

# 職業訓練教材 SCADA 認識

編號：PEN-MCC1101

編者：盧威亞

審稿者：杜日富

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

刊製單位：中華人民職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十一月

## 單元 PEN-MCC1101 學習指引

當你學習本單元之前，你最好能先具備串列通訊概念及熟悉 PLC/PC 之連線。假如你認為自己可以的話，請翻到下一頁開始學習。假如你自認為自己還不熟悉，請將本教材放回原位，並請照下列之指示進行學習：

- (1) 你全部無法勝任上列之工作，請將本教材放回原位，並取出編號 PEN-MCC0704, PEN-MCC1003 等教材開始學習，或請教你的老師。
- (2) 你想要對串列通訊有更進一步的瞭解，則請學習編號 PEN-MCC0704 教材，或去請教你的老師。

你想要對 PLC/PC 之連線有更進一步的瞭解，則請學習編號 PEN-MCC1003 教材，或去請教你的老師。

## 引言

SCADA 是 Supervisory Control And Data Acquisition 的簡稱，SCADA 系統是由一個或多個遠端監控設備與主控端電腦或設備經通訊連線所組成的一個工業測控系統。

通常 SCADA 系統具備下列特點，藉以和 DCS(Distributed Control System)有分別：

1. 資料是從位於遠端的監控設備所傳來。
2. 涵蓋區域可以到非常廣，可包括整個地理區域的範圍。
3. 屬於 WAN 的應用。
4. 控制的類型多為開迴路控制(open-loop control)，只有較少部分是需要用到閉迴路控制(closed-loop control)。

本學習單元將介紹 SCADA 的各個系統組成，並介紹一些較常見的應用和產品，使你在學完後具備選擇 SCADA 產品的基本知識。

## 定義

RS-232C/RS-485：被廣泛應用於串列式傳輸的標準界面。

MODEM：為 Modulation 與 Demodulation 合併之縮寫，其功用是將數位數據轉成類比信號，透過如電話線路來傳送，然後再將類比信號轉回數位數據的設備。

PLC：Programmable Logic Controller 之縮寫，廣泛被採用為遠端監控設備。

## 學習目標

- 一、 在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能夠認識 SCADA 系統的基本組成。
- 二、 在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能夠選擇適當的網路。
- 三、 在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能夠選擇適當的資料通訊設備。
- 四、 在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能夠選擇適當的主控端設備。
- 五、 在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能夠選擇適當的遠控端設備。

## 學習活動指引

若你想對本學習單元的內容有更詳細的瞭解，可以閱讀以下書籍：

- 一、 SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition :  
由 Stuart A. Boyer 所著。
- 二、 Handbook of SCADA Systems : for the oil & gas industry :  
由 R. I. Williams 所著。

### 本單元的第一個學習目標

在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能認識 SCADA 系統的基本組成。

---

假如你能勝任這個目標，請翻到第 11 頁做學習評量，假如你需要多學習一點，請你繼續往下閱讀。

想要認識 SCADA 系統的組成，你可以先看圖 1-1，就會有一點概念：

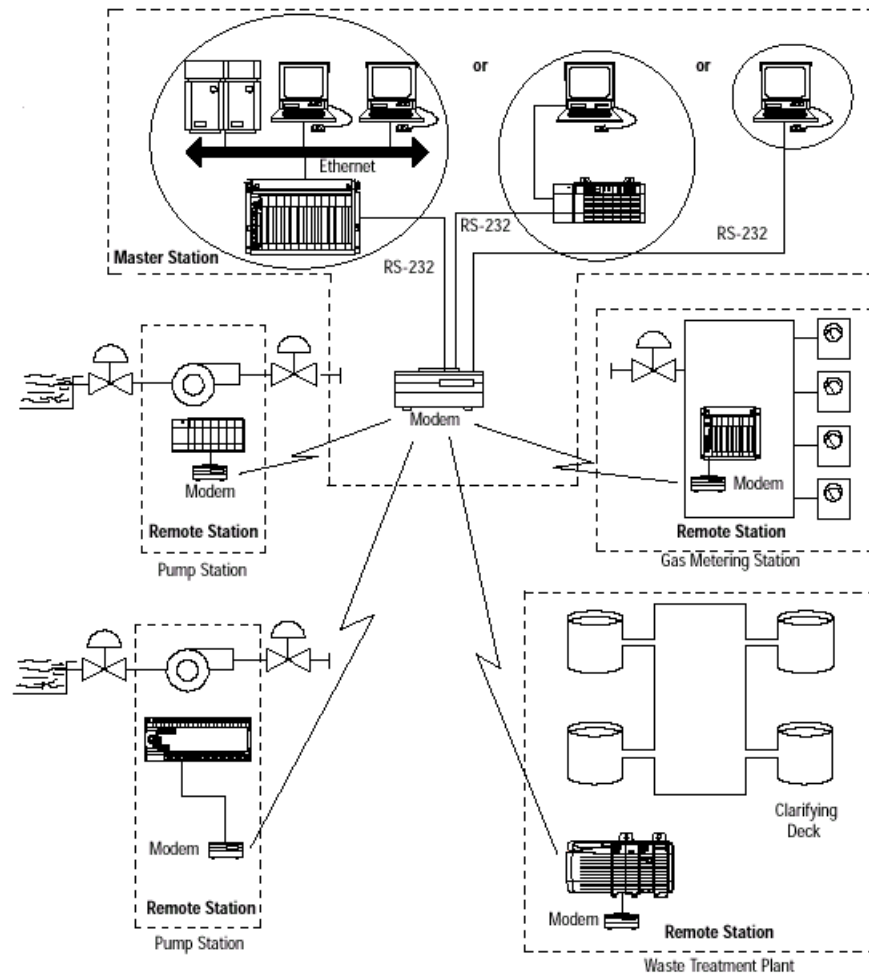


圖 1-1 SCADA 系統範例

請注意主控端設備(Master Station)透過 MODEM 與遠控端設備(Remote Station)連線，藉此可以取得遠控端設備所監控的現場狀態，也可以向遠控端下指令控制現場程序，這樣的一個系統，即是典型的 SCADA 系統。

