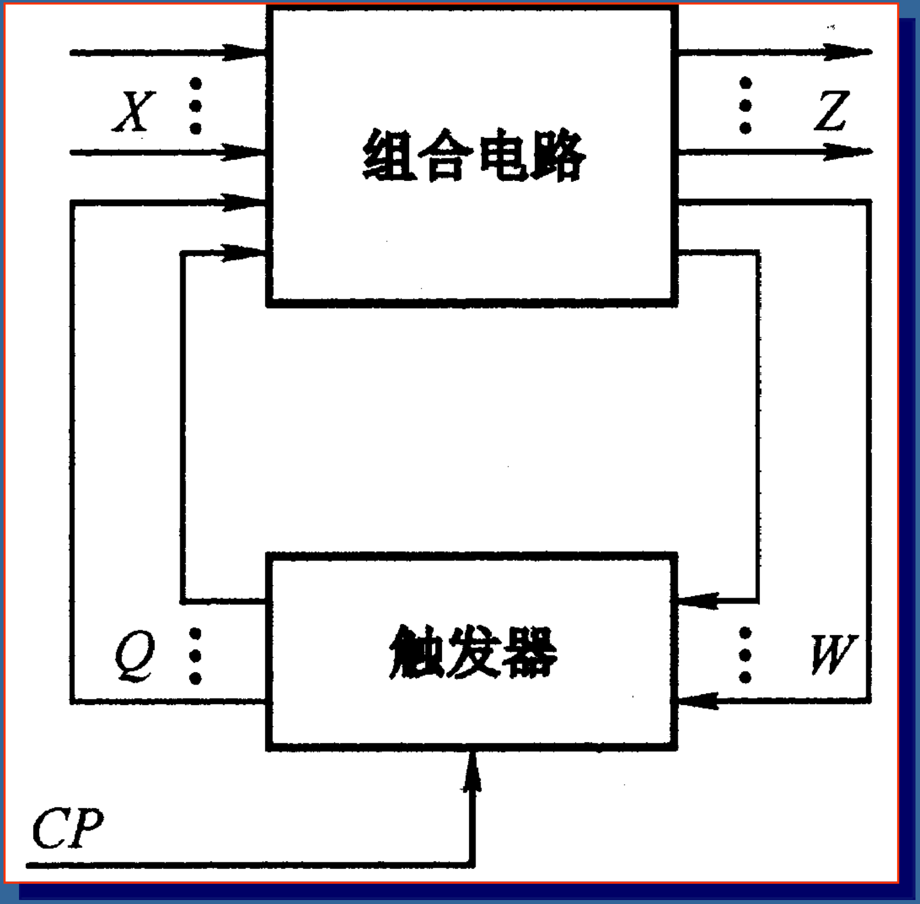
同步时序电路

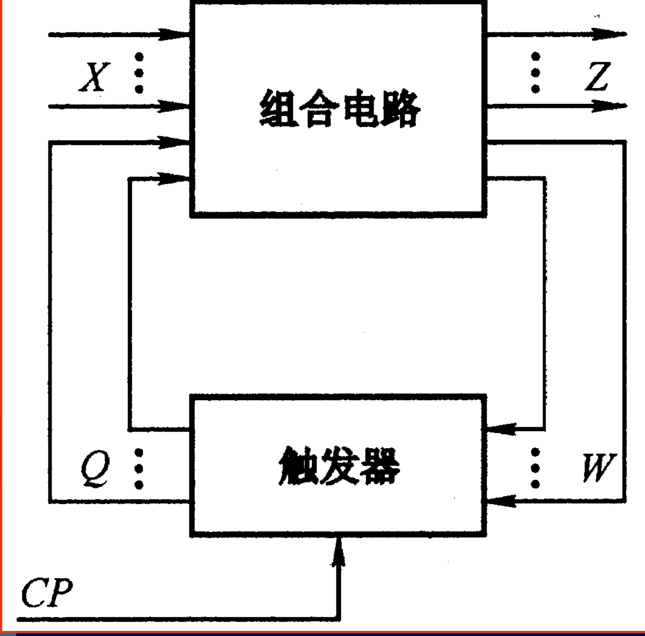
同步时序电路:

电路中所有触发器的CP脉冲都连接在同一个输入CP脉冲上。



同步时序电路分类:

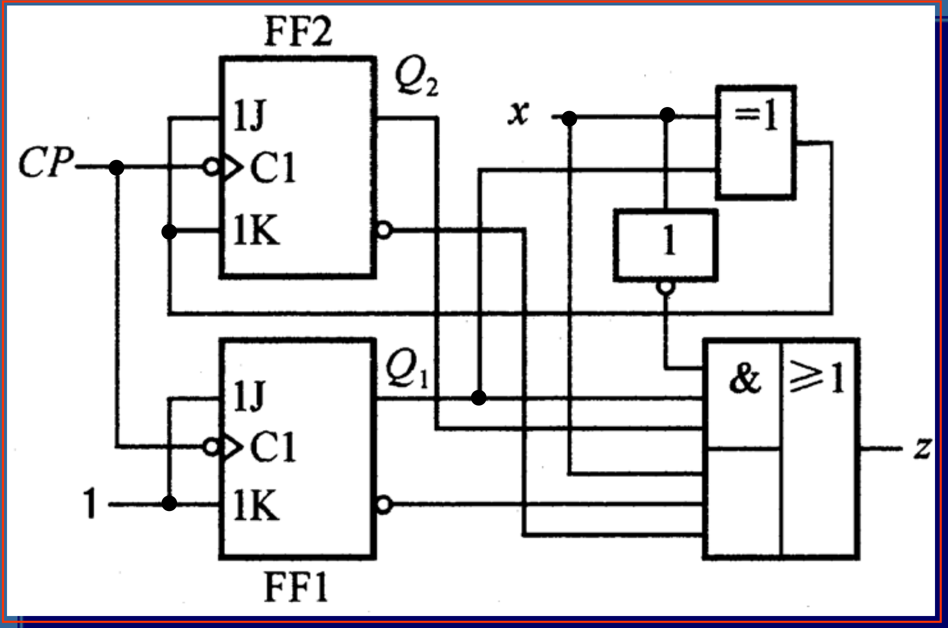
米里(mealy)型和莫尔(moore)型。



米里型： 输出与当前的输入和状态有关。

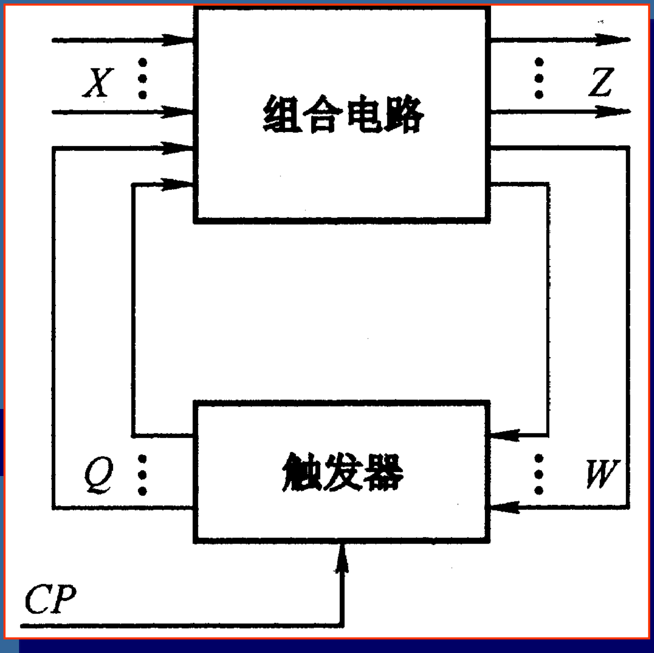
$$Z_i = f_i(x_1, x_2, \cdots, x_k, Q_1, Q_2, \cdots, Q_r)$$
$$i = 1, 2, \cdots, m$$
$$W_j = g_j(x_1, x_2, \cdots, x_k, Q_1, Q_2, \cdots, Q_r)$$
$$j = 1, 2, \cdots, R$$

例如：



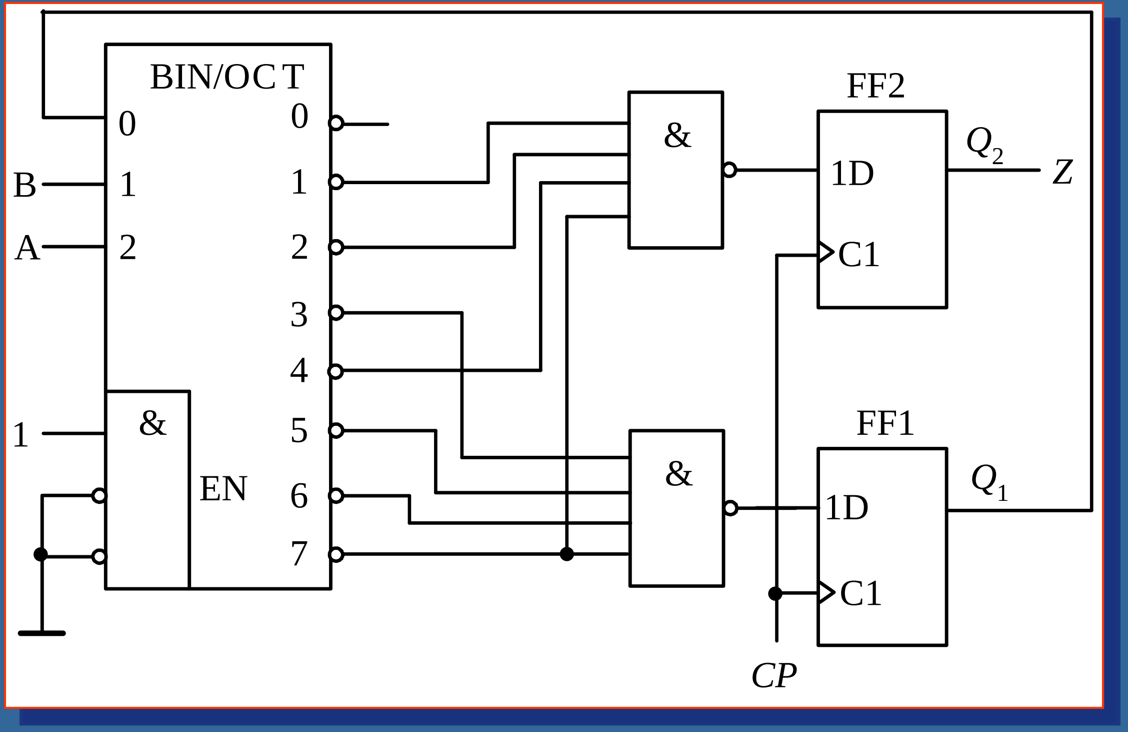
莫尔型：输出只与当前状态有关。

$$Z_i = f_i(Q_1, Q_2, \cdots, Q_r)$$
$$i = 1,2,\cdots,m$$
$$W_j = g_j(x_1, x_2, \cdots, x_k, Q_1, Q_2, \cdots, Q_r)$$
$$j = 1,2,\cdots,R$$



