

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

目 錄

一、台電的低壓電力系統及建築物的接地系統.....	3
(一)、台電的低壓電力系統.....	3
(二)、建築物的接地系統.....	3
二、簡易電工儀表.....	4
(一)、三用電表.....	4
(二)、驗電起子.....	4
(三)、相序計.....	4
(四)、電流計(勾錶).....	4
三、電線接線方式及絕緣膠帶.....	4
(一)、一般常見電線之種類.....	4
(二)、特殊電線顏色代表之意義.....	5
(三)、電線可承受之安全電流.....	6
(四)、3C(心)電纜線及一般電線在交流單相電壓及三相電壓之配線方式... 7	
(五)、3C(心)電纜線在交流單相電壓 110/220V 接地型插座之接線方式.....	8
(六)、電線之連接方法與實作.....	8
(七)、壓接套管及端子之應用.....	9
(八)、閉端端子及螺式接頭的應用.....	10
(九)、絕緣膠帶顏色代表之意義及纏繞方式.....	11
四、室內配線.....	11
(一)、總開關箱之配置.....	11
(二)、室內開關與插座之應用.....	14
(三)、定時開關、溫控開關及自動點滅器之應用.....	16
(四)、日光燈.....	17
(五)、室內配線實習.....	19
五、自動控制開關之應用.....	20
(一)、接點符號及文字記號.....	20

(二)、按鈕開關及切換開關.....	21
(三)、近接及光電開關的種類及應用.....	22
(四)、極限開關與浮球開關：.....	23
(五)、電磁開關.....	23
(六)、電力電驛的構造及應用.....	31
(七)、限時電驛的構造及應用.....	33
(八)、閃爍電驛的構造及應用.....	34
(九)、保持電驛的構造及應用.....	34
(十)、指示燈顏色代表之意義.....	34
(十一)、蜂鳴器之應用.....	34
(十二)、液面控制器的構造及應用.....	35
六、單相電動機簡易維修.....	37
七、自動控制電路之應用.....	38
(一)、限時電驛控制電路.....	38
(二)、三/單相電動機接線與自保電路.....	39
(三)、三/單相電動機自動、停止及寸動控制電路.....	39
(四)、三/單相電動機正逆轉控制電路及互鎖電路.....	40
八、工業配線控制箱實習操作.....	41
(一)、手動自動液面控制電路.....	41
(二)、電動機故障警報控制電路.....	41
(三)、兩部電動機自動交替運轉控制電路.....	41
(四)、單相感應電動機正逆轉控制電路.....	41
(五)、簡易升降機控制電路.....	41
(六)、近接開關控制電動機交互運轉與停止控制電路.....	41
(七)、備用電源停電自動切換控制電路.....	41
(八)、新增自動控制電路 1.....	41
(九)、新增自動控制電路 2.....	41
(十)、新增自動控制電路 3.....	41
九、參考文獻.....	41

一、台電的低壓電力系統及建築物的接地系統

(一)、台電的低壓電力系統

低壓電力是指 600V 以下之電壓，分交流單相電壓及三相電壓兩種，電線則有火線(非接地線)及中性線(被接地線)等分別。下圖所示為二次(低壓)系統之電壓及其應用範圍，由圖可知低壓配電線路之電壓及負載均因時因地而異。

二次系統之電壓	圖例	應用範圍
a. 120(110)/240(220)V 單相三線式		郊區 (住宅區、農村)
b. 120/208 V 三相四線式		商業地區 工業地區
c. 120(110)/240(220)V 三相四線式		住宅、電燈 用商業地區
d. 240 (220) V 三相三線式		二次用電 工業地區
e. 480(440)V 三相三線式		二次側工業或 商業地區，同(b)
f. 265/460 V 三相四線式		商業、工業地區及 大公寓之升降機 用

(二)、建築物的接地系統

建築物的接地系統由建築物下方埋設接地金屬(銅)連接產生，此為接地線。接地線的主要功用是為穩定接地電位及導引漏電故障電流，在低壓用電設備中之電動機外殼及器具不帶電之金屬部份均須接地。若建築物沒有接地系統，可由金屬自來水管的連接方式替代。

接地線與被接地線(中性線)的區別：在線路正常運轉中，其被接地線(中性線)可能載流，接地線必須不可載流。因此，分電盤內二接地極板必須區分，二者不可短接。

二、簡易電工儀表

(一)、三用電表

1. 一般指針型三用電表之歸零調整
2. 交流電壓 ACV 檔(V 伏特)之判讀方式
3. 如何應用交流電壓 ACV 檔量測交流單相電壓及三相電壓
4. 如何應用交流電壓 ACV 檔量測交流電壓火線(非接地線)及地線(被接地線(中性線)、接地線)
5. 直流電壓 DCV 檔(V 伏特)之判讀方式
6. 如何應用直流電壓 DCV 檔量測電池及充電電瓶好壞
7. 電阻 R 檔(Ω 歐姆)之判讀方式及歸零調整
8. 電阻量測值 $R=0$ (短路)與 $R=\infty$ (開路)之意義
9. 如何應用電阻 R 檔量測控制電路
10. 夾式(勾式)三用電表電壓及電阻之量測方式
11. 如何應用夾式(勾式)三用電表量測交流電流

(二)、驗電起子

1. 驗電起子之判讀方式及規格選用(電壓標示)。
2. 如何應用驗電起子量測交流電壓火線(非接地線)及地線(被接地線(中性線)、接地線)。

(三)、相序計

1. 相序計之判讀方式。
2. 如何應用相序計量測交流三相電源為正相序。

(四)、電流計(勾錶)

1. 電流計之種類：類比式與數位式
2. 電流計之判讀方式。
3. 電流計之應用。 P (功率, 瓦) $= I$ (電流, 安培) $\times V$ (電壓, 伏特)
4. 耗電量計算：度 = kW hr

三、電線接線方式及絕緣膠帶

(一)、一般常見電線之種類

- 花線：花線是由多根(0.18mm/ 30 根以上)細小銅線之導體及絕緣層組成，一般使用在小型電器具之配接線上(如燈具，電視等...)，若使用電熱器(如電鍋、電熨斗等...)其容量達 500 瓦以上者，應使用耐熱花線。在永久性分路配線上，不得使用花線(如室內配線)。花線電壓只適用於 300V 以下之，線路長度不得超過三公尺。
- 單心線：單心線又稱實心線，此線是由單一銅線之導體及絕緣層組成，在低壓室內配線上，其使用線徑不得小於 1.6 mm(公厘)。
- 白扁線：白扁線是由二根單心線及絕緣層組成，一般應用在室

內明配線上。

- 絞線：絞線是由多根(0.6-3.2mm/ 7 -61 根)單一銅線之導體及絕緣層組成，絕緣導線線徑在 3.2 公厘以上者應用絞線，絞線可應用在較大負載電流場所上，若使用在室內配線上，其線徑不得小於 2.0mm²。
- 電纜線：電纜線是由多根(2 根以上)絞線及絕緣層組成，一般可應用在室內外明配線及較差的配線環境上。

(二)、特殊電線顏色代表之意義

- 綠色線：應用在設備、器具或配線系統線路接至接地極(接地線)的導線，為綠色線。
- 白色線：應用在單相三線電源系統中的被接地線(中性線)，為白色線，一般在系統接地中使用。在三相三線或四線電源系統中，白色線被設定為 S 相，其中三相四線電源系統中的被接地線(中性線)，亦為白色線。
- 黑色線：在單相三線電源系統中被設定為第一相非接地線(火線)，在三相三線或四線電源系統中，黑色線被設定為 T 相。在 C. T (比流器)配線電路中，其導線為黑色線。
- 紅色線：在單相三線電源系統中被設定為第二相非接地線(火線)，在三相三線或四線電源系統中，紅色線被設定為 R 相。在 P. T (比壓器)配線電路中，其導線為紅色線。
- 藍色線：在三相三線或四線電源系統中，其黑色線 T 相，亦可用藍色線替代。
- 黃色線：在工業配線及交流控制電路中，一般採用黃色線。
- 其它顏色：除了上述顏色有特定使用範圍外，其它顏色之導線，在同一管路有多根導線之環境上，較易分辨控制電路及增加工作方便性。

(三)、電線可承受之安全電流

PVC 管配線 (導線絕緣物溫度 60°C 者) 之安培容量表
(周溫 35°C 以下)

銅 導 線			同 一 導 線 管 內 之 導 線 數			
線 別	公稱截面積 (mm ²)	根數 / 直徑 (mm)	3 以下	4	5 ~ 6	7 ~ 10
			安 培 容 量 (A)			
單 線		1.6	15	13	10	9
		2.0	19	16	14	12
		2.6	26	22	20	16
絞 線	3.5	7/0.8	19	16	14	12
	5.5	7/1.0	25	23	20	17
	8	7/1.2	33	30	25	20
	14	7/1.6	50	40	35	30
	22	7/2.0	60	55	50	40
	30	7/2.3	75	65	55	50
	38	7/2.6	85	75	65	55
	50	19/1.8	100	90	80	65
	60	19/2.0	115	105	90	75
	80	19/2.3	140	125	105	90
	100	19/2.6	160	150	125	105
	125	19/2.9	185	165	140	120
	150	37/2.3	215	190	165	140
	200	37/2.6	255	225	196	165
	250	61/2.3	300	265	230	195
	325	61/2.6	355	310	270	230
	400	61/2.9	405	360	310	265
	500	61/3.2	460	405	350	300
註：本表所稱導線數不包括中性線、接地線、控制線及訊號線，但單相三線式或三相四線式電路供應放電管燈時，因中性線有第三諧波電流在，仍應計入。						

(1) 由內規第 445 條知：低壓進屋線最小線徑不得小於 5.5mm²。

(2) 由內規第 12 條知：低壓室內配線導線之最小線徑不得小於 1.6mm

導線管槽配線（導線絕緣物容許溫度 60°C 者）之安培容量表
（周溫 35°C 以下）

銅 導 線			同 一 導 線 管 內 之 導 線 數						
線 別	公稱截面積 (mm^2)	根數 / 直徑 (mm)	3 以下	4	5~6	7~15	16~40	41~60	61 以上
安 培 容 量 (A)									
單 線		1.6	15	15	14	12	11	10	8
		2.0	20	20	17	15	13	12	11
		2.6	30	27	24	21	19	17	15
絞 線	3.5	7/0.8	20	20	17	15	13	12	11
	5.5	7/1.0	30	28	25	22	19	17	14
	8	7/1.2	40	35	30	27	24	22	19
	14	7/1.6	55	50	45	40	35	30	25
	22	7/2.0	70	65	60	50	45	40	35
	30	7/2.3	90	80	70	60	55	50	45
	38	7/2.6	100	90	80	70	65	55	50
	50	19/1.8	120	110	100	85	75	65	60
	60	19/2.0	140	125	110	95	85	75	65
	80	19/2.3	165	145	130	115	100	90	80
	100	19/2.6	190	170	150	130	115	105	90
	125	19/2.9	220	200	175	150	135	120	105
	150	37/2.3	250	225	200	175	155	140	120
	200	37/2.6	300	270	235	210	185	165	145
	250	61/2.3	355	315	280	245	215	195	170
	325	61/2.6	415	370	330	290	255	230	200
	400	61/2.9	475	425	380	330	290	265	230
	500	61/3.2	535	480	430	375	330	300	260

註：1 本表適用於金屬管配線、電纜、可撓管配線及金屬線槽配線。
2 本表所稱導線數不包括中性線、接地線、控制線及訊線，但單相三線式或三相四線式電路供應放電管燈者，因中性線有第三諧波電流存在，仍應計入。

