

中華民國 第 50 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

091004

電費即時通

學校名稱：國立瑞芳高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二 洪揚鈞	蘇孝傑
職二 賴恒志	陳克堅
職二 高銘宏	
職二 吳祈緯	

關鍵詞：即時用電資訊、電力監控、節能省碳

摘要

一般消費者在使用電器時，都不知道花了多少電費，等收到帳單時才悔不當初，因此設計一套『**電費即時通**』系統，隨時可以顯示即時用電量、歷史用電度數、本月用電度數和本月用電電費等用電資訊，且設計電費計價調整電路和用電量大小調整及警示電路，有效地提醒消費者能適時的節約用電，以達成**節省電費**和**節能減碳**的目的。

台電未來計劃全面普及化數位電錶的使用率，本系統主要是在不影響瓦時錶的功能下，由專業人員將偵測用電資訊的電路封裝在傳統瓦時錶內部，將傳統瓦時錶數位化，消費者在無須更換新電錶之下，依然可以使用到與數位電錶相同類似的功能，而且政府也可以**節省龐大的預算（因為消費者不會買單）**。

壹、研究動機

家裡每次收到電費帳單時，總是會聽到爸媽的碎碎念，要我們節省用電避免荷包失血，為了清楚瞭解用電情形，得到屋外看家裡瓦時錶所顯示的度數和鋁盤轉動的快慢，可是消費者怎會知道自己用多少電，由於近年來什麼都漲就是薪水不漲，消費者對於電費的支出可是錙銖必較，例如購買省電器、變頻省電冷氣...等省電產品。如果當下能夠有個可以隨時提醒消費者即時用電資訊的設備，那麼在使用電器產品時，看到用電資訊往上飆升的同時，自己也會有所警惕，是否該節約用電。

因此我們小組就開始討論著能否設計一套可以輕易的了解家中用電資訊，隨時都能顯示目前已經使用多少用電量，利用高職課程所學習到的知識(如表 1-1 所示)，經過周詳的討論和蒐集相關資料，決定以製作『**電費即時通**』電路做為本次科展的研究方向。

年級	類別	科目
高一上學期	理論科目	基本電學
	實習科目	電腦軟體應用實習 基本電學實習
高一下學期	理論科目	基本電學
	實習科目	電腦軟體應用實習 基本電學實習
高二上學期	理論科目	電子學 電工機械
	實習科目	電子實習 數位邏輯實習
高二下學期	理論科目	基本電學 電工機械
	實習科目	電子實習 電子電路實習
高一寒暑假	實習科目	單晶片實習 感測器應用實習

表 1-1 課程學習內容

貳、研究目的

未來台電公司將全面普及化數位電錶的使用率如圖 2-1 所示，雖然市面上已有販售相似的電力監控設備，但是其設計方法大都以取樣有效電壓、有效電流、功率因數和使用時間，經過計算分析，以各種顯示器電路顯示其用電資訊，可是其缺點為**產品成本高、計算誤差高**等問題。

而本系統電路主要是在不影響瓦時錶的功能下，將偵測用電資訊的電路，由專業人員封裝在傳統瓦時錶內部，將傳統瓦時錶數位化，未來只要經過台電公司檢驗通過，透過電力線傳輸用電資訊到主電路，本系統電路依然可以具有台電公司之數位電錶所要求的類似功能。

同時本系統也具有**電路成本低、電費計價誤差極低**等特色，並且額外設計**警示用電大小調整電路**和**電費計價調整電路**等功能，來提醒消費者能隨時掌握用電量大小和電費支出，並養成節約用電的好習慣。



The image is a screenshot of a news article from the Apple Daily website. At the top, the Apple Daily logo is visible on the left, and navigation links like '筆電清倉 最低1.5折' and '保障房客' are on the right. Below the logo is a horizontal menu with categories: '2010-05-15', '日報首頁', '頭條要聞', '國際', '財經', '地產', '娛樂', '體育', '副刊', '即時新聞', '專欄', and '目錄'. The main headline reads '改數位電表 可月省**112**元' (Switch to digital electricity meters, can save 112 yuan per month). Below the headline is a sub-headline: '家庭顯示器能查度數 北部先試辦 2009年04月05日蘋果日報'. There are icons for '新聞快訊', '列印', '轉寄(9)', '引用(0)', '推薦(0)', and '點閱(3168)'. The article text begins with '【王玉樹/台北報導】「寧靜數位革命」即將起跑！台電規劃將全國1200萬用戶的機械電表，全面改為數位電表，未來民眾透過家中顯示器，可隨時看到「目前用電度數」、「最近1小時用電度數」等資訊，控制用電量，據國外經驗每戶可月省約11%電費；以國內家戶平均電費估算，約可月省112元，全案帶動的軟硬體商機也高達千億元以上。下半年北部部分民宅將先試辦。'

