

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 電力系統饋線自動化監控電路之分析與研製

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2622-E-009-002-CC3

執行期間：94年05月01日至95年04月30日

執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系(所)

計畫主持人：廖德誠

計畫參與人員：盧孟德、林家弘、張力文、宋朝源、黃韻華

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 95 年 7 月 13 日

# 國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果完整報告

## 電力系統饋線自動化監控電路之分析與設計

計畫類別： 個別型計畫       整合型計畫

計畫編號：NSC 94-2622-E-009-002-CC3

執行期間： 94 年 5 月 1 日至 95 年 4 月 30 日

計畫主持人：廖德誠 教授

計畫參與人員：彭雲絹、盧孟德、林家弘、張力文、宋朝源、黃韻華

處理方式：完整報告內容因涉及專利、技術移轉案或其他智慧財產權，不予公開。

執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系

中 華 民 國 95 年 6 月 28 日

# 國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：控制工程

計畫名稱：電力系統饋線自動化監控電路之分析與研製

計畫編號：NSC 94-2622-E-009-002-CC3

執行期間：94 年 5 月 1 日至 95 年 4 月 30 日

執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系

主持人：廖德誠 教授

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩士論文)	工作內容
黃韻華	碩士班		台電對 FTU/FRTU 需求規格研究及資料整理
宋朝源	碩士班		FTU/FRTU 相關軟體規格研究及整理
張力文	碩士班		FTU/FRTU 之電壓/電流偵測電路設計與資訊轉換電路設計
林家弘	碩士班		DNP 3.0 相關軟體功能制訂與開發
盧孟德	碩士班		FTU/FRTU 之主控制模組設計

姓名	職稱	工作內容
彭雲絹	專任助理	研究計畫相關行政工作

## 合作企業簡介

合作企業名稱：宜鋒營造工程有限公司

計畫聯絡人：廖珮琦 總經理

資本額：10,000 萬元

產品簡介：配電、輸電線路架設、施工、變電所興建、衛星定位測量

E-mail：pl2117@ms15.hinet.net

電話：(02)2929-6026

研究摘要(500 字以內)：詳見報告內容

人才培育成果說明：詳見報告內容

技術研發成果說明：詳見報告內容

技術特點說明：詳見報告內容

可利用之產業及可開發之產品：詳見報告內容

推廣及運用的價值：如增加產值、增加附加價值或營利、增加投資/設廠、增加就業人數……等。

## 一、 研究摘要：

近年來，由於電力系統自動化的快速推行，使得安裝於各變電所內的資訊末端設備（RTU，Remote Terminal Unit）能迅速發展，而 RTU 具有處理資料的能力，能夠主動收集、比較，並儲存資料於記憶體內，等接到主站的指令後，再依事先儲存的組態資料（configured data）進行資料的交換。目前台電各變電所之監控幾乎已完成全面自動化，而配電系統也進行另一波的配電饋線自動化工程，以取代傳統人員至現場開關以手動方式操作，使得變電所饋線資訊末端設備（FRTU，Feeder Remote Terminal Unit）與饋線資訊末端設備（FTU，Feeder Terminal Unit）可提供配電饋線上的所有資訊，作為控制中心判斷事故原因與負載轉供之依據等優點，因此，FRTU 與 FTU 將可促使配電饋線自動化更廣泛的應用。然而，FRTU 與 FTU 技術的開發可能會遇到兩個問題，亦即其規格之設計與相關軟體之開發。本研究計畫針對 FRTU 與 FTU 功能規格進行分析、設計。藉由研發 FRTU 與 FTU 之關鍵技術，以期協助配合廠商提升其電力事業之應用技術。

## 二、 人才培育成果說明：

依據台電配電饋線自動化 91~96 年計畫，96 年前須完成 3,062 條饋線自動化之目標(台電預估 96 年全配電系統饋線數 11,526 條佔比約 27% )。而以世界趨勢來看，配電饋線自動化是改善事故停電時間與施工恢復供電時間最佳利器，不僅可取代傳統人員至現場開關以手動操作方式，所以 FRTU 與 FTU 其應用範圍將日趨廣泛，具有極高的市場經濟效益。台灣的中小企業以電子工業起家，未來發展該項產品可先建立 FRTU 與 FTU 研發、生產、製造技術，配合目前國內廠商現有 RTU 之高品質產品，加上台灣市場需求與未來世界趨勢，具有極大的市場優勢。若能研發並配合技術引進整套系統整合技術，將可建立整套產品之一貫性。

透過本計畫之執行，使得參與本計劃之學生能夠把平常課程所學到之知識實際的應用在 FRTU 與 FTU 的電路設計上。此外，藉由 FRTU 與 FTU 之關鍵技術的研發，諸如電力電子技術、通訊相關技術、系統軟體之開發、各系統整合技術等，我們不僅協助廠商提升其電力電子之應用技術，進而協助該公司相關產品之開發與產業升級。經由此產學計畫的合作，我們有效的訓練及培養出新一代的專業人才並且建立起產學互動的良好機制，也有機會對國內電子工業競爭力之提升盡一份心力。

