

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

汰換高雄、馬公終端航管雷達案
高雄及馬公次級雷達維護工廠訓練

服務機關：民用航空局飛航服務總臺
姓名職稱：工務員蔡上田、工務員吳隆進
派赴國家：法國
出國期間：99/08/15 ~ 99/08/29
報告日期：99/10/19

壹、目 的	2
貳、過 程	3
參、內 容	
一、次級雷達基礎原理介紹	4~29
二、RSM 970S 系統介紹	30~61
肆、心 得 與 建 議	62

壹、目的

高雄小港國際機場及馬公機場，其所使用的 ASR-9 近場終端雷達及 TRAC-2100/RSM-970 中程雷達，分別架設於民國 82 年及民國 79 年，此二座雷達運作時間均已逾使用年限，系統老化、穩定性有下降的趨勢，故障率隨之升高，且零件亦購買不易，為增進飛航安全、提供機場精確的終端服務，避免影響高雄小港國際機場及馬公機場之整體運作，爰由民用航空局授權所屬之飛航服務總臺編列「汰換高雄馬公終端航管雷達採購案」預算，汰換現有之雷達，以提供更新、更精確的服務，提升高雄小港國際機場及馬公機場的飛安品質。

本次訓練的目的旨在選派適當的航電雷達維護人員，赴得標承約商法國 THALES 公司原廠接受本系統之次級雷達(RSM 970S solid state radar)之維護技術訓練，以期能提昇對系統的了解和故障時維修的能力，提高系統整體的工作妥善率，使本設備發揮最大使用效率。

貳、過程

一、參訓人員

蔡上田 民用航空局飛航服務總臺高雄裝修區臺馬公助航臺 工務員
吳隆進 民用航空局飛航服務總臺高雄裝修區臺高雄雷達臺 工務員

二、日期：民國九十九年八月十五日至九十九年八月二十九日，共計十五日。

三、行程

1. 九十九年八月十五日搭乘長榮航空 BR87 班機，由台北直飛法國巴黎戴高樂機場。

2. 九十九年八月十六日至九十九年八月二十七日於 THALES 工廠進行初級雷達維護訓練課程。

3. 九十九年八月二十八日於法國巴黎戴高樂機場搭乘長榮航空 BR88 班機，於九十九年八月二十九日飛抵台北。

參、內 容

一、次級雷達基礎原理介紹

1-1、次級雷達基本工作原理

所謂次級雷達係地面雷達(詢問器 Interrogator)與航機(答詢器 Transponder) 之間以問答的方式來達成資訊的傳遞(圖 1 次級雷達基本工作原理方塊圖)，例如地面雷達向空中發射 A 或 C 模式(載波 Carrier Frequency 頻率為 1030MHz)的詢問訊號，空中航機收到此詢問訊號後，依詢問訊號模式回答相對應的識別碼或高度(載波 Carrier Frequency 頻率為 1090MHz)，詢問器將收到的回答訊號經計算處理後可以得到航機的距離、方位、高度及識別代碼。

次級監視雷達是使用詢問器(Interrogator)與航機答詢器(Transponder)進行監視的雷達系統，所以在空域中的所有飛機會對次級監視雷達的詢問訊號一起回答，這樣會造成詢問器無法識別，尤其是在飛機密度愈高的區域愈嚴重，所以發展出 Mode S 模式(Mode Select)次級監視雷達，對每架飛機採取個別詢問的方式，因此解決了訊號重疊問題；另外又增加資料(56 或 112 bits)上鏈(Uplink) /下鏈(Downlink)的功能，大大提升地面站台與航機之間的通訊能力。

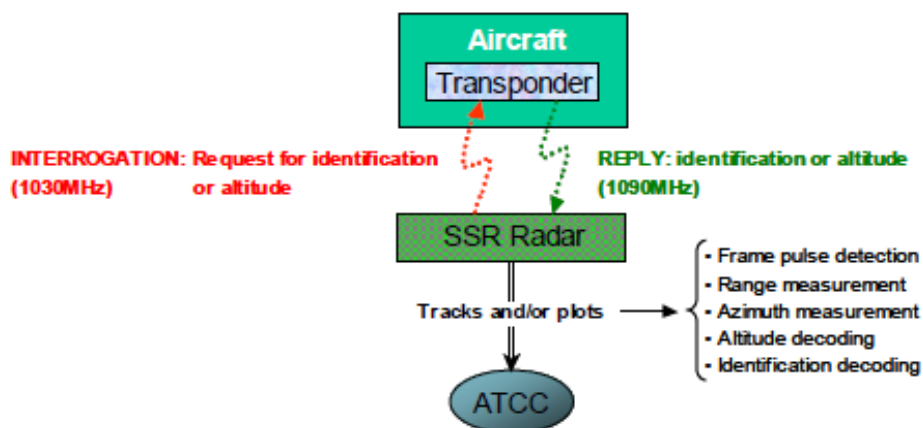


圖 1 次級雷達基本工作原理方塊圖

1-2、航機的距離、方位、高度及識別代碼

次級雷達想得到航機相關資料，可以從回答訊號中直接解碼比對獲得高度及識別代碼，而距離及方位必須經過計算處理後才能獲得。以下我們將針對距離、方位的測量原理作簡單說明，至於高度及識別代碼的解碼會在後面的章節介紹。

1、距離的計算

因答詢器的系統延遲時間為 T_d (Mode A、C 及 Intermod Short P4 的 $T_d = 3 \text{ us}$; Mode S 及 Intermod Long P4 的 $T_d = 128 \text{ us}$)，所以距離的計算公式如下：

$$R = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \times (T - T_d) / 2, \text{ T 爲答詢器發射訊號至接受到訊號的時間}$$

航機的實際距離(True Range) D ，可以由 R 斜線距離(Slant Range)及高度(Altitude)計算而得(圖 2 雷達 3D 空間圖)，公式爲則 $D = (R^2 - H^2)^{1/2}$ 。

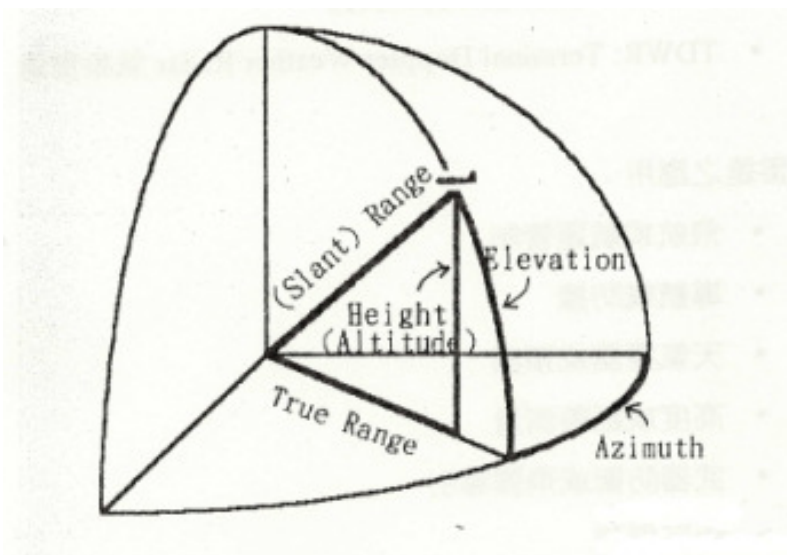


圖 2 雷達 3D 空間圖

2、方位的計算

次級雷達方位的測量原理是利用陣列天線接收航機回答訊號時，以中心線分左右 S_1 、 S_2 兩部份，其和為 $\Sigma = S_1 + S_2$ 、差為 $\Delta' = S_1 - S_2$ 、 $\Delta = S_1 - S_2 + \text{shift } 90^\circ$ ，則航機位於天線軸向中心的偏移量為 $\Delta \theta$ (圖 3 航機方位測量概念圖)，其公式如下：

$$\Delta \theta = (1/k) \tan^{-1}(\Delta \cdot \Sigma / \Sigma^2) = (1/k) \tan^{-1}(\Delta / \Sigma), k = \pi a / \lambda。$$

至於航機位於天線軸向中心線的左邊或右邊，可由下列方式判斷：

$$\Delta \cdot \Sigma = \Delta \Sigma \cos 0^\circ = \Delta \Sigma > 0, \text{ 位中心線的左邊}$$

$$\Delta \cdot \Sigma = \Delta \Sigma \cos 180^\circ = \Delta \Sigma < 0, \text{ 位中心線的右邊}$$

所以可得航機的方位 = $\theta \pm \Delta \theta$

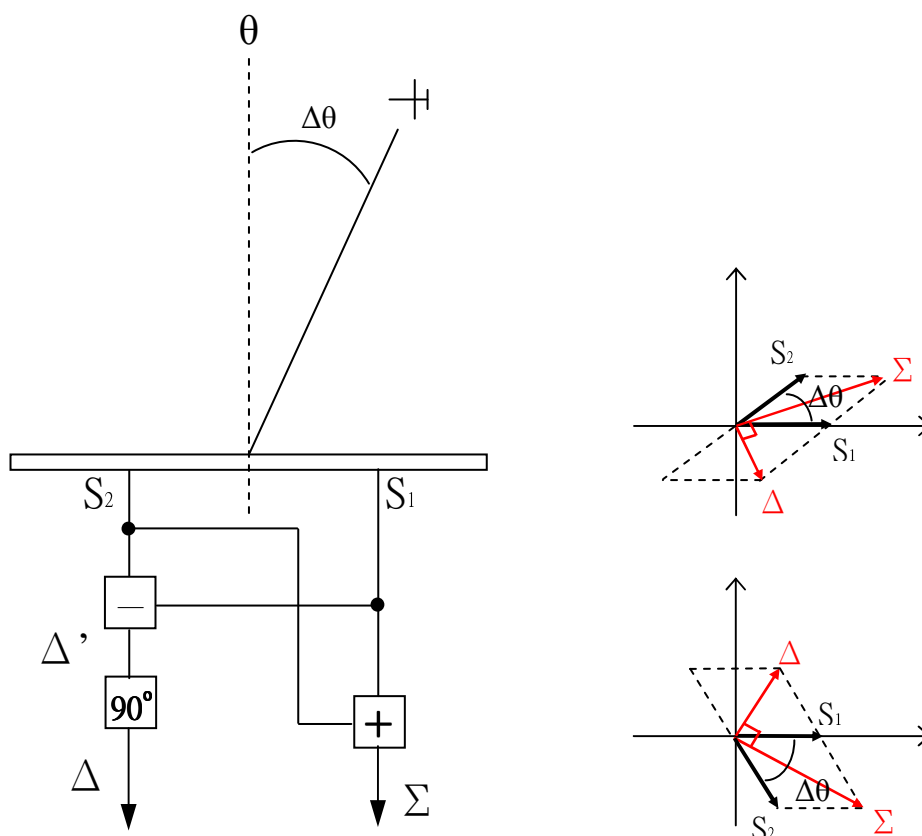


圖 3 航機方位測量概念圖

根據上述的概念，我們只要得到 Δ / Σ 的比值，就可以獲得航機位於天線軸向中心的偏移量 $\Delta \theta$ (OBA, Off Boresight Angle)，而且 Δ / Σ 的比值對應到偏移量 $\Delta \theta$ 是唯一的這 (圖 4 Δ / Σ 與 OBA 對照圖)。

Σ and Δ curves represent “Sum” and “Difference” radiation patterns near the antenna radiation axis.

Δ / Σ curve represent Δ / Σ ratio variation as a function of the OBA.

Example (in analog) of OBA computed by MDR with:

- K1 = +10 dB
- K2 = -10 dB

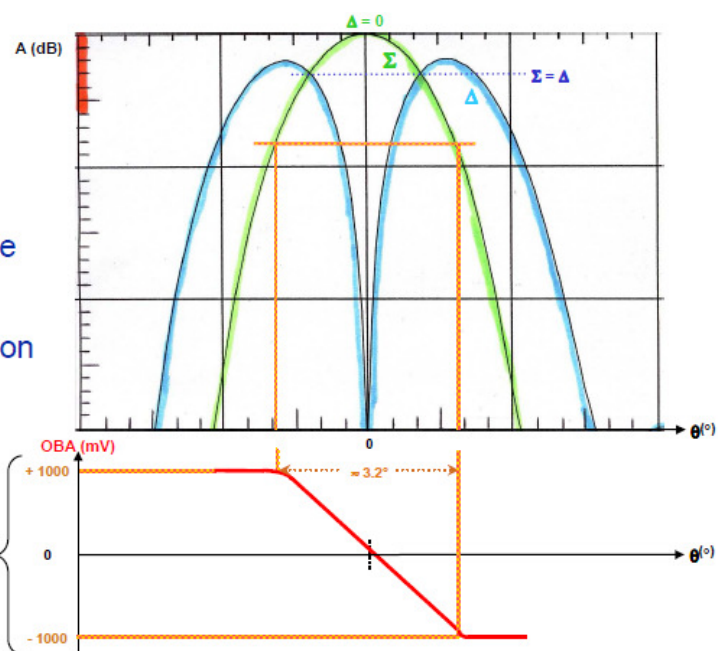


圖 4 Δ / Σ 與 OBA 對照圖

1-3、次級雷達詢問訊號(Interrogation)及回答訊號(Reply)介紹

詢問器(Interrogator)發出脈波串式的 MODE 詢問訊號，航機(答詢器 Transponder)收到此詢問訊號後，依相對應的框架式脈波串回答訊號回答。這些詢問訊號及回答訊號的形式可使用下列表格來表示。

Transponder <i>Interrogation</i>	SSR transponder	Mode S transponder
SSR Mode A or C	Code A or C	Code A or C
Inter Mode A/C/S All Call A/C (P4 short) All Call A/C/S (P4 long)	Code A or C Code A or C	No reply Mode S address (DF 11)
Mode S All Call (UF 11) Roll Call (UF 4,5,20,21)	No reply No reply	Mode S address (DF 11) if unlocked Selective reply according to address (FL = DF 4 or 20, Code A = 5 or 21)

以下的章節針對訊號的內容分為 SSR 詢問訊號及答詢器的回答訊號、Mode S 詢問訊號及答詢器的回答訊號、Intermode S 詢問訊號及答詢器的回答訊號三個部份逐一地介紹。

1、SSR 詢問訊號及答詢器的回答訊號

(1)、SSR 詢問訊號的型式(Mode 1、2、3/A、B、C、D)是由 P1 與 P3 的時間間隔決定，而 P1、P3 的脈波寬是 $0.8\mu s$ ，詢問訊號的載波頻率為 1030MHz (圖 5 SSR 詢問訊號 Mode)。

- (a)、Mode 1($3\mu s$)，2($5\mu s$)軍用
 Mode 3/A ($8\mu s$) 軍民用(詢問飛機編號資料)
 Mode B ($17\mu s$) 測試用
 Mode C ($21\mu s$) 軍民用(提供高度資料)
 Mode D ($25\mu s$) 實驗用

(b)、訊號採脈波調變。

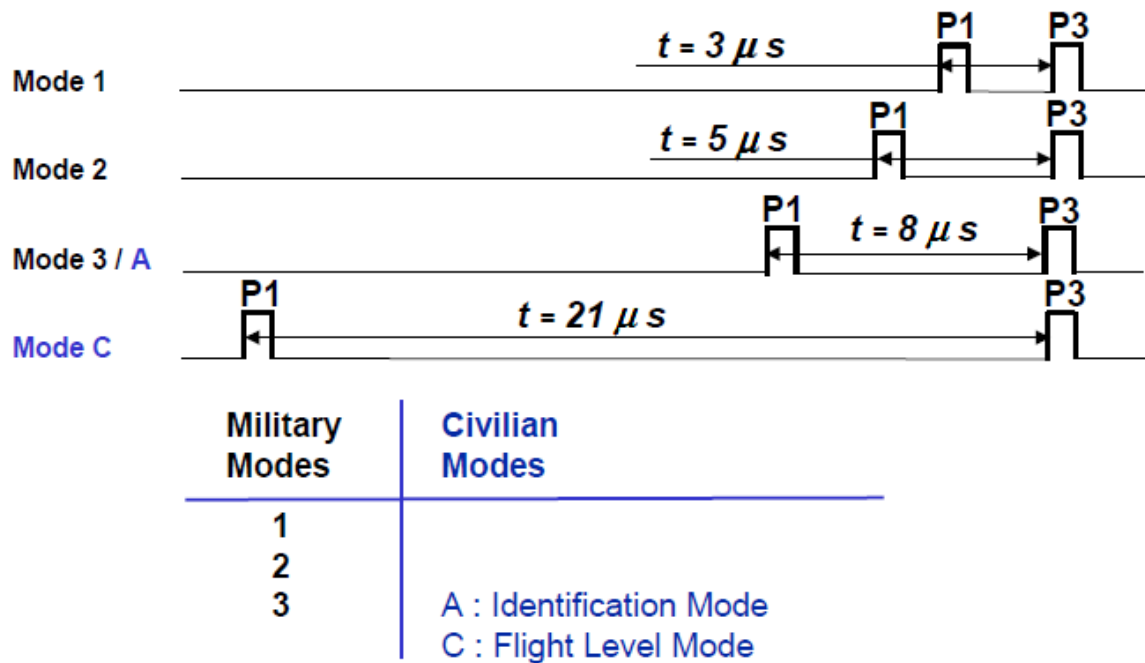


圖 5 SSR 詢問訊號 Mode

(2)、無論是 SSR Transponder 或 Mode S Transponder 均會以相對應的 Mode 回答，回答的框架訊號 F1 與 F2 的時間間隔為 $20.3\mu\text{s}$ ，訊號的脈波寬均為 $0.45\mu\text{s}$ ，脈波之間的時間間隔寬為 $0.45\mu\text{s}$ ，F2 與 SPI 的間隔寬為 $4.35\mu\text{s}$ (圖 6 SSR 回答訊號)。

