

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

新增知本(台東)NDB 機房 DME 及汰換
嘉義 36 跑道 DME 裝備工程工廠訓練出國
報告書

服務機關：民用航空局飛航服務總台
出國人 職 稱：工務員、工務員
姓 名：陳志榮、李軒賓
出國地點：義大利米蘭
出國時間：92/8/30 ~ 92/9/12
報告日期：92/11/2

112/
c09204391

公務出國報告提要

頁數: 64 含附件: 是

報告名稱:

新增知本(台東)NDB 機房 DME 及汰換嘉義 36 跑道 DME 裝備工廠訓練

主辦機關:

交通部民用航空局

聯絡人/電話:

陳碧雲/(02)23496197

出國人員:

陳志榮 交通部民用航空局飛航服務總臺 台東助航台 工務員
李軒賓 交通部民用航空局飛航服務總臺 嘉義助航台 工務員

出國類別: 實習

出國地區: 義大利

出國期間: 民國 92 年 8 月 30 日 -民國 92 年 9 月 12 日

報告日期: 民國 92 年 11 月 10 日

分類號/目: H2/航空 H2/航空

關鍵詞: DME

內容摘要: 民用航空局有鑒於強化台東豐年機場航路設施及增強嘉義機場飛行安全需求。因此爲了改善逐漸惡劣之飛行環境，及符合開放天空之飛行環境之需要，所以增設知本 NDB 機房之 DME 裝備，且汰換嘉義機場 36 跑道 DME 系統。此系統已被 ICAO 標準化爲中、短程距離的無線電導航裝備。DME 工作頻率爲 960M~1215MHz 之間，其 Transponder 能在同一時間中回答超過 200 台飛機的 Interrogators。精確度在 0~65NM 時低於 $\pm 0.12\text{NM} + 0.05\%$ 超過 65NM 時 $\pm 0.17\text{NM} + 0.05\%$ 。以軟體管理系統，各項監控數據皆可遠端操作，且其相關後勤補給和維修料件皆是模組化，使維修人力可降到最少，也將大大的提昇裝備之妥善率。

<u>標 題</u>	<u>頁次</u>
壹、目的	4
貳、過程	6
參、內容	8
第一章 DME 系統概述	8
第二章 詳述 DME 電路系統功能 ...	12
第三章 遠端維護監視系統.....	32
肆、心得與建議	34
伍、附錄 各系統方塊照片圖.....	36

壹、目的

民用航空局為了改善現有之飛行環境，強化航路上的安全，及符合未來開放天空之繁忙的飛行環境需要，因應嘉義機場 36 跑道 DME 系統老舊及增強台東豐年機場航路上的飛行安全需求，所以新增知本(台東)NDB 機房 DME 裝備，且汰換嘉義機場 36 跑道 DME 系統，此次裝設工程的作業雖然各機場只一套 DME，但為了如期完成各項換裝工作，及確保日後保養、維護及維修能夠順利，每個參與人員無不兢兢業業依計劃執行各項工作，期望順利完成換裝作業。

DME(Distance Measuring Equipment)雖僅是提供飛機在距離上的詢答訊號，但卻是航空上及航路上不可或缺的要角。它使得航行中的飛行器能夠了解其目前的位置，距離目的地機場還有多遠，此機場的 ID Code 等。以台東而言，民航機長期皆是使用綠島 VOR / TACAN 作為航路上的引導，但裝備若是遭受雷擊損害，或是老舊所引發的故障及檢修時，飛機便無法降落豐年機場。所以在知本增設 NDB 及 DME 便是在提供航機於航路上的另一條路由並作為綠島 VOR / TACAN 的備分航路，以解決此一棘手問題。

現今 DME 裝備皆已經數位化及模組化，對於管理、檢

修和遠端控制上，都展現了便捷的功能。不僅維修上能夠快速處理，節省人力的消耗，大大地提高裝備妥善率。以期提供更安全更便利的飛行安全環境，為大眾人們造福，那將是我們這一群默默付出的公務人員最高的職志，更是最大的期待與寄望。

貳、過程

一、參與人員：

陳志榮 民用航空局飛航服務總台台東
區台東助航設備台工務員
李軒賓 民用航空局飛航服務總台高雄
區嘉義助航設備台工務員

二、日期：民國九十二年八月三十日至九月十二日共計
十四日。

三、行程：

1. 九十二年八月二十九日晚上 7:25 由中正(TPE)國際機場搭乘長榮 BR-0061 班機經泰國曼谷(BKK)機場轉機再至奧地利維也納(VIE)機場。
2. 九十二年八月三十日由奧地利維也納(VIE)機場搭義航 AZ-0195 至米蘭 MALPENSA 國際機場。
3. 九十二年八月三十一日至九十二年九月十日至 THALES 工廠進行 DME 工廠訓練。
4. 九十二年九月十一日由米蘭 MALPENSA 國際機場搭奧地利 OS-5512 至奧地利維也納(VIE)機場。

5. 九十二年九月十一日由奧地利維也納(VIE)機場搭乘長榮 BR-0062 班機經泰國曼谷(BKK)機場轉機，於九十二年九月十二日到達台北。

參、內 容

第一章 DME 系統概訴

1.1 DME 原理

在國際民航組織(ICAO)的無線電助航規定中 DME(Distance Measuring Equipment)，已成為中、短距離的導航設備，主要目的是允許多架飛機同時去測量他們自己從地面參考站台(DME transponder)到飛機本身的距離，藉由飛機發射詢問波(Interrogation)到地面站台接收，再經由站台發射另一相差 63Mhz 的頻率(Reply)回覆，計算 RF 脈波在空中來回的傳播時間及站台本身 DELAY 的時間，即可得出精確的距離，飛行員可以輕易從指示器讀到這些資訊。

DME(Distance Measuring Equipment)，在同一時間夠回答最多 200 架飛機 (例如：4800pulse pairs/s)，當飛機的詢問波(Interrogation)數目低於 800PPS (pulse pairs per second) 時，DME 裡的信號產生器 (Generates) 能產生隨機脈波對 (squitter) 去維持 800 到 2700 或 4800 的 PPS (pulse pairs per second)。

當飛機接收到回答波，經由本身接收儀表解碼能自動的計算，詢問和回答的經過時間，並且轉換測量結果為一電子

輸出信號，在DME內部，每一詢問脈波的接收後和正確回答發射前，會有一個固定的延遲時間，叫做回答延遲（reply delay）時間，（X mode 50us, Y mode 56us）

詢答器（Transponder）會在回答脈波（reply）和雜波（squitter）之間，插入週期性的各地專用鑑別碼（ID code），這在飛機上收到的是一個帶有地面站台名字的莫爾斯碼（Morse Code）。而飛機上的接收器能夠在地面站所發射的許多脈波中去確認出屬於自己所詢問的回答波。

DME 的操作原理摘要如下

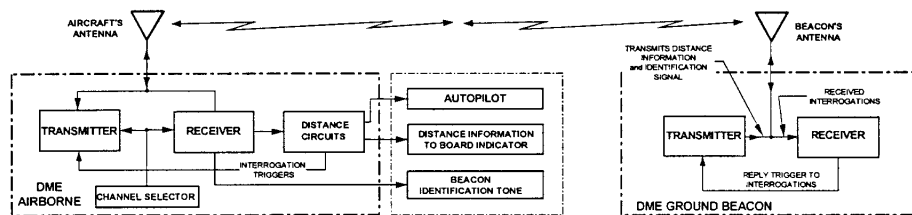


Figure 1.1. DME - Theory of operation, simplified block diagram

1-2 涵蓋範圍（Coverage）及交通容量（Traffic Capacity）

由於DME本身是使用微波頻率，所以涵蓋範圍受限於光線進行的範圍和飛機進行的高度以及地面站台的種類。DME的天線涵蓋範圍可以是全方位的或是扇形的由天線的種類

來決定，DME415 是使用 FN-96 天線，屬於全方位的天線，在詢答器天線端之功率 93dbw/m²，在飛機端為-83dbw/m²，在 DME415 系統的總精準度能被考慮到最大的規格

從 0-65NM，±0.12NM +0.05%

超過 65NM，±0.17NM +0.05%

DME 系統對於飛行器容許答詢的最大量是 200 架，即使當答詢量超過 200 架飛行器時，這詢答器仍然可以正確的回答 200 架的交通量，而不會有錯誤發生。

1-3 回答延遲-脈波對碼-頻道 (Normal Reply Delay-Pair Pulse Code-Channeling)

每一個 DME 地面台都有自己的頻率，脈波編碼和 ID 信號，這地面台會插入一個固定延遲從詢問接收到回答發射之間，這固定延遲，叫做主要延遲 (main delay) 或叫基本延遲 (fundamental delay)，所以當一架飛得很靠近信標台的飛機也能夠完整的發射完整的詢問波 (Interrogation)，然後停止發射，等待它的接收器開始接收正確符合的 DME 回答脈波 (Reply) 之後，再行發射。這主要是提供這系統能對干擾訊號有抑制的能力。DME 系統發射脈波對替代單一脈波，每一對脈波包括 2 個，3.5us 脈波，它的脈波間隔由這

channel 模式選擇。這個 channel 模式，詢問脈波模式，回答延遲和操作模式是定義於如下（ICAO 標準）。

CHANNEL CODE	NORMINAL INTERROGATION PULSE CODE [us]	TRANSPONDER REPLY PULSE CODE [us]	TRANSPONDER NORMINAL REPLY DELAY [us]
X	12	12.0±0.1	50
Y	36	30.0±0.1	56

每一頻道（channel）在 DME 系統來說是被兩個頻率所定義，詢問（interrogation）和回答（reply）頻率，兩頻率相差 63Mhz，而且不同的頻道（channel）有不同的脈波碼（pulse code），DME 系統有 252 個波道，這些波道分成 126 X channels 和 126 Y channels，其中頻率範圍從 1025 到 1150Mhz 是屬於飛機發射詢問波的範圍，另外從 962 到 1213Mhz 頻率範圍是屬於飛機的接收範圍（也就是地面站台發射回答波的頻段），而不管是詢問波（interrogation）或是回答波（reply）頻道寬度均為 1Mhz。

（如圖 1）是表示 X、Y channel 中詢問波及回答波的配對情形。而每一信標台均發射一組專用的莫爾斯碼，所用的

頻率是 1350hz，這是可以被飛行員清楚地從耳機中聽到的，所以每一地面站台都有自己獨特的波道頻率，脈波編碼和 ID 信號。

第二章 DME 電路系統功能

2-1 DME-415 硬體架構 (如圖 2, 3, 4, 5, 6)

DME-415 是屬於近場用測距儀，發射功率為 100W 的固態電子的測距儀，通常與 ILS 一起建構。本次採購的 DME-415 是採用雙發射機雙監視器 (FULL DUAL) 的版本，架構在一個 19 吋的機架內。

2-2 DME-415 一般方塊圖(如圖 7, 8, 9)

2-2-1 輸入/輸出 I/O 系統:包含 LOCAL ,REMOTE CONTROL 及 MAINTENANCE SYSTEM。

2-2-1-1 本地輸入/輸出 LOCAL I/O 單元：

☆I/O 面板 (在機架的頂端)。(如圖 10)

2-2-1-2 本地控制及狀態單元 (LCSU) (如圖 11)：

這個單元主要是用來連接主機和遠端設備，經由數據機和電話線路來和遠端控制機房連線，雖然

是裝設在機櫃門板上，但它是一個獨立的區塊，
電源部份是由 DME 設備主機提供，本單元主要功
能有以下幾點：

1. 送出基本控制命令到主機設備。
2. 顯示主機狀況。
3. 經由數據機將主機和遠端控制單元或 PC
連接。
4. 在機房內，由 PC 直接經由 LCSU 對設備
主機控制監控及執行維護操作。
- 5 作為兩個配置設備的介面（例如：DVOR
和 DME）。
6. 管理兩個數據機。

