

课程内容

1. 数制与码制
2. 逻辑代数基础
4. 组合逻辑电路
5. 半导体存储电路
3. 集成门电路
6. 时序逻辑电路
7. 脉冲产生及整形
8. A/D, D/A 转换

时序逻辑电路 Chapter 6

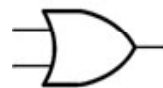
(计数器, 寄存器, 状态控制器)

组合逻辑电路 Chapter 4

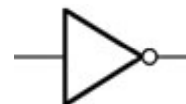
(编码器, 译码器, 选通器, 加法器)



与门

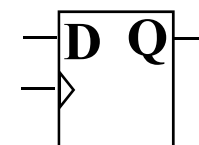


或门



非门

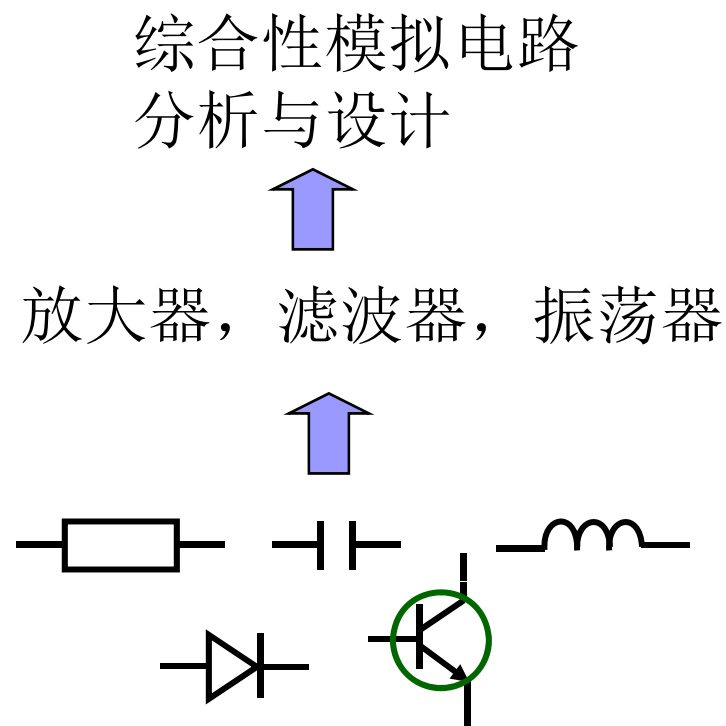
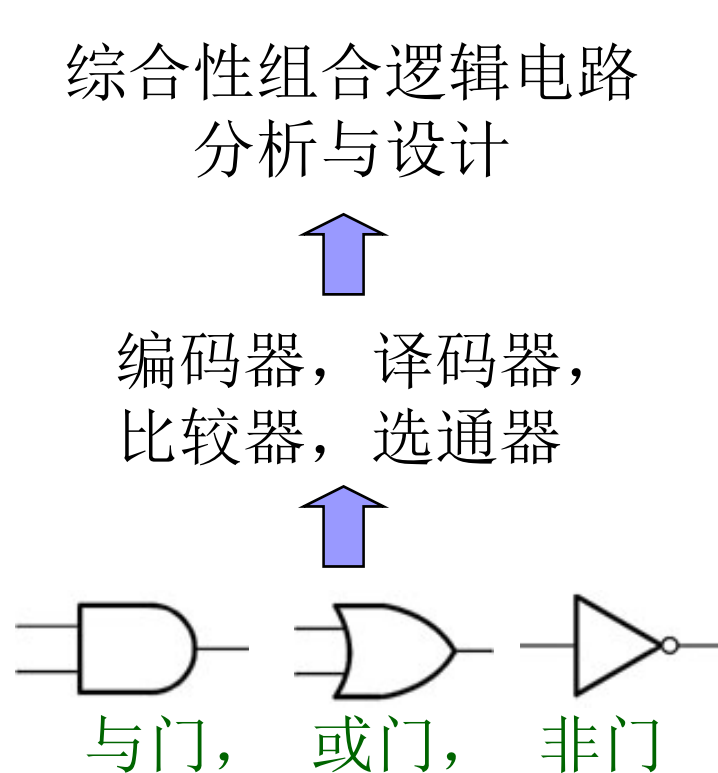
逻辑门及逻辑运算 Chapter 2



