

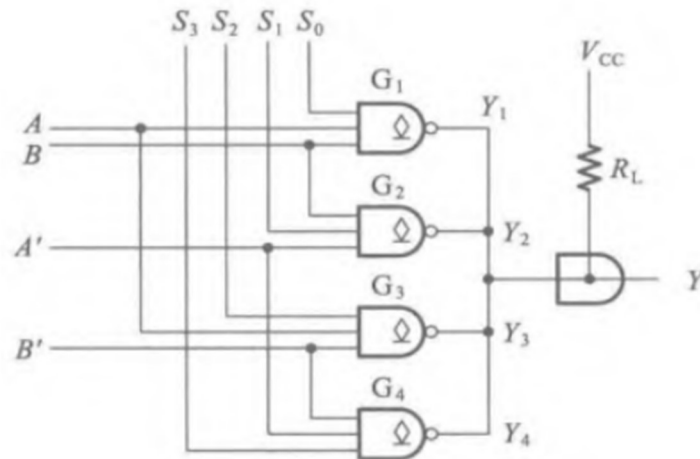
第五次作业答案

TA_滕子涵

2023-11-05

题 4.2

如图是一个多功能函数发生电路。试写出 $S_3S_2S_1S_0$ 为 0000~1111 十六种不同状态时输出 Y 的逻辑函数式。



解：先根据电路图写出统一的逻辑式：

$$Y = (ABS_0)'(A'BS_1)'(AB'S_2)'(A'B'S_3)'$$

这样通过对 S 的赋值可以实现OD门的开启和关断。当 $S_3S_2S_1S_0$ 取不同值时，直接带入逻辑式进行化简，得到下面结果：

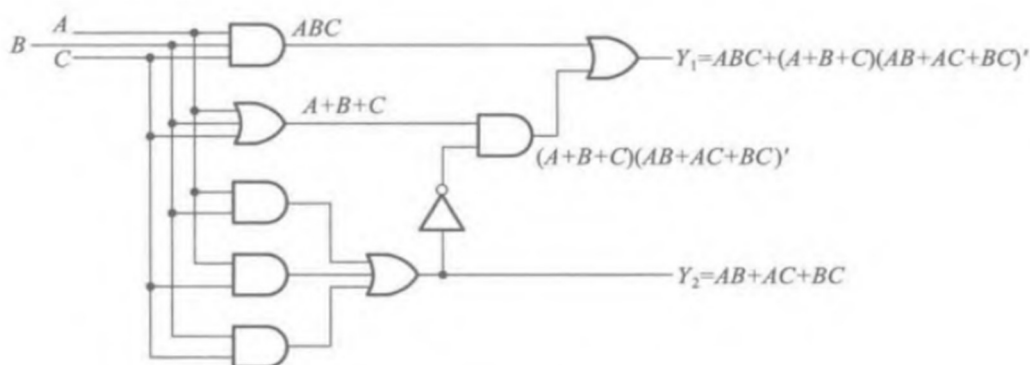
S_3	S_2	S_1	S_0	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	$A'+B'$
0	0	1	0	$A+B'$
0	0	1	1	B'
0	1	0	0	$A'+B$
0	1	0	1	A'
0	1	1	0	$AB+A'B'$
0	1	1	1	$A' \cdot B'$
1	0	0	0	$A+B$
1	0	0	1	$AB'+A'B$
1	0	1	0	A
1	0	1	1	AB'
1	1	0	0	B
1	1	0	1	$A'B$
1	1	1	0	AB
1	1	1	1	0

注意：

- 1、OD 门并不能真正地输出高电平 1，电路输出高电平时，OD 门输出高阻态，可视为断路，配合上拉电阻输出高电平。这种输出还有一个专门的名字：开漏输出。
- 2、“线与”只有在使用开漏输出的时候可以使用，这和 OD 门输出的高阻态有关，当几个开漏输出的信号接在一起时，只有 OD 门全部输出为高阻态，电路才能输出为 1，否则输出为 0，表现出“与门”的特性。同理传输门在关断时输出高阻态，因此可以将两个传输门的输出相连接。当两个信号有可能冲突时不能把它们相连接，否则会出现“多驱动”现象，这在数字电路设计中是不允许的。
- 3、列真值表一个比较好的习惯是从 0-15 顺序列表。
- 4、无特殊说明结果一律化成最简与或式。

