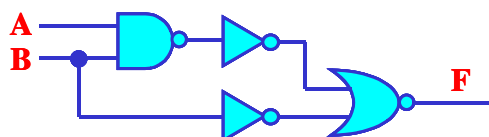
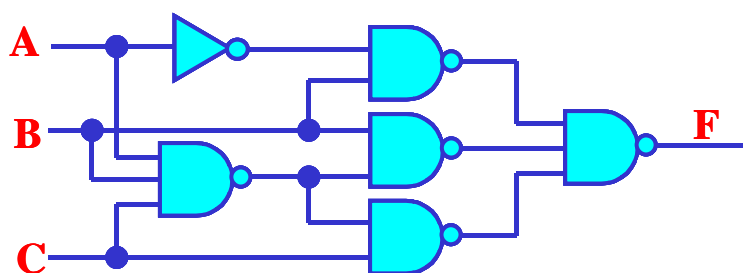


第二章 组合逻辑

1. 分析图中所示的逻辑电路，写出表达式并进行化简



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



$$\begin{aligned} F &= \overline{\overline{AB} \overline{B} \overline{ABC} \overline{C} \overline{ABC}} \\ &= \overline{AB} + \overline{AC} + B\overline{C} + \overline{BC} \\ &= \overline{AB} + B\overline{C} + \overline{BC} \end{aligned}$$

2. 分析下图所示逻辑电路，其中 S3、S2、S1、S0 为控制输入端，列出真值表，说明 F 与 A、B 的关系。

$$F_1 = \overline{A + BS_0 + \overline{B}S_1}$$

$$F_2 = \overline{ABS_2 + \overline{A}\overline{B}S_3}$$

$$F = F_1 F_2 = \overline{A + BS_0 + \overline{B}S_1}$$

S_1	S_0	F_1	S_3	S_2	F_2
0	0	\overline{A}	0	0	1
0	1	$\overline{A}B$	0	1	$\overline{A+B}$
1	0	$\overline{A}B$	1	0	$\overline{A+B}$
1	1	0	1	1	\overline{A}

S_3	S_2	S_1	S_0	$F=F_1F_2$	S_3	S_2	S_1	S_0	$F=F_1F_2$
0	0	x	x	F_1	x	x	0	0	\overline{A}
0	1	x	x	F_1	x	x	0	1	$\overline{A}B$
1	0	x	x	F_1	x	x	1	0	$\overline{A}B$
1	1	x	x	F_1	x	x	1	1	0

3. 分析下图所示逻辑电路，列出真值表，说明其逻辑功能。

解：

$$F_1 = \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{ABC} + \overline{BC} = \overline{A}BC + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC = A(B \oplus C) + \overline{A}BC$$

真值表如下：

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

当 $B \neq C$ 时， $F_1 = A$

当 $B=C=1$ 时， $F_1 = A$

当 $B=C=0$ 时， $F_1 = 0$

裁判判决电路，A 为主裁判，在 A 同意的前提下，只要有一位副裁判（B，C）同意，成绩就有效。

$$F_2 = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{AC} = AB + BC + AC$$

真值表如下：

A	B	C	F
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	1

当 A、B、C 三个变量中有两个及两个以上同时为“1”时， $F=1$ 。

4. 图所示为数据总线上的一种判零电路，写出 F 的逻辑表达式，说明该电路的逻辑功能。

解： $F = \overline{A_0 A_1 A_2 A_3} + \overline{A_4 A_5 A_6 A_7} + \overline{A_8 A_9 A_{10} A_{11}} + \overline{A_{12} A_{13} A_{14} A_{15}}$

只有当变量 $A_0 \sim A_{15}$ 全为 0 时， $F=1$ ；否则， $F=0$ 。

因此，电路的功能是判断变量是否全部为逻辑“0”。

5. 分析下图所示逻辑电路，列出真值表，说明其逻辑功能

解： $F = \overline{A_1 A_0} X_0 + \overline{A_1 A_0} X_1 + \overline{A_1 A_0} X_2 + A_1 A_0 X_3$

