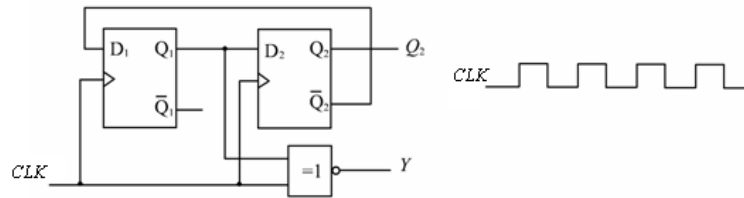


## 第五章 触发器 作业

5.9 题图 5.9 所示为利用 CMOS 边沿触发器和异或门组成的脉冲分频器。试分析它在一系列  $CLK$  脉冲作用下的  $Q_1$ 、 $Q_2$  和  $Y$  的波形（初始状态  $Q_1 = Q_2 = 0$ ）。



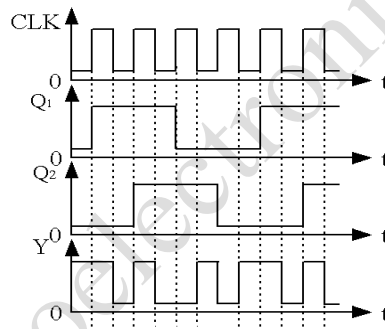
题图 5.9

解：波形如图：

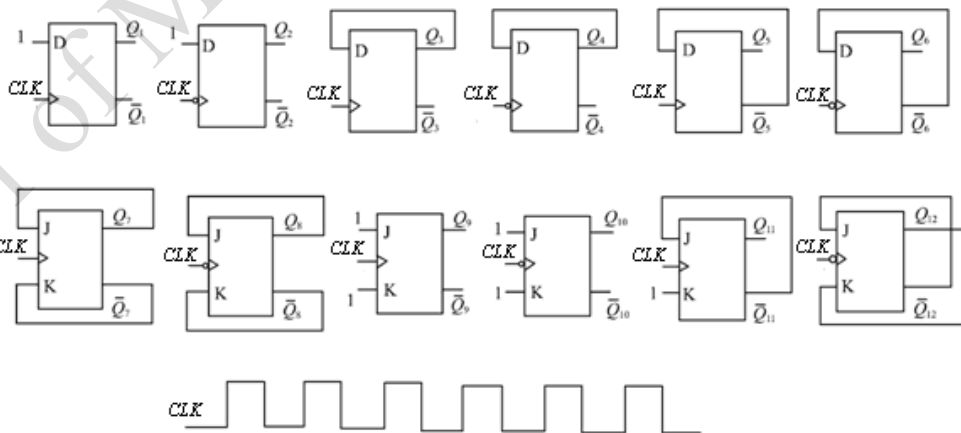
$$Q_1^{n+1} = D_1 = \overline{Q_2^n}$$

$$Q_2^{n+1} = D_2 = Q_1^n$$

$$Y = Q_1^n \oplus CLK$$

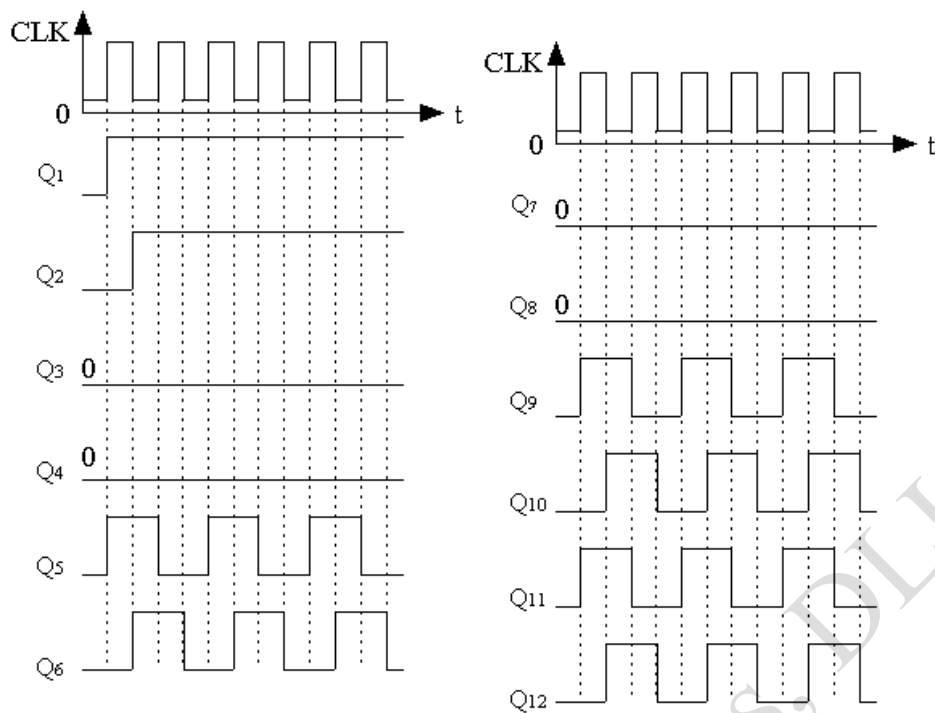


