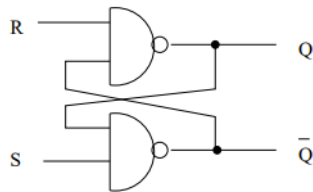


课程作业 4

2023 年 4 月 24 日

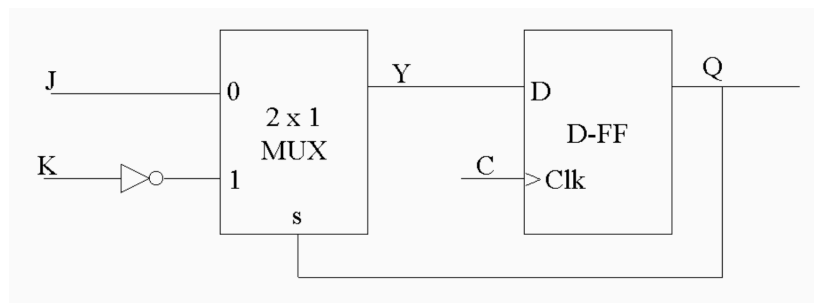
题目 1. 下图是一个由 NAND 门（而不是 NOR 门）组成的 SR 锁存器。请写出该电路的状态表，验证该电路确实可以作为一个 SR 锁存器使用。



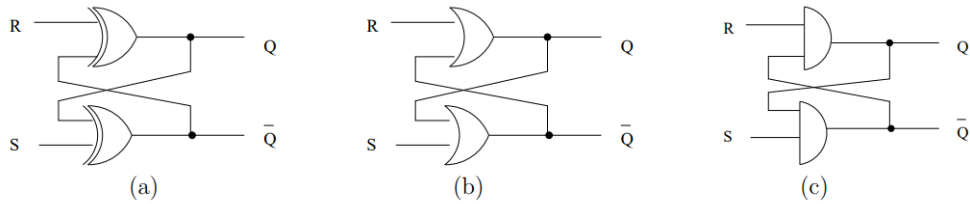
解答. 若 $RS=01$, $Q = 1$; 若 $RS=10$, $Q = 0$; 若 $RS = 11$, 状态保持不变; $RS=00$ 为不允许状态。

题目 2. 使用 D 触发器、2-1 多路复用器和反相器构建 JK 触发器。

解答.



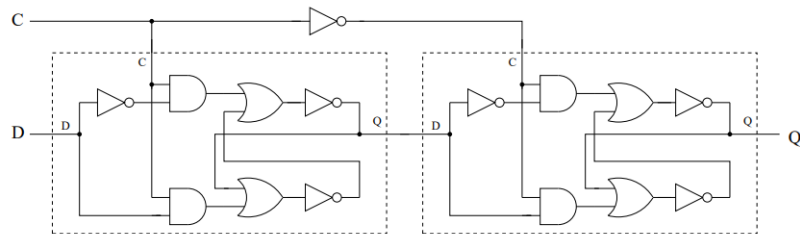
题目 3. 考虑下面的三个电路，分别由 XOR、OR、AND 门组成。对于每一个电路，说明该电路是否具有与 SR 锁存器（由 NOR 门组成）相同的行为，即你是否可以用它来保持、设置和重置 Q 。



解答. 三个电路都不可以

题目 4. 尝试只使用 AND 门、OR 门和 NOT（反相器）画出一个 D 触发器的电路图。

解答.



题目 5. 设计一个带有两个 D 触发器 A、B 以及一个输入 x 的时序电路。当 $x=0$ 时，电路状态保持不变。当 $x=1$ 时，电路经历从 00- \rightarrow 01- \rightarrow 11- \rightarrow 10- \rightarrow 00 的状态转换，重复这个过程。画出电路图并写出激励方程。

解答. 画出电路图：

Present State AB	Input x	Nest State AB
00	0	00
00	1	01
01	0	01
01	1	11
10	0	10
10	1	00
11	0	11
11	1	10

化简，得：

$\begin{matrix} \updownarrow \\ A \end{matrix}$

$A \backslash Bx$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	1	0	1	1

$D_A = AX' + BX$

$\updownarrow \\ A$

$A \backslash Bx$	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	0	0	0	1

$D_B = A'X + BX'$

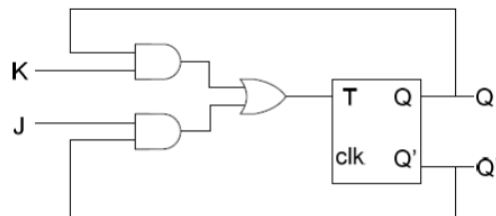
题目 6. 用一个带使能端的 T 触发器和若干 AND、OR、NOT 门实现一个 JK 触发器，写出激励方程，并画出电路图。JK 触发器的状态转移表如下所示：

解答.

