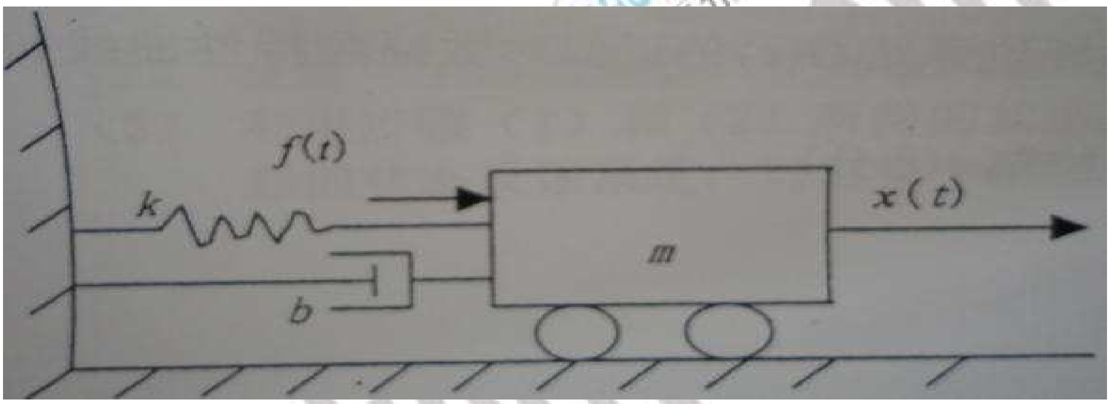
2004年杭州电子科技大学自动控制原理考研试题

一、（16分）设机械阻尼器系统如图所示，其中m为小车的质量，k为弹簧的弹性系数，b为阻尼器的阻尼系数，外力$f(t)$为系统的输入，位移$x(t)$为系统的输出。系统原来处于静止状态，忽略小车与地面的摩擦。

（1）列出系统施加作用力$f(t)$后，产生位移$x(t)$的运动方程，并求系统的传递函数$X(s)/F(s)$；（8分）

（2）列出以$f(t)$为输入，小车位移$x(t)$、小车速度$dx(t)/dt$为状态变量，小车位移$x(t)$为输出的状态空间表达式。（8分）



二、（10分）求一阶系统$G(s)=\dfrac{1}{0.25s+1}$的单位阶跃响应$c(t)$。在图中近似画出该响应曲线。

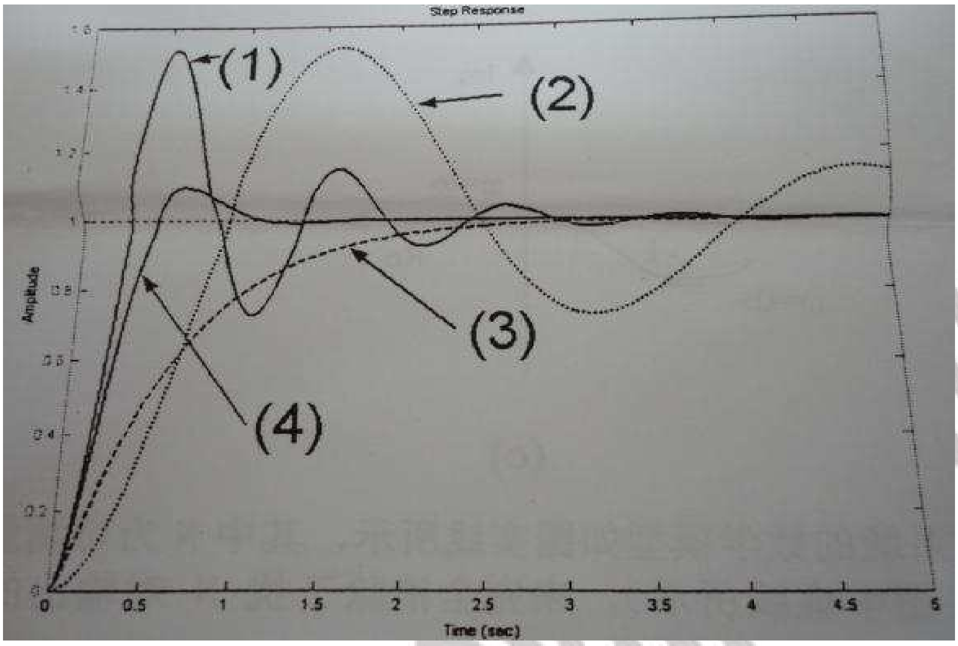
三、（20分）二阶系统的传递函数可写为$G(s)=\dfrac{\omega_n}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n{}^2}$的形式，其中$\omega_n$为无阻尼振荡频率，$\zeta$为阻尼比。已知四个二阶系统的参数分别为：

