《数字逻辑》(白中英)(第六版)

习题解答

第 1 章　开关理论基础

1、将下列十进制数化为二进制数和八进制数：

十进制	二进制	八进制
49	110001	61
53	110101	65
127	1111111	177
635	1001111011	1173
7.493	**111.011111100**	**7.374**
79.43	**1001111.0110110**	**117.33**

2、将下列二进制数转换成十进制数和八进制数：

二进制	十进制	八进制
1010	10	12
111101	61	75
1011100	92	134
0.10011	0.59375	0.46
101111	47	57
01101	13	15

3、将下列十进制数转换成 8421BCD码：

1997=0001 1001 1001 0111

65.312=0110 0101.0011 0001 0010

3.1416=0011.0001 0100 0001 0110

0.9475=0.1001 0100 0111 0101

4、一个电路有三个输入端 A、B、C，当其中有两个输入端为高电平时，输出 X

为高电平，试列出真值表，并写出 X 的逻辑表达式。

[解]： 先列出真值表，然后写出 X 的逻辑表达式

A	*B*	*C*	*X*
0	**0**	**0**	**0**
0	**0**	**1**	**0**
0	**1**	**0**	**0**
0	**1**	**1**	**1**
1	**0**	**0**	**0**
1	**0**	**1**	**1**
1	**1**	**0**	**1**
1	**1**	**1**	**0**

$$X = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C}$$

5、求下列函数的值：

当 A,B,C 为 0,1,0时： $\overline{A}B + BC = \mathbf{1}$

$$(A+B+C)(\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}) = \mathbf{1}$$

$$(\overline{A}B + A\overline{C})B = \mathbf{1}$$

当 A,B,C 为 1,1,0时： $\overline{A}B + BC = \mathbf{0}$

$$(A+B+C)(A+B+C) = \mathbf{1}$$

$$(AB + AC)B = \mathbf{1}$$

当 A,B,C 为 1,0,1时： $\overline{A}B + BC = \mathbf{0}$

$$(A+B+C)(\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}) = \mathbf{1}$$

$$(\overline{A}B + A\overline{C})B = \mathbf{0}$$

6、用真值表证明恒等式 $\overline{A} \oplus \overline{B} \oplus \overline{C} = A \oplus \overline{B} \oplus C$ 成立。

证明：

A	B	C	$\overline{A} \oplus \overline{B} \oplus \overline{C}$	$A \oplus \overline{B} \oplus C$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

所以由真值表得证。

7、证明下列等式

（1）$A+\overline{A}B=A+B$

证明：左边=$A+\overline{A}B$

$=A(\overline{B}+B)+\overline{A}B$

$=A\overline{B}+AB+\overline{A}B$

$=A\overline{B}+AB+AB+\overline{A}B$

$=A(\overline{B}+B)+(A+\overline{A})B$

$=A+B$

=右边

（2）$ABC+A\overline{B}C+AB\overline{C}=AB+BC$

证明：左边=$ABC+ABC+ABC$

$=ABC+A\overline{B}C+AB\overline{C}+ABC$

$=AC(B+\overline{B})+AB(\overline{C}+C)$

$=AC+AB$

=右边

（3）$A+A\overline{B}\overline{C}+\overline{A}CD+(\overline{C}+\overline{D})E=A+CD+E$

证明：左边=$A+A\overline{B}\overline{C}+\overline{A}CD+(\overline{C}+\overline{D})E$

=A+CD+A$B\ \overline{C}+\overline{CD}$E

=A+CD+CDE

=A+CD+E

=右边

（4）$\overline{A}\overline{B}+A\overline{B}\overline{C}+ABC=\overline{A}\overline{B}+AC+\overline{B}\overline{C}$

证明：左边=$\overline{A}\overline{B}+A\overline{B}\overline{C}+ABC$

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

$=\overline{A}\overline{B}+\overline{A}\overline{C}+\overline{B}\overline{C}$ =右边

8、用布尔代数简化下列逻辑函数

（1）$F=A+ABC+A\overline{B}\overline{C}+CB+\overline{C}\overline{B}$

$=(A+ABC+A\overline{B}\overline{C})+CB+\overline{C}\overline{B}$

$=A+CB+\overline{C}\overline{B}$

$=A+\overline{B\oplus C}$

（2）$F=A\overline{B}CD+AB\overline{C}\overline{D}+A\overline{B}+A\overline{D}+A\overline{B}C$