题 4.3

分析图中电路的逻辑功能,写出 Y1、Y2 的逻辑函数式,列出真值表,指出电路完成什么逻辑功能。



解：这类题目很常见，不难但可以出的很复杂(去年的题复杂的多)，首先要清楚门电路的图示，尤其是异或同或、三态、OD、以及各种非门（易忽视小圆圈）。

做题时如果从左向右写逻辑式，建议像上图标注好每一级的逻辑式；如果从右向左写，可以比较清晰地了解逻辑式的结构，对于复杂的题目很有帮助，例如Y₁：

$$Y_1 = () + () = () + (() \cdot (() + () + ()))'$$

再将一级门电路的逻辑式填入括号中，得到Y₁ = ABC + (A + B + C)(AB + AC + BC)'，Y₂可以直接写出Y₂ = AB + AC + BC。

题 4.4

下面是对十进制数 9 求补的集成电路 CC14561 的逻辑图,写出当 COMP=1、Z=0 和 COMP=0、Z=0 时,Y1、Y₁、Y2 的逻辑式,列出真值表。

解：多输出电路看似复杂实则不然，只需关注相应某一部分电路即可。

- 1、COMP=1，传输门 1、3、5 导通， 2、4、6 关闭，Z=0，Y 输出的结果即为与非门接入的信号，因此

$$Y_1 = A_1'$$

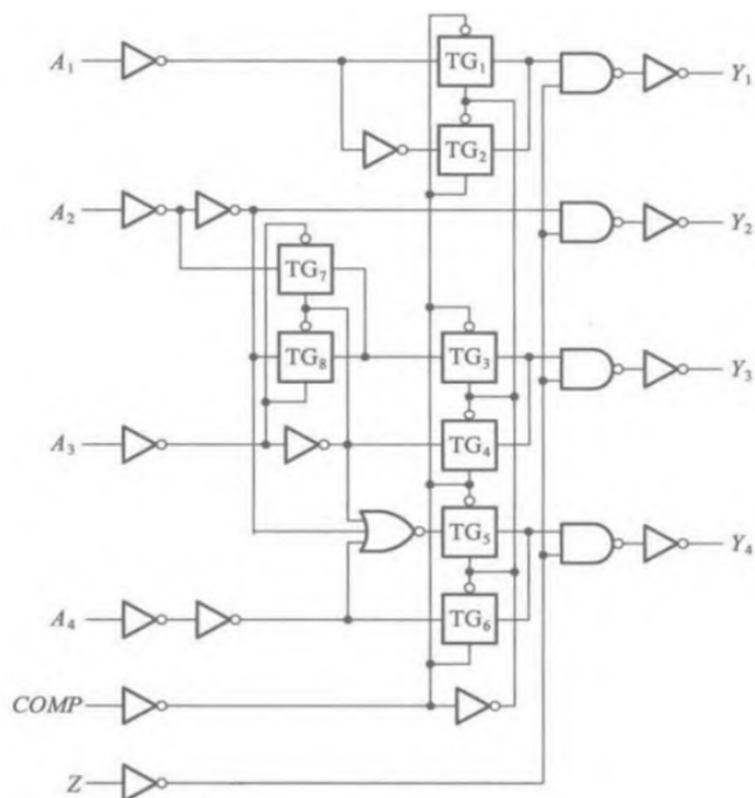
$$Y_2 = A_2$$

分析Y₃时，需要清楚TG₇、TG₈部分电路的逻辑，从控制信号分析，A₃ = 1，传输门 7 导通 8 关闭，输出A₂'；A₃ = 0，传输门 8 导通 7 关闭，输出A₂，故Y₃ = A₂A₃' + A₂'A₃