(a)、A1,A2,A4,B1,B2,B4,C1,C2,C4,D1,D2,D4 共 12 個資料位元。

(b)、X=0 民用，X=1 軍用。

(c)、SPI(Special Position Indicator)：由駕駛員控制，只有在地面管制員要求下會被使用，以作為進一步的身分確認，當 Iden switch ON 時，航機會在雷達螢幕上閃爍(約持續 20 秒)。

(d)、訊號採脈波調變。

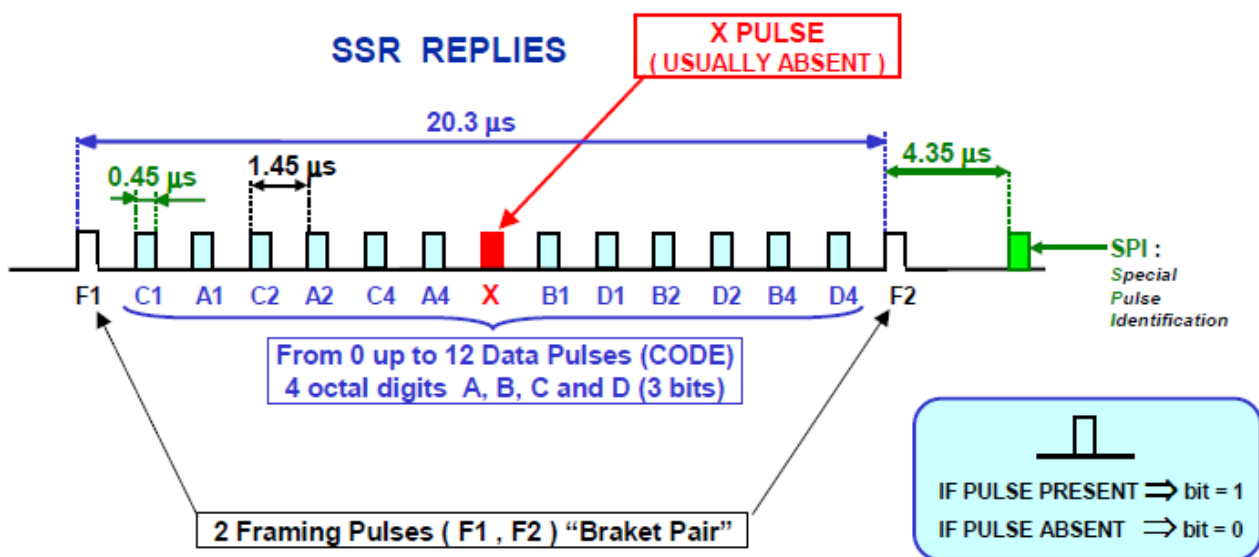


圖 6 SSR 回答訊號

(3)、Mode A(識別代碼)及 Mode C(高度)回答訊號的解碼。

(a)、Mode A(識別代碼) 共有 12 個資料位元 A1,A2,A4,B1,B2,B4,C1,C2,C4,D1,D2,D4，識別代碼為 0000~7777(圖 7 Mode A 解碼)。

(b)、某些碼具有特殊含意，例如 Emergency(7700)、Radio Failure(7600)、Hijack(7500)。

(d)、Mode C(高度)不使用 D1，所以只有 11 個資料位元 A1,A2,A4,B1,B2,B4,C1,C2,C4,D2,D4。例如:000001100100(A₄₂₁B₄₂₁C₄₂₁D₄₂)，以八進位表示為 0144，換算為十進位等於 100，即為 100FL(10000 呎)。

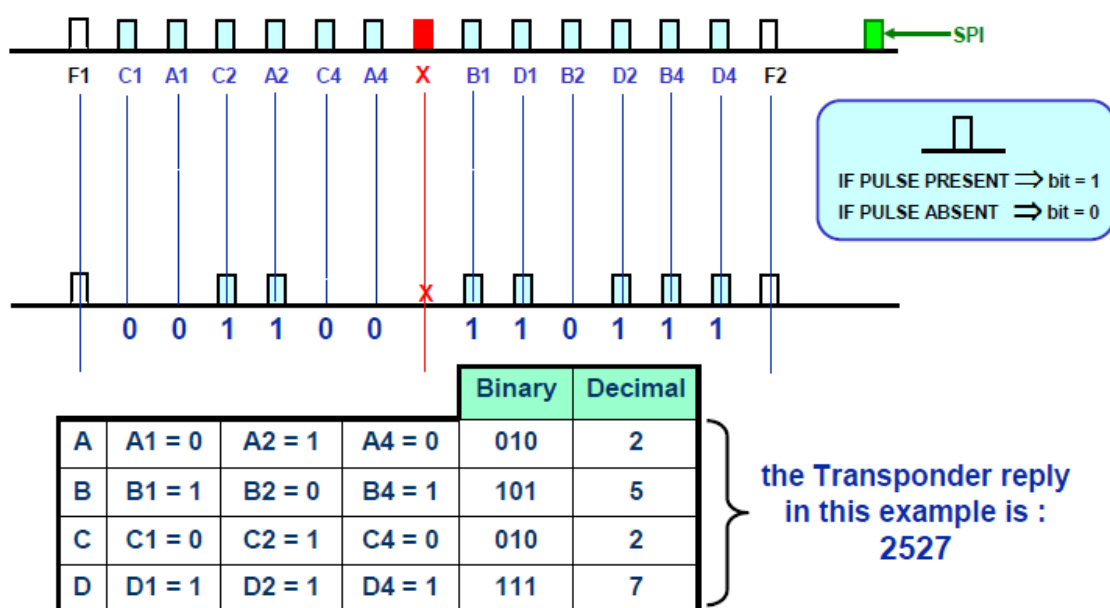


圖 7 Mode A 解碼

2、Mode S 詢問訊號及答詢器的回答訊號

(1)、Mode S 詢問訊號是由 P1、P2、P6 所組成，P1 與 P2 的間隔為 $2\mu\text{s}$ ，訊號的脈波寬為 $0.8\mu\text{s}$ ，P6 脈波寬為 $16.25\mu\text{s}$ (56 bits)或 $30.25\mu\text{s}$ (112 bits)，而 P₆ 脈波中距離前緣 $1.25\mu\text{s}$ 的第一個訊號反相是作同步(sync)用，當成詢答運作的時序參考，如圖 8 Mode S 詢問訊號。

(a)、25 個詢問(上鏈)格式。

(b)、P2 的功能就是抑制 SSR 答詢器的回答。

(c)、P5 的功能就是抑制飛機在邊波及背波作回答。

(d)、P6 訊號採相位調變 FPSK(Differential Phase Shift Keying)。

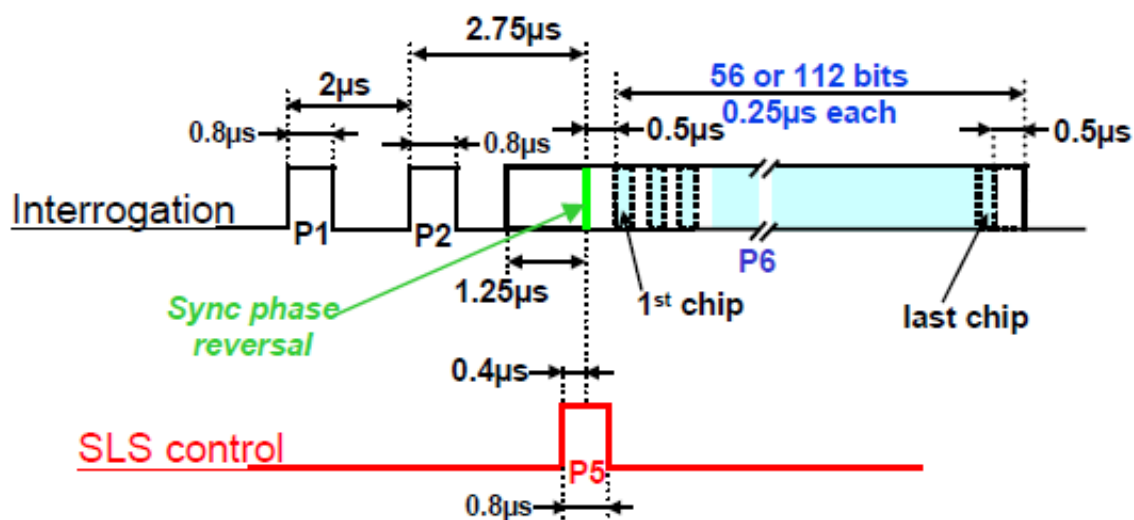


圖 8 Mode S 詢問訊號

(2)、Mode S 回答訊號是由二個脈波對(Preamble)及資料區段(Data Block)所組成，第一個脈波的其它脈波位置分別在 1 微秒、3.5 微秒及 4.5 微秒的位置，而在 8 微秒標頭傳送完畢後即開始傳送資料塊，資料區段為 56us(56 bits)或 112us (112 bits)，如圖 9 Mode S 回答訊號。

(a)、25 個回覆(下鏈)格式。

(b)、Data Block 訊號採脈波定位調變 PPM(Pulse Position Modulation)。

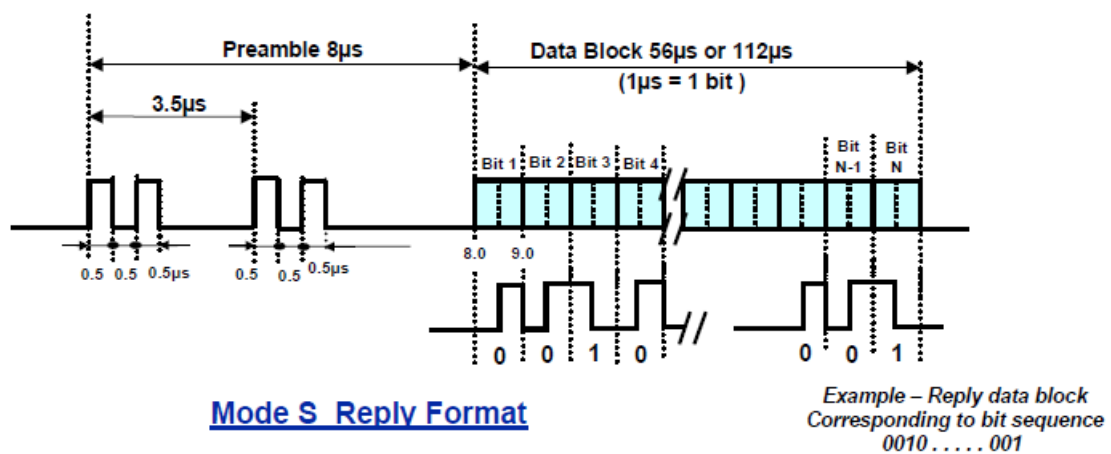


圖 9 Mode S 回答訊號

3、交互模式(Intermode) 詢問訊號及答詢器的回答訊號

(1)、交互模式的詢問訊號是由 P1、P3、P4 所組成，分為 Mode A/C/S 全呼叫與僅 Mode A/C 全呼叫。Mode A/C/S 全呼叫由 P₁、P₃ 及和長 P₄ 脈波組成，僅 Mode A/C 全呼叫由 P₁、P₃ 及和長 P₄ 脈波組成，A 模式或 C 模式依據 P₁-P₃ 脈波間隔長度決定，如圖 10 交互模式詢問訊號。

(2)、Mode A/C/S 全呼叫，則 SSR 答詢器及 Mode S 答詢器均會回答。僅 Mode A/C 全呼叫，則僅 SSR 答詢器會回答，Mode S 答詢器會辨識此 P₄ 短脈波但不會回答。

Mode S 及 Mode A/C 的回答訊號架構如前二節所述。

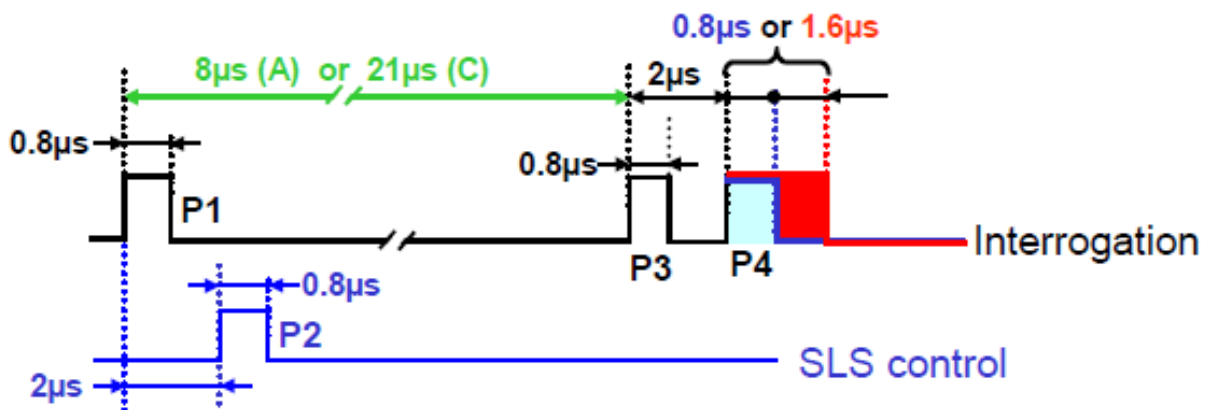


圖 10 交互模式詢問訊號

1-4、旁波抑制(Side Lobe Suppression)介紹

旁波抑制的目的就是希望航機在非主波帶的區域不要回答，或者詢問器在收到由非主波帶區域回答的訊號時不予處理。我們將介紹 ISLS(Interrogator Side Lobe Suppression)、IISLS(Improved ISLS)、RSLS(Receiver SLS)三種技術。

1、ISLS(Interrogator Side Lobe Suppression)

抑制 SSR Transponder 或 Mode S Transponder 對於從雷達天線旁波發射出來的詢問訊號進行回答。

(a)、抑制 SSR 答詢器在旁波回答，圖 11 SSR 答詢器 ISLS。

(b)、抑制 Mode S 答詢器在旁波回答，圖 12 Mode S 答詢器 ISLS。

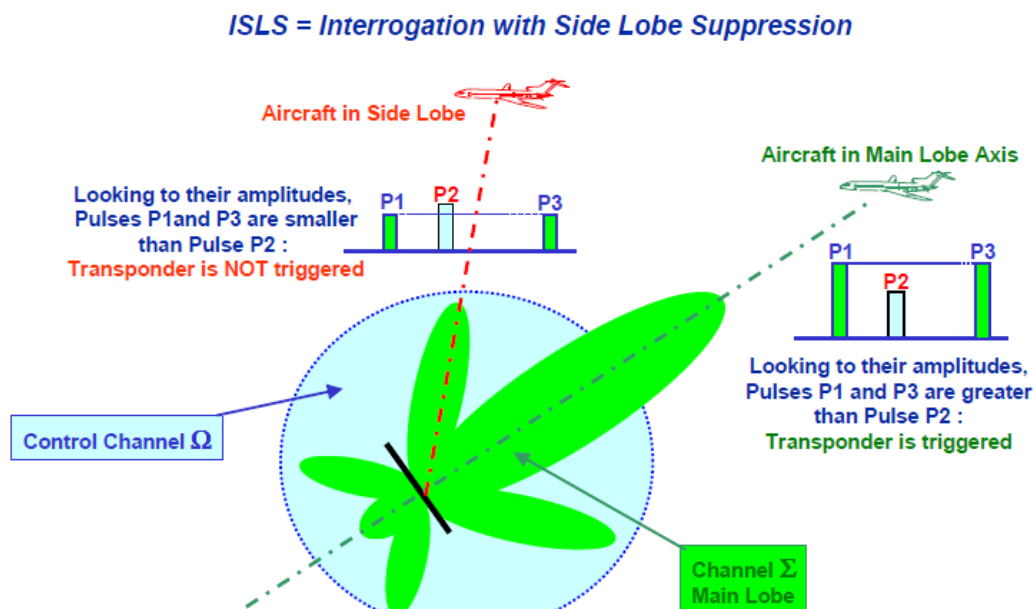
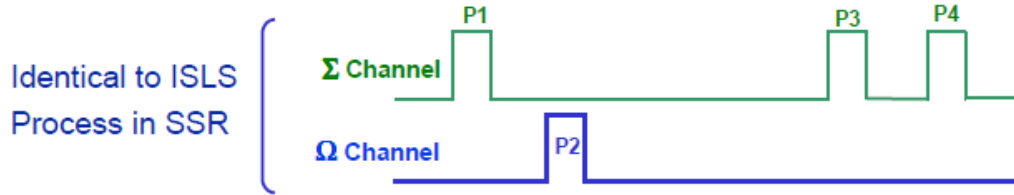