為了使你更有概念，接下來將舉四個應用例，供你參考。



一、 只有監測幾個 I/O 點的簡單範例。請看圖 1-2。

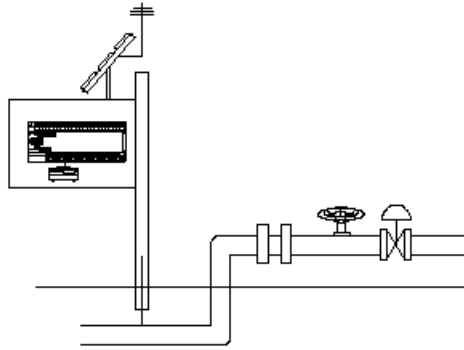


圖 1-2 油管流量監測

二、 範圍涵蓋整個工廠廠區的監控範例。請看圖 1-3

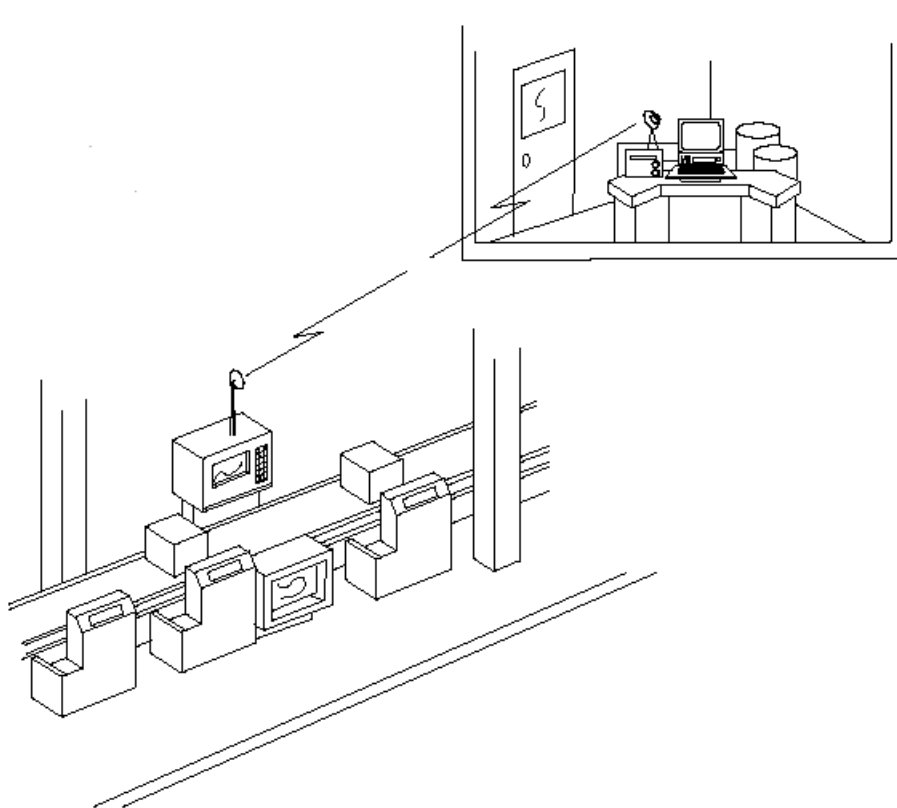


圖 1-3 利用 Radio MODEM 來傳輸料件存取記錄

三、範圍涵蓋整個城市的 SCADA 系統。請看圖 1-4

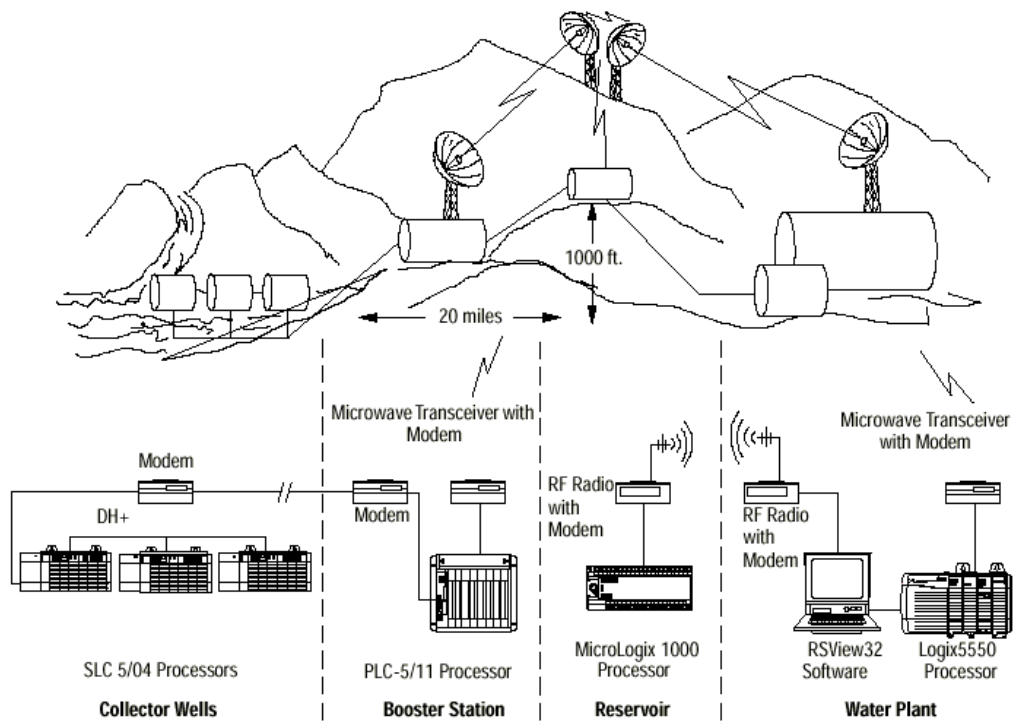


圖 1-4 城市給水系統的監控

四、範圍涵蓋整個地理區域，I/O 點數達數千點的 SCADA 系統，請看圖 1-5。

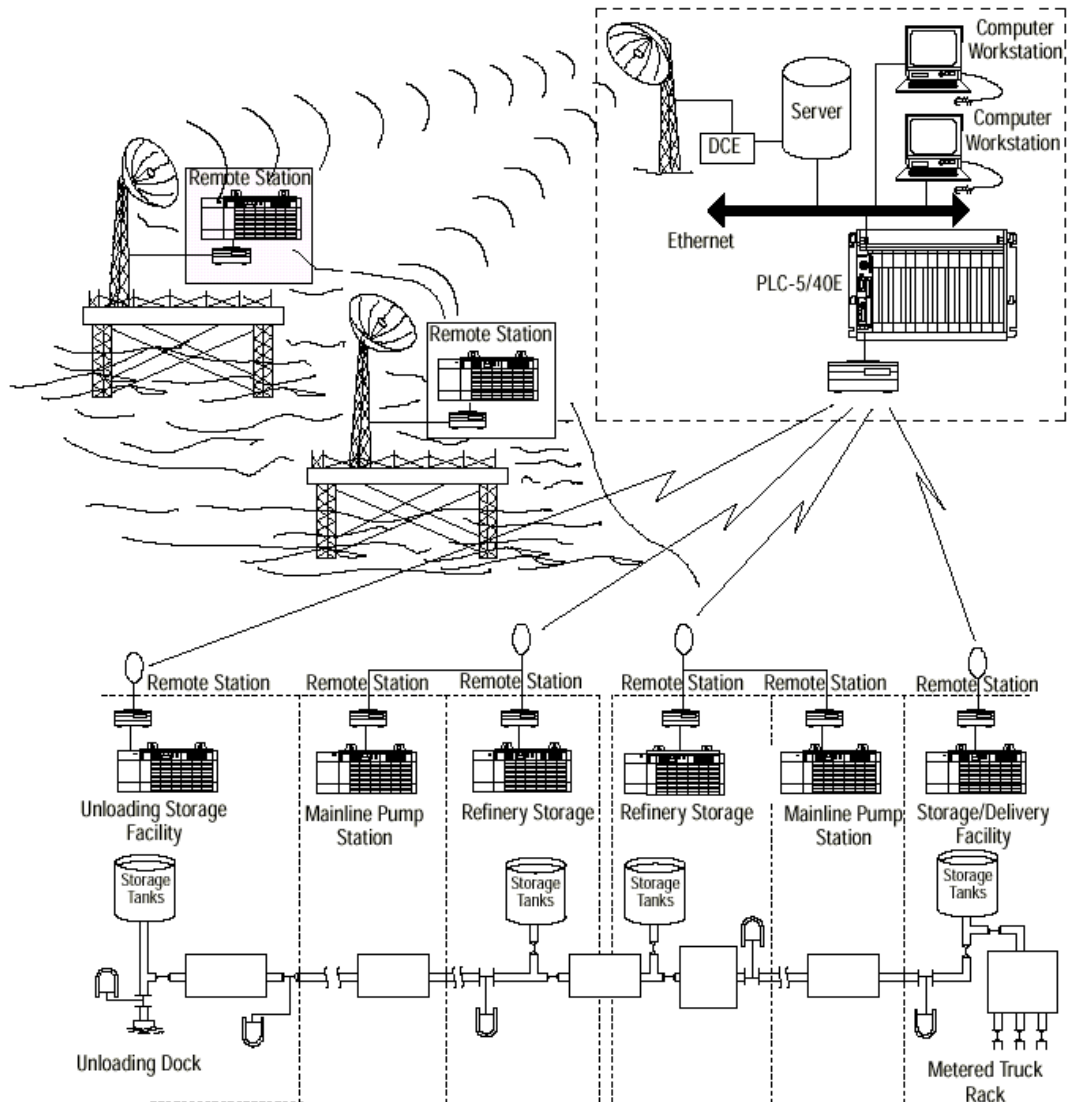


圖 1-5 近海鑽油平台及煉油廠的原油生產程序監控

一個典型的 SCADA 系統必須包含四個部分如下：

1. 遠距離的網路(Telemetry Network)，如圖 1-6 之第一部分。
2. 資料通訊設備(Data Communication Equipment, DCE)如圖 1-6 之第二部分。
3. 主控端設備(Master Station)，如圖 1-6 之第三部分。
4. 遠控端設備(Remote Station)，如圖 1-6 之第四部分。

接下來的學習目標會照上述四部分的順序依序介紹，幫助你認識 SCADA 系統的各個組成，並具備選擇適當設備的基本能力。

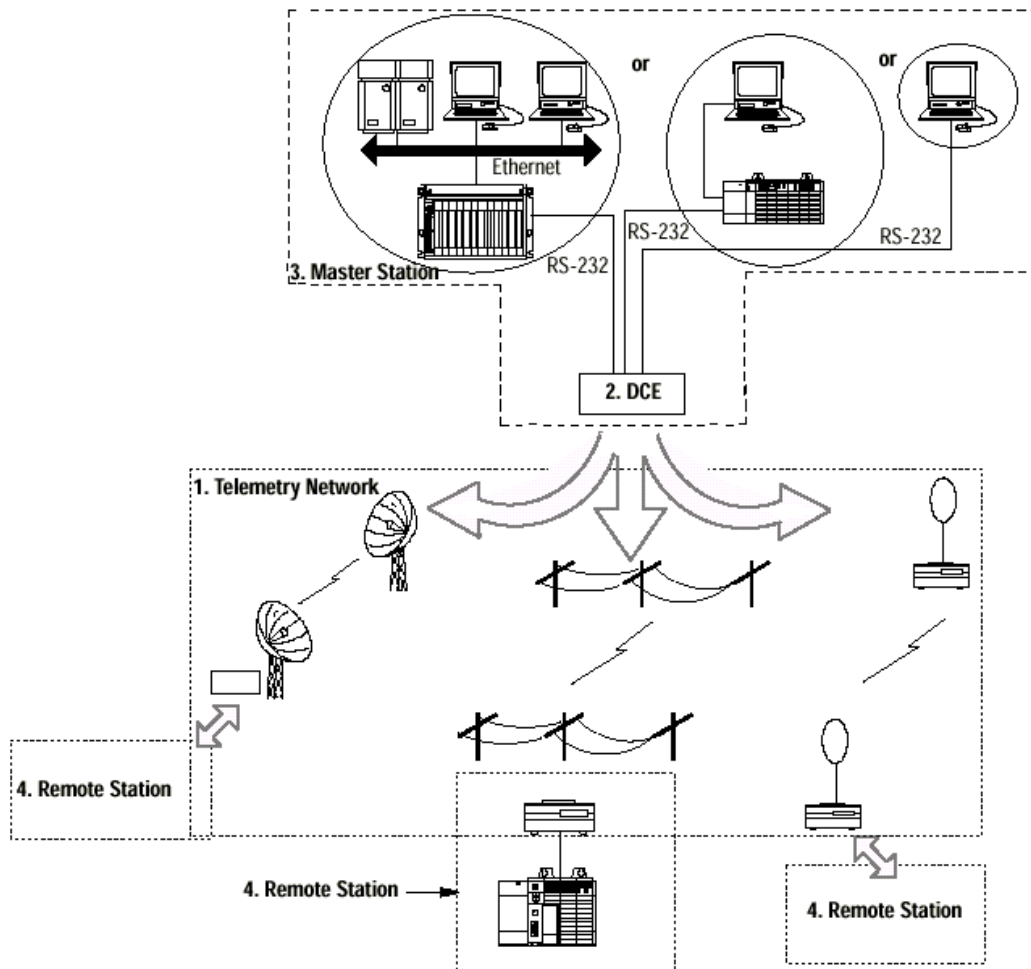


圖 1-6 SCADA 系統組成

### 學習評量一

請描述 SCADA 系統是由那幾個部分所組成？

### 學習評量一答案

- (一) 遠距離的網路(Telemetry Network)，如圖 1-6 之第一部分。
- (二) 資料通訊設備(Data Communication Equipment, DCE)，如圖 1-6 之第二部分。
- (三) 主控端設備(Master Station)，如圖 1-6 之第三部分。
- (四) 遠控端設備(Remote Station)，如圖 1-6 之第四部分。

★假如你仍不是很瞭解 SCADA 系統由那幾部分所組成，請翻到第 6 頁再讀一遍，直到瞭解為止。

好極了！你已對 SCADA 系統有基本的概念了。本教材的第二個學習目標是要使你認識 SCADA 系統組成中網路的部分。

### 本單元的第二個學習目標

在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能夠選擇當的網路(Telemetry Network)。

在本學習目標中，你將學會選擇適當的網路(Telemetry Network)。在 SCADA 系統中，網路(Telemetry Network)提供了整個系統的通訊路徑，其詳細的組成如圖 2-1 所示，可分為下述四個部分：

1. 網路拓樸(Topology)
2. 傳輸模式(Transmission Mode)
3. 連接媒體(Link Media)
4. 通訊協定(Protocol)

