

课程号: B31493330

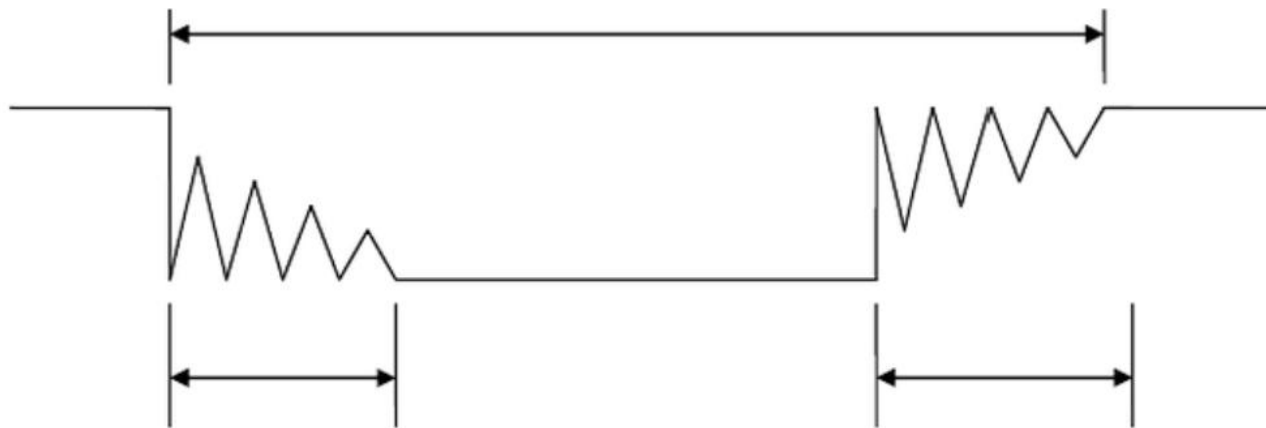
数字系统设计与验证

北京航空航天大学
集成电路科学与工程学院
贾小涛



作业要求

- 希冀平台提交实验报告（实验2、3）
 - 按照实验报告模板
 - 运行结果拍照留存（3-5个case）
- 希冀平台提交实验代码
- 课堂检查
 - 实验完成之后，举手示意，老师/助教前去检查
 - 所有实验需要完成检查



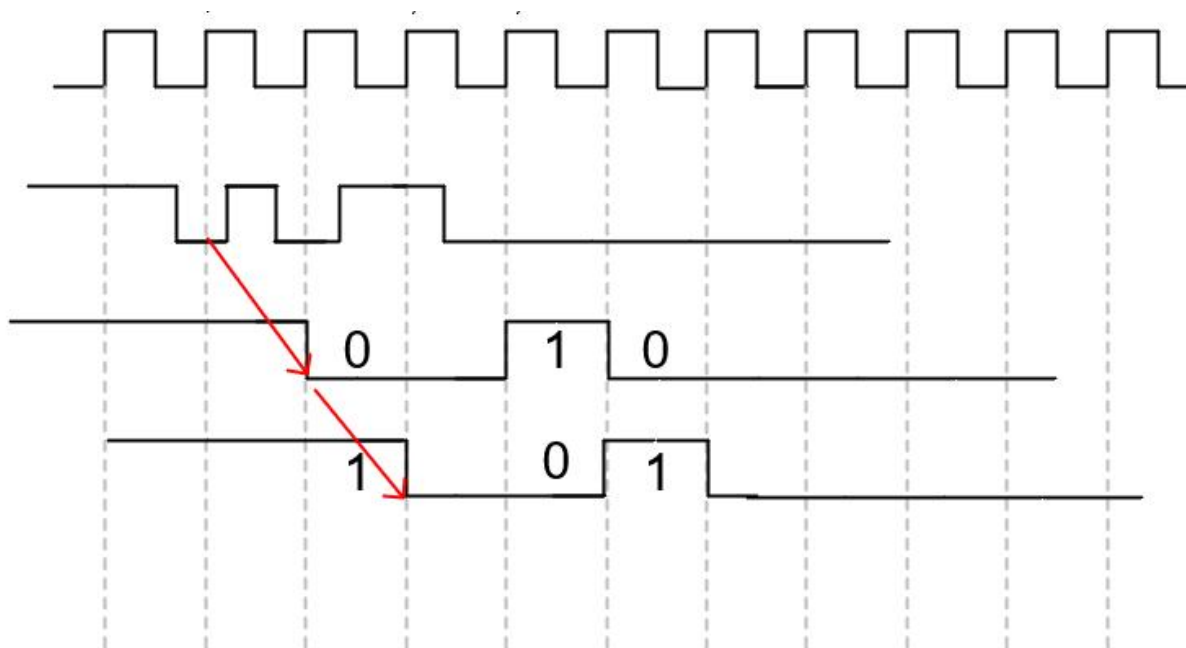
抖动的产生：通常的按键所用的开关为机械弹性开关，当机械触点断开、闭合时，由于机械触点的弹性作用，一个按键开关在闭合时不会马上稳定地接通，在断开时也不会一下子断开。因而在闭合及断开的瞬间均伴随有一连串的抖动，为了不产生这种现象而作的措施就是按键消抖。

