

数字世界精彩无限

Unit 5

——Multi-Level Gate Circuits
NAND and NOR Gates

张彦航

School of Computer Science
Zhangyanhang@hit.edu.cn

利用单一逻辑门设计两级门电路

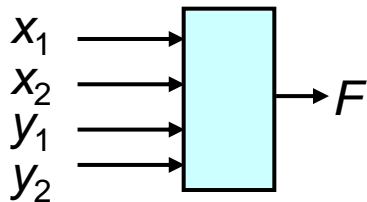


- 与非门
- 或非门
- 与或非门

利用单一逻辑门设计两级门电路

例：设计组合电路，对输入的2个二进制数 $X=X_1X_2$ 和 $Y=Y_1Y_2$ 比较，当 $X>Y$ ，输出 $F=1$ ；否则， $F=0$ 。

① 确定输入输出



② 真值表

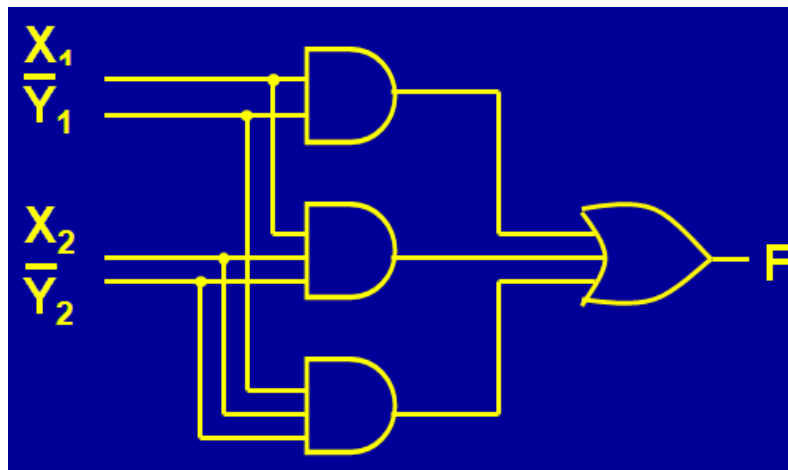
| X_1 | X_2 | Y_1 | Y_2 | F | X_1 | X_2 | Y_1 | Y_2 | F |
|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

利用单一逻辑门设计两级门电路

③ 最简二级与或电路

$$F = X_1 \bar{Y}_1 + X_2 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2 + X_1 X_2 \bar{Y}_2$$

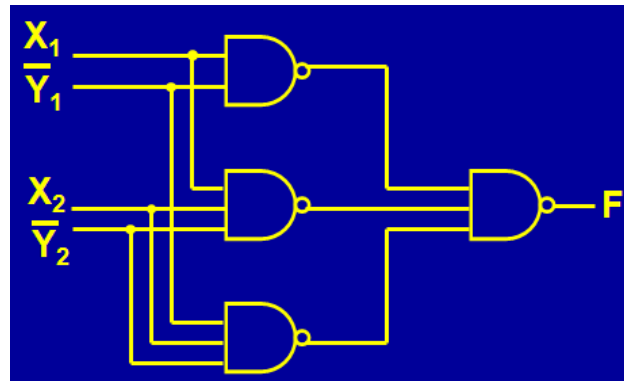
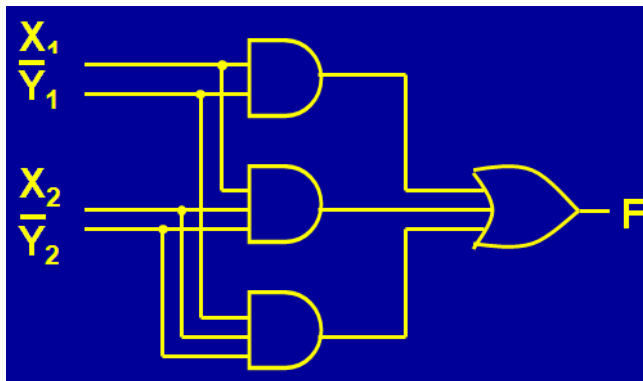
| $X_1 X_2 \backslash Y_1 Y_2$ | | $Y_1 Y_2$ | | | |
|------------------------------|---|-----------|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |



利用单一逻辑门设计两级门电路

④. 采用单一逻辑门(与非门)设计

$$F = X_1 \bar{Y}_1 + X_2 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2 + X_1 X_2 \bar{Y}_2 = \overline{(\overline{X_1 \bar{Y}_1}) (\overline{X_2 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2}) (\overline{X_1 X_2 \bar{Y}_2})}$$



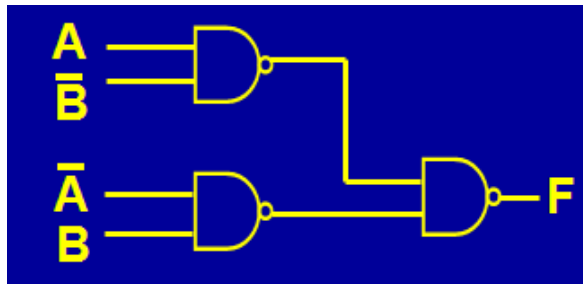
利用单一逻辑门设计两级门电路

1. 使用单一逻辑门（与非门）设计最简二级电路

Given: 最简与或式

- Method 1: $(F')'$

$$\begin{aligned} F &= \bar{A}B + A\bar{B} \\ &= \overline{\overline{\bar{A}B} + \overline{A\bar{B}}} \\ &= \overline{\bar{A}B} \cdot \overline{A\bar{B}} \end{aligned}$$



1. 使用单一逻辑门（与非门）设计最简二级电路

- **Method 2:**
 - 1). 找出F的最简积之和式.
 - 2). 画出二级与或电路（**AND-OR**）.
 - 3). 用与非门替换所有逻辑门.
 - 4). 将连接输出门的所有单个变量取反



利用单一逻辑门设计两级门电路

- 与非门



- 或非门

- 与或非门

2. 使用单一逻辑门（或非门）设计最简二级电路

Given: 最简与或式

• Method 1: $(F^D)^D$

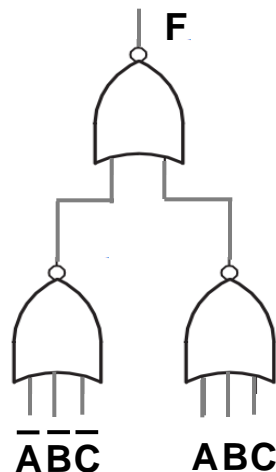
$$F = \bar{A}C + B\bar{C} + A\bar{B}$$

$$F^D = (A + \bar{B}) \cdot (B + \bar{C}) \cdot (\bar{A} + C)$$

$$= \bar{\bar{A}}\bar{\bar{B}}\bar{\bar{C}} + ABC$$

$$= \overline{\bar{A}\bar{B}\bar{C}} \cdot \overline{ABC}$$

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



利用单一逻辑门设计两级门电路

- Method 2:

- 1). 找出F的最简和之积式.
- 2). 画出二级或与电路 (*OR-AND*) .
- 3). 用或非门替换所有逻辑门.
- 4). 将连接输出门的所有单个变量取反

利用单一逻辑门设计两级门电路

- 与非门

- 或非门



- 与或非门

3. 使用单一逻辑门（与或非门）设计最简二级电路

Given: 最简与或式

- Method : $(F')'$

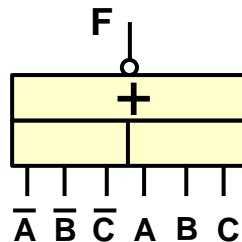
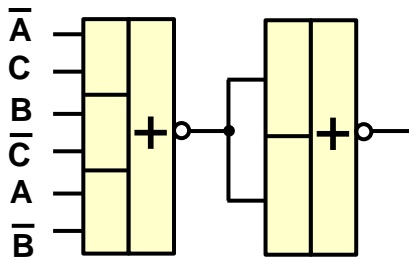
$$F = \bar{A}C + B\bar{C} + A\bar{B}$$

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

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

$$= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC$$

$$F = \overline{\bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC}$$



利用单一逻辑门设计两级门电路

- 与非门
- 或非门
- 与或非门