

实验三：编码器和译码器

实验成员：

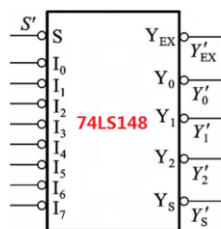
实验目的：

1. 掌握用逻辑门实现编码器的方法
2. 掌握中规模集成电路编码器和译码器的工作原理以及逻辑功能
3. 掌握 74LS138 用作数据分配器的方法
4. 熟悉编码器和译码器的级联方法

实验原理：

1. 编码器：

在数字系统中,常常需要将某一信息(输入)变换为某一特定的代码(输出),把二进制码按一定的规律编排,例如 8421 码、格雷码等,使每组代码具有特定的含义(代表某个数或控制信号)称为编码。具有编码功能的逻辑电路称为编码器。它的逻辑功能是将输入的每一个高、低电平信号编成一个对应的二进制代码。常用的编码器有普通编码器和优先编码器。而常见的编码器有 8 线—3 线优先编码器 74LS148,如下图所示:



S' 为选通输入端, $S'=0$, 编码器才能正常工作。

Y'_3 为选通输出端, $Y'_3=0$, 表示电路工作, 无编码输入。

Y'_{EX} 为扩展端, $Y'_{EX}=0$, 表示电路工作, 有编码输入。

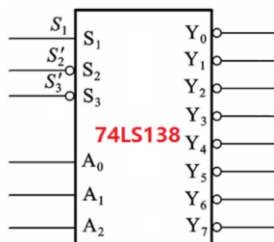
优先编码器74LS148功能表

输 入									输 出				
S'	I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	Y_2'	Y_1'	Y_0'	Y_S'	Y_{EX}'
1	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	1	0
0	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1	1	0
0	X	X	X	X	X	0	1	1	0	1	0	1	0
0	X	X	X	X	0	1	1	1	0	1	1	1	0
0	X	X	X	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
0	X	X	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
0	X	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

■ 输入、输出均为低电平有效

2. 译码器：

译码是编码的逆过程，译码器将每个二进制代码赋予的特定含义“翻译”过来，转换成相应的信息符号（输出信号），具有译码功能的逻辑电路被称为译码器。它的逻辑功能是将每个输入的二进制代码译成对应的输出高、低电平信号或另一个代码。常用的译码器有：二进制译码器、二—十进制译码器、显示译码器等，如二进制译码器 74LS138，如下图所示：



S_1 、 S_2' 和 S_3' 是三个片选输入端，当 $S_1=1$ ， $S_2'+S_3'=0$ 时，译码器工作。

3线-8线译码器74LS138功能表

输 入					输 出							
S_1	$S_2'+S_3'$	A_2	A_1	A_0	Y_0'	Y_1'	Y_2'	Y_3'	Y_4'	Y_5'	Y_6'	Y_7'
0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	1	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

■ 输出低电平有效

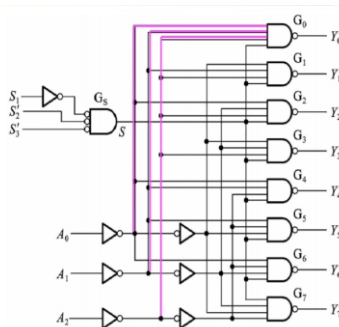
对于译码器的应用，一个 3 线—8 线译码器能产生三个变量的全部最小项，所以

也将这种译码器称为最小项译码器

(74LS138译码器)

$$\begin{cases} Y'_0 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_0 \\ Y'_1 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_1 \\ Y'_2 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_2 \\ Y'_3 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_3 \\ Y'_4 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_4 \\ Y'_5 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_5 \\ Y'_6 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_6 \\ Y'_7 = (A'_2 A'_1 A'_0)' = m'_7 \end{cases}$$

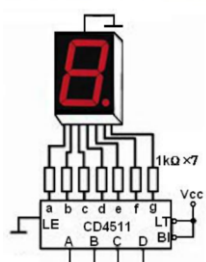
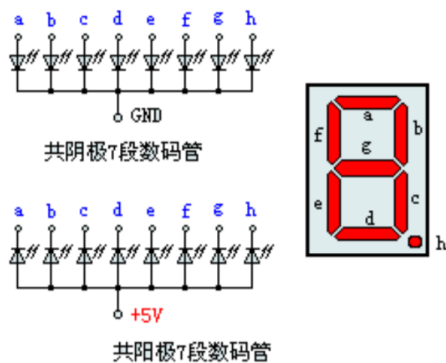
$$Y'_i = m'_i$$



3. 显示译码器:

能直接驱动数字显示器或能同显示器配合使用的译码器称为显示译码器。常

用的显示译码器能驱动七段字符显示器



CD4511功能表

输入							输出						
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
x	x	0	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1
x	0	1	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0

实验内容:

1. 试用逻辑门设计一个4线-2线的优先编码器

用小规模逻辑门芯片设计一个4线-2线的优先编码器,要求输入端高电平有

效。将输入端接拨位开关，输出端 Y0~Y1 分别接 2 个发光二极管，拨动拨位开关，根据发光二极管显示的变化，逐项验证 4-2 线编码器的功能。自拟表格记录实验数据。要求：用与非门、反相器

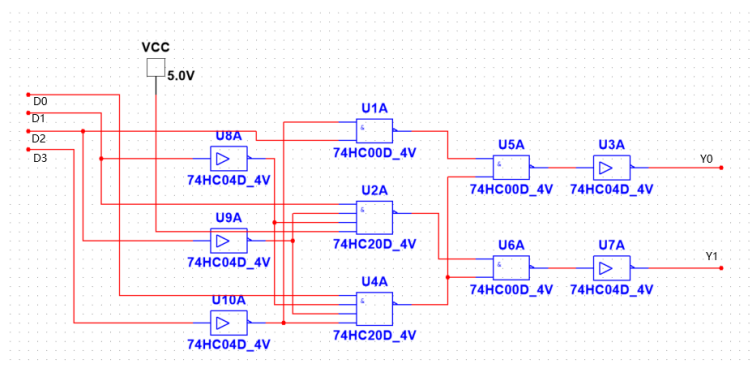
首先写出真值表，根据真值表可以得到两个输出变量的逻辑表达式：

D3	D2	D1	D0	Y1'	Y2'
1	x	x	x	0	0
0	1	x	x	0	1
0	0	1	x	1	0
0	0	0	1	1	1

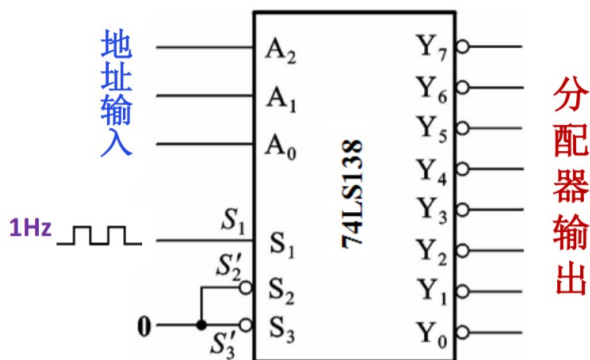
$$Y_0' = ((D_2 D_3')' \cdot (D_0 D_1' D_2' D_3')')'$$

$$Y_1' = ((D_1 D_2' D_3')' \cdot (D_0 D_1' D_2' D_3')')'$$

由此就可以画出其逻辑电路图。



2. 试将 74LS138 用作数据分配器, 将 1Hz 连续脉冲信号加到电路的控制输入端, 输出接发光二极管, 改变输入地址码 A2、A1、A0 的值, 观察实验现象, 记录实验结果

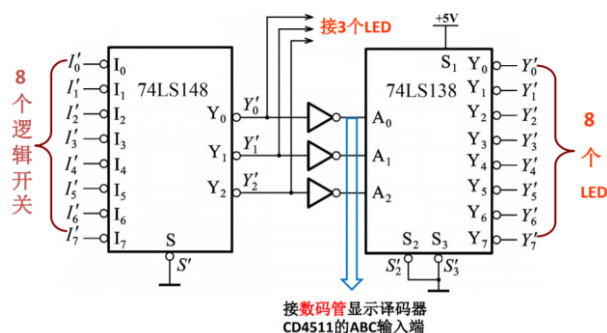


如图接好实验电路后, 记录实验现象, 并记录在下表:

A2	A1	A0	有亮暗变化的灯
0	0	0	Y0
0	0	1	Y1
0	1	0	Y2
0	1	1	Y3
1	0	0	Y4
1	0	1	Y5
1	1	0	Y6
1	1	1	Y7

如果要求分配器的输出信号与输入脉冲信号同相，可以在分配器的输出端先接入一个非门，再接入发光二极管

3. 验证编码器 74LS148 和译码器 74LS138 的逻辑功能



如图连接好实验电路图，拨动 8 个逻辑开关，观察输出的实验现象，得到真值表如下：

I7'	I6'	I5'	I4'	I3'	I2'	I1'	I0'	Y2'	Y1'	Y0'	A2	A1	A0	Y7'	Y6'	Y5'	Y4'	Y3'	Y2'	Y1'	Y0'
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
x	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
x	x	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
x	x	x	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
x	x	x	x	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
x	x	x	x	x	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
x	x	x	x	x	x	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
x	x	x	x	x	x	x	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

4. 设计一个具有 3 路报警信号的报警装置

当第一路有报警信号时，数码管显示“1”；当第二路有报警信号时，数码管显示“2”；当第三路有报警信号时，数码管显示“3”；当有两路或两路以上有报警信号时，数码管显示“8”；当无报警信号时，数码管显示“0”。