触发器

Chapter 5

第二章 逻辑代数基础



第二章 逻辑代数基础

2. 1 基本逻辑运算和逻辑门

2. 2 逻辑函数及其描述方法

2. 3 逻辑代数的运算公式和定理

★ 2. 4 逻辑函数的标准形式

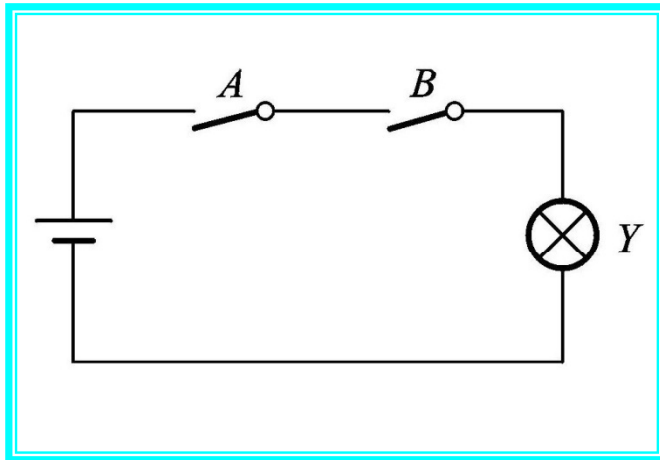
★ 2. 5 逻辑函数的化简方法

2.1 基本逻辑运算和逻辑门

基本逻辑运算

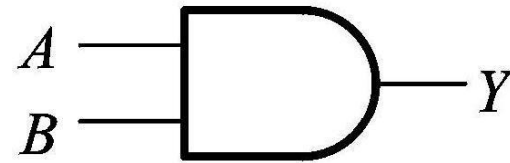
1. 与
2. 或
3. 非
4. 与非
5. 或非
6. 异或
7. 同或

1. 与逻辑 (AND)



开关A	开关B	灯Y
断	断	灭
断	合	灭
合	断	灭
合	合	亮

逻辑符号: 与门



与逻辑真值表

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

逻辑表达式

$$Y = A \text{ AND } B$$

$$= A \& B$$

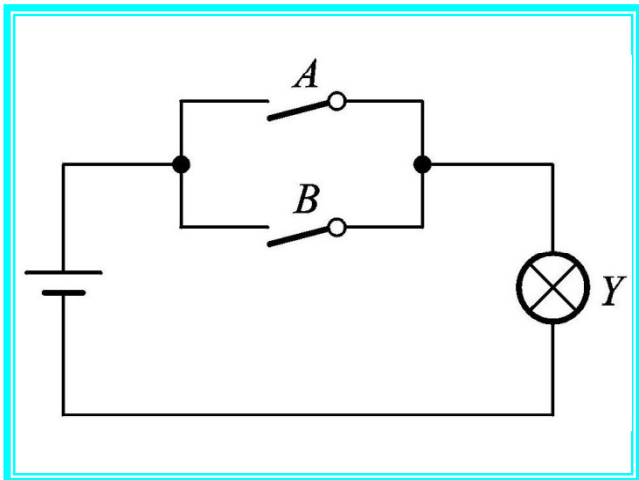
$$= A \bullet B$$

$$= \underline{AB}$$

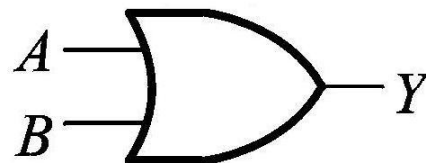
与逻辑运算

$$0 \bullet 0 = 0; \quad 0 \bullet 1 = 0; \quad 1 \bullet 0 = 0; \quad 1 \bullet 1 = 1$$

2. 或逻辑 (OR)



逻辑符号：或门



或逻辑真值表

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

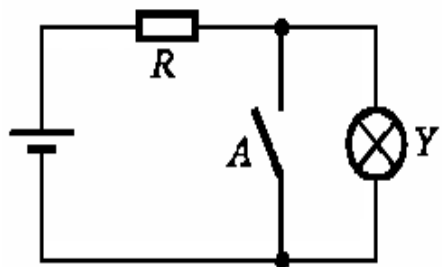
逻辑表达式

$$Y = A \text{ OR } B$$
$$= A + B$$

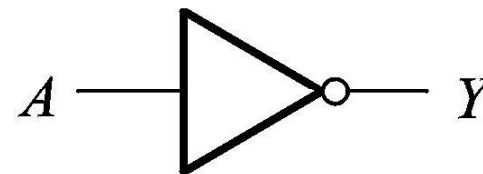
或逻辑运算

$$0+0=0; \quad 0+1=1; \quad 1+0=1; \quad \underline{1+1=1}$$

3. 非逻辑 (NOT)



逻辑符号：非门



非逻辑真值表

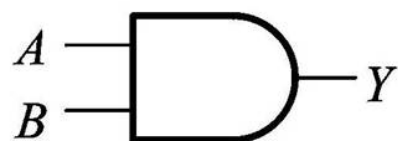
A	Y
0	1
1	0

逻辑表达式

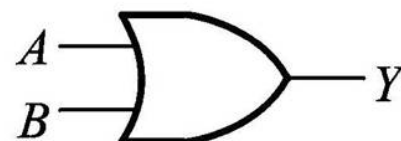
$$Y = \underline{A'}$$

逻辑符号

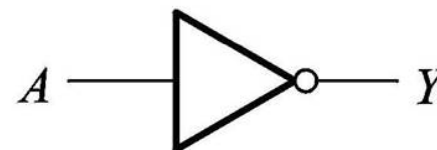
现在使用



与

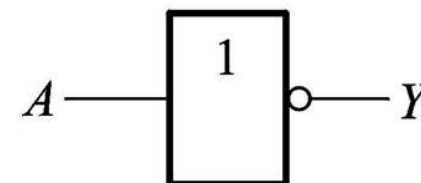
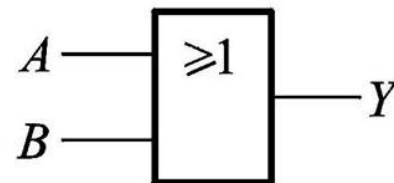
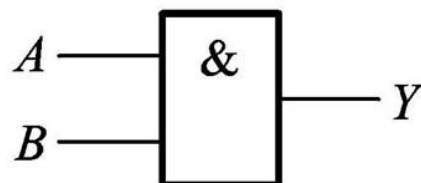