$=(ABCD+AB+ABC)+(ABCD+AD)$

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

（3）$F=ABC\overline{D}+ABD+BC\overline{D}+ABCD+B\overline{C}$

$$= ABC + ABD + BC\overline{D} + B\overline{C}$$

$$= ABC + ABD + B\overline{D} + B\overline{C}$$

$$= B(AC + AD + \overline{D} + \overline{C})$$

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

$$= AB + B\overline{C} + B\overline{D}$$

（4） $F = \overline{\overline{AC + \overline{A}BC} + \overline{B}C + AB\overline{C}}$

$$= (AC + \overline{A}BC) \cdot \overline{\overline{B}C} \cdot \overline{AB\overline{C}}$$

$$= (AC + BC)(B + \overline{C})(\overline{A} + \overline{B} + C)$$

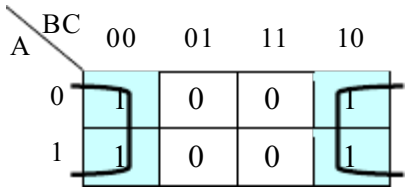
$$= (ABC + BC)(\overline{A} + \overline{B} + C)$$

$$= (\overline{A}BC + ABC + BC)$$

$$= BC$$

10、用卡诺图化简下列各式

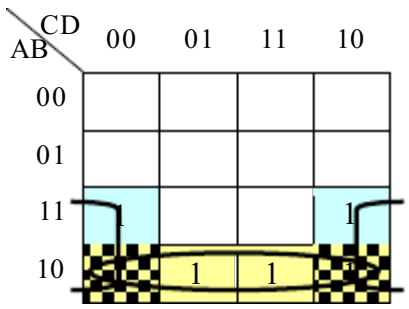
（1） $F = \overline{AC + \overline{A}BC + \overline{B}C} + AB\overline{C}$



$$F = \overline{C}$$

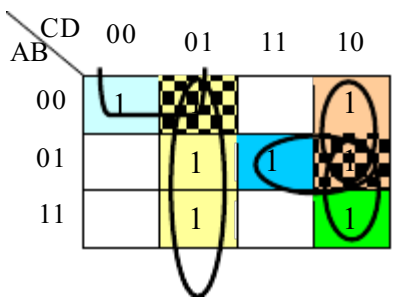
说明：卡诺图中标有 0 的格子代表 $F_1 = AC + \overline{A}BC + \overline{B}C$，$\overline{F_1}$ 则是标有 0 之外的其余格子。

（2） $F = A\overline{B}CD + AB\overline{C}\overline{D} + A\overline{B} + A\overline{D} + A\overline{B}C$



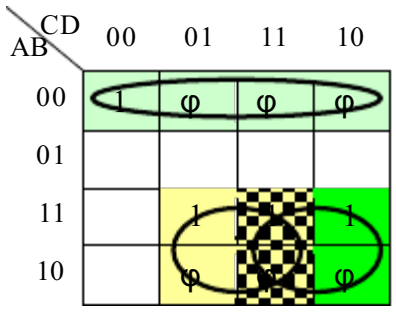
$$F = A\overline{B} + A\overline{D}$$

（3） $F(A,B,C,D)=\sum m(0,1,2,5,6,7,8,9,13,14)$



$$F = \overline{B}\overline{C} + \overline{C}D + \overline{A}BC + \overline{A}C\overline{D} + BC\overline{D}$$

（4）$F(A,B,C,D)=\sum m(0,\ 13,14,15)+\sum\varphi\ \ (1,\ 2,\ 3,\ 9,\ 10,\ 11)$



$$F = \overline{A}\overline{B} + AD + AC$$

11、用与非门实现下列函数，并画出逻辑图。

（1）$F = AB\overline{C} + A\overline{B}\overline{C}$

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

（2）$F = \overline{(A + B)(C + D)}$

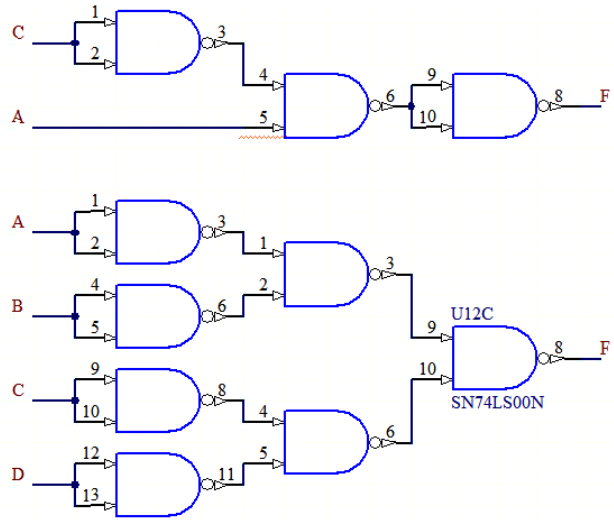
$$= \overline{A + B} + \overline{C + D}$$

