

# 高壓用戶負載管理卸載方式之研究

## A Study of Load-Shedding Scheme for Load Management of High Voltage Load Customers

陳鴻誠\*      洪三山\*\*      王孟輝\*      張隆益\*\*

H. C. Chen      S. S. Hung      M. H. Wang      L. Y. Chang

國立勤益技術學院電機工程系\*      逢甲大學自動控制工程研究所\*\*

Department of Electrical Engineering, National Chin-Yi Institute of Technology\*

Department of Automatic Control Engineering, Feng Chia University.\*\*

### 摘要

本研究以網路式電力監控技術架構校區電能管理系統，針對高壓用戶大型中央空調負載做運轉規劃及控制管理。一般高壓用戶用電負載含蓋區域可能相當廣泛也分散各處，一些大型公共使用空間所使用的冷氣空調管理不易，且大型中央空調和箱型冷氣之總數亦多，造成龐大的夏季尖峰電力負載，但相對的，可以進行電力需量控制的卸載負載也相當大，如果管理得當且善加運用電能管理，則能發揮電力需量控制最大的功效；反之如不妥善管理則會造成用電成本增加及能源浪費。本研究提出區域網路負載管理技術、無線電負載管理技術及傳呼器負載管理技術，並結合已架設完成之電能管理系統，應用於校區中央空調直接負載控制管理，以驗證其效益及可行性。

**關鍵詞：**直接負載控制、無線電負載管理、傳呼器負載管理、區域網路式負載管理

### Abstract

A practical structure of power supervisory control and data acquisition system (SCADA) developed on a multi-medium communication architecture is proposed in this paper. The multi-medium structure is used to set up an electrical energy management system in an academic distribution system. The proposed multi-medium load management techniques include wireless load-shedding, pager transmitter load-shedding and local area network load-shedding. All the performances and basic functions have been successfully tested on the academic distribution system.

**Keywords:** direct load control, wireless load management, pager transmitter load management, local area network load management.

## 一、前言

台灣地區用電量與日俱增，夏季尖峰用電迭創新高，空調用電的增加是消費性用電的主因，造成夏季電力日負載變化很大，尤其在下午二點出現日最高氣溫時，常是尖峰負載的發生時間，可見空調用電影響夏季尖峰負載之大。根據台灣電力公司的統計資料分析，最近五年內，夏季空調用電均佔系統尖峰用電約 30% 以上，所以針對空調主機作有效的用電規劃，裝設直接負載控制以減少空調用電，是抑制尖峰負載最直接和有效的方法[1,2]。本論文係以既有的校園電力監控系統為基礎，再加上卸載控制多媒介化，針對校園內中央空調主機執行負載管理，卸載控制的部份採用無線電傳呼器、自行架設無線電通訊網以及利用既有校園區域網路等三種方式作為通訊控制媒介，架構一套多媒介的電能管理系統。動機在於可以取代以往以傳統的開挖管路配置和大量控制訊號及控制線路之困擾，大幅減輕施工困難度並降低架設成本，又可提高網路通訊的利用率及監控可靠度。本論文係以不同通訊媒介控制方式來達成電能管理，未來即可依場所或經濟效益的不同而選擇不同的負載管理模式，實用性則更勝以往。

## 二、系統架構

以國立勤益技術學院為例，目前校區為高壓 11.4KV 供電，契約容量為 1600KW，分別由五個高壓變電站供應電力。中央空調冰水主機容量為 820RT，佔全校總用電量 50% 以上，分別置於國秀樓、行政大樓、資訊大樓及青永館，容量分別為 240RT、120RT、80RT 及 380RT。本文係以既有的校園網路發展資料擷取與監控技術的具體架構下，蒐集電力資料、監視設備運轉狀態、顯示即時/歷史趨勢圖、列印需量監視報表及計算電費等[3]，並透過主控站將卸載命令下達至卸載主機，再透過網路模組、無線電模組以及傳呼器模組分別控制國秀樓、行政大樓、資訊大樓三棟大樓之中央空調冰水主機，而青永館目前剛啟用正在運轉測試中暫不列入卸載控制。

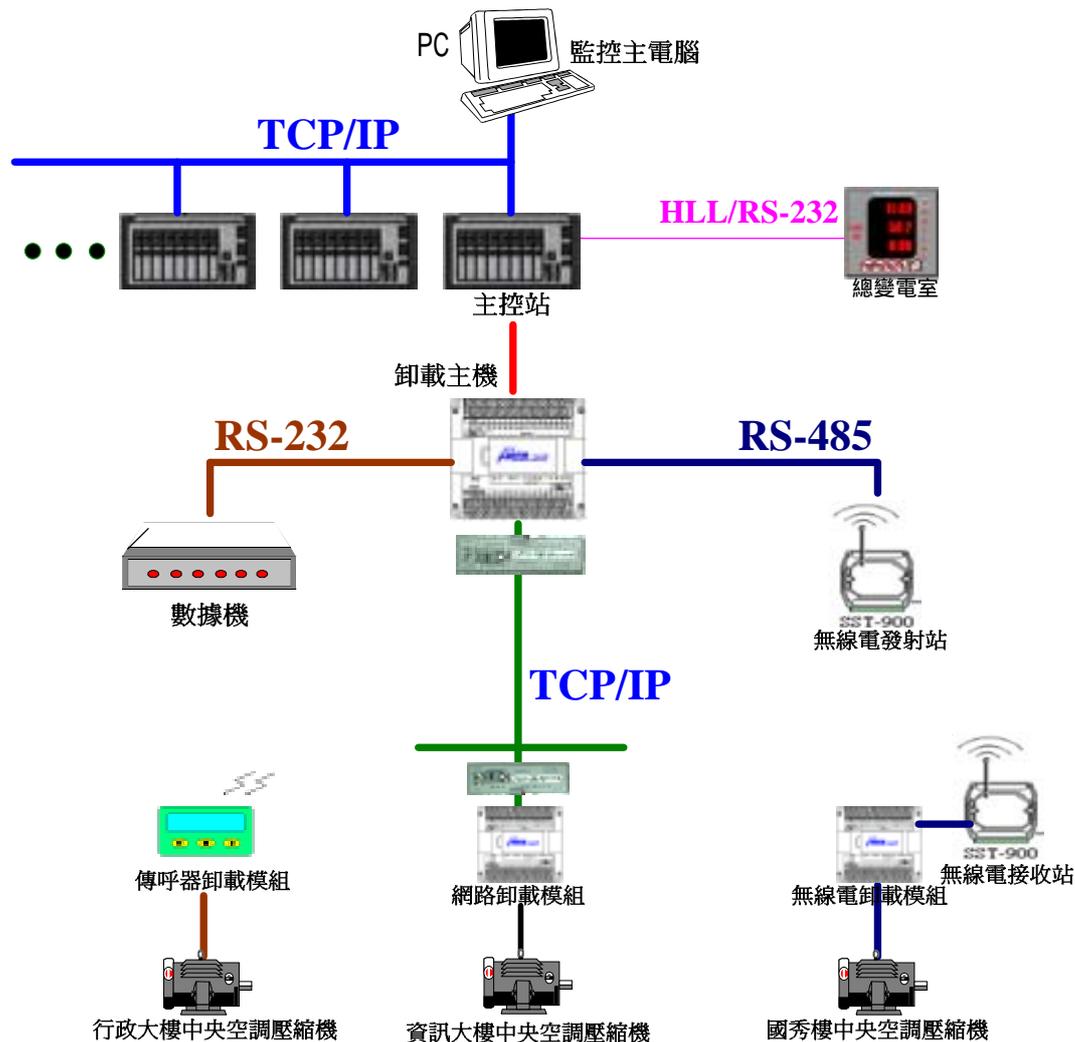
本系統架構主要以 Fama PLC 作為系統的主控站，並利用開發應用程式及人機介面，FIX 圖控軟體再配合永宏 PLC 的強大通訊功能與各卸載模組溝通來達成電能管理的目標。系統軟、硬體架構簡介分述如下：