圖 2-1 台電公司推行數位電錶之新聞畫面

參、研究設備及器材

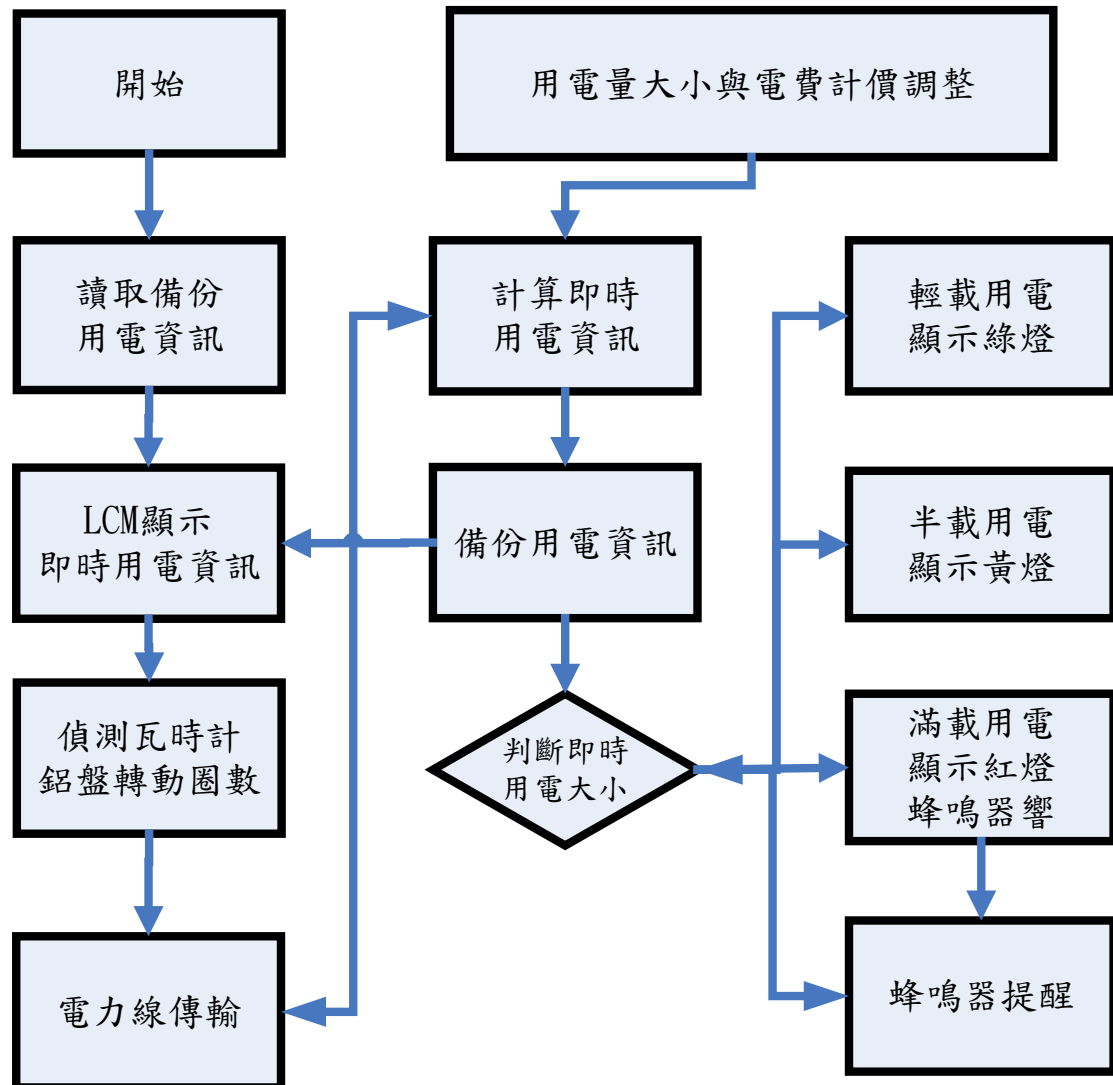
設 備			
名 稱	規 格	數 量	備 註
電源供應器		2 台	
示波器		1 台	
桌上型電腦	Core 2 Quad 2.50 GHz	1 台	程式模擬和燒錄
筆記型電腦	Celeron M 900 MHz	1 台	文書編輯
8051 燒錄器	WRITER 9111 ICCI	1 台	燒寫 8051
印表機		1 台	
器 具			
名稱	規格	數量	備註
麵包板		1 個	
8051 實習板		1 個	
電烙鐵		1 個	
烙鐵架		1 組	
尖嘴鉗		1 個	
剝線鉗		1 個	
斜口鉗		1 個	
IC 夾		1 個	
三用電錶		1 台	
電鑽	SX5000	1 台	
螺絲起子組		1 組	
壓接器		1 個	

材 料			
名稱	規格	數量	備註
電力線傳輸收發模組	SK-03	2 個	才智科技公司出品
LCD	16 字 x 2 排 (背光)	1 個	
LED	紅、黃、綠	各 1 顆	
IC	AT89C51	2 個	
IC	7805	2 個	
IC	7812	2 個	
電晶體	9012	2 個	
晶體式蜂鳴器	DC 5V	1 個	
按鈕開關	1DIP	8 個	
石英晶體	12MHz	2 個	
電解電容	10 μ F	4 個	
陶瓷電容	20pF	4 個	
排組	1K Ω (8R)	2 個	
電阻	220 Ω	3 個	
電阻	470 Ω	1 個	
電阻	5K Ω	1 個	
電阻	10K Ω	1 個	
電阻	33K Ω	1 個	
電阻	22K Ω	1 個	
電阻	1M Ω	1 個	
電阻	5.1K Ω	1 個	
電解電容	1000 μ F	2 個	
陶瓷電容	0.1 μ F	2 個	

橋式整流器		2 個	
變壓器	110V/12V	2 個	
無熔絲開關	30A	1 個	
無熔絲開關	15A	2 個	
瓦時計	110V (1000 rev/KWh)	1 個	以 1 ϕ 2 ω 代替 1 ϕ 3 ω
插座	接地型(3 個/組)	2 組	
鉅錫		若干	
OK 線		若干	
導線	2.0mm ²	若干	
軟 體			
名 稱	用 途	備 註	
Office 2003	(Word)文書、(Visio)製圖		
8051 模擬程式	SimLab 8051		
Adobe Reader 9 Pro	編輯和讀取相關文獻		
8051 燒錄程式	燒錄 8051 單晶片程式		
PhotoImpect 8	繪圖軟體		

肆、研究過程與方法

一、軟體設計：



二、硬體設計：

一般家庭用電系統均為單相三線式(110V/220V)，而本系統主要是偵測瓦時錶上鋁盤轉動的圈數，為了方便實驗，所以使用單相二線式 110V(如圖 4-1 所示)代替單相三線(110V/220V)，作為本系統的研究對象，但其均不會影響本系統功能。

