

可编程逻辑阵列实现路口管理

朱耀东

(盐城工学院电气系,盐城,224003)

摘要 介绍用两片 GAL16V8 芯片实现的十字路口交通管理器。一片 GAL 做成基于“最大长度移位寄存器型计数器”的可变模计数器,一片 GAL 做成控制器产生状态变量及红绿灯信号。电路简单,运行可靠。

关键词 GAL 可变模计数器 交通管理器

分类号 TP39

通用阵列逻辑器件 GAL 具有集成度高、价格低廉(每块仅 5 元左右),可重复编程,可由设计者自由设计与组态的特点,它的性能价格比明显地优于 SSI/MSI 器件。采用 GAL 技术设计产品,可以减少集成电路芯片,降低造价,提高产品的可靠性和保密性。

本文介绍的十字路口交通管理器仅由两片 GAL16V8 组成,较之用 74 系列芯片来看,大大减少了所用芯片数与体积。电路简单,运行可靠,文中着重介绍了可变模计数器的设计原理与过程,给出了两块 GAL 的设计源程序。

1 交通管理器的设计思想

交通管理器应具有如下逻辑功能:(1)十字路口甲、乙两条道路上各有一组红黄绿灯用以指挥车辆和行人有序地通行,其中红灯燃亮表示该条道路禁止通行,黄灯燃亮表示停车,绿灯燃亮表示允许通行。(2)规定甲道通行时间定为 50s,乙道通行时间定为 60s,两条道路的停车时间——黄灯燃亮时间定为 5s。根据设计要求,确定由两块 GAL16V8 芯片组成该交通管理器,如图 1 所示。GAL(1)为控制器,产生状态变量 $Q_{11}Q_{10}$ 及相应的红绿灯信号。GAL(2)为可变模计数器,该计数器的模随状态变量的不同而变化,可在 60、50、5 之间选择变动。计数器计满相应模数时发出脉冲信号 C_i ,通知控制器作相应的状态变化及输出变化,图中, R_i 为复位信号端。

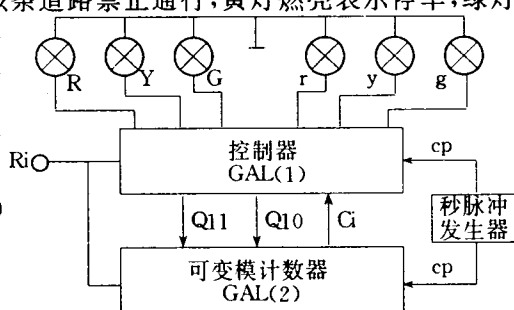


图1 交通管理器硬件实施简图
R:甲道红灯 Y:甲道黄灯 G:甲道绿灯
r:乙道红灯 y:乙道黄灯 g:乙道绿灯

依据交通管理器的逻辑功能,控制器有四个状态 $S_0 \sim S_3$, 其状态分配及状态图如图 2 所示, 图中 R_i 为复位信号, C_i 为计数器计满相应模数时发出的正脉冲信号。状态图以 R_i 和 C_i 的输入作为触发信号, 当 $R_i C_i = 0X$ (X 表示无关量) 时, 即复位信号 R_i 为低电平时, 系统处于复位状态 S_0 , 只有当 R_i 为高电平时, 系统才根据目前所处的状态及 C_i 信号是否为高来转换状态。如系统处于 S_1 态且 C_i 正脉冲信号未到, 即 $R_i C_i = 10$, 则系统一直在 S_1 态。而当 C_i 正脉冲信号到达 $R_i C_i = 11$ 时, 则系统由 S_1 态转向 S_2 态。同理, 如系统处于 S_2 态且 $R_i C_i = 11$ 时, 则系统由 S_2 态转向 S_3 态……等。故交通管理器工作流程如下: 当 $R_i = 0$ 时, 系统复位并处于状态 S_0 , 状态变量 $Q_{11} Q_{10} = 00$, 可变模计数器的模为 60。甲道红灯亮, 乙道绿灯亮。当 $R_i = 1$ 时, 计数器开始计数秒脉冲, 当计数器计满 60s 时, $C_i = 1$, 控制器移向状态 S_1 , $Q_{11} Q_{10} = 01$, 甲道红灯亮, 乙道黄灯亮, 同时计数器的模变为 5, 当经过 5s 后

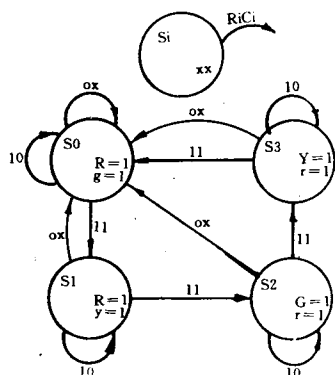


图 2 交通管理器控制器状态图

S_0 : 甲道禁止, 乙道通告 $Q_{11}Q_{10}=00$
 S_1 : 甲道禁止, 乙道停车 $Q_{11}Q_{10}=01$
 S_2 : 甲道通行, 乙道禁止 $Q_{11}Q_{10}=11$
 S_3 : 甲道停车, 乙道禁止 $Q_{11}Q_{10}=10$

