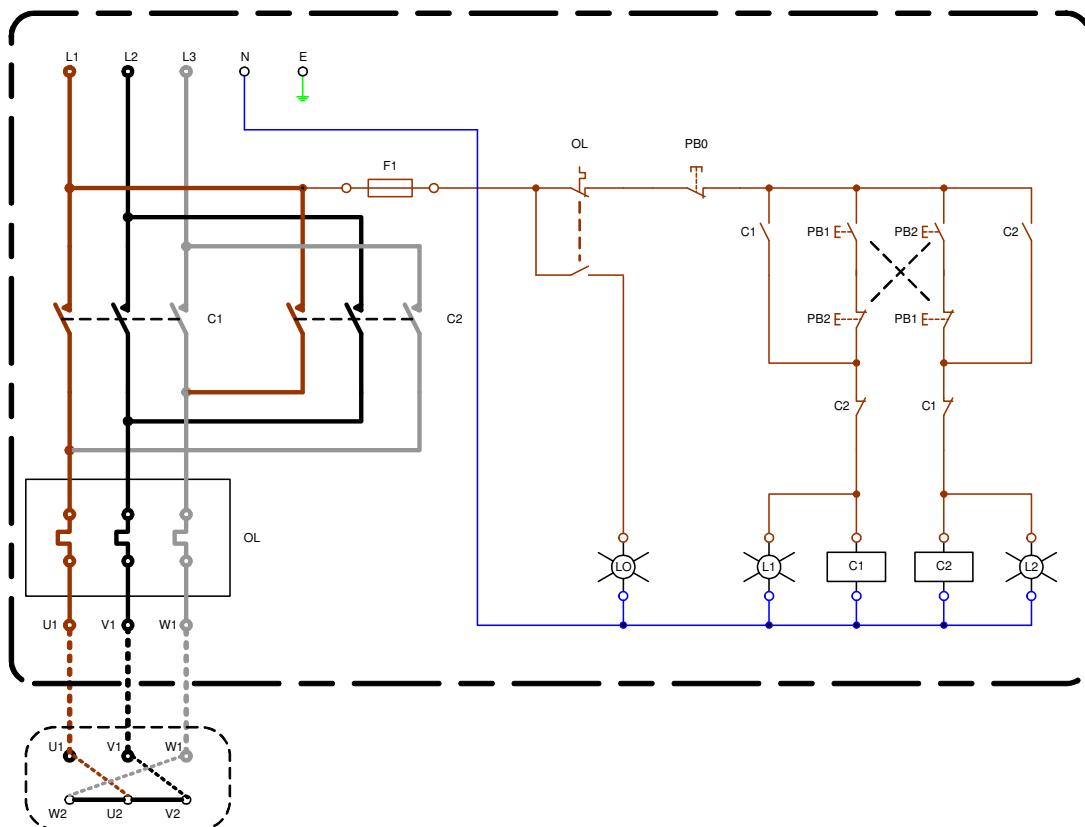


電動機控制電路佈線要點

電動機控制電路在電機工程中廣泛應用，一些常用的電路可直接向某些供應廠商整套購買，但也有一些較獨特的電路多由有關技術人員自行製作，以下是當製作電動機控制電路時，有關佈線及排故的要點。

1. 編訂接點號碼

首先將電路圖內所有接線點，包括：菲士、跳掣、電磁接觸器、時間掣、按鈕及其他元件等的接點都編上相關號碼，並清楚寫在未有接點編號的電路圖上。注意電磁接觸器接點號碼是否有重複，各接點或限位掣等的常開及常閉狀態是否與電路圖一致，時間掣接點狀態是通電延遲、斷電延遲或即時啓動式等，都不可以有誤差。



