南京航空航天大学

二〇一八～二〇一九 学年 第II学期 **《自动控制原理》考试试题**

考试日期：2019年6月24日　试卷类型：A　试卷代号：

班号　　学号　　姓名

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

本题分数	16
得　分	

一、系统结构图如图1所示，求$E(s)$的表达式。

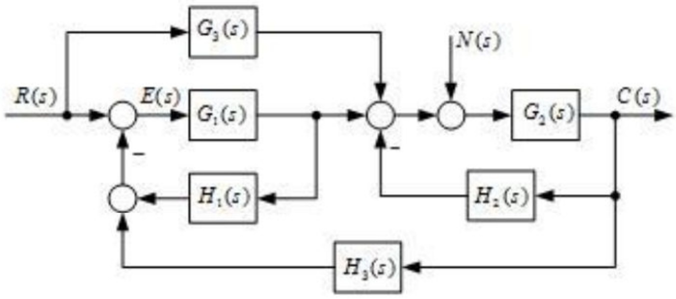


图1

本题分数	16
得　分	

二、已知某无零点的单位反馈系统闭环特征方程为$2s^2+As+K=0$，单位斜坡输入$r(t)$作用之下，输出$c(t)$曲线如图2所示，且系统超调量$\sigma\%=4.6\%$，

1. 试求A与K的取值；
2. 试求调节时间t_s（$\Delta=5\%$）。

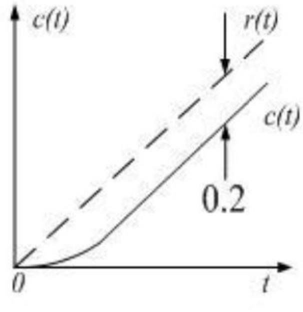


图2

本题分数	18
得　分	

三、某反馈系统如图 3 所示，

1. 绘制 a 从 $0 \to \infty$ 变化的闭环系统根轨迹；

2. 当系统阶跃响应中含有 $e^{-4t}\sin\omega t$ 的运动模态时，求对应的 a 值。

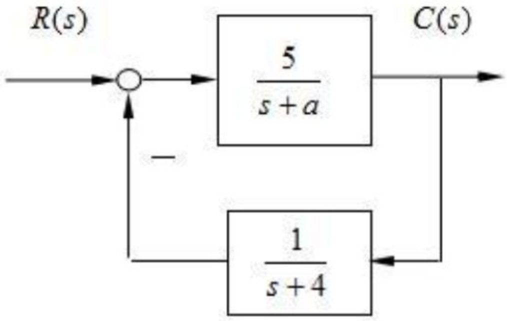


图 3

本题分数	16
得　分	

四、已知某最小相位系统的开环对数幅频渐近线如图 4 所示，用奈氏判据判断系统稳定性，并求系统的相角裕度。

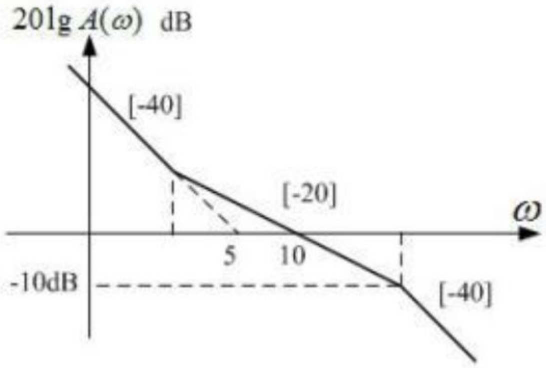


图 4

本题分数	18
得　分	

五、已知采样系统的结构图如图 5 所示，试分析采样系统的稳定性，并求出 $r(t)=1(t)$ 时的稳态输出 $c^*(\infty)$ 以及 $c(2T)$，其中 $T=1$。

（附 Z 变换表：$Z\left[\dfrac{1}{s+a}\right]=\dfrac{z}{z-e^{-aT}}$，$Z\left[\dfrac{1}{s}\right]=\dfrac{z}{z-1}, Z\left[\dfrac{1}{s^2}\right]=\dfrac{Tz}{(z-1)^2}$）

