

实验三 计数器及其应用

一、实验目的

1. 熟悉计数器的工作原理，掌握 MSI 计数器逻辑功能及其应用。
2. 掌握计数器的级联方法，并会用 MSI 计数器实现任意进制计数器。
3. 会用 MAX+PLUS II 系统软件进行任意进制计数器的设计。

二、实验器材

1. 74LS00 四 2 输入与非门
2. 74LS20 双 4 输入与非门
3. 74LS161 同步二进制可预置计数器
4. 74LS290 异步 2-5-10 进制计数器

三、实验原理

计数器是一种使用相当广泛的功能器件，现在无论是 TTL 还是 CMOS 集成电路，都有品种齐全的 MSI 计数器。

计数器是一种时序电路，工作方式可分为同步和异步两种。

计数器按计数制可分为二进制，十进制和任意进制计数器；按计数方式可分为加法、减法和可逆计数器。

下面介绍几种常用的 MSI 计数器及其应用

(一)同步计数器

同步计数器是将计数脉冲同时引入到各级触发器，当输入计数时钟脉冲触发时，各级触发器的状态同时发生转移。这类计数器有四位二进制可予置计数器、十进制可予置计数器和可予置可逆计数器等，常用的 74LS160 为十进制计数器，直接清除；161 为二进制计数器，直接清除；162 为十进制计数器，同步清除；163 为二进制计数器，同步清除。两个高电平有效允许输入 P 和 T 及动态进位输出使计数器易于级联；T 允许动态进位输出；在允许态若计数器处于最大值的状态，动态进位输出变为高电平；对于 160 和 162，动态进位输出 $=T \overline{Q_A} \overline{Q_B} \overline{Q_C} \overline{Q_D}$ ；对于 161 和 163，动态进位输出 $=T \overline{Q_A} \overline{Q_B} \overline{Q_C} \overline{Q_D}$ 。

功能表（160/161）

输 入					输出 Qn
时钟	清除	置数	P	T	
X	L	X	X	X	清除
↑	H	L	X	X	置数
↑	H	H	H	H	计数
X	H	H	L	X	不计数
X	H	H	X	L	不计数

功能表（162/163）

输 入					输出 Qn
时钟	清除	置数	P	T	
↑	L	X	X	X	清除
↑	H	L	X	X	置数
↑	H	H	H	H	计数
X	H	H	L	X	不计数
X	H	H	X	L	不计数

在可逆计数器中,74190、74LS190、74HC190为可予置BCD十进制同步可逆计数器(带方式控制);74191、74LS191、74HC191为可予置四位二进制同步可逆计数器(带方式控制);74192、74LS192、74HC192、74C192为可予置BCD十进制同步可逆计数器(双时钟带清除);74193、74LS193、74HC193、74C193为可予置四位二进制同步可逆计数器(双时钟带清除)。

四、实验内容

1. 用74LS161构成模N=5计数器

(1) 反馈清“0”法:计数到N,异步清“0”。

其逻辑图如图7-1(a)所示。该方法产生的波形有毛刺,清“0”不可靠。

(2) 反馈置数法:检测末态,予置初态。

四位二进制计数器有十六种状态,任取其中五个连续状态作为计数序列。具体的做法有两种:

(a) 置计数器初态为 $S_0=0000$,计数器末态为 $S_{N-1}=0100$, $L_D=\overline{Q_C}$ 。其逻辑图如图7-1(b)所示。

