

台灣糖業股份有限公司訓練中心 農機電工技術訓練班講義

授課講師：方煒
授課助教：陳武森、何萬中
國立台灣大學生物產業機電工程學系

Part III.目 錄

七、自動控制開關之應用.....	33
(一)、接點符號及文字記號.....	33
(二)、按鈕開關及切換開關.....	34
(三)、近接開關 (Proximity sensor).....	35
(四)、光電開關 (Photoelectric sensor).....	36
(五)、極限開關與浮球開關 (Limit Switch).....	36
(六)、電磁開關 (MS)	36
(七)、電力電驛(Power Relay, PR)的構造及應用.....	45
(八)、限時電驛(Timer Relay, TR)的構造及應用.....	46
(十)、閃爍電驛 (Flash Relay, FR)的構造及應用.....	48
(十一)、保持電驛(Keep Relay, KP)的構造及應用.....	48
(十二)、指示燈顏色代表之意義.....	48
(十三)、蜂鳴器(Buzz, BZ).....	49
(十四)、液面控制器的構造及應用.....	49
八、電動機.....	51
(一) 單相電動機.....	51
(二) 單相電動機簡易維修.....	51
九、自動控制電路之應用.....	52
(一)、限時電驛控制電路.....	52
(二)、三/單相電動機接線與自保電路.....	53
(三)、三/單相電動機自動、停止及寸動控制電路.....	53
(四)、三/單相電動機正逆轉控制電路及互鎖電路.....	54
十、工業配線控制箱實習操作.....	55
(一)、手動自動液面控制電路.....	55
(二)、單相感應電動機正逆轉控制電路.....	55
(三)、電動機故障警報控制電路.....	55
(四)、兩部電動機自動交替運轉控制電路.....	55

(五)、簡易升降機控制電路	55
(六)、近接開關控制電動機交互運轉與停止控制電路	55
(七)、備用電源停電自動切換控制電路	55
(八)、單相感應電動機械停車場控制電路	55
(九)、單相感應電動機瞬間停電再啟動控制電路	55
(十)、單相感應電動機手動正逆轉兩處控制電路	55
十一、參考文獻	56

七、自動控制開關之應用

(一)、接點符號及文字記號

接點符號

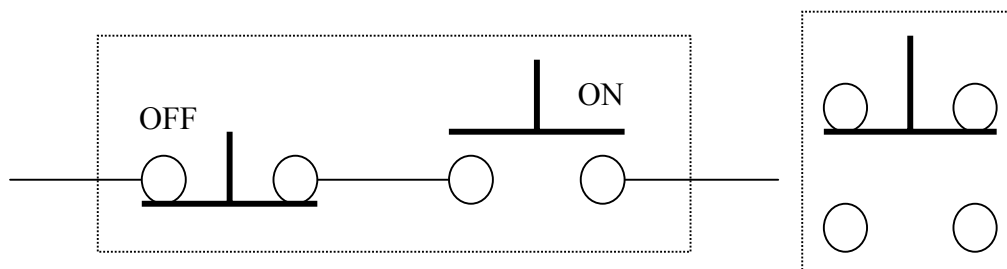
名 稱	圖 符 號		備 註
	a 接 點	b 接 點	
電磁接觸器接點	 	 	
手 動 接 點	 	 	例：切換開關接點、  (C 接點) 單路開關，三路開關
手 動 操 作 自動復歸接點	 	 	例：按鈕開關接點
機 械 接 點	 	 	例：極限開關接點
電 驛 接 點	 	 	例：電力電驛接點 保持電驛接點
壓力開關等之接點			例：近接開關
手動復歸接點			例：積熱電驛接點
通電延時限時動作 瞬時復歸接點	 	 	例：On Delay 限時電驛接點
斷電延時瞬時動作 限時復歸接點	 	 	例：Off Delay 限時電驛接點

文字記號

文字記號	名 稱	文字記號	名 稱
AUT (A)	自動 (Automatic)	N	中性線 (Neutral)
BL	電鈴 (Bell)	NFB	無熔絲開關 (No Fuse Breaker)
BZ	蜂鳴器 (Buzzer)	OFF	斷路，跳脫
C	電容器 (Condenser)	ON	閉路，投入
CB	電機控制箱 (Control Board's Box)	PB	按鈕開關 (Push Botton SW.)
COS	切換開關 (Change Over SW.)	PC	近接開關 (Proximity Control SW.)
CS	選擇開關 (Choose SW.)	PL	指示燈 (Pilot Lamp)
D	下 (Down)	REV	逆向 (Reverse)
D-F	栓型保險絲 (D-Fuse)	RL	紅燈 (Red Lamp)
EMS	緊急開關 (Emergency SW.)	RST	復置 (Reset)
F	保險絲 (Fuse)	RY	電驛 (Relay)
FWD	順向 (Forward)	S	開關 (Switch , SW.)
G	接地 (Ground)	SET	設置
GL	綠燈 (Green Lamp)	STOP	停止
IM	感應電動機 (Induction motor)	TB	端子台 (Terminal Block)
KR	保持電驛 (Keep Relay)	TH-RY	積熱電驛 (Thermal Relay)
LS	極限開關 (Limit SW.)	TR	限時電驛 (Timer Relay)
M	電動機 (Motor)	TS	手捺開關 (Touch SW.)
MA (M)	手動 (Manual)	U	上 (Up)
MC	電磁接觸器 (Magnetic Contactor)	WL	白燈 (White Lamp)
MCF	正轉用電磁接觸器	X	電力電驛 (Power Relay)
MCR	逆轉用電磁接觸器	YL	黃燈 (Yellow Lamp)
MS	電磁開關 (Magnetic SW.)		

(二)、按鈕開關及切換開關

1. 壓扣及復歸型按鈕開關：復歸型按鈕開關在壓放開關(ON)鍵時，按鈕開關會回復原接點(OFF)位置，壓扣型則定位在(ON)的位置，若要回復原接點(OFF)位置，則須壓放(OFF) 開關鍵。圓型按鈕開關之裝置孔徑有 25mm Φ 及 30mm Φ 二種，其接點有 1a1b 及 2a2b 二型式。

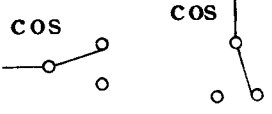
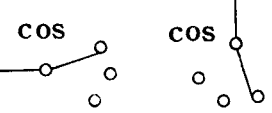


2. 按鈕開關鍵其顏色代表之意義

- 綠色按鈕：通常應用在電動機啟動及運轉，但紅色以外亦可使用。
- 紅色按鈕：必須應用在電動機停止、緊急停止及電源切斷等場所，若停止及緊急停止按鈕開關，二者同在一起時，尺寸相同中的紅色鍵為緊急停止鍵，另一停止鍵則由其它顏色取代(綠色除外)，若二者皆為紅色鍵且尺寸不同時，尺寸較大者為緊急停止鍵。
- 黃色按鈕：當電路異常狀況產生時(如過載時所產生蜂鳴器之聲響)，其解除鍵通常為黃色。

3. 切換開關之應用：

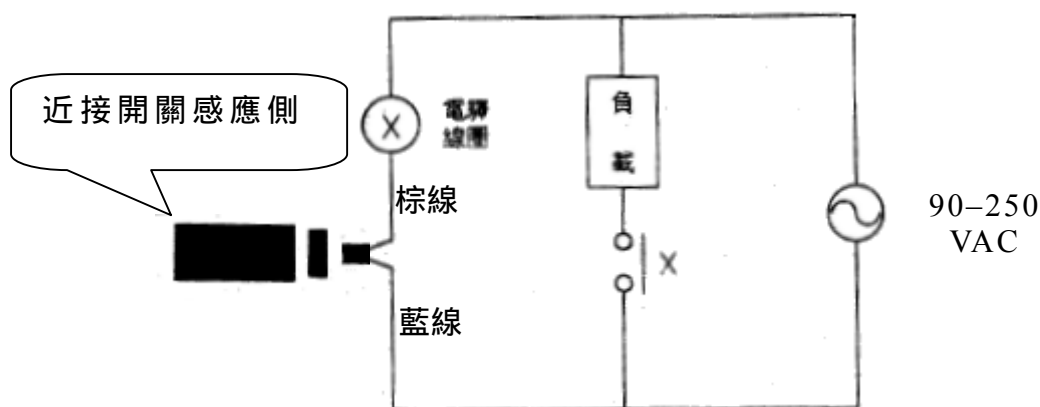
圓型切換開關之裝置孔徑有 25mm Φ 及 30mm Φ 二種，其接點有 1a1b 及 2a2b 二型式。切換開關有二段及三段式之分。名稱與符號如下表所示：

名 稱		符 號
扭 轉 操 作	切換開關 二段式	
	切換開關 三段式	

cos: change over switch

(三)、近接開關 (Proximity Sensor, PS)

- 為鐵金屬靠近時，其接點即動作的一種器具，故名近接開關，其作用原理有靠磁性、高週波振盪、靜電、超音波等，動作距離約 10mm ~ 120mm，分為交流及直流二種。亦有能感應水分存在(高濕)的近接開關。
- 交流二線式近接開關有廣泛的動作電壓(90 ~ 250VAC)，在輸出之電路上，必須先串接一負載後，才可接送電源，否則近接開關將會損壞。以 FDTEK 之 PS-10S 為例，兩線分別為棕色與藍色，棕線為連接負荷(如下圖的電驛線圈)再接電源，藍線直接接電源。