消除抖动的措施：一般采用软件方法消抖。

（1）延时采样：即**检测到按键按下动作**之后进行 $5\text{ms}\sim 10\text{ms}$ 左右的延时，当前沿的抖动消失之后再一次检测按键的状态。如果仍然是按下的电平状态，则认为这是一次真正的按键按下；同样检测到按键释放，也要做 $5\text{ms}\sim 10\text{ms}$ 延时，检测到后沿抖动消失后认为是一个完整的按键弹起过程；

（2）持续采样：当检测到按键处于某电平时，在之后的 N 个时钟周期内连续检测此按键的电平，如果一直不变，则将该电平值作为按键值。

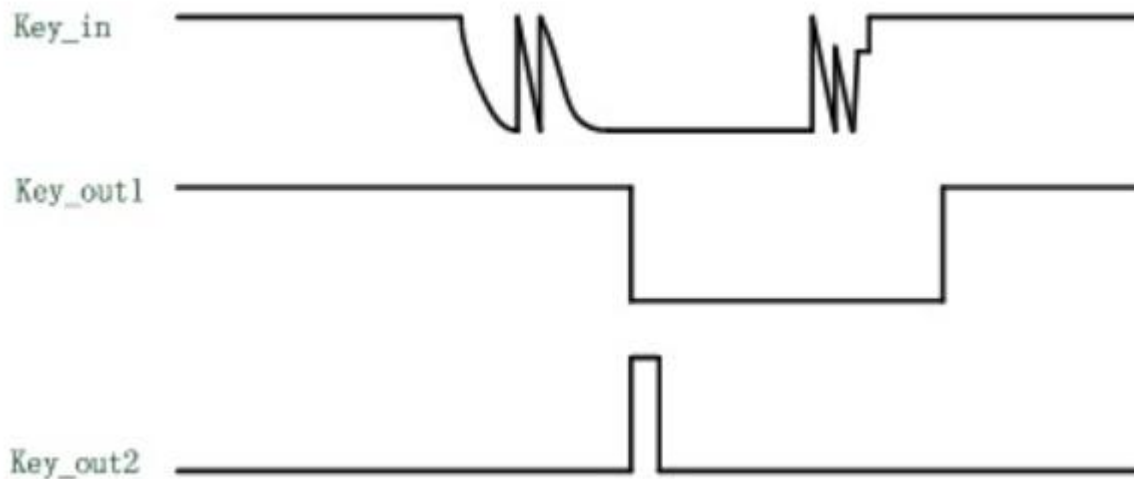
■ 如何检测脉冲边沿



用两个寄存器储存相邻时钟采集的值, 然后将当前值与前一个值取反相与, 如果为1, 则判断有下降沿即按键按下由高到低; 否则无变化。

实验1：按键消抖

消抖后两种输出：

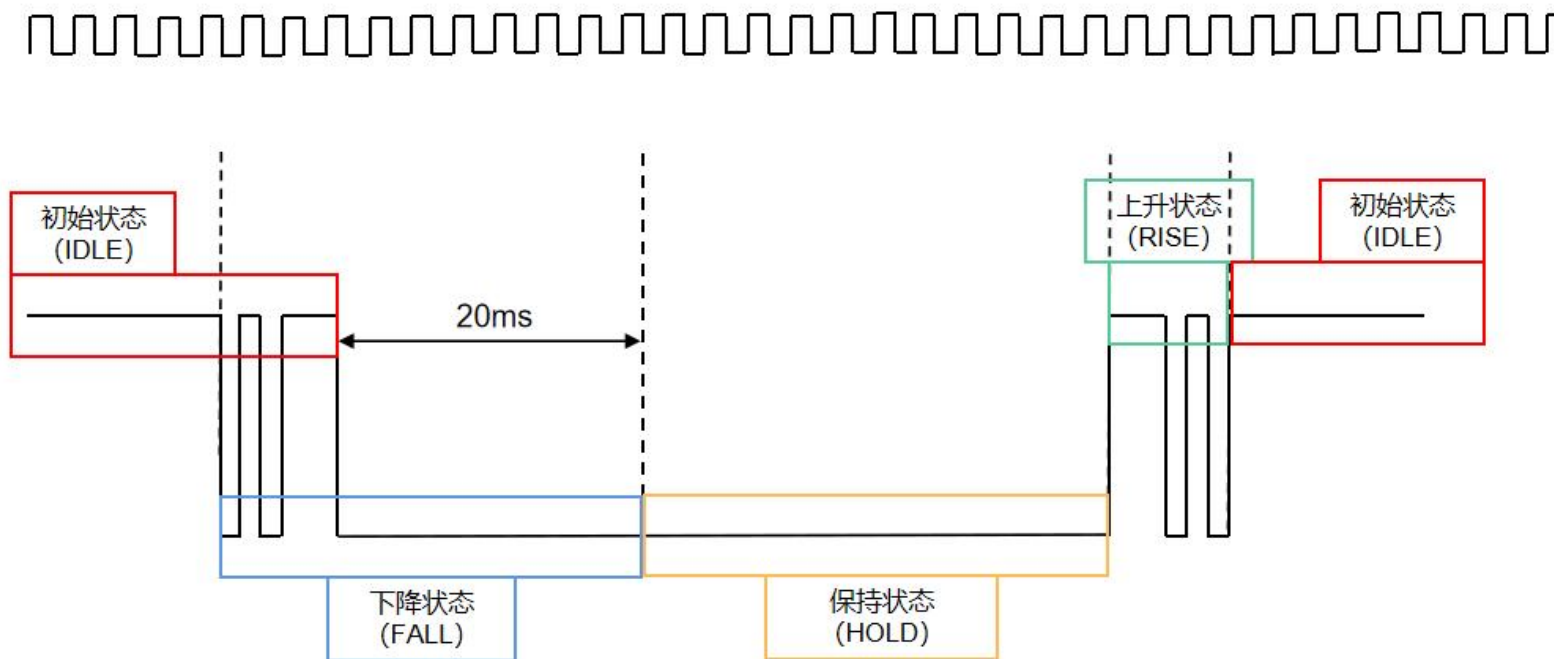


消抖的用途：

消除误触发：通过按键来翻转信号（例如按下一次led亮，在按一次led灭），如果没有进行消抖，则会产生很多误触发造成不必要的翻转；

记录按键次数：执行按键消抖可以较为准确记录按下的次数。

- 结合上述的按键消抖模块，使用计数器完成功能验证。
- 可使用有限状态机，也可直接计数



<https://blogCSDN @EPCCcd>

实验2：多功能数字时钟设计

■ 目的

- 设计一个具有时钟、闹钟、秒表的功能的数字时钟

■ 功能要求

- 能够正常显示时间信息，包括小时、分钟、秒
