

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高職組-電子

科 別：電子、電機及資訊

組 別：綜合高中（高職）

作品名稱：溫熱水兩用飲水機省電控制之研究

關 鍵 詞：

編 號：091011

學校名稱：

國立關山高級工商職業學校

作者姓名：

宋吉民、陳冠忠、張修誠、許家源

指導老師：

黃文璉、陳玉霖



名稱：溫熱水兩用飲水機省電控制之研究

一、研究動機：

在本學期家電檢修實習課程中，第二單元的電熱類家電實習單元裡，老師特別提到：在家庭電器中，耗電量最高的，即屬於電熱類家電，也就是由電能轉換為熱能的電器用品。諸如：電烤箱、烤麵包機、電鍋、飲水機等，而這些耗電量高的電器用品有些只是短時間使用，譬如：電烤箱、烤麵包機，但有些則是長時間使用，譬如：電鍋、飲水機。電熱類家電短時間使用，其耗電量自然比較少，但若是長時間使用，其累積消耗的電量則很高。如何將需要長時間使用的電熱類家電，作一個有效的管理使用，以節省消耗電能，即是老師引導我們此次研究的動機，況且台灣自然資源有限，尤其每到夏季用電需求高時，即有可能遭到限電的困擾。所以，若要改善台灣用電吃緊的情況，必須研究有效的電力紓解途徑，才能解決電力不足的窘境。因此，我們針對一般家庭幾乎都具備的溫熱水兩用飲水機，作為此次科展的研究對象。

家裡使用的溫熱水兩用飲水機，開機使用時間是全天候 24 小時，其煮沸開水(約 100)之後即開始保溫，但溫度太低(約 94)時，又繼續加熱煮沸，反覆之間，無形中形成一種資源及金錢上的浪費。我們都知道隨手關燈的觀念，但對飲水機而言，卻未隨手關機，所以我們將溫熱水兩用飲水機，多加裝一個 24 小時多段定時器，設定家裡有人使用期間的開機時間，以及沒人使用期間的關機時間，如此來減少開機使用時間，以便節省家庭電費支出，並達到紓解尖峰用電的情況。

二、研究目的：

- (一)溫熱水兩用飲水機多加裝一個 24 小時多段定時器，經設定開、關機後，減少無人使用時段之節省電費的成效如何。
- (二)溫熱水兩用飲水機多加裝一個 24 小時多段定時器，設定關機期間節省之電力，可供給工業用電或辦公室之空調設備電力。
- (三)溫熱水兩用飲水機多加裝一個 24 小時多段定時器，設定關機期間節省之電力，可減輕發電量，減少發電機組。

三、研究設備及器材：

- (一)溫熱水兩用飲水機 2 部。(如 1.溫熱水兩用飲水機規格)
- (二)無熔絲開關 1 個。
- (三)千瓦小時計 2 個。
- (四)24 小時多段定時器 4 個。
- (五)通電延遲限時電驛 3 個。
- (六)電磁閥 6 個。

