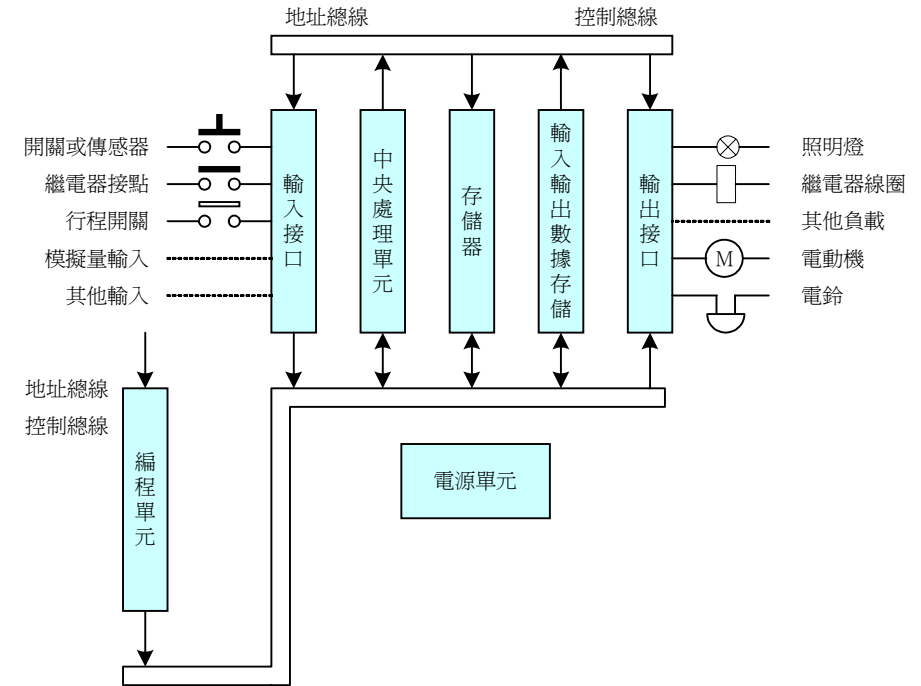


## 可編程控制器 PLC 與繼電器邏輯比較的好處

1. 經濟(Economy)  
根據統計，若電路多於 10 個繼電器，可編程控制器的整體費用將較便宜。
2. 簡單設計(Simplified design)  
因零件減少，設計及加改電路較容易簡單，測試時只需較少的時間。
3. 快速送遞(Quick delivery)  
因零件及佈線減少，工序更可平行施工，所以整套系統安裝完工的時間相對較少，交貨時間較短。
4. 簡潔及標準化(Compactness and standardized)  
可編程控制器相對繼電器電路較簡潔及節省空間，大量生產時只須將程式複製至另一部機便可，所以可減少重新佈線的人為錯誤，所有產品的表現都有統一標準。
5. 增加可靠性(Improved reliability)  
由於減少繼電器電路機械式繼電器及時間掣的故障，可編程控制器的電路可靠性較高。
6. 減少維修(Reduce maintenance)  
電路零件、佈線及機械式器件較少，維修的時間、機會及費用將大大減少。

## PLC 的結構及其組成

PLC 的結構採用計算機結構，由中央處理單元、存儲器、輸入輸出介面電路和其他一些輔助電路組成。



PLC 的結構圖

### 1. 中央處理單元

PLC 的中央處理單元是 PLC 的核心部分，它集成在一個晶片上。其中包括有控制電路、運算器和寄存器。CPU 通過位址總線、數據總線、控制總線與存儲單位、輸入輸出(I/O)介面電路連接，CPU 的指令系統程式和編寫系統程式，固化在 ROM 中。

CPU 的主要功能有：

- 從存儲器中讀取指令；
- 執行指令；
- 繼續取下一條指令；
- 處理中斷指令。

## 2. 存儲器

存儲器(儲存器)是具有記憶功能的半導體電路,用來存儲系統程式、用戶程式及各種邏輯變量和信息。存儲器是由存儲體、地址譯碼電路。讀寫控制電路、數據寄存器組成。PLC 中使用的存儲器有『只讀存儲器』ROM,其內容由製造廠家寫入,在正常的情況下可永久保留資料;存儲器還有『隨機存儲器』RAM,是一種可讀可寫存儲器。當讀出 RAM 中的內容後,其內容不被破壞,寫入時,可以消除原來的資訊,為防止失電後內容丟失,為 RAM 專門提供了供電電池。

## 3. 輸入電路

PLC 的輸入電路可以接收現場的各種輸入信號,如按鈕開關、行程開關、限位開關、傳感器輸出的開關量和模擬量。為了防止干擾信號輸入到 PLC 內,輸入介面電路一般都採用電耦合電路和微電腦的輸入介面電路。

## 4. 輸出電路

PLC 是通過輸出電路與被控(執行部件)對象輸出控制信號。被控制器件有繼電器、接觸器、指示燈、電機等負載。輸出電路一般由微電腦輸出介面電路和功率放大電路組成。

## 5. 外存儲器介面電路

將已調試正確的用戶程式寫到外存儲器並長期保留。外存儲器電路是 PLC 與 EPROM、盒式錄音機等外存設備介面的電路。另外 PLC 還有一些其他的介面電路,如數字/模擬(D/A)、模擬/數字(A/D)轉換、與計算機連接的介面電路、印表機的介面電路等。

### 輸入/輸出(I/O)的分配

對於 PLC 的輸入/輸出設備必須進行 I/O 的分配,即對每個 I/O 設備都給出一個 I/O 的分配號,以便 PLC 能識別它們。不同的 PLC

的 I/O 點數是不同的,往往視乎各種品牌而定,一般都是輸入較輸出多。

每一個 I/O 點全都使用通道的概念來說明,用四/三位十進制數來標識每一個 I/O 點,前兩位數表示通道號,後兩/一位表示通道內的某一個點,每個通道有十六/八個點,由『00』開始至『15』或由『0』開始至『7』。例如『0004』表示第 1 個通道的第 5 個點。

