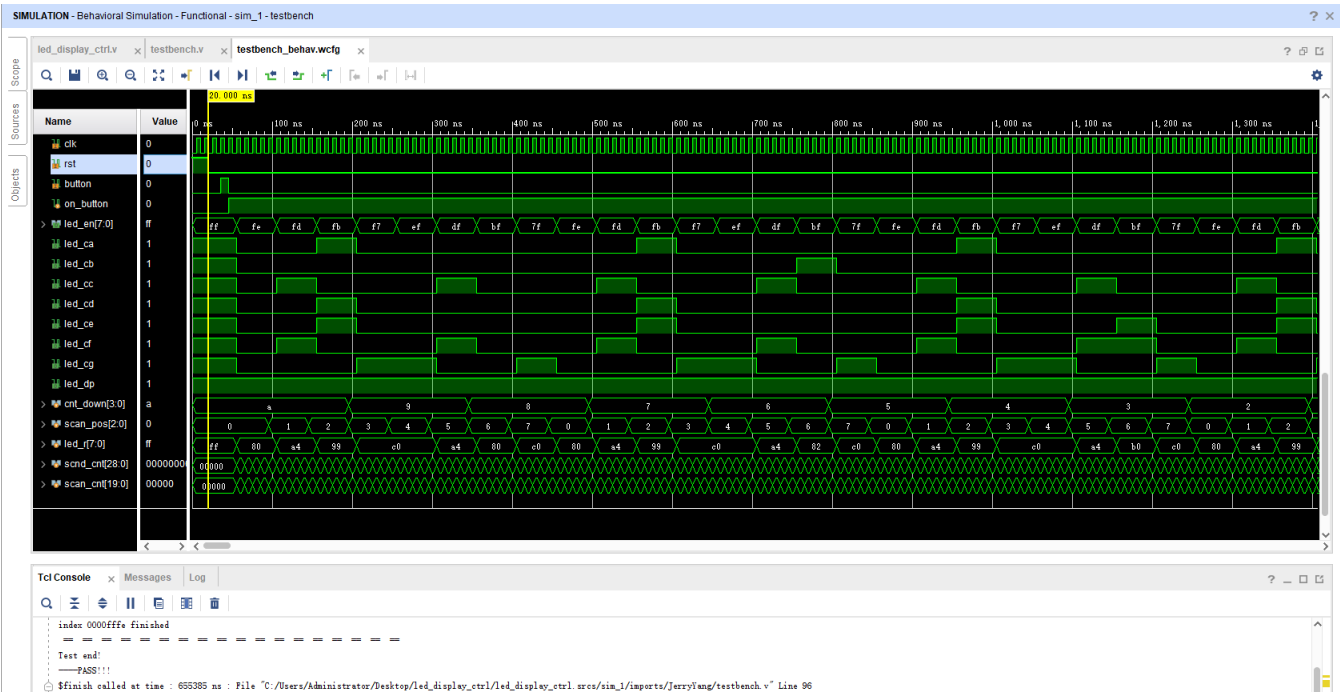


实验4 数码管控制器设计 仿真波形分析

led_display_ctrl

仿真波形



波形分析

功能简述

led_display_ctrl实验是实现对数码管的控制：

- 当按一次button启动控制器之后，8位数码管显示数值，按下rst后重置，数码管均不亮
- 其中，数值的显示规则为：最左边两位为从10开始的循环倒计时器，计时周期为11s，之后的数值为200428

信号定义

- **clk**为时钟信号，在启动后每经过5个时钟周期，scan_pos的值+1（从0-7循环计数），每经过15个时钟周期，cnt_down的值-1（0xA-0x0循环计数）
- **rst**为复位信号，在任意时刻复位之后，scan_pos清零，cnt_down的值复位为起始计数数值（本例中为10，即0xA）
- **cnt_down**为计数器数值控制信号，最左两位数码管显示的数值由该信号决定
- **scan_pos**为数码管扫描位控制信号，用来决定点亮的数码管编号
- **button**为启动信号，从复位状态按下button后，控制器开始工作
- **on_button**为工作状态标记信号，在按下button后的下一个时钟上沿到来时，将置为1，标记控制器处于工作状态
- **led_en**为数码管片选控制信号，信号高电平位置的8位数码管不工作，低电平位置的数码管工作，任意时刻最多只有一个数码管处于工作状态，减小能耗。
- **led_r**为数码管段选控制信号，在代码中对led_dp~led_ca按从高到低排列后进行赋值，便于控制点亮的数码管段。
- **scnd_cnt**和**scan_cnt**为时钟计数器，分别获得1s（仿真中15时钟周期）和2ms（仿真中5时钟周期）的时间

