

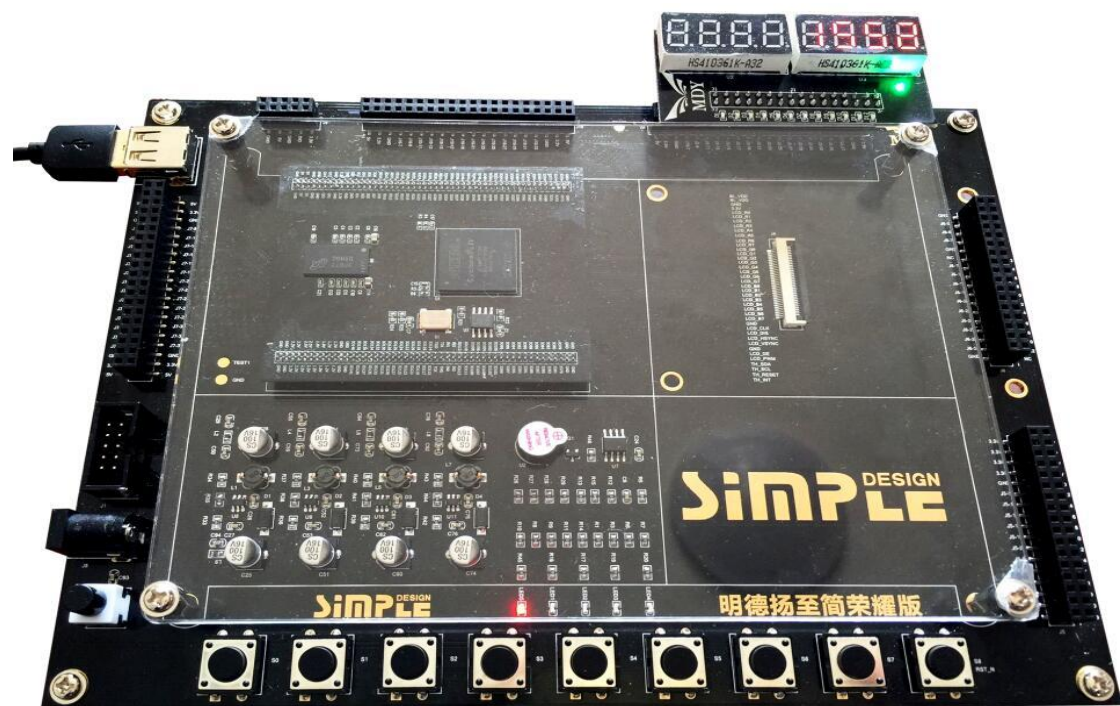
一、 功能描述

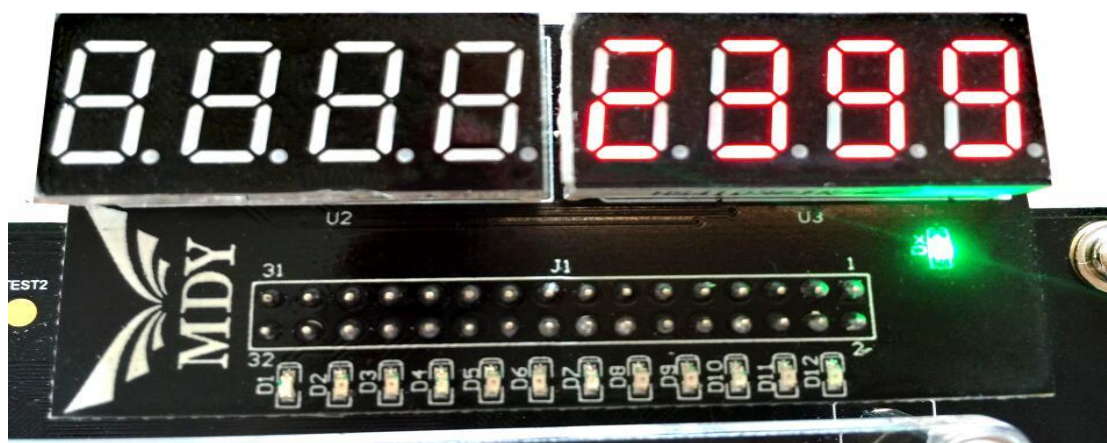
本工程包含了两个按键和 4 位数码管显示,共同实现一个篮球 24 秒倒计时、并具有暂停和重新计数复位的功能。具体功能如下:

1. 数码管显示秒十位、秒个位、0.1 秒和 0.01 秒。
2. 上电后, 数码管显示 2399, 表示时间是 23.99 秒。
3. 按下按键 1, 进入倒计时状态, 进行倒计时, 一直计到 0000 后停止。
4. 在倒计时状态时, 再次按下按键 1, 则暂停计时; 再按下按键 1, 则继续倒计时。
5. 在任何时刻, 按下按键 2, 则复位显示为 2399。

