

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：實習)

研習「電力設備廣域網路遙測監控自動化系統技術」

出國人：	服務機關	台灣電力公司		
	職 稱	姓 名	姓名代號	單 位
	電機工程師	廖 政 立	296006	綜 研 所
	電機工程師	王 金 墩	630499	綜 研 所

出國地點：加拿大

出國期間：91.09.27~91.10.11

報告日期：九十一年十二月

93  
009104707

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱： 頁數 46 含附件：是否  
研習「電力設備廣域網路遙測監控自動化系統技術」

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

代號：313310000K

全銜：台灣電力公司

聯絡單位：人事處

聯絡人：陳德隆

聯絡電話：

2366-7685

出國類別： 1 考察  2 進修  3 研究  4 實習  5 其他(開會)

出國期間：91.09.27~91.10.11

出國地區：加拿大

報告日期：91.12

分類/號目：

關鍵詞：Protocol、DNP3.0、SCADA、RTU、IED、電磁場

內容摘要：(二百至三百字)

一、出國行程及研習內容包括：

(1) DNP 3.0 訓練課程

(2) 電磁場長期監測研習

(3) B.C. Hydro 配電監控中心及 GE Energy Services 公司參訪

二、報告什麼是 DNP (Distributed Network Protocol)?、為何要出國學習 DNP?、DNP 技術問題、學習 DNP 有何利基及未來 DNP 軟硬體設備之發展。

三、報告加拿大電磁場長期監測技術在輸配電線長期監測及變電所磁場監測方面之發展等。

四、DNP3.0 看好成為未來變電所通訊協定主流(RTU、IED)同時國內缺乏技術專家與支援，學習 DNP3.0 可提昇處理與撰寫大型複雜通訊協定之能力並提前切入智慧型設備通訊協定領域與新一代變電所監控系統更新之商機。

五、DNP3.0 為高度複雜之通訊協定自行開發 DNP3.0 Driver 有相當之難度可於實驗室先建立 DNP3.0 設備之模擬、測試、分析及示範系統並結合主站技術、通訊協定技術及末端設備技術。

六、探討自行設計磁場量測器結合監控或保全系統之可行性作為建立電磁場長期監測技術之基礎。

七、建立 DNP3.0 技術領導地位並成為國內 DNP 訓練單位，提昇既有監控技術，以彈性靈活之設計符合各類型顧客要求之監控工程需求，完全掌控技術與成本。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

## 一、緣起與目的

### 1.1 出國緣起

本所電力研究室監控小組經常受營運部門委託，進行電力監控技術之開發相關研究計畫，近幾年並來陸續完成「龍澗副控中心規劃與建置」、「東部發電廠遙控中心以及銅門副控中心規劃與建置」及「東部發電廠遙控中心與龍澗副控中心監控系統之整合」研發工程案。為使監控技術得以不斷地提昇及研發成果更能符合時代潮流，乃計畫派員前往加拿大研習，行程內容包括

1. DNP 3.0 通訊協定與 SCADA 應用訓練課程。
2. 電磁場長期監測訓練課程。
3. B.C Hydro 配電監控中心與 GE Energy Services 公司參訪。

本所在 SCADA 及監控系統之設計與規劃已累積相當之經驗，由於本監控小組從系統遠端設備之規劃、程式設計到主站監控中心人機介面、資料庫、報表系統及通訊協定之驅動程式等均自行開發，並採用最開放與彈性之架構，在硬體設備自由選擇之情況下，整體監控工程之效率與成本得以完全掌握，不受制於公司外廠家。

監控系統之設計與規劃很重要的一個部份是與硬體設備之資料交換，大部份硬體設備均提供通訊協定與其他設備溝通，溝通方式包括購買專門提供各種通訊協定驅動程式之中介軟體或自行撰寫特定通訊協定之驅動程式，前者由於透過另一層系統，除了須付相當高之軟體費用外，應用並受制於版權與彈性，後者雖然有相當高之難度與挑戰，但是無版權問題，同時，對於後續之應用與整合，提供很高之彈性，對於成本控制與後續發展應用，具有很高之競爭力。本監控小組累積許多不同通訊協定之驅動程式撰寫能力，如 MODBUS、TCP、UDP、ASCII 及許多專屬之 Protocol，但是 Protocol 相當多，須針對

欲通訊之設備提供之 Protocol 進行撰寫測試，尤其許多大型 SCADA 系統之開放性 Protocol 相當複雜，如早期之 CDC<sup>C2020</sup>，現在之 DNP3.0、UCA2、ICCP 等，其中 DNP3.0 廣泛運用於變電所 SCADA 系統之 RTU，現在非常流行之 IED(Intelligent Electronic Device)均支援，同時國內並無 DNP3.0 之專家與訓練單位，因此，本所為提早切入較大型之 SCADA 系統設計，故至加拿大學習 DNP3.0 Protocol，課程由一家專門撰寫變電所 SCADA 相關 Protocol 之軟體公司 SUBNET SOLUTIONS 之專家負責講授，同時由 PW International 公司專家講授電磁場長期監測技術，對本所在電磁場研究領域之發展有很大之助益，此為此次出國之主要實習內容，本報告將重點放在 DNP3.0 Protocol 技術之發展與分析。

## 1.2 實習目的

本計畫係研習「電力設備廣域網路遙測監控自動化系統技術」相關之先進技術，除了吸收、研討與 SCADA 有關之 DNP3.0 Protocol 及電磁場長期監測最新之技術外，並希望從訪問機構實際應用成果中攫取經驗。主要目的在順應目前國際之趨勢，提昇監控技術水準與降低監控系統成本，以增進整體競爭力及作為未來進行相關研究案之參考。

## 二、出國行程

### 2.1 出國日期及地點

出國日期為自 91 年 9 月 27 日至 91 年 10 月 11 日止，為期共十五天。

出國地點為加拿大溫哥華由 PW International 公司負責延請 DNP3.0、SCADA、電磁場長期監測及安排 B.C Hydro 配電監控中心與 GE Energy Services 公司參訪。

### 2.2 行程及內容

*9月27日 (28,29日為假日)	往 程 (台北 → 溫哥華)
*9月30日至10月3日	1.The overview of the SCADA development and requirement. 2.Development concepts, architectures, and considerations in the SCADAs 3.SCADA related Protocols, interfacing and integrating technologies. The DNP3.0 protocol analysis and application 4. The DNP3.0 protocol introduction and documentation. 5. Long term monitoring technology of EMF.
*10月4日(5、6日為假日)	Visit to Control center of the B.C. Hydro power plant.
*10月7日至8日	1.Development of DNP3.0 driver 2. Demonstration of hardware communication with DNP3.0 protocol.

*10月9日	Visit to GE Energy Services 公司 RTU、IED 設備
*10月10日至11日	返 程 (溫哥華 → 台北)

### 三、DNP 3.0 通訊協定

#### 3.1 DNP 3.0 通訊協定簡介

一種智慧型、分散式 SCADA 網路通訊協定，DNP3 is a open, non-proprietary communications protocol developed initially for the electric utility industry，主要運用於主站、RTUs、 IEDs 間之通訊，本公司 ADCS 與變電所 RTU 之通訊目前仍沿用 CDC Type II 通訊協定，由於 CDC Type II 發展較早，在 SCADA 設備快速發展的同時，在功能、效率與後續發展性方面受到限制，因此相信未來在新 SCADA 設備如 RTUs、 IED 等均會大量支援 DNP3.0，經過 Survey 許多 SCADA 設備大廠如 GE、ABB 及 SIEMENS 等在其現有或未來之產品上均將 DNP3.0 列為標準之通訊協定。如圖 3.1 所示，以此架構所發展之應用逐漸取代傳統 SCADA 架構。

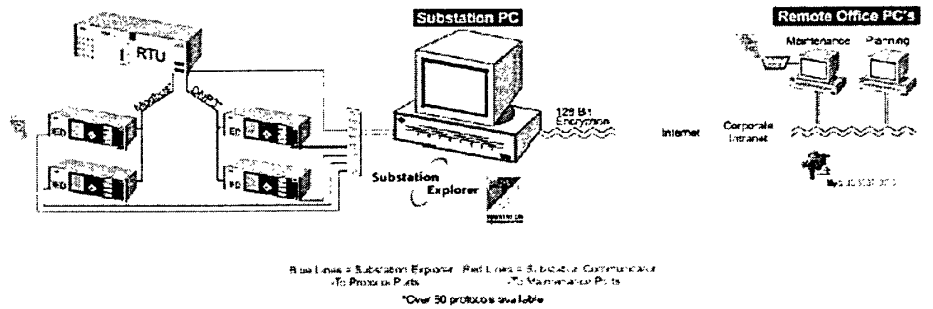


圖 3.1 DNP3.0 於變電所 SCADA 之應用

### 3.2 DNP 3.0 通訊協定發展沿革

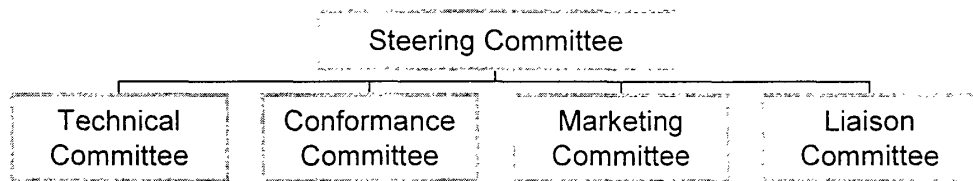
- 1990 - 1993
  - DNP 1.0, 2.0 created by Westronic Inc., based on IEC 870-5
- October 1993
  - **DNP 3.0 Basic 4** published in public domain
  - DNP User's Group founded
- March, 1994
  - First Successful Demonstration project
- January, 1995
  - DNP Technical Committee formed
- November, 1995
  - Publication of **DNP Subset Definitions** document.
- July, 1996
  - Process began to start Chinese DNP chapter.
  - DNP WebPages (WWW.DNP.ORG) created
- July, 1997
  - Latin American chapter of DNP3 Users Group formed.
- January, 1998
  - Australian Chapter formed and becomes Australian National Standard for Water SCADA
- March, 1998
  - IEEE Std 1379 Published - "Recommended Practice for IED to RTU Communications"
- November, 1998
  - **DNP LAN-WAN** standard approved and published by



