0 \quad N = -2 \quad Z = 0 - (-2) = 2$$

所以闭环系统不稳定。

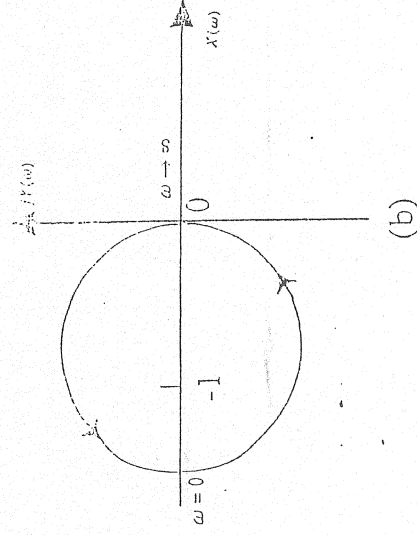
其  $s$  右半平面的闭环极点数为 2。

(b) 图(b)

$$N = P - Z \quad Z = P - N$$

$$P = 1 \quad N = 1 \quad Z = 1 - 1 = 0$$

所以闭环系统稳定。



(b)

$$8. \text{ 解: } G(s)H(s) = \frac{K}{s^2} \frac{\tau s + 1}{Ts + 1} = \frac{K}{s^2} \frac{1}{1000} \frac{s + 1}{s + 1} = \frac{K(0.01s + 1)}{s^2(0.001s + 1)}$$

$$- \quad \omega = 10 \text{ 时, } 20 \lg K = L(\omega) = 40 \text{ dB, } K = 100$$

$$G(s)H(s) = \frac{100(0.01s + 1)}{s^2(0.001s + 1)}$$

积分环节、一阶微分环节、一阶惯性环节各 ②

比例环节 ④

序号 分值 章 内容

- 1 15 3 动态指标稳态误差 ✓
- 2 15 4 根轨迹 ✓
- 3 15 5 乃氏图乃氏判据 ✓
- 4 15 5 伯德图求  $G(s)$
- 5 15 6 不设计, 求校正前后的相角裕度
- 6 15 7 极限环幅值和频率
- 7 10 8 二阶离散系统稳定性

1、设单位反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K}{(0.2s+1)(0.4s+1)} = \frac{K}{0.08s^2 + 0.6s + 0.4}$$

$2\%ms$     $wn=1$     $PK=2.5$

求  $K=7$  时系统的自然振荡频率、阻尼比、调节时间、超调量和单位阶跃输入下的稳态误差, 并填入表格中。(  $K=1,3$  时的上述各值已列于表中供参考) (15 分)

$K$	1	3	7
自然频率 $\omega_n$ (1/c)	5	7.07	10
阻尼比 $\zeta$	0.75	0.53	0.375
调节时间 $t_s$ (s)	1.17	1.17	1.17
超调量 $\sigma_p$	2.8%	14%	28%
稳态误差 $e_{ss}$	0.5	0.25	0.125

2、设单位负反馈系统的开环传递函数如下, 试概略绘出其闭环根轨迹 (要求确定分离点坐标): (15 分)

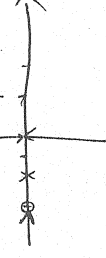
$$G(s) = \frac{K(s+1)}{s(2s+1)}$$

$$Z_1 = -1 \quad P_1 = 0 \quad P_2 = -\frac{1}{2}$$

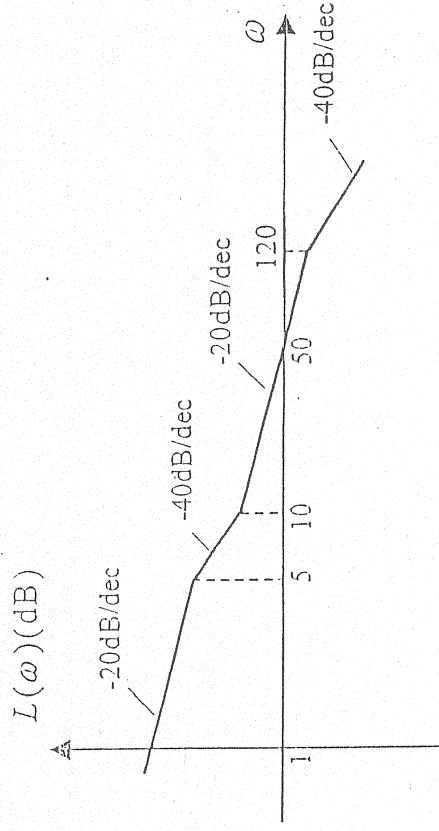
3、系统的开环传递函数为

$$G(s)H(s) = \frac{2}{s-1}$$

绘出乃氏图, 并用乃氏稳定判据判断闭环系统的稳定性。 (15 分)