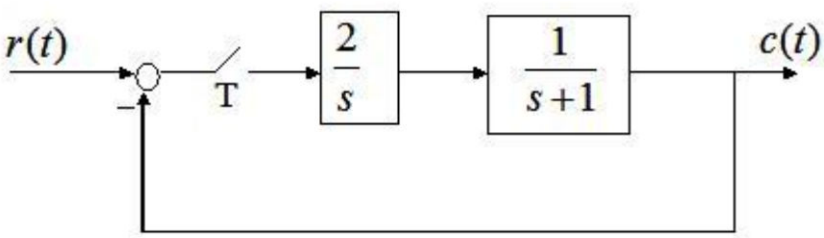


图 5

本题分数	16
得　分	

六、已知非线性系统的结构图如图 6 所示，图中非线性元件的描述函数为 $N(A)=\dfrac{4M}{\pi A}+K$，其中 $M=1$，$K=0.5$。

要求：

1.分析周期运动的稳定性；

2.求出稳定周期运动的振幅 A 和频率 ω 以及 $c(t)$ 表达式。

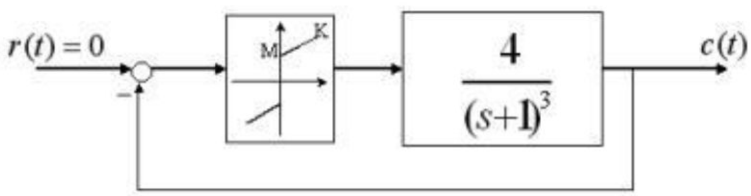


图 6

一、$E(s)=\dfrac{1\cdot(1+G_2H_2)-G_2G_3H_3}{1+G_1H_1+G_2H_2+G_1G_2H_3+G_1G_2H_1H_2}\cdot R(s)$