- 能够根据需求设置时间
- 能够根据需求设置闹钟
- 能够根据需求暂停秒表
- 利用数码管和LED灯对相应功能进行显示

实验2：多功能数字时钟设计

■ 设计方案

— 复位功能

- 复位时时间设置为08:00:00，闹钟设置为08:00:00，秒表复0
- 建议设置4个复位信号：总复位信号、各子功能复位信号
- 建议设置3个子功能使能信号
- 注意：时钟不会因为其他动作（复位信号有效、时钟使能信号无效时除外），而停止或者暂停运行

— 按键功能

- 按键KEY[0]：通过按键，实现模式的转换与选择
 - ✓ 模式 1：时间正常显示功能模式（显示数值正常变动）
 - ✓ 模式 2：时间设置功能模式（显示数值不变）
 - ✓ 模式 3：秒表功能模式
 - ✓ 模式 4：闹钟查看与设置功能模式

实验2：多功能数字时钟设计

- 按键KEY[1]：通过按键，实现位的选择
 - ✓ 与按键KEY[0]配合使用，实现时钟和闹钟的设置功能
 - ✓ 在模式2和模式4下，按一下，实现“时-分-秒”的依次移位，便于在特定位置进行设置
- 按键KEY[2]：通过按键，实现数值调整（增加）
 - ✓ 与按键KEY[1]配合使用，实现时钟和闹钟的设置功能
 - ✓ 在模式2和模式4时，用作时、分、秒的数字调整，按一下，将会使当前按键 2 选择的位置的数字加 1
- 按键KEY[3]：通过按键，实现数值调整（减少）
 - ✓ 与按键KEY[1]配合使用，实现时钟和闹钟的设置功能
 - ✓ 在模式2和模式4时，用作时、分、秒的数字调整，按一下，将会使当前按键 2 选择的位置的数字减 1

