

# 中国科学技术大学

2019 - 2020 学年第一 学期考试试卷

考试科目: 数字逻辑电路

得分: \_\_\_\_\_

学生所在院系: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_

## 一、简答题 (每题 8 分, 共 40 分)

1. 求逻辑函数式  $Y = (A + B + C)(A' + B + C')(A + C' + D')(A' + D)(B + C + D')$  的最简与或式。

卡诺图:

		CD			
AB	00	01	11	10	
00	0	0	0	1	
01	1	1	0	1	
11	0	1	1	0	
10	0	0	0	0	

$Y = A'BC' + A'CD' + ABD$

(Y=1处补0)

2. 电路如图 1(a)所示。试对应图 1(b)所示时钟信号  $CLK_1$  和  $CLK_2$  的波形, 画出输出  $Q_0$ 、 $Q_1$ 、 $Q_2$  和  $Y$  的波形, 设触发器的初始状态均为 0。

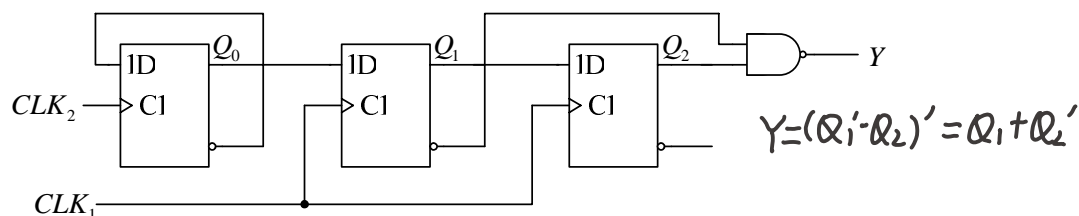


图 1 (a)

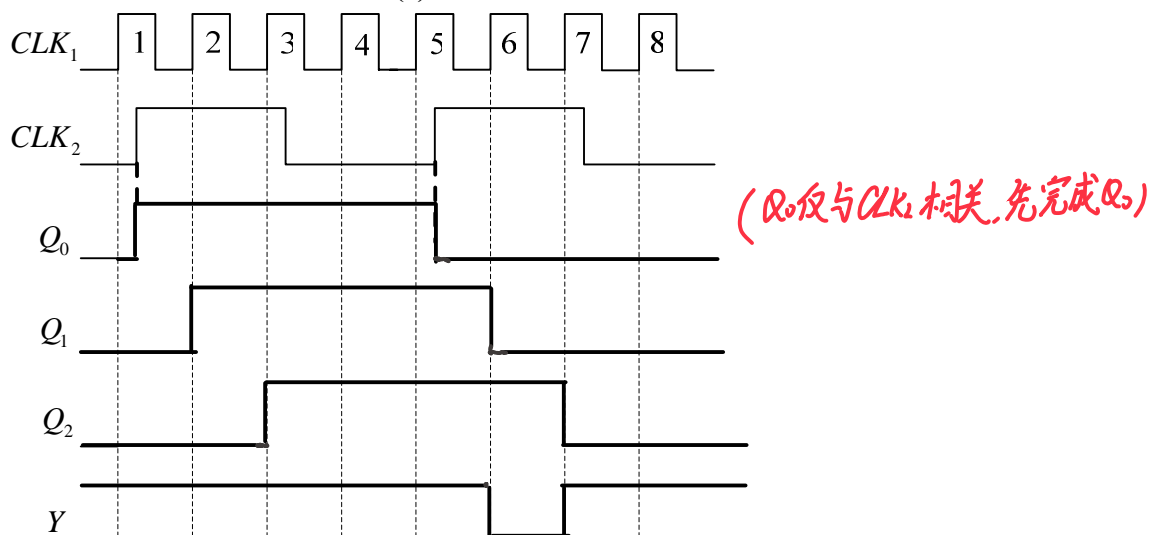


图 1 (b)

3. 图 2 中门电路均为 CMOS 逻辑门，(1) 求输出  $F$  的逻辑函数式；(2) 用与非门实现该逻辑电路。

三态输出反相器

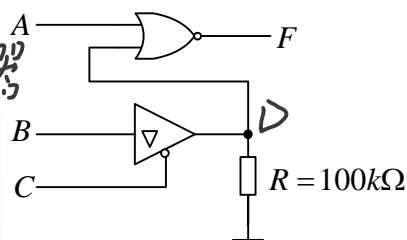
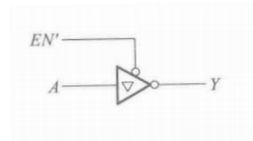