## DNP Technical Committee

- February, 1999
  - **DNP Level 1 & 2 Tests Procedures** published
- 2001
  - Published new revisions to Protocol Definition Documents:
    - Expanded: Basic 4 grows to 7 sections
      - Introduction (with History)
      - Data Link Layer
      - Transport Layer
      - Application Layer
      - Object Definitions
      - Layer-Independent Issues
      - Networking
- **DNP TODAY**
  - Vendor Products
    - >100 vendors, +250 DNP products and services
  - Utilities/Industrials
    - used by >300 utilities and industrials worldwide
  - Countries
    - used in over 32 countries
  - Total Industry
    - \$250 Million / year of DNP products and services
  - Industries
    - Electric, Oil & Gas, Water and Industrial

從上述DNP通訊協定之發展歷史可以看出，自1990至今約12年的發展過程，不斷地根據時勢，逐漸加強與更新功能，並成立User Group 負責Update 與維護協定之運作，其User Group下包括如下圖五個委員會



分別由許多軟硬體廠商與Utility之專家組成，對於採用此通訊協定之整合廠商與使用者提供技術支持與相互經驗交流，是一相當具有發展性之協定。

### 3.3 DNP 特性分析

DNP3.0 協定與傳統 SCADA 協定有何差異，如下：

- Data Transfer Protocols (**Modbus, ASCII**)
  - Basic Read/Write of Database **Data**
  - Master controls link, supports communications intelligence in slave
- Traditional SCADA Protocols (**L&G, CDC**)
  - Transfer of SCADA **INFORMATION** (SOE, COS)
  - Supports some distributed communications intelligence
- DNP3
  - Transfer of SCADA **EVENT INFORMATION**
  - supports distributed intelligence

由以上之比較可以看出，DNP3 具備分散智慧，並可設定傳送完整之事件資訊。

同時 DNP3 加入許多先進之特性，包括：

### A. Object Oriented

#### ◆ 加入Object Oriented 特性

透過DNP Object Library定義實體物件之格式、屬性等

- 查詢Object Library

DNP3定義各種不同之SCADA物件，根據不同之Level (Level1, Level2, Level3)可設定符合應用之物件及其屬性 (Variation)。

- 掌握物件之連續變化(動畫與Snapshot)
- 可直接與末端設備互動(監視、控制與交換資訊)
- 隨著設備功能之增進，增加新的Objects

#### ◆ Object Example(0102hex)

Object Number → Object Type

01 → Binary Inputs

Object Variation → Object Variation

02 → With Status (8bits)

### B. Scaleable

#### ◆ 一種SCALEABLE通訊協定

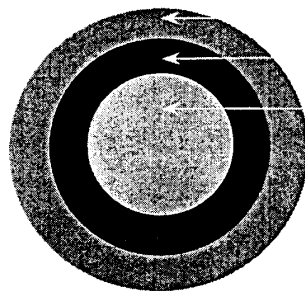
目前定義3個Subsets-

Level1 - Simple IEDs

Level2 - IEDs and Simple RTUs

Level3 – RTUs and Data Concentrators

其中 Level3 最為複雜，具有 DNP3 Level3 之設備需具有相對於其所屬之 Objects 及 Variations，當設備之複雜度不高或功能不需太強時，可選擇支援 Level2 或 Level1，3 個 Subsets 之關係如下圖 3.2：



Level 3  
Level 2  
Level 1

圖 3.2 DNP3.0 定義之 Subsets Level1,Level2,Level3 之關係

**C. 具 Peer to Peer 雙向通訊功能**

◆ 雙向通訊功能(Master  $\longleftrightarrow$  Slaver)

透過Unsolicited Responses

- 降低Traffic
- 降低Message Processing
- Ideal For High Speed Networks

**D. 具Event Objects 與 Integrity Reporting 功能**

◆ 如 Object 60, Variation0,1,2,3

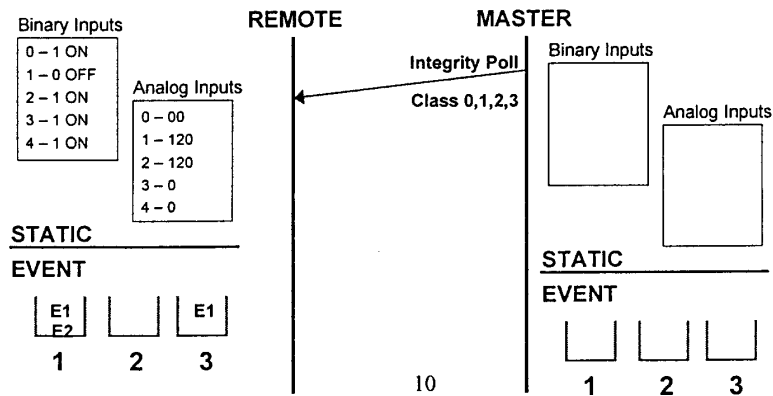
Class 0 : 可參考到所有靜態(Static)點

Class 1, 2, 3 : 可定義欲 Polling 之所有 Event 點

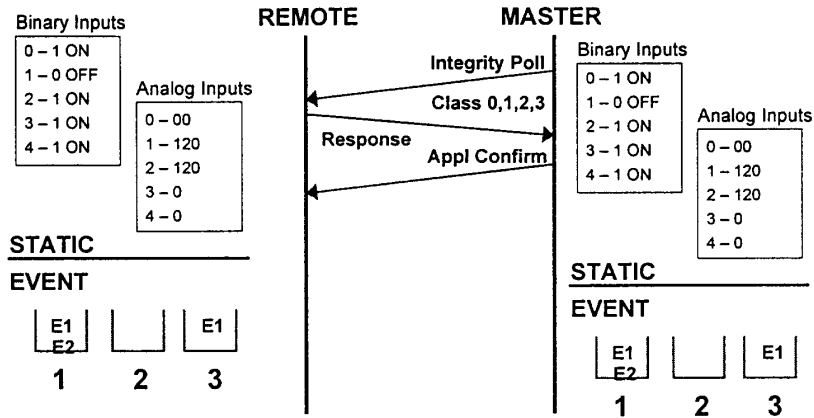
以上 C 與 D 兩項特定可以以下動作圖來說明：

例：Integrity Poll 範例(Return all DNP data from device)

(1)master poll for integrity report

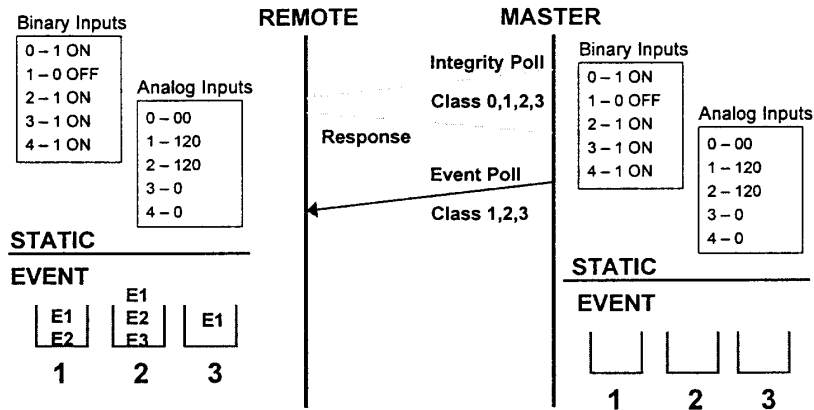


(2) slave response for integrity report and confirm

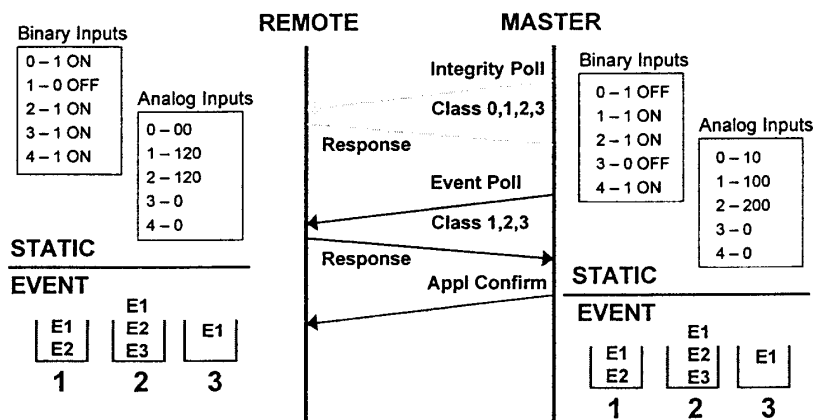


例：EVENT Poll 範例(Return all Change data from device)