（a）$\omega_n=6, \zeta=2$；　　　　（b）$\omega_n=6, \zeta=0.2$；

（c）$\omega_n = 6, \zeta = 0.6$；　　　　（d）$\omega_n = 2, \zeta = 0.2$。

（1）对上述（a）（d）两个系统，分别写出其传递函数，并求其特征根；（8 分）

（2）下图曲线（1），（2），（3），（4）为四个系统的单位阶跃响应曲线，将它们与系统（a），（b），（c），（d）一一对应起来。（12 分）



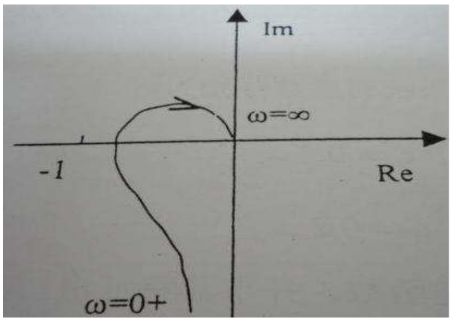
四、(24 分)对于如图所示的各系统的 Nyquist 图的正频部分（即 $\omega \in (0, \infty)$）：

（1）从下列四个系统开环传递函数中分别找出与图（a），（b），（c），对应的传递函数（参数 $K > 0, T > 0, T_2 > T_1 > 0$）；（15 分）

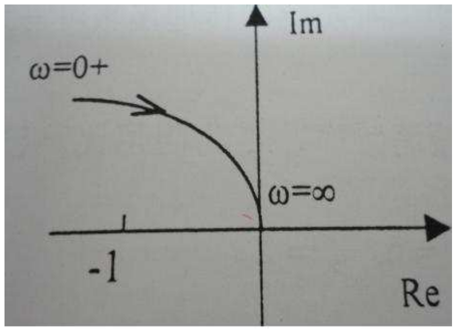
（i）$G_1(s) = \dfrac{K}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$　　（ii）$G_2(s) = \dfrac{K(T_2 s + 1)}{s^2(T_1 s + 1)}$

（iii）$G_3(s) = \dfrac{K}{s^2(Ts + 1)}$　　（iv）$G_4(s) = \dfrac{K}{s(Ts + 1)}$

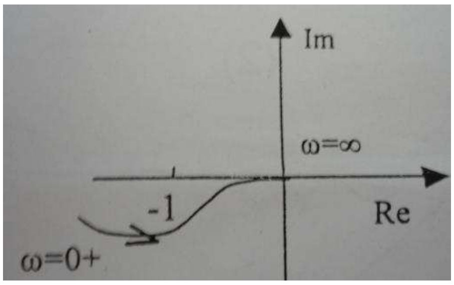
（2）试将各 Nyquist 曲线补画完整并判断其闭环系统的稳定性。（9 分）



(a)

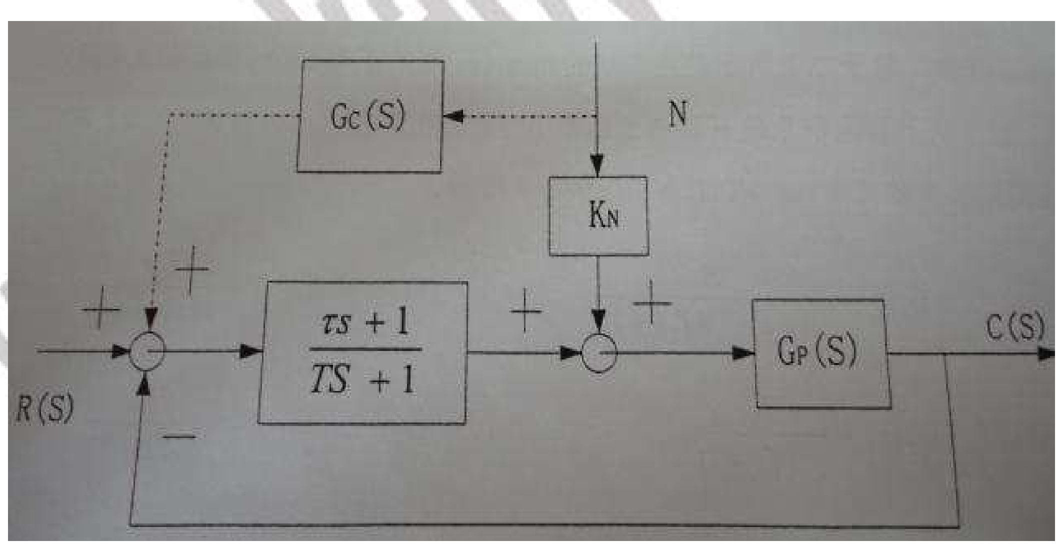


(b)



(c)

五、（10 分）某系统的数学模型如图实线所示，其中 N 为可测量之干扰，今欲增加一个补偿环节（图中虚线所示），来完全消除干扰 N 对输出的影响，试分析确定 $G_c(s)$。