图 2

$$(1) \begin{aligned} C=0, \text{ 导通}, D=B &\Rightarrow D=BC' \\ C=1, \text{ 高阻态}, D=0 \end{aligned}$$

$$F=(A+D)'=A'(BC')'=A'B'+A'C$$

$$(2) F=(A'B')' \cdot (A'C)'$$

4. 电路如图 3(a)所示，集成电路 74121 是不可重复触发型的单稳态电路，内置电阻  $R_{int}=1.8k\Omega$ 。已知  $C_1=0.8\mu F$ ， $C_2=0.1\mu F$ ， $R_2=29k\Omega$ 。(1) 计算在触发信号作用下两芯片输出脉冲的宽度；(2) 已知  $v_i$  的波形如图 3(b)所示，画出  $v_{o1}$  和  $v_{o2}$  的波形。

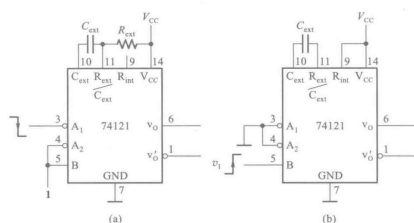


图 7.3.11 集成单稳态电路 74121 的外部连接方法  
(a) 使用外接电阻  $R_{ext}$  (下降沿触发) (b) 使用内部电阻  $R_{int}$  (上升沿触发)

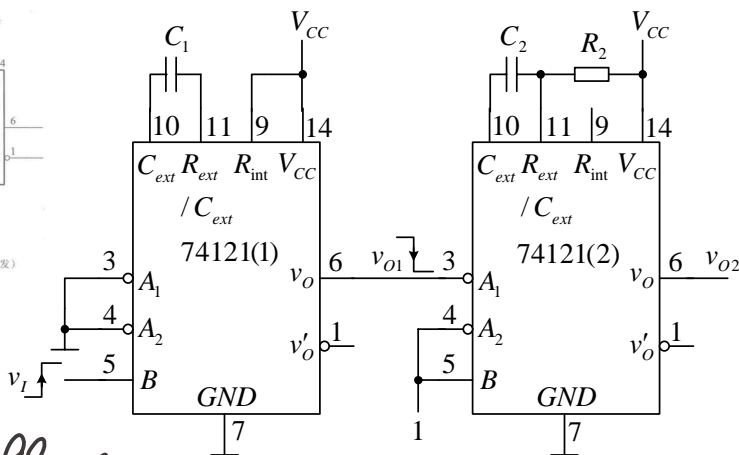


图 3(a)