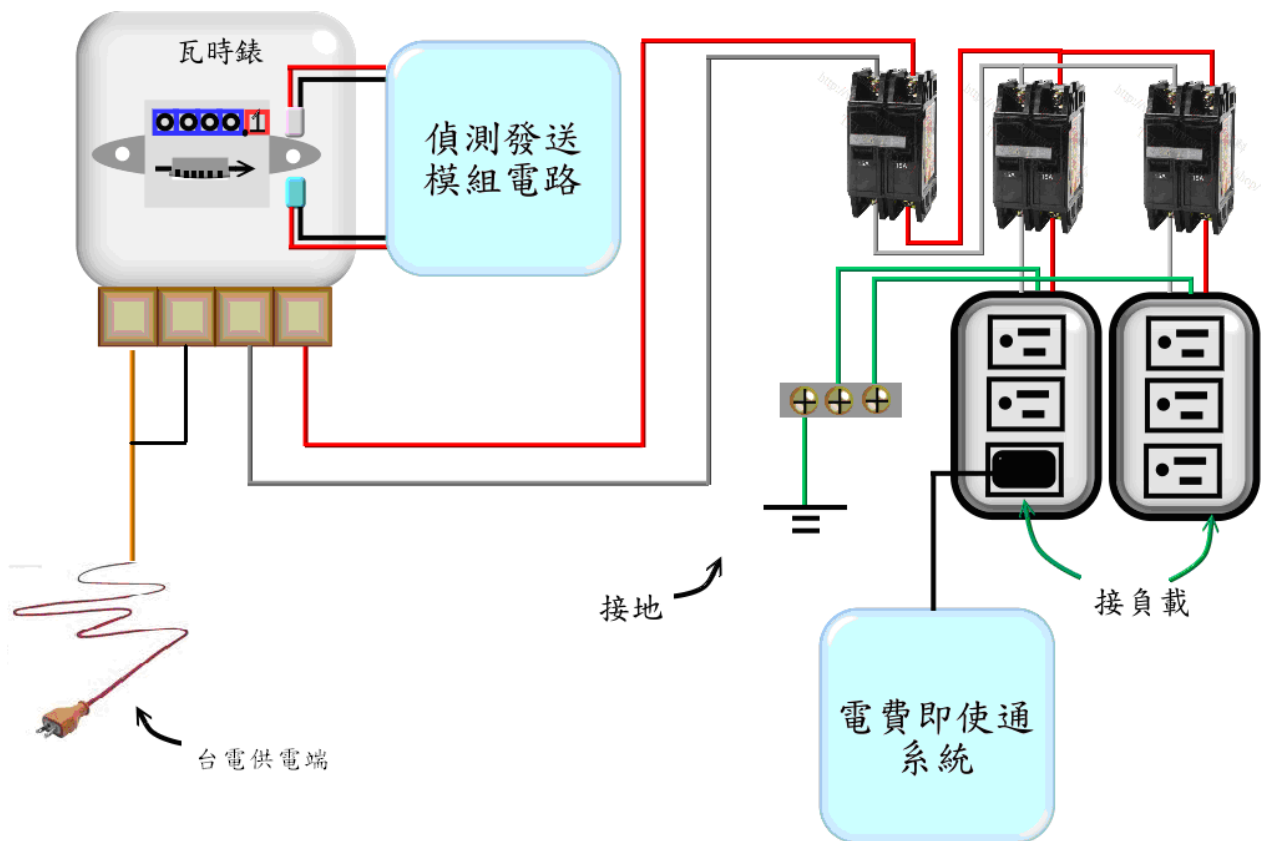
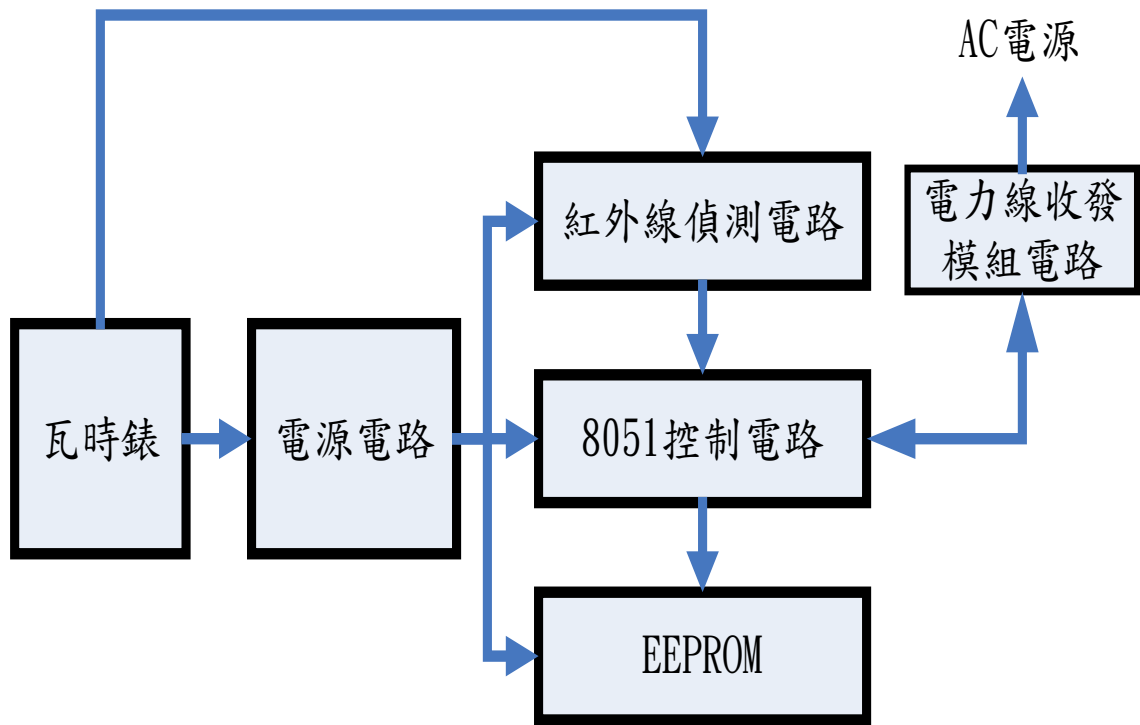


圖 4-1 家庭屋內配線系統

(一)屋外供電端控制電路



利用紅外線偵測電路（如圖 4-2 所示），偵測到瓦時錶上鋁盤的洞孔時，將輸出一個方波信號給 8051 控制電路，經過計算分析出即時用電量和累積用電度數，將計算的數值經由 EEPROM 電路進行備份儲存，並利用屋外供電端控制電路（如圖 4-3 所示）來傳輸用電資訊給電費即時通主電路。