4、已知单位负反馈系统的开环传递函数  $G(s)$  无右半平面的零点和极点, 且  $G(j\omega)$  的对数幅频渐近特性如下图所示, 试写出  $G(s)$  的表达式, 并求出相角裕度、判断闭环系统的稳定性。 (15 分)



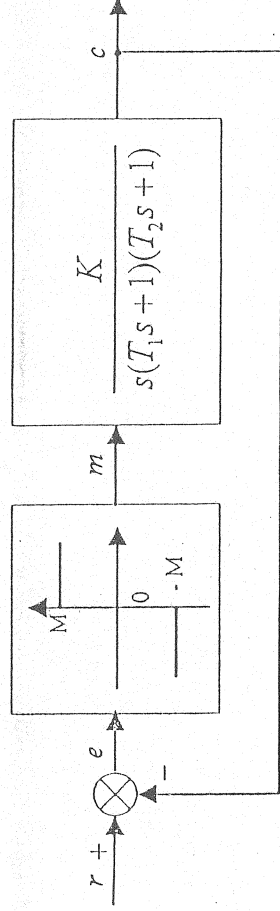
5、设 I 型单位反馈系统开环传递函数为  $G(s) = \frac{200}{s(0.1s+1)}$ ，求出其截至频率  $\omega_c$  和相角裕度  $\gamma$ ；若设计串联超前校正装置为  $G_c(s) = \frac{0.036s+1}{0.009s+1}$ ，求校正后系统的截至频率  $\omega_{c2}$  和相角裕度  $\gamma_2$ 。

(15 分)

6、设非线性系统如下图所示，已知非线性环节的描述函数  $N = \frac{4M}{\pi X}$ ，且

$K > 0, T_1 > 0, T_2 > 0$ ，试求极限环对应的振幅和频率。

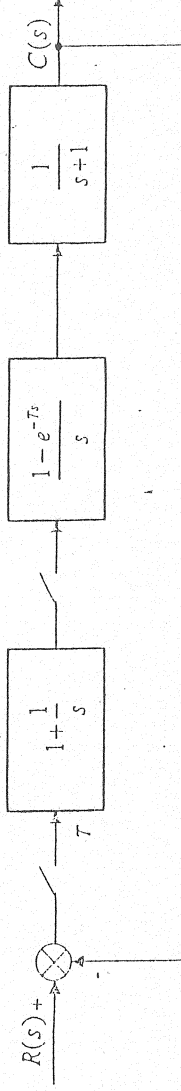
(15 分)



7、已知采样系统如下图所示，采样周期  $T = 1s$ ，试求闭环系统的传递函数，并判断闭环系统的稳定性。

(10 分)

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



杭州电子科技大学学生考试卷 ( B 卷 )

课程号	教师号	任课教师姓名	彭冬亮、赵晓东
考生姓名	学号 (8 位)	年级	3 专业
考试课程	自动控制原理	考试日期	2010 年 月 日
		成绩	

1. 已知单位反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{10}{s(0.1s+1)(0.5s+1)}$$

输入信号为  $r(t) = 2 + 0.5t$ ，试求系统的稳态误差。

(20 分)

2. 单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K(s+1)}{s(s+2)(s+3)}$$

试绘出其概略的根轨迹 (提示: 分离点坐标为  $(-2.47, 0)$ )

(15 分)

3. 系统的开环传递函数为

$$G(s)H(s) = \frac{6}{s(s+1)(s+3)}$$

绘出乃氏图, 并用乃氏稳定判据判断闭环系统的稳定性。

(20 分)

4. 已知最小相位系统的开环对数幅频渐近特性如下图所示, 试写出  $G(s)$  的表达式, 并求出相角

(20 分)

