

# 浙江大学 2013 - 2014 学年 春夏 学期

## 《 数字系统设计 I 》课程期中考试试卷

课程号: 111C0120, 开课学院: 信息与电子工程学系

考试试卷: ☒ A 卷、B 卷 (请在选定项上打  $\checkmark$ )

考试形式: ☒ 闭、开卷 (请在选定项上打  $\checkmark$ ), 允许带 计算器、直尺 入场

考试日期: 2014 年 4 月 26 日, 考试时间: 120 分钟

诚信考试, 沉着应考, 杜绝违纪。

考生姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 所属院系 (专业): \_\_\_\_\_

题序	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									
评卷人									

### 一、(得分 \_\_\_\_\_) 逻辑基础 (共 20 分, 要求写出主要步骤)

(1). 用卡诺图法将下面函数化简为最简与或式。

$F(A, B, C, D) = \sum m(1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14, 15) + \sum d(6, 7, 9, 10, 11)$ , 其中  $d$  为任意项。

由题可画出卡诺图。

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	1	1	X	X
11	1	1	1	1
10	0	X	X	X

$$F(A, B, C, D) = B + C + D$$

(2). 用卡诺图法将下面函数化简为最简与或式。

$Y_1 = CD(A \oplus B) + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}B\overline{D} + \overline{A}\overline{C}D$ , 约束条件为:  $AB + AC = 0$ 。

$$Y_1 = \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}(D + \overline{D}) + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}(B + \overline{B})\overline{C}D$$

$$= \sum m(6, 10, 5, 4, 8, 1)$$

约束条件  $\sum d(10, 11, 12, 13, 14, 15)$ 。

卡诺图

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	1	0	1
11	X	X	X	X
10	1	0	X	X

$$Y_1 = B\overline{D} + A\overline{D} + \overline{A}\overline{C}\overline{D}$$

(3). 将下面函数化简为最简或与函数表达式。

$$Y_2 = (\bar{A} + B + C + D)(A + \bar{B})(A + B + D)(\bar{B} + C)(\bar{B} + \bar{C} + \bar{D})$$

$$Y_2' = AB'C'D' + A'B + A'B'D' + BC' + BCD$$

$$Y_2' = A'D + C'D + BD$$

$$Y_2 = (A + D)(C + D)(B' + D')$$

画出  $Y_2'$  的卡诺图:

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	1	1	1
11	1	1	1	0
10	1	0	0	0

(4). 已知  $F(A, B, C, D) = \sum m(0, 5, 6, 9, 12, 15)$ , 除了与、或、非运算, 假设还可以用异或门进行表达, 在这一条件下, 将函数化简为最简形式(已知可以化为两个式子之和的形式), 并写出你的化简过程。

$$\text{已知 } A \oplus B = A \odot B' = (A \odot B)'$$

$$F(A, B, C, D) = (A \odot B)C'D' + AB(C \odot D)$$

$$+ A'B(C \odot D) + (A \odot B)C'D$$

观察卡诺图:

AB \ CD	00	01	11	10
00	1			
01				1
11	1			
10				

相隔一个空格可视为

同类异或对, 共4对。

$$= C'[(A \odot B)D' + (A \odot B)D]$$

$$+ B[(C \odot D)A + (C \odot D)A']$$

$$= C'[(A \odot B) \odot D] + B[(C \odot D) \oplus A]$$

$$= C'[A \odot B \odot D] + B[A \odot C \odot D]$$

二、(得分 \_\_\_\_\_) 组合逻辑电路 (共 40 分)

(1). 仅用二输入与非门、或门和非门设计一个四输入优先编码器, 要求画出真值表, 写出输出  $f_0, f_1$  的函数表达式, 并画出利用门电路设计的优先编码器。要求写出主要步骤, 并画出完整电路图。(输入  $E=0$  时,  $f_1 f_0=00$ ; 输出  $P=1$  表示输入  $D_0$  到  $D_3$  中有 1 存在)

