

いつまでも いつまでも..
離れない 離れないで..

2019 年「数字电路 A」杭州电子科技大学 期末试题

考试时间：2019 年 1 月

课程编号：A0402900

任课教师：郑雪峰，陈龙，盛庆华等

解析制作：未央物理讲师 Axia



HDU 邮电营



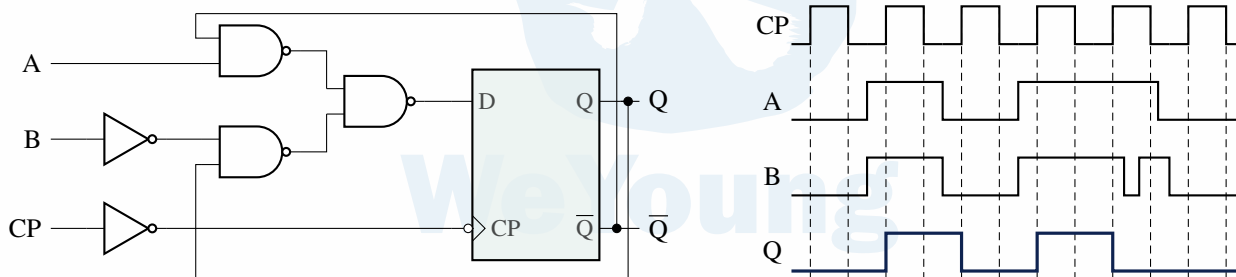
未央学社公众号

基础题（共 24 分）

题目 1（本题 14 分）

触发器

下图所示是一个由下降沿 D 触发器构成的 A-B 触发器。



1. 写出电路的激励方程和状态方程（5 分）。
2. 电路是上跳沿触发还是下跳沿触发？写出其状态转换真值表或功能特性表（5 分）。
3. 画出图中 Q 的波形（Q 的初始值为 0）（4 分）。

分析与解

1. 激励方程

$$D = \overline{A} \overline{Q^n} + B Q^n \stackrel{\text{De Morgan}}{=} A \overline{Q^n} + \overline{B} Q^n \quad (3\text{pt})$$

状态方程

$$Q^{n+1} = D = A \overline{Q^n} + \overline{B} Q^n \quad (2\text{pt})$$

2. 由于 CP 端口输入通路上有两个非门, 所以电路时上升沿触发..... (1pt)

• 将 ABQ 所有的可能 (从 000 到 111) 代入状态方程即可得状态转换表

• 将转换表中每一种 AB 对应的 Q^n 到 Q^{n+1} 的变化整理即可得到特性表

A	B	Q^n	Q^{n+1}
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0

..... (4pt)

CP	A	B	Q^{n+1}	功能描述
↑	0	0	0	保持
↑	0	1	0	复位
↑	1	0	1	置一
↑	1	1	$\overline{Q^n}$	翻转

..... (4pt)

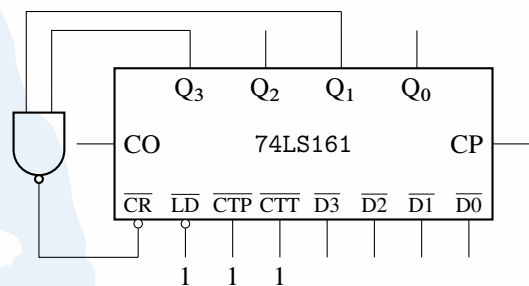
3. 根据特性表即可画出 Q 的波形. (4pt)

题目 2 (本题 10 分)

74LS161

74LS161 是同步 4 位二进制加法计数器, 其逻辑功能表如下. 试分析由 74LS161 组成的时序电路功能.

\overline{CR}	\overline{LD}	CTP	CTT	CP	Q3	Q2	Q1	Q0
0	×	×	×	×	0	0	0	0
1	0	×	×	↑	D3	D2	D1	D0
1	1	0	×	×	Q3	Q2	Q1	Q0
1	1	×	0	×	Q3	Q2	Q1	Q0
1	1	1	1	↑	加	法	计	数

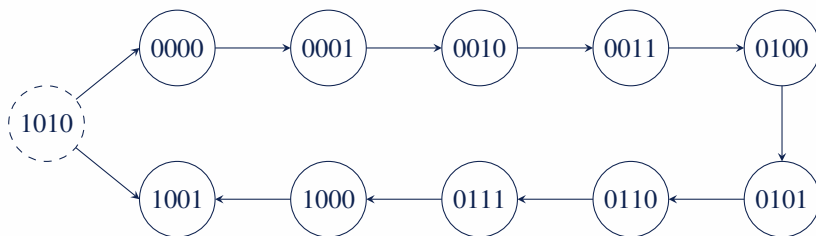


1. 画出电路的状态转移图.

2. 说明该电路的逻辑功能.

分析与解

1. 根据功能表和电路图可知, 当 $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 1010$ 时电路清零, 其余情况均在加法计数. 所以状态转移图为 (6pt)



2. 由电路的状态转移图可知其“满十进一”, 所以其功能为 10 进制的加法计数器. (4pt)

设计题 (共 36 分)

题目 3 (本题 16 分)

逻辑抽象, 74LS138

某机床由 A、B、C 三台电动机拖动, 根据加工要求为

- A 机必须开机运行
- 如开 B 机, 则必须开 C 机
- A 机运行后, C 机器
- 也可以开机运行

满足上述要求时, 指示灯亮, 否则只是灯熄灭. 设开机信号为 1, 指示灯亮为 1.