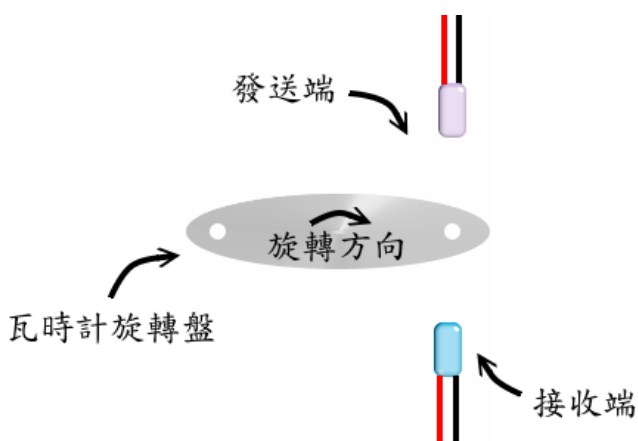


圖 4-2 紅外線偵測電路

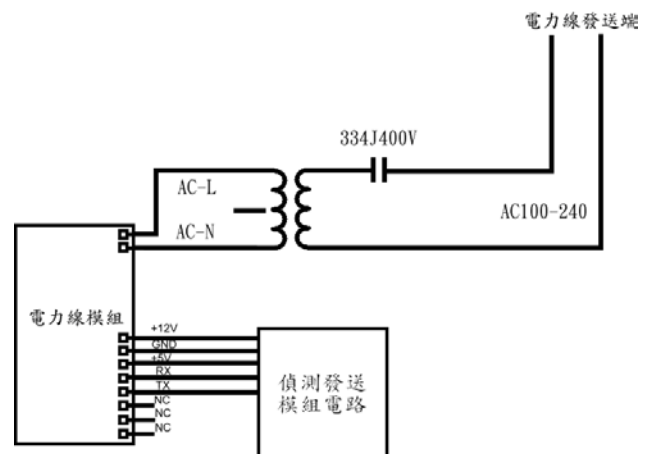
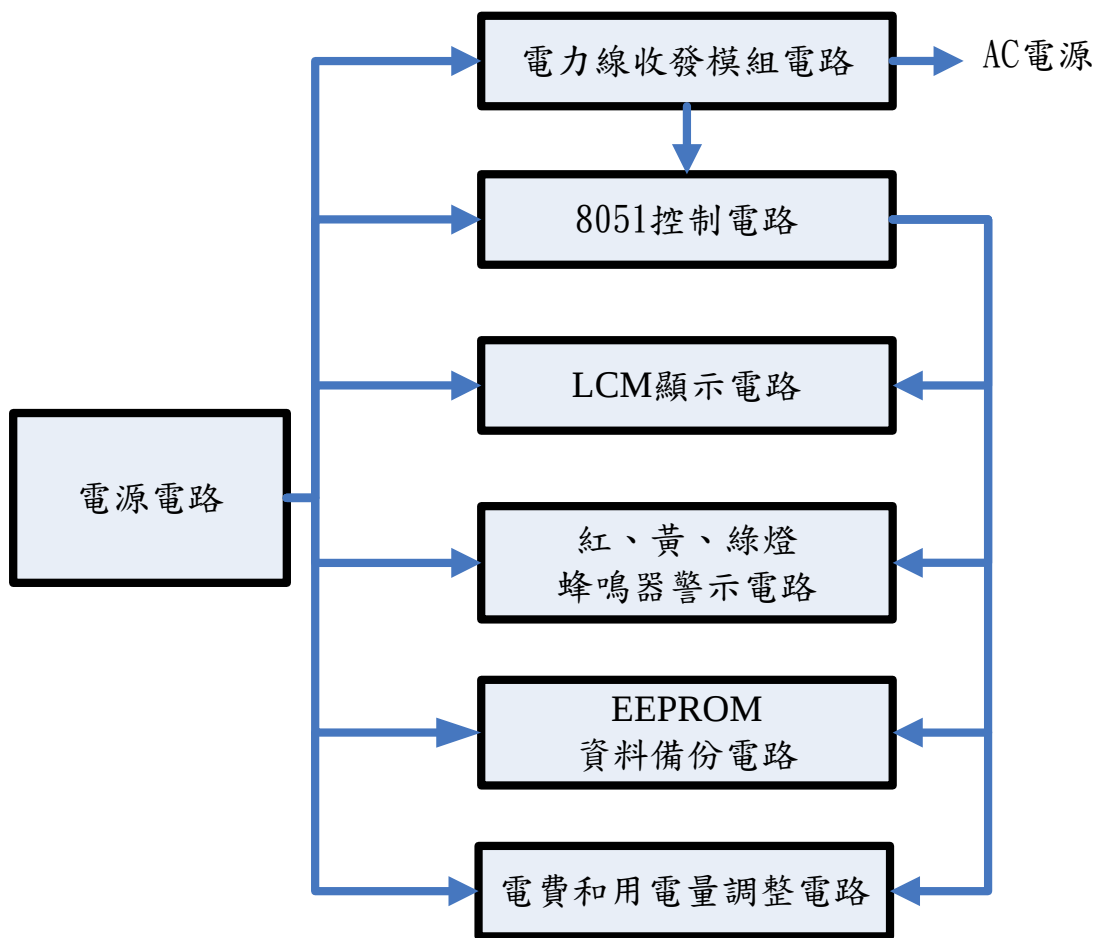


圖 4-3 屋外供電端控制電路

(二)屋內用電端主電路



由屋內用電端主電路（如圖 4-4 所示）接收到用電資訊資料後，透過 8051 單晶片控制 LCM 來顯示所得到的用電資訊(即時用電量、累積用電度數、本月累積用電度數和本月累積電費)如圖 4-5 所示，其中本月累積電費的計算方式以台電公司公告電價為主(如表 4-1 所示)，

