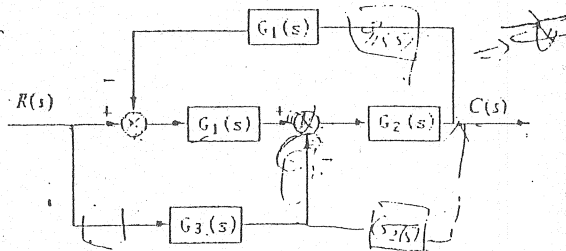


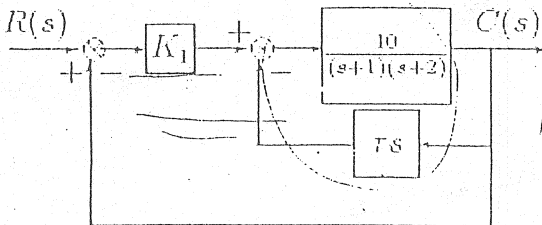
杭州电子科技大学学生考试卷 (A) 卷

考试课程	自动控制原理	考试日期	2008年1月19日	成绩	
课程号		教师号		任课教师姓名	鲁仁全
考生姓名		学号(8位)		年级	3
				专业	

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)



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 $t_p = 1s$. 试确定 K_1 与 r 的值. (10分)



3. 已知单位负反馈系统的开环传递函数如下

$$G(s) = \frac{K}{0.1s(s^2 + 2s + 2)}$$

I型系统 $K_v = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s) = \frac{K}{0.1 \times 2} = 5K$

$K_p = \infty$ $K_a = 0$

$e_{ss} = 3 \times 5K = 15K$

试求其静态位置误差系数、静态速度误差系数、静态加速度误差系数, 并求当输入信号 $r(t) = 1(t) + 3t$ 时系统的稳态误差. (10分)

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)

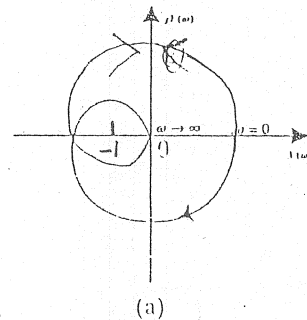
(a) $G(s) = \frac{K(3s+1)}{s(2s+1)}$ (b) $G(s) = \frac{K(s+1)(s+3)}{s(s+2)}$

6. 在零初始条件下系统的单位阶跃响应为 $c(t) = 1 - 1.8e^{-4t} + 0.8e^{-9t}$, 试确定系统的频率特性 (幅频特性和相频特性) (10分)

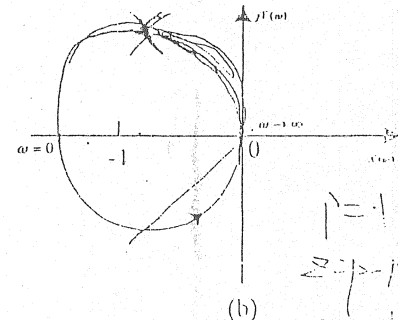
7. 两个系统的开环传递函数分别为

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

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 右半平面的极点数. ((a) 10分, (b) 5分, 共 15分)

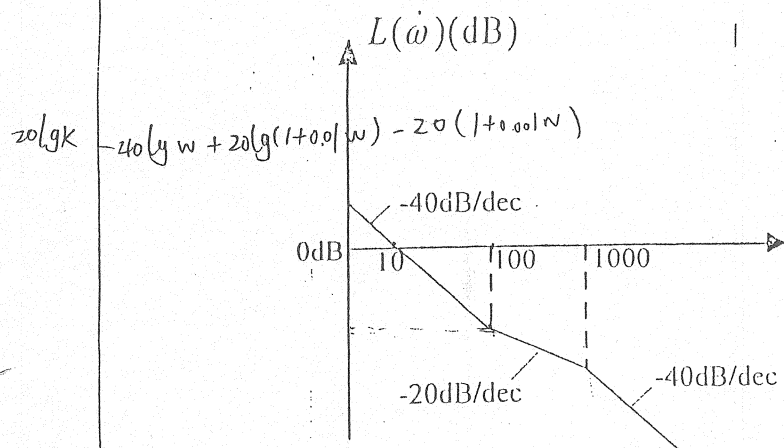


(a) $P=0$ $N=-2$
 $Z = P - N = 2$
 不稳定. 系统在 s 右半平面有 2 个极点.



(b) $P=1$ $N=1$
 $Z = P - N = 0$
 稳定.

