單元9 數位邏輯簡介

壹、相關知識

一、10進位、2進位、8進位與16進位數字及BCD表示法。

二、各種進位法的互換。

三、2進位的負數表示法(2’補數)

四、四則運算及邏輯運算的應用指令介紹。FNC20~FNC29 (手冊15-1) (附錄B-1)

五、BIN 及BCD互換的應用指令介紹。(手冊14-1)

貳、實習項目

一、試設計符合以下動作要求的程式:   
當X1 ↑，D1=(X17~X10); 當X2 ↑，D2=(X17~X10)。  
當X3=1時(Y17~Y10)=D1 + D2; 當X4=1時(Y17~Y10)=D1－D2;   
當X5=1時(Y17~Y10)=D1 × D2; 當X6=1時(Y17~Y10)=D1 ÷ D2;

試畫出階梯圖、寫出指令列表、輸入至PLC驗證，並回答下列問題。

答:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 加減乘除指令測試階梯圖.png | 指令列表 | | | | | |
| 0.  1.  6.  7.  12.  13.  20.  21. | LD  MOVP  LD  MOVP  LD  ADD  LD  SUB | X1  K2X10  D1  X2  K2X10  D2  X3  D1  D2  K4Y0  X4  D1  D2  K4Y0 | 28.  29.  36.  37.  44. | LD  MUL  LD  DIV  END | X5  D1  D2  K4Y0  X6  D1  D2  K4Y0 |

問題:1. 令D1=(0000 0011) 2; D2=(0000 0101) 2， 即D1=3; D2=5，   
 試求D1－D2=( )2，試以2’補數轉換是否為(-2)10?

2. 令D1=(0000 0111) 2; D2=(0000 0011) 2， 即D1=7; D2=3，  
試求D1÷D2=( )2，相當於D2=( ) 10?，由此可以推測當不能整除時，會以什麼結果當成輸出?

3. 先在紙上計算當D1=(0010 1000) 2; D2=(0001 1110) 2， 即D1=40; D2=30，   
D1×D2=( 0000 0100 1011 0000 )2，以程式操作結果是否正確?

4. 先在紙上計算當D1=(0001 0011) 2; D2=(0010 0011) 2， 即D1=19; D2=35，   
D1－D2=( 1111 1111 1111 0000)2，以程式操作結果是否正確?

5. 自己多嘗試幾次不同的D1及D2的值，以確實掌握指令特性及二進位的四則運算。

二、試設計符合以下動作要求的程式:   
當X1 ↑，D1=(X17~X10); 當X2 ↑，D2=(X17~X10)。  
當X3=1時(Y17~Y10)=D1 OR D2;   
當X4=1時(Y17~Y10)=D1 AND D2;   
當X5=1時(Y17~Y10)=D1 XOR D2;   
當X6=1時(Y17~Y10)=INV D1;

試畫出階梯圖、寫出指令列表、輸入至PLC驗證，並回答下列問題。

答:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 邏輯運算指令測試階梯圖.png | 指令列表 | | | | | |
| 0.  1.  6.  7.  12.  13.  20.  21. | LD  MOVP  LD  MOVP  LD  WOR  LD  WAND | X1  K2X10  D1  X2  K2X10  D2  X3  D1  D2  K4Y0  X4  D1  D2  K4Y0 | 28.  29.  36.  37.  42. | LD  WXOR  LD  CML  END | X5  D1  D2  K4Y0  X6  D1  K4Y0 |

問題: 令D1=(1111 0000) 2; D2=(1010 1010) 2，

1. 先計算D1 OR D2=(0000 0000 1111 1010)2，再將X3 ON 以程式驗證是否正確?

2. 先計算D1 AND D2=(0000 0000 1010 0000)2，再將X4 ON 以程式驗證是否正確?

3. 先計算D1 XOR D2=(0000 0000 0101 1010 )2，再將X5 ON 以程式驗證是否正確?

4. 先計算=(1111 1111 0000 1111)2，再將X6 ON 以程式驗證是否正確?

5. 自己多嘗試幾次不同的D1及D2的值，以確實掌握指令特性及二進位的邏輯運算。

三、試設計符合以下動作要求的程式:   
當X1 ↑， (X17~X10)的值 🡺 D2

當X3=1時 將D2的值視同二進位碼，轉變為BCD碼後由(Y17~Y10) 輸出  
當X4=1時 將D2的值視同BCD碼，轉變為二進位碼後由(Y17~Y10) 輸出

試畫出階梯圖、寫出指令列表、輸入至PLC驗證，並回答下列問題。

答:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 旋轉及BCD指令測試階梯圖.png | 指令列表 | | | | | |
| 0.  1.  6.  7.  8.  13.  14. | LD  MOVP  LD  OR  ZRSTP  LD  BCD | X1  K2X10  D2  X3  X4  Y0  Y17  X3  D2  K2Y10 | 19.  20.  25. | LD  BIN  END | X4  D2  K2Y10 |

操作步驟:

1. 先設定X17~X10=(0011 0101)，再將X1 ON，使得D2=(0011 0101) 2

2. 在紙上先計算(0011 0101) 2 =( )BCD，再將X3 ON,觀察結果是否正確。

3. 先在紙上計算(0011 0101) BCD =( )2，再將X4 ON,觀察結果是否正確。

4. 若D2=(1011 0111) 2，相當於( 183 )10,也相當於( 0001 1000 0011 ) BCD。  
將X3 ON,得到(Y17~Y10)的輸出為( 1000 0011 ) BCD，由此可瞭解當顯示的位元個數小於數字本身的值，將如何處理?