$$Y_4 = (A_2 + A_3 + A_4)' = A_2'A_3'A_4'$$

- 2、COMP=0，传输门 2、4、6 导通， 1、3、5 关闭，Z=0，Y 输出的结果即为与非门接入的信号，因此

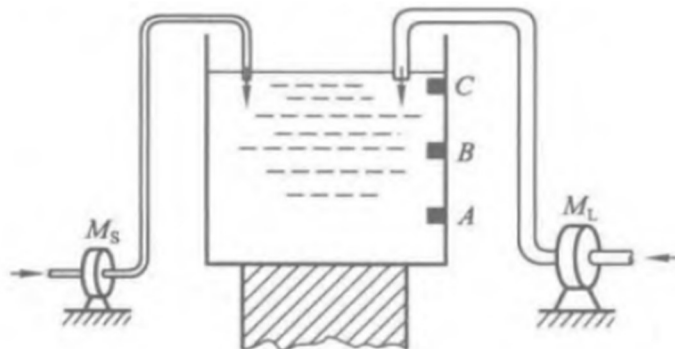
$$\begin{aligned}
 Y_1 &= A_1 \\
 Y_2 &= A_2 \\
 Y_3 &= A_3 \\
 Y_4 &= A_4
 \end{aligned}$$



题 4.4 图

题 4.6

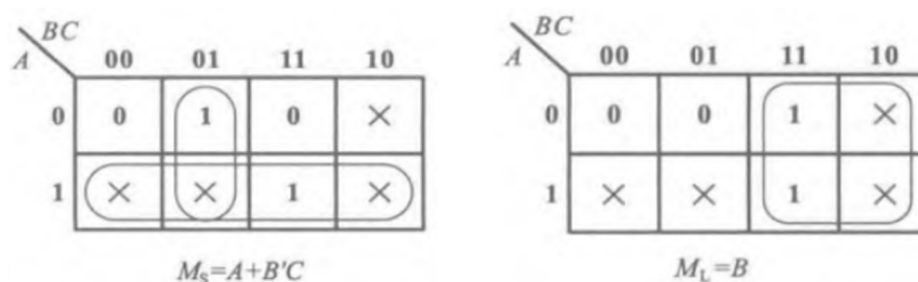
有一水箱由大、小两台水泵 M_L 和 M_S 供水,如图 P4.6 所示。水箱中设置了 3 个水位检测元件 A、B、C。水面低于检测元件时,检测元件给出高电平;水面高于检测元件时,检测元件给出低电平。现要求当水位超过 C 点时水泵停止工作;水位低于 C 点而高于 B 点时 M_S 单独工作;水位低于 B 点而高于 A 点时 M_L 单独工作;水位低于 A 点时 M_L 和 M_S 同时工作。试用门电路设计一个控制两台水泵的逻辑电路,要求电路尽量简单。



解：以 M_L 、 M_S 分别代表大、小两个水泵，为 1 时表示工作，为 0 时表示停止。由于不可能出现水位高于 C 而低于 B 或 A，也不会出现水位高于 B 而低于 A，所以 ABC 的取值不可能出现 010、100、101、110，应视作约束项处理，于是列出真值表如下：

A	B	C	M_S	M_L
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	×	×
0	1	1	0	1
1	0	0	×	×
1	0	1	×	×
1	1	0	×	×
1	1	1	1	1

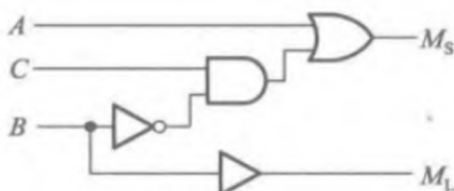
由真值表作卡诺图化简，如下



得到

$$\begin{cases} M_S = A + B'C \\ M_L = B \end{cases}$$

由逻辑式画出电路图如下：



注意：

- 1、本题要求电路尽量简单，故需要考虑无关项，否则电路逻辑正确但不符合题意。
- 2、一般来说，一个完整的组合逻辑答题步骤应包含真值表、卡诺图、逻辑式、电路图四部分。