### 編程器

應用 PLC 時,必須將一般繼電器電路改變成 PLC 認識的階梯圖,當準備好了階梯圖後,如果想寫入 PLC 的存儲器中去,就需使用編程器來完成。編程器一般有以下三種:

- 按鈕型編程器
- LCD 圖形編程器
- CRT 圖形編程器

按鈕型編程器是最常用的一類;圖形編程器可直接按階梯圖符號鍵入 PLC 的存儲器中。當使用編程器時,必須先把階梯圖變為代碼,然後輸入 PLC 存儲器中。

編程器有下列三種工作狀態,但在編程時必須處於編制程式狀態。

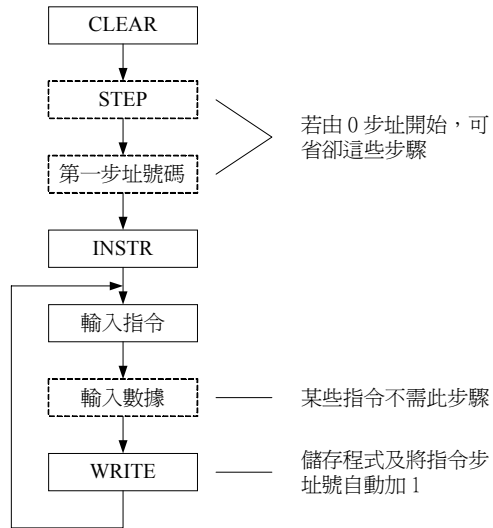
- 運行程式(RUN)
- 管理程式(MONITOR)
- 編制程式(PROGRAM)

### 三菱 F1-60MR 基本輸入操作

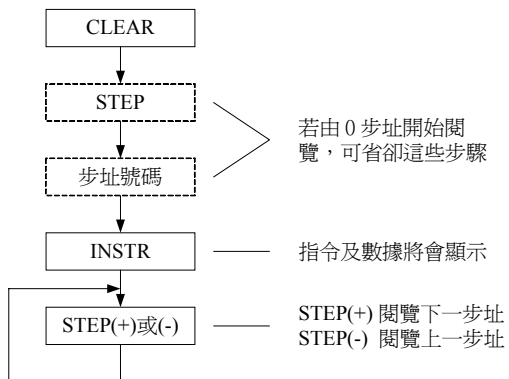
#### 1. 清除舊有程式



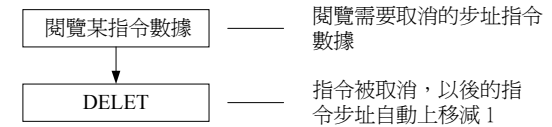
## 2. 輸入程式



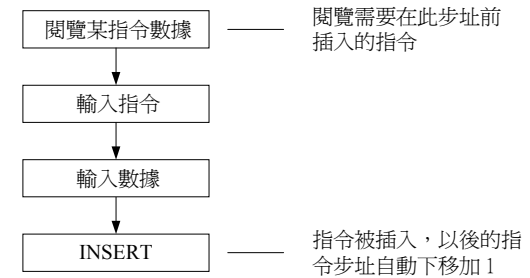
## 3. 閱覽程式



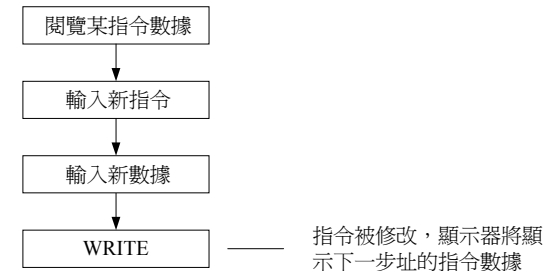
## 4. 取消指令



## 5. 插入指令



## 6. 更改指令



## 7. 元素及元素編號

- 輸入繼電器 Input relay(X)
 

X000~X007	8 個
X010~X007	8 個
X400~X407	8 個

X410~X413      8 個  
 X500~X507      8 個  
 X510~X513      8 個

● 輸出繼電器 Output relay(Y)

Y030~Y037      8 個  
 Y430~Y437      8 個  
 Y530~Y537      8 個

● 輔助(中間)繼電器 Auxiliary relay(M)

M100~M277      16 x 8 = 128 個  
 M300~M377      8 x 8 = 64 個 (附斷電後電池記憶)


● 時間掣 Timer(T)



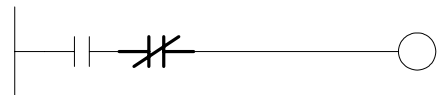


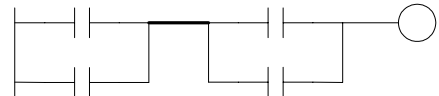
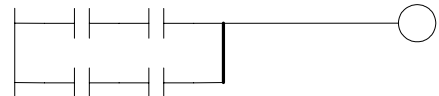




T050~T057      8 個 (0.1~999 秒)  
 T450~T457      8 個 (0.1~999 秒)  
 T550~T557      8 個 (0.1~999 秒)  
 T650~T657      8 個 (0.01~99.9 秒)

● 加數器 Counter(C)

C060~C067      8 個  
 C460~C467      8 個  
 C560~C567      8 個  
 C662~C667      6 個

