

# 利用物件導向概念進行遠端宿舍能源監控

## Object-oriented rooming house energy Remote control

卜文正

puo@mail.ncut.edu.tw

林義祥

xb215@yahoo.com.tw

陳隆翔

s2994110@yahoo.com.tw

國立勤益科技大學 電機工程系

Department of Electrical Engineering National Chin-Yi University of Technology

### 摘要

在「節能減碳、保護地球」的概念下，能源監控為目前最熱門之議題。但是能源監控設備成本不低，架構大而且不具擴充性，因此普及率相當低。本研究提出一種新穎之解決方法，採用物件導向(Object-oriented)之概念，定義人機控制面板信號為信號輸出物件，藉由電力線耦合通訊介面以廣播(Broadcast)方式將人機控制面板信號傳送，同時再將用電設備、水量流通之設備等定義為信號輸入物件，並藉由電力線耦合通訊介面接受人機控制面板信號，而輸出/輸入物件皆為獨立之設備，因此可以任意更動輸出(輸入)物件之位置與輸出(輸入)物件間之通訊結構與地點，可隨時增減通訊/控制設備，以物件導向概念建立之通訊控制平台，改善前述之缺點；同時研究中結合新型開發出來的 PK 介面，改善不同通訊頻寬之設備間之通訊問題，通訊前不須事先對通訊設備設定，簡化系統操作。本文最後由 Visual Basic 2008 軟體，整合上述之技術，開發出一個適合各種宿舍能源監控之系統，並由實作結果驗證其正確性與可行性。

**關鍵詞：**電力線耦合介面、Visual Basic2008、PK。

### 1. 前言

「節能減碳」目前已是全球性的問題，過去十年來，台灣的溫室氣體排放，其成長速率幾乎是世界之冠，2000年至2008年幾乎年年倍增，其年增率為舉世之冠（資料來源處：經濟部能源局），現有減量措施顯然仍有明顯不足，預估2010年後，二氧化碳年排放量，極有可能遠超過國際上對台灣之期待[1-2]；事實上二氧化碳多來自化石能源，封存於地下符合自然生態循環，為未來溫室氣體減量重要選項之一。如圖1所示，根據經濟部能源局統計，水池幫浦每日耗電量約7.5度，而熱水瓶夏季每日約為0.85度，冬季則為1.12度，然而老舊的冷氣機耗電約新冷氣機之2.2倍。然而我們假設今天以一噸的窗型冷氣機為例，扣除正常使用時間後，所累積下來待機用電約為37~52.9(度/年)，與平均一部冷氣410(度/年)相比，約佔9%~13%，如圖2所示。

因此家電設備在長時間不使用的狀況下，若能將插頭從插座拔開，的確有不小的節約能源效果，而定義一般家庭每人之溫室氣體(CO<sub>2</sub>)排放量為[1]：

$$\text{溫室氣體(CO}_2\text{)排放量} = \frac{\text{每月度數} \times 0.637}{\text{家庭成員}} \quad (1)$$

(資料來源:經濟部能源局)