### (一) 硬體架構

本系統採用的可程式控制器是盟立自動化股份有限公司開發的 Fama OMC-1/E 型主機[4]，和永宏電機股份有限公司所開發之 FBE 系列 PLC 為主要架構，搭配各種通訊介面構成多媒介電能管理系統。如圖一所示，為三種媒介之卸載控制架構圖。

目前 PC-Based 可程式控制之技術發展明顯有別於傳統可程式控制器之處，在於朝向標準、開放及具有 PC 資源進行資訊整合的能力。而 Fama OMC-1/E 型主機的 CPU 模組內建 TCP/IP 網路通訊功能，可被視為網路中的某一網站，透過既有的光纖資訊網路即可與其他 PC-Based 可程式控制器溝通，而 FBE 系列也具有各項通訊功能。因此 Fama OMC-1/E 可程式控制器可將蒐集到的各種電力參數資料及各設備運轉狀態運算處理後，可很快速地經由校園網路傳送至監控主電腦，同時也將卸載訊息下達給卸載主機，

經由不同的通訊媒介執行卸載任務。

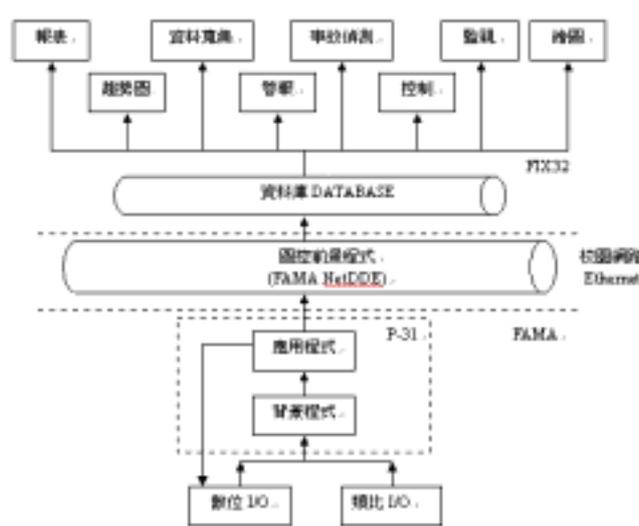


圖一 多媒介卸載控制架構圖

## (二) 軟體架構

本系統軟體採用 Windows NT 工作站 4.0 版作業系統，人機界面利用 Intellution FIX32 圖控軟體[5]開發，可程式控制器之應用軟體是以 Fama Paradym-31 套裝軟體[6]撰寫。圖二所示為本系統軟體的架構圖，包含資料庫、前景程式、背景程式與應用程式。圖控軟體 FIX32 提供資料蒐集、資料庫建立、控制畫面繪製、警報及事件偵測控制、運轉狀態監視、需量控制監視、趨勢圖、報表及電費計算等功能的編輯。

本系統之電能管理應用程式全部由可程式控制器的 Fama Paradym-31 套裝軟體[3]撰寫完成，此軟體採用 IEC 1131-3 可程式控制國際標準語言，它可彈性的混合使用順序流程圖(SFC)，階梯語言(LD)及資料流程方塊圖(FBD)來定義控制動作，結構化的軟體工具，可大幅提昇開發效率，及降低維護成本。有別於傳統控制器的封閉特性，PC-Based 控制器備有符合國際標準的可程式控制語言以應傳統可程式控制的應用需求，並兼具有 PC 的開放性資源，實現兼顧傳統控制和資訊整合所需的現代化雙重要求。



圖二 系統軟體架構圖

可程式控制器內部資料可與 Windows DDE 直接溝通，利用 DDE 的標準共同資料交換界面，使用者可輕易的自我擴充功能，發展人機界面及連接整合網路資訊。PC-Based 控制之基礎平台在於利用 PC 的共通作業軟體，利用相同作業平台所發展的軟體，其間的資訊將可輕易的進行溝通並予整合。

PC-Based 可程式控制利用視窗技術所提供的環境，可一方面進行控制並可同時進行資訊整合。在 PC-Based 可程式控制器上所開發的軟體，其所有變數均可直接進入 Windows 所提供的 DDE 動態資料交換界面，利用 DDE，使用者可輕易的取得現場資訊或設備上的運轉資訊，並予以利用，如此使用者可免除電腦與控制器間通信整合的困擾及其中的成本投入，使用 PC-Based 控制器資訊整合將變成十分容易。

使用者可在 Windows 平台的電腦上自撰軟體與其整合，亦可利用市面各式適合其應用需求的套裝軟體透過其標準的設定即可進行整合。TCP/IP 網路通訊為目前被普遍使用的資訊網路，PC-Based 控制器亦可被視為 PC 網路的一元，使用者可視 PC-Based 控制器為網路中的某一網站，使用者透過既成的 PC 資訊網即可與 PC-Based 控制器溝通。

利用發達的電腦網路系統，資訊溝通可以無遠弗屆，使用者所在低成本下進行資料溝通、遠端監視、遠端維修，甚至修改程式，利用 PC 標準網路系統進行全廠化或企業化資訊整合，將不再像昔日的工程浩大和面臨技術困難。

### 三、卸載通訊方式評估

本研究之主要目的為藉由主控站(Fama PLC)讀回多功能電表電力參數，再藉由即時需量計算取得卸載的依據，同時也將卸載訊息下達給卸載主機(FBE PLC)。卸載的方式乃藉由上述網路模組、傳呼器模組及無線電模組等三模組相互配合，對負載加以控制與管理。因此，主控站如何將卸載訊息快速下達至卸載主機，使三模組順利完成卸載功能

就變得非常重要。本研究中共探討三種卸載通訊方式，其優缺點分別評估如下：

### (一) 數位輸出入點通訊方式

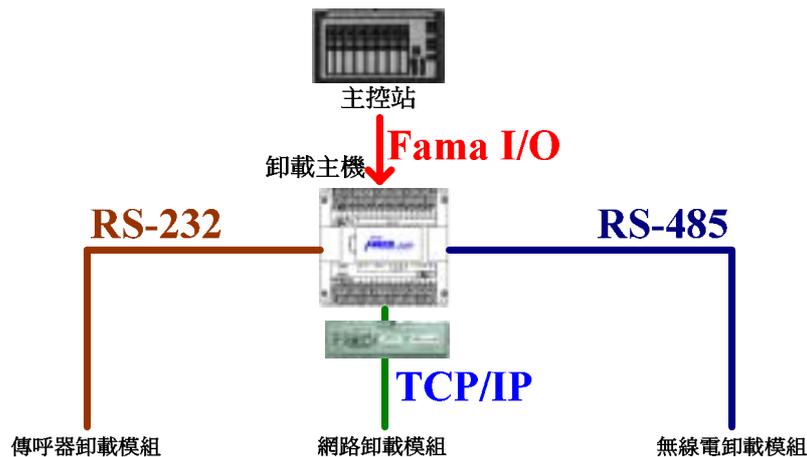
主控站透過數位 I/O 點，以點對點的方式直接對卸載主機下達控制命令，如圖三所示，其優缺點比較如下：

