

东南大学电工电子实验中心

实验报告

课程名称: 数字与逻辑电路实验 A

第一次实验

实验名称: 组合逻辑电路

院（系）： 自动化 专 业： 自动化

姓 名： 邹滨阳 学 号： 08022305

实 验 室: _____ 实验组别: _____

同组人员：_____实验时间： 年 月 日

评定成绩: _____ 审阅教师: _____

一、实验目的

- 1、认识数字集成电路，能识别各种类型的数字器件和封装；
- 2、掌握小规模组合逻辑和逻辑函数的工程设计方法；
- 3、掌握常用中规模组合逻辑器件的功能和使用方法；
- 4、学习查找器件资料，通过器件手册了解器件；
- 5、了解实验箱的基本结构，掌握实验箱电源、逻辑开关和 LED 电平指示的用法；
- 6、学习基本的数字电路的故障检查和排除方法。

二、实验原理（预习报告内容）

1. 数值判别电路（只允许用与非门、非门设计电路）

- a) 用与非门设计一个组合逻辑电路，接收 8421BCD 码 $B_3B_2B_1B_0$ ，当 $2 < B_3B_2B_1B_0 < 7$ 时输出 Y 为 1

根据要求列出真值表：

B3	B2	B1	B0	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
...
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	无意义
...
1	1	1	1	无意义

卡诺图：

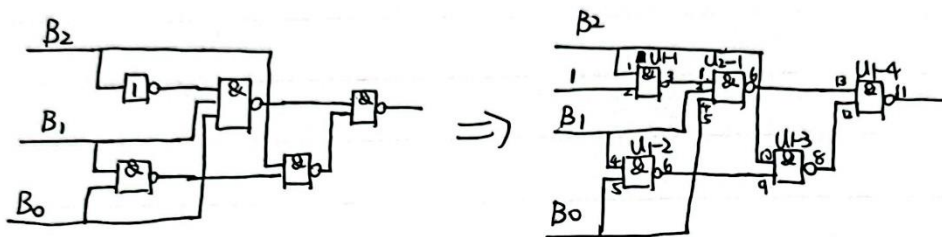
B3B2\B1B0	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	无意义	无意义	无意义	无意义
10	0	0	无意义	无意义

根据卡诺图得到表达式：

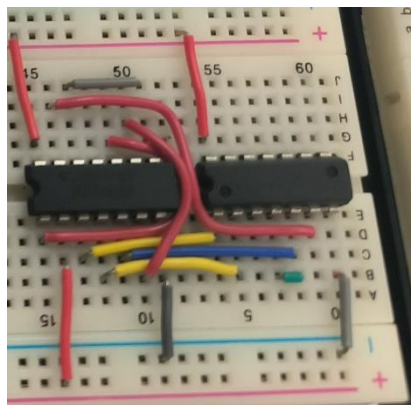
$$F = \overline{B_2}B_1B_0 + B_2\overline{B_1} + B_2\overline{B_0} = \overline{B_2}B_1B_0 + B_2(\overline{B_1} + \overline{B_0}) = \overline{B_2}B_1B_0 + B_2\overline{B_1B_0} = \overline{\overline{B_2}B_1B_0} \overline{\overline{B_2}B_1B_0}$$

根据表达式画出逻辑原理图：

$$\begin{aligned}
 F &= \overline{B_2}B_1B_0 + B_2\overline{B_0} + B_2\overline{B_1} = \overline{\overline{B_2}B_1B_0} \overline{\overline{B_2}\overline{B_0}} \overline{\overline{B_2}\overline{B_1}} \\
 &= \overline{B_2}B_1B_0 + B_2(\overline{B_0} + \overline{B_1}) \\
 &= \overline{B_2}B_1B_0 + B_2\overline{B_0B_1} \\
 &= \overline{\overline{B_2}B_1B_0} \overline{\overline{B_2}\overline{B_0B_1}}
 \end{aligned}$$



预搭建硬件连接图（实物连线拍照）：



b) 用与非门设计一个组合逻辑电路，接收 4 位 2 进制数 $B_3B_2B_1B_0$ ，当 $2 < B_3B_2B_1B_0 < 7$ 时输出 Y 为 1

