

中山大学数据科学与计算机学院本科生实验报告

(2017学年秋季学期)

课程名称：数字电路与逻辑设计实验 任课教师：保延翔 助教：岳锐

年级&班级	16级教务二班	专业(方向)	软件工程
学号	16340154	姓名	刘硕
电话	13954608969	Email	ninomyemail@163.com
开始日期	2017.11.19	完成日期	2017.11.24

一、实验目的

掌握中规模集成译码器的逻辑功能和使用方法
熟悉数码管的使用

二、实验原理

数码显示译码器

1.七段发光译码器

LED数码管是目前最常用的数字显示器。氛围共阴极和共阳极两种（本实验所用到的实验箱是共阴极七段发光数码管）。一个LED数码管可以显示0~9十进制数和一个小数点。要使LED数码管显示一个BCD码表示的十进制数就需要一个专门的译码器。该译码器要完成译码功能，还要有驱动能力。

2.BCD码七段译码驱动器

这种类别的译码器有74LS47（共阳极）、74LS48（共阴极）、CC4511（共阴极）等，本实验采用74LS48驱动器来驱动LED数码管。74LS48中，A0、A1、A2、A3为BCD码输入端；a到g译码输出端，高电平有效，用来驱动LED数码管； \overline{LT} 是灯测试输入端，当 \overline{LT} 为low时，译码全部输出high； \overline{RBI} 是灭零输入端， \overline{RBI} 为low时，不显示多余的零； $\overline{BI}/\overline{RB0}$ 作为输入使用时，是灭灯输入端，而作为输出使用的时候，是灭零输出端。实验箱的LED数码管已经与74LS48芯片接好了，实验时无需再连。

扫描式显示

对多个数字采用扫描式显示可以节省电能，这在一些场合很重要。对于某些系统输出的数据，用该用扫描式显示。利用数码管余晖效应和人眼的视觉残留，虽然某一时刻只有一个数码管在显示，但人眼看到的是多个数码管被同时点亮，有些系统，比如计算机，某些A/D转化器，是以这样的形式输出数据的：由选通开关控制多路开关（四位共阴极数码管拿一个位发光），先后送出（由高位到低位再回到高位）一个十进制BCD码。在高频状态下，人眼无法察觉出这种选通开关的变化，一般不同选通信号的波谷（或波峰）之间也会有间隔，但是高频状态下无法察觉。这种高频有序选通信号可以利用节拍发生器产生。

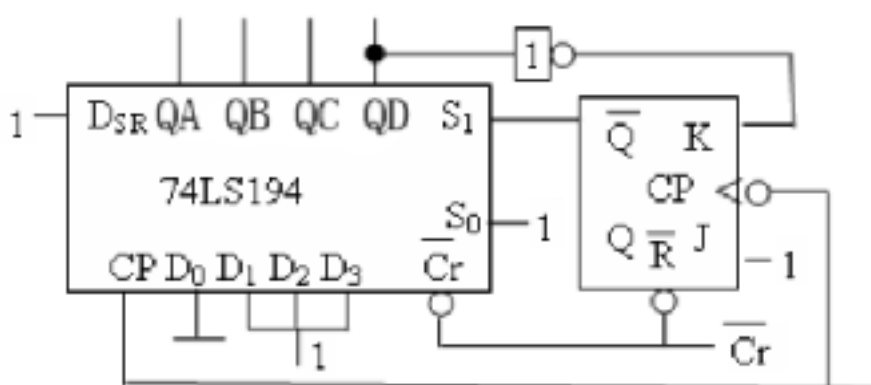
四节拍发生器

1.四节拍发生器的原理

扫描显示要求数码管按先后顺序显示。为了产生一种让四个共阴极数码管同时“发光”的视觉效应，要求进入的选通信号高频。通常这种类型的信号叫做节拍信号。如果使用的数码管是共阳极型，则波峰为有效信号；反之波谷有效。

