

1.2 组合逻辑电路的设计(design)



设计步骤如下:

- (1) 由逻辑要求(requirement), 列出逻辑状态表
- (2) 由逻辑状态表写出逻辑表达式
- (3) 简化和变换逻辑表达式
- (4) 画出逻辑图



例1: 设计一个三变量奇偶检验器(parity checker)。

要求: 当输入变量A、B、C中有奇数(odd)个同时为“1”时, 输出为“1”, 否则为“0”。用“与非”门实现。

(1) 列逻辑状态表

(2) 写出逻辑表达式

取 $Y = \text{“1”列逻辑式}$

★ 取 $Y = \text{“1”}$

对应于 $Y=1$, 若输入变量为

“1”, 则取输入变量本身(如A); 若输入变量为“0”则取其反变量(如 \bar{A})。

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

在一种组合中，各输入变量之间是“与”关系

各组合之间是“或”关系

$$Y = \overline{A} \overline{B} C + \overline{A} B \overline{C} + A \overline{B} \overline{C} + A B C$$

由卡图诺可知，该函数不可化简。

A \ BC	BC			
	00	01	11	10
0		1		1
1	1		1	

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

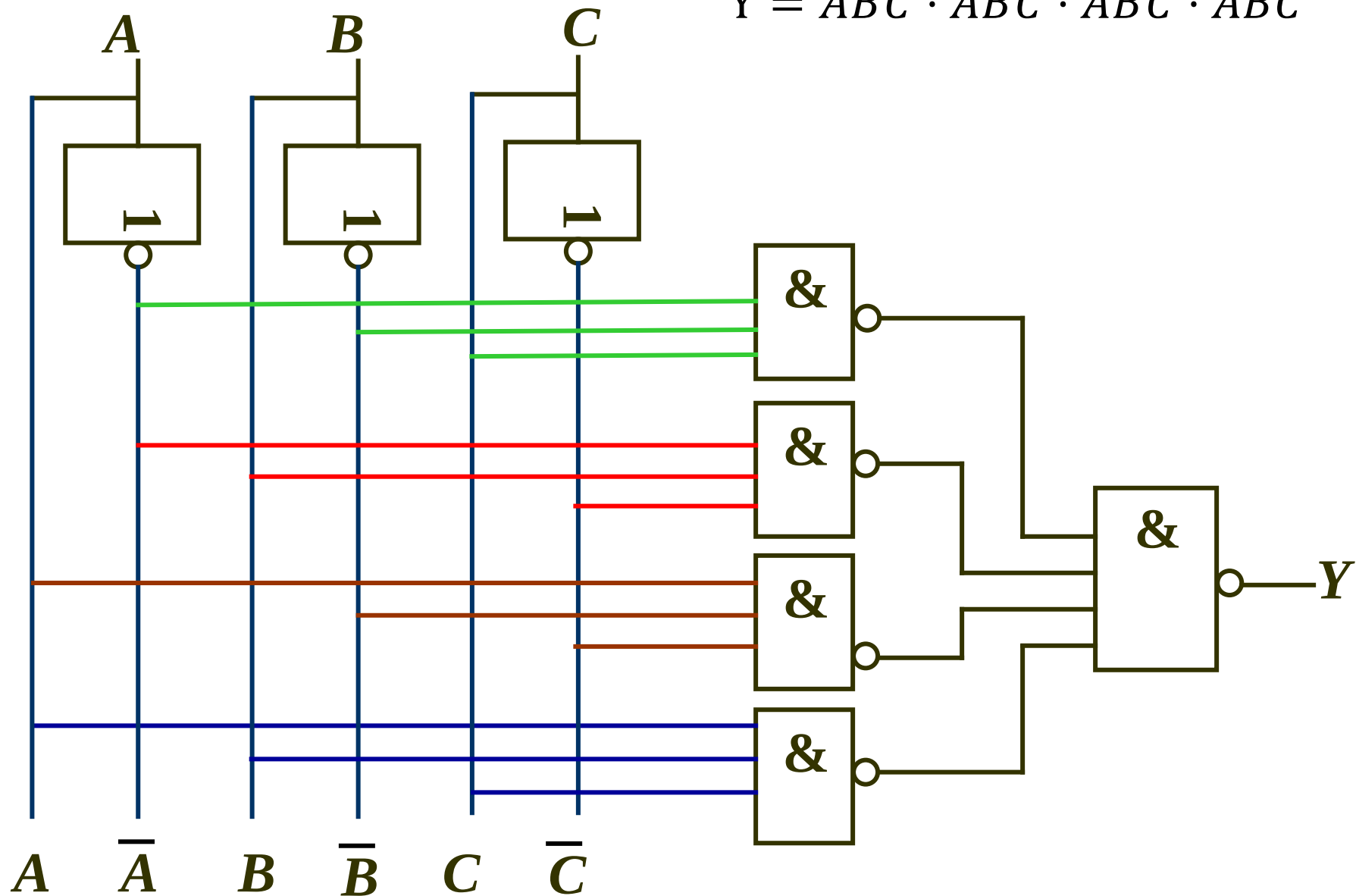
(3) 用“与非”门构成逻辑电路

$$Y = \overline{A} \overline{B} C + \overline{A} B \overline{C} + A \overline{B} \overline{C} + A B C$$

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

(4) 逻辑图

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