(四)、光電開關 (Photoelectric sensor)

- 在投光器與受光器間，應用遮光方式，控制開關內的電磁接點(電驛)，其感測距離較遠，一般應用在防盜及大門自動開關之場所。
- 投光器與受光器可分別為兩個設備或組裝為單一的設備。男生廁所小便斗的自動流水設備即應用光電開關。水產養殖自動停餌設備也是應用類似原理。

(五)、極限開關與浮球開關 (Limit Switch)

極限開關又稱為限制開關(小型極限開關又稱為微動開關)，係應用機械式原理，改變開關接點狀態，一般應用在自動門、升降機及輸送帶等場所。

浮球開關是在極限開關上，裝設一浮球裝置所組成，此開關一般應用在蓄水池液面控制。

(六)、電磁開關 (MS)

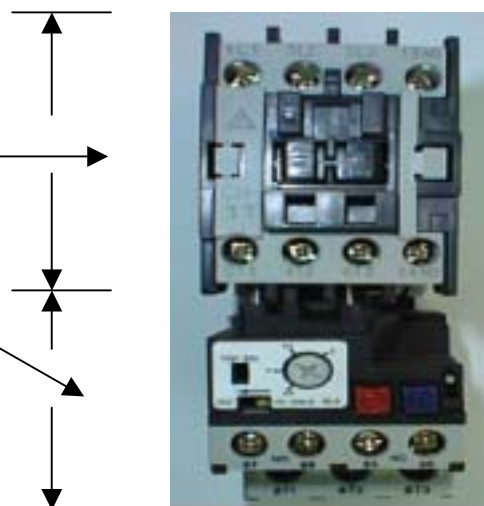
1. 電磁開關的組合

電磁開關是由電磁接觸器(MC)與積熱(熱動)電驛(TH-RY)組成，

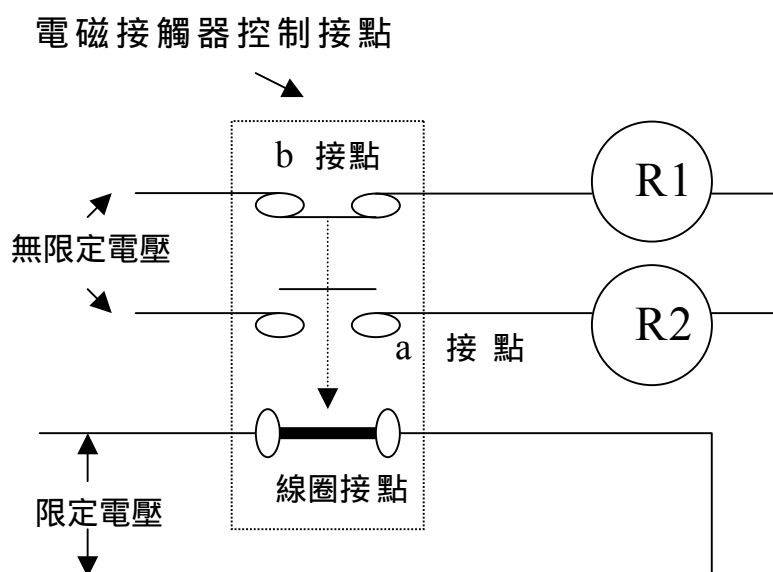
其用途一般作為電動機之過電流保護器及操作開關。

2. 電磁接觸器的應用

電磁接觸器線圈外加電壓以交流為主，其型式有可逆式及非可逆式二種，可逆式在二電磁接觸器中，設置一機械式互鎖裝置，其主要功用是要防止二電磁接觸器同時吸磁，避免短路事故的產生，另一非可逆式電磁接觸器，則無此功能。在電磁接觸器上有主接點與補助接點區別，且各組 a、b 接點皆為獨立之二點，主接點在中央部位之電源側以 R、S、T 表示，負載側以 U、V、W 表示，主接點可承受較大負載之電流。其控制



接點的應用方式如下圖。



3. 電磁接觸器的規格

電磁接觸器依主接點開斷額定電流方式，區分級別如下：

美制規格：

級別	額定電流 之倍數 接定打開	額定電流 之倍數 接定閉合	用途
A	10 倍以上	10 倍以上	鼠籠式感應電動機使用
B	5 倍以上	5 倍以上	繞線型感應電動機使用
C	2 倍以上	2 倍以上	電熱器（電阻性負載）用

台灣 CNS 國家標準：

級別	額定電流 之倍數 接定打開	額定電流 之倍數 接定閉合	用途
AC1	1.5 倍以上	1.5 倍以上	非感應性或低感應性電阻
AC2B	4 倍以上	4 倍以上	繞線型感應電動機啟動與停止
AC2	4 倍以上	4 倍以上	繞線型感應電動機啟動、寸動、逆相制動
AC3	10 倍以上	8 倍以上	鼠籠式感應電動機啟動與停止
AC4	12 倍以上	10 倍以上	鼠籠式感應電動機啟動、寸動、逆相制動

4. 電磁接觸器容量之選用

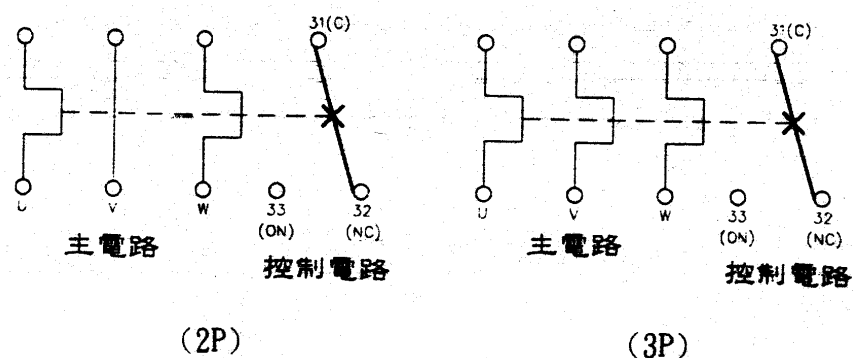
電磁接觸器一般的額定容量標示，以仟瓦(KW)或馬力(HP)為主(1HP=746W)，其電壓額定容量以 3 Φ 220V 電壓為準。

單相電動機的應用依電動機型式(繞線、鼠籠式)及動力(HP 或 kW)大小，直接選擇啟動電流。在三相電動機中，直接啟動者，電磁接觸器容量之選用方式與單相電動機相同。電工法規規定，220V (380V) 供電，電動機容量超過 15HP (50HP) 者，須採降壓啟動。Y- Δ 啟動為降壓啟動，啟動電流較 Δ 直動啟動運轉方式減少 2/3 (電流比 Y/ Δ =1/3)。

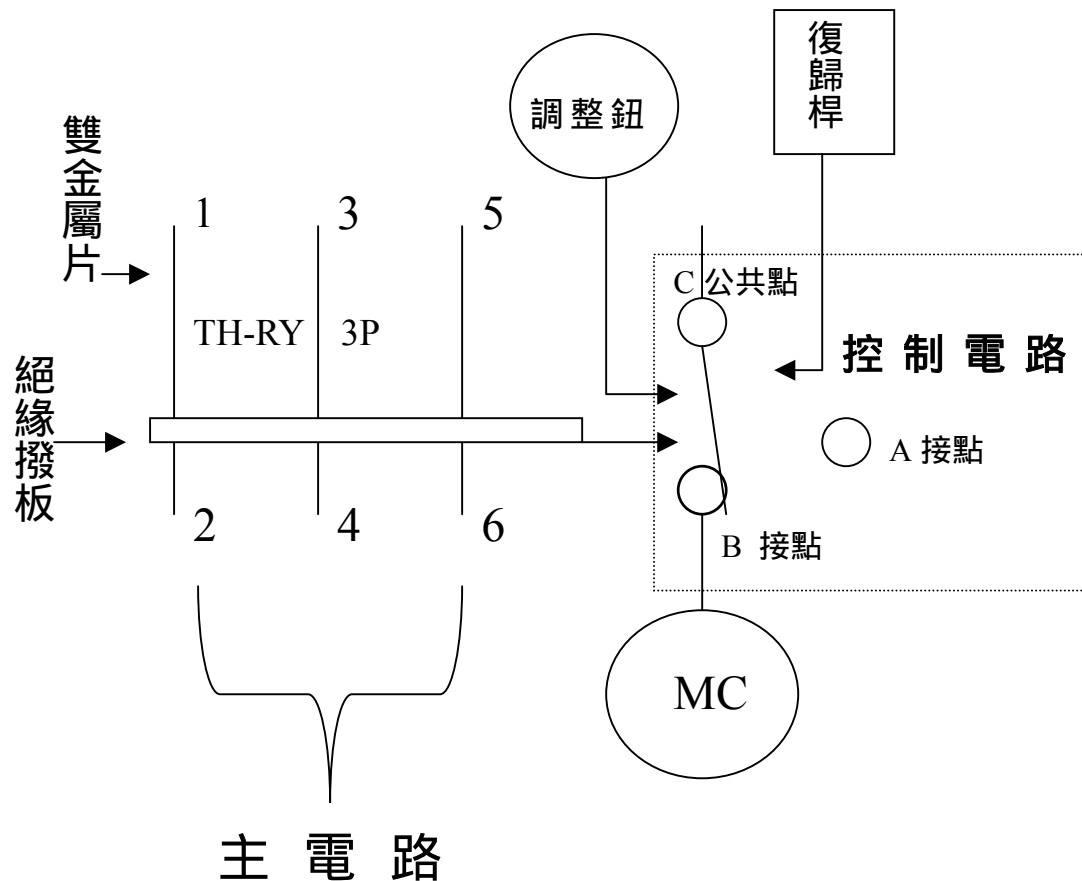
Y- Δ 啟動運轉者，會因 MCS、MCD、MCM 的設置不同，改變選用計算方式。詳細計算方式容後說明。