2.构建四节拍发生器

构建一个四节拍发生器，需要两个部件：74LS73双J—K触发器以及74LS194移位寄存器。74LS194具有左移、右移、并行送数、保持、清除功能，引脚功能： \overline{CR} 是清除端，当它为low的时候，实现清除功能，所有输出无效；CP是时钟输入端；S0、S1是控制状态端，决定74LS194在非清除情况下的功能； D_{SR} （ D_{SL} ）为右（左）移时数据串行输入端；D0、D1、D2、D3是并行数据输入端；Q0、Q1、Q2、Q3是数据输出端。



3.四节拍发生器的工作流程

节拍发生器工作开始时，必须先清零。当 \overline{CR} 负脉冲过后，Q0、Q1、Q2、Q3全部为0；此时J—K触发器反向输出端为高，为并行送数状态，Q0、Q1、Q2、Q3输出0111。当第一个脉冲的上升沿到达的时候，置入0111，CP下降沿到达后，J—K触发器反向输出端为低，此时为右移状态。此后Q0、Q1、Q2、Q3输出分别为1011、1101、1110，以此往复。

八节拍发生器

八节拍发生器可以用74LS197和74LS138数据选择器构成。把74LS197任意三个相邻的数据输出端连接到74LS138的数据选择输入端，那么74LS138八个输出端将会依次输出有效电平，构成了八个节拍。

点阵图原理

实验箱8*8点阵由64个发光二极管组成，当二极管所在的位置的行电平为高，列电平为低时，相应二极管被点亮。实验箱上ROWA和COWA的1号引脚需接低电平，2号引脚需接高电平，以便点阵正常显示，因为ROWA和COWA的1号和2号引脚与实验箱点阵译码驱动器的输出允许端口相连。采用列扫描模式显示图案（实验箱点阵列为低电平选通），ROWA每端依次有效，实现逐列扫描。

三、实验仪器及器件

实验箱、示波器

74LS00（四组二输入与非门）、74LS48（BCD码七段译码驱动器）、74LS73（双J—K触发器）、74LS194（移位寄存器）

四、实验内容

实验箱设计一个电路在LED数码管上显示自己的8位学号

1.实现方法

法一（显示位置决定显示内容）：如前文描述的四节拍发生器所示，先用74LS194生成一个四节拍发生器。同时把设计好的四节拍发生器生成的选通信号对应于两个数码管位的每一位，此时已经得到一个四拍闪烁的LED数码管，但数字尚未设置为学号输出。节拍的位置，分别设置每一位应该显示的数字。因为每一个节拍跳一位，到达特定的位置的时候，显示内容是由位置决定的。显示结果为两个LED数码管从第一位到最后一位依次显示（Digit1和Digit5同时显示），显示学号中对应的数字。当频率足够大的时候，我们看上去就像是同时显示的8位学号。

法二（显示内容决定显示位置）：先用74LS197生成一个十六进制计数器；把计数器的四个输出连到LED数码管上。按照需要，把十六进制计数器的输出中出现学号数按对应位置接入数码管位选端。这个过程可以用各种逻辑门电路或者74LS138实现，但是囿于实验箱提供的芯片数量有限，而且74LS138芯片和数码管位选端都是低电平有效，所以用74LS138更加简洁。由于当计数是学号中的数字时候，对应的数码管位选端会有效，因此输出并不是从两个LED数码管第一位到最后一位依次显示的，而是从学号中数字较小的位置到学号中数字较大的位置显示。内容决定了每一个数字是否该显示和它们显示在哪个位置。虽然输出无序，当频率足够大的时候，依然看上去就像是同时显示的8位学号。

2.电路真值表（以后四位0154为例）

位选 ($Q_D Q_C Q_B Q_A$)	BCD3	BCD2	BCD1	BCD0
Digit5 (0111)	0	0	0	0
Digit6 (1011)	0	0	0	1
Digit7 (1101)	0	1	0	1
Digit8 (1110)	0	1	0	0