例 2: 某工厂有**A**、**B**、**C**三个车间和一个自备电站，站内有两台发电机 **G_1** 和 **G_2** 。 **G_1** 的容量是 **G_2** 的两倍。如果一个车间开工，只需 **G_2** 运行即可满足要求；如果两个车间开工，只需 **G_1** 运行，如果三个车间同时开工，则 **G_1** 和 **G_2** 均需运行。试画出控制 **G_1** 和 **G_2** 运行的逻辑图。

(1) 根据逻辑要求列状态表

首先假设逻辑变量、逻辑函数取“0”、“1”的含义。

设：**A**、**B**、**C**分别表示三个车间的开工状态：
开工为“1”，不开工为“0”；
 G_1 和 **G_2** 运行为“1”，不运行为“0”。

(1) 根据逻辑要求列状态表

逻辑要求：如果一个车间开工，只需 G_2 运行即可满足要求；如果两个车间开工，只需 G_1 运行，如果三个车间同时开工，则 G_1 和 G_2 均需运行。

开工 — “1” 不开工 — “0”

运行 — “1” 不运行 — “0”

A	B	C	G_1	G_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1



(2) 由状态表写出逻辑式

$$G_1 = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

$$G_2 = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$$

(3) 化简逻辑式可得:

$$G_1 = AB + BC + AC$$

或由卡图诺可得相同结果

A \ BC	BC			
	00	01	11	10
0			1	
1		1	1	1

A	B	C	G_1	G_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$G_2 = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC$$