5. 積熱(熱動)電驛(TH-RY)之應用

積熱(熱動)電驛又稱過負載或過電流電驛，一般應用在電動機上，其主要功用為防止電路(電動機)過載損壞。在積熱(熱動)電驛上有主電路與控制電路區別，主電路內一般以雙金屬片原理製成，負載電流通過導流金屬，以直接(直熱式)或間接(旁熱式)加熱方式控制雙金屬片，分為 2P 及 3P (極) 二類型，3P 應用在三相電路中有欠相保護功能。

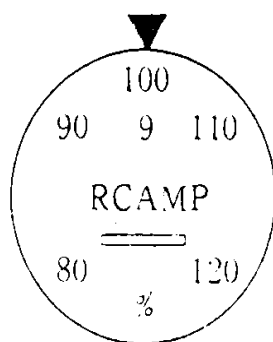


主電路一端接點與電磁接觸器負載側 U、V、W 連接，由主電路雙金屬片控制控制電路，控制電路連接一復歸桿，此復歸桿可分為手動及自動-手動二類型。在控制電路上方另有一跳脫電流調整鈕。積熱電驛控制接點及跳脫電流調整鈕的應用方式如下圖：

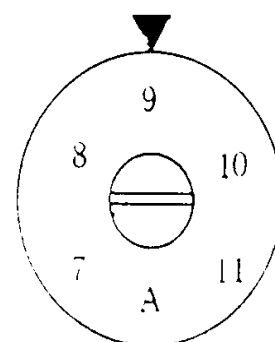


積熱(熱動)電驛控制說明圖

跳脫電流調整鈕的標示方式有百分比法(下左圖)、倍數法(下左圖中 % 數字改為倍數，譬如：0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2)及電流表示法(下右圖)。下左圖中 RCAMP 代表相對比較安培數，Relative Compare Amp.



百分率法



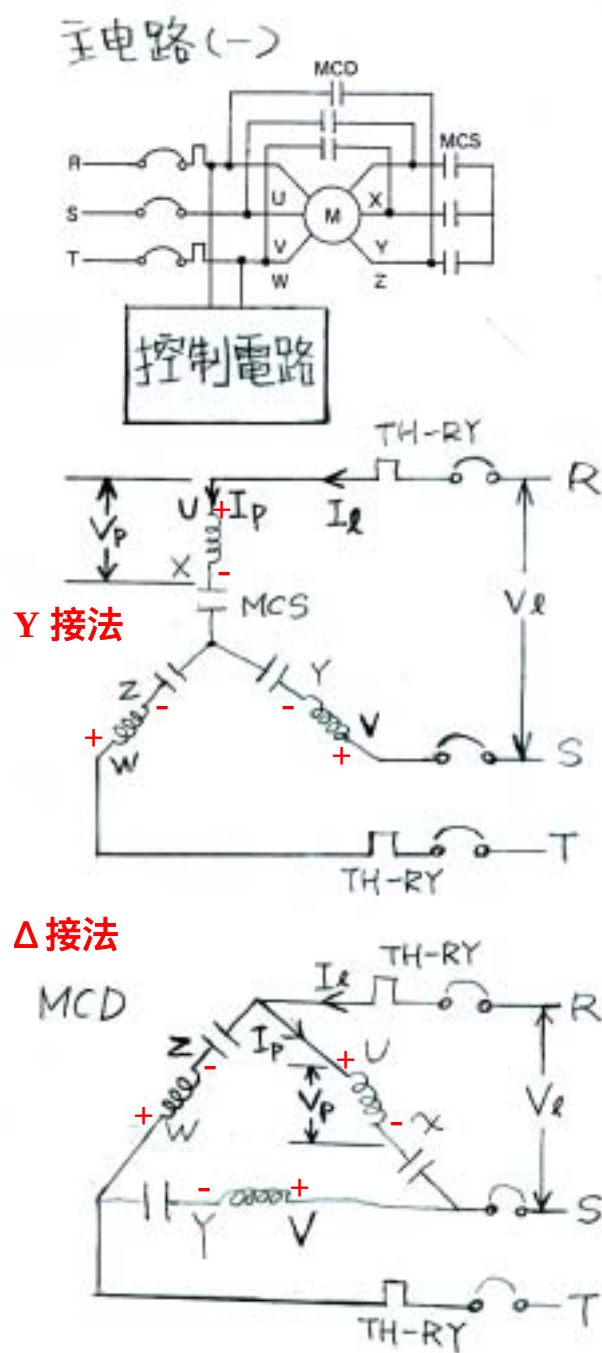
電流表示法

跳脫電流調整鈕控制說明圖

在電動機使用設定上，運轉因數(Service Factor 或過載因數)高於 1.15 及溫度不超過 40 者，TH-RY 之設定值為額定電流之 1.25 1.4 倍，不屬於上二項之電動機者，其設定值為額定電流之 1.15 1.3 倍。

若依上式設定，不足以使該電動機完成啟動或擔負負載時，其設定最大值，以不超過銘牌標示之全載額定電流值之百分比為準則。在電路設置上，會因放置位置的不同，改變設定方式。

如前所述，Y-Δ啟動運轉者，會因 MCS、MCD、MCM 的設置不同，改變選用計算方式。電磁開關(MC)規格的選用及設定方式如下：



$$Y \begin{cases} I_l = I_p \\ V_l = \sqrt{3} V_p \end{cases}$$

$$\Delta \begin{cases} I_l = \sqrt{3} I_p \\ V_l = V_p \end{cases}$$

l = 線電流 (壓)

p = 相電流 (壓)

$$Y = I_l = I_p = \frac{V_p}{Z} \quad \because V_p = \frac{V_l}{\sqrt{3}} \\ \therefore I_l = \frac{\frac{V_l}{\sqrt{3}}}{Z} = \frac{V_l}{\sqrt{3} Z}$$

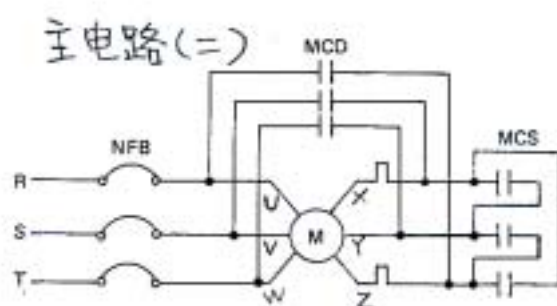
$$\Delta = I_l = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \frac{V_p}{Z} \\ \because V_p = V_l \therefore I_l = \frac{\sqrt{3} V_l}{Z} \\ \therefore \frac{I_{Yl}}{I_{\Delta l}} = \frac{\frac{V_l}{\sqrt{3} Z}}{\frac{\sqrt{3} V_l}{Z}} = \frac{1}{3}$$

$$TH-RY = \frac{\text{電動機}}{\text{額定電流}} \times \frac{1.15}{1.4}$$

$$MCS = \frac{\text{電動機}}{\text{額定電流}} \times \frac{1}{3} \\ \text{或 } HP(kW) \times \frac{1}{3}$$

$$MCD = \frac{\text{電動機}}{\text{額定電流}} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \text{或 } HP(kW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

