

北京航空航天大学 2013 年
硕士研究生入学考试试题 科目代码: 933

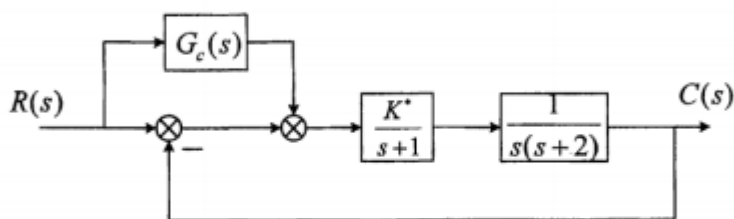
控制工程综合 (共 8 页)

考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

自动控制原理部分, 共 6 题, 90 分

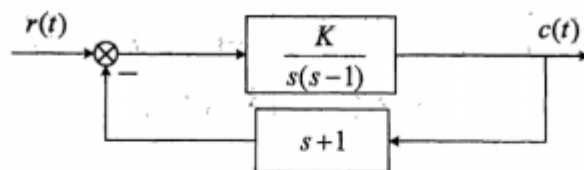
一、(本题 15 分。第(1)小题 8 分, 第(2)小题 7 分) 系统结构图如题一图所示。

- (1). 按步骤绘制 K^* 从 $0 \rightarrow +\infty$ 变化的闭环根轨迹图。求系统阶跃响应无超调时 K^* 的最大值;
- (2). 在本题(1)所求得的 K^* 值下, 若要求系统在 $r(t) = t (t \geq 0)$ 作用下无稳态误差, 试求 $G_c(s)$ 的表达式。这里, 误差定义为 $e(t) = r(t) - c(t)$ 。



题一图

二、(本题 15 分) 反馈系统结构图如题二图所示。画出其开环幅相特性曲线, 并利用奈奎斯特判据确定闭环系统稳定时 K ($K > 0$) 的取值范围。



题二图

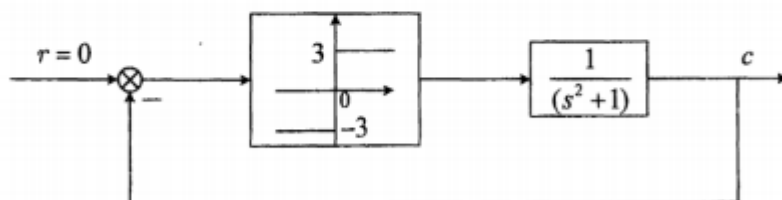
三、(本题 15 分) 已知单位负反馈系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K}{s^2}$$

要求确定放大倍数 K 和串联校正环节 $G_c(s) = \frac{\alpha Ts + 1}{Ts + 1}$ 的参数 α 、 T ，使系统在等加速度信号 $r(t) = \frac{1}{2}t^2$ ($t \geq 0$) 的作用下，稳态误差为 $e_{ss} = 0.1$ ，截止频率为 10 弧度/秒。绘制校正前后系统的开环渐近 Bode 图，并判断校正前后闭环系统的稳定性。

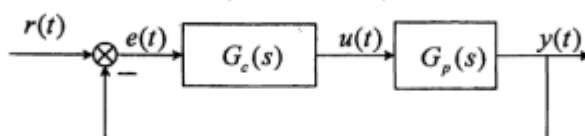
四、(本题 15 分。第(1)小题 8 分，第(2)小题 7 分) 系统结构图如题四图所示。

- (1). 求出起始点在 $\dot{c}(0) = 0$ 、 $c(0) = -3$ 时的相轨迹方程，画出相轨迹图。若有周期运动，试计算相应的周期。
- (2). 用描述函数法分析该系统是否存在周期运动。若存在周期运动，说明周期运动的稳定性，并计算运动周期。



题四图

五、(本题 15 分。第(1)小题 6 分, 第(2)小题 9 分)某单位负反馈系统的结构图如题五图所示:



题五图

设控制器 $G_c(s)$ 状态空间表达式为

$$\dot{x}_c = A_c x_c + b_c e, \quad u = c_c x_c + d_c e$$

被控对象 $G_p(s)$ 的状态空间表达式为

$$\dot{x}_p = A_p x_p + b_p u, \quad y = c_p x_p$$

(1). 写出该反馈系统动态方程实现

$$\dot{x} = Ax + br, \quad y = cx$$

中 A 、 b 、 c 的表达式, 这里, $x = [x_c^T \quad x_p^T]^T$ 。

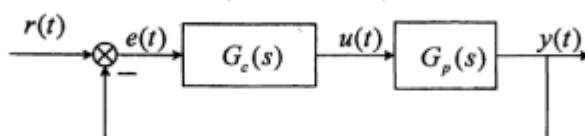
(2). 若给定

$$\dot{x}_c = -\alpha x_c + K_c e, \quad u = (\beta - \alpha) x_c + K_c e,$$

$$\dot{x}_p = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} x_p + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [2 \quad 0] x_p$$

其中, K_c 、 α 、 β 均为大于零的实常数。试设计控制器的参数 K_c 、 α 、 β , 使该闭环系统的极点配置在 $-2 \pm 2j$ 及 -8 处, 并用主导极点估算此时系统单位阶跃响应的调节时间 t_s (5%误差带) 和超调量 $\sigma \times 100\%$ 。

五、(本题 15 分。第(1)小题 6 分, 第(2)小题 9 分)某单位负反馈系统的结构图如题五图所示:



题五图

设控制器 $G_c(s)$ 状态空间表达式为

$$\dot{x}_c = A_c x_c + b_c e, \quad u = c_c x_c + d_c e$$

被控对象 $G_p(s)$ 的状态空间表达式为

$$\dot{x}_p = A_p x_p + b_p u, \quad y = c_p x_p$$

(1). 写出该反馈系统动态方程实现

$$\dot{x} = Ax + br, \quad y = cx$$

中 A 、 b 、 c 的表达式, 这里, $x = [x_c^T \quad x_p^T]^T$ 。

(2). 若给定

$$\dot{x}_c = -\alpha x_c + K_c e, \quad u = (\beta - \alpha) x_c + K_c e,$$

$$\dot{x}_p = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} x_p + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [2 \quad 0] x_p$$

其中, K_c 、 α 、 β 均为大于零的实常数。试设计控制器的参数 K_c 、 α 、 β , 使该闭环系统的极点配置在 $-2 \pm 2j$ 及 -8 处, 并用主导极点估算此时系统单位阶跃响应的调节时间 t_s (5%误差带) 和超调量 $\sigma \times 100\%$ 。

六、(本题 15 分, 第(1)小题 3 分, 第(2)小题 5 分, 第(3)小题 7 分) 某被控对象的状态方程如下:

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

(1). 试计算其矩阵指数 e^{At} ;

(2). 对任意 $t > 0$, 计算

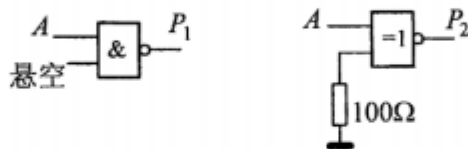
$$W(0, t) = \int_0^t e^{-A\tau} b b^T e^{-A^T \tau} d\tau;$$

(3). 设 $x(0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}^T$ 及 $x_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix}^T$ 。试设计控制律 $u(t)$, 使得可在 $t_f = \pi$ 秒时将状态由 $x(0)$ 转移到 x_1 处。

以下是数字电路部分, 共 4 题, 60 分

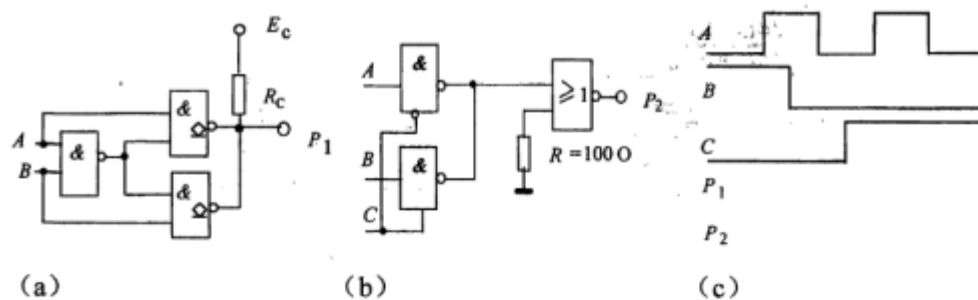
七、回答下列问题 (本题共 15 分, 每题 5 分):