8. 常用指令

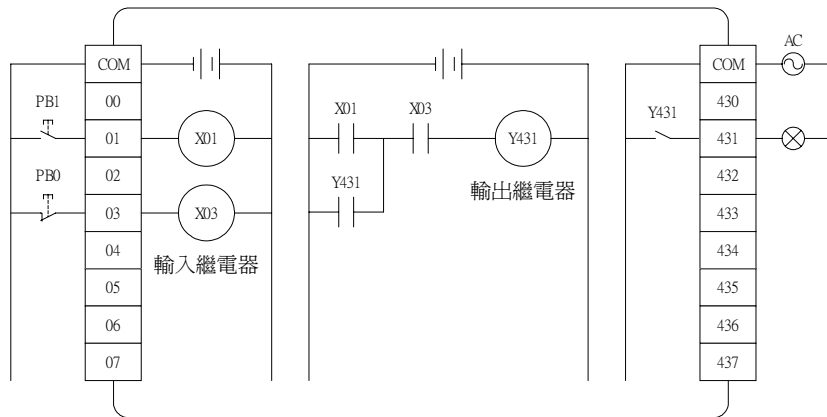
指令符號	功能	梯形/階梯圖符號
LD Load 取	接駁於母線上的常開接點	

LDI Load Inverse 取反	接駁於母線上的常閉接點	
AND AND 與	串聯連接之常開接點	
ANI AND Inverse 與反	串聯連接之常閉接點	
OR OR 或	並聯連接之常開 a 接點	
ORI OR Inverse 或反	並聯連接之常閉 b 接點	
ANB AND Block 與塊	電路塊之間的串聯連接	
ORB OR Block 或塊	電路塊之間的並聯連接	
OUT Output 輸出	驅動輸出線圈的指令	
END End Program 結束	程序結束的指令	
S Set 設置	繼電器線圈設置自保持的指令	
R Reset 重置	繼電器線圈重置自保持的指令	

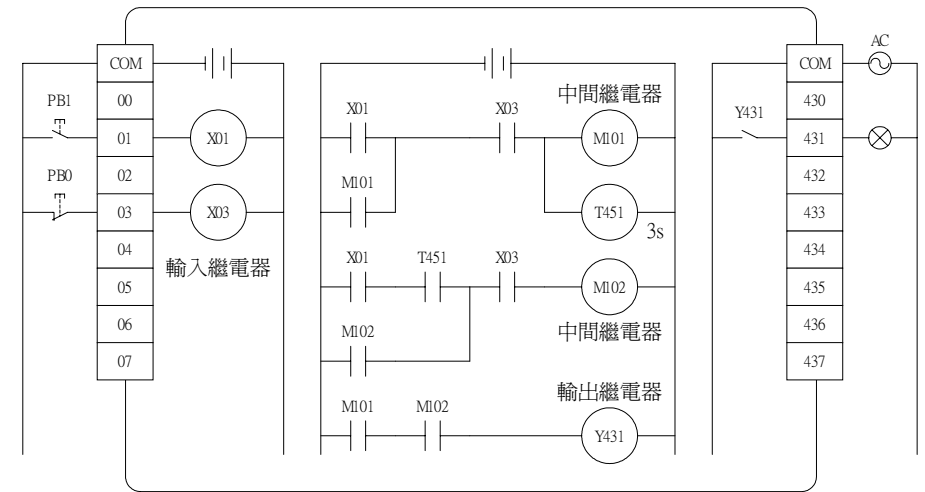
<b>RST</b> Reset 重置	重置加數器 或移位器的 指令	
<b>MC</b> Master Control 主控	主控接點 開始的 指令	
<b>MCR</b> Master Control Reset 主控重置	主控接點 重置的 指令	

### PLC 基本操作原理

#### ● 輸入與輸出繼電器的應用

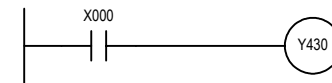


#### ● 輔助(中間)繼電器的應用



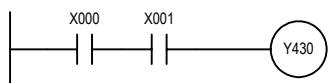
### 三菱 F1-60MR 基本指令之應用

#### 1. LD 指令



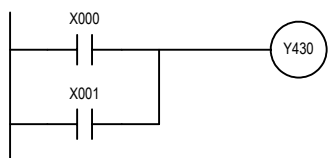
步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	OUT	Y 430	
0002	END		

#### 2. AND 指令



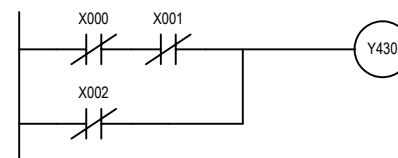
步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	AND	X 001	
0002	OUT	Y 430	
0003	END		

### 3. OR 指令



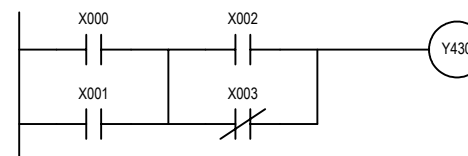
步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	OR	X 001	
0002	OUT	Y 430	
0003	END		

### 4. LDI、ANI 及 ORI 指令

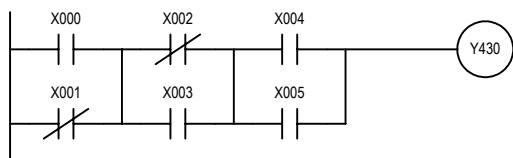


步址	指令	資料	備註
0000	LDI	X 000	
0001	ANI	X 001	
0002	ORI	X 002	
0003	OUT	Y 430	
0004	END		

### 5. ANB 指令



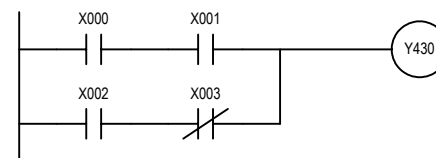
步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	OR	X 001	
0002	LD	X 002	
0003	ORI	X 003	
0004	ANB	-----	
0005	OUT	Y 430	
0006	END		