时序分析

clk(ns)	rst	button	on_button	led_en(hex)	led_r(hex)	cnt_down(hex)	scan_pos
0-20	1	0	0	ff	ff	a	0
35-45	0	0=>1	0	ff	ff	a	0
45-55	0	1=>0	0=>1	ff	ff	a	0
55-105	0	0	1	fe	80	a	0=>1
105-155	0	0	1	fd	a4	a	1=>2
155-205	0	0	1	fb	99	a=>9	2=>3
205-255	0	0	1	f7	c0	9	3=>4
255-305	0	0	1	ef	c0	9	4=>5
305-355	0	0	1	df	a4	9=>8	5=>6
355-405	0	0	1	bf	80	8	6=>7
405-455	0	0	1	7f	c0	8	7=>0
455-505	0	0	1	fe	80	8=>7	0=>1
505-555	0	0	1	fd	a4	7	1=>2
555-605	0	0	1	fb	99	7	2=>3
605-655	0	0	1	f7	c0	7=>6	3=>4
655-705	0	0	1	ef	c0	6	4=>5
705-755	0	0	1	df	a4	6	5=>6
755-805	0	0	1	bf	82	6=>5	6=>7
805-855	0	0	1	7f	c0	5	7=>8

由上表可以见得，对于不同扫描周期，数码管位置和点亮的数值对应如下：

clk(ns)	7	6	5	4	3	2	1	0
55-455	c0	80	a4	c0	c0	99	a4	80
	0	8	2	0	0	4	2	8
455-855	c0	82	a4	c0	c0	99	a4	80
	0	6	2	0	0	4	2	8

由已知条件

- cnt_down开始为8以及scan_pos扫描到6时的时钟均为345ns，在下一个时钟上沿到来时即355ns时，led_r显示数值为0x80，查表知为数值8
- 在下次scan_pos扫描到6的时钟为745ns，在755ns时led_r显示数值为0x82，查表知为数值6

两次时间间隔为745ns-345ns=400ns=40*10ns，由计数规则

- 每经过15个时钟周期，cnt_down-1
- 每经过5个时钟周期，scan_pos+1

cnt_down理论的变化量为40/15=2.667，即经过完整的两个变化，保持第三次数值尚未更新，则cnt_down所处的数值应当是8-2=6，与实际符合，说明计数器工作正常，对于高位1到0变化同理，不再赘述。

scan_pos的理论变化量为 $40/5=8.0$ ，即经过8次完整的变化，则scan_pos所处的数值应当是 $(6+8)\%8=6$ ，与实际相符，说明数码管扫描控制器工作正常。

综上所述，该模块完成了数码管控制器应有的功能，同时仿真波形正确，仿真测试通过，上板验证通过，说明该实验目标完成良好。

附录

数码管段选控制表

char	dp	g	f	e	d	c	b	a	bin	hex
0	1	1	0	0	0	0	0	0	11000000	c0
1	1	1	1	1	1	0	0	1	11111001	f9
2	1	0	1	0	0	1	0	0	10100100	a4
3	1	0	1	1	0	0	0	0	10110000	b0
4	1	0	0	1	1	0	0	1	10011001	99
5	1	0	0	1	0	0	1	0	10010010	92
6	1	0	0	0	0	0	1	0	10000010	82
7	1	1	1	1	1	0	0	0	11111000	f8
8	1	0	0	0	0	0	0	0	10000000	80
9	1	0	0	1	1	0	0	0	10011000	98