**優點：**

1. 透過主控站 (Fama PLC) 的數位 I/O 點直接對卸載主機 (FBE PLC) 下達控制命令，性質單純。因此主控站只須擷取現場所有電力參數之讀值，並判斷是否需下達控制命令給卸載主機即可。
2. 主控站之輸出接點擴充容易，此模式並不會佔用主控站之 COM PORT 接點，可將主控站之 COM PORT 接點留做其他通訊傳輸用，而不用克服主控站與卸載主機在資料傳輸上的困難 (即不用克服 Fama PLC 與 FBE PLC 之間的通訊傳輸)，在技術及實際考量上較易達成。

**缺點：**

1. 當卸載方式更多樣化或受控負載增多時，會佔用 Fama PLC 和 FBE PLC 大量的數位輸出入接點，且兩 PLC 之間配線會變得更複雜。



圖三 Fama PLC 數位點之卸載模式

### (二) 主控站通訊埠向卸載主機下達卸載命令之通訊方式

如圖四中所示，主控站與卸載主機間改以 Fama PLC 的通訊埠做為下達控制命令的通訊方式，其優缺點比較如下：

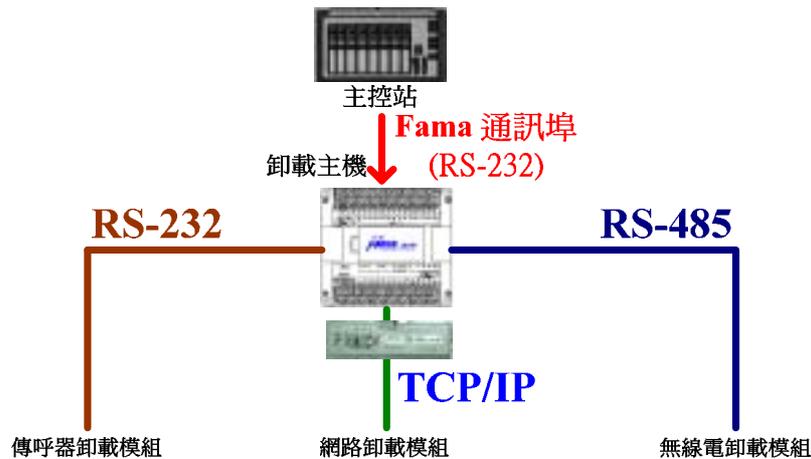
**優點：**

1. 主控站之通訊能力較強，若能透過 RS-232 通訊埠與卸載主機溝通，則可直接下達卸載命令控制卸載，再由卸載主機下達命令給負載，可減少數位點的使用。
2. 若主控站能透過其本身的通訊埠與卸載主機溝通，直接下達控制命令給 FBE PLC 執行卸載，則可省下主控站與卸載主機之間的配線。

**缺點：**

1. 卸載主機所撰寫的程式略為複雜，其從主控站所接收的命令，必須能判斷要執行何

種模式的卸載，技術層次較高。



圖四 Fama PLC 通訊埠之卸載模式

### (三) 卸載主機通訊埠向主控站讀取卸載資料之通訊方式

如圖五中所示，卸載主機主動透過本身內鍵之 RS-232 通訊埠，向主控站讀取卸載資料，再進行卸載的通訊方式，其優缺點比較如下：

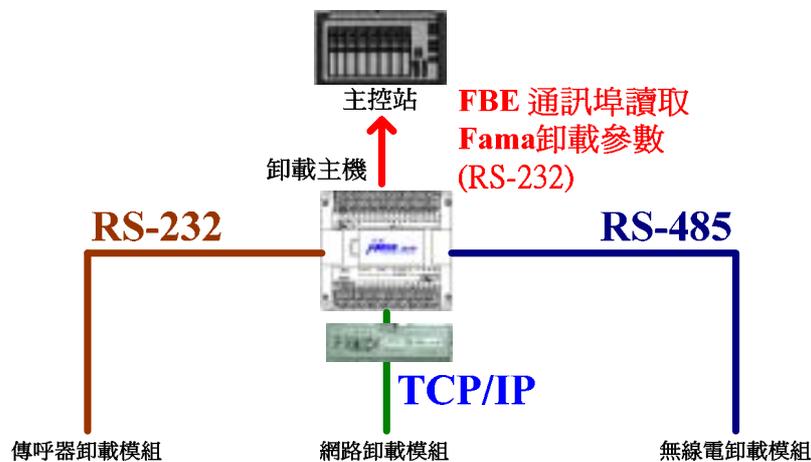
**優點：**

1. 主控站不必下達卸載命令給卸載主機，直接由卸載主機透過 RS-232 通訊埠讀取主控站之需量參數值，再作卸載的動作即可，如此主控站內撰寫的控制程式較為單純。

**缺點：**

1. 卸載主機本身須能透過 RS-232 讀取主控站之需量參數值，因此程式的撰寫較不易，且必須克服通訊傳輸的問題。

經評估上述三種卸載通訊方式，為簡化配線及減輕主控站內撰寫控制程式之負擔，並將部分卸載控制程式移至卸載主機內，本研究選擇第二種卸載通訊方式來進行卸載動作。有關詳細的卸載動作將於下節中詳述。



圖五 FBE PLC 通訊埠之卸載模式

## 四、系統規劃與設定

### (一) 卸載主機

本論文所使用之卸載主機係以國內自製永宏FBE系列之傳統式PLC為主要硬體架構，因造價比起國內或進口同類型PLC便宜，功能及穩定性不亞於進口製品；選用該產品另一個原因是藉由其本身強大通訊能力，利用RS-232、RS-485通訊界面相互連結[7-10]，組成主/僕關係之網路系統，透過內部應用指令Fun96及Fun97作Link動作，可分別控制各模組執行卸載動作，

#### 1. 資料傳輸

若欲將僕站所有資料讀取或寫入，可利用PROLAD編輯軟體作設定與規劃，而其通訊格式如表一所示，僕站不需做參數設定。

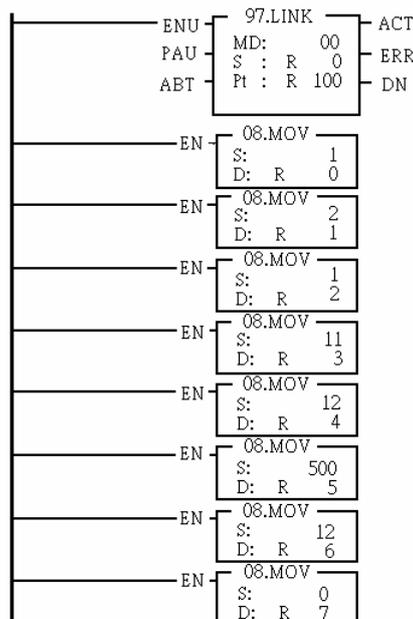
表一 FBE PLC通訊格式

開頭字元	僕站號碼		命令號碼		本文資料	值與值		結尾字元
STX	H	L	H	L	0-500 ASCII	H	L	ETX

本系統是利用Fun96應用指令作資料的讀取或寫入，使用Fun96之優點：(1)不須將SW1之bit 1 及bit 2 做更改設定。(2)傳輸方式是利用廣播方式，由主站向僕站作廣播動作，資源共享。