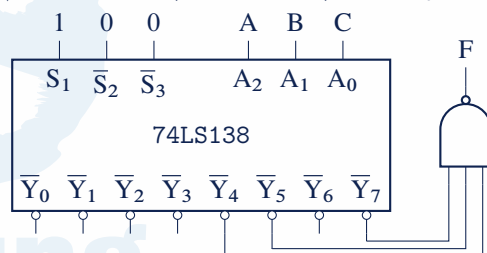
1. 进行逻辑抽象和逻辑定义.
2. 设计出电路的真值表.
3. 使用 74LS138 译码器实现该电路, 并画出电路图.

分析与解

1. A、B、C 三台电机分别用 A、B、C 表示, 1 表示开机, 0 表示关机. (2pt)
指示灯用 F 表示, 1 表示灯亮, 0 表示灯灭. (2pt)

2. 真值表为 (7pt). 由真值表得 $F = m_4 + m_5 + m_7 = \overline{Y_4} \overline{Y_5} \overline{Y_7}$. 由于 A 为高位, 所以 A 连 A_2 端, B 连 A_1 端, C 连 A_0 端. (5pt)

A	B	C	F	A	B	C	F
0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	1	1	1	1



总结

函数	译码器	
	高电平译码输出有效	低电平译码输出有效
译码输出端	$Y_i = m_i = \overline{M_i}$	$Y_i = M_i = \overline{m_i}$
最小项之和	外加或门	外加与非门
最大项之和	外加或非门	外加与门

题目 4 (本题 20 分)

逻辑抽象, D 触发器

步进电机的控制绕组有 4 种通电状态, 分别为 A、B、C、D. 它的旋转增量为 1.8° , 旋转 200 步构成一周. 电机 X 正转时, 按照 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 的通电次序; 电机 X 反转时, 按照 $A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ 的通电次序. 如果控制绕组的通电次序用计数器控制实现 (计数器的某一状态对应某一绕组的通电状态), 电机每转一圈在 D 通电时, 指示灯亮.

1. 进行逻辑抽象和逻辑定义, 设计原始状态图、原始状态表 (6 分).
2. 列出状态转换真值表, 求出方程组 (10 分).
3. 完成设计, 并用 D 触发器设计电路图.

分析与解

2. (20 分=6+10+4)

(1) 进行逻辑抽象和逻辑定义, 设计原始状态图、原始状态表: (6 分)

①逻辑抽象和逻辑定义: 2 分

计数器应该有 4 个状态, 为 $S_0 \sim S_3$, 分别对应于 A、B、C、D 四个绕组通电状态;

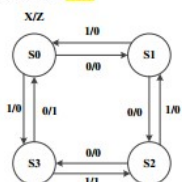
电路输入: 正反转模式 X, $=0$ 表示正转, $=1$ 表示反转;

电路输出: 指示灯, 设为 Z, $=1$ 表示亮, $=0$ 表示不亮.

评分标准: X=1 表示正转也正确, 答案不唯一.

②原始状态图: 2 分

③原始状态表: 2 分



原态	次态输出	
	X=0	X=1
S_0	$S_1/0$	$S_3/0$
S_1	$S_2/0$	$S_0/0$
S_2	$S_3/0$	$S_1/0$
S_3	$S_0/1$	$S_2/1$

(2) 列出状态转换真值表, 求出方程组: (10 分)

④状态化简与编码: 已最简; 编码: $S_0-00, S_1-01, S_2-11, S_3-10$ (1 分)

评分标准: 如果编码按照二进制编码也可以。

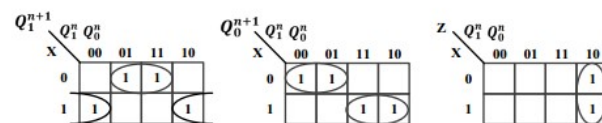
⑤状态编码表和状态转换真值表: 4 分

状态编码表

原态	次态 $Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$ / 输出 Z	
	X=0	X=1
00	01/0	10/0
01	11/0	00/0
11	10/0	01/0
10	00/1	11/1

X	Q_1^n	Q_0^n	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}	Z
0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	0

⑥方程组: 5 分



$$Q_1^{n+1} = \bar{X} Q_0^n + X \bar{Q}_0^n = X \oplus Q_0^n \quad Q_0^{n+1} = \bar{X} \bar{Q}_1^n + X Q_1^n = \bar{X} \oplus Q_1^n \quad Z = Q_1^n \bar{Q}_0^n$$

因为 D 触发器的特性方程为: $Q^{n+1} = D$, 故其激励方程为:

$$D_1 = X \oplus Q_0^n \quad D_0 = \bar{X} \oplus Q_1^n$$

评分标准: 五个方程各 1 分。

(3) 完成设计, 并用 D 触发器设计电路图: (4 分)

⑦自启动检查: 因为没有无效状态, 故无需检查: 1 分

⑧画图: 3 分

