

中国科学技术大学

2021–2022 学年第—学期考试试卷 (A 卷)

考试科目: 数字逻辑电路 得分: _____

学生所在院系: _____ 姓名: _____ 学号: _____

注意事项

- (1) 可以带计算器;
- (2) 答案请写在试题后空白处, 若写不下, 可写在试卷背面, 写在草稿纸上无效;
- (3) 需给出必要的步骤, 只有结果不得分。

一、逻辑函数化简与变换 (本题 12 分)

已知四变量函数 Y_1 和 Y_2 : $Y_1(A, B, C, D) = \sum m(2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14)$;

$$Y_2(A, B, C, D) = \sum m(0, 1, 2, 5, 7, 8, 12, 14) + d(3, 9, 10)$$

- (1) 求 Y_1 的最简“与或非”式; (2) 求 Y_2 的最简“与或”式;
- (3) 求复合函数 $Y_1 \oplus Y_2$ 最小项之和的形式。

$\angle 1$

		A'	
		00	01
B'	00	1	1
	01	0	1
C'	00	0	1
	01	1	1
D'	00	0	1
	01	1	1

$$Y_1' = A'B'C' + BD + AD$$

$$Y_1 = (A'B'C' + BD + AD)' = A'B'C + B'C'D + A'C'D + ABD$$

$$\angle 3 \quad Y_1 \oplus Y_2 = \sum m(0, 1, 4, 5, 6, 7) + d(3, 9, 10) \quad (Y_1' \text{ 与 } Y_2 \text{ 相同项})$$

$\angle 2$

		A'	
		00	01
C'	00	1	1
	01	0	1
D'	00	X	1
	01	1	0
C'	10	0	1
	11	1	0
D'	10	0	X
	11	1	0

$$Y_2 = A'B' + AD' + A'D$$

二、组合电路分析与设计（每题 10 分，共 20 分）

1. 分析图 1 所示的组合逻辑电路。（1）写出输出逻辑函数式；（2）画出波形图，说明电路功能。

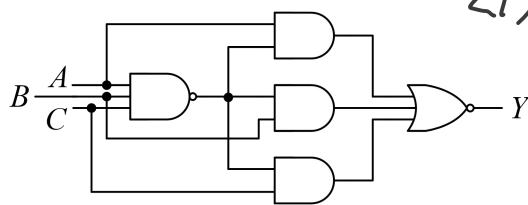
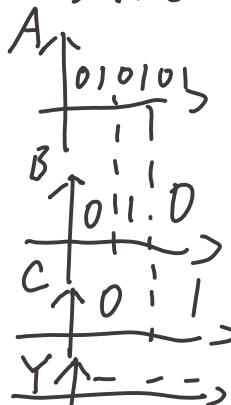


图 1

$$\begin{aligned} & \text{(1) } Y = ((A+B+C) \cdot (ABC))' \\ &= ABC + (A+B+C)' \\ &= ABC + A'B'C' \end{aligned}$$

(2)



懒~~~

检验 ABC 输入是否一致，一致

2. 设计一组合电路，该电路有三个输入端 A, B, C 和一个输出端 Z 。当 $A \oplus B = (BC)'$ 时， $Z=1$ 。（1）列出真值表；（2）用 4 选 1 的数据选择器实现该电路，4 选 1 数据

选择器的功能表和框图见表 1 和图 2。（注：要求 $A_1 A_0 = AB$ ）

S'	A_1	A_0	Y
1	X	X	0
0	0	0	D_0
0	0	1	D_1
0	1	0	D_2
0	1	1	D_3

表 1 数据选择器功能表

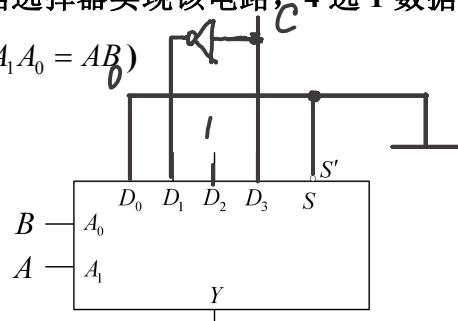


图 2

(1)