LCSU 的構成有以下兩個部分：

☆控制狀態板模組（CSB）。（如圖 12）

☆指示及控制模組（INC）。（如圖 13）

2-2-2 射頻放大及雙工器模組 RF Amplifier/DPX 單元：

雙工器模組（DPX）。

同軸繼電器和驅動電路板（KCX and KCXM）。

同軸假負載 (Coax Dummy load)。

輔助設備介面模組 (AFI)。

數據機模組 (MDM1) (MDM2)。

2-2-3 詢答器/監視器 1 號機和 2 號機 單元

直流對直流電源供應模組 (PWS)。

監視/詢問器模組 (MON)。

接收模組 (RX)。

處理器模組 (DPR)。

調變器模組 (DMD)。

發射器模組 (TX)。

詢答/監視模組背板 (BPT)。

2-2-4 主電源單元

電池充電器電源供應模組 (BCPS)。

AC/DC 模組 (AC/DC)。

電源端子板。

2-2-5 天線 Antenna

在詢答器和監視器各有微處理機控制各自的動作，兩個之間的溝通則經由 LCSU 連結。

詢答器的微處理機執行以下主要工作：

1. 詢答器的一般管理。
2. 數位和視頻的處理。
3. 主要延遲的控制和調整。
4. 對於峰值功率和脈波形狀在調變的控制和調整。

監視器的微處理機執行以下主要工作：

1. 詢答器的一般管理。
 2. 產生執行監視功能的詢問脈波對射頻信號 (RF)。
 3. 評估詢答器的回答信號和接收靈敏度 (在天線和假負載)。
 4. 當偵測有故障產生時，能進行必要的措施 (換機或停機)。
 5. 進行自我偵測，確保機器執行正確，當有獨立的环境條件改變和元件老化時，能偵測到。
- 套裝軟體 (例如：詢答器的軟體，監視器的軟體，LCSU SW，PC WIN supervisor，WIN DME ADRACS 和 WIN DME 儀器管理) 掌控和支援以下主要工作：

6. 啟動（調整和校正設定）。
7. 調變和發射控制。
8. 信號產生。
9. 監視發射機的輸出信號。
10. 系統檢修和維護時支援。
11. 本地和遠端系統的操作。

本地輸入/輸出 LCSU I/O 微處理器執行以下主要工作：

1. 經由 RS-232 線和監視器連結，經由 RS-485 和詢答器做連結。
2. 當作機器和個人電腦的操作介面。
3. 提供基本控制，經由門板上的控制面板。
4. 檢查儀器設定。
5. 經由電話線或專用線連結一個或更多個遠端控制中心。
6. 經由數據機作遠端監視和本地控制。
7. 運轉歷史管理。

雙工器和 RF 路徑執行以下主要工作：

1. 主、備份詢答器 RF 路徑到天線或到內部假負載

的交換。

2. 耦合監視器詢問訊號和前導脈波。
3. 手動 RF 測試用路徑。

2-3 詢答器單元 (TRANSPONDER) : (如圖 14, 15)

本單元是由以下幾個模組構成的：

A. 接收級的 RX 模組：

這個模組通常是用來放大和轉換，飛機所發射的詢問波，RF UHF 脈波信號。當天線接收到這些信號經由同軸繼電器 (KCX) 和雙工器 (DPX) 到 RF 前級被轉換成 63Mhz 的中頻，再經由對數放大器檢出。經過轉換和放大後，接收機並不會因此去修改每一個接收到的信號，這是為了當 RF 詢問波在偵測點的大小，超過接收機的全動態範圍時，仍然能夠保持在到達時間 (Time of Arrival) 的最低可能偏差內。

接收器還有以下幾個功能：

1. 由 1Mhz 頻寬的帶通濾波器，無失真的接收來自飛行器的詢問波
2. 允許處理器去拒絕鄰近波道的詢問波 (OCV

信號)

3. 拒絕混附信號在假像頻率 (和接收頻率相差 126Mhz) 中，最小 75db，其他混附拒絕至少 80db。
4. 產生 RF Pilot pulse 前導脈波
5. 產生合成 RF CW 信號

RX 模組是由以下幾個主要電路構成：

1. UHF 前級：

- ① 第一級的變容二極體調諧通道預選器，衰減掉混附信號。通過正確的詢問信號，然後經過低雜訊放大器，再到第二級的變容二極體調諧通道預選器。整體而言，當頻率偏移 126Mhz 時，這兩個預選器和低雜訊放大器的選擇性是大於 75db
- ② 第一混波級和可程式合成器提供 63Mhz 的中頻轉換。
- ③ 這耦合器，混波器和 63Mhz 的振盪器是為了得到前導脈波 (Pilot pulse)

2. 合成器：對於本地振盪第一混波級產生 RF CW

信號，另外送出 RF CW 信號到發射機。

3. 中頻 (IF):

① 飛機詢問脈波頻率和地面站台同步回答發射頻率相差 63Mhz，各自擁有各自波道，混波器將詢問波轉換至第一中頻信號為 63Mhz，這詢問波降為 63Mhz 後經低雜訊放大器放大 19db 增益。然後一組可程式的衰減器，經由前導脈波的技術，提供詢答器自我偵測主要延遲 (main delay) 和執行診斷測試的能力。一個 3.5Mhz 濾波器用來將全頻寬下降到大約 3.5Mhz。

4. 對數放大器 (logarithmic Amplifier)

對數放大器的目的是作對數壓縮接收的動態範圍 (90db) 在一個範圍內，以方便去處理詢問波，這個放大器是由數級並列偵測，共同輸出至一條信號上 (分散壓縮，共同輸出)，一個三極的濾波器放在最後一級對數放大器的前端作為降低雜訊用 (全頻寬降至 0.8Mhz)，以便對較弱的信號作正確的處理

5. 確認在波道上 (OCV)

第二混波級用 52.3Mhz 頻率 (由本地石英振盪提供) 轉換 63Mhz 信號頻率進入第二中頻

(10.7Mhz)，在這第二混波級之後有一個窄頻寬濾波器 (大約 400Khz)，是由 10.7Mhz 的輸出訊號，接受更進一步的對數放大器，最後偵測出頻率視頻部分，這就是波道鑑別。

6. 數位資料匯流排電路是為進行可程式衰減，波道選擇和自我診斷。

B. 信號處理的 DPR 模組。

信號處理意思是數位化電路系統，介於接收器和調變器之間，這輸入信號是類比對數脈波，同步的詢問脈波或前導脈波。

1. 視頻處理 (Video Processing):

這輸入脈波在第一同步和取樣用一個 10 位元 ADC 轉換在 20Mhz 時脈。從這一點向前，這脈波處理是被 20Mhz 時脈嚴格地控制，這個引入一個同步波峰錯誤低於 $\pm 25\text{ns}$ ，但同時，它也確保沒

有其他時基錯誤被引入在回答的產生上。

2. 數位處理 (Digital Processing): 這個取樣處理詢問波的功能是放在閘道陣列上:
3. 到達時間 TIME OF ARRIVAL (TOA): 對於每一詢問脈波, 比較器電路均提供一個數位脈波, 它跟到達時間是一致的。
4. 解碼電路 (DECODER): 偵測輸入脈波的任一對, 當其間距落在這預設被接受的窗口上, 會產生一個加入主要延遲 (main delay) 的脈波, 然後送到調變器並且開始發射。
5. 主要延遲 (main delay): 主要延遲的持續時間長短是依據設定模式而訂定的 (X channel 是 50us, Y channel 是 56us), 而且是被持續檢查, 有一個自我校正的程序, 能訂正任何由計數器所產生主要延遲的漂移, 把主要延遲持續的等於通常值, 在前導脈波技術測量到的回答波其精準度是比 12.5ns 還要好。

①不容許脈波寬度多於 1us

②抑制長回波或短回波

- ③假設有太多架詢問飛機，會自動增加自己的門檻（太遠的距離將不受到任何回答）或者為了特定的地點和系統須求，操作者可以事先設定增加增益。
6. 短距離回波抑制：這電路有預防解碼電路錯誤的功能，控制單元也可預設去獲得敏感度回復時間，介於詢問對組成的二個脈波之間，或者在 X 模式或在 Y 模式去獲得回波抑制
7. 長距離回波抑制：這電路禁止對多路徑的回波產生回答，它的延遲與直接詢問波有關，較大於接收機的遮沒信號（dead time 60us），操作者可以自設致能門檻、持續時間和抑制門檻。
8. 雜訊產生器：產生隨機脈波或雜波，即使無詢問波進來時仍保持發射機工作，當詢問波增加時，則雜波會被降低。
9. 自動增益降低（AGR）：為了限制送到解碼器的脈波總數，自動控制電路通常會降低接收靈敏度。也就是說即使詢問率超過機器的負荷，機器仍然會工作在最大允許回答工作週期。

10. 連續波不敏度 (CW DESENSITIZATION)：這個自動控制電路通常降低接收器輸入信號的大小，是期望即使有 CW 干擾出現時仍然能夠有正確的操作。
11. 優先權：正確空間回答脈波、雜波和 ID 脈波等三種脈波，送到編碼調變電路之前，會先經適合優先性電路編排優先順序。
12. 識別碼產生器和鍵控器：1350HZ 的信號產生器輸出純音至鍵控電路，產生識別碼信號發射。有二種鍵控方式；一為當主控方 (MASTER) 時，DME 碼會每 30 秒重覆 4 次，一次給 DME 本身，三次給配置的設備 (例如 DVOR)。另外一種方式為當服從方 (SLAVE) 時，DME 所重覆的識別碼是由配置的設備提供，或是由配置的設備提供同步信號來觸發 DME 產生識別碼。

C. 調變的 DMD 模組。

調變器會轉換經由本級處理器所產生的單一數位回答脈波，變成調變脈波送至 TX 單元，在 DMD 模組這 CPU (80C186) 有它自己的組合邏輯管理這整

個系統的詢答器程式。在調變器裏有一個保護電路也提供發射機驅動級和最後放大級的 RF 電晶體保護作用，它會去檢查來自處理器的脈波率以防止任何偶發的工作週期增加。處理器處理信號的功能是放在閘道陣列，有以下幾個功能：

1. 編碼器 (CODER)：編碼器轉換來自優先權電路的脈波成為脈波對然後供給到發射機電路。編碼器電路本身有一個 EPROM 的晶片，它的位址產生器接受來自優先權電路的脈波觸發。
2. 自動調變控制 (AMC)：本電路是由軟體程式控制，須要輸入以下信號：對於調變信號以數位方式儲存在 EEPROM 內所須要的某些參考值，另一個信號為發射機的最後一級所數位取樣回來的信號。
3. 數位高斯波和基底形成：用指定特性和校正外形基底來轉換數位碼脈波對變成類比高斯脈波對，這兩個信號被加到適合的電路去提供輸出信號給 TX 級，而這兩個外加信號是由 AMC 電路所調整以便從 TX 級輸出的 RF 信號能有擬高斯

的外形和正確的大小。

4. 校正計數器和細部補償：用在對主要延遲(main delay)作補償，一般來說主要延遲可分為兩個部分；數位和類比，數位通常是已設定好的為 50 或 56us，而類比則是未知的，不過仍然可以經由前導脈波技術和簡單的啟始停止的計數器來測量得知，這計數器的開始是由發射機的輸入觸發信號 (START_TX)，開始產生一個前導脈波，然後用接收機的輸出觸發信號 (TOA) 作為結束。在此是忽略發射探針和接收耦合的路徑延遲時間。這標準的測量精準度是 50us，它是使用一個 20Mhz 的時脈，它也可以更進一步使用軟硬體的程序去模擬出 80Mhz 的更高精準度，事實上，前導脈波的延遲是由一系列四個信號所測量出，0ns、12.5ns、25ns、37.5ns，它可以很明顯的去測定出 TOA 和類比延遲時間用 12.5ns 的解析度，同樣地在被微處理器所設定的數位延遲上也應用相同的解析度：(如圖 16)

(粗略延遲) 殘留時間 50ns 由計數器所產生，時脈 20Mhz。

(細部延遲) 殘留時間 12.5ns 由調變器所產生適合的延遲值 0ns、12.5ns、25ns、37.5ns。

D. 發射機的 TX 模組。

這發射機是全固態電子，而且全頻率範圍從 962Mhz 到 1215Mhz，不用手動去調諧和調整。這發射機模組產生 RF 調變脈波，經由雙工器和同軸繼電器送到天線發射出去，這個信號是由 RX 模組的頻率合成器所產生經由平方放大級、再經調變所得到的，就是由 DMD 模組輸出 AMOD 擬高斯波信號，去完成 RF 的高斯調變。TX 模組中一系列的 RF 放大級，是由四個串接區塊所完成，且 RF 電晶體的組態是共基極 (C-B) 的架構。這第一級和第二級的是放大這連續波 (CW) 信號，轉換成方波的形式，在第一級的前端有一個 RF ON/OFF 的開關，由 DMD 模組提供一個 HMOD-G 的信號來控制這個開關，以使回答脈波和雜波的脈波對能在正確的週期被發射。第三級是被擬高斯

波所調變的，而這擬高斯波形對第四級要想工作在大部分的線性區是必要的，且能獲得最佳 RF 輸出頻譜外形。在第一級放大器有專用的電源供應 (DC28V)，第二級放大器則有 36VDC 專用電源供應，而最後一級放大器則有 50VDC、6Amp 的專用電源供應。本模組也有一個偵測電路 (ATXDET 信號)，那是為了完成 RF 外形和頻譜的自動調變控制所須要的，以及保護電路，去確保發射機自己的接收不會受到任何故障的損害。