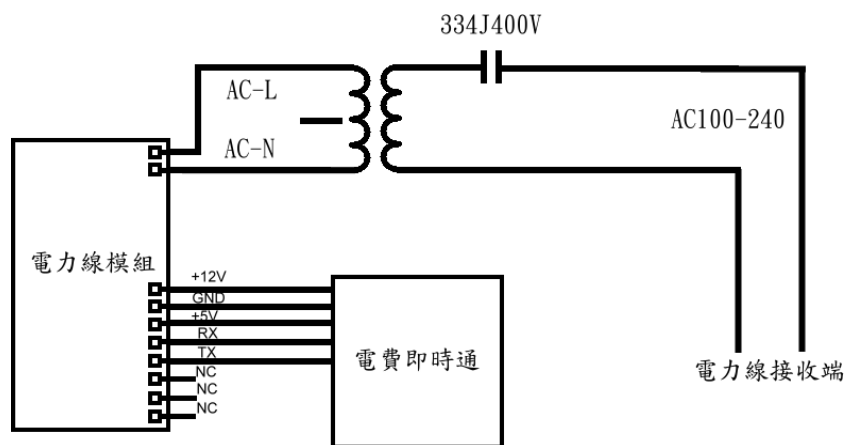


圖 4-4 屋內用電端主電路

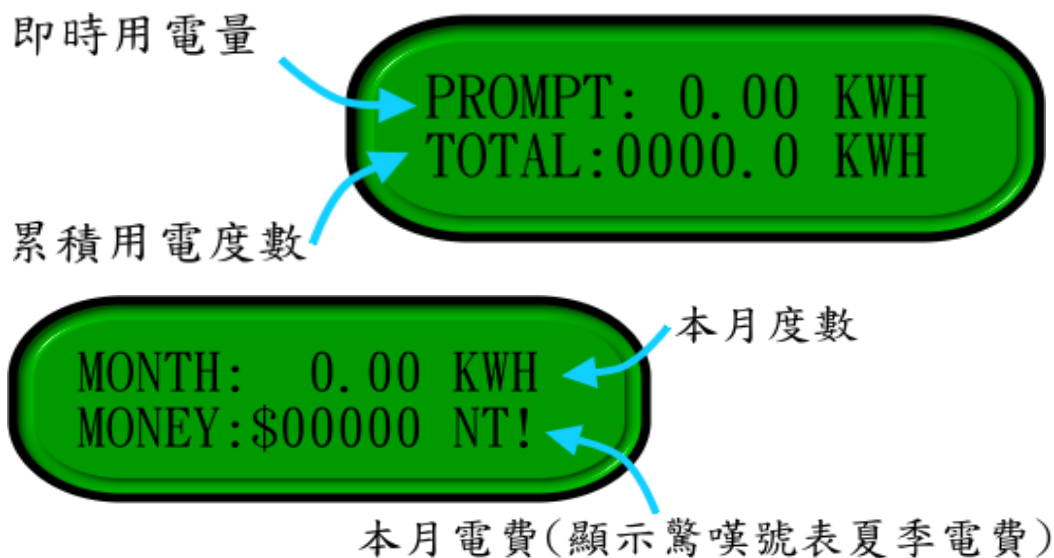


圖 4-5 LCM 顯示即時用電資訊

分 類			夏 月 (6 月 1 日至 9 月 30 日)	非 夏 月 (夏月以外時間)
非營業用	110 度以下部分	每度	2.10 元	2.10 元
	111~330 度部分	每度	3.02 元	2.68 元
	331~500 度部分	每度	4.05 元	3.27 元
	501~700 度部分	每度	4.51 元	3.55 元
	701 度以上部分	每度	5.10 元	3.97 元
營 業 用	330 度以下部分	每度	3.76 元	3.02 元
	331~500 度部分	每度	4.05 元	3.27 元
	501~700 度部分	每度	4.51 元	3.55 元
	701 度以上部分	每度	5.10 元	3.97 元

表4-1 最新電費計價標準（民97年7月29日修正版）

同時判斷即時用電量大小，以模擬綠燈代表輕載用電(0 瓦～500 瓦)，黃燈代表半載用電(500 瓦～1000 瓦)，紅燈和蜂鳴器響代表過載用電(1000 瓦以上)，使用者可依家庭用電情況自行調整**負載用電大小警示**和**電費計價設定**。當用電資訊有所更新時，利用 EEPROM 電路來備份資料，以避免斷電時資料遺失，詳細使用者操作介面如圖 4-6 所示。

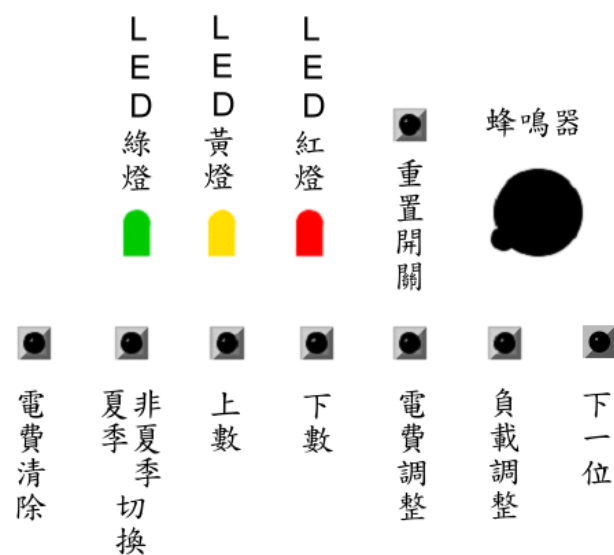


圖 4-6 使用者操作介面

開關操作說明：

一、重置開關	將 8051 內數值清除重置。
二、電費清除	只將累積電費清除，方便消費者計算每月電費。
三、夏季與非夏季切換	切換夏季或非夏季的電價(下圖顯示面板一)利用驚嘆號做區分。
四、上數	數字加 0.1
五、下數	數字減 0.1
六、電費調整	跳至電費調整畫面(如圖 4-7 所示)
七、負載調整	跳至負載調整畫面(如圖 4-8 所示)
八、下一位數	調整個位數和小數

因應電價隨時會有調整的問題，所以消費者可以自行手動調整電費計價，首先先按電費調整鈕，LCM 跳至如圖 4-7a，在利用上數與下數和下一位按鈕進行調整；再按一次電費調整鈕，面板顯示會跳至圖 4-7b，一樣利用上數與下數按鍵來進行調整，依此類推依序設定完畢後，面板則自動跳回原來的主畫面。



圖 4-7 夏季 (SUMMER) / 非夏季 (WINTER) 電費計價調整畫面

為了督促消費者節省用電，以達成節省電費和節能減碳之目的，消費者可以手動設定警示用電量的範圍，首先先按下負載調整按鍵，面板會跳至圖 4-8 的畫面，此時為設定半載用電量，利用上數與下數來調整大小，第二次按負載調整按鍵時，此時為設定滿載用電量，一樣利用上數與下數來調整大小；按第三次時，則跳回主畫面。

若假設 M 設定 0.5 千瓦，H 設定 1 千瓦，表示在 0.5 千瓦以下顯示綠燈；0.5 千瓦～1 千瓦顯示黃燈；1 千瓦以上顯示紅燈，並使蜂鳴器產生鳴叫，提醒消費者用電過量。

