

# 2021~2022 学年第一学期

## 《数字系统设计实验》课程要求

### 一、课程安排及要求：

周次	内 容
11	实验内容：确定题目，实验共有 6 个题目，每个题目每班不超过 7 人；讨论总体设计方案；设计模块电路。
12~13	根据选定题目的模块电路要求完成相应模块电路的设计、仿真与调试，在实验板上实现电路功能
14~17	开放实验：至少参加 2 次课内开放实验 根据选定题目的要求完成总体电路的设计、仿真与调试，在实验板上实现电路功能
18	验收答辩

### 二、成绩评定

数字系统设计实验成绩由三部分组成：

- 报告成绩：30%
- 平时成绩：30%
- 验收答辩：40%

实验报告评分标准如下（按百分制批改，占总成绩的 30%）：

	内 容	分数
1	设计课题的任务要求	5
2	系统设计（包括设计思路、总体框图、分块设计）	15
3	仿真波形及波形分析	25
4	代码（要有注释）	15
5	功能说明及资源利用情况	10
6	故障及问题分析	15
7	总结和结论	10
8	报告格式规范、清晰	5

### 三、模块电路要求

根据选择题目不同，每个同学需在第 3 次课结束前完成一个模块电路的设计、仿真和实现，具体要求见题目。

## 四、开放实验预约说明

### 1、预约规则及注意事项

- **预约时间**: 在实验开始的**前 7 天的早上 8:00 到前 1 天的晚上 21:00**, 可以预约该次实验; 同一时间段不同实验室的实验只可预约其中一个。
- **预约次数**: 每人**同时最多预约 2 次实验**, 预约的实验结束后, 可以再预约新的实验。
- **现场预约**: 当预约的学生小于实验室容量时, 允许学生临时来做实验, 即直接到实验室预约。请在实验开始后 1 个小时内到实验室进行现场预约, 否则实验情况不计入系统。
- **违约处理**: 如果学生未按预约时间到实验室做实验, 又没有提前取消预约, 计违约 1 次, 累计违约每达到 2 次, 信用等级下降一级, 在实验预约人数超过实验室容量时, 信用等级最低的学生将首先被取消实验资格, 信用等级相同的情况下, 根据预约时间取消最后预约的学生的实验资格。信用等级根据本学期实验违约情况计算, 对之前的违约记录不进行累计。

### 2、实验签到

- **时间要求**: 预约的学生**在实验开始前 15 分钟至实验开始后 30 分钟**在实验室签到, 实验室在实验开始之后的 30 分钟之内为提前预约的学生保留实验台, 超过 30 分钟, 按未预约的学生处理, 并计 1 次违约。
- **签到方法**: 已预约的学生请在规定时间内到预约的实验室, 实验室的系统中将显示所有预约学生的信息, 签到时系统会自动为学生分配实验台, 请务必**按分配的组号就座**。

## 五、实验题目（题目后面的★表示难度指数）

### 题目 1 基于 CPLD 的模拟风暖式浴霸控制器的设计与实现（★★）

利用 CPLD 器件和实验开发板, 设计并实现一个用于浴室的风暖式浴霸控制器。

#### 基本要求:

- 1、SW<sub>6</sub> 作为控制器的整机开关, SW<sub>6</sub>=0 为关机状态, 打开 SW<sub>6</sub> (SW<sub>6</sub>=1) 后, 点阵全红、全绿交替全亮以 2Hz 闪烁, 8 个数码管同时亮“8”以 2Hz 频率闪烁, 同时 16 个发光二极管 LD<sub>15</sub>-LD<sub>0</sub> 也以 2Hz 频率闪烁, 2 秒后进入待机状态: 点阵、数码管和发光二极管 LD<sub>15</sub>-LD<sub>0</sub> 全灭;
- 2、待机状态 (SW<sub>6</sub>=1) 下, 风暖式浴霸的基本功能有照明、换气、风暖、强暖和干燥等 5 种功能, 其中换气、风暖、强暖和干燥这 4 个功能互斥, 照明功能与其它 4 个功能不互斥, 即在换气、风暖、强暖或干燥这 4 个功能下同时可以有照明功能。