首先画出真值表

$E$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$	$f_1$	$f_0$	$P$
0	X	X	X	X	0	0	0
1	1	X	X	X	1	1	1
1	0	1	X	X	1	0	1
1	0	0	1	X	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0

$$\text{显然 } P = E \cdot (D_0 + D_1 + D_2 + D_3)$$

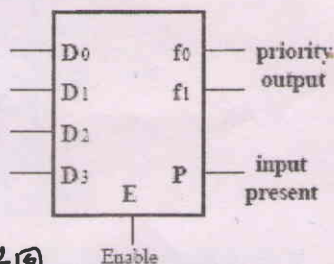
$$\text{当 } E=0, f_1=f_0=0$$

$$\text{当 } E=1, f_1, f_0 \text{ 随输入变化}$$

$$\text{故 } E \text{ 与 } f_1, f_0 \text{ 的关系为}$$

$$f_0 = (D_3 D_2 D_1 D_0)$$

$$\text{是相与关系, 由此化简卡诺图。}$$



$E=1$  时

$D_3 D_2$	$D_1 D_0$	00	01	11	10
00		0	0	0	0
01		1	1	1	1
11		1	1	1	1
10		1	1	1	1

$f_1$

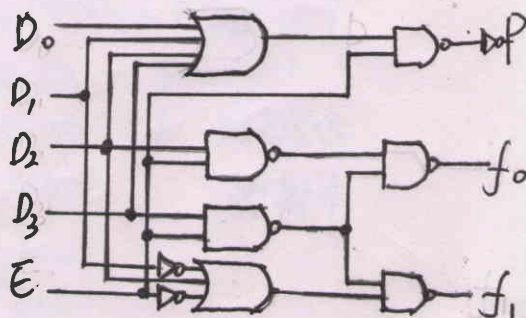
$$f_1 = E(D_3 + D_2) = ED_3 + ED_2 = (ED_3)'(ED_2)'$$

$D_3 D_2$	$D_1 D_0$	00	01	11	10
00		0	0	1	1
01		0	0	0	0
11		1	1	1	1
10		1	1	1	1

$f_2$

$$f_0 = E(D_3 + D_2 D_1) = (ED_3)'(E' + D_1' + D_2)'$$

第2页, 共6页





(2). 仅利用 8 选 1 数据选择器芯片 74HC151 实现函数:

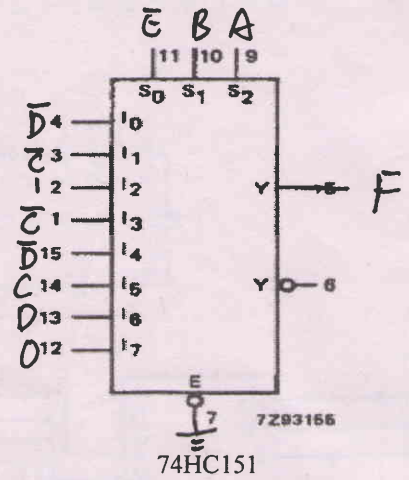
$$F(A, B, C, D, E) = \sum m(0, 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 21, 23, 26, 30),$$

化简并写出逻辑表达式及主要步骤, 并画出电路连接图。

由F的函数表达式可得

ABE = 000	0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0	F = $\bar{D}$	ABE = 100	0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0	F = $\bar{D}$
ABE = 001	0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0	F = $\bar{C}$	ABE = 101	0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 1	F = C
ABE = 010	0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1	F = 1	ABE = 110	0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1	F = D
ABE = 011	0 0 1 0 1 1 1 0 0 1 1 0	F = $\bar{C}$	ABE = 111	0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0	F = 0

A作为高位.  
ABE 用作地址.



选用别的三位作为地址也可以.

没必要化简数据选择器输入端值即可.

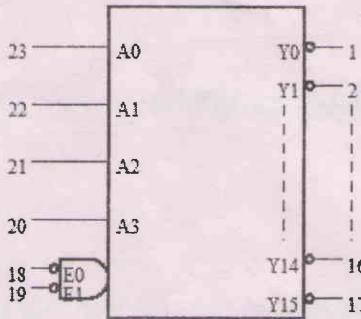
(3). 利用 4 线-16 线译码器 74LS154 设计一个数值比较器, 比较两个二进制数 A(a<sub>3</sub>a<sub>2</sub>a<sub>1</sub>a<sub>0</sub>),

B(b<sub>3</sub>b<sub>2</sub>b<sub>1</sub>b<sub>0</sub>), 要求分别给出  $A-B \geq 2$ ,  $B-A \geq 2$  和  $|A-B| < 2$  的输出值, 1 表示不等式成立,

表示不成立. 请写出主要步骤并画出电路连接图。

但受仅利用限制. 其它答案不太符合要求

由题意, 知真值表.