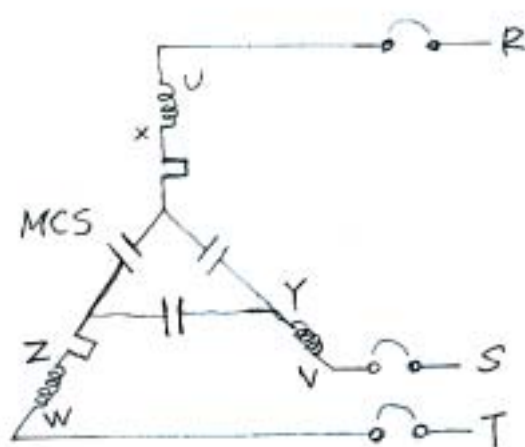
Y 接法：三相馬達內三個線圈+極朝外，Δ 接法：+ - 極依序連接。



$$Y \begin{cases} I_L = I_P \\ V_L = \sqrt{3} V_P \end{cases}$$

$$\Delta \begin{cases} I_L = \sqrt{3} V_P \\ V_L = V_P \end{cases}$$

$$\frac{I_{YL}}{I_{\Delta L}} = \frac{1}{3}$$

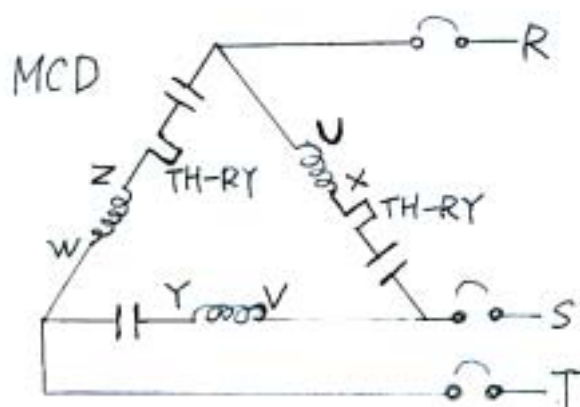


$$MCS = \text{电动机} \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

额定电流

$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

MCS Δ 接法, 可减少
欠相情况产生或降
低成本。



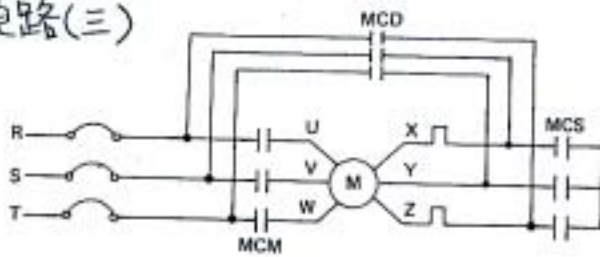
$$MCD = \text{电动机} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

额定电流

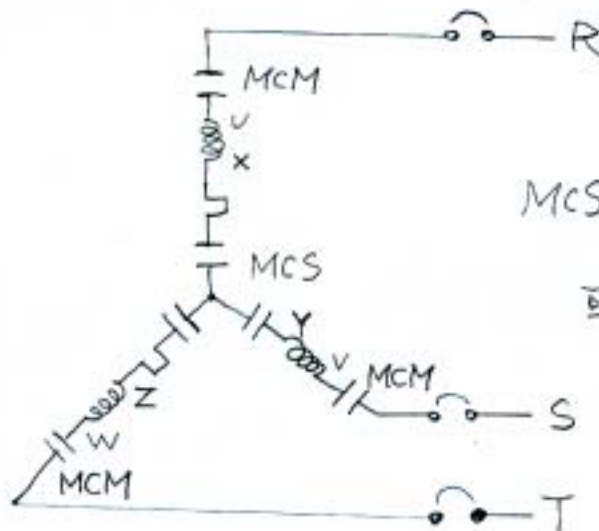
$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$TH-RY = \frac{\text{电动机}}{\text{额定电流}} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{1.5}{1.4}$$

主电路(三)



多設置-MCM主要用意, 是防止電動機線圈有电压存在及線圈絕緣之劣化, 在維修MCS及電動機時較方便。



$$Y \begin{cases} I_L = I_P \\ V_L = \sqrt{3} V_P \end{cases}$$

$$MCS = \text{電動機} \times \frac{1}{3} \text{ 額定電流}$$

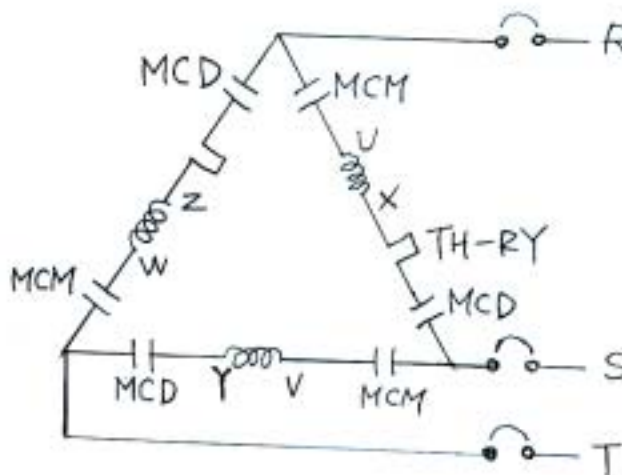
$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{3}$$

$$\Delta \begin{cases} I_L = \sqrt{3} V_P \\ V_L = V_P \end{cases}$$

$$MCD = MCM$$

$$= \text{電動機} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ 額定電流}$$

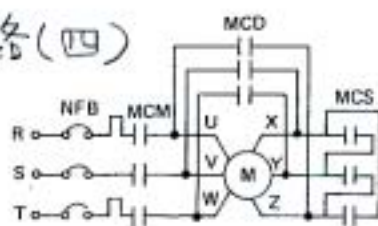
$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$



$$TH-RY = \text{電動機} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{1.15}{1.4} \text{ 額定電流}$$

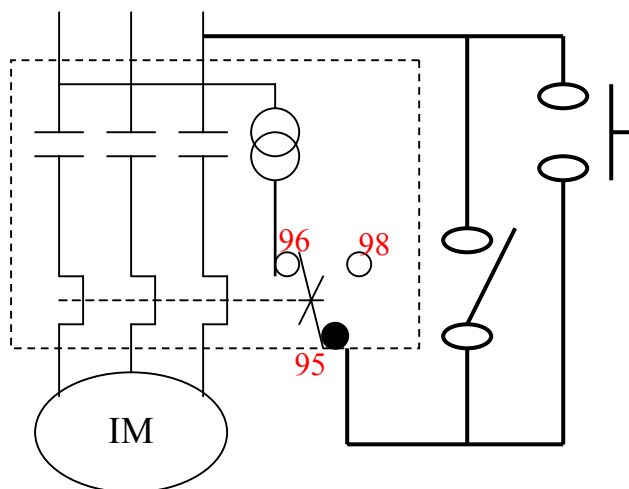
練習：

主电路(四)



請將主电路(四)Y- Δ 起動運轉接線圖畫出,並將NFB、MCS、MCD、MCM、TH-RY等器材,標示選用方式於下方:

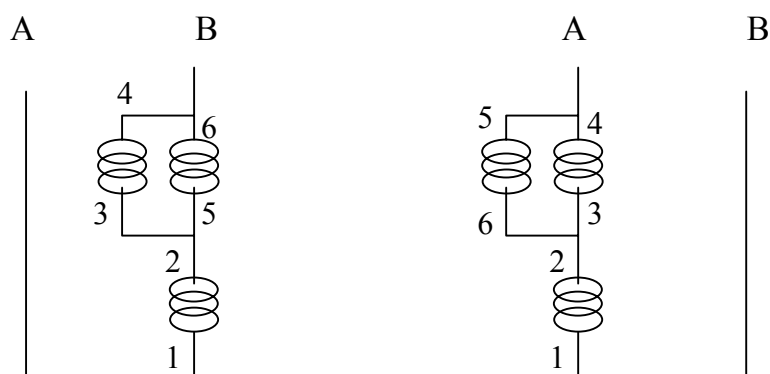
電磁開關(MS)基本控制之實習電路



「五大牌」單相 IM 接線顏色與編號：

(黑 1，綠 2)，(深黃 3, 藍線 4)，(淡黃 5，紅線 6)

220 V 接線方式：



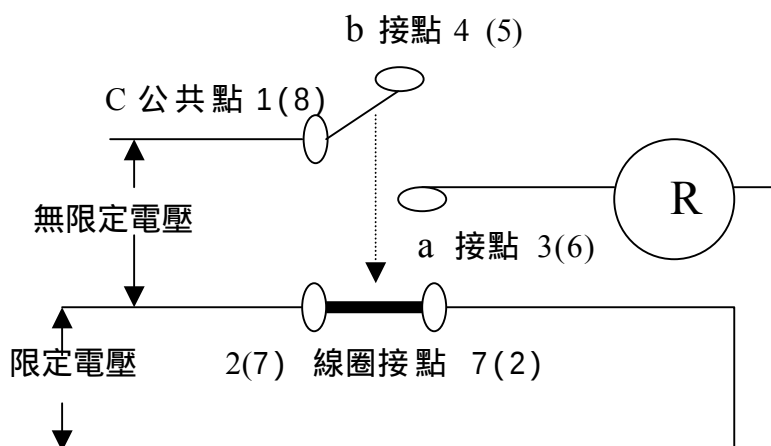
110V 接線方式：正轉：1-3-5, 2-4-6；反轉：1-3-6, 2-4-5

實習設備為五大牌分相啟動式單相電動機。機器上所附銘牌顯示馬達額定電流：6/3 A for 110/220 V，溫升：70 度 C。

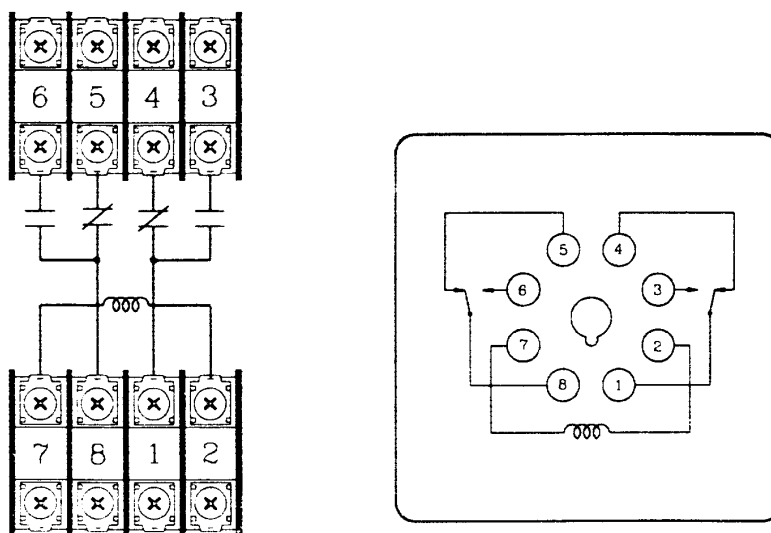
所以 TH-RY 設定：額定電流之 1.15 至 1.4 倍 = $3 * 1.4 = 4.2$ A

