

实验三

实验内容：

【必做部分】

1、 扫描显示电路

输入：4 个十六进制数，用拨位开关实现；扫描时钟信号； 四个闪烁控制信号,用拨位开关实现。

输出：7 段显示器的扫描显示控制信号，包括 6 个选通信号和 8 个数据信号。

功能：将 4 个十六进制数在右边四个 7 段显示器上显示出来，要求采用扫描方式显示。

提示 1：参考试验原理中的扫描显示部分。

提示 2：改变扫描时钟，注意观察显示的结果有什么变化。

2、 4 位十进制加减计数器

输入：计数时钟、扫描显示时钟、加减控制信号、复位信号

输出：7 段显示器的扫描显示控制信号，包括 6 个选通信号和 8 个数据信号

功能：实现可复位的 4 位十进制加减计数器，并将计数结果用 4 个 7 段显示器显示出来。

提示 1：前一部分的扫描显示代码和 4 位十进制数加减计数器代码适当整合即可。

【选做部分】

1、 脉宽测量电路

输入：计数时钟、扫描显示时钟、复位信号、按键输入信号

输出：7 段显示器的扫描显示控制信号，包括 6 个选通信号和 8 个数据信号；溢出信号

功能：按键按下开始计数，按键松开停止计数；计数过程和完毕后显示计数结果；有溢出指示和结果清零功能。

2、 流水线设计一个高速乘法器

输入：两个 8 位二进制无符号整数

输出：16 位无符号整数

功能：输出为输入两数之积、采用流水线提高时钟频率；输入信号要经时钟信号同步后再进行计算（防止输入信号抖动）

要求：将实现前后的最高时钟频率做一个比较；体会一下采用流水线的设计在吞吐速率上和没采用流水线设计的异同

3 、 倒计时装置

要求：可控制倒计时长度；可控制倒计时开始时间；计完后停止计数并输出计数完成信号；可控制再次开始倒计时

试验原理：

1、扫描显示

试验板上的 6 个 7 段显示器具有两种显示模式。一种是独立显示模式，即每个显示器具有单独的 8 根数据线和 1 根选通信号线，可以同时控制各个显示器的显示结果。另一种是扫描显示模式，即所有显示器共用 8 根数据总线，各自再有 1 根选通信号线，采用时分的方式循环选通各个显示器进行显示。

独立显示模式实现简单，但是需要很多的信号线（如 6 个要分别控制的话一共需要 $9 \times 6 = 54$ 根信号线。），因此实际中一般采用扫描显示模式。由于人眼具有视觉暂留的特性，即在事物从眼前消失后，其影像在人眼的视网膜上仍旧会残存一段时间，因此当一个事物周期性的闪现在眼前，且其重复频率足够高时，这个事物的影像就会一直留在人眼的视网膜上，则在人眼看来这个事物就是连续存在的。对于每个显示器来说，如果让它每隔时间 T 闪现一次，而每次闪现时间为 t （满足 $t < T$ ），则当 T 足够小（例如 $T = 10\text{ms}$ 时），我们看这个显示器就象是连续显示的了（当然亮度上会有区别）。如果要同时显示 6 个显示器，则我们可以安排把每个周期 T 平均分成 6 段，每个显示器分别利用其中的一段时间进行显示（即 $t = T/6$ ）。要实现 6 个显示器扫描显示的时序如图 1 所示。