题 4.9

某医院有一、二、三、四号病室 4 间,每室设有呼叫按钮,同时在护士值班室内对应地装有一号、二号、三号、四号 4 个指示灯。

要求当一号病室的按钮按下时，无论其他病室的按钮是否按下，只有一号灯亮。当一号病室的按钮没有按下而二号病室的按钮按下时，无论三、四号病室的按钮是否按下，只有二号灯亮。当一、二号病室的按钮都未按下而三号病室的按钮按下时，无论四号病室的按钮是否按下，只有三号灯亮。只有在一、二、三号病室的按钮均未按下而按下四号病室的按钮时，四号灯才亮。试用优先编码器 74HC148 和门电路设计满足上述控制要求的逻辑电路，给出控制四个指示灯状态的高、低电平信号。

解：根据题目描述不难发现本题需要使用优先编码逻辑，以 A_1, A_2, A_3, A_4 分别表示一、二、三、四号病室按下按钮时给出的信号，以 Y'_2, Y'_1, Y'_0 表示 74HC148 对应的输出编码，以 Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 分别表示一、二、三、四

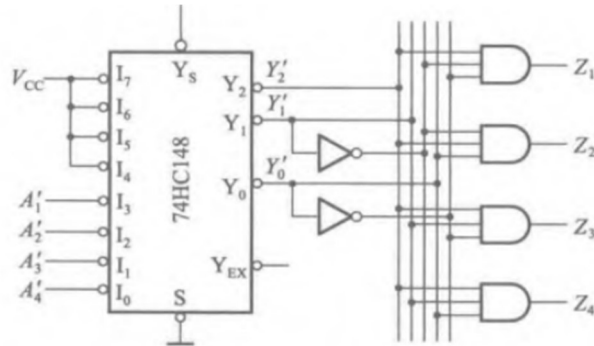
号灯的点亮信号，于是可列真值表如下：

A'_1	A'_2	A'_3	A'_4	Y'_2	Y'_1	Y'_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	×	×	×	1	0	0	1	0	0	0
1	0	×	×	1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	×	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1

可以直接写出

$$\begin{aligned} Z_1 &= Y'_2 Y'_1 Y'_0 \\ Z_2 &= Y'_2 Y'_1 Y'_0' \\ Z_3 &= Y'_2 Y'_1 Y'_0 \\ Z_4 &= Y'_2 Y'_1 Y'_0' \end{aligned}$$

由此画出电路图



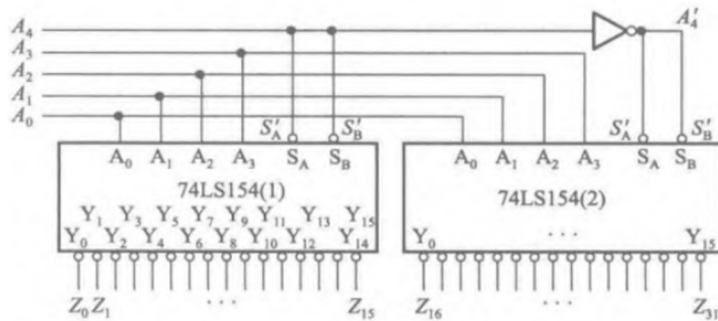
Tips:

- 1、电路设计题画法不唯一，注意到 Y'_2 始终为 1，故可以只使用 Y'_1 和 Y'_0 来完成电路逻辑。
- 2、考试时会给出电路模块各个引脚的作用，不用记住。

题 4.11

画出用两片 4 线-16 线译码器 74LS154 组成 5 线-32 线译码器的接线图。

解：输入信号 $A_4 A_3 A_2 A_1 A_0$ ，当 A_4 为 0 时，使用第一块 74LS154 输出 0-15，当 A_4 为 1 时，使用第二块 74LS154 输出 16-31。因此只需要通过 A_4 来使能相应的译码器即可。电路图如下：



