

## 動力群科電子報(教材教法) 交流電磁開關及其控制電路製作

### 一、概論

電磁開關或稱繼電器(Relay)，其控制方式有兩種，分為直流與交流控制，直流用的繼電器(Relay)如圖一所示，為車用之電器控制開關，如馬達、喇叭、頭燈等耗用電流較大零件之控制。而交流用的繼電器又名電磁接觸器(magnetic contactor，簡稱 MC)如圖二所示，為交流電動機所用之控制開關，可控制單相電動機(110V 或 220V)、與三相電動機。

汽車的頂車機及工場使用的冷氣，都是使用交流電動機來動作，其控制原理類似汽車直流繼電器，均是用小電流來控制大電流。因此，汽車維修人員只要有電學的基礎，要認識交流電路的控制並不困難，也許將來可以省下不少設備的維修費用。



圖一 繼電器

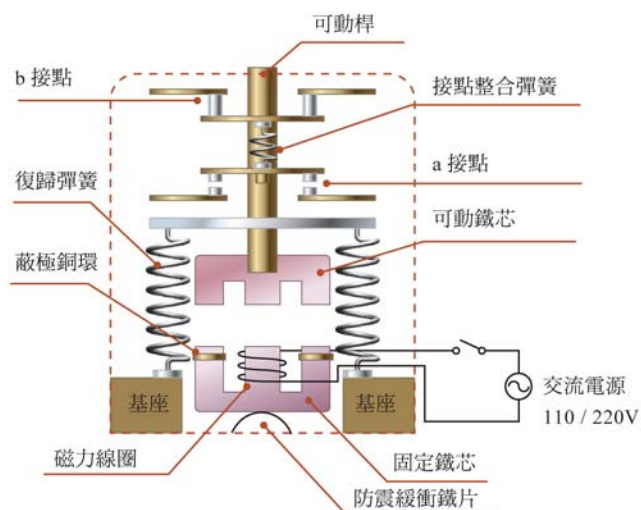


圖二 電磁接觸器與輔助接點

電磁開關內的接點是利用線圈的通電與否來控制，其線圈通電會產生磁場。若將線圈通交流電時，因為每一個正弦波有 2 次電流為零的點，故每秒會 120 次的磁場變化，因此，接點會在一秒內跳動 120 次。為了避免此一情況，交流電磁開關會在電磁接觸器的磁極套上蔽極銅環，如圖三所示。



(a) 實體圖



(b) 示意圖

圖三 電磁接觸器

現在我們就利用電磁接觸器來控制馬達電路，如圖四所示。動作

原理如下：

①當無熔線斷路器(NFB)ON時，電源R經過保險絲(Fuse)、電磁接觸器b接點(MCb)、綠色通電指示燈(GL)至電源T構成迴路，故綠色指示燈點亮。

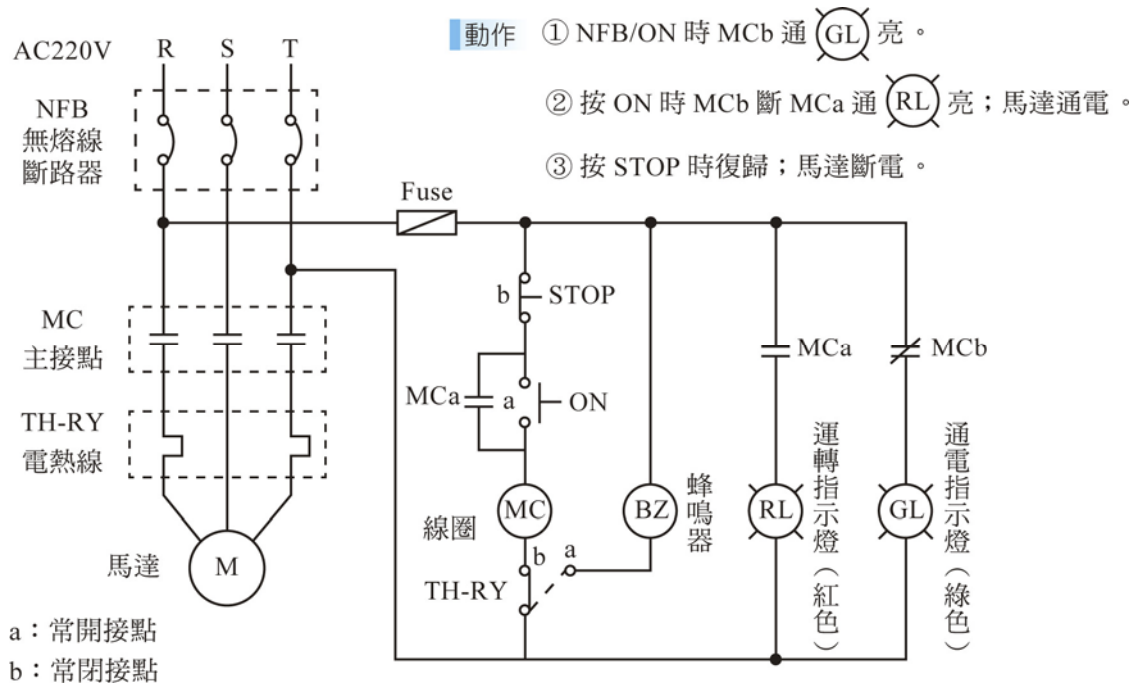
②當按下ON開關時，電源R經過保險絲(Fuse)、停止按鈕STOP(b接點)、運轉按鈕ON(a接點)、電磁接觸器(MC)線圈、積熱電釋(TH-RY)之b接點，至電源T構成迴路，故電磁接觸器鐵芯被吸下；其上之b接點(MCb)跳開綠色指示燈熄滅、a接點(MCa)接合紅色指示燈(RL)點亮，同時電磁接觸器(MC)主接點(a接點)也被吸合，此時馬達開始運轉。