真值表如下：

A_1	A_0	F
0	0	X_0
0	1	X_1
1	0	X_2
1	1	X_3

因此，这是一个四选一的选择器。

6. 下图所示为两种十进制数代码转换器，输入为余三码，输出为什么代码？

解：

	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

$W = AB + ACD$
 $X = \overline{B}\overline{C} + \overline{B}\overline{D} + BCD$
 $Y = \overline{C}D + C\overline{D}$
 $Z = \overline{D}$

这是一个 **余三码** 至 **8421 BCD** 码转换的电路

7. 下图是一个受 M 控制的 4 位二进制码和格雷码的相互转换电路。M=1 时，完成自然二进制码至格雷码转换；M=0 时，完成相反转换。请说明之

解：Y3=X3

$$Y2 = X2 \oplus X3$$

$$Y1 = X1 \oplus (MX2 + \overline{M}Y2)$$

$$Y0 = X0 \oplus (MX1 + \overline{M}Y1)$$

当 M=1 时

$$Y3 = X3$$

$$Y2 = X2 \oplus X3$$

$$Y1 = X1 \oplus X2$$

$$Y0 = X0 \oplus X1$$

当 M=0 时

$$Y3 = X3$$

$$Y2 = X2 \oplus X3$$

$$Y1 = X1 \oplus Y2 = X1 \oplus X2 \oplus X3$$

$$Y0 = X0 \oplus Y1 = X0 \oplus X1 \oplus X2 \oplus X3$$

M=1 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

M=0 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

由真值表可知：M=1 时，完成 8421 BCD 码到格雷码的转换；

M=0 时，完成格雷码到 8421 BCD 码的转换。

8. 已知输入信号 A,B,C,D 的波形如下图所示，选择适当的集成逻辑门电路，设计产生输出 F 波形的组合电路（输入无反变量）

解：

列出真值表如下：

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

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

$$F = \overline{A}\overline{B} + \overline{B}D + \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} \text{ (或 } \overline{A}C\overline{D})$$

9. 用红、黄、绿三个指示灯表示三台设备的工作情况：绿灯亮表示全部正常；红灯亮表示有一台不正常；黄灯亮表示有两台不正常；红、黄灯全亮表示三台都不正常。列出控制电路真值表，并选出合适的集成电路来实现。

