



中国海洋大学  
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

# 数字逻辑 07 组合线路设计

组合线路设计特殊情况与设计举例

杨永全

计算机科学与技术学院

# 目录

---

1. 课程目标
2. 课程内容
3. 课堂练习
4. 课堂讨论
5. 课堂总结
6. 作业

# 1.课程目标

# 1. 目标

---

1. 熟练掌握任意项的使用方法
2. 掌握常见组合线路设计方法
3. 掌握使用数据选择器设计线路的方法

## 2.课程内容

## 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1.1 可利用任意项的线路设计

任意项，就是根据约束条件，没有取值、没有意义、永远不会发生的最小项。

这些最小项，因为不会发生，所以他的取值可以是 0，也可以是 1。

在卡诺图化简时，我们知道，卡诺图中的 1 越多，能够画的圈越大，那么形式会越简单，所以，应该尽可能多的利用任意项，让设计的电路更加简单。

## 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1. 可利用任意项的线路设计

用与非门设计一个判别线路，判断 8421 码所表示的十进制数之值是否大于等于 5。输入 A B C D 表示 8421 码，输出 F=1 表示大于等于，0 表示小于。

### ❗ 思考

四位二进制数能够表示 16 个十进制数，而 8421 码则表示 0-9，所以，超过 9 的那些二进制编码是永远也无法取值的，没有任何意义，那么就意味着，有任意项可以利用。

## 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1.可利用任意项的线路设计

用与非门设计一个判别线路，判断 8421 码所表示的十进制数之值是否大于等于 5。输入 A B C D 表示 8421 码，输出 F=1 表示大于等于，0 表示小于。

### ❗ 思考

那么，哪些最小项是任意项呢？就是永远也不会取到的那些最小项。

$$\sum(10, 11, 12, 13, 14, 15) \quad (1)$$



# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1.可利用任意项的线路设计

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>F</i>
0	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
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	$\phi$
1	0	1	1	$\phi$
1	1	0	0	$\phi$
1	1	0	1	$\phi$
1	1	1	0	$\phi$
1	1	1	1	$\phi$

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1. 可利用任意项的线路设计

在化简时，如果不考虑任意项

$$F = \overline{A}BD + \overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C}$$

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	$CD$	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$				
$\overline{A}B$		5	7	6
$AB$	$\phi$	$\phi$	$\phi$	$\phi$
$A\overline{B}$	8	9	$\phi$	$\phi$

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1.1 可利用任意项的线路设计

在化简时，如果考虑任意项

$$F = BD + BC + A$$

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	$CD$	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$				
$\bar{A}B$		5	7	6
$AB$	$\phi$	$\phi$	$\phi$	$\phi$
$A\bar{B}$	8	9	$\phi$	$\phi$

## ❶ 注意

任意项化简时，每个圈都至少要包含一个非任意项。

## 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1. 可利用任意项的线路设计

用与或非门设计一个操作码形成器，“\*”、“+”、“-”产生操作码 01、10、11，无操作时产生“00”，不能同时按下两个以上按键。输入三个键用 A B C 表示，输出  $F_1 F_2$

### ❗ 思考

一共几个输入，几个输出？  
任意项都是什么情况？

## 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1. 可利用任意项的线路设计

用与或非门设计一个操作码形成器，“\*”、“+”、“-”产生操作码 01、10、11，无操作时产生“00”，不能同时按下两个以上按键。输入三个键用 A B C 表示，输出  $F_1 F_2$

### ❗ 思考

从问题可以知道，一共三个按键，代表三个输入。  
又因为，不能同时按下两个按键，所以两个按键同时按下（ABC 有两个及以上同时为 1 时）的情况，就是任意项。

请大家写出真值表。

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1.可利用任意项的线路设计

A	B	C	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	0
0	1	1	Φ	Φ
1	0	0	0	1
1	0	1	Φ	Φ
1	1	0	Φ	Φ
1	1	1	Φ	Φ

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 1. 可利用任意项的线路设计

$$F_1 = B + C$$

$$F_2 = A + C$$

	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	$BC$	$B\overline{C}$
$\overline{A}$		1	$\phi$	2
$A$		$\phi$	$\phi$	$\phi$

	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	$BC$	$B\overline{C}$
$\overline{A}$		1	$\phi$	
$A$	4	$\phi$	$\phi$	$\phi$