另外，在運轉按鈕ON旁並聯的a接點(MCa)也被吸合接通；可以產生自保持之作用，即使運轉按鈕ON放開線圈仍會持續通電。

③欲使馬達停止時，可按下停止按鈕STOP使線圈斷電。此時，電磁接觸器(MC)主接點及輔助a接點均跳開，馬達即停止運轉，並回復動作①。

若馬達電流太大造成過載時，積熱電驛(Thermal-Relay, 簡稱TH-RY)的常閉接點(b接點)即會跳開，如圖七所示。此時，電磁接觸器的線圈電路被切斷，馬達即無電流流過。同時積熱電驛的常開接點(a接

點)閉合，蜂鳴器即可產生警告的作用。



圖四 電磁開關及其控制電路



圖五 積熱電驛外部接點及其內部電路

## 二、控制電路製作

依控制電路的動作來製作簡單的實習設備，以利教學的實施。以上分成四個步驟，依序為材料準備、配置元件、配線及其測試，詳細內容如下所示。

### (一) 材料準備

設備製作所需材料，如圖八所示。其各項規格如下：



圖六 設備製作材料

表一：材料表

元件	規格	用途
無熔線斷路器(NFB)	3P250V30A	啟斷電源
電磁接觸器	AC220V	控制主、輔助接點
外加輔助接點	APS-11	擴增輔助接點數量
積熱電驛	12A	保護馬達避免過載
緊急按鈕開關	紅色 2a2b	b 接點，STOP 用

按鈕開關	2a2b	a 接點，ON 用
指示燈	紅色 220V	運轉指示用
指示燈	綠色 220V	供電指示用
蜂鳴器	220V	馬達過載警告用
端子台	3P,3 個	接電磁線圈用
端子台	12P	控制與指示元件用
單相感應電動機	220V 1/2HP	負載元件
三相感應電動機	220V 1HP	負載元件
PCV 被覆絕緣絞線	黑色,黃色	控制電路用
PCV 被覆絕緣絞線	黑色	主電源用
電線號碼套環	1~12 號各兩個	辨識元件接腳
三相電源插座	3P 或 4P	接三相電源
三相四線式電源線	紅、白、黑、綠(接 地)	接電源插座與馬達負載 用
橡皮腳座	4 個	支撐木芯板
木螺釘	1/4",1/2"各 10 枝	固定支架元件用
電磁接觸器固定架	20cm	固定電磁接觸器用
木芯板	約 30cm*35cm	固定所有零件
元件固定座	自製	固定控制元件用
固定把手	自製	搬動模組用