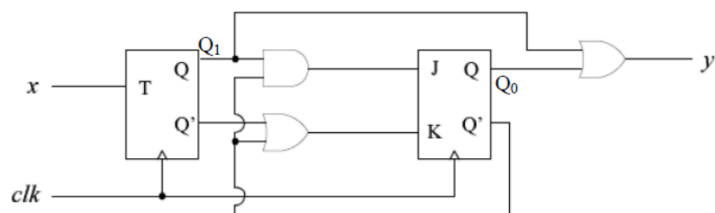
J	K	Q_{current}	Q_{next}
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Step 3: derive next state logic

$$T = JQ' + KQ$$



题目 7. 一个由 T 触发器和 JK 触发器组成的时序电路如下图所示 (图中输入 T 相当于课本上 T 触发器的使能端), 请写出该时序电路的状态转移表



解答. 含有中间结果的状态转移表:

省略中间结果, 最终的状态转移表为:

$Q_1 Q_0$	T	$Q_1(t+1)$	J	K	$Q_0(t+1)$
00	0	0	0	1	0
00	1	1	0	1	0
01	0	0	0	1	0
01	1	1	0	1	0
10	0	1	1	1	1
10	1	0	1	1	1
11	0	1	0	0	1
11	1	0	0	0	1

$Q_1 Q_0$	Next state		Output (y)	
	X=0	X=1	X=0	X=1
00	00	10	0	0
01	00	10	1	1
10	11	01	1	1
11	11	01	1	1

题目 8. 一个时序电路的状态转移表如下所示，其中 x 为输入，y 为输出：

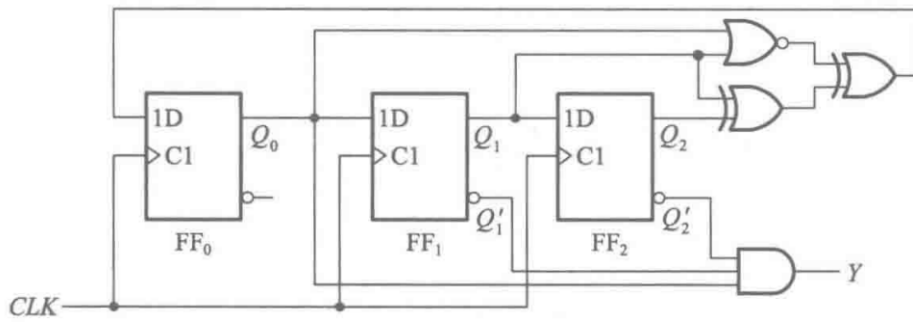
X	$Q_1(t)$	$Q_0(t)$	$Q_1(t+1)$	$Q_0(t+1)$	y
0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1

请写出该时序电路的状态转移方程和输出方程

解答.

$$\begin{aligned} Q_1(t+1) &= Q_0(t) \oplus x(t) \\ Q_0(t+1) &= Q_1(t)\overline{x(t)} + Q_0(t)x(t) \\ y(t) &= Q_0(t) + \overline{Q_1(t)} \end{aligned}$$

题目 9. 试分析下图所示时序电路的逻辑功能，写出电路的激励方程，状态转移方程和输出方程，画出电路的状态转换图，检查电路能否自启动.



解答.

解：从电路图写出驱动方程为

$$\begin{cases} D_0 = (Q_0 + Q_1)' \oplus (Q_1 \oplus Q_2) = Q_0'Q_2' + Q_0Q_1'Q_2 + Q_1Q_2' \\ D_1 = Q_0 \\ D_2 = Q_1 \end{cases}$$

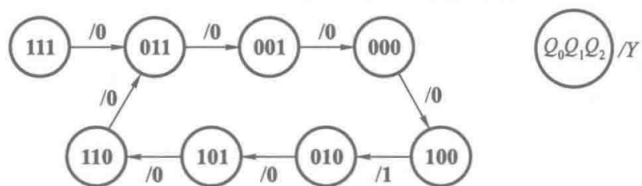
将上述驱动方程代入 D 触发器的特性方程, 得到状态方程

$$\begin{cases} Q_0^* = Q_0'Q_2' + Q_0Q_1'Q_2 + Q_1Q_2' \\ Q_1^* = Q_0 \\ Q_2^* = Q_1 \end{cases}$$

