

中国科学技术大学

2021 - 2022 学年第一 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。

Y_1'

<1>

AB \ C	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

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

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

<3> $Y_1 \oplus Y_2 = \sum m(0, 1, 4, 5, 6, 7) + d(3, 9, 10)$

Y_2

<2>

AB \ C	00	01	11	10
00	1	1	X	1
01	0	1	1	0
11	1	0	0	1
10	1	X	0	X

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

(Y_1 与 Y_2 相同项)

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。

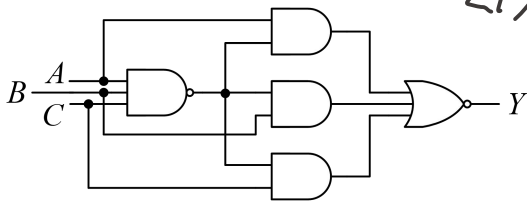
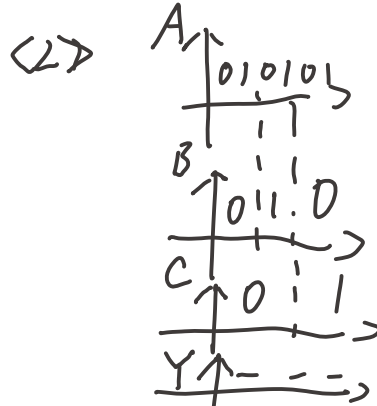


图 1

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



懒~~~

检验 ABC 输入
是否一致，一致
则 Y=1

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	×	×	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

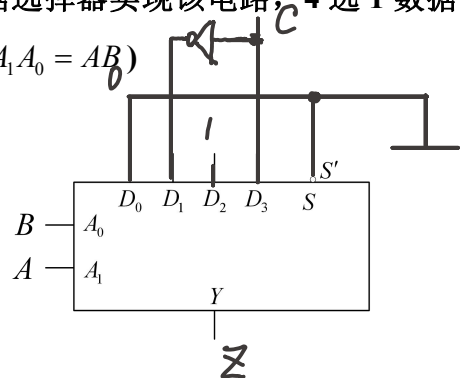


图 2

$\langle 1 \rangle$

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

$Z=0$
 $Z=C'$
 $Z=1$
 $Z=C$

$\langle 2 \rangle$ 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。

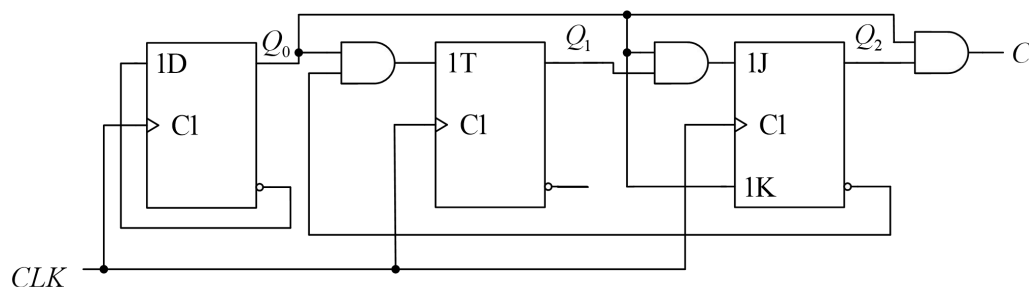


图 3

$$\begin{cases} Q_0^* = D = Q_0' \\ Q_1^* = T \oplus Q_1 = (Q_0 \cdot Q_2') \oplus Q_1 \\ Q_2^* = JQ_2' + K'Q_2 = Q_0 \cdot Q_1' \cdot Q_2' + Q_0'Q_2 \end{cases}$$

$$C = Q_0 \cdot Q_2$$

$$(Q_2 Q_1 Q_0) / C$$

$$\begin{array}{ccccccc} 000 & \xrightarrow{10} & 001 & \xrightarrow{10} & 010 & \xleftarrow{10} & 111 \\ & \uparrow 1 & & & \downarrow 10 & & \\ 101 & \xleftarrow{10} & 100 & \xleftarrow{10} & 011 & & \end{array}$$