题 4.12

试画出用 3 线-8 线译码器 74HC138 和门电路产生如下多输出逻辑函数的逻辑图。

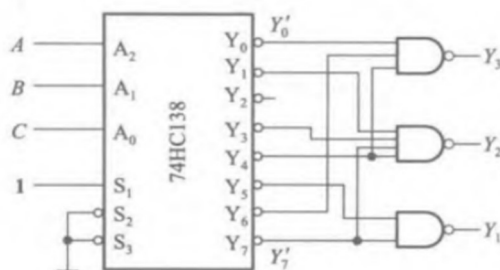
$$\begin{cases} Y_1 = AC \\ Y_2 = A'B'C + AB'C' + AC \\ Y_3 = B'C' + ABC' \end{cases}$$

解：译码器的所有输出端对应着所有最小项，由于任意逻辑式可化成最小项之和的形式，所以采用译码器和门电路理论上可以方便地实现所有逻辑。

把给定函数化成 $m_0' \sim m_7'$ 的形式，得到

$$\begin{cases} Y_1(A, B, C) = AC = AB'C + ABC = m_5 + m_7 = (m_5' m_7')' = (Y_5' Y_7')' \\ Y_2(A, B, C) = A'B'C + AB'C' + BC = A'B'C + A'BC + AB'C' + ABC \\ \quad = m_1 + m_3 + m_4 + m_7 = (m_1' m_3' m_4' m_7')' = (Y_1' Y_3' Y_4' Y_7')' \\ Y_3(A, B, C) = B'C' + ABC' = A'B'C' + AB'C' + ABC' \\ \quad = m_0 + m_4 + m_6 = (m_0' m_4' m_6')' = (Y_0' Y_4' Y_6')' \end{cases}$$

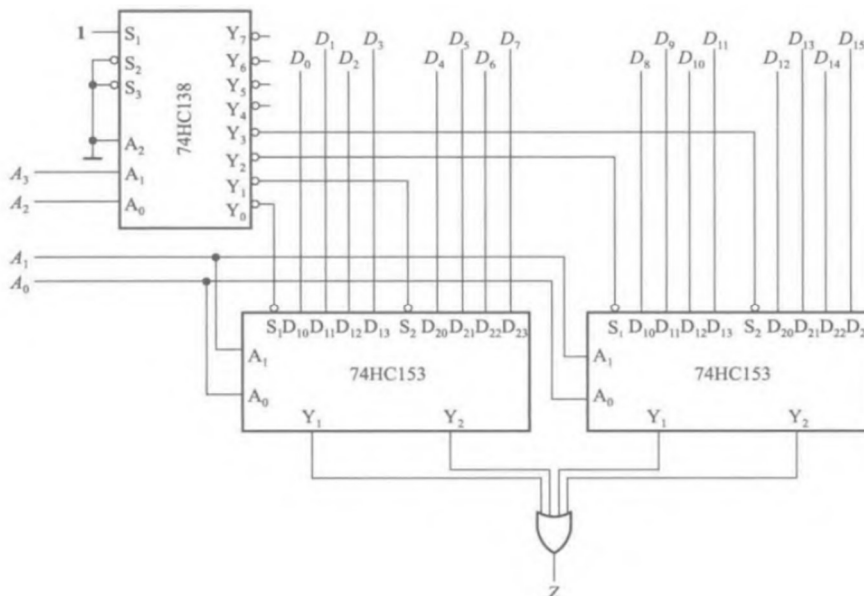
根据上式即可画出电路



题 4.15

试用两片双 4 选 1 数据选择器 74HC153 和 3 线-8 线译码器 74HC138 接成 16 选 1 的数据选择器。

解：两片双 4 选 1 数据选择器可以看做四片 4 选 1 数据选择器，设选择信号为 $A_3 A_2 A_1 A_0$ ，则可以用高位 $A_3 A_2$ 选择使用四个数据选择器中的一个，再用低位 $A_1 A_0$ 选择具体哪一个数据。鉴于这四个 4 选 1 数据选择器都有一个使能信号，故需要借助 74HC138 将 $A_3 A_2$ 译码，具体电路实现如下：



