

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

最佳創意獎

091009

水塔自動定時清洗裝置

學校名稱：國立泰山高級中學

作者：	指導老師：
職一 林家銘	鄭聰賢
職一 侯博鈞	張玉鼎

關鍵詞： 水塔、清洗、水位控制

摘要

本研究是設計一個清洗水塔的自動化流程與設備，來取代需要專業人員的清洗水塔工作。這個清洗裝置有下列幾項特色：

特色 1：具有定時功能，讓使用者不用特地以手動操作來清洗，所以在忙碌的生活中，清洗裝置也能達到自動清洗功能，來保持住戶用水的品質。

特色 2：清洗之前，有一段水位控制時間，會將住戶用水的水位保持在低水位，以免浪費太多水源，一來環保，二來省錢。

特色 3：以自動清洗來替代人力清洗，除了省時、省力，也不用花太多金錢清洗水塔，就能有好品質的水。

特色 4：進水時進行一般灑水動作，跟進水一起同部進行，這樣可以使表壁邊的細塵被沖洗掉，而不容易形成髒污，達到維持乾淨的效果。

壹、研究動機

水是我們每天必備的天然資源，而水塔是用來供給我們住戶用水的大容器，但是時間一久，水塔裡總會有一些淤泥，所以隔一段時間我們就要清洗水塔，以確保用水品質。

可是現在人們因為工作忙碌而沒時間去做清理水塔的工作，所以大多是請人幫忙清洗水塔，但是清洗不是簡單的工作，須先排水再進水塔內清洗，清洗完再花了九牛二虎之力爬出，接著還要開始進水的工作，既費錢、費時又費力，因此我們想研究是否有更方便清洗水塔的方式。

貳、研究目的

設計一個清洗水塔的自動化流程與設備，以自動清洗取代人力清洗，減少人力，避免發生意外，縮短住戶無法用水的時間，進而達到方便、迅速、省時的目的。

參、研究設備器材

- 一、透明桶子*2(模擬水塔和蓄水池)
- 二、雙液位水位控制器*1(模擬原本水塔有的控制器)
- 三、抽水馬達 1/2 馬力*1(模擬原本供水的抽水馬達)
- 四、PLC [FX2N]*1
- 五、電磁閥*2
- 六、灑水器*1
- 七、固定架 *1
- 八、繼電器*1
- 九、模擬測試開關*6
- 十、漏電斷路器*1
- 十一、 凡而*3

