

数字电路试验 lab7

19 级计算机类 8 班

18324034

林天皓

2020 年 6 月 22 日至 2020 年 6 月 29 日

实验内容

实验内容

- 使用点阵显示任一自选固定图案（数字、字母或图形）
- 使用点阵显示字母 ‘X’
- 使用点阵显示汉字 ‘中大’
- 注意：选用8*8的点阵， 建议选择对称性图案实现

实验原理

点阵具有行选择端和列选择端口，这里我们利用 MATRIX-8X8,它具有高电平有效的列选通端口和低电平有效的行选通端口。通过改造 74LS197 这一十六进制计数器，使它成为八进制计数器。通过构建时钟信号与行与列选通型号的对照对照表，再使用 74LS138 这个 3-8 译码器译码，将译码后的的信号通过门电路的组合形成组合逻辑电

路，完成时钟信号到行与列的选通的转换关系，利用这八进制计数器，控制每一行每一列应该输出的信号，通过周期的控制端口显示点阵，利用显示扫描的视觉效果，进行行扫描和列扫描，高频率的周而复始，来完成显示对应点阵图案的效果

实验设计

1. 使用点阵显示 X 的电路设计

实现显示 X 的电路设计有多种方法，区别在于显示点阵的顺序不同，这里，我选取从四周到中央的实现方式。

同时，由于 X 图形是左右对称同时上下对称的图形，实际上，只用控制 4x4 的方块，做对称即可完成图形 X 的显示。

所以,实际上仅仅需要使用四个时钟状态,因此,在电路设计中,仅仅使用了 74LS197 中的 Q0 和 Q1，作为一个四进制计数器。

先构建不同时钟状态对应的行与列信号选通表

(1) 时钟状态与行选通信号对照表（低电平有效）

时钟状态	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	0	1
2	1	1	0	1	1	0	1	1
3	1	1	1	0	0	1	1	1

表 1-图形 X 行选通信号

(2) 时钟状态与列选通信号对照表（高电平为有效）

时钟状态	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0	1	0	0

3	0	0	0	1	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

表 2-图形 X 列选信号

根据对对应信号转换表，设计对应逻辑电路

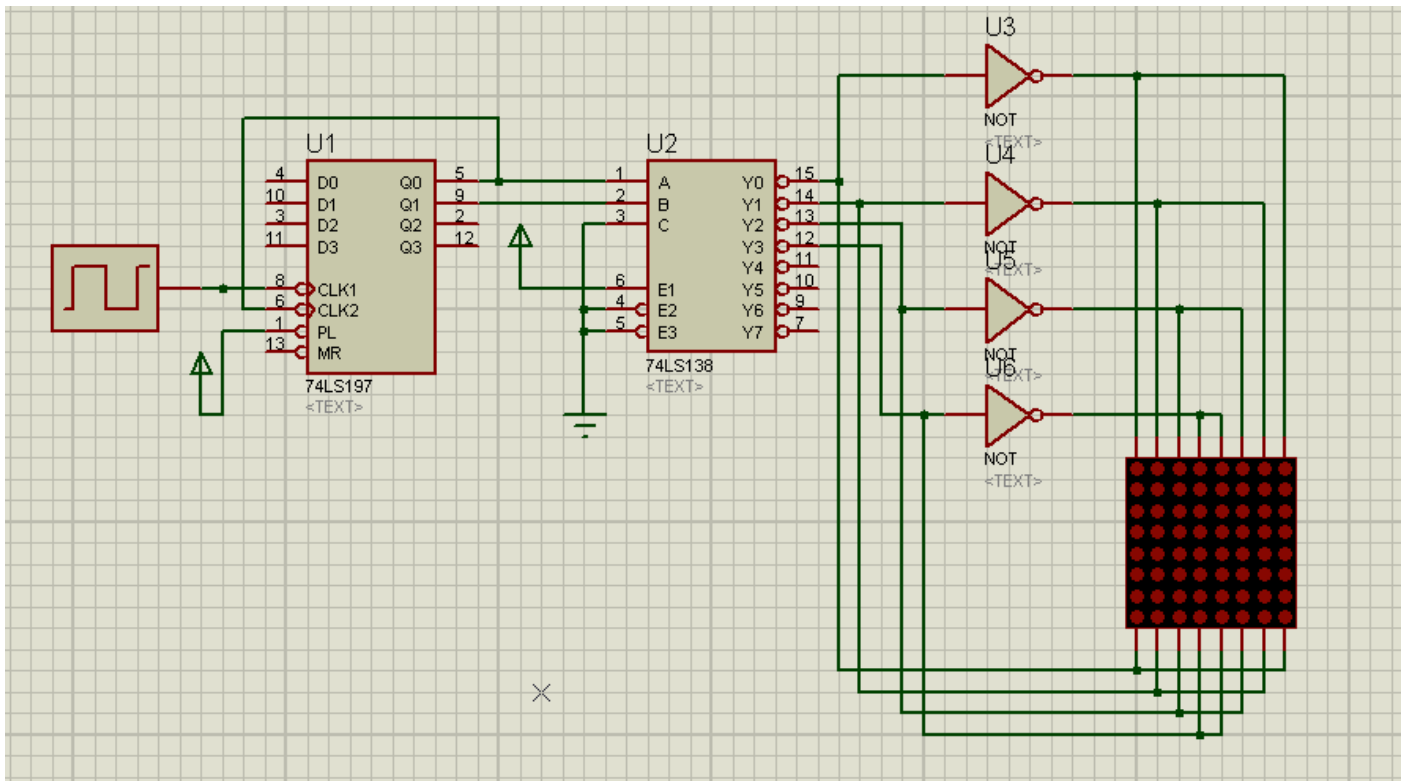


图 1-显示 X 组合逻辑电路

图中，由使用 74LS138 转换四进制计数器信号以供点阵使用。

2. 使用点阵显示汉字中大的电路设计

设计显示中大的电路图

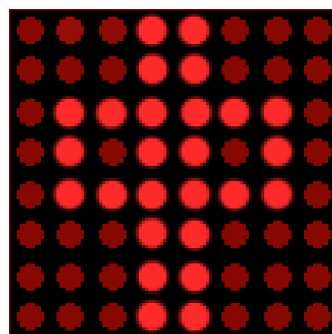


图 2-显示中字效果图

(1) 显示中字

由于实现显示中字的方式有多种，这里我在横向方向上使用从外到内的扫描方式，由于中字是上下对称的图形，实际上，只用控制 4x8 的方块，做对称即可完成中字

的显示，这里只使用 4 个时钟状态。

设计时钟状态与行选通的信号的对照表（低电平有效）

时钟状态	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1
2	1	1	0	1	0	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3-中字行选通信号

设计时钟状态与列选通的信号的对照表（高电平有效）

时钟状态	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0	0

表 4-中字列选通信号

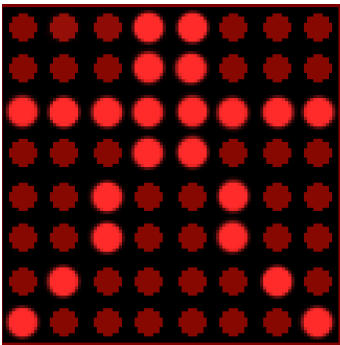


图 3-显示大字效果图

(2) 显示大字

由于实现显示大字的方式有多种，这里我在横向方向上使用从外到内的扫描方式，由于大字是上下对称的图形，实际上，只用控制 4x8 的方块，做对称即可完成中字的显示，这里只使用 4 个时钟状态。

设计时钟状态与行选通的信号的对照表（低电平有效）

时钟状态	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
0	0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1	1
2	1	1	0	1	1	1	0	1
3	1	1	0	1	1	1	1	0