- 3、在  $SW_6=1$  时，用按键开关  $BTN_7$  控制照明灯  $LD_6$  的亮灭，即  $BTN_7$  为照明开关， $LD_6$  为照明灯。在  $SW_6=0$  时，照明灯  $LD_6$  不能被点亮，始终处于熄灭状态。
- 4、待机状态（ $SW_6=1$ ）下，用不同的点阵动画模拟浴霸的 4 个功能：换气、风暖、强暖和干燥功能的点阵动画过程分别如图 1、2、3 和 4 所示，每种点阵动画的一个循环的完成时间为 2 秒，即动画中每一帧的显示时间是 0.5 秒。

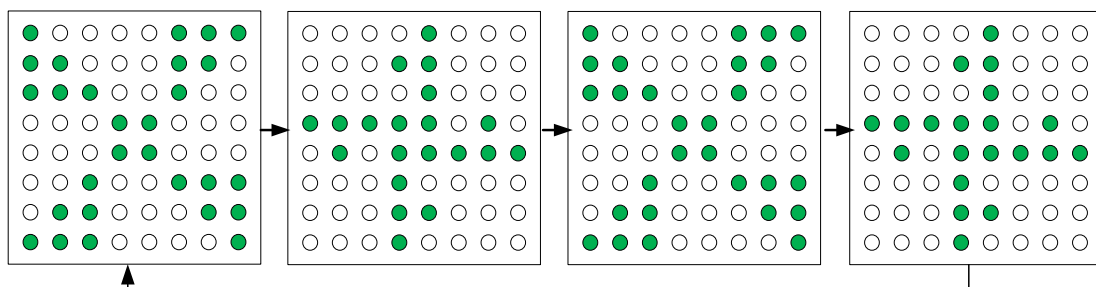


图 1 换气功能的点阵动画过程

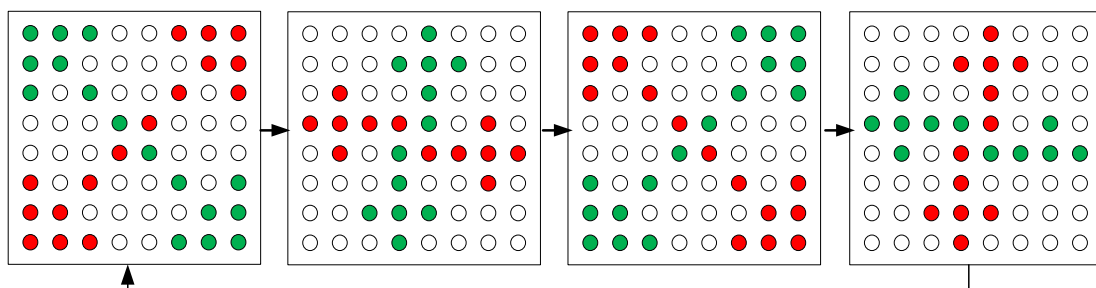


图 2 风暖功能的点阵动画过程

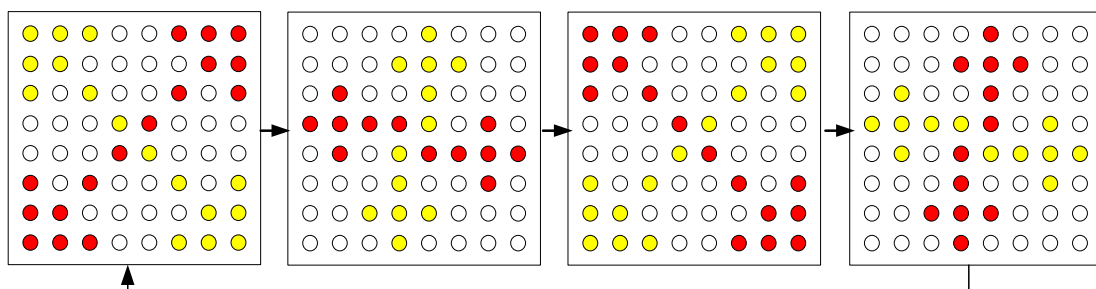


图 3 强暖功能的点阵动画过程

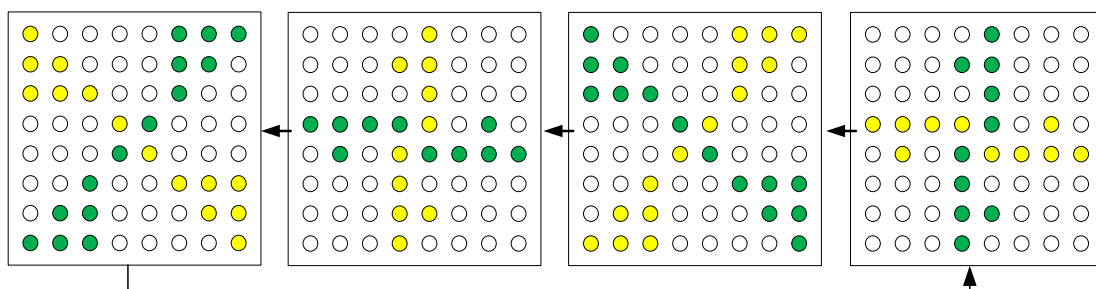


图 4 干燥功能的点阵动画过程

- 5、在待机状态 ( $SW_6=1$ ) 下, 用按键开关  $BTN_6$ 、 $BTN_5$ 、 $BTN_4$  和  $BTN_3$  分别实现换气、风暖、强暖和干燥等 4 个功能的启动、停止; 在换气功能状态下按一下  $BTN_6$  或在干燥功能状态下按一下  $BTN_3$ , 点阵动画立即停止; 在风暖功能状态下, 按一下  $BTN_5$ , 点阵动画延时 2 秒后停止; 在强暖功能状态下, 按一下  $BTN_4$ , 点阵动画延时 4 秒后停止; 延时时间以倒计时的方式显示在数码管  $DISP_5$  上。
- 6、待机状态 ( $SW_6=1$ ) 下, 按键开关  $BTN_6$ 、 $BTN_5$ 、 $BTN_4$  和  $BTN_3$  同时也是换气、风暖、强暖和干燥这 4 个功能之间的切换按键: 以换气功能为例, 在换气状态时, 若按动按键  $BTN_5$ 、 $BTN_4$  或  $BTN_3$ , 则浴霸功能分别切换为风暖、强暖或干燥这 3 个功能之一, 按动按键  $BTN_6$  则浴霸停止换气功能, 进入待机状态; 其它功能之间的切换依此类推。
- 7、系统工作流程合理, 工作稳定。