$Z_1$  表示  $A-B \geq 2$ .

$Z_2$  表示  $B-A \geq 2$ .

$Z_3$  表示  $|A-B| < 2$ .

$Z_1, Z_2, Z_3$  只能有一个取值为 1.

INPUTS 输入						SELECTED OUTPUT 选通输出(L)	
G1	G2	D	C	B	A		
L	L	L	L	L	L	Y0	
L	L	L	L	L	H	Y1	
L	L	L	L	H	L	Y2	
L	L	L	L	H	H	Y3	
L	L	L	H	L	L	Y4	
L	L	L	H	L	H	Y5	
L	L	L	H	H	L	Y6	
L	L	L	H	H	H	Y7	
L	L	H	L	L	L	Y8	
L	L	H	L	L	H	Y9	
L	L	H	L	H	L	Y10	
L	L	H	L	H	H	Y11	
L	L	H	H	L	L	Y12	
L	L	H	H	L	H	Y13	
L	L	H	H	H	L	Y14	
L	L	H	H	H	H	Y15	
X	H	X	X	X	X	NONE	
H	X	X	X	X	X	NONE	

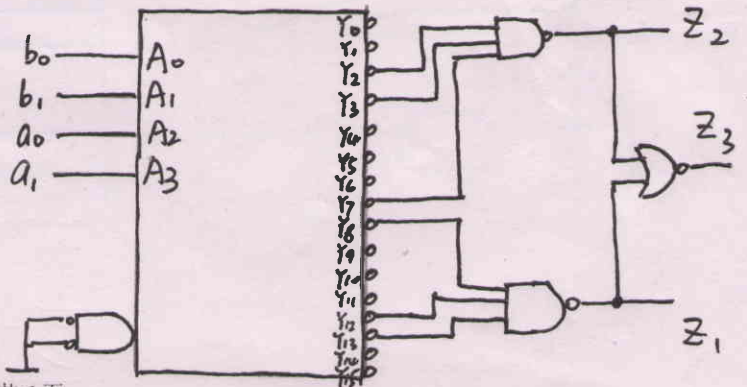
a <sub>3</sub> a <sub>2</sub> a <sub>1</sub> a <sub>0</sub>	b <sub>3</sub> b <sub>2</sub> b <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>
0 0 0 0	0 0 0 0	0	0	1
0 0 0 1	0 0 0 1	0	0	1
0 0 1 0	0 0 1 0	0	1	0
0 0 1 1	0 0 1 1	0	1	0
0 1 0 0	0 1 0 0	0	0	1
0 1 0 1	0 1 0 1	0	0	1
0 1 1 0	0 1 1 0	0	0	1
0 1 1 1	0 1 1 1	0	1	0
1 0 0 0	1 0 0 0	1	0	0
1 0 0 1	1 0 0 1	0	0	1
1 0 1 0	1 0 1 0	0	0	1
1 0 1 1	1 0 1 1	0	0	1
1 1 0 0	1 1 0 0	1	0	0
1 1 0 1	1 1 0 1	1	0	0
1 1 1 0	1 1 1 0	0	0	1
1 1 1 1	1 1 1 1	0	0	1