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 2. 无反变量输入的线路设计

要求逻辑电路只有原变形式，无反变量形式。

采用增加非门的方法

例：用与非门实现下面函数

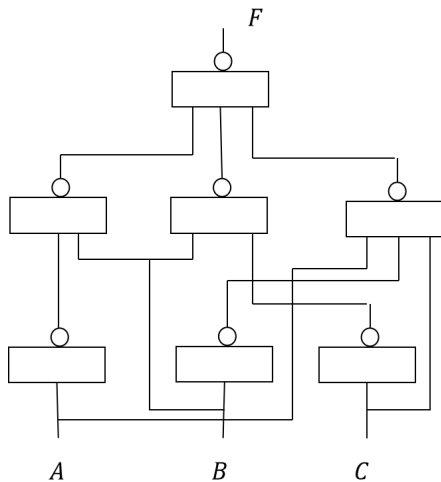
$$F = \sum(2, 3, 5, 6) = \overline{A}B + B\overline{C} + A\overline{B}C$$

	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	$BC$	$B\overline{C}$
$\overline{A}$			3	2
$A$		5		6



# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 2. 无反变量输入的线路设计

画出逻辑电路图



## 采用公式变换的方法

$$\begin{aligned} F &= \sum(2, 3, 5, 6) \\ &= \overline{A}B + B\overline{C} + A\overline{B}C \\ &= B\overline{A}C + AC(\overline{B} + \overline{C}) \\ &= B\overline{A}C + AC\overline{B}C \quad (2) \\ &= \overline{\overline{B}ABC} + \overline{ACABC} \\ &= \overline{\overline{B}ABC} \cdot \overline{ACABC} \end{aligned}$$

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 2. 无反变量输入的线路设计

## 采用公式变换的方法

1. 合并原变量相同，其余为反变量的项

$$E_i = H_i \cdot \overline{T_{i1}} \cdot \overline{T_{i2}}$$

2. 比较各个合并项， $F = E_1 + E_2 + \dots$  寻找合适的替代因子，使尾部因子种类最少。

替代因子 $E_i$	原有尾因子	替代因子
$B\overline{A}\overline{C}$	$\overline{A}\overline{C}$	$\overline{A}\overline{B}\overline{C}$
$A\overline{C}\overline{B}$	$\overline{B}$	$\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{B}\overline{A}\overline{C}\overline{B}$

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 3. 多输出函数的线路设计

从整体上考虑多输出线路，怎样最简。

例：试设计如下电路：

$$F_1 = \sum(1, 3, 4, 5, 7)$$

$$F_2 = \sum(3, 4, 7)$$

	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	$BC$	$B\overline{C}$
$\overline{A}$		1	3	
$A$	4	5	7	

$$F_1 = \overline{\overline{C} \cdot \overline{AB}}$$

	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	$BC$	$B\overline{C}$
$\overline{A}$			3	
$A$	4		7	

$$F_1 = \overline{\overline{BC} \cdot \overline{AB} \overline{C}}$$

# 1. 组合线路设计方法中的特殊情况 3. 多输出函数的线路设计

从整体上考虑多输出线路，怎样最简。

例：试设计如下电路：

$$F_1 = \sum(1, 3, 4, 5, 7)$$

$$F_2 = \sum(3, 4, 7)$$

	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	$BC$	$B\overline{C}$
$\overline{A}$		1	3	
$A$	4	5	7	

$$F_1 = \overline{\overline{C} \cdot \overline{AB} \overline{C}}$$

	$\overline{B}\overline{C}$	$\overline{B}C$	$BC$	$B\overline{C}$
$\overline{A}$			3	
$A$	4		7	

$$F_1 = \overline{\overline{BC} \cdot \overline{AB} \overline{C}}$$

## 2. 应用 MSI 功能块的组合线路设计

### 多路选择器

拥有两个控制端，因此，需要挑选出两个变量作为控制端，其他的变量作为输入端。

$$F = a_0\overline{X_0}\overline{X_1} + a_1\overline{X_0}X_1 + a_2X_0\overline{X_1} + a_3X_0X_1$$

## 2. 应用 MSI 功能块的组合线路设计

### 用多路选择器实现

$$F = \sum(1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

选择 A 和 B 作为地址输入，即控制信号。变换形式。

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

### 3.课堂练习



# 1. 问题

---

## 用多路选择器实现

$$F = \sum(1, 3, 5, 7)$$

## 4.课堂讨论

# 1. 问题

---

如何用数据选择器实现四变量的线路、五变量的线路？

## 5.课堂总结

# 1. 课堂总结

---

## 笔记

现在可以总结自己的笔记，提炼大纲，回顾课程。

## 总结

还可以将课程的总结、心得记录在总结区。

## 6.作业

## 1. 题目

---

试用与非门设计一个线路，以判断余 3 码所表示的十进制数是否小于 2 或大于等于 7（6 分）



中国海洋大学  
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

# 问答环节