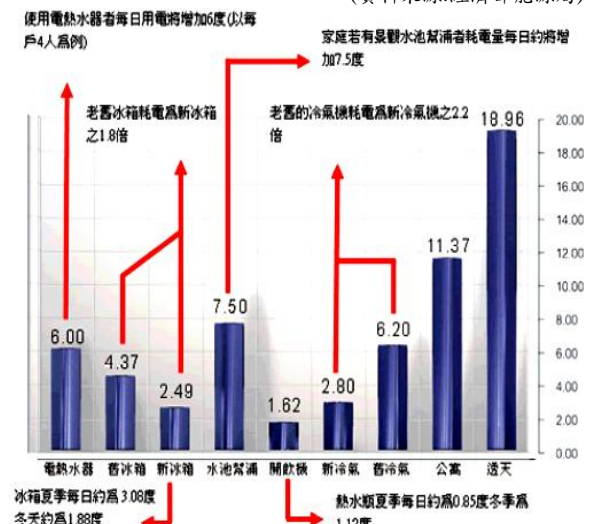


圖 1. 家庭各類型電器使用狀況

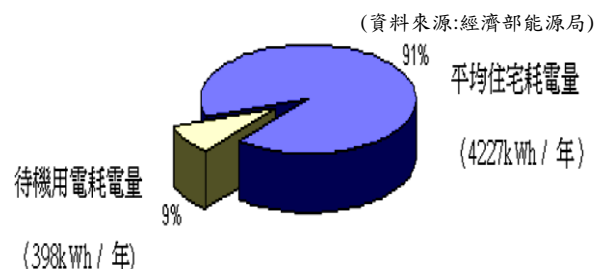


圖 2. 家電設備待機用電比例圖

由式中可知道，每消耗 1 度電力約產生 0.637 公斤之 CO<sub>2</sub>（資料來源處：經濟部能源局），由此即可換算出每人平均之排放量 CO<sub>2</sub>。

而如圖 3 所示，為傳統的遠端能源監控系統架構圖，其利用中控主機收集空調、照明、壓縮機、通風等設備傳來之訊號，依設定再將控制信號回送至空調、照明、壓縮機、通風等設備，監控能源之耗損。同時，中控主機利用乙太網路/RS485/無線網

路通訊介面，把所得之數據或管理之信號，傳遞到其他之能源數據電腦，進行監控/管理。因此架設遠端能源監控系統，首先負擔起昂貴的監控系統之建置成本，倘若改變其設備監控之位置或監控設備之功能時，必須要重新佈線，功能擴充性嚴重不足 [1] [3]。



圖 3. 傳統的遠端能源監控系統架構圖

本文中利用電力線通訊[4]，建立一套遠端宿舍能源監控之技術，因為是利用電力線為互相傳輸的媒介，傳送控制信號，能改善擴充不易的傳統遠端能源監控系統，其最大優勢為任何地方只要有配電迴路，不僅能提供電力外，亦能做傳輸通訊之媒介 [4-5]。

電力線通訊 (Power Line Communication, PLC) 技術從早期開始，多年來一直被電力公司用作電網控制的工具，而家庭用戶服務的功能需求中電力線通訊技術應用最早的是家電設備自動化網路部份，後來才逐漸發展到數據資料與影音的傳輸。在一般家庭中如果將一些用電器具與各種電腦設備加入電力線通訊模組則可利用現成電力線進行控制與訊息的交流，如此就可組成家庭自動化與小型區域網路。近年來由於寬頻網際網路的興起，一般民眾舉凡食、衣、住、行、育、樂等均可由網路上獲取資訊，同時，各種商業行為亦可透過網際網路的應用得到前所未有的便捷。雖然目前已經有 xDSL, Cable 與無線寬頻 (Wi-Fi 與 WiMax) 網路的發展，甚至往 FTTx 方向邁進，但是某些地區因為現有線路的限制 (挖路權取得不易，無法佈置新線路等) 與經濟效益考量，寬頻網際網路發展便受到限制。近幾年來因為通訊，電子與資訊技術的發展使得利用現有電力線進行寬頻應用得以施行[4]。

而目前常見的低傳輸頻寬串列通信介面(包括 RS232/RS-485 等介面、I<sup>2</sup>C 介面與 SPI 介面)。其中 RS232 介面為電子設備最常用之串列通訊介面，因為速度不快，抗雜訊能力高，常運用在 PLC 等工業通訊與儀表、數據機、電子產品通訊應用中，但通訊前必須針對資料傳送與接收端之設備之 RS232 介面進行相同的鮑率(Baud Rate)設定，因此增加使

