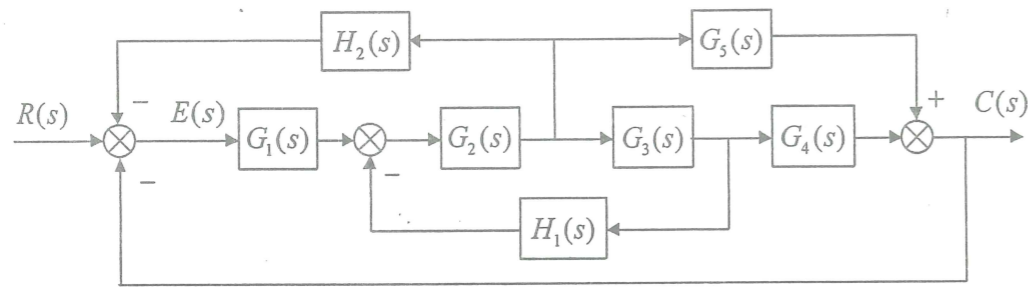


2021 年硕士学位研究生入学考试试题

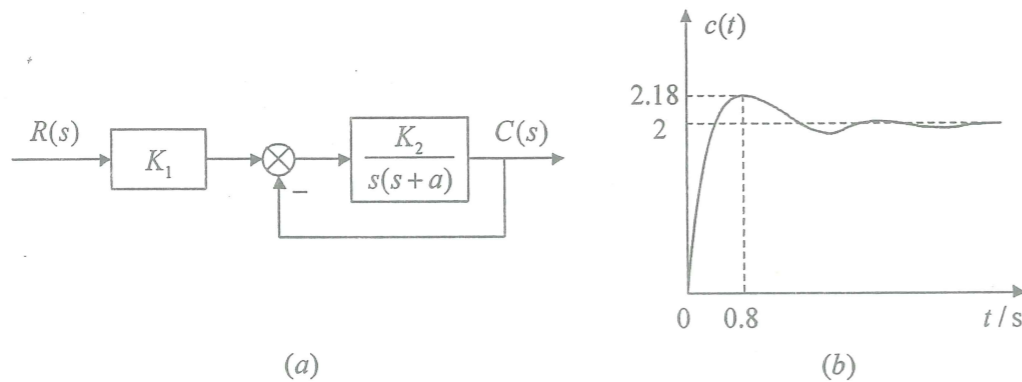
科目代码: 873      科目名称: 自动控制理论      满分: 150 分

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、(10 分) 已知系统结构框图如下所示, 其中  $R(s)$  为输入,  $C(s)$  为输出, 试求传递函数  $\frac{C(s)}{R(s)}$  和  $\frac{E(s)}{R(s)}$ 。

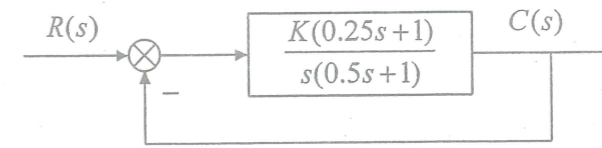


二、(15 分) 某控制系统结构如下图(a)所示, 其单位阶跃响应如下图(b)所示。试确定系统参数  $K_1$ 、 $K_2$  和  $a$  的值。



三、(10 分) 某单位负反馈三阶系统的特征方程为  $s^3 + 4s^2 + 6s + 4 = 0$ 。若输入为单位阶跃信号时, 系统的稳态误差为零。若系统开环传递函数无零点, 试求此时系统的开环传递函数。

四、(15 分) 某控制系统结构如下图所示:

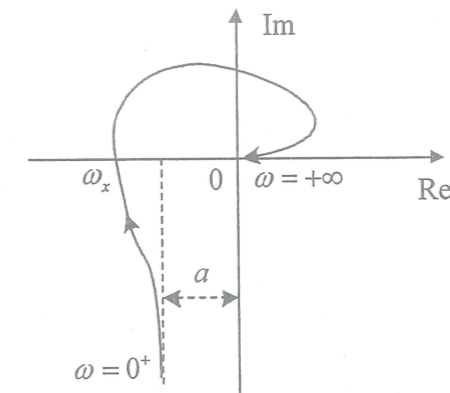


- (1) 绘制参数  $K$  从 0 变到无穷大时系统的根轨迹;
- (2) 用根轨迹法确定系统阶跃响应无振荡时  $K$  的取值范围;
- (3) 用根轨迹法确定系统具有最小阻尼比时  $K$  的值。

五、(15 分) 已知某单位负反馈系统的开环传递函数为:

$$G(s) = \frac{K}{s^m(1+T_1s)(1+T_2s)\cdots(1+T_ns)}$$

其概略幅相频率特性曲线如下图所示:



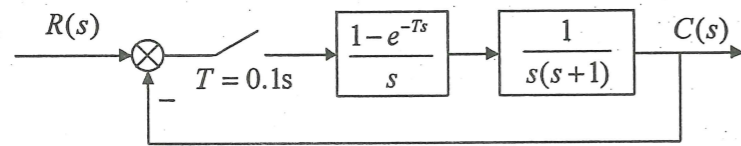
- (1) 求  $m$  和  $n$  的值;
- (2) 求  $\omega_x$ 、 $a$  与系统参数  $K$ 、 $T_1$ 、 $\dots$ 、 $T_n$  之间的关系。

六、(20 分) 下图为某采用 PD 校正的控制系统, 设 PD 控制器的传递函数为  $G_c(s) = K_d s + K_p$ 。

- (1) 当  $K_p = 10$ ,  $K_d = 1$  时, 求相角裕度  $\gamma$ 。
- (2) 若要求该系统截止频率  $\omega_c = 5 \text{ rad/s}$ , 相角裕度  $\gamma = 50^\circ$ , 求  $K_p$ 、 $K_d$  的值。



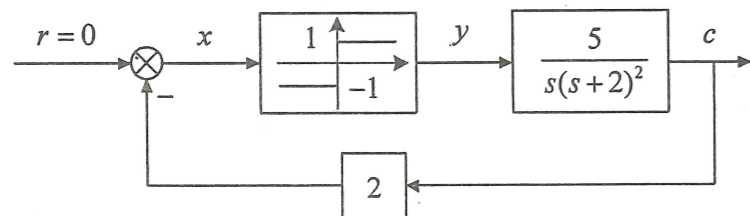
七、(15分)某控制系统结构如下图所示:



- (1) 求系统的开环传递函数  $G(z)$  和闭环传递函数  $\Phi(z)$ ;
- (2) 当  $r(t) = 1(t) + t$  时, 求系统的稳态误差。

八、(15分)试用描述函数法说明如下图所示的控制系统必然存在自振, 并确定

输出信号  $c$  的自振振幅和频率, 其中非线性环节的描述函数为  $N(A) = \frac{4}{\pi A}$ 。



九、(20分)已知系统的状态空间表达式为

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 2] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

试设计全维状态观测器, 观测器极点为  $-2, -3$ , 并用该观测器估计出的状态进行状态反馈, 使系统的闭环极点为  $-0.707 \pm j7.07$ 。

十、(15分)试用 Lyapunov 稳定性分析方法, 分析系统:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -ax_1 \\ \dot{x}_2 &= -bx_2 + x_1x_2^2 \end{aligned}$$

平衡状态的稳定性, 其中  $a > 0, b > 0$ 。