模拟试题答案

一、1、由图，$\frac{d\varphi}{dt}=\frac{d\varphi}{di_f}\frac{di_f}{dt}=\frac{di_f}{dt}$

有 $R_f i_f+\frac{di_f}{dt}=u_f$

2、回路：$L_1=-\frac{2.5}{s+1}$，$L_2=-\frac{1}{s(s+1)}$，$L_3=-\frac{0.5k}{s^2(s+1)}$

所以　$\Delta=1-(L_1+L_2+L_3)=\frac{s^3+3.5s^2+s+0.5k}{s^2(s+1)}$

$P_1=\frac{0.5k}{s^2(s+1)}$，$\Delta_1=1$

$$\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{0.5k}{s^3+3.5s^2+s+0.5k}$$

3、（-1，j0）点在 B 点和原点之间，以及 A 点的左侧，系统是稳定的，

因为系统稳定，又 P=0，在上述区间内，奈氏曲线不包围（-1，j0）点，

$Z=P-N=0$

4、$G(j\omega)=\frac{1}{j2\omega+1}$

$|G(j\omega)|=\frac{1}{\sqrt{4\omega^2+1}}$　　　$\angle G(j\omega)=-arctg2\omega$

$\therefore c(t)=\frac{R}{\sqrt{4\omega^2+1}}(\sin\omega t-arctg2\omega)$

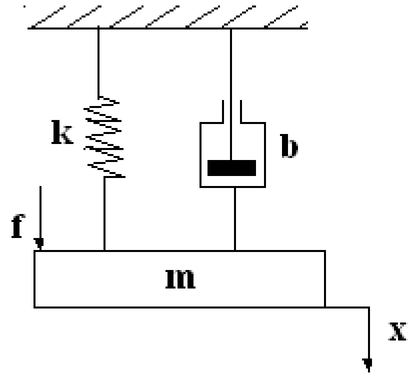
5　反馈校正除了与串联校正一样，可改善系统的性能以外，还可抑制反馈环内不利因素对系统的影响。通常选择反馈装置反并接在对系统性能有较大妨碍的环节两端，如G_1，并使校正回路的开环传函$G_1H>>1$，在此前提下，校正后系统的闭环传递函数中，不出现G_1，可消除G_1对系统的影响。

二、如题图 2 所示的系统中，已知 m＝1 千克，b=2 牛顿秒/米和 k=100 牛顿/米，f 为作用在质量块上的外力，x 为质量块的位移。(位移量 x 从平衡位置开始测量）

1、以 x 为输出，f 为输入，建立系统微分方程；

2、求 $\dfrac{X(s)}{F(s)}$

3、如果没有外力作用，现将质量块向下移动 0.05 米，然后将其释放且不带初速度，试求在振动中被观察到的频率以及 4 个周期后的振幅。



题图 2

解：1、 $f - kx - b\dot{x} = m\ddot{x}$

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = f$$

2、 $\dfrac{X(s)}{F(s)} = \dfrac{1}{ms^2 + bs + k} = \dfrac{1}{s^2 + 2s + 100}$

3、 $\omega_n = 10, \zeta = 0.1$， $\omega_d = 10\sqrt{1-\zeta^2} = 9.95$弧度/秒

没有外力作用，现将质量块向下移动 0.05 米，表示初始条件为 $x(0) = 0.05, \dot{x}(0) = 0$

$$x(t) = x(0)e^{-\zeta\omega_n t}(\cos\omega_d t + \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\sin\omega_d t)$$

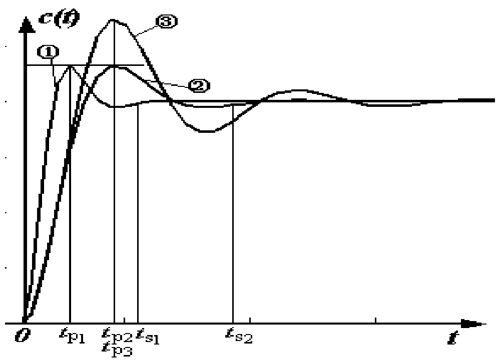
当 $t = 4T, T = \dfrac{2\pi}{\omega_d}$ 带入上式

$$x(4T) = x(0)e^{-\zeta\omega_n 4T} = 0.05e^{-2.526} = 0.00$$

三、（12 分）3 个二阶系统的闭环传递函数的形式都是$G_B(s)=\dfrac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$