E. 電源供應的低電壓穩壓電源的 PWS 模組。

這個電源模組輸入電壓是 48V 直流經由電磁干擾濾波輸入到三個整體模組，提供三穩定電壓；+5V，+15V，-15V，分別供應到下列模組：

1. +5V 到監視器和詢答器
2. +5V1A 到 LCSU 單元
3. +5V1B 到介面模組，如 AFI，MDM，KCXM
4. ±15 V 到監視器和詢答器
5. ±15 V1A 到 LCSU 單元
6. ±15 V1B 到介面模組，如 AFI，MDM，KCXM

每一穩壓輸出均提供過電壓、低電壓、過電流等自動保護裝置。

F:RF 路徑和 DPX 雙工器單元。(如圖 17, 18)

一個同軸轉換開關，是用來讓主要 (main) 詢答器接上天線而備份 (stand-by) 詢答器接上假負載，而天線的探針是用來監視 RF 回答信號。雙工器單元是由射頻鑄造物和印刷電路板所構成有以下三項：

1. RF 開關電路連接詢答器的兩個 RF 接頭 (發射和接收)。
2. 一個耦合器偵測前導脈波。
3. 另一個耦合器耦合內部監視器從詢問到回答的 RF 信號：

它有以下幾個功能：

1. 校正功能。
2. 向 RX1 和 RX2 發出詢問脈波。
3. 測量 TX1 和 TX2 的回答脈波。
4. 測量從天線探針來的回答脈波。
5. 自我診斷。

2-4 監視器系統 (MON) : (如圖 19)

本次系統是採用雙監視器系統，每一監視器均由頻率合成器、詢問器、信號分析器和資料處理器所構成。且均有儲存完整可程式 DME 指令集在內，有能力去執行所有的測試和定期的檢查維護及自動診斷功能。這個系統可分為以下幾個方塊：

A. 頻率合成器 (FREQUENCY SYNTHESIZER) :

這頻率合成器產生一個連續波 RF 信號提供給詢問器和獲得電路用

B. 詢問器 (INTERROGATOR) :

這詢問器產生詢答器的接收頻率的 RF 信號，這是由內部 CPU 所規劃的初始詢問程序，這個自動測量程序裏詢問波是用來測量回答延遲和回答效率。還有更多詢問器可以提供的，只要在數位處理器設定須要，所有信號都可以執行定期檢查，以下有些參數可以被分別設定：

1. 信號外形。
2. 詢問器的脈波重覆率。
3. 詢問器的脈波寬度。

4. 詢問延遲和第二個詢問器的關係。
5. RF 信號的衰減最大為 100db，每次 1db。
6. RF 頻率調整每次 100KHZ。

C. 獲得電路：

1. 偵測器，一個信號偵測器叫做 (DET)，在詢問脈波對和回答脈波對都有一個，為了消除任何非線性效應，抵消當測量主要延遲所帶來的偵測器漂移。
2. 數位化偵測信號時能有高解析度的類比/數位轉換。
3. RAM 的記憶體去儲存數位信號以方便微處理器去進行處理。

D. 微處理器和數位處理：

大部份的測量都是由微處理器和它的儀器所執行，例如：延遲、效率、脈波寬度、功率大小。

E. 測量儀器：

大部份消耗時間的測量，是有專用的硬體電路包含時基和計數器，來進行測量，例如識別碼、發射率等。

F. 射頻開關：

這開關能讓詢問器和獲得電路能切換到天線和假負

載。

G. 監視器回答延遲測量：(如圖 20)

監視器設計的基本理念是使用單一偵測器和相同的測量電路，對於獲得電路和處理電路這兩個信號包含在回答延遲的測量、監視器的詢問脈波對和詢答器的回答脈波對。這設計克服一般的問題，存在使用二個不同的偵測器去測量詢問和回答。這唯一的工作是保持 IF 信號在偵測器的輸入能有相同的大小。而主要延遲的測量是由以下兩個步驟所完成：

1. 首先，執行監視器的短自我校正，測量”詢問器延遲”的時間，介於開始詢問和停止於自我詢問的 (TOA) 時間。
2. 第二步驟則是開始於詢問和經過詢答器的回答後所得的 (TOA) 時間，這個時間叫做”回答的延遲產生”，因此，這回答的延遲公式為

回答延遲= (”回答的延遲產生”- ”詢問器延遲”) 而這校正程序是在監視器內部進行的，並不會載入到詢答器中。

2-5 電源供應系統 (PWS)：(如圖 21，22，23，24)

這主要電源供應是 220VAC 經由電源供應器 (BCPS) 轉換成 54VDC 並對電池 48V 充電及供應給主機，當市電停電時即可由電池供電。這個 BCPS 單元包括兩個轉換式電源供應器最多可到四個，每個電源供應器可提供穩定電壓 54VDC，11A。同時可浮充電池在合理的時間上。這兩個 AC/DC 模組有迅速恢復的能力，當其中一個失效時，另一個可負擔起整個系統的正常供電，不影響系統的效率。這個系統也有電池保護系統。

第三章遠端維護監視系統

遠端維護監視系統 (Remote Maintenance Monitor System)

包含三部份：

一，遠端控制和狀態指示器 (Remote Control & Status Indicator ; RSCI 446) (如圖 25，26)

遠端控制和狀態指示器是提供操作者一個基本的指示和控制，最主要的功用是作為一個遠端遙控裝置來給使用者透過連線去維護遠端的設備。

一、維護電腦 (Personal Computer)

維護電腦透過連接遠端控制和狀態指示器或機房內的設備直接對設備進行監視和診斷所有裝備的運作，搭配維護用的軟體（如圖 27，28）在 ILS 方面使用 WIN ADRACS PC USER PROGRAM，在 DME 方面使用 WIN SUPERISOR SV 來執行

下列幾項工作：

1. 啟動（調整和校正設定）。
2. 調變和發射控制。
3. 信號產生。
4. 監視發射機的輸出信號。
5. 系統檢修和維護時支援。
6. 本地和遠端系統的操作。

三、狀態指示器 (Status Indicator ; SI446) (如圖 29)

狀態指示器是由遠端控制和狀態指示器的介面送出的一個狀態指示器，他最主要放置在塔台或控制室以供管制人員觀看。

肆、心得與建議

此次DME工廠訓練，授課日期從9月1日~9月10日，地點位於義大利米蘭的THALES公司內，由該公司專責DME訓練的老師Antonio先生授課，課程內容分列如下：

一、硬體部分：

1. 概論：DME模組介面、工作頻率、與其他裝備的結合、Interrogation及Reply的簡介。
2. 工作原理：各模組及系統的訊號產生內容。
3. 方塊圖示：各模組及系統的方塊圖示，訊號流程等等。
4. 遵從ICAO規約的條文內容。

二、軟體部分：

EMULL，ODBC，WinSV，WinDME，ADRACS等軟體的安裝及操作。

三、系統連結：主控連結，遙控連結，主從關係等。

四、維護及故障排除：一般性維護，檢診系統，模擬故障的判斷與修復。

從基礎理論的講解，裝備控制連結的實作，到故障狀況檢診

與排除，課程真是深入淺出，安排精實，加上教官又專業又熱忱，我們真可說是受益良多。課堂上有幾次軟體的作業疑問，工廠裡資深軟體工程師迅速登場解決，讓我們見識到五、六十歲的工程師，竟然在應用軟體上具有如此深厚功力。

另外安排了工廠內部參觀，THALES 公司從系統的硬體設計、製作、檢測、到品管完成，以及軟體設計、模擬測試、到結合系統裝備實地測試，一貫作業。不僅控管嚴密，各部門作業流程更是緊密配合、支援，不愧是放眼世界，頂尖的、一流的航空裝備製造公司。目前該公司正發展一套彌補地面雷達無法反映的死角的監視系統，完成測試且已進入國際機場內實用階段，祝福該公司能順利成功，以期提高更安全、更便捷的飛安環境，造福更多人群。

總體而言，此次的工廠訓練，THALES 公司對於課程安排，交通接送及廠內的訓練服務等等，週到舒適。作為學生的我們亦是用心學習，甚至有好幾日請求延長課程訓練的時間，教官也歡喜的滿口答應，真是賓主盡歡、功德圓滿的完成此次訓練。

伍、附錄

X Channels (n° 126)	Channel Nr	Y Channels (n° 126)
$I = 1025 + (CH - 1)$		$I = 1025 + (CH - 1)$
$R = I - 63$	$1 \leq CH \leq 63$	$R = I + 63$
$R = I + 63$	$64 \leq CH \leq 126$	$R = I - 63$

I = INTERROGATION FREQUENCY (MHz) CH = CHANNEL NUMBER
R = REPLY FREQUENCY (MHz)

