

# 数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

## 第四章 组合逻辑电路

主讲教师 | 赵贻竹

04

## 无反变量提供的组合逻辑电路设计

### 问题的提出

- 为了减少各部件之间的连线，在某些问题的设计中，不提供反变量
- 若直接用非门将原变量转换成相应的反变量，则处理结果往往是不经济的。
- 通常进行适当的变换，以便在无反变量提供的前提下，尽可能减少非门数量，使逻辑电路尽可能的简化

## 无反变量提供的组合逻辑电路设计

例

输入不提供反变量时，用与非门实现逻辑函数

$$F(A, B, C, D) = \bar{A}B + B\bar{C} + A\bar{B}C + AC\bar{D}$$

分 析



$F$  已经是最简“与-或”表达式,可直接变换成“与非-与非”表达式

$$\begin{aligned} F(A, B, C, D) &= \bar{A}B + B\bar{C} + A\bar{B}C + AC\bar{D} \\ &= \overline{\overline{\bar{A}B} \cdot \overline{B\bar{C}} \cdot \overline{A\bar{B}C} \cdot \overline{AC\bar{D}}} \end{aligned}$$

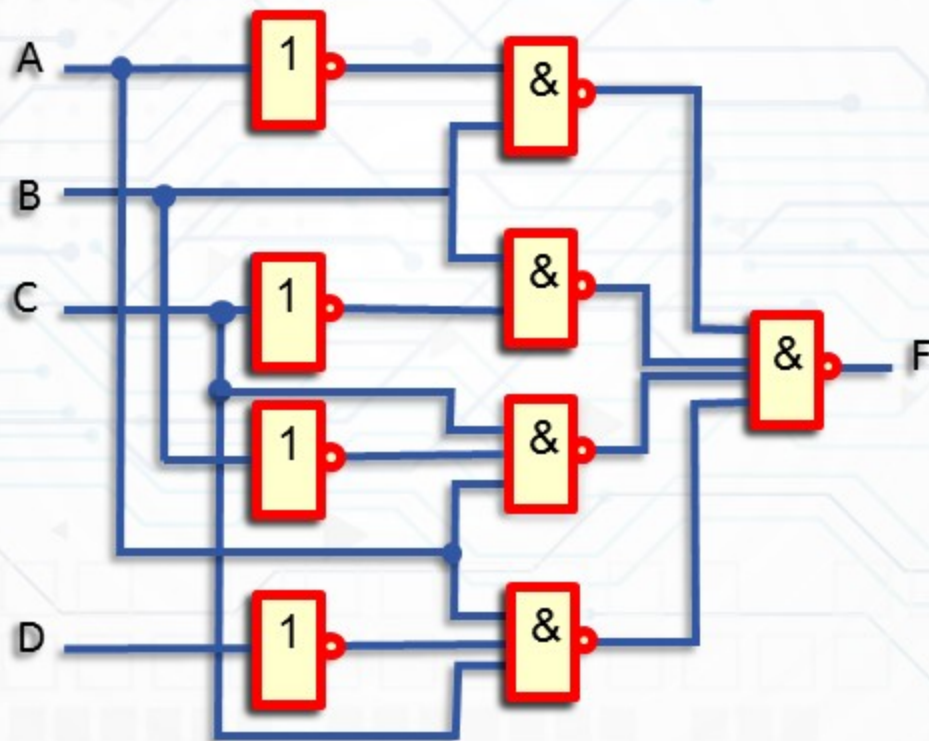


# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 逻辑电路图



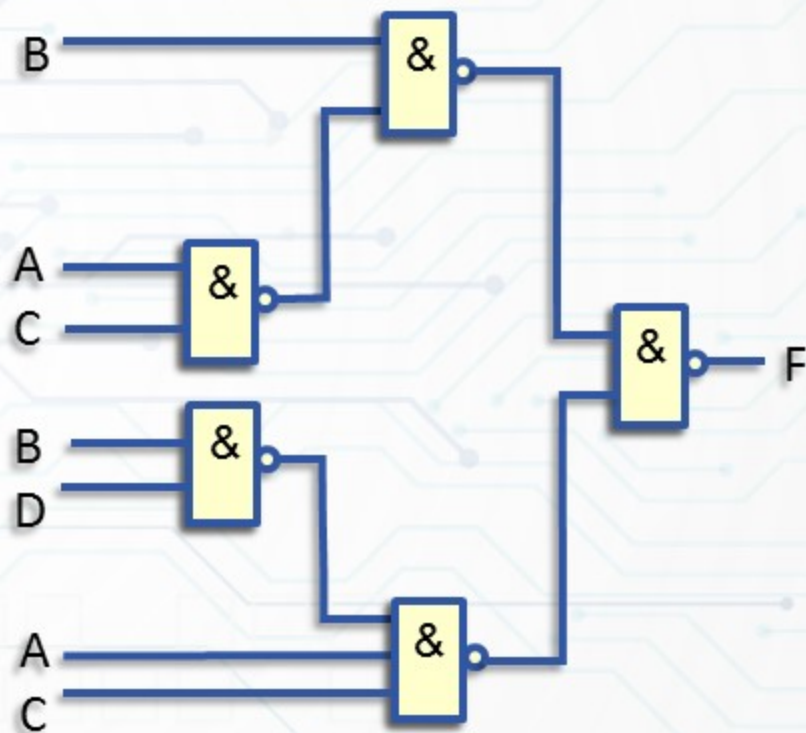
$$F(A, B, C, D) = \overline{\overline{A}B} \cdot \overline{B\overline{C}} \cdot \overline{A\overline{B}C} \cdot \overline{AC\overline{D}}$$