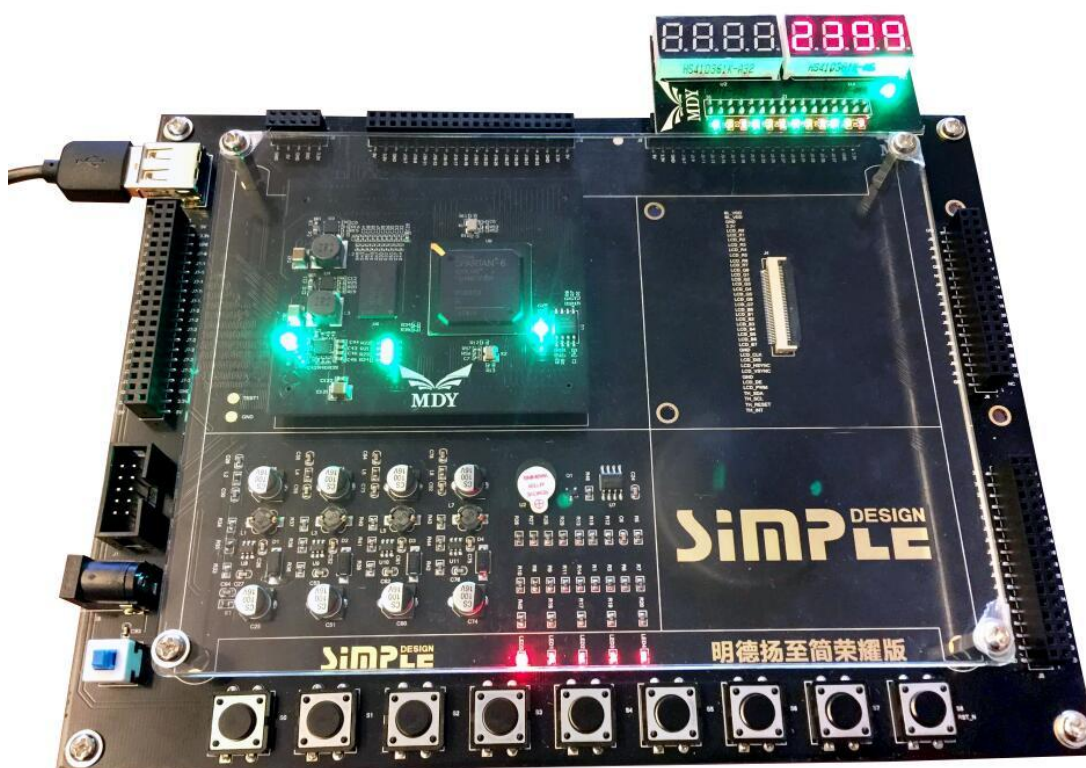
二、 平台效果图

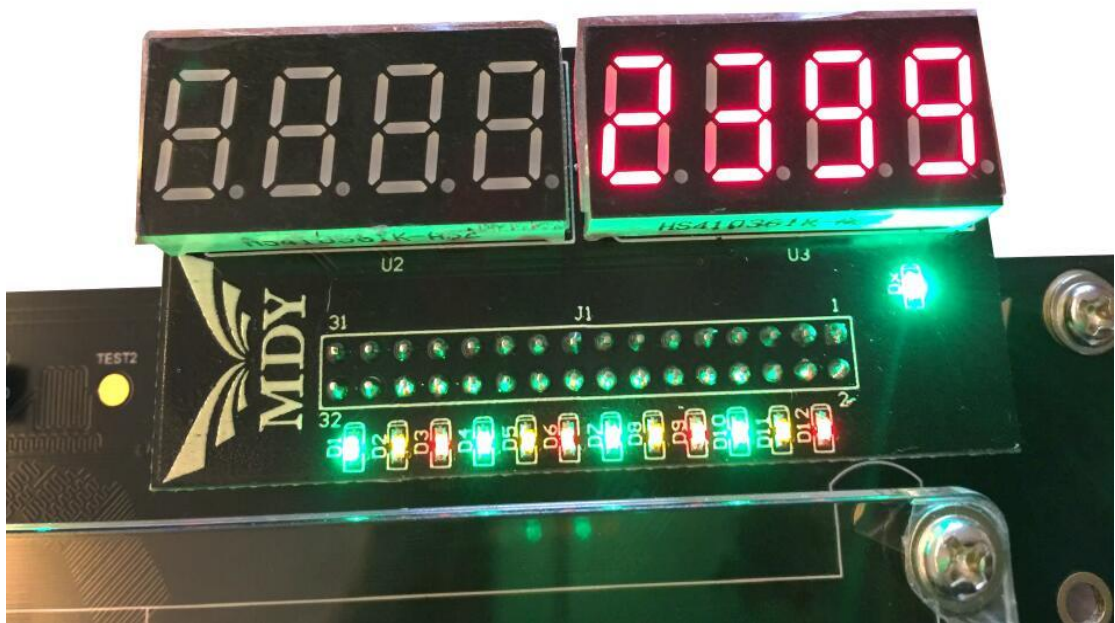
1. Altera 核心板效果图





2.Xilinx 核心板效果图





三、 实现过程

首先根据所需要的功能，列出工程顶层的输入输出信号列表。

信号名	I/O	位宽	说明
clk	I	1	系统工作时钟 50M
rst_n	I	1	系统复位信号，低电平有效
key_vld	I	2	独立按键
segment	O	8	数码管段选
seg_sel	O	8	数码管位选

我们可以把工程划分成三个模块，分别是倒计时模块、BCD 译码模块和数码管显示模块。

1.倒计时模块

倒计时模块实现的是 24s 倒计时功能，其输出两组计数信号 cnt_s 和 cnt_ms。

例如当时间为 23.99 时，cnt_s 的值为 23，cnt_ms 的值为 99；当时间为 08.12 时，cnt_s 的值为 8，cnt_ms 的值为 12。

模块还实现了暂停和重新开始功能，按下按键 1 开始倒计时，再次按下则暂停，再次按下则开始，无论何时按下按键 2，恢复到 23.99。

本模块的信号列表如下：

信号名	I/O	位宽	说明
clk	I	1	系统工作时钟 50M
rst_n	I	1	系统复位信号，低电平有效
cnt_s	O	8	秒计数器
cnt_ms	O	8	毫秒计数器
key_vld	I	2	两个独立按键
din_vld	O	1	输出数据有效指示信号

2.BCD 译码模块

由于倒计时模块输出的是 2 进制的 cnt_s 和 cnt_ms，但数码管是个位和十位分别显示的。例如当 cnt_s 值为 10 时，也就是 8'b00001010，而送给数码管的个位值为 4'b0000，十位值为 4'b0001。这个转换过程也就是 BCD 译码，也就是本模块要实现的功能。

此处介绍二进制转 BCD 码的硬件实现，采用左移加 3 的算法，具体描述如下：（此处以 8-bit 二进制码为例）

- 1、左移要转换的二进制码 1 位