$$t_{w1} = R_{int} C_1 \ln 2 = 0.998 \text{ ms}$$

$$t_{w2} = R_2 C_2 \ln 2 = 2.010 \text{ ms}$$

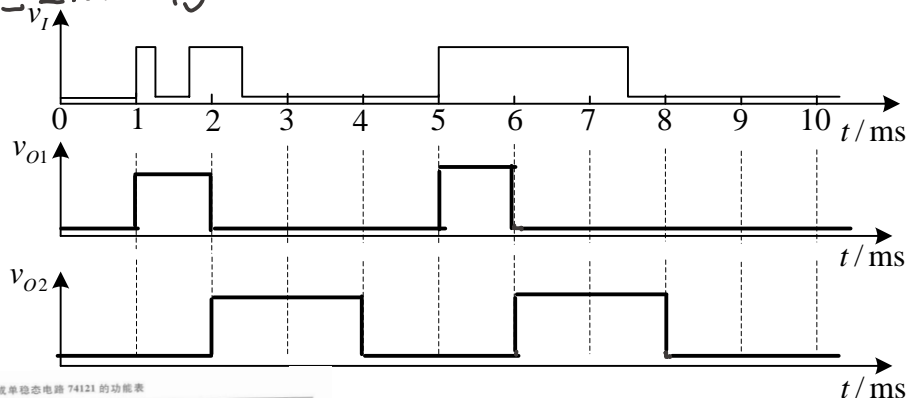
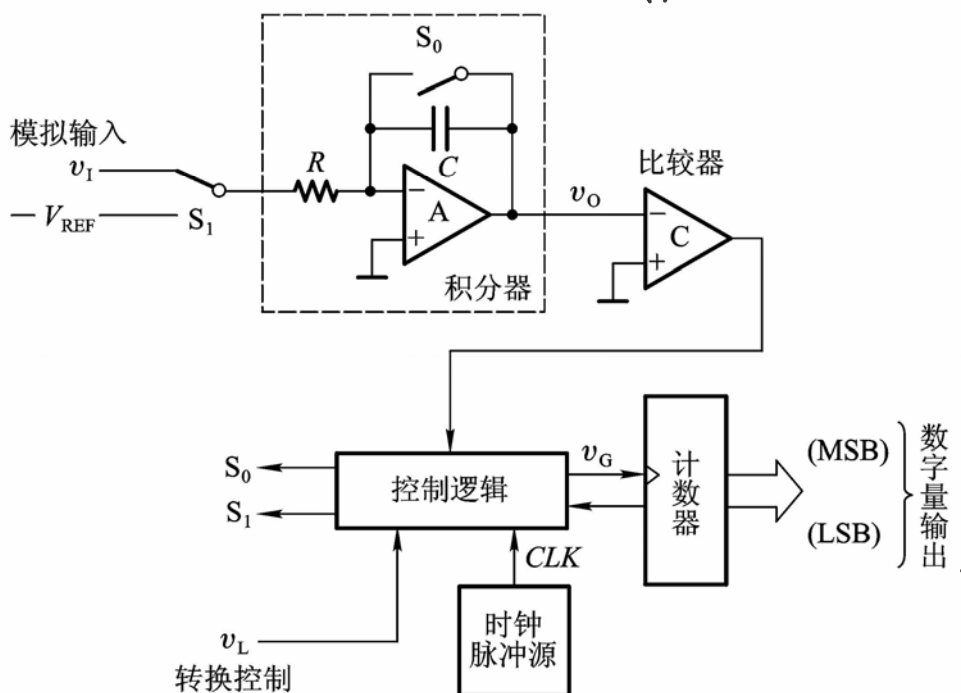


图 3(b)

表 7.3.1 集成单稳态电路 74121 的功能表

输入			输出	
$A_1$	$A_2$	$B$	$v_o$	$v_o'$
0	x	1	0	1
x	0	1	0	1
x	x	0	0	1
1	1	x	0	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
0	x	1	1	1
x	0	1	1	1

5. 双积分型 A/D 转换器电路框图如图 4 所示，求：（1）衡量该电路性能的最重要两个指标是什么？（2）根据电路工作原理，推导数字量输出  $D$  与模拟输入  $v_I$  的关系式（注：第一次积分时间为  $T_1$ ，时钟脉冲源的周期为  $T_C$ ）；（3）若计数器为 8 位二进制，时钟脉冲源频率为 20kHz，计算转换器的最大转换时间是多少？



(1) 转换精度和转换速度 图 4

$$(2) \quad \frac{T_1}{RC} v_I = \frac{T_2}{RC} V_{REF}$$

$$T_2 = D T_C$$

$$D = \frac{T_1}{T_C} \cdot \frac{v_I}{V_{REF}}$$

$$(3) \quad t_{max} = \frac{2^9}{20 \times 10^3} \text{ s} = 25.6 \text{ ms}$$

二（14 分）某实验室用两个灯显示三台设备（A、B、C）的故障情况，当一台设备有故障时黄灯（ $Z_1$ ）亮，两台设备有故障时红灯（ $Z_2$ ）亮，三台设备同时有故障时黄、红灯都亮。设计一逻辑电路实现以上功能。（注：设备有故障用“1”表示，无故障用“0”表示；灯亮用“1”表示，灯灭用“0”表示）

（1）列出真值表，求输出的逻辑函数式；（2）用 3 线-8 线译码器 74HC138 和门电路实现该逻辑电路。74HC138 的功能如表 1 所示，图 5 为 74HC138 的框图。

输 入					输 出							
$S_1$	$S_2 + S_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$	$Y'_0$	$Y'_1$	$Y'_2$	$Y'_3$	$Y'_4$	$Y'_5$	$Y'_6$	$Y'_7$
0	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1
x	1	x	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