(四)、3C(心)電纜線及一般電線在交流單相電壓及三相電壓之配線方式

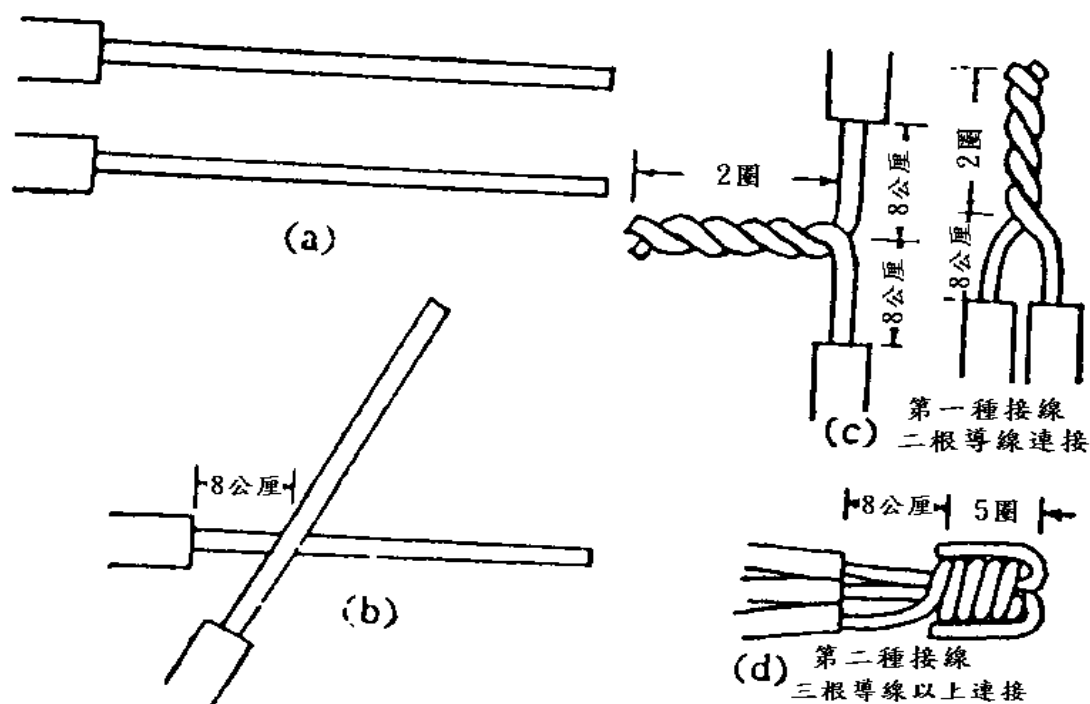
3C(心)電纜線內的電線顏色以黑、白、紅三色為主，在主電路配線中，其電纜線及一般電線的配線排列方式，是由左至右或由上至下，在單相三線電源系統中的顏色接線順序為黑、白、紅（第一相（火線）、中性線（被接地線）、第二相（火線）），三相三線電源系統中的接線順序為紅、白、黑或藍（R 相、S 相、T 相），一般可由此原則，簡易判定接戶開關（總開關）上的電源種類。但在負載較大時，所用較粗之導線，一般以黑色導線配置為原則。

(五)、3C(心)電纜線在交流單相電壓 110/220V 接地型插座之接線方式

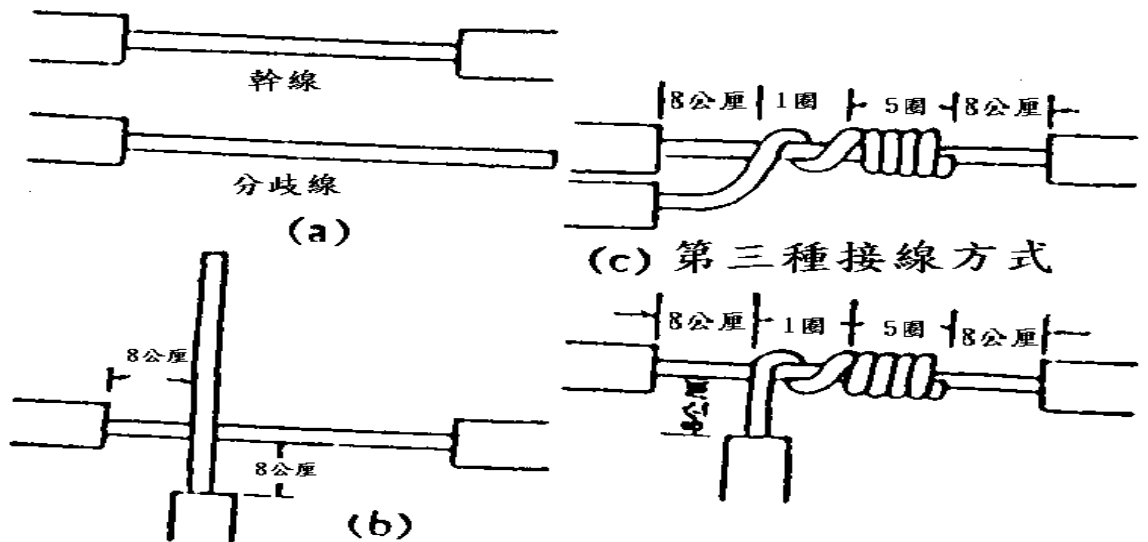
交流單相電壓接地型 110V 專用插座接線方式：白色線接中性線(被接地線)插座插孔(W)、黑色線接火線插座插孔、綠色接地線可由紅色線取代，此線接接地線插座插孔(G)，但在紅色電線二端必須包紮綠色膠帶(約 2-3 公分寬)，以資識別。

交流單相電壓接地型 220V 專用插座接線方式：黑色及紅色線各接一火線插座插孔，綠色接地線可由白色線取代，在白色電線二端必須包紮綠色膠帶(約 2-3 公分寬)，以資識別，此線接接地線插座插孔(G)，若插座接線電源無接地線電力系統，則白色線可改接中性線(被接地線)電力系統，此時白色電線二端不須包紮綠色膠帶。在冷氣、乾衣機等大型固定器具上，其專用插座必須為一專用分路。

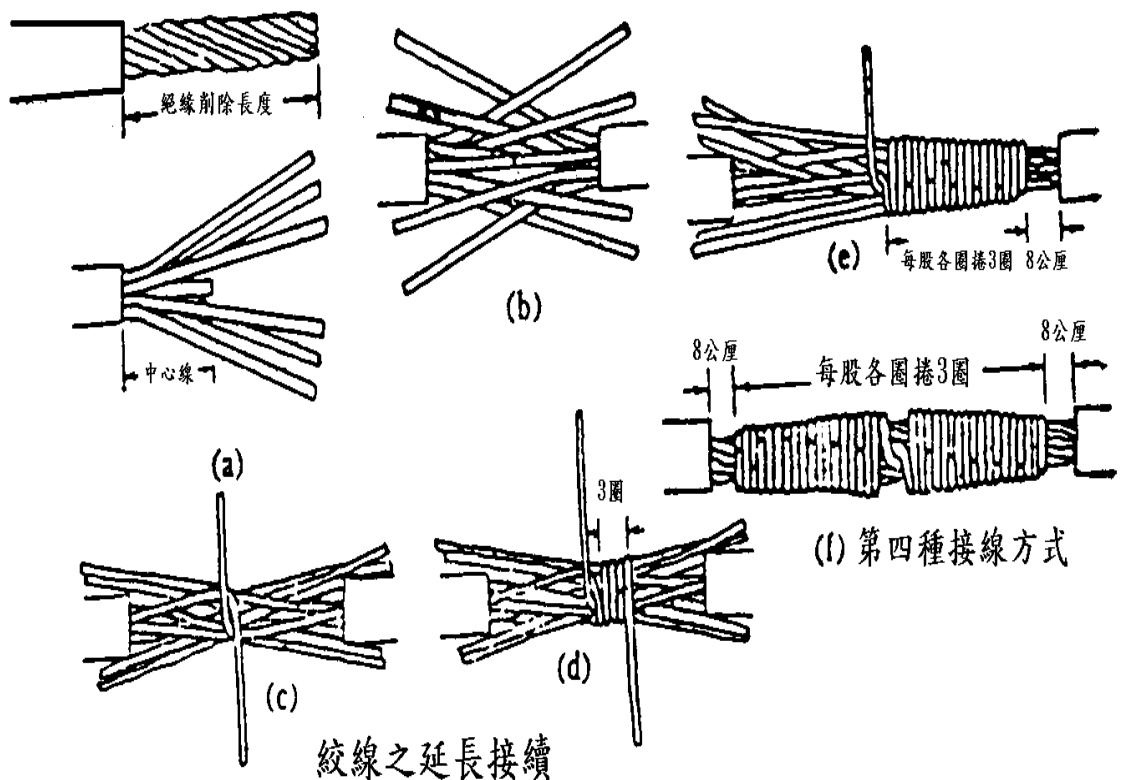
(六)、電線之連接方法與實作



線徑2.0公厘以下(不受張力)之實心線接續



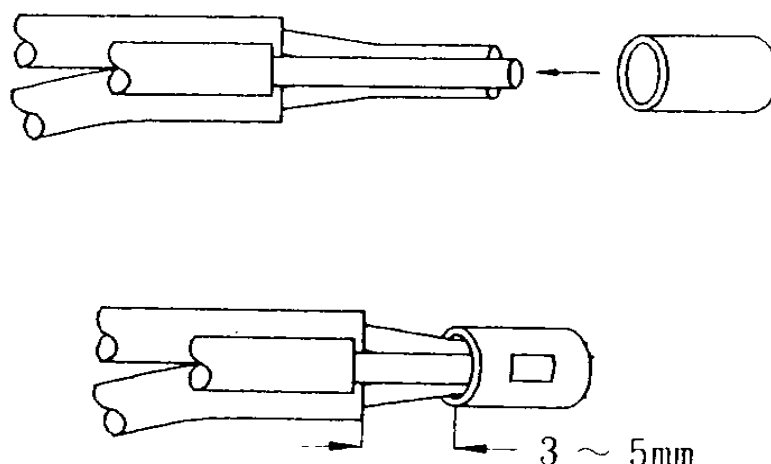
線徑2.6公厘以下(受張力)之分歧接續



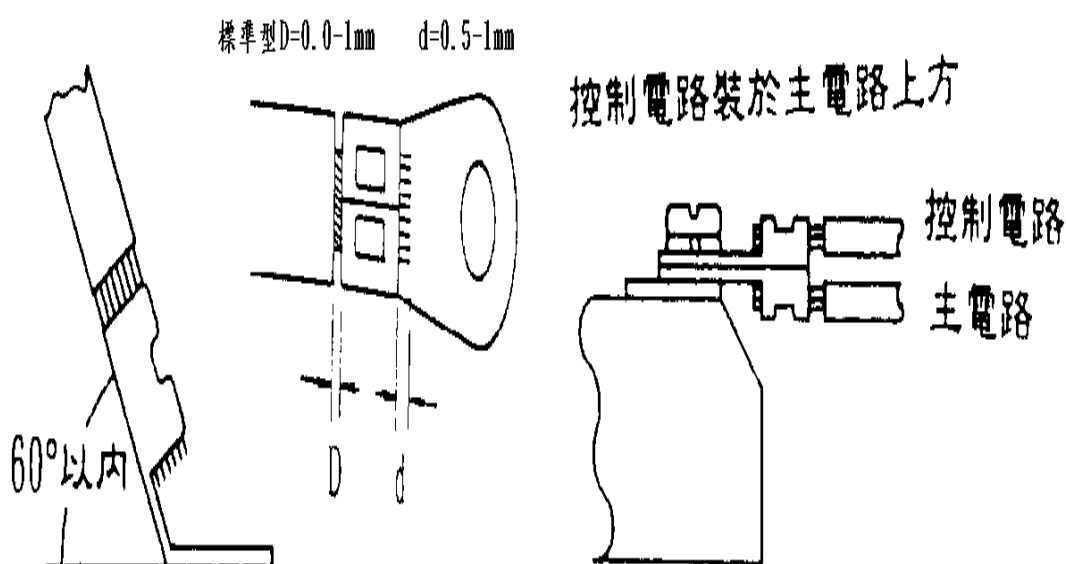
(七)、壓接套管及端子之應用

應用壓接套管之間接連接法：壓接套管又稱圓袖，係由銅片製成管狀加以鍍鋅而成。如壓接套管(短型)P5規格，套管內可放置 $1.6\text{mm}\Phi \times 3$ 根之導線，壓接套管應以壓接鉗 5.5mm^2 的齒口壓接，壓接套管(短型)P8規格，則以壓接鉗 8.0mm^2 的齒口壓接，套管內可放置不同規格之導線，