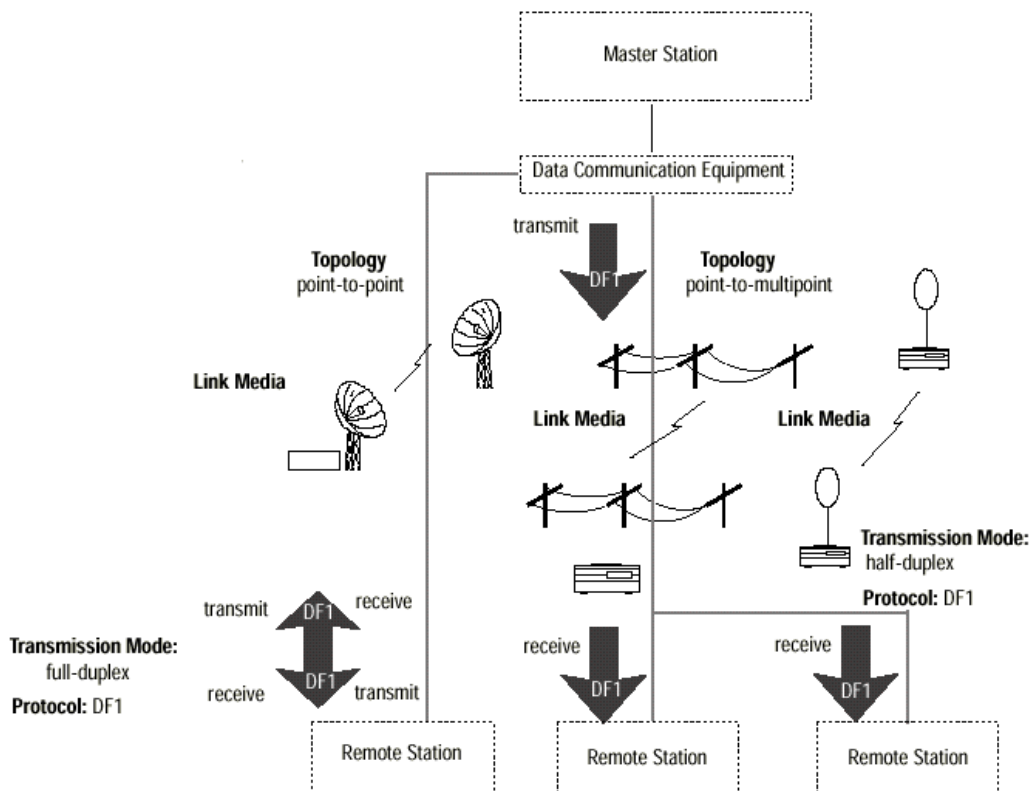


圖 2-1 SCADA 系統中網路(Telemetry Network)的各個組成

請注意一個應用並非限定只能選一種網路(Telemetry Network)，在某些要求較嚴苛的應用裏，你可以在主要的網路(Telemetry Network)之外，再選用一個備用的網路，所以一個 SCADA 系統的網路(Telemetry Network)是可以設計成包含多種的網路(Telemetry Network)。

#### 一、網路拓樸(Network Topology)：

拓樸(Topology)的意思是：組成一個網路的節點(nodes)與鏈結(Link)之間的幾何安排方式。在 SCADA 系統裏，常見的有以下幾種：



(一) 點對點(point to point): (如圖 2-2)

通訊連線只限於兩個站(Station)。可以是兩站間單純的通訊，也可以是一站詢問或控制另一站的狀態。在 SCADA 系統的應用中，通常 back-up 的通訊連線會用到這一型的網路拓樸，亦被稱為 peer to peer 連線。

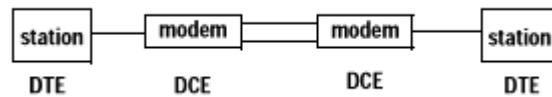


圖 2-2 點對點型網路拓樸

(二) 一點對多點(point to multipoint): (如圖 2-3)

通訊連線存在於三個或三個以上的站(Station)之間。其中一站是主站(Master Station)，其他的站為被控站(Slave Station)。在 SCADA 系統的應用中，大部分的系統都會採用這一型的網路拓樸。通常這種類型又稱為 Multi-drop 方式。

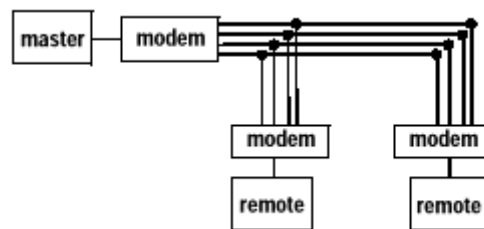


圖 2-3 一點對多點的網路拓樸型態

(三) 多點對多點(Multipoint to Multipoint): (如圖 2-4)

通訊連線存在於三個或三個以上的站(Station)之間，但是其中並沒有固定一站成為主站(Master Station)，而是網路中任一站皆可向其他任一站發起通訊。這類型的網路拓樸大部分是 radio modem 才有提供。任兩站之間的連線也可視為 peer to peer 連線。

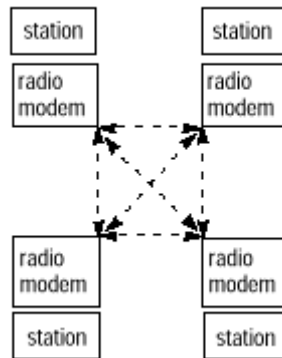


圖 2-4 多點對多點的網路拓模型態

## 二、傳輸模式(Transmission Mode)：

傳輸模式指的是資訊在網路上被傳遞的方式。對 SCADA 系統而言，網路拓模會決定傳輸模式。

### (一) 點對點(point to point)：

傳輸模式會是全雙工(full-duplex)的方式，在這種傳輸模式下，每一站的資訊皆可同時收送。撥號電話即是一個例子，通話時可同時聽(收)與說(送)。

### (二) 一點對多點(point to multipoint)：

傳輸模式會是半雙工(half-duplex)的方式，在這種傳輸模式下，每一站的資訊在某一個時間下只能送或只能收，無法同時收送資訊。像對講機就是一個例子，在某一個時間只能說(送)或只能聽(收)。

### (三) 多點對多點(multipoint to multipoint)：

請參考圖 2-4，在 Station 與 Modem 之間的傳輸模式是全雙工(full-duplex)；在 Modem 與 Modem 之間的傳輸模式是半雙工(half-duplex)。

## 三、連接媒体(Link Media)：

為 SCADA 系統選擇適當的連接媒体時，一般會考慮到以下幾項：

- (一) 符合應用所需的資料傳輸需求。
- (二) 主控端與遠控端的位置。
- (三) 每一站之間的距離。
- (四) 在系統所涵蓋的區域裏，有那些服務(Service)可利用。
- (五) 專案的預算有多少。

現有連接媒的種類如下：

(一) PSTN(Public Switched Telephone Network)；或國際用的 GSTN(General Switched Telephone Network)：

定義：這是電話公司所提供的撥號網路，也就是我們日常使用的電話線路，可用來收送語音及資料。

優點：對於下述應用需求，這類媒体較符合成本：

1. 遠控端傳回資料的頻率及時間較短暫，而正好有辦法連上 PSTN 之情形。
2. 在主要連接媒体之外，需要某種連接媒体做為 back-up 連線之情形。
  - (1) 電話公司是每月根據實際使用多少時間及通話距離來計費。
  - (2) 通訊速度可達 33.6 kbps
  - (3) 可使用 2 線式半雙工或全雙工 Modem，網路拓樸是點對點型。

缺點：

- (1) 當遠控端傳送資料的頻率較高，或時間較長時，成本相對地會增加不少。
- (2) 電話線本身會使 Modem 造成約百萬分之一的錯誤率。
- (3) 撥號及建立連線需要一段時間。
- (4) 自動起動連接需要額外的動作。
- (5) 某些區域沒有辦法連上 PSTN，例如近海油井等。

所需設備：

- (1) CCITT Modem 或 Standard Bell Modem
- (2) 需向電話公司索取連上網路的資訊

(二) PLL(Private Leased Line)：

定義：用於某些點之間永久連線的專線，屬於類比資料傳輸。這類電話線路可提供 24 小時的服務。

優點：當遠控端傳回的資料量較多，而且傳送的頻率較高時，或者需要持續地與主控端保持連線時，使用此媒体會較符合成本。

- (1) 不管使用時間長短，電話公司會依據距離、區域及線路等級，每月收取固定額度費用。

- (2) 標準等級的傳輸速率可達 28.8bps。
- (3) PLL 提供四線式連接方式，可以接成 Multi-drop 型式。

缺點：

- (1) 某些區域像近海油井就無法連上網路。
- (2) 線路本身會使 Modem 造成約百萬分之一的錯誤率。

所需設備：

- (1) CCITT Modem 或 Standard Bell Modem
- (2) 需向電話公司索取連上網路的資訊

### (三) DDS(Digital Data Services)：

定義：DDS 是特殊的寬頻 PLL，它使用數位技術使傳送速率更高，錯誤率更低。與 PLL 一樣可提供 24 小時的服務。

優點：

- (1) DDS 是數位網路，所以可以提供高傳輸速率且低錯誤率。
- (2) DDS 對需要傳送非常大量的資料且需要非常低的錯誤率之應用特別有用。
- (3) 不管使用時間長短，電話公司會依據距離、區域及傳送速率之差異，每月收取固定額度費用。
- (4) 常設的連線會一直存在。
- (5) 非同步傳輸速率有 2.4k、4.8k、9.6k、19.2k、38.4k、與 57.6k bps。
- (6) DDS 網路提供 4 線式連接，可以接成 Multi-drop 型式。

缺點：

- (1) 對不需要快速傳送大量資料及錯誤率要求很低的應用，使用 DDS 是較昂貴的。

所需設備：

- (1) 需使用 ISU(Integrated Service Unit)，或稱為 DSU(Data Service Unit)，CSU(Channel Service Unit)。ISU data rate 需與 DDS 線路相符。

#### (四) Microwave Radio :

定義：Microwave Radio 是使用橢圓碟形天線的高頻(GHz)無線電波收送媒体。碟形天線通常安裝在高塔或高樓頂端，需遵守 line-of-sight(可視範圍)原則。

##### 優點：

- (1) 可連接電話線路所無法連接的地理區域。
- (2) 有常設的連線存在。
- (3) 即使距離很遠，地勢崎嶇亦可完成連線。
- (4) 非同步傳輸速率有 2.4k、4.8k、9.6k、19.2k、38.4k、與 57.6k bps。
- (5) 不需負額外的線路費用，但需花維護的費用。
- (6) 傳送延遲的時間很短。
- (7) 頻寬愈大所能傳送的 channel 數目愈多。
- (8) 可以向已擁有設備的公司租用線路。

##### 缺點：

- (1) 傳輸僅限於可視範圍(Line-of-sight)，例如有山擋住就無法順利傳輸。有可能會碰到訊號扭曲或干擾的問題。氣候狀況(如下雨、下雪等)會影響通訊品質。
- (2) 需注意當地法規的限制。在城市區域，只有很少的頻帶是可利用的。
- (3) 需要負擔一筆很大的設備及建立系統費用。

##### 所需設備：

- (1) 發送器(Transmitters)。
- (2) 接收器(Receivers)。
- (3) 橢圓碟形天線(Parabolic Dish Antennas)。
- (4) 遇地形限制時需備有中繼器(Repeaters)。

#### (五) VHF/UHF Radio :

定義：VHF/UHF Radio 是高頻的電磁波傳輸。由 Radio Transmitter 產生訊號，然後由特殊天線來接收。

優點：可連接電話線路所無法連接的地理區域。

- (1) 有常設的連線存在。
- (2) 在 30 哩的範圍內，即使地勢崎嶇亦可完成連線。
- (3) 不需負額外的線路使用費，但需花設備維護費。
- (4) 極少的傳送延遲存在。