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

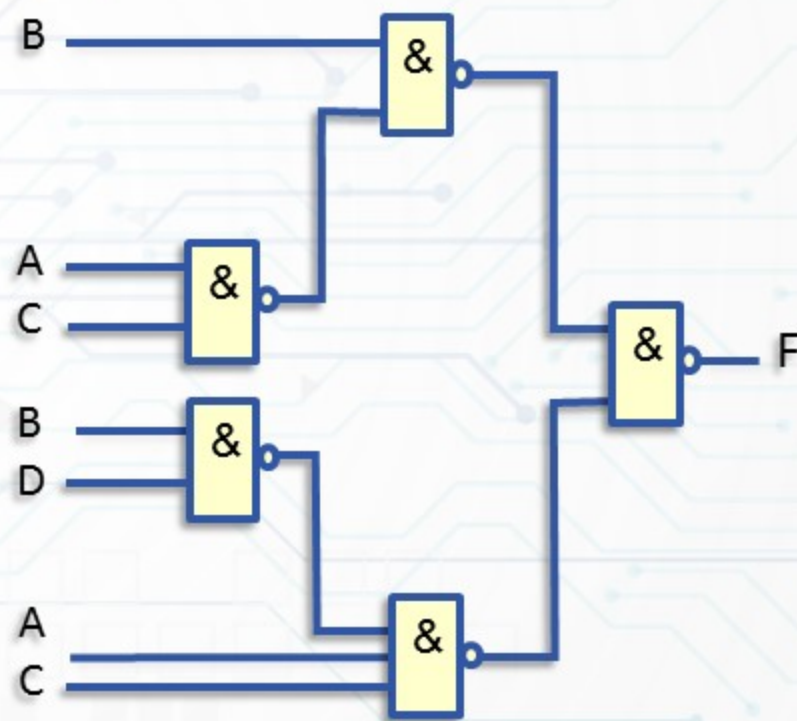
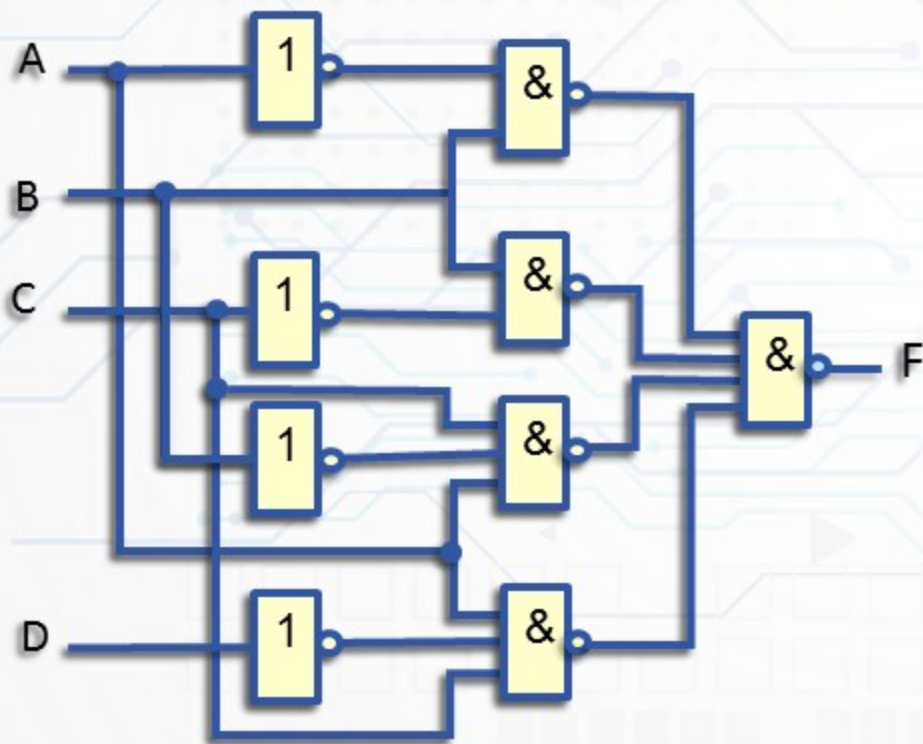
## 对函数 $F$ 的表达式作整理

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C, D) &= \bar{A}B + B\bar{C} + A\bar{B}C + AC\bar{D} \\
 &= B(\bar{A} + \bar{C}) + AC(\bar{B} + \bar{D}) \\
 &= B\bar{A}\bar{C} + AC\bar{B}\bar{D} \\
 &= \overline{\overline{B\bar{A}\bar{C}}} \cdot \overline{\overline{AC\bar{B}\bar{D}}}
 \end{aligned}$$



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 对比





## 无反变量提供的组合逻辑电路设计

例

设计一个组合逻辑电路，用来判断献血者与受血者血型是否相容。

献 血	受 血			
	A	B	AB	O
A	✓		✓	
B		✓	✓	
AB			✓	
O	✓	✓	✓	✓

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 分 析



电路输入变量为献血者血型和受血者血型



血型共4种



可用两个变量的4种编码进行区分



WX表示献血者血型，YZ表示受血者血型



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 血型编码

血型	WX (献血)	YZ (受血)
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 电路输出用 F 表示



则当献血者与受血者血型相容时，F 为1，否则 F 为0

献 血	受 血			
	A	B	AB	O
A	✓		✓	
B		✓	✓	
AB			✓	
O	✓	✓	✓	✓

血型	WX ( 献血 )	YZ ( 受血 )
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 电路输出用 F 表示



则当献血者与受血者血型相容时，F 为1，否则 F 为0

献 血	受 血			
	A	B	AB	O
A	1		1	
B		1	1	
AB			1	
O	1	1	1	1

血型	WX ( 献血 )	YZ ( 受血 )
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 电路输出用 F 表示