圖 11 SSR 答詢器 ISLS

All Call interrogation mode (AC)



All Call and Roll Call interrogation mode (AC / RC)

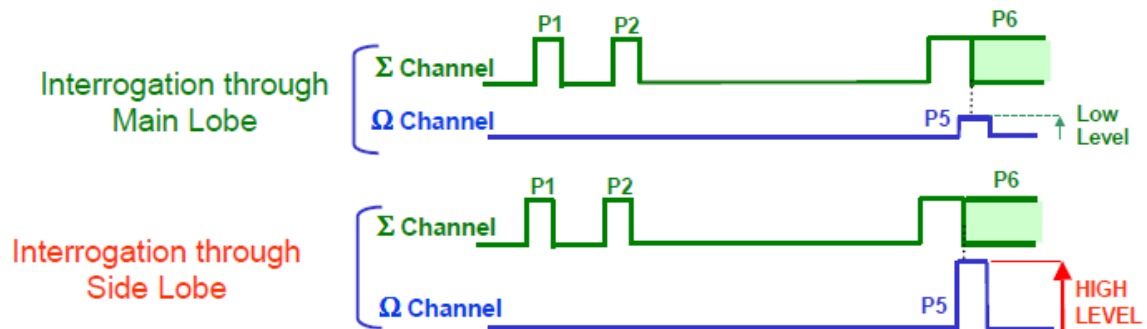


圖 12 Mode S 答詢器 ISLS。

2、IISLS(Improved ISLS)

改良的 IISLS，僅用於抑制 SSR 答詢器回答因反射而至的主波帶詢問訊號，此技術並不使用於抑制 Mode S 答詢器，如圖 13 SSR 答詢器 IISLS。

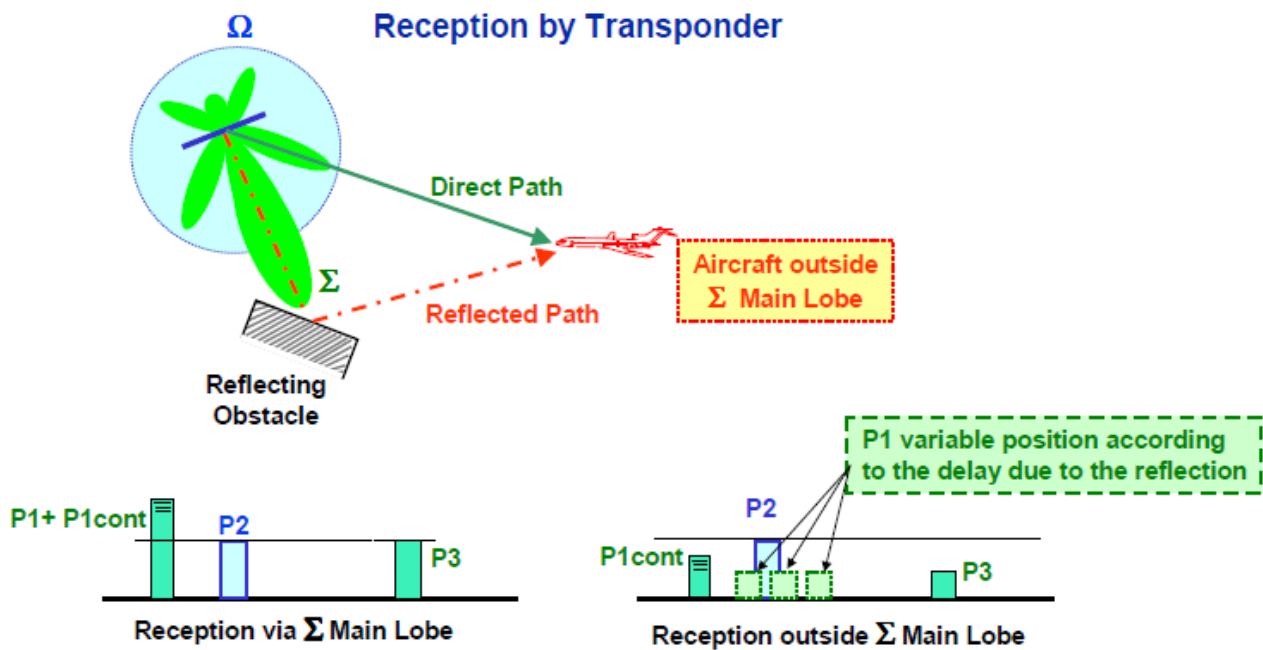


圖 13 SSR 答詢器 IISLS

3、RSLs(Receiver SLS)

抑制雷達接收機處理由天線收到的回答旁波帶訊號，如圖 14 詢問器 RSLs。

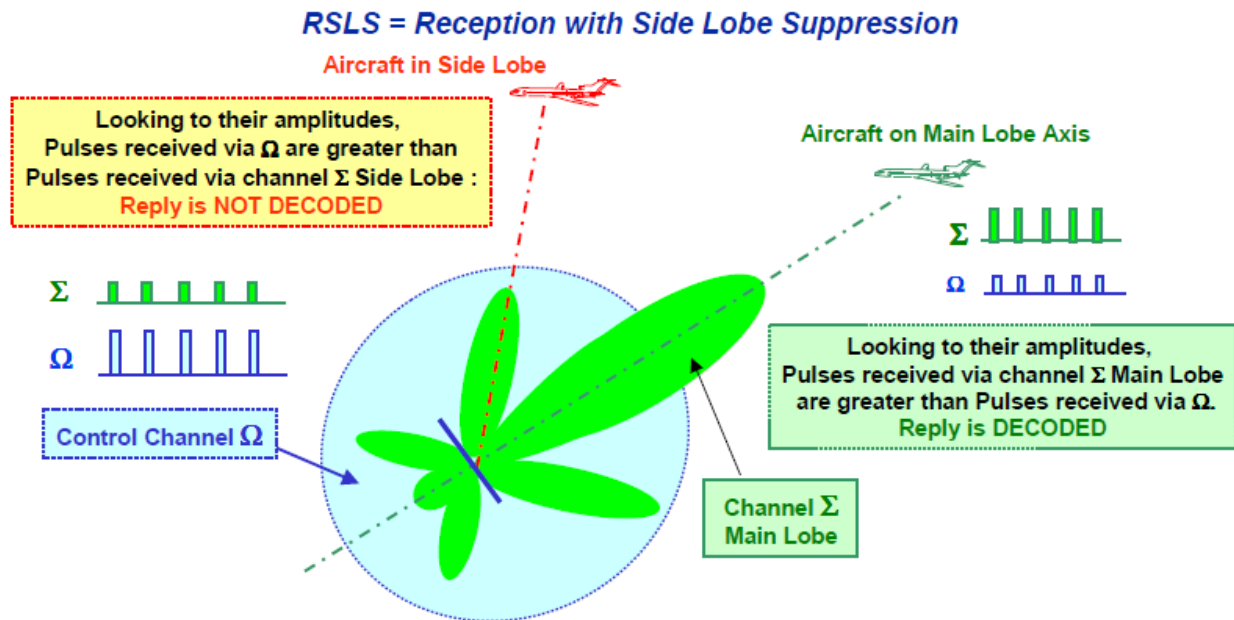


圖 14 詢問器 RSLs

1-5、Mode S(Mode Select)詢問格式(上鏈)與回覆格式(下鏈)簡介

Mode S(Mode Select)的資料傳輸格式分為 25 個詢問格式(上鏈 uplink)與 25 個回覆格式(下鏈 downlink)，如圖 15 詢問格式、圖 16 回覆格式。每個傳輸格式均有二個基本欄位：格式欄(uplink/downlink format)為 5 個位元(格式 24 除外，只有 2 個位元)及檢核欄(address/perrity, AP 或 parity/interrogator identifier, PI)為 24 個位元；其餘為控制欄及資料欄，共有 27 個位元(short message)或 83 個位元(long message)。

FORMAT NO. (UF)	MESSAGE LENGTH	MODE S INTERROGATION REQUEST
0	Short (56 bits)	Short air-air surveillance (ACAS)
1, 2 and 3	-	Not defined
➤ 4	Short (56 bits)	Surveillance, altitude request
➤ 5	Short (56 bits)	Surveillance, identify request
6, 7, 8, 9 and 10	-	Not defined
➤ 11	Short (56 bits)	Mode S-only all-call
12, 13, 14 and 15	-	Not defined
16	Long(112 bits)	Long air-air surveillance (ACAS)
17, 18 and 19	-	Not defined
➤ 20	Long (112 bits)	Comm-A, altitude request (SLM *)
➤ 21	Long (112 bits)	Comm-A, identify request (SLM)
22 and 23	-	Not defined
➤ 24 (2-bit field)	Long (112 bits)	Comm-C (ELM **)

* SLM: Standard Length Message

** ELM: Extended Length Message

➤ transmitted by the radar

Refer to ICAO Annex 10

圖 15 詢問格式

FORMAT NO. (DF)	MESSAGE LENGTH	MODE S INTERROGATION
0	Short (56 bits)	Short air-air surveillance (ACAS)
1, 2 and 3	-	Not defined
➤ 4	Short (56 bits)	Surveillance, altitude reply
➤ 5	Short (56 bits)	Surveillance, identify reply
6, 7, 8, 9 and 10	-	Not defined
➤ 11	Short (56 bits)	Mode S-all-call reply
12, 13, 14 and 15	-	Not defined
16	Long (112 bits)	Long air-air surveillance (ACAS)
17, 18 and 19	-	Not defined
➤ 20	Long (112 bits)	Comm-B, altitude reply (SLM *)
➤ 21	Long (112 bits)	Comm-B, identify reply (SLM)
22 and 23	-	Not defined
➤ 24 (2-bit field)	Long (112 bits)	Comm-D (ELM **)

* SLM: Standard Length Message

** ELM: Extended Length Message

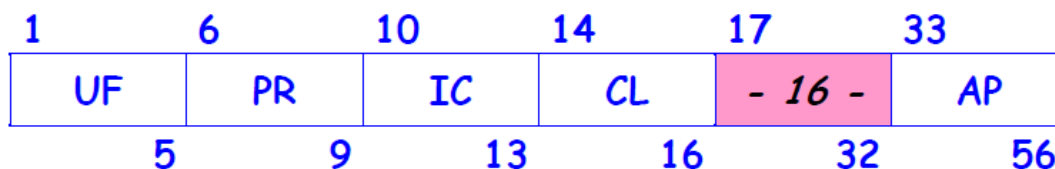
➤ processed by the radar

Refer to ICAO Annex 10

圖 16 回覆格式

以下將針對詢問格式 UF4、5、11、20、21 與回覆格式 DF4、5、11、20、21 中每個欄位的功能意義作說明。

1、僅 Mode S 全呼叫詢問格式 UF11



(1)、UF(Uplink Format): 5 個位元，01011 代表僅 Mode S 全呼叫。

(2)、PR(Probability of Reply): 4 個位元，要求答詢器以某種機率來回答詢問

0,1,2,3,4：分別以機率值=1,1/2,1/4,1/8,1/16 來作回覆

5.6.7：未指定

8,9,10,11,12：忽略停止(lockout)分別以機率值=1,1/2,1/4,1/8,1/16 來作回覆

13.14.15：未指定

(3)、IC(Interrogator Code): 4 個位元，代表 4 位元的詢問器識別碼 II code

(Interrogator Identifier Code)，或是 7 位元的監視識別 SI Code

(Surveillance Identifier code)碼則是依據 CL(Code Label)的值而定。

(4)、CL(Code Label): 3 個位元，用以定義 IC 欄位內容值。

000：IC欄代表II碼的1到15

001：IC欄代表SI碼的1到15

010：IC欄代表SI碼的16到31

011：IC欄代表SI碼的32到47

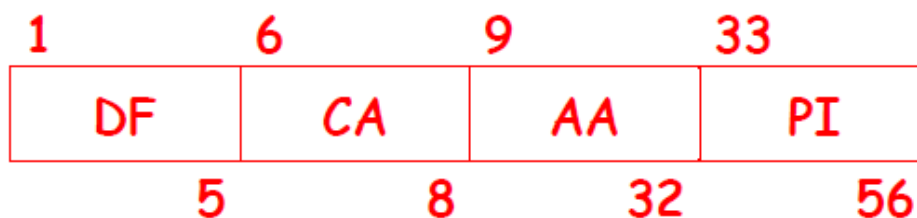
100：IC欄代表SI碼的48到63

(5)、SPARE: 16 個位元，預設值為 1。

(6)、AP(Address/Parity): 24 個位元，均為 1 代表全呼叫。若是被當成檢查碼

(Parity Check Coding)，則是用來提供保護避免錯誤發生。

2、對僅 S 模式全呼叫或 A/C/S 模式全呼叫作回覆 DF11



(1)、DF(Downlink Format): 5 個位元，01011 代表對僅 S 模式全呼叫或 A/C/S 模式全呼叫作回覆。

(2)、CA(Capability): 3 個位元，答詢器的通訊能力相關的編碼定義

0：代表只能監視，並無通訊的能力。

1.2.3：保留。

4：具有Comm-A及Comm-B能力，能夠設定CA碼7，在地面上。

5：具有comm-A及comm-B能力，能夠設定CA碼7，在飛機上。

6：具有comm-A及comm-B能力，能夠設定CA碼7，在飛機或地面上。

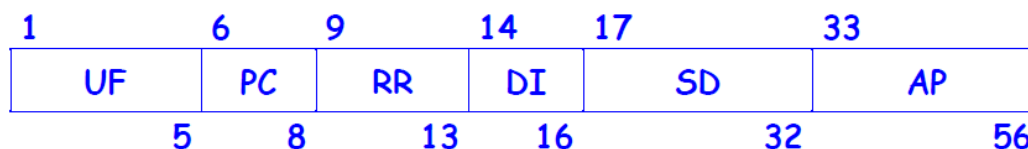
7：表示在 DF4,5,20,21 的 DR(Downlink Request)欄位不為 0，或 FS (Flight Status)欄位為 2、3、4 或 5，在飛機或地面。

(3)、AA(Address, Announced): 24 個位元，此欄位是飛機位址。

(4)、PI(Parit/Interrogator Identifier): 24 個位元，4 位元 II Code 或 7 位元

SI Code(4 bits II Code+3 位元 CL(code Label))，其餘為零。

3、詢問格式 UF4(Altitude Request)、UF5(Identity Request)



(1)、UF4,5(Uplink Format): 5 個位元，00100/00101 代表對航機提出高度/識別要求。

(2)、PC(Protocol): 3 個位元，對答詢器封鎖運作要求。

- 0：代表沒作用
- 1：代表非選擇性全呼叫封鎖(即Lockout II Code=0)
- 2、3：尚未指定
- 4：代表close out Comm-B
- 5：代表close out 上鏈ELM
- 6：代表close out 下鏈ELM
- 7：尚未指定

(3)、RR(Reply Request): 5 個位元，要求答詢器回覆的格式(長度和內容)。

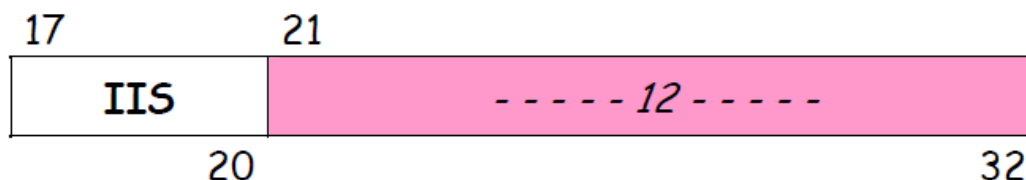
- 0-15：要求DF=4或5的回覆
- 16-31：要求DF=20或21的回覆
- 16：要求空中啟動(air-initiated)Comm-B格式的傳輸
- 17：要求數據鏈能力報告
- 18：要求BDS20
- 19：要求BDS3x
- 20：要求BDS4x
- 21-31：未指定

(4)、DI(Designator Identification): 3 個位元，代表 SD 欄位的結構。

- 0：代表除IIS外SD沒有指定
- 1：代表SD包含多站位及通訊控制資訊
- 2：代表SD包含延伸squitter的控制資料
- 3：代表SD包含SI多佔位封鎖、廣播及GICB控制資訊
- 4-6：沒有指定
- 7：代表 SD 包含延伸資料讀取需求、多站位及通訊控制資訊

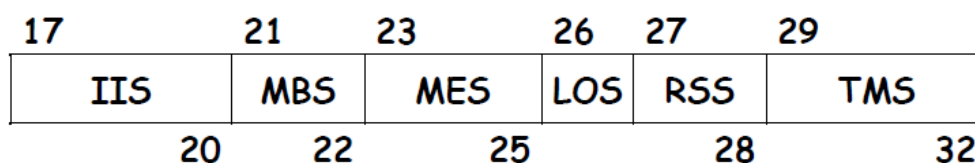
(5)、SD(Special Designator): 16 個位元，依 DI 欄位值而訂 SD 次欄位的內容。