或



非

曾经使用



复合逻辑运算

4. 与非 (NAND)

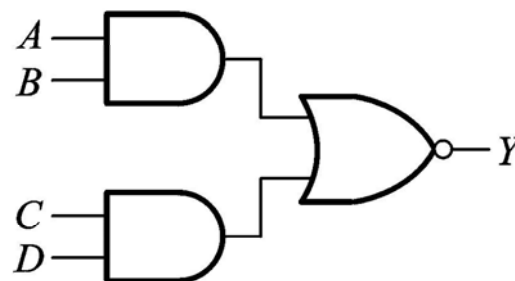
$$Y = (AB)'$$



<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

与或非

$$Y = (AB + CD)'$$



5. 或非 (NOR)

$$Y = (A + B)'$$



<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

7. 异或 (XOR: exclusive OR)

不同为1

逻辑符号



真值表

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

逻辑表达式

$$Y = A \oplus B = AB' + A'B$$

8. 同或 (XNOR)

注意不是NXOR

逻辑符号



真值表

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

相同为1

逻辑表达式

$$Y = A \odot B = (A \oplus B)' \\ = AB + A'B'$$

异或

$$F = A_0 \oplus A_1 \oplus A_2 \oplus A_3 \oplus \dots \oplus A_n$$

- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个1时, $F = 1$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个1时, $F = 0$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个0时, $F = 1$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个0时, $F = 0$

同或

$$F = A_0 \odot A_1 \odot A_2 \odot A_3 \odot \dots \odot A_n$$

- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个1时, $F = 0$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个1时, $F = 1$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个0时, $F = 1$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个0时, $F = 0$

异或

$$F = A_0 \oplus A_1 \oplus A_2 \oplus A_3 \oplus \dots \oplus A_n$$

- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个1时, $F=1$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个1时, $F=0$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个0时, $F=x$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个0时, $F=x$

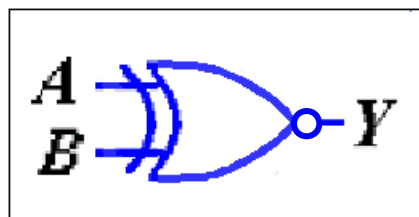
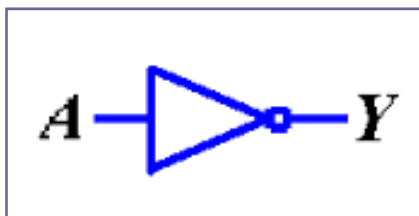
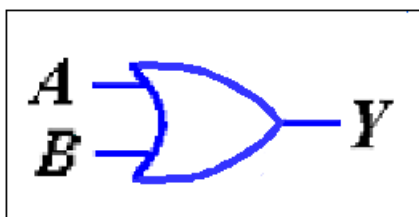
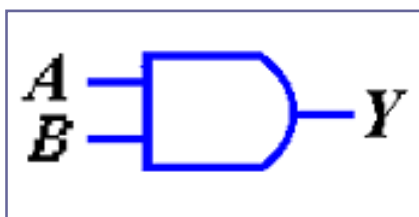
同或

$$F = A_0 \odot A_1 \odot A_2 \odot A_3 \odot \dots \odot A_n$$

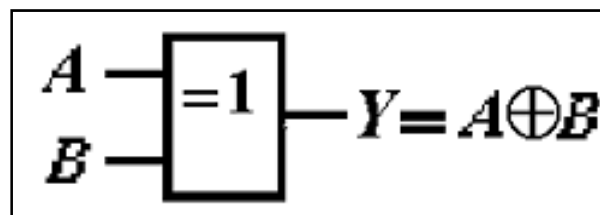
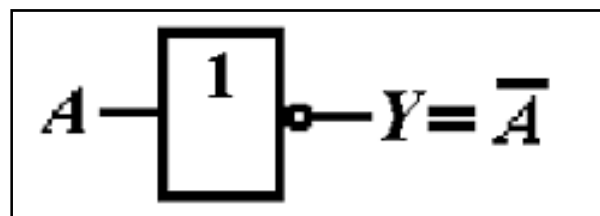
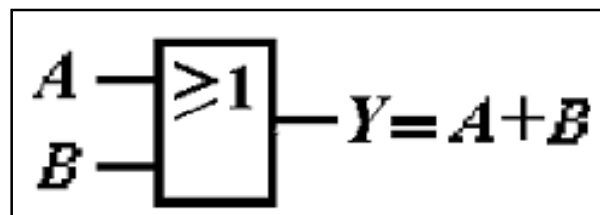
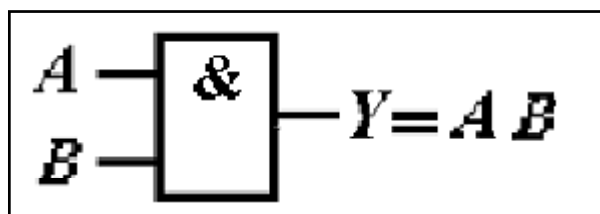
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个1时, $F=x$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个1时, $F=x$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有奇数个0时, $F=0$
- 当 $A_0 \dots A_n$ 中有偶数个0时, $F=1$