由逻辑表达式画出
卡诺图，由卡图诺可
知，该函数不可化简。

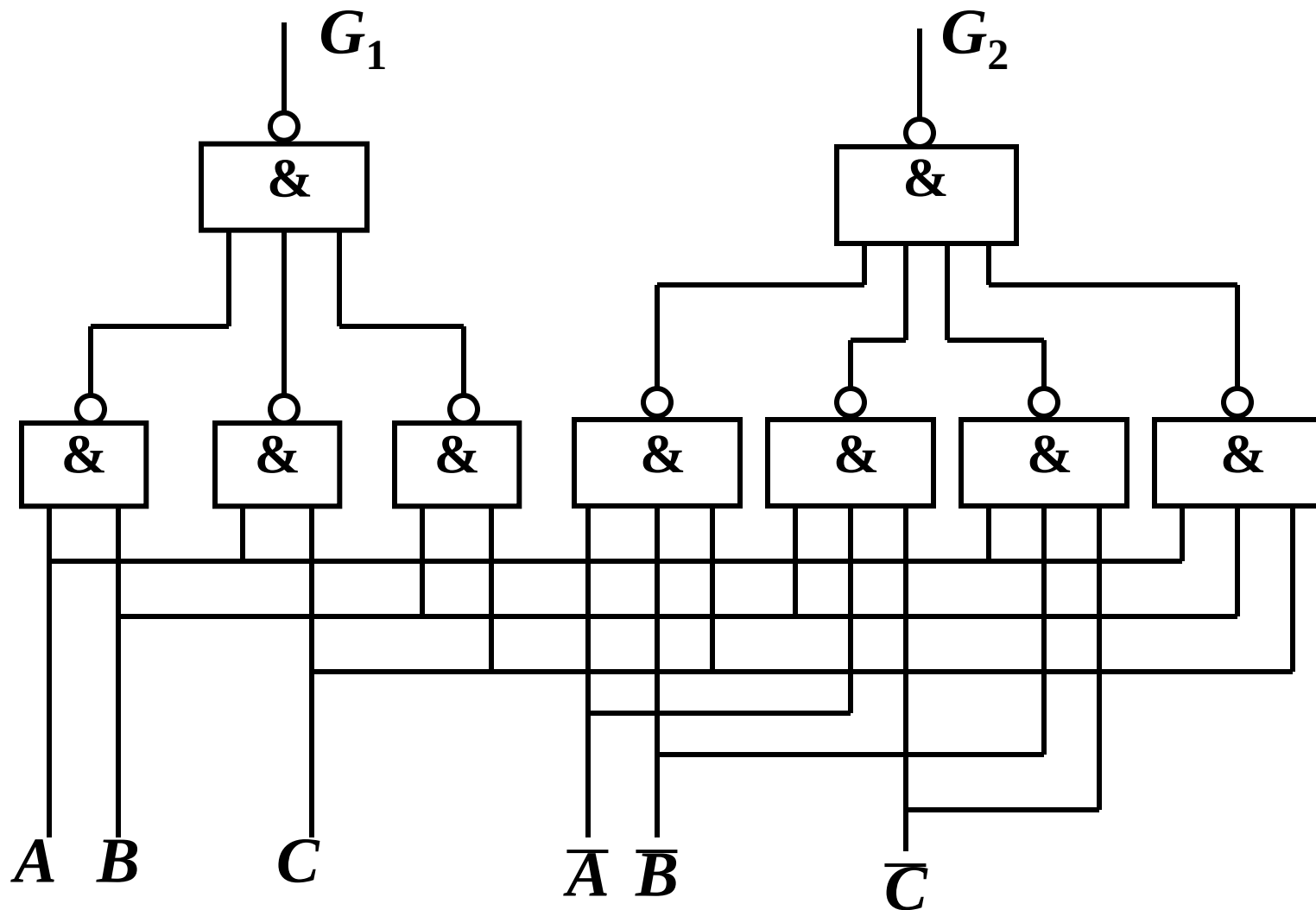
		BC			
		00	01	11	10
A	0		1		1
	1	1		1	

(4) 用“与非”门构成逻辑电路

$$G_1 = AB + BC + AC = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{AC}}$$

$$G_2 = \overline{\overline{ABC} \cdot \overline{A\overline{B}C} \cdot \overline{A\overline{B}\overline{C}} \cdot \overline{ABC}}$$

(5) 画出逻辑图 (书P264页)



例 3: 书261页 例20.6.3试设计一逻辑电路供三人 (A, B, C) 表决使用。每人有一电键，如果赞成，表示1；如果不赞成，不按电键，表示0.表决结果用指示灯表示，如果多数赞成，则指示灯亮，Y=1；反之则不亮，Y=0。