(1) master poll for event

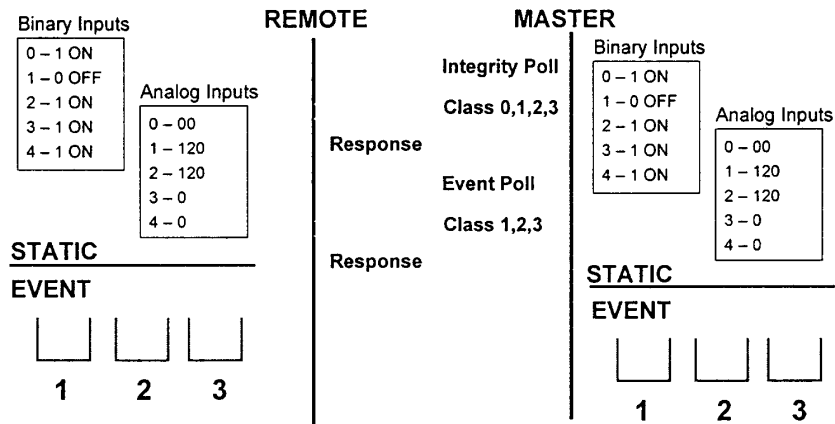


(2) slave response for event report

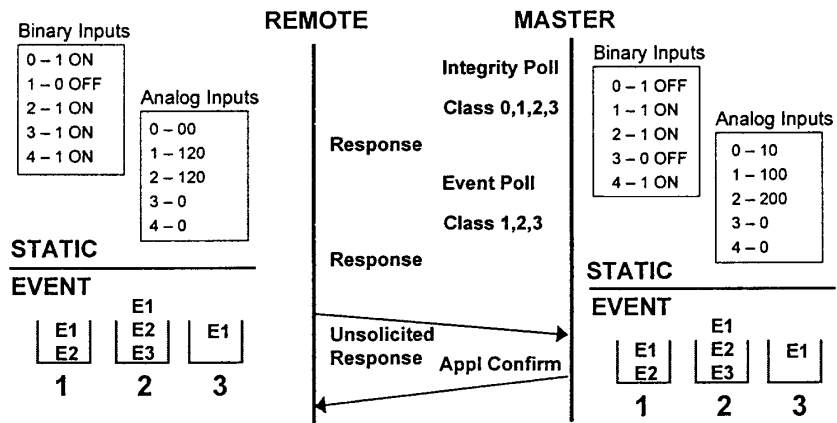


例：Unsolicited Response 範例

(1)



(2)



E. DNP3 在 OSI 通訊層之定義

DNP3 在發展初期為串列通訊協定，為因應逐漸普及與盛行之網路應用，其 WAN-LAN 層之標準於 1998 年發表，其與 OSI 七個通訊層之關係如圖 3.3 所示，在實體層中 Serial DNP3 採用 RS232 或 RS485 絞線，WAN-LAN DNP3 則採用標準 EtherNet。

Object Model	DNP Data Object Library	
Application	DNP Application	
Presentation		
Session		
Transport	DNP Transport Function	DNP Transport Function DNP Data Link TCP or UDP
Network		Internet Protocol (IP)
Data Link	DNP Data Link	IEEE 802.2, 802.3
Physical	Serial	LAN

圖 3.3 DNP3 與 OSI 七個通訊層之關係

#### F. DNP Message Structure 剖析

DNP3 訊息框之組成格式如圖 3.4 所示，

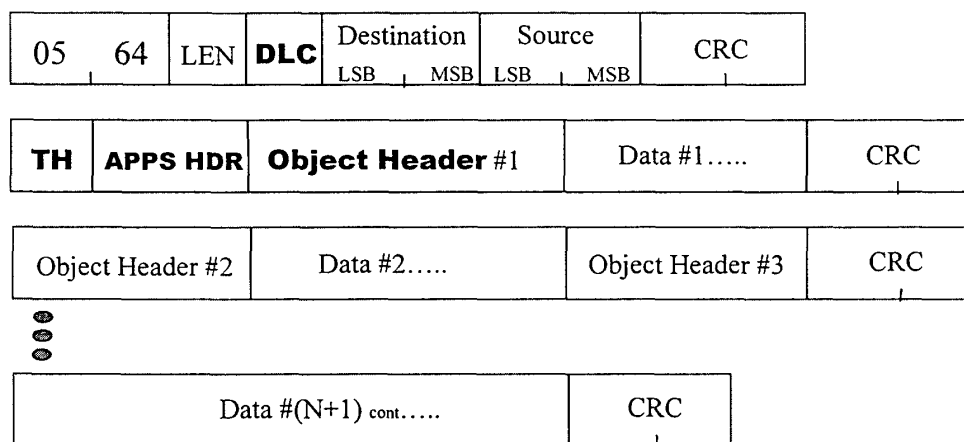


圖 3.4 DNP3 訊息框

最前面固定傳送 2 個 Bytes 05 64 (16 進位)，接著 1 個 byte 代表資料長度，故每次傳送之訊息框長度(不含 2 bytes 起始位元組、1 byte LEN 及最多 34 bytes 之 CRCs)為 255 bytes，當資料長度超過 255 bytes

時可透過 Transportation Header(TH)告訴接收者，這是傳送中之第幾段訊息框，DLC 為 Data Link Control 佔 1byte ,8 bits，負責 master 與 slave 間之 Handshake 詳細劃分如附錄，緊接著 2bytes 目的地位址，2bytes 起始者位址，值得注意的是此兩 frames 之 LSB 與 MSB byte 須互換(例如 64 00 代表十進位 100)，最後為 2bytes CRC check。以上為 Data Link Header 訊息框之組成，當兩台 DNP3 設備在傳送資料的過程至少必須包括上述之訊息框。

接在 Data Link Header 訊息框後面為 Data Blocks 訊息框，在第一個 Data Block 中包括一個 byte Transportation Header(TH)告訴對方這是否為最後之訊息框，檢示此 byte 即可得知本次資料傳送多少訊息框，緊接著此 (TH) 後面為應用層之協定共 2bytes(request) 或 4bytes(response)，主要功能為執行實際之指令，如 Confirm, Read, Write, Select, Operate, Freeze, Restart.....等詳如附錄，接在後面為 Object Header，包含欲連接的 Object Number、Variation 與其緊接著之 Data 之 Index 及範圍，其後之 Data 長度資訊取決於 Object Header 之內容，一次訊息框流中可包括多個 Object Header 及其對應之 Data，如圖 3.4 所示，另外，在 Data Blocks 訊息框中每 16 個 bytes 必須插入 2bytes 之 CRC 直到 Data Blocks 訊息框結束。

#### G. 訊息框之製作與解碼實例

DNP3.0 設備在資料互傳時，如何將欲傳達之資訊正確的編碼或解碼是相當重要的，不容許有任何錯誤產生，以下為製作訊息框之流程，如圖 3.5，若是要自行開發與 DNP3.0 設備通訊之驅動程式及人機介面時對於各種可能之組合與狀況必須掌握，才能應付突發之狀況，正確之作法為將有可能之組合建立資料庫，如 DLC, TH, APPS, OBJECT 及 CRC 等應分別以資料表方式處理，在 Request 與 Response 時能經由快速之資料查詢與比對，迅速編解碼成訊息框流，與實際軟硬體設



備溝通或動作，須長期保持之資訊可另建歷史資料庫系統作後續之分析、紀錄、查詢與製作報表等。

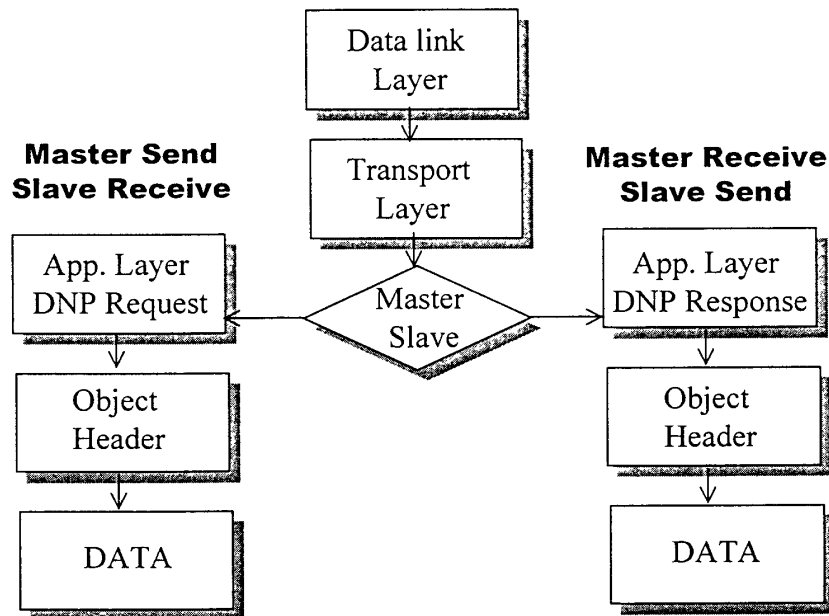


圖 3.5 製作與解析訊息框之流程

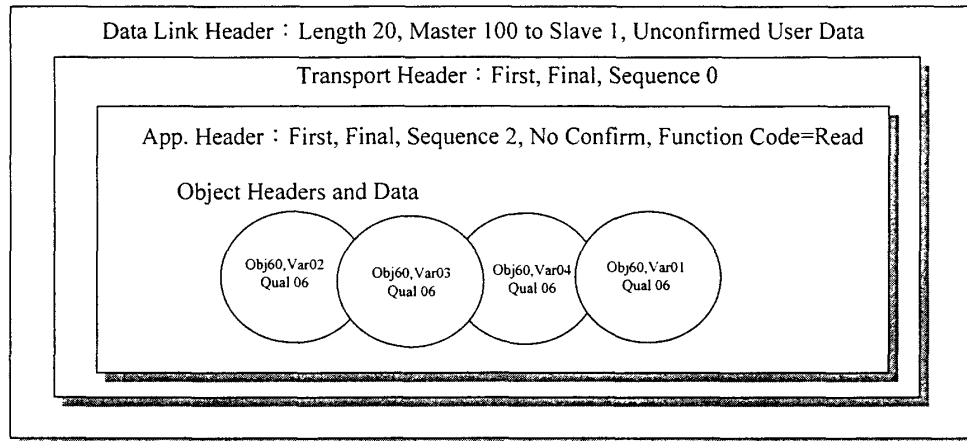
另外，圖 3.6 為實際執行 3 個 Object 之功能與編碼實例，透過圖中說明及對照圖 3.4 可得到一連串之字元流，此為真正欲傳送出去之 16 進位碼，透過實體層將此 16 進位碼轉成對應 2 進位之 0,1 電氣信號經由實體接線送出，同理，具有 DNP3 協定之設備要能反向解碼為正確之指令。