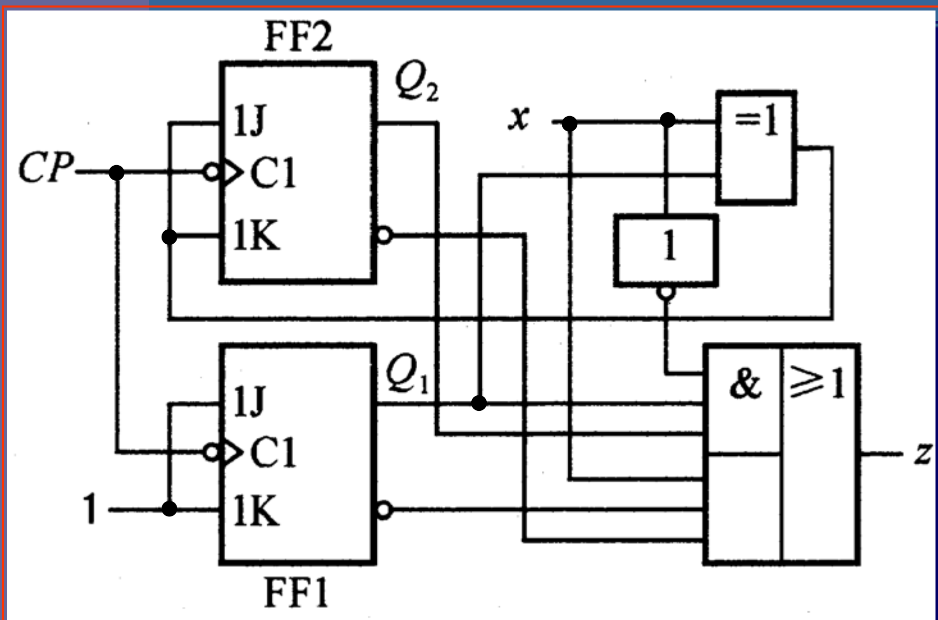
例如：

图中输出Z只与Q_2状态有关，与输入A、B无直接关系。



同步时序电路的分析

例1：米里型电路的分析



1、写出激励方程和输出方程

$$J_1 = K_1 = 1$$

$$J_2 = K_2 = x \oplus Q_1^n$$

$$z = Q_2^n Q_1^n \bar{x} + \overline{Q_2^n}\,\overline{Q_1^n}\, x$$

2、求出次态方程

$$Q_1^{n+1} = J_1 \overline{Q_1^n} + \overline{K_1} Q_1^n$$
$$= \overline{Q_1^n}$$

$$Q_2^{n+1} = J_2 \overline{Q_2^n} + \overline{K_2} Q_2^n$$
$$= (x \oplus Q_1^n) \oplus Q_2^n$$

3、导出状态表和状态图

米里型电路状态表一般形式

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	/	/
01	/	/
11	/	/
10	/	/

$Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}/z$

导入方式：

$$Q_2^{n+1} = J_2\overline{Q_2^n} + \overline{K_2}Q_2^n = (x \oplus Q_1^n) \oplus Q_2^n$$

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	0	1
01	1	0
11	0	1
10	1	0

Q_2^{n+1}

$$Q_1^{n+1} = J_1\overline{Q_1^n} + \overline{K_1}Q_1^n = \overline{Q_1^n}$$

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	1	1
01	0	0
11	0	0
10	1	1

Q_1^{n+1}

$$z = Q_2^nQ_1^n\overline{x} + \overline{Q_2^n}\,\overline{Q_1^n}x$$

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	0	1
01	0	0
11	1	0
10	0	0

z

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	0	1
01	1	0
11	0	1
10	1	0

Q_2^{n+1}

+

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	1	1
01	0	0
11	0	0
10	1	1

Q_1^{n+1}

+

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	0	1
01	0	0
11	1	0
10	0	0

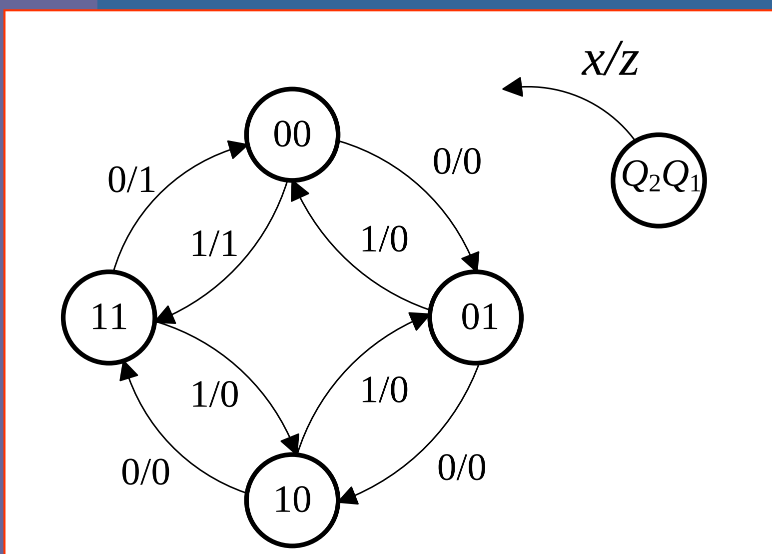
z

状态表

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	01/0	11/1
01	10/0	00/0
11	00/1	10/0
10	11/0	01/0

$Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}/z$

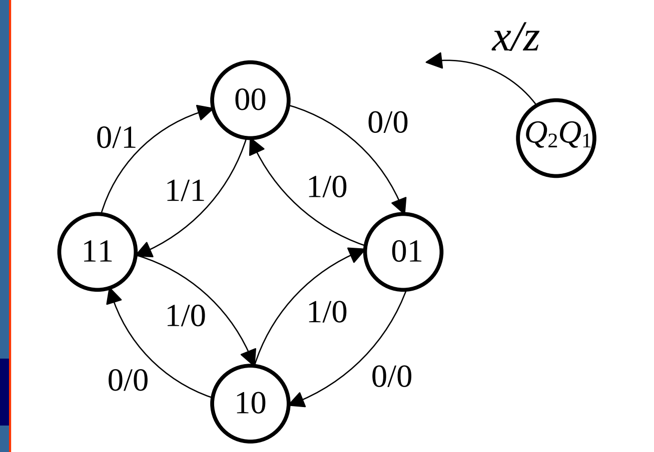
状态图

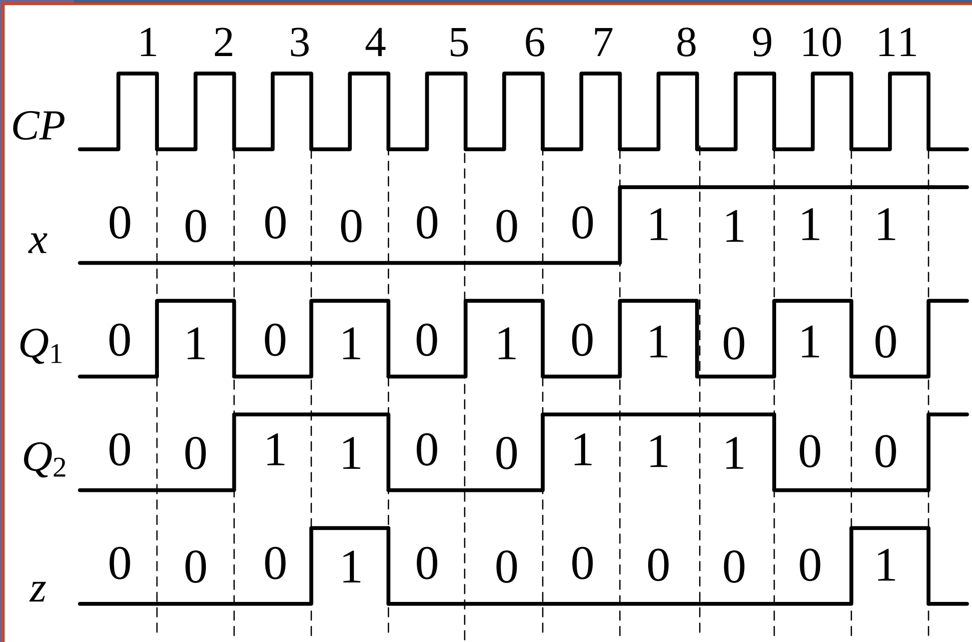


四、画输出波形

$Q_2^nQ_1^n$ \ x	0	1
00	01/0	11/1
01	10/0	00/0
11	00/1	10/0
10	11/0	01/0

$Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}/z$

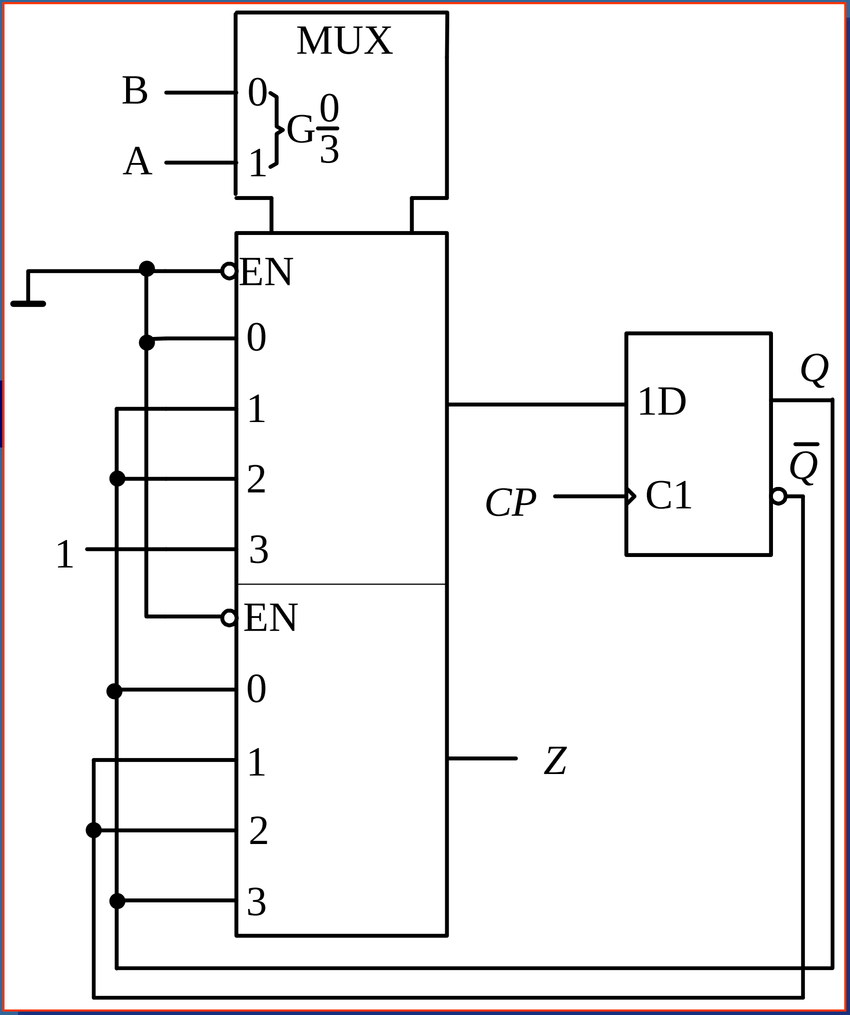




五、总结逻辑功能

模四可逆计数器

例2：米里型电路分析



激励方程： $D = AQ^n + BQ^n + AB$

输出方程： $Z = A \oplus B \oplus Q^n$

状态方程： $Q^{n+1} = AQ^n + BQ^n + AB$

$$D = AQ^n + BQ^n + AB$$