用上之複雜度。而 I<sup>2</sup>C 介面，由 PHILIP 公司 1970 年提出，利用串列資料 (SDA) 及串列時脈 (SCL) 兩條信號線，進行同步(SCL=1, SDA 有負緣信號產生，代表啟始訊號；SCL=1, SDA 有正緣信號產生，代表終止訊號)與雙向資料通訊，間接解決 RS232 介面鮑率(Baud Rate)設定之問題，而其最初提出的目的地，在進行 IC 間之資料傳送，在標準模式時，資料傳送頻寬可達 100Kbps，在高速模式時，資料傳送頻寬更可達 400Kbps，但是因為 IC 間距離近，需以有線式進行通訊，不適合遠距離設備通訊。SPI 介面是一種，主從架構，四線制串列介面，四條導線分別為 MOSI、SCLK、SS 和 MISO。主元件為時脈提供者，可發起讀取從元件或寫入從元件作業。這是主元件將與一個從元件進行對話。當匯流排上存在多個從元件時，要發起一次傳輸，主元件將把該從元件選擇線拉低，然後分別透過 MOSI 和 MISO 線路啟動數據發送或接收。但是因為主從間距離近，操作上須要 4 個條信號，需以有線式進行通訊，不適合遠距離設備通訊的缺點。上述三種介面，皆有其缺點，因此本研究中，採用 PK 通訊介面，其不僅架構簡單，而且能讓一條通訊線即能進行雙向通訊，適合於有線/無線式通訊，同時不須設定鮑率，能改善 RS232 介面、I<sup>2</sup>C 介面與 SPI 介面之缺點[6-7]。

但不論是為滿足 RS-232 介面或是 PLC 規範，皆需要高效能的控制器與傳訊參數設定，不僅增加架構成本，同時也讓不同傳輸頻寬之設備(如高速影音與低速資料傳輸設備)無法共用，因此本研究企圖提出以物件導向概念，結合 Visual Basic 2008 軟體開發出一套成本低廉且設定方便，具備擴充功能和安全性高的遠端宿舍能源監控系統[4] [7-9]。

## 2. 原理

本文中將所提出之方法，結合宿舍建立一套遠端宿舍能源監控系統，其整體系統架構如圖4所示，圖中 ⊕ 符號代表為用電設備負載；⊖ 符號代表為用水設備；⊕ 代表為其他之能源設備，控制之系統中包含記錄控制器、PK 介面、電力線、遠端(設備)、用電設備負載以及人機控制介面[9-10]。其中，用電設備負載(用水設備、其他能源之設備)，結合 PK 介面，定義為輸入物件，在設備編號後，各自獨立運作，並且經電力線介面在電力線中接受/傳送控制命令；人機控制介面，定義為輸出/入物件，獨立運作，負責監控/管理宿舍用電設備負載(用水設備、其他能源之設備)等，經由 PK 介面、電力線介面以廣播方式，向外傳遞，輸出監控/管理之控制命令；記錄控制器則定義為輸入物件，負責接收人機控制介面、用電設備負載(用水設備、其他能源之設備)，而且每個輸出/入物件階為獨立之主機，因此通訊採用點對點 (peer-to-peer, 簡稱 P2P) 之廣播方式傳訊[7]。

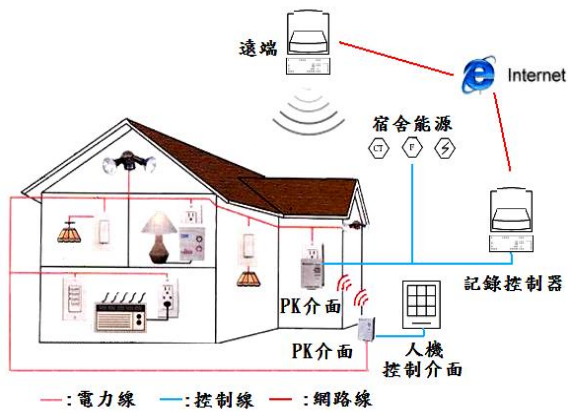


圖 4. 遠端宿舍能源監控系統架構圖

因為以物件概念建立通訊平台，每個物件皆具備主機身份，為簡化通訊架構與設備成本，增加各型態信號控制設備(影音設備)之擴充性，所以每個物件都採用以PK編碼技術建立之PK介面傳送控制封包訊號，其之優點為不須設定，而且能根據傳送速度自動調整接受端之頻寬。PK介面中定義控制訊號之封包格式，如圖5所示[6-7]。