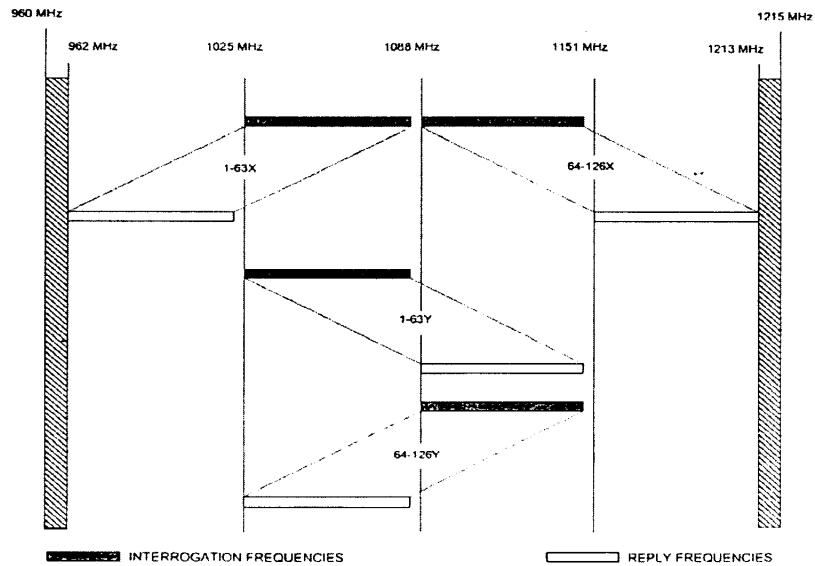


圖 1、DME 波道詢問和回答頻率分配圖

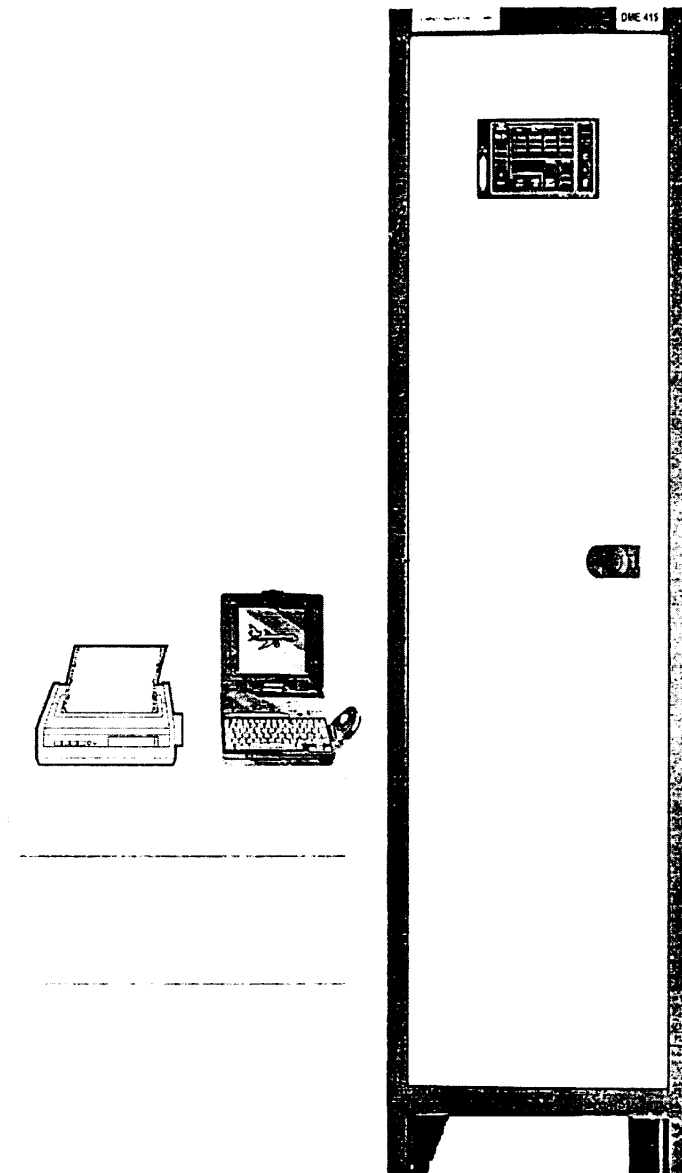


圖 2、 DME415 機櫃和 PC 配置圖

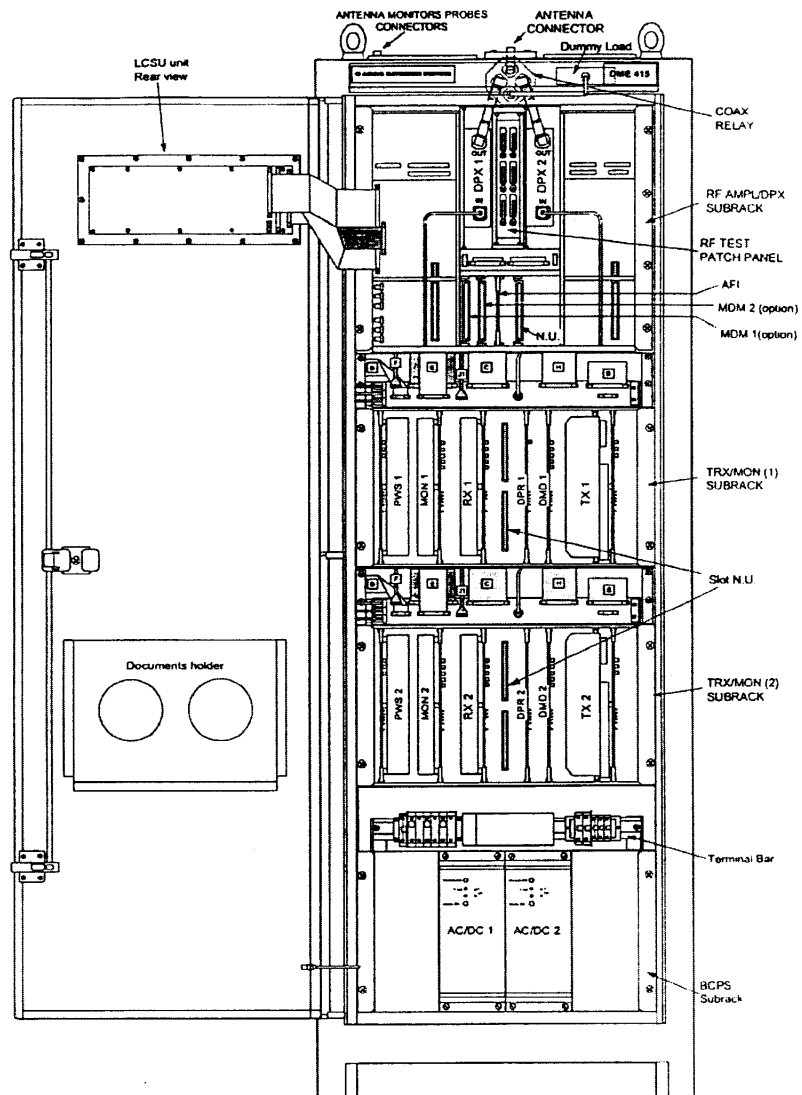


圖 3、DME415 前端前視圖

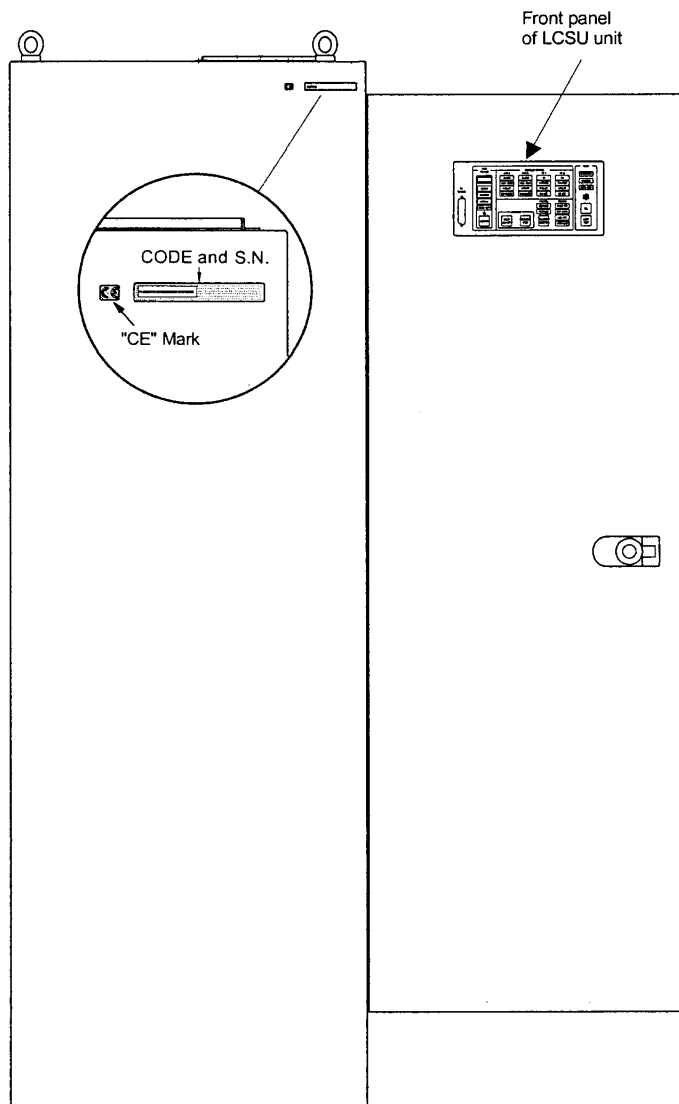


圖 4、DME 415/435 左側視圖

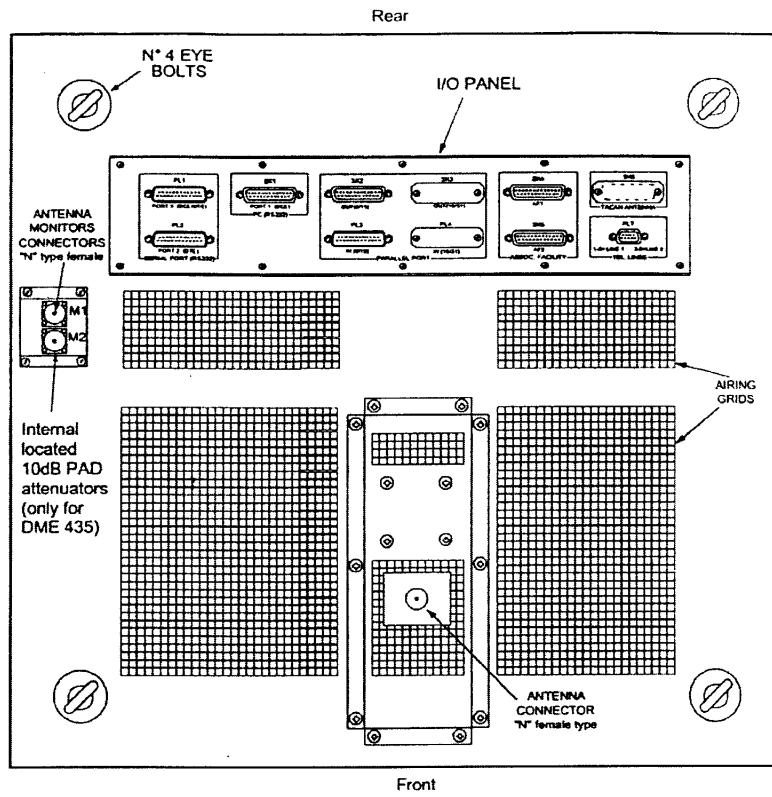


圖 5、DME415 頂端俯視圖

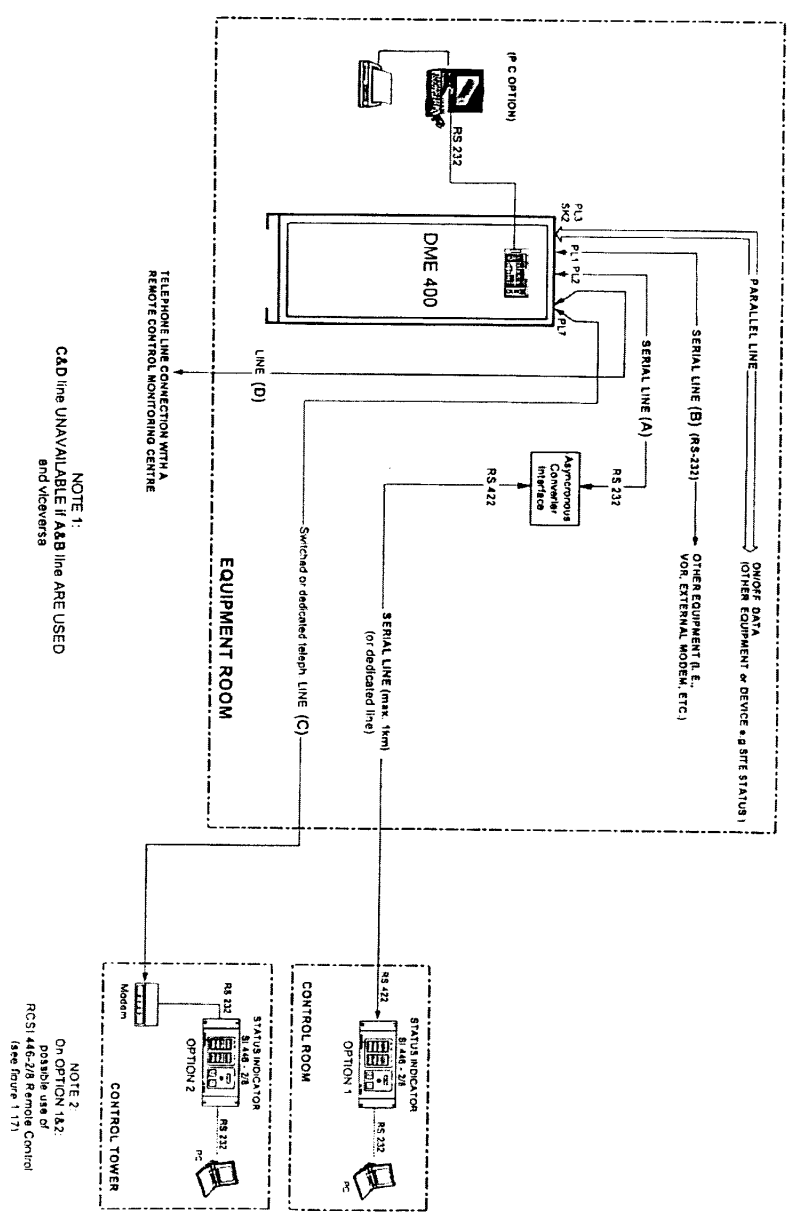


圖 6、本地機房配置圖

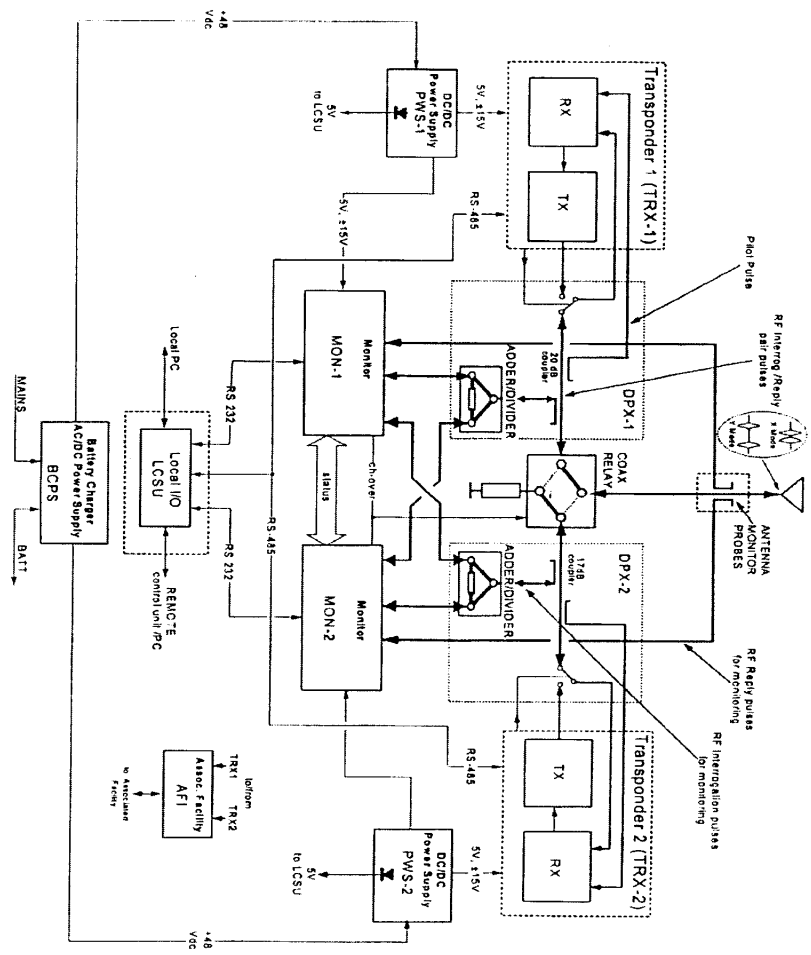


圖 7、DME 415 一般方塊圖

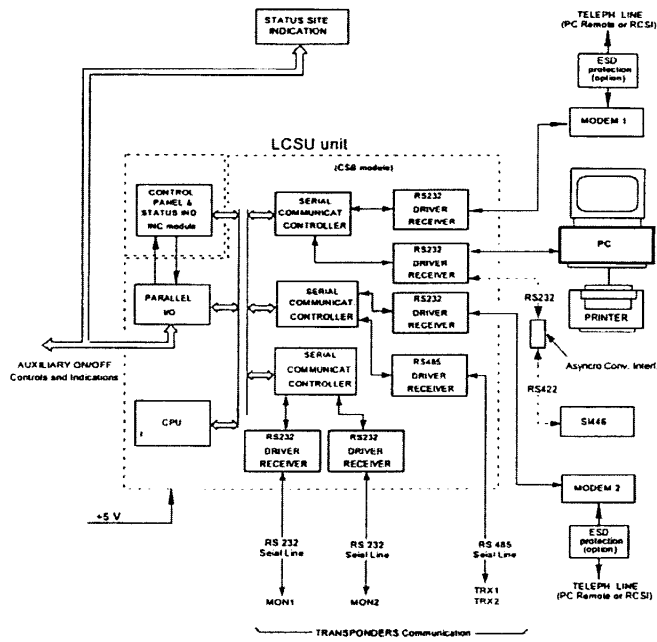


圖 8、DME 415 輸出入方塊圖

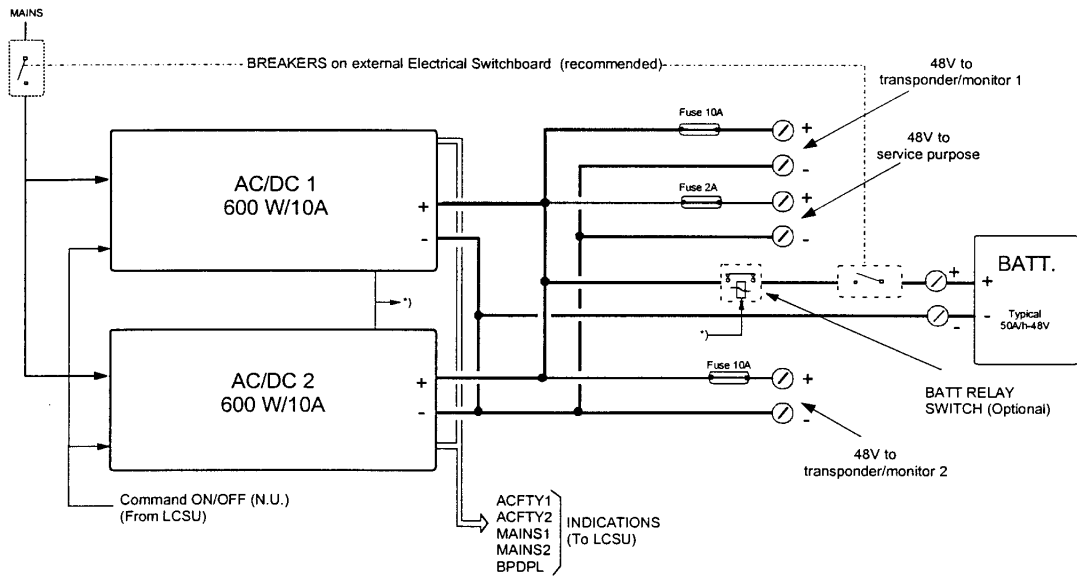
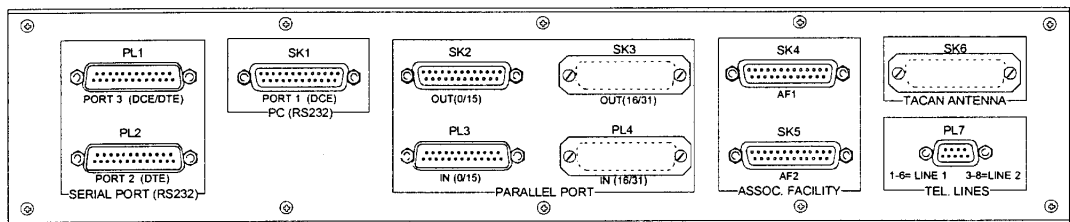


圖 9、 DME 415 AC/DC 電源方塊圖



PL1 = UNAVAILABLE if MDM 2 IS USED
 PL2 = UNAVAILABLE if MDM 1 IS USED