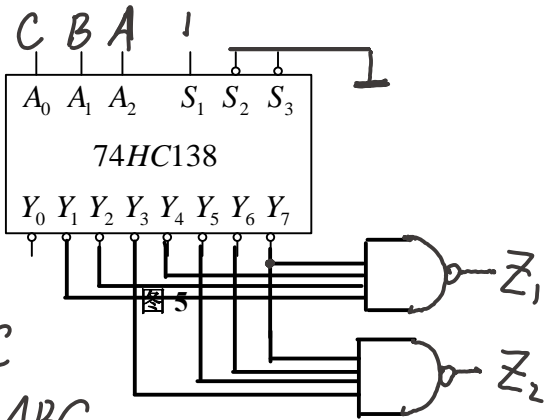
表 1 74HC138 的功能表

输入: A, B, C  
输出:  $Z_1, Z_2$

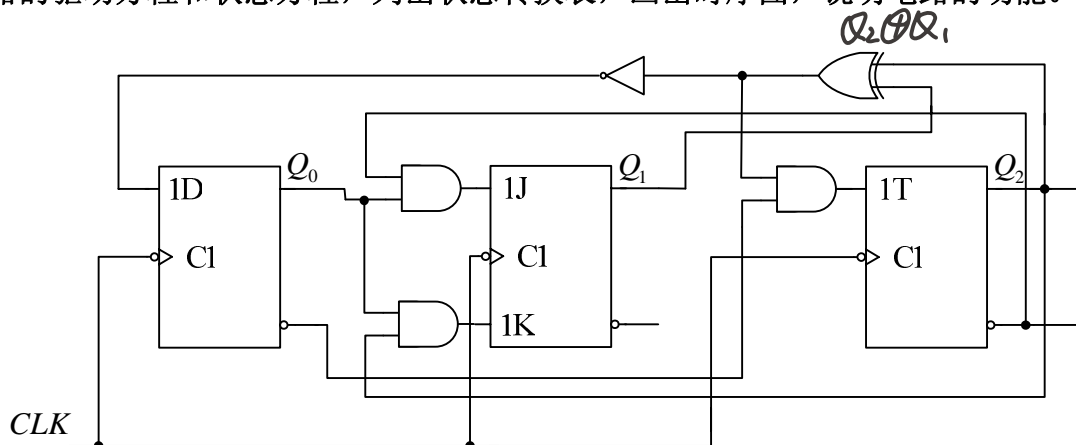
A	B	C	$Z_1$	$Z_2$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$Z_1 = A'B'C + A'BC + AB'C' + ABC$$

$$Z_2 = A'BC + AB'C + ABC' + ABC$$



三 (14 分) 电路如图 6 所示, 分析由 DFF、JKFF 和 TFF 组成的时序电路。求电路的驱动方程和状态方程, 列出状态转换表, 画出时序图, 说明电路的功能。



① 
$$\begin{cases} D_0 = Q_2 Q_1 \\ J_1 = Q_2' Q_0, K_1 = Q_2 Q_0 \\ T_2 = (Q_2 \oplus Q_1) \cdot Q_0' \end{cases}$$

② 
$$\begin{cases} Q_0^* = D_0 = Q_2 Q_1 + Q_2' Q_1' \\ Q_1^* = J_1 Q_1' + K_1 Q_1 = Q_2' Q_1' Q_0 + Q_2 Q_1 + Q_1 Q_0' = Q_2' Q_0 + Q_2 Q_1 + Q_1 Q_0' \\ Q_2^* = T_2 \oplus Q_2 = (Q_2 \oplus Q_1) \cdot Q_0' \oplus Q_2 = Q_2 Q_0 + Q_1 Q_0' \end{cases}$$

③

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

④ 
$$Q_2 Q_1 Q_0$$

000  $\rightarrow$  001  $\rightarrow$  011  $\rightarrow$  010  
 $\uparrow$   $\downarrow$   
 100  $\leftarrow$  101  $\leftarrow$  111  $\leftarrow$  110

格雷码 八进制计数  
 <CLK下降沿触发>

四（14 分）分析图 7 所示电路在  $M=0$  和  $M=1$  时各为几进制计数器，画出电路完整的状态转换图。4 位同步二进制计数器 74161 的功能如表 2 所示。