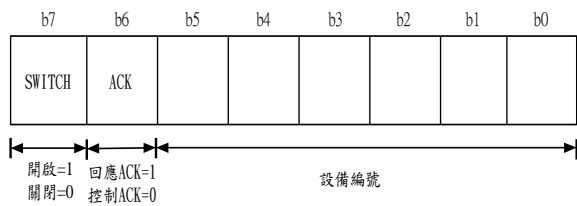


圖 5. 命令封包格式

其中b0~b5設定欲啟動之用水設備負載(用水設備、其他能源之設備)等編碼，當ACK=0時配合b7，當b7=1代表啟動該設備；b7=0代表關閉該設備，而用水設備負載(用水設備、其他能源之設備)等，動作後將封包之ACK設定為1再經PK介面與電力線介面回送至人機控制介面，完成握手控制(Handshake Control) [8]。

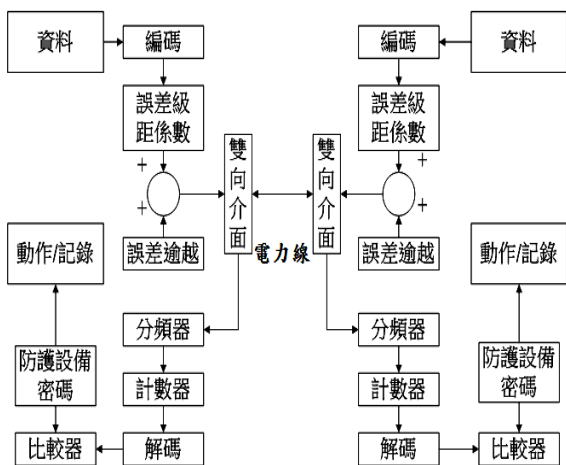


圖 6. PK 編碼/解碼電力線單向傳輸架構圖

上圖所示，雙向資料的架構中，具備雙向介面(電力線介面)、誤差逾越值、誤差級距係數與編碼器四個單元；而上述四個單元中，除雙向介面外，其他單元負責PK調變編碼，其中編碼器單元之功能負責將傳送之資料進行編碼，誤差級距係數與誤差值逾越值單元，則負責防止雜訊干擾資料之傳送。