SK1 = PC connection
 UNAVAILABLE if
 PC connector on
 FRONT PANEL
 is USED

SK2 = N7 16 AUXILIARY ON/OFF OUT SIGNALS (standard)
 PL3 = N7 16 AUXILIARY ON/OFF IN SIGNALS (standard)
 (e.g. possible Site Status Indication)
 SK3 = N7 16 AUXILIARY ON/OFF OUT SIGNALS (optional)
 PL4 = N7 16 AUXILIARY ON/OFF IN SIGNALS (optional)

SK4 = Associated Facility EQPT 1
 SK5 = Associated Facility EQPT 2

SK6 = N.U.
 PL7 = N7 2 Telephone Line
 Internal MODEM connected

圖 10、輸出/輸入 面板

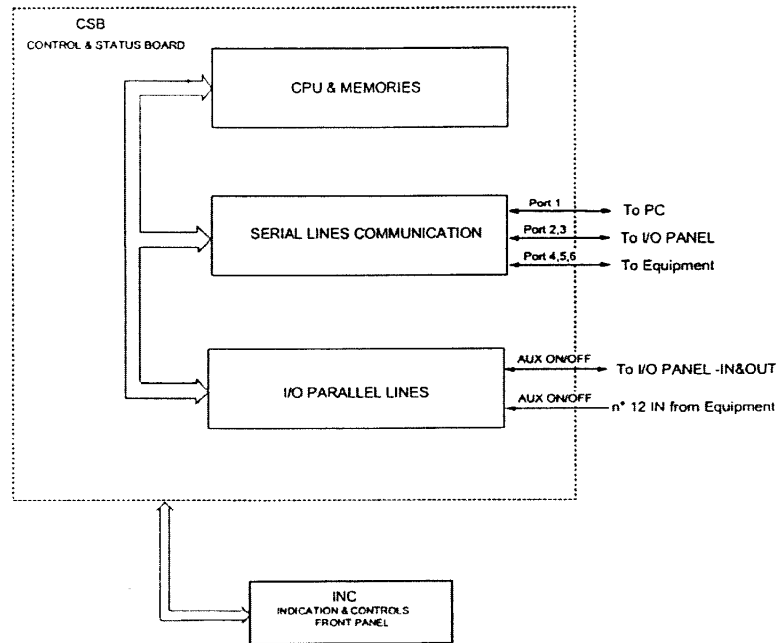


圖 11、LCSU 單元簡易方塊圖

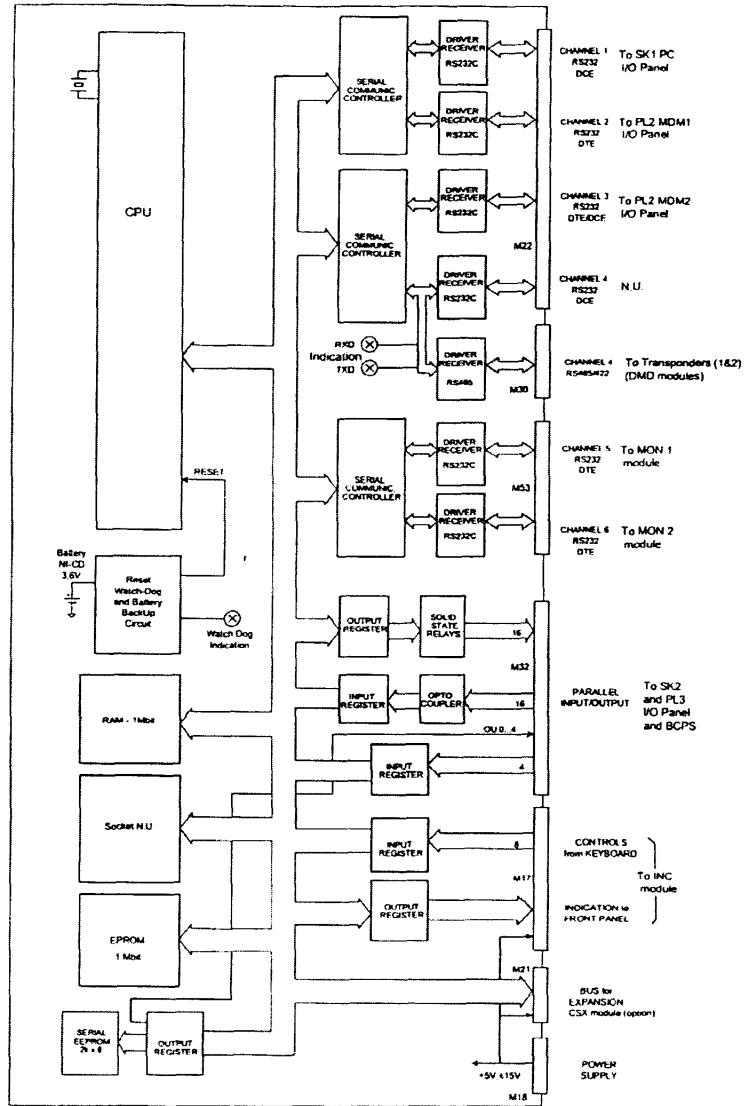


圖 12、CSB 模組方塊圖

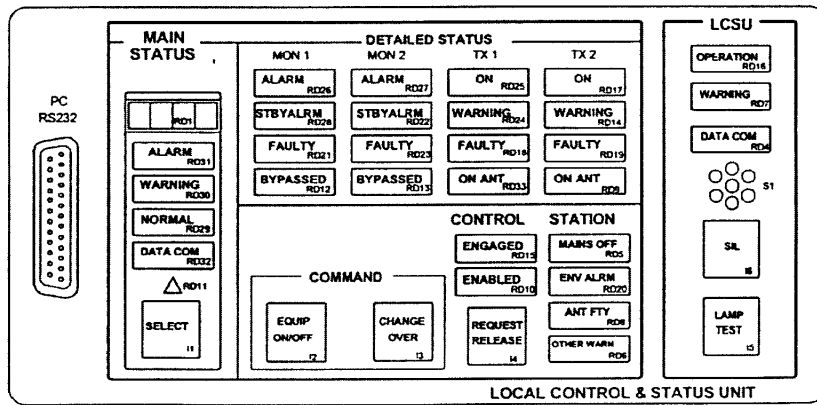
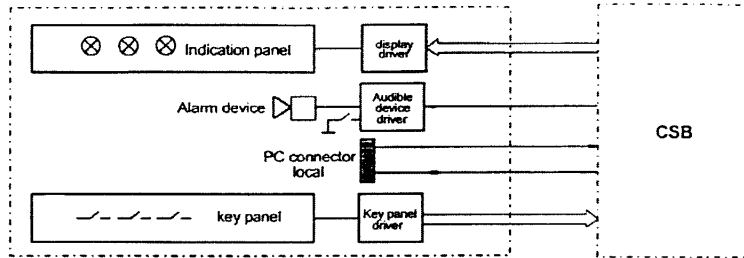