2 可变模计数器与控制器的 GAL 设计及编程

可变模计数器是基于“最大长度移位寄存器型计数器”的原理设计的。这是将移位寄存器型计数器的串行输入端的反馈取自后面某些级的异或函数,其特点是能充分利用 $(2^n - 1)$ 个状态构成模最大为 $M = 2^n - 1$ 的计数器,当 $n = 6$ 时,其串行输入端的反馈取自最后两级,如图 3 所示,显见,该电路对于全部 64 个状态,仅缺少全“0”这个状态,其余 63 个状态全被利用了,且全“0”状态是悬态。当电路为全“0”时,电路状态不再改变,电路无法自启动,为此将反馈 F 修改为 $F = Q_1 \oplus Q_2 + \overline{Q_6}$, $\overline{Q_5} \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}$, 则当寄存器处于全“0”状态时,反馈电路逻辑为“1”,而处于其它状态时,仍为原来的反馈逻辑,电路成为具有自启动功能的“最大长度移位寄存器型计数器”。

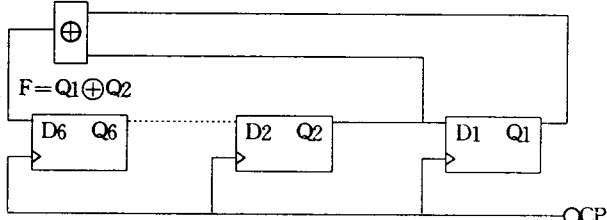


图3 六位最大长度移位寄存器型计数器

最大长度移位寄存器型计数器只要适当修改反馈就可以从 $2^n - 1$ 个状态中跳掉一部分而构成 $2^n - 1 > M > 2^{n-1}$ 的非最大长度移位寄存器型计数器。在本设计中由于模数要随输入状态变量的变化而变化,故采用反馈置零法实现状态的跳跃。如希望计数器的计数循环长度为 50,可利用在状态 50(由初态算起)“101100”产生一个复位脉冲,将计数器置为全“0”状态来实现。可变模计数器的逻辑功能如表 1 所示,其中 C_i 既是输出脉冲,又是反馈置零变量。状态变量的二进制编码是按上述 $n=6$ 的具有自启动功能的最大长度移位寄存器型计数器的反馈函数来编的,由表 1 和图 3 可以写出如下电路逻辑表达式:

表 1 可变模计数器逻辑功能

CP	RQ ₁₁ Q ₁₀ (n) Q ₆ Q ₅ Q ₄ Q ₃ Q ₂ Q ₁	0 X X	1 0 0	1 1 1	110 或 101
1	000000	000000/0	100000/0	100000/0	100000/0
2	100000	000000/0	010000/0	010000/0	010000/0
3	010000	000000/0	001000/0	001000/0	001000/0
4	001000	000000/0	000100/0	000100/1	000100/1
5	000100	000000/0	000010/0	000010/0	000000/0
...					
49	011001	000000/0	101100/0	101100/1	⋮
50	101100	000000/0	010110/0	000000/0	⋮
...					
59	111111	000000/0	011111/1	: Q ₆ ⁿ⁺¹ Q ₅ ⁿ⁺¹ Q ₄ ⁿ⁺¹ Q ₃ ⁿ⁺¹ Q ₂ ⁿ⁺¹ Q ₁ ⁿ⁺¹ /C _i	
60	011111	000000/0	000000/0		

$$C_i = \overline{Q}_{11} \overline{Q}_{10} \overline{Q}_6 Q_5 Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 + Q_{11} Q_{10} Q_6 \overline{Q}_5 Q_4 Q_3 \overline{Q}_2 \overline{Q}_1 + (Q_{11} \oplus Q_{10}) \overline{Q}_6 \overline{Q}_5 \overline{Q}_4 \overline{Q}_3 \overline{Q}_2 \overline{Q}_1$$

$$Q_6 = (R((Q_{11} \oplus Q_2) + \overline{Q}_6 \overline{Q}_5 \overline{Q}_4 \overline{Q}_3 \overline{Q}_2 \overline{Q}_1)) \overline{C}_i$$

