

南京理工大学

2011 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 839

科目名称: 控制理论基础

满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

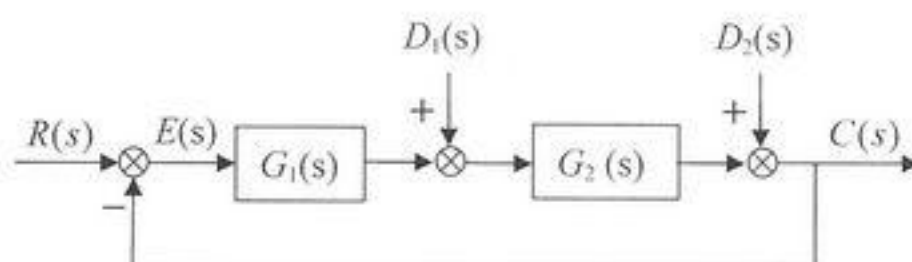
一、(15 分) 已知单位负反馈系统开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{9}{s(0.01s + 0.2)}$$

试求:

- (1) 该系统单位阶跃响应的峰值时间 t_p , 调节时间 t_s (误差带取 $\Delta = \pm 5\%$) 和响应输出的最大值;
- (2) 若要求系统的阻尼比 $\xi = 0.7$, 试设计测速反馈环节, 并画出此时系统的结构图。

二、(15 分) 控制系统结构如下图所示:



其中 $D_1(s)$ 、 $D_2(s)$ 为扰动输入, 已知: $G_1(s) = \frac{1}{s+2}$, $G_2(s) = \frac{s+1}{s(s+5)}$, 试求:

- (1) $r(t) = 1 + 2t$ 且 $D_1(s) = D_2(s) = 0$ 时, 系统的稳态误差 e_{ss} ;
- (2) $D_1(s)$ 和 $D_2(s)$ 均为单位阶跃信号, 且 $R(s) = 0$ 时, 系统的稳态误差 e_{ss} 。

三、(10 分) 已知系统开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{Ke^{-2s}}{s} \quad K > 0$$

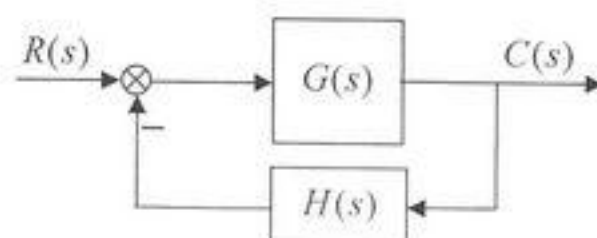
试概略绘制系统开环幅相曲线, 并求出使闭环系统稳定的 K 值范围。

四、(15 分) 已知系统开环传递函数为:

$$G(s)H(s) = \frac{10e^{-0.5s}}{s(0.2s+1)(-0.02s+1)}$$

- (1) 试绘制系统开环概略对数幅频特性图;
- (2) 求出相角裕度 γ 。

五、(20 分) 已知控制系统结构如图所示：



其中： $G(s) = \frac{K}{s^2(s+1)}$ ， $K > 0$ 。试：

(1) 若 $H(s) = 1$ ，试绘制闭环系统根轨迹图；

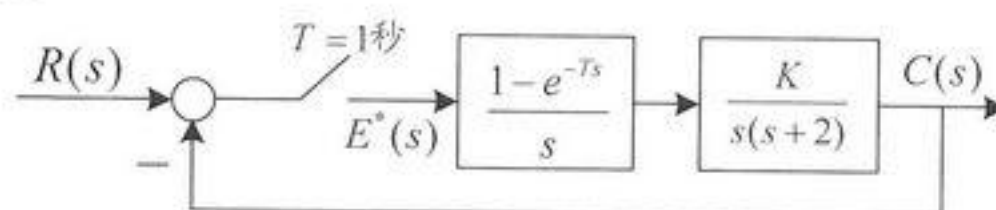
(2) 若要使得 K 为任意正数时系统均稳定，可在反馈环节中增加一个零点，即 $H(s) = s + a$ ， $a > 0$ （即 a 为正实数），试通过根轨迹求此时 a 的取值范围。