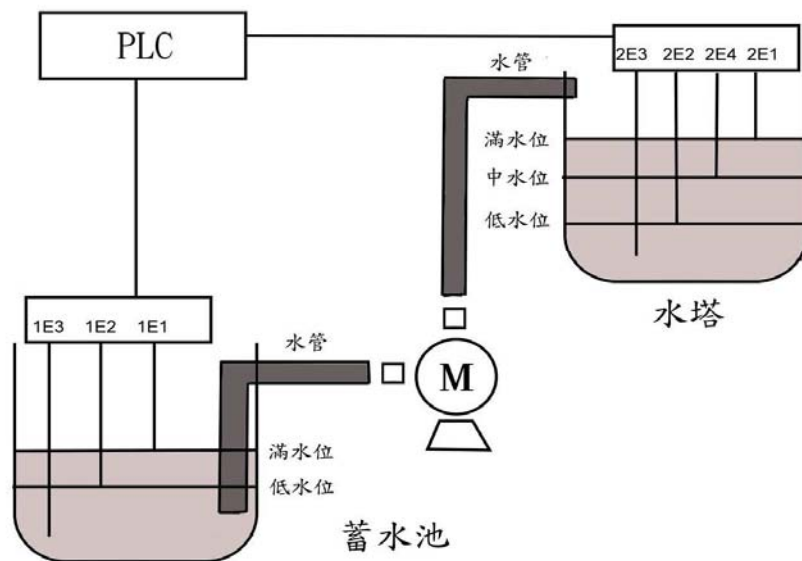
肆、研究過程及方法

一、方法：

使用 PLC 程式自動控制以及灑水器來清洗水塔。

二、說明：

(一) 結構圖：



(二) 器具說明：

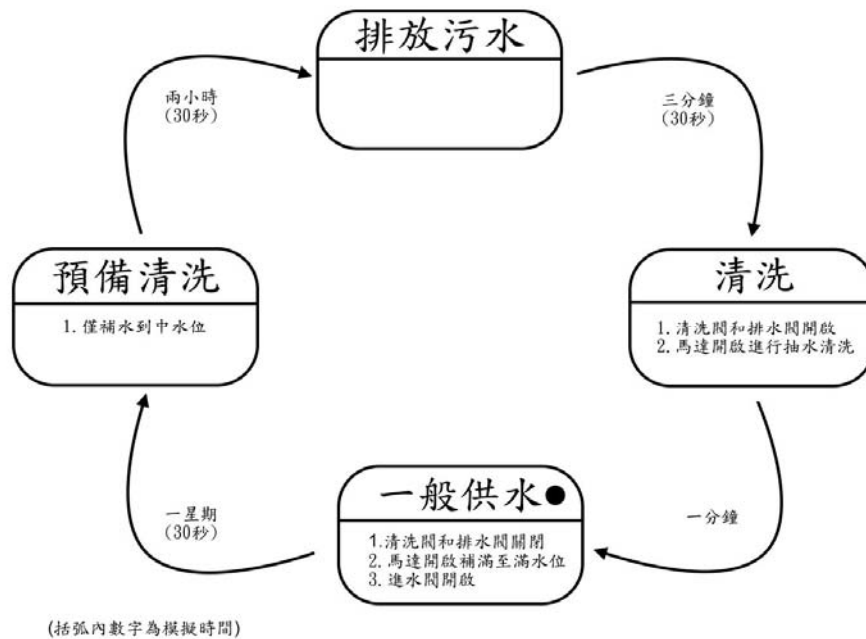
1. 把原本的雙液位開關的三支極棒擴充為四支，用來控制「預備清洗狀態」的中水位，達到省水效果。
2. 將供水管線另作一分支，以作為水塔清洗之水源。
3. PLC 是來控制程序動作的設備，它類似電腦一樣，可以存入指令來讓他執行動作，達到自動控制的功能。

(三) 動作過程：

1. 一般正常使用下，電路保持計時功能，水塔沒水則進水閥打開(一般水塔水位控制)。
2. 當要進行清洗水塔前，開始控制水位，限制最高水位為中水位(2E4 與 2E1 短接)。

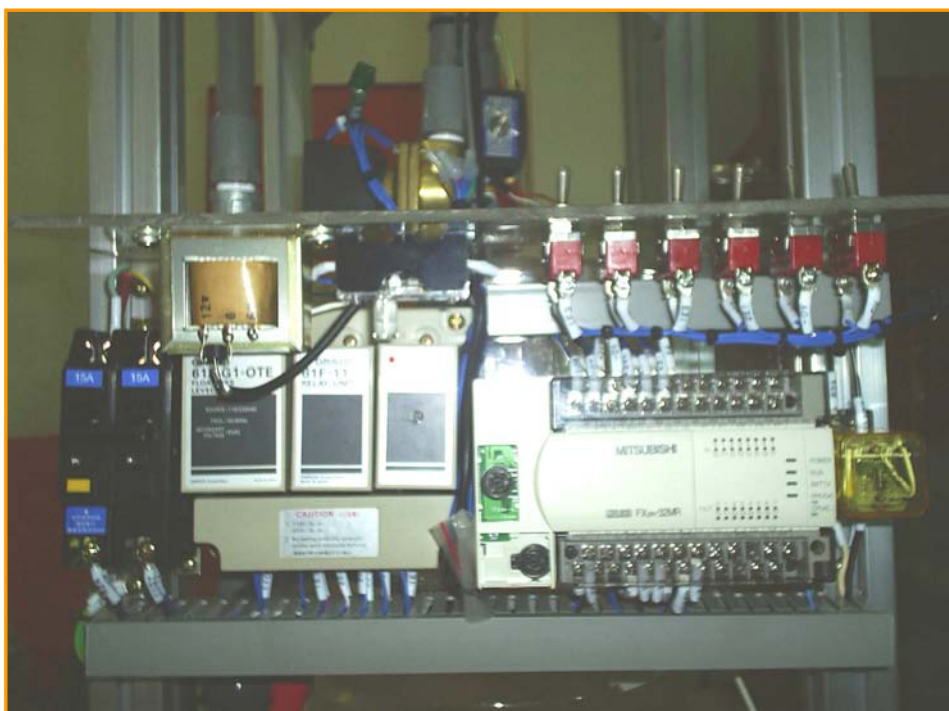
3. 開始清洗時，排水閥開啓，排完一段時間則清洗閥也開啓，則灑水器開始旋轉清洗，而進水閥關閉。
4. 清洗完後，所有閥關閉，只開啓進水閥，將水位加滿至滿水位後回到一般用水狀態。(2E1、2E4 短接切斷)。