表 5-大字行选通信号

设计时钟状态与列选通的信号的对照表（高电平有效）

时钟状态	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0	0

表 6-大字列选通信号

组合显示中大所用到的逻辑电路

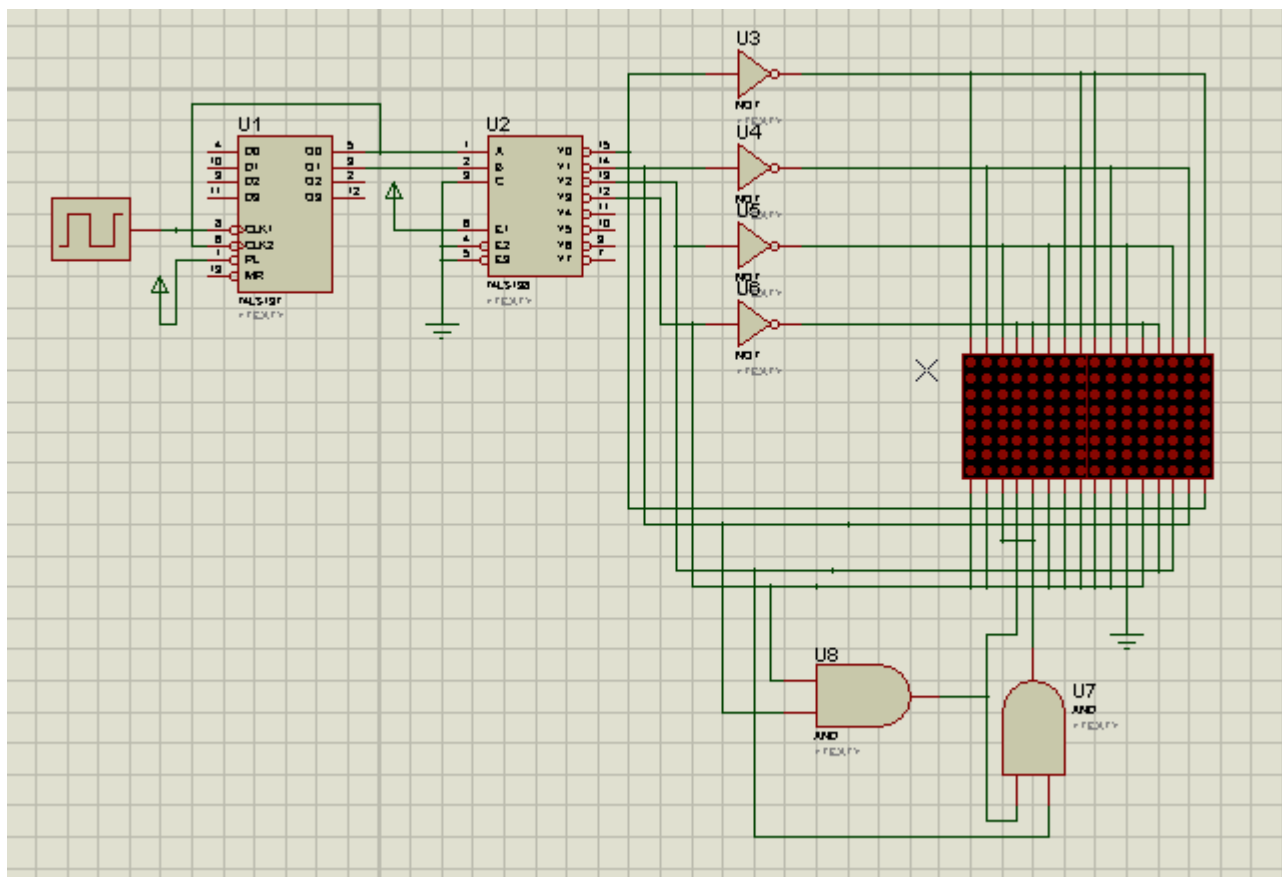


图 4-显示中大组合逻辑电路

3. 使用点阵显示任一自选固定图案（数字、字母或者图形）（建议选择对称图形）

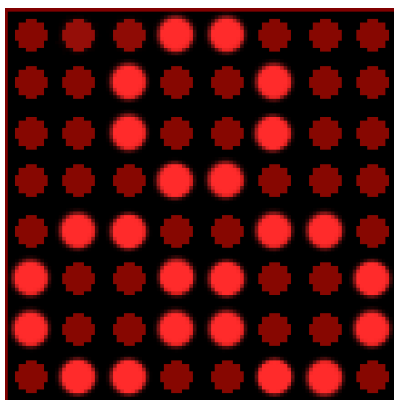


图 5-显示三个圆圈图案效果图

(2) 显示该图案

这里选择实现显示三个圆圈，是左右对称图形由于实现显示三个圆圈的方式有多种，这里我在横向方向上使用从外到内的扫描方式，由于该图案字是左右对称的图形，实际上，只用控制 4x8 的方块，做对称即可完成该图案的显示，这里只使用 4 个时钟状态。

设计时钟状态与行选通的信号的对照表（低电平有效）

时钟状态	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
0	1	1	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	1	0
2	1	0	0	1	0	1	1	0
3	0	1	1	0	1	0	0	1

表 7-三个圆圈图案行选通信号

设计时钟状态与列选通的信号的对照表（高电平有效）

时钟状态	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0	1	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0	0