如圖 3.6 最外層為 Data Link Header 之製作，包括由位址 100 (十進位) 之 master 站送給位址 1 (十進位) 之 slave 站 Unconfirmed User Data，第二層 TH 只有一筆訊息框，即 First=True(1), Final=True(1), 代表只有一筆，最裡層包括 Application Header 及 Object Header 與 Data，針對 Object 60 之 Variation 2, Variation 3, Variation 4, Variation 1, 順序執行 Unconfirmed Read 之動作，經解析後之字元流為：

**05 64 14 c4 01 00 64 00 67 d6**

**c0 c2 01 3c 02 06 3c 03 06 3c 04 06 3c 01 06 6a 2c**

其中 **05 64** 為起始 bytes，**67 d6** 及 **6a 2c** 均為 CRC。



**05 64 14 c4 01 00 64 00 67 d6**

**c0 c2 01 3c 02 06 3c 03 06 3c 04 06 3c 01 06 6a 2c**

圖 3.6 編碼實例

#### H. 各種不同協定分析

在資訊世界中各種不同之Protocol令人眼花潦亂，要如何決定或選擇用Protocol溝通之決定權在於設備廠商與時代潮流，有些Protocol為OSI 7Layers 之某一層，有些根據其應用橫跨多層，如SCADA應用等，如ASCII、MODBUS、MODBUS+、JBUS、CDC TYPE II、DNP 3.0、MDLC及UCA 2.0等。

而以TCP/IP之協定更多，專對不同應用如：

<b>POP</b>	<b>Post Office Protocol</b>
<b>SMTP</b>	<b>Simple mail transfer Protocol</b>
<b>SNMP</b>	<b>Standard Network Management Protocol</b>
<b>Telnet</b>	<b>Remote network user access protocol</b>
<b>X.11</b>	<b>X-terminal protocol</b>

**VoIP**      **Voice Over IP Protocol**  
**FTP**        **File Transfer Protocol**  
**Gopher**    **Remote document index query protocol**  
**Ping**        **Connectivity test Protocol**

**More every day (live video, audio, telephone,etc...)**

如各種不同 **Protocol** 均有其對應之標準文件 RFC(Request For Comment)可供查詢：

RFC 768 - User Datagram Protocol

RFC 791 - Internet Protocol

RFC 792 - Internet Control Message Protocol

RFC 793 - Transmission Control Protocol

RFC 826 - Ethernet Address Resolution Protocol

RFC 1058 - Routing Information Protocol

RFC 1350 - The TFTP Protocol (Revision 2)

RFC 903 - Reverse Address Resolution Protocol

.....

因此，使用何種通訊協定對使用者(購買設備之人)而言，應該是具有選擇權的，畢竟花錢的是使用者，設備廠商必須開放 Protocol 之 Format，以讓使用者作更多的選擇與應用，此時使用者若具備遠見及相當之程式能力，則可保障其投資不受硬體設備所束縛，甚至衍生更多之經濟效益。

以本公司變電所與主站之通訊協定為例，如圖3.7，若本公司具備相關之通訊協定程式開發能力，則可不受硬體廠商之設備限制，自由更新先進之硬體設備，甚至擴充 SCADA 互聯之功能與能力，保障既有投資並跟上快速之設備功能效率之提升。

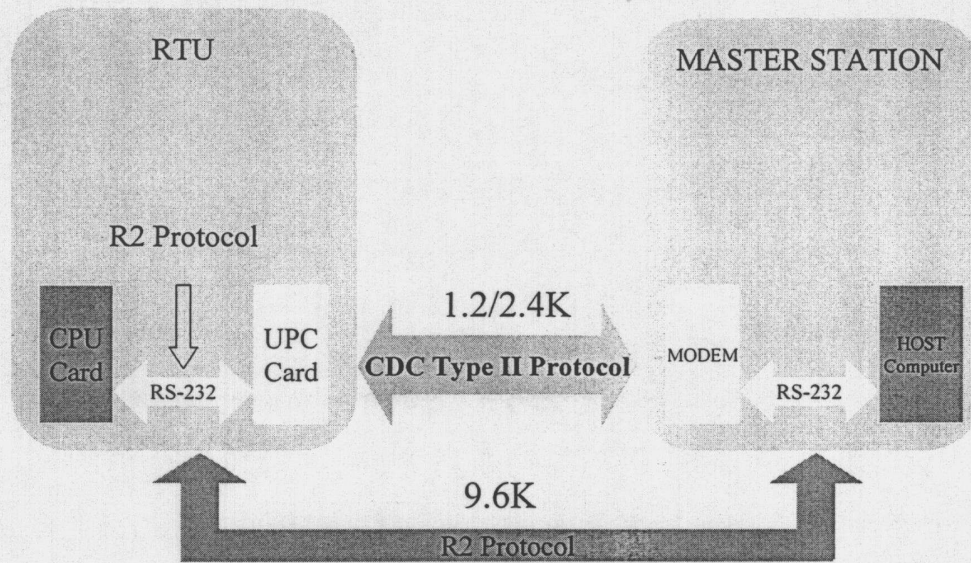


圖3.7 本公司ADCS與變電所SCADA使用之Protocol

依個人在此領域多年之經驗，未來 SCADA Protocol 之趨勢應為：

- DNP 3.0
- UCA 2.0
- IEC61850
- ....
- SCADA 設備及Protocol已朝Internet方向演進
- 傳統SCADA Protocol仍然會存在
- Protocol 整合技術是必需的

若真正實際要 Implement 時，上述幾項重點需考慮。

### 3.3 學習 DNP 3.0 之動機與建議

此次出國學習 DNP 3.0 主要動機如下：

- 1 看好成為未來變電所通訊協定主流(RTU、IED)
- 2 國內缺乏技術專家與支援
- 3 提昇處理與撰寫大型複雜通訊協定之能力

#### 4 提前切入智慧型設備通訊協定領域與新一代變電所監控系統更新之商機

經過幾天之DNP3.0之訓練課程後覺得DNP3.0是一高度複雜之通訊協定，自行開發DNP3.0 Driver有相當之難度，需要時間與全心之投入，有必要建立DNP3.0設備之模擬、測試、分析及示範系統並結合主站技術、通訊協定技術及末端設備技術於本組監控實驗室，可規劃如圖3.8之架構，將技術發展透過Simulator及Analyzer之幫助建立於PC Based上成為自主之技術。

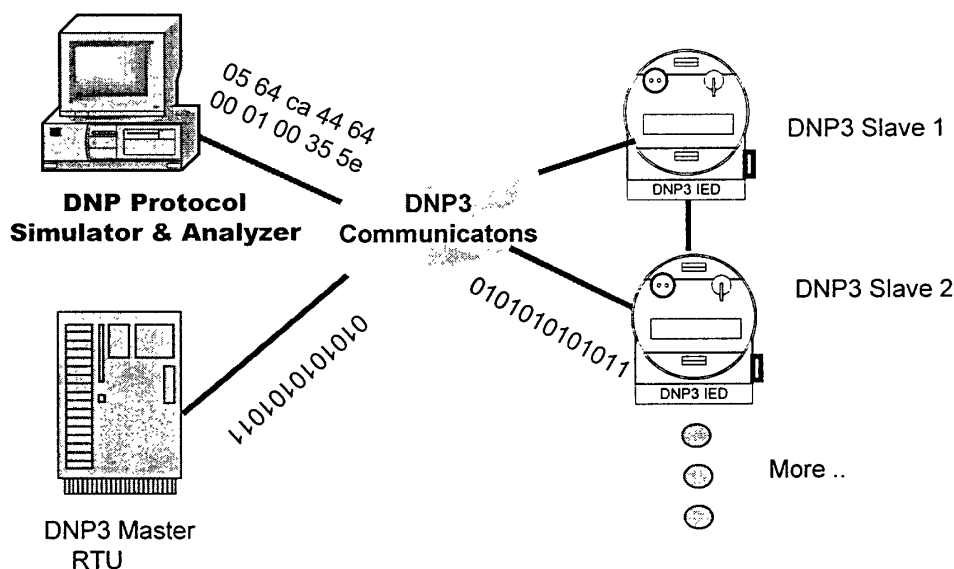


圖3.8建立DNP3技術之實驗室架構

在建立相關DNP3.0通訊協定技術後，具有下列利基：

- 1.居於國內DNP技術之領導地位
- 2.成為國內DNP專家與訓練單位
- 3.承接公司內外大型SCADA及變電所監控工程
- 4.提昇既有監控技術，以彈性靈活之設計符合各類型顧客要求之監控工程需求，完全掌控技術與成本

## 四、電磁場長期監測技術與參訪行程

本次出國行程除參加 DNP3.0 訓練課程外亦安排參加電磁場長期監測技術課程並參訪 B.C Hydro 配電監控中心與 GE Energy Services 公司有關 DNP3.0 之 RTU、IED 設備及模擬系統，主要目的為參考加拿大在電磁場長期監測方面之應用情形及與 SCADA、DNP3.0 運轉中設備之現況，提供未來設計與規劃相關系統之參考。

### 4.1 加拿大長期監測實例

本公司長期以來，面對一般民眾對於本公司輸變電設備產生之電磁場與健康問題之關聯多所質疑，甚至當輸電線或變電所新建時，即遭遇強烈抗爭，縱使本公司完成了所有法定之程序，也事先作了溝通，但是仍然受到極大非理性之抗爭，使得既定之工程被迫延宕，其中民眾對於受到不自主之電磁場暴露，感到恐懼與排斥，因此有時會要求作長期監測，雖然本公司對新建與民眾有關之輸變電設備時，均有量測電磁場強度，也均在環保署建議標準 833 毫高斯之內，但為了面對未來可能之要求與挑戰，有必要了解國外此方面之情況，此次加拿大 PW International 公司在此方面有非常豐富之經驗，其設計架空配電線磁場長期監測系統並獲得美國之專利，可作為未來本所因應類似問題之參考，同時亦可嘗試自行發展與設計磁場長期監測系統。