$$\text{BCD3} = \text{BCD1} = \text{low};$$

$$\text{BCD2} = Q_D Q_C \overline{Q_B} Q_A + Q_D Q_C Q_B \overline{Q_A};$$

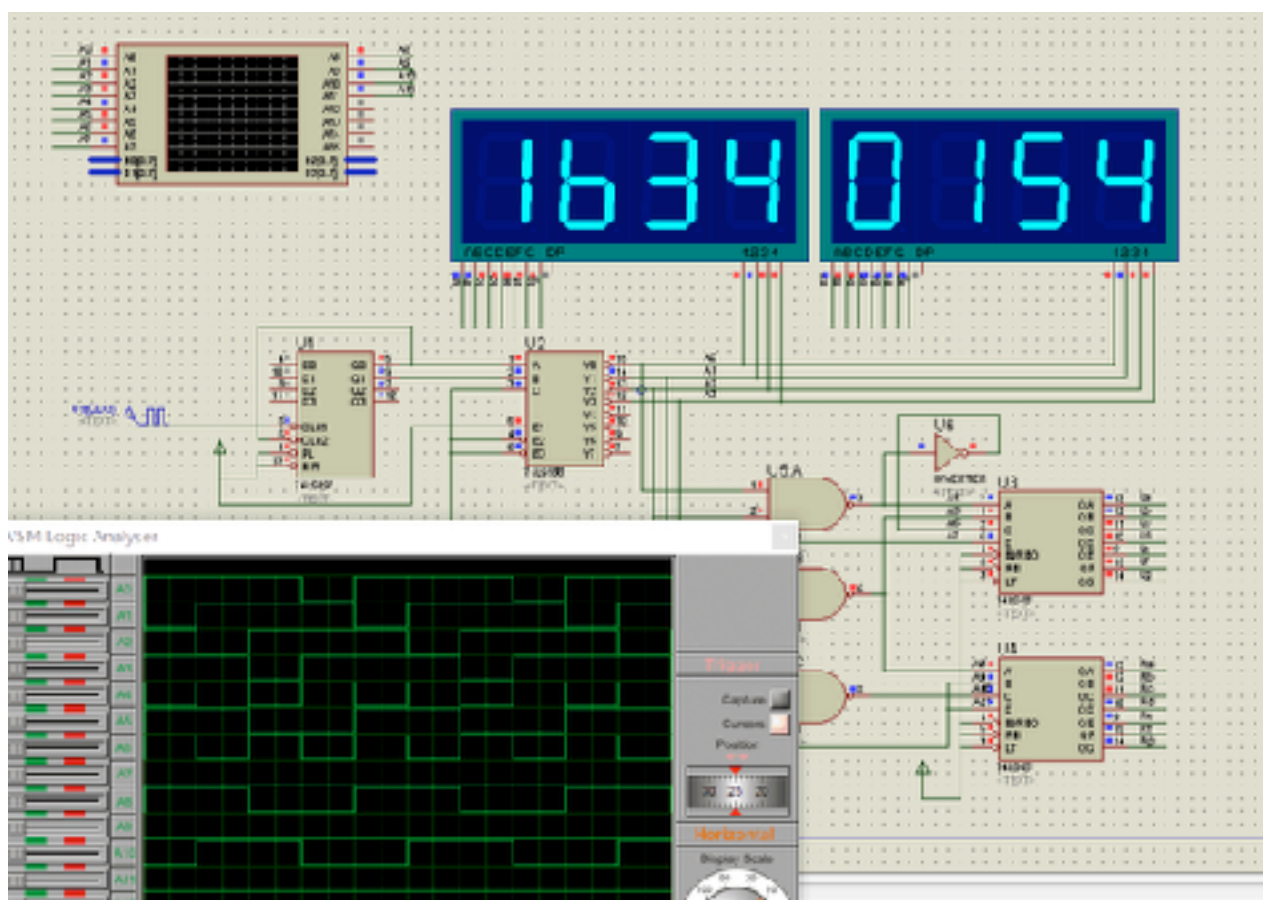
$$\text{BCD0} = Q_D \overline{Q_C} Q_B Q_A + Q_D Q_C \overline{Q_B} Q_A;$$