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

$$= \overline{\overline{AB}} + \overline{\overline{CD}}$$

$$= AB + CD$$

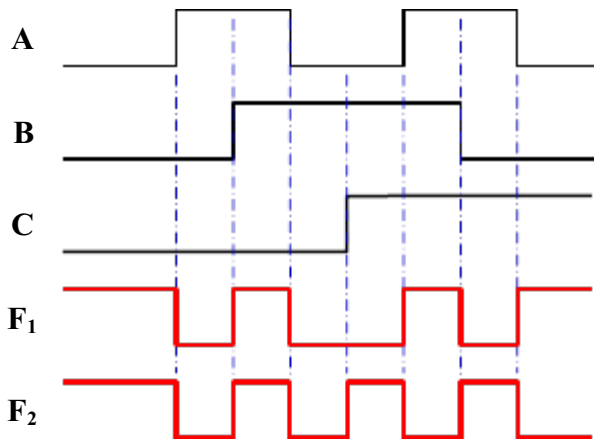
$$= \overline{\overline{AB} \cdot \overline{CD}}$$



12、画出 F_1 和 F_2 的波形图

$$F_1 = \overline{AB + AB} = A \oplus B$$

$$F_2 = F_1 \oplus C$$



第 2 章　组合逻辑

1、分析图 P2.1 所示的逻辑电路。

1）$F=\overline{\overline{\overline{AB}+\overline{B}}}=\overline{AB+\overline{B}}=\overline{A+\overline{B}}=\overline{A}B$

2）$F_1=\overline{\overline{AB}}$

$F_2=\overline{\overline{A\ B\ }B}$

$F_3=\overline{\overline{A\ B\ }C}$

$F=\overline{F_1\cdot F_2\cdot F_3}=\overline{F_1}+\overline{F_2}+\overline{F_3}=\overline{A}B+\overline{ABC}B+\overline{ABC}C=\overline{A}B+\overline{ABC}(B+C)$

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

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

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

4、分析 P2.3 所示逻辑电路图的功能。

1）用逐级电平推导法：

$F=0$ ➔ $F_i=0$ ➔ $A_i=1$ ➔ $A_i=0$

2）列写布尔代数法：

$F=\overline{F_1+F_2+F_3+F_4}=\overline{F_1}\cdot\overline{F_2}\cdot\overline{F_3}\cdot\overline{F_4}$

$F_1=\overline{\overline{A_0}\,\overline{A_1}\,\overline{A_2}\,\overline{A_3}}$

$F_2=\overline{\overline{A_4}\,\overline{A_5}\,\overline{A_6}\,\overline{A_7}}$

$F_3=\overline{\overline{A_8}\,\overline{A_9}\,\overline{A_{10}}\,\overline{A_{11}}}$

$F_1=\overline{\overline{A_{12}}\,\overline{A_{13}}\,\overline{A_{14}}\,\overline{A_{15}}}$

$F=\overline{F_1}\cdot\overline{F_2}\cdot\overline{F_3}\cdot\overline{F_4}=\overline{A_0}\,\overline{A_1}\,\overline{A_2}\,\overline{A_3}\,\overline{A_4}\,\overline{A_5}\,\overline{A_6}\,\overline{A_7}\,\overline{A_8}\,\overline{A_9}\,\overline{A_{10}}\,\overline{A_{11}}\,\overline{A_{12}}\,\overline{A_{13}}\,\overline{A_{14}}\,\overline{A_{15}}$

可见，当 A_0～A_{15} 均为 *0* 时，$F=1$。

5、分析图 P2.5 所示的逻辑电路。

$F=\overline{A_1}\,\overline{A_0}X_0+A_1\overline{A_0}X_1+\overline{A_1}A_0X_2+A_1A_0X_3$