(b) 利用串行进位输出 O_C ,同步予置补数(2^K-N), $N=5$,一片74LS161, $K=4$,

故予置数为 $2^4-5=11(1011)_2$, $L_D=\overline{O_C}$ 。其逻辑图如图7-1(c)所示。

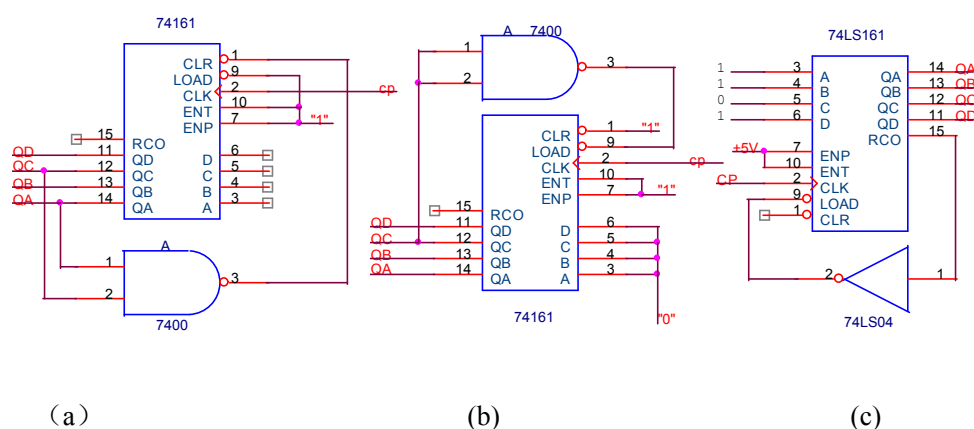


图7-1 用74LS161构成模N=5计数器

2. 用74LS290构成模N=7计数器

(1) 反馈清“0”法:计数到N,异步清“0”

$$S_N = S_7 = \left\{ \begin{array}{l} Q_D Q_C Q_B Q_A = 0111(8421\text{码}) \\ Q_A Q_D Q_C Q_B = 1010(5421\text{码}) \end{array} \right\}$$

下图7-2(a)是以5421码形式设计的七进制计数器,若用8421码形式,则需加逻辑门,故不可取。

(2) 反馈置数法:计数到N-1,异步置9

下图7-2(b)是以8421码形式构成的七进制计数器逻辑图。

一片74LS290可实现模 $N \leq 10$ 的任意进制计数。

$(01100010)_2$,故反馈函数为

$$F = \overline{y_6 y_5 y_1}$$

所设计的模 99 计数器如图 7-4 所示。

第二种选取计数序列的方法是使用最后 N 个计数值, 用 O_c 作为反馈控制, 并且同步置 N 的补数 $(16^K - N)$, $K=2$, $N=99$ 。因 $256-99=157=(10011101)_2$, 所以在并行数据输入端置代码 $I_7 I_6 I_5 I_4 I_3 I_2 I_1 I_0 = 10011101$ 。由此设计得到的模 99 计数器如图 7-5 所示。该计数器的计数序列是 10011101 到 11111111, 恰为模 99 计数, 改变 $I_7 \sim I_0$ 的数据, 则可改变计数器的模, 故而可实现可编程计数器。

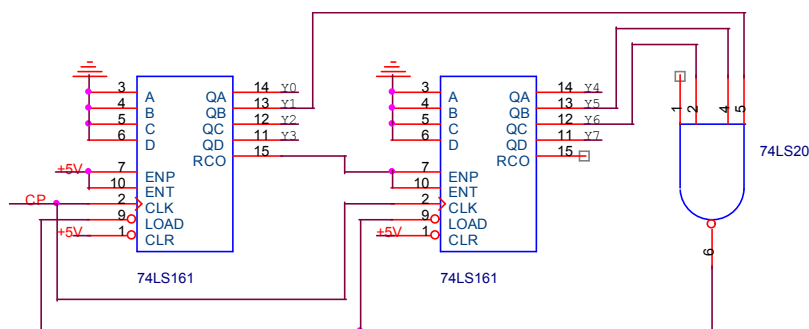


图 7-4 模 99 计数器——反馈置数法

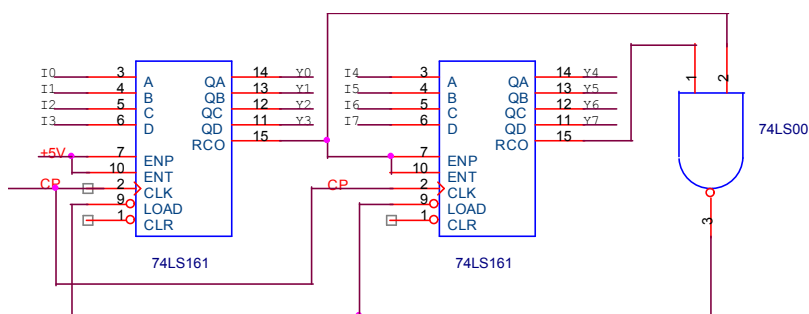


图 7-5 模 99 计数器——可编程计数器

五、实验报告

详细分析实验结果。总结各种计数器在使用上的异同点，总结实现 N 进制计数器的不同方法。