### 三、 技術研發成果說明：

本研究計畫主要是針對應用於配電自動化系統之饋線資訊終端設備 (FTU, Feeder Terminal Unit) 的規格與功能作設計，進而研製客製化且供彈性發展的 FTU 系統平台。採模組化的設計方式，我們將 FTU 系統切割為三個系統方塊獨立開發，包括第一級 A/D 資料取樣轉換與前端硬體保護電路、第二級嵌入式系統核心運算模組以及第三級 DNP3 通訊模組，系統切割示意如圖 3.1。

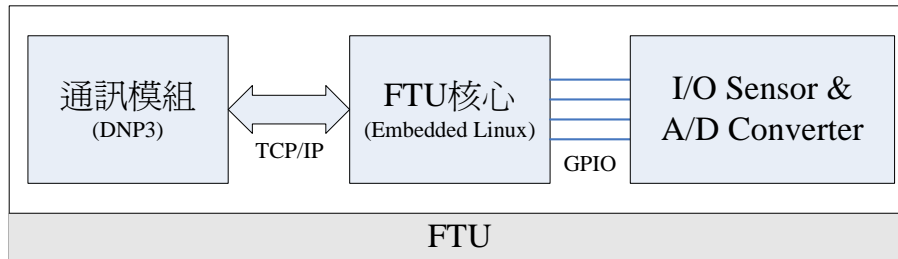


圖 3.1 FTU 模組化示意圖

以下將分述各個系統方塊之設計：

#### 1. I/O Sensor & A/D Converter：

在 FTU 前級系統處理訊號的電路之中，其電路的方塊圖如圖 3.2。採用交流取樣的方式將完整的訊號資訊收集起來，經過適當的調整訊號強弱之後將資料收集起來。

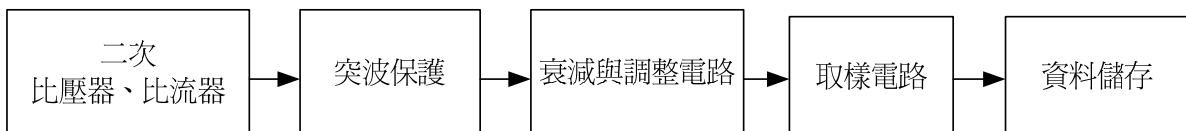


圖 3.2 前端電路訊號處理流程

#### 2. FTU 核心模組：

主模組於擷取前級系統所取樣轉換之電力訊號後，做運算處理判斷是否有事故(故障事件)發生，並建表紀錄一定長度的訊號歷史資料，以供使用者還原訊號發生事故前後數週期的變化，除了提供即時的故障事件資訊以供復電判斷之外，核心模組設計提供故障定義參數的彈性調整，製造虛擬的電力異常的資訊，以設法在真正電力系統故障發生之前發現異常，主動處理建立事故 Event 的原因。此外，DNP3 應用層資訊的組合與拆解亦是由主模組負責，透過 RS232/Ethernet 與通訊模組做封包交換，並直接處理應用層資料單元 (Application Protocol Data Unit, APDU)、控制資訊 (Application Protocol Control Information, APCI) 之命令辨識與回應、物件及狀態資訊的組織、封包拆解等工作。最後藉由通訊模組基於 DNP3 通訊協定，運用結合網際網路

與控制中心連線通訊，完成整個電力監控系統的運作。

### 3. DNP3 通訊模組：

整體 DNP3 通訊模組架構採用模組化的設計，分為(1)實體層 RS-232 I/O 的送收與 DNP3 資料連結層傳輸程序的應對；(2)資料連結層與應用層封包形式的轉換；(3)對內與 FTU 核心經 TCP/IP 進行應用層封包的傳輸。程式語言為標準 C 語言，是多數處理器所支援的，方便往後系統的移植。

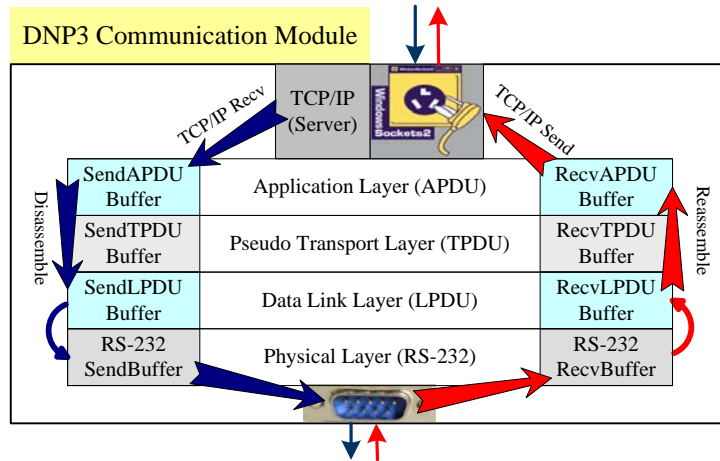


圖 3.3 DNP3 通訊模組的內部架構

此通訊模組經具公信力的 ASE2000 軟體驗證後，資料連結層中，大多數的傳輸程序皆符合標準規範。至於可靠度測試，利用 ASE2000 模擬 Master，TCP/IP 端自行發展一個可自動回應訊息模擬 FTU 核心的程式，經數千次的 Request/Respond 傳輸測試後，可得知在資料連結層 Confirmed / Unconfirmed Send User Data 的傳輸模式下，皆是正確的運作。

