Section 3.0 小型电路的组合设计

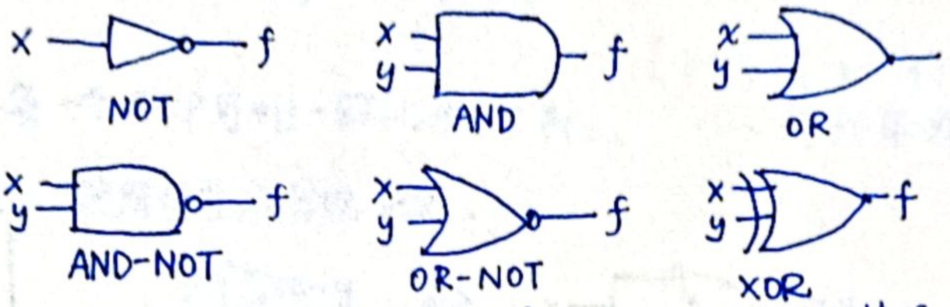
一、由真值表得到电路设计

1、信号的命名：

| | | | |
|---|---|---|---|
| 高电平 | 1✓ 0× | $x$ | 不带符号前/后缀 |
| 低电平 | 1✓ 0× | _x, x', \x, x# | 带有前/后缀 |

一般地，用 _x 与 _X 表示一个，一组低电平信号

2、逻辑表达式：回忆《离散数学》

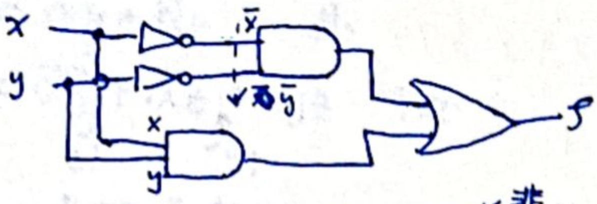



1) ① Sum of product 表达式。(一个表达式的输入满足使其输出信号为1的条件)，将他们或起来

求积　　　　和。

如 异或门 XOR：$f=\underbrace{x\bar{y}}_{\text{乘积项}}+\bar{x}y$.

例. $f=\bar{x}\bar{y}+xy$

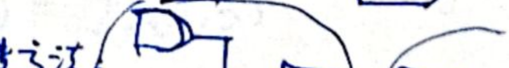



改进：使用与非门，即 $\underbrace{\overline{(xy)}}_{\text{与}}$ ↙非.

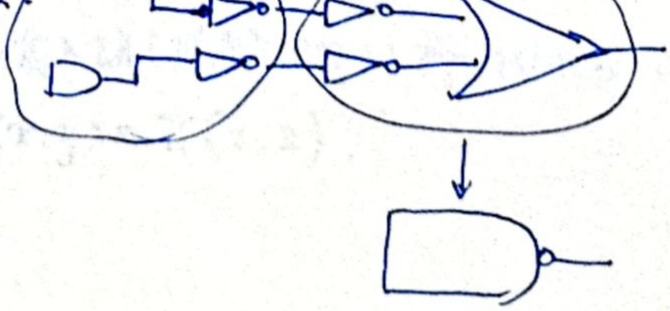
规则：$\overline{xy}=\bar{x}+\bar{y}$

$\overline{x+y}=\bar{x}\,\bar{y}$.

推论：



改进方法：



此类表达式总可以用与非门。

② Product of Sum 表达式.

~~(当一个电路中所有输入的输入条件下，输出值为0)~~

一个表达式定义了输出信号 $f$ 的输入条件，使 $f=0$，称其为 Product of sum.

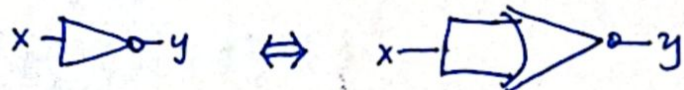
如 $f=(x+\bar{y})(\bar{x}+y)$.

上例：$f_{sop} = x\bar{y} + \bar{x}y$

$$f = \overline{f_{sop}} = \overline{\bar{x}y + x\bar{y}} = (\overline{\bar{x}y})(\overline{x\bar{y}})$$
$$= (x+\bar{y})(\bar{x}+y).$$

每一个SOP可唯一的化为一个POS. —对偶原理.

例、使用与非门实现POS.




与上例类似.

II) 规范表达式：若每一个逻辑项包含所有输入项(或其反相).
称为～(两种范式).