## (二)元件配置

依電路圖將主電路元件放置於左邊，而控制電路的元件放置於右邊，如圖七所示。端子台上依序編號並將控制元件的接點固定於其上，如圖八所示。



圖七 元件配置



圖八 零件接線編號

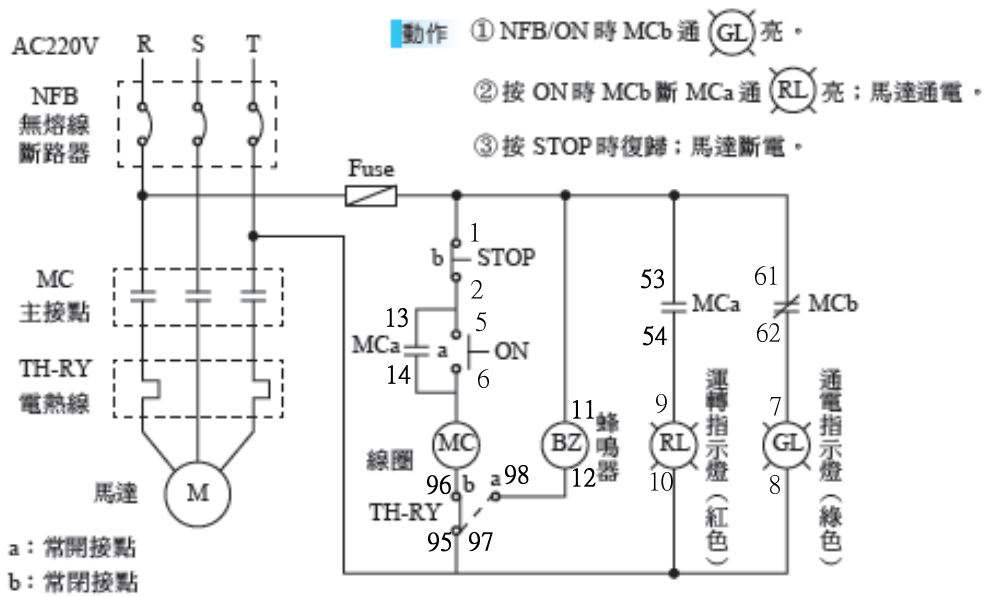
### (三) 元件配線

#### 1. 主電路配線步驟：

- (1). 三相電源線 R、S、T 接至無熔絲斷路器上端
- (2). 無熔絲斷路器下端接至電磁接觸器主接點 1L1、3L2、5L3
- (3). 電磁接觸器主接點 2T1、4T2、6T3 接至積熱電驛後端
- (4). 積熱電驛前端三點接至三相馬達 U1、V1、W1(馬達繞組需接成 Y 或  $\Delta$ )。若單相馬達則將積熱電驛前端兩點接至單相馬達 T1、T4(馬達繞組需串聯  $\Delta$ )。

將電路圖上之元件加以編號，如圖九所示。並將控制線由上至下、由左至右順序配置。





圖九 將電路圖元件編號

## 2. 控制電路配線步驟：

- (1). 無熔絲斷路器下端電源 R 接至 Fuse 左端
  - (2). Fuse 右端接至 STOP 按鈕(NO. 1)
  - (3). STOP 按鈕(NO. 1)再接至蜂鳴器(NO. 11)
  - (4). 蜂鳴器(NO. 11)再接至外加輔助接點 MCa (NO. 53)
  - (5). MCa (NO. 53)再接至外加輔助接點 MCb (NO. 61)
- 以上(2)~(5)步驟是將各元件接點並聯接至 Fuse 右端。
- (6). STOP 按鈕(NO. 2)接至 ON 按鈕(NO. 5)
  - (7). ON 按鈕(NO. 5)再接至輔助接點 MCa (NO. 13)
  - (8). 輔助接點 MCa (NO. 14)接至 ON 按鈕(NO. 6)
  - (9). ON 按鈕(NO. 6)再接至 MC 線圈一端
  - (10). MC 線圈另一端接至積熱電驛 b 接點(NO. 96)



(11). 積熱電驛 b 接點(NO. 95)接至積熱電驛 a 接點(NO. 97)

(12). 積熱電驛 a 接點(NO. 97)再接至無熔絲斷路器下端電源 T 端

以上(2)及(6)~(12)步驟構成左邊第一個迴路

(13). 蜂鳴器(NO. 12)接至積熱電驛 a 接點(NO. 98)

以上(3)及(13)步驟構成左邊第二個迴路

(14). MCa (NO. 54)接至運轉指示燈接點(NO. 9)

(15). 運轉指示燈接點(NO. 10)接至積熱電驛 b 接點(NO. 95)