圖 13、INC 模組面板及方塊圖

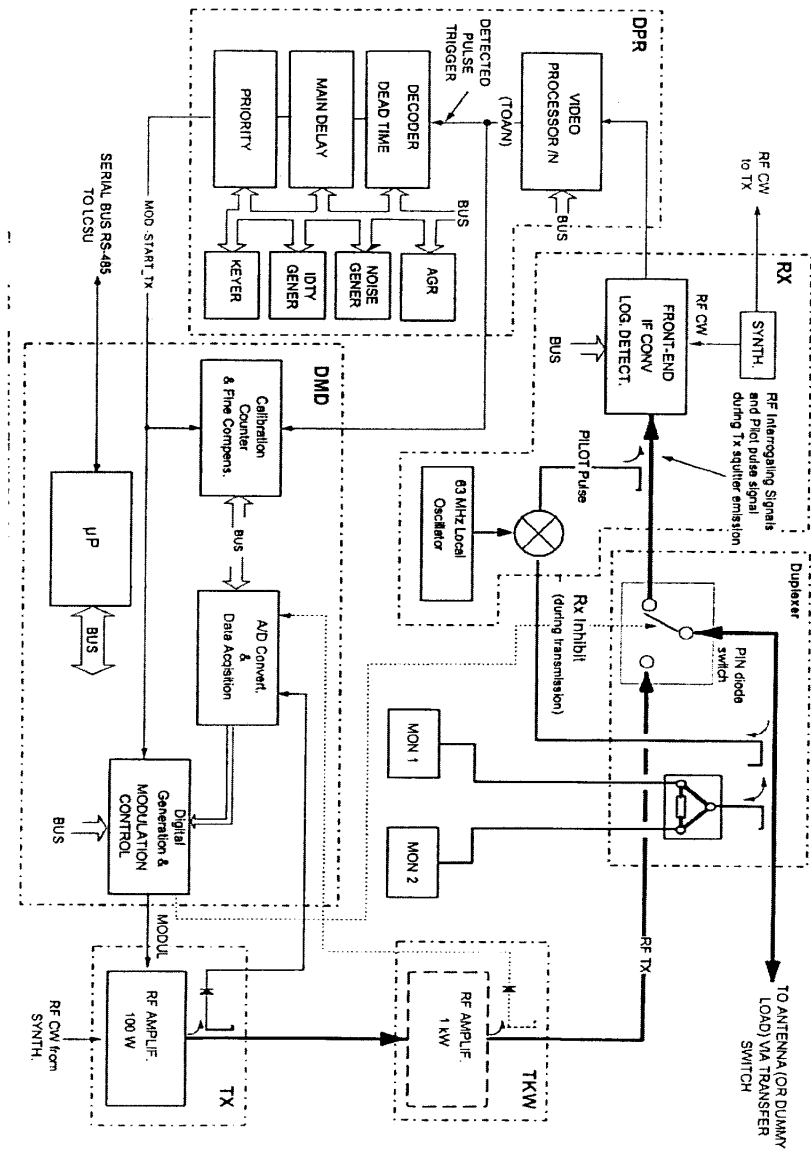


圖 14、 DME415 詢答器主要訊號方塊圖

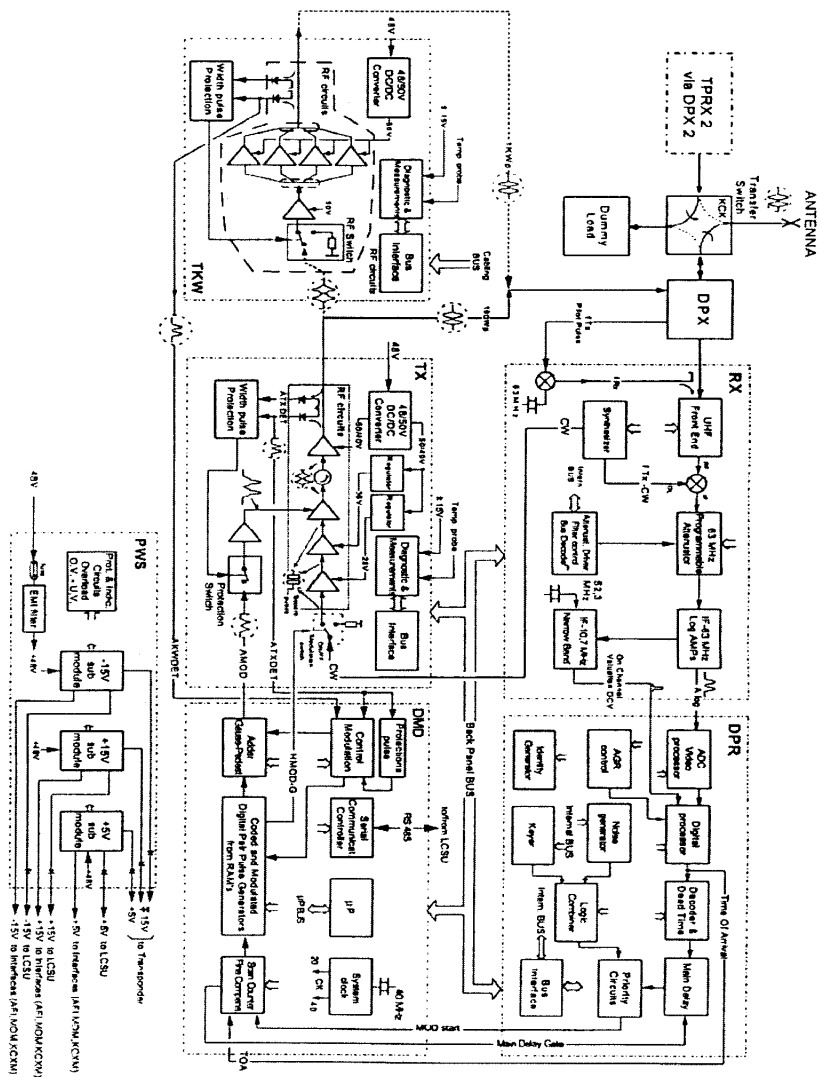


圖 15、DME415 詢答器方塊圖

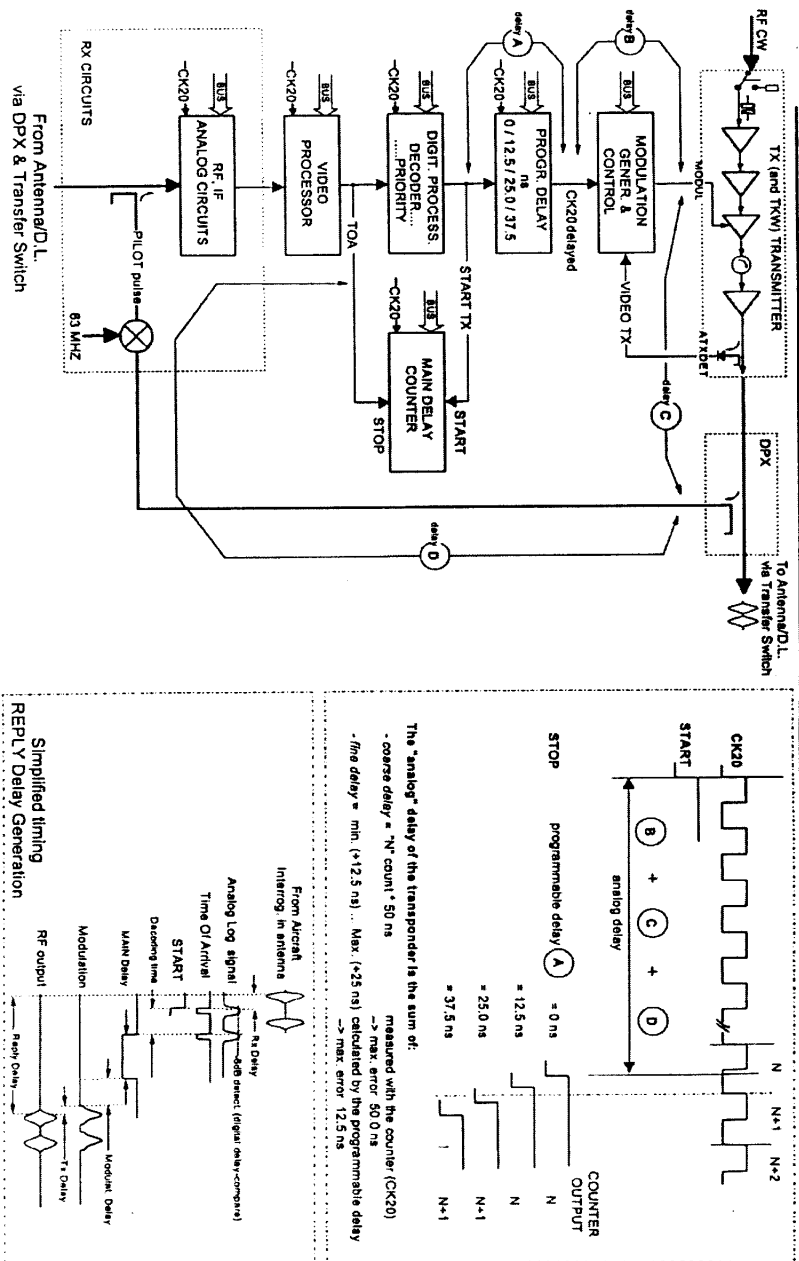


圖 16、DME415 詢答器主要延遲和補償

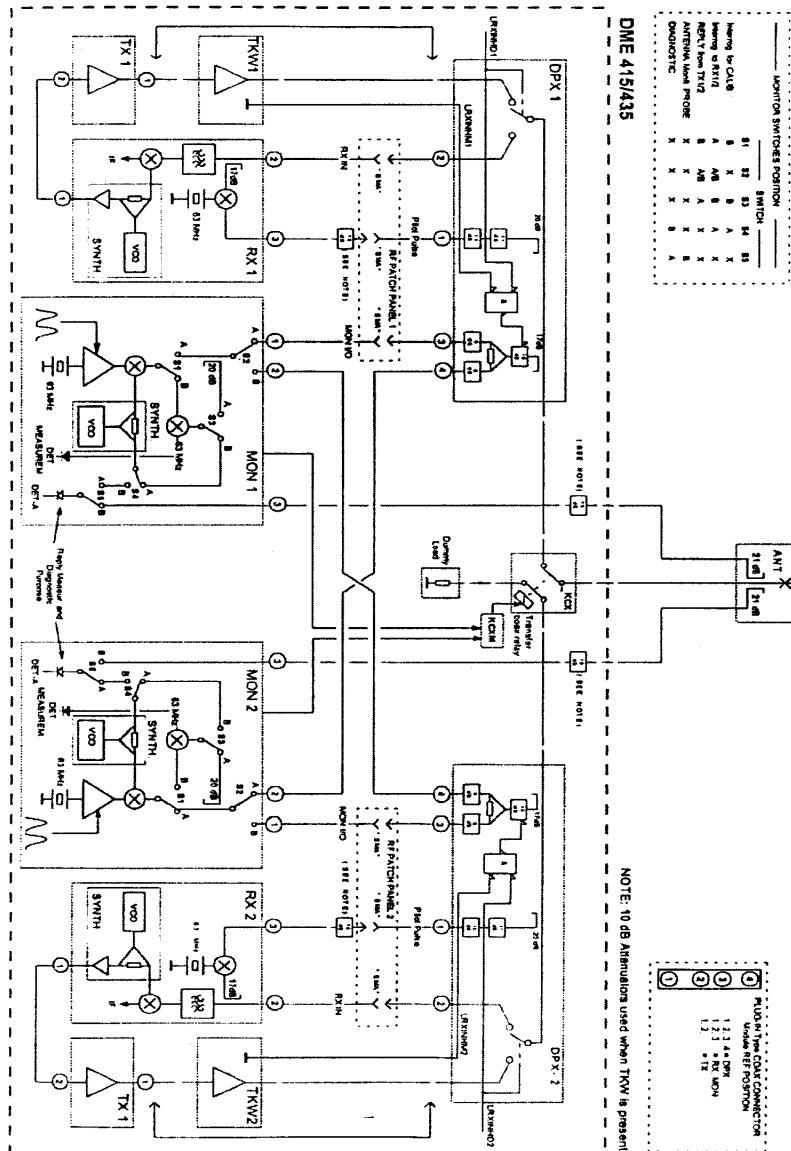


圖 17、DME415 RF 路徑圖

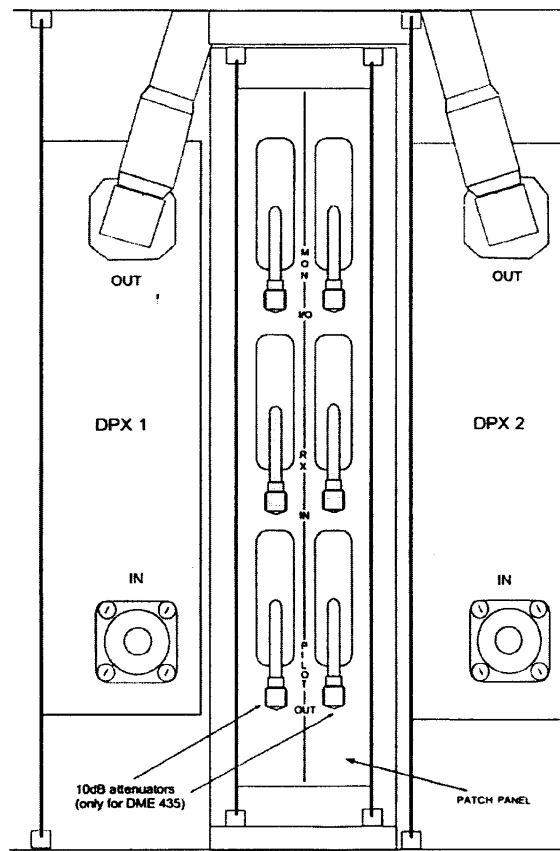