3.实验箱实现

经过了电路连接，最终在实验箱的两个LED数码管显示了自己学号，如图。



4. Proteus仿真



5. 实验中遇到的问题以及发现的技巧

这次实验出现了很多未预料到的问题。首先，在实验的初始阶段，电路的设计出现了错误：我把两种方法结合了，由于竞争与冒险现象的存在，实验现象很不理想。用节拍发生器本身就可以完成显示，我又同时把学号设计的任务交给了74LS138完成了。虽然两个部分频率相同，但存在信号毛刺，所以实验失败。另一个致命的失误是，一开始我对每一个节拍规定了输出数字后，没有考虑它对其他节拍信号的影响。换言之，我只是让每一拍在自己工作时BCD码有效，而其他拍的时候没有规定无效。这样做的后果是，在某些节拍的时候，BCD码出现了二义性。应该规定每位某些节拍有效的同时，规定其他拍无效。还有一个问题是，节拍发生器需要使用前清零，否则右移操作可能不是从第一位开始的。后果是节拍始于不定位，输出混乱。

“熟能生巧”，经过这次实验，我也摸索出一些小的技巧。有的BCD端口的输入可以经过其他端口的输入逻辑运算得到，这大大减少了电路复杂度。

在实验箱的点阵图上显示任意一个图形

1.实现方法

由于当二极管所在的位置的行电平为高，列电平为低时，相应二极管被点高，又因为74LS138可以产生八节拍，74LS138每一拍发生器的输出低电平有效。这样就可以把74LS138的八个输出端分别连到点阵图列位选端。当每个节拍有效的时候，起到每一列刷新一次的效果。例如，所选图案为“欣”字，画出点阵图草稿图案，把需要点亮的点的坐标记录下来，判断每一列有效（每一节拍）时需要闪烁的行，列出列-行输出真值表，判断出每一行的最简布尔表达式，并用实验箱提供的芯片完成连接。

2.真值表（每一列布尔表达式略）及实验结果

（囿于实验箱器材有限，部分行没有实现。但是轮廓可以看清是个“欣”字。）

输入			输出（点阵行设置）							
Q2	Q1	Q0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1



Basys3实验板实现用开关调节的八位学号前、后四位显示

1.实验方法

采用显示位置决定显示内容的方法，用一片74LS90（二-五-十进制计数器）和两片74LS138（3-8线译码器）芯片实现。74LS90计数器数据Q1、Q0输出端分别连两个74LS138的数据选择端的S1、S0，74LS138的数据选择端S2接地，构成一个四节拍发生器。切换开关接入138芯片的G1端（数据输入端）以实现前4位和后4位学号显示的切换。提供100Hz左右频率给7段数码管的BCD码输入端扫描显示4位数字（频率不能过高，因为点亮数码管需要一定时间）。

2.真值表及布尔表达式

X为控制前（后）四位输出开关，位选端 Q_1Q_0 为74LS90数据输出端。

X = 0 时，输出1634；X = 1时，输出0154。

位选 (Q_1Q_0)	BCD3	BCD2	BCD1	BCD0
Digit1 (00)	0	0	0	1
Digit2 (01)	0	1	1	0
Digit3 (10)	0	0	1	1
Digit4 (11)	0	1	0	0

位选 (Q_1Q_0)	BCD3	BCD2	BCD1	BCD0
Digit1 (00)	0	0	0	0
Digit2 (01)	0	0	0	1
Digit3 (10)	0	1	0	1
Digit4 (11)	0	1	0	0

数码管的数据四个输入端的表达式分别为：

$$\text{BCD3} = 0;$$

$$\text{BCD2} = \overline{Q_1} Q_0 \overline{X} + Q_1 \overline{Q_0} X + Q_1 Q_0;$$

$$\text{BCD1} = (Q_1 \oplus Q_0) \overline{X};$$

$$\text{BCD0} = \overline{Q_1} \overline{Q_0} \overline{X} + \overline{Q_1} Q_0 X + Q_1 \overline{Q_0};$$

3.实验结果



五、实验结论

本次实验运用了摩尔时序逻辑电路的设计。书上用74LS194和J—K触发器实现了节拍发生器，也可以运用时序逻辑电路设计的方法设计同样的节拍发生器。对时序逻辑电路“输出不仅仅取决于输入，还取决于之前状态”的性质有更深入理解，对数码管用法以及扫描式显示有了更多认识。