1.溫熱水兩用飲水機規格：

總容量：9 公升

額定電壓：110 伏特

額定頻率：60 赫芝

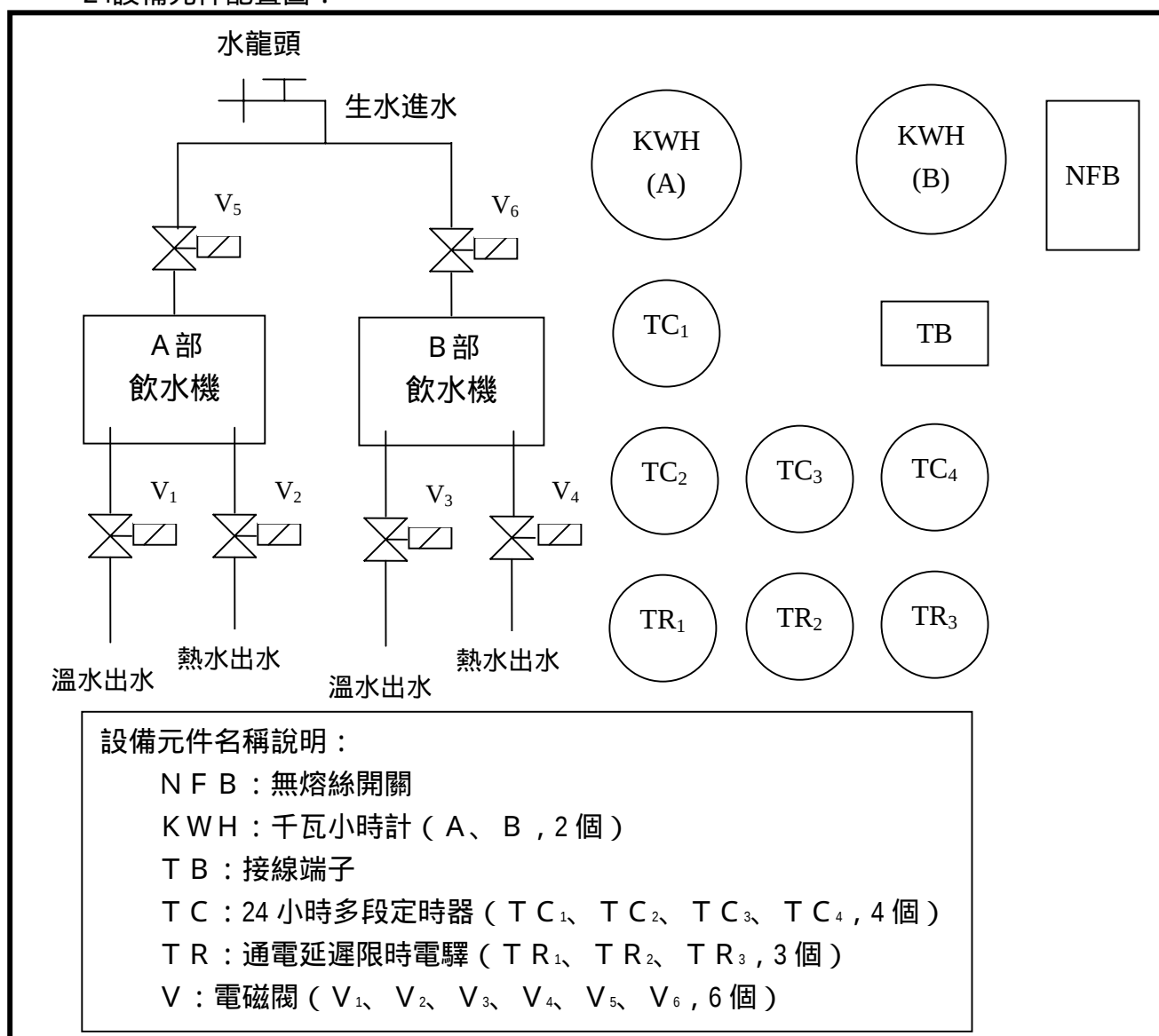
煮沸消耗功率：650 瓦特

保溫消耗功率：50 瓦特

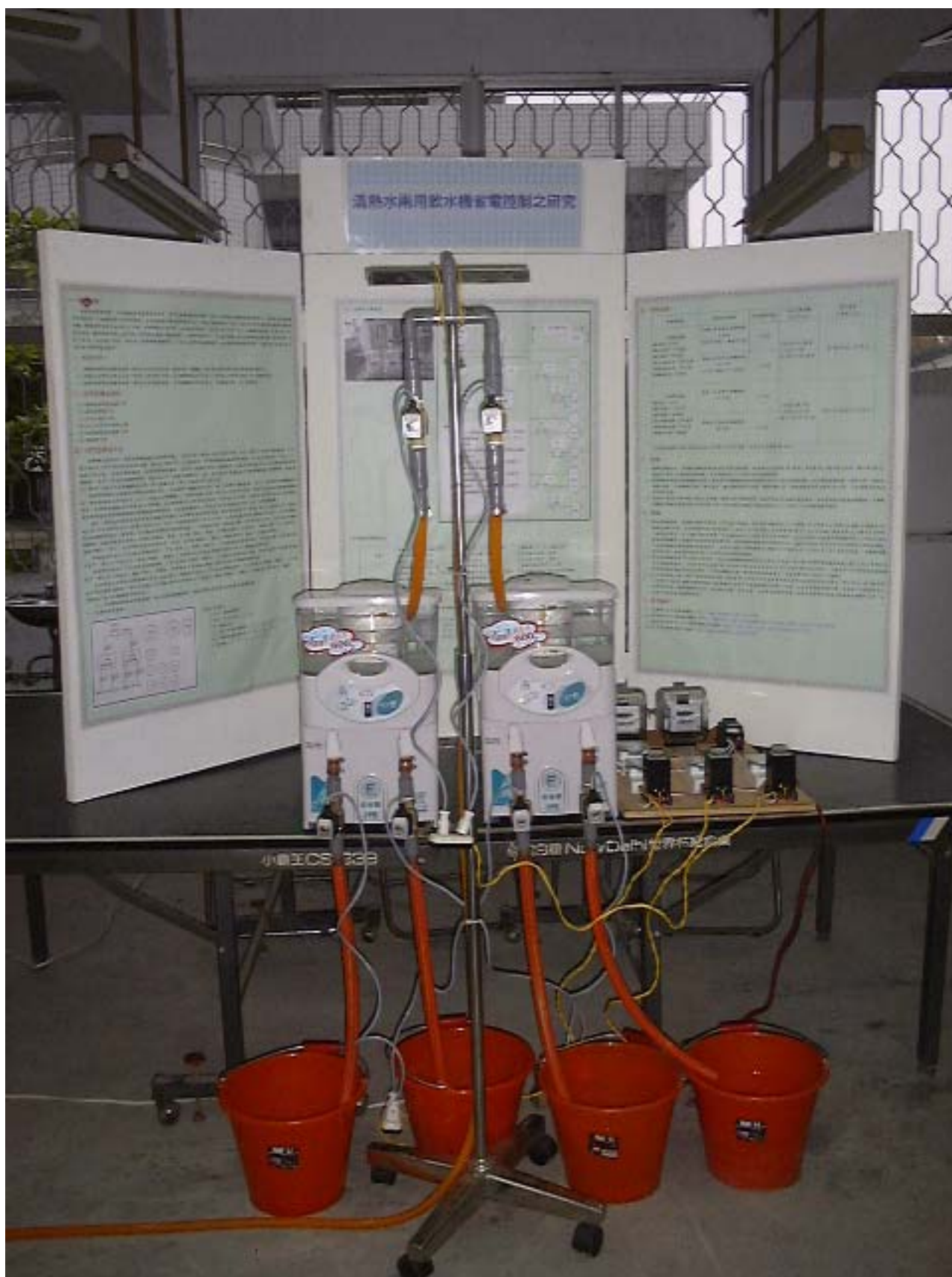
設備元件配置圖如圖 2。

設備元件實體圖如圖 3。

2.設備元件配置圖：



3.設備元件實體圖：



四、研究過程或方法：

本實驗利用同一規格之兩部溫熱水兩用飲水機，一部多加裝一個 24 小時多段定時器，另外一部則 24 小時全天候開機。多加裝一個 24 小時多段定時器之飲水機，即是先了解全家人生活的習性，再來做開機及關機時間控制。以一般上班族而言，白天大人都 在公司上班，小孩在學校讀書，此段時間設定關機，直到家人回來時再設定開機使用；也就是預先設定好有人在家飲用水時的開機時間，及沒人在家時的關機時間，就好比多一隻隨手關機的手一樣，差別在於它是預先設定好飲水機開機及關機時間，如此與另一部 24 小時全天候開機的飲水機，作一實驗比較，即可了解節省電力的多寡。