根据要求列出真值表：

B3	B2	B1	B0	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
...
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
...
1	1	1	1	0

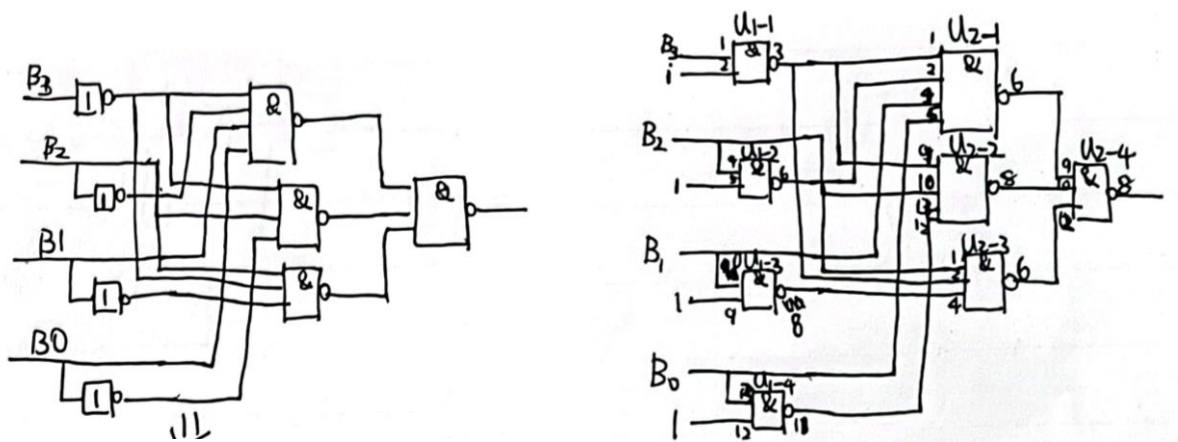
卡诺图：

B3B2\B1B0	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

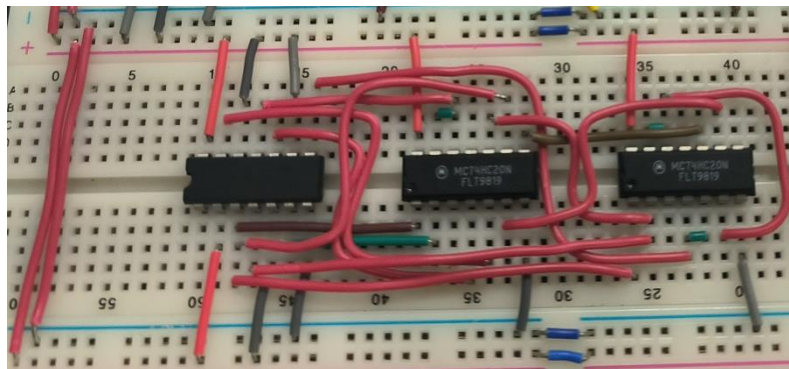
根据卡诺图得到表达式：

$$F = \overline{B_3} \overline{B_2} B_1 B_0 + \overline{B_3} B_2 \overline{B_0} + \overline{B_3} B_2 \overline{B_1} = \overline{\overline{B_3} \overline{B_2} B_1 B_0} \overline{\overline{B_3} B_2 \overline{B_0}} \overline{\overline{B_3} B_2 \overline{B_1}}$$

根据表达式画出逻辑原理图：



预搭接硬件连接图（实物连线拍照）：



2、用三种方案设计实现 3 位二进制原码转补码电路(3 位二进制数仅考虑 0 和负数，且已省去符号位)

根据题意列出真值表

A2	A1	A0	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0

1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1

a) 全部用门电路实现

卡诺图：

S2

A2/A1A0	00	01	11	10
0		1	1	1
1	1			

S1

A2/A1A0	00	01	11	10
0		1		1
1		1		1

S0

A2/A1A0	00	01	11	10
0		1	1	
1		1	1	

根据卡诺图得到表达式：

$$S_2 = A_2 \overline{A_1} \overline{A_0} + \overline{A_2} A_1 + \overline{A_2} A_0 = \overline{\overline{A_2} \overline{A_1} \overline{A_0}} \overline{\overline{A_2} A_1} \overline{\overline{A_2} A_1}$$