(七)、電力電驛(Power Relay, PR)的構造及應用

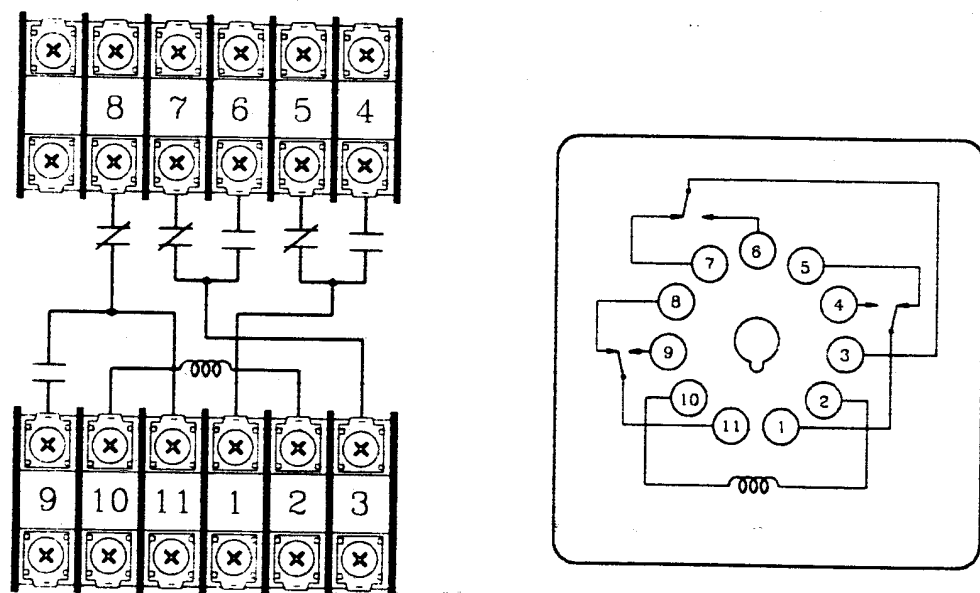
電力電驛線圈外加電壓有直流及交流二種，功用與電磁接觸器相似，其控制接點承受電流較小，每一組 a、b 控制接點由 3 點組成，有 8 點式(2 組 a、b 控制接點)電力電驛及 11 點式(3 組 a、b 控制接點)電力電驛之別，前者之控制接點的應用方式如下圖：



下方兩圖所示為日本 Omron 公司 MK-2P 與 MK-3P 的內部接線圖，由圖中可知，分別有 8 個與 11 個接點，前者為 2 組，後者為 3 組 a,b 接點。



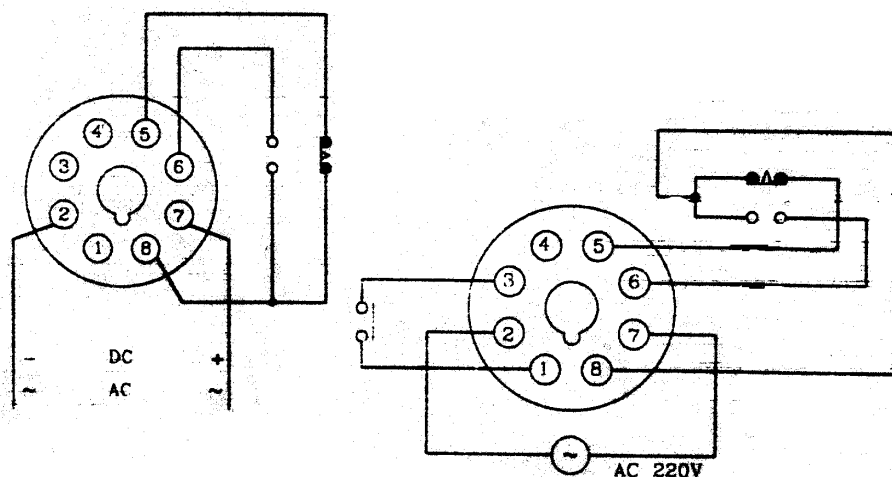
電力電驛內部接線圖(MK-2P)



電力電驛內部接線圖(MK-3P)

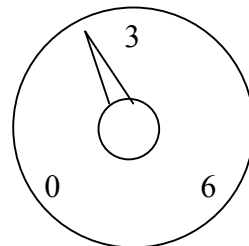
(八)、限時電驛(Timer Relay, TR)的構造及應用

限時電驛是一種定時控制裝置，可分為通電(ON)延遲式電驛、斷電(OFF)延遲式電驛及雙設定(ON-OFF)延時式電驛，內部接點如下圖所示：



FOTEK 的 H3-M6 面板上旋鈕顯示 0-6, 可使用指撥開關設定延遲時間為 0-6 sec, 0-60 sec, 0-6 min 或 0-60 min。

X 1  X 10
s  m



雙設定延遲式限時電驛如右圖所示：

On 與 Off 皆可各自透過
兩個指撥開關調整延遲時間。



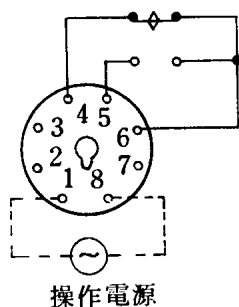
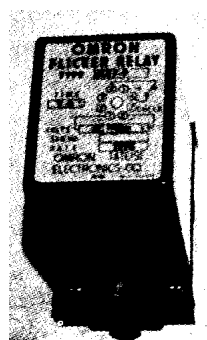
限時電驛接點符號與動作圖如下表所示：

FOTEK 公司 TDVN-M6

名 稱			符 號	動 作 時 序 (t : 設定時間)
線 圈				
電 驛	常開接點	a 接點		
	常閉接點	b 接點		
通電延遲式	限時動作 瞬時復歸	a 接點		
	限時動作 瞬時復歸	b 接點		
斷電延遲式	瞬時動作 限時復歸	a 接點		
	瞬時動作 限時復歸	b 接點		
雙設定延遲式	閃爍動作	a 接點		
	閃爍動作	b 接點		

(十)、閃爍電驛 (Flash Relay, FR)的構造及應用

閃爍電驛是一種定時訊號(ON-OFF)切換裝置，一般應用在交通號誌、廣告燈及警報電路上，其控制接點的應用方式如下圖：



- ① 1.8 為線圈
- ② 1.8 未激勵 6-4 通，6-5 斷
- ③ 1.8 激勵後 6-4 與 6-5 交互接通

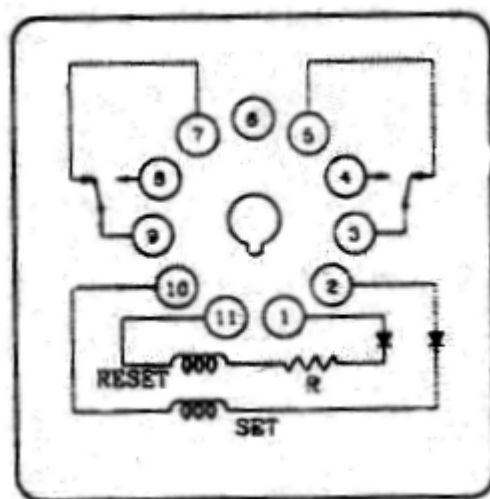
MKF-P (OMRON)

(十一)、保持電驛(Keep Relay, KP)的構造及應用

保持電驛又稱閉鎖電驛，其接點控制與電力電驛相似，但多了一組控制線圈，ON-OFF 接點由二組線圈控制切換。

Set 時接點 3-5，7-9 切斷，改為 3-4，8-9 接通。需 reset 通電才能還原。二極體作為半波整流之用。

一般應用在升降機及二部電動機交替運轉電路上，其控制接點的應用方式如下圖：



保持電驛內部接線圖 (MK-2KP)