如圖 4.1 至圖 4.3 所示，架空配電線磁場長期監測系統包括兩部分，電源供應器與磁場表系統，分別置於兩相鄰之電桿線下方，由於考慮作長期監測，不能使用電池，故利用配電變壓器之交流電源轉成直流供磁場表系統使用，同時交直流轉換器亦不能離磁場表系統太近，以免其自身產生之磁場影響磁場長期監測系統之正確性，故置於兩相鄰之電桿。

另外，值得注意的是，磁場表系統置於室外，必須考慮溫度、濕度及

下雨等環境因素對於電子電路之溫度飄移特性，耐久性等，同時，磁場表系統之記憶體容量大小影響可監測之時間，取樣點之時間間隔要事先定義，以計算多久需 Download 一次，這些都是磁場長期監測必須考量的。



圖 4.1 加拿大磁場長期監測系統實例

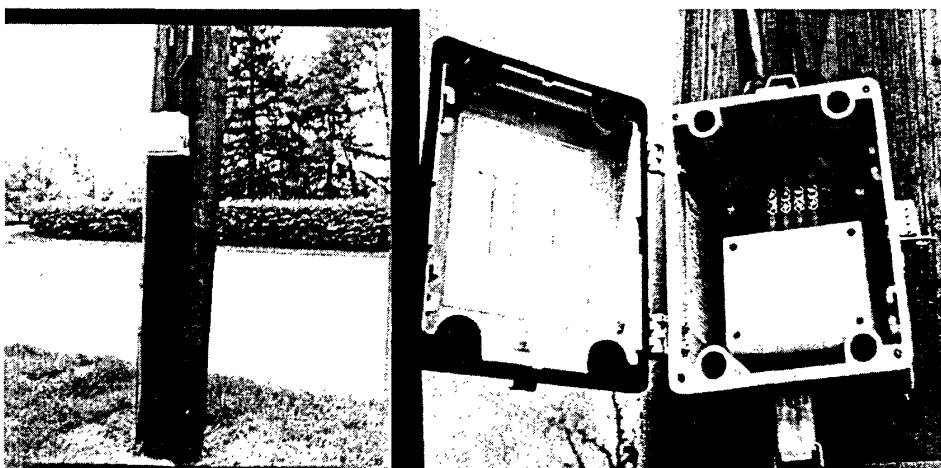


圖 4.2 電源轉換器系統

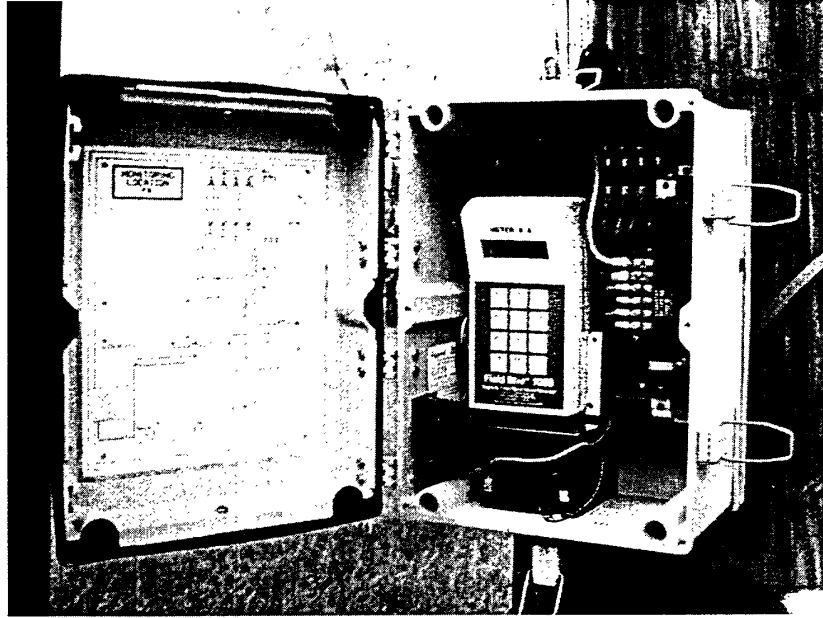


圖 4.3 磁場表系統

#### 4.2 建立本所執行長期監測之能力

本所對於極低頻電磁場之理論、計算推導及瞬時量測已具有相當之經驗，並執公司之牛耳，並已建立各種用電設備之磁場資料分析，同時與國內學者專家多所交流，惟在變電所或輸配電線之長期監測尚未實際進行，不過透過課程及與此方面專家 Paul Wang 先生之討論，可行之方案有二：

1. 參考 4.1 節之架構，尋找合適之磁場表，製作交直流轉換器規劃整體系統，其優點是花費較少之時間，缺點是成本較高。
2. 自行設計製作磁場表，具低成本、高彈性，可結合監控或保全系統，缺點是須花費較多之時間於電路之設計、測試並校正其準確度，其原理並不複雜，利用法拉第定理，如圖 4.4 所示，利用感應線圈及電壓表可完成單軸簡易型磁場表，若結合電子電路、DSP



及電腦技術如圖4.5方塊圖所示，可建立低成本、多功能之電磁場長期監測系統。

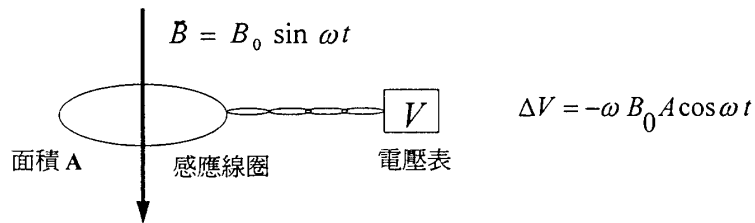


圖 4.4 簡易磁場表原理

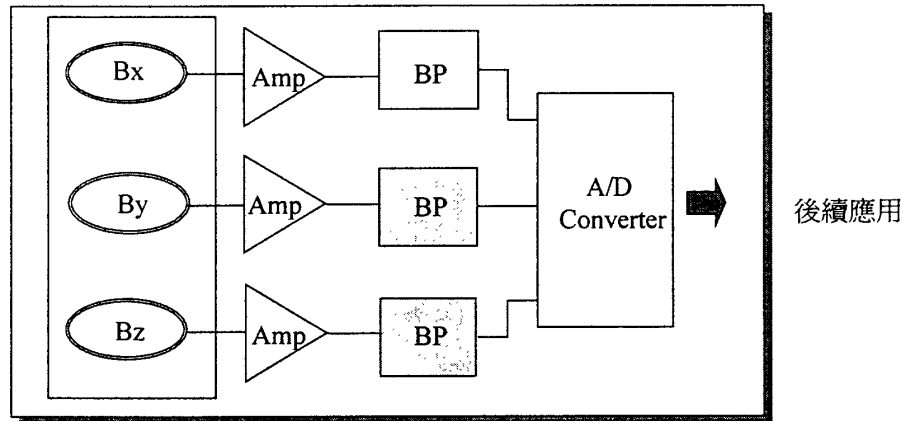


圖 4.5 數位磁場表系統方塊圖(Bx, By, Bz：三軸感應線圈，Amp：放大器，Bp：帶通濾波器，A/D Converter：數位/類比轉換器)

### 4.3 參訪行程

出國其間參訪與 SCADA 有關之 B.C Hydro 配電監控中心與 GE Energy Services 公司：

1. B.C Hydro 配電監控中心：參觀其監控中心之硬體設備與運轉情形，並由各部門負責工程師介紹相關軟硬體設施包括模擬盤系統、RTU 系統、通訊系統、資料庫系統及人機介面系統等，如圖 4.6。

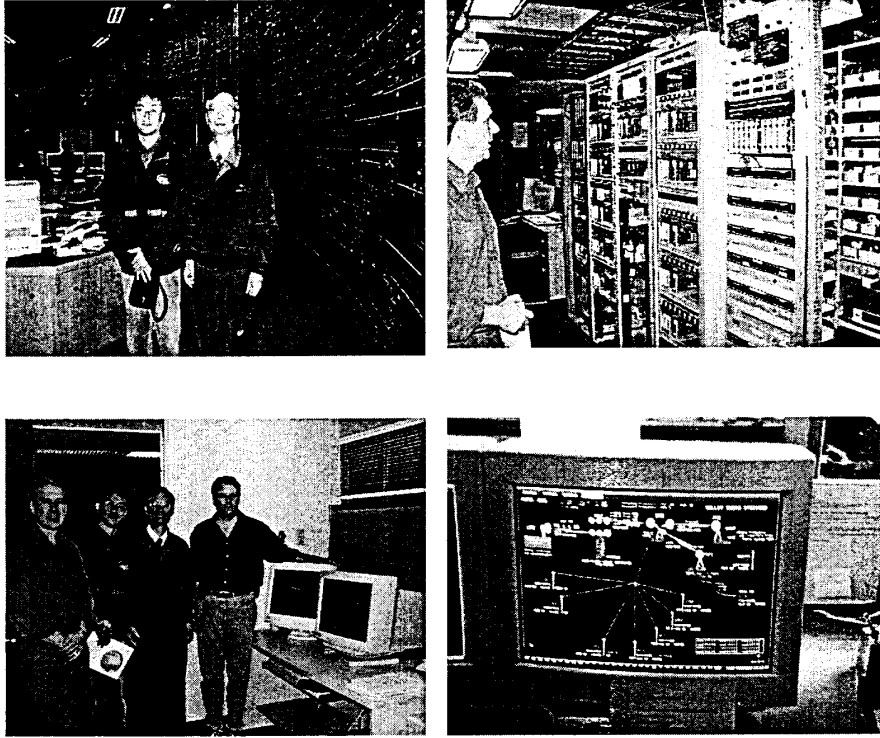


圖 4.6 B.C Hydro 配電監控中心

## 2. GE Energy Services 公司參訪

由 GE Energy Services 公司 Substation Automation Product Sales Leader, Dennis Wong 簡介其公司之業務及變電所自動化產品,如 RTU 及 IED 之功能,並講解其變電所自動化模擬系統,如圖 4.7 包括 RTU、IED 及圖控系統等,並討論 DNP3.0 Protocol 在其產品上之應用。