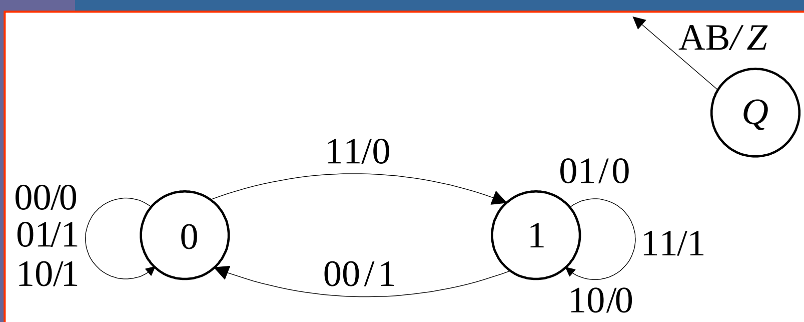
$$Z = A \oplus B \oplus Q^n$$

$$Q^{n+1} = AQ^n + BQ^n + AB$$

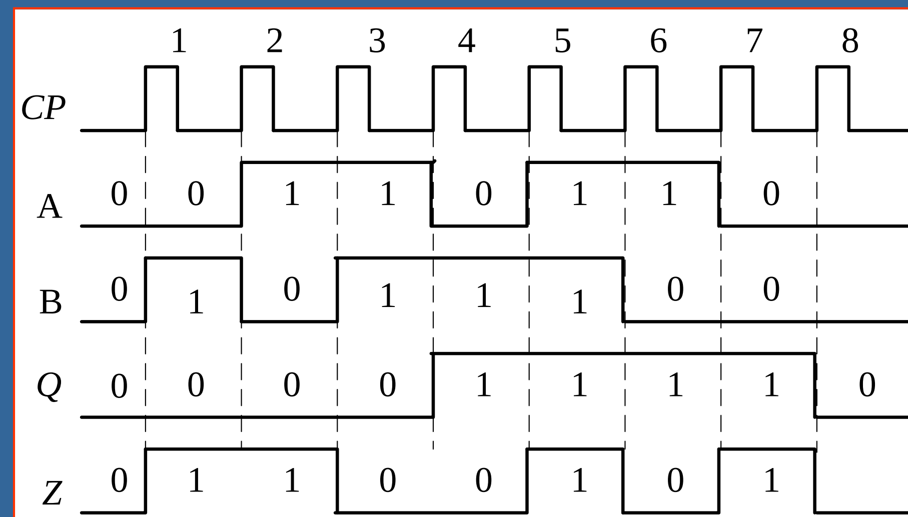
导出状态图与状态表：

Q^n \ AB	00	01	11	10
0	0/0	0/1	1/0	0/1
1	0/1	1/0	1/1	1/0

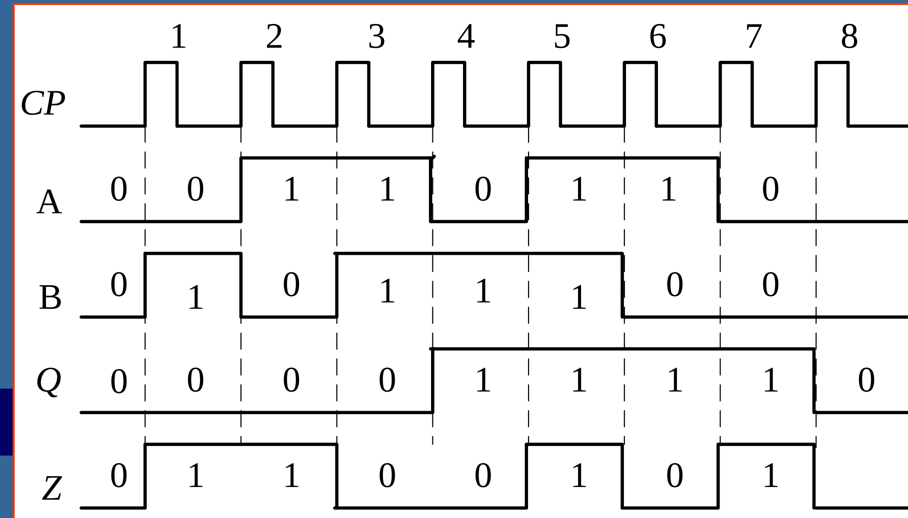
Q^{n+1}/Z



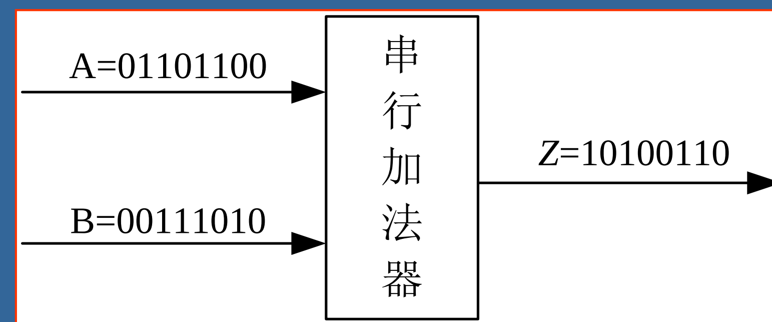
画输出波形



分析电路的逻辑功能：



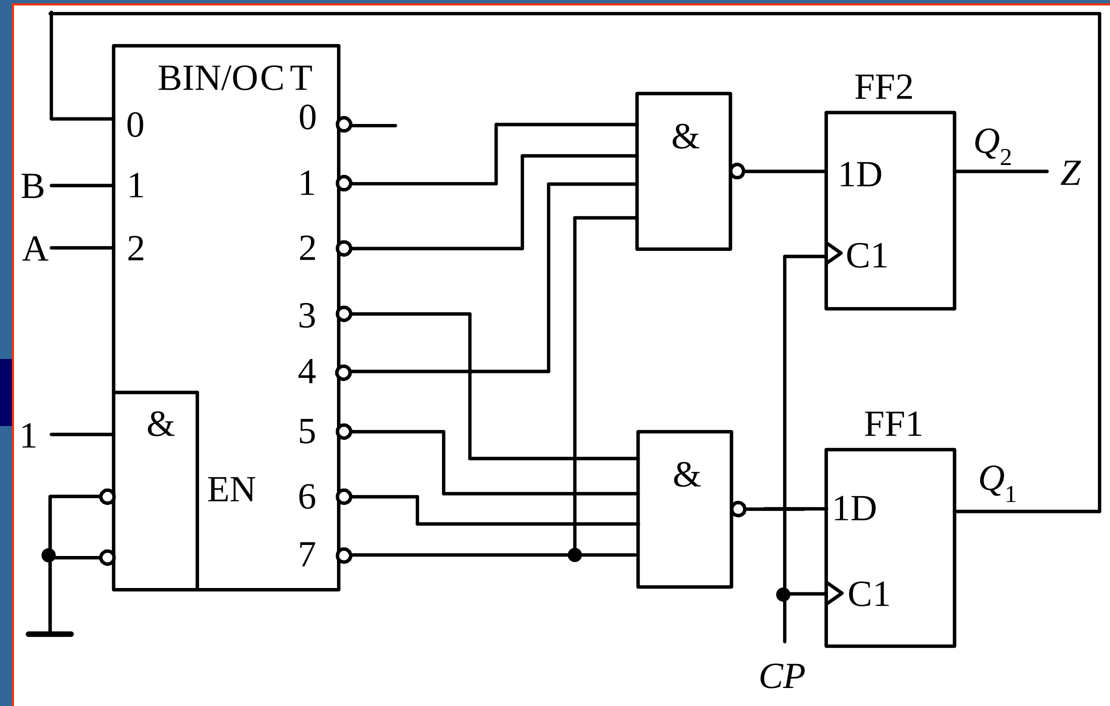
*CP*时钟（位数）	8	7	6	5	4	3	2	1	0
A（被加数）		0	1	1	0	1	1	0	0
B（加数）		0	0	1	1	1	0	1	0
Q（进位）	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Z（和数）		1	0	1	0	0	1	1	0



波形图表示了两个二进制数A=01101100，B=00111010相加得到和数z=10100110的过程，其中触发器的状态正好记录了低位产生的进位。

逻辑功能：**串行加法器**

例3：莫尔型电路的分析



状态方程：

$$Q_2^{n+1} = D_2(A, B, Q_1^n) = \Sigma m(1, 2, 4, 7)$$

$$= \overline{A}\,\overline{B}Q_1^n + \overline{A}B\overline{Q_1^n} + A\overline{B}\,\overline{Q_1^n} + ABQ_1^n = A \oplus B \oplus Q_1^n$$

$$Q_1^{n+1} = D_1(A, B, Q_1^n) = \Sigma m(3, 5, 6, 7)$$

$$= \overline{A}BQ_1^n + A\overline{B}Q_1^n + AB\overline{Q_1^n} + ABQ_1^n = AB + AQ_1^n + BQ_1^n$$