缺點：

- (1) 超過 15 哩欲再延長傳輸距離時，需加中繼器。
- (2) 需注意當地法規限制。在城市區域裏，只有很少的頻帶是可利用的。
- (3) 900MHz 以上的訊號有機會碰到訊扭曲及干擾的情形，氣候狀況不佳時也會影響通訊品質。
- (4) 由於頻寬很窄，所以只能提供一個 channel。
- (5) 購買設備及建立系統需一筆費用，但會比 Microwave 及 Satellite 便宜。

所需設備：

- (1) 發送器(Transmitters)。
- (2) 接收器(Receivers)。
- (3) 天線(Antennas)。
- (4) 遇地形限制時需備有中繼器(Repeaters)。

#### (六) Geo-synchronous Satellite：

定義：同步衛星(Geo-synchronous Satellite)利用高頻(GHz)無線電波傳送兩地的訊息。由於衛星軌道與地球軌道同步，所以衛星會保持與地表位置相同。同步衛星會透過兩地的橢圓碟形天線收送訊號。

優點：幾乎地表上任何位置皆可建立連線。

- (1) 有常設的連線存在。
- (2) 需負擔線路使用費用。
- (3) 可視需要租用線路。
- (4) 傳輸速率大約與專線(Leased Lines)相同，與兩地之距離，位置和資料量都有關係。

- (5) 可提供高信賴度及高資料整合度的服務。
- (6) 在規劃系統時不需特別把遠控端群聚在一起，因為此媒体在任意位置均可完成連線。

缺點：

- (1) 傳輸延遲會較長且明顯。通常以秒為單位來計算，不像其他媒体是以微秒計算。
- (2) 設備及建置費會花費一筆很大費用。

所需設備：

- (1) 衛星通路(Access to Satellite)。
- (2) 衛星發射器(Satellite Transmitters)。
- (3) 地表範圍的橢圓碟形接收天線(Earth-bound Receiving Parabolic-dish Antennas)。

(七) Power Line：

定義：藉由特殊的通訊設備，可以透過 120Vac 或 460Vac 的電源線(Power Line)來收送資料。

優點：不需額外配線。

- (1) 簡化系統設計並降低成本。
- (2) 不需考慮政府法規限制。

缺點：

- (1) 需藉由橋接器(Bridges)才能透過變壓器來達到傳輸資料的目的。

所需設備：

- (1) 電源線路(Power Lines)。
- (2) RS-232C 介面。

#### 四、通訊協定(Protocol)：

通訊協定相當於人類溝通的語言。他會決定資料傳輸的格式，其中包含交握(handshaking)，錯誤偵測(error detection)，錯誤復原(error recovery)等能力。

選擇一個適當的通訊協定就像選擇學一種語言一樣，最好是愈多人用，愈容易與別人溝通愈好，所以頭一個選擇通訊協定的方法就是儘量確認你所要連接的所有設備，是否有支援你想要選擇的通訊協定。然後，再來考慮此通訊協定的功能是否支援你的應用中所選定的網路拓樸與傳輸模式。下面幾項是較常被 SCADA 系統採用的通訊協定，列出供你參考，由於通訊協定的詳細內容非常多，若是你並不想自己寫驅動程式，其實是不需要詳細瞭解通訊協定的內容。

- (一) Modbus ASCII or Modbus RTU(Binary)。
- (二) DNP 3.0(Distributed Network Protocol)。
- (三) OPC(OLE for Process Control)。
- (四) TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)。
- (五) Modbus TCP
- (六) 某些專屬的通訊協定，多屬廠商自行開發，被採用範圍多限於廠商本身的產品。例如 Allen-Bradley PLC 所採用的 DF1 通訊協定即是一例。



## 學習評量二

請說明 SCADA 系統常見的連接媒体(Link Media)有那幾種？

## 學習評量二答案

SCADA 系統的 Link Media 種類如下：

- (一) PSTN(Public Switched Telephone Network)或 GSTN(General Switched Telephone Network)。
- (二) PLL(Private Leased Line)。
- (三) DDS(Digital Data Service)。
- (四) Microwave Radio。
- (五) VHF/UFH Radio。
- (六) Geo-synchronous Satellite。
- (七) Power Line。

### 本單元的第三個學習目標

在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能選擇適當的資料通訊設備。

在本學習目標中，將介紹四種資料通訊設備(Data Communication Equipment)，使你能夠在完成此學習目標後，學會為你的 SCADA 系統選擇適當的資料通訊設備。

資料通訊設備(Data Communication Equipment)是連接傳輸媒体(Transmission Media)與主控端/遠控端的設備，通常簡稱為 DCE，而主控端及遠控端設備常被稱為資料終端設備(Data Terminal Equipment)，簡稱 DTE。資料通訊設備可概分為三類，如圖3-1所示，包括Telephone Modem、Radio Modem以及Satellite Transmission System，透過電話線、無線電，以及衛星通訊的方式來達到資料傳輸的目的。

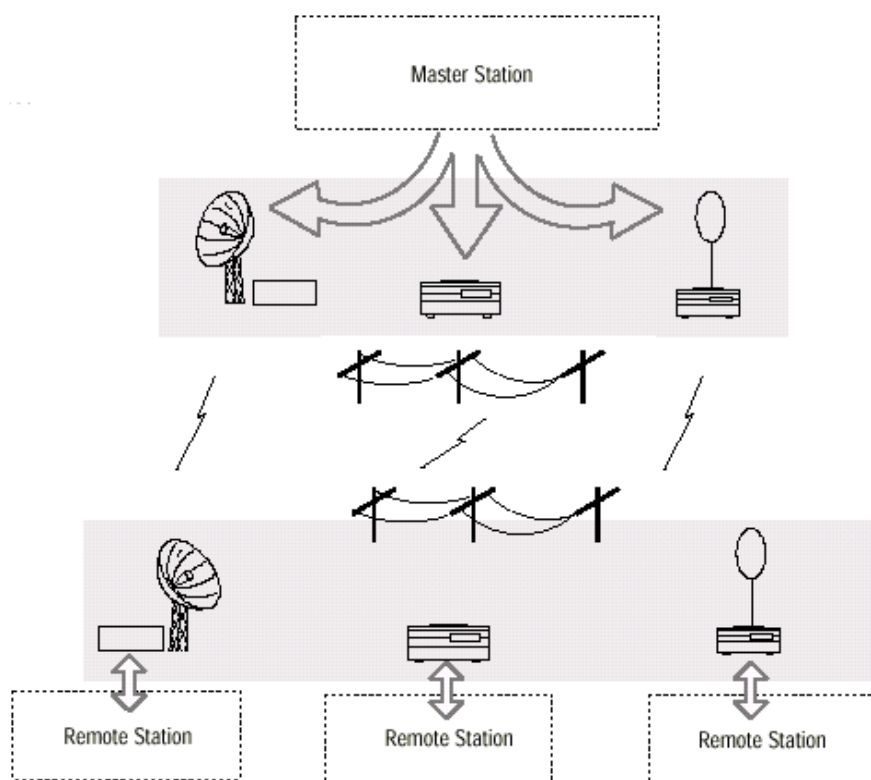


圖 3-1 三種資料通訊設備

接下來除了將依序介紹上述三種 DCE 外，還會特別提一下 Power Line Modem，供你參考，以利你亦可選用 Power Line 為你的連接媒体。

#### 一、Telephone Modem：

Modem 可以將由 PLC 或 PC 透過 RS-232/422/485 所傳來的數位資訊轉換成為電話線路所能傳送的類比訊號。當接收端的 Modem 接收到傳來的類比訊號後，再將其轉換為原來的數位資訊。圖 3-2 中的 DCE 就是這裏所提的 Modem。

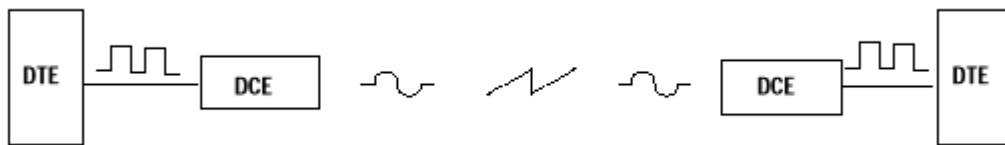


圖 3-2 DEC 可將 DTE 所傳來的數位資訊轉換成類比訊號

目前 Telephone Modem 製造廠商所遵循的標準有兩種，一種是 Bell Standard，另一種是 CCITT Standard。Bell Standard 於 AT&T 崛起前，在美國是主要被 Modem 廠商所採用的標準。CCITT 的全名是 Consultative Committee for International Telephone and Telegraph。CCITT Standard 目前已是一個在國際間廣泛被採用的標準，而且目前也已經變成美國的標準。現在幾乎所有的 Modem 製造商都會遵循 CCITT Standard。例如 V.32，V.32bis，V.22 等等。在絕大多數的情形裏，支援 Bell Standard 與 CCITT Standard 的 Modem 是互不相容的，所以規劃時要特別注意未來系統擴充時，Modem 之間的相容性。或者是要為現存系統增加 Modem 時，特別要注意購買相容的 Modem。至於 Modem 的詳細規格，可洽各 Modem 廠商。

要如何才能為你的 SCADA 系統選擇適當的 Modem 呢？下面幾個問題可以幫助你：

- (一) 你要透過那一種連接媒体來傳送資料？(PSTN、PLL、DDS、Radio...)
- (二) 你要使用那一種傳輸模式？(半雙工或全雙工)
- (三) 你要使用一種網路拓樸？(點對點或一點對多點？)
- (四) 你想使用的是 2 線式或 4 線式的電話線路？

當你用上述問題選定 Modem 的型式之後，你可以再根據下述各點來選擇一個最適合你的 SCADA 系統的 Modem。

- (一) 資料傳輸速率需要到多快？
- (二) 所要連接的 DTE 設備需要那些規格或介面來配合？
  1. 需要非同步或同步的操作？
  2. 需要具備那種介面？(RS-232C、EIA-449、IEEE 488 或 CCITT、V. 24?)
  3. 還有那些規格是連接 DTE 所需考慮的？
- (三) 需具備的認證標準(UL、CSA、FCC 等)
- (四) 空間的考慮。例如需要 Rack-mounted 或 Stand-alone 的 Modem？
- (五) 電源電壓的考慮。
- (六) 環境溫度及工作溫度的規格是否符合需求？
- (七) Modem 操作的方式及設計的功能是否符合需求？
- (八) Modem 回應時間是否夠快。