5.10 设题图 5.10 中各个触发器的初始状态皆为  $Q=0$ ，试画出每个触发器  $Q$  端波形。

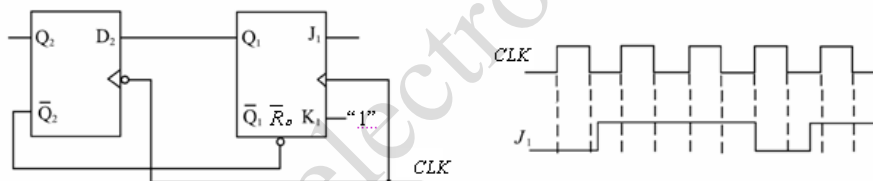


题图 5.10

解：波形如图：



5.14 电路如题图 5.14 所示，初态  $Q_1=Q_2=0$ ，试根据  $CLK$ 、 $J_1$  的波形画出  $Q_1$ 、 $Q_2$  的波形。



题图 5.14

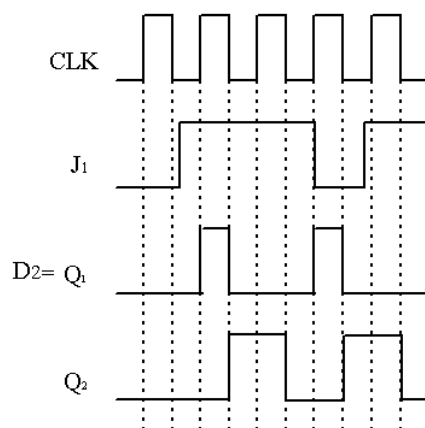
解：

$$Q_1^{n+1} = J_1 \overline{Q_1^n} + \overline{K_1} Q_1^n, \text{ 上升沿触发}$$

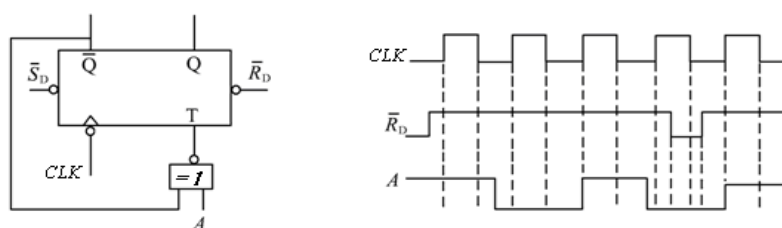
$$Q_2^{n+1} = D_2 = Q_1^n, \text{ 下降沿触发}$$