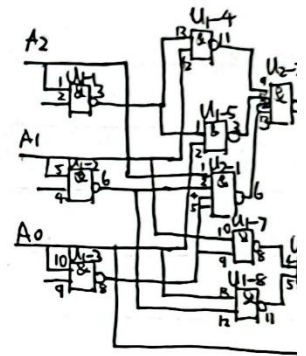
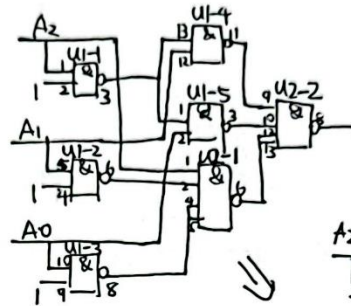
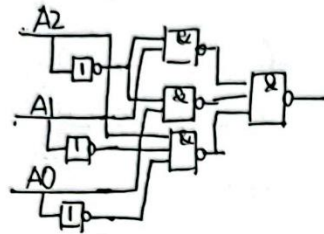
$$S_1 = \overline{A_1} A_0 + A_1 \overline{A_0} = \overline{\overline{\overline{A_1} A_0}} \overline{\overline{A_1 A_0}}$$

$$S_0 = A_0$$

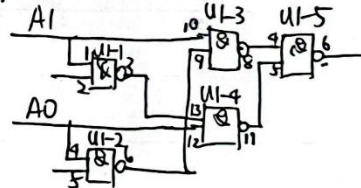
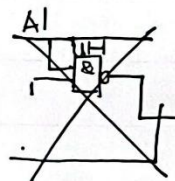
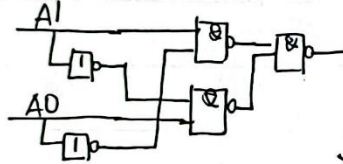
根据表达式画出逻辑原理图：

$$= \overline{A_2} (A_0 + A_1) + A_2 \overline{A_1} \overline{A_0} = \overline{A_2} \overline{A_0} \overline{A_1} + A_2 \overline{A_1} \overline{A_0} = \overline{A_2} \overline{A_0} \overline{A_1} + A_2 \overline{A_1} \overline{A_0}$$

$$S_2 = \overline{A_2} \overline{A_0} + \overline{A_2} A_1 + A_2 \overline{A_1} \overline{A_0} = \overline{A_2} \overline{A_0} \overline{A_1} + \overline{A_2} \overline{A_0} A_1 + A_2 \overline{A_1} \overline{A_0}$$



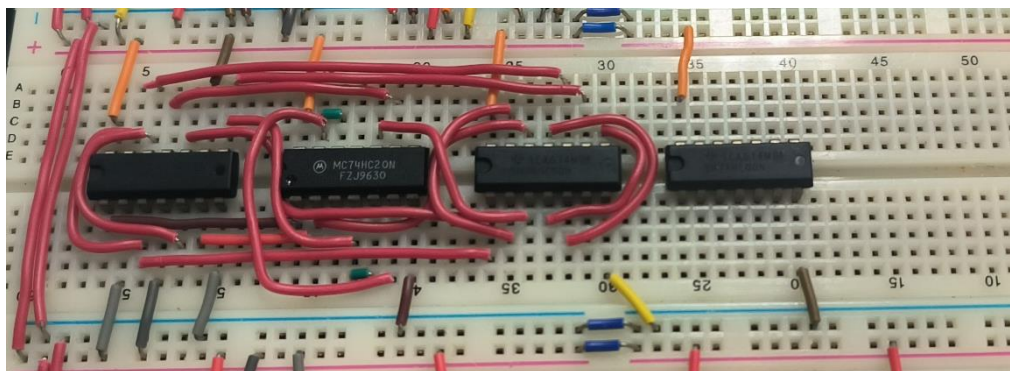
$$S_1 = \overline{A_1} \overline{A_0} + A_1 \overline{A_0} = \overline{A_1} \overline{A_0} + A_1 \overline{A_0}$$



$$S_0 = A_0$$

A0 → S0

预搭建硬件连接图（实物连线拍照）：



b) 用数据选择器 74151+门电路实现

结合 151 功能得到逻辑表达式：

$$S_2 = \overline{A_2} \overline{A_1} \overline{A_0} + \overline{A_2} \overline{A_1} A_0 + \overline{A_2} A_1 \overline{A_0} + A_2 \overline{A_1} \overline{A_0}$$

$$S_1 = \overline{A_2} \overline{A_1} A_0 + \overline{A_2} A_1 \overline{A_0} + A_2 \overline{A_1} A_0 + A_2 A_1 \overline{A_0}$$