输出方程：

$$Z = Q_2^n$$

导出状态图与状态表:

$$Q_2^{n+1} = D_2(A, B, Q_1^n) = \Sigma m(1,2,4,7)$$

$$= \overline{A}\,\overline{B}Q_1^n + \overline{A}B\overline{Q_1^n} + A\overline{B}\,\overline{Q_1^n} + ABQ_1^n = A \oplus B \oplus Q_1^n$$

$$Q_1^{n+1} = D_1(A, B, Q_1^n) = \Sigma m(3,5,6,7)$$

$$= \overline{A}BQ_1^n + A\overline{B}Q_1^n + AB\overline{Q_1^n} + ABQ_1^n = AB + AQ_1^n + BQ_1^n$$

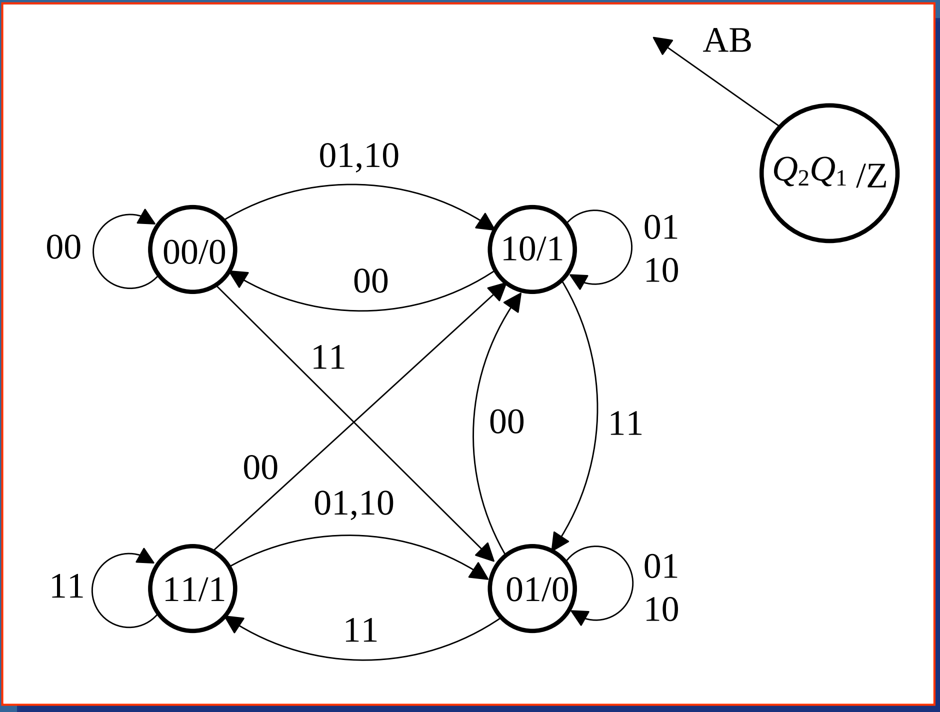
$$Z = Q_2^n$$

$Q_2^nQ_1^n$ \ AB	00	01	11	10	Z
00					
01					
11					
10					

$Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}$

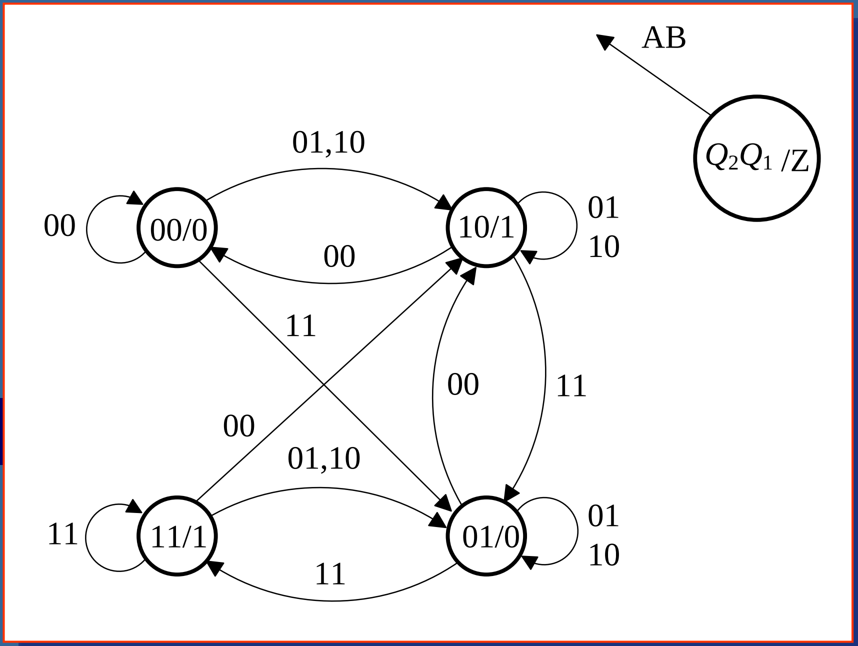
$Q_2^nQ_1^n$ \ AB	00	01	11	10	Z
00	00	10	01	10	0
01	10	01	11	01	0
11	10	01	11	01	1
10	00	10	01	10	1