解：

设：三台设备分别为 A、B、C：“1”表示有故障，“0”表示无故障；红、黄、绿灯分别为 Y1、Y2、Y3：“1”表示灯亮；“0”表示灯灭。据题意列出真值表如下：

A	B	C	Y ₁	Y ₂	Y ₃
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

$$Y1 = A \oplus B \oplus C$$

$$Y2 = BC + A(B \oplus C)$$

于是得： $Y3 = \overline{A}\overline{B}\overline{C} = \overline{A+B+C}$

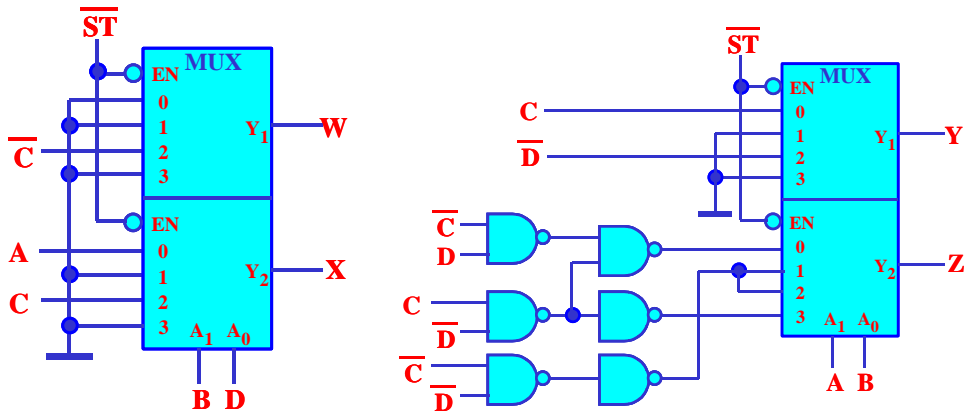
10. 用两片双四选一数据选择器和与非门实现循环码至 8421BCD 码转换。

解：(1) 画函数卡诺图；

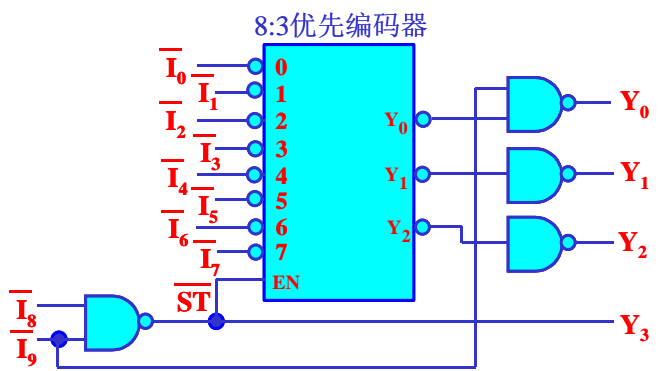
		AB			
		00	01	11	10
CD	00	0000	1001	1000	0111
	01	0001	Φ	Φ	Φ
	11	0010	Φ	Φ	Φ
	10	0011	0100	0101	0110

(2) 写逻辑函数表达式：

(1) 画逻辑图：



11. 用一片 74LS148 和与非门实现 8421BCD 优先编码器



12. 用适当门电路，设计 16 位串行加法器，要求进位链速度最快，计算一次加法时间。

解：全加器真值表如下

Ai	Bi	Ci-1	Si	Ci+1
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

可以写出以下表达式

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

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

$$\overline{C} = \overline{AB} + \overline{AC_{-1}} + \overline{BC_{-1}}$$

$$C = \overline{\overline{AB} + \overline{AC_{-1}} + \overline{BC_{-1}}}$$

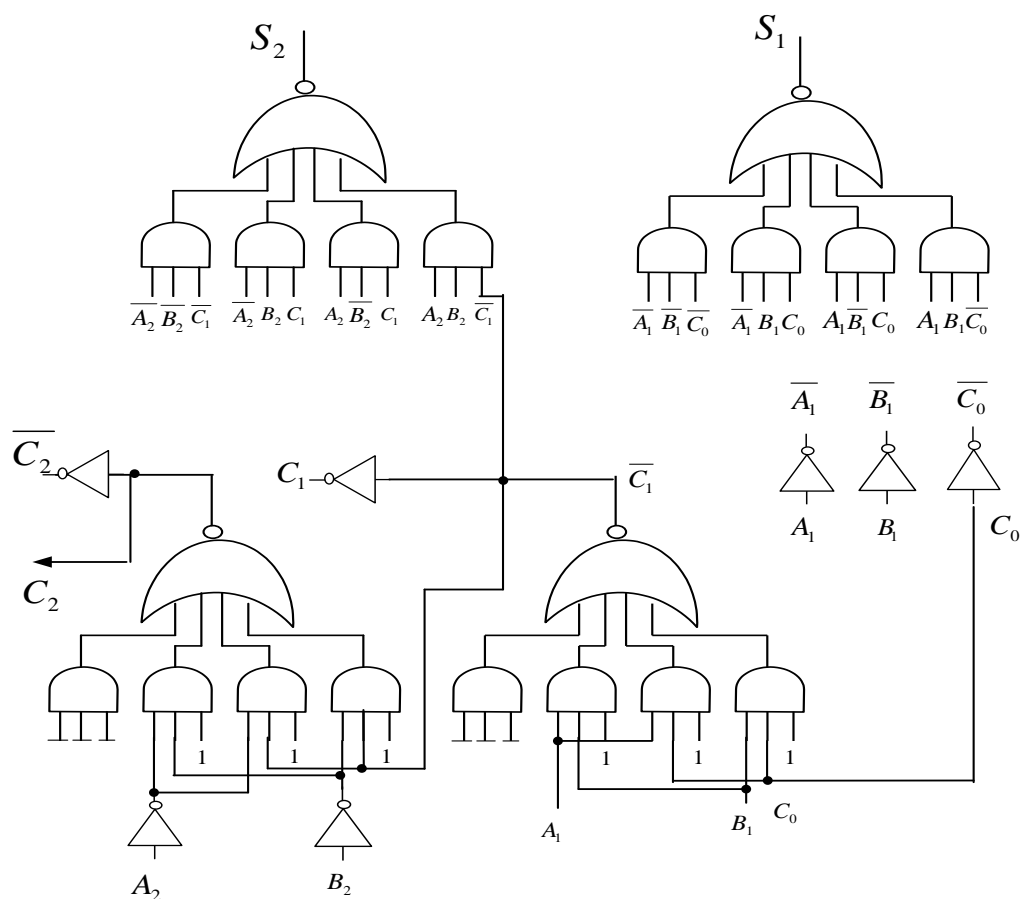
$$C = \overline{AB + AC_{-1} + BC_{-1}}$$