Eg、 $f=(x+\bar{y})(\bar{x}+y)$ 是

$f = xy + \bar{x}y$ 是

$f = \underset{\uparrow z!}{\bar{x}\bar{y}} + \underset{\uparrow y!}{\bar{x}z} + xyz$ 不是

① 极小项：乘积项的输入值称为极小项 (使输出为1)

例：$f = \bar{x}\bar{y} + xy$ 可能使输出为1之情形

$$\begin{array}{ccc} 00 & & 1\ 1 \\ x\,y & 或 & x\ y \\ \downarrow & & \downarrow \\ 0 & & 3 \end{array}$$

$\Rightarrow f(x,y) = \sum(0,3)$

② 极大项：和项的输入值(使输出为1) 称为极大项，记作 $\Pi$.

上例中. $f(x,y) = \Pi(1,2)$.

## Ⅲ) 逻辑化简

回忆《Discrete Maths》，

$$f = y(\bar{x} + xz)$$
$$= \bar{x}y + xyz$$
$$= xy\underbrace{(z+\bar{z})}+xyz = \bar{x}yz + \bar{x}y\bar{z} + xyz.$$

问：如何"化简"表达式？

① 卡诺图：两个用二进制表示，仅有一位不相同的最小项/最大项可简化为同一组变量表示

例. (1) $\overset{(010)}{\underline{\bar{x}y}\bar{z}} + \overset{(011)}{\underline{\bar{x}y}z} = \bar{x}y\underbrace{(\bar{z}+z)}_{1} = xy$ ← 等价于这个变量.

2个变量

(2) $(x+\bar{y}+z)(x+\bar{y}+\bar{z})$

$= ((x+\bar{y})+z)((x+\bar{y})+\bar{z})$

$= (x+\bar{y})(x+\bar{y}) + (x+\bar{y})\bar{z} + z(x+\bar{y}) + \underbrace{z\bar{z}}_{0}$

$= (x+\bar{y}) + (x+\bar{y}) = (x+\bar{y}).$

依此：组织表，使得每两位间恰有1格不同

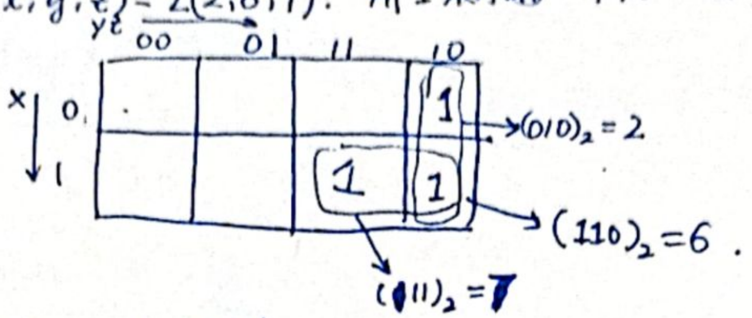
例如三变量时 $\overline{xyz}$.

| x \ yz | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | |
| 1 | | | | |

例如四变量时 $\overline{abcd}$

| | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | | | | |
| 01 | | | | |
| 11 | | | | |
| 10 | | | | |

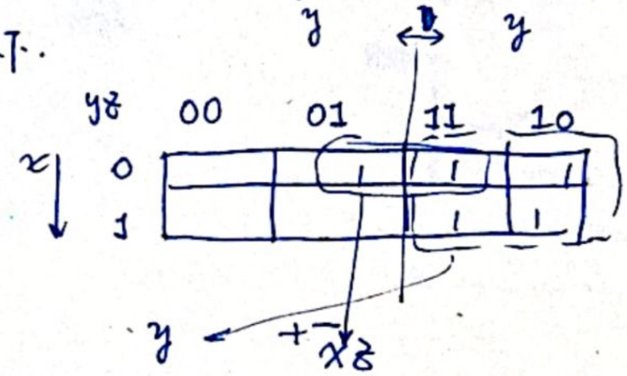
Eg. 设 $g(x,y,z) = \Sigma(2,6,7)$. 用1表示每一个最小项




化简规则 — 先切后补

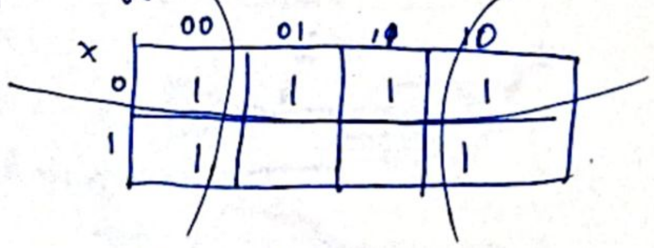
- 认只有一位不同的极小(极大)项相邻. 且认为图表是环绕的 (00, 10 也相邻). 记作蕴含
- 蕴含可以合为一个大组. 且每组逻辑项数目必为2的幂. 这个组称为素蕴含.
- 每一个素蕴含必须至少包含一个不属于其他素蕴含的单独逻辑项. 符合此称作基本素蕴含.
- 所有逻辑必须分组.