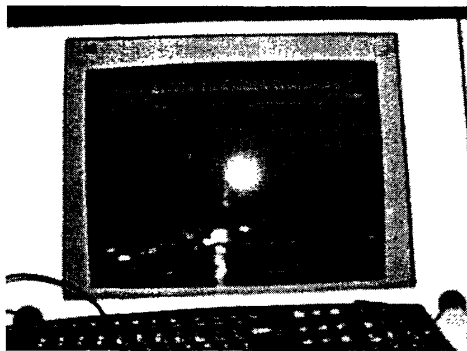
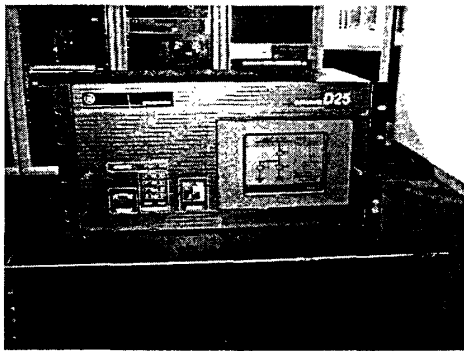
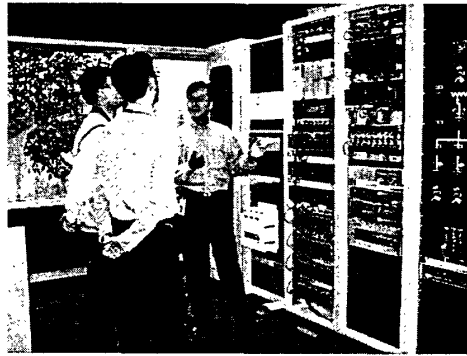
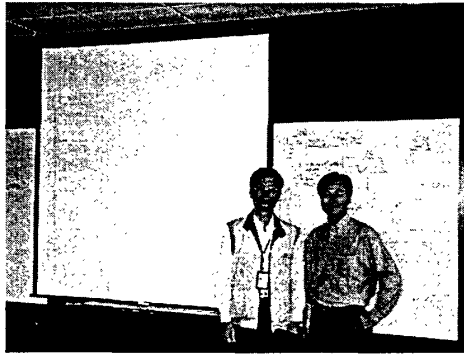


圖 4.7 GE Energy Services 公司參訪

## 五、結論與建議

對於此次出國有關的建議與心得已於前幾節中詳細提出，本公司人才濟濟，培養電力監控人力不成問題，可應用於公司內部發、輸、售電系統相關之監控與自動化之領域相當多，不僅可提高經濟效益，對於後續運轉與維護更能自主，不必受制於特定廠商，更可避免由於不同系統之整合問題，提高系統之擴充性，同時對電力系統資料之取得與事故分析之掌握更能精確，以上種種，有賴政策之配合與決策者之智慧與決心。

## 六、附錄

# DNP OBJECT DEFINITION SUMMARY TABLE

**LEGEND:**  
 BLACK = STATIC  
 RED = EVENT  
 BLUE = FROZEN STATIC  
 PINK = FROZEN EVENT

BS8 - Bit String of 8  
 UJ48, UJ32, UJ16 - Unsigned Integer, positive whole #  
 I32, I16 - Integer, positive or negative whole #

Obj	Var	Type	Description	Definition	Size
1	0	Static	Binary Input - All Variations	BS1 [0] STATE	1 bit
1	1	Static	Binary Input	BS8 [7..0] STATE, RESRVD, CHATTER FLTR, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLOST, RESTART, ONLINE	1 octet
1	2	Static	Binary Input with Status		
2	0	Event	Binary Input Change - All Variations		
2	1	Event	Binary Input Change without Time	BS8 [7..0] STATE, RESRVD, CHATTER FLTR, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLOST, RESTART, ONLINE	1 octet
2	2	Event	Binary Input Change with Time	[BS8 - see OBJ 2 VAR 1], UJ48 2 <sup>nd</sup> -1ms since January 1, 1970 00:00:00:000ms	7 octets
2	3	Event	Binary Input Change with Relative Time	[BS8 - see OBJ 2 VAR 1], UJ16 2 <sup>nd</sup> -1ms since preceding Common Time of Occurrence(CTO) Object	3 octets
10	0	Static	Binary Output - All Variations		
10	1	Static	Binary Output	BS1 [0] STATE	1 bit
10	2	Static	Binary Output Status	BS8 [7..0] STATE, RESRVD, CHATTER FLTR, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLOST, RESTART, ONLINE	1 octet
12	0	Static	Control Block - All Variations		
12	1	Static	Control Relay Output Block		11 octets
12	2	Static	Pattern Control Block		11 octets
12	3	Static	Pattern Mask		1 bit
20	0	Static	Binary Counter - All Variations		
20	1	Static	32-Bit Binary Counter	BS8 [7..0] [RESRVD, RESRVD, ROLLOVER, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLOST, RESTART, ONLINE], UJ32-Value	5 octets
20	2	Static	16-Bit Binary Counter	[BS8 - see OBJ 20 VAR 1], UJ16-Value	3 octets
20	3	Static	32-Bit Delta Counter	[BS8 - see OBJ 20 VAR 1], UJ32-Value	5 octets
20	4	Static	16-Bit Delta Counter	[BS8 - see OBJ 20 VAR 1], UJ16-Value	3 octets
20	5	Static	32-Bit Binary Counter without Flag	UJ32	4 octets
20	6	Static	16-Bit Binary Counter without Flag	UJ16	2 octets
20	7	Static	32-Bit Delta Counter without Flag	UJ32	4 octets
20	8	Static	16-Bit Delta Counter without Flag	UJ16	2 octets
21	0	Fznz Static	Frozen Counters - All Variations		
21	1	Fznz Static	32-Bit Frozen Counter	BS8 [7..0] [RESRVD, RESRVD, ROLLOVER, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLOST, RESTART, ONLINE], UJ32-Value	5 octets
21	2	Fznz Static	16-Bit Frozen Counter	[BS8 - see OBJ 21 VAR 1], UJ16-Value	3 octets
21	3	Fznz Static	32-Bit Frozen Delta Counter	[BS8 - see OBJ 21 VAR 1], UJ32-Value	5 octets
21	4	Fznz Static	16-Bit Frozen Delta Counter	[BS8 - see OBJ 21 VAR 1], UJ16-Value	3 octets
21	5	Fznz Static	32-Bit Frozen Counter with Time of Freeze	[BS8 - see OBJ 21 VAR 1], UJ32 (Frozen Value), UJ47 (Freeze Time)	11 octets
21	6	Fznz Static	16-Bit Frozen Counter with Time of Freeze	[BS8 - see OBJ 21 VAR 1], UJ16 (Frozen Value), UJ47 (Freeze Time)	9 octets
21	7	Fznz Static	32-Bit Frozen Delta Counter with Time of Freeze	[BS8 - see OBJ 21 VAR 1], UJ32 (Frozen Delta Value), UJ47 (Freeze Time)	11 octets
21	8	Fznz Static	16-Bit Frozen Delta Counter with Time of Freeze	[BS8 - see OBJ 21 VAR 1], UJ16 (Frozen Delta Value), UJ47 (Freeze Time)	9 octets
21	9	Fznz Static	32-Bit Frozen Counter without Flag	UJ32 (Frozen Value)	4 octets
21	10	Fznz Static	16-Bit Frozen Counter without Flag	UJ16 (Frozen Value)	2 octets
21	11	Fznz Static	32-Bit Frozen Delta Counter without Flag	UJ16 (Frozen Delta Value)	4 octets
21	12	Fznz Static	16-Bit Frozen Delta Counter without Flag	UJ16 (Frozen Delta Value)	2 octets
22	0	Event	Counter Change Event - All Variations		
22	1	Event	32-Bit Counter Change Event without Time	BS8 [7..0] [RESRVD, RESRVD, ROLLOVER, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLOST, RESTART, ONLINE], UJ32-Value	5 octets
22	2	Event	16-Bit Counter Change Event without Time	[BS8 - see OBJ 22 VAR 1], UJ16-Value	3 octets
22	3	Event	32-Bit Delta Counter Change Event without Time	[BS8 - see OBJ 22 VAR 1], UJ32-Value	5 octets
22	4	Event	16-Bit Delta Counter Change Event without Time	[BS8 - see OBJ 22 VAR 1], UJ16-Value	3 octets
22	5	Event	32-Bit Counter Change Event with Time	[BS8 - see OBJ 22 VAR 1], UJ32 (Value), UJ47 (Event Time)	11 octets