當你為上述問題準備好答案後，就可以根據下面的參考資料選定各種特定的 Modem：

(一) Analog Dial-up Modem：

一般來講，很可能你在選 Modem 時尚不清楚 DTE 需要那些功能的配合，所以當你選定此種 Modem 時，務必確認這個 Modem 是否具備下述功能：

1. DTE 可能只支援 ASCII 字串命令來設定或控制 Modem，所以此時要確定 Modem 支援 AT-Command set
2. DTE 能提供 DTR 腳位的狀態，以供 Modem 作 Auto Answer 或 Hang-up 的控制，所以當你選定此種 Modem 時，需確認 Modem 能設定成當 DTR 為 High 時，Modem 在 Auto Answer 狀態，而且當 DTR 由 High 變成 Low 時，Modem 能完成自動 Hang-up 的動作。
3. 有的 DTE 只需要 Modem 能提供 Auto Answer 功能，此時只要確認 Modem 具有此功能即可。

由於市面上 Modem 廠商非常地多，所以在此僅提供幾款 Modem 供你參考，使你在挑選時有比較的範例。

1. DATA-LINC Group：
  - (1) DLM4100 型：最大傳輸速率是 28.8k bps，可 Rack Mount。
  - (2) DLM4200CP 型：最大傳輸速率是 28.8k bps，可 Rack Mount，且支援行動電話。

2. Mille Applied Research Co., Inc. :

- (1) 166-100 型：最大傳輸速率是 2400 bps，可 Rack Mount。
- (2) 166-010 型：最大傳輸速率可以是 2400、14.4k 及 28.8kbps，支援 Rack Mount。

(二) Analog Leased-Line Modems :

當你要選定此類型的 Modem 時，請務必確認下述考慮的點：

1. 當你的 SCADA 系統要採用點對點，且全雙工的方式時，你可以選定任何一對非同步傳輸，全雙工型 2 線式或 4 線式的 Leased-Line Modem。
2. 當你的 SCADA 系統要採用一點對多點，且半雙工的方式時，你選定的 Leased-Line Modem 需具備功能如下：
  - (1) 非同步傳輸，支援在 2 線式或 4 線式的專線上進行一點對多點傳輸的操作。
  - (2) 一般來講，這類型的 Modem 都會有一個“Master”的設定，可以用來與遠控端設備連接。相對地也會有“Slave”的設定，可以用來與主控端設備連接。

當設定為“Master”時，Modem 將會隨時保持戴波在 high 的狀態，以利主控端設備有資料要送出時能隨時送出，不需任何等待戴波從 Low 到 high，然後穩定的時間。

當設定為“Slave”時，Modem 需要能根據遠控端設備所送來的 RTS/CTS 訊號，也就是遠控端設備有資料要收送時，來切換戴波的 ON/OFF 狀態。需要選用一個能切換戴波 ON/OFF 功能的 Modem 之原因，是由於一點對多點的接法，遠控端設備會透過 Modem 共用與主控端之間的專線，所以如果有兩個或兩個以上的 Modem 同時想發送資料時，這時 Modem 同時將戴波設為 high 的情況會使嘗試發送的動作失敗。

- (3) 使用半雙工的傳輸模式可以保證不會同時有兩個遠控端要送出資料。
- (4) 無論你的 SCADA 系統是要採用 2 線式或 4 線式的專線，為遠控端選定一個可以切換戴波 ON/OFF 狀態的 Modem 是一定需要的。

關於使用 Leased-Line Modem 所產的的費用有兩項如下：

1. 因租用專線所需付的月租費。這個費用會與專線的品質與傳輸速率的能力成正比。
2. 購買 Modem 的費用。這費用會與 Modem 的最大傳輸速率成正比。

所以，最有效率的系統配置是先看 SCADA 系統應用上需要多快的傳輸速率，然後租用夠快的專線頻道，並購買速度夠快的 Modem。

下面將列出幾種 Leased Line Modem 產品供你比較參考：

1. DATA-LINC Group：

- (1) LLM1000-4 型：傳輸速率達 1200bps，支援點對點或一點對多點型態，可以 Rack Mount，是屬於 4 線式專線用。
- (2) LLM1000-2 型：傳輸速率達 1200bps，支援一點對多點型態，可以 Rack Mount，是屬於 2 線式專線用。
- (3) DLM4000 型：傳輸速率達 28.8kbps，支援點對點型態，屬於 2 線式專線用。

2. Miille Applied Research：

- (1) 137-001 型及 166-101 型：傳輸速率達 1200bps，支援點對點或一點對多點型態，可 Rack Mount，可接 2 線式或 4 線式專線，但 2 線式的最大傳輸速率只有 300bps。
- (2) 148-001 型：傳輸速率達 1200bps，支援點對點或一點對多點型態，可 Rack Mount，可接 2 線式或 4 線式，但 2 線式的最大傳輸速率只有 300bps，另支援 Redundant 功能。

(三) Digital Leased-Line ISUs：

IUSs(Integrated Service Units)是用在 DDS 線路上的 Modem。你可以使用 ISU 在 DDS 網路上組成點對點及一點對多點的應用。

ISU 主要由下列兩項組成，請參考圖 3-3，可瞭解其功能。

1. DSU(Data Service Unit)，用來連接 RS-232C port。
2. CSU(Channel Service Unit)，傳送數位訊號至通訊線路上。

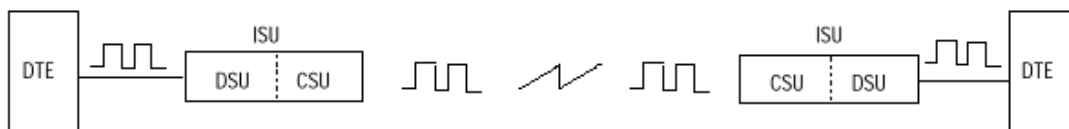


圖 3-3 ISU 是 DDS 線路上所使用的 DCE



請注意 ISU 的傳輸速率必須與 DDS 線路搭配。某些 ISU 可以在多重的傳輸速率下操作，但 DDS 線路的傳輸速率卻是固定的。標準非同步 DDS 線路的傳輸速率有 9600、19.2k、38.4k 及 57.6k bps。以下僅提供一種 ISU 產品供你比較參考：

1. DATA-LINC Group..

- (1) DLM-4300 型：傳輸速率可達 57.6k bps，支援點對點及一點對多點型態。

二、Radio Transmission System：

Radio Modem 可支援點對點，一點對多點及多點對多點三種傳輸模式的應用，特別對佈線困難的應用提供了很好的解決方案。在選用 Radio Modem 時最主要是考慮其佔用的頻帶。目前市面上 Radio Modem 所支援的頻帶有以下幾項：

- (一) VHF：66~79MHz 及 150~174MHz。
- (二) UHF：450~470MHz。
- (三) 較高頻 UHF：850~960MHz。
- (四) Microwave：1GHz 以上。

除了佔用頻帶的考量以外，還需考慮下列幾項：

- (一) 傳輸速率要多快？
- (二) 空間是否足夠？需要 Rack Mount 型還是 Stand-alone 型？
- (三) 所要連接的 DTE 設備需要那些規格或介面來配合？
  - 1. 需要非同步或同步傳輸之操作？
  - 2. 需要那一種介面？(RS-232C、EIA-449、IEEE 488 或 CCITT V.24?)
  - 3. 還有那些規格是連接 DTE 所需考慮的？
  - 4. 是否需要診斷功能？

一般 Radio Modem 依設計可分為 Crystal-based 或 Microprocessor-based。其中 Microprocessor-based Modem 較容易從中央控制端來進行設定或診斷的功能。所以若是你選用的 Radio Modem 具備診斷的功能，則技術人員就不需要大老遠地跑到遠端進行診斷問題的工作，他們將可以在中央控制端直接進行診斷工作，省時又省力。

- (一) 在遠端有那幾種 Power 可用？
- (二) 需要那些使用執照？
- (三) 需要那些標準的認證？(UL、CSA、FCC 等)

- (四) 要採用的 Radio Modem 是整合型的還是分離型的？
- (五) 需要那些 Radio Modem 的特殊設計與操作功能？
- (六) 需要多快的回應時間？

有關 Radio Modem 使用執照的問題，各國法規不一，以 FCC 為例，它要求每一個想要在某個區域使用某頻帶的使用者，都需要申請合法的使用執照。這樣規定的好處在於如此會減少附近的 Radio Modem 因頻帶接近而互相干擾的問題。相反地，不方便之處卻在於大部分的頻帶目前幾乎皆有人已經申請佔用了。其實，FCC 還允許一種不需使用執照的 Radio Mode，這種 Radio Modem 需使用 Spread-spectrum(展頻)技術且相對的發送功率要較低。Spread-spectrum 是一種發送頻率變換技術，這種技術可以使許多 Spread-spectrum Radio 操作在同一個頻帶上且容許有某種程度之干擾。干擾的量與在同一區域內有多少人使用成正比。

Radio Modem 的種類如下：

(一) 整合型

Radio 部分與 Modem 部分完全整合在一起，不需要有其它設備如 PLC 等的仲裁。當 modem 與 transmitter/receiver 是分離型時，就會有相容性問題需考慮。

(二) 分離型

由兩部分所組成，第一部分是具備 RS-232 接頭的 Modem，第二部分是具備天線接頭的 radio transmitter/receiver。當 radio 送出一個載波時，因為 modem 通常是無法直接控制這部分，所以 DCE 必需有一個方法仲裁送資料給 modem 及啟動 radio transmitter 的時間。

另外，既然外接 modem 無法決定何時 radio 是在全功率的狀態，為了考慮到兩部分組合時 time-to-transmit 的功率需求，modem 在傳送資料前必需要有時間延遲。

接下來將介紹選擇 radio modem 時需考慮的項目：

(一) 點對點，全雙工的應用

需選用全雙工 radios。這種應用的 radio modem 需要 transmitter 與 receiver 能分開獨立運作。

### (二) 一點對多點(廣播)，半雙工的應用

主控端 radio 可選全雙工或半雙工 radio，遠控端 radio 則應選用半雙工 radio。為主控端 radio 選用全雙工的 radio modem 可得到最佳的性能(performance)，因為全雙工 radio modem 的 transmitter 與 receiver 是分開的，如此可以減短主控端每次資料傳輸時的 RTS-to-CTS 延遲。

為了最好的成本考量，遠控端應選用半雙工 radio。半雙工 radio 只具備一個 transceiver 來接送資訊，並不像全雙工 radio 的 transmitter 與 receiver 是分開的，所以在同一個時間只能在傳送狀態或只能在接收狀態。因此，當 radio 從接收狀態切換到傳送狀態時，需要有較長的 RTS-to-CTS 時間延遲，以利傳送部分能夠有充裕的時間啟動。

還有需要為你的主控端考慮 redundant 的需求。因為根據前面的系統組態，當主控端 radio modem 不能正常工作時，整個系統的資料傳輸將停擺。然而若是遠控端的 radio modem 無法正常工作時，只有單一個遠控端資料傳輸會停擺。