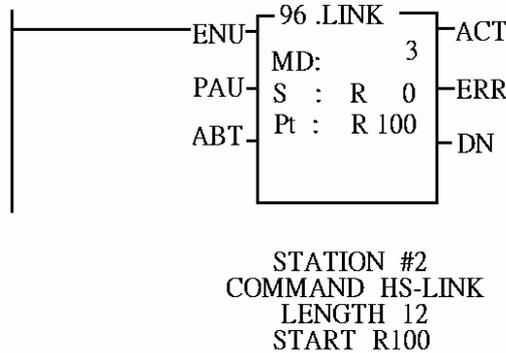
以下是本系統將僕站I/O點，內部暫存器R0 R100 (R0 R100設為 1 號僕站) 所有資料傳至主站，對主控站而言是對僕站讀取資料。

圖六所示是使用Fun97將資料傳至主站，主控站PLC CPU板之SW1必須設定bit1 = OFF，bit2 = ON，而僕站不需設定SW1，且亦不須Link指令，但利用Fun97從主控站PLC讀取或寫入資料至某僕站，均需利用七個暫存器來定義一次傳輸交易，且每一暫存器均需使用MOV指令，為利用Fun97設計之缺點。



圖六 Fun97寫入資料

圖七所示是利用 Fun96傳輸資料，同樣功能。但利用Fun96編寫只需使用PROLAD的功能FunZoom，以填表格的方式來規畫資料傳遞格式。比較 Fun96及 Fun97功能，在此建議使用Fun96指令，因為網路系統是多數筆資料，倘若沒有PROLAD軟體下，用書寫器寫入程式或程式偵錯較為繁雜。



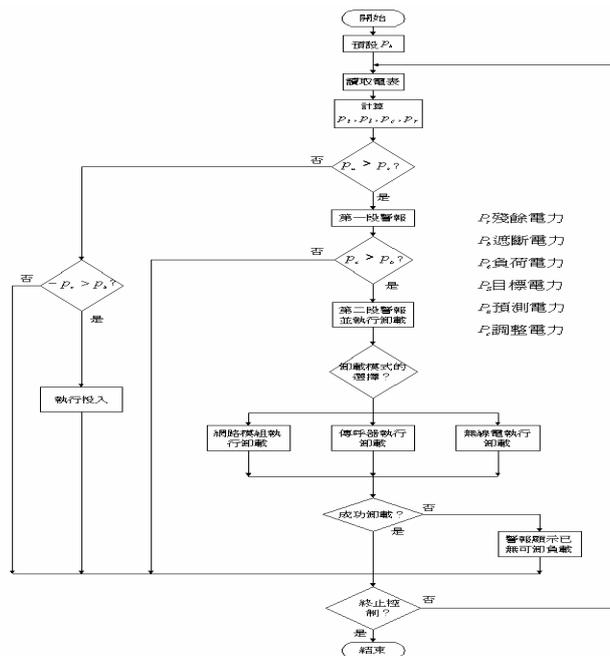
圖七 Fun96寫入資料至僕站

## 2. 卸載流程

卸載流程如圖八所示。當卸載主機接收到主控站卸載控制命令時，只須判斷主控站是下達那一種模式之卸載命令，再執行下列之卸載動作：

- (1) 若是採用網路模組之模式卸載，則由卸載主機透過 TCP/IP 對負載端的 FBE PLC 下達控制命令，讓負載端的 PLC 執行卸載的動作。
- (2) 若是採用無線電模組之模式卸載，則由卸載主機透過 RS-485 通訊埠對無線電端的 FBE PLC 下達控制命令，讓無線電端的 PLC 執行卸載的動作。
- (3) 若是採用傳呼器模組之模式卸載，則由卸載主機透過 RS-232 通訊埠，藉由數據機對傳呼器模組撥號下達卸載命令，讓傳呼器模組執行卸載動作。

本研究的卸載主機配置圖如圖九所示。



圖八 卸載及復歸流程圖



圖九 卸載主機配置圖

## (二) 網路模組

網路通訊由於具有無遠弗屆與資訊易於流通的特性，儘管初期大部分均建置於商用環境下，但由於電腦整合製造/管理的趨勢已蔚為風潮，為臻於此如何提供一易於連接與可靠的資訊流通管道實為一主要關鍵，由於網路通訊的特性剛好符合此一需求，因此目前已普遍應用於工廠環境中擔任生產現場與管理階層間的資訊溝通管道。加上網際網路之發展方興未艾更將網路應用於產業界的呼聲推於極致。

為因應此一趨勢永宏公司特研發一DTBR-E-乙太網路串列通訊介面模組[11]提供客戶一經濟、有效的FB-PLC網路連線解決方案。網路卸載控制模組配置圖如圖十所示，圖中三個Relay設計用來控制資訊大樓中央空調的三台壓縮機。



圖十 網路卸載控制模組

### 1. 應用架構

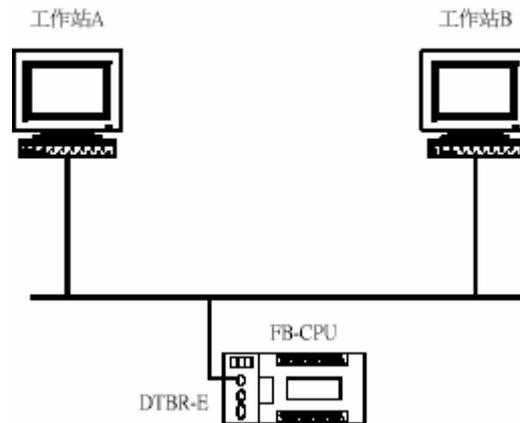
依據不同的網路應用型態本模組提供了以下兩種工作模式即伺服模式(Server mode)與客戶模式(Client mode)。在伺服模式下本模組會等待網路傳來的訊息，解碼之後將此訊息傳到串列通訊埠給 CPU 主機。CPU 主機回覆的訊息本模組接收後會再將其打包並傳至網路上如此即完成一筆命令的循環。

在客戶模式下本模組會等待串列通訊埠傳來的 CPU 主機訊息，若此訊息是給網路下的另一主機則本模組會將此訊息打包並傳至網路上並等待網路傳回來之回應訊息。當收到回應訊息時再將回應訊息傳到串列通訊埠給 CPU 主機，如此即完成一筆命令的循環。

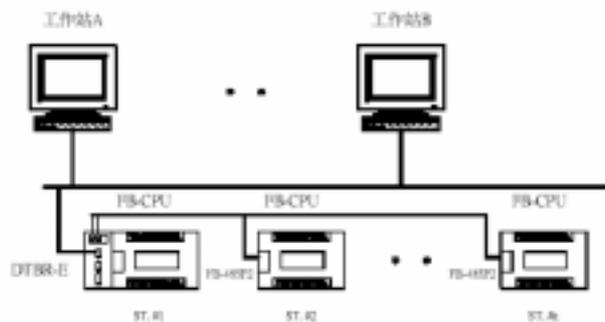
環。在以下的說明中為了便於表示起見 DTBR-E 與網路的連接均以一直接連線表示，但實際上由於 DTBR-E 提供的是 10BaseT 介面須透過中樞器(HUB)才可連上網路，此點請注意。

## 2. 伺服模式(Server Mode)

伺服模式下透過 RS232 串列通訊埠與本模組連接的單一主機或透過 RS485 串列通訊埠與本模組連接的多台主機均工作在樸模式(Slave)即被動接收命令並加以回應。以下為伺服模式下的應用例子，圖十一為單一 PLC 主機連線，圖十二為多台 PLC 主機連線。