$$\overline{C} = \overline{AB + AC_{-1} + BC_{-1}}$$

要使进位链速度最快，应使用“与或非”门。具体连接图如下。

若“与或非”门延迟时间为 t_1 ，“非门”延迟时间为 t_2 ，则完成一次 16 位加法运算所需时间为：

$$t = (16-1)t_1 + (t_1 + t_2)$$



13. 用一片 4:16 线译码器将 8421BCD 码转换成余三码，写出表达式
解：

十进制数	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

$$W(A, B, C, D) = \Sigma(5, 6, 7, 8, 9)$$

$$X(A, B, C, D) = \Sigma(1, 2, 3, 4, 9)$$

$$Y(A, B, C, D) = \Sigma(0, 3, 4, 7, 8)$$

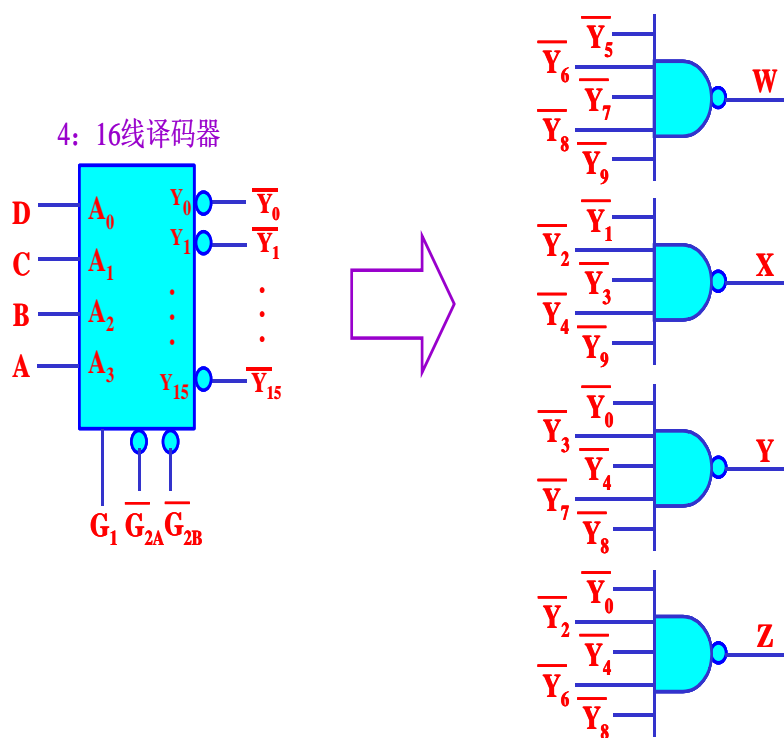
$$Z(A, B, C, D) = \Sigma(0, 2, 4, 6, 8)$$

$$W(A,B,C,D) = \Sigma(5,6,7,8,9) = Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 = \overline{Y_5} \overline{Y_6} \overline{Y_7} \overline{Y_8} \overline{Y_9}$$

$$X(A,B,C,D) = \Sigma(1,2,3,4,9) = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_9 = \overline{Y_1} \overline{Y_2} \overline{Y_3} \overline{Y_4} \overline{Y_9}$$