实验2：多功能数字时钟设计

— 显示功能

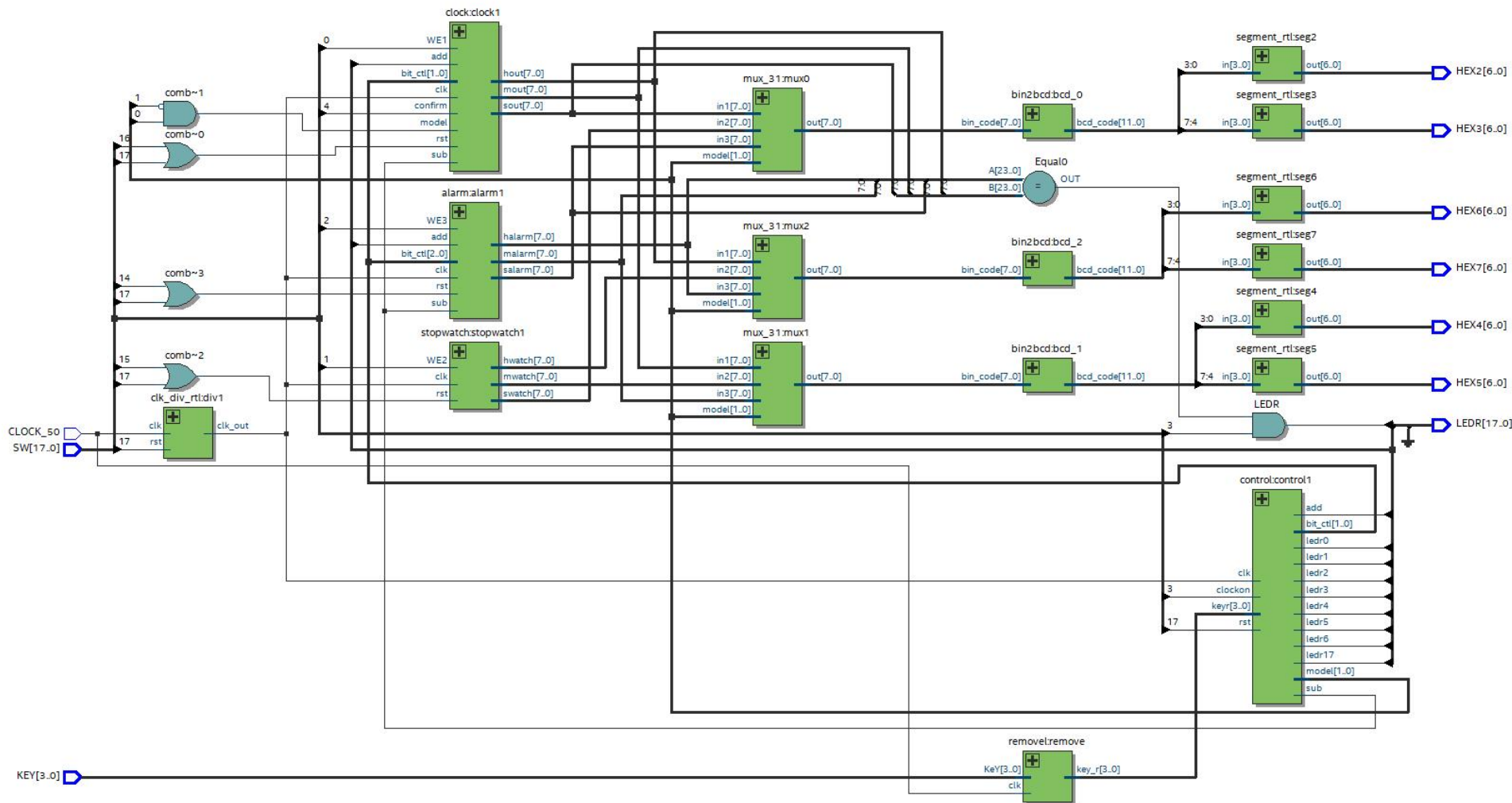
- HEX[7]HEX[6]显示时，HEX[5]HEX[4]显示分，HEX[3]HEX[2]显示秒，HEX[0]显示闹钟开关，HEX[1]可自定义
- 其他有助于功能展示的显示功能（可使用LED灯）
- 其他与生活中数字时钟更相符的显示功能（加分项）

■ 其他要求

- 整个时钟以2倍速运行，即秒使用2Hz的时钟信号
- 21秒等于1分钟，3分钟等于1小时，5小时等于1天
- 采用模块化设计

实验2：多功能数字时钟设计

■ 参考设计方案



实验2：多功能数字时钟设计

■ 谁能与之一战

Flow Status	Successful - Mon Apr 21 18:49:19 2025
Quartus Prime Version	21.1.0 Build 842 10/21/2021 SJ Lite Edition
Revision Name	example
Top-level Entity Name	example
Family	Cyclone IV E
Device	EP4CE115F29C7
Timing Models	Final
Total logic elements	718 / 114,480 (< 1 %)
Total registers	219
Total pins	83 / 529 (16 %)
Total virtual pins	0
Total memory bits	0 / 3,981,312 (0 %)
Embedded Multiplier 9-bit elements	0 / 532 (0 %)
Total PLLs	0 / 4 (0 %)

