

实验四 计数器设计



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ

- (1) 掌握控制七段数码管显示的方法;
- (2) 深化对计数器架构时序电路的理解;
- (3) 掌握层次化设计方法;
- (4) 掌握较复杂时序电路的开发与调试, 锻炼数字电路分析能力。

实验内容



设计数码管控制器，要求能够控制8个数码管（DK7-DK0）同时稳定地显示数字。显示的内容如下所示。

详细要求如下：

DK[7:6]	DK[5:4]	DK[3:2]	DK[1:0]
计数显示	输入计数	班级	学号后两位

A.输入时钟为100MHz，端口为Y18；

B.使用按键开关S1作为异步复位信号，当S1为1时，数码管模块将被复位；

C.按键开关S2作为数码管显示启动信号；

D.实现一个计数间隔为0.2s的从0到20的计数器，并在计数到20后回到0重新开始计数，显示在DK7-DK6，十六进制计数。

E.DK5-DK4显示输入计数，读取按键开关S3，每按一次计数一次，要求用消抖实现稳定计数。

F.DK3-DK2显示自己所在的班级；

G.DK1-DK0显示自己学号后两位；

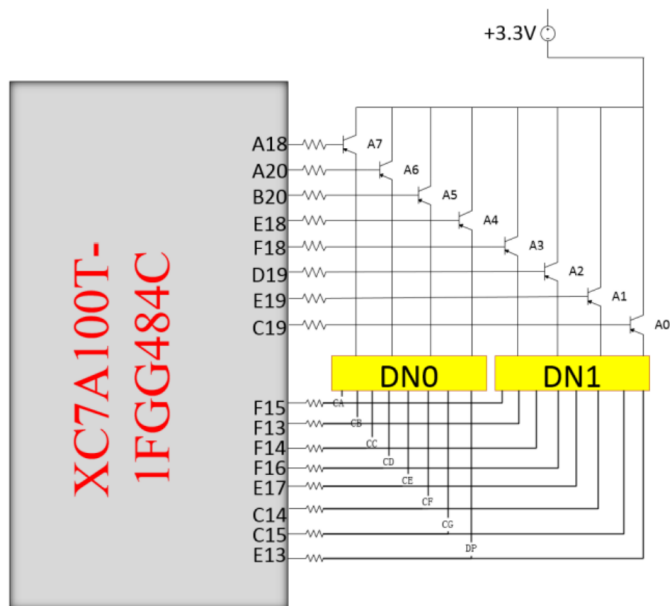
实验原理-数码管显示原理



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ



两个4位带小数点的七段数码管



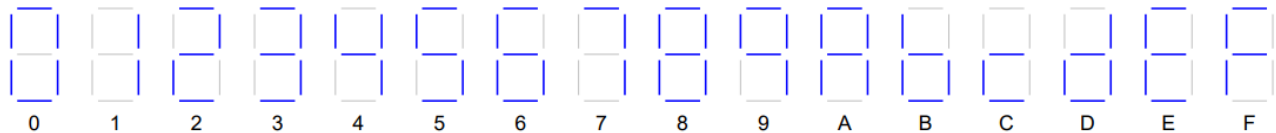
七段数码管与主芯片的连接关系

- ❑ **A7~A0:** (位码) 低电平有效
数码管8个位的使能信号
- ❑ **CA~CG/DP:** (段码) 低电平有效
对应各个位上七个段
以及小数点的触发信号

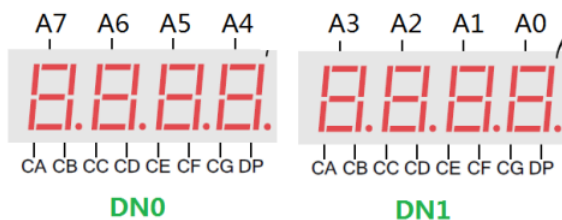
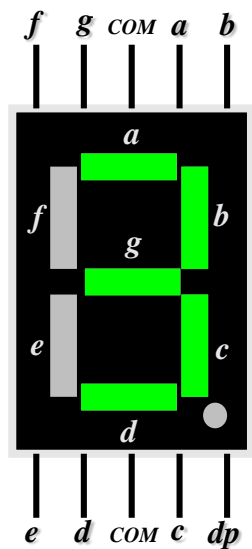
实验原理-一位数码管显示原理