(十二)、指示燈顏色代表之意義

- 綠色(GL)：電動機停止中；開關器的開路、安全及復歸。
- 紅色(OL)：電動機運轉中；開關器的閉合、注意及故障。

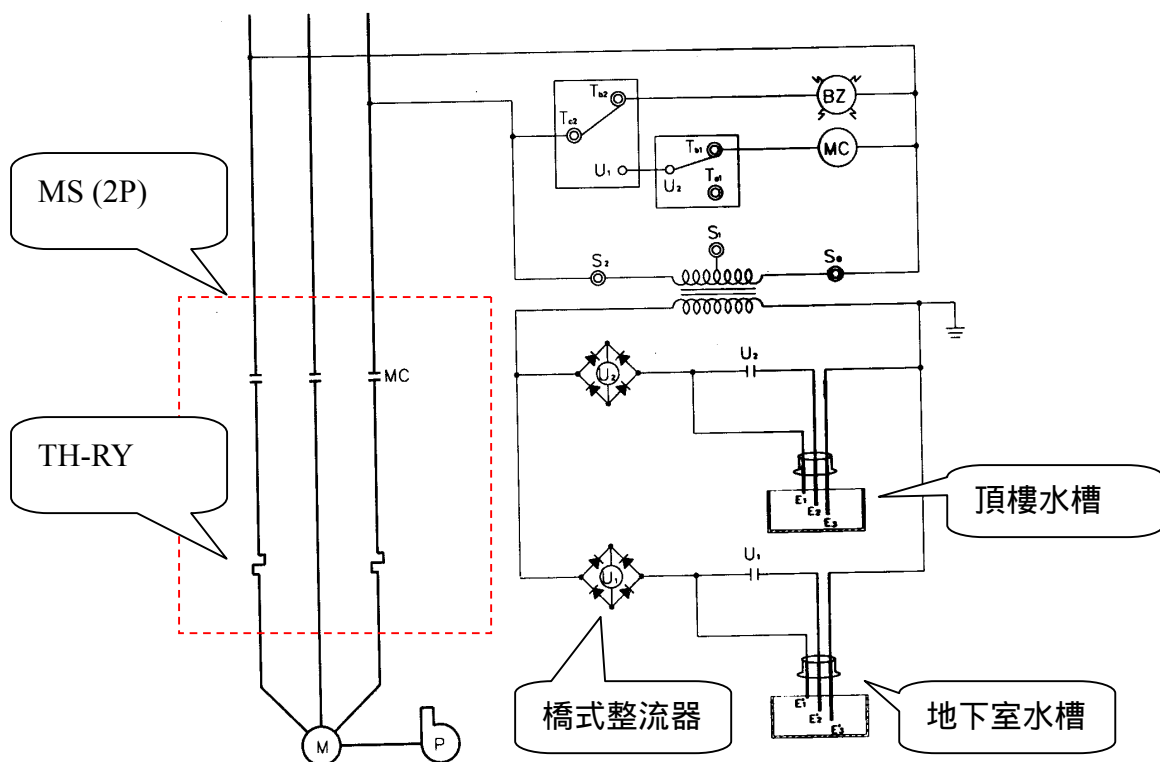
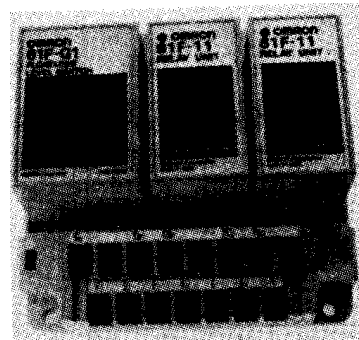
- 黃色(YL)：注意及警告。
- 白色(WL)：一般應用在電源指示燈。
- 無色透明(TC)：接地相的表示。

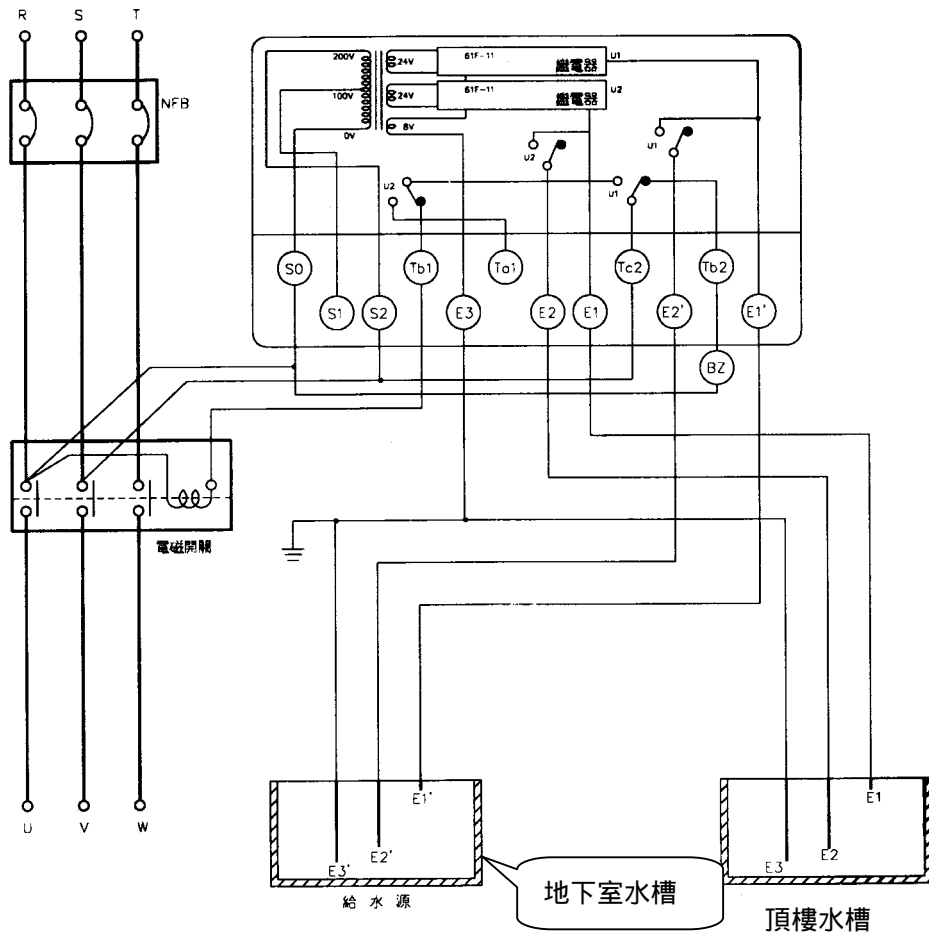
(十三)、蜂鳴器(Buzz, BZ)

蜂鳴器外加電壓有直流及交流二種，一般應用在警告電路上，可作為電路異常時的指示。

(十四)、液面控制器的構造及應用

在蓄水池液面控制應用上，液面控制器比浮球開關多了液面精準控制、故障少及安全實用的優點，其價錢是最大缺點，右圖所示為 OMRON 61F-G1 液位控制器外觀，控制電路與應用。





61F-G1 液位控制器之應用

目前頂樓水槽水位低於 E2，需補水。

目前給水槽缺水，BZ 蜂鳴器 ON。

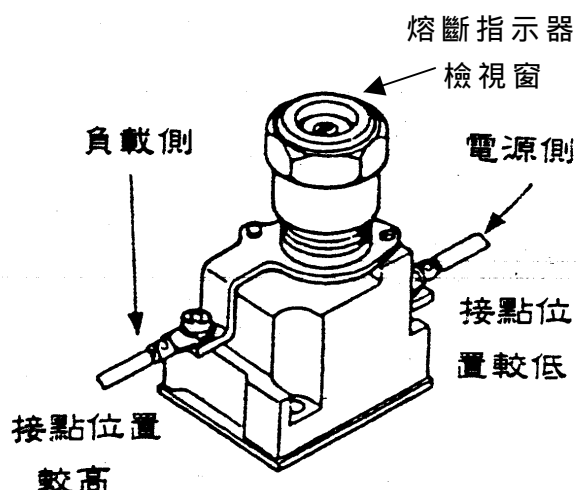
水槽滿水後 u2 可由目前 b 切回 a 接點。切回後馬達 on。

(十四)、栓型保險絲之應用

栓型保險絲一般應用在控制電路上，在使用時，必須放置在栓型保險絲之底座內，其上方有一(熔斷指示器)檢視窗，在栓型保險絲內有消弧材質，可啟斷較大(150A)負載容量，栓型保險絲內熔絲熔斷後，其熔斷指示器會被彈出，此控制接點的接線方式如下圖。



保險絲



八、電動機

(一) 單相電動機

因動作原理不同可分為感應、串激式與同步電動機，以前者最普及。感應電動機又可依啟動方式分為分相式、電容式、推斥式與蔭極式電動機。進一步說明請參見補充講義。

實習設備為五大牌分相啟動式單相電動機。規格請參見機器上所附銘牌：
馬力 1/4，極數 4，轉速：1725，週率：60，溫升：70 度 C。

$$\text{轉速} = 120 \times \text{週率} / \text{極數} - \text{slip} = 120 \times 60 / 4 - \text{slip} = 1800 - \text{slip}$$