显然，这是一个四选一数据选择器，其中 A_1、A_0 为选择控制输入：

A_1A_0=00 时，F=X_0

A_1A_0=01 时，F=X_1

A_1A_0=10 时，F=X_2

A_1A_0=11 时，F=X_3

6、图 P2.6 为两种十进制代码转换器，输入为余三码，分析输出是什么代码？

1）逻辑表达式：

$$W=\overline{\overline{ACD}\cdot\overline{AB}}=ACD+AB=A(CD+B)$$

$$X=\overline{\overline{B\,C\,D}\,\overline{B\overline{C}}\cdot\overline{B\overline{D}}}=B\,C\,D+\overline{B}\overline{C}+\overline{B}\overline{D}=B\,C\,D+\overline{B}(\overline{C}+\overline{D})$$

$$=BCD+\overline{B}\cdot\overline{CD}=\overline{B\oplus CD}$$

$$Y=\overline{C\overline{D}\cdot\overline{C}\overline{D}}=C\overline{D}+\overline{C}D=C\oplus D$$

$$Z=\overline{D}$$

2）真值表：

A	B	C	D	W	X	Y	Z
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	1

由真值表可知，该电路为余三码到 8421BCD 码转换电路。

7、分析图 P2.7 所示代码转换电路的功能。

1）逻辑表达式：

$$Y_3=X_3$$

$$Y_2=X_3\oplus X_2$$

$$Y_1=(\overline{Y\overline{M}\cdot\overline{MX_2}})\oplus X_1=(MX_2+\overline{M}Y_2)\oplus X_1$$

$$Y_0=X_0\oplus(\overline{\overline{MX_1}\cdot\overline{M}Y_1})=(MX_1+\overline{M}Y_1)\oplus X_0$$

当 M=1 时：　$Y_3=X_3$

$$Y_2=X_3\oplus X_2$$

$$Y_1=X_2\oplus X_1$$

$$Y_0=X_1\oplus X_0$$

当 M=0 时：　$Y_3=X_3$

$$Y_2=X_3\oplus X_2$$

$$Y_1=X_3\oplus X_2\oplus X_1$$

$$Y_0=X_3\oplus X_2\oplus X_1\oplus X_0$$

2）真值表

M=1 时的真值表

X_3	X_2	X_1	X_0	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

8421 码 ➔ 循环码

M=0 时的真值表

X_3	X_2	X_1	X_0	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1	1

循环码 ➔ 8421 码

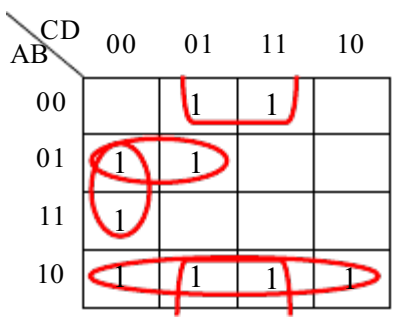
8、已知输入信号 A, B, C, D信号的波形如图 P2.8 所示，设计产生输出 F 波形的组合逻辑电路。

1）真值简表（只列出 F=1 的情况）

A	B	C	D	F
0	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1

2）逻辑表达式

$F=\sum m(1,3,4,5,8,9,10,11,12)$



$$F = A\overline{B} + \overline{B}D + B\overline{C}\,\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}$$

3）逻辑电路图（略）

9、【解】

1）真值表（输入“1”表示不正常，输出“1”表示亮）

A	B	C	F_R	F_Y	F_G
0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	1	0

2）逻辑表达式

$$F_R = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC = A \oplus B \oplus C$$

$$F_Y = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC = AB + AC + BC$$

$$F_G = \overline{A}\overline{B}\overline{C}$$

3）逻辑电路图（略）

19、【解】

1）真值表（输入“1”表示按下，输出 F=表示开锁，G=1 表示报警）

A	B	C	F	G
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	0

2）逻辑表达式

$$F = ABC + ABC + ABC = AB + AC$$

$$G = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC = \overline{A}B + \overline{A}C$$

3）逻辑电路图（略）

第 3 章　时序逻辑

7.【解】

1）激励方程

$J_3 = Q_2$　　$J_2 = Q_1$　　$J_1 = \overline{Q_2}$

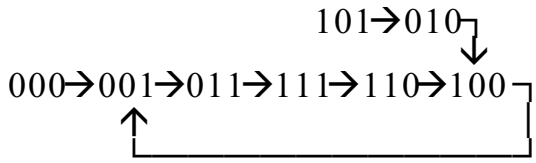
$K_3 = \overline{Q_2}$　　$K_2 = \overline{Q_1}$　　$K_1 = Q_3$

2）状态转移表

现态 PS			激励条件						次态		
Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	J_3	K_3	J_2	K_2	J_1	K_1	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}
0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0