誤差級距係數之選擇如表1所示[6]：

表 1 傳輸環境與誤差級距係數

傳輸環境	相對之誤差級距係數
劣	16 以上
差	16
普通	8
佳	4
優	2

$$\text{誤差逾越值} = \text{誤差級距係數} / 2 \quad (2)$$

定義資料轉換成相對的十進制數字Numb。如下式加上偵測碼後，得到一個數值N。

$$N = \text{Numb} * \text{誤差級距係數} + \text{誤差逾越值} \quad (3)$$

最後PK介面再依N值送出等量之脈波數目。若定義傳送速度為 $\xi$ ， $f_s$ 為資料傳送端傳送對傳送資料編碼後之脈波所使用之速度，則導出

$$\xi = \frac{8f_s}{N} \text{ Bps} \quad (4)$$

在物件導向架構中，電力線充斥著許多由輸出物件之信號，輸入物件物件由電力線中擷取相對之控制封包，整體流程重新整理得到下圖[6] [10]。

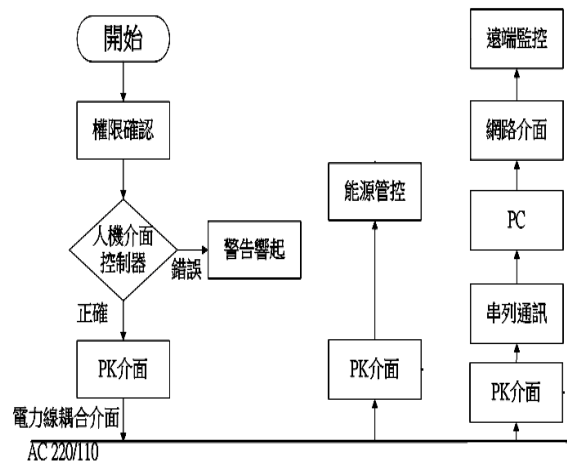


圖 7. 遠端宿舍能源管制監控系統流程圖

人機介面控制器輸出/入物件依設定送出控制命令封包之電力線，能源管控設備接受電力線之控制封包，與依本物件之歸屬特性判斷，若歸屬性相同，即如圖 5 中之設備編號相同，則能源管控設備根據 b7 啟斷此設備，並回應人機介面控制器輸出/入物件；若系統需要記錄系統中之控制歷史，則設計一控制計錄器輸入物件，負責擷取出現在電力線中之所有封包計錄，在圖 7 所示，計錄器輸入物件為個人電腦，經 PK 介面與電力線接續，當然其具備網際網路通訊能力，因此計錄器輸入物件具有網路通訊能力。而在物件導向通訊平台中，對控制計錄器輸入物件的出現與否，不會干涉到其它物件之運作，具有高擴充特性[7] [11]。

### 3. 實作

參考圖 4 所示之架構，以人機介面控制器輸出/入物件作為監控/管理宿舍能源之通訊輸出/入物件，接著對 AC110V 用電設備、用水設備、瓦斯設備、AC220V 用電設備之設備編號為(00000001)<sub>2</sub>、(00000010)<sub>2</sub>、(00000100)<sub>2</sub>、(00001000)<sub>2</sub>，其中下標“2”代表二進制，再加上一計錄控制器輸入物件，建立測試平台。當控制者決定要監控/管理某項能源時，按下傳輸鈕，人機介面控制器輸出/入物件會將相對之設備編號，經 PK 介面及電力線，傳送至電力線接收端，同時，記錄控制器輸入物件亦讀取電力線中之封包資料記錄，如圖 8 所示為模擬宿舍之實作平台。

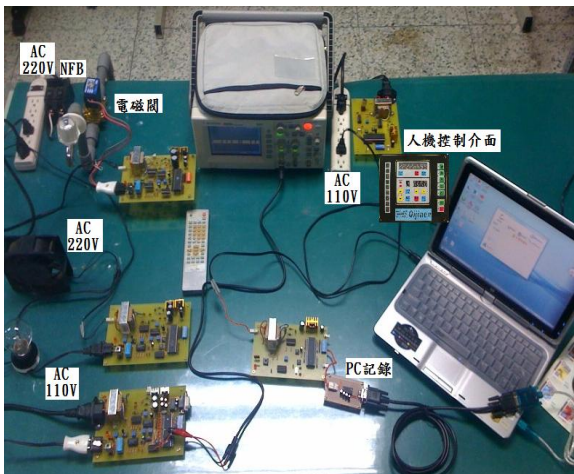


圖 8.實作平臺

測試中，人機介面控制器輸出/入物件控制 AC110V 之用電負載啟動，控制封包為(10000001)<sub>2</sub> 選擇傳輸環境與誤差級距係數為 8，按下確認鈕，便開始進行電力線訊號傳輸，其中圖 9(A)所示，為電力線傳送訊號之波形，圖 9 (B)所示，是編碼後輸出之的波形，圖 9 (C)所示，為整波後之波形，圖 10 所示，為記錄控制器輸入物件記錄之控制資料；圖 11 所示，為遠端宿舍能源監控實體圖。