將兩部同類型之溫熱水兩用飲水機設為 A、B 兩部，A 部飲水機多加裝一個 24 小時多段定時器，預先設定好其自動開機及關機時間，B 部飲水機則是全天候 24 小時開機，且 A、B 兩部飲水機預先加入 6500cc 的生水，送電後模擬溫水飲用、熱水飲用及生水補充動作（如(一)控制電路圖）。

溫水出水量、熱水出水量及生水進水量之數據乃依據 15 位同學在家期間飲用溫水量及熱水量平均得來，因每戶家庭人口數的不同，經過以上這 15 位同學家中之人口數平均為 4 口，所以，本實驗數據以一家 4 口計算。又因為考慮到非假日與假日之區別，所以本實驗區分兩種時段進行，即星期一至星期五的非假日時段與星期六、日的假日時段。所以在星期一至星期五每天當中，家人待在家裡時間較短，經統計後得知溫水一天消耗 4500cc，熱水一天消耗 700cc，總計一天消耗 5200cc；在星期六、日每天當中，家人待在家裡時間較長，所以，用平常飲水量的兩倍計算，溫水一天消耗 9000cc；熱水一天消耗 1400cc，總計一天消耗 10400cc。

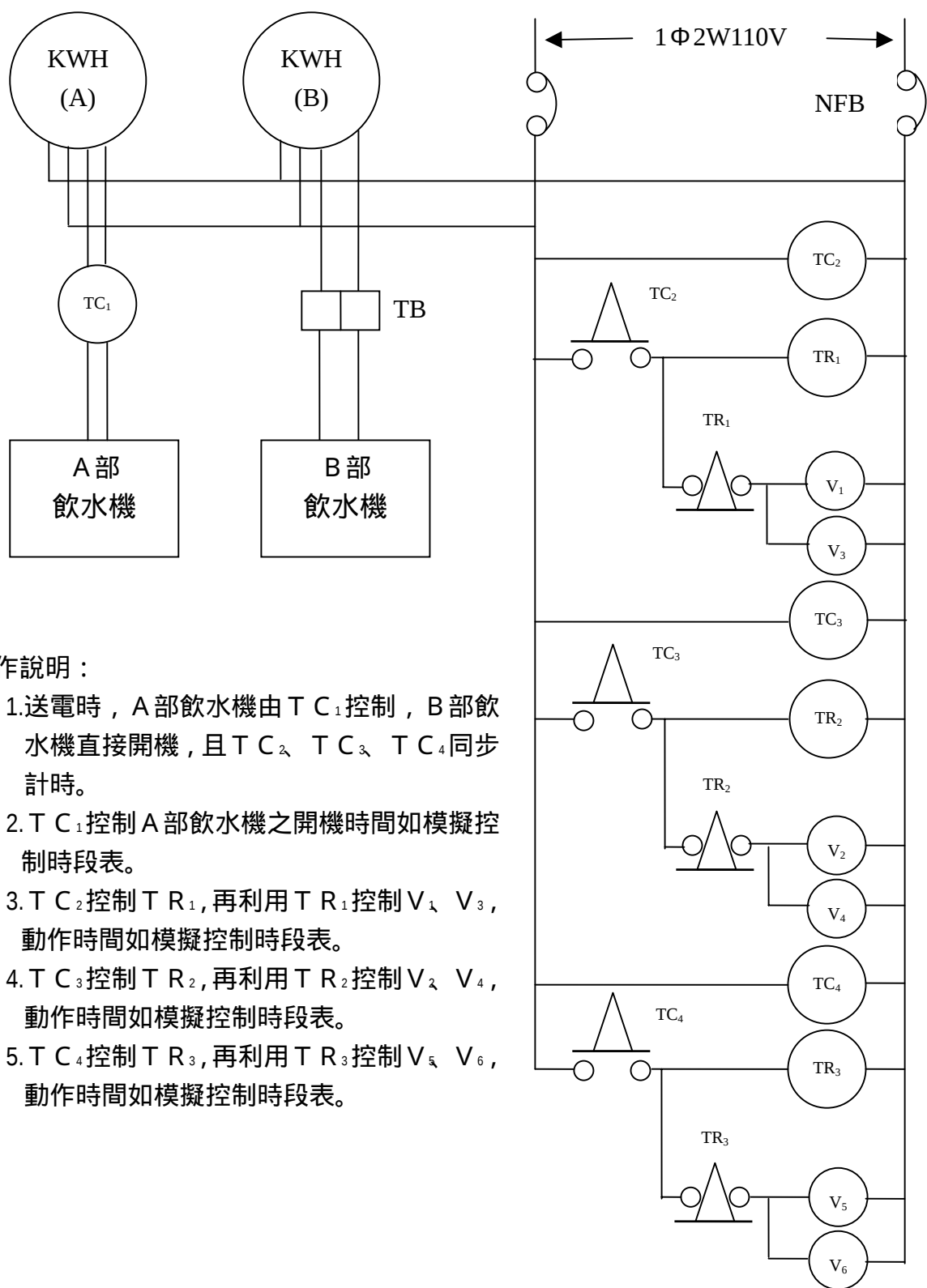
控制溫水出水之 TR_1 經反覆測試得知， TR_1 設為 15.1 秒時，開啟 V_1 、 V_3 的溫水出水量為 450cc，所以在星期一至星期五每天當中，每日分 10 段出水，總計 4500cc；星期六、日則每日分 20 段出水總計 9000cc(如(二)模擬控制時段表)。