(二) 單相電動機簡易維修

在單相電動機中，線圈繞組及離心開關是較不易損壞的部份，所以在單相電動機無法啟動或啟動困難時，可做簡易維修項目中，以電容器及碳刷為主，其故障原因及檢測方式如下：

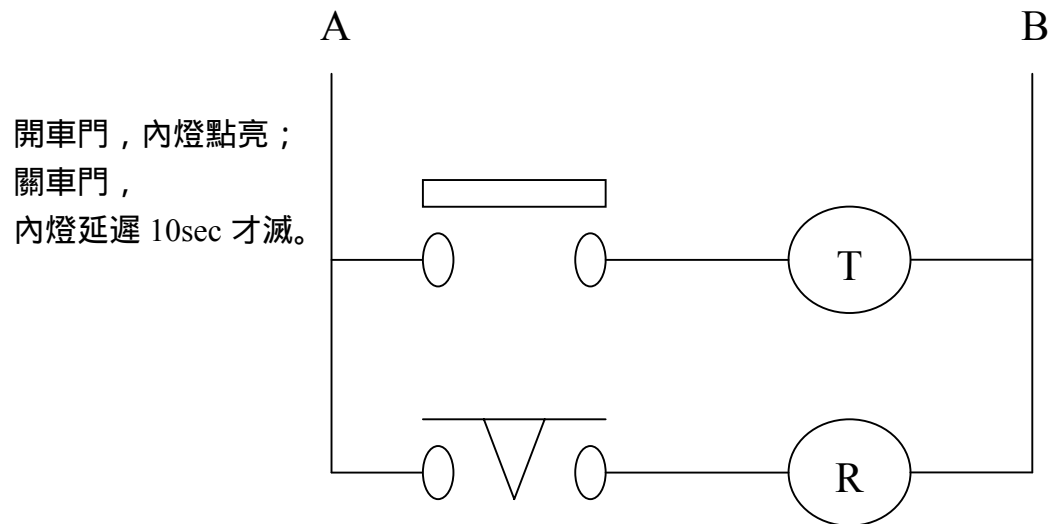
- 交流電容器：會因劣化問題產生電容量不足、短路、斷路及碰殼故障，其檢測方式，可在電容器輸出二點，接上一 10A 保險絲及交流 110V 電壓源，若保險絲燒斷則表示電容器短路；保險絲未燒斷則表示電容器正常充電或斷路，在數秒後移除電源，並在電容器輸出二點，做短路測試，無火花表示電容器斷路，有火花表示電容器可以充電，若火花微弱則表示電容量不足；碰殼故障問題，可由三用電表電阻檔，量測判定電容輸出二點與外殼間的導通(碰殼)現象。
- 碳刷：碳刷與轉子間的接觸，會因碳刷過度磨損(故障主因)或積垢而產生電力接觸不良的情形，當過度磨損時，可由外觀看出，直接更換，或在碳刷底座加墊一導電金屬(裸銅線)，增加碳刷使用時間。若是積垢問題，只須將積垢去除即可。