$$\therefore Z_1 = m_8 + m_{12} + m_{13}$$

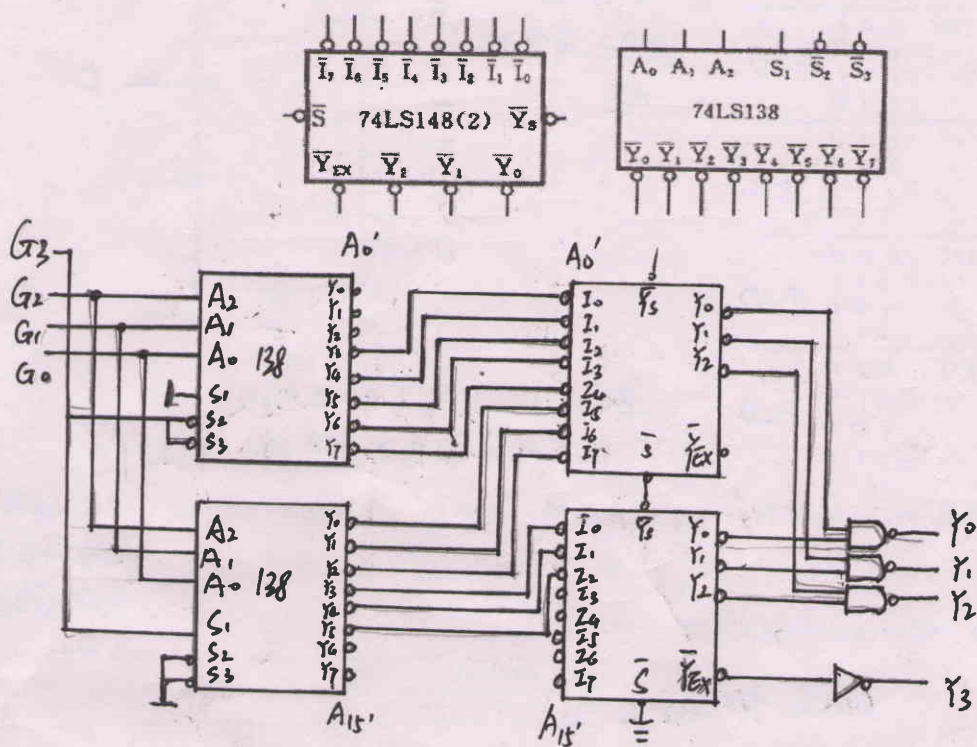
$$Z_2 = m_2 + m_3 + m_7$$

$$Z_3 = (Z_1 + Z_2)'$$

电路.



(4). 试设计一个代码转换电路: 输入为 4 位余三码  $G(G_3G_2G_1G_0)$ , 输出为 4 位 8421 BCD 码  $Y(Y_3Y_2Y_1Y_0)$ 。利用下图中的 8 线-3 线优先编码器和 3 线-8 线译码器 74LS138 各两片 以及必要的门电路实现。(注意, 输入码只会出现 0-9, 无需考虑其他码)



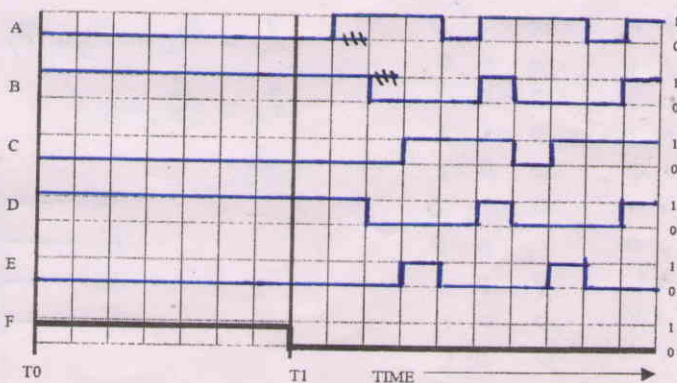
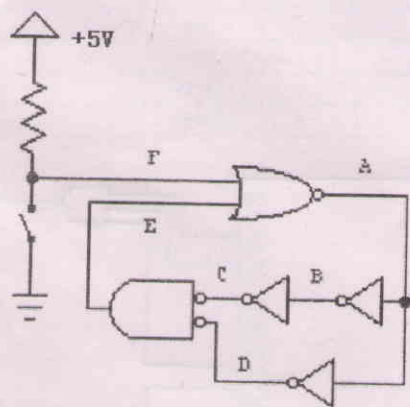
表一 码表

十进制	8421 码	余三码
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	0101	1000
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

分别完成编码器、解码器扩展,然后移3位相接即可。

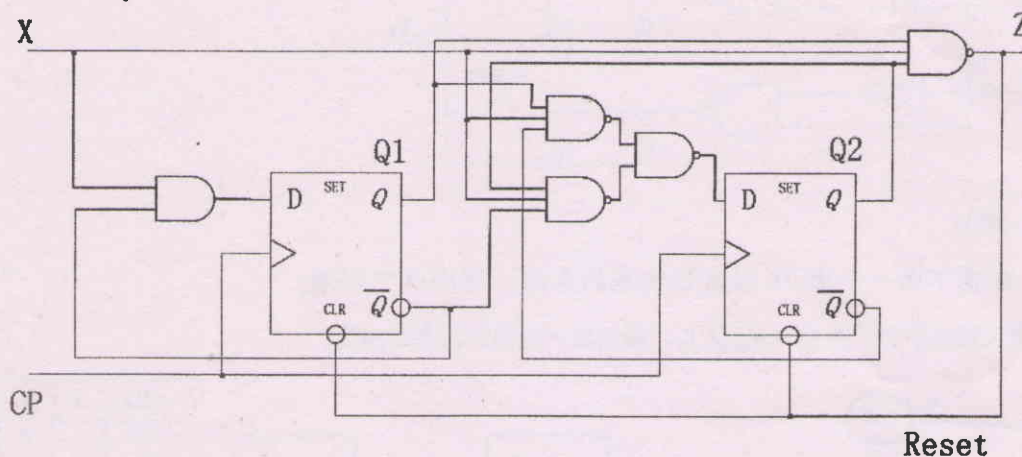
三、(得分\_\_\_\_) 门电路 (共 10 分)