逻辑符号对照

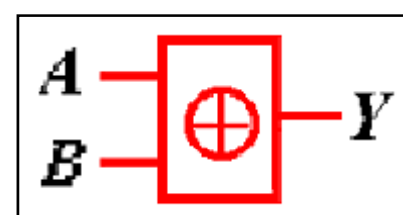
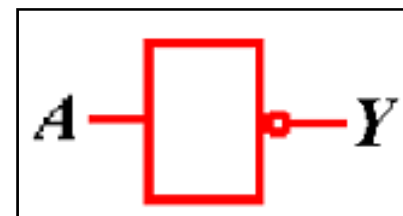
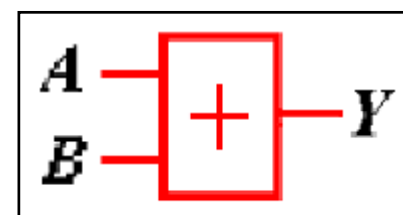
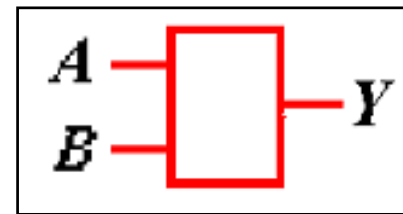
美国标准



国家标准



曾用标准



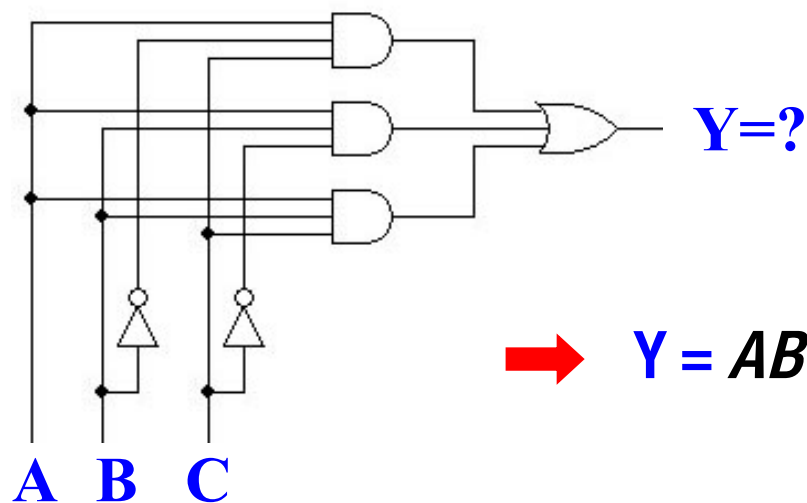
2.2 逻辑函数及其描述方法

- 真值表
- 逻辑函数式
- 逻辑电路图
- 波形图

2.2 逻辑函数及其描述方法

2.2.1 逻辑电路图 \rightarrow 逻辑函数式 \rightarrow 真值表(功能分析)

例1. 已知电路，问该电路有什么功能？



按顺序罗列
输入值的
所有组合

$$\rightarrow Y = AB'C + ABC' + ABC \rightarrow$$

真值表

ABC	Y
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	1
110	1
111	1

分析功能：检测ABC的值， ≥ 5 ，
就输出指示信号Y=1

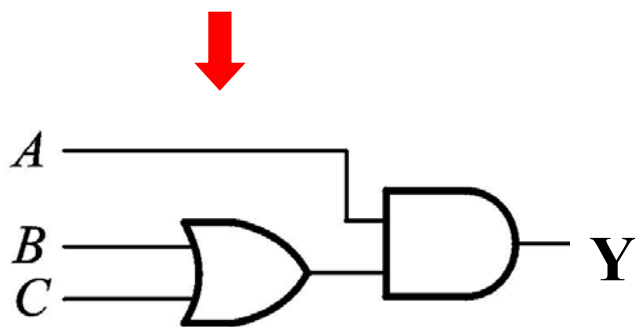
2.2 逻辑函数及其描述方法

2.2.2 逻辑电路图 \leftarrow 逻辑函数式 \rightarrow 真值表 (功能分析)

例2. 已知逻辑函数 $Y=A(B+C)$ ，问功能是什么？画电路图。

逻辑函数

$$Y = A(B+C)$$



真值表

输入	辅助	输出
ABC	B+C	Y
000	0	0
001	0	0
010	0	0
011	0	0
100	0	0
101	1	1
110	1	1
111	1	1

分析功能：

检测ABC的值， ≥ 5 ，
就输出指示信号 $Y=1$

2.2 逻辑函数及其描述方法

2.2.3 逻辑电路图  逻辑函数式  真值表(已知功能)

例3.设计一个检测电路，输入为A,B,C,输出为Y。要求当输入端ABC表示的二进制数大于等于5时，输出指示信号Y=1.

1) 根据功能要求列真值表

真值表

ABC	Y
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	1
110	1
111	1

2) 根据真值表写函数式

逻辑函数式

 $Y = ?$

2.2 逻辑函数及其描述方法

真值表 \longleftrightarrow 逻辑式

输入变量取值为1用原变量表示, 例如 A
输入变量取值为0用反变量表示, 例如 A'

输入 ABC 的最小项

$$Y_7 = \overset{111}{ABC}$$



真值表

ABC	Y ₇
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	0
110	0
111	1

$$Y_6 = \overset{110}{ABC'}$$



真值表

ABC	Y ₆
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	0
110	1
111	0

$$Y_5 = \overset{101}{AB'C}$$



真值表

ABC	Y ₅
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	1
110	0
111	0

$$Y_0 = \overset{000}{A'B'C'}$$



真值表

ABC	Y ₀
000	1
001	0
010	0
011	0
100	0
101	0
110	0
111	0

2.2 逻辑函数及其描述方法

可化简

2.2.3 逻辑电路图 ← 逻辑函数式 ← 真值表(已知功能)

例3.设计一个检测电路，输入为A,B,C,输出为Y。要求当输入端ABC表示的二进制数大于等于5时，输出指示信号Y=1.