圖十一 單一主機連線

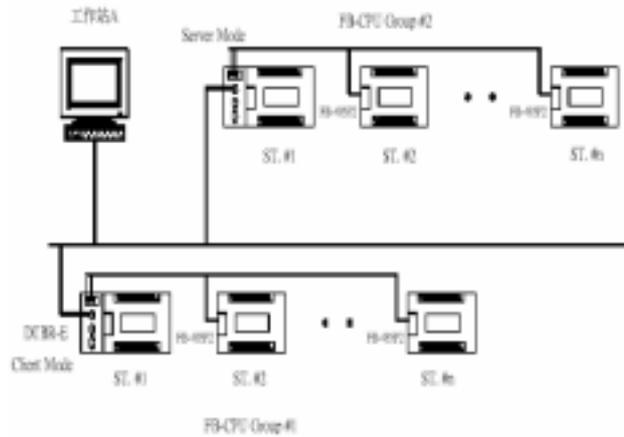


圖十二 多台PLC主機連線

## 3. 客戶模式(Client Mode)

客戶模式如圖十三所示，在此模式下DTBR-E模組會等待port1或port2的命令訊息當其發現截收到的訊息為傳給網路上之另一-PLC主機時，其會依據設定的內容將訊息打包丟至網路上，之後DTBR-E模組會等待網路的回覆訊息，當收到時會將其解開再透過串列通訊埠回傳給PLC主機，如此即完成一筆命令循環。

於此模式運作時，與DTBR-E模組連結的單一主機，或透過RS485與本模組連接的多台PLC主機的主站，均工作在主模式(Master)，即利用Link指令Mode0主動傳送命令。



圖十三 DTBR-E 應用於客戶模式

#### 4. 軟體設定

為配合 DTBR-E 模組應用，永宏公司提供一視窗版設定軟體”dtbre\_cfg.exe”，此軟體具有以下功能：

- (1) 基本模組資料設定 - 內容包括網路位址、閘通道位址、網路遮罩、串列通訊速率、工作模式、模組辨識名稱及模組註解等。
- (2) 安全設定 - 即授權 IP(網路位址)設定,利用此項功能時僅有經授權之 IP 所發出命令訊息才能為本模組接受,如此可避免不當之外部存取以確保整個系統之安全。DTBR-E 模組內最多可設定 10 群授權 IP。每群授權 IP 可包含一個或連續多個之 IP。

考慮到不同應用情況下的便利性，本模組提供了以下不同的方式，以方便使用者進行網路組態設定。

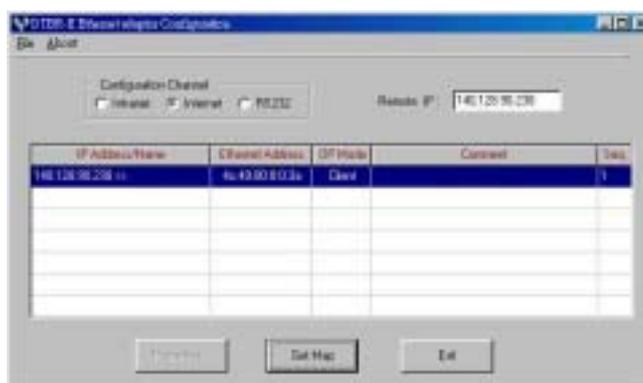
- (1) RS232 設定 - 此種設定方式是透過 port0 專屬連接頭。操作時需先設定模組內之 DIP 開關。此設定方法通常用於電腦無安裝網路卡的情況下。由於利用此法時不需輸入通行碼因此若忘記通行碼情況下也可採此方法將問題加以排除。
- (2) 區域網路設定 - 此法是最方便的設定方式，當操作時設定軟體可將所有網路上的 DTBR-E 模組掃描出且加以顯示，設定者可直接從視窗畫面點選挑出欲設定之模組而加以編修。
- (3) 網際網路設定 - 利用此法可透過網際網路於遠端進行網路組態的應用設定,通常用於設定 IP 對應表或存取權限設定。用此方法一次僅能設定一台 DTBR-E 模組且須指定其 IP。

#### 5. 選用網際網路設定

步驟一：利用網路線連接 DTBR-E 模組網路與集線器(HUB)。

步驟二：電腦連上網路且執行網路組態設定軟體- dtbre\_cfg.exe。

利用滑鼠點選’Configuration Channel’內之’Internet’選項之後出現如圖十四所示之畫面。此時可於 remote IP 欄輸入欲連線設定之 DTBR-E 模組網路位址 (IP)，之後點選’Get Map’按鈕後即開始連接網路上的 DTBR-E 模組。