未有編訂接點號碼的三相電動機直接起動前後車控制電路

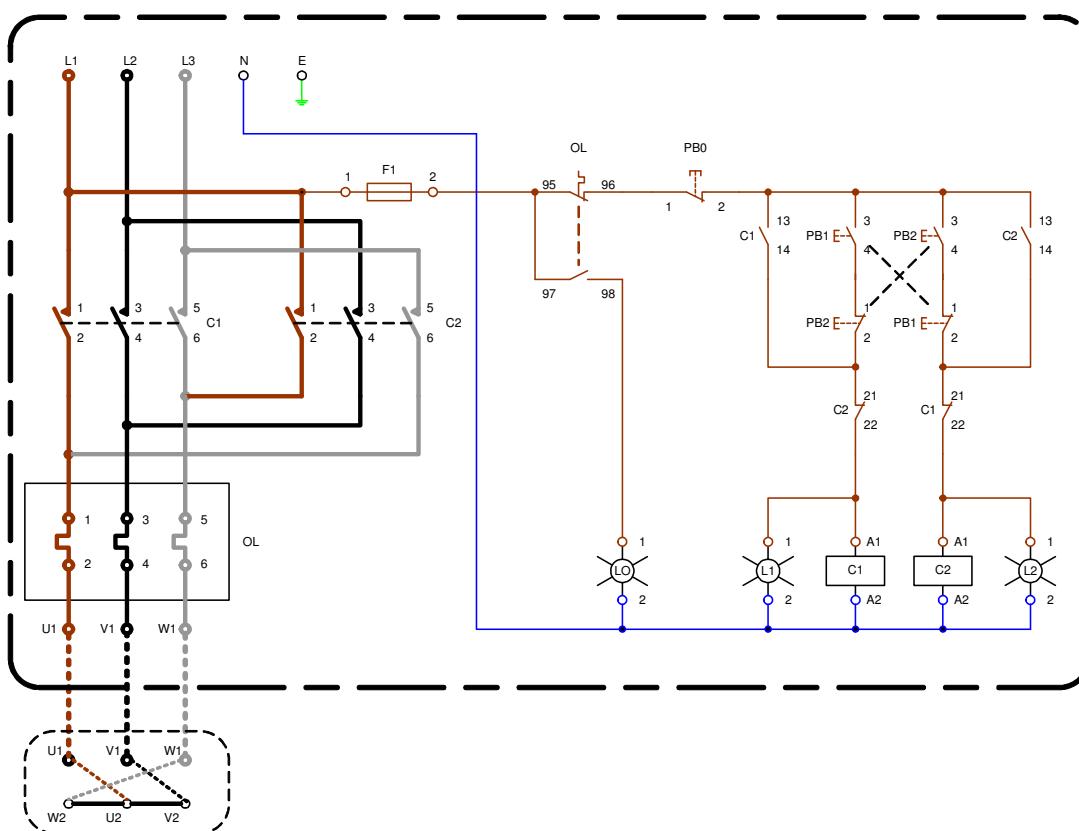
2. 明白電路運作原理

每一個控制電路的運作原理及程序，包括：主電路及控制電路，及每個控制元件的功能等，必須清楚了解，否則測試時也不知道電路運作的程序是否正常。另外，當電路有問題時，更不知如何入手去排除故障。以下將使用一個較簡單的三相電動機直接起動前後車控制電路（已編訂接點號碼）作說明。

- 控制電路菲士 F1 由三相電源其中一相 L1 取電，給予整個控制電路供電及保護。
- 若 PB1 按鈕按下，電流經 F1-1、F1-2、OL-95、OL-96、PB0-1、PB0-2、PB1-3、PB1-4、PB2-1、PB2-2、C2-21、C2-22、C1-A1 及 C1-A2 而使 C1 電磁接觸器

線圈通電而索下。

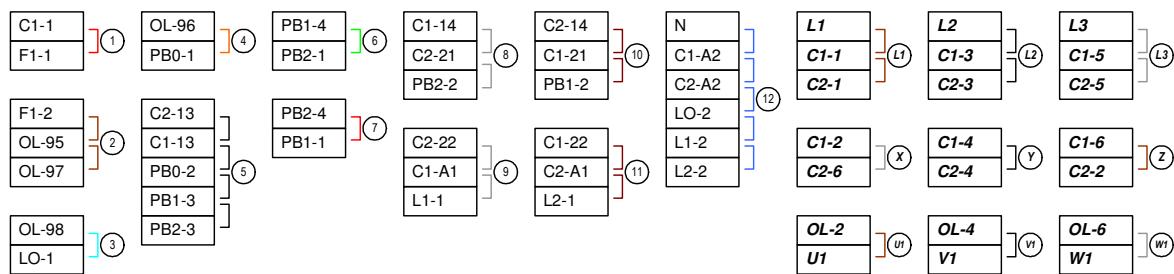
- C1-13，14 常開接點閉合提供電流由另一分路給予 C1 線圈供電，稱為「自保持 (Self hold)」電路，此時將 PB1 放手復位，電路也可令 C1 線圈保持供電狀態，繼續保持索下。
- C1 三對主接觸點給予電動機三相供電，三相電動機以前轉方向運轉。
- 當 PB0 按下、OL 過載跳掣或供電中斷，都可令 C1 記憶取消而復位。
- 由於 C2 與 C1 是對稱電路，假如是按下 PB2，其工作原理與 PB1 相同，最後會索下 C2 及記憶，三相電動機以後轉方向運轉。
- C1-21，22 及 C2-21，22 稱為「電氣互鎖 (Electrical Interlock)」電路，是利用自己接觸器的常閉接點串聯對方的接觸器線圈，從而避免 C1 及 C2 有機會一同索下。PB1 及 PB2 稱為「按鈕互鎖」，避免 PB1 及 PB2 一同按下互搶情況。