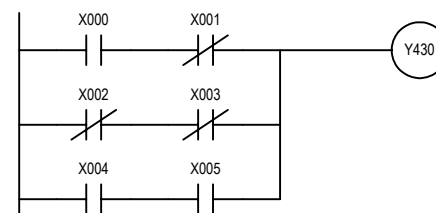
步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	ORI	X 001	
0002	LDI	X 002	
0003	OR	X 003	
0004	ANB	-----	
0005	LD	X 004	
0006	OR	X 005	
0007	ANB	-----	
0008	OUT	Y 430	
0009	END		

步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	ORI	X 001	
0002	LDI	X 002	
0003	OR	X 003	
0004	LD	X 004	
0005	OR	X 005	
0006	ANB	-----	
0007	ANB	-----	
0008	OUT	Y 430	
0009	END		

## 6. ORB 指令



步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	AND	X 001	
0002	LD	X 002	
0003	ANI	X 003	
0004	ORB	-----	
0005	OUT	Y 430	
0006	END		

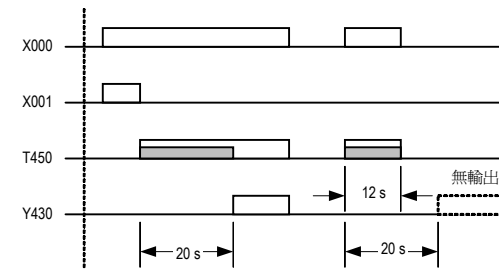
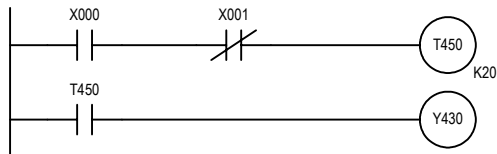


步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	ANI	X 001	
0002	LDI	X 002	

0003	ANI	X	003	
0004	ORB		-----	
0005	LD	X	004	
0006	AND	X	005	
0007	ORB		-----	
0008	OUT	Y	430	
0009	END			

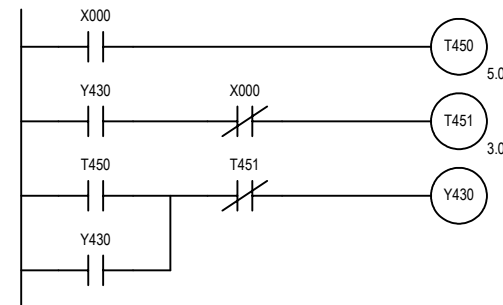
步址	指令	資料	備註	
0000	LD	X	000	
0001	ANI	X	001	
0002	LDI	X	002	
0003	ANI	X	003	
0004	LD	X	004	
0005	AND	X	005	
0006	ORB		-----	
0007	ORB		-----	
0008	OUT	Y	430	
0009	END			

7. 時間掣 Timer(T)指令(On delay)

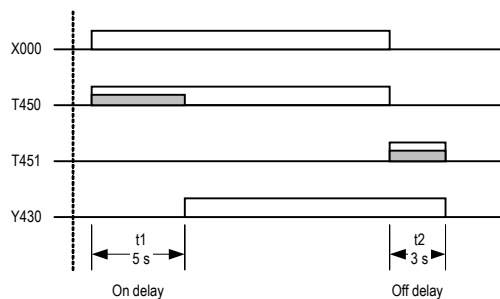


步址	指令	資料	備註	
0000	LD	X	000	
0001	ANI	X	001	
0002	OUT	T	450	
0003	K		20	1 等於 1 秒
0004	LD	T	450	
0005	OUT	Y	430	
0006	END			

8. 時間掣 Timer(T)指令(Off delay)

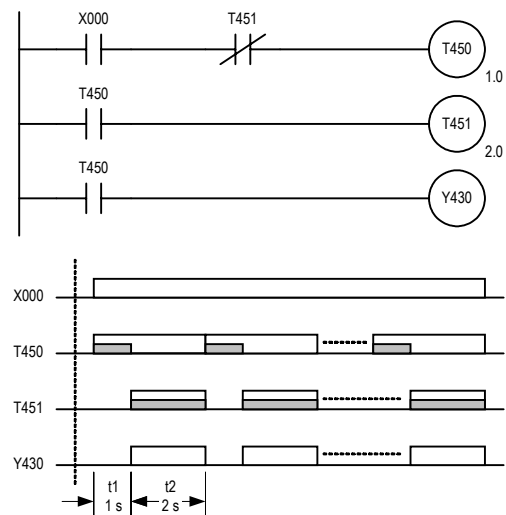






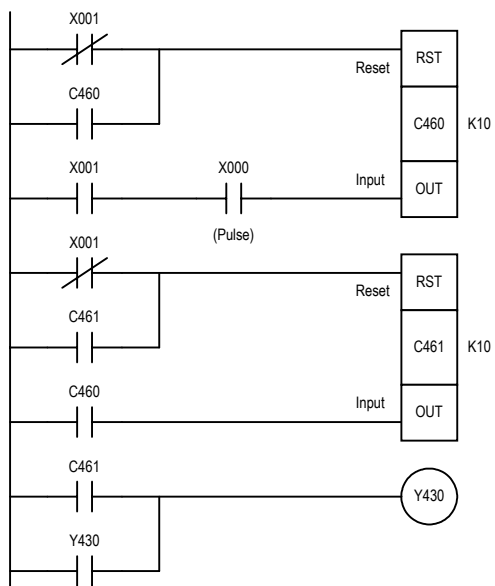
步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	OUT	T 450	
0002	K	5.0	1 等於 1 秒
0003	LD	Y 430	
0004	ANI	X 000	
0005	OUT	T 451	
0006	K	3.0	1 等於 1 秒
0007	LD	T 450	
0008	OR	Y 430	
0009	ANI	T 451	
0010	OUT	Y 430	
0011	END		