则当献血者与受血者血型相容时，F 为1，否则 F 为0

献 血	受 血			
	A	B	AB	O
00	1		1	
01		1	1	
10			1	
11	1	1	1	1

血型	WX (献血)	YZ (受血)
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 电路输出用 F 表示



则当献血者与受血者血型相容时，F 为1，否则 F 为0

献 血	受 血			
	00	01	10	11
00	1		1	
01		1	1	
10			1	
11	1	1	1	1

血型	WX ( 献血 )	YZ ( 受血 )
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 电路输出用 F 表示



则当献血者与受血者血型相容时，F 为1，否则 F 为0

献 血	受 血			
	00	01	10	11
00	1		1	
01		1	1	
10			1	
11	1	1	1	1



献 血	受 血			
	00	01	11	10
00	1			1
01		1		1
11	1	1	1	1
10				1



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 电路输出用 F 表示



则当献血者与受血者血型相容时，F 为1，否则 F 为0

献 血	受 血			
	00	01	11	10
00	1			1
01		1		1
11	1	1	1	1
10				1

YZ	00	01	11	10
WX				
00	1			1
01		1		1
11	1	1	1	1
10				1

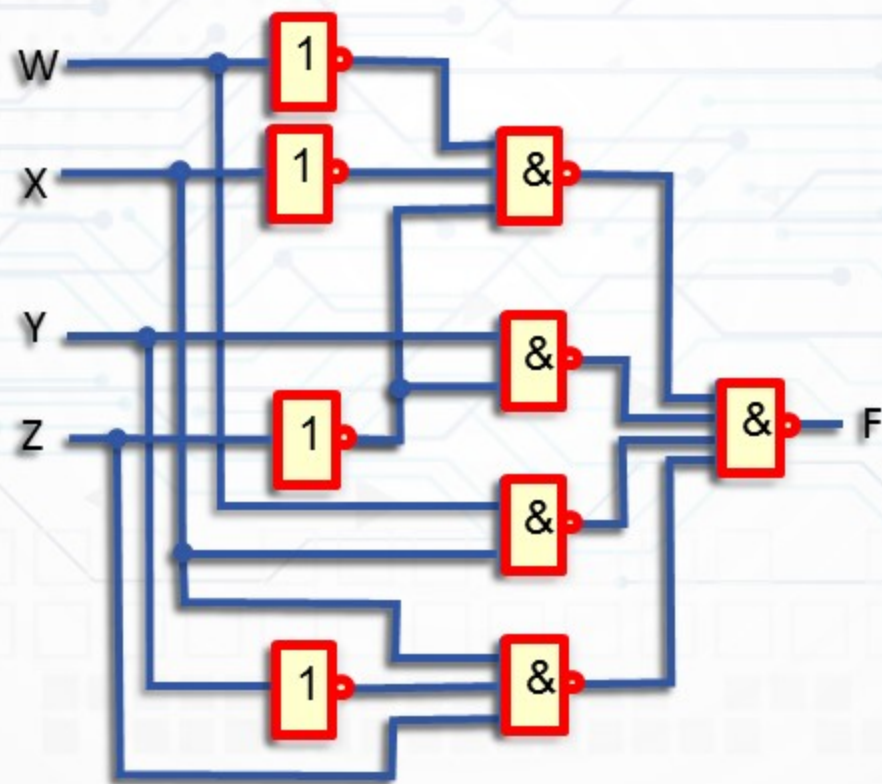
$$F(W, X, Y, Z) = WX + \bar{W}\bar{X}\bar{Z} + X\bar{Y}Z + Y\bar{Z} = \overline{\bar{W}\bar{X}} \cdot \overline{\bar{W}\bar{X}\bar{Z}} \cdot \overline{X\bar{Y}Z} \cdot \overline{Y\bar{Z}}$$

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 逻辑电路图



$$F(W, X, Y, Z) = \overline{WX} \cdot \overline{W\bar{X}\bar{Z}} \cdot \overline{X\bar{Y}Z} \cdot \overline{Y\bar{Z}}$$