可自启动

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)

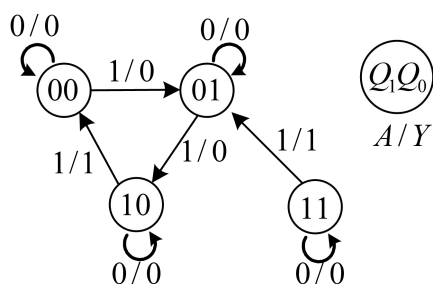


图 4

<1>

A	Q_1Q_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

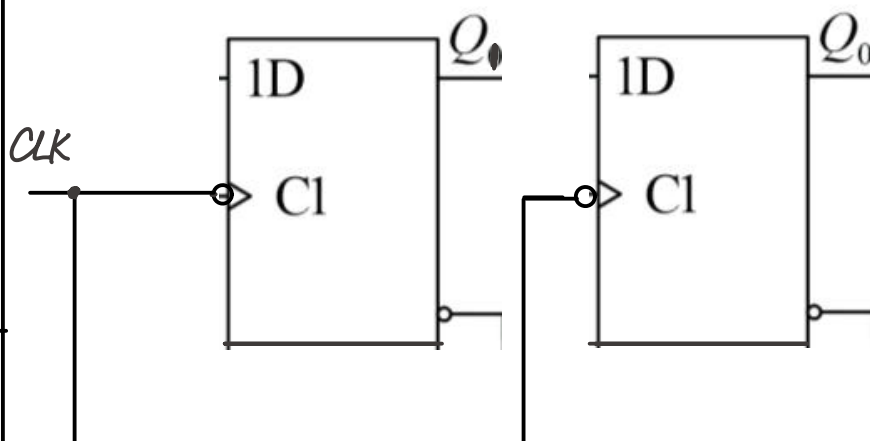
$Q_1^*Q_0^*/C$

$\langle 2 \rangle A \backslash Q_1Q_0$	00	01	11	10
0	00/0	01/0	11/0	10/0
1	01/0	10/0	01/1	00/1

$$\begin{cases} Q_1^* = D_1 = A'Q_1 + A Q_1' Q_0 \\ Q_0^* = D_0 = A'Q_0 + Q_1 Q_0 + A Q_1' Q_0' \\ Y = A Q_1 \end{cases}$$

<3>

----- (略)



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

CLK	R'_D	LD'	EP	ET	工作状态
\uparrow	0	\times	\times	\times	置零
\uparrow	1	0	\times	\times	预置数
\times	1	1	0	1	保持
\times	1	1	\times	0	保持(但 $C = 0$)
\uparrow	1	1	1	1	计数

表 3 74163 功能表

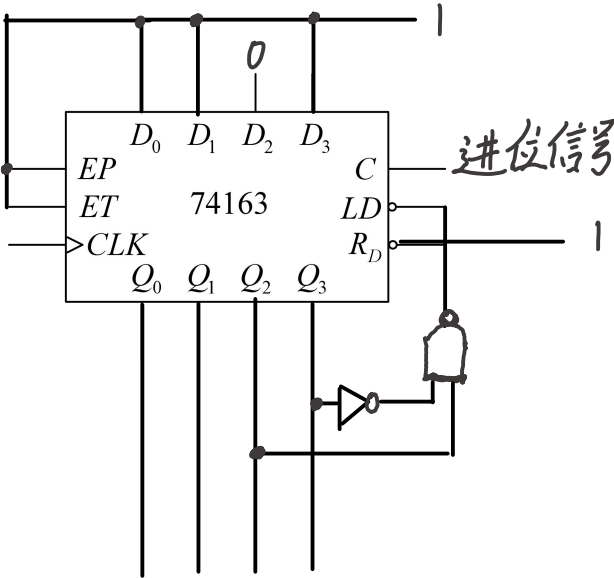


图 5

装订线 答题时不要超过此线

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。

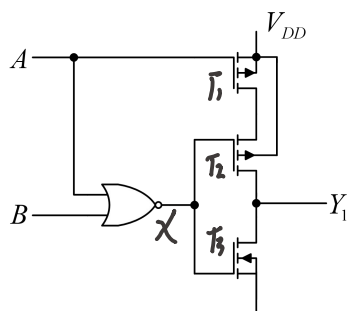


图 6 (a)