$+\dfrac{-G_2H_2}{1+G_1H_1+G_2H_2+G_1G_2H_3+G_1G_2H_1H_2}\cdot N(s)$

二、A=20，K=100。$t_s=\dfrac{3.5}{\xi\omega_n}=0.7s$。

三、a=3.91。

四、 $\gamma=180+\varphi=arctg(4)-arctg(0.3)=59^{\circ}$

五、系统稳定。$c^{*}(\infty)$=1 以及 $c(2T)=-6(e^{-1}-e^{-2})$

六、 产生稳定的周期振荡， $\omega=\sqrt{3}$， $A=\dfrac{4}{1.5\pi}$， $c(t)=-A\sin\sqrt{3}t$。

南京航空航天大学

二〇一八～二〇一九 学年 第Ⅱ学期 **《自动控制原理》考试试题**

考试日期：2019年6月24日　试卷类型：B　试卷代号：

				班号		学号		姓名			
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											

本题分数	16
得　分	

一、系统结构图如图1所示，求 $C(s)$ 的表达式。

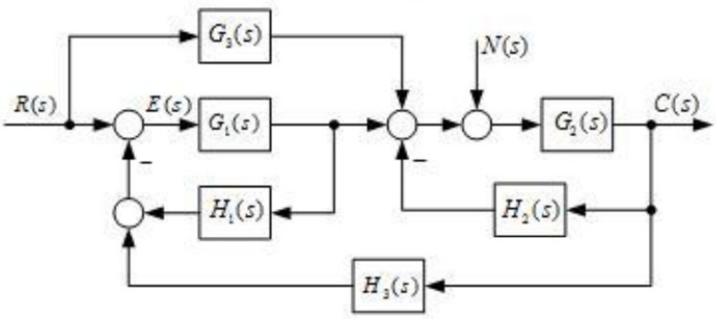


图1

本题分数	16
得　分	

二、已知系统的结构图如图2所示，$r(t)=2\cdot 1(t)$，

1. 当 $k_f=0$ 时，求出系统的超调量 $\sigma\%$ 和调节时间 t_s；

2. 当 k_f 不等于零时，若要使系统的超调量 $\sigma\%=20\%$，试求 k_f 应为多大？并求出此时的调节时间 t_s 的值；

3. 比较上述两种情况，说明内反馈 $k_f s$ 的作用是什么？

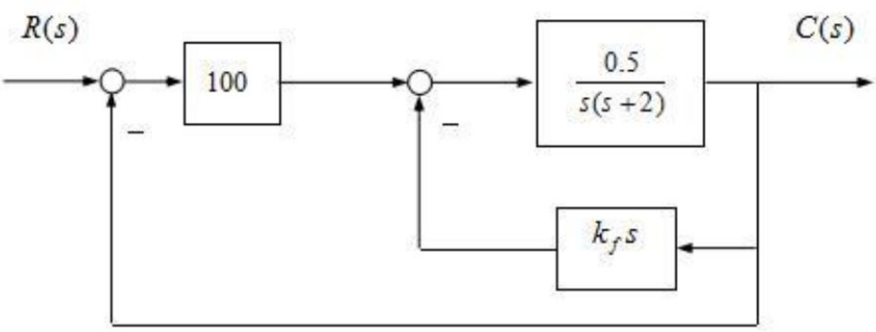


图2

三、设系统的闭环特征方程为 $s^2(s+a)+K(s+1)=0$，$(a>0)$

1．当 $a=10$ 时，绘制 K: 0~∞变化时的系统闭环根轨迹，并求出系统阶跃响应分别为无超调、阻尼振荡时 K 的取值范围；

2．若使根轨迹只具有一个非零分离点，求出此时 a 的取值？

本题分数	20
得　分	

四、如图 3 所示，最小相位系统开环对数幅频渐近特性为 $L'(\omega)$，串联校正装置对数幅频特性渐近特性为 $L_c(\omega)$。

1．求未校正系统开环传递函数 $G_0(s)$ 及串联校正装置 $G_c(s)$；

2．在图中画出校正后系统的开环对数幅频渐近特性 $L''(\omega)$，并求出校正后系统的相位裕度 γ''；

3．简要说明这种校正装置的特点。

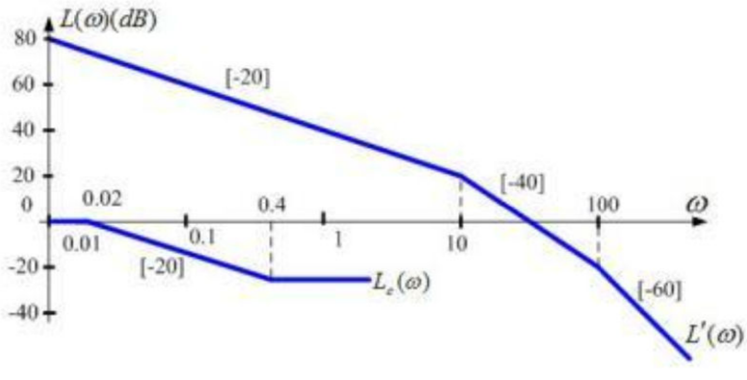


图 3

本题分数	16
得　分	

五、采样系统如图 4 所示，其中 T 为采样周期。

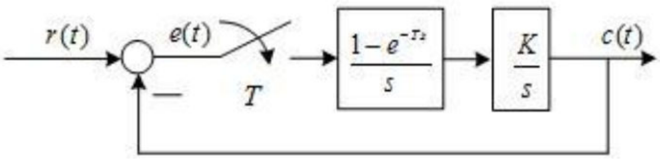


图 4

1．计算系统开环及闭环脉冲传递函数；

2．确定闭环系统稳定的 K 值范围；

3．讨论采样周期 T 对系统稳定性的影响；

4．设采样周期 $T=1s$，当 $r(t)=t\cdot 1(t)$ 时，系统能否满足稳态误差小于 0.1 的要求？若不能，如何改变采样周期 T 之值，使其在稳定前提下满足稳态误差小于 0.1 的要求？

附 Z 变换表 $Z\left(\frac{1}{s}\right)=\frac{z}{z-1}$， $Z\left(\frac{1}{s+a}\right)=\frac{z}{z-e^{-aT}}$ 。

本题分数	16
得　分	

六、某单位负反馈非线性系统如图 5 所示，非线性环节的描述函数为 $N(A)=\frac{1}{A}e^{-j\frac{\pi}{3}}$，线性部分的传递函数如图 5 所示。试分析：

