

浙江大学 2019 - 2020 学年 春夏 学期

《 数字系统设计 》课程期末考试试卷

课程号: 671C0050, 开课学院: 信息与电子工程学院

考试试卷: \checkmark A 卷、B 卷 (请在选定项上打 \checkmark)

考试形式: \checkmark 闭、开卷 (请在选定项上打 \checkmark), 允许带 计算器 入场

考试日期: 2020 年 9 月 4 日, 考试时间: 120 分钟

诚信考试, 沉着应考, 杜绝违纪。

考生姓名: 考考 学号: _____ 所属院系 (专业): _____

题序	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									
评卷人									

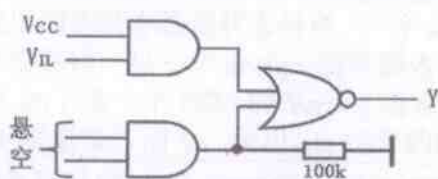
一、判断题 (共 15 分, 得分 _____) 在下方的表格中对应题号填入 \checkmark (正确) 或 \times (错误)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
\checkmark	\checkmark	\times	\times	\checkmark	\times	\times	\times	\times	\times	\times	\checkmark	\times	\times	\checkmark

- 十进制数 “-29” 用 8 位二进制补码表示为 11100011。
- 若取 $J=K'$, 则仅用 JK 触发器构成 D 触发器。
- 在控制器的设计中, 控制时序不能有多余状态, 要达到状态最简。
- 因为逻辑表达式 $A+B+AB=A+B$ 成立, 所以 $AB=0$ 。
- 任何布尔函数都可以用与非门实现。
- 静态 RAM 需要周期性刷新以保持数据。
- 对于任何一个逻辑函数来讲, 其逻辑图都是唯一的。
- 拥有 8 个状态的计数器内部至少要含有 8 个触发器。
- 存储容量为 $128K \times 8$ 位的 RAM 存储器, 其地址线为 7 条、数据线为 8 条。
- 将 OD 门的输出端直接相连, 就可以实现线与结构。
- 同步时序电路和异步时序电路的主要区别是输出是否只与内部状态有关。
- 对于一个 n 变量的逻辑函数, 如果它的最小项表达式由 k 个最小项组成, 则它的最大项将由 $2^n - k$ 个最大项组成。
- 冯诺依曼结构相比于哈佛体系结构具有更好的灵活性和稳定性, 而哈佛体系结构具有更好的硬件效率。
- 时序电路的扫描测试和自测试都不需要外部的测试向量就可以进行。
- 微处理器设计除了数据通路及控制器外, 还需要设计指令集。

二、简答题(共12分, 得分_____)

1. 某TTL门电路如下, 试写出输出状态。



解: $Y = 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 = 0$

2. 一个8位移位寄存器的时钟频率为1MHz, 将8位二进制数并行加载到该寄存器需要多少时间? 串行加载到该寄存器又需要多少时间?

解: $T = \frac{1}{f} = 10^{-6} \text{ s}$. 并行 $\leq 10^{-6} \text{ s}$ 串行 $\leq 8 \times 10^{-6} \text{ s} = 8 \times 10^{-6} \text{ s}$

3. 一个门电路实现 $Y = A \cdot B + C$ 的电路, 输入 $ABC = \{010\}$ 可以检测输入A节点的什么故障?

解: 正常时, $ABC = 010$, 则 $Y = 0$
若A节点SA1故障, 则 $Y = 1$. \therefore 检测SA1(固定)

4. 对于m个待处理数据的数据流, 每个数据运算有L段, 每段用时t的流水线操作结构, 故障理想情况下共需多少运算时间完成全部数据处理?