1. 电路如题七第 1 题图所示, 其中的门电路均为 TTL 门, 写出 P1 和 P2 的表达式。



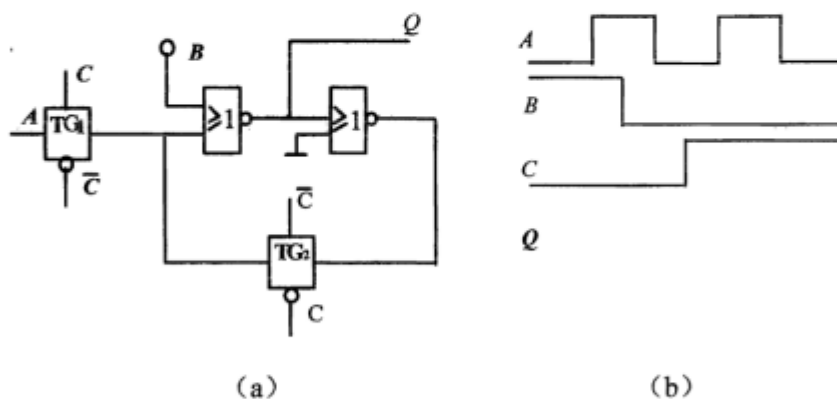
题七第 1 题图

2. 如题七第 2 题图 (a)、(b)所示电路均由 TTL 门构成, 请在图 (c) 中画出对应输入 A、B、C 的 P_1 、 P_2 的波形。



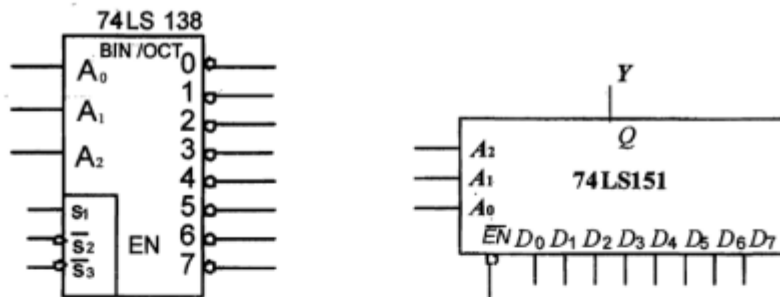
题七第 2 题图

3. 如题七第 3 题图所示为由 CMOS 门构成的电路，分别写出当 $C=0$ 、 $C=1$ 时 Q 的表达式，并在 (b) 图中画出 Q 的波形。



题七第 3 题图

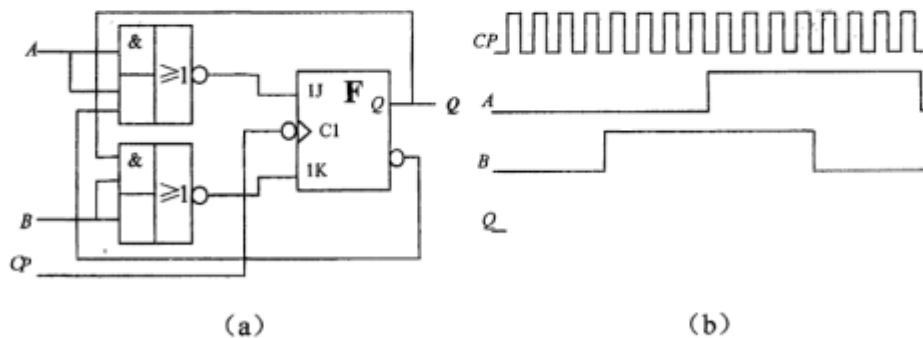
八、(本题 15 分) 设计一个组合逻辑电路，用于判别当余 3 码出现对应十进制数是 4、6、8、9 时的逻辑电路。并分别用如题八图所示的最小项译码器集成芯片 74LS138、八选一数据选择器 74LS151 实现该电路。