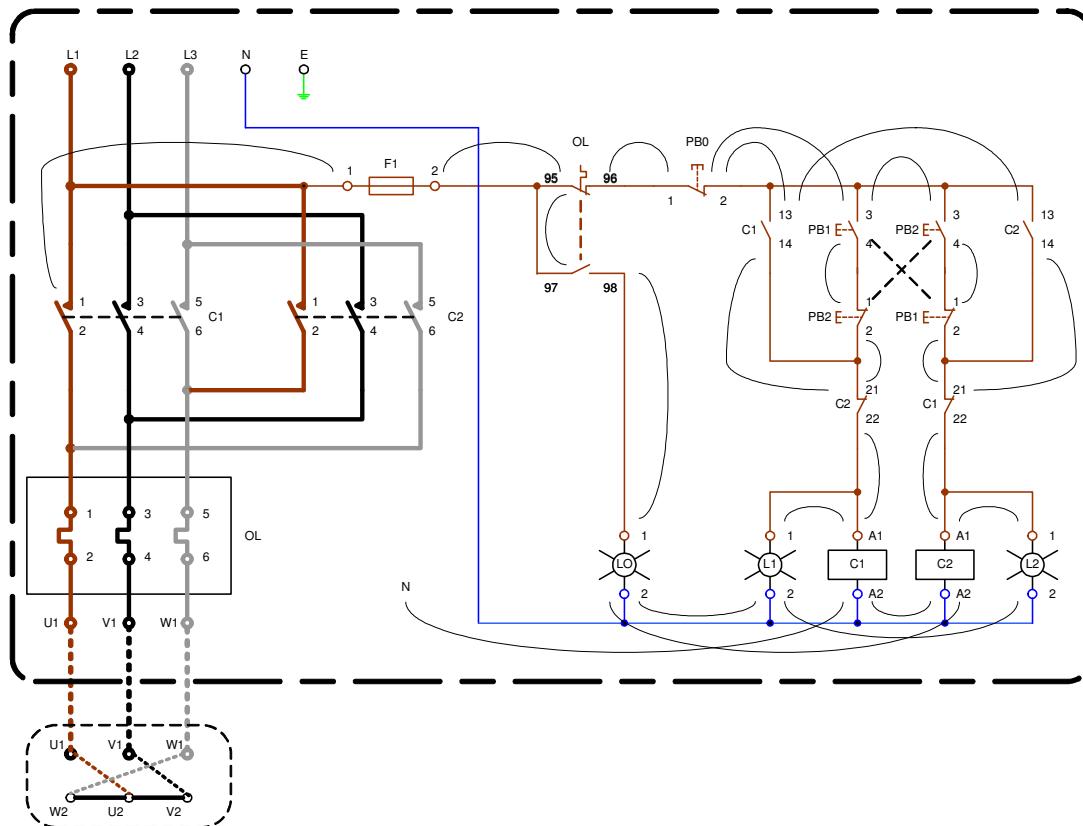
已編訂接點號碼的三相電動機直接起動前後車控制電路

3. 設計佈線圖或佈線表

根據電路圖及接點的位置，編排佈線時的先後次序及走向，每一接點應不多於簪兩條為限。設計時應以導線長短考慮，距離愈短愈好，並盡量減少來回線為主。例如：某一電位點有 10 多條線，應先在控制箱內拖通各點，然後經一條線出控制箱面的控制按鈕及指示燈等，若根據繪畫電路圖的次序拖線，可能令多條線出出入入。一般可在電路圖中繪出設計的佈線走向，若由多人分別製作多個相同的產品時，更應設計一個佈線表，表中更可指定某些工作電位點用甚麼顏色的電線，以便統一質量及減少錯漏的機會。