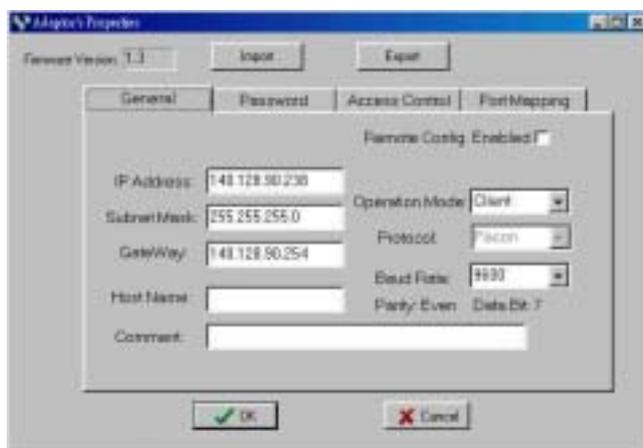
圖十四 區域網路初始畫面

步驟三：雙點(Double click)欲設定之模組行或單點模組行再按'Properties..'按鈕，如圖十五所示。



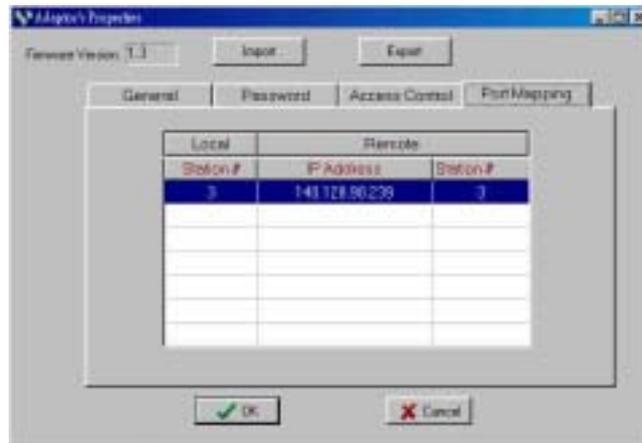
圖十五 Server 端之網路模組設定

步驟四：站號與IP對應關係設定，此項設定僅有當模組工作於客戶模式時有需要進行，於基本資料頁中當工作模式設為客戶模式時會變為如圖十六所示。



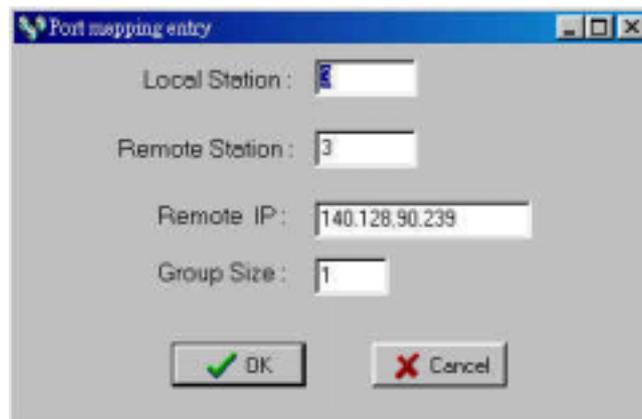
圖十六 Client 端之網路模組設定

此時點選”Port Mapping”設定頁，如圖十七所示。



圖十七 IP 對照表

欲設定時可將游標移至表格內按滑鼠右鍵出現一彈出式選單，點選’Add’後出現如圖十八所示之畫面。

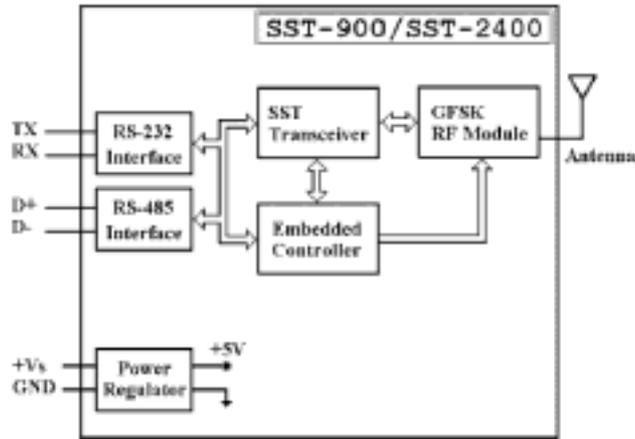


圖十八 IP 對照表之設定畫面

當以上資料設定全部完成時請按主編輯畫面的’OK’鈕完成寫入動作。完成時畫面會回至主畫面可進行另一模組之設定。

### (三) 無線電模組

本研究採用無線電模組之原因，最主要是為了解決兩棟大樓間的配線和施工上之困難，而本專所採用的是型號 SST 900 之無線電接收裝置[12]，其內部結構如圖十九所示，製作完成之無線電卸載控制模組如圖二十所示，圖中四個 Relay 設計用來控制國秀樓中央空調的四台壓縮機。



圖十九 SST 900 之內部結構圖

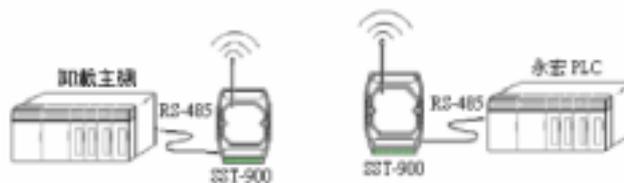


圖二十 無線電卸載控制模組

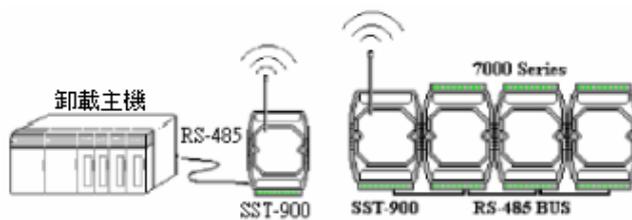
若要使無線電正常工作可由下列步驟達成：

步驟一：設定無線電工作模式：

本研究所採用之無線電可應用於多種工作模式，所以使用時必須指定其工作模式才能使無線電正常工作，圖二十一為本研究所採用之工作模式，圖中卸載主機經由 RS-485 送出命令字串至無線電發射端，而遠端之 FBE PLC 經由無線電接收端取得命令執行卸載動作，若遠端欲擴充卸載主機可使用如圖二十二之工作模式。



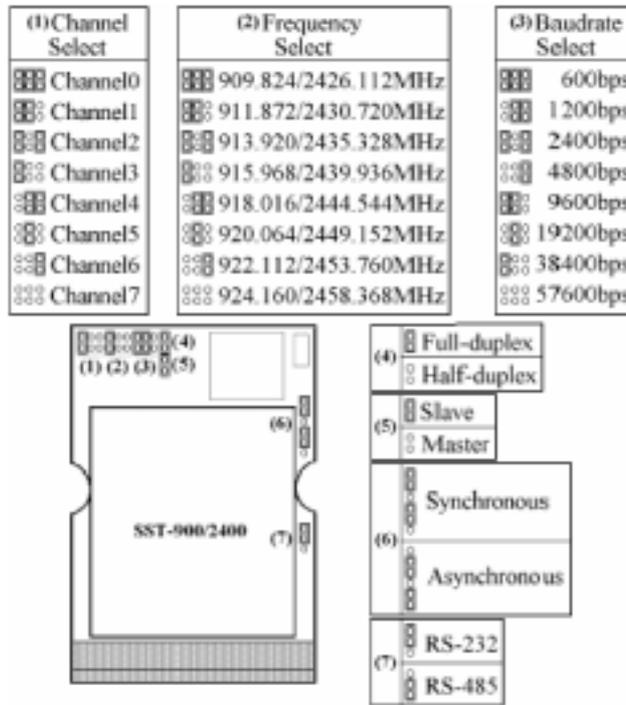
圖二十一 無線電單一模組連接方式



圖二十二 無線電多模組連接方式

步驟二：設定內部 Jumper

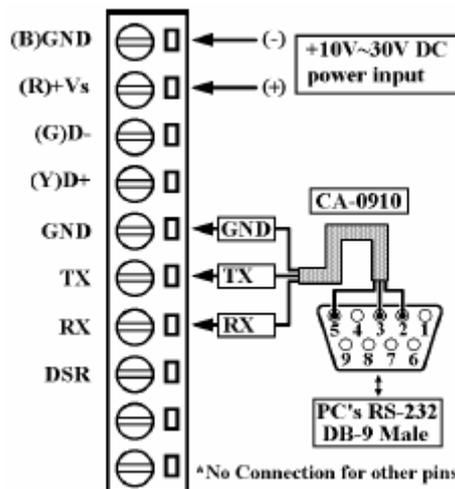
當選定無線電工作模式時，就必須依照使用者所選用之工作模式設定內部 Jumper，如圖二十三所示。



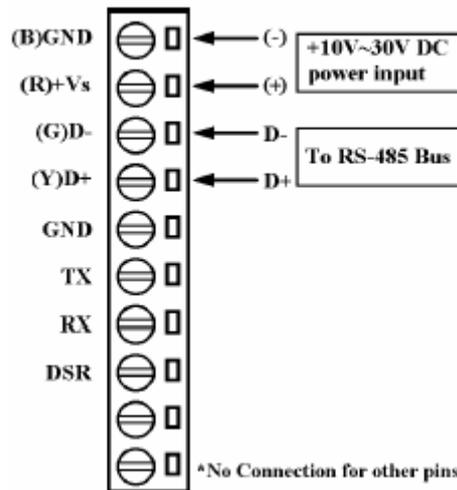
圖二十三 無線電模組 Jumper 設定

步驟三：完成無線電之訊號線

當完成上述兩步驟時，就必須依所選用之通訊介面完成訊號連接，圖二十四為 RS-232 之訊號連接圖，圖二十五為 RS-485 之訊號連接圖。



圖二十四 無線電模組 RS-232 接線圖



圖二十五 無線電模組 RS-485 接線圖

#### (四) 傳呼器模組

##### 1. 功能介紹

本研究採購的全頻式呼叫器 Relay 介面無線遙控器，外加 DC12V 之正負電源，其可透過中華電信撥號，做遠距離無線遙控；裝置內部共有 4 組 Relay，每組 Relay 配有 COM 接點、常閉接點 NC 及常開接點 NO 等 3 組，因此控制排線共有 12PIN，而其控制命令一次可多組動作或解除，但使用時須盡量遠離電腦及有頻率振盪之機器。