表 8-三个圆圈图案列选通信号

实现逻辑电路设计

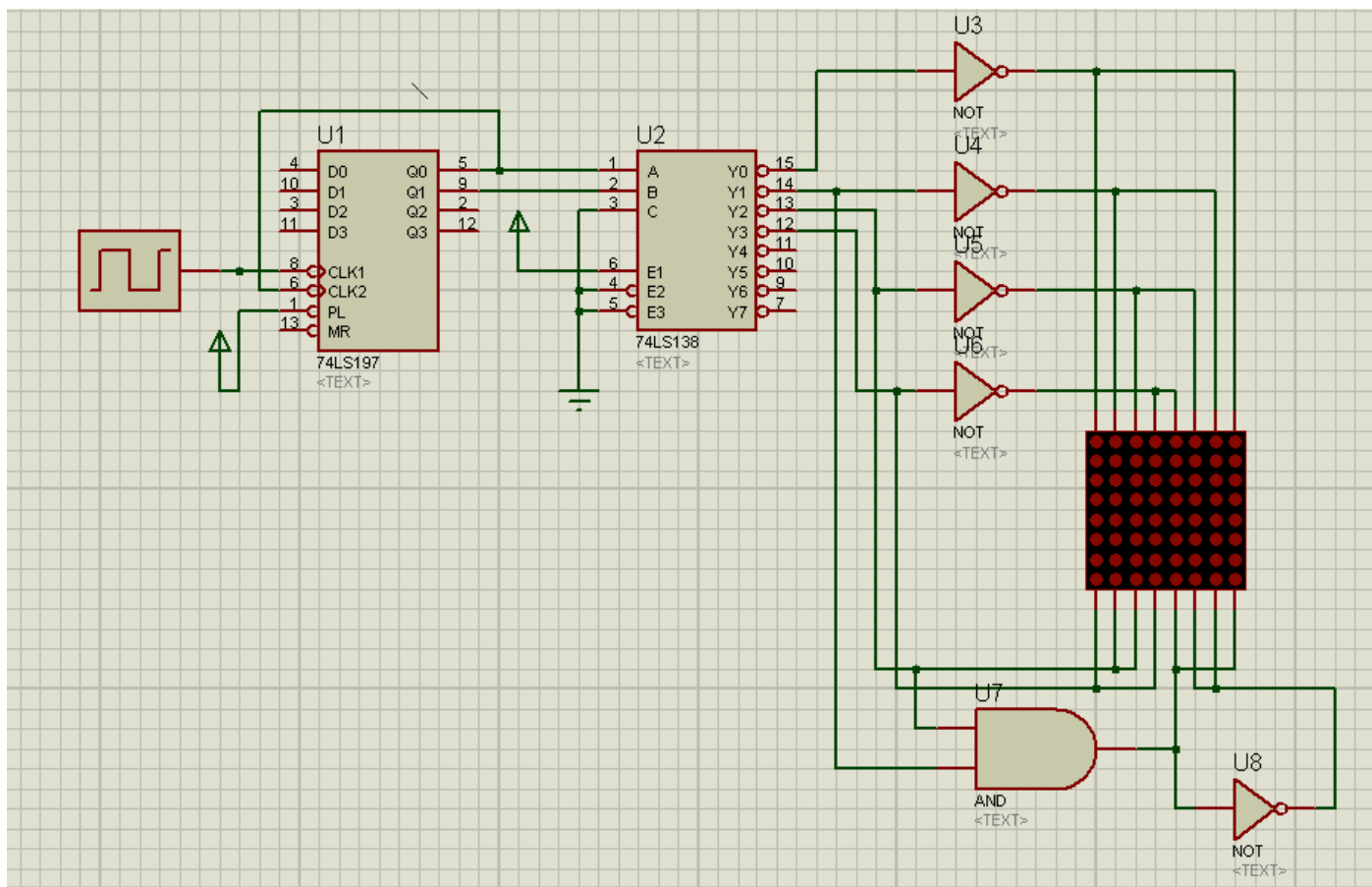


图 6-显示三个圆圈图案组合逻辑电路

实验结果、分析、结论

1. 使用点阵显示 X

运行中效果图

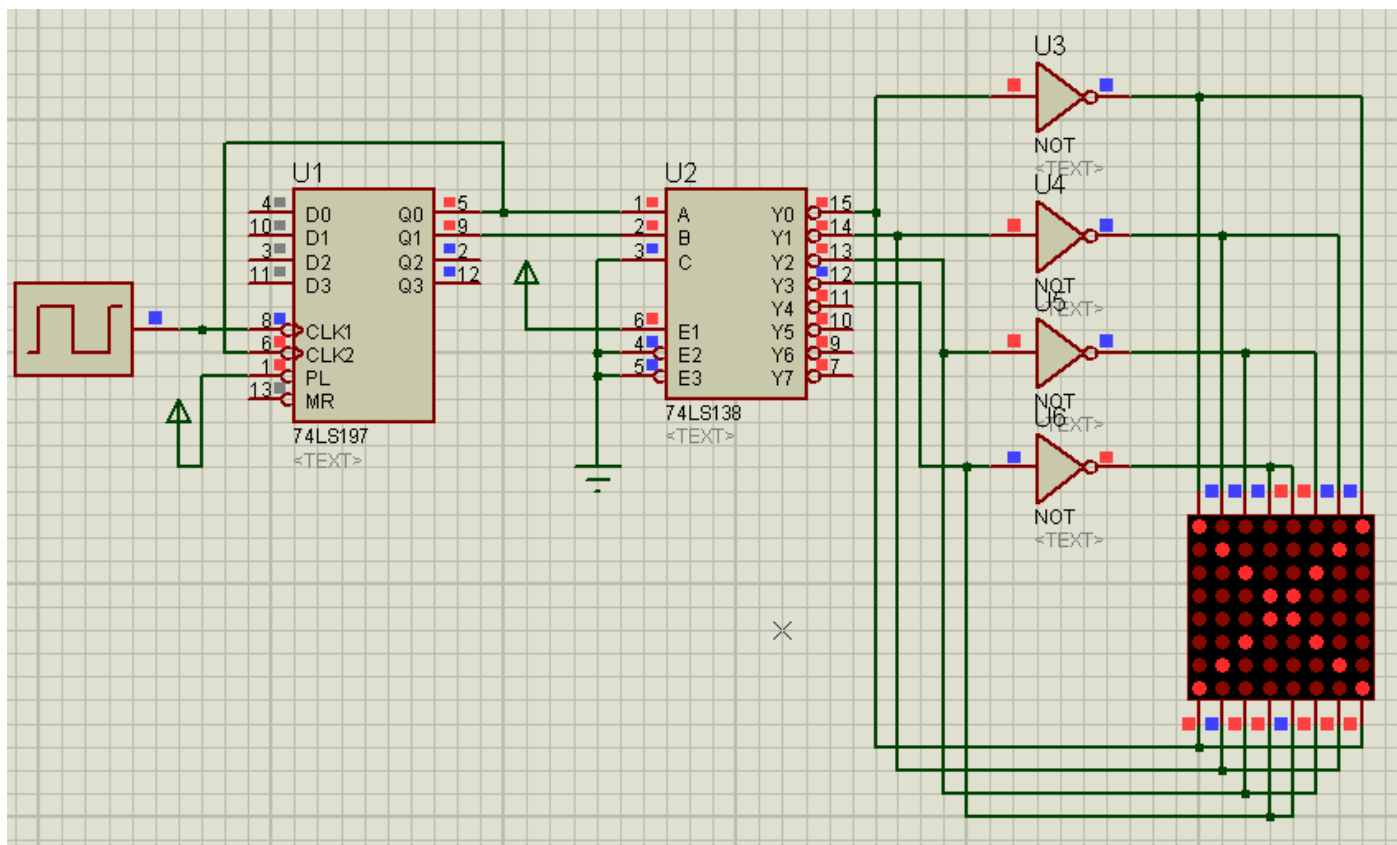


图 7-显示 X 运行中

分析：显示 X 无误

示波器如图

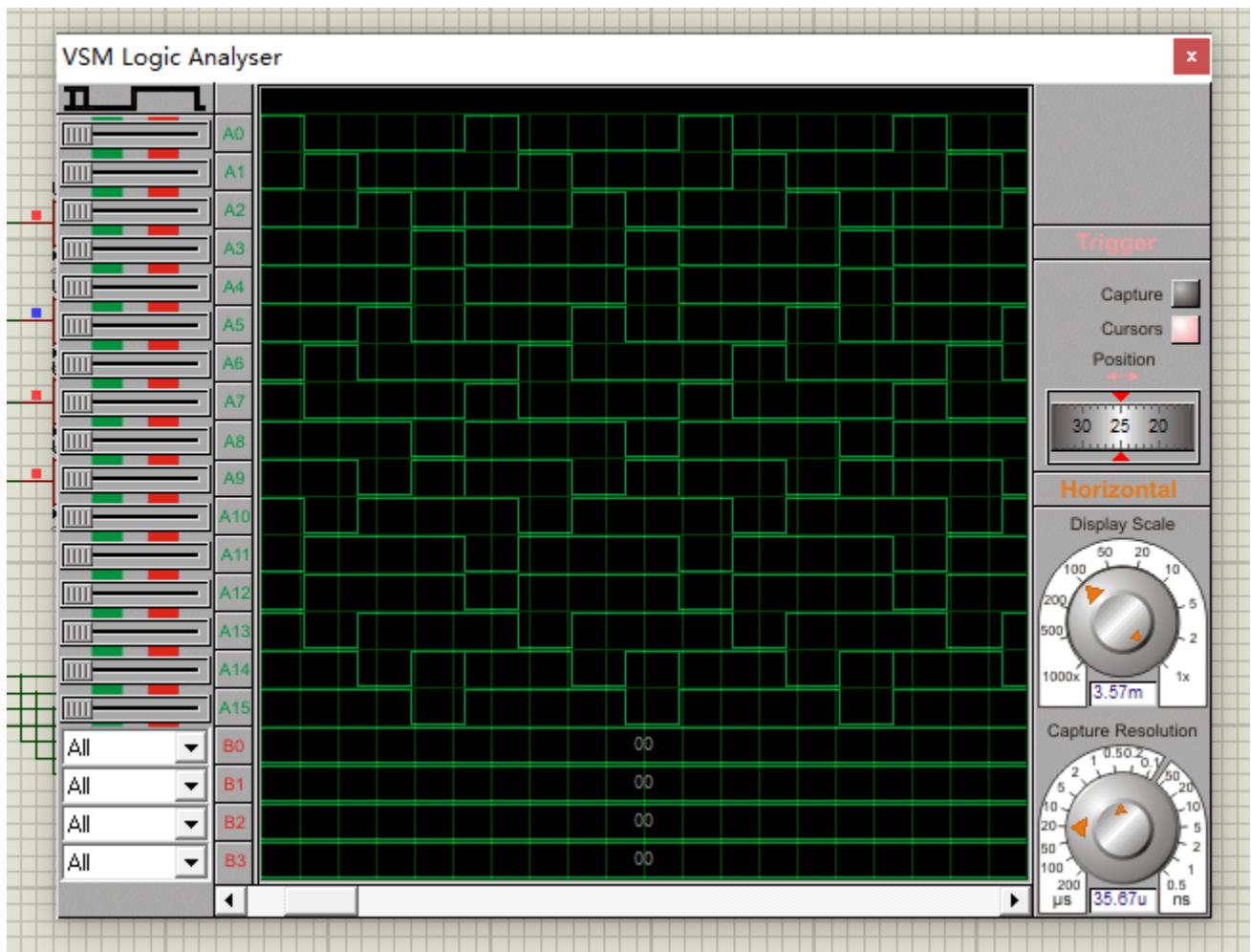