输出方程为

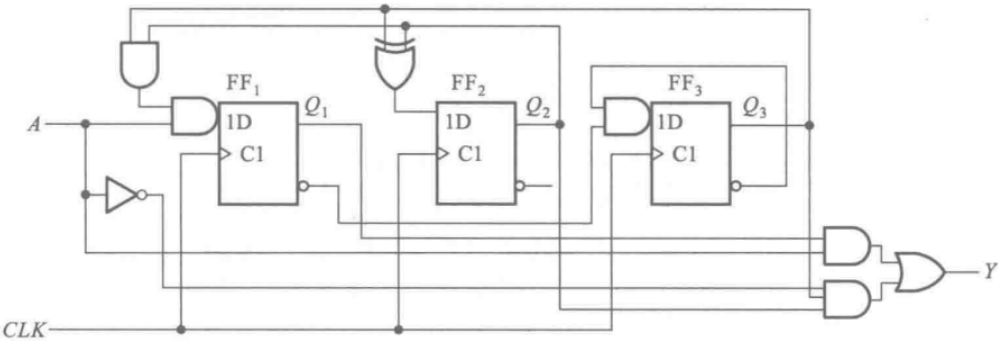
$$Y = Q_0Q_1'Q_2'$$

根据得到的状态方程和输出方程, 即可画出电路的状态转换图, 如图 A6.4 所示。当电路进入无效状态 ($Q_0Q_1Q_2 = 111$) 后, 在时钟信号作用下能自行进入有效循环, 所以电路能自启动。



题目 10. 试分析下图的时序电路, 写出激励方程和状态转移表, 说明该电路能实现什么功能

解答.



解：由给出的逻辑图得到电路的驱动方程组为

$$\begin{cases} D_1 = A Q_2 Q_3 \\ D_2 = Q_2 \oplus Q_3 \\ D_3 = Q_1' Q_3' \end{cases} \quad (6-3-1)$$

将上式代入 D 触发器的特性方程后得到

$$\begin{cases} Q_1^* = A Q_2 Q_3 \\ Q_2^* = Q_2 \oplus Q_3 \\ Q_3^* = Q_1' Q_3' \end{cases} \quad (6-3-2)$$

由图写出输出方程为

$$Y = A Q_1 + A' Q_2 Q_3 \quad (6-3-3)$$

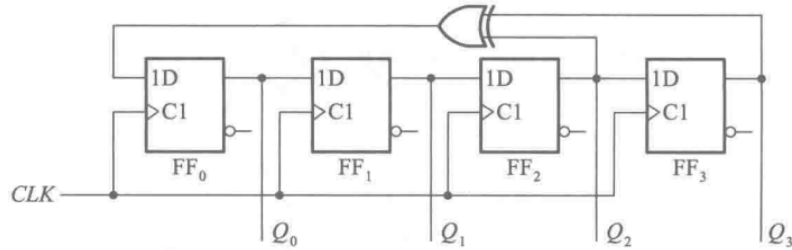
根据式(6-3-2)和式(6-3-3)分别计算出当 $A=1$ 和 $A=0$ 时 $Q_1 Q_2 Q_3$ 的次态 $Q_1^* Q_2^* Q_3^*$ 和现态下的输出 Y , 然后列表, 就得到了表 6-3-1 的状态转换表。将状态转换表的内容画成状态转换图, 就得到了图 6-3-2 的状态转换图。

表 6-3-1 例 6-3-1 电路的状态转换表

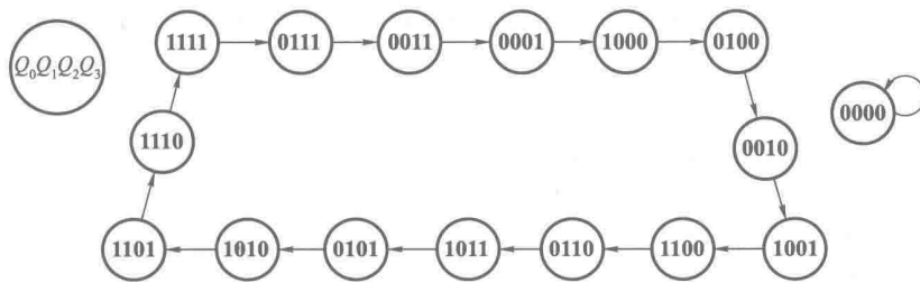
$Q_1^* Q_2^* Q_3^* / Y$		$Q_1 Q_2 Q_3$							
A		000	001	010	011	100	101	110	111
0		001/0	010/0	011/0	000/1	000/0	010/0	010/0	000/1
1		001/0	010/0	011/0	100/0	000/1	010/1	010/1	100/1