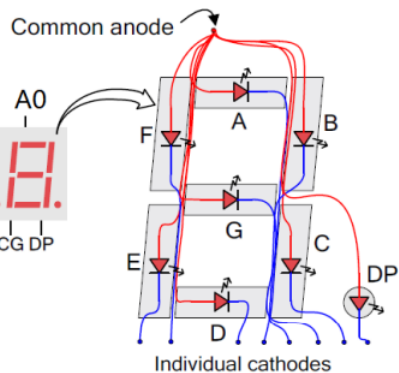
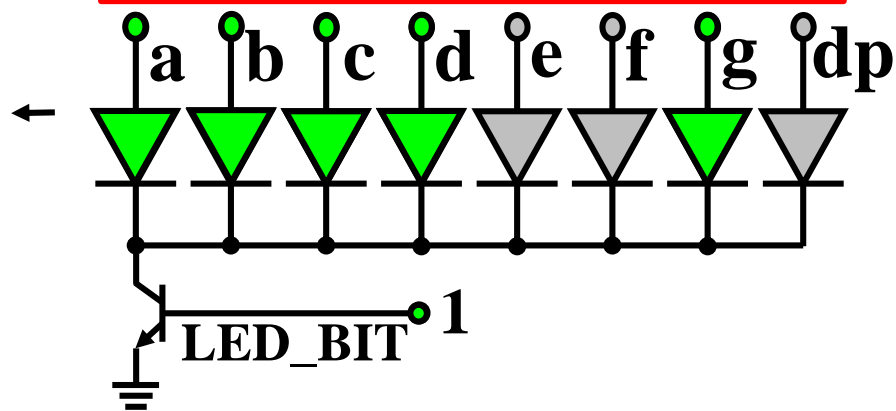
HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ



段码 (CA...CG/DP)



0 0 0 0 1 1 0 1 = 0x0d



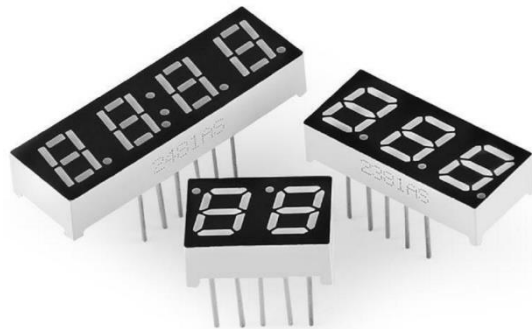
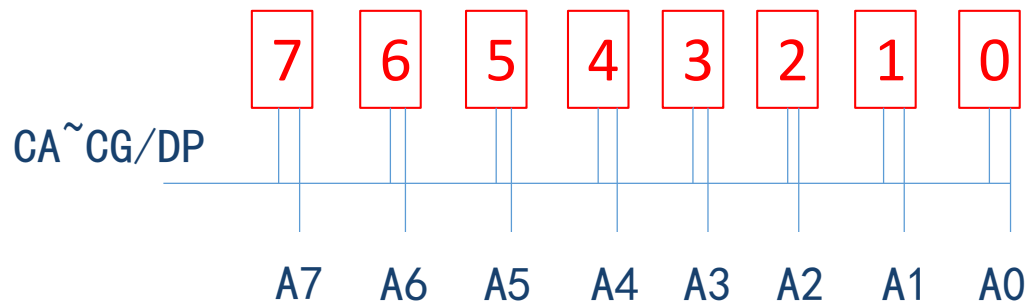
实验原理-多位数码管显示



利用人眼的视觉暂留特性，采用分时复用，节省引脚资源。

刷新频率可以设置为2ms刷新一次，这样人眼就看不出闪烁了。

由片选信号控制，同一时间只点亮一位。



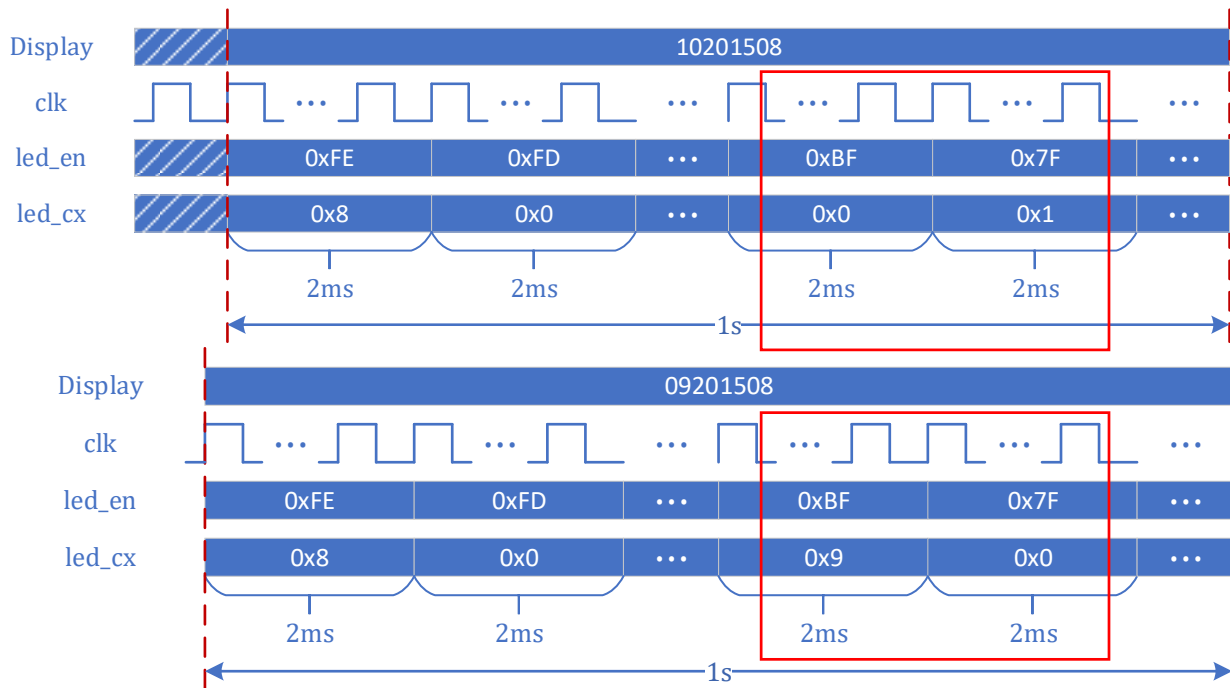
位码 (A0~A7)