1．系统是否存在自振；

2．若产生自振，计算自振频率及振幅。

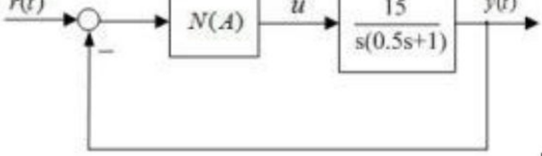


图 5

一、$C(s)=\dfrac{[G_1(s)G_2(s)+G_3(s)G_2(s)+G_3(s)G_2(s)G_1(s)H_1(s)]R(s)+[G_2(s)+G_2(s)G_1(s)H_1(s)]N(s)}{1+G_1(s)H_1(s)+G_2(s)H_2(s)+G_1(s)G_2(s)H_3(s)+G_1(s)H_1(s)G_2(s)H_2(s)}$

二、 1、$\sigma\%=e^{-\pi\zeta/\sqrt{1-\zeta^2}}\times100\%=63.8\%$；$t_s=\dfrac{3.5}{\zeta\omega_n}=\dfrac{3.5}{1.0}=3.5(s)$；

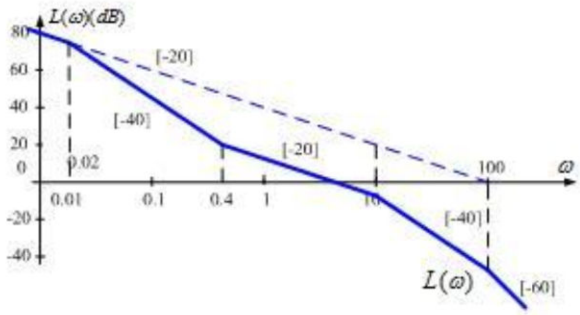
2、$k_f=8.9$，$t_s=1.085(s)$；

三、1、当$31.25\le K\le 32$时系统阶跃响应为无超调。当$0<K<31.25$及$K>32$时系统阶跃响应为阻尼振荡。2、要使系统只有一个非零分离点，则$(a+3)^2-16a=0$即$a=9$，$a=1$（舍去）

四、1、$G_0(s)=\dfrac{100}{s(\frac{s}{10}+1)(\frac{s}{100}+1)}$；$G_c(s)=\dfrac{K_c(\frac{s}{0.4}+1)}{s^v(\frac{s}{0.02}+1)}$

2、$G(s)=G_0(s)G_c(s)=\dfrac{100(\frac{s}{0.4}+1)}{s(\frac{s}{10}+1)(\frac{s}{100}+1)(\frac{s}{0.02}+1)}$

由低频到高频绘制渐近特性曲线，遇转折频率处，改变渐近线的斜率。得到对数幅频特性曲线如图所示：



$$\gamma''=180°-90°+\arctan\frac{5}{0.4}-\arctan\frac{5}{0.02}-\arctan\frac{5}{10}-\arctan\frac{5}{100}=56.23°$$

3、 根据幅频曲线可知，采用的是串联滞后校正装置。以截止频率减小，快速性降低为代价，使得系统相角裕度增加。

五、1、$G(z)=Z\left[\frac{1-e^{-Ts}}{s}\cdot\frac{K}{s}\right]=K\left(1-z^{-1}\right)\frac{Tz}{\left(z-1\right)^2}=\frac{KT}{z-1}$；$\Phi(z)=\frac{G(z)}{1+G(z)}=\frac{KT}{z-1+KT}$；

2、系统闭环稳定时$0<K<\frac{2}{T}$；3、由(2)可知，采样周期T越大，系统的稳定域越小。

4、$K_v=\lim\limits_{z\to}\left(z-1\right)G(z)=KT, e_{ss}=\frac{T}{K_v}=\frac{1}{K}\le 0.1\Rightarrow K\ge 10$，此时不满足稳定的条件$0<K<\frac{2}{T}$，系统不能稳定工作，要使系统稳定而且达到误差要求，则$\frac{2}{T}\ge 10\Rightarrow T\le 0.2$。

六、系统存在自振的频率为 1.155rad/s，振幅为 11.246。