六、(15 分) 已知某单位负反馈伺服控制系统开环传递函数为：

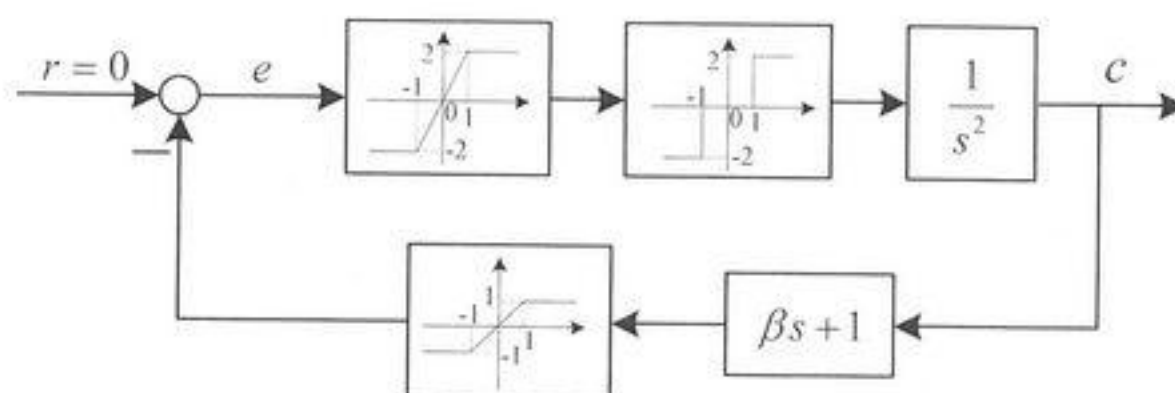
$$G_0(s) = \frac{K}{s(0.5s+1)}$$

若要求系统跟踪速度信号 $r(t) = 10t$ 时，位置输出稳态误差 $e_{ss} \leq 0.5$ ，相角裕度 $\gamma'' \geq 60^\circ$ 。试设计串联校正网络。

七、(10 分) 求如图所示离散系统的 $C(z)/E(z)$ ，并求取使闭环系统稳定的 K 值范围。



八、(15 分) 已知含有饱和非线性和继电非线性的系统如下图所示，试在 $\beta > 0$ 、 $\beta = 0$ 和 $\beta < 0$ 三种情况下，在 $c-\dot{c}$ 相平面上绘制相轨迹概略图，并讨论系统的稳定性与速度反馈系数 β 的关系，假设初始条件为 $c(0) = C_0 > 1/2$ ， $\dot{c}(0) = 0$ 。



九、(10 分) 试为下述系统:

$$\dot{\mathbf{X}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} \mathbf{X} + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \ 0] \mathbf{X}$$

设计一个状态反馈控制器, 使系统的单位阶跃响应满足如下性能指标:

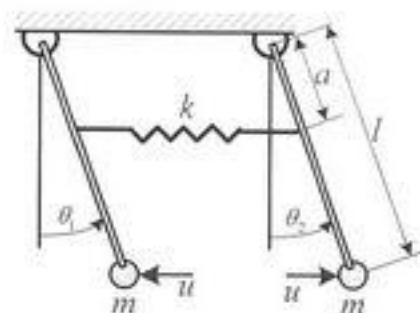
a) 超调量 $\sigma\% = 4.3\%$, b) 峰值时间 $t_p = 3.14$ 秒

十、(15 分) 用一根弹簧连接的两个摆, 受两个大小相等、方向相反的力 u 控制, 这两个力分别加到两个摆锤上, 如图所示。

系统运动方程为:

$$ml^2 \ddot{\theta}_1 = -ka^2(\theta_1 - \theta_2) - mgl\theta_1 - lu$$

$$ml^2 \ddot{\theta}_2 = -ka^2(\theta_2 - \theta_1) - mgl\theta_2 - lu$$



选取系统的状态变量为 $\mathbf{x} = [\theta_1 \ \dot{\theta}_1 \ \theta_2 \ \dot{\theta}_2]^T$, 输出为 $\mathbf{y} = [\theta_1 \ \theta_2]^T$

- (1) 试列写系统的状态方程和输出方程;
- (2) 证明该系统状态是不完全可控的, 并说明能控状态和不能控状态的物理意义;
- (3) 请找出一种方法将该系统变为状态完全可控的系统 (注: 只需给出方法的思路即可)。

十一、(10 分) 某一阶非线性系统由方程 $\dot{x} = -f(x)$ 描述。其中 $f(x)$ 为一连续且可导的非线性函数, 它满足如下条件:

$$\begin{cases} f(0) = 0 \\ f(x) > 0 & x > 0 \\ f(x) < 0 & x < 0 \end{cases}$$

试用李雅普诺夫第二方法判断系统在原点 ($x = 0$) 附近的稳定性。