

南京航空航天大学

第1页 (共2页)

二〇一八 ~ 二〇一九 学年 第1学期

课程名称: 《自动控制原理》 参考答案及评分标准

命题教师: 试卷类型: 试卷代号:

一、

$$C(s) = \frac{G_1 G_2 G_3 + G_4 [1 + G_2 G_3 H_2]}{1 + G_1 G_2 H_1 + G_2 G_3 H_2 + G_1 G_2 G_3 + G_4 + G_1 G_2 H_1 G_4} R(s) \\ + \frac{1 + G_1 G_2 H_1 + G_2 G_3 H_2}{1 + G_1 G_2 H_1 + G_2 G_3 H_2 + G_1 G_2 G_3 + G_4 + G_1 G_2 H_1 G_4} \cdot N(s)$$

二、1. $\omega_n = 5\sqrt{2}$, $\zeta = \frac{\sqrt{2}}{10}$, $\sigma\% = e^{-\pi\zeta/\sqrt{1-\zeta^2}} \times 100\% = 63.8\%$, $t_s = \frac{3.5}{\zeta\omega_n} = \frac{3.5}{1.0} = 3.5(s)$

2. $k_f = 8.9$, $t_s = 1.085(s)$; 3. 略

三、1. $G'(s) = \frac{a(s+4)}{s^2 + 4s + 5} = \frac{a(s+4)}{(s+2+j)(s+2-j)}$, $\frac{1}{d+4} = \frac{1}{d+2+j} + \frac{1}{d+2-j}$

得 $d^2 + 8d + 11 = 0$ $d = -6.24$

2. $e^{-4t} \sin(\omega t)$ 对应的极点的实部是-4, 与零点的实部值一样。又因为两极点一零点的根轨迹在复平面上部分是以零点为圆心的圆的一部分, 所以, 此时极点的虚部绝对值是 $6.24 - 4 = 2.24$, 即极点为 $(-4 + j2.24)$, 带入特征方程, 解得 $a = 3.91$ 。

四、1. $G(s) = \frac{10}{s(10s+1)(0.1s+1)}$; 2. 由伯德图知 $\omega_c = \sqrt{0.1 \times 10} = 1$, 故

$\gamma = 180^\circ - 90^\circ - \arctg(10) - \arctg(0.1) \approx 0^\circ$; 3. 由于要求截止频率提高, 所以设计超前校正。

设新系统的截止频率 $\omega_c'' = 2$, 得原系统 $L(\omega_c'') = 20 \lg A(\omega_c'') = -12.15$; 由

$10 \lg a = 12.15$, 得 $a = 16.41$, $T = \frac{1}{\omega_c'' \sqrt{a}} = 0.123$;

经验算满足设计要求。

$$\gamma = 180^\circ - 90^\circ - \arctg(2/0.1) - \arctg(2/10) + \arctg(4.037) - \arctg(0.246) = 53.82^\circ,$$

五、系统的开环脉冲传递函数为 $G(z) = \frac{k(z+a)}{z+b} \frac{0.632z}{(z-1)(z-0.368)}$;

$$\text{系统的闭环传递函数为 } \phi(z) = \frac{G(z)}{1+G(z)} = \frac{k \frac{z+a}{z+b} \frac{0.632z}{(z-1)(z-0.368)}}{1 + k \frac{z+a}{z+b} \frac{0.632z}{(z-1)(z-0.368)}}$$

$$= \frac{0.632kz(z+a)}{(z+b)(z-1)(z-0.368) + 0.632k(z+a)}$$

$$(2) \quad b=0 \text{ 时有 } \phi(z) = \frac{0.632kz(z+a)}{(z-1)(z-0.368) + 0.632k(z+a)};$$

$$\text{令闭环特征方程 } (z-1)(z-0.368) + 0.632k(z+a) = z^2;$$

得 $a = -0.269$, $k = 2.165$ 。

$$(3) \quad \text{此时闭环脉冲传递函数为 } \phi(z) = \frac{1.368(z-0.269)}{z^2} = 1.368z^{-1} - 0.368z^{-2};$$

单位阶跃下的响应为

$$(1.368z^{-1} - 0.368z^{-2}) \frac{z}{z-1} = (1.368 - 0.368z^{-1}) \frac{1}{z-1} = 1.368z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots$$

故得系统的单位阶跃响应为 $c(0) = 0$ 、 $c(1) = 1.368$ 、 $c(2) = c(3) = c(4) = \dots = 1$,

稳态误差 $e(\infty) = 0$ 。

六、1. $N(A) = \frac{8}{\pi A^2} [\sqrt{A^2-1} - j]$, 显然, $\frac{-1}{N(A)} = \frac{-\pi}{8} [\sqrt{A^2-1} + j] = -\frac{\pi}{8} - j\frac{\pi}{8}$

$$G(j\omega) = \frac{2K}{j\omega(1+j\omega)} = \frac{-2K}{1+\omega^2} \left[1 + j\frac{1}{\omega} \right] = -\frac{\pi}{8} - j\frac{\pi}{8}$$

由此得 $\omega = 1$, $K = \pi/8$ 。进而 $A_c = 8\sqrt{2}/\pi = 3.6$ 。2.由图可知, $K \uparrow \Rightarrow A \uparrow, \omega \uparrow$ 。