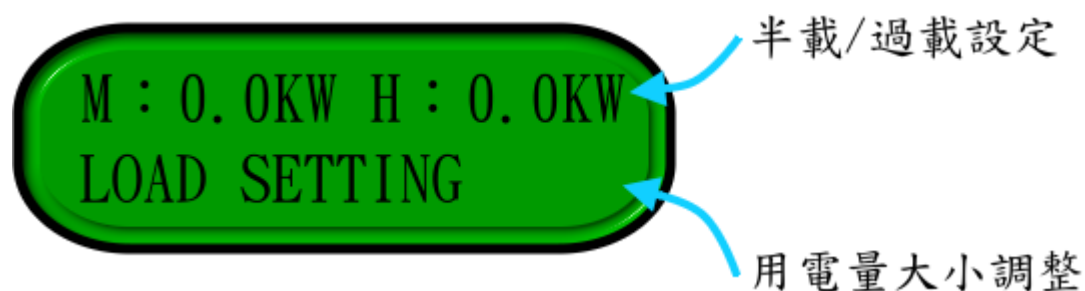


圖 4-8 家庭用電量大小警示設定畫面

三、研究過程

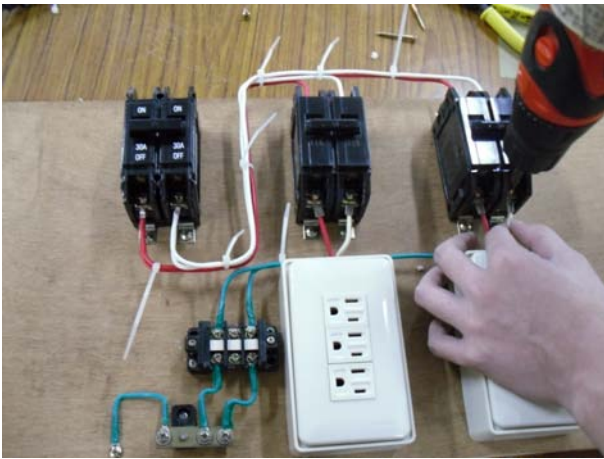


圖 4-9 屋內線路配線

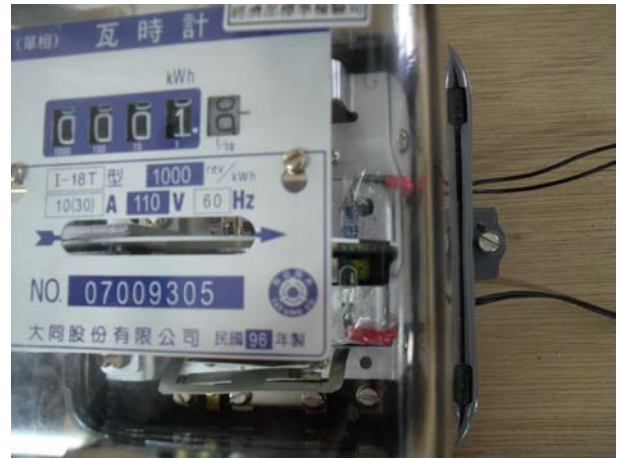


圖 4-10 安裝紅外線收發器

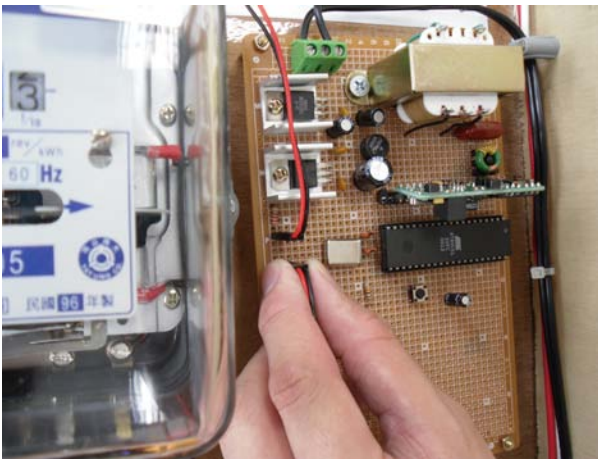


圖 4-11 設計屋外供電端控制電路

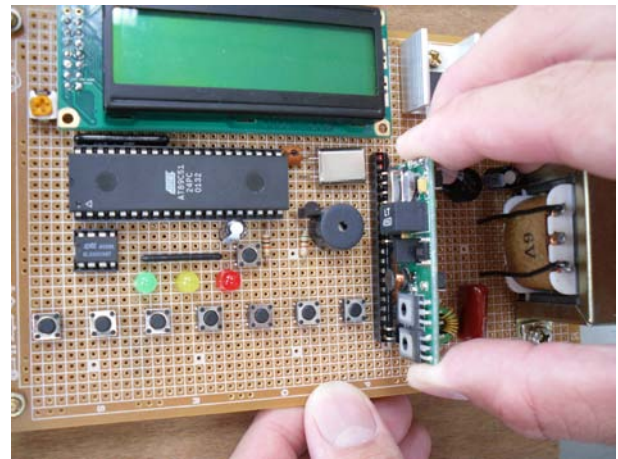


圖 4-12 設計屋內用戶端控制電路

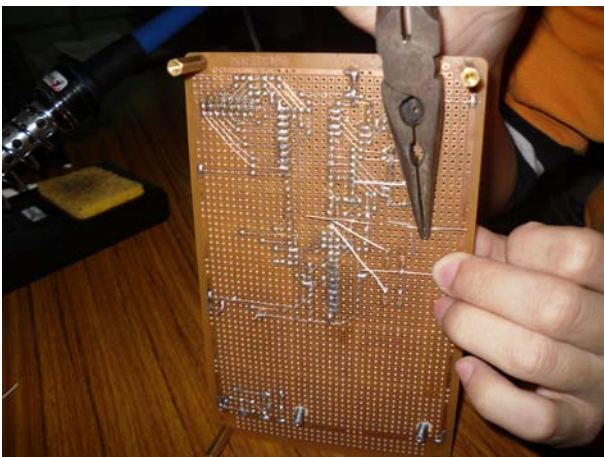


圖 4-13 焊接電路板

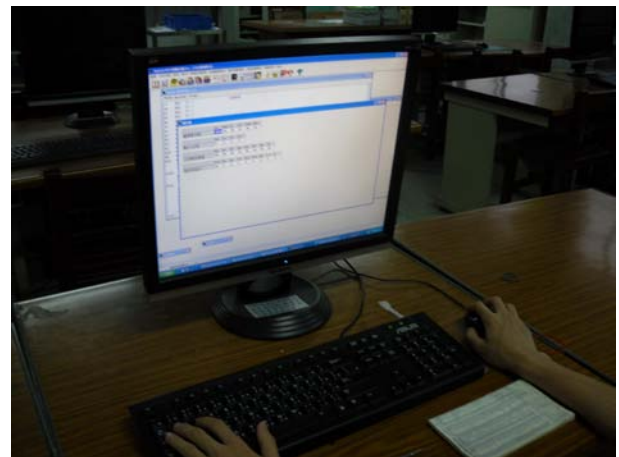