(1) 根据题意列逻辑状态表

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

(2) 由逻辑状态写出逻辑式

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

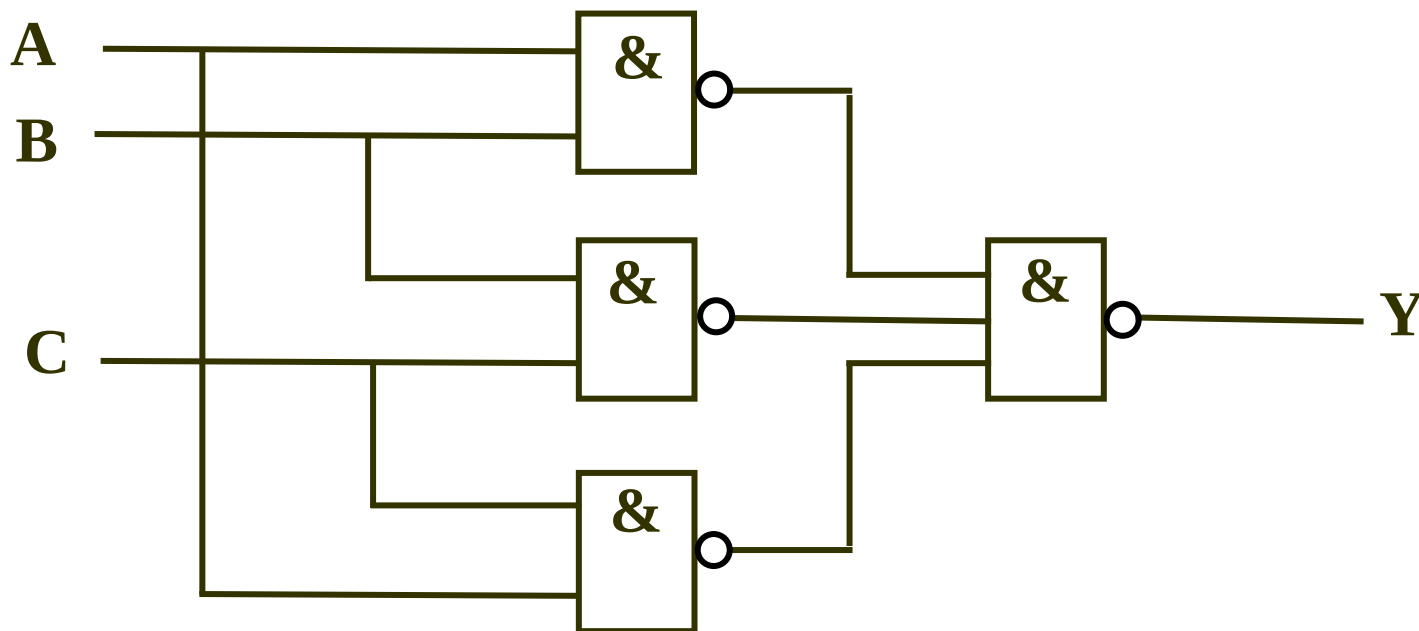
(3) 变换和简化逻辑式

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

$$= AB(C + \bar{C}) + BC(A + \bar{A}) + CA(B + \bar{B})$$

$$= AB + BC + CA = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{BC} \cdot \overline{CA}}$$

(4) 由逻辑式画出逻辑图



例 4: 书262页 例20.6.5 本例为医院优先照顾重患者的呼唤电路。设 医院某科有1, 2, 3, 4时间病室, 患者按病情由重到轻依次住进1~4号病室。为了优先照顾重患者, 设计如下呼唤电路, 即在每室分别装有**A, B, C, D**四个呼唤按钮, 按下为1。值班室里对应的指示灯为 **L_1, L_2, L_3, L_4** 灯亮为1。现要求1号病室的按钮A按下时, 无论其他病室的按钮是否按下, 只有 **L_1** 亮; 当1号病室未按按钮, 而2号病室的按钮**B**按下时, 无论3, 4号病室的按钮是否按下, 只有 **L_2** 亮; 当1, 2号病室均未按按钮, 而3号病室的按钮**C**按下时, 无论4号病室的按钮是否按下, 只有 **L_3** 亮; 只有在1, 2, 3号病室的按钮均未按下, 而只按下4号病室的按钮**D**时, **L_4** 才亮。试画出满足上述要求的逻辑图。

(1) 根据要求列逻辑状态表

A	B	C	D	L_1	L_2	L_3	L_4
1	X	X	X	1	0	0	0
0	1	X	X	0	1	0	0
0	0	1	X	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	1

注：X表示任意态。

(2) 由逻辑状态写出逻辑式

$$L_1 = A, \quad L_2 = A\bar{B}, \quad L_3 = \bar{A}\bar{B}C, \quad L_4 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}D$$

(3) 由逻辑式画出逻辑图