实验3：交通信号灯设计

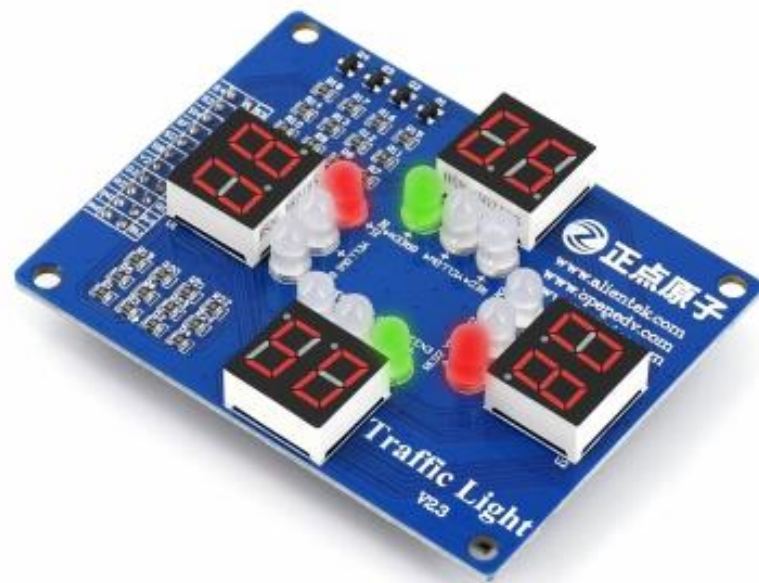
■ 功能要求

- 东西方向和南北方向各有4盏灯，分别为左拐灯、绿灯、黄灯和红灯；
- 东西方向信号灯的时间为：红灯60T，黄灯5T，绿灯40T，左拐灯15T；南北方向信号灯的时间为：红灯70T，黄灯5T，绿灯30T，左拐灯15T；
- 亮灯顺序为：绿→黄→左拐→黄→红
- 东西方向红灯点亮后3T，南北方向绿灯点亮；
- 南北方向红灯点亮后2T，东西方向绿灯点亮；
- T表示一个时钟周期
- 南北方向的四盏灯，每个灯可处于点亮和熄灭两种状态，四个灯同时只能有一个灯点亮。东西方向同理

实验3：交通信号灯设计

■ 功能要求

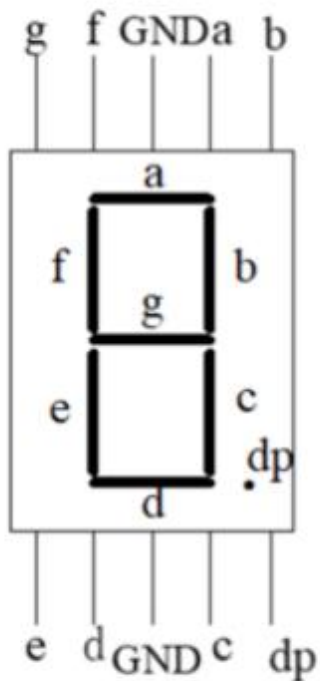
- 初始时钟采用开发板自带的50MHz振荡器：CLOCK_50，利用计数器分频获得频率为1Hz的时钟信号
- SW[17]为复位信号，拨动到高电平时，双向红灯亮起；拨动到低电平时，南北方向绿灯点亮，恢复正常亮灯顺序
- 采用课程提供的交通灯模块
 - 数码管需动态扫描