圖 4-14 8051 單晶片程式設計



圖 4-15 8051 單晶片程式設計

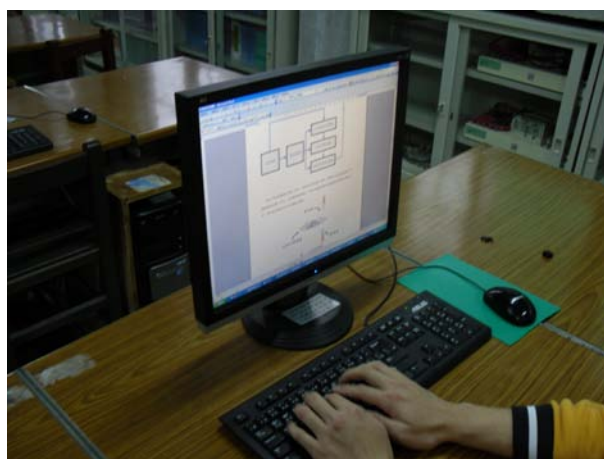


圖 4-16 撰寫報告與繪製相關圖表

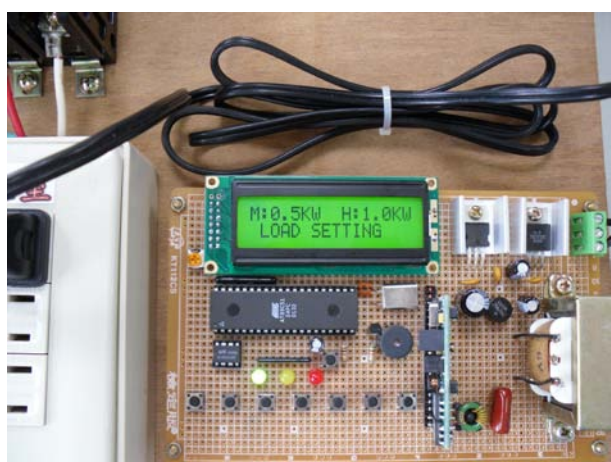


圖 4-17 負載設定模式

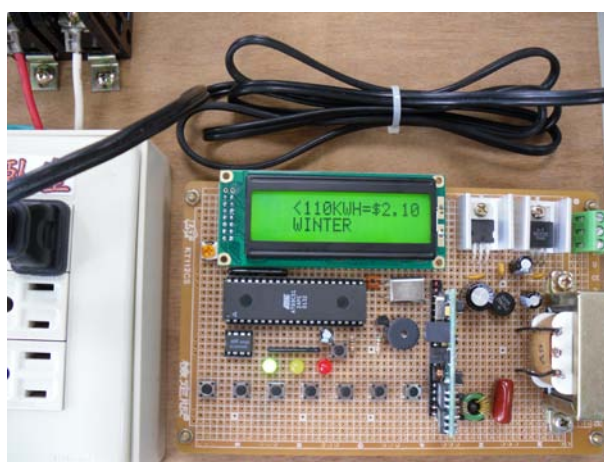


圖 4-18 電費計價調整模式

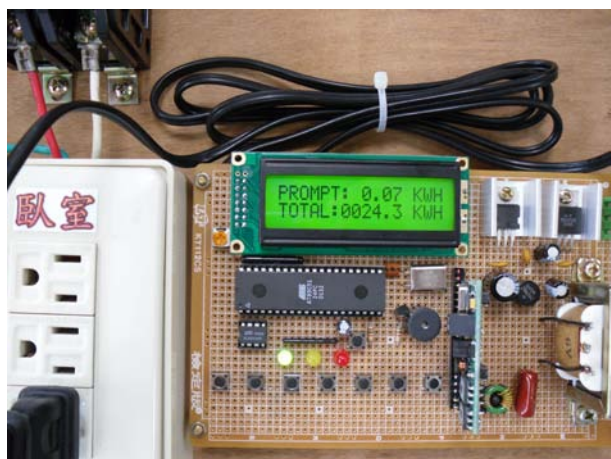


圖 4-19 輕載用電(小於 0.5KW)

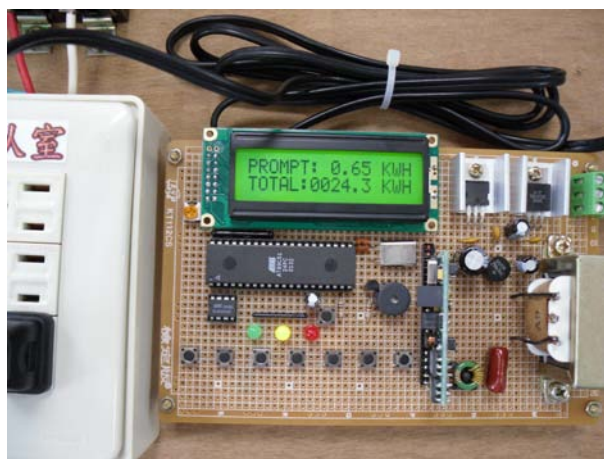


圖 4-20 半載用電(0.5KW~1KW)

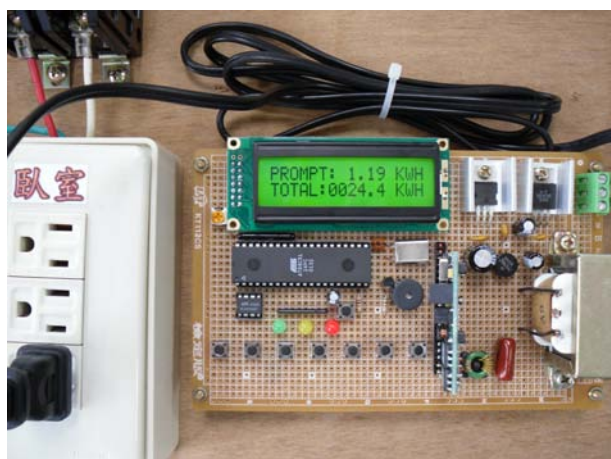


圖 4-21 過載用電(大於 1KW)