补充题：

1、用与非门设计一个编码转换器，把 4 比特的格雷码转换成二进制码。

解：首先明确，是格雷码 $G_3G_2G_1G_0 \rightarrow$ 二进制码 $B_3B_2B_1B_0$ ，作真值表如下

G_3	G_2	G_1	G_0	B_3	B_2	B_1	B_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1	1
1	0	1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1	1

由此画出卡诺图并写出逻辑式

		G_1G_0			
		00	01	11	10
G_3G_2	00				
	01				
	11	1	1	1	1
	10	1	1	1	1

$$B_3 = G_3$$

		G_1G_0			
		00	01	11	10
G_3G_2	00			1	1
	01	1	1		
	11			1	1
	10	1	1		

$$B_1 = G_3 \oplus G_2 \oplus G_1$$

		G_1G_0			
		00	01	11	10
G_3G_2	00				
	01	1	1	1	1
	11				
	10	1	1	1	1

$$B_2 = G_3G_2' + G_3'G_2 = G_3 \oplus G_2$$

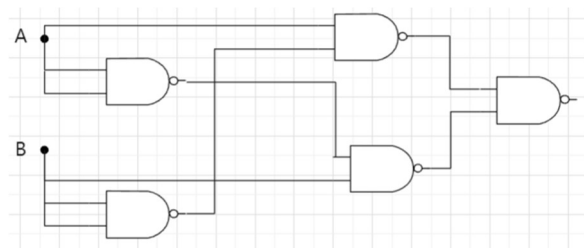
		G_1G_0			
		00	01	11	10
G_3G_2	00		1		1
	01	1		1	
	11		1		1
	10	1		1	

$$B_0 = G_3 \oplus G_2 \oplus G_1 \oplus G_0$$

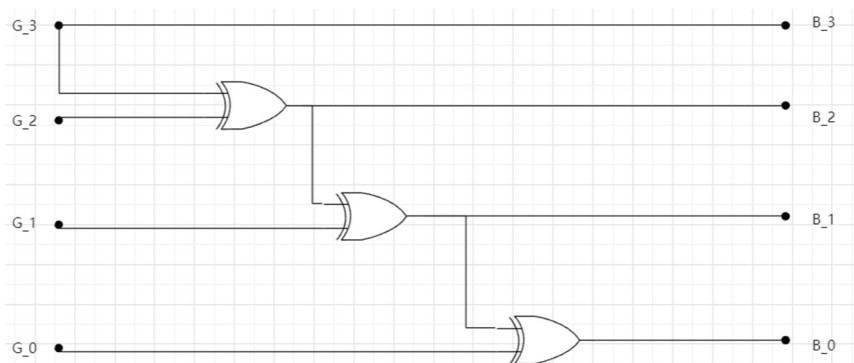
题目要求使用与非门，但很显然使用异或门更合适，我们可以先用与非门搭一个异或门：

$$A'B + AB' = ((A'B)'(AB')')'$$

如图所示



再用异或门搭建电路



2、十进制优先编码器 74HC147 的输入和输出均为低电平有效，根据下列输入组合，确定对应的输出信号 DCBA(D 为最高位)

(a) (0,1,...,9)=(1,0,0,0,0,0,1,1,1,1)

(b) (0,1,...,9)=(1,0,0,1,0,0,1,1,1,0)

解：74HC147 功能表如下

输入									输出			
I'_1	I'_2	I'_3	I'_4	I'_5	I'_6	I'_7	I'_8	I'_9	Y'_3	Y'_2	Y'_1	Y'_0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
×	×	×	×	×	×	×	×	0	0	1	1	0
×	×	×	×	×	×	×	0	1	0	1	1	1
×	×	×	×	×	×	0	1	1	1	0	0	0
×	×	×	×	×	0	1	1	1	1	0	0	1
×	×	×	×	0	1	1	1	1	1	0	1	0
×	×	×	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
×	×	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
×	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

由此可得，输出信号分别为 1010 和 0110（有同学取了反，这里不需要）。