#### 提高要求:

- 1、给按键加上不同的按键音;
- 2、增加音效, 模拟浴霸风扇的噪音;
- 3、自拟其他功能。

#### 模块电路要求:

在  $8\times 8$  双色点阵上设计并实现图 1-4 其中一种动画, 要求完成仿真并在实验板上下载显示。

## 题目 2 简易快递自提柜系统 (快递员端) 的设计与实现 (★★)

利用数字实验电路板设计实现一个简易快递自提柜系统, 模拟包裹投递的基本功能。

#### 基本要求:

- 1、本快递自提柜的容量为 8 个货箱 (分别用发光二极管  $LD_0$ - $LD_7$  表示), 用发光二极管  $LD_0$ - $LD_7$  的亮灭来指示 8 个货箱的状态, 对应的发光二极管点亮表示该货箱已被占用, 熄灭表示货箱是空置的, 可以往里放包裹; 用按键  $BTN_0$ - $BTN_7$  分别对应货箱  $LD_0$ - $LD_7$  的投递开关 ( $BTN_0\rightarrow LD_0$ 、 $BTN_1\rightarrow LD_1$ 、 $BTN_2\rightarrow LD_2$ 、 $BTN_3\rightarrow LD_3$ 、 $BTN_4\rightarrow LD_4$ 、 $BTN_5\rightarrow LD_5$ 、 $BTN_6\rightarrow LD_6$ 、 $BTN_7\rightarrow LD_7$ );
- 2、快递员投递包裹时, 按下与空货箱对应的按键  $BTN(i)$ , 对应的货箱开门 (用点阵演示货箱开门动画), 同时对应的发光二极管  $LD(i)$  闪烁, 包裹放入之后快递员再一次按键  $BTN(i)$  关闭货箱门 (点阵演示货箱关门动画), 对应的发光二极管常亮表示该货箱已被占用, 同时产生一个 3 位的十进制数显示在数码管  $DISP_7\sim 5$  上作为该包裹的取件码, 取件码的显示时间为 3 秒钟;
- 3、取件码从 000 开始, 投递员每投递一次, 取件码的值加 1, 加到 999 后从 000 重新开始;
- 4、只要空置的货箱够用, 投递员一次可以投递多个包裹, 但必须依次投递;
- 5、货箱占用时按下按键  $BTN(i)$ , 对应的货箱转为空置状态, 对应的发光二极管  $LD(i)$  熄灭 (用于模拟用户取件);
- 6、同一个货箱可以被重复利用;