5. 若D2=(1011 0111) BCD，是否符合BCD碼的規則?  
將X4 ON,得到(Y17~Y10)的輸出為( )，由此可瞭解當輸入值不符合BCD碼的規則時，做BCD🡺BIN處理時將如何處理?

6. 請解釋 LD X3 OR X4 ZRSTP Y0 Y17 這一行指令是在做什麼工作?

四、先將指撥開關接到(X17~X10)，以BCD碼輸入。並設計符合以下動作要求的程式:   
當X1 ↑，D1=(X17~X10); 當X2 ↑，D2=(X17~X10)。  
將D1及D2的資料做BCD🡺BIN的轉換。  
當X3=1時(Y17~Y0)=D1 + D2; 當X4=1時(Y17~Y0)=D1－D2;   
當X5=1時(Y17~Y0)=D1 × D2; 當X6=1時(Y17~Y0)=D1 ÷ D2;

試畫出階梯圖並做註解，轉成指令列表輸入至PLC驗證，至少做出三組數據並驗算是否正確。

答:

|  |  |
| --- | --- |
| 加減乘除指令測試階梯圖(指撥開關輸入).png | ■ 當X1 ↑，D1=(X17~X10)  ■ 將D1的資料由BCD轉成BIN,再存回D1  ■ 當X2 ↑，D2=(X17~X10)  ■ 將D2的資料由BCD轉成BIN,再存回D2  ■ 當X3=1時(Y17~Y0)=D1 + D2;  ■ 當X4=1時(Y17~Y10)=D1－D2  ■ 當X5=1時(Y17~Y10)=D1×D2  ■ 當X6=1時(Y17~Y10)=D1÷D2的商數，餘數無條件捨去。 |

1.當D1=『24』; D2=『12』，試求:  
X3=1時(加法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ X4=1時(減法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
X5=1時(乘法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ X6=1時(除法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.當D1=『67』; D2=『23』，試求  
X3=1時(加法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ X4=1時(減法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
X5=1時(乘法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ X6=1時(除法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.當D1=『13』; D2=『17』，試求  
X3=1時(加法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ X4=1時(減法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
X5=1時(乘法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ X6=1時(除法)K4Y0=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

參、心得:

一、邏輯運算中

1、OR運算:Y=A+B+C+D，四個輸入中只要有一個為1則Y即為1

2、AND運算:Y=A‧B‧C‧D，四個輸入中只要有一個為0則Y即為0

3、XOR運算:Y=A⊕B⊕C⊕D，四個輸入中有奇數個1，Y即為1

二、本單元中的一些應用指令如「MOV」、「ROL」…等指令都具有自保持功能。當開關切掉,輸出還保留住。

三、有些指令在需要「正緣觸發」的場合，會額外加「P」,如「MOV P」。  
指令鍵入方法以 「MOVP K2 Y10 D1」為例:  
 FUN 1 2 P SP K 2 Y 1 0 S P D 1 GO

四、在做ADD、SUB、MUL及DIV等四則運算時:  
1. 運算結果等於0時,零旗標M8020=ON;  
2. 運算結果發生進位時, 進位旗標M8022=ON;  
3. 運算結果為負數時,負數旗標M8021=ON;  
4. 除法運算除數等於0時,指令不執行任何動作。  
5. 除法運算不能整除時，餘數無條件捨去。

五、在做BIN與BCD互換運算時:

1. BCD🡺BIN，常用於輸入端接受到的是BCD碼，如以指撥開關當輸入元件，必須轉換為BIN碼才能被程式正確使用。

2. BIN🡺BCD，常用於PLC要將輸出傳送給以BCD碼趨動的元件，如七段顯示器等。

3. BIN🡺BCD時若BIN的值過大(16bits指令超過9999)，指令將錯誤而不被執行。

4. BCD🡺BIN，若輸入非正確的BCD碼，指令將錯誤而不被執行。

六、「K2Y10」是把Y17~Y10當作是一個8bits的位元組來使用。  
「K4Y0」是把Y17~Y0當作是一個16bits的位元組來使用。

當執行【MOV D1 K4Y0】 指令時，Y17~Y0會得到D1相對應的位元值，  
例如當D1=(1100 0011 1010 0111)2,執行上述指令後，有Y17、Y16、Y11、Y10、Y7、Y5、Y2、Y1、Y0等9個點會得到輸出。