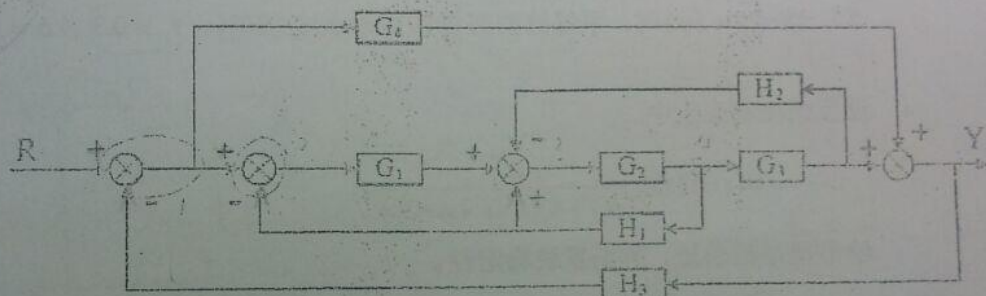


东南大学考试卷 (A 卷)

课程名称 自动控制原理及系统 考试学期 06-07-3 得分
 适用专业 电气工程 考试形式 闭卷 考试时间长度 120 分钟

1. 某系统结构图如下:



1) 求出系统的传递函数 $C(s)/R(s)$;

2) 若 $G_1 = 1$ 且

$$G_2 G_3 H_2 + G_1 G_2 G_3 H_3 + G_4 H_3 + G_2 G_3 G_4 H_2 H_3 = S^6 + 2S^5 + 8S^4 + 12S^3 + 20S^2 + 16S + 15,$$

试判断系统稳定性;

3) 若系统稳定, 试求出系统的实根, 否则求出系统在 S 平面右半边的根数以及虚根。

2. 已知某单位反馈二阶系统的单位阶跃响应为:

$$y(t) = 10[1 - 1.25e^{-1.2t} \sin(1.6t + 53.13^\circ)];$$

若系统的稳态误差 $e_{ss} = 0$,

求: 1) 系统的闭环传递函数 $\Phi(s)$;

2) 系统在单位阶跃输入下的超调量 $\sigma\%$, 上升时间 t_r , 峰值时间 t_p , 调节时间

3. 已知单位反馈系统的开环传递函数

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

试选择参数 K 及 T 值以满足下列指标:

1) 当 $r(t) = t$ 时, 系统的稳态误差 $e_{ss} \leq 0.02$;

2) 当 $r(t) = I(t)$ 时, 系统的动态性能指标 $\sigma\% \leq 30\%$, $t_s \leq 0.3$ ($\Delta = 5\%$).

4. 设反馈控制系统中

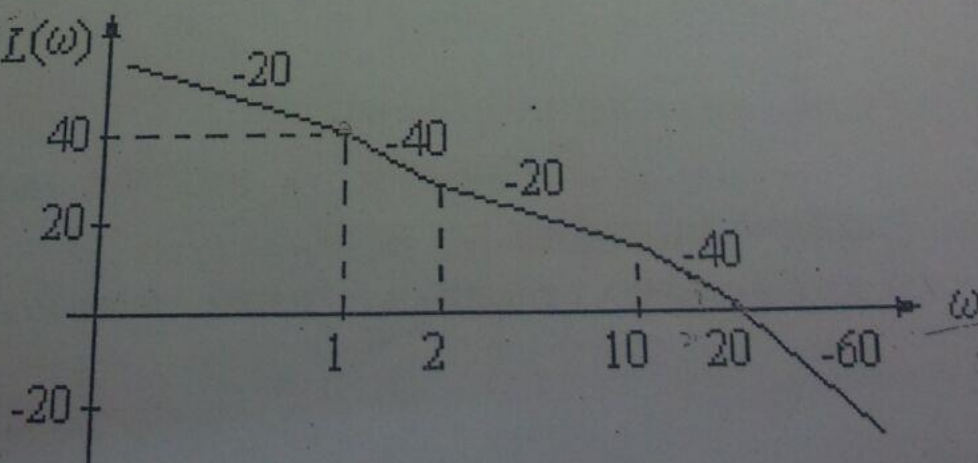
$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+4)(s^2+4s+20)}$$

绘制概略根轨迹, 判断系统稳定性。

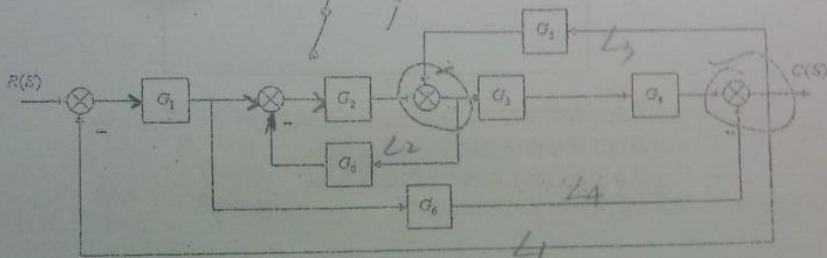
5. 已知单位反馈系统的开环传递函数为: $G(s) = \frac{K}{(S+1)(0.5S+1)(2S+1)}$, 其中 $K > 0$,