要求：用 74LS138、CD4511 和逻辑门等器件设计该电路

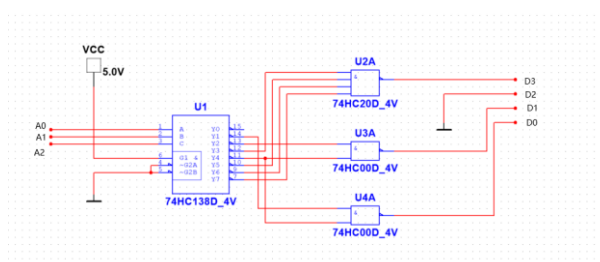
设三路对应三位输入信号，第一路是最低位，报警时输入 1。第一路报警时，输入 001，若使用 74LS138 译码器，即为 Y1 端置为 0，同时需要对数码管输入 0001；第二路报警时，输入 010，Y2 端置为 0，同时需要对数码管输入 0010；第三路报警时，输入 100，Y4 端置为 0，同时需要对数码管输入 0011；有两路报警时，输入 011、101、110、111，即 Y3 或 Y5 或 Y6 或 Y7 置为 0，同时需要对数码管输入 1000；无报警时，输入 000，即 Y0 端置为 0，同属需要对数码管输入 0000。故通过以上分析，可以得到 74LS138 输出端和数码管输入 4 位的真值表，即：

Y7'	Y6'	Y5'	Y4'	Y3'	Y2'	Y1'	Y0'	D3	D2	D1	D0
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

逻辑表达式如下：

$$\begin{aligned}
 D_0 &= (Y_1' \cdot Y_4')' \\
 D_1 &= (Y_2' \cdot Y_4')' \\
 D_2 &= 0 \\
 D_3 &= (Y_3' \cdot Y_5' \cdot Y_6' \cdot Y_7')'
 \end{aligned}$$

由此可以画出逻辑电路图，如下：



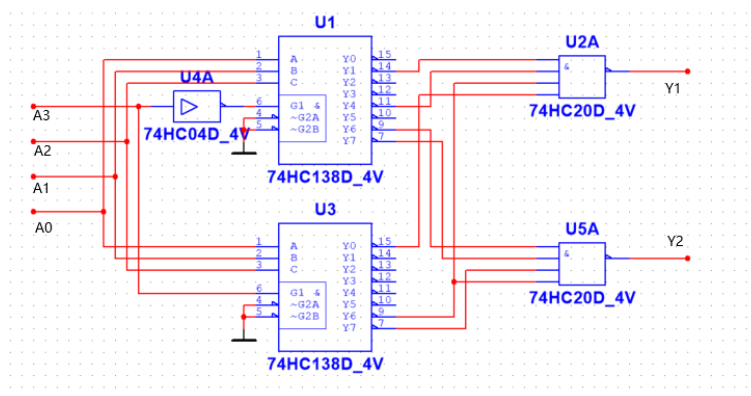
5. 用两片 74LS138 和 74LS20 双与非门设计下面的多输出函数，画出逻辑电路图

$$\begin{cases} Y_1 = A'BC'D' + A'B'C'D + AB'C'D' + ABCD' \\ Y_2 = BC \end{cases}$$

Y_1 的逻辑表达式有四个输入变量，且为最小项之和，故可以用 4-16 线的译码器实现，但 74LS138 是 3-8 线的译码器，需要先将两片改装。以 D 为最低位，可得到 Y_1 、 Y_2 的最小项之和的表达式：

$$\begin{cases} Y_1 = m_1 + m_4 + m_8 + m_{14} \\ Y_2 = m_6 + m_7 + m_{14} + m_{15} \end{cases}$$

由此可以画出逻辑电路图，如下：



思考题：

1. 如何判断一个数码管的好坏

将数码管的 LT' 端置 0，这个时候数码管将显示 8，由此可以判断是否有 led 灯不亮；再将 LT' 、 BI' 端置 1， LE 端置 0 使其正常工作，再依此输入二进制码，观察 led 的输出，判断有无逻辑错误。

2. 共阴极和共阳极数字显示器有什么区别？能否用 CD4511 直接驱动共阳极数字显示器

显示器 LED 发光管阴极都接到一条电源负线上，称共阴极。如所有发光管阳极都接到电源正电极上，就称其共阳极。要想驱动共阳极的，只需要把片选和

段码取反即可，即加反相器

3. 为什么用二进制译码器可以设计任意的组合逻辑电路

因为二进制译码器可以产生一定数量的变量的最小项，如 3-8 译码器可以产生三变量的任意最小项，两片 3-8 译码器还可以组成 4-16 译码器产生四变量的任意最小项，故可以设计出任意的组合逻辑电路

4. 总结用集成电路进行功能扩展的方法

对于译码器编码器的功能扩展，主要是用高位的输入端来控制不同片的片选段，以达到给每个子片分配不同高低位的目的