壓接套管另一(長型)B5B8 規格，可二端同時壓接。套管壓接完成前，套管一端與導線絕緣皮間約預留 0.3 ~ 0.5 公分，套管另一端與導線平切，確定後再給予壓接完成，如下圖。



壓接端子的應用：導線用壓接端子有 O 型(閉口)、Y 型(開口)及針型三種，其 O 型端子通常用在綠色接地線接續或其它特殊處所，Y 型端子使用於非綠色接地線及一般電路接續，針型端子主要用於插孔式開關及插座，壓接端子與導線的接續以絞線或花線為主，端子上方標示的規格，如為 5.5 - 5，其第一數字 5.5 表示線徑大小，第二數字 5 係指螺絲直徑大小為 5mm。壓接端子與導線間的壓接方式及其注意事項，如下圖。



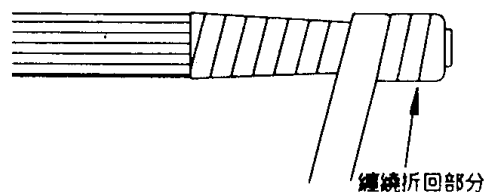
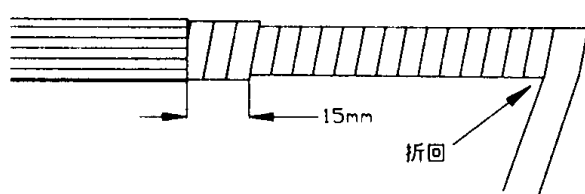
(八)、閉端端子及螺式接頭的應用

此二者的功用與壓接套管相近，但不須外加纏繞 PVC 絕緣膠帶。閉端端子套管內，可放置不同規格之導線，此端子與導線間之連接須使用

壓接鉗壓接，螺式接頭則只適用於花線之連接，不須壓接。

(九)、絕緣膠帶顏色代表之意義及纏繞方式

- ◆ 綠色膠帶：在一般設備接地場所，必須使用其它導線顏色取代接地線時，可將其綠色膠帶包紮(約 2-3 公分)在導線二端，以資識別。綠色接地線連線接點上，不需包紮膠帶。
- ◆ 白色膠帶：在單相三線式 110V/220V 之電壓電源中，其中性線(被接地線)，應包紮白色膠帶。
- ◆ 其它顏色：除了上述顏色有特定使用範圍外，其它顏色之膠帶，皆可使用在所有可能載流之導線上。
- ◆ PVC 膠帶纏繞方式：為覆蓋導線原有之絕緣外皮 1.5cm 以上繞一圈後，改 45° 方向作 1/2 重疊纏繞至另一端掩護絕緣外皮 1.5cm 以上，再折回繞至開始點，如此作四層纏繞，如下圖。



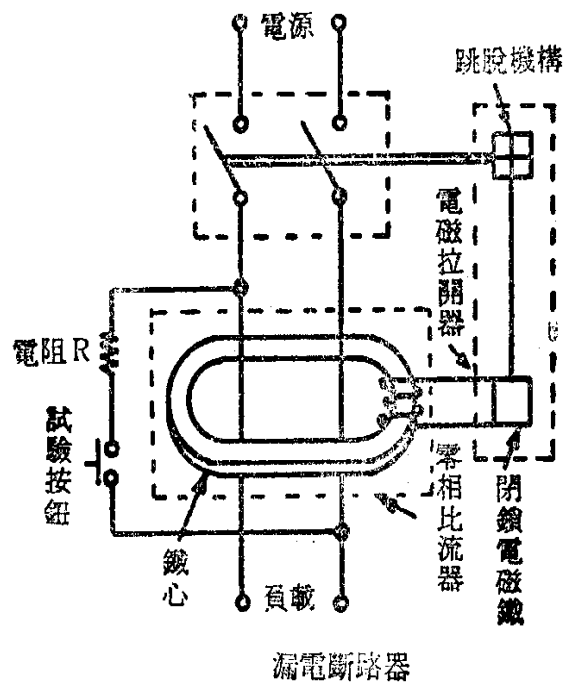
四、室內配線

(一)、總開關箱之配置

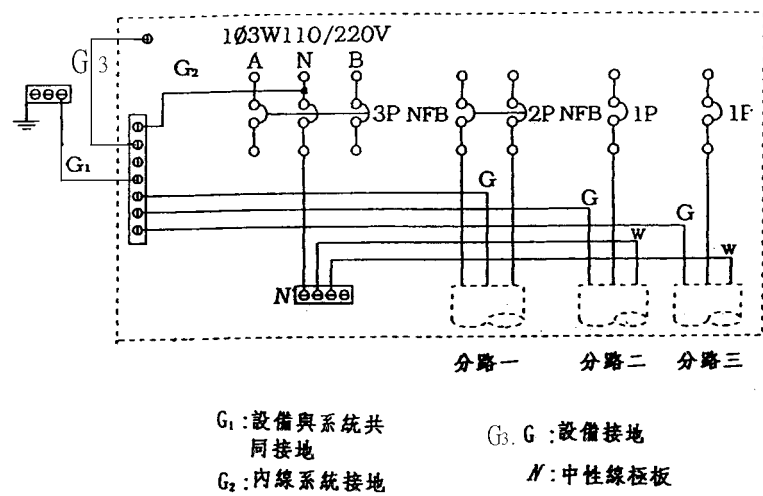
1. NFB 及 ELB 簡介

無熔絲開關(NFB)之主要功用是防止電路過載及短路用，NFB 極數有 1P(極)、2P 及 3P 三種，一般選用 NFB 是以標示中的跳脫容量(額定容量)為主。在控制系統中之中性線(被接地線)，不可單獨使用無熔絲開關。連接無熔絲開關電路之導線，其導線安全電流，不可小於無熔絲開關安全電流之跳脫容量。若無熔絲開關負載為電動機時，為考慮其正常起動時不會跳脫，應依照電動機額定電流的 1.5 ~ 2.5 倍選用，電力工程分路導線應能承受電動機額定電流的 1.25 倍。

漏電斷路器(ELB)之主要功用是防止電力設備(電路)漏電，減少漏電感電事故產生，漏電斷路器有 3E 型及非 3E 型二種，3E 型有防止電路過載及短路的功用，非 3E 型則無。下圖所示為漏電斷路器(ELB)控制說明。



2. 開關配置方式之應用說明



3. 名詞解釋及應用

- ◆ 1Φ3W 110 / 220 V：單相 3 線 110 / 220 伏特電壓。
- ◆ 3P (2P . 1P) NFB20A：3 極(2 極、1 極) 無熔絲開關 20 安培安全跳脫(額定)容量。
- ◆ 非接地(火)線(A、B 或 R、S、T)：指系統或電路中有輸出電壓源之導線，以紅、黑、藍色線為主。
- ◆ 被接地線(N)：指系統或電路導線內被接地之導線(1Φ 3W 110V/220V 或 3Φ4W 中性線)，為白色線。
- ◆ 下列接地線(G-)：必須為綠色線，此電源導線可穩定接地電位及導引漏電故障電流。
- ◆ 設備接地線(G、G3)：指建物開關箱內的接地線極板，連接至電力設備及器具之電源導線。
- ◆ 內線系統接地線(G2)：在電力總開關電源側，將電力公司的接地系統，並接一電源導線至建物開關箱內的接地線極板。
- ◆ 設備與系統共同接地線(G1)：指開關箱內的接地線極板，連接建物接地系統之電源導線，。

4. 接地線線徑之選用

內線系統單獨接地或與設備共同接地之接地引接線線徑
(G1 or G2)

接戶線中之最大截面積 (mm ²)	銅接地導線大小 (mm ²)
30 以下	8
38 ~ 50	14
60 ~ 80	22
超過 80 ~ 200	30
超過 200 ~ 325	50
超過 325 ~ 500	60
超過 500	80

(G or G3) 用電設備單獨接地之接地線或用電設備

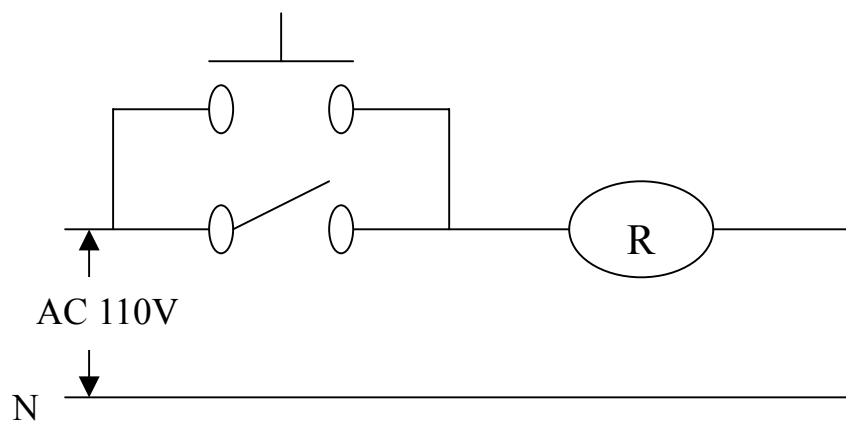
與內線系統共同接地之連接線線徑

過電流保護器之額定或標置	銅接地導線之大小
20A 以下	1.6mm (2.0mm ²)
30A 以下	2.0mm (3.5mm ²)
60A 以下	5.5mm ²
100A 以下	8mm ²
200A 以下	14mm ²
400A 以下	22mm ²
600A 以下	38mm ²
800A 以下	50mm ²
1000A 以下	60mm ²
1200A 以下	80mm ²
1600A 以下	100mm ²
2000A 以下	125mm ²
2500A 以下	175mm ²
3000A 以下	200mm ²
4000A 以下	250mm ²
5000A 以下	350mm ²
6000A 以下	400mm ²

