



## 第六节 组合电路

- 组合电路
- 逻辑门

与门, 或门, 非门, 与非门, 或非门

- 奎因-莫可拉斯基方法

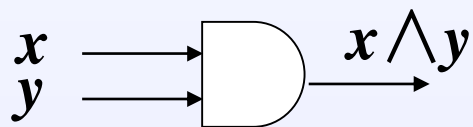


# 组合电路

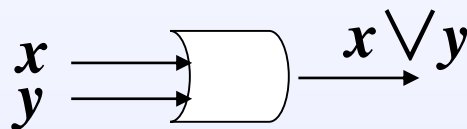
**逻辑门：**实现逻辑运算的电子元件.

**与门，或门，非门.**

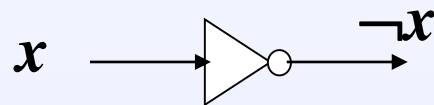
**组合电路：**实现命题公式的由电子元件组成的电路.



与门



或门

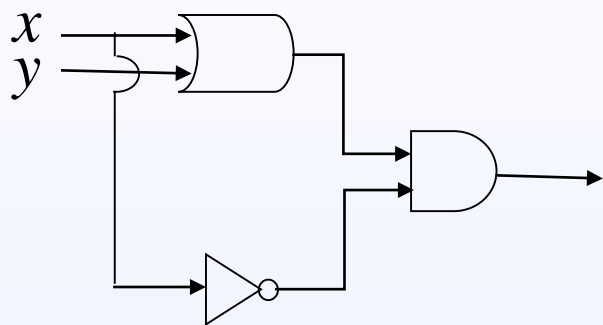


非门

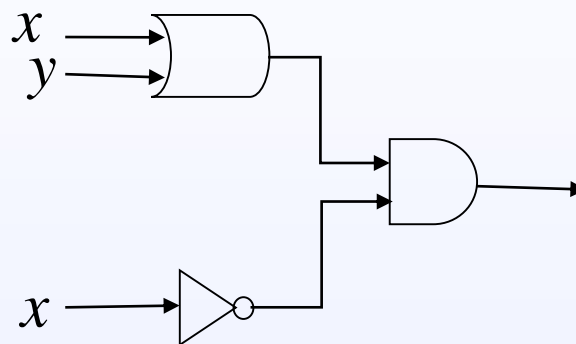


# 组合电路的例子

$(x \vee y) \wedge \neg x$  的组合电路



第一种画法



第二种画法

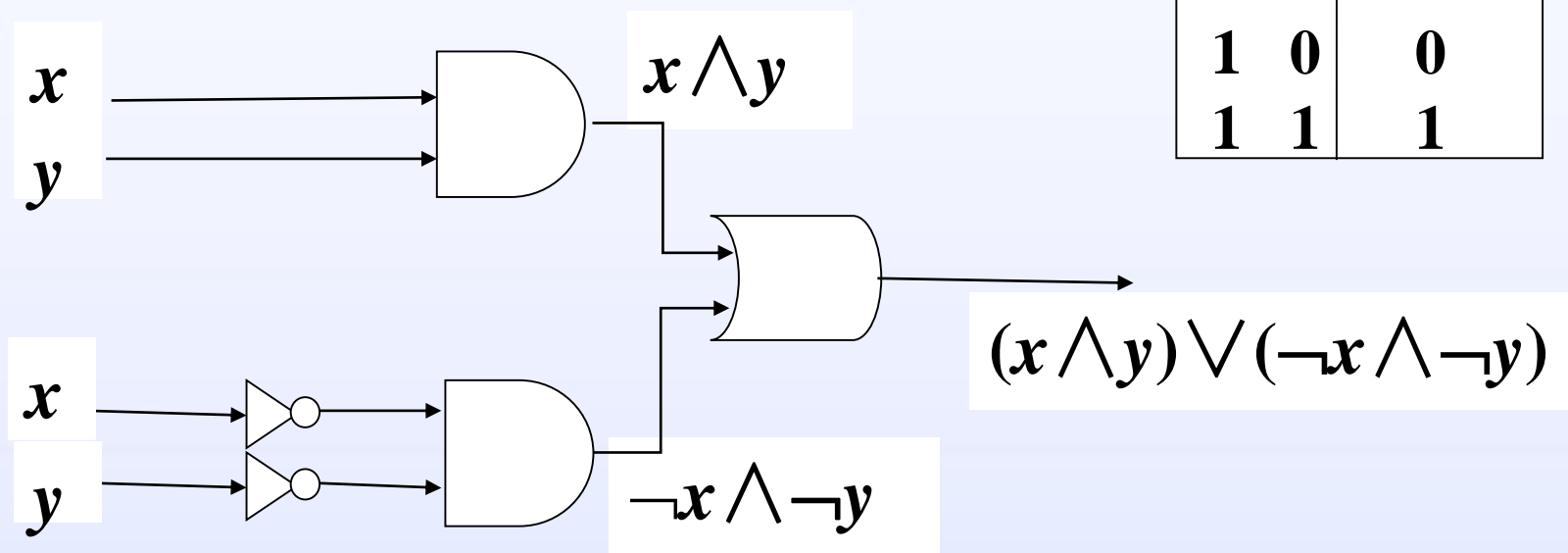


**例** 楼梯的灯由上下2个开关控制, 要求按动任何一个开关都能打开或关闭灯. 试设计一个这样的线路.

**解**  $x, y$ : 开关的状态,  $F$ : 灯的状态, 打开为1, 关闭为0.  
不妨设当2个开关都为0时灯是打开的.

$$F = m_0 \vee m_3 = (\neg x \wedge \neg y) \vee (x \wedge y)$$

| $x$ | $y$ | $F(x, y)$ |
|-----|-----|-----------|
| 0   | 0   | 1         |
| 0   | 1   | 0         |
| 1   | 0   | 0         |
| 1   | 1   | 1         |





# 设计组合电路

- 步骤:**
1. 构造输入输出表(根据题意构造)
  2. 写出主析取范式
  3. 化简.

**最简展开式:** 包含最少运算的公式

**例** 当且仅当  $x=y=z=1$  或  $x=y=1$ 且  $z=0$  时输出1.

$$F = m_6 \vee m_7 = (x \wedge y \wedge \neg z) \vee (x \wedge y \wedge z)$$

4个与门,1个或门和一个非门

$$F \Leftrightarrow x \wedge y \quad \text{一个与门}$$



## 奎因-莫可拉斯基方法

1. 合并简单合取式生成所有可能出现在最简展开式中的项.
2. 确定最简展开式中的项.

**例** 求下述公式的最简展开式:

$$\begin{aligned} F = & (\neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge \neg x_3 \wedge x_4) \vee (\neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 \wedge x_4) \\ & \vee (\neg x_1 \wedge x_2 \wedge \neg x_3 \wedge x_4) \vee (\neg x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4) \\ & \vee (x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 \wedge \neg x_4) \vee (x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 \wedge x_4) \\ & \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \neg x_4) \end{aligned}$$



**解** 列出主析取范式的所有极小项的角码的二进制表示

| 编号 | 极小项   | 角码   | 标记 |
|----|---|------|----|
| 1  | $x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \neg x_4$           | 1110 | *  |
| 2  | $x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 \wedge x_4$           | 1011 | *  |
| 3  | $\neg x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4$           | 0111 | *  |
| 4  | $x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 \wedge \neg x_4$      | 1010 | *  |