(四) 狀態圖：



(五) 組裝：

1. 先把雙液位控制器、PLC、繼電器、開關固定在板子上。



2. 桶子 A 底部挖洞倒過來當水塔並裝上灑水器、電極棒(由長至短分別為 E3、E2、E4[E1']]、E1[E1 和 E4 短接起來，由 PLC 控制)][圖 3][圖 4]。
(灑水器原理是利用水壓導致灑水頭旋轉，水壓愈大，旋轉速度愈快，清洗效果愈好。)



3. 桶子 B 當蓄水池並把開口處切開。



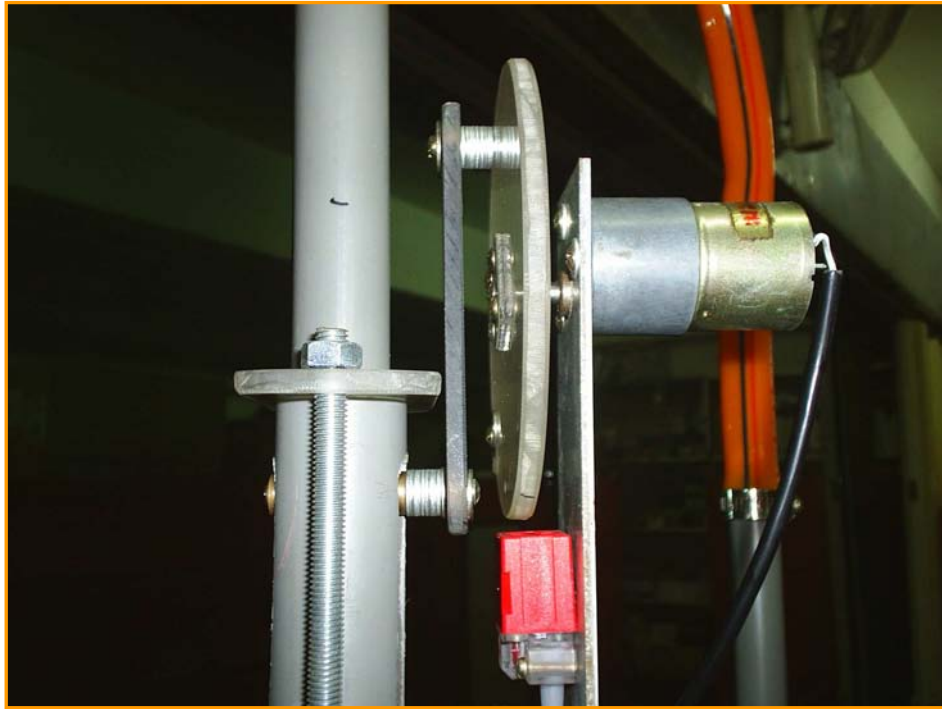
4. 把電磁閥固定在蓄水池上方當進水管制。



5. 把原本固定清洗的灑水器，以凸輪原理來達到伸縮的效果，這樣就不會只清洗某個部位，降低清洗效果。



6. 伸縮裝置也加裝近接開關，因為如果不保持灑水器在最高點，則在進水時水位升高，而把灑水器泡在水中，長期下來可能造成損壞，所以爲了增加器具的耐用度，因此把灑水器停下來的位置提高。