### 9. 時間掣 Timer(T)指令(閃爍 Flicker)



步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	
0001	ANI	T 451	
0002	OUT	T 450	
0003	K	1.0	1 等於 1 秒
0004	LD	T 450	
0005	OUT	T 451	
0006	K	2.0	1 等於 1 秒
0007	LD	T 450	
0008	OUT	Y 430	
0009	END		

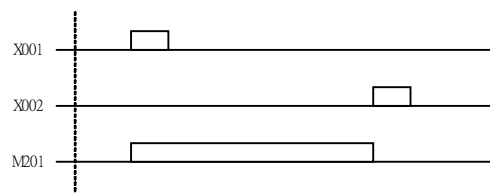
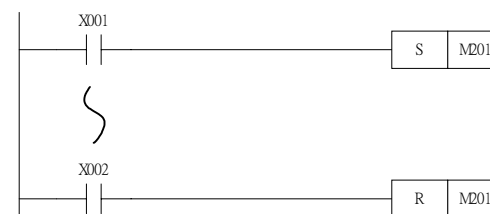
### 10. 加(計)數器 Counter(C)指令



步址	指令	資料	備註
0000	LDI	X 001	
0001	OR	C 460	
0002	RST	C 460	
0003	LD	X 001	
0004	AND	X 000	
0005	OUT	C 460	
0006	K	10	1 等於 1 次
0007	LDI	X 001	
0008	OR	C 461	
0009	RST	C 461	
0010	LD	C 460	
0011	OUT	C 461	

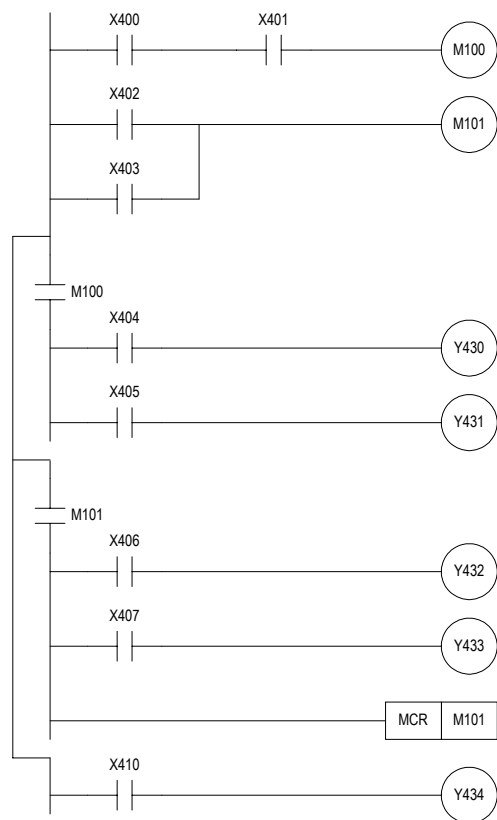
0012	K		10	1 等於 1 次
0013	LD	C	461	
0014	OR	Y	430	
0015	OUT	Y	430	
0016	END			

### 11. 設置 S 及重置 R 指令(M200~M377)



步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 001	
0001	S	M 201	有自保持效果
0010	LD	X 002	
0011	R	M 201	取消自保持

## 12. 主控接點 MC 及 MCR 指令



步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 400	
0001	AND	X 401	
0002	OUT	M 100	
0003	LD	X 402	
0004	OR	X 403	

0005	OUT	M 101	
0006	MC	M 100	
0007	LD	X 404	
0008	OUT	Y 430	
0009	LD	X 405	
0010	OUT	Y 431	
0020	MC	M 101	
0021	LD	X 406	
0022	OUT	Y 432	
0023	LD	X 407	
0024	OUT	Y 433	
0030	MCR	M 101	
0031	LD	X 410	
0032	OUT	Y 434	

## 13. End 指令



0000			
0099	END		

## 階梯圖和指令碼

若在編程時使用的是編程器，就應該把階梯圖程式轉換成指令碼。指令碼包括有步址、指令和數據。

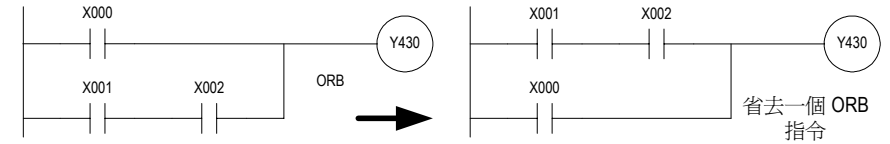
## 編程的方法與步驟

首先要熟悉設備情況與工作過程，按要求設計出控制系統圖。包括斷續的繼電器控制系統；具有數學運算的控制系統；具有閉環反饋控制系統以及其他形式的控制系統。把控制邏輯圖轉變為階梯圖，簡化後轉換成 PLC 程式代碼。PLC 編程時的步驟有如下之要點：

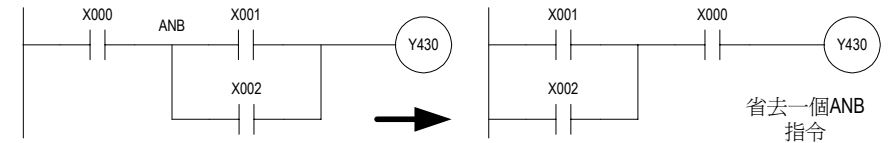
1. 確定控制系統順序；
2. 確定 I/O 器件；
3. 按正確的順序表示所要求的所有功能及它們之間的關係，先畫出邏輯原理圖，再改畫階梯圖；
4. 制編碼表，將階梯圖譯為編碼程式；
5. 將程式鍵入 PLC；
6. 編輯、校對檢查程式；
7. 修改錯誤；
8. 存儲已編好的程式；
9. 結束工作。