$$Q_5 = R Q_6 \overline{C}_i$$

$$Q_4 = R Q_5 \overline{C}_i$$

$$Q_3 = R Q_4 \overline{C}_i$$

$$Q_2 = R Q_3 \overline{C}_i$$

$$Q_1 = R Q_2 \overline{C}_i$$

用 DATA 公司的 ABEL 软件包设计的源文件如下:

```

MODULE COUNT60—50—5 FLAG'—R3'
TITLE'60 COUNTER'
UCO2 DEVICE'P16V8R'
CLK,R,Q11,Q10 PIN 1,2,3,4;
Ci,Q6,Q5,Q4,Q3,Q2,Q1,OE PIN 19,18,17,16,15,14,13,11;
CLK,X,Z,H,L=·C·,·X·,·Z·,1,0;
SREG=[Q6,Q5,Q4,Q3,Q2,Q1];
MODE=[R,Q11,Q10];
CLEAR=[0,X,X];
M—60=[1,0,0];
M—50=[1,1,1];
M—5—0=[1,1,0];
M—5—1=[1,0,1];
EQUATIONS
Ci=! Q11&Q10&! Q6&Q5&Q4&Q3&Q2&Q1
#Q11&Q10&Q6&! Q5&Q4&Q3&! Q2&! Q1
    
```

```

#(Q11$Q10)&! Q6&! Q5&! Q4&Q3&! Q2&! Q1;
Q6 := (R&((Q2$Q1)#! Q6&! Q5&! Q4&! Q3&! Q2&! Q1))&! Ci;
Q5 := Q6&RQ! Ci;
Q4 := Q5&R&! Ci;
Q3 := Q4&R&! Ci;
Q2 := Q3&R&! Ci;
Q1 := Q2&R&! Ci;
TEST—VECTORS
([CLK,OE,MODE]→[Q6,Q5,Q4,Q3,Q2,Q1,Ci])
[C,0,CLEAR]→[0,0,0,0,0,0,0];
[C,0,M—60]→[1,0,0,0,0,0,0];
...
[C,O,M—60]→[0,1,1,1,1,1,1];
[C,O,M—60]→[0,0,0,0,0,0,0];
[C,O,M—5—0]→[1,0,0,0,0,0,0];
...
[C,O,M—5—0]→[0,0,0,1,0,0,1];
...
END COUNT60—50—5

```

从控制器的状态(见图2)可知,控制器是一个莫尔型逻辑电路,易得:

$$G = Q_{11}Q_{10}, Y = Q_{11}\bar{Q}_{10}, R = \bar{Q}_{11}, \\ g = \bar{Q}_{11}\bar{Q}_{10}, y = \bar{Q}_{11}Q_{10}, r = Q_{11}$$

由状态图很容易写出ABEL语言设计的控制器源文件如下:

```

MODULE CON1 FLAG'—R3'
TITLE 'CON1 DESIGN BY ZYD'
UCO1 DEVICE 'PL6V8R';
CLK,OE,RESET,Ci PIN 1,11,2,3;
G,Y,R,g,y,r,Q11,Q10 PIN 12,13,14,15,16,17,18,19;
G,Y,R,g,y,r,Q11,Q10 ISTYPE 'POS';
C,X,Z,H,L = • C • , • X • , • Z • , 1,0;
QS=[Q11,Q10];
SO = ^ BOO; S1 = ^ BO1; S2 = ^ B11; S3 = ^ B10;
MODE=[RESET,Ci];
CLR=[O,X];
WOR=[1,1];
REM=[1,0];
EQUATIONS
G=Q11&Q10; Y=Q11&! Q10; R=! Q11;

```

$g = !Q_{11} \& Q_{10}; y = !Q_{11} \& Q_{10}; r = Q_{11};$

STATE-DIAGRAM QS

STATE SO: $R = 1; g = 1;$

CASE (MODE == CLR): SO;

(MODE == REM): SO;

(MODE == WOR): S1;

END CASE

STATE S1: $R = 1; y = 1;$

CASE (MODE == CLR): SO;

(MODE == REM): S1;

(MODE == WOR): S2;

END CASE

...

TEST-VECTORS([CLK, OE, MODE]) → [Q₁₁, Q₁₀, R, Y, G, r, y, g]

[C, O, CLR] → [0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1];

[C, 1, REM] → [Z, Z, 1, 0, 0, 0, 0, 1];

[C, 0, WOR] → [0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0];

...

[C, O, WOR] → [1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0];

...

END CON1

两片 GAL 组成的交通管理器硬件如图

4, 经实验制作与应用表明, 电路简单, 运行可靠, 如果对 abel 源文件稍加改动, 就可使该交通管理器的定时时间改变。

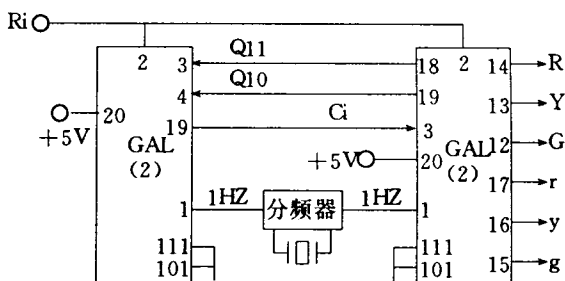


图4 十字路口交通管理器硬件图

参 考 文 献

- 1 齐怀印等. 高级逻辑器件与设计. 北京: 电子出版社, 1996
- 2 蔡惟铮. 计数器及其逻辑设计. 北京: 高等教育出版社, 1985

Crossroads Traffic Controller with Two GAL Devices

Zhu Yaodong

(Department of Electric Engineering of Yancheng
Institute of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract A kind of crossroads traffic controller is introduced in this paper which is made up of two GAL devices. One is devised as a variable modulus counter based on the principle of maximal-length FSR counter, and the other is devised as a controller which produces state variable and red and green light signs. It's circuit is simple and run reliably.

Keywords GAL; Variable modulus counter; Traffic controller