由於傳呼器之設定是經由撥接方式來達到控制命令的傳送，與傳統網路的通訊方式或手機遠端控制方式較為不同，其動作原理簡單，只要能正確的將控制信號傳送給傳呼器，則傳呼器的 4 組 Relay 便會執行 ON、OFF 的動作，而我們再將這樣的特性應用在負載管理的部分，如中央空調之起動及停止等，便可達成卸載及復歸的功能。製作完成之傳呼器卸載控制模組如圖二十六所示，圖中二個 Relay 設計用來控制行政大樓中央空調的二台壓縮機。



圖二十六 傳呼器卸載控制模組

##### 2. Relay 控制方式

傳呼器本身的控制命令格式是燒錄在一塊晶片中，使用者經由中華電信撥號，將控

制命令經由傳呼器之接收器傳送至晶片中做信號比對，倘若控制命令完全符合，則傳呼器的 Relay 便會依照使用者所傳送的控制命令執行 ON、OFF 的動作，其設定方式如下：

$$\text{傳呼器外碼} \# \underbrace{*2*2}_{\text{見註解 A}} + \underbrace{5 \text{ 位密碼}}_{\text{B}} + \underbrace{\text{Relay 對應控制碼}}_{\text{C}} \# \underbrace{\quad}_{\text{D}}$$

傳呼器外碼註解如表二所示，Relay 控制對照表如表三所示。

表二 傳呼器外碼使用名稱註解 A D

A	呼叫器外碼台灣中華電信 0950、0959、0957	呼叫器外碼對應 7 位數內碼 User Cap (DEFAULT : 1234567)
B	Leading Code 前導碼 (訊息第 1 2 位數)	BB (*2*2)
C	密碼 (訊息第 3 7 位數)	0 9 : B,D,E,F(電話盤上英文符號用 B=*2, D=*0, E=*4, F=*3 來使用)。(DEFAULT 數字型 : 12345)
D	Relay 控制碼 (訊息第 8 9 位數)	00 0F (參考表二 Relay 控制碼對照表) Relay PIN OUT : Normally NC , Active NO。

表三 Relay 控制對照表

Relay NO. 控制碼	4	3	2	1
00	NC	NC	NC	NC
01	NC	NC	NC	NO
02	NC	NC	NO	NC
03	NC	NC	NO	NO
04	NC	NO	NC	NC
05	NC	NO	NC	NO
06 0F	...	...	...	...

【範例】

例 1 : 要控制 Relay 1 為 NO。

$$\text{呼叫器外碼} \# \underbrace{060355789}_{\text{見註解 A}} \# \underbrace{*2*2}_{\text{B}} + \underbrace{12005}_{\text{C}} + \underbrace{01}_{\text{D}} \#$$

**例 2**：要控制 Relay 3 為 NO，Relay 1 一樣還在 NO 狀態。

呼叫器外碼 060355789 # \*2\*2 + 12005 + 05 #

如例 1 要控制 Relay 1 為 NO 之狀態，則操作步驟為：

步驟一：拿起話筒撥出 060355789 之號碼。

步驟二：當中華電信接通後，按下”#”字鍵。此時以留電話號碼的方式輸入以下的控制碼。

步驟三：輸入前導碼（辨識碼）\*2\*2。

步驟四：輸入傳呼器密碼（如同分機號碼）12005。

步驟五：輸入控制碼 01。

步驟六：按下”#”字鍵完成撥號。此時中華電信發出嗶嗶聲，表示已將號碼傳送出去，可掛斷撥號。

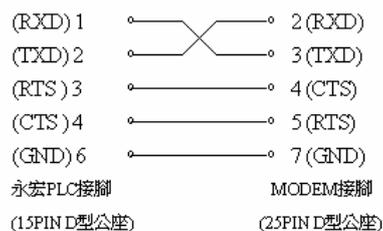
步驟七：一段時間（約 30s）後，量測傳呼器 Relay 1 之接點狀態。若接點動作表示輸入及傳送成功。

步驟一之號碼為使用者所申請的傳呼器號碼，同時必須將此號碼燒錄於傳呼器之晶片，至於步驟三之前導碼是原先產品就已設定好的辨識碼，倘若輸入錯誤，則傳呼器的 Relay 將不為所動，完成後輸入步驟四之傳呼器密碼，此處為什麼說如同分機號碼呢？原因是使用者有可能使用多台之傳呼器來做控制，而為了辨識各傳呼器的機台身份，則必須再分別燒錄 5 個密碼於各傳呼器做辨識用，如 12005、12006、12007 等，依使用者所定，但礙於產品的規格，此處一定要設定 5 個號碼，不能改為 3 碼或 4 碼。

上述之步驟一到步驟四就形同一個層層關卡，假如輸入錯誤就功虧一簣，因此使用者必須特別注意。當前述 4 個步驟都輸入正確時，再輸入兩位數的控制碼，由於此產品是由 4 個 Relay 所組成，因此其控制之組合有  $4*4=16$  種，即 00-0F。上述的步驟皆完成後再按下”#”字鍵，中華電信便會將控制信號傳送給使用者所使用的傳呼器，最後再去量測傳呼器的接點狀態，查看是否正確即完成控制動作。

### 3. FBE PLC 與 MODEM 之接線方式

本研究於負載管理的部分是選用已採購的永宏 FBE PLC 來做控制，原因是 FBE PLC 之通訊功能強大，其有一項很特殊的功能便是可以經由 MODEM 對中華電信執行撥號，所以我們將傳呼器模組的控制命令全部規劃在 FBE PLC 之程式中，當卸載主機下達命令時，FBE PLC 便會自動執行撥號的動作，將控制信號經由 MODEM 傳送給中華電信，再由中華電信撥號給傳呼器執行卸載及復歸的動作，因此撥號的過程還必須透過 MODEM 將信號送出，而 FBE PLC 與 MODEM 之接線方式如圖二十七所示。



圖二十七 FBE PLC 與 MODEM 之接線圖

#### 4. FBE PLC 之模式設定

由於傳呼器模組須使用到撥接的功能，而設定的模式又分為主動連線與被動連線兩種，以下將分別敘述此兩種模式的功用及差別。

模式 1 (主動連線): 若將撥號程式寫入 FBE PLC 中後，則在每次 MODEM 與 FBE PLC 開機時，FBE PLC 便會自動執行撥號的動作，且因撥號的成功與否，其會執行 1 到 3 次的撥號動作。

此模式的撥號是在一開機時就自動執行撥號的動作，而本研究利用到撥號的功能是當校園用電預測將大於契約容量時，由 FBE PLC 來執行撥號的動作，控制傳呼器執行卸載的動作，因此此模式不適用於本研究的功能要求。

模式 2 (被動連線): 因為本研究的精神是要能夠有效的做負載管理，因此 FBE PLC 必須要能對負載執行卸載或復歸的功能，所以控制的方法必須要能完全依照使用者所撰寫的程式來控制，而模式 2 為被動連線便有這樣的功能，當使用者下達撥號命令時，FBE PLC 才會執行撥號的動作，進而對負載執行卸載或復歸的動作，因此本研究選用模式 2 來控制。