Obj	Var	Type	Description	Definition	Size
22	6	Event	16-Bit Counter Change Event with Time	[BS8 - see OBJ 22 VAR 1], U116 (Value), U147 (Event Time)	9 octets
22	7	Event	32-Bit Delta Counter Change Event with Time	[BS8 - see OBJ 22 VAR 1], U132 (Value), U147 (Event Time)	11 octets
22	8	Event	16-Bit Delta Counter Change Event with Time	[BS8 - see OBJ 22 VAR 1], U116 (Value), U147 (Event Time)	9 octets
23	0	Frzn Event	Frozen Counter Events - All Variations	[BS8 17..0] [RESRVD, RESRVD, ROLLOVER, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLIST, RESTART, ONLINE], U132-Value	5 octets
23	1	Frzn Event	32-Bit Frozen Counter Event without Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U116-Value	3 octets
23	2	Frzn Event	16-Bit Frozen Counter Event without Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U132-Value	3 octets
23	3	Frzn Event	32-Bit Frozen Delta Counter Event without Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U116-Value	5 octets
23	4	Frzn Event	16-Bit Frozen Delta Counter Event without Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U116-Value	3 octets
23	5	Frzn Event	32-Bit Frozen Counter Event with Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U132 (Frozen Value), U147 (Freeze Time)	11 octets
23	6	Frzn Event	16-Bit Frozen Counter Event with Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U116 (Frozen Value), U147 (Freeze Time)	9 octets
23	7	Frzn Event	32-Bit Frozen Delta Counter Event with Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U132 (Frozen Delta Value), U147 (Freeze Time)	11 octets
23	8	Frzn Event	16-Bit Frozen Delta Counter Event with Time	[BS8 - see OBJ 23 VAR 1], U116 (Frozen Delta Value), U147 (Freeze Time)	9 octets
30	0	Static	Analog Input - All Variations	[BS8] [RESRVD, REFCHK, OVERRNG, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLIST, RESTART, ONLINE], I32 <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	5 octets
30	1	Static	32-Bit Analog Input	[BS8 - see OBJ 30 VAR 1], I16 <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	3 octets
30	2	Static	16-Bit Analog Input	[BS8 - see OBJ 30 VAR 1], I16 <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	3 octets
30	3	Static	32-Bit Analog Input without flag	I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	4 octets
30	4	Static	16-Bit Analog Input without flag	I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	2 octets
30	5	Static	Short Floating Analog Input	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 30 VAR 1] (Sign) (8 Bit Exponent) (23 bits Significant)	5 octets
30	6	Static	Long Floating Analog Input	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 30 VAR 1] (Sign) (11Bit Exponent) (52 bits Significant)	10 octets
30	7	Static	Extended Floating Analog Input	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 30 VAR 1] (Sign) (15 bit Exponent) (64 bits Significant)	12 octets
31	0	Frzn Static	Frozen Analog Input - All Variations	[BS8] [RESRVD, REFCHK, OVERRNG, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLIST, RESTART, ONLINE], I32 <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	5 octets
31	1	Frzn Static	32-Bit Frozen Analog Input	[BS8 - see OBJ 31 VAR 1], I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	3 octets
31	2	Frzn Static	16-Bit Frozen Analog Input	[BS8 - see OBJ 31 VAR 1], I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	11 octets
31	3	Frzn Static	32-Bit Frozen Analog Input with Time of Freeze	[BS8 - see OBJ 31 VAR 1], I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	9 octets
31	4	Frzn Static	16-Bit Frozen Analog Input with Time of Freeze	[BS8 - see OBJ 31 VAR 1], I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	4 octets
31	5	Frzn Static	32-Bit Frozen Analog Input without Flag	I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	4 octets
31	6	Frzn Static	16-Bit Frozen Analog Input without Flag	I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	2 octets
31	7	Frzn Static	Short Floating Frozen Analog Input	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 31 VAR 1] (Sign) (8 Bit Exponent) (23 bits Significant)	5 octets
31	8	Frzn Static	Long Floating Frozen Analog Input	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 31 VAR 1] (Sign) (11Bit Exponent) (52 bits Significant)	10 octets
31	9	Frzn Static	Extended Floating Frozen Analog Input	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 31 VAR 1] (Sign) (15 bit Exponent) (64 bits Significant)	12 octets
32	0	Event	Analog Change Event - All Variations	[BS8] [RESRVD, REFCHK, OVERRNG, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLIST, RESTART, ONLINE], I32 <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	5 octets
32	1	Event	32-Bit Analog Change Event without Time	[BS8 - see OBJ 32 VAR 1], I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	3 octets
32	2	Event	16-Bit Analog Change Event without Time	[BS8 - see OBJ 32 VAR 1], I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	11 octets
32	3	Event	32-Bit Analog Change Event with Time	[BS8 - see OBJ 32 VAR 1], I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	9 octets
32	4	Event	16-Bit Analog Change Event with Time	[BS8 - see OBJ 32 VAR 1], I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	5 octets
32	5	Event	Short Floating Analog Change Event	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 32 VAR 1] (Sign) (8 Bit Exponent) (23 bits Significant)	10 octets
32	6	Event	Long Floating Analog Change Event	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 32 VAR 1] (Sign) (11Bit Exponent) (52 bits Significant)	12 octets
32	7	Event	Extended Floating Analog Change Event	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 32 VAR 1] (Sign) (15 bit Exponent) (64 bits Significant)	12 octets
33	0	Frzn Event	Frozen Analog Event - All Variations	[BS8] [RESRVD, REFCHK, OVERRNG, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLIST, RESTART, ONLINE], I32 <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	5 octets
33	1	Frzn Event	32-Bit Frozen Analog Event without Time	[BS8 - see OBJ 33 VAR 1], I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >	3 octets
33	2	Frzn Event	16-Bit Frozen Analog Event without Time	[BS8 - see OBJ 33 VAR 1], I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	11 octets
33	3	Frzn Event	32-Bit Frozen Analog Event with Time	[BS8 - see OBJ 33 VAR 1], I16 - [0..15] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	9 octets
33	4	Frzn Event	16-Bit Frozen Analog Event with Time	[BS8 - see OBJ 33 VAR 1], I32 - [0..31] <2 <sup>15</sup> -1...2 <sup>15</sup> >, U148	5 octets
33	5	Frzn Event	Short Floating Frozen Analog Event	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 33 VAR 1] (Sign) (8 Bit Exponent) (23 bits Significant)	10 octets
33	6	Frzn Event	Long Floating Frozen Analog Event	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 33 VAR 1] (Sign) (11Bit Exponent) (52 bits Significant)	12 octets
33	7	Frzn Event	Extended Floating Frozen Analog Event	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 33 VAR 1] (Sign) (15 bit Exponent) (64 bits Significant)	12 octets
34	1	Static	16-Bit Unsigned Integer Deadband	SQ1 (Deadband Value = U116 [0..15] <0..65535>)	2 octets
34	2	Static	32-Bit Unsigned Integer Deadband	SQ1 (Deadband Value = U132 [0..31] <0..4294967295>)	4 octets

Obj	Var	Type	Description	Definition	Size
34	3	Static	Short Real Floating Deadband	SQ1 (Value = R32 (Sign = BS1[0]<0, positive; 1, negative> Exponent=UI[0..7]<0,255> Mantissa=UI[23[0,22]<0, 2^23>])	4 octets
40	0	Static	Analog Output Status - All Variations		
40	1	Static	32-Bit Analog Output Status	BS8 [7..0] (RESRVD, RESRVD, RESRVD, RESRVD, RESRVD, RESRVD, RESRVD, RESRVD, COMMLST, RESTART, ONLINE) UI32 (Value)	5 octets
40	2	Static	16-Bit Analog Output Status	BS8 - see OBJ 40 VAR 1, UI32 (Value)	3 octets
40	3	Static	Short Floating Analog Output	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 40 VAR 1] (Sign) (6 Bit Exponent) (23 bits Significant)	5 octets
40	4	Static	Long Floating Analog Output	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 40 VAR 1] (Sign) (11 Bit Exponent) (52 bits Significant)	10 octets
40	5	Static	Extended Floating Analog Output	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 40 VAR 1] (Sign) (15 bit Exponent) (64 bits Significant)	12 octets
41	1	Static	32-Bit Analog Output Block	I32 (Requested Value), I8 (Control Status)	5 octets
41	2	Static	16-Bit Analog Output Block	I16 (Requested Value), I8 (Control Status)	3 octets
41	3	Static	Short Floating Analog Output Block	(1 Octet Units) [BS8 - RESRVD, REFCHK, OVERRNG, LOCFORCE, REMFORCE, COMMLST, RESTART, ONLINE] (Sign) (6 Bit Exponent) (23 bits Significant)	5 octets
41	4	Static	Long Floating Analog Output Block	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 41 VAR 3] (Sign) (11 Bit Exponent) (52 bits Significant)	10 octets
41	5	Static	Extended Floating Analog Output Block	(1 Octet Units) [BS8 - see OBJ 41 VAR 3] (Sign) (15 bit Exponent) (64 bits Significant)	12 octets
50	0		Time and Date - All Variations		
50	1		Time and Date	UI48 <0...2^4-1ms> (Absolute Time)	6 octets
50	2		Time and Date with Interval	UI48 <0...2^4-1ms> (Absolute Time), UI32 <0...2^4-1ms> (Interval Time)	10 octets
50	3		Time and Date to Last Recorded Time		
51	0		Time and Date CTO - All Variations		
51	1		Time and Date CTO	UI48 <0...2^4-1ms> (Common Time of Occurrence)	6 octets
51	2		Unsynchronized Time and Date CTO	UI48 <0...2^4-1ms> (Un-synchronized Common Time of Occurrence)	6 octets
52	0		Time Delay - All Variations		
52	1		Time Delay Coarse	UI16 <0...2^4-1sec>	2 octets
52	2		Time Delay Fine	UI16 <0...2^4-1ms>	2 octets
60	0		Not Defined		
60	1	Static	Class 0 Data		
60	2	Event	Class 1 Data		
60	3	Event	Class 2 Data		
60	4	Event	Class 3 Data		
70	1		File Identifier		
80	1		Internal Indications		
81	1		Storage Object		
82	1		Device Profile		
83	1		Private Registration Object		
83	2		Private Registration Object Descriptor		
90	1		Application Identifier		
100	1		Short Floating Point		
100	2		Long Floating Point		
100	3		Extended Floating Point		
101	1		Small Packed Binary-Coded Decimal		
101	2		Medium Packed Binary-Coded Decimal		
101	3		Large Packed Binary-Coded Decimal		
102	1	Static	8-bit Unsigned Integer	UI1 = SQ1 (Current Value = UI [0..7]<0,255>)	
110	Length	Static	Octet String	OSN = SQ1 (Current Value = UI [0..7]<0,255>) Where OS = Octet String & N = the length of the octet string	
111	Length	Event	Octet String	OSN = SQ1 (Current Value = UI [0..7]<0,255>) Where OS = Octet String & N = the length of the octet string	
112		Static	Virtual Terminal Output Block		
113		Event	Virtual Terminal Event Data		



# DNP MESSAGE STRUCTURE TEMPLATE

**Data Link Function Codes**

Fn Code	Function	Frame Type	FCV
0	RESET LINK	SEND/CONFIRM	0
1	Reset User Process	SEND/CONFIRM	0
2	TEST LINK	SEND/CONFIRM	1
3	User Data	SEND/CONFIRM	1
4	Request Link Status	SEND/RESPOND	0
5	Request Link Status	REQUEST/RESPOND	0
6	Request Link Status	REQUEST/RESPOND	0
7	Request Link Status	REQUEST/RESPOND	0