解: $T = L \times t + (m-1) \times t$

三、组合逻辑(12分, 得分_____)

有一个四变量逻辑等式如下:

$$\overline{A+B+D} + \overline{ABCD} + \overline{ABC} + \overline{CD} + (\overline{A+B+C})(\overline{A+C}) = \overline{ABD} + BC + \overline{BD} + \overline{ABD}$$

- 1) 用卡诺图求出此等式左边的最简与-或表达式。
- 2) 以A、B、C分别对应S2、S1、S0地址输入端, 用8选1数据选择器实现此等式的右边表达式(允许使用反相器)。
- 3) 写出此等式的对偶式。

解: 1) 左边 = $\overline{A} \overline{B} \overline{D} + \overline{A} B \overline{C} D + \overline{A} B C + C \overline{D} + A \overline{B} \overline{C} + A C$

卡诺图 (左):

	00	01	11	10
A \ B	00	1	0	1
01	0	1	1	1
11	0	0	1	1
10	1	1	1	1

最简式: 左 = $\overline{B} \overline{D} + A \overline{B} + \overline{A} B D + B C$

2) 卡诺图 (右):

	0	1
A \ B	0	1
01	1	1
11	0	1
10	1	1

MUX数据端 $D_0 \sim D_7$:
 $\overline{D} \overline{D} D 1 1 1 0 1$

3) $\overline{ABC} \cdot (C \overline{A} + B + \overline{C} + D) (\overline{A} + B + C) \cdot (C \overline{C} + \overline{D}) \cdot \overline{A} B C + \overline{A} \cdot \overline{C}$
4. $= (A + \overline{B} + D) (B + C) (C \overline{B} + \overline{D}) (C \overline{A} + B + D)$

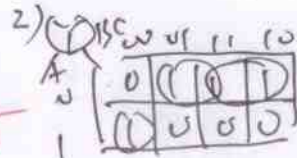
四、应用电路设计 (14分, 得分 _____)

今有 A、B、C 三人可以进入某秘密档案室, 但条件是 A、B、C 三人在场或有两人在场, 但其中一人必须是 A, 否则报警系统就发出警报信号。请设计该报警电路:

- 1) 列出真值表; 2) 写出逻辑表达式并化简; 3) 画出用与非门设计的逻辑图。

解: 1) A、B、C 在时为 1, 不在时为 0, 报警 $Y=1$ 报警。

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0



$$Y = \overline{A}C + \overline{A}B + A\overline{B}\overline{C}$$

$$= \overline{A}C \cdot \overline{A}B \cdot A\overline{B}\overline{C}$$

$$Y = \overline{A}C + \overline{A}B + A\overline{B}\overline{C}$$

(注:)

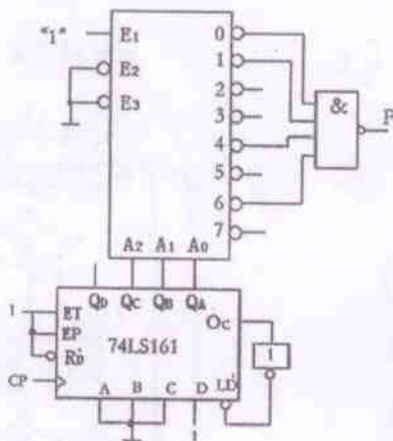
1. 若 $ABC = 000$, $Y=1$ 报警正确。

2. 若报警 $Y=0$, 不报警 $Y=1$ 也报警。

五、时序电路 (12分, 得分 _____)

译码器 74LS138 和 16 进制计数器 74LS161 连接组成电路如下图所示。试分析回答:

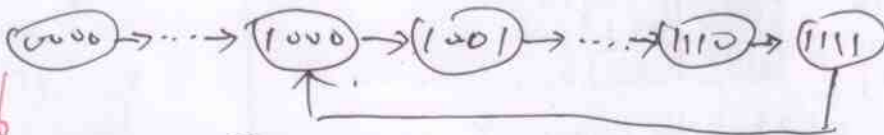
- 1) 列出 74LS161 的输出 $Q_D Q_C Q_B Q_A$ 状态转换关系图;
2) 写出输出 F 的序列信号。



74LS161 功能表

CLK	R_D	LD'	EP	ET	工作状态
X	0	X	X	X	置 0 (异步)
\square	1	0	X	X	预置数 (同步)
X	1	1	0	1	保持 (包括 C)
X	1	1	X	0	保持 (C=0)
\square	1	1	1	1	计数

解: 1) 置数 $DCBA = 1000$, 2) $Q_D Q_C Q_B Q_A$ 状态转换:



计数到 1111 时, $Q_D = 1$, $\overline{LD} = 0$. 置数到 1000.