圖 18、DME415 射頻面板及雙工器

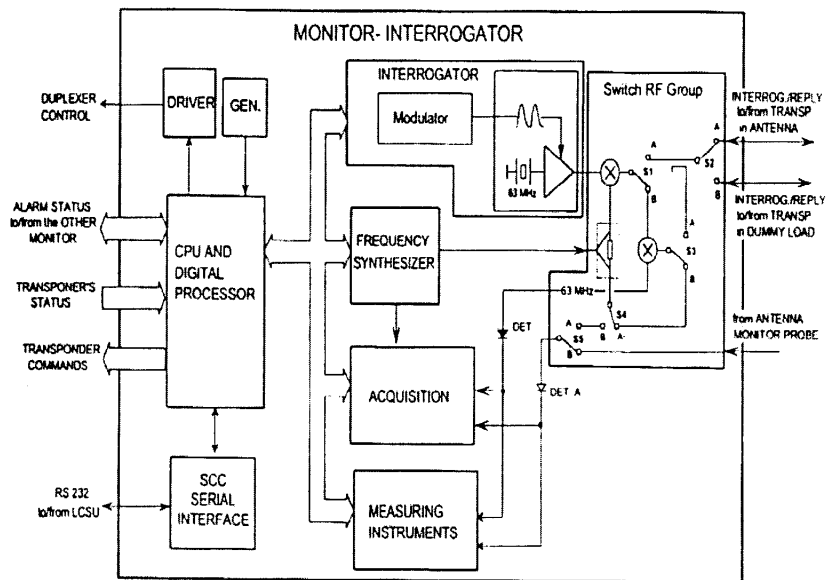


圖 19、DME415 監視器方塊圖

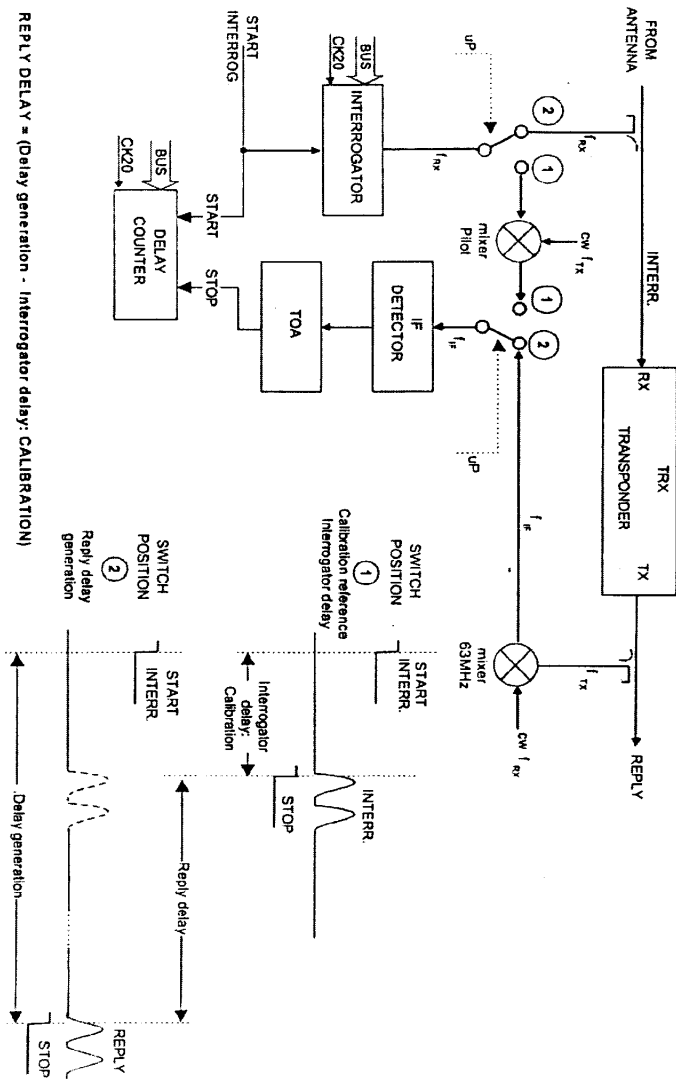


圖 20、DME415 監視器 回答延遲測量

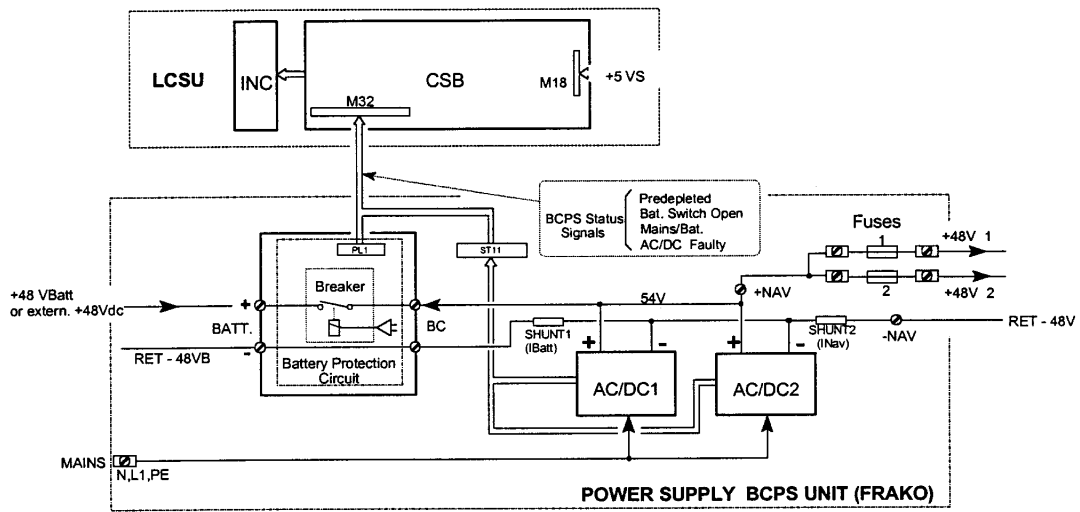


圖 21、電源供應器 BCPS Frako 型

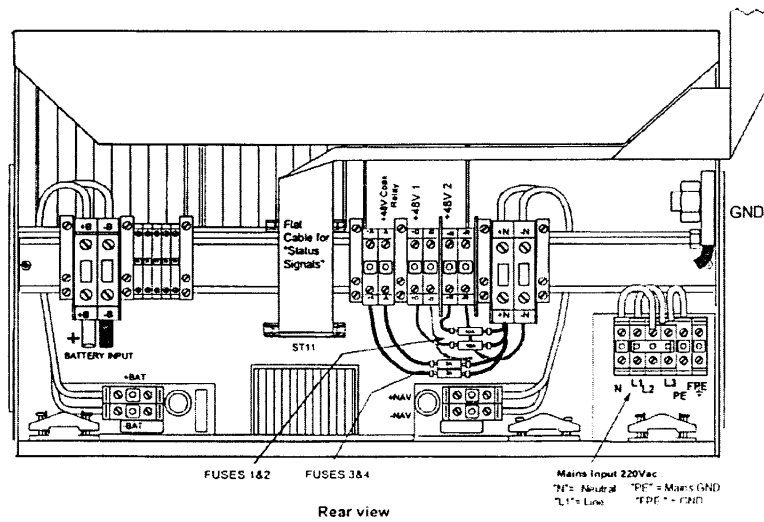
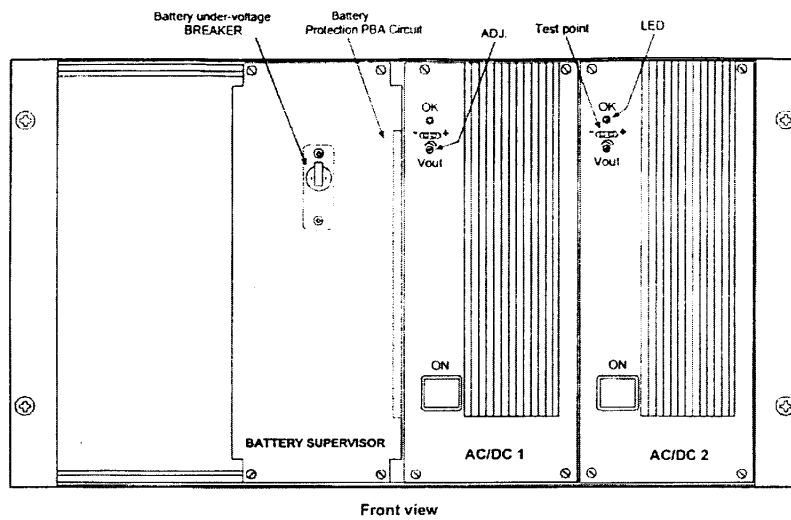