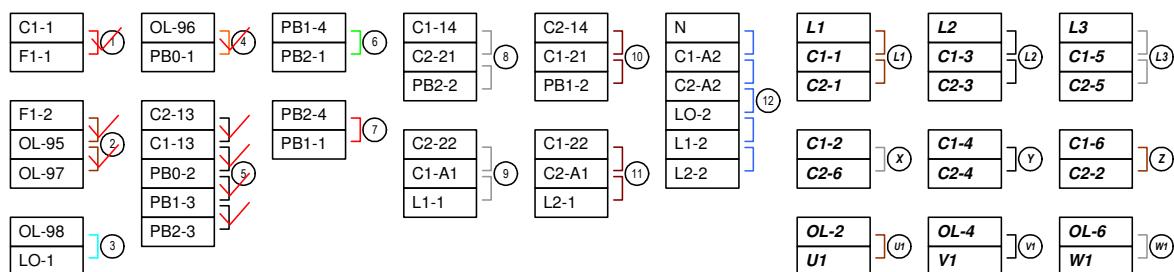
設計佈線表的三相電動機直接起動前後車控制電路

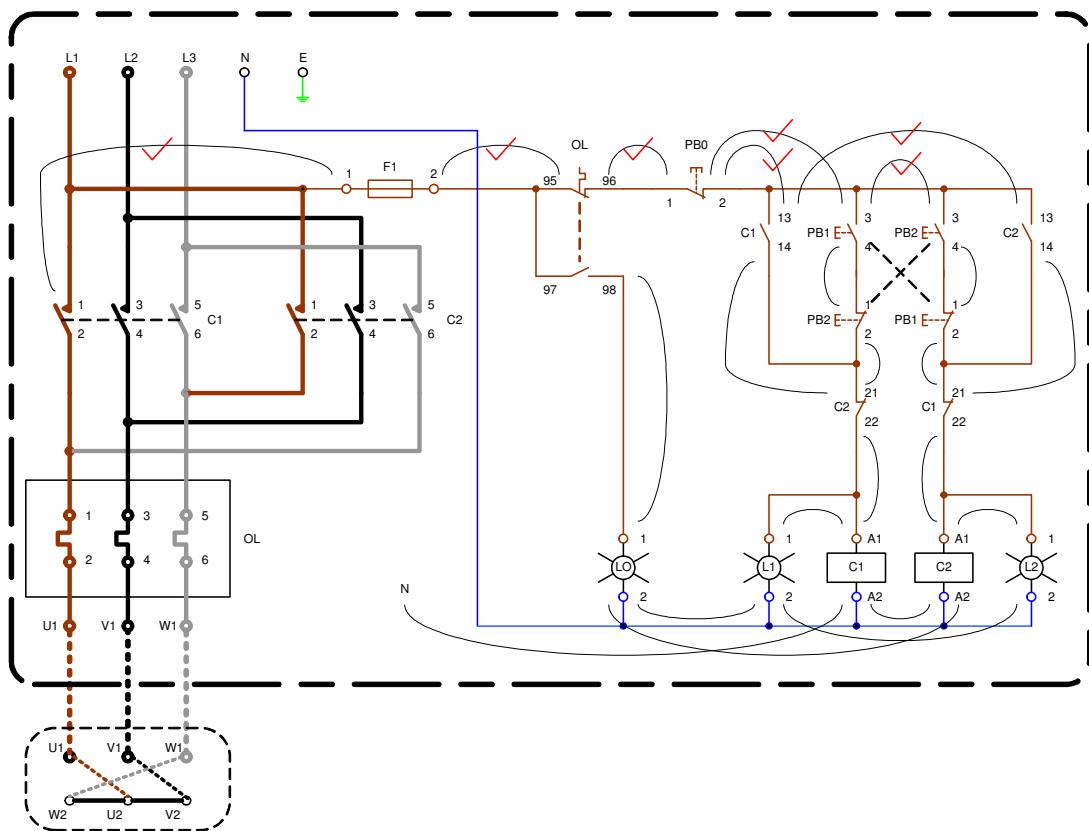


設計佈線圖的三相電動機直接起動前後車控制電路

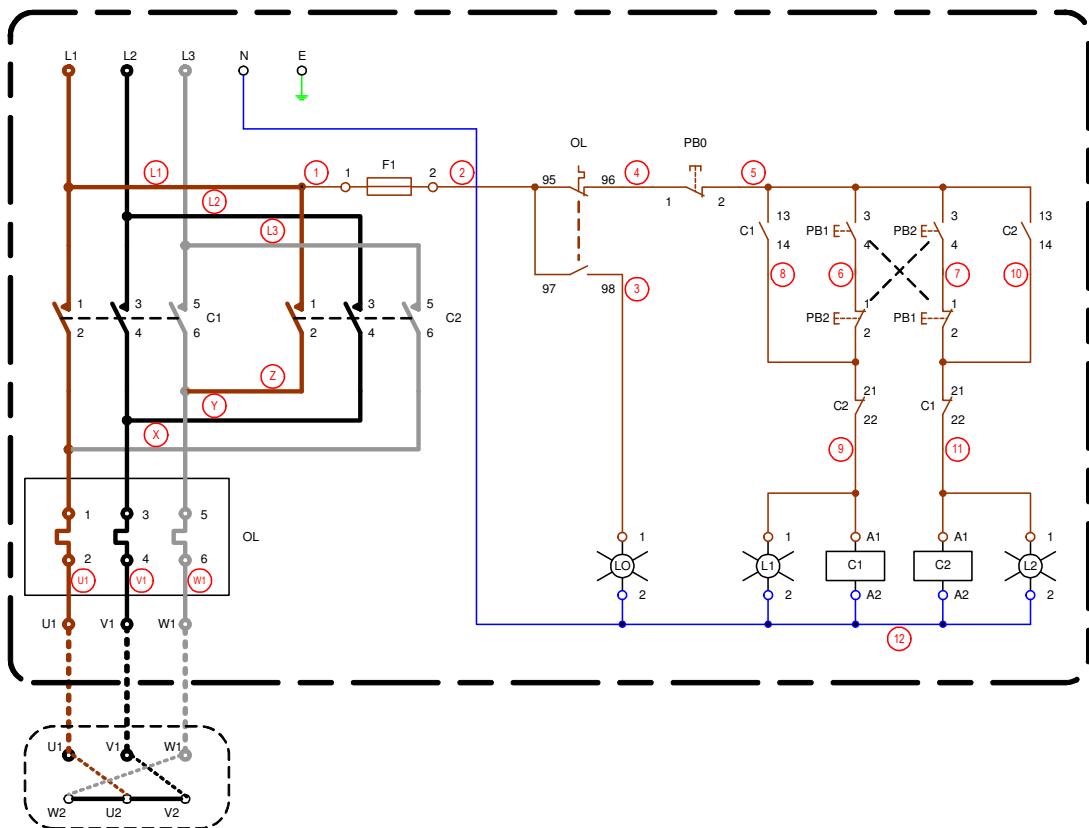
4. 佈線（拖線）

拖線時應先做較大量的中性線或回路線，每當做完一條線，應在佈線圖或佈線表作記號『✓』，以表示該電線已完成，從而避免重複及錯漏。在電路圖中的相同工作電位點的各點應視為一點，有需要時可穿上相同號碼的「珠仔」於這些同工作電位點的電線上，若同一工作電位點都用相同顏色的電線，排故時會更容易找出故障原因。