题八图

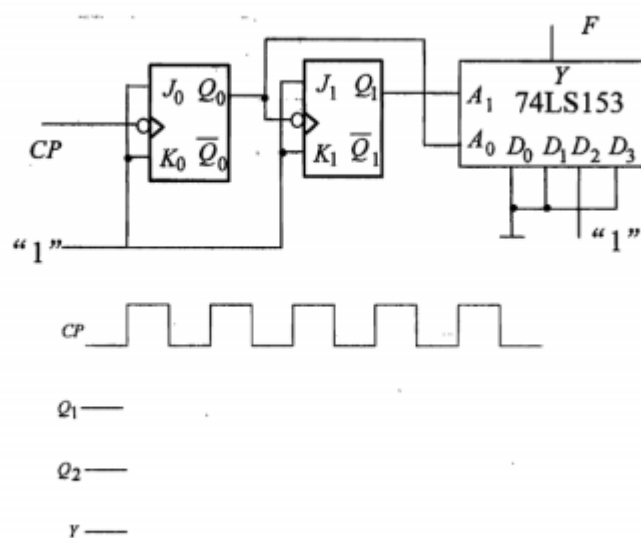
九、(本题 15 分, 1 题 8 分, 2 题 7 分):

1. 试写出题九第 1 题图 (a) 电路 Q 的表达式, 并画出在图 (b) 给定信号的作用下 Q 的波形, 设触发器的初态为 “0”。



题九第 1 题图

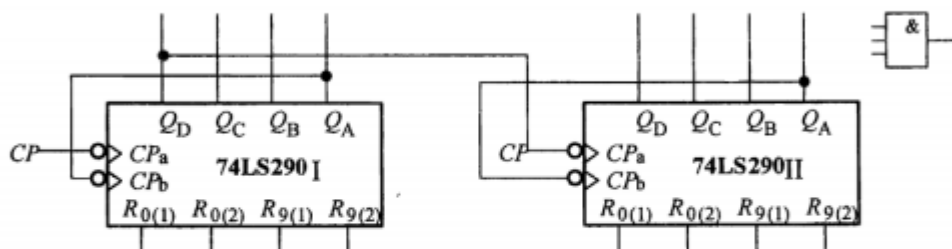
2. 电路如题九第 2 题图所示, 时钟 CP 的周期 2ms , 试对应画出 CP 作用下的 Q_0 、 Q_1 及输出 Y 的波形图, 并计算输出脉冲 Y 的周期。



题九第 2 题图

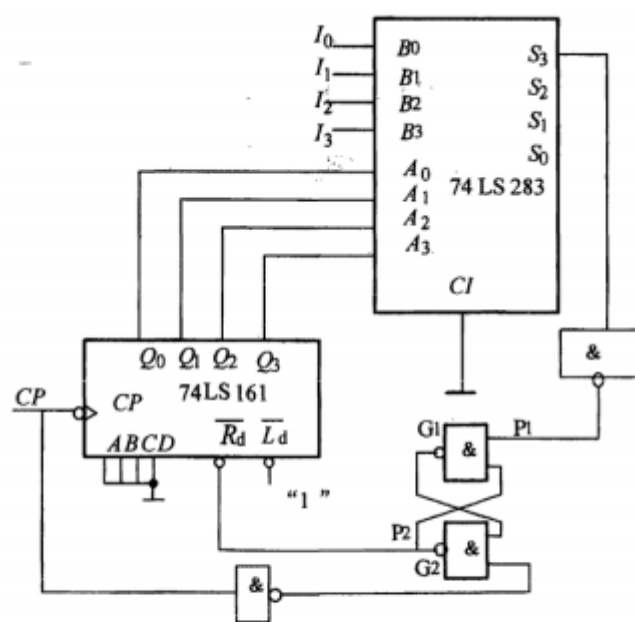
十、(本题 15 分，1 题 7 分，2 题 8 分)：

1. 如题十第 1 题图所示 74LS290 为 2/10 进制异步加法计数器，试完成图中连线构成一个 46 进制计数器。



题十 第 1 题图

2. 题十第 2 题图为由 2/16 进制异步加法计数器 74LS161 和四位全加器 74LS283 构成的可变进制计数器电路，请问当 $I_3I_2I_1I_0=0011$ 时，电路为几进制计数器？画出这种情况下的状态转换图；门 G_1 和 G_2 构成的是什么电路？能起到什么作用？



题十第 2 题图