- 7、货箱的开门和关门动画自拟，尽可能形象；
- 8、系统上电时，8个货箱应都是空的，实验板上所有的显示器件都没有显示；
- 9、系统工作流程合理，工作稳定。

**提高要求：**

- 1、投递时随机产生一个3位的十进制数做为取件码，取件码不能与当前已投递的货箱取件码重复，也不能与当前投递的货箱上一次使用的取件码重复；
- 2、为相关操作设计音效；
- 3、自拟其他功能。

**模块电路要求：**

在8×8双色点阵上设计并实现开门动画，要求完成仿真并在实验板上下载显示。

### 题目3 简易快递自提柜系统（用户端）的设计与实现（★☆☆）

利用数字实验电路板设计实现一个简易快递自提柜系统，模拟包裹自取的基本功能。

**基本要求：**

- 1、本快递自提柜的容量为8个货箱（分别用发光二极管LD0-LD7表示），用发光二极管LD0-LD7的亮灭来指示8个货箱的状态，对应的发光二极管点亮表示该货箱已被占用，熄灭表示货箱是空置的；
- 2、BTN0-BTN7分别代表数字0~7，收货人自取货物时，用BTN0-BTN7输入取件码（假设8个货箱的取件码分别为000~007），并显示在数码管DISP2-DISP0上。取件码输入正确则对应的发光二极管LD(i)闪烁且对应的货箱开门（点阵演示货箱开门动画），3秒后自动关闭货箱门（点阵演示货箱关门动画），对应的发光二极管LD(i)熄灭表示该货箱已空出，可以再次被使用。如果取件码输入有误，对应的货箱不会开门，同时在数码管DISP0上显示E提示取件码输入有误，需要重新输入取件码；
- 3、货箱的开门和关门动画自拟，尽可能形象；
- 4、系统上电时，8个货箱应都是满的，对应的发光二极管点亮；
- 5、系统工作流程合理，工作稳定。

**提高要求：**

- 1、用4\*4小键盘输入取件码；
- 2、为相关操作设计音效；
- 3、自拟其他功能。

**模块电路要求：**

在8×8双色点阵上设计并实现关门动画，要求完成仿真并在实验板上下载显示。

## 题目 4 点阵赛车游戏 (★★☆)

用  $8 \times 8$  点阵设计制作一个赛车游戏机。

**基本要求：**

- 1、SW7 做为系统开关，SW7=0，系统不工作，所有显示器件全灭；
- 2、SW7=1，首先  $8 \times 8$  点阵进行 3 秒倒计时显示；
- 3、当 3 秒倒计时结束后，点阵显示下图所示的赛道和赛车的初始位置，赛车游戏开始，并开始计时，用两个数码管显示时间。图中的红色表示赛道，黄色表示赛车的初始位置，绿色表示终点，箭头表示赛车行进的方向；

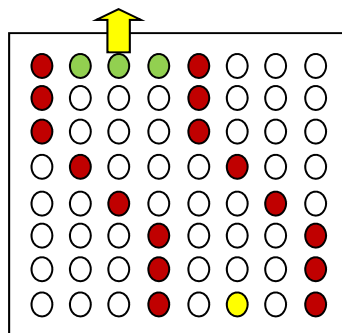


图 1 点阵表示的赛道和赛车

- 4、用 BTN1~BTN3 三个按键分别控制赛车的左移、前进、右移，最终使赛车在不碰撞赛道的情况下走完全程（即到达图 1 中的绿色位置），游戏结束，点阵显示“笑脸”图案，数码管显示走完全程所耗费的时间；
- 5、当游戏时间超过 59 秒，或者赛车在行进过程中碰撞赛道，游戏失败，点阵显示“哭脸”图案。
- 6、通过按键 BTN7 进行复位，按下后重新 3 秒倒计时后开始游戏。

**提高要求：**

- 1、有多种游戏赛道可选，可通过按键选择赛道或者 3 秒倒计时后赛道随机出现；
- 2、为游戏过程设计营销
- 3、在赛车行进过程中，赛道中随机出现障碍物（用  $8 \times 8$  点阵中的一个 LED 表示），通过 BTN1~BTN3 三个按键的控制躲避障碍物，走完全程。若赛车碰到障碍物和赛道，则游戏失败；
- 4、自拟其他功能。