它们的单位阶跃响应曲线如题图 3 中的曲线①、②和③。其中t_{s1}、t_{s2}是系统①、②的调

整时间，t_{p1}、t_{p2}和t_{p3}是峰值时间。在同一[s]平面上画出 3 个系统的闭环极点的相对位置，并说明理由。



题图 3

解：三个系统均为欠阻尼。

三个闭环极点表示为

$s_1=-\sigma_1+j\omega_1$
$s_2=-\sigma_2+j\omega_2$
$s_3=-\sigma_3+j\omega_3$

系统 1 和系统 2 超调量相同,所以阻尼比相同

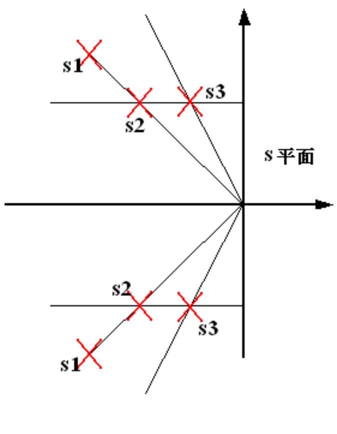
$$\zeta_1=\zeta_2>\zeta_3$$

系统 1 的峰值时间比系统 2、3 小，系统 2 和系统 3 的峰值时间相同，所以

$$\omega_1>\omega_2=\omega_3$$

系 统 1 调 节 时 间 小 于 系 统 2 调 节 时 间 小 于 系 统 3 的 调 节 时 间 ， 所 以

$\sigma_1>\sigma_2>\sigma_3$　　如图所示

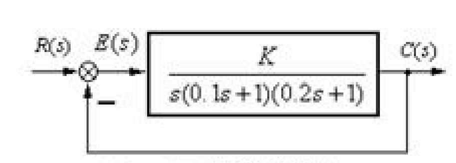


四、（16 分）系统结构图如题图 4 所示。

（1）为确保系统稳定，如何取 K 值？

（2）为使系统特征根全部位于 s 平面 $s=-1$ 的左侧，K 应取何值？

（3）若 $r(t)=2t+2$ 时，要求系统稳态误差 $e_{ss} \le 0.25$，K 应取何值？



题图 4

解：1) 特征方程为

$$0.02s^3+0.3s^2+s+K=0$$

$$s^3+15s^2+50s+50K=0$$

s3	1	50
s2	15	50K
s1	15×50－50K	
s0	50K	

15×50－50K>0

50K>0

得　　0<K<15

2) s=z-1 带入上面特征方程

$$(z-1)^3+15(z-1)^2+50(z-1)+50K=0$$

$$z^3+12z^2+23z+50K-36=0$$

z3	1	23
z2	12	50K-36
z1	12×23－50K+36	
z0	50K-36	

12×23－50K+36>0

50K-36>0 得 0.72<K<6.24

3）$e_{ss}=\frac{R}{K}=\frac{2}{K}\le 0.25$ 得 $K\ge 8$

五、传递函数的形式为 $G(s)=\frac{\omega_1}{s(\frac{1}{\omega_2}s+1)}$，

闭环特征方程为： $s^2+\omega_2 s+\omega_1\omega_2=0$

$$2\varsigma\omega_n=\omega_2$$

$$\omega_n=\sqrt{\omega_1\omega_2}$$

由图， $\omega_3=\sqrt{\omega_1\omega_2}$，

有 $\varsigma=\frac{\sqrt{\omega_2}}{2\sqrt{\omega_1}}=\frac{\omega_2}{2\omega_3}$

六、解：根轨迹如图 a 所示，有两支根轨迹在右半 s 平面，说明原系统不稳定。

增加零点后，渐近线由 3 条变为 2 条，

$$\theta=\pm 90^\circ,\quad \sigma=\frac{-2+a}{2}\quad (0\le a\le 2),$$

增加零点后系统的根轨迹如图 b，

说明适当增加开环零点可改善系统的稳定性。

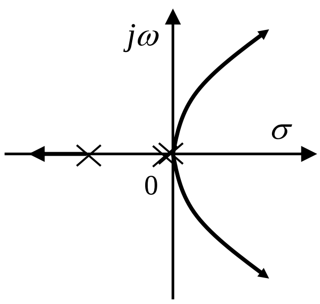


图 a

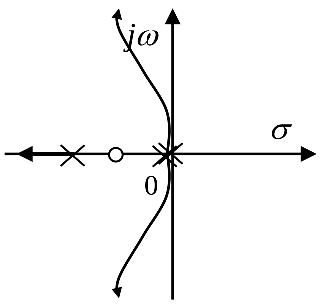


图 b

七、解：（1）由图可得校正后开环传递函数为$G_K(s)=\dfrac{9(s+1)}{s^2(0.05s+1)^2}$

，那么校正装置的传递函数为$G_c(s)=\dfrac{G_K(s)}{G_0(s)}=\dfrac{(s+1)}{(0.05s+1)}$

（2）系统相频特性曲线如图所示，红线为校正后系统的相频特性，相角裕度在图中标出

（3）校正前，系统不稳定，相角裕度小于 0，幅值裕度为 0；

校正后，令 $\angle G(j\omega)=-180^\circ$，有 $\omega_g=18.9$ ，

$\left|G(j\omega)\right|_{\omega=18.9}\approx 0.25$，幅值裕度为$k_g=\dfrac{1}{|G(j\omega)|}=\dfrac{1}{0.25}=4$