从状态转换图可以看出, 当 $A=1$ 时, 图 6-3-1 电路可作为五进制计数器用; 而当 $A=0$ 时, 该电路可作为四进制计数器使用。而且, 无论在 $A=1$ 还是在 $A=0$ 状态下, 这个电路都能自启动 (即在时钟信号操作下自动进入有效循环中去)。

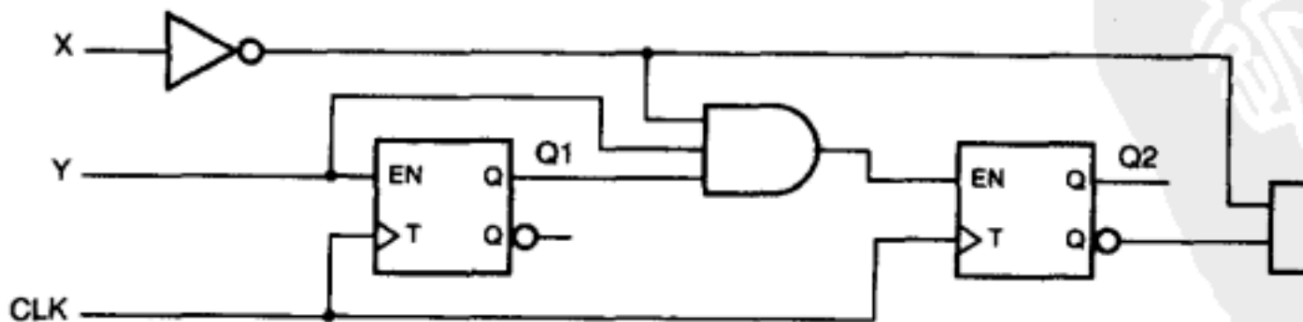
题目 11. 下图展示了一个移位寄存器型计数器。画出电路的状态转换图，说明这是几进制计数器，能否自启动



解答. 十五进制计数器，不满足自启动



题目 12. 分析下图中的时钟同步状态机。写出激励方程，激励/转移表，以及状态/输出表 (状态 $Q_1Q_2=00-11$ 使用状态名 A-D)。



解答.

解：激励方程为 $T1 = Y$ $T2 = X'Y \cdot Q1$

输出方程为 $Z = X'Q2'$

激励表为：

X Y		T1 T2			
		00	01	11	10
Q1 Q2	00	00	10	10	00
	01	00	10	10	00
	11	00	11	10	00
	10	00	11	10	00

考虑到 T 触发器的特性方程为： $Q^* = T \cdot Q' + T' \cdot Q$

将激励方程代入，可以得到转移方程为：

$$Q1^* = Y \cdot Q1' + Y' \cdot Q1$$

$$Q2^* = X'Y \cdot Q1 \cdot Q2' + (X + Y' + Q1') \cdot Q2$$

转移表为：

X Y		Q1* Q2*			
		00	01	11	10
Q1 Q2	00	00	10	10	00
	01	01	11	11	01
	11	11	00	01	11
	10	10	01	00	10

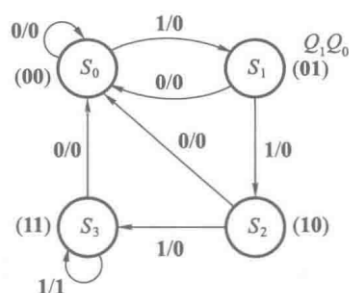
采用题中要求的状态命名，状态/输出表为：

S	X Y			
	00	01	11	10
A	A,1	C,1	C,0	A,0
B	B,0	D,0	D,0	B,0
D	D,0	A,0	B,0	D,0
C	C,1	B,1	A,0	C,0

S'

题目 13. 请使用 D 触发器和其他门电路设计一个检测电路，当输入出现连续四个及四个以上的 1 时，输出为 1，其余情况下输出为 0。请画出状态转换图，列出状态转换方程和输出方程，并画出电路图。

解答. 状态转换图为：



状态转移方程

$$Q_1^{n+1} = AQ_1^n + AQ_0^n$$

$$Q_0^{n+1} = AQ_1^n \overline{Q_0^n}$$

输出方程 $Y = AQ_1Q_0$ 使用 D 触发器实现的电路图如下所示：