DI=0的SD次欄位內容



IIS欄為4位元的詢問器識別碼，其餘位元未指定

DI=1的SD次欄位內容



IIS：4位元的詢問器識別碼

MBS：2位元的多站位Comm-B運作

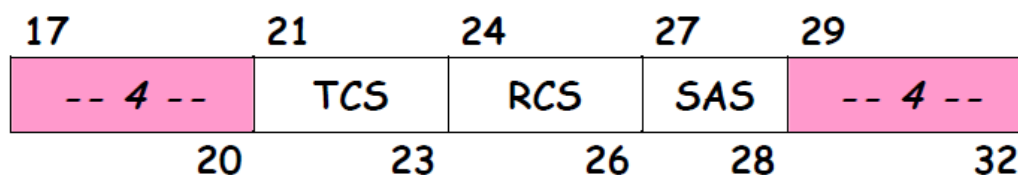
MES：3位元的多站位ELM運作

LOS：1位元的封鎖命令設定

RSS：2位元的詢問器保留狀態報告要求

TMS：4位元包含用於數據鏈空電的通訊控制資訊

DI=2的SD次欄位內容

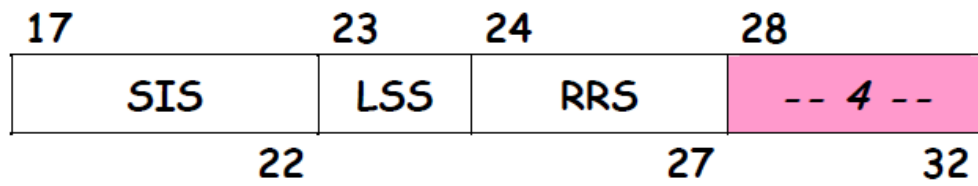


TCS：3位元控制答詢器所使用的位置形式(position type)

RCS：3位元的答詢器squitter率控制，只適用於回報場面格式(surface format)

SAS：2位元的場面天線控制

DI=3的SD次欄位內容

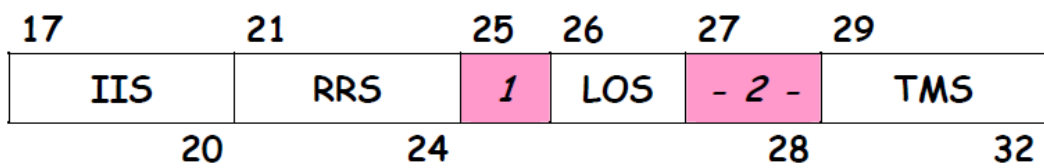


SIS：6位元的詢問器監視識別

LSS：1位元封鎖監視命令設定

RRS：4位元的GICB中之BDS2碼

DI=7的SD次欄位內容



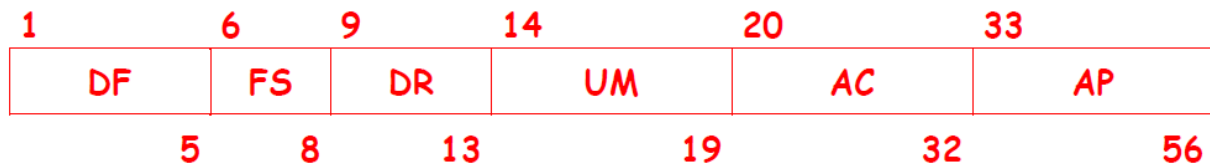
IIS欄為4位元的詢問器識別碼

RRS欄為4位元的Comm-B中之BDS2碼

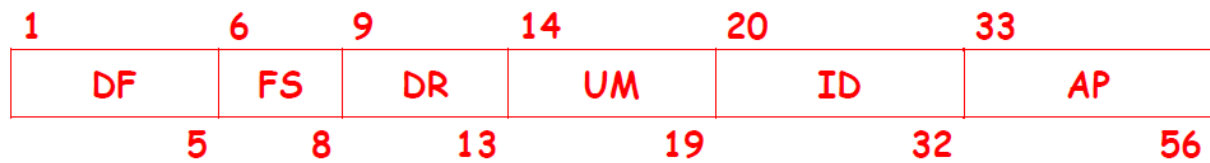
其餘位元未指定

4、回覆格式 DF4(Altitude Request)、DF5(Identity Request)

DF4



DF5



(1)、DF4,5(Downlink Format): 5 個位元，00100/00101 代表航機對答詢器回覆高度/識別碼。

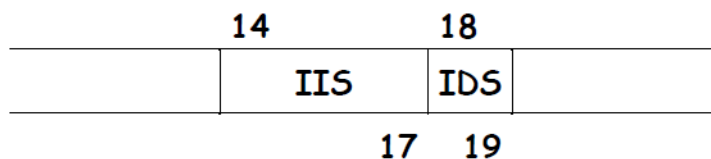
(2)、FS(Flight Status): 3 個位元，飛行狀態

- 0：代表飛機在空中且無警示(alert)及SPI
- 1：代表飛機在地面且無警示及SPI
- 2：代表飛機在空中且有警示但沒有SPI
- 3：代表飛機在地面且有警示但沒有SPI
- 4：代表飛機在空中或地面且有警示及SPI
- 5：代表飛機在空中或地面且無警示但有SPI
- 6：保留
- 7：未指定

(3)、DR(Downlink Request): 5 個位元，答詢器要求下鏈資訊。

- 0：無要求
- 1：要求送Comm-B訊息
- 2、3：保留給ACAS
- 4：Comm-B廣播訊息1可用
- 5：Comm-B廣播訊息2可用
- 6、7：保留給ACAS
- 8-15：未指定
- 16-31：下鏈 ELM 協定

(4)、UM(Utility Message): 6 個位元，答詢器通訊狀態資訊



IIS：4位元，其報告被保留給多站位通訊的詢問器識別碼

IDS：2 位元，其報告上述詢問器的保留形式

(5)、ID(Identity): 13 個位元，飛機識別碼依序為 C1、A1、C2、A2、C4、A4、

0、B1、D1、B2、D2、B4、D4。

AC(altitude code): 13 個位元，高度碼。

Bit 26=0：代表以英制回報高度

Bit 26=1：代表以公制回報高度

Bit 26=0且Bit 28=0：代表高度的單位為100英尺

Bit 26=0且Bit 28=1：代表高度的單位為25英尺

Bit 26=0且Bit 28=0：依序為C1、A1、C2、A2、C4、A4、0、B1、0、B2、D2、B4、D4

Bit 26=0且Bit 28=1：Bit 20~25、27及29~32共11 Bits，代表用英制來計算壓力-高度值

Bit 26=1：Bit 20~25及27~32共12 Bits，代表用公制來計算高度值

此欄位13 Bits均設為0：代表高度資訊無法獲得或被判定為無效

(6)、AP(Address/Parity): 24 個位元，飛機位址。

5、詢問格式 UF20(Altitude Request)、UF21(Identity Request)

1	6	9	14	17	33	89
UF	PC	RR	DI	SD	MA	AP
5	8	13	16	32	88	112

(1)、UF/PC/RR/DI/SD/AP 等項目說明請參見 UF4,5。

(2)、MA: Message, Comm-A 傳送數據鏈訊息給航機

MA : Message, Comm-A (56 bits - 33-88) contains Data Link Message to Aircraft
[When ADS1=0 and ADS2=5, SL (ACAS Sensitivity Level Control) is contained in MA]

33	37	41	45
ADS1 = 0	ADS2 = 5	SLC	- - 44 - -
36	40	44	88

➤ **SLC** (4 bits - 41-44) Sensitivity Level Command for own ACAS

- 2 No command issued
- 3 Not assigned
- 4 Set ACAS sensitivity level to 2
- 5 Set ACAS sensitivity level to 3
- 6 Set ACAS sensitivity level to 4
- 7 Set ACAS sensitivity level to 5
- 8 Set ACAS sensitivity level to 6

6、回覆格式 DF20(Altitude Request)、DF21(Identity Request)

DF20

1	6	9	14	20	33	89
DF	FS	DR	UM	AC	MB	AP
5	8	13	19	32	88	112

DF21

1	6	9	14	20	33	89
DF	FS	DR	UM	ID	MB	AP
5	8	13	19	32	88	112

(1)、DF/FS/DR/UM/AC/DI/AP 等項目說明請參見 DF4,5。

(2)、MB: Message, Comm-B 傳送數據鏈訊息給地面站台。

MB : Message, Comm-B (56 bits - 33-88) , to transmit data link messages to the ground

33	37	41	55	59	60	61	63
BDS1=3	BDS2=0	ARA	RAC	RAT	MTE	TTI=1	TID
36	40	54	58			62	88

二、RSM 970S 系統介紹

2-1、次級雷達架構說明

高雄機場及馬公機場此次所購之近場雷達為 THALES 雷達系統，高雄近場雷達包含初級雷達系統〔STAR2000，S band Solid State Radar〕及 MODE-S 次級雷達系統

〔RSM970S，Mode S Secondary Radar〕，初級雷達為 80 海浬，次級雷達最遠可達 256 海浬，並包含各裝備間之監控系統〔RCMS，Remote and Control Monitoring System〕。

馬公近場雷達為 STAND-ALONE 結構，僅購置 MODE-S 次級雷達系統〔RSM970S，Mode S Secondary Radar〕最遠可達 256 海浬，並包含各裝備間之監控系統〔RCMS，Remote and Control Monitoring System〕。

1、高雄近場次級雷達裝備架構〔如圖 17、18、19〕所示之 RSM970S 部分，概述如下：

(1)、天線系統（如圖 20）：

- a.初級雷達天線〔AN 2000S〕
- b.次級雷達 monopulse 天線〔AS909〕
- c.天線驅動裝備〔EA2000P NGB〕及旋轉耦合器 Rotary Joint〔JTS-2C0〕及方位信號產生器 Encoder。
- d.天線控制機架〔AA2000NGB〕。

(2)、電源分配機架(AE2000R),內含 DACF unit〔如圖 21〕

(3)、MODE-S 次級雷達系統 RSM970S

(a).TRC 機架(Transmitter Receiver Cabinet)〔如圖 22〕所示,包含:

- (a-1)兩個 I/R (Interrogator/Receiver) channel
每個 I/R channel 包括一組發射機 STX2000 及一組 Mode S 數位接收機/處理器(MDRP),由數位接收機(MDR)及信號處理器(MMXC)所組成:
- (a-2)傳輸切換系統 RFUC。

(b).TOM 機架(Tracking Output and Miscellaneous)〔如圖 23〕所示, 包含:

(b-1)兩台資料處理器 DPC PC (Data Processing Computer PC):

初級、次級資料結合、軌跡預測及輸出。

(b-2)一個 I/O Ethernet LAN

由兩台 Lan switches 聯結兩台 PLines 及數台 Modem 所組成。

(b-3)兩台 NTPS: 執行 Time Stamping 功能。

(4)、一個 Supervisor Ethernet LAN

由兩個 Sup. LAN switches 所組成,連接 DPC PC、RCMS、IBIS、CBP、DACF 與初級雷達的 TMR-PC 及 SST 2000S。

(5)、一個 Video Ethernet LAN

由一個 video switch 所組成, 連接 IBIS 與初級雷達的 TMR-PC 及次級雷達的 MDRP。

(6)、監控系統〔RCMS, Remote Control and Monitoring System〕

本系統提供一個人機介面,用於系統監視、控制及測量:

a. 三台桌上型電腦, 一台 LTM 位於雷達機房, 一台 STM 位於 Remote 及一台 CTM 位於 Remote。每一台 PC 均配備印表機。

b. 一個位於 power supply 機架(AE2000R)內,具有 acquisition/control 功能的 DACF。

(7)、維護設備〔Maintenance Facilities〕

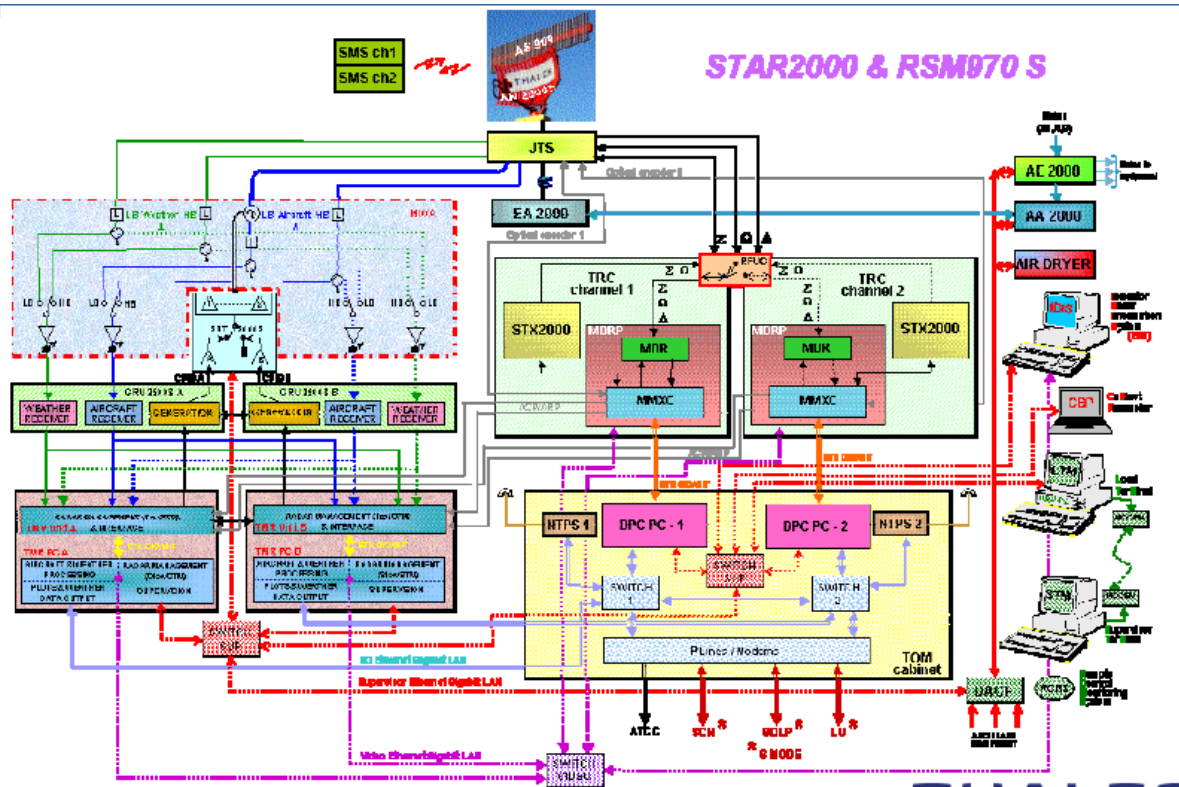
包含雷達資料顯示器 IBIS〔Indicator Radar/ Information System -BIS〕、站台參數設定軟體〔Site Dependent Parameter Tool, SDPT〕。

(8)、ASTERIX - CD2 Converter

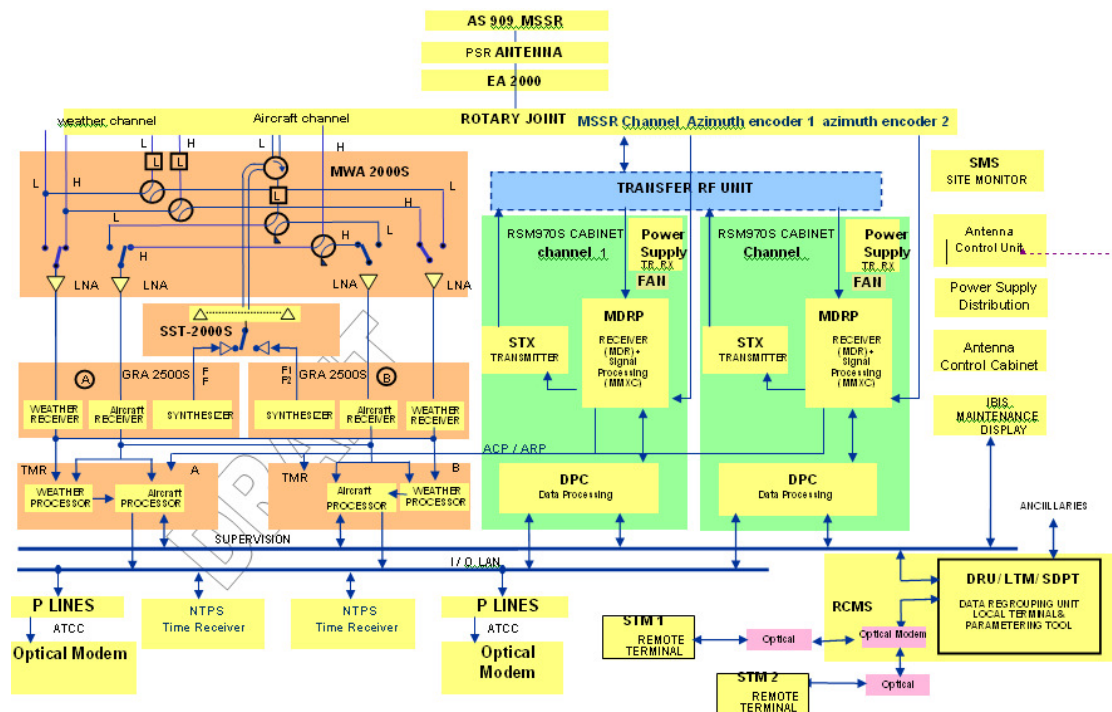
將 ASTERIX 輸入格式轉換為 CD2 輸出格式(如圖 27)。

(9)、答詢模擬器 SMS (Mode S site monitor)