圖 22、電源供應器 前後視圖

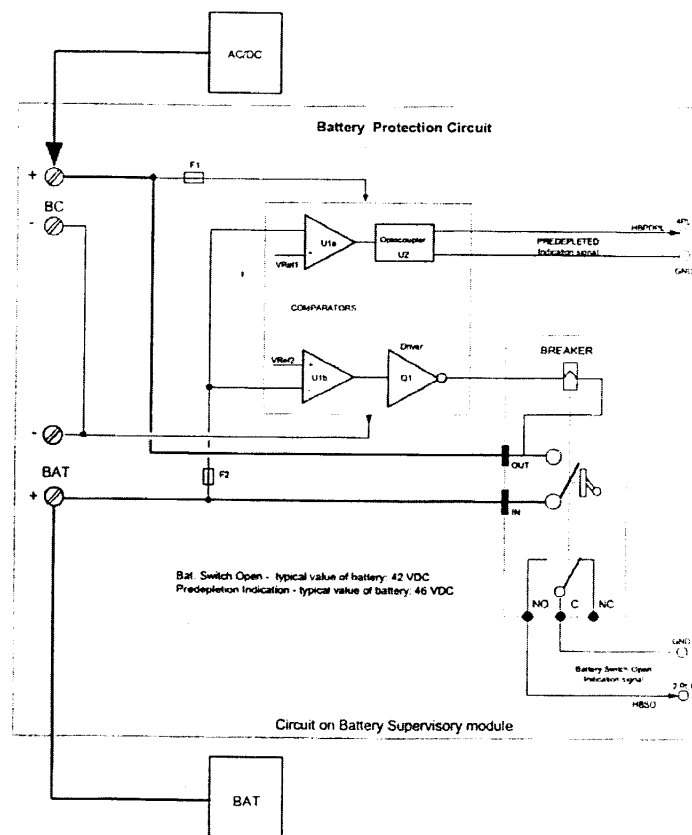


圖 23 電池監督保護電路

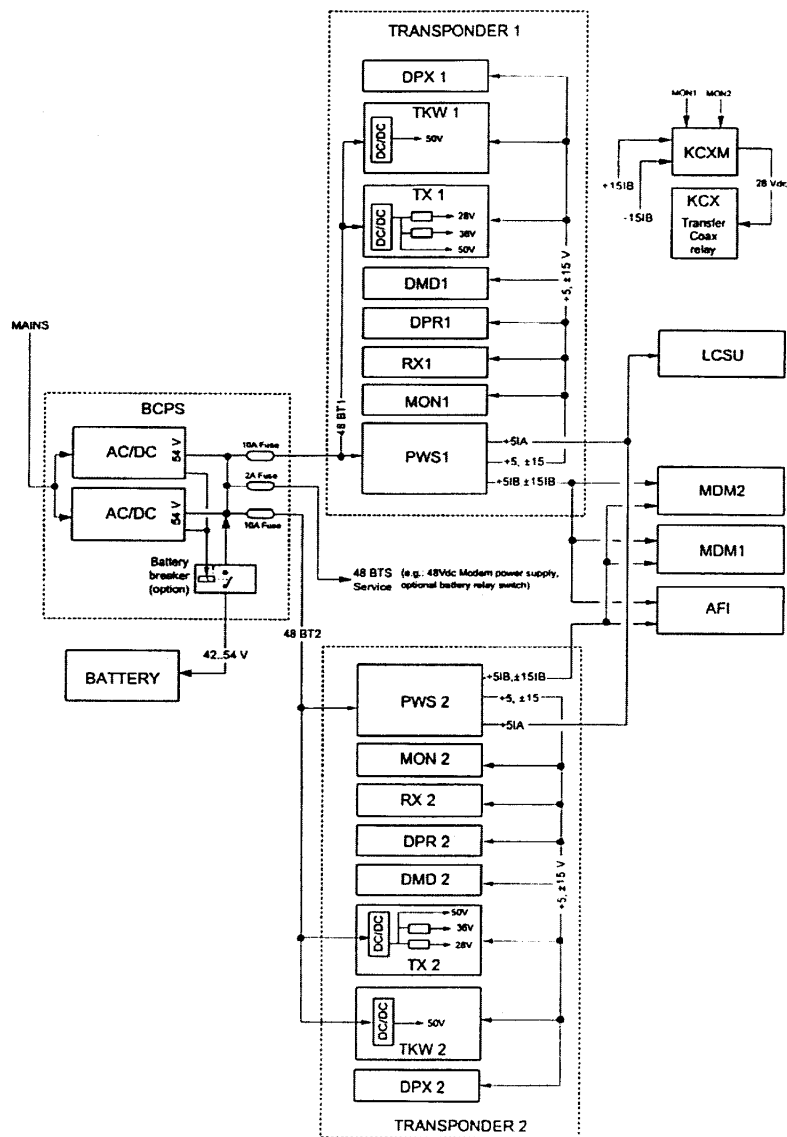


圖 24、電源供應系統方塊圖

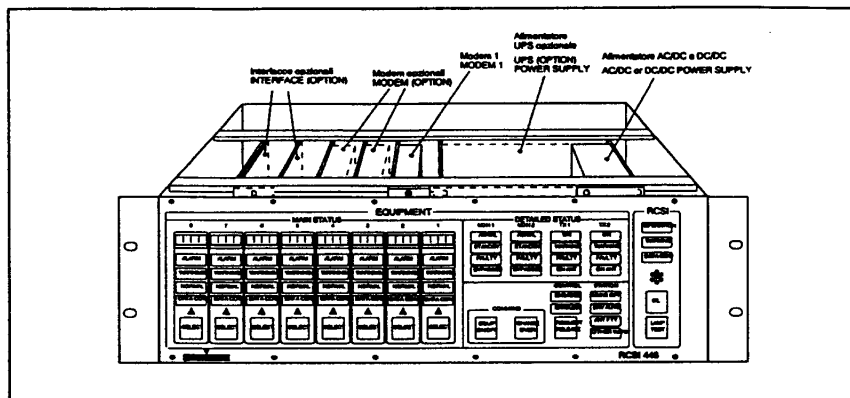


圖 25、遠端控制和狀態指示器圖（一）

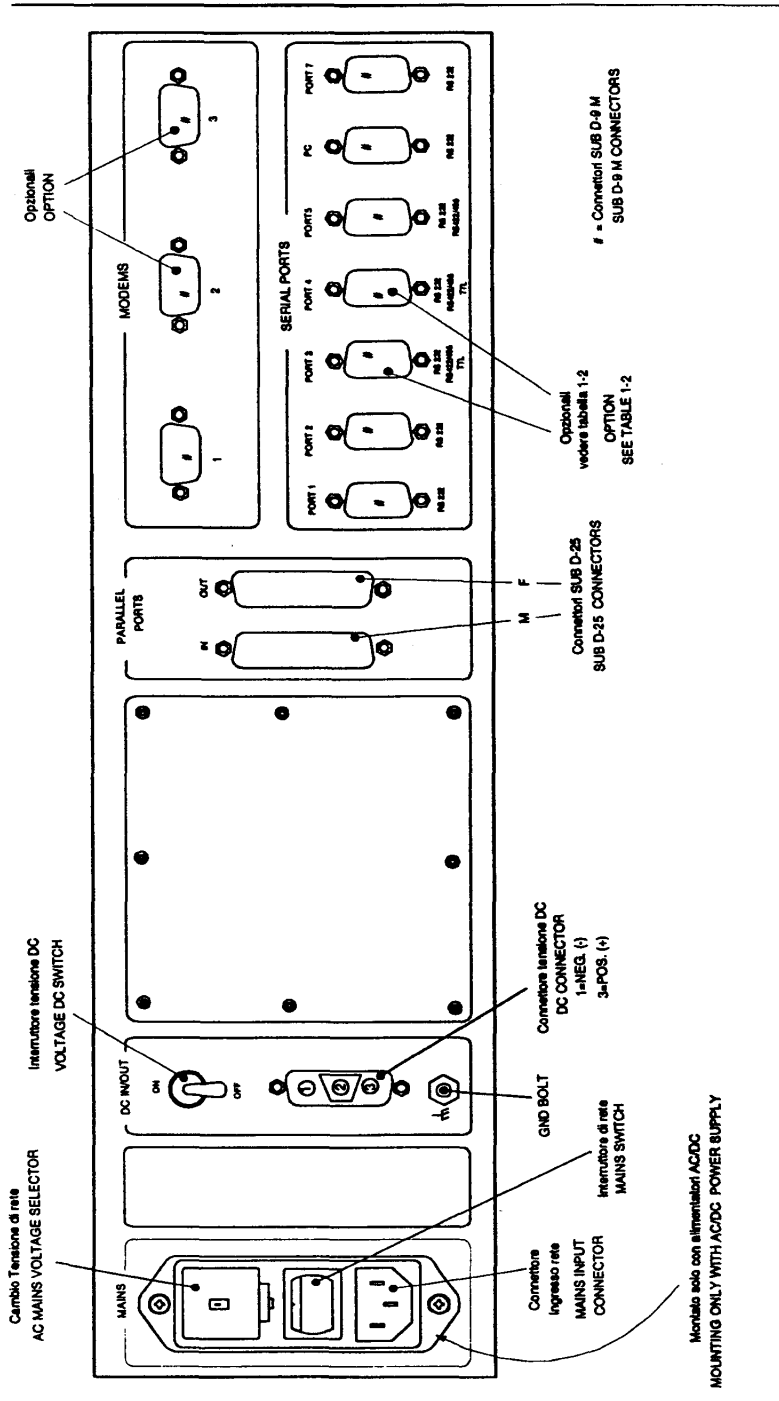


圖 26、遠端控制和狀態指示器圖 (二)

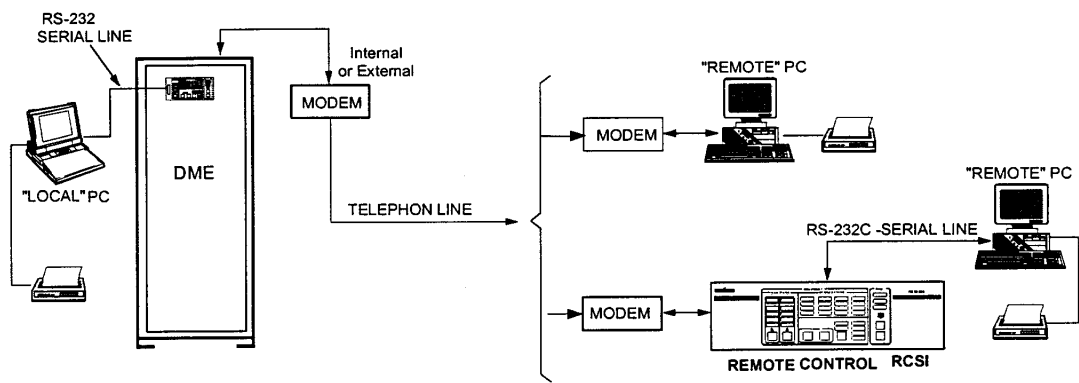
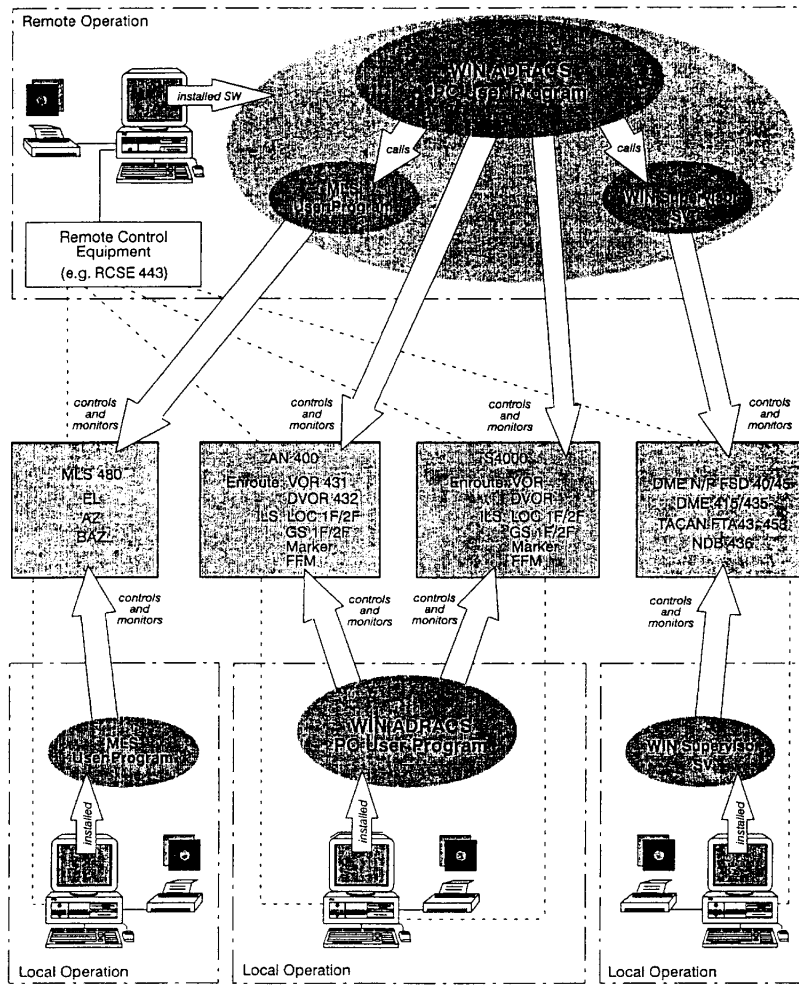
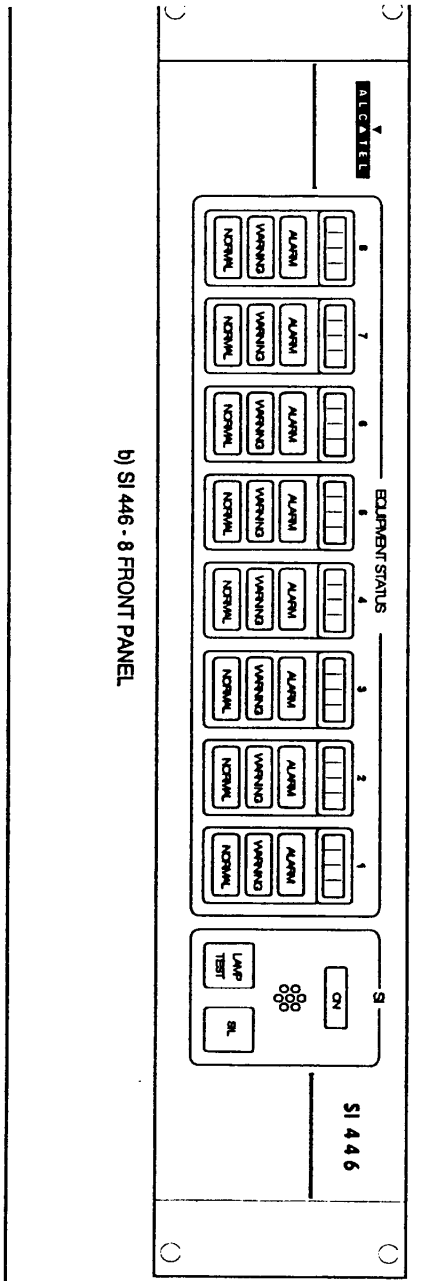


圖 27、DME 系統與 PC 的連接方式



--- connections via cables, modems, PTT net, etc. (see fig. 1-1)

圖 28、維護電腦用軟體圖



b) SI 446 - 8 FRONT PANEL