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

(2) 如图

三、时序电路分析与设计（每题 14 分，共 28 分）

1. 时序逻辑电路如图 3 所示，写出电路的驱动方程、状态方程和输出方程，列出状态转换表，画出状态转换图，检查电路能否自启动。

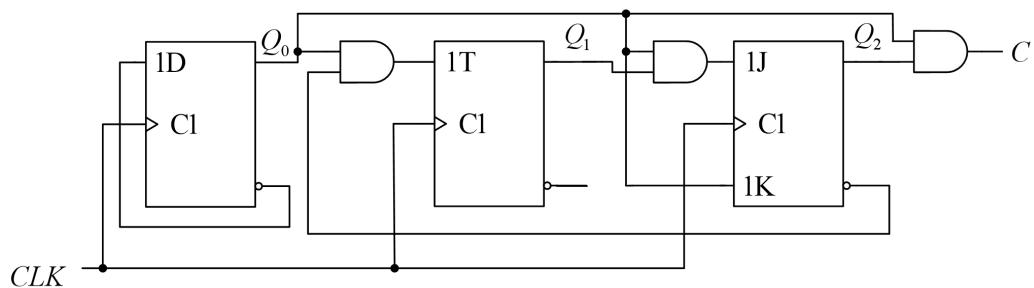


图 3

$$\begin{cases} Q_0^* = D = Q_0' \\ Q_1^* = T \oplus Q_0 = (Q_0 \cdot Q_1') \oplus Q_1 \\ Q_2^* = JQ_1' + K'Q_2 = Q_0 \cdot Q_1 \cdot Q_2' + Q_0' \cdot Q_2 \end{cases}$$

$$C = Q_0 \cdot Q_2$$

$(Q_2, Q_1, Q_0) / C$

000 $\xrightarrow{10}$ 001 $\xrightarrow{10}$ 010 $\xleftarrow{10}$ 111 $\xleftarrow{10}$ 110
 ↑1
 101 $\xleftarrow{10}$ 100 $\xleftarrow{10}$ 011
 ↓0

可自启动

装订线 答题时不要超过此线

Q_2	Q_1	Q_0	C
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

2. 用下降沿触发的 D 触发器和逻辑门设计一个同步时序逻辑电路，该电路的状态转换图如图 4 所示。(1) 列出状态转换表；(2) 求电路的状态方程、输出方程和驱动方程；(3) 画出逻辑图。(注：状态变量用 Q_1Q_0 表示)

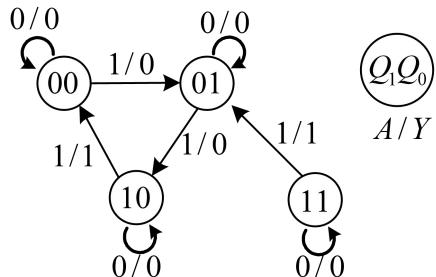


图 4

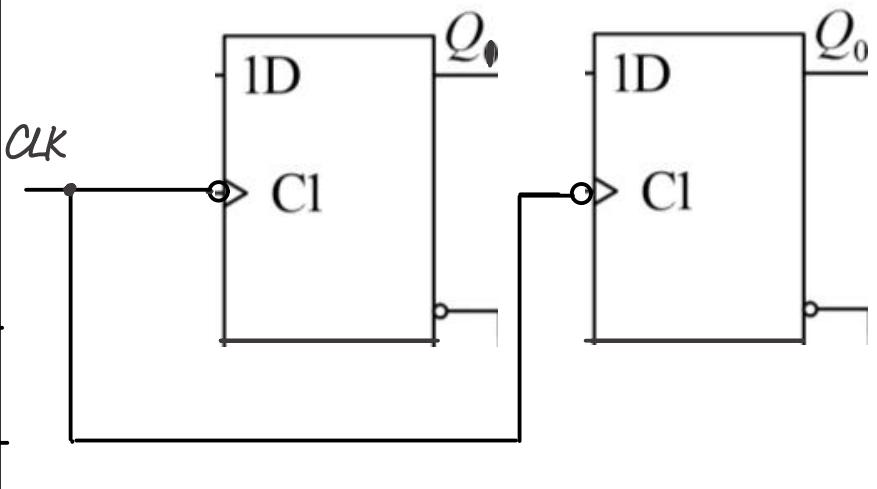
$Q_1^* Q_0^*/C$

<2> A		00	01	11	10
0	$Q_1 Q_0$	00/0	01/0	11/0	10/0
1	$Q_1^* Q_0^*$	01/0	10/0	01/1	00/1

$$\begin{cases} Q_1^* = D_1 = A'Q_1 + A\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \\ Q_0^* = D_0 = A'Q_0 + \bar{Q}_1Q_0 + A\bar{Q}_1\bar{Q}_0 \end{cases}$$

$$Y = A\bar{Q}_1$$

<3> (略)