控制熱水出水之 TR_2 經反覆測試得知， TR_2 設為 4.2 秒時，開啟 V_2 、 V_4 的熱水出水量為 350cc，所以在星期一至星期五每天當中，每日分 2 段出水，總計 700cc；星期六、日則每日分 4 段出水總計 1400cc(如(二)模擬控制時段表)。

生水進水之自來水水壓經測試為 $17.5\text{kg/cm}^2\text{G}$ 。控制生水進水之 TR_3 經反覆測試得知， TR_3 設為 18.2 秒時，開啟 V_5 、 V_6 的生水進水量為 2600cc，所以在星期一至星期五每天當中每日分 2 段進水，總計 5200cc，星期六、日則每日分 4 段進水，總計 10400cc(如(二)模擬控制時段表)。

A、B 兩部溫熱水兩用飲水機，如上述情境模擬測試，比較其每月消耗電力及電費(如研究結果)。

(一)控制電路圖：



動作說明：

1. 送電時，A 部飲水機由 TC₁ 控制，B 部飲水機直接開機，且 TC₂、TC₃、TC₄ 同步計時。
2. TC₁ 控制 A 部飲水機之開機時間如模擬控制時段表。
3. TC₂ 控制 TR₁，再利用 TR₁ 控制 V₁、V₃，動作時間如模擬控制時段表。
4. TC₃ 控制 TR₂，再利用 TR₂ 控制 V₂、V₄，動作時間如模擬控制時段表。
5. TC₄ 控制 TR₃，再利用 TR₃ 控制 V₅、V₆，動作時間如模擬控制時段表。