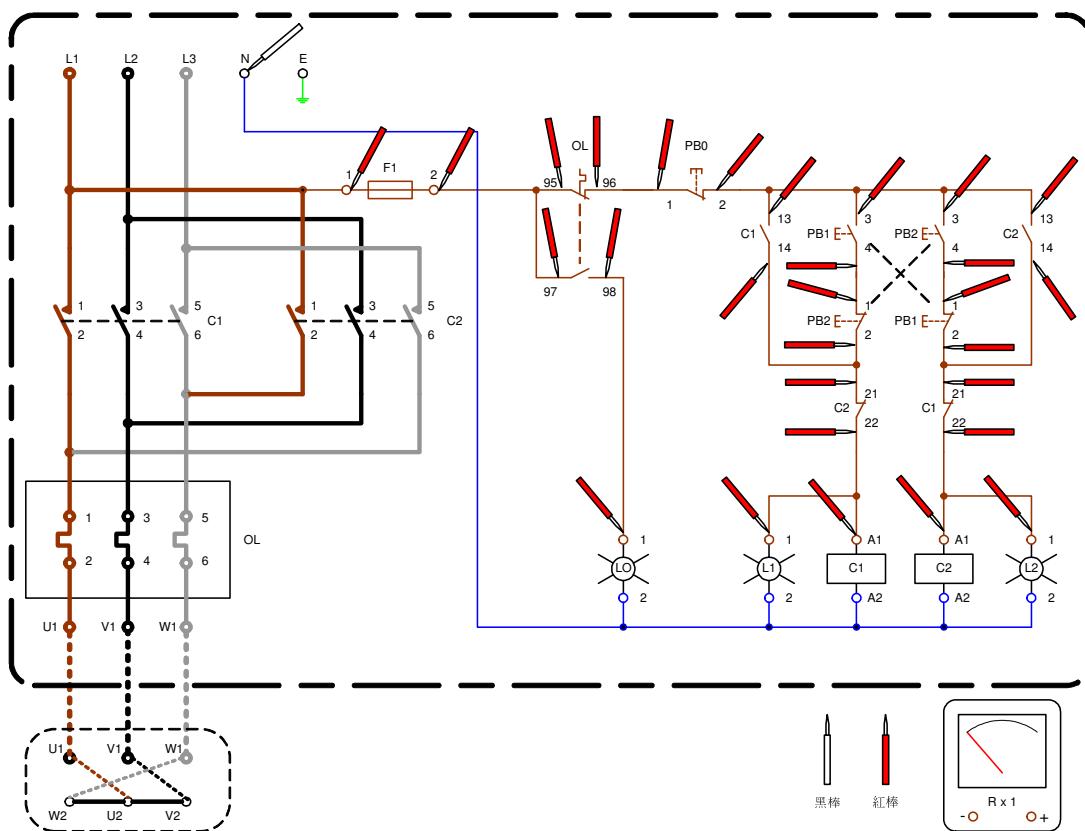
拖線時每完成一條需作記號的佈線表及佈線圖



佈線圖加上珠仔的三相電動機直接起動前後車控制電路

5. 測試電路

當控制電路的幼線已全部完成後，可先接上單相電源測試控制電路是否正常。惟測試前可先用電阻錶一枝錶棒（黑）接回路線（中性線），另一枝錶棒（紅）任意連接已有接線接點，結果應測出有阻值（電磁接觸器線圈或燈泡電阻）或無限大（開路）；若發覺是 0Ω ，則表示該控制點已短路，如不理會而接上控制電源，電路將有機會跳控制功能的 MCB，此時應先檢查該控制點的接線，找出短路的原因。