画出系统的概略幅相图, 并用奈氏稳定判据判断使闭环系统稳定时 K 应满足的条件。

6. 已知最小相位系统的开环对数幅频特性曲线如下图所示。试确定系统的开环传递函数, 并求出截止频率、相角裕量, 画出对应的对数相频特性。

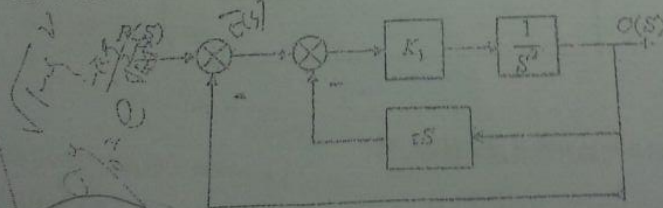


1、(20') 系统结构图如下:



- 1) 求出系统的传递函数 $C(s)/R(s)$;
- 2) 若 $G_2G_6 + G_3G_4G_5 - G_1G_6 = S^5 + 2S^4 + 24S^3 + 48S^2 - 25S - 51$, 且 $G_2G_4 = G_3G_6$, 试判断系统稳定性;
- 3) 若系统稳定, 试求出系统的实根, 否则求出系统在 S 平面右半边的根数以及纯虚根。

2、(20') 已知系统结构图如下:



- 1) 当 $R(s) = \frac{1}{s}$, $\sigma\% = 20\%$, $t_s = 1.8$ 秒, 试确定 K_1 , τ 值;

- 2) 当输入信号分别为 $r(t) = 1$ 和 $r(t) = \frac{1}{2}t^2$ 时, 试求系统的稳态误差。

解: (1) 当 $R(s) = \frac{1}{s}$, $\sigma\% = 20\%$, $t_s = 1.8$ 秒, 试确定 K_1 , τ 值:

系统特征方程: $1 + K_1 \tau s = 0$

稳态误差: $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s [R(s) - C(s)] = \lim_{s \rightarrow 0} s [R(s) - \frac{K_1 R(s)}{1 + K_1 \tau s}] = \lim_{s \rightarrow 0} s R(s) \frac{1}{1 + K_1 \tau s} = \frac{1}{1 + K_1 \tau}$

由 $\sigma\% = 20\%$, $t_s = 1.8$ 秒, 可得:

$\sigma\% = e^{-\zeta \omega_n} = 0.2$

$t_s = \frac{4}{\zeta \omega_n} = 1.8$

解得: $\zeta \omega_n = \frac{4}{1.8} \approx 2.22$

由 $\sigma\% = 0.2$, 可得: $\zeta = 0.214$

由 $\zeta \omega_n = 2.22$, 可得: $\omega_n = \frac{2.22}{0.214} \approx 10.37$

由 $1 + K_1 \tau s = 0$, 可得: $K_1 \tau = \frac{1}{\omega_n^2} = \frac{1}{10.37^2} \approx 0.0093$

由 $\zeta = 0.214$, 可得: $K_1 = \frac{1}{\tau^2} = \frac{1}{0.0093^2} \approx 116.5$

由 $K_1 \tau = 0.0093$, 可得: $\tau = \frac{0.0093}{116.5} \approx 0.0008$

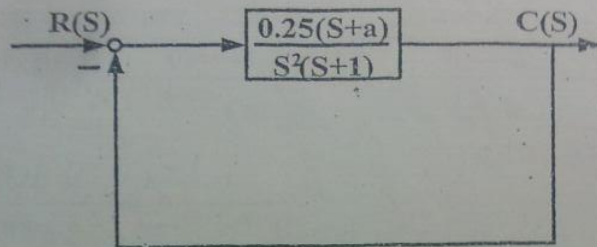
(2) 当输入信号分别为 $r(t) = 1$ 和 $r(t) = \frac{1}{2}t^2$ 时, 试求系统的稳态误差。

当 $r(t) = 1$ 时, $R(s) = \frac{1}{s}$, $e_{ss} = \frac{1}{1 + K_1 \tau} = \frac{1}{1 + 116.5 \times 0.0008} \approx 0.008$

当 $r(t) = \frac{1}{2}t^2$ 时, $R(s) = \frac{1}{s^3}$, $e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s [R(s) - C(s)] = \lim_{s \rightarrow 0} s [\frac{1}{s^3} - \frac{K_1}{s^3(1 + K_1 \tau s)}] = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^2} \frac{1}{1 + K_1 \tau s} = \frac{1}{s^2} \frac{1}{1 + K_1 \tau s} \bigg|_{s=0} = \frac{1}{0} = \infty$