(二)模擬控制時段表：

星期	電磁閥(V ₁ 、V ₃)開啟時間 溫水出水次數，容量 溫水出水時段，總量	電磁閥(V ₂ 、V ₄)開啟時間 熱水出水次數，容量 熱水出水時段，總量	電磁閥(V ₅ 、V ₆)開啟時間 生水進水次數，容量 生水進水時段，總量
星期一至星期五	電磁閥開啟時間 15.1 秒 溫水出水 10 次，每次容量 450cc 溫水出水時段為； 6:45、7:15、17:30、18:15、 19:00、20:00、20:30、21:15、 22:00、22:45 總量 4500cc	電磁閥開啟時間 4.2 秒 熱水出水 2 次，每次容量 350cc 熱水出水時段為； 6:30、22:30 總量 700cc	電磁閥開啟時間 18.2 秒 生水進水 2 次，每次容量 2600cc 生水進水時段為； 20:15、23:00 總量 5200cc
星期六至星期日	電磁閥開啟時間 15.1 秒 溫水出水 20 次，每次容量 450cc 溫水出水時段為； 7:30、8:00、9:15、10:15、 11:00、11:45、12:45、13:45、 14:30、15:15、16:00、16:45、 17:30、18:15、19:00、20:00、 20:30、21:15、22:00、22:45 總量 9000cc	電磁閥開啟時間 4.2 秒 熱水出水 4 次，每次容量 350cc 熱水出水時段為； 7:30、10:30、17:45、22:30 總量 1400cc	電磁閥開啟時間 18.2 秒 生水進水 4 次，每次容量 2600cc 生水進水時段為； 9:45、15:30、19:30、23:00 總量 10400cc

五、研究結果：

經由多加裝一個 24 小時多段定時器控制飲水機開機、關機時間之 A 部飲水機及全天候開機使用的 B 部飲水機，經由模擬控制後，由瓦時計量測之數據如下（如(一)實際量測數值表）。若由推演計算後之數據如下（如(二)理論計算數值表）。由實際量測與理論計算得知，兩者相差之數值甚小，故實際與理論是契合的。

(一)實際量測數值表：

飲水機別	開機使用時間	每日耗電 度數	每月耗電度數 (以 30 天計)	每月電費 (1 度電 2 元)
A 部飲水機	星期一至星期五開機時間 8 小時 (6 點至 8 點，17 點至 23 點)	1.04 度	1.04×22=22.88 度 1.75×8=14 度 22.88+14=36.88 度	(22.88+14)×2 =73.76 元
	星期六至星期日開機時間 16 小時 (上午 7 點至下午 23 點)	1.75 度		

B 部飲水機	星期一至星期五開機時間 24 小時	1.75 度	1.75×22=38.5 度 2.19×8=17.52 度 38.5 +17.52=56.02	(38.5+17.52)×2 =112.04 元
	星期六至星期日開機時間 24 小時	2.19 度		
A 部飲水機較 B 部飲水機每月減少消耗電力 19.14 度電，且減少支出電費 38.28 元				

(二)理論計算數值表：

飲水機別	開機使用時間	每日耗電度數	每月耗電度數 (以 30 天計)	每月電費 (1 度電 2 元)
A 部 飲水機	星期一至星期五開機時間 8 小時 (6 點至 8 點，17 點至 23 點)	初始煮沸消耗電能： $\frac{650 \times 20 \times 2}{1000 \times 60} = 0.43$ 度 反覆煮沸消耗電能： $\frac{650 \times 24}{1000 \times 60} = 0.26$ 度 保溫消耗電能： $\frac{50 \times 416}{1000 \times 60} = 0.35$ 度 總計：1.04 度	1.04×22=22.88 度 1.72×8=13.76 度 22.88+13.76=36.64 度	36.64×2=73.28 元
	星期六至星期日開機時間 16 小時 (上午 7 點至下午 23 點)	初始煮沸消耗電能： $\frac{650 \times 20 \times 1}{1000 \times 60} = 0.22$ 度 反覆煮沸消耗電能： $\frac{650 \times 72}{1000 \times 60} = 0.78$ 度 保溫消耗電能： $\frac{50 \times 868}{1000 \times 60} = 0.72$ 度 總計：1.72 度		
B 部 飲水機	星期一至星期五開機時間 24 小時	反覆煮沸消耗電能： $\frac{650 \times 52}{1000 \times 60} = 0.56$ 度 保溫消耗電能： $\frac{50 \times 1388}{1000 \times 60} = 1.16$ 度 總計：1.72 度	初始煮沸=0.22 度 1.72×22=37.84 度 2.16×8=17.28 度 0.22+37.84+17.28=55.34 度	55.34×2=110.68 元
	星期六至星期日開機時間 24 小時	反覆煮沸消耗電能： $\frac{650 \times 96}{1000 \times 60} = 1.04$ 度 保溫消耗電能： $\frac{50 \times 1344}{1000 \times 60} = 1.12$ 度 總計：2.16 度		
A 部飲水機較 B 部飲水機每月減少消耗電力 18.7 度電，且減少支出電費 37.4 元				