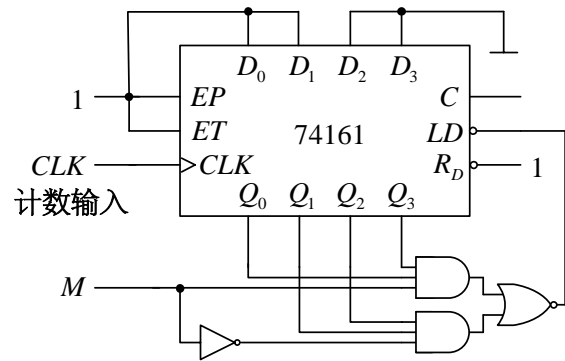


图 7

$CLK$	$R_D'$	$LD'$	$EP$	$ET$	工作状态
$\times$	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 2 74161 功能表

(1-1)

$M=1, LD' = (Q_3 Q_0)'$ , 七进制

$(Q_3 Q_2 Q_1 Q_0)$

1100  $\rightarrow$  1101  $\rightarrow$  1011  $\leftarrow$  1010  
 0000  $\rightarrow$  0001  $\rightarrow$  0010  $\rightarrow$  0011  $\rightarrow$  0100  $\rightarrow$  0101  $\rightarrow$  0110  
 1110  $\rightarrow$  1111  $\leftarrow$  1001  $\leftarrow$  1000  $\leftarrow$  0111

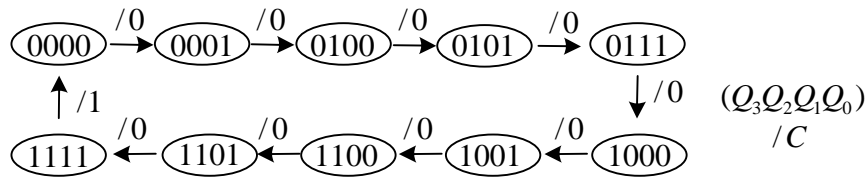
(-11-)

$M=0, LD' = (Q_2 Q_1)'$ , 十四进制

$(Q_3 Q_2 Q_1 Q_0)$

1111  $\rightarrow$  1110  $\leftarrow$  1101  $\leftarrow$  1100  $\leftarrow$  1011  $\leftarrow$  1010  
 0000  $\rightarrow$  0001  $\rightarrow$  0010  $\rightarrow$  0011  $\rightarrow$  0100  
 0111  $\rightarrow$  0110  $\leftarrow$  0101  
 1001  $\rightarrow$  1000  $\rightarrow$  0111

五 (18 分) 用 JK 触发器和门电路设计一个带有进位输出端的 5211BCD 码计数器, 它的状态转换图如图 8 所示。(1) 求电路的状态方程、输出方程和驱动方程; (2) 画出逻辑图。



C 为进位输出端 图 8

(Q\* 方程不唯一, 但要确保自启动)

$Q_3Q_2$ \ $Q_1Q_0$	00	01	11	10
00	0001	0100	X	X
01	0101	0111	1000	X
11	1101	1111	(C=1) 0000	X
10	1001	1100	X	X

$$\begin{cases} Q_3^* = Q_3Q_1' + Q_3'Q_1 = \underline{Q_3Q_3'} + \underline{Q_1'Q_3} \\ Q_2^* = Q_2'Q_0 + Q_2Q_1' = \underline{Q_0Q_2'} + \underline{Q_1'Q_2} \\ Q_1^* = Q_2Q_1'Q_0 = \underline{Q_2Q_0Q_1'} + \underline{0 \cdot Q_1} \\ Q_0^* = Q_0' + Q_2Q_1' = \underline{Q_0'} + \underline{Q_2Q_1'Q_0} \end{cases}$$

$$C = Q_3Q_1$$

$$\begin{cases} Q_3^* = J_3Q_3' + K_3'Q_3, J_3 = Q_1, K_3 = Q_1 \\ Q_2^* = J_2Q_2' + K_2'Q_2, J_2 = Q_0, K_2 = Q_1 \\ Q_1^* = J_1Q_1' + K_1'Q_1, J_1 = Q_2Q_0, K_1 = 1 \\ Q_0^* = J_0Q_0' + K_0'Q_0, J_0 = 1, K_0' = Q_1 + Q_2' \end{cases}$$