2) $F = \overline{Y_0} \overline{Y_1} \overline{Y_4} \overline{Y_6} = Y_0 + Y_1 + Y_4 + Y_6$. ($\overline{Y_i}$ 为译码器输出)

$Q_D Q_C Q_B Q_A$ 从 1000 -> 1111 变化时, $Q_D Q_C Q_B Q_A$ 从 000 -> 111 变化, 2) F 的序列: 1100 1010 ... (左起先行)

六、 Verilog HDL (共 10 分, 得分 _____)

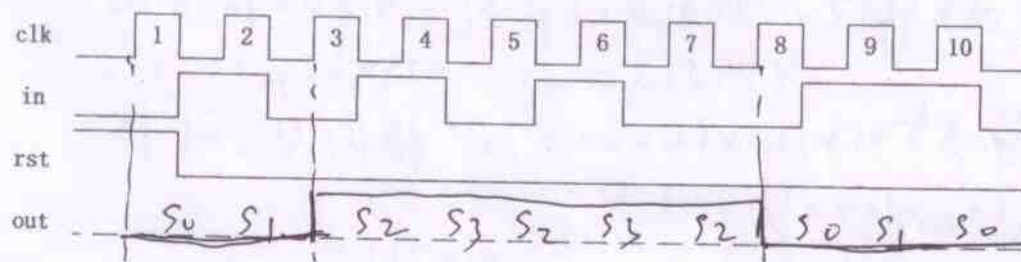
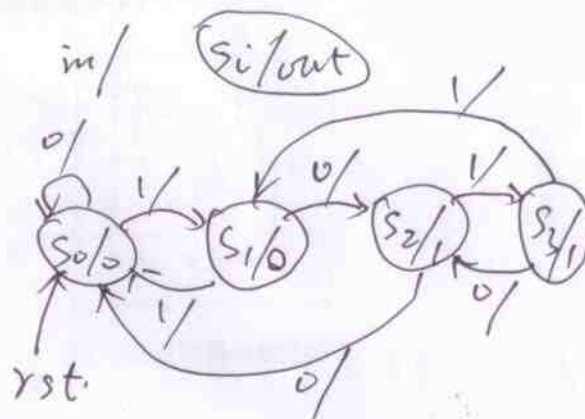
Verilog 三段式状态机描述是指使用三个 always 模块描述状态机, 一个 always 模块采用同步时序描述状态转移, 一个 always 采用组合逻辑判断状态转移条件, 描述状态转移规律, 另一个 always 模块描述状态输出。

1) 如下是一个 FSM 的 Verilog 语言硬件描述代码, 请据此画出其状态转换图;

2) 根据输入信号, 画出 out 信号的输出波形。

```

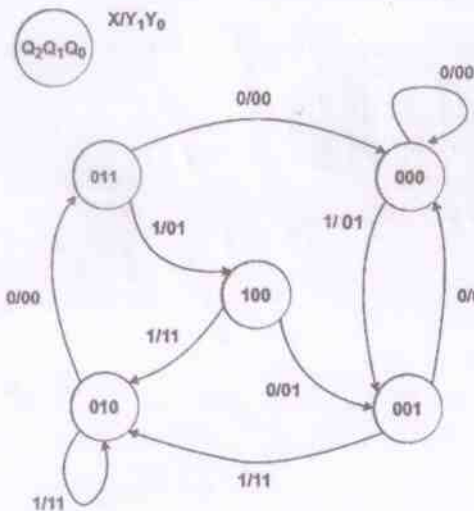
module FSM (input clk, input rst, input in, output reg out);
    reg [1:0] state, nextstate;
    parameter S0=2'b00;
    parameter S1=2'b01;
    parameter S2=2'b10;
    parameter S3=2'b11;
    always@ (posedge clk) begin
        if(rst) state<=S0;
        else state<=nextstate;
    end
    always@ (*)
    case(state)
        S0: if(in) nextstate<=S1;
            else nextstate<=S0;
        S1: if(in) nextstate<=S0;
            else nextstate<=S2;
        S2: if(in) nextstate<=S3;
            else nextstate<=S0;
        S3: if(in) nextstate<=S1;
            else nextstate<=S2;
        default: nextstate<=S0;
    endcase
    always@ (*)
    case(state)
        S0: out=0;
        S1: out=0;
        S2: out=1;
        S3: out=1;
        default: out=0;
    endcase
endmodule
    
```