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)



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

$$= \frac{K}{s^2} \cdot \frac{\frac{1}{100} s + 1}{\frac{1}{1000} s + 1}$$

$$20lgK = 40lg10$$

$$K = 100$$

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)

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

$$K=16$$

$$20lgK = 20lg16 = 4d(lg16)$$

$$20lgK = 40lg\frac{16}{1}$$

$$20lgK = 40$$

$$lgK = \frac{1}{2}lgK$$

$$K = \sqrt{16}$$

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

$$\gamma_0 = 180^\circ - 90^\circ - \arctan \omega_c$$

$$= 44^\circ < 45^\circ$$

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

$$\alpha = \frac{1 + \sin \phi_m}{1 - \sin \phi_m} = \frac{1 + \frac{\sqrt{2}}{2}}{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{\frac{2 + \sqrt{2}}{2}}{\frac{2 - \sqrt{2}}{2}} = \frac{2 + \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}} = \frac{(2 + \sqrt{2})^2}{2} = \frac{6 + 4\sqrt{2}}{2} = 3 + 2\sqrt{2}$$

$$\omega_{c2} = \omega_m = 10lg$$

$$\omega_m = 10lg\frac{\sqrt{2}-1}{2} = 7.6$$

$$\omega_1 = \frac{\omega_m}{\sqrt{\alpha}}$$

$$\omega_2 = \omega_m \sqrt{\alpha}$$

$$G(s) = G(s) G(s) = \frac{16}{s(s+1)} \cdot \frac{(s/\omega_1 + 1)}{(s/\omega_2 + 1)}$$

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

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

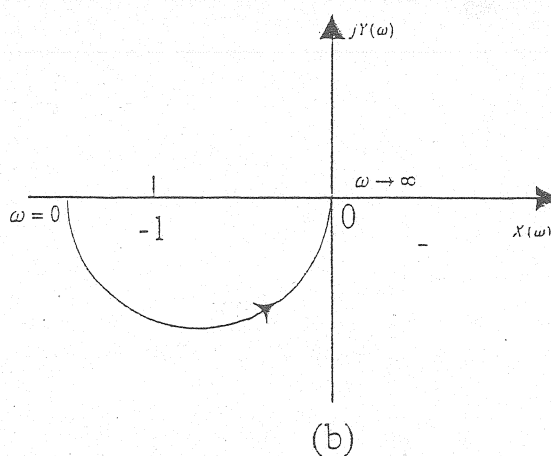
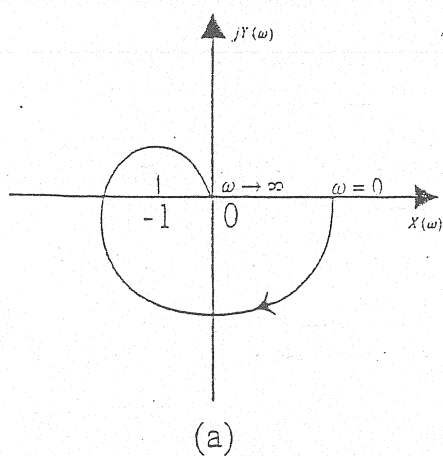
幅频特性为

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

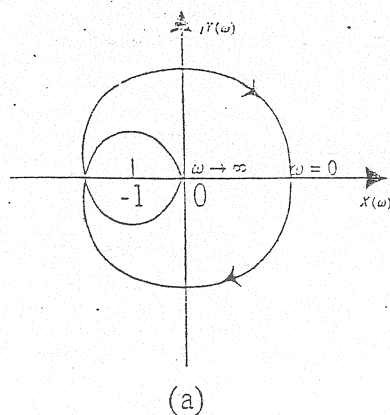
相频特性

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

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：

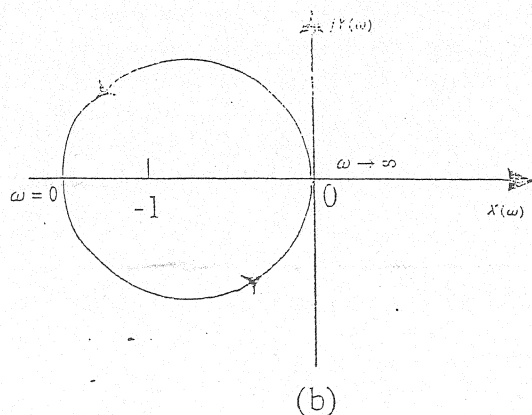


(a) 图(a)

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

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

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(a)

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

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

所以闭环系统稳定。

$$8、解: \quad G(s)H(s) = \frac{K \tau s + 1}{s^2 T s + 1} = \frac{K \frac{1}{1000} s + 1}{s^2 \frac{1}{1000} s + 1} = \frac{K(0.01s + 1)}{s^2(0.001s + 1)}$$