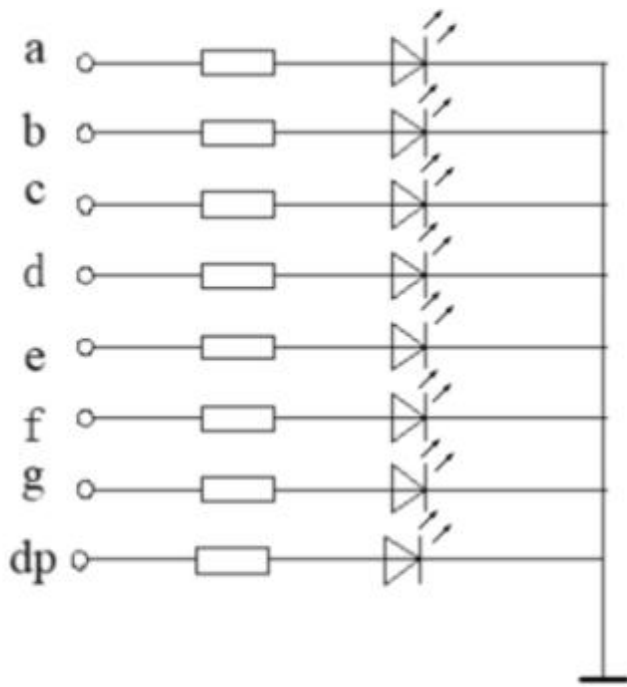
实验3：动态扫描数码管

■ 静态扫描数码管

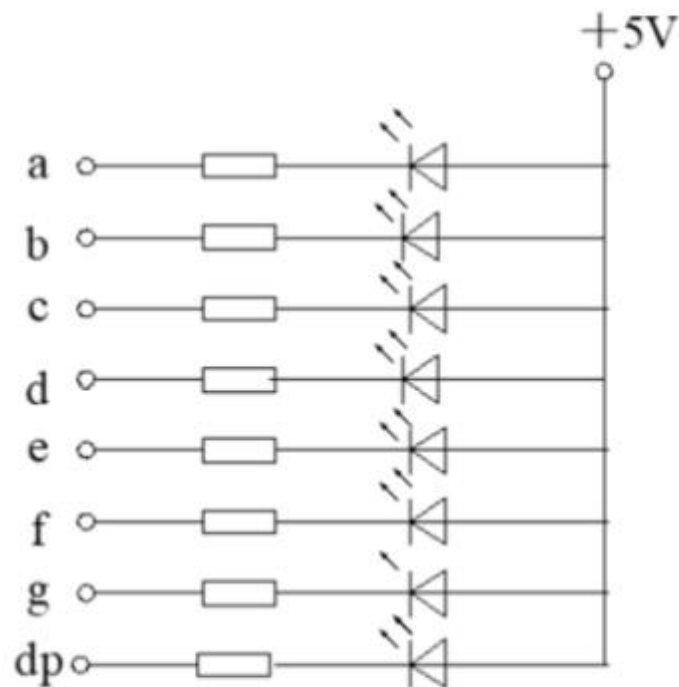
— N个数码管，需要8N的引脚



(a)



(b)