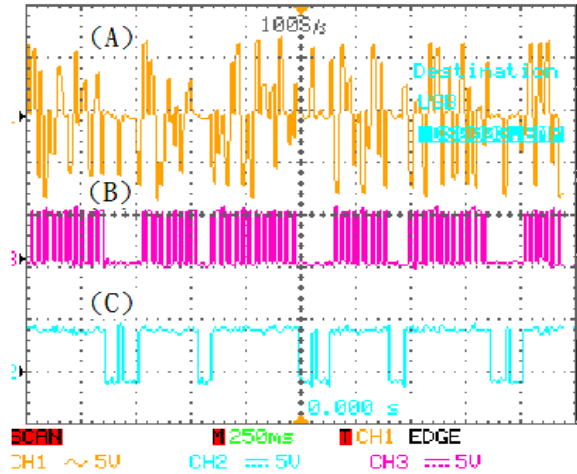


圖 9.電力線耦合通訊傳輸之波形圖

(A)電力線傳送訊號之波形

(B)編碼後輸出之的波形

(C)整波後之波形



圖 10.AC110V 能源監控之畫面

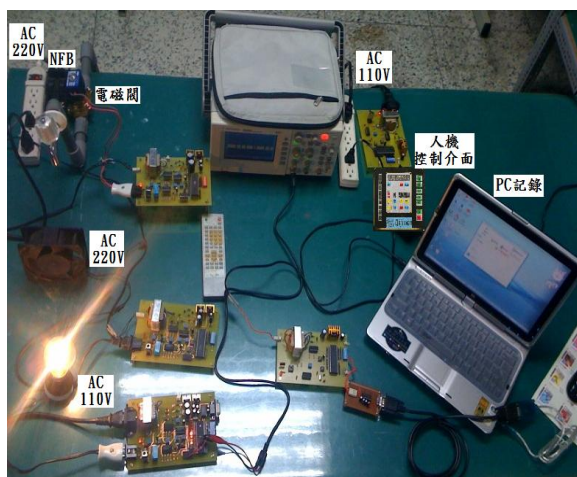


圖 11.遠端宿舍能源監控實體圖

對於用水設備之控制，一般宿舍管制房客水之流量時，都會再其水管源頭加裝一個開關，以便人工管制水源；因此我們對電磁閥(開關)進行水能源編碼模式，圖 12 所示，為接收到人機介面控制器輸出/入物件輸出的信號(1000010)<sub>2</sub>後，並啟動電磁閥 Relay 動作波形圖，而圖 13 所示為記錄控制器輸入物件紀錄之訊息。

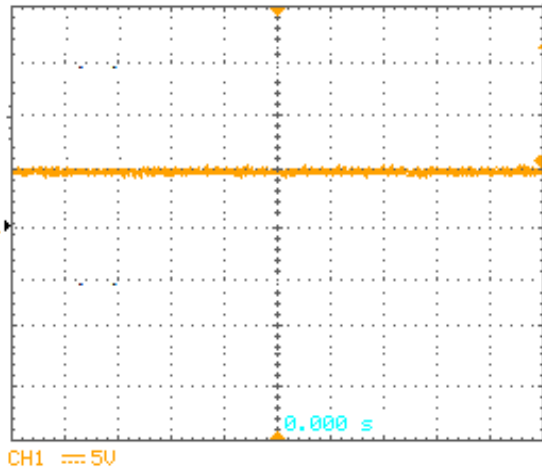


圖 12.電磁閥 Relay 動作波形圖



圖 13.水能源監控之畫面

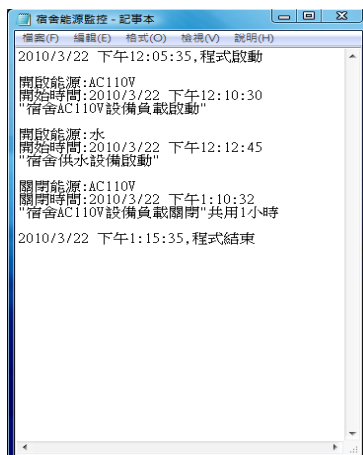


圖 14.記錄控制器紀錄畫面

圖 14 所示，顯示記錄控制器輸入物件，不論接受到何種訊息，都記錄起來以做為未來改善能源應用之參考。而圖 15 所示，為當人機介面控制器輸出/入物件(0000001)<sub>2</sub>，切離 AC110V 之用電負載，記錄控制器輸入物件紀錄之訊息。