1) 根据功能要求列真值表

真值表

ABC	Y
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	1
110	1
111	1

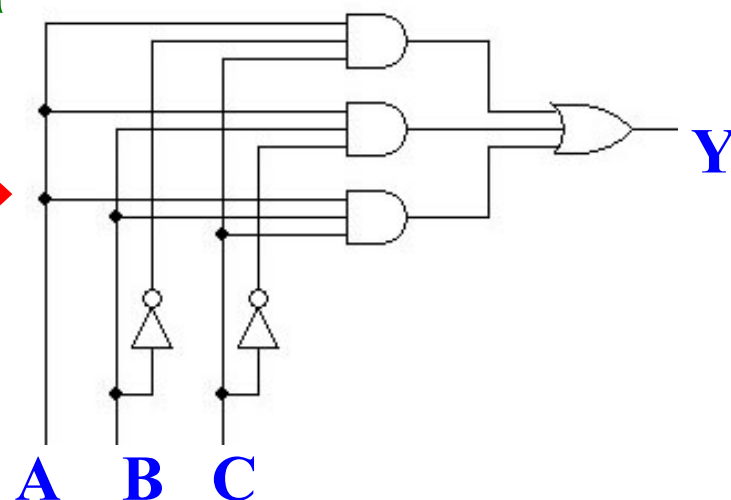
2) 根据真值表写函数式

逻辑函数式

$$Y = AB'C + ABC' + ABC$$

101 110 111

3) 根据函数式画电路图



逻辑电路图

1用原变量表示，例如 A
0用反变量表示，例如 A'

2.2 逻辑函数及其描述方法

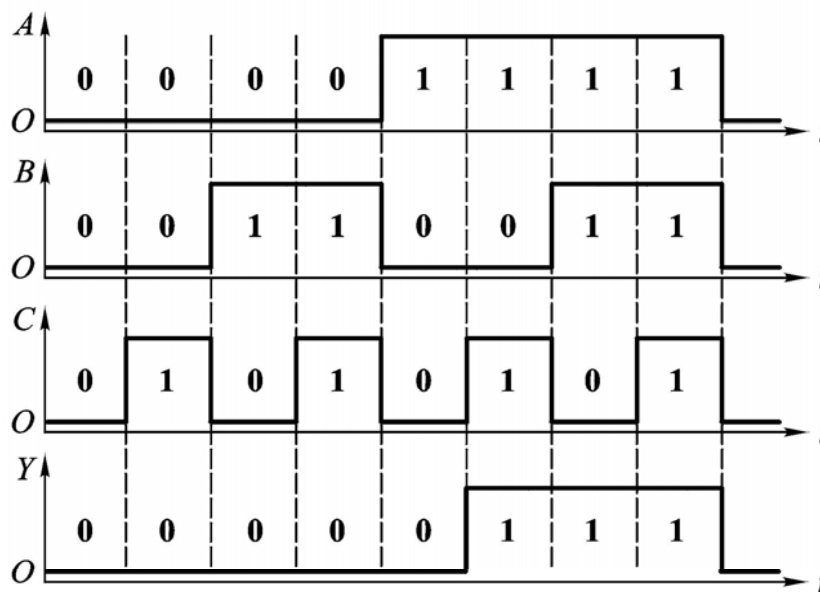
2.2.4 真值表 \longleftrightarrow 波形图

例4. 已知一个真值表要求用波形图描述.

真值表

ABC	Y
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	1
110	1
111	1

波形图



前提: 波形图必须是完备的,
即描述了所有输入组合。

2.2 逻辑函数及其描述方法(各种方法转换)

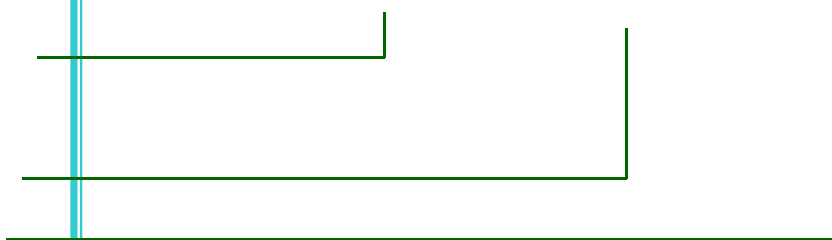
练习3 由真值表写出逻辑函数式

已知一个奇偶判别器的真值表，试写出它的逻辑函数式

A	B	C	Y
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

$$Y = A'BC + AB'C + ABC'$$

011 101 110



2.2 逻辑函数及其描述方法(各种方法转换)