### (三) 多點對多點，全雙工的應用

選用 Packet Radio。雖然 packet radio modem 收送資料是採用半雙工的方式，但它卻有緩衝區(buffer)功能可支援在全雙工通訊協定運作下的 DTE 所送來的資料。這項功能使任何一台 DTE 有機會立即透過 radio modem 送出一個訊息封包，然後藉著訊息封包內的目的地位地資訊，成功地將此訊息封包傳送到適當的 radio modem 與 DTE。

正如 Leased-Line Modem 一樣，radio modem 的價格與通訊速度成正比。接下來將介紹幾種市面上的 radio modem，供你比較參考：

#### (一) DATA-LINC Group：

1. SRM6000 型：傳輸速率 115.2k bps，使用頻帶 902-928MHz，支援點對點與一點對多點的型態，屬於 Spread-spectrum Radio，所以不需申請頻帶使用權，支援 rack mount 方式。
2. SRM6100 型：除了使用頻帶在 2.4-2.484GHz 以外，其餘規格與 SRM6000 相同。
3. SRM6200E 型：除了傳輸介面支援 10BASE-T(無 RS-232C 介面)，且不支援 rack mount 方式外，其餘規格與 SRM6000 型相同。
4. SRM6200E/FL 型：除了傳輸介面支援 Ethernet 10BASE-FL Fiber Optic 介面(無 RS-232C 介面)外，其餘規格與 SRM6000 型相同。

## (二) ESTeem :

1. 192V 型：傳輸速度為 19.2k bps，使用頻帶為 66-79MHz，支援多點對多點型態。
2. 192M 型：除使用頻帶為 150-174MHz 外，其餘規格與 192V 型相同。
3. 192F 型：除使用頻帶為 400-420MHz 外，其餘規格與 192V 型相同。
4. 192C 型：除使用頻帶為 450-470MHz 外，其餘規格與 192V 型相同。

## (三) Metricom :

1. UtiliNet 型：傳輸速度為 9600bps，使用頻帶為 902-928MHz，支援多點對多點型態，屬 Spread-spectrum Radio，所以不需申請頻帶使用權。

## (四) MDS(Microwave Data Systems) :

1. 2000 系列：傳輸速度支援 1200，4800 與 9600bps，使用頻帶為 920-960MHz，支援點對點與一點對多點的型態。
2. 4000 系列：除使用頻帶為 390-470MHz 以外，其餘規格與 2000 系列同。
3. 9810 系列：傳輸速度為 19.2k bps，使用頻帶為 902-928MHz，支援點對點與一點對多點型態。

請注意在安裝你的 Radio 傳輸系統時，特別注意下面三個部分：

1. 天線：天線的高度、種類與品質，Cable，Connector 的品質，都會影響你的系統甚鉅，而且也與成本有關。
2. 外箱：由於 radio 傳輸系統大多置於戶外，所以外箱需仔細考慮。
3. 中繼器：假如兩站間無法符合 line-of-sight 的原則，此時需加裝中繼器(repeater)才可使系統正常運作。

總而言之，當你涉及 radio 傳輸系統的規劃時，一定要徵詢 radio 供應商的意見，請專家幫你規劃並考慮各項細節，特別是以下四項：1. 傳輸功率。2. radio 數量。3. 是否需加裝 repeater。4. 天線種類及高度。

## 三、Satellite Transmission System :

衛星傳輸系統是由 VSAT(Very Small Aperture Terminal)網路的機制來提供服務。這個機制以共享通路的方式讓很多個遠控端(remote site)能與中控端(central site，或 hub)通訊，有以下兩種型式：

- (一) Single-hop System：資料先透過專線 Leased Line 傳給 Master Earth Station，再由它傳給衛星，然後送至遠控端(remote site)或主控端(master site)。假如你想要購買並擁有你自己的傳輸頻道，這時費用將會相當高。而且你還得付租用專線的費用。由於你不太可能會佔用頻道的所有頻寬，所以你可以藉著將頻道分享給別人而分攤掉某些費用。

(二) Double-hop System：主控端與遠控端設備將直接連結至一個 VSAT 站。此時不需要像 Single-hop System 一樣需要專線。VSAT 網路將會把資料傳給衛星，然後再送至遠控端(remote site)或主控端(master site)。

假如在你的衛星傳輸系統中，每一個遠控端(remote site)的通訊都有不同的頻率，則你的主控端需要具備解調器，整個系統將如圖 3-4。請注意通常 satellite modem 會由系統供應商連同整個系統提供給你。

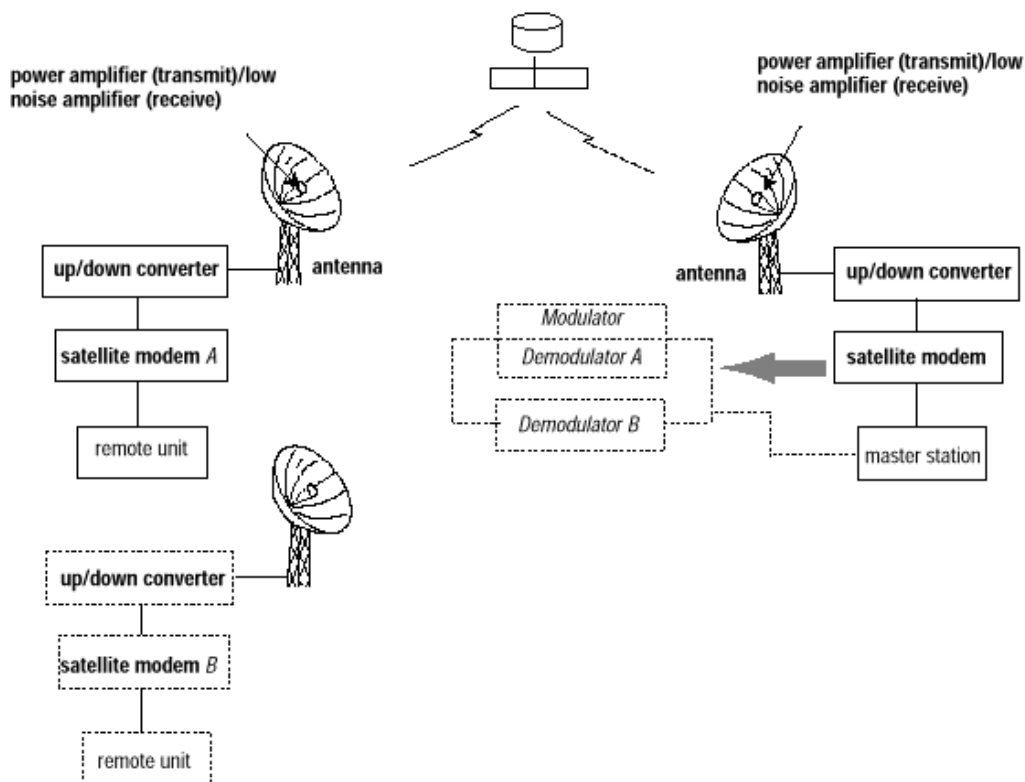


圖 3-4 衛星傳輸系統的組成

#### 四、Power Line Modem：

你可以很容易地在你的系統中使用 power line modem。你只需要確認你有 power line 及 RS-232 介面即可。下面所提產品供你參考比較：

##### (一) DATA-LINC Group：

1. LCM100-M 型：最大傳輸速率為 9600bps，支援點對點型態。
2. LCM100-R 型：最大傳輸速率為 9600bps，支援一點對多點型態。

### 學習評量三

- 一、請說明本學習目標中提及了那四種資料通訊設備(DCE)？
- 二、請說明 Telephone Modem 有那幾類？

## 筆記欄

### 學習評量三答案

- 一、提到的 DCE 有四種：
  - (一) Telephone Modem
  - (二) Radio Transmission System
  - (三) Satellite Transmission System
  - (四) Power-Line Modem
- 二、Telephone Modem 可分成三類如下：
  - (一) Analog Dial-up Modem
  - (二) Analog Leased-Line Modem
  - (三) Digital Leased-Line ISU



### 本單元的第四個學習目標

在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能選擇適當的主控端設備。

---

假如你能勝任這個目標，請翻到第 44 頁做學習評量，假如你需要多學習一點，請你繼續往下閱讀。

在本學習目標中，將介紹三種主控端設備(Master Station Device)，使你能夠在完成此學習目標後，學會為你的 SCADA 系統選擇適當的主控端設備。

主控端設備在 SCADA 系統中主要負責下列任務：

1. 週期性地搜集遠控端所傳來的現場資料。
2. 藉由人機介面程式(HMI Software)來監視並控制整個系統。

主控端設備可採用圖 4-1 所示三種中的任一種

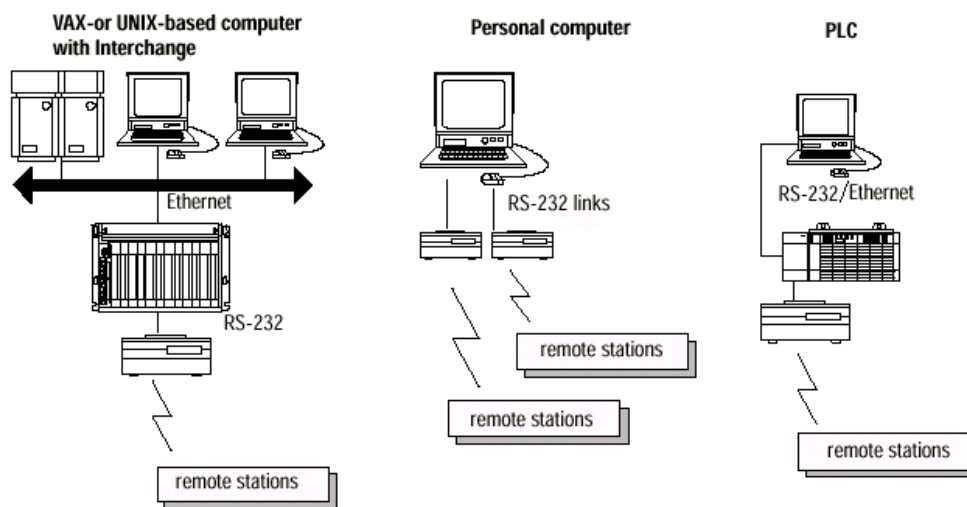


圖 4-1 三種主控端設備示意圖

#### 一、VAX-based 或 UNIX-based Computer

當你的 SCADA 系統中，遠控端(remote stations)數目非常多時可以採用 VAX-based 或 UNIX-based Computer 當你的主控端(master station)。你也可以採用這一型的系統來維護系統資料庫、提供人機介面、產生報表及執行應用程式等。整個主控端可以架構在 Ethernet 網路上，如圖 4-2 所示。

VAX-based 或 UNIX-based 伺服器可支援一個或一個以上的工作站，透過 LAN 型成一個 Ethernet 網路。所需設備如下：

- (一) 工作站。
- (二) LAN 及伺服器。
- (三) 人機介面軟體及資料蒐集功能。
- (四) 應用程式及支援網路功能的 API(Application Programming Interface)。