图 8-显示 X 示波器

分析：图中 A0-A7 分别代表列选通信号，A8-A16 分别代表行选通信号，与设计对照表一致。

结论：波形图如同设计表所示，完成了 X 的显示。

2. 使用点阵显示中大

(1) 显示中大

运行中效果图

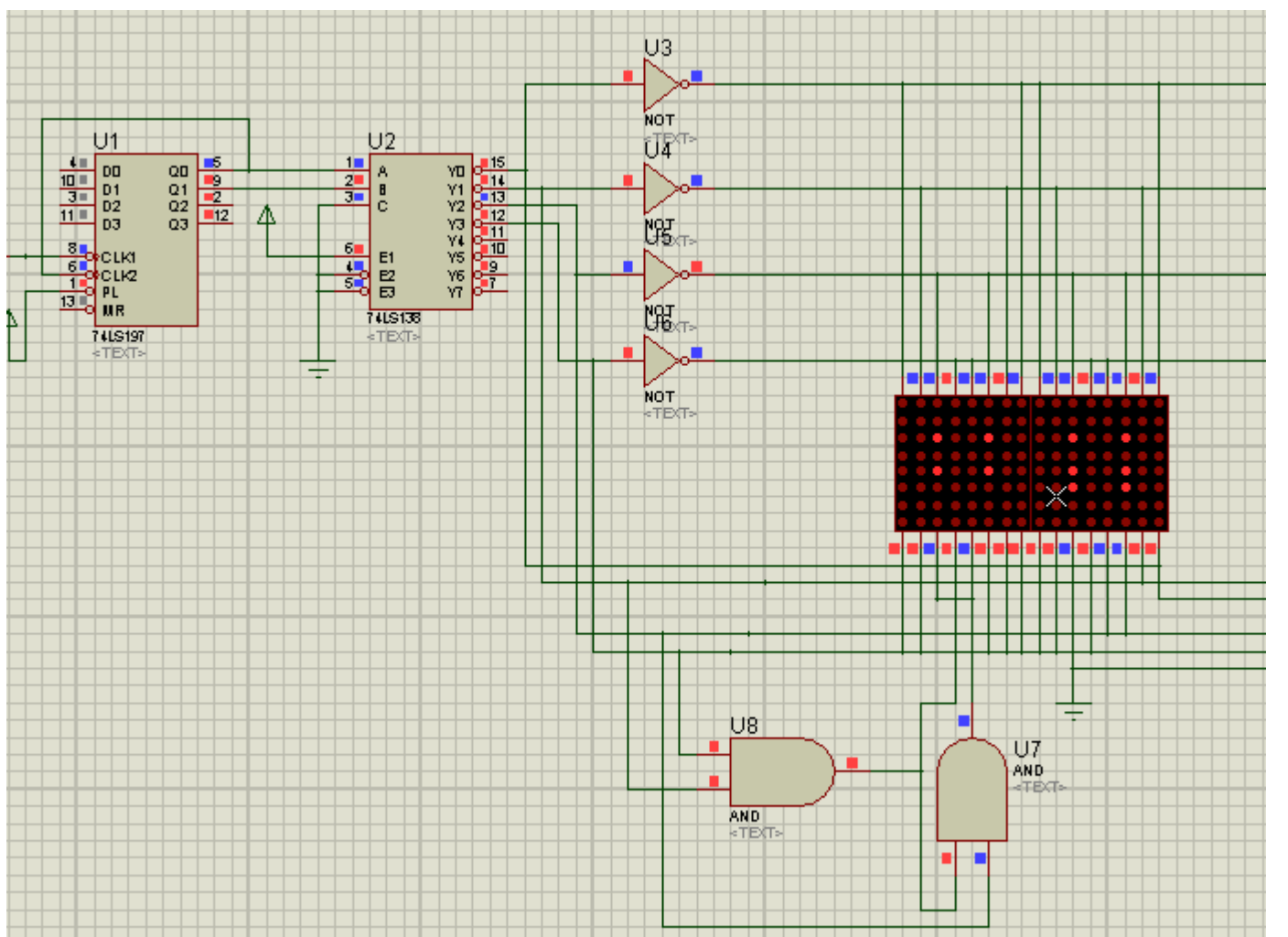
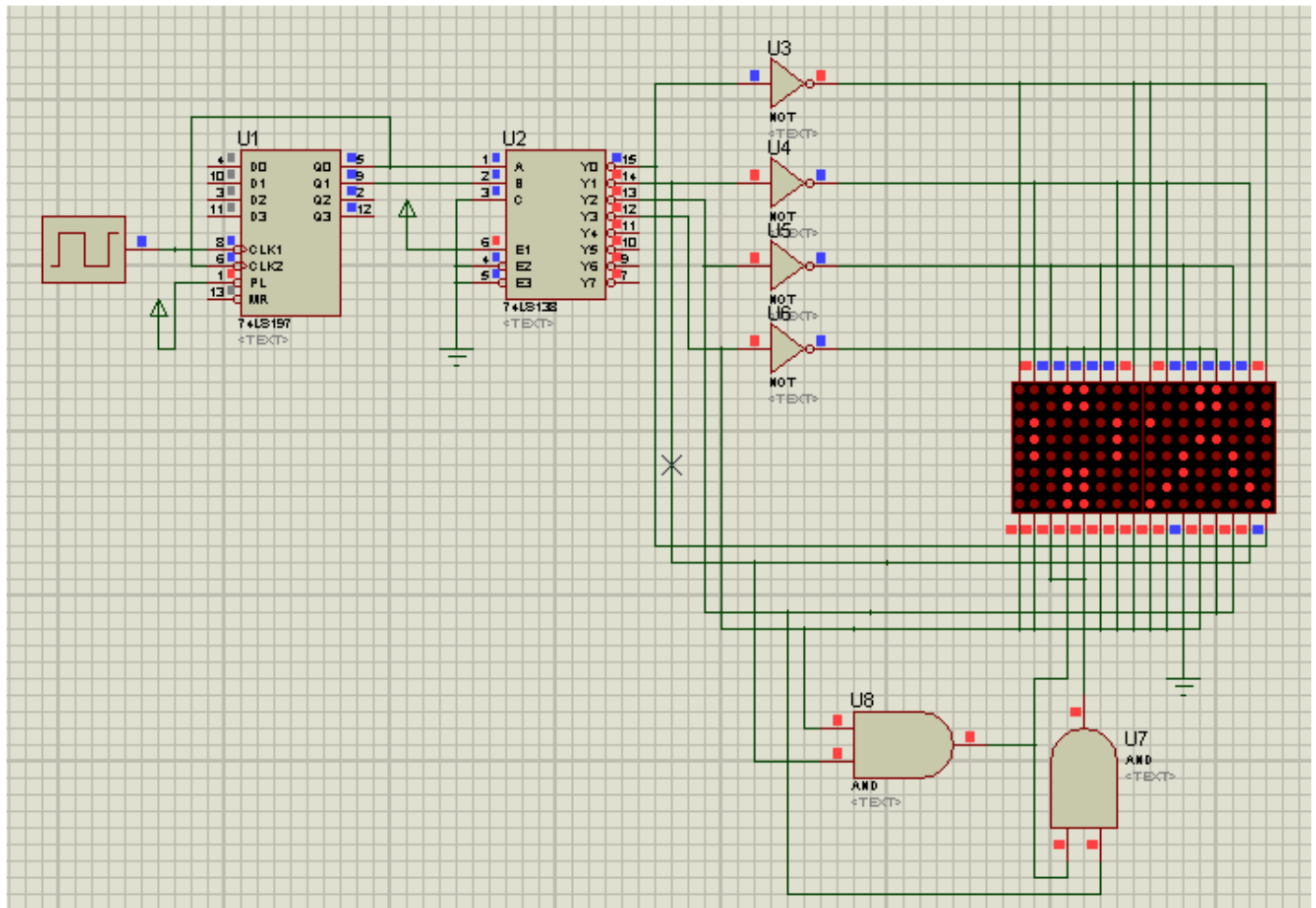