## 編程要點

- 程式內每一繼電器接點數量，是沒有限制的，可無限使用，但盡可能要簡化電路，從而減少步驟及加快運作速度。
- 在階梯電路中，訊號由左至右及由上至下，所以應盡量將一連串的串聯或並聯接點放置在頂行或母線上，從而減省不必要的步驟。

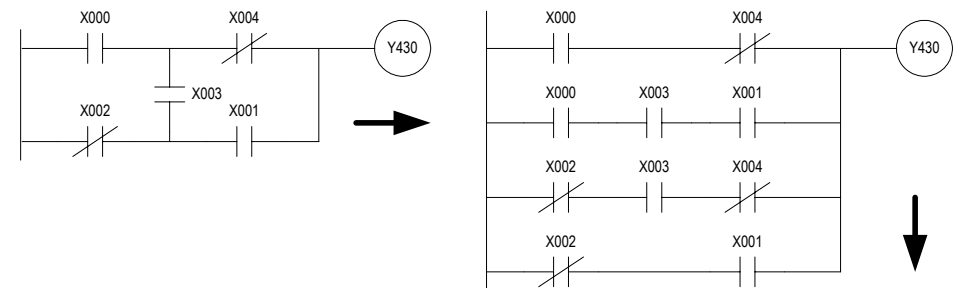


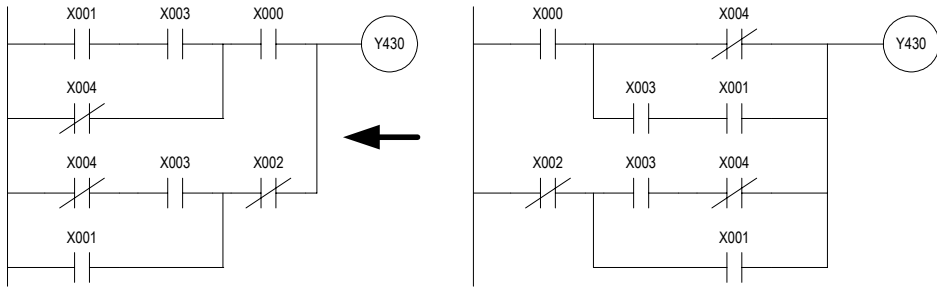
將一連串的串聯接點放置在頂行的簡化圖



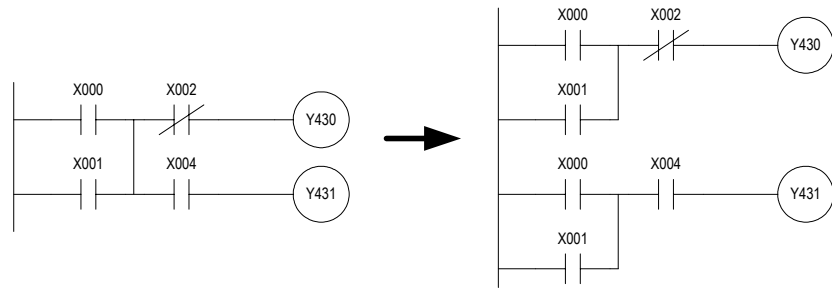
將一連串的並聯接點放置在母線上的簡化圖

- 垂直接點或接線是不可接受的，必須把接點重新安排，再把階梯圖簡化，使電路接點減至最少。



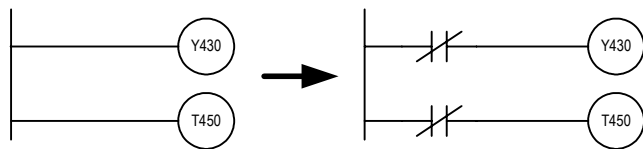


將垂直接點變化成水平接點的簡化圖



將垂直接線變化成水平接線的簡化圖

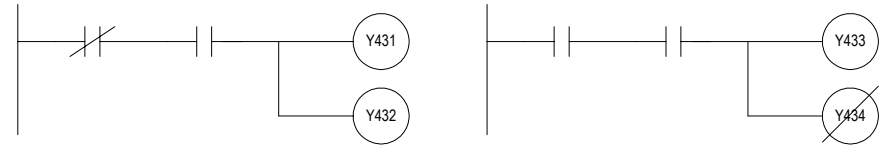
- 所有繼電器線圈是不容許直接接到左面的電源母線上，如有需要，可經一些特別編號的常閉不動接點串接到母線上。



用特別編號的常閉不動接點串接到母線

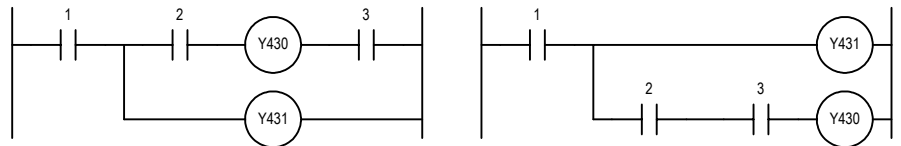
- 繼電器線圈前的串聯或並聯接點數量是無限制的。
- 每個輸出繼電器除了有一對可供接駁的外接接點外，也可使用其（軟）接點於程式內。

- 繼電器線圈是假定已接回路線，故某些品牌的右端不接任何線，從而簡化階梯圖。
- 繼電器線圈編號，不可重復使用，否則最後重復線圈編號之程式才是有效的。
- 繼電器線圈可接連續 2 個以上並聯，某些品牌型號也可接成反作用（OUT NOT）。



