南京理工大学

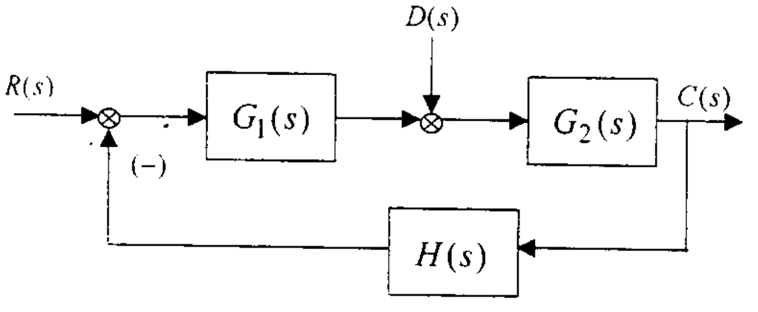
2004年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号：200410031

考试科目：控制理论基础（满分150分）

<u>考生注意：所有答案（包括填空题）按试题序号写在答案纸上，写在试卷上不给分</u>

一、（15分）设控制系统的结构如图所示。

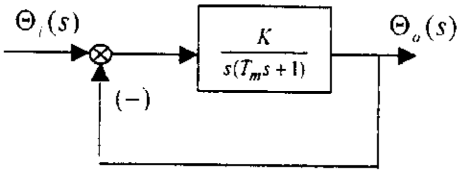


图中受控对象的传递函数 $G_2(s)=\dfrac{1}{s(2s+1)}$，检测和反馈装置的传递函数 $H(s)=1$，$r(t)\doteq d(t)=t \quad (t\geq 0)$。

试求：（1）当控制器的传递函数 $G_1(s)=\dfrac{8}{0.05s+1}$ 时，系统的稳态误差；

（2）若改变控制器的结构使控制器的传递函数变成为 $G_1'(s)=\dfrac{8}{s(0.05s+1)}$ 时，系统的稳态误差有何变化。

二、（20分）位置随动系统的结构图如图示。



已知系统的误差响应为 $e(t)=1.4e^{-1.07t}-0.4e^{-3.73t} \qquad t\geq 0$

试求：（1）系统参数K、T_m和特征参数ζ、ω_n的取值；

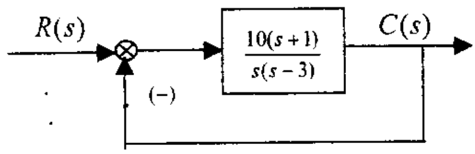
（2）系统的动态性能和稳态性能。

三、（10 分）已知非线性系统的齐次微分方程为

$$\ddot{y} + a\dot{y} + K\sin y = 0$$

试求该系统在平衡状态附近的线性化模型。

四、（15 分）考虑如图所示系统，它具有一个不稳定前向传递函数。试画出系统的根轨迹图，并标出闭环极点。证明虽然闭环极点位于负实轴上，并且系统是非振荡的，但是单位阶跃响应曲线仍呈现出过调，计算其超调量并简单说明原因。



五、（15 分）已知某受控系统的单位脉冲响应为　$g(t) = K(1 + e^{-0.5t} - 2e^{-t/4})$

如果将它构成一个单位反馈系统，试绘制该系统的开环幅相曲线，并求使系统处于临界稳定时其开环增益和振荡频率值。

六、（15 分）设系统开环传递函数为 $G(s) = \dfrac{s+1}{s^2(s+3)}$，要求用状态反馈将闭环极点配置到{-2，-2，-1}。试计算状态反馈增益矩阵，并说明所得到的闭环系统是否可观测。

七、（15 分）证明在开环系统中串联插入超前网络和滞后网络后，其作用效果分别如同一个比例-加-微分控制（在小ω范围内）和一个比例-加积分控制（在大ω范围内）。

八、（15 分）一个可控标准形系统的状态空间表达式为：

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0.4 & -1.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \qquad (a)$$

$$y = \begin{bmatrix} 0.8 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \qquad (b)$$

同一个系统的可观测标准形的状态空间表达式为：

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -0.4 \\ 1 & -1.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.8 \\ 1 \end{bmatrix} u \qquad (c)$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \qquad (d)$$

试证明：

（1）方程(a)和(b)给定的状态空间表达式给出了一个状态可控但不是可观测的系统；

（2）方程(c)和(d)所定义的状态空间表达式给出了一个不是状态完全可控却可观测的系统。

（3）试解释是什么原因引起了同一系统可控性和可观测性之间的这种显著差别。

九、（15 分）设二阶系统方程为：

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

显然，平衡状态是原点。试用李亚普诺夫函数分析该状态的稳定性。

十、（15 分）已知系统的结构图如图示。$K=4, M=1, k=1, r(t)=1(t), c(0)=0, \dot{c}(0)=0$。

在$e-\dot{e}$平面上画出相轨迹，并画出$c(t)$的曲线，且分析运动情况（若有稳定误差，请计算其值，若有振荡，请计算振荡周期）。