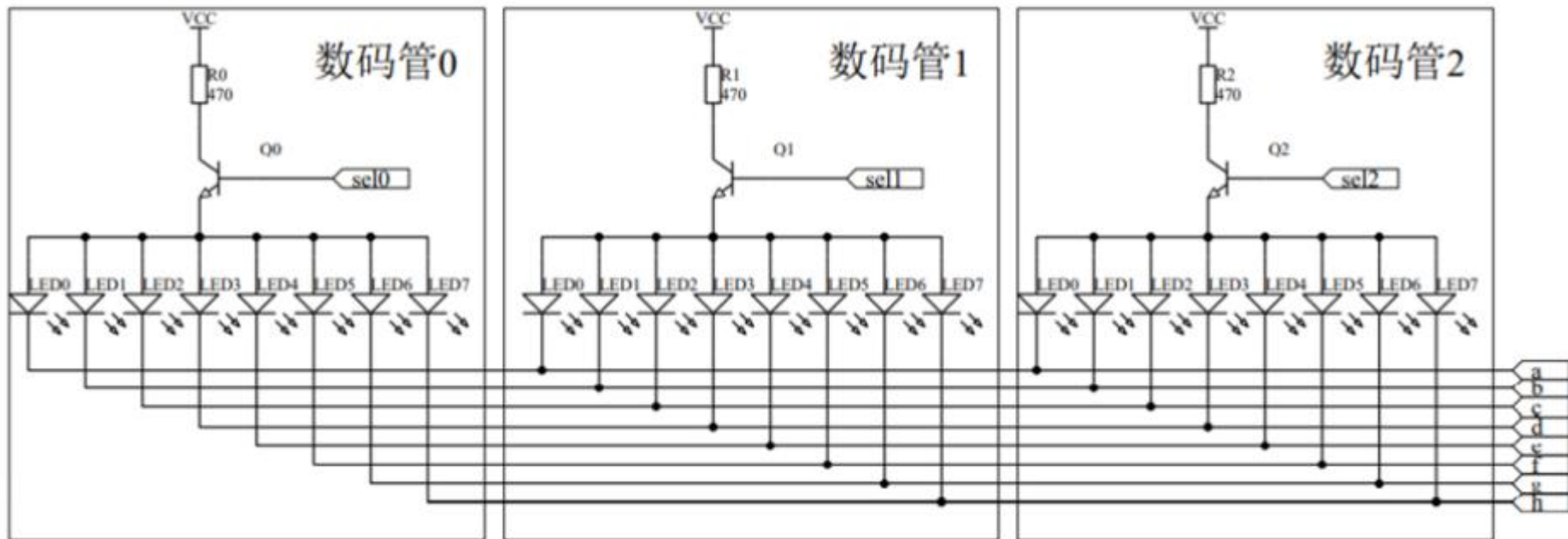
实验3：动态扫描数码管

■ 动态扫描数码管

— N个数码管，需要 $8+N$ 个引脚

➤ 8: a b c d e f g dot

➤ N: N个位选信号



实验3：动态扫描数码管

■ 工作原理

- 通过人眼的视觉暂留特性达到静态显示的效果

10ms: SEL[7:0] = 8'b0000_0001 点亮数码管0

20ms: SEL[7:0] = 8'b0000_0010 点亮数码管1

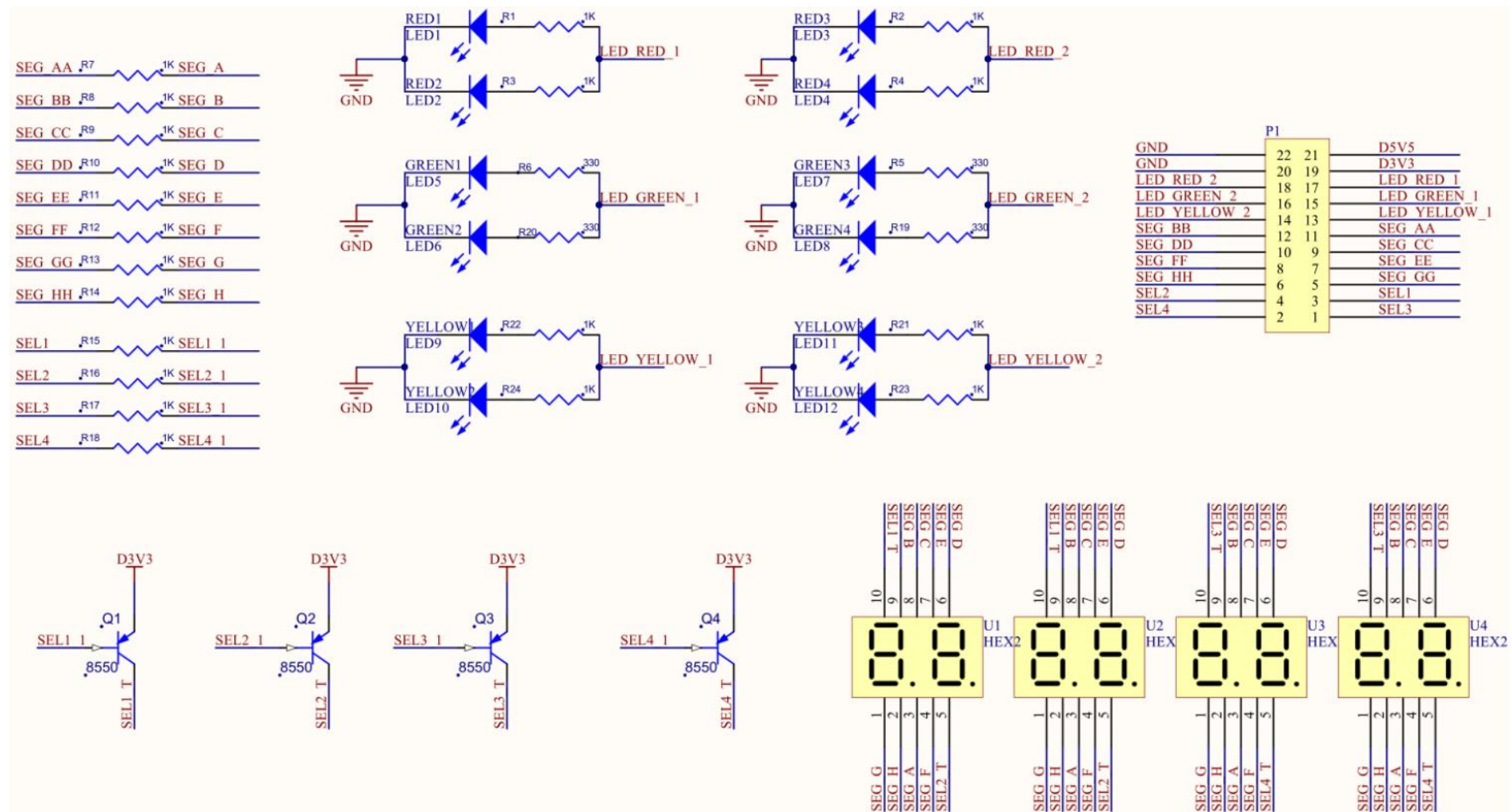
30ms: SEL[7:0] = 8'b0000_0100 点亮数码管2