#### 5. FBE PLC 之撥號方式

在上述內容中談到傳呼器 Relay 之控制方式，但那是經由人為撥號方式來達成控制的動作，以下將會介紹如何利用 FBE PLC 來執行撥號的動作，此處以程式作範例，再加以說明。

例：060355789 # \*2\*2 + 12005 + 01 #

暫存器 R4140→R4145 之規劃：

R4145	R4144	R4143	R4142	R4141	R4140																		
E	B	1	0	5	0	0	2	1	2	C	2	C	B	A	9	8	7	5	5	3	0	6	0

號碼之存放方式必須由右至左存放，其中 A 表示延遲字元 (約兩秒)，B 表示”#”字號，C 表示”\*”字號，E 表示結束字元。

其對應的資料如下：

R4140 → 3060H → 12384<sub>(10)</sub>  
 R4141 → 8755H → 34645<sub>(10)</sub>  
 R4142 → CBA9H → 52137<sub>(10)</sub>  
 R4143 → 12C2H → 4802<sub>(10)</sub>  
 R4144 → 5002H → 20482<sub>(10)</sub>  
 R4145 → EB10H → 60176<sub>(10)</sub>

程式撰寫如圖二十八所示。



圖二十八 FBE PLC 撥號程式

將上述之十進位數值分別輸入於各暫存器中，當按下 X1 時，FBE PLC 便執行撥號的動作；當按下 X2 時，FBE PLC 便執行掛斷的動作。

## 五、測試結果與討論

本研究已建構完成了三種通訊媒介之軟、硬體配置，由 FBE PLC 作為卸載主機負責控制卸載的部分已全部完成，並在實驗室內測試，結果已經符合當初所預期功能。而目前也突破了由主控站 (Fama) COM PORT 直接透過 RS-232 傳送需量控制卸載命令，並將此功能寫成使用者定義功能方塊 (User Define Function Block)，而這個功能方塊是屬於 Fama 所有，其可以傳達一個類似 Fun96 LINK 的通訊命令給 FBE PLC，FBE PLC 也必須要能正確讀取由 Fama PLC 所傳送過來的訊息，然後加以解讀，並執行 Fama PLC 所下達的命令，亦即 Fama PLC 能經由 COM PORT 直接與 FBE PLC 達成溝通。這樣的技術已經跨過了一台 PLC 所能做到的範圍，要將兩台不同廠牌的產品作整合並達成溝通，除了硬體上的結合，更需以軟體配合。此種結合使得從主控站取得現場需量資訊後，可明確且迅速傳送到卸載主機，而整個卸載量均由主控站計算後，並判斷現場中央空調運轉狀態，經由永宏卸載主機透過多媒介通訊方式執行卸載動作。

圖二十九所示畫面是結合監控主電腦、監控主機及卸載主機模擬卸載，在監控主電腦顯示測試卸載狀態。卸載狀態依序分為九個等級，第一、二、六級設為無線電控制，第三、四、七級設為網路卸載控制，第五、八、九級設為無線電傳呼器卸載控制，自動執行卸載及復歸。此外，也可經由人機介面「手動控制」方式，依實際需求考量，將現場中央空調主機作卸載及復歸動作。實驗測試時「目標電力」設為 600KW，經過 3 分 55 秒後，「預測電力」已經預測出需量為 1149KW，此時「調整電力」大於「遮斷電力」，監控主電腦發出第一段警報，通知負載控制中心主控人員，隨著負載持續增高第二段警報啟動並執行卸載。同時監控主機將卸載命令傳送給卸載主機，依圖二十九所示流程圖執行卸載。從圖二十九所示實驗室模擬測試結果可看出，卸載狀態已經到達第五級，三種卸載模式也均能依序完成卸載動作。因為是實驗模擬，所以「瞬間用電」無法降下，

待後續將現場中央空調壓縮主機卸載接點接入時，則此套系統即可在現場實際執行卸載動作，確實達到節省用電電費、有效抑抵尖峰負載免去超約受罰。



圖二十九 監控主電腦卸載狀態結果

## 六、結論

本系統研究開發至今已長達五年之久，早期四年以來主要著重於系統之架設、電力監控及人機介面軟體的開發，後續再以既有的系統做功能擴充，目前已將校園的綠色電力能源併入本研究之系統中，也已完成網路式監控的負載管理；而今年度的研究重點主要著重於卸載控制方式的部分，將負載控制多媒介化，透過不同的通訊方式達到負載管理的目標，避開以網路為唯一溝通的管理方式。

藉由本研究的研究與開發，不僅可以將此套系統變為一套多媒介的電能管理系統，其在擴充上由於使用的媒介不再局限於網路為溝通方式，所以使用者可以依據場合或經濟效益的不同來選擇不同的媒介做負載管理，因此其擴充性較佳，這也算是國內少數研發多媒介電能管理系統的先驅者，這樣的技術將提供業界架設電能管理系統更具實用性的技術參考。

本研究目前開發完成 Fama PLC 與 FBE PLC 的通訊介面，使得兩種不同產品的 PLC 能達成溝通，這就好比寫一套翻譯軟體一樣，是我們認為最困難的一部分。完成之後便可以很容易地將主控站 Fama PLC 之控制命令傳達給永宏卸載主機，讓永宏卸載主機去做負載管理，同時，所有的訊息及用電情形將經由 FIX32 圖控軟體，顯示在監控主機上。負載管理已能透過無線電模組、網路模組及傳呼器模組等三種媒介來執行，而三種媒介模組僅需一台傳統的 FBE PLC 即可建構完成多媒介卸載控制功能，達到負載管理的目標。不但在未來不同的場合都能有其適應性，且在技術上的突破更可提供外界中小型用

電戶的參考，依其使用場所或經濟效益評估的不同，可選擇最適合用戶的負載管理模式，來達成各用戶電力需量控制的要求。

## 參考文獻

- [1] 朱紀民、鐘太郎、黃裕煒、蔡佩珊，“類神經網路應用在空調冰水主機直接卸載之省能及舒適度控制研究”，91年節約能源論文專輯，民91年5月，頁389-400。
- [2] 鐘太郎、朱紀民、黃裕煒，“達成中央空調舒適度與省能控制之研究”，台電工程月刊第615期，民88年11月，頁58-73。
- [3] 陳鴻誠、王孟輝、曾振東、張隆益，“網路式校區電能管理系統”，第二十屆電力工程研討會，民88年11月，頁1185-1189。
- [4] MIRLE, Fama OMC-1/E Programmable Logic Controller Operation Manual, Algodue Electronic, 1996。
- [5] Intellution, Intellution FIX32 Automation Software User's Guide and Reference Manual, 1998。
- [6] Wizdow Controls, Fama Paradym -31 User's Guide and Reference Manual, 1998。
- [7] 永宏電機，永宏可程式控制器階圖大師中文版使用說明暨FB系列RS232通訊協定，永宏電機股份有限公司，1997。
- [8] 永宏電機，永宏FB系列追加功能篇，永宏電機股份有限公司，1997。
- [9] 永宏電機，永宏可程式控制器機系列使用手冊(基礎篇/進階篇)，永宏電機股份有限公司，1997。
- [10] 永宏電機，永宏FBE、FBN新增功能說明，永宏電機股份有限公司，1999。
- [11] 永宏電機，DTBR-E乙太網路通訊分配器使用手冊，永宏電機股份有限公司，1999。
- [12] 傑程科技，Wireless Radio Modem User Manual，傑程股份有限公司，1999。