A	$Q_1 Q_0$	$Q_1^* Q_0^*$	Y
0	00	00	0
0	01	01	0
0	10	10	0
0	11	11	0
1	00	01	0
1	01	10	0
1	10	00	1
1	11	01	1

四、简答题（每题 8 分，共 24 分）

1. 将同步十六进制计数器 74163 接成 2421 码十进制计数器，标出 进位输出端。2421 码的编码规则如表 2，74163 的功能表如表 3，74163 的框图如图 5 所示。

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2421 码	0000	0001	0010	0011	0100	1011	1100	1101	1110	1111

表 2 2421 码的编码表

<i>CLK</i>	<i>R'_D</i>	<i>LD'</i>	<i>EP</i>	<i>ET</i>	工作状态
↑	0	×	×	×	置零
↑	1	0	×	×	预置数
×	1	1	0	1	保持
×	1	1	×	0	保持(但 <i>C</i> = 0)
↑	1	1	1	1	计数

表 3 74163 功能表

装订线 答题时不要超过此线

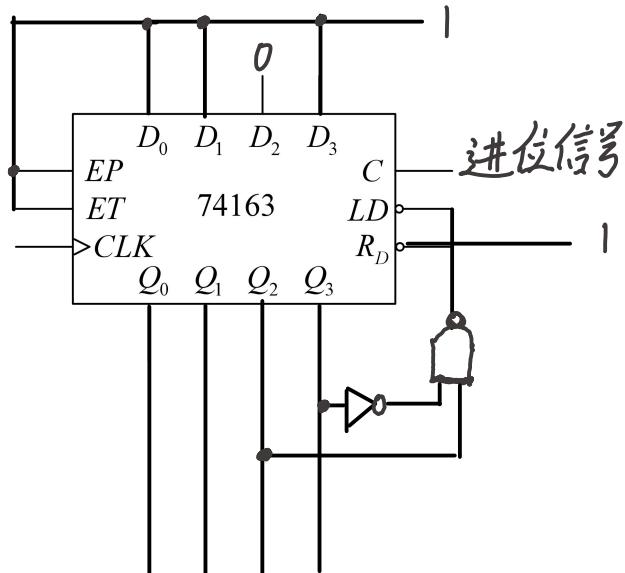


图 5

2. 图 6 中门电路均为 CMOS 逻辑门, 求输出 Y_1 和 Y_2 的逻辑函数式。

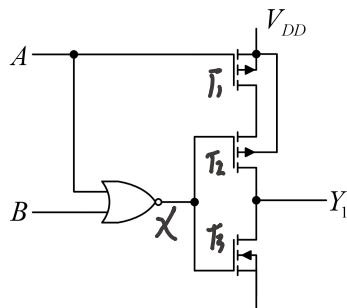


图 6 (a)

$$(a). T_1, T_2 \text{串联} \quad X = (A + B)' = A'B'$$

$$A=0, B=0, X=1; T_1 \text{导通}, Y_1=0$$

$$A=0, B=1, X=0; T_1, T_2 \text{导通}, Y_1=1$$

$$A=1, B=0, X=0; T_1, T_2 \text{截止}, Y_1 \text{高阻态}$$

$$A=1, B=1, X=0; T_1, T_2 \text{截止}, Y_1 \text{高阻态}$$

$$\begin{cases} A=0, Y_1=B \\ A=1, Y_1 \text{高阻态} \end{cases}$$

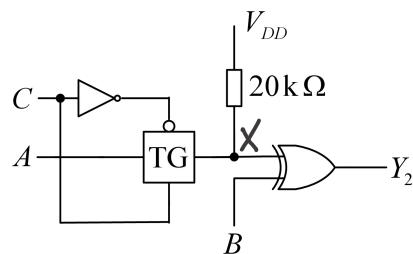


图 6 (b)