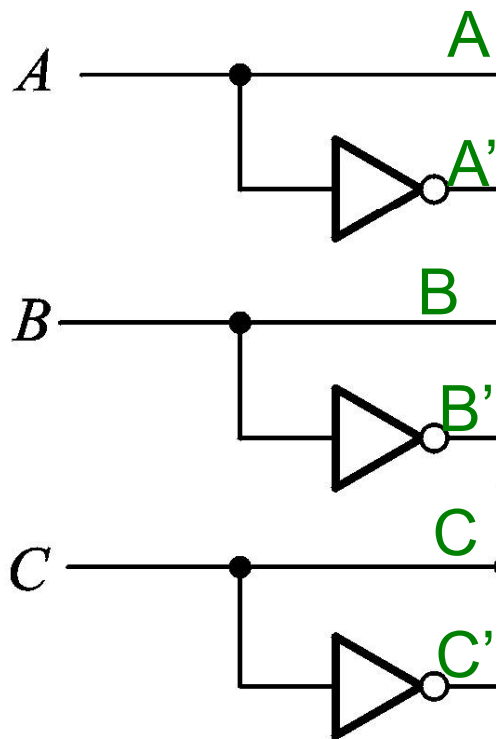
例5 已知逻辑函数式 $Y = A + B'C + A'BC'$

求出它对应的真值表

A	B	C	$B'C$	$A'BC'$	Y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	0	1

2.2 逻辑函数及其描述方法(各种方法转换)

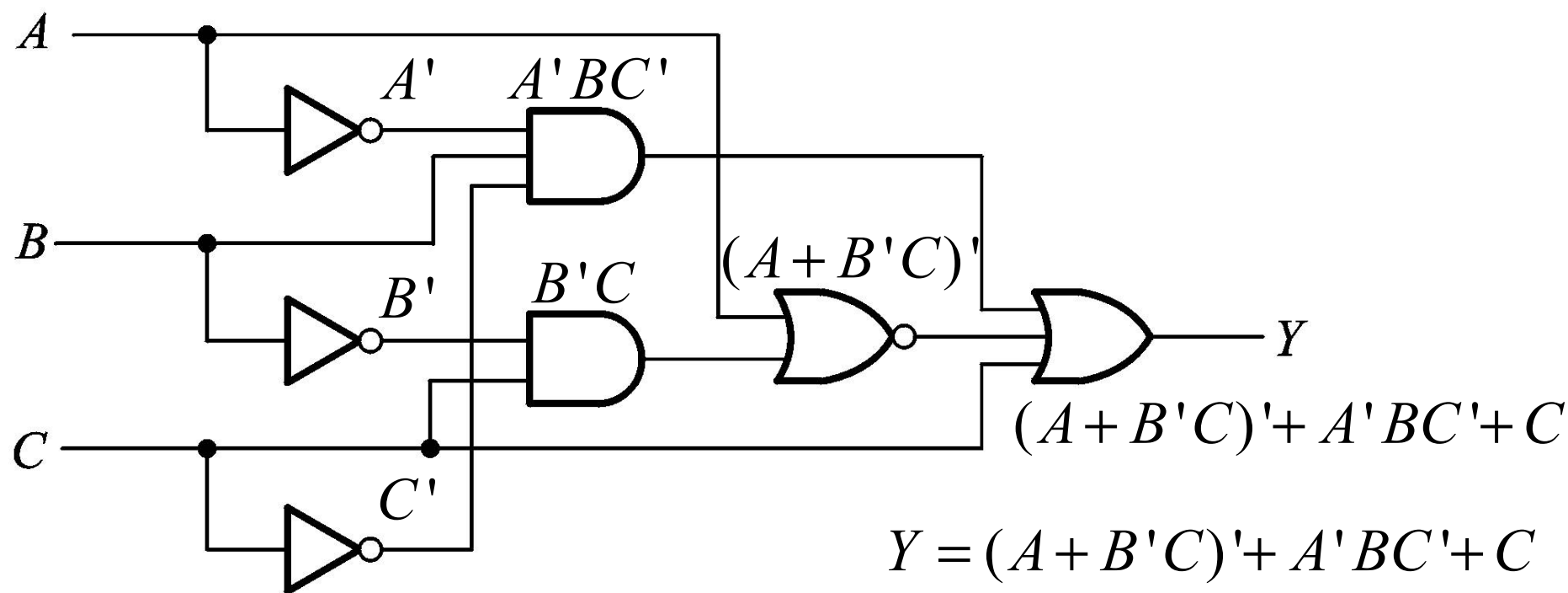
例6 已知逻辑函数式 $Y = (A + B'C)' + A'BC' + C$
画出逻辑图。



— Y

2.2 逻辑函数及其描述方法(各种方法转换)