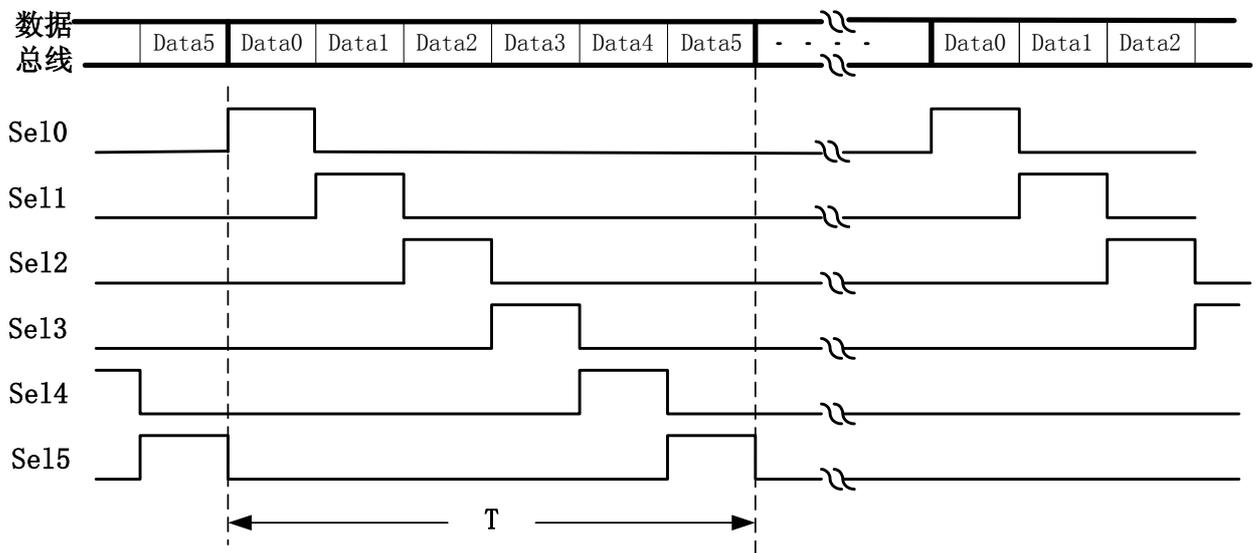


图 1 扫描显示时序图

图 1 中，数据总线中的 Data0~5 分别为第 0~5 个显示器要显示的数据的 8 段译码值，Sel0~5 是各显示器对应的选通信号（在此假定高电平有效）。每个周期 T 分成 6 个时隙，在第 i ($i=0,1,\dots,5$) 个时隙中数据总线上传送的是第 i 个显示器要显示的内容，同时第 i 个显示器选通信号有效，其它显示器选通信号都无效，如此就实现了扫描显示。实验中可以调整 T 的大小观察显示结果。

在扫描显示的基础上对数据总线或者选通信号稍加控制就可以实现闪烁显示。如图 2 所示。在“亮”时间段，数据总线和选通信号线 Sel0~5 仍旧按图 1 中的时序周期产生，而在“灭”的时间段，选通信号线一直为无效电平（或者让数据总线上一直发送控制显示器全灭的信号也可）。设计让亮和灭的时间都较大（例如各为 0.5 秒）就可以实现视觉上闪烁的功能。实验时产生一个低频的控制信号与图 1 中的周期性选通信号进行与操作后将结果作为最终的选通信号线即可。调整这个低频的控制信号的频率和占空比可以获得不同的显示效果。

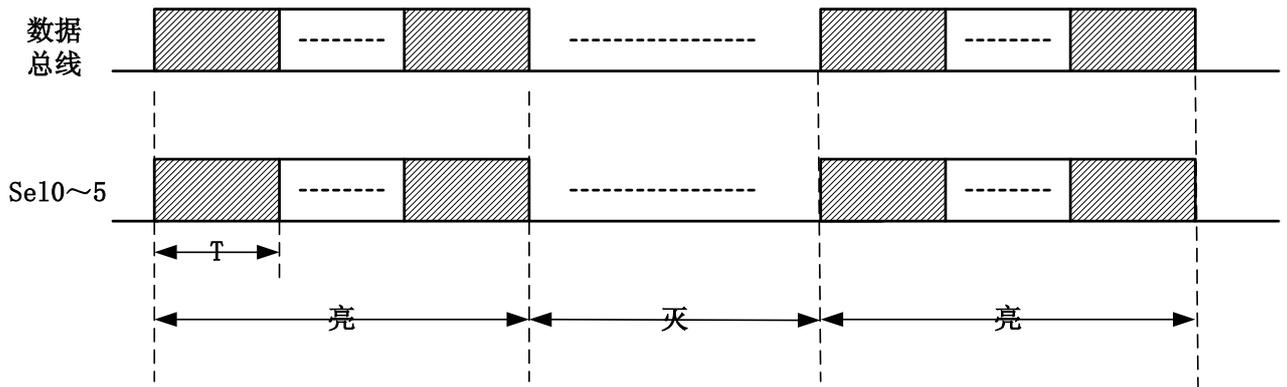


图 2 扫描显示时实现闪烁时序图

注意：实验板采用扫描显示时，7 段显示器的选通开关 SC1~SC6 应选择为相应的管脚（如选择 GND 则是常选通），其数据线开关（SA0-SP1,SA2-SP2,...）也应跳至右边。FPGA/CPLD 输出选通信号高电平有效。

2、 试验板上的时钟（见手册中硬件说明一章）

PLD 芯片提供四个专门的输入引脚 P12, P54, P31 和 P73。在试验板中，P12 是 20MHz 晶振产生的时钟信号输入引脚；P54 可以通过跳线 JP18 选择输入为下载板上的石英晶体产生之 11.059MHz 时钟或是由 PLD 芯片第 84 脚输出的信号；P31 输入是可调频率 RC 振荡波形，其频率可以通过可调电位器和 JP15 在 1kHz~1MHz 变化；P73 输入是可调频率 RC 振荡波形，其频率可以通过可调电位器和 JP17 在 1Hz~1kHz 变化。

试验中可以根据功能需要选择适当的时钟输入，不一定要用 20MHz 分频下来使用。例如，扫描显示的扫描时钟可以采用 P31 输入时钟。

3、 试验板上的四个脉冲发生器（见手册中硬件说明一章）

PLD 芯片提供四个专门的脉冲发生器 SWP1~SWP4（试验 IO 板下方中间一排四个按钮），分别连到芯片的第 81~84 引脚。这四个脉冲发生器有消抖电路（RS 触发器），可以用于复位信号输入、测脉宽的按键输入、计数启动信号等等。

4、 流水线式乘法器设计

8×8 的乘法器如果不采用流水线设计，延迟可能较大。可以考虑将每个 8 位 2 进制数分解成高低两个 4 位二进制数，然后 8×8 的乘法编程 4 个 4×4 的乘法以及三个加法。可以设置流水线为第一级并行实现 4 个 4×4 的乘法运算，第二级实现两个加法运算，第三级实现第三个加法运算。

思考题

- 1、 扫描显示的闪烁效果能否通过直接将扫描周期 T 增大来实现？
- 2、 矩阵键盘的扫描式输入原理及实现方法。