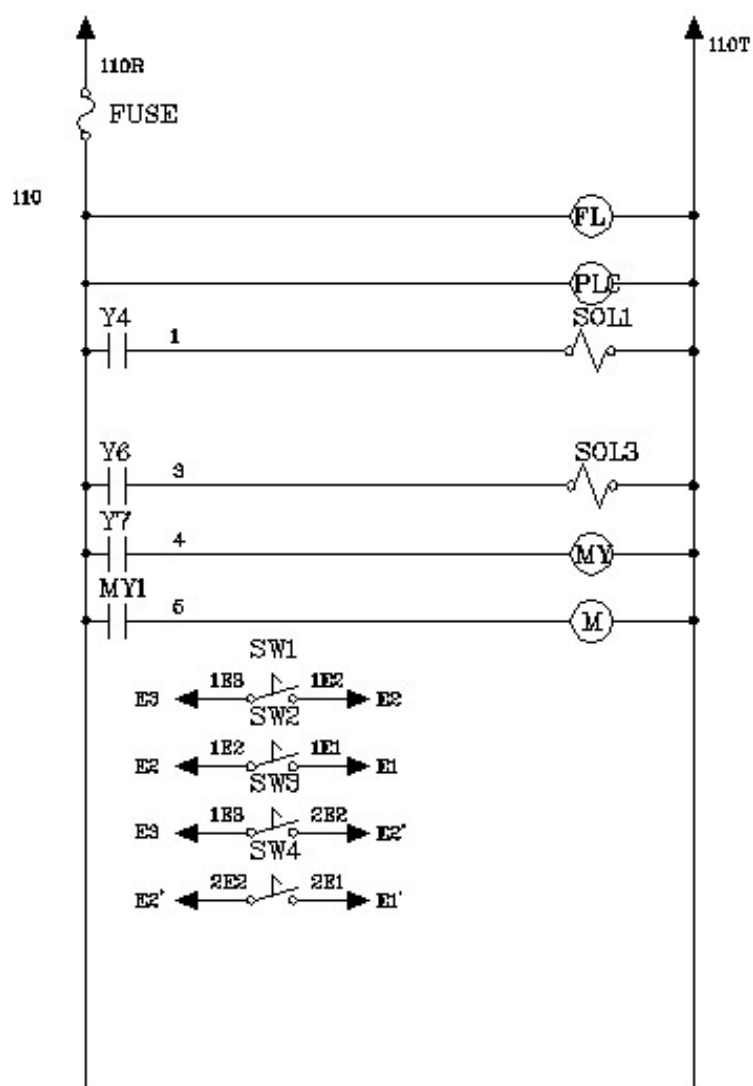


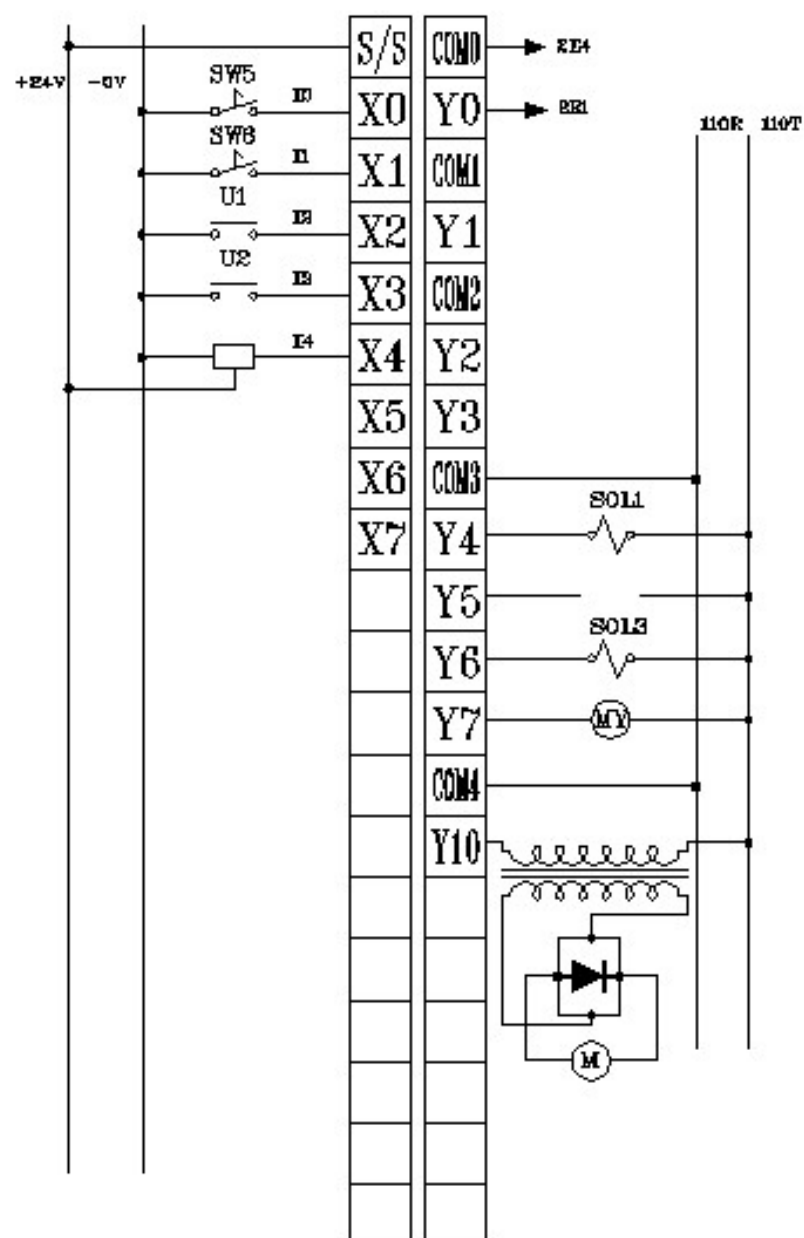
7. 加裝 3 個凡而來控制水量，上圖左邊是控制清洗水量，右邊是進水量; 下圖是控制總水量。