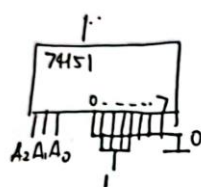
$$S_0 = \overline{A_2} \overline{A_1} A_0 + \overline{A_2} A_1 A_0 + A_2 \overline{A_1} A_0 + A_2 A_1 A_0$$

根据表达式画出逻辑原理图：

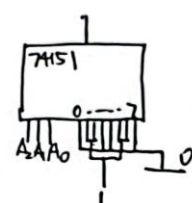
74151

	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7
$S_2 = \overline{A}$	1	1	1	1				
S_1		1	1			1	1	
S_2		1		1		1		1

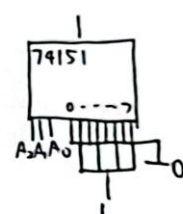
$S_2 = \overline{A}$ S_2 :



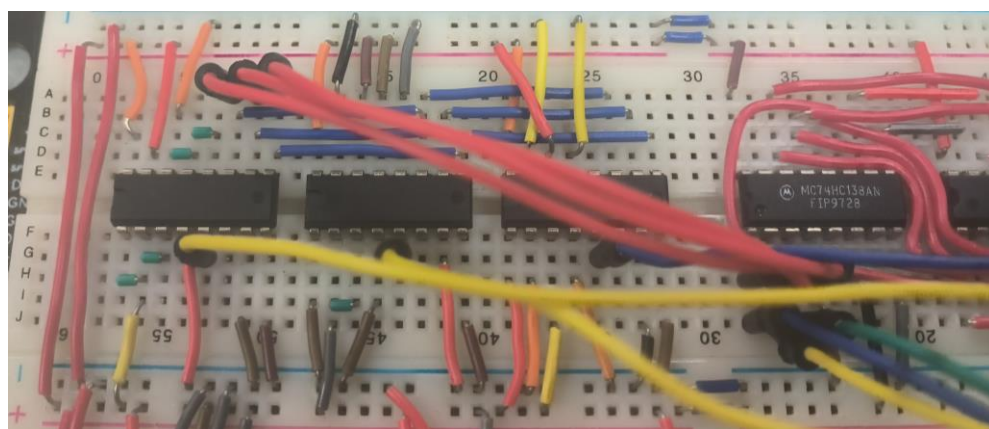
S_1



S_2



预搭接硬件连接图（实物连线拍照）：



c) 用三八译码器 74138+门电路实现

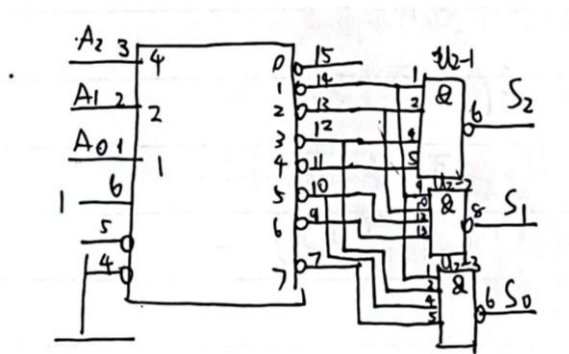
结合 138 功能得到逻辑表达式：

$$S_2 = \overline{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3 \cdot D_4}$$