$$\text{当 } Q_2 = 1, \overline{R_d} = 0, Q_1 = 0$$

波形如图：



5.17 电路图如题图 5.17 所示，试根据  $CLK$ 、 $\overline{R_D}$ 、 $A$  端的波形画出  $Q$  端的波形。



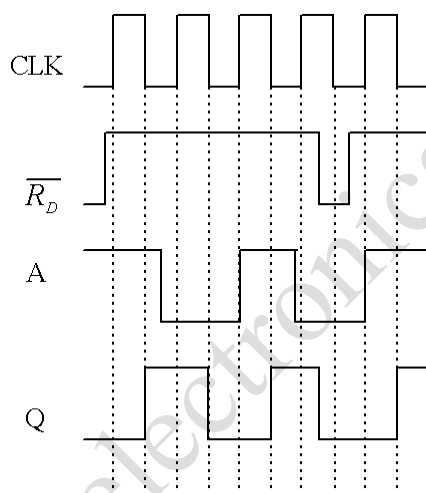
题图 5.17

解：

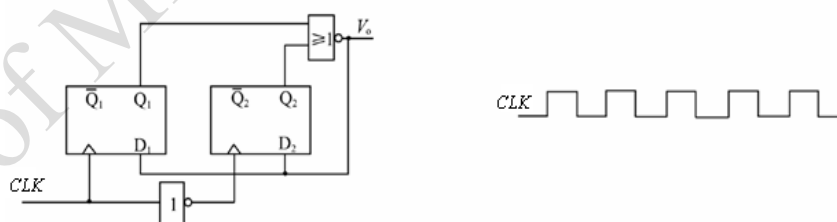
$$T = \overline{A \oplus \overline{Q_n}} = A \oplus Q_n,$$

$$Q_{n+1} = T \oplus Q_n = A \oplus Q_n \oplus Q_n = A, \text{ 下降沿}$$

波形如图：



5.18 电路图如题图 5.18 所示，触发器的初态  $Q_1 = Q_2 = 0$ ，试画出  $CLK$  信号下  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $V_o$  的对应波形。



题图 5.18

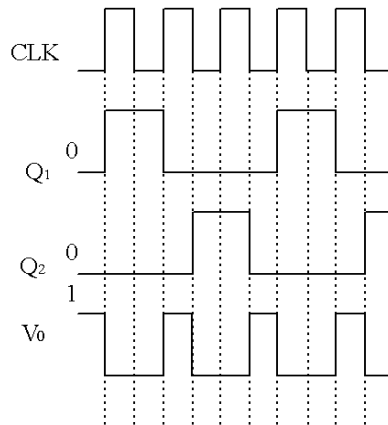
解：

$$V_o = \overline{Q_1 + Q_2}$$

$$Q_1^{n+1} = D_1 = \overline{Q_1 + Q_2}, \text{ 上升沿}$$

$$Q_2^{n+1} = D_2 = \overline{Q_1 + Q_2}, \text{ 下降沿}$$

波形如图：



5.21 试画出JK 触发器转换成 AB 触发器的逻辑图。AB 触发器的特性表如题表 5.21 所示。要求写出设计过程。

题表 5.21

A	B	$Q^{n+1}$
0	0	$\overline{Q^n}$
0	1	1
1	0	$Q^n$
1	1	0

解:

列出 AB 触发器真值表

A	B	$Q_n$	$Q_{n+1}$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

方法一：随意圈

将 AB 触发器的特性表转换成卡诺图，如图(a)。由卡诺图求出 AB 触发器的状态方程。

考察并化简卡诺图，得 AB 触发器的特性方程为

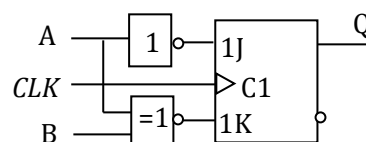
$$Q^{n+1} = \overline{A}B + \overline{A}\overline{Q^n} + A\overline{B}Q^n = \overline{A}B(Q^n + \overline{Q^n}) + \overline{A}\overline{Q^n} + A\overline{B}Q^n \\ = \overline{A}\overline{Q^n} + (\overline{A}B + A\overline{B})Q^n$$

将 AB 触发器的特性方程同 JK 触发器的特性方程相比较，得 JK 触发器的驱动方程为

$$J = \overline{A}, K = A \odot B$$

所以转换电路如图(b)所示

	AB			
$Q^n$	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	0	1	0	1



(a)

(b)

方法二：按卡诺图圈

$$Q^{n+1} = \bar{A} \bar{Q}^n + \bar{A} B Q^n + A \bar{B} Q^n = \bar{A} \bar{Q}^n + (\bar{A} B + A \bar{B}) Q^n$$

将 AB 触发器的特性方程同 JK 触发器的特性方程相比较，得 JK 触发器的驱动方程为

$$J = \bar{A}, K = A \odot B$$

AB

$Q^n \backslash AB$	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	0	1	0	1