Fn Code	Function	Frame Type
0	ACK	CONFIRM
1	ACK	CONFIRM
2	ACK	CONFIRM
3	ACK	CONFIRM
4	ACK	CONFIRM
5	ACK	CONFIRM
6	ACK	CONFIRM
7	ACK	CONFIRM
8	LINK STATUS	RESPOND

**Data Link Control Codes**

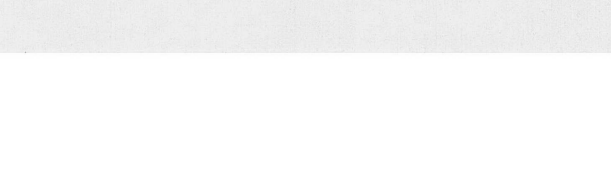
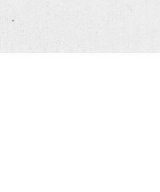
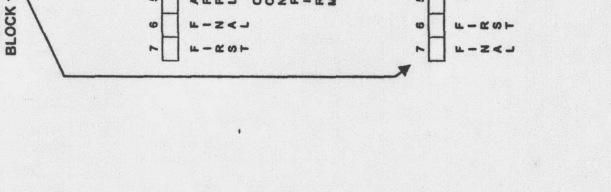
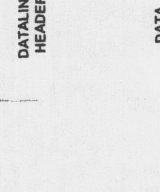
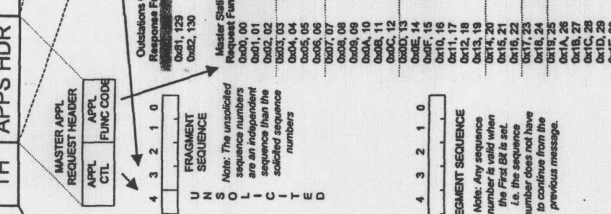
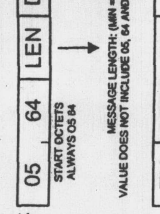
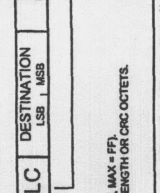
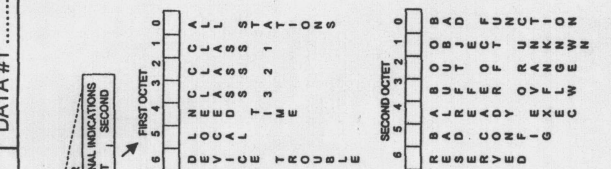
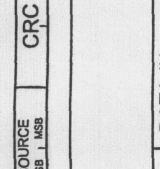
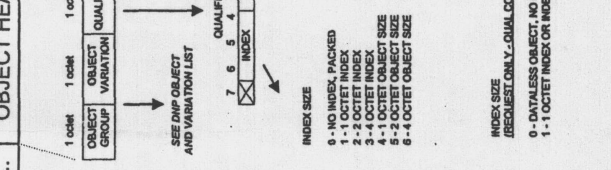
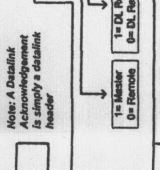
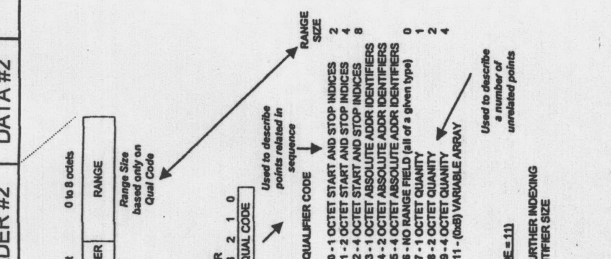
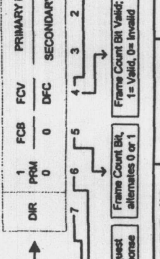
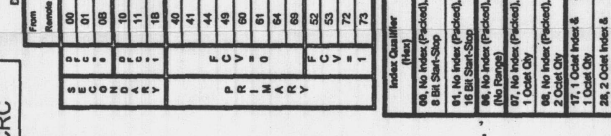
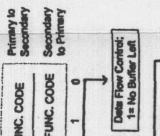
From Master	From Slave	FUNCTION	OTHER
00	00	ACK	
01	01	ACK	Failed Transaction
02	02	ACK	No Flow Control
03	03	LINK STATUS REPLY	
04	04	ACK	No Buffers, Frame Accepted
05	05	ACK	No Buffers, Frame Not Accepted
06	06	ACK	No Buffers
07	07	LINK STATUS REPLY	
08	08	RESET LINK	
09	09	RESET LINK	Reset User Process
10	10	LINK STATUS REQUEST	Unconfirmed User Data
11	11	LINK STATUS REQUEST	Unconfirmed User Data
12	12	RESET LINK	Unconfirmed User Data
13	13	RESET LINK	Unconfirmed User Data
14	14	RESET LINK	Unconfirmed User Data
15	15	RESET LINK	Unconfirmed User Data
16	16	RESET LINK	Unconfirmed User Data
17	17	RESET LINK	Unconfirmed User Data
18	18	RESET LINK	Unconfirmed User Data
19	19	RESET LINK	Unconfirmed User Data
20	20	RESET LINK	Unconfirmed User Data
21	21	RESET LINK	Unconfirmed User Data
22	22	RESET LINK	Unconfirmed User Data
23	23	RESET LINK	Unconfirmed User Data
24	24	RESET LINK	Unconfirmed User Data
25	25	RESET LINK	Unconfirmed User Data
26	26	RESET LINK	Unconfirmed User Data
27	27	RESET LINK	Unconfirmed User Data
28	28	RESET LINK	Unconfirmed User Data
29	29	RESET LINK	Unconfirmed User Data
30	30	RESET LINK	Unconfirmed User Data

**Data Link Control Codes**

Index	Qualifier	Range	Use in a DNP3 Request	Use in a DNP3 Response
0	0	0	Use in a DNP3 Request	Static Objects
1	1	1	Use in a DNP3 Request	Static Objects
2	2	2	Use in a DNP3 Request	Static Objects
3	3	3	Use in a DNP3 Request	Static Objects
4	4	4	Use in a DNP3 Request	Static Objects
5	5	5	Use in a DNP3 Request	Static Objects
6	6	6	Use in a DNP3 Request	Static Objects
7	7	7	Use in a DNP3 Request	Static Objects
8	8	8	Use in a DNP3 Request	Static Objects
9	9	9	Use in a DNP3 Request	Static Objects
10	10	10	Use in a DNP3 Request	Static Objects
11	11	11	Use in a DNP3 Request	Static Objects
12	12	12	Use in a DNP3 Request	Static Objects
13	13	13	Use in a DNP3 Request	Static Objects
14	14	14	Use in a DNP3 Request	Static Objects
15	15	15	Use in a DNP3 Request	Static Objects
16	16	16	Use in a DNP3 Request	Static Objects
17	17	17	Use in a DNP3 Request	Static Objects
18	18	18	Use in a DNP3 Request	Static Objects
19	19	19	Use in a DNP3 Request	Static Objects
20	20	20	Use in a DNP3 Request	Static Objects

**Binary Representation Table**

Hex	Binary
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111



**INDEX SIZE**

9 - NO INDEX, PACKED  
 1 - 1 OCTET INDEX  
 2 - 2 OCTET INDEX  
 3 - 3 OCTET INDEX  
 4 - 4 OCTET INDEX  
 5 - 5 OCTET INDEX  
 6 - 6 OCTET INDEX

**QUALIFIER SIZE**

9 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 1 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 2 - 2 OCTET START AND STOP INDICES  
 3 - 3 OCTET START AND STOP INDICES  
 4 - 4 OCTET START AND STOP INDICES  
 5 - 5 OCTET START AND STOP INDICES  
 6 - 6 OCTET START AND STOP INDICES

**QUALIFIER CODE**

9 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 1 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 2 - 2 OCTET START AND STOP INDICES  
 3 - 3 OCTET START AND STOP INDICES  
 4 - 4 OCTET START AND STOP INDICES  
 5 - 5 OCTET START AND STOP INDICES  
 6 - 6 OCTET START AND STOP INDICES

**QUALIFIER CODE**

9 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 1 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 2 - 2 OCTET START AND STOP INDICES  
 3 - 3 OCTET START AND STOP INDICES  
 4 - 4 OCTET START AND STOP INDICES  
 5 - 5 OCTET START AND STOP INDICES  
 6 - 6 OCTET START AND STOP INDICES

**QUALIFIER CODE**

9 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 1 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 2 - 2 OCTET START AND STOP INDICES  
 3 - 3 OCTET START AND STOP INDICES  
 4 - 4 OCTET START AND STOP INDICES  
 5 - 5 OCTET START AND STOP INDICES  
 6 - 6 OCTET START AND STOP INDICES

**QUALIFIER CODE**

9 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 1 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 2 - 2 OCTET START AND STOP INDICES  
 3 - 3 OCTET START AND STOP INDICES  
 4 - 4 OCTET START AND STOP INDICES  
 5 - 5 OCTET START AND STOP INDICES  
 6 - 6 OCTET START AND STOP INDICES

**QUALIFIER CODE**

9 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 1 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 2 - 2 OCTET START AND STOP INDICES  
 3 - 3 OCTET START AND STOP INDICES  
 4 - 4 OCTET START AND STOP INDICES  
 5 - 5 OCTET START AND STOP INDICES  
 6 - 6 OCTET START AND STOP INDICES

**QUALIFIER CODE**

9 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 1 - 1 OCTET START AND STOP INDICES  
 2 - 2 OCTET START AND STOP INDICES  
 3 - 3 OCTET START AND STOP INDICES  
 4 - 4 OCTET START AND STOP INDICES  
 5 - 5 OCTET START AND STOP INDICES  
 6 - 6 OCTET START AND STOP INDICES