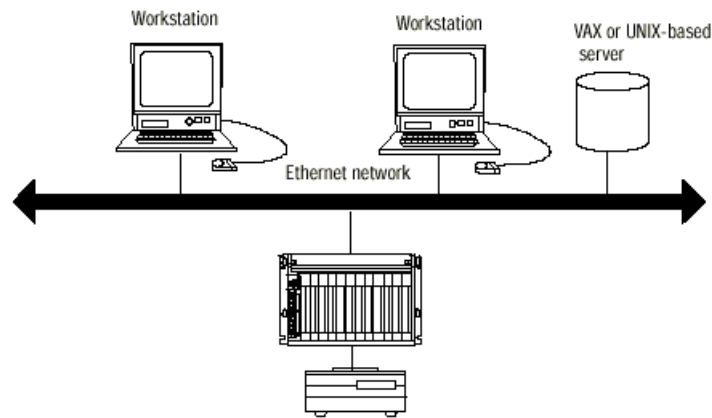


圖 4-2 VAX-based 或 UNIX-based 主控端之架構

二、PC-based 主控端：

對於大多數較小型的 SCADA 系統而言，採用 PC 加上 SCADA 軟體即可符合主控端功能的需求。此外，為了能夠很方便地分享資料，通常會採用好幾台 PC 組成一個 Ethernet 網路。圖 4-3 所顯示的架構是採用 PC 當主控端設備的小型 SCADA 系統。

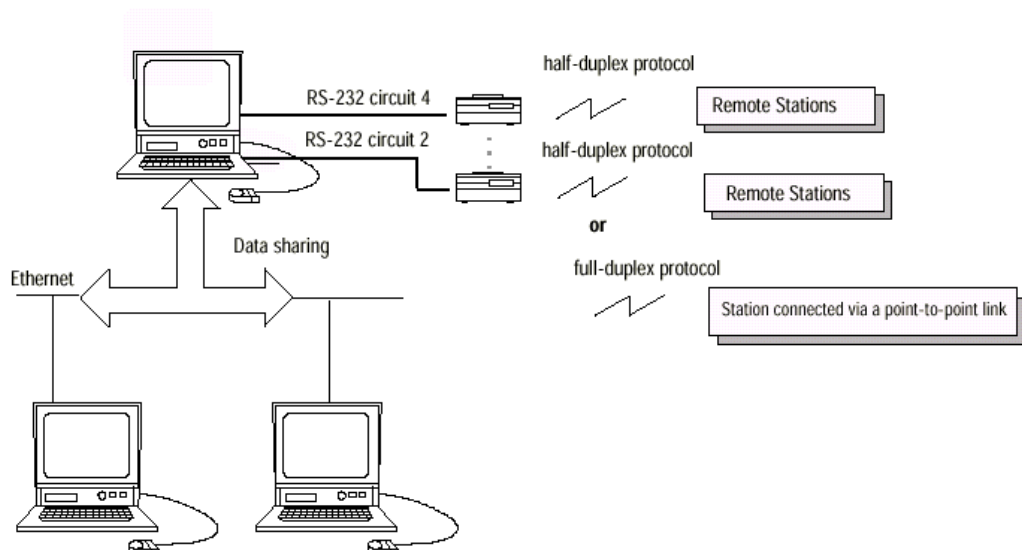


圖 4-3 PC-based SCADA 系統架構圖

請注意在此架構中，有關主控端的軟/硬體設備如下：

- (一) PC 內含 Windows 95/98/NT/200。
- (二) RS-232C/RS-422/RS-485 通訊介面卡。
- (三) Ethernet 網路卡。
- (四) SCADA 軟體。

有關 SCADA 軟體的部分，你將會在學習單元 PEN-MCC1103 有較詳細的練習。由於 SCADA 軟體種類非常繁多，而且有很多硬體廠商皆為自己的硬體提供專屬的 SCADA 軟體，採用這種專屬軟體的好處是它可以發揮硬體所提供的功能至極限，但缺點是當你想同時使用別家廠商的硬體時，會有驅動程式是否支援此硬體的問題。若是你的系統很有可能混用好幾家廠牌的硬體，建議你考慮採用某些軟體廠商所提供的 SCADA 軟體，像 Intellution 公司的 FIX 及 Wonderware 公司的 InTouch。這類 SCADA 軟體將提供非常多的驅動程式，使你可以使用各種不同廠牌的硬體。SCADA 軟體的功能也是非常繁多，你將會在 PEN-MCC1103 單元裏學到 Intellution FIX 7.0 的主要功能。

### 三、PLC-based 主控端：

當你的 SCADA 系統在主控端附近需要具備執行 I/O 的能力時，或者是在主控端這邊還需要有 Redundancy 的功能時，你可以採用這種 PLC-based 主控端。由於 PLC 的種類繁多，這裏僅介紹 Allen-Bradley 所提供的 PLC 供你參考。在 Allen-Bradley 的 PLC 中，適合成為 PLC-based 主控端設備的有以下幾種：

- (一) 應用要求很嚴苛時，可採用 Logix5550。
- (二) 中型至大型的系統，可採用 PLC-5 系列。
- (三) 小型至中型的系統，可採用 SLC 系列：

下面所列表 4-1 可幫助你選擇適合的 PLC 成為主控端。

表 4-1 Allen-Bradley PLC 選用參考表

Processor	Memory Represented in Kwords unless noted	Maximum I/O Points	Racks:		A-B RS-232 Interface	RS-232 Protocol:			Maximum Remote Stations <sup>1</sup> :
			Total	Local/Remote <sup>2</sup>		DF1 FDX	DF1 HDX Master	Modbus	
SLC 5/03	8, 16	4096	32	32	built-in 1747-KE 1770-KF3	yes yes yes	yes no no	yes <sup>3 4</sup> no no	254
SLC 5/04 SLC 5/05	16, 32, 64	4096	32	32	built-in	yes	yes	yes <sup>3 4</sup>	
PLC-5/11™	8	512	4	4/1	1770-KF2	yes	no	no	
PLC-5/20™ PLC-5/20C™ PLC-5/20E™	16	512	4	4/3	1785-KE built-in	yes yes	no yes	no yes <sup>3 4</sup>	
PLC-5/30™	32	1024	8	4/7					
PLC-5/40™ PLC-5/40C™ PLC-5/40E™	48	2048	16	4/15					
PLC-5/40L™	48	2048	16	4/15 (15 ext. local)					
PLC-5/60™ PLC-5/60C™	64	3072	24	4/23					
PLC-5/60L™	64	3072	24	4/23 (23 ext. local)					
PLC-5/80™ PLC-5/80C™ PLC-5/80E™	100	3072	24	4/23					
Logix5550	160 Kbytes 672 Kbytes 1184 Kbytes 2208 Kbytes	128K discrete 4K analog	250	1/250	built-in	yes	yes	no	

<sup>1</sup>This quantity is the total number of nodes allowed on the network; a more efficient network uses fewer nodes.

<sup>2</sup>Combination of local, extended local, and remote racks cannot exceed total number of racks available.

<sup>3</sup>Obtain DF1 master and Modbus master station protocols from Mille Applied Research as single-slot modules for the 1746 and 1771 I/O chassis. The maximum number of remote stations for DF1 master is 128; for Modbus, 48.

<sup>4</sup>Obtain DF1 master and Modbus master station protocols from ProSoft Technologies as single slot modules for the 1746 and 1771 I/O chassis. The maximum number of remote stations for DF1 master is 50; for Modbus, 150.

為了使你很快地學會選用適當的 PLC，接下來將舉簡單的例子使你能瞭解：  
假設主控端設備需要最大 4K Words 的記憶體空間來存放控制程式，而每一個遠  
控端設備傳回資料所需的記憶體存放空間是 200Words，先不考慮其它還需要多  
少記憶體存放空間，此時根據表 4-1，可得結果如下：

- (一) 當遠控端為 1~10 站時，可選用 SLC 5/03 或 PLC-5/11。
- (二) 當遠控端為 11~50 站時，可選用 PLC-5/20, SLC 5/03, SLC 5/04, SLC 5/05。
- (三) 當遠控端為 51~130 站時，可選用 PLC-5/30, SLC 5/04, SLC 5/05, Logix5550。
- (四) 當遠控端為 131~210 站時，可選用 PLC-5/40, SLC 5/04, SLC 5/05, Logix5550。
- (五) 當遠控端為 211~254 站時，可選用 PLC-5/60, PLC-5/80, Logix5550。
- (六) 當遠控端為 >254 站時，可選用 Multiple Logix5550。

#### 學習評量四

- 一、請說出主控端設備有那幾種？
- 二、要組成一個 VAX-based 或 UNIX-based 主控端需要那些設備？

## 筆記欄

### 學習評量四答案

- 一、主控端設備可分成三種：
  - (一) VAX-based or UNIX-based Computer。
  - (二) PC-based 主控端。
  - (三) PLC-based 主控端。
  
- 二、需要設備如下：
  - (一) 工作站若干台。
  - (二) 人機介面軟體及資料蒐集功能。
  - (三) LAN 及伺服器。
  - (四) 應用程式及支援網路功能的 API。



### 本單元的第五個學習目標

在學習單元的解說與參考資料的協助下，你能選擇適當的遠控端設備。

---

假如你能勝任這個目標，請翻到第 52 頁做學習評量，假如你需要多學習一點，請你繼續往下閱讀。

在本學習目標中，仍將舉 Allen-Bradley 所提供的 PLC 為例子，來介紹如何選用不同等級的 PLC，使你能夠在完成此學習目標後，學會為你的 SCADA 系統選擇夠用且最適當的遠控端設備。請注意在 SCADA 應用裏有很多是用 RTU(Remote Terminal Unit)，RTU 與 PLC 是有所差別的，在本學習目標中將只舉 Allen-Bradley 的 PLC 為例子。

遠控端設備在 SCADA 系統中主要負責下列任務：

1. 控制現場設備的輸入與輸出，像 Valves，Meters，Drives 等。
2. 監視現場設備的狀態，並記錄 Alarm。
3. 將各種狀態傳回主控端，並執行由主控端送來的命令。