实验原理-多位数码管显示



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ

led_en: A[7:0]/led_cx: CA...CG

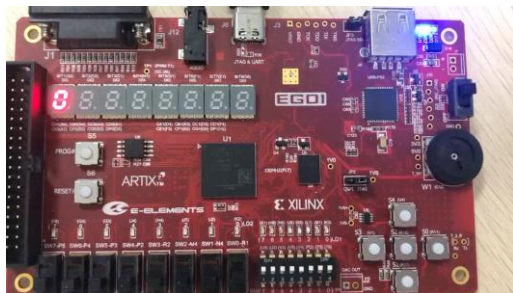


刷新频率可以设置为2ms刷新一次，这样人眼就看不出闪烁了。

实验原理-多位数码管显示



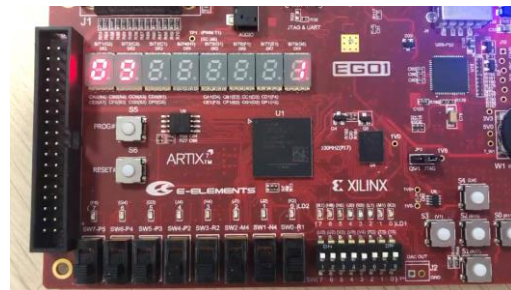
HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ



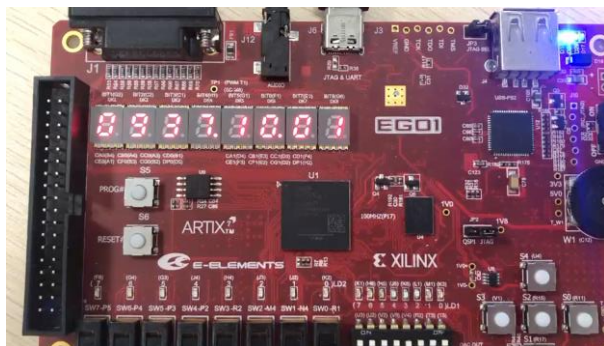
扫描频率1Hz



扫描频率10Hz



扫描频率100Hz



扫描频率1KHz

- 使用高频的时钟对信号进行采样，时钟来一次记一次输入信号，并保存上一个时钟时的信号，与当前做对比，看看是否存在 1->0 或者是 0->1 的变化，故需要两个触发器