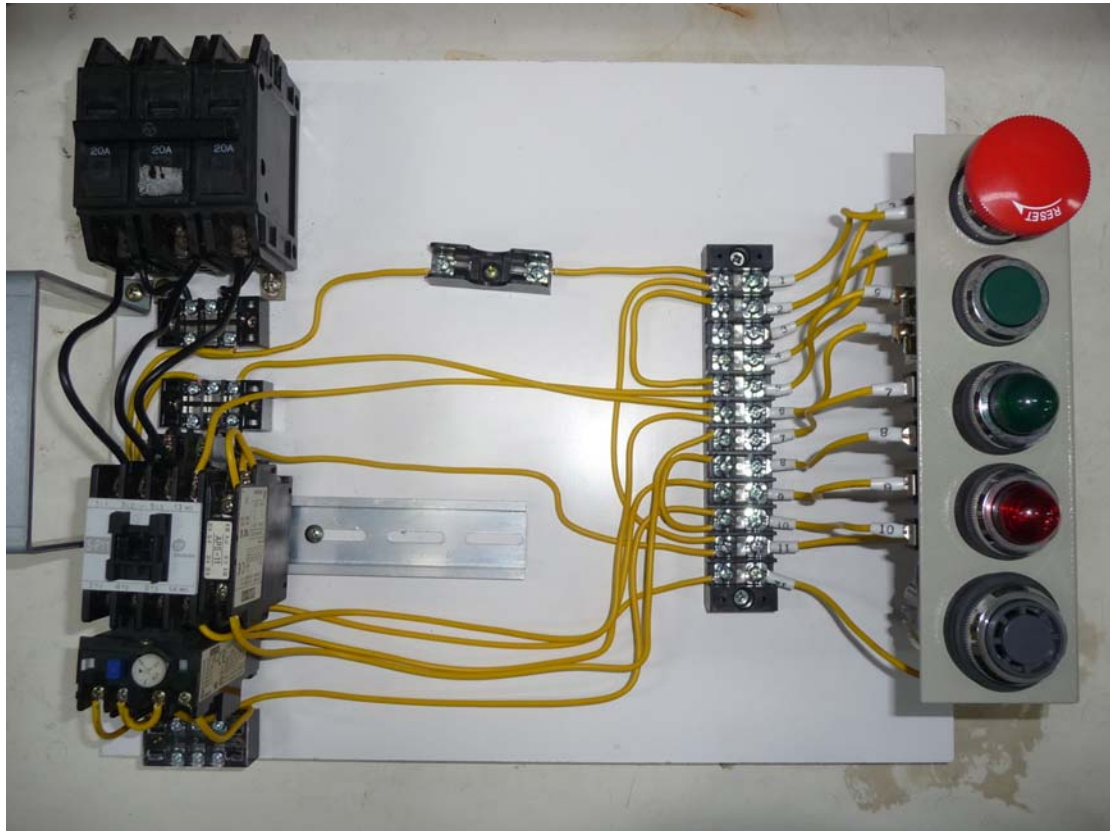
以上(4)及(14)~(15)步驟構成左邊第三個迴路

(16). MCb (NO. 62)接至通電指示燈接點(NO. 7)

(17). 通電指示燈接點(NO. 8)再接至運轉指示燈接點(NO. 10)

以上(5)及(16)~(17)步驟構成左邊第四個迴路

全部配線共用到 17 條電路，如圖十所示。



圖十 配線完成的控制板

#### (四)操作測試

分成下列四個步驟：

1. 完成配線後，測試各動作是正常：



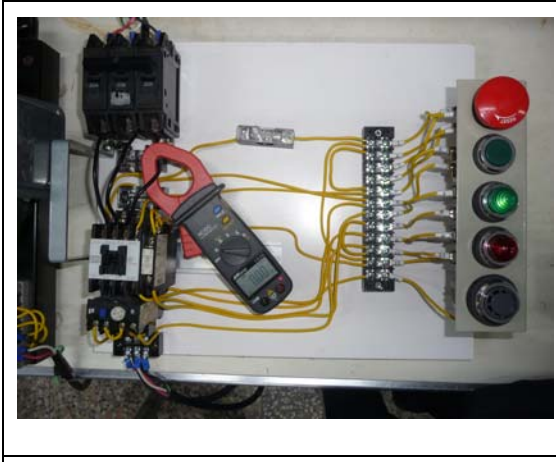

(1). 當無熔線斷路器(NFB)ON時，綠色指示燈(GL)應點亮，如圖十一所示。

(2). 當按下 ON 開關時，綠色指示(GL)燈熄滅、紅色指示燈(RL)點亮，此時馬達開始運轉。放開 ON 開關後，可以產生自保持之作用，使馬達持續通電運轉，如圖十二所示。

(3). 按下停止按鈕 STOP 時，馬達停止運轉、紅色指示燈(RL)熄滅、

綠色指示燈(GL)亮，如圖十三所示。

(4). 模擬馬達過載：使用電錶探棒往右推開積熱電驛的常閉接點(b接點)，如圖十四所示；馬達斷電停止運轉同時蜂鳴器會響。

	
<p>圖十一 無熔線斷路器 ON 時</p>	<p>圖十二 按下 ON 開關時</p>
	
<p>圖十三 按下停止按鈕 STOP 時</p>	<p>圖十四 模擬馬達過載</p>

將以上功能測試判斷結果填於下表工作單內：

功能測試	(1)	(2) (含自保持作用)	(3)	(4)
檢測結果	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障




以上迴路若有不正常時，則使用三用電錶導通測試(蜂鳴器”

•) )檔位檢查各接點是否接妥。若各接點接妥仍不能動作則下列步驟檢查：

(1). 使用三用電錶交流電壓 (220V 以上)檔位檢查電源線是否有電，如圖十五所示。

(2). 使用三用電錶導通測試(蜂鳴器” ”)檔位檢查各接點是否接妥，如圖十六所示。

(3). 使用三用電錶歐姆檔位檢查各元件是否正常，如圖十七所示。

		
圖十五 檢查電源	圖十六 導通測試	圖十七 元件檢查