例如以下.



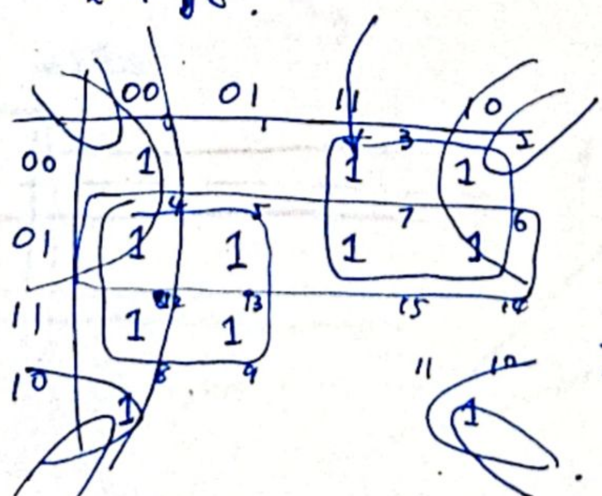

$y + \bar{x}z$

Eg1.




$\bar{x} + \cancel{y}\bar{z}$.

Eg2.




$\bar{w}y$ $\Sigma(2,3,6,7)$ ✓

$\Sigma(0,4,8,12)$ ✗

$\Sigma(4,5,6,7)$ ✗

$x\bar{y}$ $\Sigma(4,5,12,13)$ ✓

$\bar{x}\bar{z}$ $\Sigma(0,2,8,10)$ ✓

$\Sigma(0,2,4,6)$ ✗

② 逻辑化简算法

• 将其按有多少个最小项分类.

如 $\Sigma(0,2,3,4,5,6,7,8,10,12,13)$

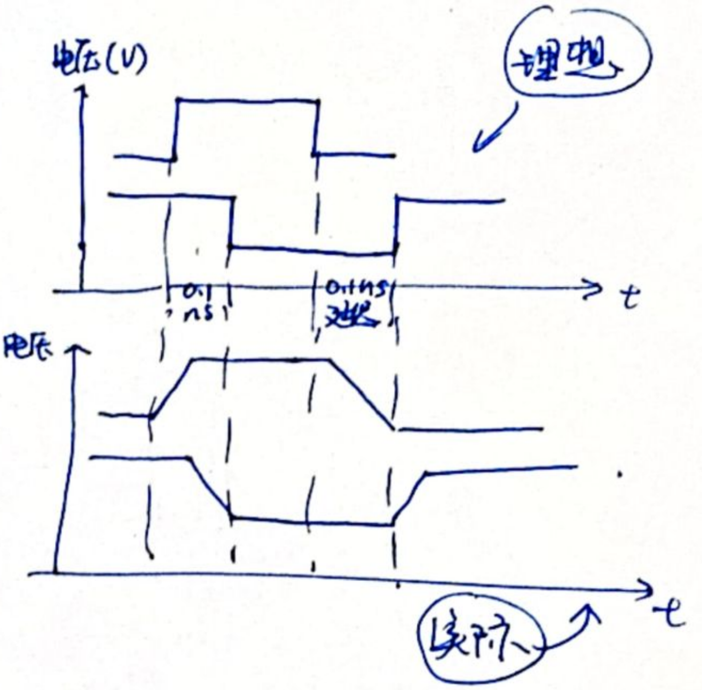
| 不含1 | 含1个"1" | 2个 | 3个 | 4个最小项 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0000 | 0010 | 0011 | 0111 | |
| | 0100 | 0101 | 1101 | |
| | 1000 | 0110 | | |
| | | 1010 | | |
| | | 1100 | | |

• 再一次比对一些最小项,(相邻联合)

改变位使用"—"代. 如 0010, 0000 → 00—0.

• 生成一个最小未覆盖.

二、电路时序图


例子: $f = \bar{a}d + ac$.