练习4 已知逻辑图，求逻辑函数式

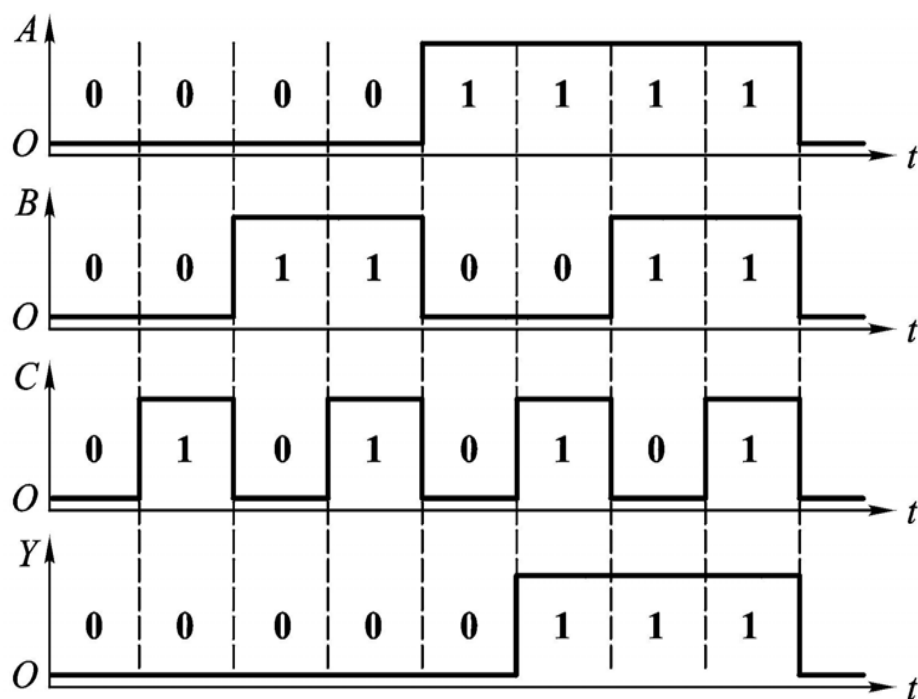


2.2 逻辑函数及其描述方法(各种方法转换)

例7 已知波形图，求真值表

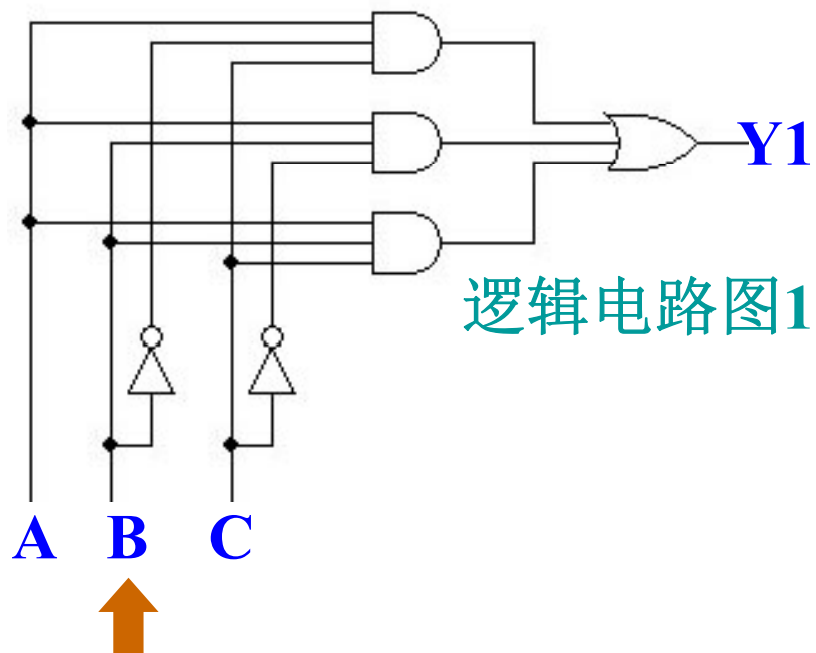
前提:波形图必须是完备的，即描述了所有输入组合。

波形图



真值表

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Y</i>
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