圖 15.遠端監控之畫面

#### 4. 結論

現代生活中幾乎任何設備都需要消耗能量，尤其是電能與石油，即使是完全使用乾淨能源，然而產生出的廢熱，除了會造成溫室效應，也會影響人們生活品質。因此目前各個國家開始積極推廣能源監控，唯監控系統的建置需額外的費用，在極短的時間內不易從省下來得電費回收成本。而利用電力線作為通訊的媒介，進行能源監控，的確是不錯的方法，但距離商品化，還有諸多之技術需要克服。

最主要的問題[4] [12-13]：

1. 雜訊：在電力線通訊的環境中，不同的電器負載，很容易在電力線通訊中產生不同的雜訊，這些雜訊會造成資料在傳接時的損毀或誤判。
2. 訊號衰減：電力線傳輸傳送控制封包，除了長距離傳輸所帶來的物理衰減外，還會因為在電力線環境中旁路分流的負載帶來的衰減，以及負載匹配的問題。
3. 訊號失真：在電力線通訊的環境下，不同的電器的負載，具有不平坦的頻率響應或是因為不線性的變化，造成傳輸訊號的振幅或是相位造成變化。
4. 進行電力線耦合通訊介面傳輸時，勿用跨相傳輸，以免造成信號衰減及 訊號失真之情況。
5. 電源負載端用電量要分佈，切勿集中於一個專插以免負載效應過大，影響傳輸之距離。

希望不久的將來，這樣的理論開發，除了使用現有的電力線耦合通訊介面來搭配遠端監控外，更可以結合無線傳輸、藍芽、RFID、PDA、Embedded SYSTEM或醫療設備等的系統，透過不同的頻率藉由電力線耦合通訊介面加以傳輸，使得這樣如此方便的模組，可以擴展到更廣的範圍，達到更全面的功能。另外PK通訊介面只需要一條線即能進行雙向資料傳送，具備雙向通訊之能力，架構簡單又具備不錯的容錯能力，極具商業性，更重要的是它不需設定，便能自動調適不同傳輸頻寬設備間之通訊，是本研究最重要之技術之一。

## 參考文獻

- [1] 經濟部溫室氣體減量資訊，“節能減碳計畫”，經濟部能源局，台北。
- [2] 葉新誠，“地球暖化怎麼辦?:請看「京都議定書」的退燒妙方”，新自然主義，P159，2006，台北。
- [3] 吳春暉，李沅臻，“能源監控系統設計與應用”，國立台灣科技大學資訊工程學系，2005，臺北。
- [4] 蒲冠志，林俊良，“電力線通訊系統”，電力線通訊(PLC)系統工程系列專刊(三)，台北。
- [5] 電信國家型科技計劃辦公室，“電信科技與產業發展II”，國立台灣大學，pp. 192-204，2009，台北。
- [6] 卜文正，黃俊豪，林俊孝，“利用 PK 串列通介面進行節能控制研究”，國立勤益科技大學電機工程學系，2009，台中。
- [7] 蔡朝洋，“單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用”，全華圖書股份有限公司，2008，臺北。
- [8] 範逸之，陳立元，廖錦棋，“Visual Basic 2005 與自動化系統監控”，文魁資訊股份有限公司，2006，臺北。
- [9] 姚賀騰，郭昭霖，林國豪，吳政龍，“應用 LabVIEW7.1 於網路化電力監控系統之人機介面研製”，遠東科技大學電機工程學系，2007，台南。
- [10] 盧明智，“電子實習與專題製作感測器應用篇”，全華科技圖書股份有限公司，2002，臺北。
- [11] 林宗輝，“數位監控的新時代“，DigiTimes 技術報告，2007。
- [12] 林祺濤，“電力線傳送數據之探討”，國立高雄第一科技大學，2003，高雄。
- [13] 王智丘，“正交分頻多工系統在電力線通訊環境下同步問題之研究”，臺灣大學碩士論文，2003。