練習：打開左側蓋板，觀察離心開關，觀察接線顏色(紅)與編號(6)。

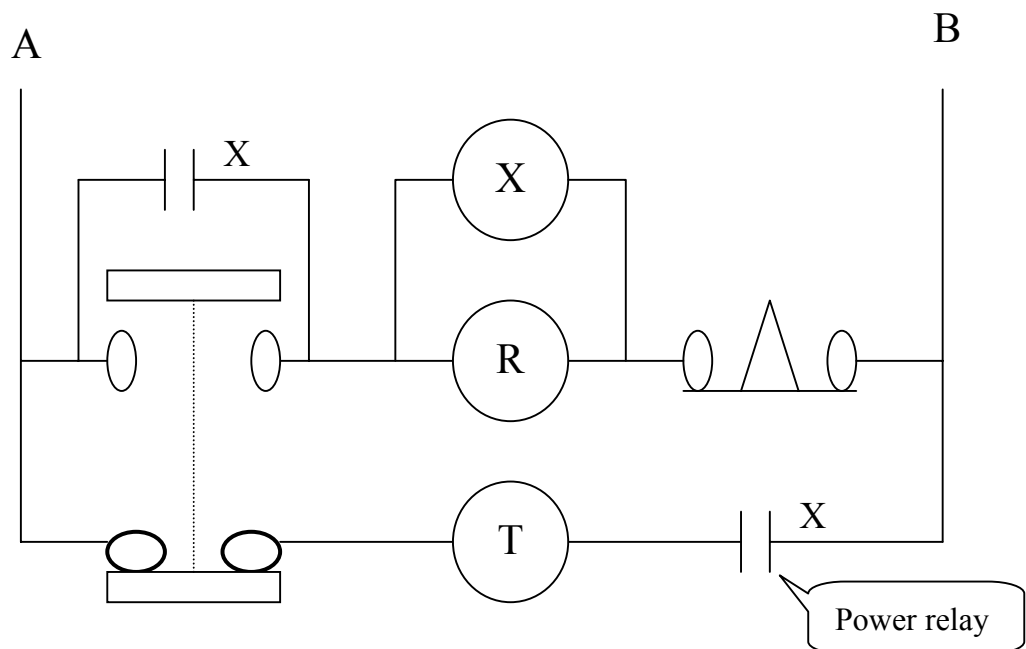
九、自動控制電路之應用

(一)、限時電驛控制電路

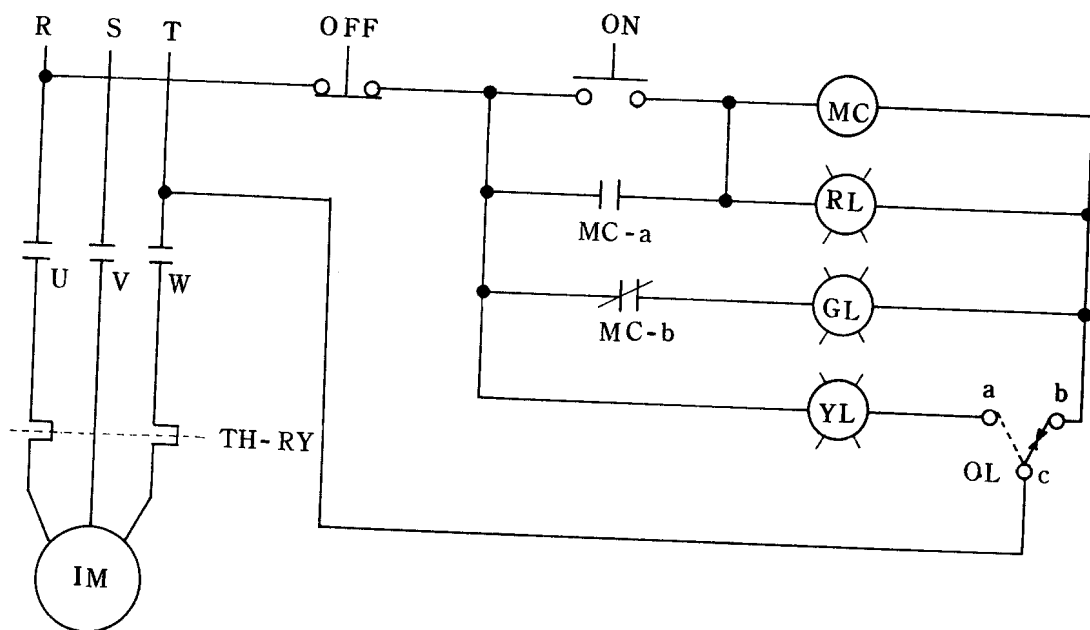
1. 斷電(off)延遲式控制電路



2. 通電(on)延遲式控制電路

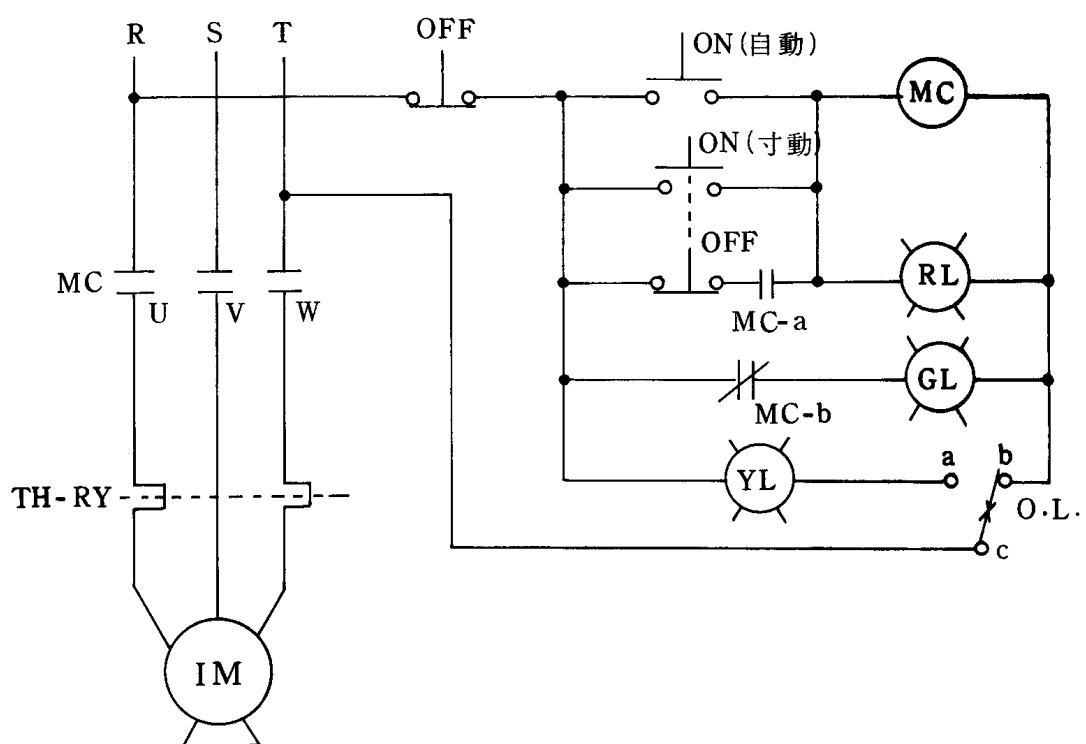


(二)、三/單相電動機接線與自保電路



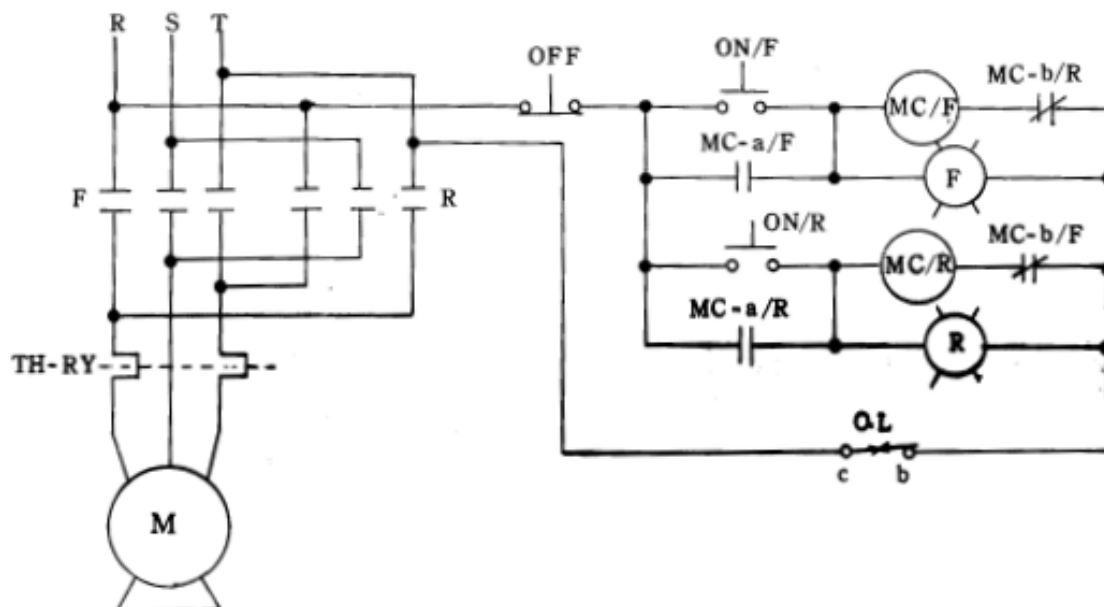
Induction Motor 感應電動機

(三)、三/單相電動機自動、停止及寸動控制電路

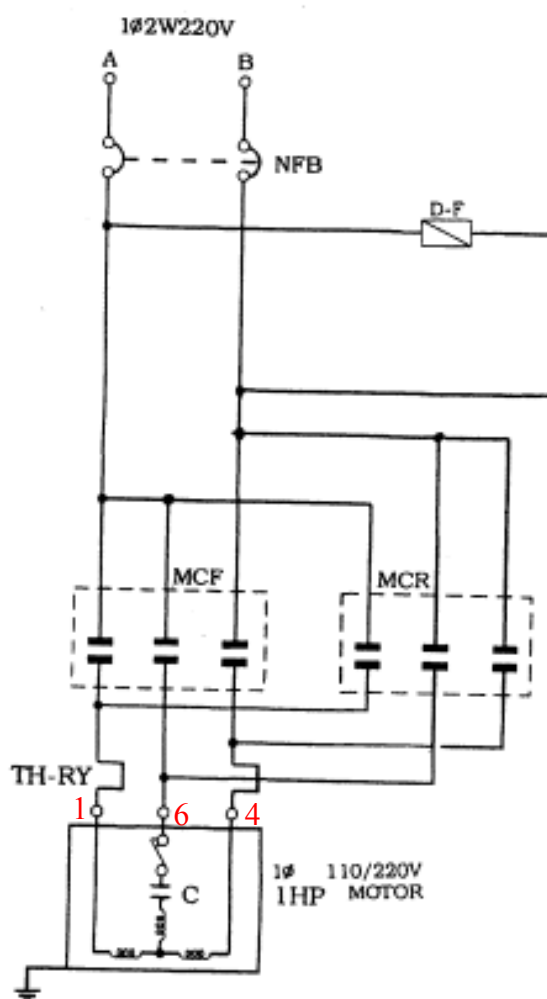


(四)、三/單相電動機正逆轉控制電路及互鎖電路

1. 三相電動機正逆轉控制電路 1 及互鎖電路



2. 單相電動機正逆轉控制電路



示範：

首先直接以電動機接電源

235 合併，1 接 A，4 接 B

通電之後，以 6 搭接 A 得逆轉，關電後重開，以 6 搭接 B 得正轉。(如左圖) 如果 1 接 B，4 接 A 則轉向與上述相反。

亦可

236 合併，1 接 A，4 接 B

通電之後，以 5 搭接 A 得正轉，關電後重開，以 5 搭接 B 得逆轉。如果 1 接 B，4 接 A 則轉向與上述相反。

亦可

146 合併，2 接 A，3 接 B

通電之後，以 5 搭接 A 得逆轉，關電後重開，以 5 搭接 B 得正轉。如果 2 接 B，3 接 A 則轉向與上述相反。

亦可

145 合併，2 接 A，3 接 B

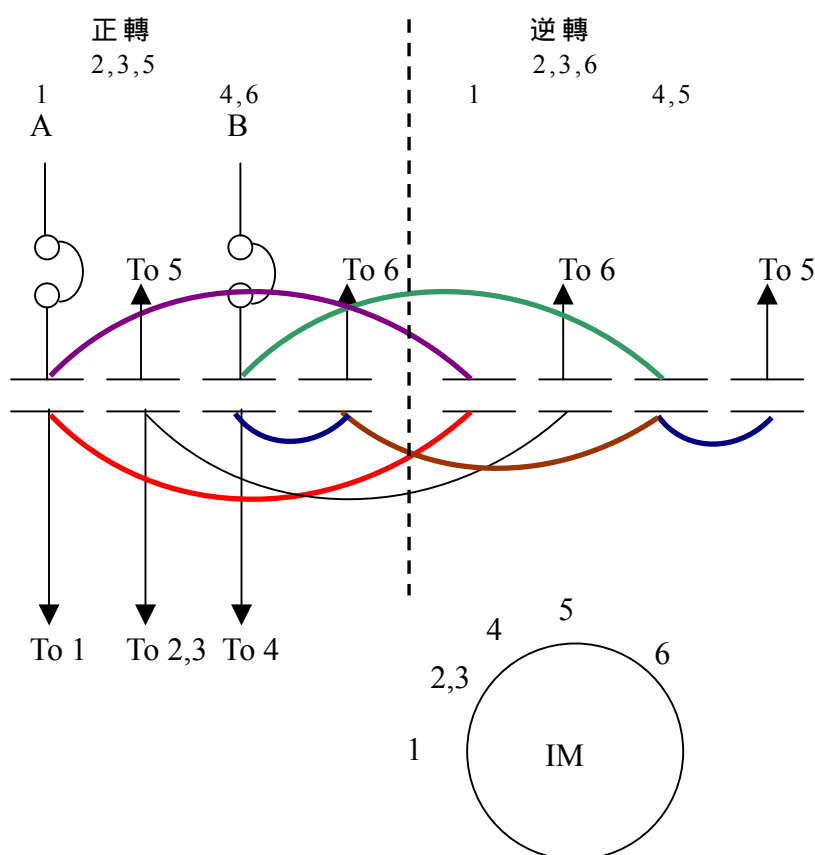
通電之後，以 6 搭接 A 得逆轉，關電後重開，以 6 搭接 B 得正轉。如果 2 接 B，3 接 A 則轉向與上述相反。

十、工業配線控制箱實習操作

以下所列為「乙種電匠考驗暨丙級室內配線技術士技能檢定術科試題」中所列出的十題。線路圖請參見補充講義與實習控制箱之箱面。

- (一)、手動自動液面控制電路
- (二)、單相感應電動機正逆轉控制電路
- (三)、電動機故障警報控制電路
- (四)、兩部電動機自動交替運轉控制電路
- (五)、簡易升降機控制電路
- (六)、近接開關控制電動機交互運轉與停止控制電路
- (七)、備用電源停電自動切換控制電路
- (八)、單相感應電動機械停車場控制電路
- (九)、單相感應電動機瞬間停電再啟動控制電路
- (十)、單相感應電動機手動正逆轉兩處控制電路

依據馬達廠商建議的正逆轉接線法如下：



十一、參考文獻

1. 洪文治。1973。電工實習（上）。三民書局。
2. 洪文治。1973。電工實習（下）。三民書局。
3. 倪國彰。1990。低壓配電盤控制實務。前程出版社。
4. 鄒金銓。1984。最新電工法規。前鋒出版社。
5. 鄧登木。1995。乙種電匠訓練與題解。益眾資訊有限公司。
6. 陳秋隆、何青佳。1980。電工工作法。全華科技圖書公司。
7. 乙種電匠考驗暨丙級室內配線技術士技能檢定術科試題。
8. 方煒。1999。溫室環控實務班訓練教材。台糖訓練中心。
9. 方煒、陳武森、何萬中。2000。農機電工班訓練教材第一版。台糖訓練中心。
10. 方煒、陳武森、何萬中。2001。農機電工班訓練教材第二版。台糖訓練中心。