真值表

ABC	Y
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	1
110	1
111	1

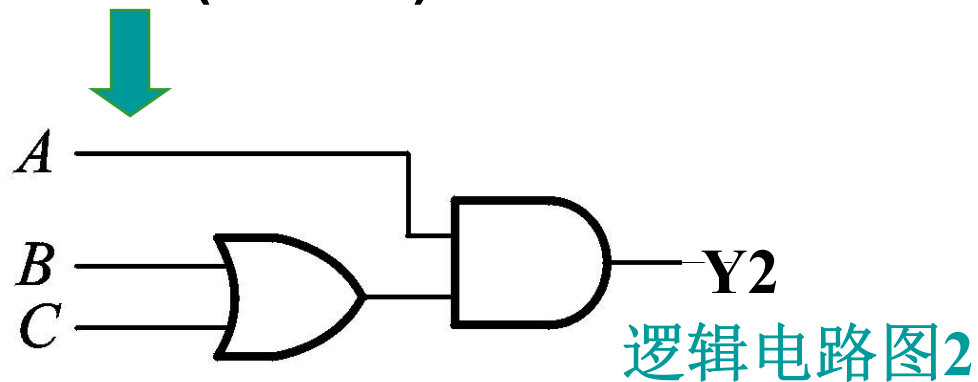
函数1

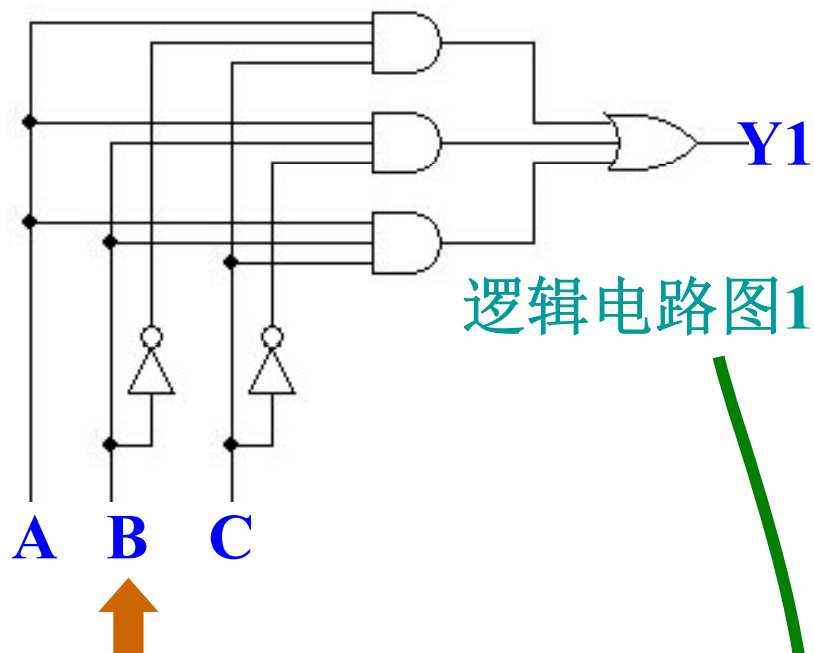
$$Y1 = AB'C + ABC' + ABC$$

↑ 相等

函数2

$$Y2 = A (B + C)$$





逻辑电路图1

函数1

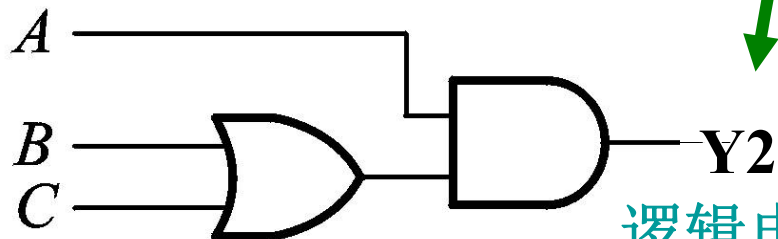
$$Y1 = AB'C + ABC' + ABC$$



怎样化简逻辑函数？

函数2

$$Y2 = A (B + C)$$



逻辑电路图2

怎样
化简电路？

真值表

ABC	Y
000	0
001	0
010	0
011	0
100	0
101	1
110	1
111	1

2.3 逻辑代数的基本公式和常用公式

2.3.1 基本公式

2.3.2 常用公式

A' 非

2.3.1 基本公式

教材Page24

证明方法：推演 真值表

序号	公 式	序号	公 式
		10	$1' = 0; 0' = 1$
1	$0 A = 0$	11	$1 + A = 1$
2	$1 A = A$	12	$0 + A = A$
3	$A A = A$	13	$A + A = A$
4	$A A' = 0$	14	$A + A' = 1$
5	$A B = B A$	15	$A + B = B + A$
6	$A (B C) = (A B) C$	16	$A + (B + C) = (A + B) + C$
7	$A (B + C) = A B + A C$	17	$A + B C = (A + B)(A + C)$
8	$(A B)' = A' + B'$	18	$(A + B)' = A' B'$
9	$(A')' = A$		

摩根定律

高位放在前面

反演

$$A(1+B+C)+BC = A+BC$$

$$(A+B)' = A'B'$$

证明公式7: $A(B+C) = AB+AC$

分配律

真值表

A	B	C	左	右
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

证明公式 17 $A + B C = (A + B)(A + C)$ (真值表法)

ABC	BC	$A+BC$	$A+B$	$A+C$	$(A+B)(A+C)$
000					
001					
010					
011					
100					
101					
110					
111					

证明公式 **17** (用基本公式和常用公式证明)

$$A + B C = (A + B)(A + C)$$

$$\text{右} = (A + B)(A + C)$$

$$= A + AC + AB + BC$$

$$= A(1 + B + C) + BC$$

$$= A + BC = \text{左}$$

分配律

证明公式 8: $(AB)' = A' + B'$

F左

F右

$$(ABC)' = A' + B' + C'$$

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

$$F左 = A'B'$$

$$F右 = (A + B)'$$

真值表相同，就可以称逻辑函数相等

$$F左 = F右$$

得到公式 18: $(A + B)' = A'B'$

A	B	F左
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

A	B	F右
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$A + A'B + B$ 添不添加结果一样

2.3.2 若干常用公式

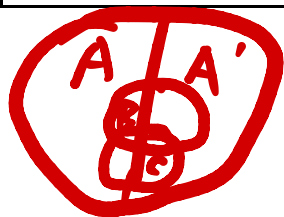
$$AB + A'C + BC = AB + A'C$$

序 号	公 式
21	$A + AB = A$
22	$A + A'B = A + B$
23	$AB + AB' = A$
24	$A(A + B) = A$
25	$\boxed{A}B + \boxed{A'}C + BC = \underline{AB + A'C}$ $AB + A'C + BCD = AB + A'C$
26	$A(AB)' = AB'; A'(AB)' = A'$

增加冗余项

消异存同

添加反变量
外的与



作业

2.1 (1)(2)(5)(6), 用真值表证明等式

2.2 (1)(2)(3), 用基本公式证明等式

2.3, 真值表 \rightarrow 逻辑函数式

2.5, 逻辑函数式 \rightarrow 真值表

2.7, 电路图 \rightarrow 逻辑函数式

2.8 波形图 \rightarrow 真值表、逻辑函数式