3）状态转移图（简图）

由状态转移表可知，电路只形成一个封闭的循环，因此能够自启动。



8.【解】

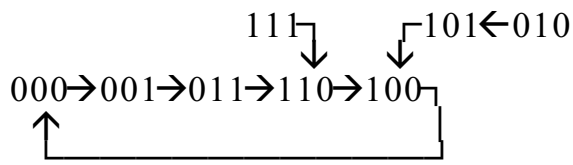
1）状态方程

$Q_3^{n+1} = D_2 = Q_2^n$　　$Q_2^{n+1} = D_1 = Q_1^n$　　$Q_1^{n+1} = D_1 = \overline{Q_3^n}\,\overline{Q_2^n}$

2）状态转移表

现态 PS			次态		
Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	1	1	1	0
1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	1	0

3）状态转移图（简图）



9.【解】

1）状态编码

采用常规的计数器法，须 3 个触发器。

2）状态转移表

计数器有 6 个状态，状态 010 和 110 未使用，可令这 2 个状态的次态为已使用的 6 个状态之一。

现态 PS			次态			激励条件		
Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	D_3	D_2	D_1
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0

3）激励方程

$$D_3=\overline{Q_3}Q_2Q_1+Q_3Q_2Q_1+Q_3\overline{Q_2}Q_1=Q_3Q_1+Q_2Q_1$$

$$D_2=\overline{Q_3}\,\overline{Q_2}Q_1+\overline{Q_3}Q_2Q_1=\overline{Q_3}Q_1$$

$$D_1=\overline{Q_3}\,\overline{Q_2}\,\overline{Q_1}+\overline{Q_3}\,\overline{Q_2}Q_1+\overline{Q_3}Q_2Q_1+Q_3Q_2Q_1=\overline{Q_3}\,\overline{Q_2}++Q_2Q_1$$

4）电路图（略）

13.【解】

1）输出方程

$$Z=\overline{Q_1Q_2}$$

2）激励方程

$J_2=Q_1\oplus x$　　$J_1=1$

$K_2=Q_1\oplus x$　　$K_1=1$

3）状态转移表

输入	现态 PS		激励条件				次态		输出
x	Q_2^n	Q_1^n	J_2	K_2	J_1	K_1	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Z
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0

1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0	0	1

4）状态转移图（简图）

x=0 时，为加法计数器

x=1 时，为减法计数器

16.【解】

1）由波形图可知，电路有 7 个状态。

2）状态表

Q_3	Q_2	Q_1
0	1	1
1	1	1
1	1	0
1	0	0
0	1	0
1	0	1
0	0	1

3）状态转移表

状态 000 没有在波形图中出现，为了让电路能够自启动，可令上述 7 个状态中任意一个作为状态 000 的次态。

现态 PS			次态			激励条件		
Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	D_3	D_2	D_1
0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1
0	0	0	x	x	x	x	x	x

4）激励函数（下边表达式中的 φ 为最小项 000）

$D_3=\sum(3,7,6,2)+\varphi = \overline{Q_3}Q_1 + Q_3Q_2$

$D_2=\sum(3,7,4,1)+\varphi = \overline{Q_3}Q_1 + Q_2Q_1 + \overline{Q_2}\,\overline{Q_1}$

$D_1=\sum(3,2,5,1)+\varphi = \overline{Q_3} + \overline{Q_2}Q_1$

在利用卡诺图化简中，D_2 和 D_1 使用了任意项“000”，故状态 000 的次态为 011。

5）电路图（略）

19.【解】

1）状态编码

时序机有 4 个状态，用 2 个 D 触发器表示，并设 S_0=00，S_1=01，S_2=10，S_3=11。

2）状态转移表

现态 PS Q_2^n Q_1^n	次态 Q_2^{n+1} Q_1^{n+1}	转换条件 k
0 0	0 0 0 1	$\bar{k}$ k
0 1	0 1 1 0	$\bar{k}$ k
1 0	1 0 1 1	k $\bar{k}$
1 1	1 1 0 0	$\bar{k}$ k

3）激励函数

$$D_2 = Q_2^{n+1} = k\overline{Q_2}Q_1 + kQ_2\overline{Q_1} + \bar{k}Q_2\overline{Q_1} + \bar{k}Q_2Q_1 = k\overline{Q_2}Q_1 + Q_2\overline{Q_1} + \bar{k}Q_2$$

$$D_1 = Q_1^{n+1} = k\overline{Q_2}\,\overline{Q_1} + \bar{k}\overline{Q_2}Q_1 + \bar{k}Q_2\overline{Q_1} + \bar{k}Q_2Q_1 = k\overline{Q_2}\,\overline{Q_1} + \bar{k}Q_2 + \bar{k}Q_1$$

4）逻辑电路图（略）