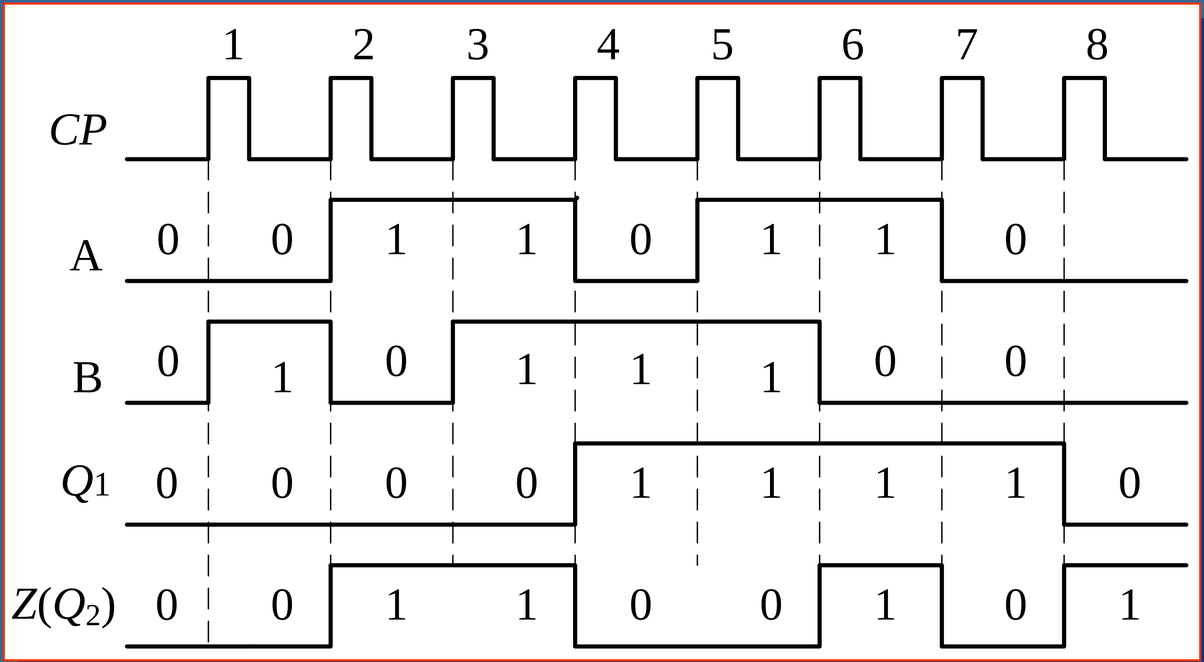
$Q_2^{n+1}Q_1^{n+1}$



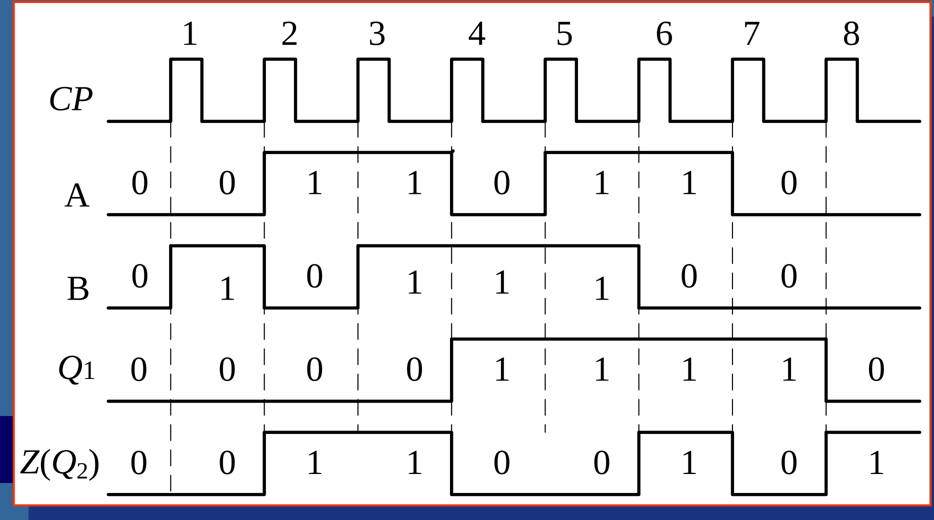
莫尔型电路的波形

（设Q_1、Q_2的初始状态均为0）

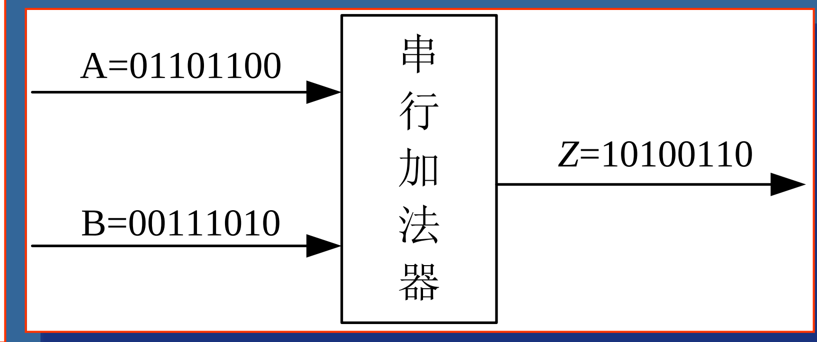




逻辑功能分析



CP 时钟（位数）	8	7	6	5	4	3	2	1	0
A（被加数）		0	1	1	0	1	1	0	0
B（加数）		0	0	1	1	1	0	1	0
Q（进位）	0	1	1	1	1	0	0	0	0
z（和数）	1	0	1	0	0	1	1	0	0



波形图再次表示了低位在前、串行输入的两个二进制数，A=01101100，B=00111010相加得到和数z=10100110的过程，只不过这里的和数Z先储存在Q_2中再输出，所以滞后于A、B一个CP周期。

串行加法器