(a). T_1, T_2 串联 $X = (A+B)' = A'B'$
 $A=0, B=0, X=1; T_1, T_2$ 导通, $Y_1=0$
 $A=0, B=1, X=0; T_1, T_2$ 导通, $Y_1=1$
 $A=1, B=0, X=0; T_1, T_2$ 截止, Y_1 高阻态
 $A=1, B=1, X=0; T_1, T_2$ 截止, Y_1 高阻态

$A=0, Y_1=B$
 $A=1, Y_1$ 高阻态

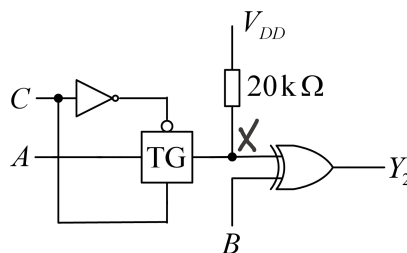


图 6 (b)

(b) $C=1, TG$ 导通 $X=A$
 $C=0, TG$ 截止 $X=1$
 故: $C=1, Y_2 = A \oplus B$
 $C=0, Y_2 = 1 \oplus B = B'$
 $\Rightarrow Y_2 = (A \oplus B)C + B'C'$

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。

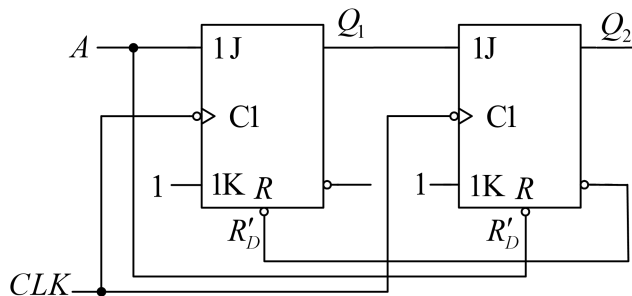


图 7 (a)

$$\begin{cases} Q_1^* = AQ_1' + 1'Q_1 = AQ_1' & R_0' = Q_1' \\ Q_2^* = Q_1Q_2' + 1'Q_2 = Q_1Q_2' & R_0' = A \end{cases}$$

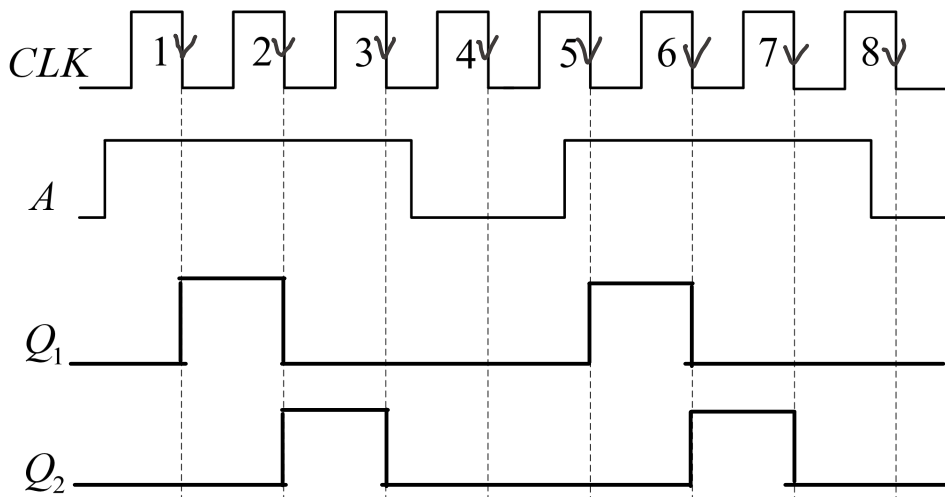


图 7 (b)