**模块电路要求：**

在  $8 \times 8$  双色点阵上设计并实现 3 秒倒计时，要求完成仿真并在实验板上下载显示。

## 题目 5 智能药盒的设计与实现 (★★☆)

很多老年人随着年龄的增长,会伴随着健忘的问题。对于老年人来说,在生病的时候,甚至是日常生活中按时吃药是一个难题。如果需要在不同时间吃不同的药,几乎很难独立完成。而设计实现一个具有计时提醒功能的智能药盒就是为这些老年人所设计的。

### 基本要求:

- 1、智能药盒有三个药格,对应老年人每天早中晚的三次服药,每个药格有对应的提醒灯。按下 **BTN0** 键进入开机初始状态,三个药格的提醒灯在  $8\times 8$  点阵中显示图 1 所示的红、绿、黄图案。

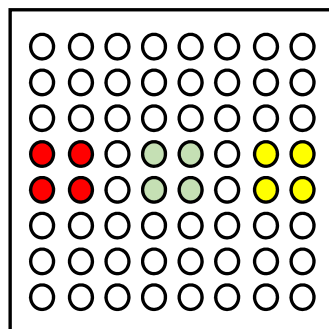


图 1 药格提醒灯

- 2、三个药格可通过 **BTN7** 键切换设定服药时间,切换到哪个药格,相应药格的提醒图案以  $2\text{Hz}$  的频率进行闪烁显示。服药时间的设定采用 **BTN6** 和 **BTN5** 键, **BTN6** 每按 1 下,时间加 1 秒, **BTN5** 每按 1 下,时间减 1 秒,每个药格可设定一个时间,设定时间范围在  $0\sim 59$  秒之间,在设定过程中采用数码管 **DISP1** 和 **DISP0** 显示所设定的服药时间。
- 3、服药时间设定结束后,按下智能药盒工作键 **BTN2** 后,药格提醒图案停止闪烁,药盒开始工作,并从 0 开始进行 60 秒计时,数码管 **DISP1** 和 **DISP0** 显示计时时间。当计时计到各个药格设定的服药时间时,点阵上相应药格的提醒图案以  $4\text{Hz}$  的频率进行闪烁提醒,同时蜂鸣器报警,按 **BTN1** 键后报警和闪烁停止。
- 4、智能药盒计到 60 秒后重复开始服药计时和提醒,直到按下 **BTN0** 键后智能药盒关闭,点阵全灭,计时停止。

### 提高要求:

- 1、用  $4\times 4$  小键盘设定服药时间;
- 2、采用液晶 **LCD1602** 显示设定的服药时间;
- 3、增加高级模式,每个药格可设定 1~2 个服药时间进行提醒;
- 4、自拟其他功能。

### 模块电路要求:

在  $8\times 8$  双色点阵上显示图 1 所示图案,其中绿色方格以  $2\text{Hz}$  的频率进行闪烁,要求完成仿真并在实验板上下载显示。

## 题目六 简易计算器 (★★★)

### 基本要求:

- 1、利用 4\*4 小键盘作为输入，包括：数字键 0-9，清除键，等号键及 ‘+’ ‘-’ ‘\*’ 运算符键。
- 2、实现输入为 99 以内自然数的加、减、乘运算；
- 3、能够实现多次连续计算（无优先级，从左到右计算结果），如：  $12+34\times 2-78=14$
- 4、最大结果为 99999（五位），溢出报警；
- 5、用数码管显示输入的数字和结果，最左侧数码管用来表示数字的正负，其他五位数码管表示结果；结果的绝对值大于 99999 时，数码管显示 ‘Error’。

### 提高要求:

- 1、实现输入为 9999 以内自然数的加、减法；
- 2、实现除法运算，不能除尽时小数保留 1 位有效数字；
- 3、能够区分运算优先级（先乘除，后加减），如：  $12+34\times 2-78=2$
- 4、自拟其他功能。

### 模块电路要求:

设计并实现 4\*4 键盘扫描控制电路，判断哪个按键被按下，当某个键按下时，在数码管上显示对应的键值，要求完成仿真并在实验板上下载显示。