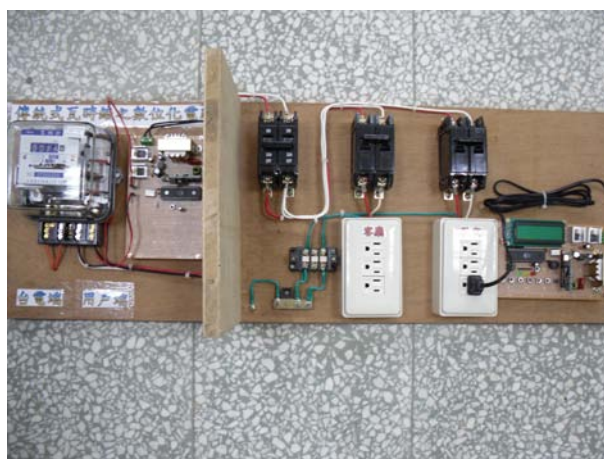


圖 4-22 電費即時通系統成品圖

伍、研究結果

經過長時間的努力製作與討論，雖然遭遇上許多困難，但也都能迎刃而解，因此本『**電費即時通**』具有以下的功能與特色：

- 一、利用家裡現成的電源插座作用電資料傳輸，隨時隨地顯示即時用電資訊給消費者。
- 二、本系統能精確地顯示即時用電資訊，與傳統瓦時錶上的用電度數相同。
- 三、具有斷電資料保存功能，恢復供電時，資料不遺失且系統依然正常運作。
- 四、提供手動設定多段式用電量和警示功能，例如家庭用電 500 瓦以下為輕載(**綠燈亮**)、500 瓦～1000 瓦為半載(**黃燈亮**)、1000 瓦以上為滿載(**紅燈亮和蜂鳴器響**)，上述數據消費者可以自行設定，讓消費者可以隨時警惕家裡用電情況。
- 五、提供手動切換**夏天用電計費**和**非夏天用電計費**，讓消費者可以隨時看緊荷包。
- 六、提供電費計價設定功能，讓消費者可以自行更新台電電價表，以獲得最正確的電費。
- 七、本系統電路和台電公司所推行的數位電錶一樣具有類似功能，消費者無須更換新電錶。

陸、討論

一、問題：為什麼要採用紅外線收發電路來偵測瓦時錶上鋁盤轉動的圈數？

方法：原本想利用光遮斷器電路來偵測，因為瓦時錶上鋁盤的洞孔太過內側，我們找不到比較深槽的光遮斷器，且在不改變瓦時錶內部硬體結構下，所以選擇以非接觸式的紅外線發射和接收電路來取樣轉動的圈數。

二、問題：遇到突然斷電時，系統資料是否會消失呢？

方法：未避免斷電時資料遺失，我們以EEPROM記憶體電路隨時備份，以保存用電資料。

三、問題：瓦時錶上的用電資訊，是如何傳輸至主電路呢？

方法：第 1 次我們先使用導線直接做連線，這個方法是最簡單而且傳輸資料絕對不會有遺失，可是其缺點為需要額外配線，非常不實用。

第 2 次我們利用實習課有學到的無線電傳輸收發模組，這個方法是可以不需要額外配線，就可以做資料傳輸，可是其缺點為有使用空間上的限制、容易受到外界干擾而產生誤動作。

第 3 次我們透過網路上搜尋各種資料傳輸的方法，找到了跟我們的主題非常相近的傳輸方法—電力線載波傳輸收發模組，其具有 1.使用方法簡單 2.模組成本低 3.資料傳輸穩定性高 4.利用現成屋內配線線路作資料傳輸路徑。搭配我們所設計的電路，經過長時間的測試，我們的主電路可以正常顯示用電資訊。

柒、結論

我們所設計的**電費即時通**電路，除了使用現成的電力線載波收發模組外，其他電路都是高職課程中所學習到的，經過不斷的測試也順利的完成。當用電過量時，會以警示電路來提醒消費者節約用電，且隨時提醒消費者電費大小。所以本系統希望能以節省龐大更換數位電錶的經費情形下，來換取最大的節能效益。

目前我們採用電力傳輸用電資訊，未來我們希望能夠結合手機通訊和網路電力監控系統來發展，也可以將用電資訊傳送到個人電腦，透過應用軟體來分析消費者用電情形。

捌、參考資料及其他

壹、中文部分

【一本書】

楊明豐（民 87）。8051 單晶片設計實務。台北市：基峰資訊股份有限公司。

陳茂璋、鄧明發、郭盈顯（民 89）。單晶片微電腦控制實作。台北市：知行文化事業有限公司。

鄧明發、陳茂璋（民 87）。微電腦專題製作應用電路。台北市：知行文化事業有限公司。

魏炳坤（民 83）。電子電路專題製作。台北市：全華科技圖書股份有限公司。

李志文、陳世昌（民 96）。電子學實習 I。台北市：台科大圖書股份有限公司。

李志文、陳世昌（民 96）。電子學實習 II。台北市：台科大圖書股份有限公司。

曾才榮、李敏揚（民 95）。基本電學實習 I。台北市：旗立資訊股份有限公司。

曾才榮、李敏揚（民 95）。基本電學實習 II。台北市：旗立資訊股份有限公司。

貳、英文部分（略）

參、網路資源

一、中文部分

【公告事項】

經濟部（民 97 年 7 月 29 日）。台電電費計價表（修正版）。

取自：http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/11/main_3_6_4.pdf

才智科技股份有限公司。電力線傳輸模組產品介紹。

取自：<http://www.caizhi-t.com/PLC/SK-03.html>

【期刊文章】

蔡宗成（民 91）。單晶片實習－無線電收發模組應用。

取自：[http://designer.mech.yzu.edu.tw/article/articles/technical/file/\(2002-05-27\)%20單晶片實習-無線電收發模組應用.pdf](http://designer.mech.yzu.edu.tw/article/articles/technical/file/(2002-05-27)%20單晶片實習-無線電收發模組應用.pdf)

【媒體報導】

王玉樹（民 98 年 4 月 5 日）。改數位電錶，可月省 112 元。頻果日報。民 98 年 4 月 5 日。

取自：<http://tw.nextmedia.com/>

【評語】 091004

- 1.為達節省電費及節能減碳效益，本研究研發能即時顯示用電量，歷史用電度數，月用電度數及月用電電費功能之「電費即時通」系統。
- 2.能善用巧思及所習得之知識及技能於日常生活的應用上，所完成的作品可使傳統的電表附加類似數位電表的功能，具節能省電的警示作用。
- 3.節能減碳的應用技術與效能有進一步提昇空間。