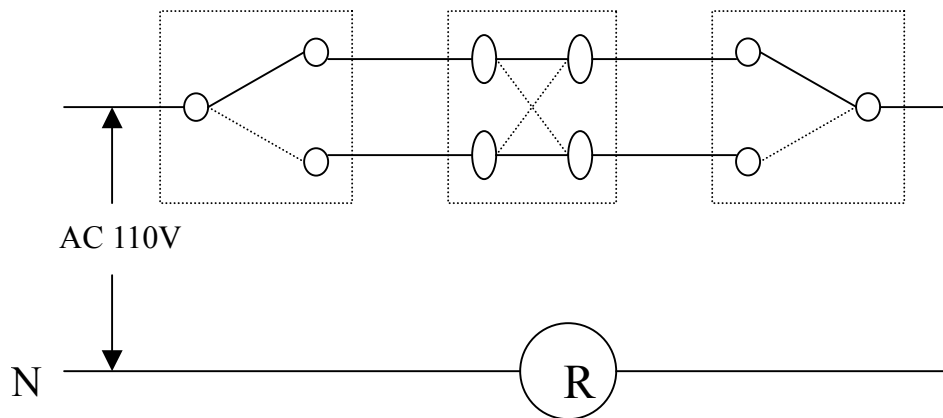
註：移動性電具，其接地線與電源線共同置於軟管或電纜內時，得與電源線同等線徑。

(二)、室內開關與插座之應用

1. 單切開關與按鈕開關之實習



2. 三路開關及四路開關之實習

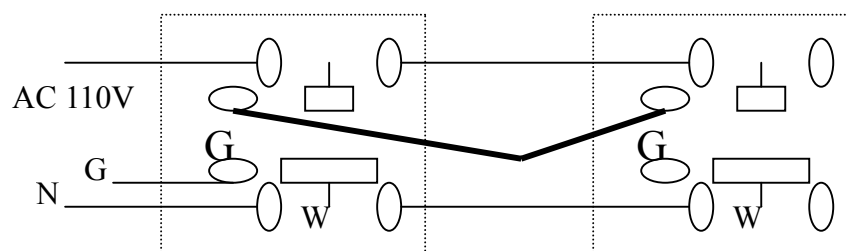


3. 插座

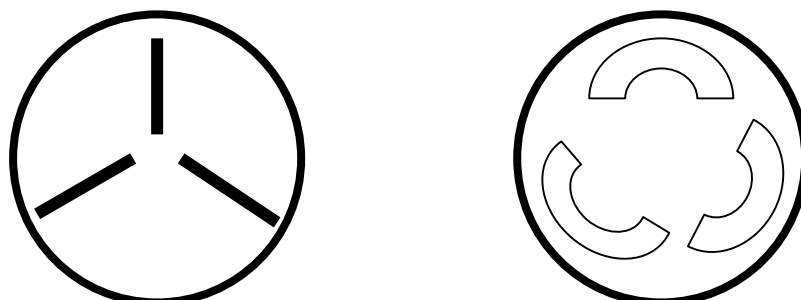
單相單插座：

—	125V 15A	250V 20A
般		
附 接 地 端 子 型	125V 15A 	250V 20A

單相雙併插座附接地端子型，其背面圖號及接線方式：



三相單插座：

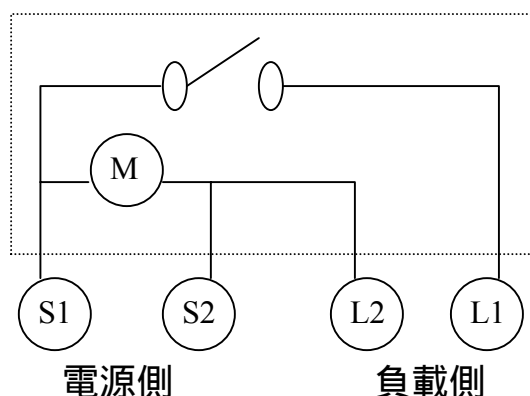


(三)、定時開關、溫控開關及自動點滅器之應用

1 . 國際牌 TB-358(220v)定時器之應用

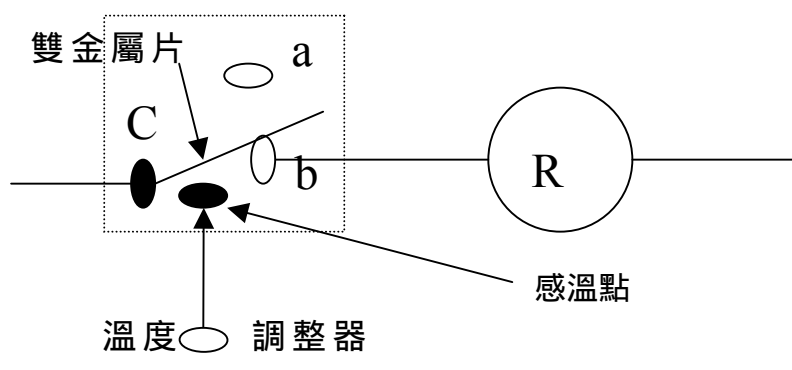
此定時器是應用定時時鐘邊的撥桿，控制開關開或關的動作，每一撥桿控制時間為 15 分鐘。此定時器接線控制方式如下圖。

定時開關控制說明圖：

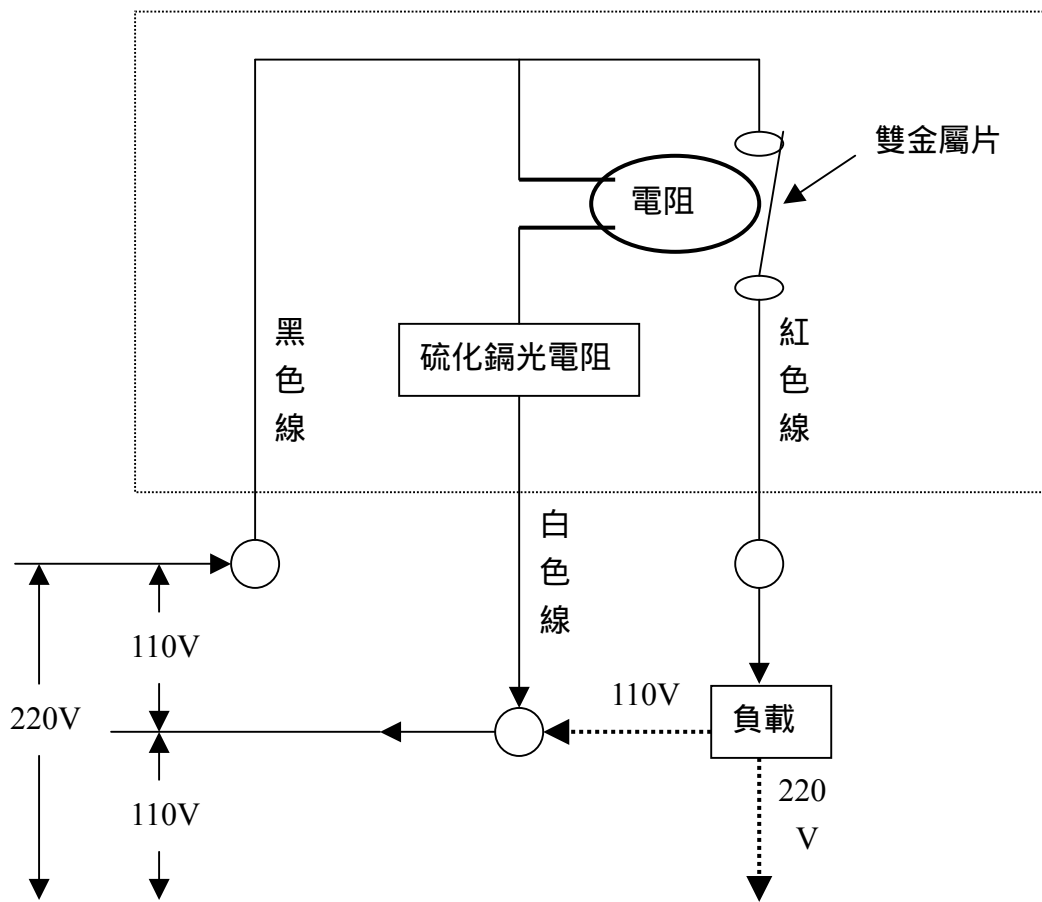


2 . 溫控開關及自動電燈點滅器

溫控開關之應用：一般機械式溫控開關的控制接點，是應用雙金屬片遇熱彎曲的原理組成，由調整器調整雙金屬片間的感溫間隙，間隙越大，溫度越高。溫控開關的控制接點有 2 點及 3 點式，其接點的控制方式如下圖。



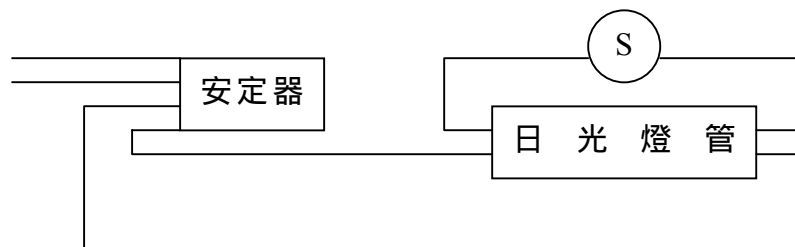
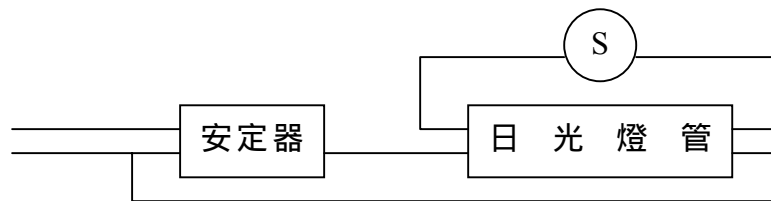
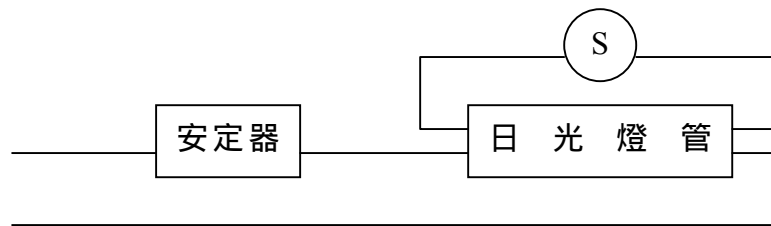
自動電燈點滅器之應用：一般自動電燈點滅器的控制接點，亦是應用雙金屬片遇熱彎曲的原理組成，硫化鎘光電阻會因接受照(光)度不同，改變其電阻值，照(光)度越高，電阻值越低，其接點的控制方式如下圖。