本研究計劃建構了 FTU 平台，除了提供智慧型量測設備之功能外，藉由整合網路資料傳輸，將資訊彙整於監控系統控制中心，以達成配電自動化系統即時監控與有效管理的目標。



#### 四、 技術特點說明：

1. 廣大的電流取樣範圍 0.3A~20A。
2. 多通道同步取樣包含 3 相 4 線的電壓及電流數值。
3. 隨時紀錄近 50ms 資訊。
4. 具備突波保護。
5. 提供彈性之故障診斷判別方式設定。
6. 儲存故障發生前後共 20 週波之訊號，以還原資訊進而了解可能事故原因。
7. 完整之資料庫建立。
8. DNP3 應用層處理與物件定義符合規範，能相容標準化之控制中心軟體。
9. DNP3 通訊模組符合標準規範，相容性佳。
10. DNP3 通訊模組採用模組化設計及標準 C 語言，方便移植。
11. DNP3 通訊模組採用可調式應用層封包緩衝區，並根據其封包 Class 優先權次序處理。
12. DNP3 通訊模組運作穩定。

## 五、 可利用之產業及可開發之產品：

FTU 系統規劃採取模組化開發方式的原因，除了提供設計的彈性外，更能透過系統整合將系統切割之模組應用於其他相關產業與產品，或者提供相關領域之設計參考。以前級 I/O Sensor & A/D Converter 為例，電壓電流的取樣技術，在電力系統相關領域之中應用的相當廣泛，對於電力公司而言抓取訊號作為控制輸配電線路的維護及管理，工廠內的電源控管與紀錄，及社區電力管理等等，不間斷的收集最新的電源資訊，以利此些相關應用系統能夠直接針對所擷取之資訊做運算處理，提昇開發時效性。至於 FTU 核心模組的相關應用上，包括軟硬體開發流程與嵌入式系統週邊控制之方法流程，都可提供一般嵌入式系統平台開發參考。最後就後級系統 DNP3 通訊模組而言，由於 DNP3 通訊協定是常見的 SCADA 系統通訊協定，特色是公開、免授權金，而且簡單有效率且可靠的通訊協定，因此適用於一般以微處理或是嵌入式系統為主的網路監控系統資料傳輸應用，例如：RFID 監控系統的資料傳輸、電力、油、瓦斯或自來水的管線監控系統等等。因此，本研究計畫除了 FTU 系統建構外，更提供系統模組之獨立技術發展應用，為相關領域之產品與研究綿盡一份心力。

## 六、 推廣及運用的價值：

對於現今科技廠房的規模日益增大，電力之可靠度的需求越來越大，整個電力的輸送系統來說能夠獲得愈詳細的狀況愈好，因應時代需求，提高配電系統供電品質及可靠度，各區域（城市、鄉村及山區線路）的配電線路亟需經由妥善之規劃及設計，對於現今科技廠房的規模日益增大，電力之可靠度的需求越來越大，整個電力的輸送系統來說能夠獲得愈詳細的狀況愈好，因應時代需求，提高配電系統供電品質及可靠度，各區域（城市、鄉村及山區線路）的配電線路亟需經由妥善之規劃及設計，饋線的自動化已成唯一種趨勢，在歐洲、美國及中國大陸等陸續的裝置了饋線自動化之設備。此技術的發展將帶來以下的附加價值：

### 1. 建構台灣之配電饋線自動化系統

結合電腦、通訊、控制等科技與配電系統整合，建置一套「配電饋線自動化系統」，以達到縮減事故停電範圍，降低停電時間，提高供電品質，並提升服務用戶之品質及內容，為配電自動化之目標。再者，一般配電饋線異常現象，除了不可預期的外來因素，例如：雷擊、人為損壞等等，其他許多的現象都是有跡可尋的，這需要平時不斷的監視著饋線上的電壓電流資訊，經由中央控制中心加以評估及判斷，藉由細微的異常現象，推敲出疑似有問題，做好防患於未然的工作，大幅提高供電的品質與可靠度。

### 2. 管理社區用電之安全

台灣近年常有家庭用電不當導致火災，造成天倫悲劇、社會成本的付出，由電力的異常，提供警訊，快速的提供給地方單位來執行查探的動作，以快速的解決由意外所發生的事故。