| 5  | $\neg x_1 \wedge x_2 \wedge \neg x_3 \wedge x_4$      | 0101 | *  |
| 6  | $\neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3 \wedge x_4$      | 0011 | *  |
| 7  | $\neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge \neg x_3 \wedge x_4$ | 0001 | *  |



## 例(续)

| 第一批   |                                       |      |    | 第二批       |                       |       |
|-------|---------------------------------------|------|----|-----------|-----------------------|-------|
| 合并项   | 项                                     | 表示串  | 标记 | 合并项       | 项                     | 表示串   |
| (1,4) | $x_1 \wedge x_3 \wedge \neg x_4$      | 1-10 | *  | (3,5,6,7) | $\neg x_1 \wedge x_4$ | 0- -1 |
| (2,4) | $x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3$      | 101- |    |           |                       |       |
| (2,6) | $\neg x_2 \wedge x_3 \wedge x_4$      | -011 |    |           |                       |       |
| (3,5) | $\neg x_1 \wedge x_2 \wedge x_4$      | 01-1 |    |           |                       |       |
| (3,6) | $\neg x_1 \wedge x_3 \wedge x_4$      | 0-11 |    |           |                       |       |
| (5,7) | $\neg x_1 \wedge \neg x_3 \wedge x_4$ | 0-01 |    |           |                       |       |
| (6,7) | $\neg x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_4$ | 00-1 |    |           |                       |       |

标记\*表示该项已被合并





| 项                                | 覆盖        | 运算符数 |
|----------------------------------|-----------|------|
| $x_1 \wedge x_3 \wedge \neg x_4$ | (1,4)     | 3    |
| $x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3$ | (2,4)     | 3    |
| $\neg x_2 \wedge x_3 \wedge x_4$ | (2,6)     | 3    |
| $\neg x_1 \wedge x_4$            | (3,5,6,7) | 2    |

选择(1,4), (2,4)和(3,5,6,7), 或者(1,4), (2,6)和(3,5,6,7).

最简展开式为

$$F \Leftrightarrow (x_1 \wedge x_3 \wedge \neg x_4) \vee (x_1 \wedge \neg x_2 \wedge x_3) \vee (\neg x_1 \wedge x_4)$$

或

$$F \Leftrightarrow (x_1 \wedge x_3 \wedge \neg x_4) \vee (\neg x_2 \wedge x_3 \wedge x_4) \vee (\neg x_1 \wedge x_4)$$



## 课堂练习

有一盏灯由3个开关控制，要求按动任何一个开关都能使灯由亮变黑或由黑变亮，试设计一个这样的组合电路。