用電阻錶以阻值測試控制電路是否有短路

測試控制電路時更要觀察各接觸器、時間掣、限位掣及指示燈等工作程序是否如電路圖的設計一樣。若有問題，必須先排故及修理，然後再做較粗的摩打大線，這樣安排會比較容易處理。當摩打大線做完後，再測試多一次控制電路，確定一切正常後，才接上三相電源及摩打或負載進行全面測試。惟接上摩打測試時必須留意摩打是否有怪聲、噪音及不能起動，也要檢測轉速、轉向及三相電流是否正常等問題。

6. 排除故障

測試時若發現電路故障或工作程序不正常時，應立刻解決有關問題，才可繼續其餘工序。絕不可將全部線拆除再由頭做起，這樣除浪費時間及材料外，也未能確定下次再做時電路將完全沒有問題。排除故障時若可連接電源，排故會較容易，效率將大大提高。故障大致上可分為下列幾種：

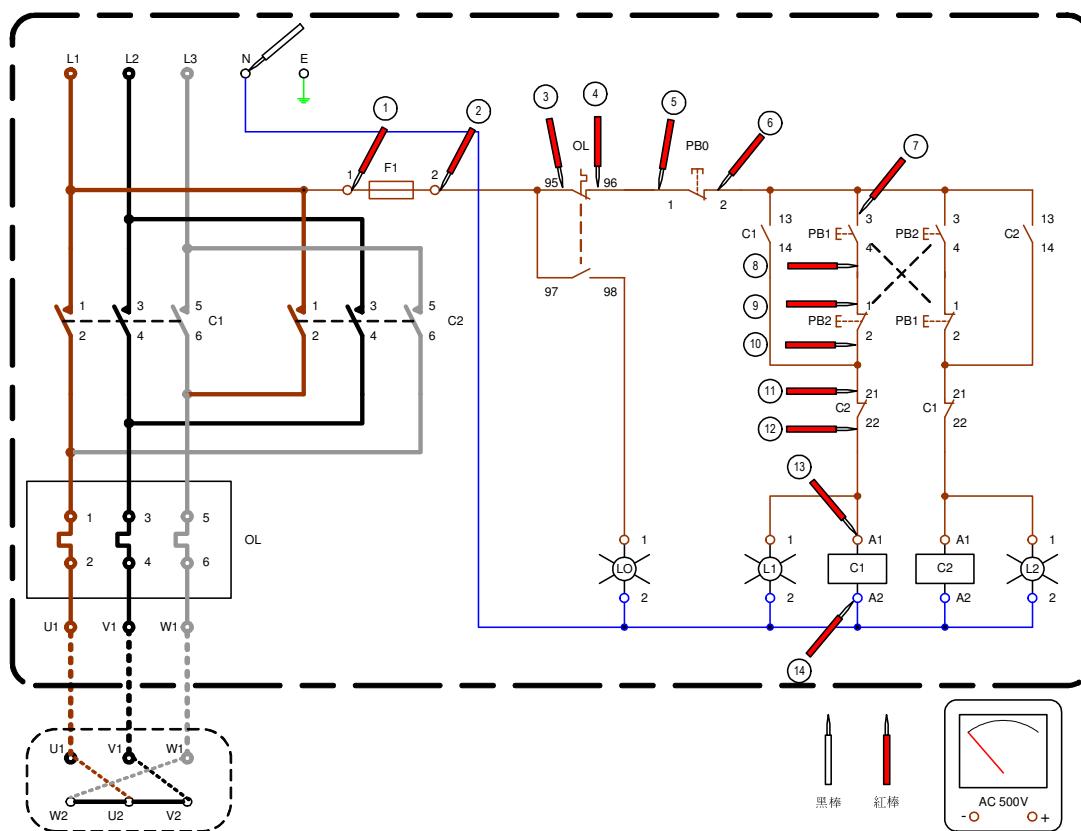
- 短路

當控制電路接上電源後便跳掣或燒菲士。若拖線時所有中性線或回路線只用單

一隻顏色，例如：藍色，而其他線不再用藍色而選用其他顏色，短路的機會差不多等於零。這時應檢查所有中性線的接線點（藍線）是否有其他顏色電線連接於其上。若於試三相時出現短路，應檢查所有大線電路是否連接錯誤，或電路運作程序有誤，例如：前車 C1 及後車 C2 接觸器一齊索，以致三相短路等。