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

3. (20') 试绘制以 a 为可变参数根轨迹的概略图形, 并由根轨迹回答下列问题:

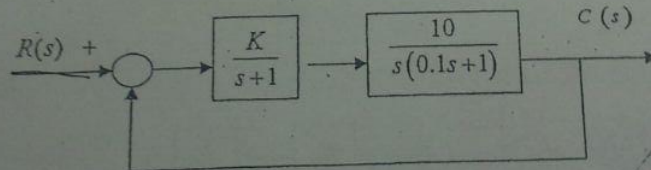


- 1) 确定系统临界稳定时的 a 值及在系统稳定范围内 a 值的取值范围;
- 2) 确定系统阶跃相应无超调时 a 的取值范围;
- 3) 确定系统阶跃相应有过调时 a 的取值范围;
- 4) 系统出现等幅振荡时的振荡频率。

$\sigma\% =$

4. (20') 设某控制系统的方框图如下所示。试根据该系统响应 $r(t)=10t$ 的匀速信号时的稳态误差等于 0.523 的要求确定控制器的增益 K , 绘制系统的伯德图, 并计算该系统的相角裕度及幅值裕度。

相角



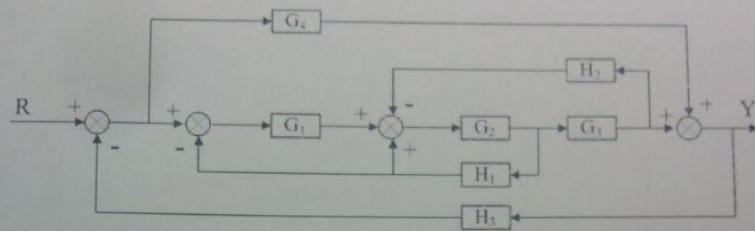
5. (20') 设系统的开环传递函数为

$$G(s)H(s) = \frac{K(T_2s+1)}{s^2(T_1s+1)}$$

该闭环系统的稳定性取决于 T_1 和 T_2 的相对值, 试画出 ω 从 $-\infty$ 到 $+\infty$ 的奈奎斯特曲线并确定系统的稳定性。

旺学

1. 某系统结构图如下：



1) 求出系统的传递函数 $C(s)/R(s)$;

2) 若 $G_1 = 1$ 且

$$G_2 G_3 H_2 + G_1 G_2 G_3 H_3 + G_4 H_3 + G_2 G_3 G_4 H_2 H_3 = s^6 + 2s^5 + 8s^4 + 12s^3 + 20s^2 + 16s + 15,$$

试判断系统稳定性;

3) 若系统稳定, 试求出系统的实根, 否则求出系统在 S 平面右半边的根数以及虚根。

2. 已知单位反馈系统的开环传递函数

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

试选择参数 K 及 T 值以满足下列指标:

1) 当 $r(t) = t$ 时, 系统的稳态误差 $e_{ss} \leq 0.02$;

2) 当 $r(t) = I(t)$ 时, 系统的动态性能指标 $\sigma\% \leq 30\%$, $t_s \leq 0.3$ ($\Delta = 5\%$)。

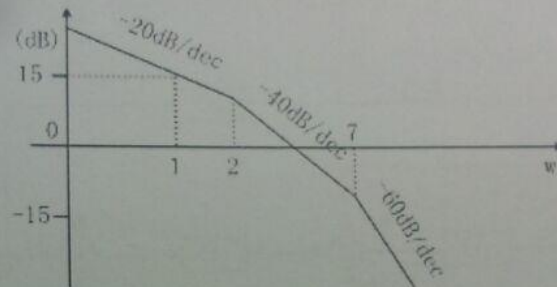
3. 设反馈控制系统中

$$G(s)H(s) = \frac{K^*}{s(s+4)(s^2+4s+20)};$$

绘制概略根轨迹, 判断系统稳定性;

4. 单位反馈系统的开环传递函数 $G(S)H(S) = \frac{K(S+2)}{S^2+2S+3}$, $K>0$, 试画出该系统的根轨迹图, 并求闭环极点阻尼比 $\xi = 0.7$ 时对应的增益 K 。

5、某最小相位系统，其开环近似对数幅频曲线如下：



- 1) 试写出该系统经单位负反馈后的传递函数；
- 2) 并画出相应的幅相曲线，同时求出幅值裕度和相角裕度。

6、单位反馈系统的开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(T_3s+1)}{s(T_1s+1)(T_2s+1)}$ ($K, T_1, T_2, T_3 > 0$)，

试论证系统幅相图（除坐标原点外）与实轴、虚轴相交的可能性，并绘出大致曲线，同时讨论系统稳定性。