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。

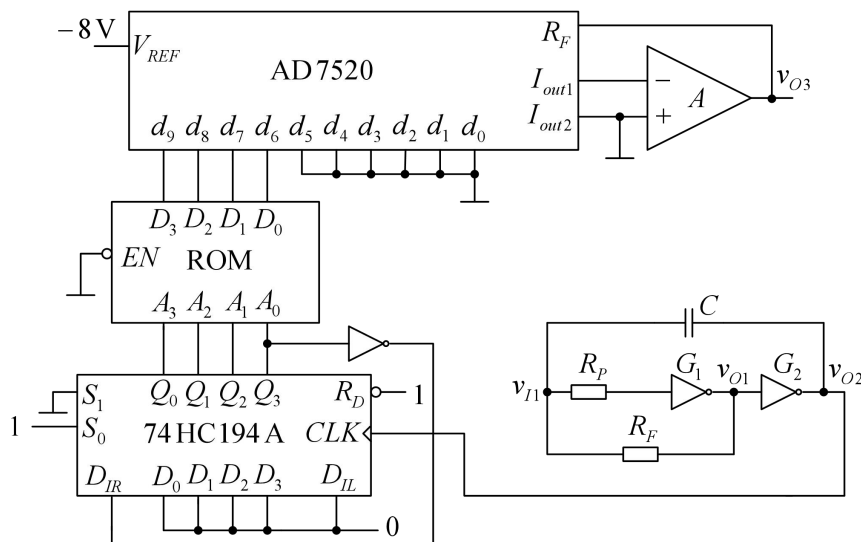


图 8

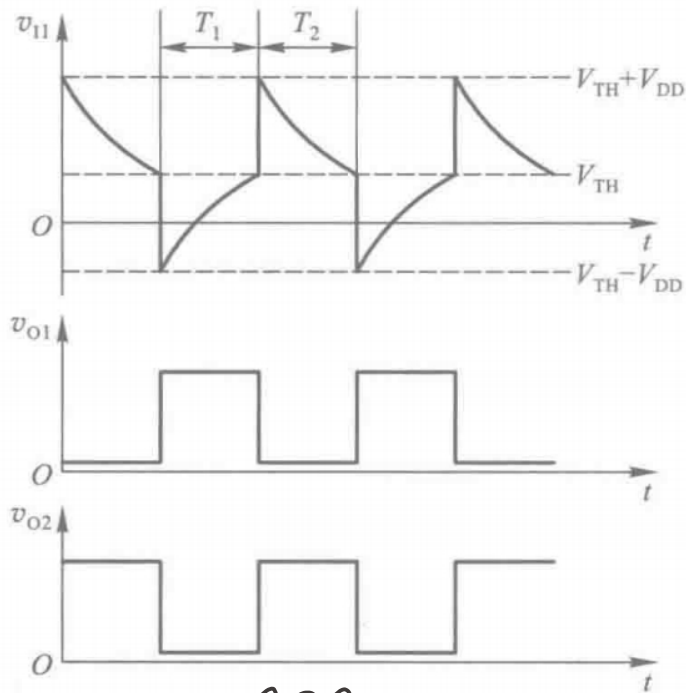
R'_D	S_1	S_0	工作状态
0	X	X	置零
1	0	0	保持
1	0	1	右移
1	1	0	左移
1	1	1	并行输入

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	1	1	0	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> 右移

$Q_0 Q_1 Q_2 Q_3$	$Q_0^* Q_1^* Q_2^* Q_3^*$
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
 \swarrow 1010 \leftarrow 1000 \leftarrow 0110

V_{O3} 0 \rightarrow 1V \rightarrow 2V \rightarrow 3V \rightarrow 2V
 \swarrow 5V \leftarrow 4V \leftarrow 3V

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