图 9 图 10-显示中大运行中

(图中显示不全，通过降低频率可见。)

中字部分示波器如图

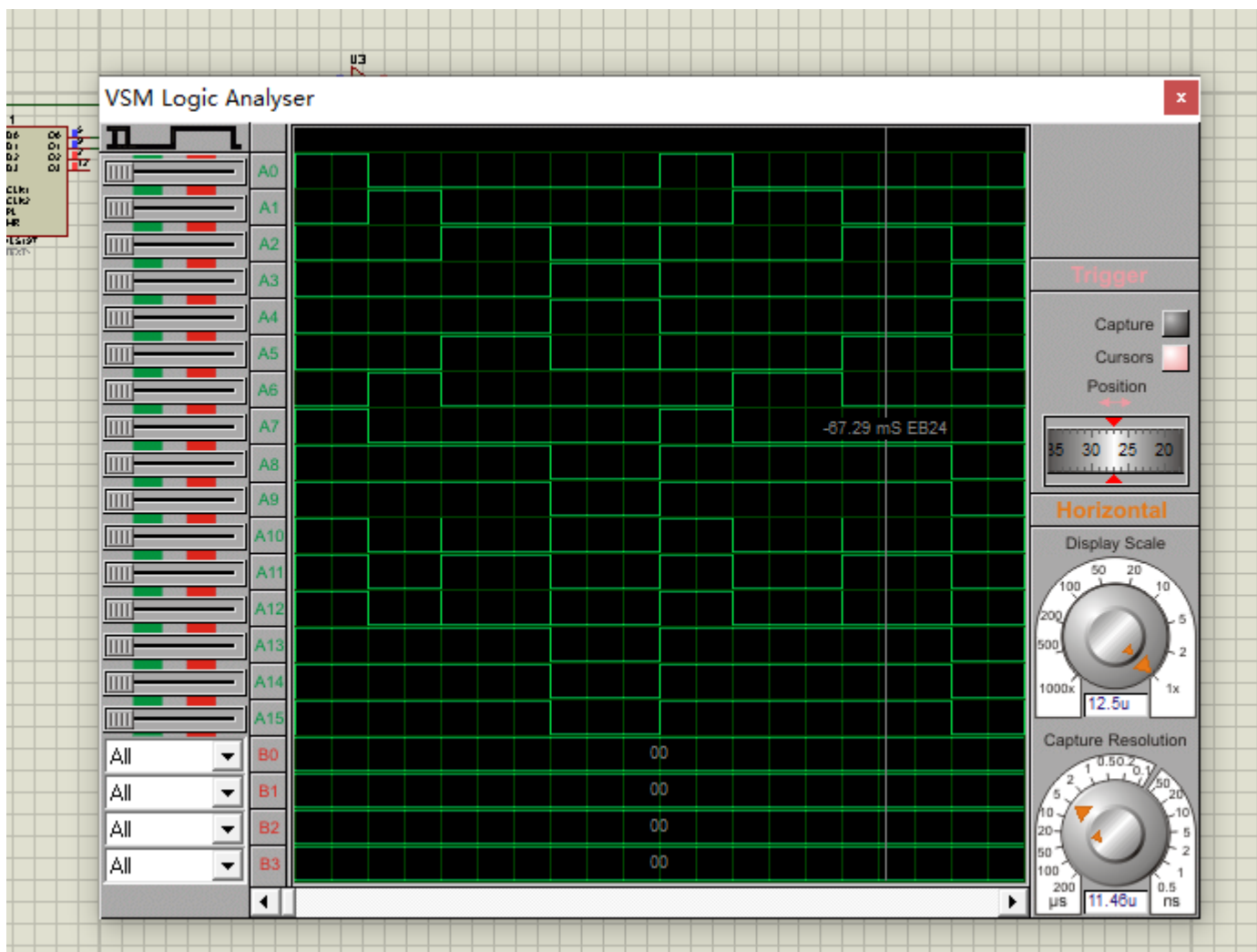


图 11-显示中字示波器

分析：图中 A0-A7 分别代表中位列选通信号，A8-A16 分别代表中字形选通信号，与设计的对照表一致。

大字部分示波器如图

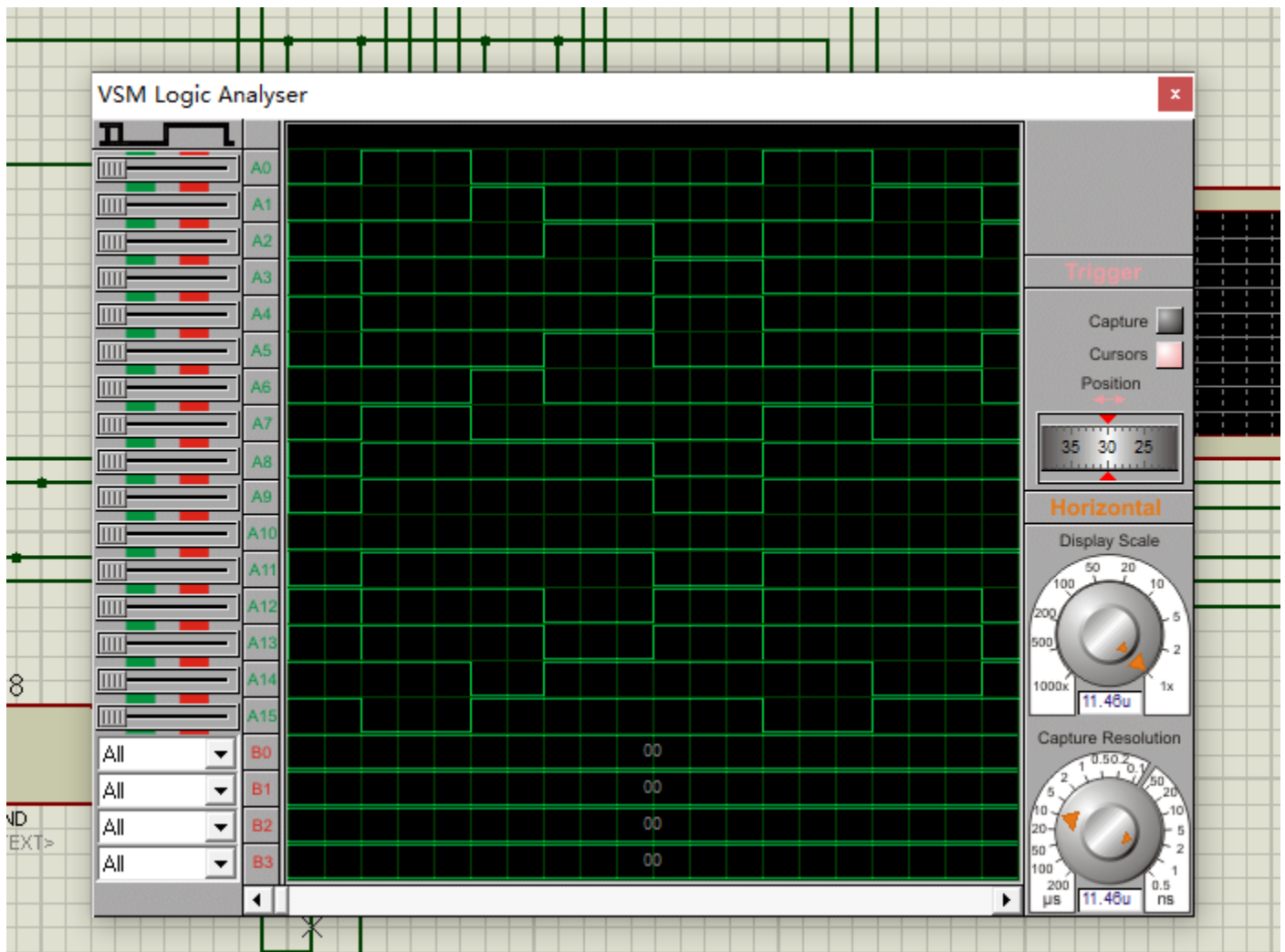