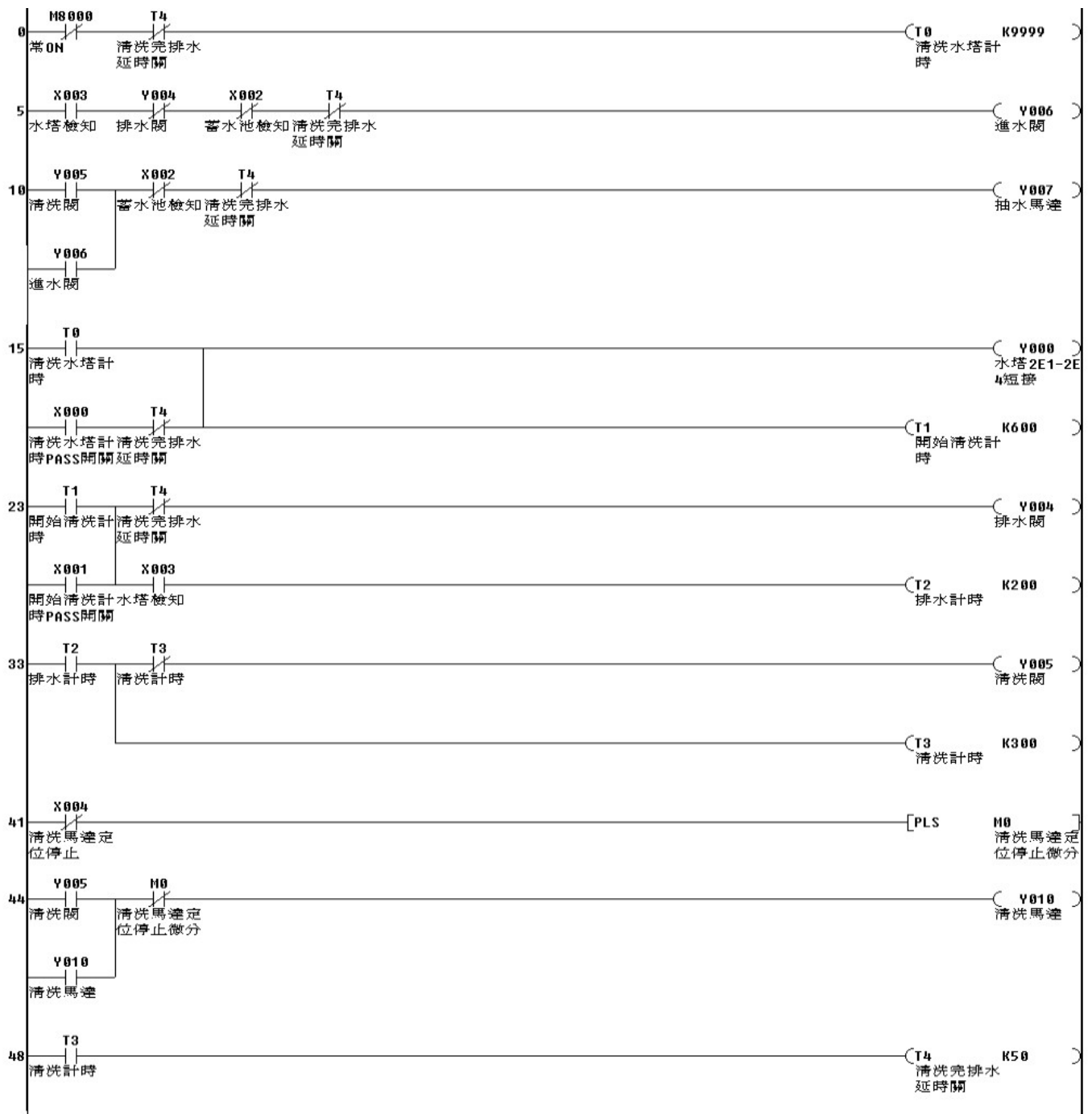


(六) 電路圖：





(七) PLC 內部程式圖



伍、研究結果

灑水器利用水壓旋轉清洗方式清洗，我們以兩個月未清洗的水塔當作實驗對象，結果清洗測邊和底部效果 99%，所以這一個清洗的效果是可行的。

兩個月的水塔除了泥沙之外，並沒有發現任何明顯的物質，例如:水垢、青苔……。

清洗水量:清洗時間(37)秒,共花了(3.35)公升水量,平均每分鐘花費(5.4)公升水量

算法:清洗總水量=桶子半徑*桶子半徑*圓周率*用水高度

$$=7.5(\text{CM}) * 7.5(\text{CM}) * 3.1415 * 19(\text{CM})$$

$$=3357.478(\text{c.c.})$$

$$=3.357(\text{L})$$

平均每分鐘花費時間=總水量/清洗時間*60

$$=3.357(\text{L}) / 37(\text{s}) * 60(\text{s})$$

$$=5.443(\text{L})$$

陸、討論

一. 問題：成本可以再降低嗎？

討論：經過我們的比較，發現 PLC 成本佔約 50%，若使用單晶片來取代 PLC，則可以大幅節省約 2100 元的成本。

節省器具價錢比較

節省前		節省後	
器具名稱	價錢	器具名稱	價錢
雙液位開關(內建)	X	雙液位開關(內建)	X
抽水馬達(內建)	X	抽水馬達(內建)	X
繼電器(內建)	X	繼電器(內建)	X
漏電斷路器(內建)	X	漏電斷路器(內建)	X
電磁閥*2	2000	電磁閥	2000
灑水器	60	灑水器	60
近接開關	180	近接開關	180
PLC(台)14MR	2600	單晶片(小)	500
凡而*3	60	凡而*3	60
水材配件	200	水材配件	200