繼電器線圈連續 2 個以上並聯或接成反作用

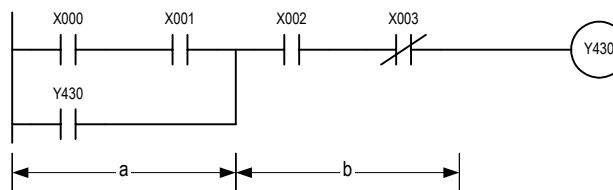
- 輸出線圈後不可再加入接點，應將接點更改至線圈前，有需要時更要將電路略作修改。



輸出線圈後不可再加入接點

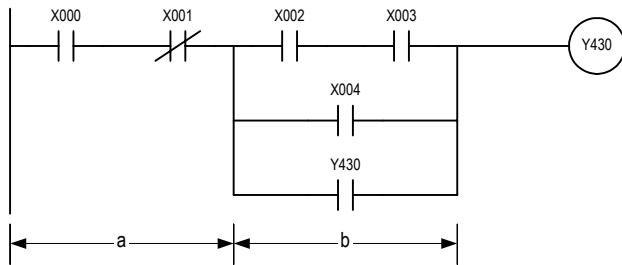
- 執行程式（RUN 模式）時，次序由第一句到結尾（END）指令，即重回起點再執行，循環不息。每一週期所需時間為一掃描時間（秒），程式越大，掃描時間越長。

圖例 1



步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	a
0001	AND	X 001	a
0002	OR	Y 430	a
0003	AND	X 002	b
0004	ANI	X 003	b
0005	OUT	Y 430	
0006	END		

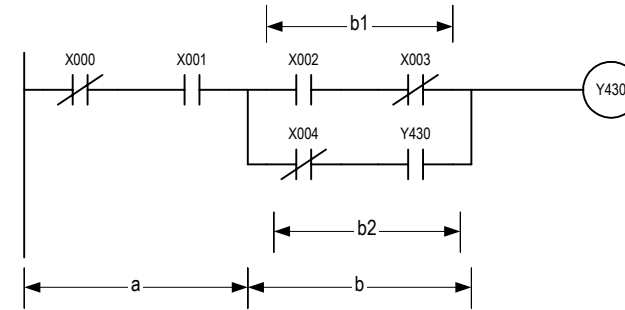
圖例 2



步址	指令	資料	備註
0000	LD	X 000	a
0001	ANI	X 001	a
0002	LD	X 002	b
0003	AND	X 003	b
0004	OR	X 004	b
0005	OR	Y 430	b
0006	ANB	-----	a · b
0007	OUT	Y 430	

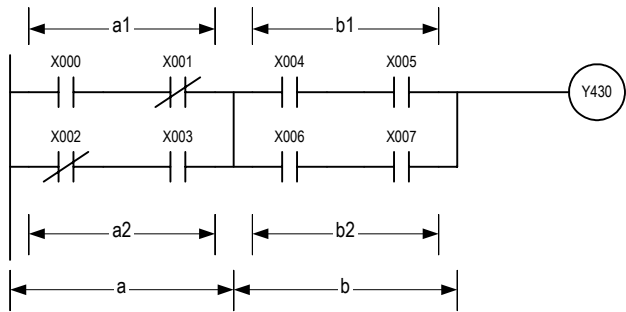
0008	END		
------	-----	--	--

圖例 3



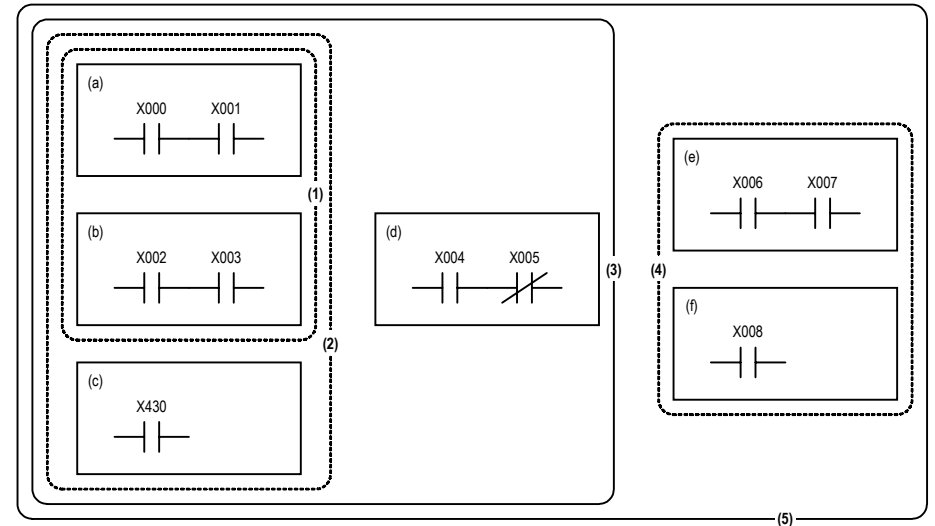
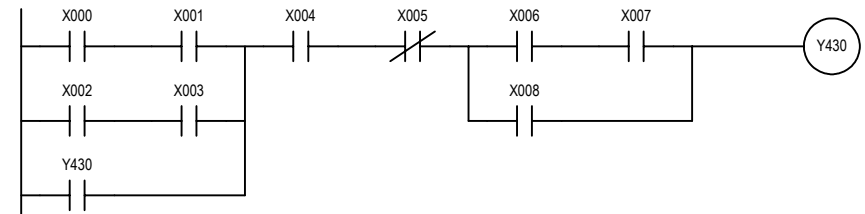
步址	指令	資料	備註
0000	LDI	X 000	a
0001	AND	X 001	a
0002	LD	X 002	b1
0003	ANI	X 003	b1
0004	LDI	X 004	b2
0005	AND	Y 430	b2
0006	ORB	-----	b1+b2
0007	ANB	-----	a · b
0008	OUT	Y 430	
0009	END		