- 2、左移之后，BCD 码分别置于百位、十位、个位
- 3、如果移位后所在的 BCD 码列大于或等于 5，则对该值加 3
- 4、继续左移的过程直至全部移位完成

举例：将十六进制码 0xFF 转换成 BCD 码

Operation	Hundreds	Tens	Units	Binary	
HEX				F	F
Start				1 1 1 1	1 1 1 1
Shift 1			1	1 1 1 1	1 1 1
Shift 2			1 1	1 1 1 1	1 1
Shift 3			1 1 1	1 1 1 1	1
Add 3			1 0 1 0	1 1 1 1	1
Shift 4		1	0 1 0 1	1 1 1 1	
Add 3		1	1 0 0 0	1 1 1 1	
Shift 5		1 1	0 0 0 1	1 1 1	
Shift 6		1 1 0	0 0 1 1	1 1	
Add 3		1 0 0 1	0 0 1 1	1 1	
Shift 7	1	0 0 1 0	0 1 1 1	1	
Add 3	1	0 0 1 0	1 0 1 0	1	
Shift 8	1 0	0 1 0 1	0 1 0 1		
BCD	2	5	5		

本模块的信号列表如下：

信号名	I/O	位宽	说明
rst_n	I	1	系统复位信号，低电平有效
clk	I	1	系统工作时钟 50M
din	I	32	输入要译码的数据
din_vld	I	1	输入数据有效指示信号
dout	O	12	输出的 BCD 数据，共 12 比特，每 4 比特一组，分别表示百、十、个位的值
dout_vld	O	1	输出数据有效指示信号

由于秒和毫秒都要译码，所以要例化两个 BCD 译码模块。

3.数码管显示模块

数码管显示模块功能是将二进制数码，转成 BCD 数码管显示，其功能相对比较简单，不再啰嗦。

本模块信号列表

信号名	I/O	位宽	说明
rst_n	I	1	系统复位信号，低电平有效
clk	I	1	系统工作时钟 50M
din	I	32	每个数码管的时间数据
seg_sel	O	8	数码管位选
segment	O	8	数码管段选