若是以 Allen-Bradley PLC 為例，將會有四種不同遠控端設備可以選用，如圖 5-1 所示。

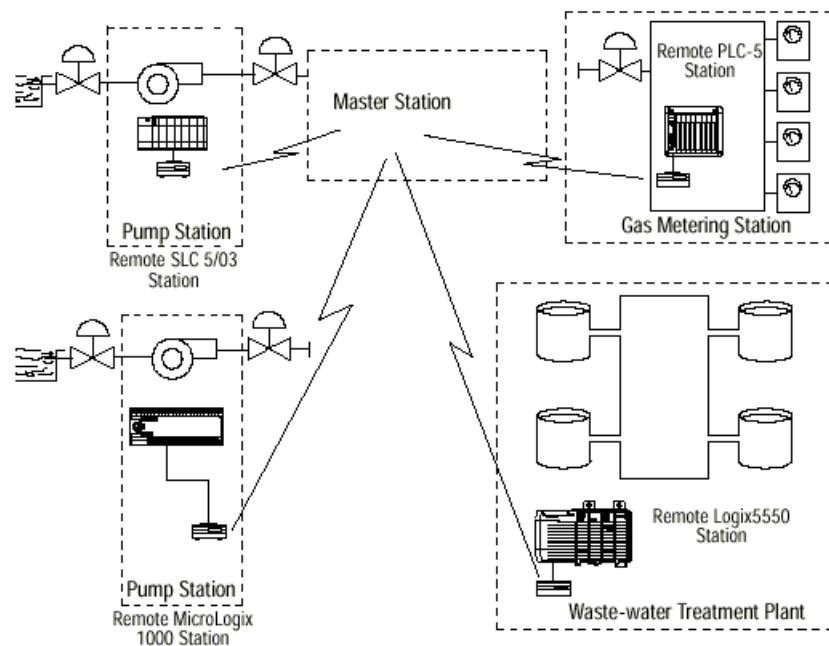


圖 5-1 Allen-Bradley PLC 所提供的四種遠控端設備

一、MicroLogix 1000 或 SLC 系列遠控端：

請參考表 5-1 所列資訊，先瞭解一下 MicroLogix 1000 及 SLC 系列的基本配備。

表 5-1 MicroLogix 1000 及 SLC 系列的基本配備

Processor	Memory (Kwords)	Maximum Local I/O Points	# Local Chassis:	A-B RS-232 Interface	RS-232 Protocol:		
					DF1 FDX	DF1 HDX Slave	Modbus Slave
MicroLogix 1000	1	6 discrete in/ 4 discrete out 10 discrete in/ 6 discrete out 20 discrete in/ 12 discrete out	1	built-in	yes	yes	yes <sup>2</sup>
MicroLogix 1000 with Analog	1	12 discrete in/ 8 discrete out 4 analog in/ 1 analog out	1	built-in	yes	yes	yes <sup>2</sup>
SLC 5/03	8, 16	4096	3	built-in 1747-KE 1770-KF3	yes yes yes	yes yes yes	yes <sup>1 2 3</sup> no no
SLC 5/04 SLC 5/05	16, 32, 64	4096	3	built-in	yes	yes	yes <sup>1 2</sup>

<sup>1</sup> Obtain Modbus remote station protocol from ProSoft Technology, Inc. as single-slot modules for the 1746 I/O chassis

<sup>2</sup> Obtain Modbus remote station protocols from Mille Applied Research Co. (MARC) as single-slot modules for the 1746 I/O chassis. MARC has also developed a stand alone, DIN-rail mount interface that converts DF1-full duplex to Modbus, and can be used to interface MicroLogix on Modbus. Contact MARC for details.

<sup>3</sup> An equivalent SLC 5/03 processor with built-in Modbus is available from ProSoft Technology, Inc., as the RTU 5/03.

接下來將舉幾個選用例子：

- (一) 假如你的遠控端不需要類比 I/O，或數位 I/O 點數只要 6in/4out，10in/6out，或 20in/12out，則你可選用 MicroLogix 1000。
- (二) 假如你的遠控端需要類比 I/O，而且下面配置可滿足你的應用，則可以選用有類比 I/O 的 MicroLogix 1000 PLC：
  1. Analog I/O：(a) 2 single-ended，±10.5VDC input。  
(b) 2 single-ended，±21mA input。  
(c) 1 single-ended 0~10VDC or 4~20 mA output。
  2. Digital I/O：12in/8out。
- (三) 假如你的遠控端需要下列功能，則可以選用 SLC 系列控制器：
  1. 支援 ASCII 指令的 modem 撥號功能。
  2. 需要 8k，16k，32k 或 64k 的記憶體。
  3. 支援浮點運算及 PID 功能。
  4. 支援 on-line programming 能力。
  5. 內建時鐘及日曆。
  6. 可外接人機介面。

## 二、PLC-5 系列遠控端：

當你的 SCADA 系統在遠控端需要 Redundancy 功能時，你可以選擇 PLC-5 系列。通常遠控端只要選用 PLC-5/11 就已足夠。假若你需要更多的記憶體空間或 I/O 點，你可以參考表 5-2 來選擇 PLC-5 系列的其它型號。

表 5-2 PLC-5 系列的基本配置表

Processor	Memory (Kwords)	Maximum I/O Points	Racks:		A-B RS-232 Interface	RS-232 Protocol:		
			Total	Local/Remote		DF1 FDX	DF1 HDX Slave	Modbus Slave
PLC-5/11	8	512	4	4/1	built-in 1785-KE 1770-KF2	yes	yes	yes <sup>1 2</sup>
PLC-5/20	16	512	4	4/3		yes	yes	no
PLC-5/20C						yes	yes	no
PLC-5/20E								
PLC-5/30	32	1024	8	4/7				
PLC-5/40	48	2048	16	4/15				
PLC-5/40C								
PLC-5/40E								
PLC-5/40L	48	2048	16	4/15 (15 ext. local)				
PLC-5/60	64	3072	24	4/23				
PLC-5/60C								
PLC-5/60L	64	3072	24	4/23 (23 ext. local)				
PLC-5/80	100	3072	24	4/23				
PLC-5/80C								
PLC-5/80E								

<sup>1</sup> Obtain Modbus remote station protocol from ProSoft Technology, Inc. as a single-slot module for the 1771 I/O chassis.

<sup>2</sup> Obtain Modbus remote station protocol from Miille Applied Research Co. Inc. (MARC) as a single-slot module for the 1771 I/O chassis.

假若你需要好幾台 PLC-5 連結，而且需要有人機介面，Allen-Bradley 圖 5-2 的解決方案供你參考。

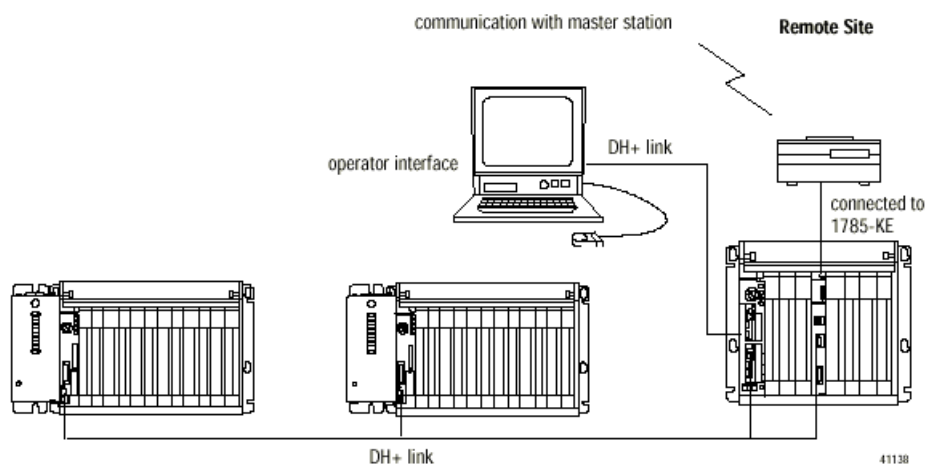


圖 5-2 使用 1785-KE 通訊模組及 DH+ link 可以在遠控端連結好幾台 PLC-5 及人機介面

### 三、Logix5550 PLC 遠控端：

當你的 SCADA 系統需求較嚴苛時，可在主控端及遠控端都選用 Logix5550 PLC。假如你想要在遠控端連接好幾台 Logix5550 PLC 及提供人機介面，Allen-Bradley 提供了圖 5-3 的解決方案供你參考。

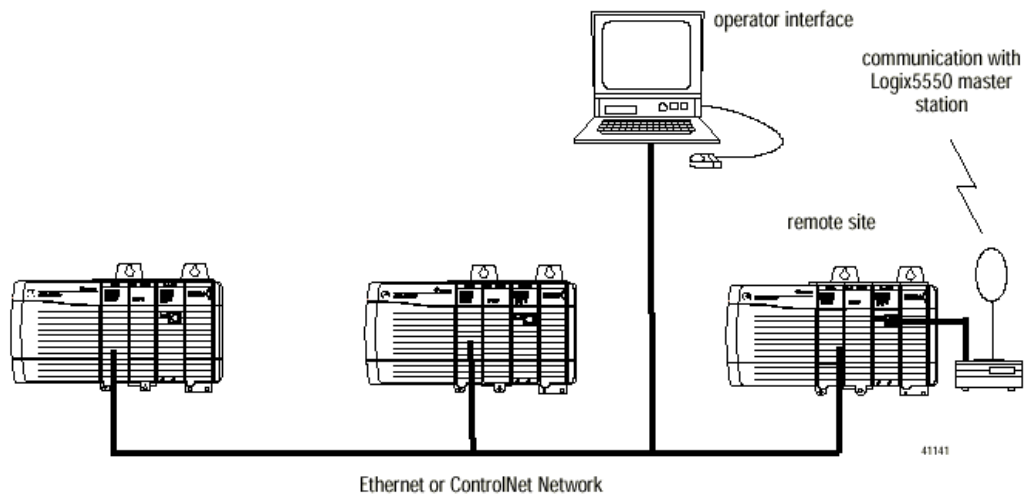


圖 5-3 使用 Ethernet 或 ControlNet 網路可以在遠控端連結好幾台 Logix5550 及人機介面。

### 學習評量五

- 一、請說明遠控端設備主要負責那些功能？
- 二、請說明遠控端設備一般分成那兩類？

## 筆記欄

### 學習評量五答案

- 一、遠控端設備主要負責的功能如下：
  - (一) 控制現場設備的輸入與輸出，像 Valves，Meters，Drives 等。
  - (二) 監視現場設備的狀態，並記錄 Alarm。
  - (三) 將各種狀態傳回主控端，並執行由主控端送來的命令。
- 二、遠控端設備一般分成兩類：
  - (一) PLC (Programmable Logic Controller)。
  - (二) RTU (Remote Terminal Unit)。



## 學後評量

- 一、請說明網路拓樸(Network Topology)有那幾種？傳輸模式與網路拓樸有什麼關係？(10%)
- 二、請列舉至少五種 SCADA 系統常用的通訊協定。(20%)
- 三、請說明你會根據那些條件來選定一種適合你的 SCADA 系統之 modem？(請列舉 10 項)。(30%)
- 四、常見的 Radio Modem 所支援的頻帶有那些？(20%)
- 五、PC-based 主控端包含那些設備？(20%)

## 參考文獻

- 一、 SCADA System Selection Guide , Rockwell Automation Publication AG-2.1 September 1998 。本學習單元的圖表及主要內容均引自此文。
- 二、 Handbook of SCADA Systems : for the oil & gas industry , R. I. Williams 著。
- 三、 SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition , Stuart A. Boyer 著。