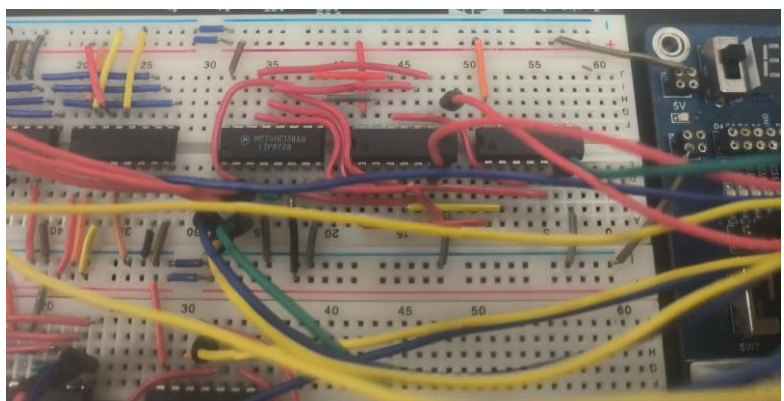
$$S_1 = \overline{D_1 \cdot D_2 \cdot D_5 \cdot D_6}$$

$$S_0 = \overline{D_1 \cdot D_3 \cdot D_5 \cdot D_7}$$

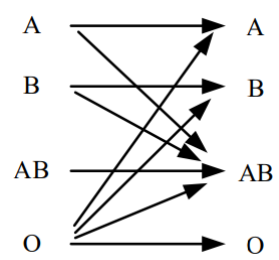
根据表达式画出逻辑原理图：



预搭建硬件连接图（实物连线拍照）：



3、 人类有四种血型：A、B、AB 和 O 型。输血时，输血者与受血者必须符合下图的规定，否则有生命危险， 利用数据选择器和最少数量的与非门，完成血型配对任务。



设 01（或 10, 00, 目的最简）代表 A 型血， 10 代表 B 型血， 00 代表 O 型血， 11 代表 AB 型血， A1B1 1 代表输血， A2B2 0 代表受血， Y 代表输出。列出真值表：

A1	B1	输血	A2	B2	受血	Y
0	0	1	0	0	0	1
		1	0	1	0	1
		1	1	0	0	1
		1	1	1	0	1
0	1	1	0	0	0	0
		1	0	1	0	1
		1	1	0	0	0
		1	1	1	0	1

1	0	1	0	0	0	0
		1	0	1	0	0
		1	1	0	0	1
		1	1	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0
		1	0	1	0	0
		1	1	0	0	0
		1	1	1	0	1

得到卡诺图，并降维化简：

A1B1\A2B2	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01		1	1	
11			1	
10			1	1

$$Y = \overline{A_1} \overline{B_1} + A_2 B_2 + A_2 \overline{B_1} + \overline{A_1} B_2$$

结合 74151 数据选择器的逻辑表达式：

$$Y = (A_2 + \overline{A_1}) B_2 + (\overline{A_1} \overline{B_1} + A_2 \overline{B_1}) \overline{B_2}$$

其中 $A_1 B_1 A_2$ 对应 74151 的 421 接口

$$Y = (A_2 + \overline{A_1}) B_2 (\overline{A_1} \overline{B_1} + A_2 \overline{B_1}) \overline{B_2}$$