图 12-显示大字效果图

分析：图中 A0-A7 分别代表大字列选通信号，A8-A16 分别代表大字行选通信号，与设计的对照表一致。

结论：波形图如同设计表所示，完成了中大的显示。

3. 使用点阵显示三个圆圈图案

运行中效果图

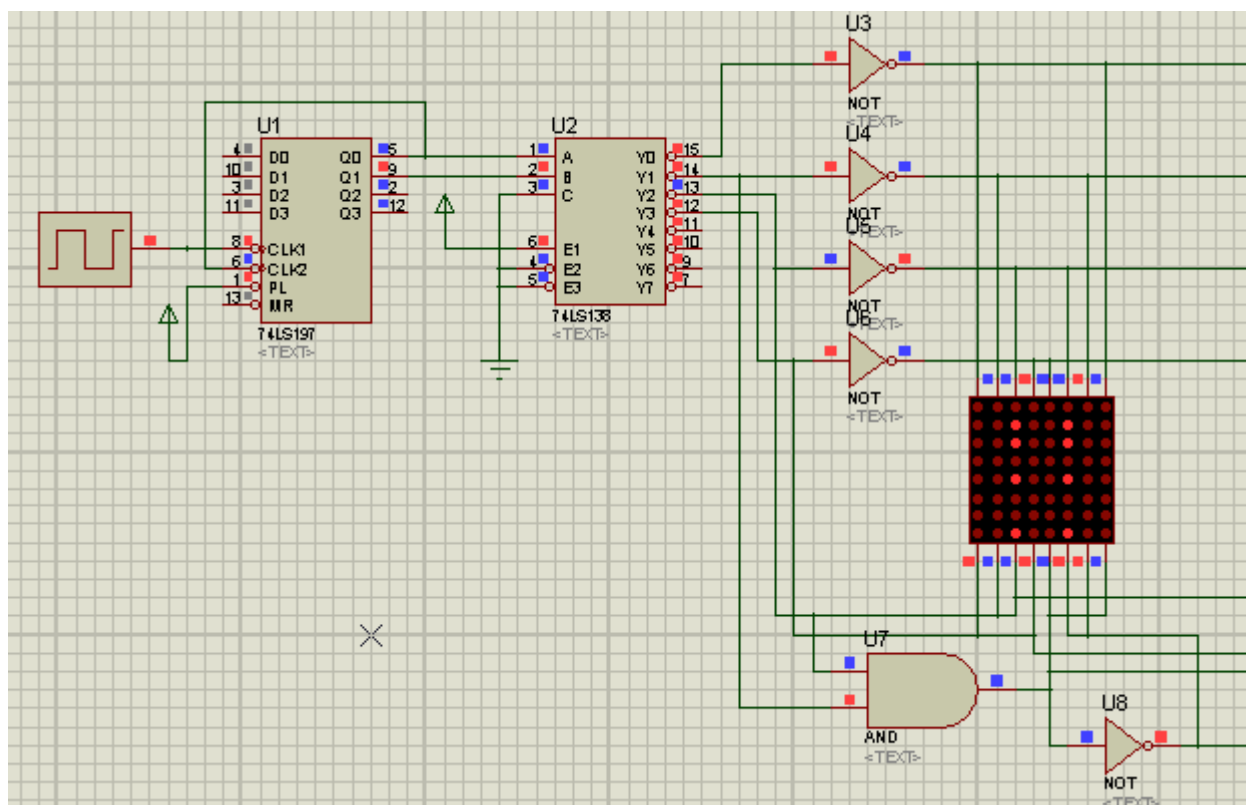
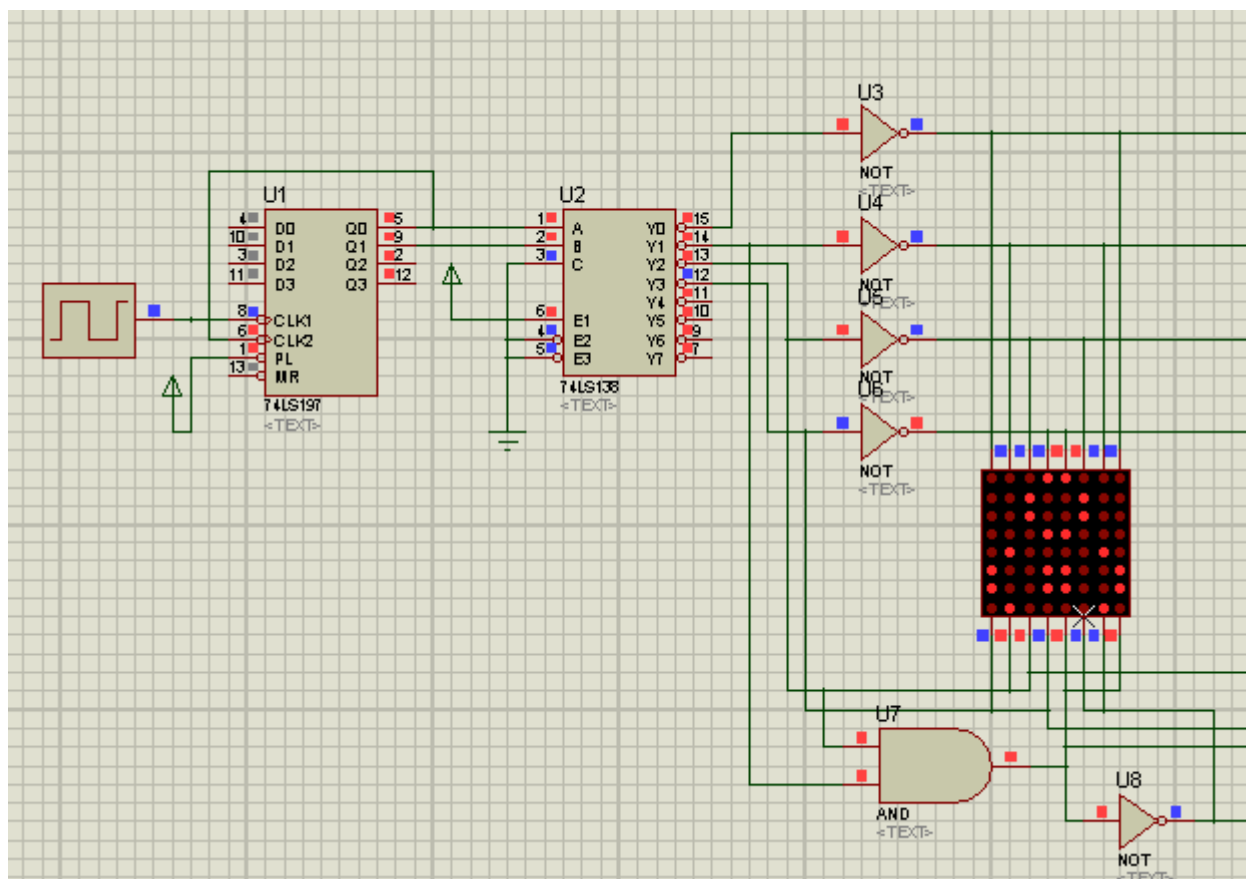