$$(b) C=1, TG \text{导通} \quad X=A$$

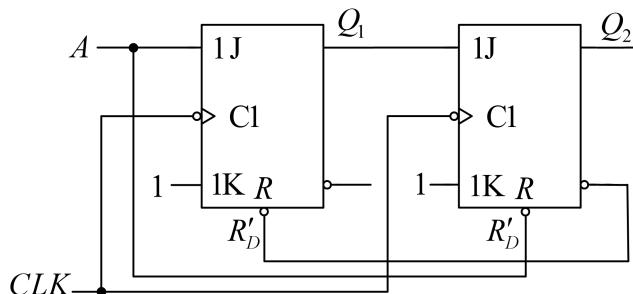
$$C=0, TG \text{截止} \quad X=1$$

$$\text{故: } C=1, Y_2 = A \oplus B$$

$$C=0 \quad Y_2 = 1 \oplus B = B'$$

$$\Rightarrow Y_2 = (A \oplus B)C + B'C'$$

3. 电路如图 7(a) 所示。试对应图 7(b) 所示时钟信号 CLK 和输入 A 的波形, 画出输出 Q_1 和 Q_2 的波形, 设触发器的初始状态均为 0。



$$\left\{ \begin{array}{l} Q_1^* = A Q_1' + I' Q_1 = A Q_1' \quad R_D = Q_1' \\ Q_2^* = Q_1 Q_2' + I' Q_2 = Q_1 Q_2' \quad R_D = A \end{array} \right.$$

图 7 (a)

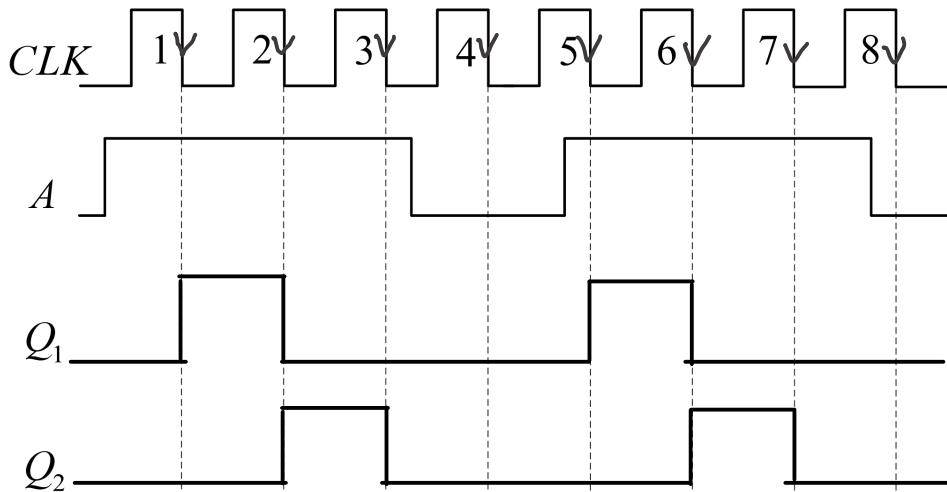


图 7 (b)

五、综合题（本题 16 分）

图 8 是用 10 位的 D/A 转换器 AD7520、ROM、移位寄存器 74HC194A 和多谐振荡电路组成的波形发生器。表 4 是移位寄存器的功能表；表 5 是 ROM 的数据表。

(1) 多谐振荡电路中， G_1 和 G_2 是 CMOS 反相器，输出电阻可忽略不计，阈值电压 $V_{TH} = 0.5V_{DD}$ 。已知 $R_p = 100\text{k}\Omega$ ， $R_F = 9.1\text{k}\Omega$ ， $C = 0.01\mu\text{F}$ 。定性画出 v_{I1}, v_{O1}, v_{O2} 各点的电压波形（标出关键点）；计算电压 v_{O2} 的振荡频率。