- 全無反應

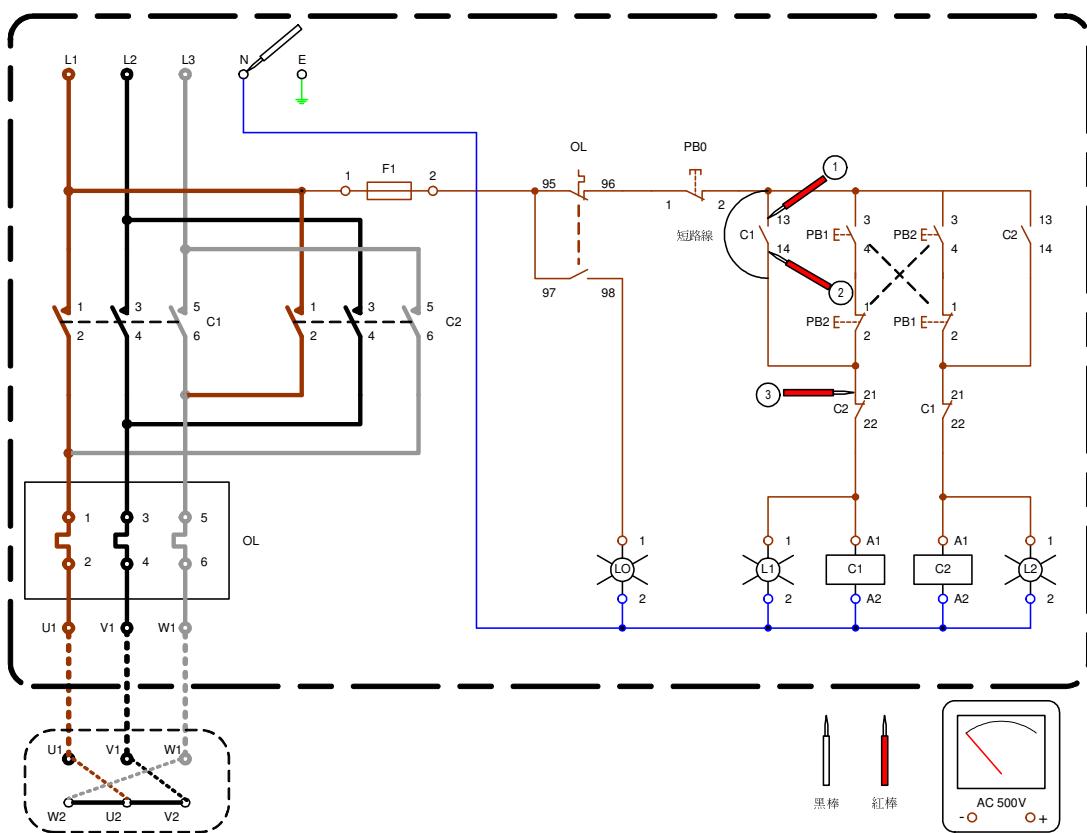
若按下任何啓動按鈕如 PB1 或 PB2，電路都完全沒有反應，這時應使用萬用錶，並選擇交流電壓檔 AC500V，一枝錶棒（黑）接於總中性點（無需移動），另一枝錶棒（紅）接於 F1-1 看看是否有電，如果有電，再向下游移動至下一點 F1-2、OL-95、OL-96、PB0-1、PB0-2、PB1-3 等，按下 PB1 按鈕不放，再檢測 PB1-4、PB2-1、PB2-2、C2-21、C2-22、C1-A1 及 C1-A2 等，直至找出沒有電的點便可確定那處出現問題。C1-A2 基本上是中性點，若測出有電壓，則表示該點與總中性點連接線開路。



接上電源用電壓排故

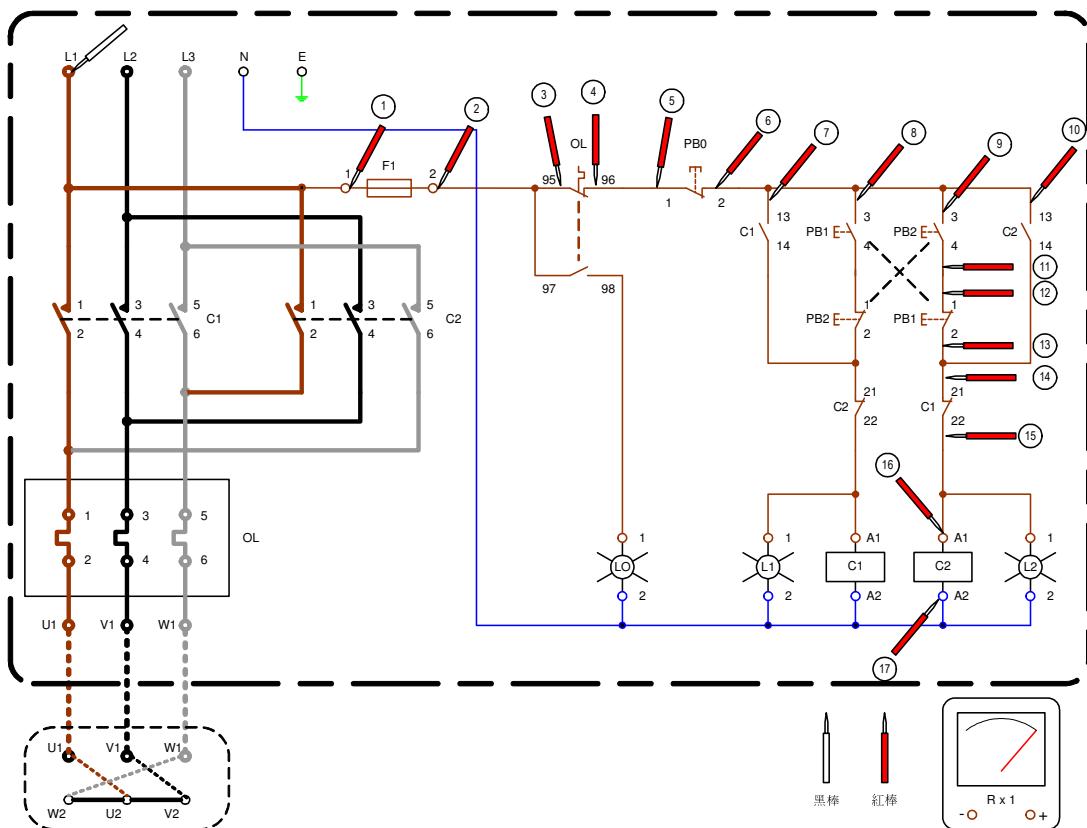
- 電路某部份不正常或工作程序錯誤

若電路某部份不正常或工作程序錯誤，必須明白電路圖的運作原理，才可排故。例如：按下 PB1 後，接觸器 C1 索下，但放手後，C1 復位彈出。這表示觸發 C1 的電路沒有問題，應是自保持電路 C1-13 及 C1-14 出問題。應檢查 C1-13 及 C1-14 常開接點狀態及這部份的佈線是否有問題；也可在不按 PB1 情況下，將 C1-13 及 C1-14 短路，若電路佈線正常，當 C1-13 及 C1-14 短路後，接觸器 C1 應立刻索下，此時測試 C1-13、C1-14、C2-21 各點看那一點沒有電壓，便可找出那處出錯。