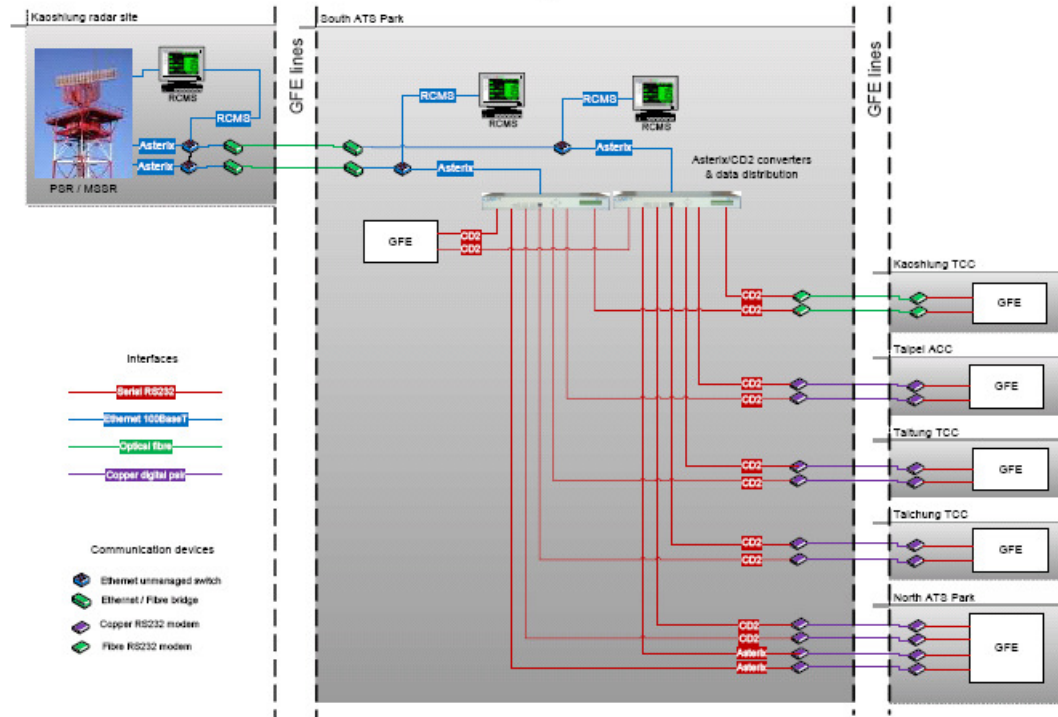
模擬飛機答詢器提供雷達性能測試及參考。



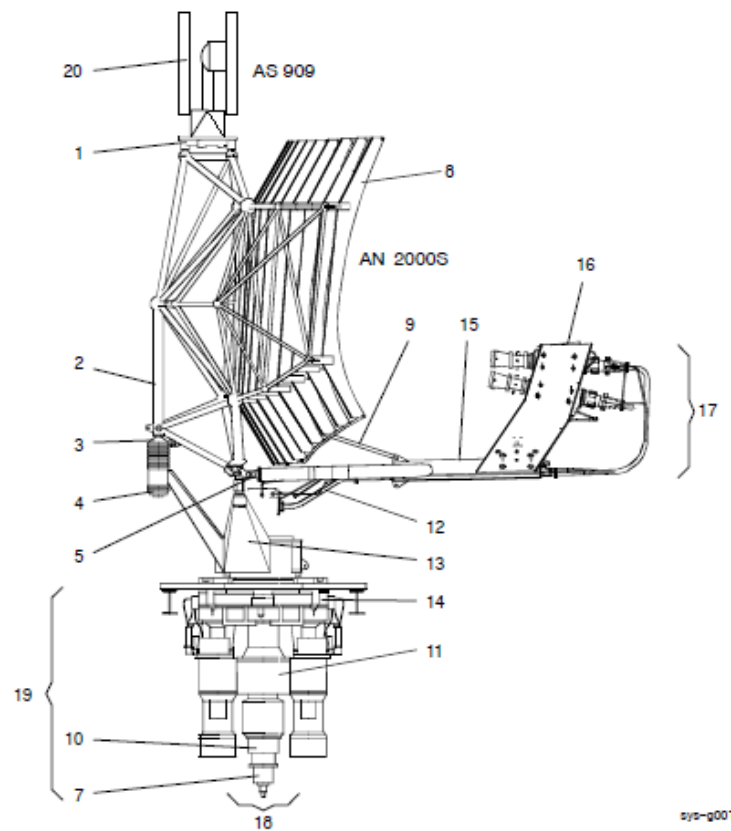
〔圖 17〕高雄近場雷達裝備架構



〔圖 18〕高雄近場雷達裝備架構



〔圖 19〕高雄近場雷達裝備架構



〔圖 20〕高雄雷達天線系統



AE 2000R

DACF Unit

(圖 21) AE2000R 及 DACF unit

TRC CABINET

Front view

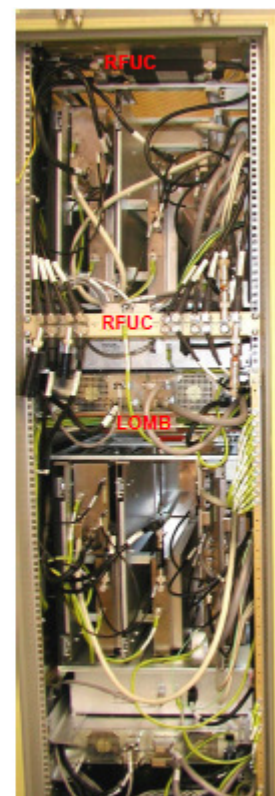
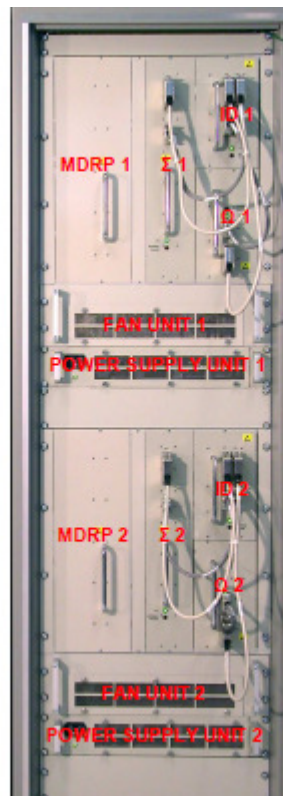


圖 22 TRC 機架

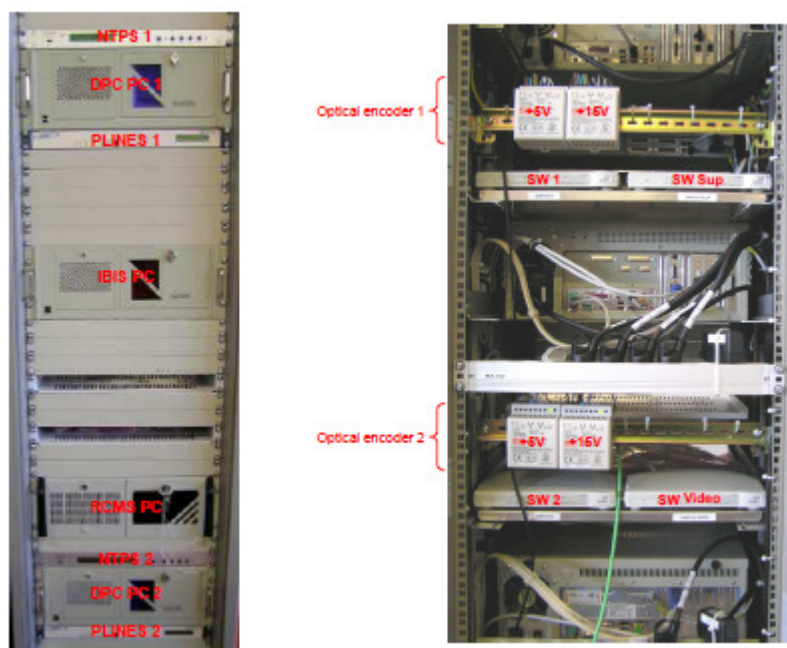


圖 23 TOM 機架

2、馬公 STAND-ALONE 次級雷達裝備架構〔如圖 24、25〕所示,裝備概述如下：

(1)、天線系統〔如圖 26〕

- a.次級雷達 monopulse 天線〔AS909〕。
- b.天線驅動裝備〔EA2000 A NGB〕及旋轉耦合器 Rotary Joint〔JTA-A〕及方位信號產生器 Encoder。
- c.天線控制機架〔AA2000〕

(2)、電源分配機架(AE2000),內含 DACF unit〔如圖 21〕

(3)、MODE-S 次級雷達系統 RSM970S

a. TRC 機架(Transmitter Receiver Cabinet)〔如圖 22〕所示,包含：

(a-1)兩個 I/R (Interrogator/Receiver) channel

每個 I/R channel 包括一組發射機 STX2000 及一組數位接收機/處理器 (MDRP),由數位接收機(MDR)及信號處理器(MMXC)所組成。

(a-2)傳輸切換系統 RFUC。

b. TOM 機架(Tracking Output and Miscellaneous)〔如圖 23〕所示, 包含：

(b-1)兩台資料處理器 DPC PC (Data Processor PC):

初級、次級資料結合、軌跡預測及輸出。

(b-2)一個 I/O Ethernet LAN

由兩台 Lan switches 聯結兩台 PLines 及數台 Modem 所組成。

(b-3)兩台 NTPS：執行 Time Stamping 功能。

(4)、一個 Supervisor Ethernet LAN

由兩個 Sup. LAN switches 所組成,連接 DPC PC、RCMS、IBIS、CBP、DACF 與初級雷達的 TMR-PC 及 SST 2000S。

(5)、一個 Video Ethernet LAN

由一個 video switch 所組成, 連接 IBIS 與初級雷達的 TMR-PC 及次級雷達的 MDRP。

(6)、監控系統〔RCMS, Remote Control and Monitoring System〕

本系統提供一個人機介面,用於系統監視、控制及測量：

- a.三台桌上型電腦,一台 LTM 位於雷達機房,一台 STM 位於 Remote 端及一台 CTM 位於 Remote 端。每一台電腦均配備印表機。
- b.一個位於 power supply 機架(AE2000)內,具有 acquisition/control 功能的 DACF。

(7)、維護設備〔Maintenance Facilities〕

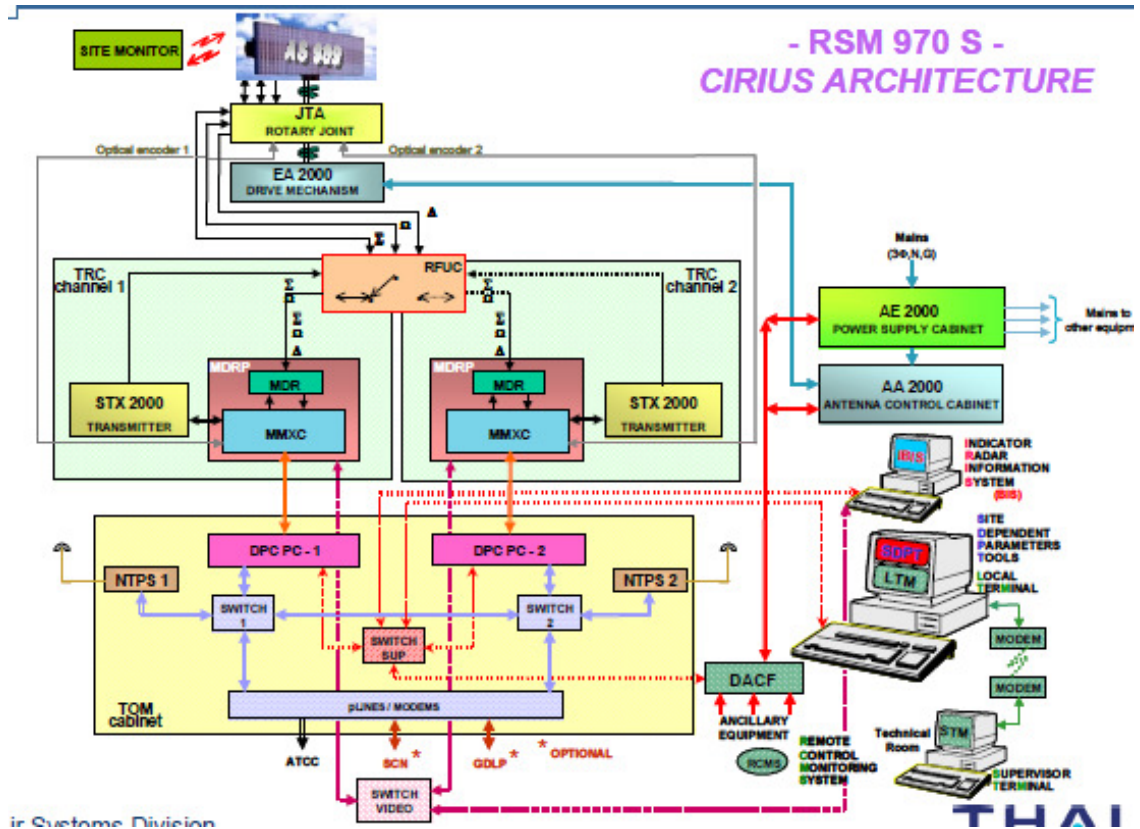
包含雷達資料顯示器 IBIS〔Indicator Radar/ Information System -BIS〕、站台
參數設定軟體〔Site Dependent Parameter Tool，SDPT〕。

(8)、ASTERIX – CD2 Converter

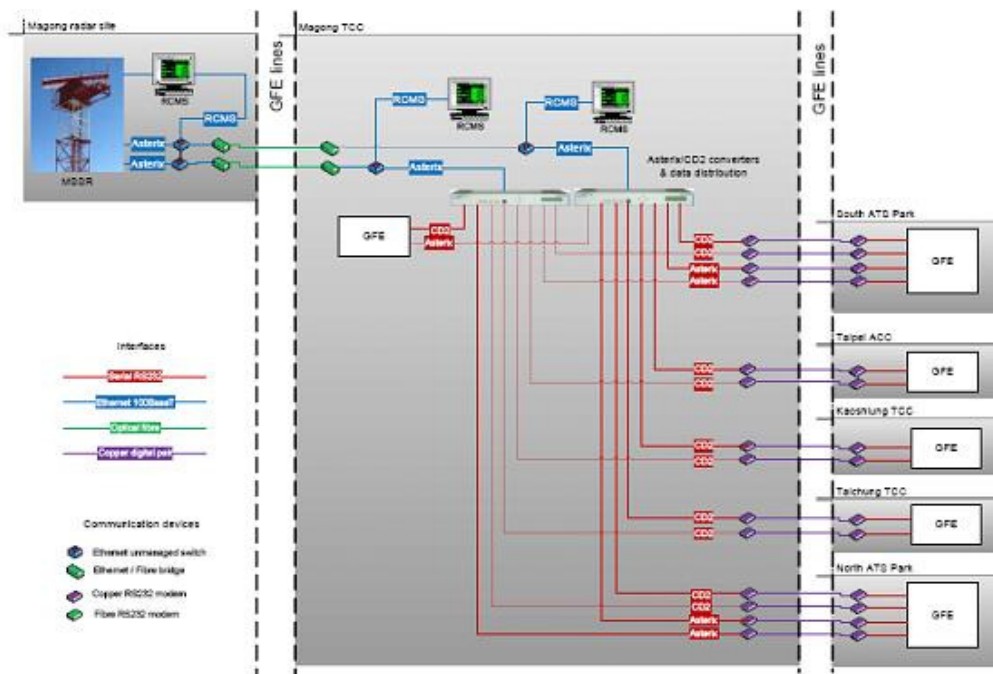
將 ASTERIX 輸入格式轉換為 CD2 輸出格式(如圖 27)。

(9)、答詢模擬器 SMS (Mode S site monitor)