图 13-显示三个圆圈图案运行中

(图中显示不全，通过降低频率可见。)

示波器如图

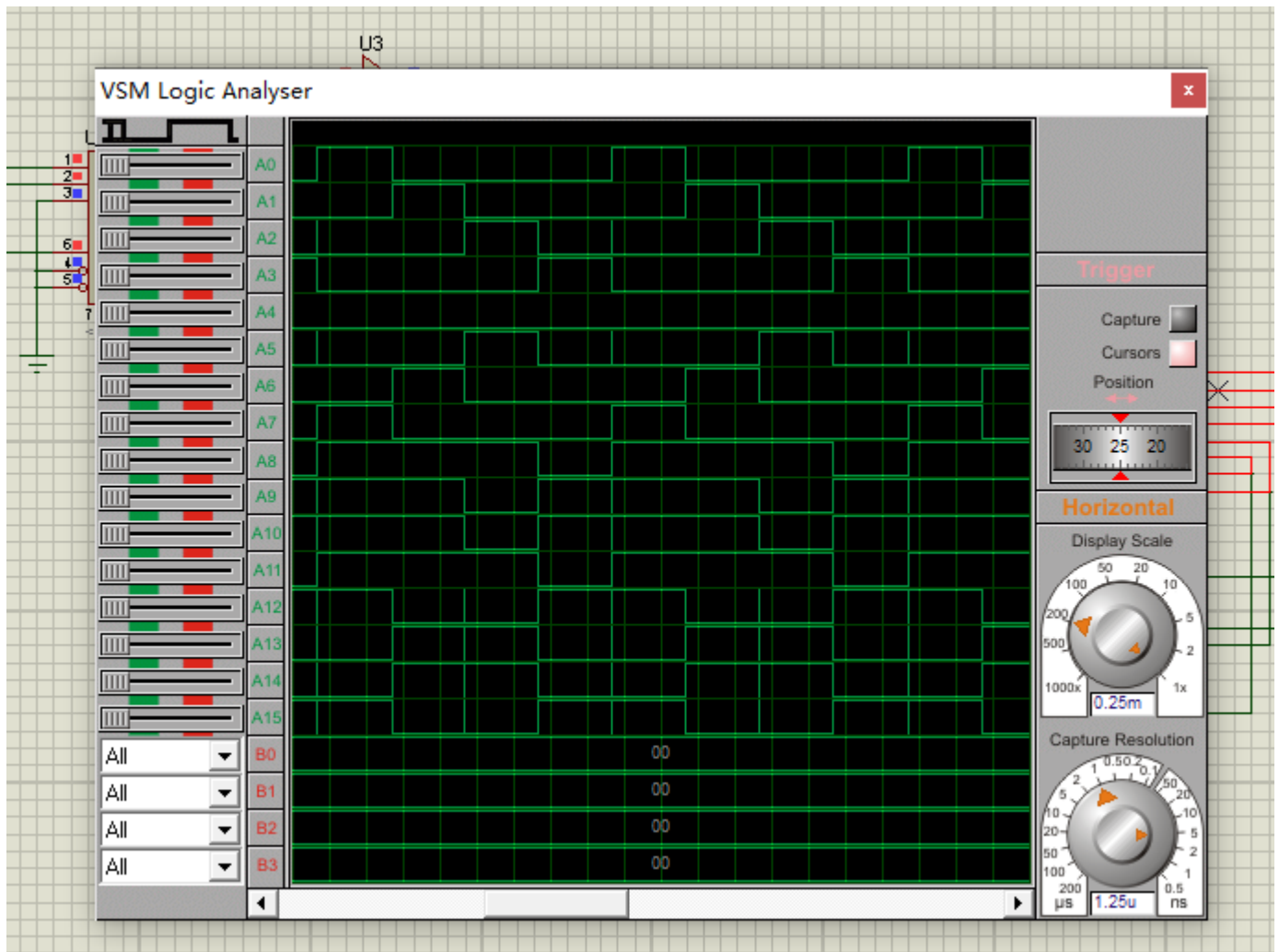


图 14-显示三个圆圈图案示波器

分析：图中 A0-A7 分别代表三个圆圈图案列选通信号，A8-A16 分别代表三个圆圈图案行选通信号，与设计对照表一致。

结论：波形图如同设计表所示，完成了三个圆圈图案的显示。

实验心得

通过生成周期信号对点阵按照真值表进行行扫描和列扫描，我们可以实现在点阵上显示图案。由于本次实验中实验的图案都是对称的，所以 8X8 的图像我们利用对称性仅仅使用 4 进制的计数器就完成了显示。对此，我们可以尝试使用更多的平移性和对称性来使用更少的时钟周期来实现。