共阴型

⋮

80ms: SEL[7:0] = 8'b1000_0000 点亮数码管7

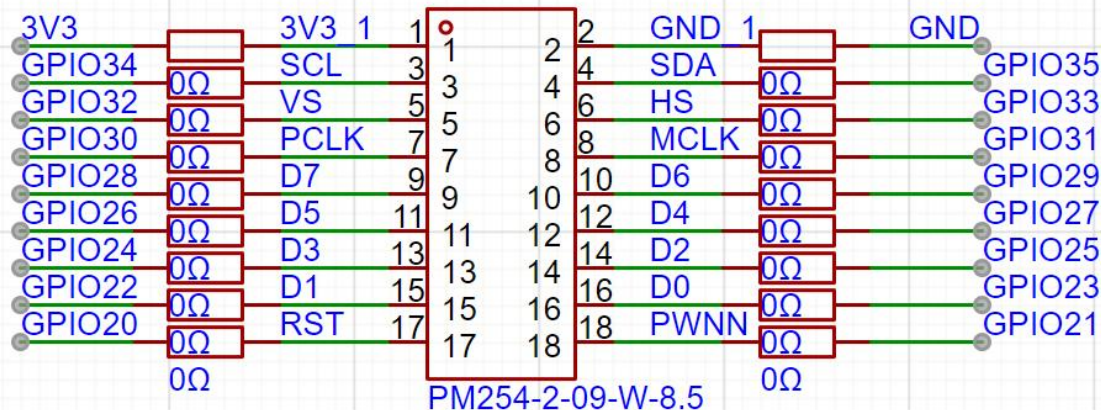
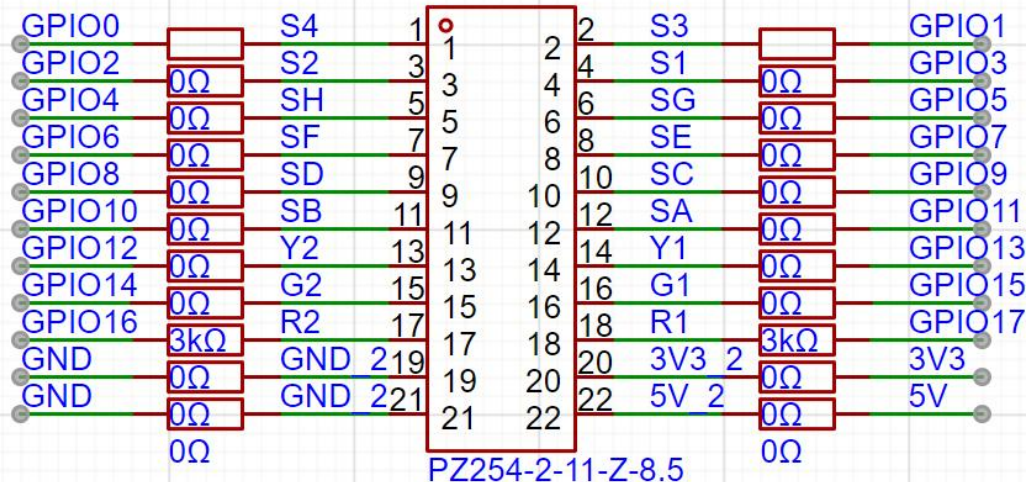
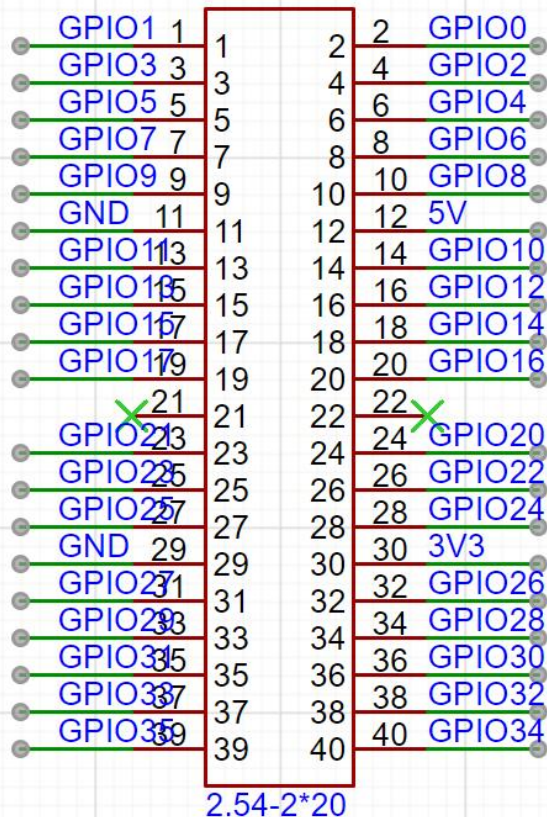
实验3：动态扫描数码管



如何驱动扩展板的外设？

inout [35:0] GPIO;

assign GPIO[12] = 1'b1; //点亮黄灯



- 使用扩展板的时候
 - 检查GPIO引脚是否都是直的
 - 不要插错位