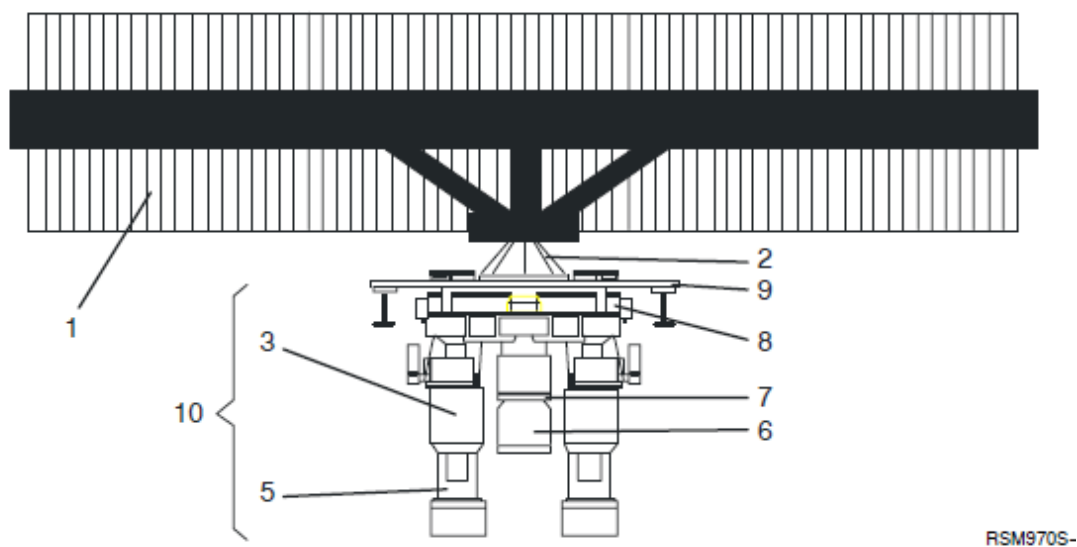
模擬飛機答詢器提供雷達性能測試及參考。



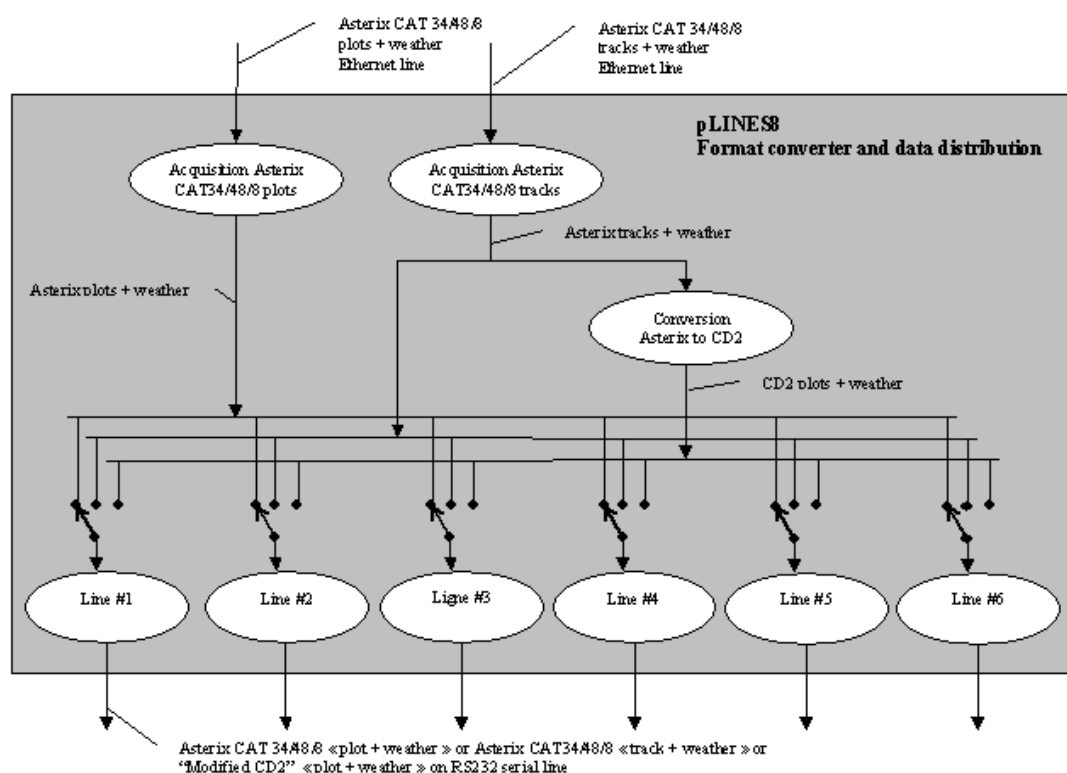
〔圖 24〕馬公 STANDALONE 次級雷達裝備架構



〔圖 25〕馬公 STANDALONE 次級雷達裝備架構



〔圖 26〕馬公 STANDALONE 次級雷達天線系統



(圖 27) Format ASTERIX-CD2 Converter Functional Architecture

2-2、次級雷達天線系統說明

1、次級雷達天線系統(如圖 28)

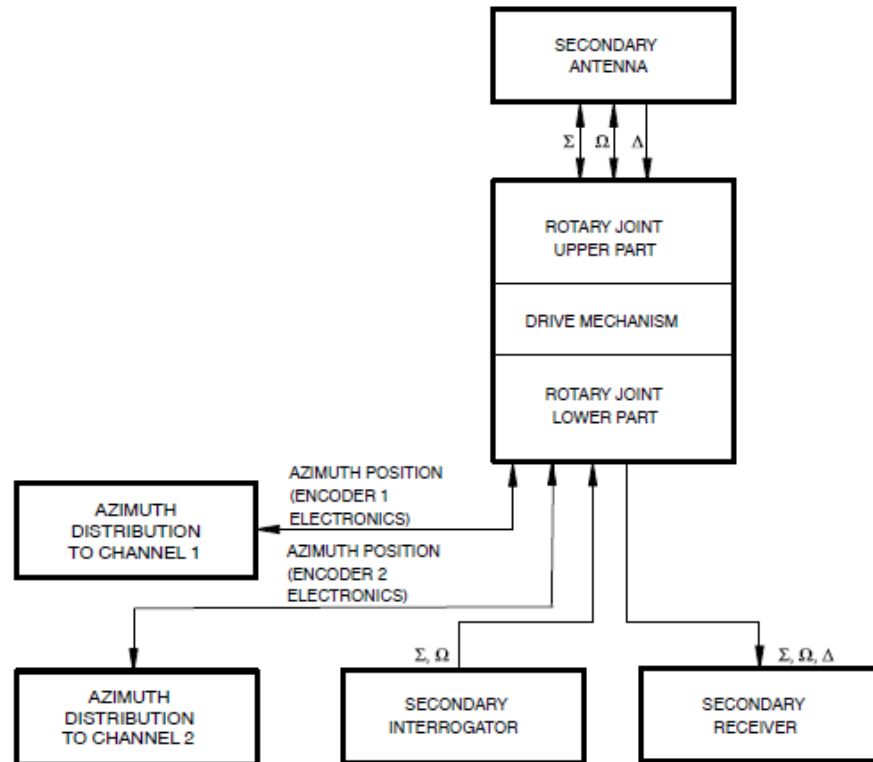


圖 28 次級雷達天線系統

(1)、次級雷達 monopulse 天線〔AS909〕

次級雷達天線系統包含一 LVA 天線〔Large Vertical Aperture〕，提供次級雷達發射〔 Σ 、 Ω 〕及接收〔 Σ 、 Ω 、 Δ 〕信號之用,可調整傾斜角度為 $-10^{\circ} \sim +10^{\circ}$ 。

(a)工作頻率：

發射頻率：1030 MHz $\pm$ 10 KHz (SUM and CONTROL Channels).

接收頻率：1090 MHz $\pm$ 3 MHz (SUM, CONTROL, and DIFFERENCE Channels).

(b)AS 909 天線

AS 909 天線由 35 根 front columns 及一根 rear column 所組成

(2)、天線旋轉耦合器〔Rotary Joint〕

天線旋轉耦合器用於雷達固定部分與天線旋轉部分間信號之傳遞，並產生天線方位角資訊，其方位角之資訊採用格雷碼編碼方式來提供方位角資訊。

高雄近場雷達 Rotary Joint(JTS-2C0)其信號耦合部分提供七個傳輸 Channel，供初、級雷達信號傳輸，其中一個為導波管 Channel，另六個 Channel 為同軸電纜，分別為：

- a. 導波管 Channel，提供初級雷達 low coverage aircraft 之發射與接收。
- b. 同軸電纜 Channel，提供初級雷達 high coverage aircraft 之接收。
- c. 同軸電纜 Channel，提供初級雷達 high coverage weather channel。
- d. 同軸電纜 Channel，提供初級雷達 low coverage weather channel。
- e. 同軸電纜 Channel，提供次級雷達 Σ Channel。
- f. 同軸電纜 Channel，提供次級雷達 Ω Channel。
- g. 同軸電纜 Channel，提供次級雷達 Δ Channel。

其次級雷達 channels 之工作特性如下：

Frequency : 1030 MHz $\pm$ 5MHz to 1090MHz $\pm$ 5MHz

VSWR : ≤ 1.35

Insertion losses : ≤ 1.00 dB

Peak power : 5 KW per channel

Average power : 150 W

Inter-channel decoupling : ≥ 60 dB

Optical Encoder :

高雄近場雷達有兩組獨立模組化 14 bits 的 Optical Encoder 此兩組 Optical Encoder 直接被安裝在 rotary joint 內，產生 ACP/ARP，並將天線位置(方位角增量 Azimuth Increment)傳送到 MMXC。

Optical Encoder 之電源係由位於 TOM 機架背面的兩個 +15V 和 +5V 之 power supply units 所提供。

因其為 14 bits Encoder 故 $ACP = 2^{14} = 16384$, $1 ACP = 360^\circ / 16,384 = 0.022^\circ$

馬公STAND-ALONE次級雷達雷達Rotary Joint (JTA-A)(如圖29)

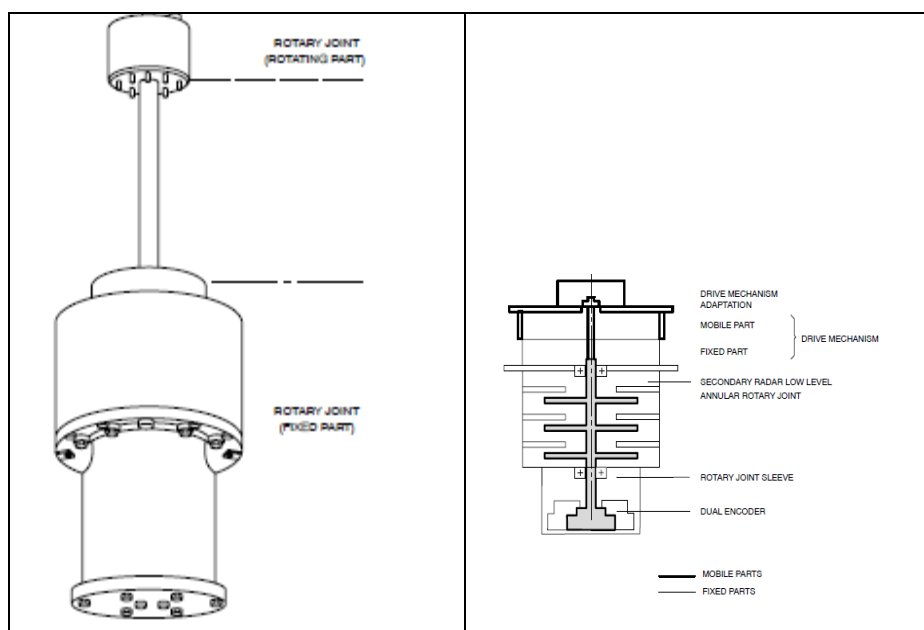


圖 29 Rotary Joint (JTA-A)

其信號耦合部分僅提供 3 個傳輸 Channel 分別為：

- a. 同軸電纜Channel，提供次級雷達 Σ Channel.
- b. 同軸電纜Channel，提供次級雷達 Ω Channel.
- c. 同軸電纜Channel，提供次級雷達 Δ Channel.

其次級雷達channels之工作特性如下：

Frequency : 1030 MHZ $\pm$ 5MHZ to 1090MHZ $\pm$ 5MHZ

VSWR : $\leq$ 1.35

Insertion losses : $\leq$ 0.90 dB

Peak power : 3.2 KW per channel

Average power : 159 W

Inter-channel decoupling : $\geq$ 60 dB

Optical Encoder :

與高雄近場雷達不同的是，馬公 stand-alone 雷達僅有一組模組化 Encoder 但此組模組內有兩個 Optical Encoder。

(3)、天線驅動裝置(如圖30)

利用兩組驅動馬達帶動天線以每分鐘12轉的固定轉速旋轉，每組驅動馬達均可單獨運作，並具有手動煞車裝置，在天線基座及兩個差速箱〔Gearbox〕內均有油位感知器，監測油位狀態。

具有馬達溫度保護裝置,當馬達內部溫度到達140℃，將起動溫度保護裝置而使馬達停止運轉。

為達到redundant 之目的在正常運轉時,乃以雙馬達運轉工作。

為了降低起動轉矩當第一個馬達起動後須經短暫的時間延遲後,第二個馬達才會起動。

因馬達直接採用400V,60HZ 驅動天線,且以每分鐘12轉的固定轉速旋轉,所以此套天線驅動裝置並無variator裝置。

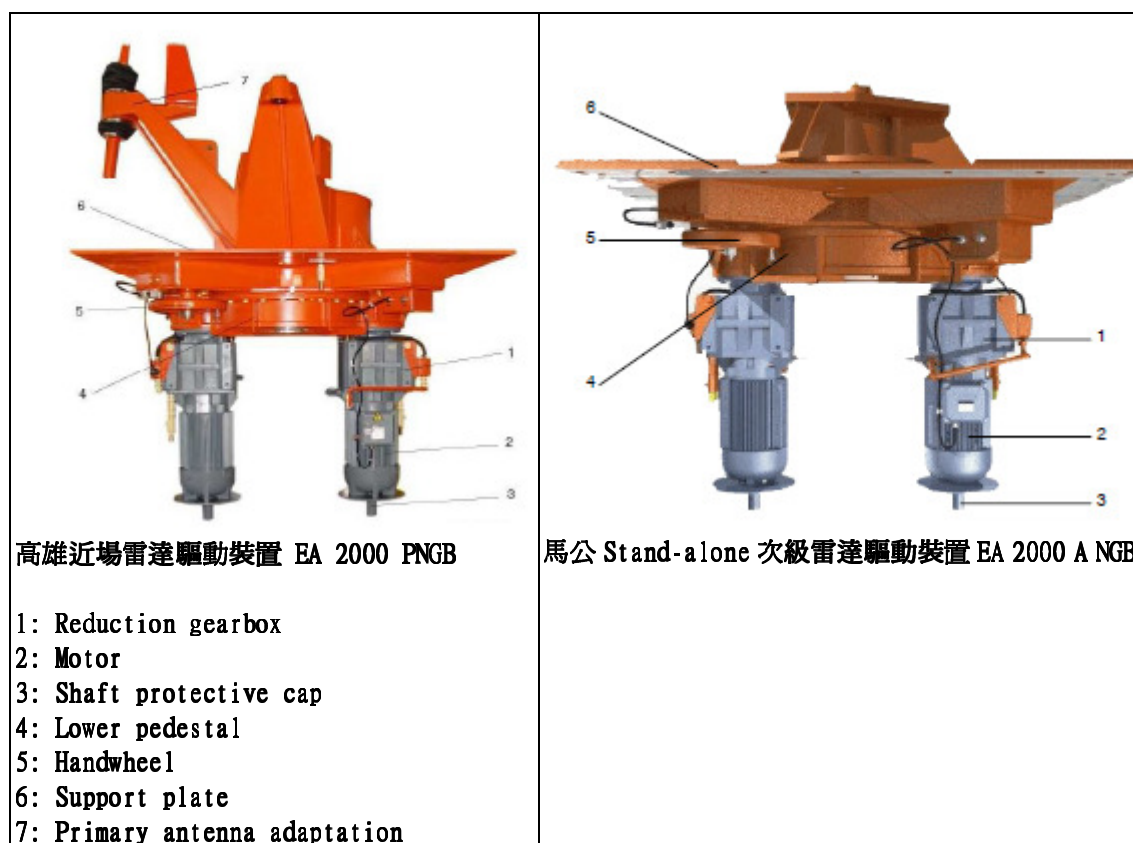


圖30 天線驅動裝置

(4)、傳輸切換系統 RFUC(如圖31)

本系統主要功能:負責同時切換 Σ 、 Ω 、 Δ 三個波道，將 ON-LINE 波道連接至天線、STANDBY 波道連接到假負載〔DUMMY LOAD〕，當失去控制信號或電源時亦可維持原來狀態。

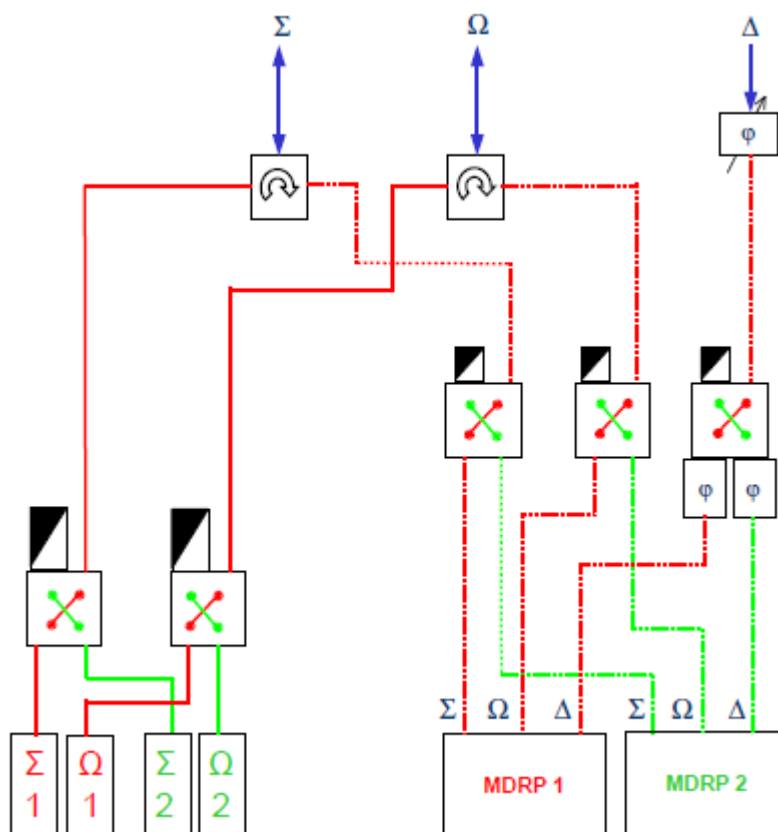


圖 31 傳輸切換系統 RFUC

2-3、發射機STX2000

發射機 STX2000 配有 Mode S 次級監視雷達, 擔負 SSR 和 Mode S 詢問信號的調變和功率放大的功能並將 Σ 〔SUM〕、 Ω 〔CONTROL〕兩個波道信號傳送到天線。