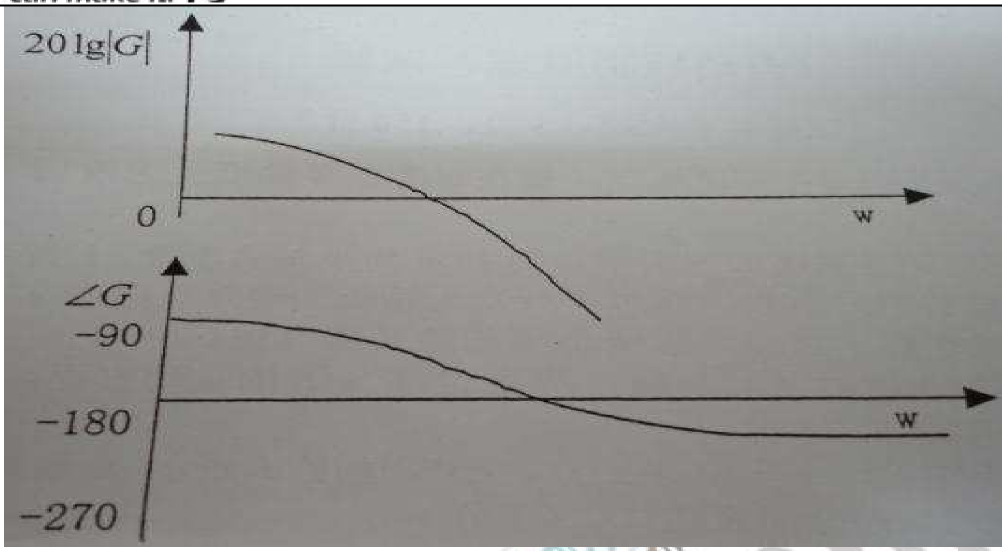


六、（20 分）已知某系统开环传递函数增益 K=10 时的开环对数频率特性如下图：

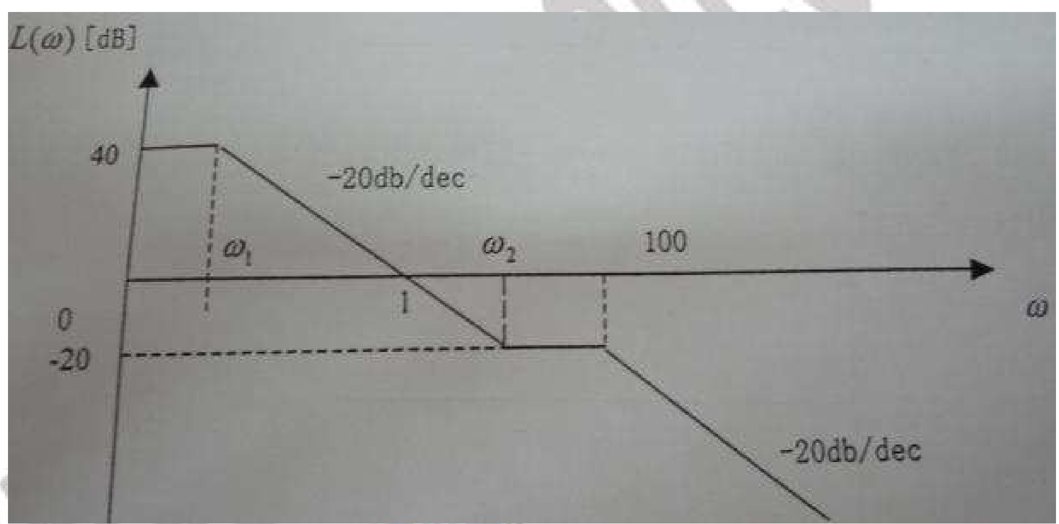
（1）在图上标出截止频率 ω_c 和相位交界频率 ω_g；（4 分）

（2）在图上标出幅值、相位裕度；(4 分)

（3）当开环增益 K=1 时的对数频率特性如何变化；（4 分）



（4）已知某开环最小相位系统$G(s)$的近似对数幅频特性曲线如图所示，写出开环传递函数$G(s)$的表达式。（8 分）



七、（20 分）给定线性定常系统如下：

$$\dot{x}(t)=Ax(t)+Bu(t)$$
$$y(t)=Cx(t)$$

其中$A=\begin{bmatrix}0 & 1\\ -3 & -4\end{bmatrix}, B=\begin{bmatrix}1\\ 0\end{bmatrix}, C=\begin{bmatrix}1 & -1\end{bmatrix}$：

（1）求 A 的特征值；（5 分）

（2）求系统的状态转移矩阵$\phi(t)=e^{At}$；（10 分）

（3）判断次系统的状态可控性。（5 分）

八、（30 分）给定线性定常系统为：

$$\dot{x}=\begin{bmatrix}1 & 1\\0 & -2\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}u$$

$$y=\begin{bmatrix}2 & 1\end{bmatrix}x$$

其状态不能直接测得。

（1）设计状态反馈，使闭环系统的极点为$-1+2j,-1-2j$；（10 分）

（2）设计一全维观测器，使其极点在—3，—4；（10 分）

（3）利用步骤（1）和（2）所得的状态反馈和状态观测器，可得一个带观测器的状态反馈系统，写出整个闭环系统的状态空间表达式。（10 分）