对于 B2 对应的 74151

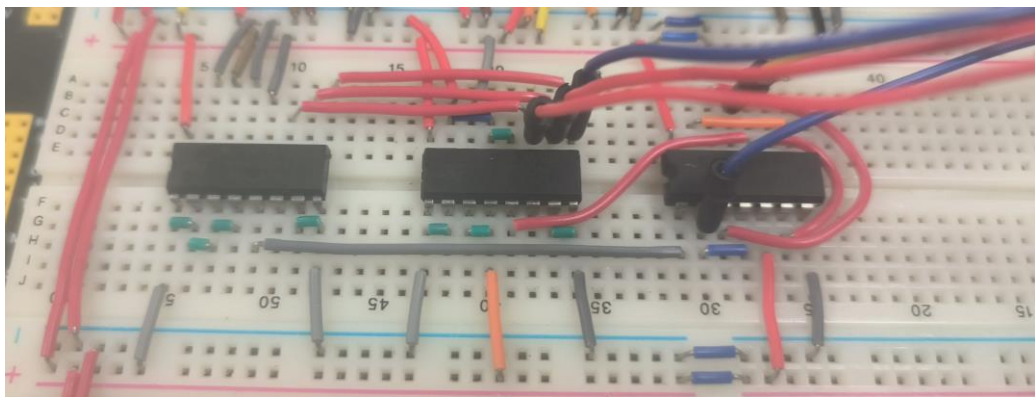
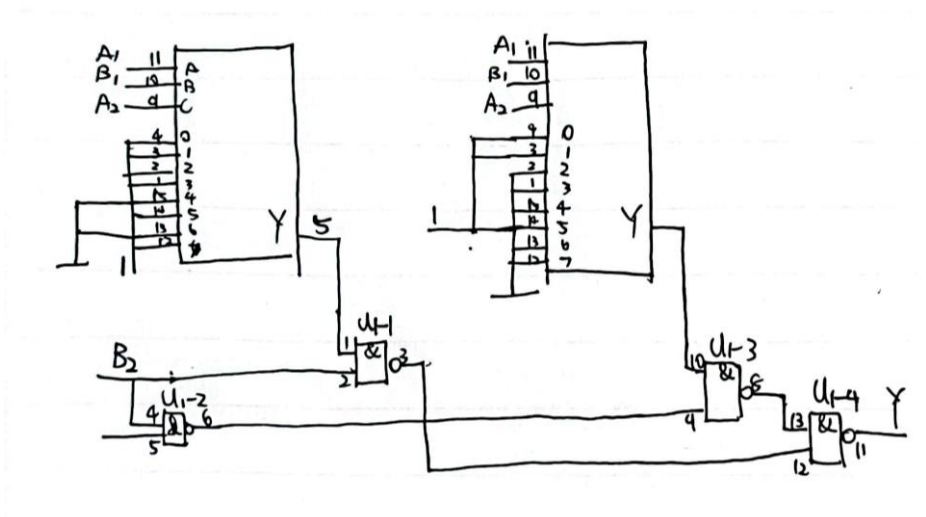
A1	B1	A2	74151 输出
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

对于 B2 非对应的 74151

A1	B1	A2	74151 输出
0	0	0	1
0	0	1	1

0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

逻辑原理图



4、选做实验

保险箱数字密码锁

设计一个保险箱的数字密码锁，该锁有规定的 4 位代码 A_1, A_2, A_3, A_4 的输入端和一个开箱钥匙孔信号 E 的输出端，锁的代码由实验者自编（例如 1011），当用钥匙开箱时（ $E=1$ ），如果输入代码符合锁规定代码，保险箱被打开（ $Z_1=1$ ）；如果不符，电路将发生报警信号（ $Z_2=1$ ）。要求使用最少数量的与非门实现电路，检测并记录实验结果

设置密码为 _____，根据要求列出真值表：

卡诺图：

根据卡诺图得到表达式：

根据表达式画出原理图：

三、实验仪器（实验过程中用到的仪器设备型号，使用情况，使用软件）

四、实验记录

1、数值判别电路

a) 8421BCD 码

验证表格如下：

B3	B2	B2	B1	B0
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0

b) 4 位 2 进制数

验证表格如下：

B3	B2	B2	B1	B0
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0

1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

2、二进制原码转补码电路

a) 全部用门电路实现

验证表格如下：

B2	B1	B0	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1

b) 用数据选择器 74151+门电路实现

验证表格如下：

B2	B1	B0	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1

c) 用三八译码器 74138+门电路实现

验证表格如下：

B2	B1	B0	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1

3、血型判别

验证表格如下：

A1	B1	A2	B2	Y
0	0	0	0	1
		0	1	1
		1	0	1
		1	1	1
0	1	0	0	0
		0	1	1
		1	0	0
		1	1	1
1	0	0	0	0
		0	1	0
		1	0	1
		1	1	1
1	1	0	0	0
		0	1	0
		1	0	0
		1	1	1

4、选做实验密码锁

验证表格如下：

五、实验分析（根据实验记录分析描述各实验结果是否符合设计要求）

六、实验小结（总结实验完成情况，对设计方案和实验结果做必要的讨论，简述实验收获和体会）

七、参考资料（记录实验过程阅读的有关资料，包含资料名称、作者等）

（PS：模板部分为蓝色字，自己描述的部分用黑色字，5号字，便于区别，完成报告时此行字删除）