1.單支日光燈具的組成

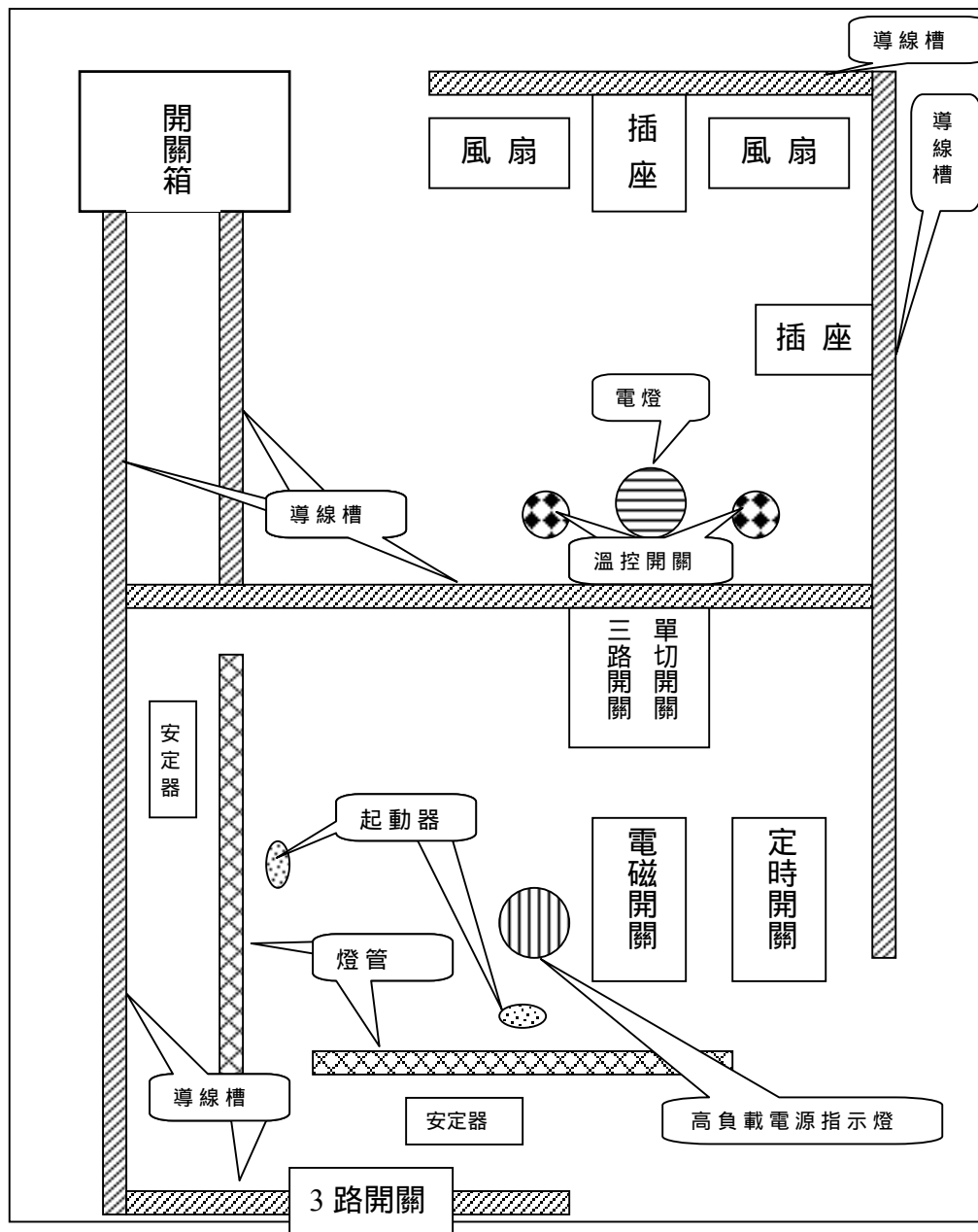
2.日光燈的維修

3.日光燈的接線方式



(五)、室內配線實習

實習設備配置圖



五、自動控制開關之應用

(一)、接點符號及文字記號

接點符號

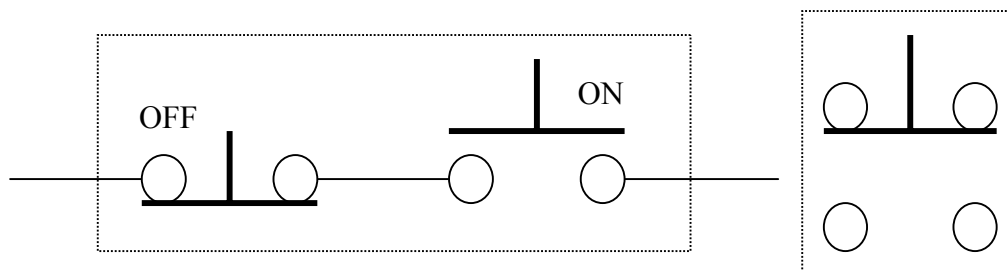
名 稱	圖 符 號		備 註
	a 接 點	b 接 點	
電磁接觸器接點			
手 動 接 點			例：切換開關接點、  (C 接點) 單路開關，三路開關
手 動 操 作 自動復歸接點			例：按鈕開關接點
機 械 接 點			例：極限開關接點
電 驛 接 點			例：電力電驛接點 保持電驛接點
壓力開關等之接點			例：近接開關
手動復歸接點			例：積熱電驛接點
通電延時限時動作瞬時復歸接點			例：On Delay 限時電驛接點
斷電延時瞬時動作限時復歸接點			例：Off Delay 限時電驛接點

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 (Natural)
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

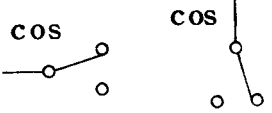
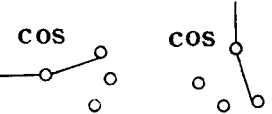
1. 壓扣及復歸型按鈕開關：復歸型按鈕開關在壓放開關(ON)鍵時，按鈕開關會回復原接點(OFF)位置，壓扣型則定位在(ON)的位置，若要回復原接點(OFF)位置，則須壓放(OFF) 開關鍵。圓型按鈕開關之裝置孔徑有 25mm Φ 及 30mm Φ 二種，其接點有 1a1b 及 2a2b 二型式。



2. 按鈕開關鍵其顏色代表之意義

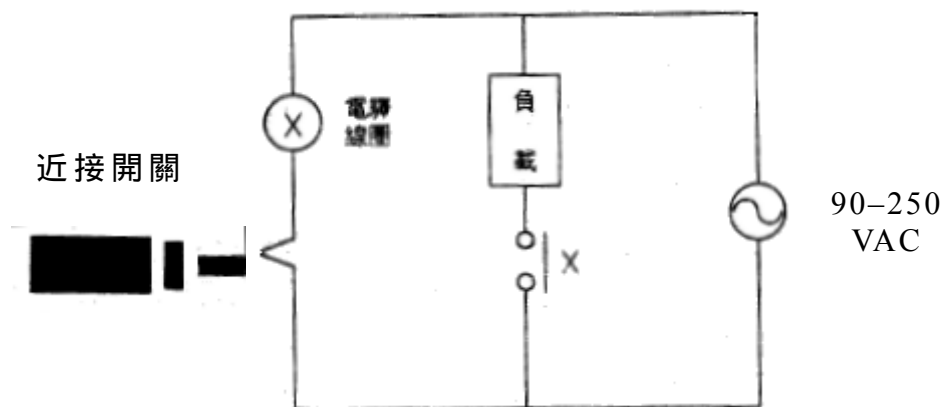
- 綠色按鈕：通常應用在電動機起動及運轉，但紅色以外亦可使用。
- 紅色按鈕：必須應用在電動機停止、緊急停止及電源切斷等場所，若停止及緊急停止按鈕開關，二者同在一起時，尺寸相同中的紅色鍵為緊急停止鍵，另一停止鍵則由其它顏色取代(綠色除外)，若二者皆為紅色鍵且尺寸不同時，尺寸較大者為緊急停止鍵。
- 黃色按鈕：當電路異常狀況產生時(如過載時所產生蜂鳴器之聲響)，其解除鍵通常為黃色。

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	

(三)、近接及光電開關的種類及應用

- 近接開關：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。其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。



- 光電開關：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。

(四)、極限開關與浮球開關：

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。

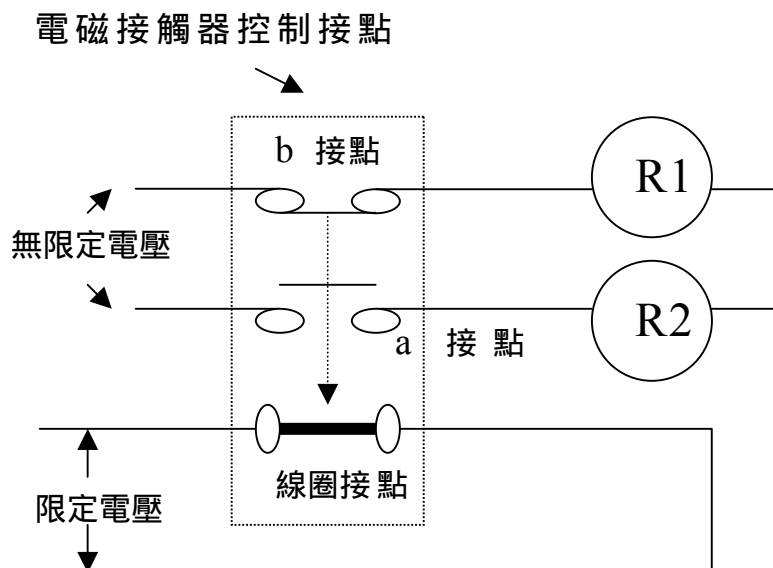
(五)、電磁開關

1. 電磁開關的組合

電磁開關是由電磁接觸器與積熱(熱動)電驛組成，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：

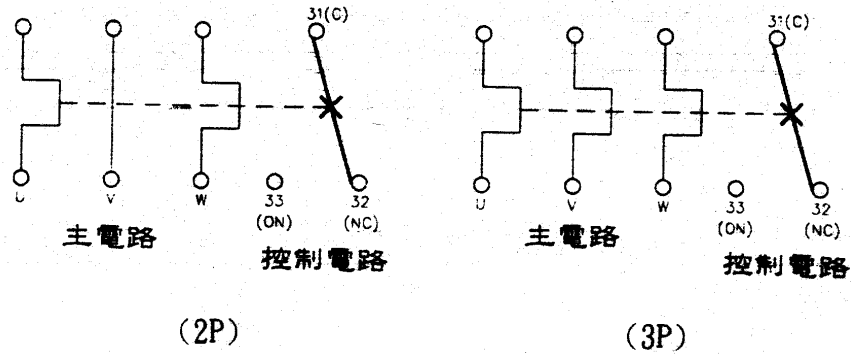
級別	額定電流 之倍數 接定打開	額定電流 之倍數 接定閉合	用途
AC1	1.5 倍以上	1.5 倍以上	非感應性或低感應性電阻
AC2B	4 倍以上	4 倍以上	繞線型感應電動機起動與停止
AC2	4 倍以上	4 倍以上	繞線型感應電動機起動、寸動、逆相制動
AC3	10 倍以上	8 倍以上	鼠籠式感應電動機起動與停止
AC4	12 倍以上	10 倍以上	鼠籠式感應電動機起動、寸動、逆相制動

4. 電磁接觸器容量之選用

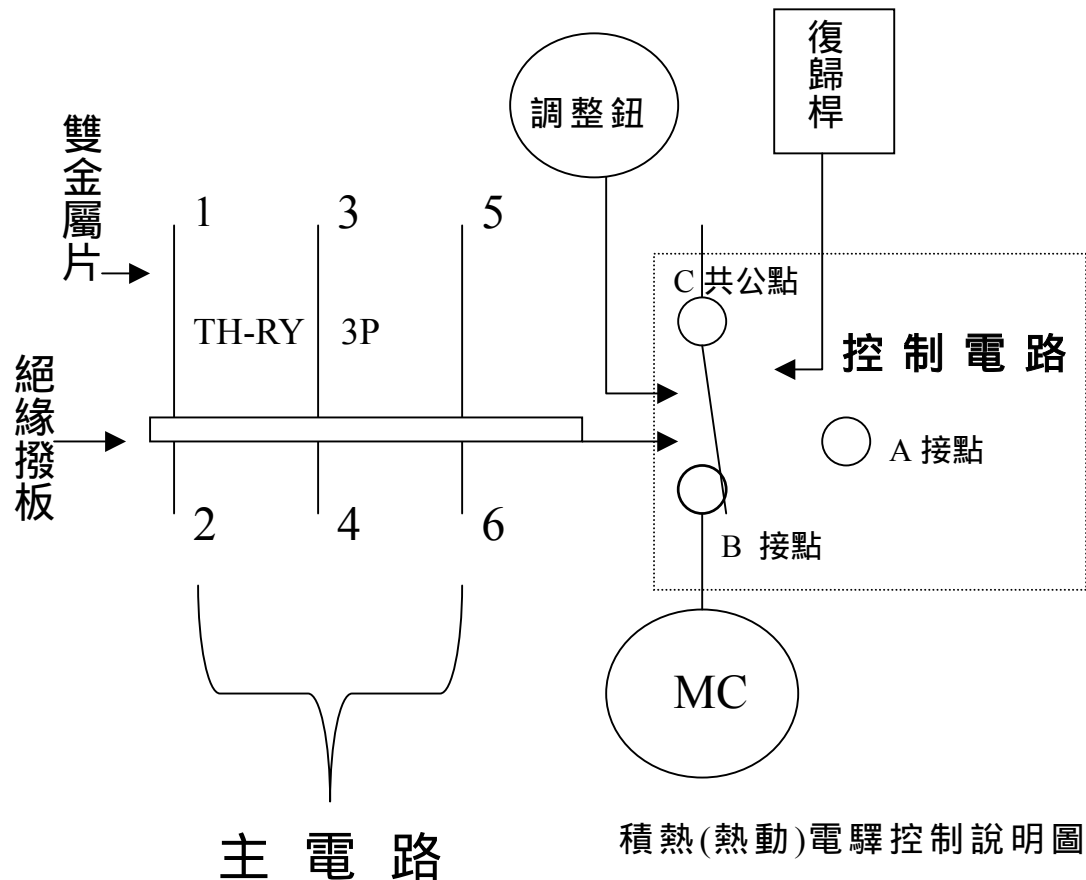
電磁接觸器一般的額定容量標示，以仟瓦(KW)或馬力(HP)為主(1HP=746W)，其電壓額定容量以 3 Φ 220V 電壓為準。在單相電動機應用中，是以電動機型式（繞線、鼠籠式）及動力（HP 或 kW）大小，直接選用。在三相電動機中，直接起動者，選用方式與單相電動機相同；Y- Δ 起動運轉者，會因 MCS、MCD、MCM 的設置不同，改變選用計算方式，Y- Δ 起動為降壓起動，起動電流較 Δ 直動起動運轉方式減少 2/3（電流比 Y/ Δ =1/3）；電工法規規定，220V（380V）供電，電動機容量超過 15HP（50HP）以上者，須降壓起動。