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

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

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

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

$2\zeta\omega_n$ $\omega_n=1$

$K=7$
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 ω_n (1/c)	5	7.07	10
阻尼比 ζ	0.75	0.53	0.375
调节时间 t_s (s)	1.17	1.17	1.17
超调量 σ_p	2.8%	14%	28%
稳态误差 e_{ss}	0.5 = $\frac{1}{1+K}$	0.25	0.125

$\frac{1}{1+K}$

$180^\circ(29+1)$

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):

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

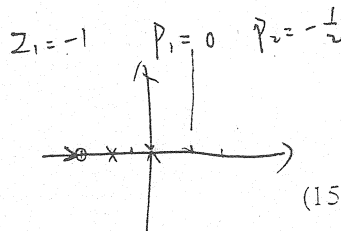
(15 分)

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

$$\sigma_p = \frac{\frac{1}{2} + 1}{1} = \frac{1}{2}$$

3、系统的开环传递函数为

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

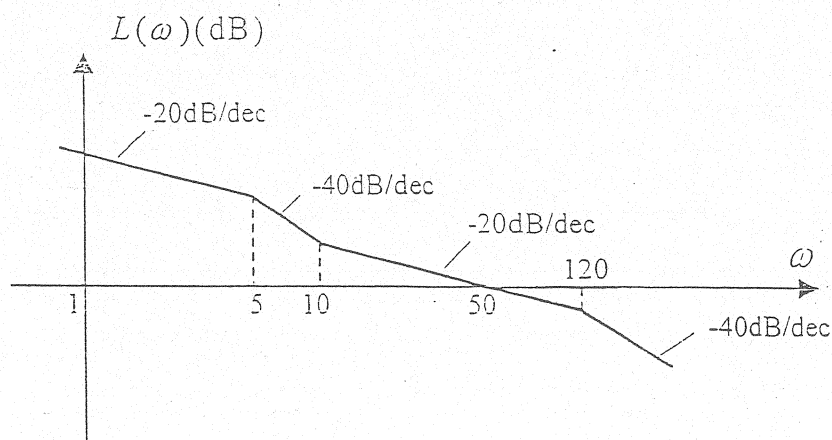


绘出乃氏图, 并用乃氏稳定判据判断闭环系统的稳定性。

(15 分)

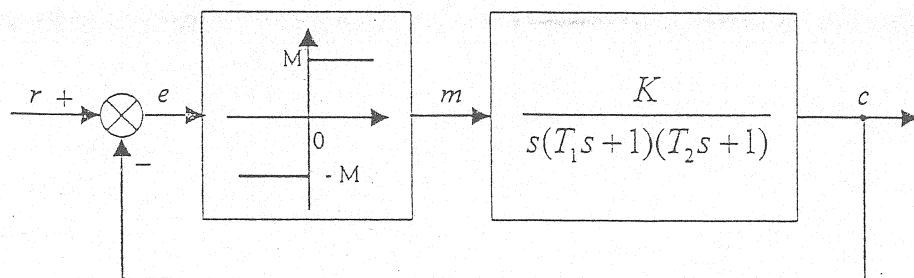
4、已知单位负反馈系统的开环传递函数 $G(s)$ 无右半平面的零点和极点, 且 $G(j\omega)$ 的对数幅频渐进特性如下图所示, 试写出 $G(s)$ 的表达式, 并求出相角裕度、判断闭环系统的稳定性。

(15 分)



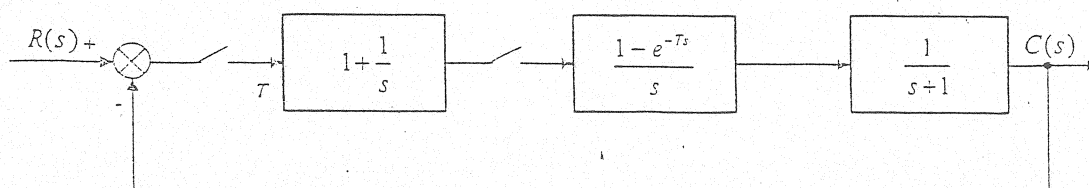
- 5、设 I 型单位反馈系统开环传递函数为 $G(s) = \frac{200}{s(0.1s+1)}$ ，求出其截至频率 ω_c 和相角裕度 γ ；若设计串联超前校正装置为 $G_c(s) = \frac{0.036s+1}{0.009s+1}$ ，求校正后系统的截至频率 ω_{c2} 和相角裕度 γ_2 。
- (15 分)