考虑下面的电路图，电路中的门电路均具有同样的延迟时间  $T_{pd}$ 。在下方的波形图中，一个单元格表示一个门电路延迟时间。在  $T_0$  时刻，开关已经被打开足够久的时间，故所有信号达到了稳定状态。在  $T_1$  时刻，开关闭合，请画出各个信号的波形图。（提示：请不要忽略延迟时间）



四、(得分\_\_\_\_) 电路分析 (共 10 分, 要求写出主要步骤)

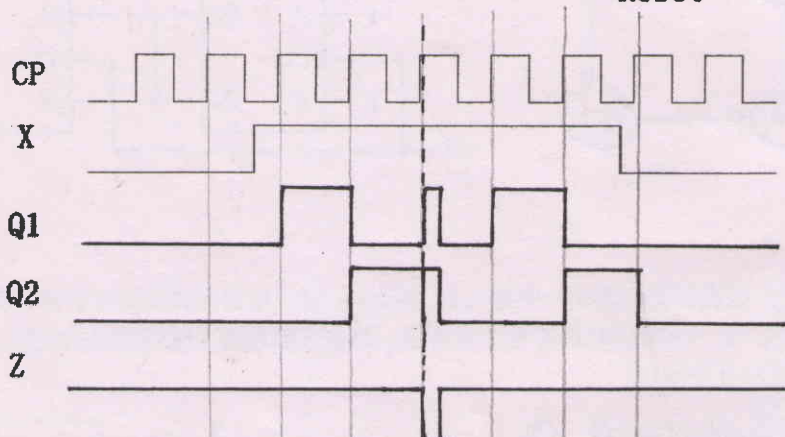
分析图中所示的触发器电路, 画出在时钟 CP 作用下 Q1、Q2、和 Y 的波形。  
(注: Q2 Q1 的初始状态为 00)



$$Q^{n+1} = \bar{Q}^n X$$

$$\begin{aligned} Q_2^{n+1} &= Q_1^n \bar{Q}_2^n X + \bar{Q}_1^n Q_2^n X \\ &= X(Q_1^n \oplus Q_2^n) \end{aligned}$$

$$Z = (Q_1^n Q_2^n X)$$



五、(得分 ) 可选题 (共 20 分, 由任课教师指定一组, 要求写出主要步骤)

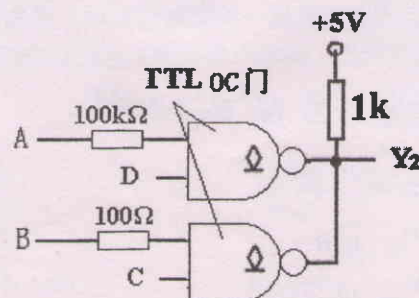
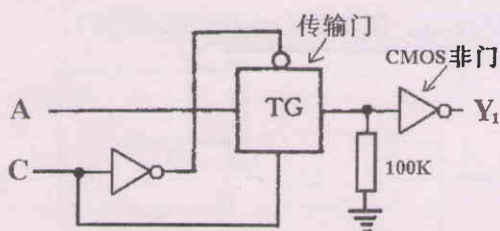
(第一组):

- 1). 试设计用一个 TTL 非门驱动发光二极管的电路, 已知电源电压  $V_{CC}=+5V$ ;