5. 積熱(熱動)電驛(TH-RY)之應用

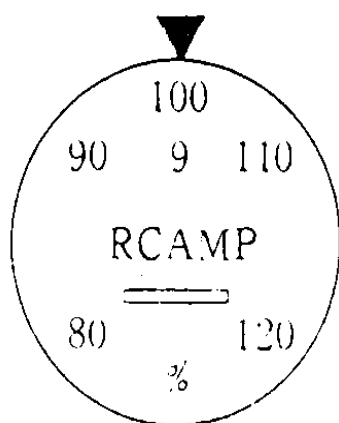
積熱(熱動)電驛又稱過負載或過電流電驛，一般應用在電動機上，其主要功用為防止電路(電動機)過載損壞。在積熱(熱動)電驛上有主電路與控制電路區別，主電路內一般以雙金屬片原理製成，負載電流通過導流金屬，以直接(直熱式)或間接(傍熱式)加熱方式控制雙金屬片，分為2P及3P(極)二類型，3P應用在三相電路中有欠相保護功能。



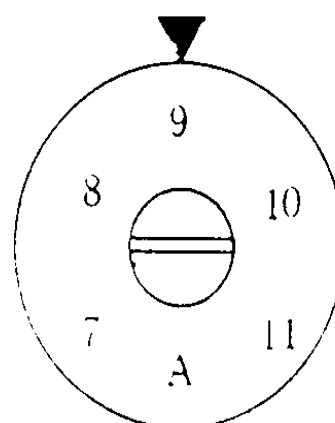
主電路一端接點與電磁接觸器負載側 U、V、W 連接，由主電路雙金屬片控制控制電路，控制電路連接一復歸桿，此復歸桿可分為手動及自動-手動二類型。在控制電路上方另有一跳脫電流調整鈕，其標示方式有百分比法、電流表示法及倍數法等，積熱電驛控制接點及跳脫電流調整鈕的應用方式如下圖。



跳脫電流調整鈕控制



百分率法



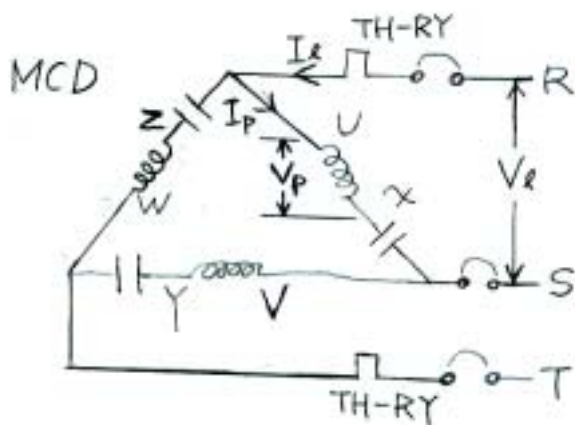
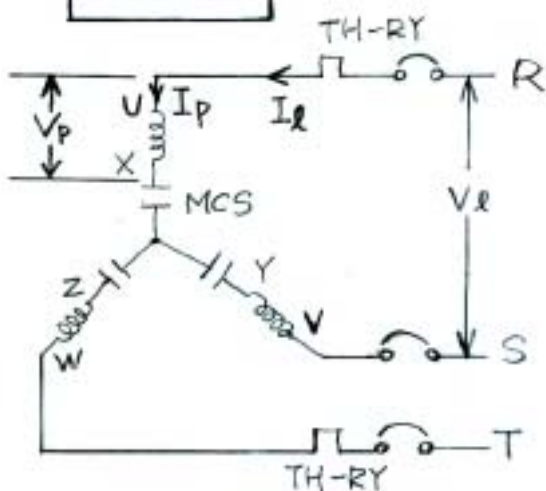
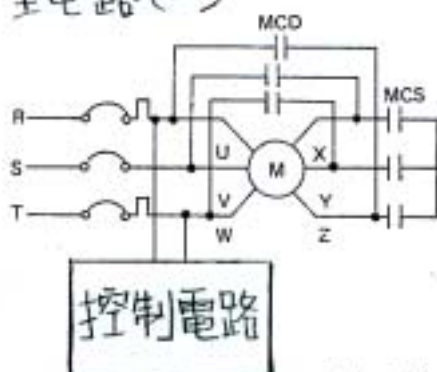
電流表示法

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，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起動或擔負負載時，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，會因放置位子的不同，改變設定方式。

電磁開關規格的選用及設定方式如下：

主电路(-)



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

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

l = 線电流 (压)

p = 相电流 (压)

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

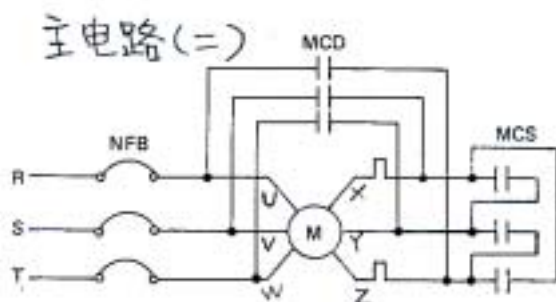
$$\Delta = I_l = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \frac{V_p}{Z} \\ \therefore V_p = V_l \quad \therefore I_l = \frac{\sqrt{3} V_l}{Z}$$

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

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

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

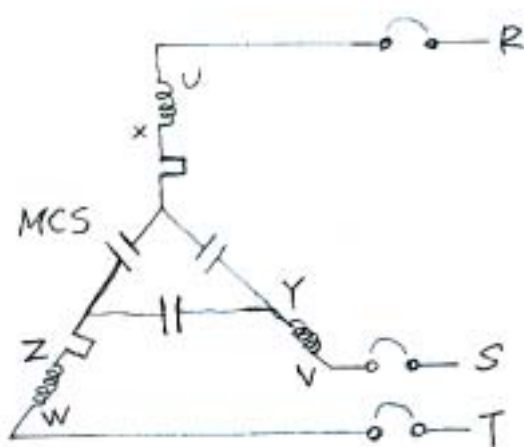
$$MCD = \frac{\text{電動機}}{\text{額定电流}} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \text{或 } HP (kW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$



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

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

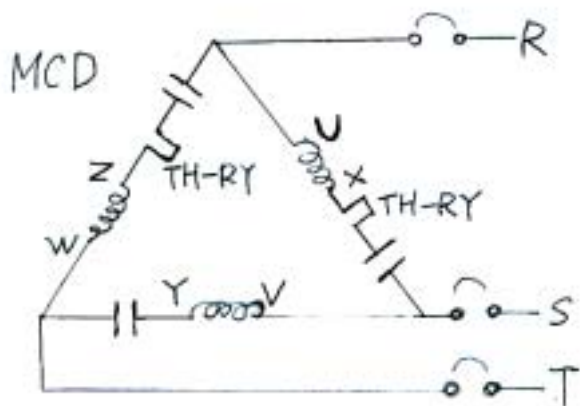
$$\frac{I_{YL}}{I_{\Delta L}} = \frac{1}{3}$$



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

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

MCS Δ 接法, 可减少
欠相情况产生或降
低成本。

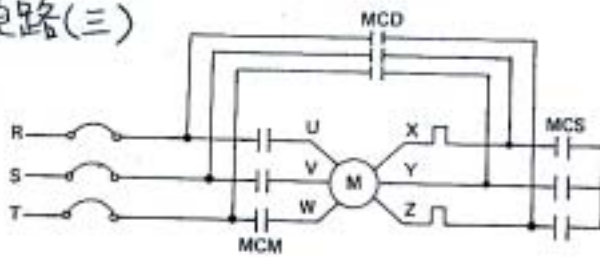


$$MCD = \frac{\text{电动机}}{\text{额定电流}} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

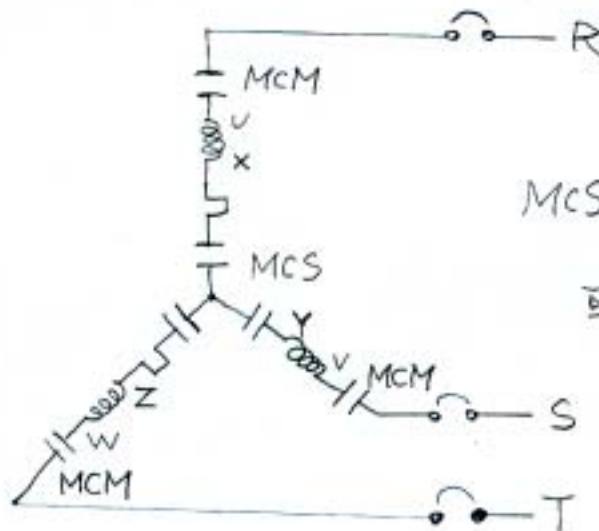
$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

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

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。



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

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

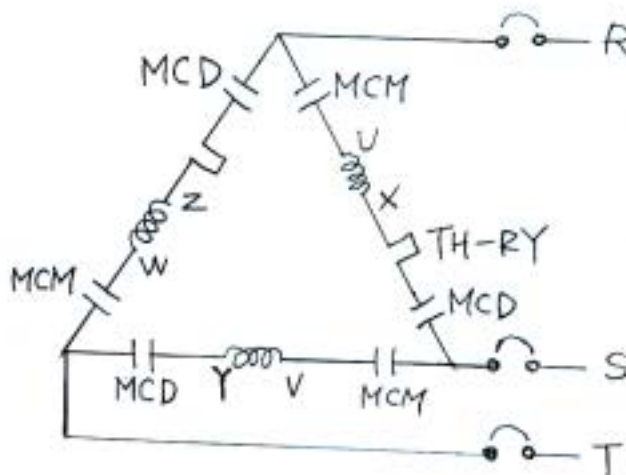
$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{3}$$

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

$$MCD = MCM$$

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

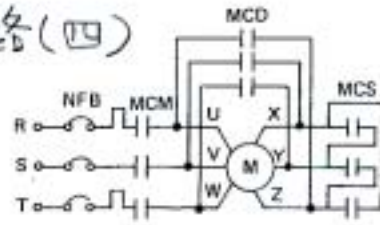
$$\text{或 } HP(KW) \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$



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

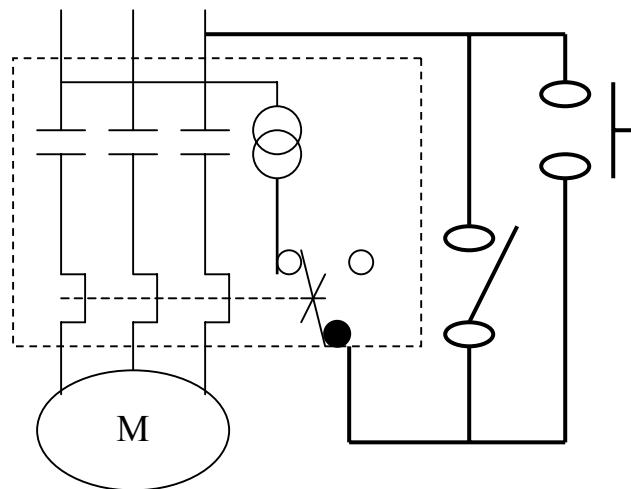
練習：

主电路(四)



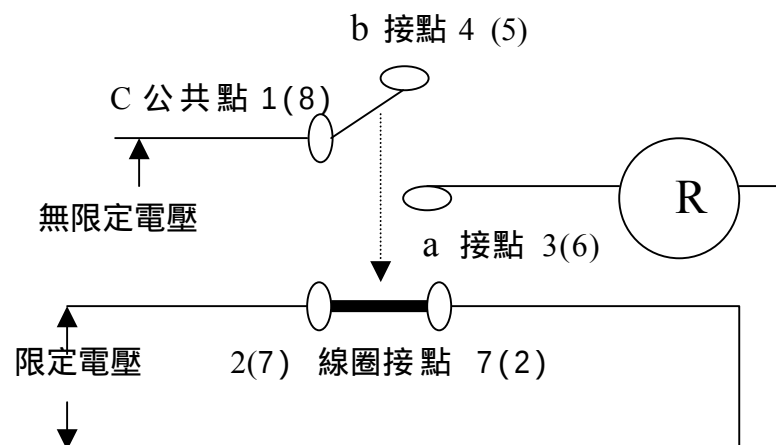
請將主电路(四)Y- Δ
起動運轉接線圖畫出,
並將NFB、MCS、MCD
MCM、TH-RY等器材,
標示選用方式於下方:

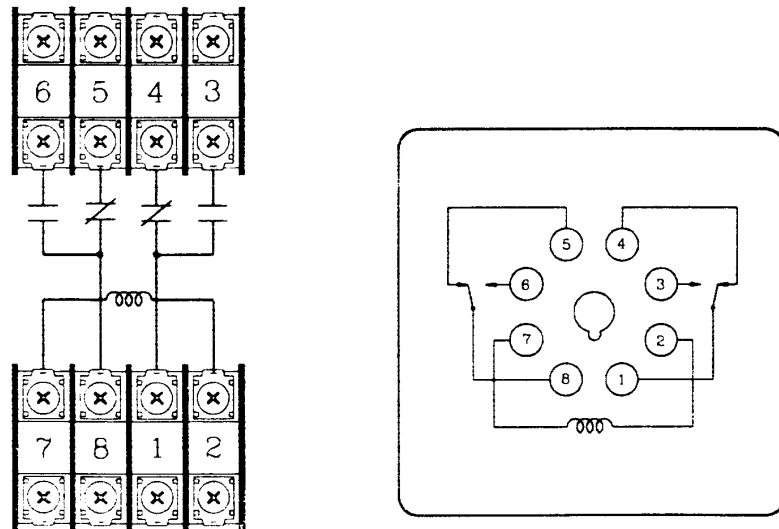
電磁開關基本控制之實習電路



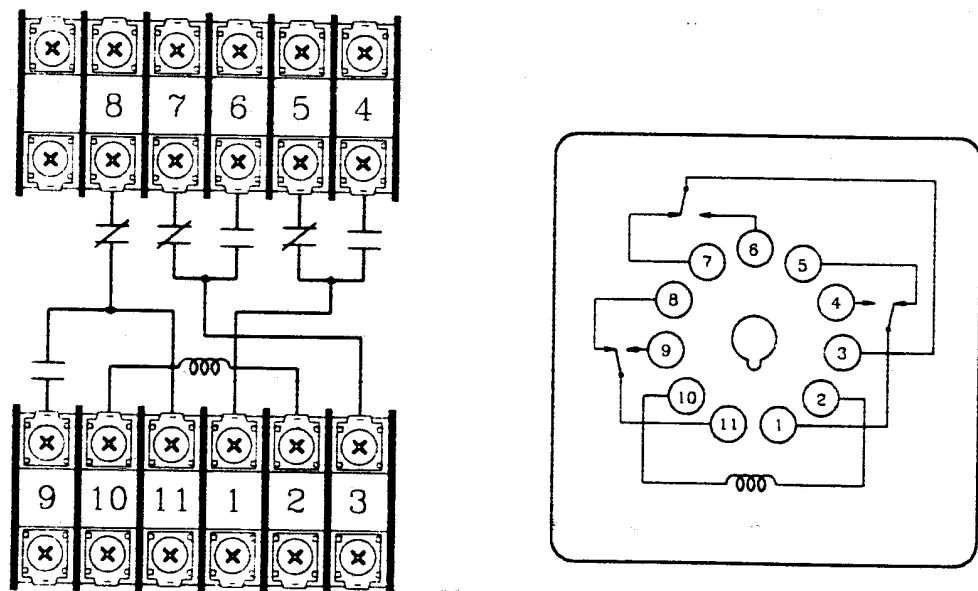
(六)、電力電驛的構造及應用

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，其控制接點的應用方式如下圖：





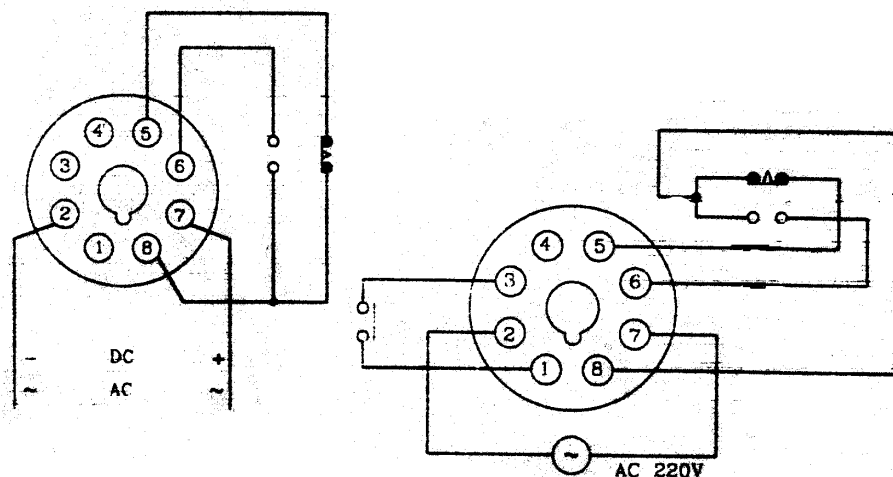
電力電驛内部接線圖(MK-2P)



電力電驛内部接線圖(MK-3P)

(七)、限時電驛的構造及應用

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



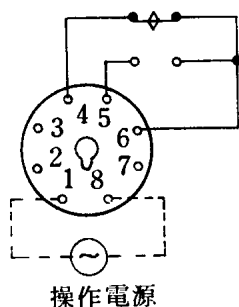
控制接點的應用方式如下圖：

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		

圖 限時電驛接點符號及動作圖

(八)、閃爍電驛的構造及應用

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：

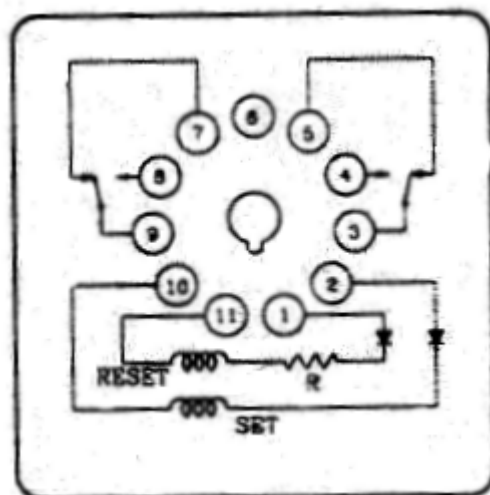


- ① 1.8 為線圈
- ② 1.8 未激勵 6-4 通，6-5 斷
- ③ 1.8 激勵後 6-4 與 6-5 交互接通

MKF-P (OMRON)

(九)、保持電驛的構造及應用

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，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)、指示燈顏色代表之意義

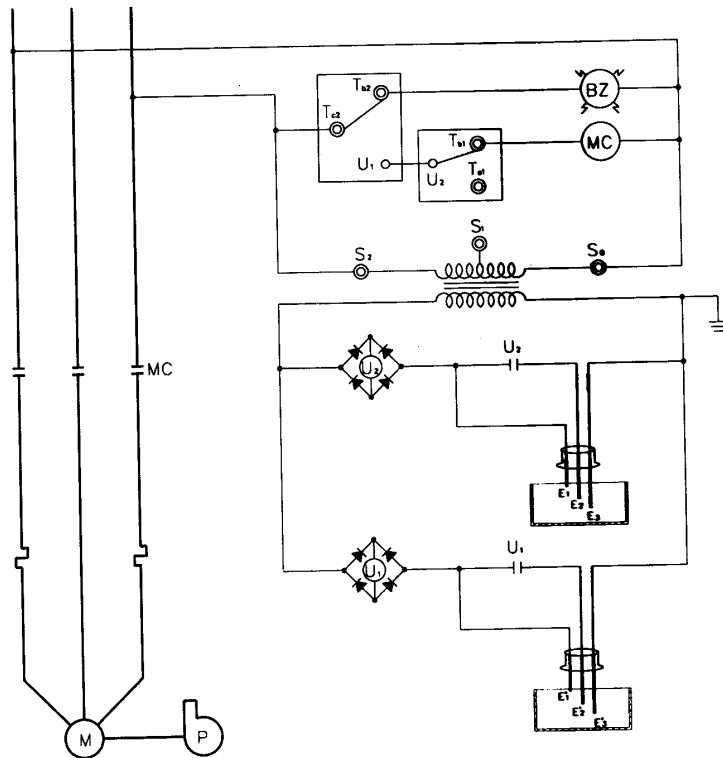
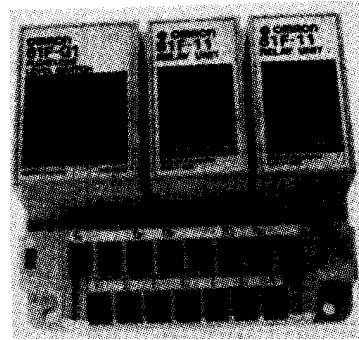
- 綠色(GL)：電動機停止中；開關器的開路、安全及復歸。
- 紅色(OL)：電動機運轉中；開關器的閉合、注意及故障。
- 黃色(YL)：注意及警告。
- 白色(WL)：一般應用在電源指示燈。
- 無色透明(TC)：接地相的表示。