發射機 STX2000 的發射格式包括 MODE 1、MODE 2、MODE 3/A、MODE C 及 MODE S 等格式, 提供控制輸出功率的能力。發射機能夠發射 SSR 詢問信號(P1, P2, P3) 及 MODE S 詢問信號(P1, P2, P4, P5, P6(long/short)), 並且能在 Ω 波道發射 P1 Control 信號以達成 IISLS (Improved Interrogator Side Lobe Suppression) 功能。

1、發射機 STX2000 由以下三個模組所組成 (如圖 32):

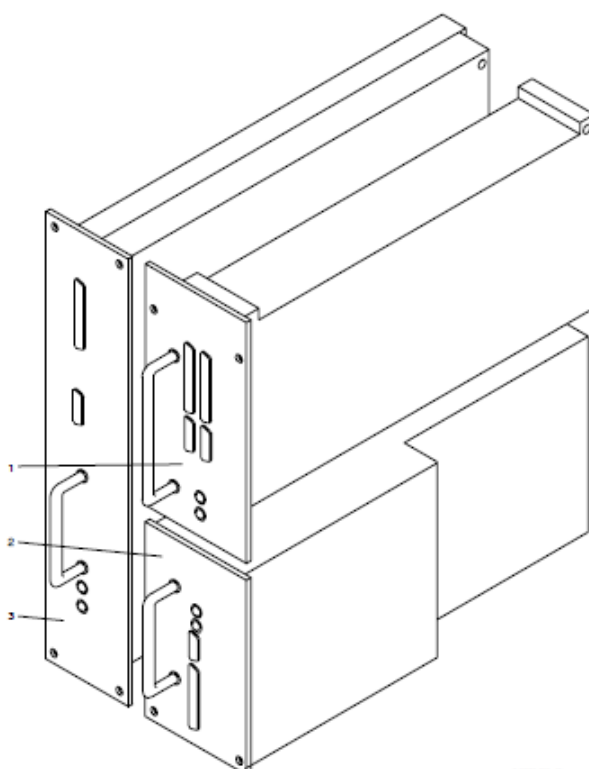


圖 32 發射機 STX2000 組成

- (1) 界面驅動器模組 (INTERFACE DRIVER Module)
- (2) Ω 波道高功率放大器模組 (CONTROL HPA Module)
- (3) Σ 波道高功率放大器模組 (SUM HPA Module)

2、STX 2000 發射機主要功能及方塊圖(如圖 33)：

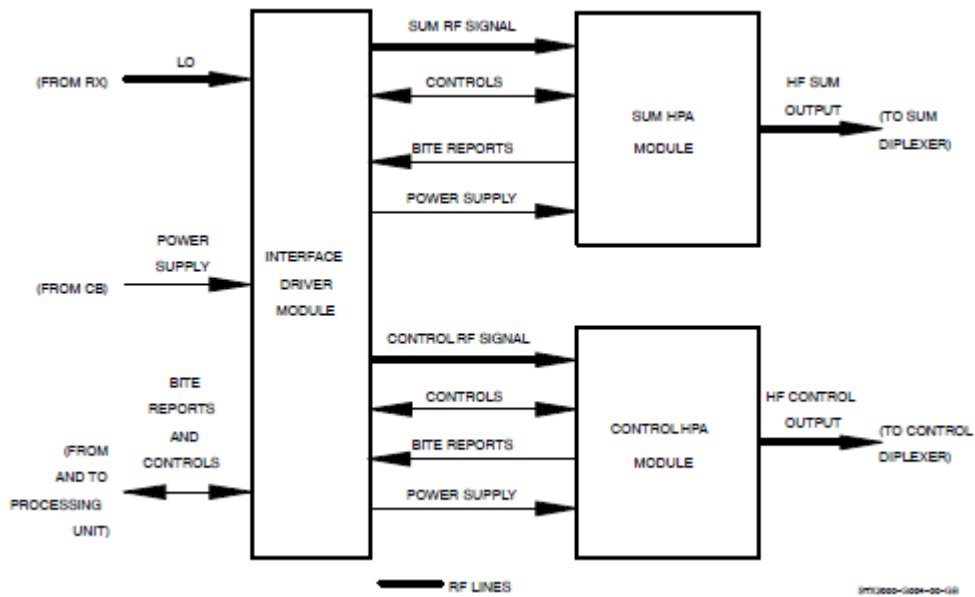


圖 33 STX 2000 發射機主要功能及方塊圖

(1)、介面驅動器模組 (INTERFACE DRIVER Module)，主要功能(如圖 34)：

- a. 射頻調變(RF Modulation)
- b. 界面處理 (Interface Processing)
- c. 內部介面驅動器 BITE 功能 (Internal Interface Driver BITE Function)

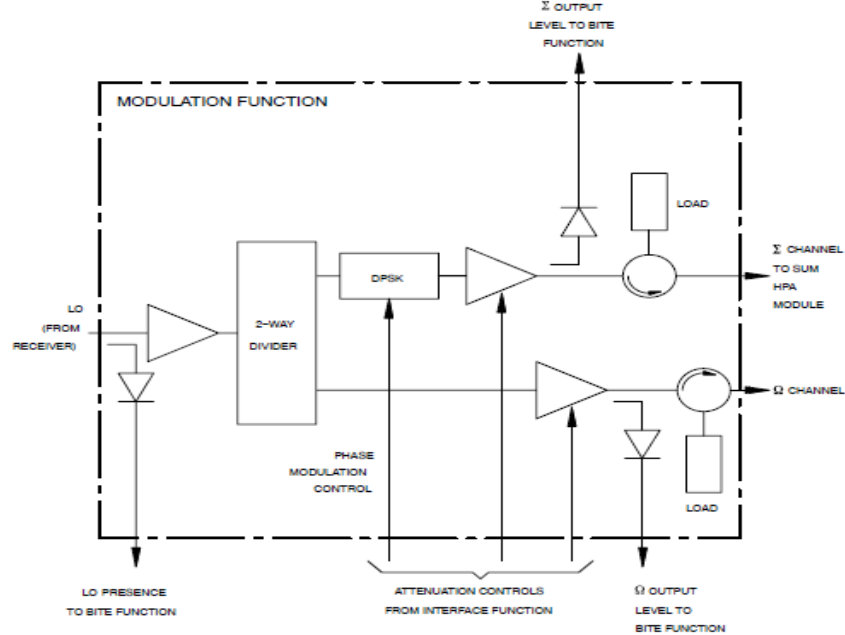


圖 34 介面驅動器模組

a. 射頻調變(RF modulation)，包含三個主要的子功能：

- a-1 接收來至接收機本地振盪器 1030 MHz 調變信號。
- a-2 將 1030 MHz 調變信號前置放大後送至高功率放大器模組(SUM HPA module 及 CONTROL HPA module)。
- a-3 提供 SUM 波道差動相位鍵移調變(DPSK:Differential Phase Shift Keying)給 MODE-S 模式詢問用。

b. 界面功能(INTERFACE FUNCTIONS)，包含二個主要的子功能：

- b-1 作為與處理器間之界面：有關的射頻調變、衰減及 BITE 報告。
- b-2 分送調變、功率控制及電源到高功率放大器模組。

c. 內部界面驅動器 BITE 功能(Internal Interface Driver BITE Function)

包含二個主要的子功能：

- c-1 從高功率放大器模組(HPA modules)的BITE功能儲存所有的失敗報告。
- c-2 內部的界面驅動器BITE功能。

(2)、 Ω 波道高功率放大器模組(CONTROL HPA module)

主要功能及方塊圖(圖35)如下：

- a. 將來自界面驅動器模組之射頻信號做高功率放大。
- b. 依據來自界面驅動器模組的命令將輸出功率從0dB到12dB作衰減調整。
- c. 在IISLS 功能下從0dB到6dB作衰減調整。
- d. BITE 的功能。

這些功能可以被傳遞進入以下6個附屬功能：

- a. 驅動的功能。
- b. 分割的功能。
- c. 放大的功能。
- d. 組合的功能。
- e. 衰減的功能。
- f. Ω Channel 的 BITE 功能。

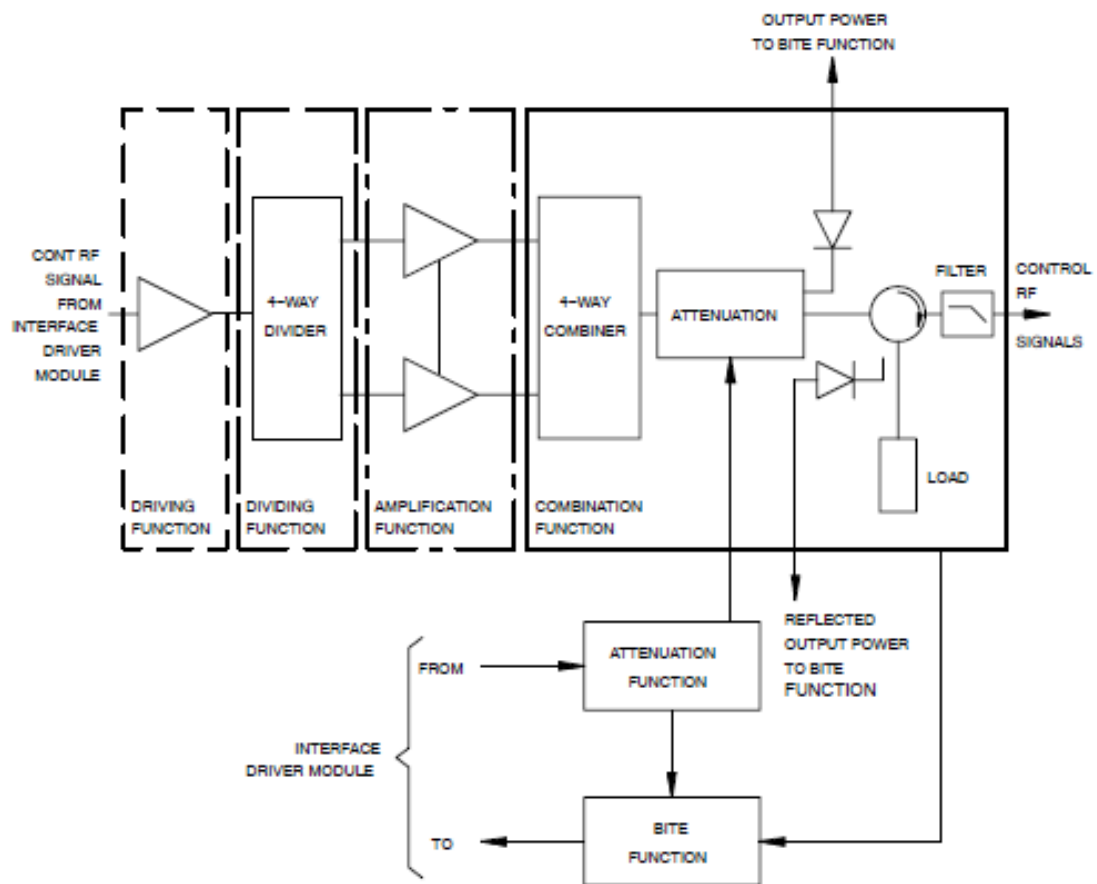


圖35 Ω 波道高功率放大器模組

(3)、 Σ 波道高功率放大器模組(SUM HPA Module)

主要功能及方塊圖(圖 36)如下：

- 將來自界面驅動器模組之射頻信號做高功率放大。
- 依據來自界面驅動器模組的命令將輸出功率從0dB到12dB作衰減調整。
- BITE 的功能。

這些功能可以被傳遞進入以下5個附屬功能：

- 驅動的功能。
- 放大的功能。
- 組合的功能。
- 衰減的功能。
- Σ Channel的BITE功能。

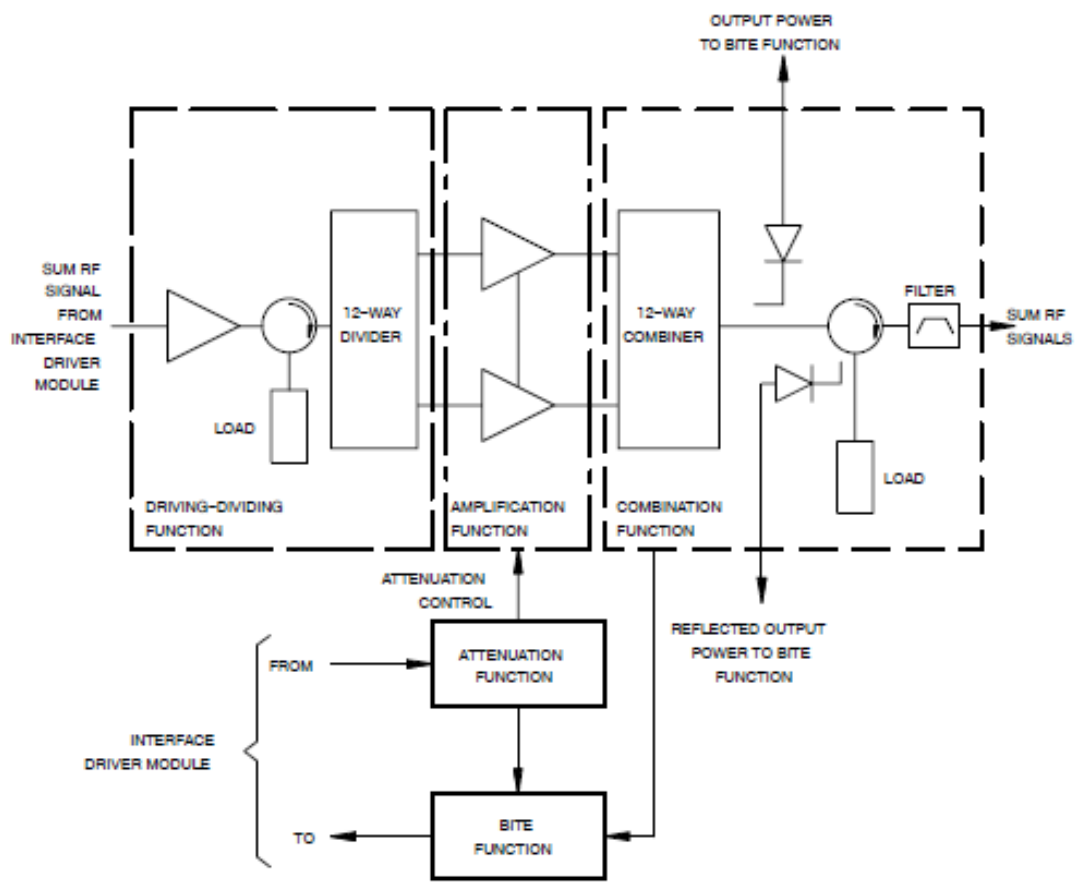


圖36 Σ 波道高功率放大器模組

2-4、數位接收機/處理器(MDRP)

MDRP由Mode S 數位接收機(MDR)及Mode S數位處理器(MMXc)所組成且數位接收機(MDR)及Mode S 數位處理器(MMXc)安裝在同一模組上。如圖37所示：