圖例 4



步址	指令	資料	備註
0000			a1
0001			a1
0002			a2
0003			a2
0004			a1+a2
0005			b1
0006			b1
0007			b2
0008			b2
0009			b1+b2
0010			a · b
0011			
0012			

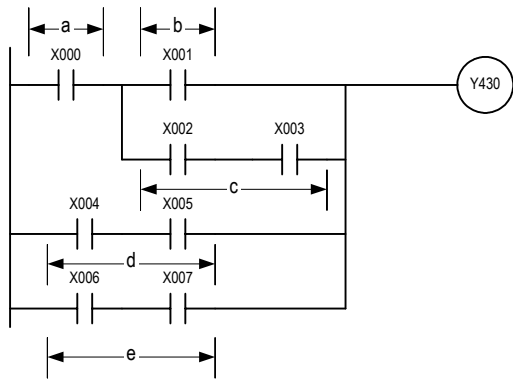
圖例 5



步址	指令	資料	備註
0000			a
0001			a
0002			b
0003			b
0004			a + b (1)
0005			c (2)
0006			d

0007				d (3)
0008				E
0009				E
0010				f (4)
0011				3 · 4
0012				
0013				

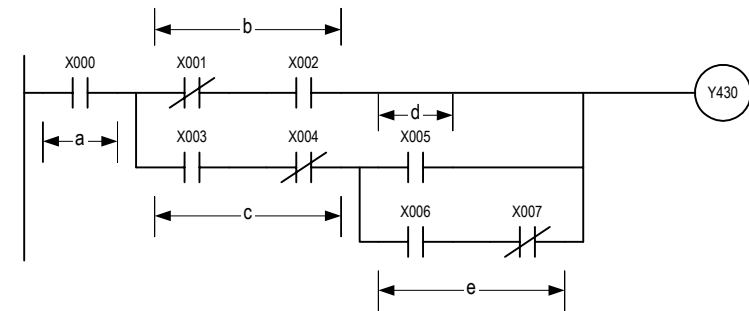
圖例 6



步址	指令	資料	備註
0000			a
0001			b
0002			c
0003			c
0004			b+c
0005			a · (b+c)

0006				d
0007				d
0008				[a · (b+c)]+d
0009				e
0010				e
0011				[a · (b+c)]+d+e
0012				
0013				

圖例 7

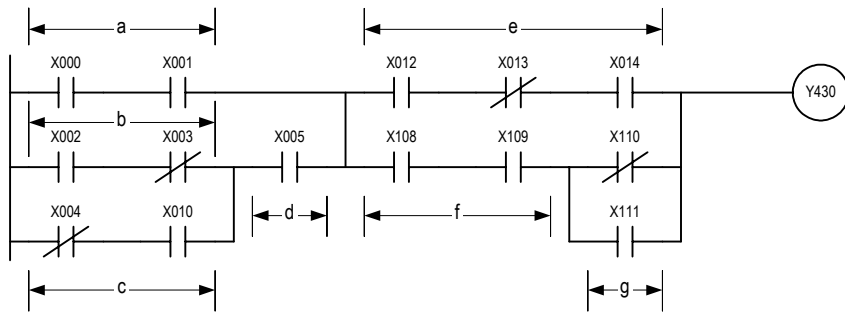


步址	指令	資料	備註
0000			a
0001			b
0002			b
0003			c
0004			c
0005			d
0006			e



0007				e
0008				d+e
0009				(d+e) · c
0010				[(d+e) · c]+b
0011				{[(d+e) · c]+b} · a
0012				
0013				

圖例 8



步址	指令	資料	備註
0000			a
0001			a
0002			b
0003			b
0004			c
0005			c
0006			b+c

0007				(b+c) · d
0008				[(b+c) · d]+a
0009				e
0010				e
0011				e
0012				f
0013				f
0014				g
0015				g
0016				f · g
0017				(f · g)+e
0018				{[(b+c) · d]+a} · [(f · g)+e]}
0019				
0020				

PLC 電路習作：

1. 設計一個升降機或辦工室呼叫系統，並符合下列要求。
  - 呼叫系統有四個位置的呼叫者(4 個拎手)。
  - 每名呼叫者按下拎手(呼叫)後，系統有記憶並有指示燈顯示，指示燈設於控制室。
  - 控制室裝有 1 個拎手，用作取消呼叫系統之任何記憶。
  - 控制室設有 1 個蜂鳴器(用指示燈暫代)，當任何一名呼叫者按下拎手時，蜂鳴器會提供聽覺提示，放手後蜂鳴器會停止響號。蜂鳴器設有一開關，用作暫時關閉蜂鳴器的聲響。
2. 設計一個可供三隊參賽之讓賽式搶答電路，並合乎下列要求。
  - 大學隊由大學生參賽，每隊 2 人，共 2 個拎手，必須 2 人同時一同按下拎手(識答)，電路才被觸發。(假設答案要二人分別用紙筆寫出)
  - 中學隊由中學生參賽，每隊 1 人，只 1 個拎手，參賽者 1 人(識答)按下拎手，電路便會被觸發。
  - 小學隊由小學生參賽，每隊 3 人，共 3 個拎手，參賽者任何 1 人(識答)按下拎手，電路便會被觸發。
  - 任何一隊最先被觸發並取得到記憶，其餘二隊將不能被觸發。
  - 主持人有『重置』拎手 1 個用作取消任何 1 隊已觸發的記憶。
  - 電路設有一個 20 秒的時間掣，當任何一隊被觸發 20 秒後，電路可自動取消記憶。

步址	指令	資料	備註