六、討論：

- (一)由實際量測結果得知，家庭飲水機經加裝 24 小時多段定時器後，每月減少支出電費 38.28 元，而市售 24 小時多段定時器一個約為 500 元，也就是只要約 13 個月節省的電費，即可回收加裝 24 小時多段定時器的費用。
- (二)在開機使用期間若欲減緩熱水溫度下降太快(由實驗得知熱水溫度降至約 94 即又開始煮沸)，故可將熱水膽加裝一層保溫棉，保持熱水膽之溫度，以減緩熱水溫度下降之速度，避免短時間再次煮沸，增加電費支出。因保溫期間消耗功率是 50 瓦特，而煮沸期間消耗功率是 650 瓦特。
- (三)多加裝一個 24 小時多段定時器之飲水機，因每日減少開機時間，故應可增加飲水機的使用壽命。由研究結果之使用時間得知，A 部飲水機較 B 部飲水機每月減少使用 416 小時，即 A 部飲水機較 B 部飲水機每月至少可減少 17 天的電器損害壽命。

七、結論：

- (一)由實際量測結果得知，家庭飲水機經加裝 24 小時多段定時器後，每月減少消耗電力 19.14 度電，以台灣電力公司規定之電價(台灣電力公司電價表資料)計算，在基本用電度數 110 度電內，1 度電 2 元，則可減少支出電費 38.28 元。在上述討論中提及市售 24 小時多段定時器一個約為 500 元，約 13 個月節省的電費，即可回收加裝 24 小時多段定時器的費用，這只是以該戶的基本用電度數計算，但若該戶超過基本用電度數時，超過基本度的每度電價費更高，則 B 部飲水機使用的電費會更高，也就是多加裝 24 小時多段定時器的 A 部飲水機較 B 部飲水機每月節省電費之價差會更大，況且若是到夏月用電期間(台灣電力公司規定六月一日至九月三十日為夏月用電)，其每度電價費又是更高，也就是回收加裝 24 小時多段定時器的時間越快。
- (二)家庭飲水機經加裝 24 小時多段定時器，其白天使用期間的保溫消耗功率為 50 瓦特，而一部 20 噸空調設備消耗電力約 57.6 瓩(中央信託局冷氣機簡約資料)，以台北市大安區總戶數 110,546 戶計算(台北市大安區 91 年 3 月份戶數統計表資料)，只要其中 1152 部家庭的飲水機節省保溫期間消耗 50 瓦特之電力，即可供應辦公室用一部 20 噸空調設備電力，這對尖峰用電可說是一大紓解。
- (三)如此省電應用只要 11000 千部家庭的飲水機，經加裝 24 小時多段定時器節省白天或夜間保溫期間 50 瓦之電力，即可減少一部 550 千瓩(1 瓩等於 1000 瓦)燃煤汽輪發電機火力發電機組(台中火力發電廠簡介資料)。試想，在自然資源有限的台灣，若家家戶戶都利用此方式來節約用電，那發電廠即可減少，況且聚沙成塔，積少成多，今天有你的節約用電，則明天的台灣必將減少發電廠之增建及污染，如此即可達到省電及環保的目的。

八、參考資料：

- (一)台灣電力公司電價表網站 <http://www.taipower.com.tw/34.htm>
- (二)中央信託局冷氣機簡約網站
http://www.ctoc.com.tw/procureProduct/procure_Cmsup_Spec_AC_020.shtm
- (三)台北市大安區 91 年 3 月份戶數統計表網站 <http://www.tahr.taipei.gov.tw/statistics.htm>
- (四)台中火力發電廠簡介網站 <http://www.taipower.com.tw/6.htm>