總合	5100	總合	3000
	價差	2100	

二. 問題：如何將預備清洗時，住戶所需用水的水位拿捏恰當(限制水位的中水位).

討論：每個住戶的用水量不同，所限制水位的高低也不同，所以我們以水費單來大概計算一天所使用的平均水量，再以所算出來平均水量的二分之一到三分之一的水量換算成中水位的高度，例如：假設平均一天用水 1200 公升，取二分之一到三分之一為 600 公升以及 400 公升，再以水塔的體積來算高度幾公分，再假設水塔半徑 50 公分，水塔表面積則是： $50*50*3.14=7850$ (平方公分)，以 600 公升來算， $600 \text{ 公升}=600000\text{c.c}$ ， $600000/7850=76.4(\text{cm})$ ，所以中水位的高度大約在 70~80 公分左右.

柒、結論

經由本實驗的縮小版模擬系統測試與一般水塔實地測試後能達成以下目標：

- 一、省時：一切由 PLC 自動化操作，免除時間成本。
- 二、省錢：可節約清洗用水水量與聘用清潔人員的花費。
- 三、省力：不必進出水塔以及使用清潔工具。
- 四、安全：自動化操作，免除人員意外或是通風不良而休克。

捌、參考書目

劉生武、謝金蘭（民 95）室內配線丙級術科通關寶典：台科大

彭錦銅（民 93）可程式控制實習設計實務：台科大

台北市自來水事業處：水池水塔清洗作業流程

www.twd.gov.tw/service/com/file/水池水塔清洗流程（附件五）.doc

【評語】 091009

1. 作品從規劃、設計到系統完成全由兩位同學同心協力的結果，誠屬不易。
2. 學生對於自動定時清洗水塔的觀念，具備創意性。
3. 學生相當瞭解系統的完整性，語言表達及操作技術表現理想。
4. 本作品的實驗結果可以改善家庭清洗水塔的方法，具備實用性的價值。