(2) 已知 74HC194A 的初态是 $Q_0Q_1Q_2Q_3 = 0000$ ，列出 74HC194A 的状态转换表。

(3) 画出 v_{O3} 的波形，计算波形上各点电压的幅值，并求电压 v_{O3} 的周期。

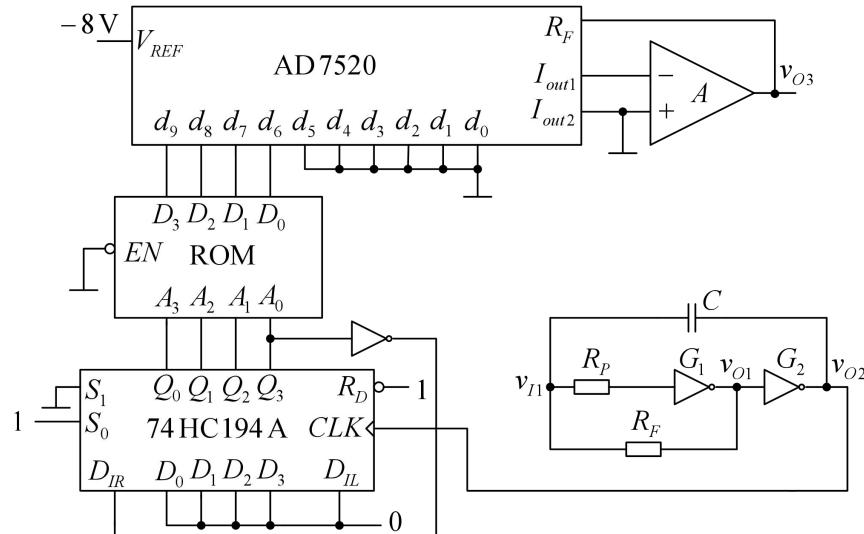


图 8

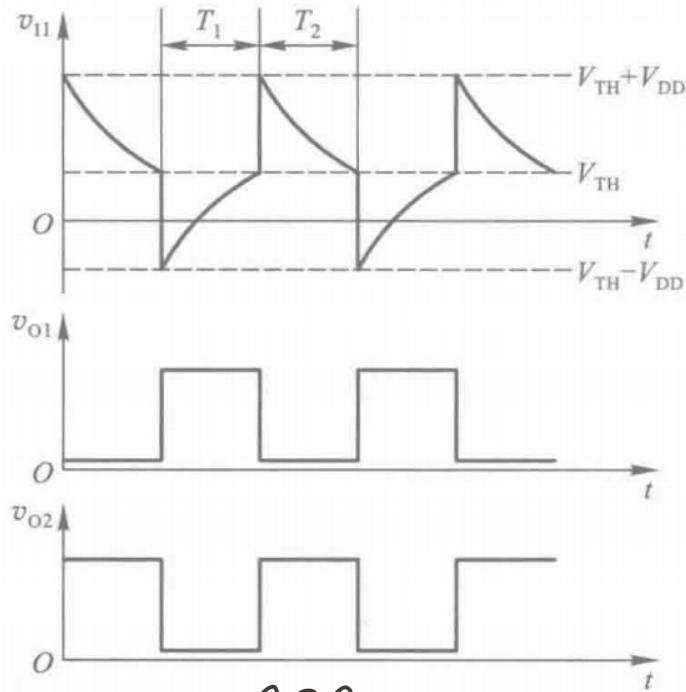
R'_D	S_1	S_0	工作状态
0	X	X	置零
1	0	0	保持
1	0	1	右移
1	1	0	左移
1	1	1	并行输入

表 4 移位寄存器 74HC194A 功能表

地 址				数 据				地 址				数 据			
A_3	A_2	A_1	A_0	D_3	D_2	D_1	D_0	A_3	A_2	A_1	A_0	D_3	D_2	D_1	D_0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0

表 5 ROM 数据表

<1>



$$T_1 = T_2 = R_F C \ln 3 = 99.97 \mu s \approx 100 \mu s, T = T_1 + T_2 = 200 \mu s$$

$$V_{TH} = 0.5 V_{DD} \quad f = \frac{1}{T} = 5 \text{ kHz}$$

<2> 表格

$Q_0 Q_1 Q_2 Q_3$	$Q_0^* Q_1^* Q_2^* Q_3^*$
0 0 0 0	1 0 0 0
1 0 0 0	1 1 0 0
1 1 0 0	1 1 1 0
1 1 1 0	1 1 1 1
1 1 1 1	0 1 1 1
0 1 1 1	0 0 1 1
0 0 1 1	0 0 0 1
0 0 0 1	0 0 0 0

<3> $D_3 D_2 D_1 D_0$ 0000 \rightarrow 0010 \rightarrow 0100 \rightarrow 0110 \rightarrow 0100
 ↓
 1010 \leftarrow 1000 \leftarrow 0110

V_{os} 0 \rightarrow 1V \rightarrow 2V \rightarrow 3V \rightarrow 2V
 ↓
 5V \leftarrow 4V \leftarrow 3V

$$T_{\text{总}} = 8T = 1.6 \text{ ms}$$