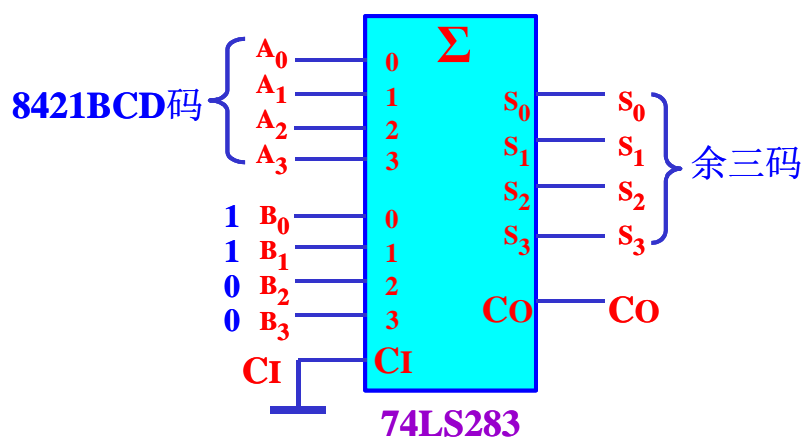
$$Y(A,B,C,D) = \Sigma(0,3,4,7,8) = Y_0 + Y_3 + Y_4 + Y_7 + Y_8 = \overline{Y_0} \overline{Y_3} \overline{Y_4} \overline{Y_7} \overline{Y_8}$$

$$Z(A,B,C,D) = \Sigma(0,2,4,6,8) = Y_0 + Y_2 + Y_4 + Y_6 + Y_8 = \overline{Y_0} \overline{Y_2} \overline{Y_4} \overline{Y_6} \overline{Y_8}$$



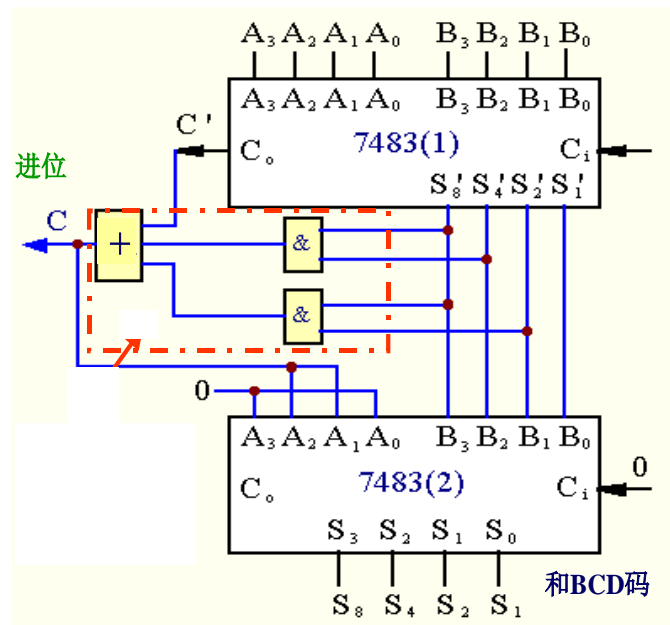
14. 使用一个 4 位二进制加法器设计 8421BCD 码转换成余三码转换器:

解:



15. 用 74LS283 加法和逻辑门设计实现一位 8421 BCD 码加法器电路。

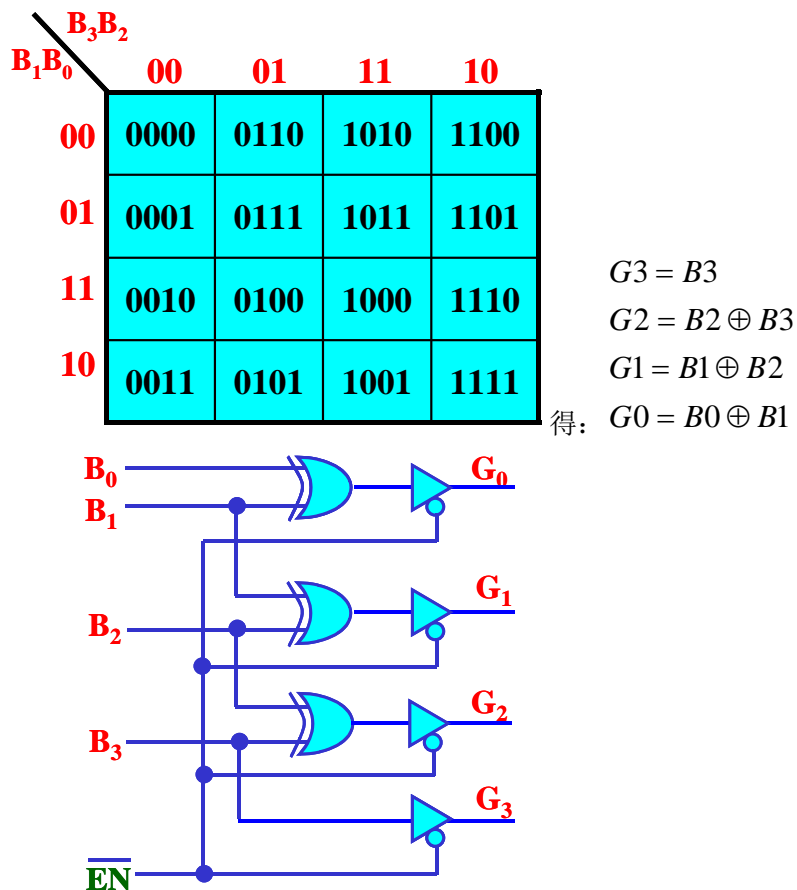
解：



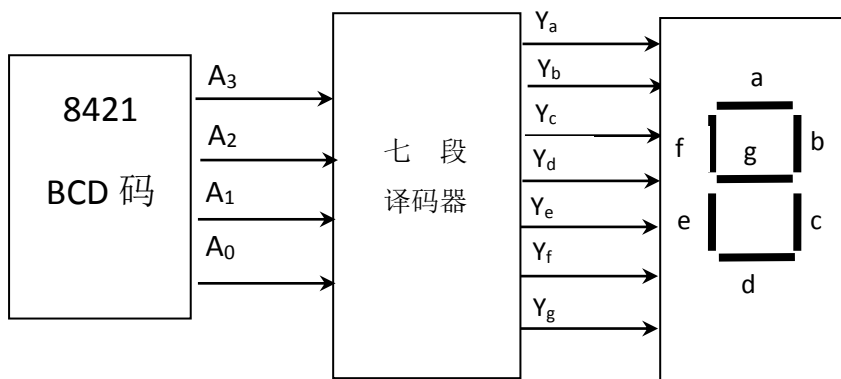
16. 设计二进制码/格雷码转换器

解：真值表

B_3	B_2	B_1	B_0	G_3	G_2	G_1	G_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



17. 设计七段译码器的内部电路，用于驱动共阴极数码管。解：七段发光二极管为共阴极电路，各段为“1”时亮。



七段译码器真值表如下：

输 入				输 出							显示
A_3	A_2	A_1	A_0	Y_a	Y_b	Y_c	Y_d	Y_e	Y_f	Y_g	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9

$$\begin{aligned}
 a &= A_3 + A_1 + A_2 A_0 + \overline{A_2} \overline{A_0} \\
 b &= \overline{A_2} + \overline{A_1} \overline{A_0} + A_1 A_0 \\
 c &= A_2 + \overline{A_1} + A_0 \\
 d &= \overline{A_2} \overline{A_0} + A_1 \overline{A_0} + \overline{A_2} A_1 + A_2 \overline{A_1} A_0 \\
 e &= \overline{A_2} \overline{A_0} + A_1 \overline{A_0} \\
 f &= A_3 + \overline{A_1} \overline{A_0} + A_2 \overline{A_1} + A_2 \overline{A_0} \\
 g &= A_3 + A_1 \overline{A_0} + \overline{A_2} A_1 + A_2 \overline{A_1}
 \end{aligned}$$

18. 设计一个血型配比指示器。解： 用 XY 表示供血者代码，MN 表示受血者代码。代码设定如下：

XY = 00	A 型	MN = 00	A 型
01	B 型	01	B 型
10	AB 型	10	AB 型
11	O 型	11	O 型

X	Y	M	N	F ₁ (绿)	F ₂ (红)
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	0

得：F₁ = Σ (0, 2, 5, 6, 10, 12, 13, 14, 15)
F₂ = $\overline{F_1}$

19. 设计保密锁。
解： 设 A,B,C 按键按下为 1，F 为开锁信号（F=1 为打开），G 为报警信号（G=1 为报警）。
(1) 真值表

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

(1) 卡诺图化简

F 的卡诺图：

		AB			
		00	01	11	10
C	0			1	
	1			1	1

化简得： $F = AB + AC$

G 的卡诺图

		AB			
		00	01	11	10
C	0		1		
	1	1	1		

化简得： $G = \overline{AB} + \overline{AC}$