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 分 析



对该问题的逻辑描述与血型编码是直接相关的

献 血	受 血			
	A	B	AB	O
A	1		1	
B		1	1	
AB			1	
O	1	1	1	1

血型	WX ( 献血 )	YZ ( 受血 )
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

A:00

B:11

AB:01

O:10

献 血	受 血			
	A	B	AB	O
00	1		1	
11		1	1	
01			1	
10	1	1	1	1

血型	WX ( 献血 )	YZ ( 受血 )
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

A:00

B:11

AB:01

O:10

献 血	受 血			
	00	11	01	10
00	1		1	
11		1	1	
01			1	
10	1	1	1	1

血型	WX ( 献血 )	YZ ( 受血 )
A	00	00
B	01	01
AB	10	10
O	11	11

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

A:00

B:11

AB:01

O:10

献 血	受 血			
	00	11	01	10
00	1		1	
11		1	1	
01			1	
10	1	1	1	1



献 血	受 血			
	00	01	11	10
00	1	1		
01		1		
11		1	1	
10	1	1	1	1



# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

A:00

B:11

AB:01

O:10

献 血	受 血			
	00	01	11	10
00	1	1		
01		1		
11		1	1	
10	1	1	1	1

YZ WX	00	01	11	10
00	1	1		
01		1		
11		1	1	
10	1	1	1	1

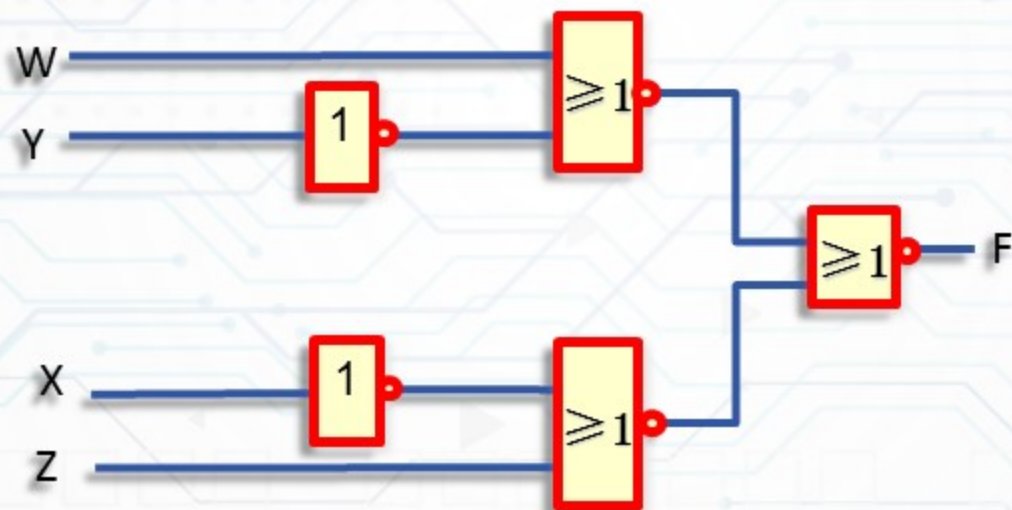
$$F(W, X, Y, Z) = (W + \bar{Y})(\bar{X} + Z) = \overline{W + \bar{Y}} \cdot \overline{\bar{X} + Z}$$

# 无反变量提供的组合逻辑电路设计

## 逻辑电路图



$$F(W, X, Y, Z) = \overline{\overline{W} + \overline{Y} + \overline{X} + Z}$$



## ■ 无反变量提供的组合逻辑电路设计

**注 意**

关于无反变量提供时如何使组合电路达到最简的问题，至今尚无一种系统而有效的方法，只能由设计者根据具体问题进行灵活处理。



# 数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

谢谢，祝学习快乐！

主讲教师 | 赵贻竹

04