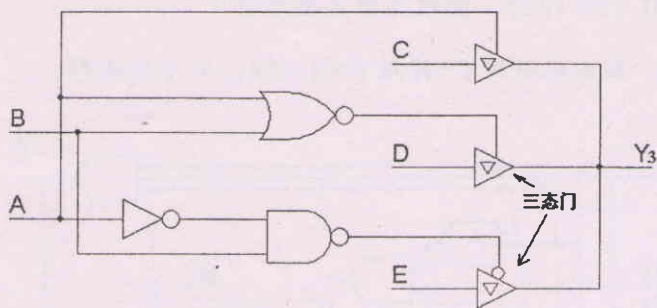
TTL 非门的  $V_{OH}=3.6V$ ,  $I_{OHmax}=0.4mA$ ; 发光二极管的正向导通电压  $V_F=1.4V$ ,  
 $V_{OL}=0.3V$ ,  $I_{OLmax}=16mA$ 。 二极管发光时工作电流为  $I_F=5\sim 20mA$ 。

要求: (1) 画出电路图。(2) 计算限流电阻阻值的范围。

- 2). 试写  $Y_1 \sim Y_3$  的表达式或值。



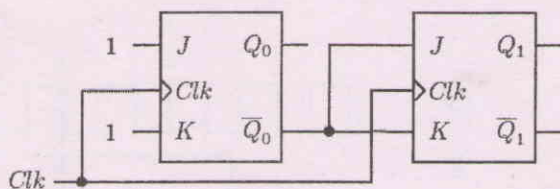
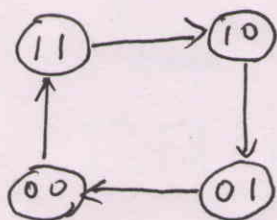




(第二组):

考虑下面一个由 JK 触发器构成的电路, 解决以下问题:

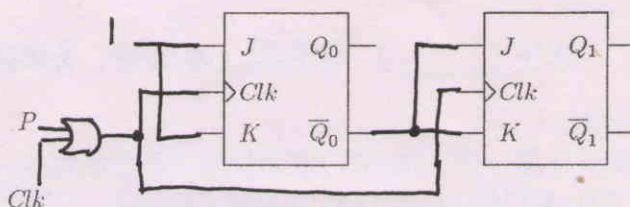
1). 假设输出状态记为  $Q = (Q_1 Q_0)_2$ , 画出这一电路的状态转换图。



Clk	J	K	$Q_{n+1}$
0	x	x	$Q_n$
1	x	x	$Q_n$
↑	0	0	$Q_n$
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	$\bar{Q}_n$

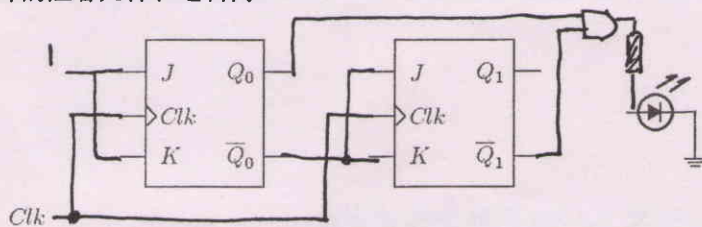
2). 现假设我们增加一个输入 P, 当 P=1, 这一电路保持其现有状态, 忽略时钟信号 CLK 的影响; 当 P=0 时, 这一电路随时钟信号正常转换。请在下面电路上进行适当的连接, 达到上面的要求, 需要时可以利用额外逻辑门。

只需将 P+clk 作  
时钟即可



3). 假设我们需要该电路来点亮一个 LED, 当  $Q = 01$  时, LED 被点亮。请在下面电路上进行适当的连接, 达到上面的要求, 需要时可以利用额外的阻容元件和逻辑门。

在  $Q=01$  时  
输出为 1 即可



4). 现需要将这一电路进行拓展, 增加一个 JK 触发器, 使得 可以从 111 转换到 000, 共有 8 个状态并循环转换。请在下面电路上进行适当的连接, 达到上面的要求, 需要时可以利用额外逻辑门。

只需保证. 当  $Q_1^n Q_0^n = 00$  时,

$$Q_2^{n+1} = \bar{Q}_2^n \text{ 即可}$$

$$\therefore Q_0^{n+1} = \bar{Q}_0^n$$

$$Q_1^{n+1} = Q_0^n \odot Q_1^n$$

$$Q_2^{n+1} = \bar{Q}_1^n \bar{Q}_0^n \bar{Q}_2^n + (\bar{Q}_1^n \bar{Q}_0^n) \cdot Q_2^n$$