七、 控制器设计 (共 15 分, 得分 _____)

某控制器的状态转移图如下所示, 其中 X 为输入信号, Y_1 、 Y_0 为输出信号。要求:

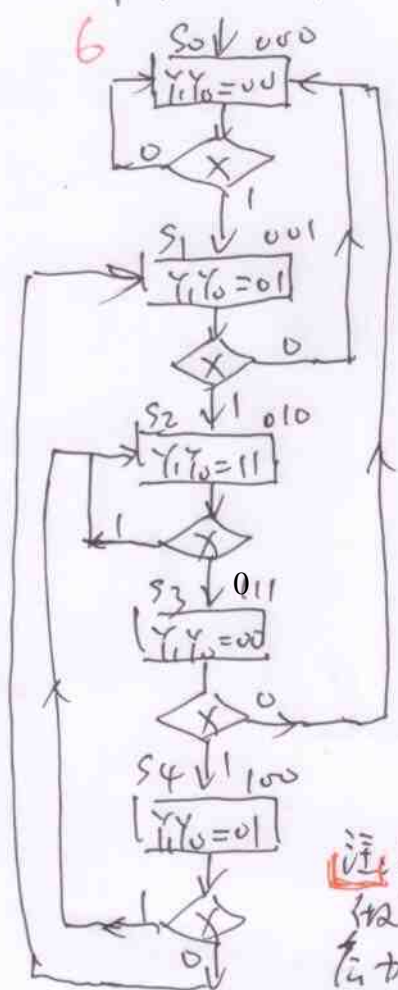
- 1) 画出 ASM 流程图, 写出状态转移表;
- 2) 设计一个 MUX 型控制器, 画出电路图;
- 3) 如果采用微程序控制器, 请设计微指令格式, 并对每部分名称和含义加以说明。



状态表

状态	次态		输出	
	$X=0$	$X=1$	$X=0$	$X=1$
$Q_2 Q_1 Q_0$	$Q_2' Q_1' Q_0'$	$Q_2' Q_1' Q_0'$	$Y_1 Y_0$	$Y_1 Y_0$
0 0 0	0 0 0	0 0 1	0 0	0 1
0 0 1	0 0 0	0 1 0	0 0	1 1
0 1 0	0 1 1	0 1 0	0 0	1 1
0 1 1	0 0 0	1 0 0	0 0	0 1
1 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1	1 1
1 0 1	X	X	X	X
1 1 0				
1 1 1				

1) ASM 图



2) 以 $Q_2 Q_1 Q_0$ 为 MUX $A_2 A_1 A_0$ 地址

则 \equiv 3 DFF ($Q_2 Q_1 Q_0$) 的 D 输入端 MUX 的 $D_0 \sim D_7$ 数据为:

Q_2 : 000X0XXX (X 为任意值)
 Q_1 : 0X10XXXX
 Q_0 : X0X0XXXX

指令: $(Y_1)_{Q_1 Q_0}$

Q_2	0	1	1	0
Q_1	0	0	0	0
Q_0	0	1	0	1
Y_1	0	1	0	1

$$Y_1 = XQ_2 + X\bar{Q}_1Q_0 + \bar{Q}_1\bar{Q}_0$$

Q_2	0	0	1	1
Q_1	0	0	0	0
Q_0	0	1	0	1
Y_0	0	1	0	1

$$Y_0 = X + Q_2$$

图略

3) 指令格式

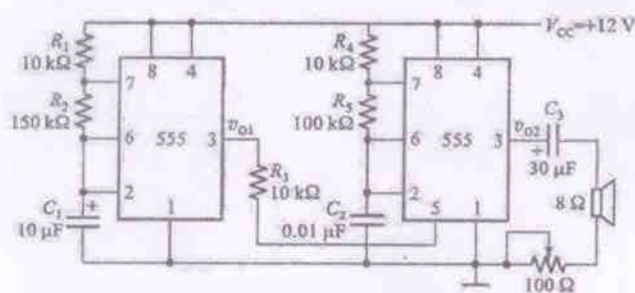
$Y_1 Y_0$	PC	UA2	UA1	UA0
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
10	2	2	2	2
11	3	3	3	3

注: 更正确的做法是判到框后加条件框, 5/6 在条件框中输出 $Y_1 Y_0$

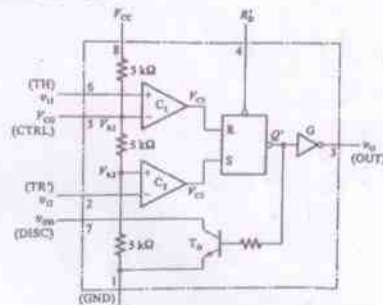
八、脉冲电路(10分, 得分_____)

下图为救护车扬声器发音电路。当 $V_{CC} = 12V$ 时, 555 定时器输出的高、低电平分别为 $10V$ 和 $0.3V$, 输出电阻小于 100Ω 。在图中给出的电路参数下, 试计算:

- 1) 左边 555 定时器输出 V_{o1} 是什么信号? 其周期是多少?
- 2) 右边扬声器发出声音的高、低音频率各是多少?
- 3) 在一个 V_{o1} 周期内, 右边扬声器的高、低音持续时间各是多少?



1) 救护车扬声器发音电路图



2) 555 定时器内部结构

解: 1) 左边 V_{o1} 输出为矩形波信号

3 周期 $T_{o1} = (R_1 + 2R_2)C_1 \ln 2 = \underline{2.15 S}$

2) V_{o1} 高电平时间 $t_{1H} = (R_1 + R_2)C_1 \ln 2 = \underline{1.11 S}$

4 这时 $V_{o1} = 10V$, 利用戴维宁定理计算右边 555 的 5 脚电压:

$V_{C0} = 8.5V$. 又 $V_{T+} = 8.5V$, $V_{T-} = 4.25V$

则扬声器声音周期 $T_{z1} = (R_4 + R_5)C_2 \ln \frac{V_{CC} - V_{T-}}{V_{CC} - V_{T+}} + R_5 C_2 \ln 2$
 $= (110 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \ln \frac{12 - 4.25}{12 - 8.5} + 100 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \times 0.69)$
 $= 1.56 \times 10^{-3} S$

$\therefore f_{z1} = \frac{1}{T_{z1}} = \underline{639 Hz}$ (低音)

V_{o1} 低电平时间: $t_{1L} = R_2 C_1 \ln 2 = 150 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \times 0.69$
 $= \underline{1.04 S}$

此时 $V_{o1} = 0.3V$, 计算右边 555 的 5 脚电压 $V_{C0} = 6.075V$

$\therefore V_{T+} = 6.075V$, $V_{T-} = 3.0375V$.

则扬声器声音周期 $T_{z2} = 110 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \ln \frac{12 - 3.0375}{12 - 6.075}$
 $+ 100 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \times 0.69$
 $= 1.15 \times 10^{-3} S$

$\therefore f_{z2} = \frac{1}{T_{z2}} = \underline{873 Hz}$ (高音)

3) 高音时间为 $t_{1L} = \underline{1.04 S}$

3 低音时间为 $t_{1H} = \underline{1.11 S}$