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



13 杭州电子科技大学学生考试卷 (B) 卷

考试课程	自动控制原理		考试日期	2010 年 月 日		成绩	
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	

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

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

试绘出其概略闭环根轨迹 (提示: 分离点坐标为 $(-2.47, 0)$)

(15 分)

3、系统的开环传递函数为

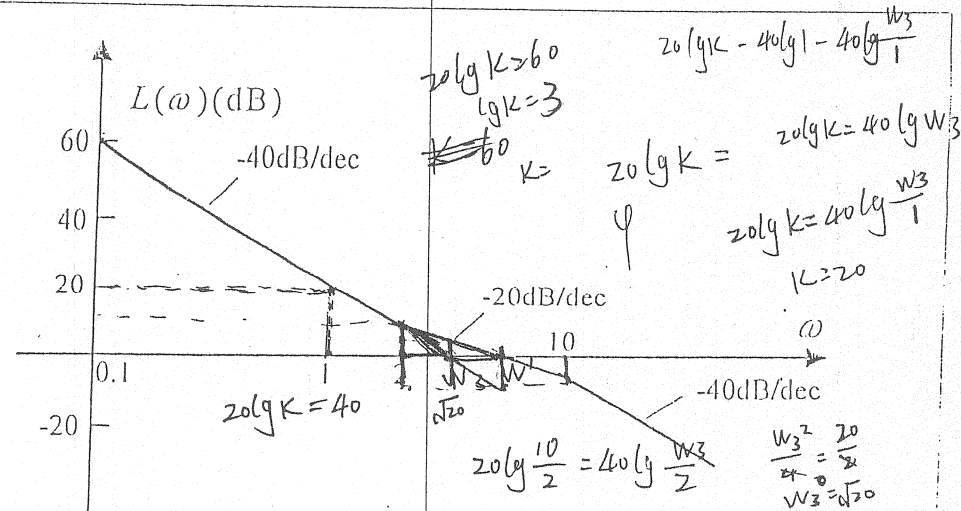
$$G(s)H(s) = \frac{6}{s(s+1)(s+3)}$$

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, 并求出相角裕度、判断闭环系统的稳定性。

(20 分)

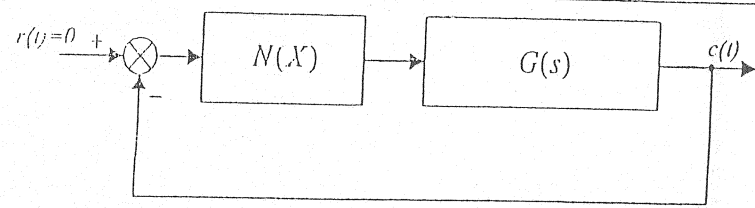


5、非线性系统如下图所示(a), 其中线性环节传递函数为 $G(s) = \frac{70}{s^2 + 10s + 100}$, 非线性环节的描述函数

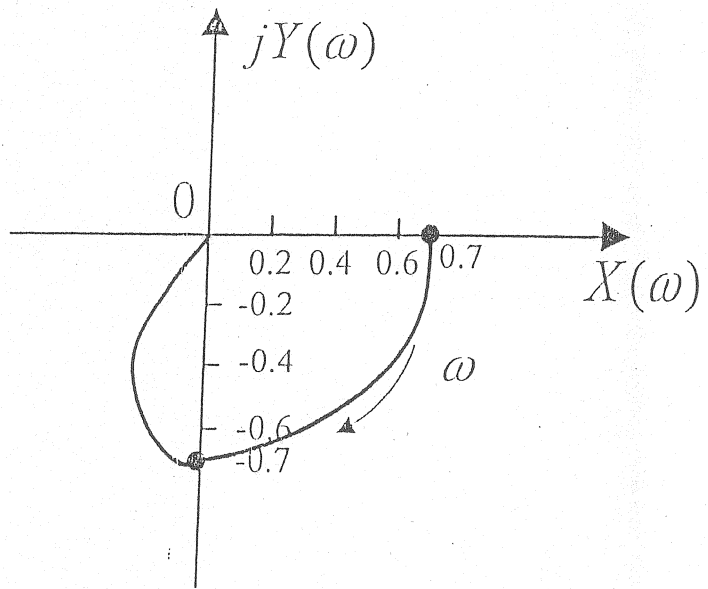
$$N = \frac{4}{\pi X} \sqrt{1 - \left(\frac{1}{X}\right)^2} - j \frac{4}{\pi X^2}, \quad X \geq 1$$

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 $G(j\omega)$ 如下图所示。

(15 分)



(a)



(b)

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)

