中国科学技术大学

2013年硕士学位研究生入学考试试题

自动控制理论（845）

所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

■需使用计算器　　　　□不使用计算器

一、选择题（18分）：选择正确的答案填于括号中：

1. 已知单位正反馈系统的闭环传递函数是$\Phi(s)$，则其开环传递函数是（　）。

   A. $\dfrac{\Phi(s)}{1-\Phi(s)}$；　B. $\dfrac{1-\Phi(s)}{\Phi(s)}$　C. $\dfrac{1}{1+\Phi(s)}$；　D. $\dfrac{\Phi(s)}{1+\Phi(s)}$

2. 在阶跃信号作用下，典型一阶系统的时间常数 T 等于（　）。

   A. 输出达到稳态值约 95%所需的时间；　B. $3t_s$

   C. 输出达到稳态值约 63.2%所需的时间；　D. $t_s/4.75$

3. 已知 a 为实轴上零度根轨迹上的点，则在 a 的＿侧，系统开环实零极点的个数之和为＿数。（　）

   A. 右、偶；　B. 右、奇；　C. 左、偶；　D. 左、奇

4. 已知系统的开环传递函数如下，则系统的开环增益为（　）。

$$G(s)=\frac{6(s+2)}{(6s+1)(s^2+2s+3)}$$

   A. 6；　B. 4；　C. 2；　D. 1

5. 对线性定常系统，状态变换可以改变系统的＿　。（　）

   A. 能控性；　B. 能观性；　C. 状态空间方程；　D. 传递函数

6. 对线性定常系统，状态反馈不改变系统的＿　。（　）

   A. 能控性；　B. 能观性；　C. 渐近稳定性；　D. 传递函数

二、计算题（26 分）单位负反馈控制系统开环传递函数为：

$$G(s)=\frac{K}{s(s+3)(s+5)}$$

1. 分别用两种方法判断使闭环系统稳定的条件。
2. 确定使闭环系统稳定，且全部闭环极点的实部的绝对值都大于 1 的条件。
3. 当跟踪一个速度为 0.5m/s 的等速度信号时，要求闭环系统稳态跟踪误差不能超过 0.1m，试确定参数 K 的取值范围。

三、计算题（20 分）单位负反馈控制系统开环传递函数为：

$$G(s)=\frac{K}{s\left(T_1 s+1\right)\left(T_2 s+1\right)}$$

1. 画奈氏图，并用奈氏判据分析稳定性。
2. 当 K=1、T_1=1 秒、T_2=0.1 秒时，概要画出 Bode 图，并求出增益交界频率、相位交界频率、增益裕量、相位裕量。

四、计算题（30 分）单位负反馈系统的被控对象传递函数如下：

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

希望闭环系统阶跃响应的百分比超调量小于 5%，±2%允许误差的过渡过程时间小于 11.5 秒，在前向通道设计如下控制器，能否达到设计指标？如果能够达到设计指标，请给出设计过程和设计结果；如果不能达到设计指标，请分析原因。

1. 纯比例控制器（P 控制器）。
2. 比例微分控制器（PD 控制器）。

五、**建模分析题（16 分）**：已知某系统的传递函数如下，试分别给出满足以下条件的实现并分析实现的稳定性

$$\hat{g}(s)=\frac{2s^2+11s+9}{s^2+5s+6}$$

1. 求既能控又能观的约当型实现，分析该实现的渐近稳定性；
2. 求一个维数尽可能低的能控但不能观、李雅普诺夫意义下稳定但非渐近稳定的实现，分析该实现的 BIBO 稳定性。

六、**计算题（24 分）**：已知系统的状态空间方程为

$$\dot{x}(t)=\begin{bmatrix}0 & -1\\ 1 & 2\end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix}-1\\ 1\end{bmatrix}u(t)$$
$$y=\begin{bmatrix}2 & 3\end{bmatrix}x(t)$$

1. 求系统的传递函数，并分析系统的稳定性；
2. 当系统的初态为 $x(0)=\begin{bmatrix}2\\ -1\end{bmatrix}$ 时，求该系统在单位阶跃信号作用下的输出响应式；
3. 若系统不稳定，在可能的情况下，设计状态反馈，使系统的闭环极点位于 $-2\pm j1$，若不能，请说明你的理由。

七、**证明题（16 分）**：对 n 维线性定常单输入－单输出系统：

$$\dot{\boldsymbol{x}}=\boldsymbol{Ax}+\boldsymbol{b}u$$
$$y=\boldsymbol{cx}+d$$

试分别证明如下结论

1. 若 $\boldsymbol{cA}^i\boldsymbol{b}=0,(i=0,1,2,\cdots,n-1)$，则该系统的传递函数是与 s 无关的常数；

2. 当 $d\neq 0$ 时，系统的传递函数可表示为：

$$G(s)=\frac{Y(s)}{U(s)}=d\cdot\frac{\det(s\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A}+\frac{1}{d}\boldsymbol{bc})}{\det(s\boldsymbol{I}-\boldsymbol{A})}$$