下面我们尝试显示如下图形

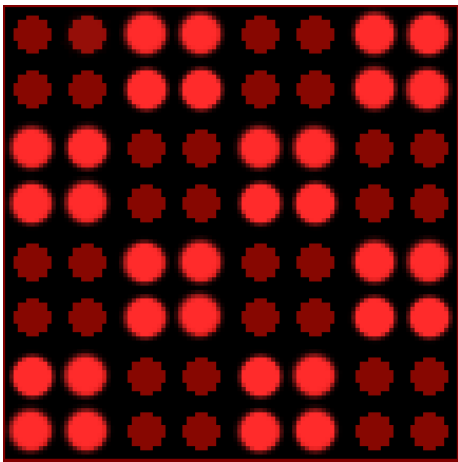


图 15-显示雪花效果图

这个图形没有任何的对称性，但我们仍然可以只用两个时钟周期就能显示，因为它具有相同的 4 列（4 行）。

设计时钟状态与行选通的信号的对照表（低电平有效）

时钟状态	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1

表 9-显示雪花图案行信号选通

设计时钟状态与列选通的信号的对照表（高电平有效）

时钟状态	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1

表 10-显示雪花图案列信号选通

设计逻辑电路

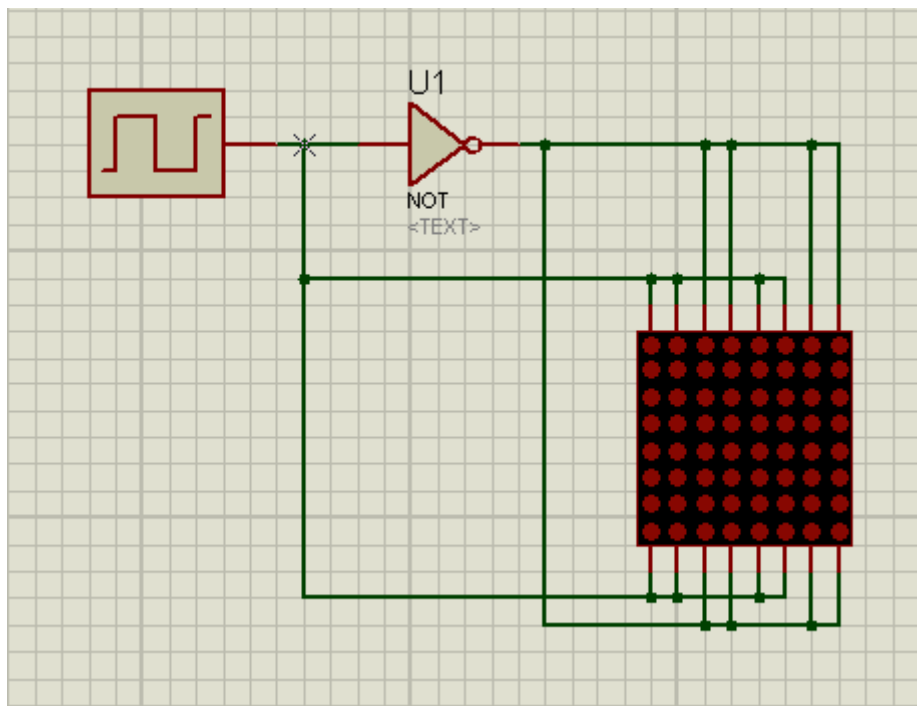


图 16-显示雪花组合逻辑电路

运行效果

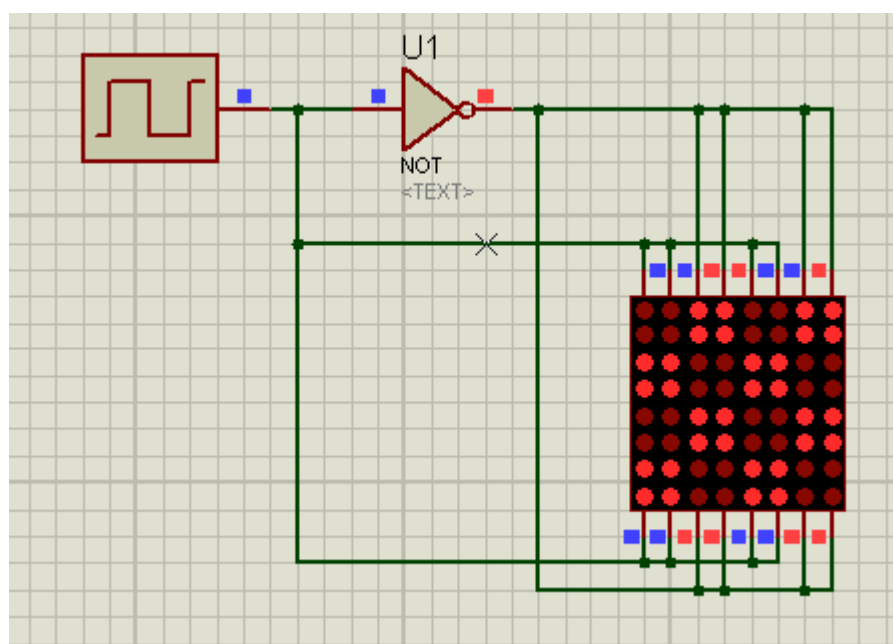


图 17-显示雪花运行效果图

至于为什么该电路仅仅需要一个二进制计数器，涉及到点阵所表示的矩阵的秩

$$\text{设 } A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{则 } R(A) = 1$$

这里矩阵的秩，说表示的是在数字逻辑运算上的秩，通过最小数量的列向量组成，通过与或非计算可得到其他向量，所以该矩阵仅需要一个时钟，通过取反运算，就可以表示该矩阵，也就能通过组合逻辑电路表示该矩阵所表示的点阵。

同理，对中大的中字

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{则 } R(B) = 3$$

这个秩表示了中字仅仅需要使用 3 根信号线通过逻辑运算即可表示，这也可以解释，

为什么在我实现显示中字的电路中，没有使用到 Y0 这一根信号线（图中标红的线）

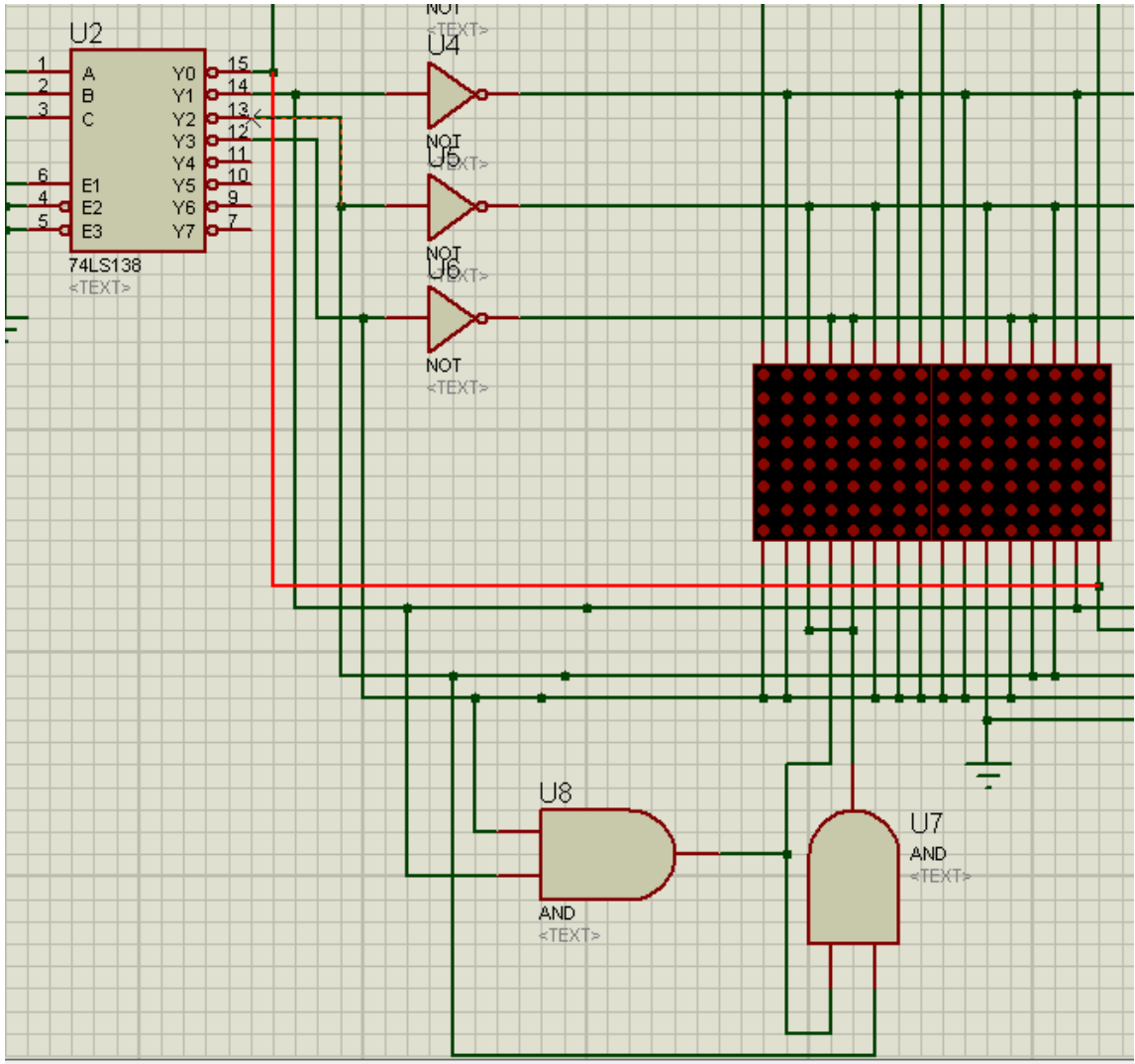


图 18-显示中字没有使用 Y0 这一个数据线

如图所示，左边中字的电路设计中没有直接或者间接地使用 Y0

这确定了简化电路的上限，为我们进一步简化点阵显示图案提供了理论上的支持。