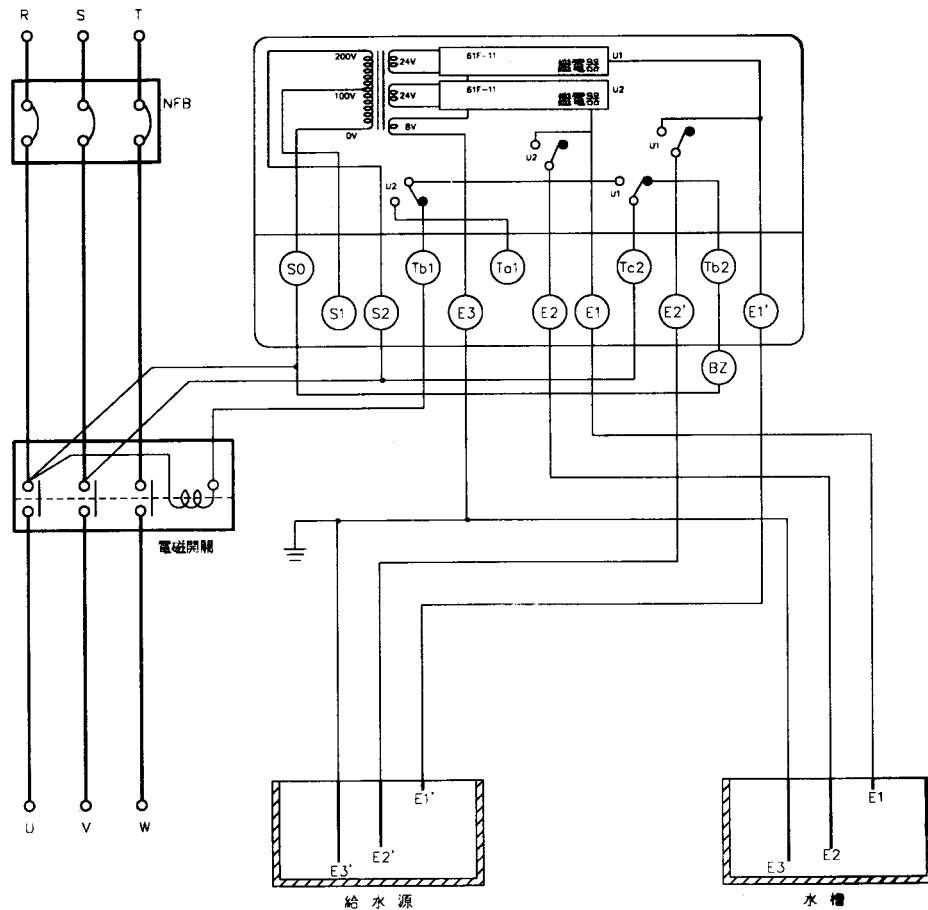
(十一)、蜂鳴器之應用

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。

(十二)、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。





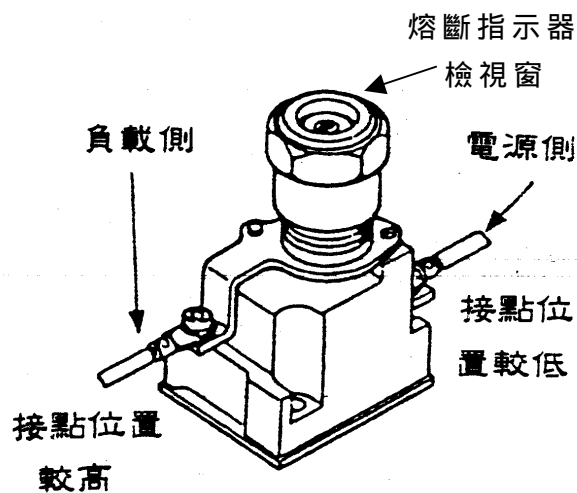
61F-G1 液位控制器之應用

(十三)、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



六、單相電動機簡易維修

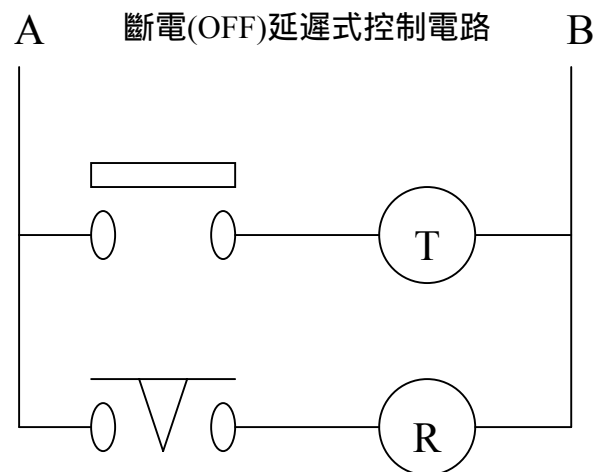
在單相電動機中，線圈繞組及離心開關是較不易損壞的部份，所以在單相電動機無法起動或起動困難時，可做簡易維修項目中，以電容器及碳刷為主，其故障原因及檢測方式如下：

- 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。

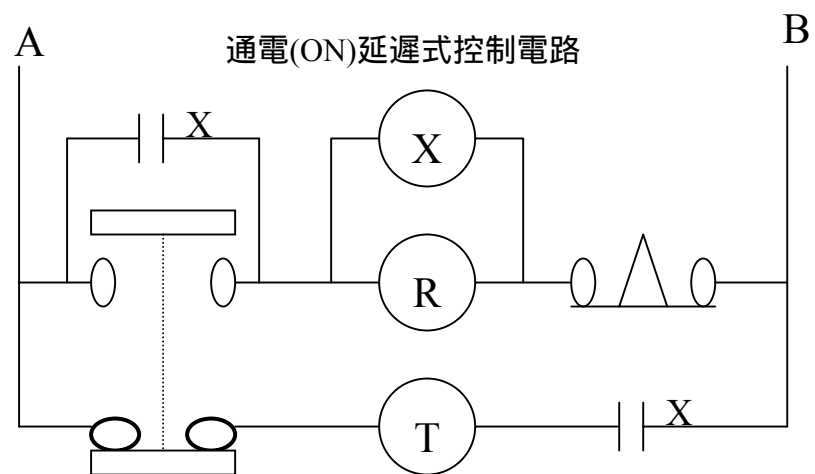
七、自動控制電路之應用

(一)、限時電驛控制電路

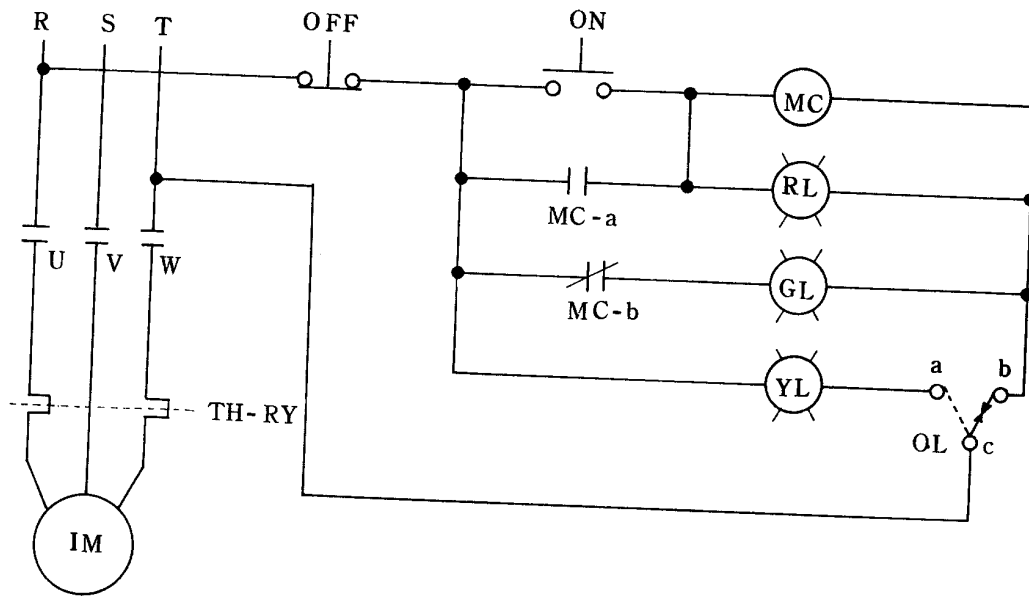
1. 斷電延遲式控制電路



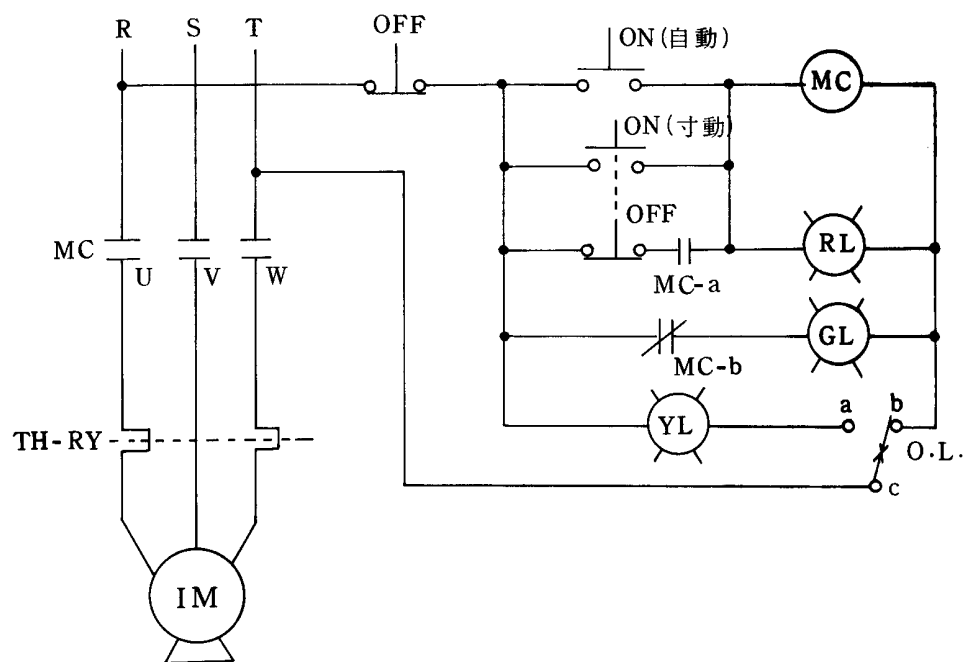
2. 通電延遲式控制電路



(二)、三/單相電動機接線與自保電路

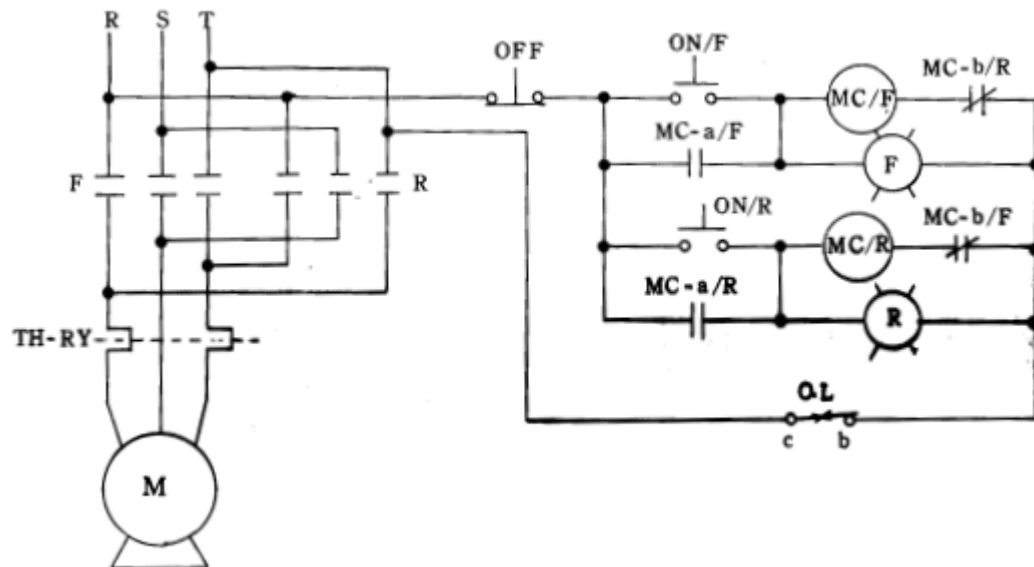


(三)、三/單相電動機自動、停止及寸動控制電路

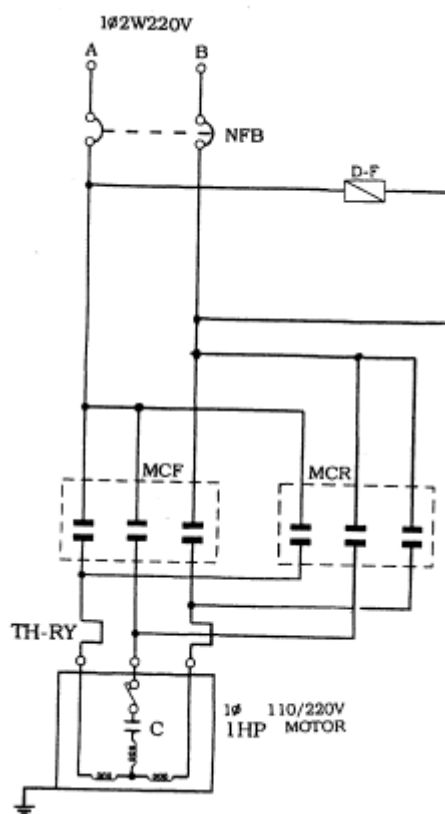


(四)、三/單相電動機正逆轉控制電路及互鎖電路

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 2



八、工業配線控制箱實習操作

- (一)、手動自動液面控制電路
- (二)、電動機故障警報控制電路
- (三)、兩部電動機自動交替運轉控制電路
- (四)、單相感應電動機正逆轉控制電路
- (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)、新增自動控制電路 1
- (九)、新增自動控制電路 2
- (十)、新增自動控制電路 3

註：線路圖置於實習箱內

九、參考文獻

- 洪文治。1973。電工實習（上）。三民書局。
- 洪文治。1973。電工實習（下）。三民書局。
- 倪國彰。1990。低壓配電盤控制實務。前程出版社。
- 郇金銓。1984。最新電工法規。前鋒出版社。
- 鄧登木。1995。乙種電匠訓練與題解。益眾資訊有限公司。
- 陳秋隆、何青佳。1980。電工工作法。全華科技圖書公司。