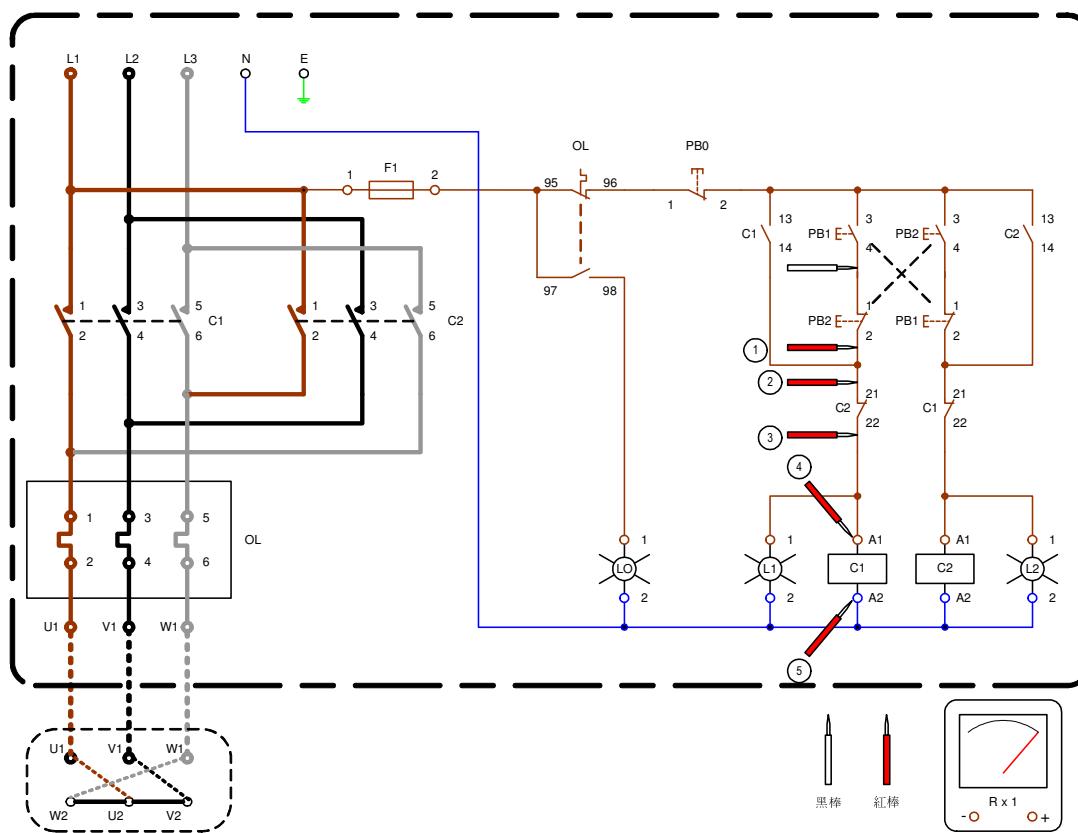
根據電路工作原理排故

- 用電阻錶以阻值排除開路式故障



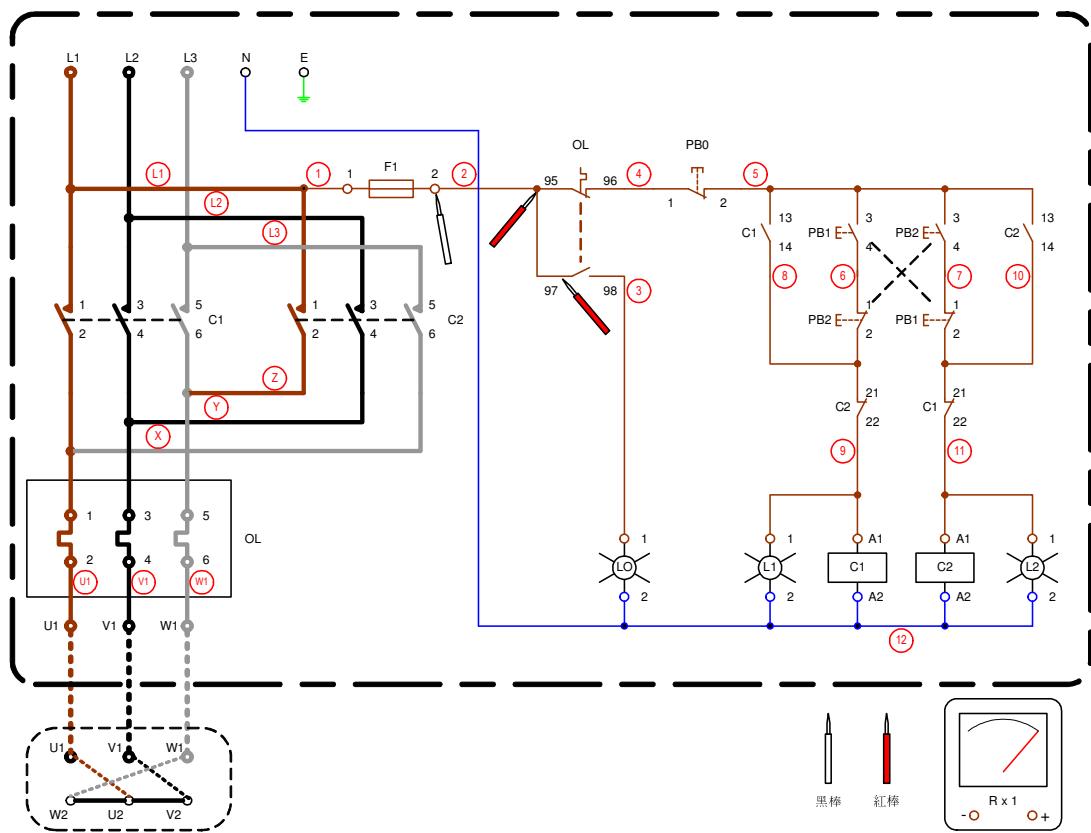
用電阻錶以阻值由總電源點開始作開路式排故

若電路不能接上電源，可用電阻錶排故，一般可找出開路式故障，惟效率較低。用萬用錶電阻檔 $R \times 1$ ，一枝錶棒（黑）接於總電源點 L1（無需移動），另一枝錶棒（紅）接於 F1-1 看看是否低阻通電，如果通電，則表示該段電路沒有開路，再向下游移動至下一點 F1-2、OL-95、OL-96、PB0-1、PB0-2、C1-13、PB1-3、PB2-3、C2-13 等，按下 PB2 按鈕不放，再檢測 PB2-4、PB1-1、PB1-2、C1-21、C1-22、C2-A1 及 C2-A2 等，以上各點除 C2-A2 因為接觸器線圈有電阻，測出阻值較高外，其他都應該出現低阻值；若發現那一點出現高阻值不通電，則表示該點出現開路問題，應立刻檢查該點的佈線或有關的接點狀態。再用同一原理檢測其他分路，有需要時可用手按下某些接觸器或限位掣，使某些常開接點閉路，便可進行檢測。另外，若電路較繁複，也可將（黑）錶棒移至下游位置，然後移動（紅）棒作分段檢測。

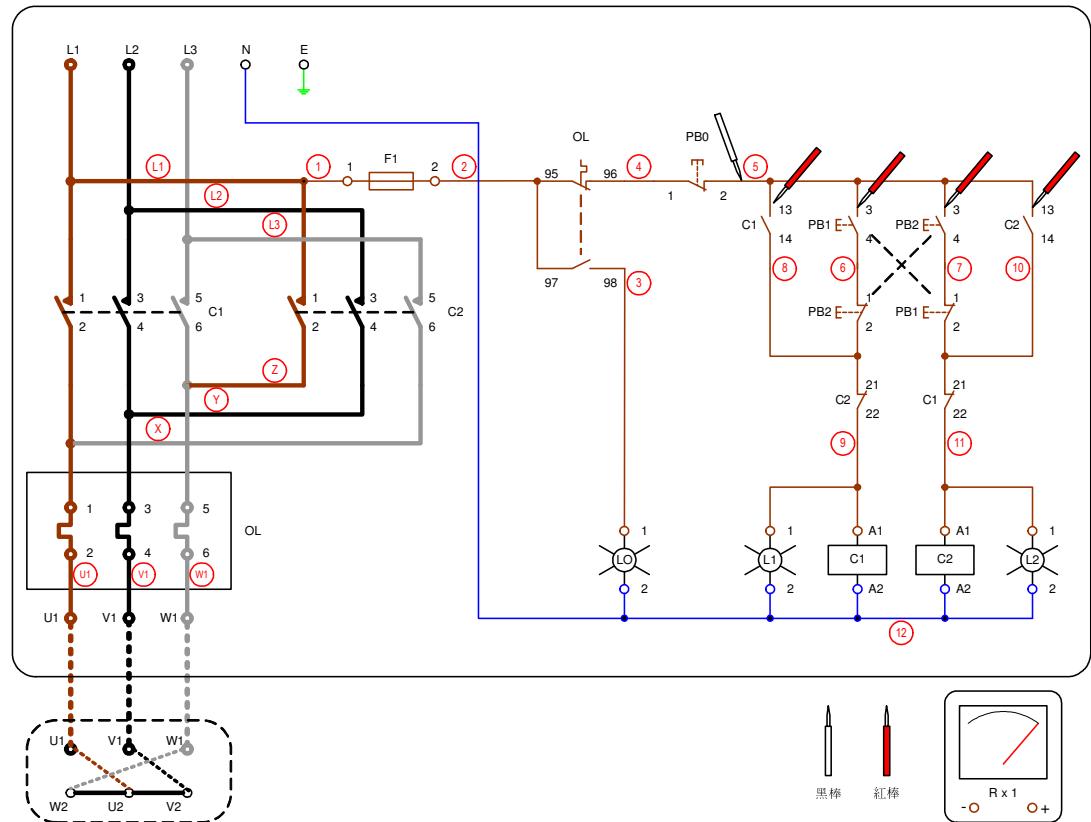


用電阻錶以阻值作分段開路式排故

- 用電阻錶以阻值排除開路式故障（以同一工作電位點珠仔號碼參考）
若電路已編訂同一工作電位點珠仔號碼，也可作此參考來排除開路式故障。先將一（黑）錶棒移某一珠仔號碼開頭處，然後移動另一（紅）錶棒至其他同一工作電位點作檢測，若電路的佈線正常，各點都應出現低阻通電。但要留意某些電路可能會經某些常閉接點而與另一工作電位接通，形成一回路，以致令測試不準確，有需要時應將某些常閉接點暫時開路隔離。



用電阻錶以同一工作電位點珠仔號碼參考並根據阻值作開路式排故 (1)



用電阻錶以同一工作電位點珠仔號碼參考並根據阻值作開路式排故 (2)