精度、判断闭环系统的稳定性。

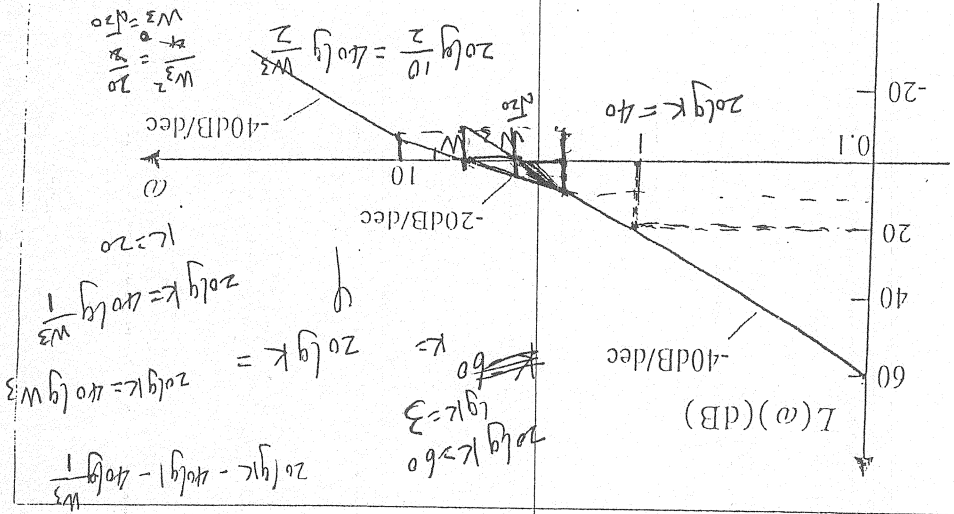
速函数

5. 非线性系统如下图所示(a)所示, 其中线性环节传递函数为  $G(s) = \frac{70}{s^2 + 10s + 100}$ , 非线性环节的幅

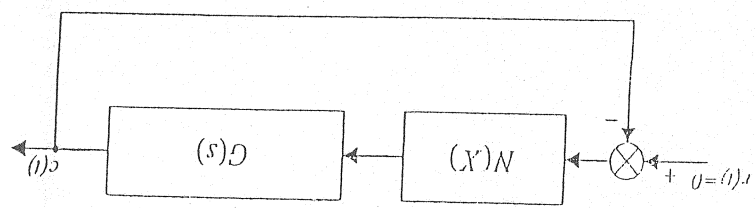
$$N = \frac{4}{\pi X} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{X}\right)^2} - j \frac{\pi X^2}{4}, \quad X \geq 1$$

试用描述函数法判断系统是否发生自振 (要求作图)。提示: 频率特性  $G(j\omega)$  如下图(b)所示。

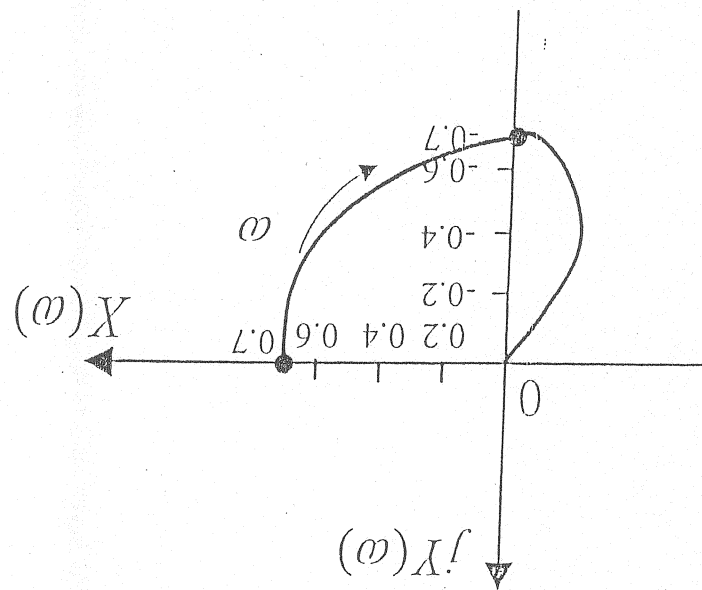
(15 分)







(a)



6. 已知采样系统如下图所示, 采样周期  $T = 1s$ , 试求系统单位阶跃响应前 4 次的采样值。  
(15 分)