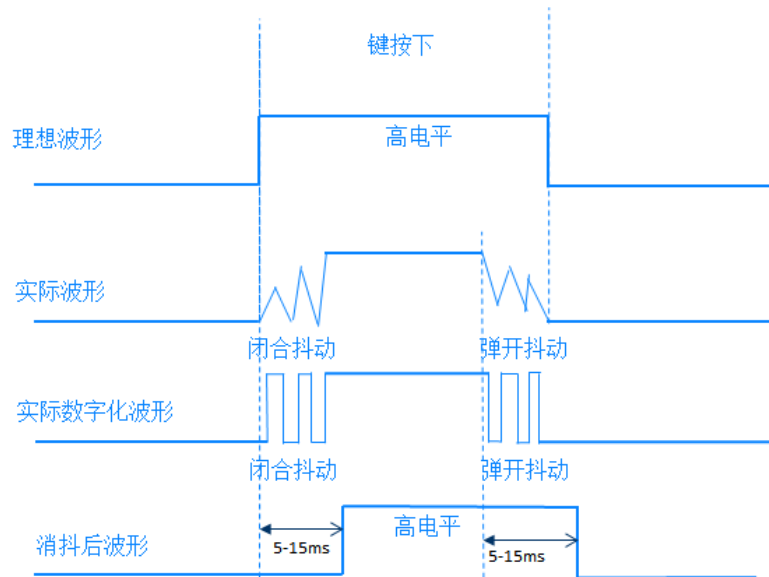
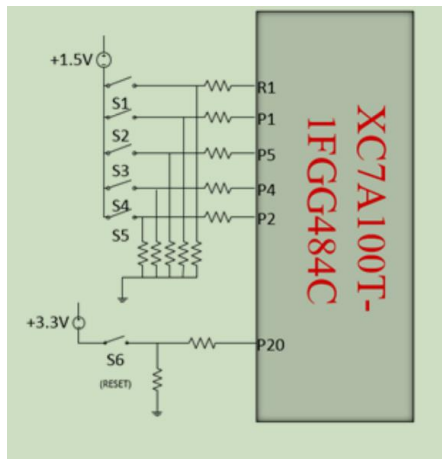
```
1  wire pos_edge;
2  reg sig_r0,sig_r1;
3  always @(posedge clk)
4  begin
5      if(rst)
6          sig_r0 <= 1'b0;
7      else
8          sig_r0 <= signal;
9  end
10
11 always @(posedge clk)
12 begin
13     if(rst)
14         sig_r1 <= 1'b0;
15     else
16         sig_r1 <= sig_r0;
17 end
18
19 assign pos_edge = ~sig_r1 & sig_r0;
```

边沿检测，可结合计数器实现按键开关计数

实验原理-按键消抖



- DK5-DK4显示输入计数，读取按键开关S3，每按一次计数一次，要求用消抖实现稳定计数。



- 按键用于短时间有效需要自恢复的场景，比如复位，启动等
- 计时消抖法，对产生的高电平进行时长判断，大于10ms才认为有效

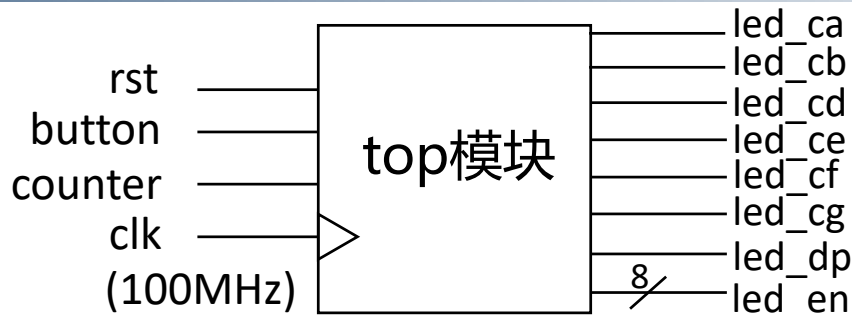
层次化设计



❑ 顶层模块：

连接各个模块

连接输入、输出



❑ 计时模块：

实现一个计数间隔为0.2s的从0到20的计数器，并在计数到20后回到0重新开始计数

❑ 计数模块：

读取按键开关S3，每按一次计数一次

❑ 消抖模块：

实现按键消抖

❑ 数码管显示模块：

数码管显示

- ❑ 创建工程，工程名为led_display_ctrl;
- ❑ 编写并添加设计文件led_display_ctrl.v;
- ❑ 编写并添加仿真文件testbench.v，完成仿真;
- ❑ 编写并添加约束文件，并综合实现，生成比特流;
- ❑ 将生成的比特流下载到开发板验证。

- 由于仿真效率比FPGA开发板执行效率低，故在仿真时，需要降低仿真的周期，即将数码管切换信号由2mS改为5个时钟周期，计时切换时间也相应的缩短；
 - A. 数码管轮询工作波形，体现一轮8个数据使能信号和段选信号的变化，可参照指导书中的时序图
 - B. 2位十六进制计数器波形，只需分析1F->20->0的变化
 - C. 消抖分析，模拟一个带有抖动的按键波形输入，分析输出
 - D. 消抖后边沿检测和计数分析，只需体现2个边沿计数即可

- ❑ 数码管控制器仿真检查 (0.5分)
- ❑ 数码管控制器上板检查 (2分)
- ❑ 数码管控制器仿真波形分析及代码提交 (1分)
- ❑ 附加题 (0.5分)

将十六进制计数改为十进制计数，允许使用%、/等运算符，需上板验证、提交仿真分析和代码，仿真分析跟数码管控制器写在同一个文件

提交要求



- ❑ 提交时间：见作业提交系统
- ❑ 提交格式：学号_姓名.zip
- ❑ 注意：如有出现雷同，雷同者均不得分！

开始实验



HITSZ 实验与创新实践教育中心
Education Center of Experiments and Innovations, HITSZ