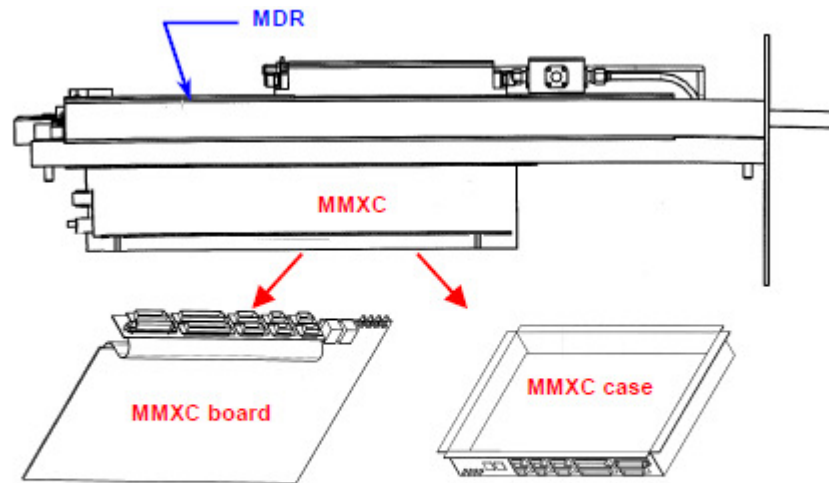


Figure 24 - MDRP configuration

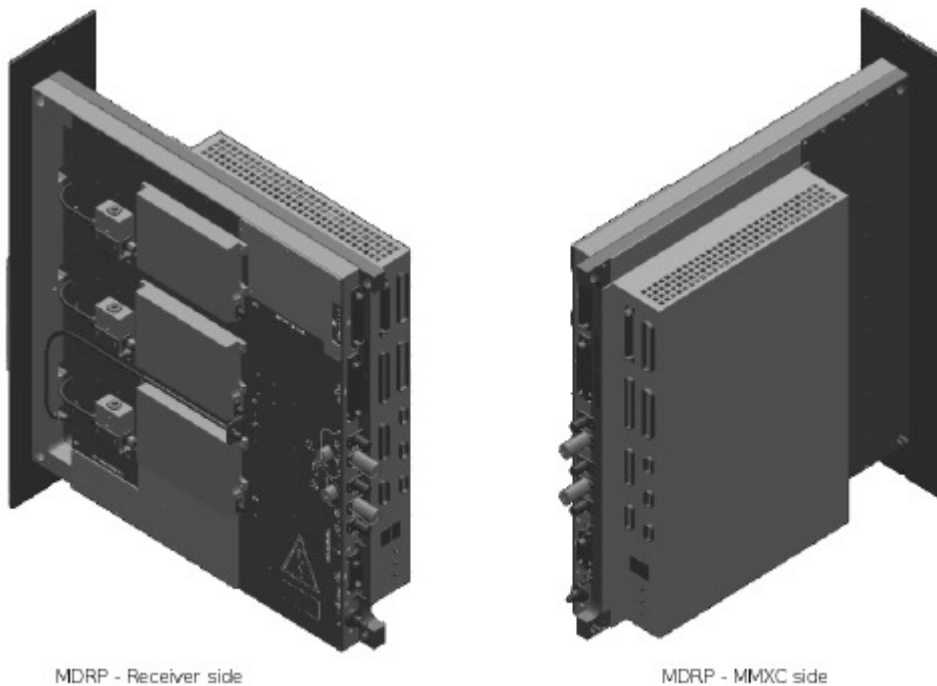


圖37 數位接收機/處理器

1、MDRP在資料處理電腦(DPC-PC)的控制下執行以下功能：

- (1)、接收和處理 Transponder 的射頻(RF)回答：提供數位視頻訊號到Mode S信號處理器作處理。
- (2)、處理Transponder SSR的回答信號：提供SSR回答信息到DPC-PC。
- (3)、處理Transponder mode S的回答信號：提供mode S回答信息到DPC-PC。
- (4)、雷達的間隔和時間管理：計畫SSR/Mode S的詢問時間表至發射機及回答視窗。
- (5)、方位資訊的處理：與方位角編碼器界面以及若是初級、次級Co-mounted的雷達則將方位的報告傳送到初級雷達的TMR。
- (6)、雷達數個單元的控制和監測及MDRP本身的監測。

2、接收機(MDR)的角色：

(1)、產生信號

- a. $\log \Sigma$ 、 $\log \Delta$ 、 $\log \Omega$
- b. 藉由比較(1) $\log \Sigma$ and $\log \Omega$ (2) $\log \Sigma$ and $\log \Delta$ 的視頻信號來決定QRSLs的信號(Q=Quality，參照圖38)
- c. 角度偏差信號(angle error signal) $f(\Delta / \Sigma)$

$$f(\Delta/\Sigma) = k \cdot \text{Re} \left(\frac{\vec{\Sigma} \cdot \vec{\Delta}}{\Sigma^2} \right)$$

(2)、信號處理

- a. 在 Σ 、 Δ 、 Ω 3個channel的接收頻率，藉由低雜訊的前置放大器，獲得一個降低雜訊的係數。
- b. 在接收的射頻(1090 MHz)上和在中頻(110 MHz)以及在數位振幅相位偵測單元(digital Amplitude Phase Detection (APD)) 上執行濾波。
- c. 1090 MHz射頻信號藉由和1200 MHz本地振盪器混頻轉換成110 MHz。
- d. 1200 MHz是經由一個電壓控制振盪器(VCO)所產生，而發射機1030 MHz的信號亦是經由一個電壓控制振盪器(VCO)所產生。

(3)、匯流排的角色

- a. 匯流排控制MMXc與接收機之間的資訊交換：
- b. 觸發接收機BITE測試和正確的BITE報告。
- c. RSLs的臨界值設定和設定RSLs在接收機的生效狀況。

3、接收機(MDR)功能描述(如圖 38)：

- (1)、類比到數位轉換：將接收來自 Transponder 的 RF 信號作類比放大、濾波及解調後轉換成數位信號。
- (2)、信號處理：信號處理後產生各配套設備所想要的信號以及BITE的管理。
- (3)、產生本地頻率1030MHz：用於頻率轉換、將1030MHz信號送到發射機。

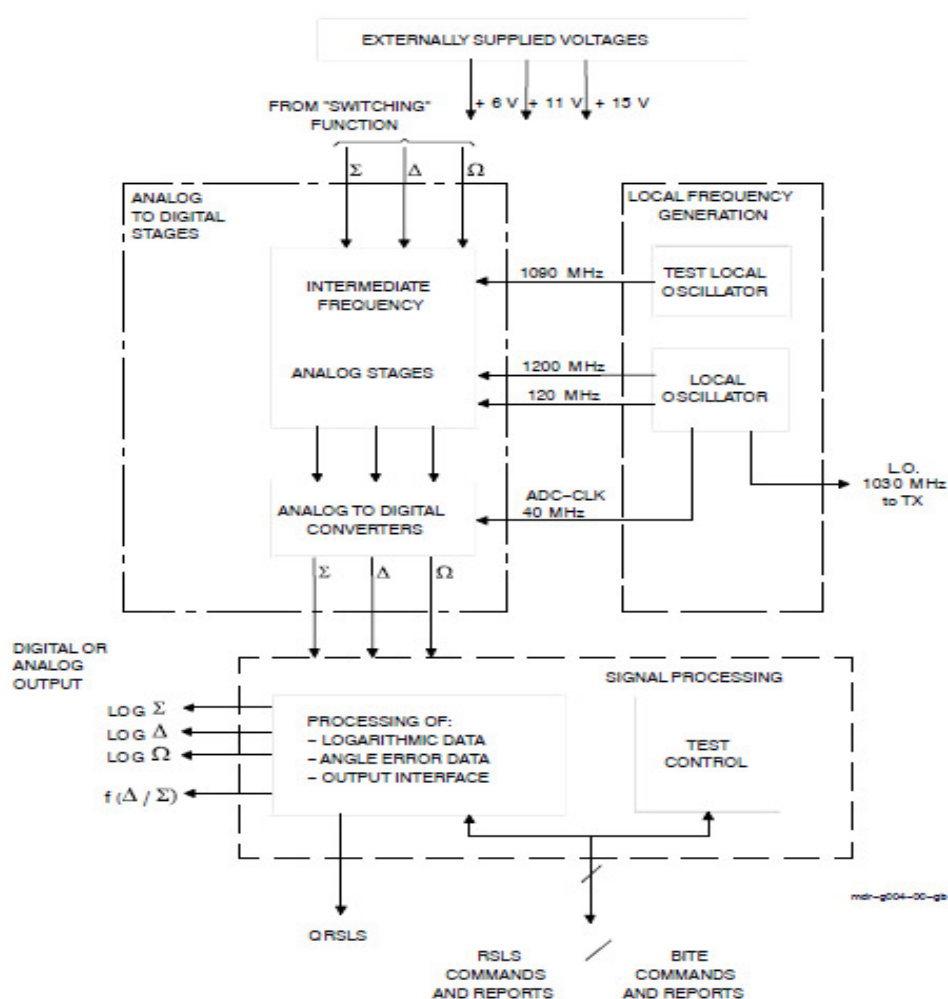


圖38 接收機(MDR)功能描述

4、處理器 (MMXC) 的角色:

Mode S雷達處理器(MRP)有連接DPC-PC(data processing computer)軟體時, MMXc執行SSR雷達信號的處理。

(1)、即時處理

MMXc執行即時處理,它的操作目的是依照Mode S雷達處理器(MRP)送來的控制信號將航機詢問作排程計畫及在連續的all-call和roll-call 週期內組合listening windows,它是爲了:

- a. 產生SSR和Mode S的詢問調變控制以及發射機的衰減控制。
- b. 產生到接收機的RSLs controls。
- c. 將接收機提供的視頻信號估算推斷SSR和Mode S的回答,並且將這些回答傳送到MRP作更進一步的處理。

(2)、I/R channel

在雙channel結構的Mode S雷達,MMXc的 to antenna channel 處理工作中的雷達資料而MMXc的 to load channel 則處理測試的資料。

一旦MMXc已經接收來自DPC-PC (MRP part)的channel轉換控制信息,則MMXc將控制RFUc的切換開關。

(3)、Maintenance

爲了維護目的, MMXc管理來自MMXc本身及其他雷達設備所聚集的BITE資訊,作即時的處理。

5、處理器(MMXC)的主要功能：

處理器(MMXC)完成以下主要功能(如圖39)：

- (1)、MMXC完成和其他外部設備的界面。
- (2)、時間間隔的管理(包含產生發射機和接收機的控制、RFUc控制以及BITE 的處理)。
- (3)、視頻脈波(video pulse)的處理。
- (4)、SSR的回答處理。
- (5)、Mode S的回答處理。
- (6)、MMXC和DPC-PC之間的界面。

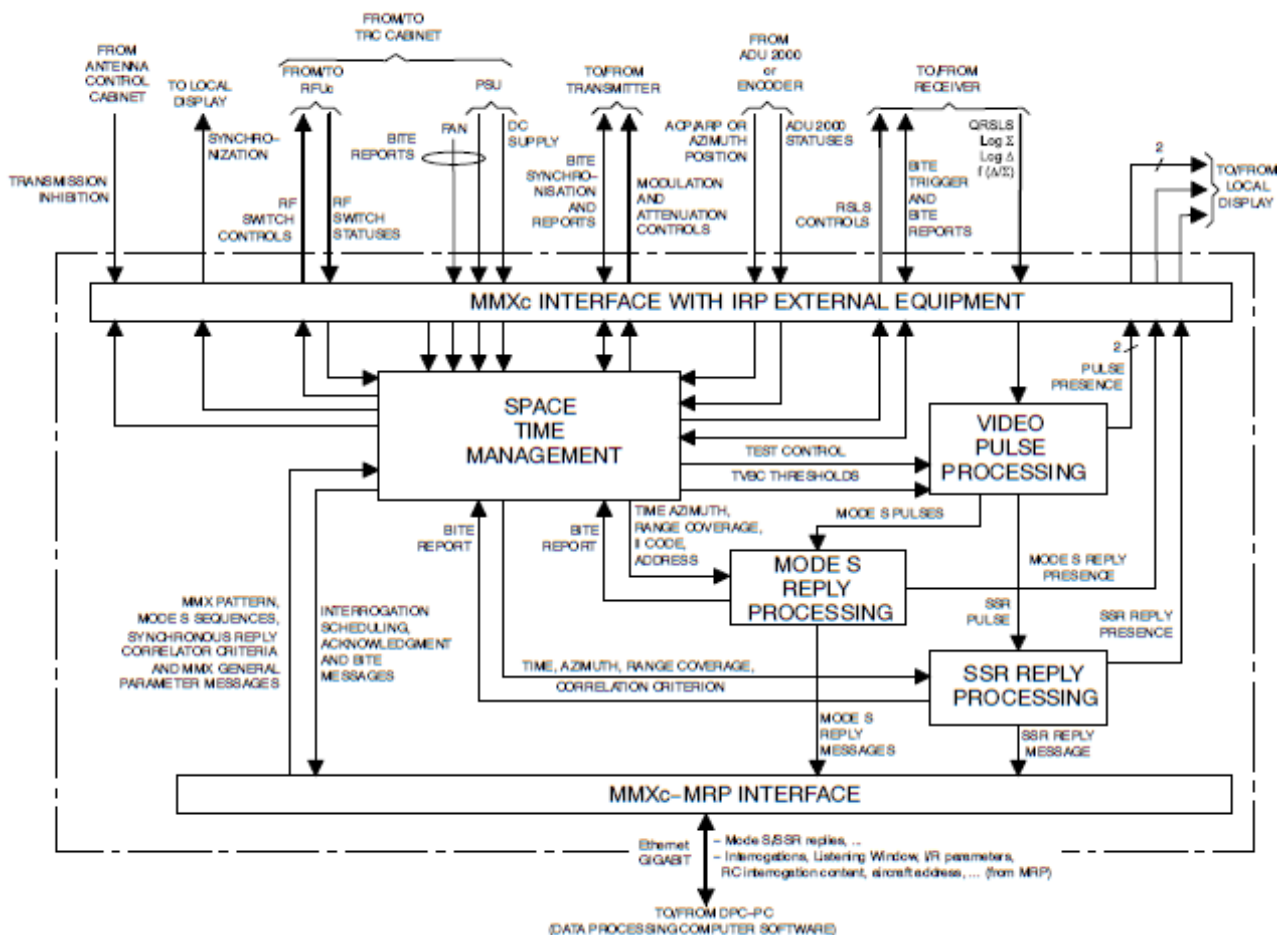


圖39 處理器(MMXC)的主要功能圖

2-5、資料處理器DPC-PC (Data Processing Computer PC)

資料處理電腦DPC-PC(Data Processing Computer PC)是一台標準的個人電腦它被安裝在一個19吋機架上,且在GNU/LINUX的作業系統下工作。DPC-PC能夠經由雷達系統的監控設備(RCMS)遙控或經由CBP參數工具作本地控制。其圖40如下所示:

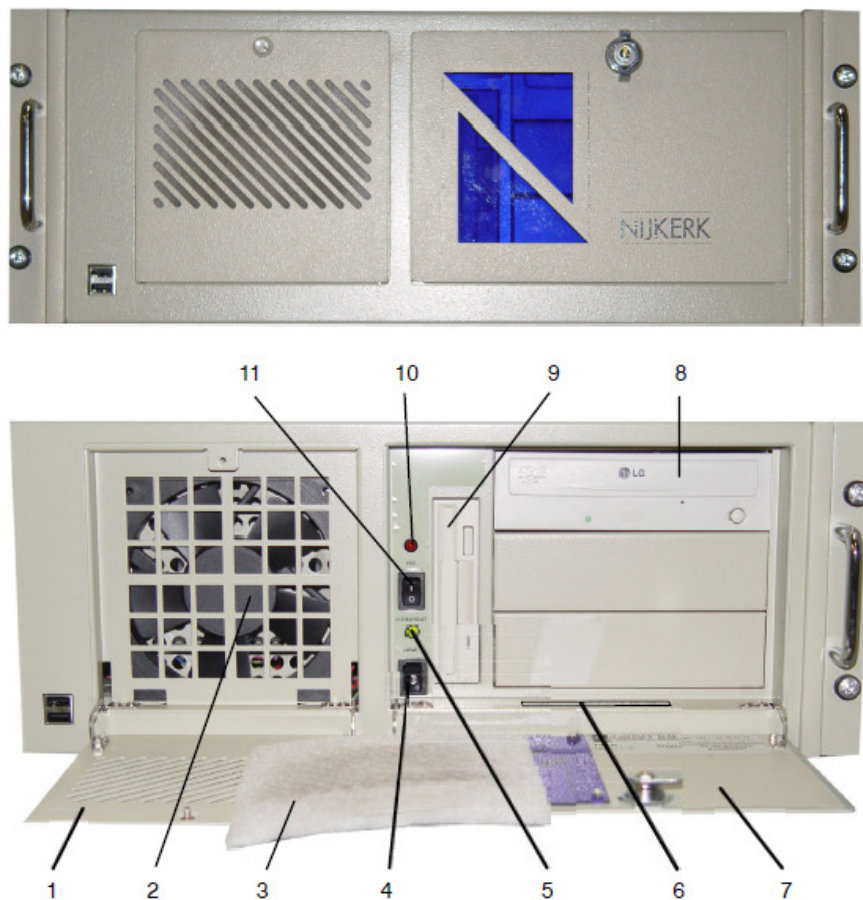


圖40 資料處理器DPC PC

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1: left door | 7: right door |
| 2: front fan | 8: DVD / CD-ROM drive |
| 3: dust filter | 9: 3.5" floppy disk drive |
| 4: toggle switches | 10: LED |
| 5: LED | 11: toggle switches |
| 6: label | |

1、資料處理器聯結的設備

DPC-PC可以是Standalone二次雷達的一部分或是同時安裝有初級+次級雷達的，DPC-PC是架構在Dual Redundancy操作功能的基礎上，每一個Channel各有一台DPC-PC，DPC-PC處理來自MDRP的資料(同時有初級+次級的雷達則透過I/O LAN處理來自TMR的資料)。

每一台DPC-PC聯結的設備有(如下圖41、42):

- (1)、經由Gigabit LAN聯結MDRP。
- (2)、若是同時具有初級+次級的雷達則透過I/O LAN聯結TMR PCs。
- (3)、藉由supervision LAN聯結本地維護顯示器(Local Maintenance Display IBIS)。
- (4)、透過supervision LAN聯結LTM (Local Technical Monitor)。
- (5)、透過I/O LAN聯結LINES。

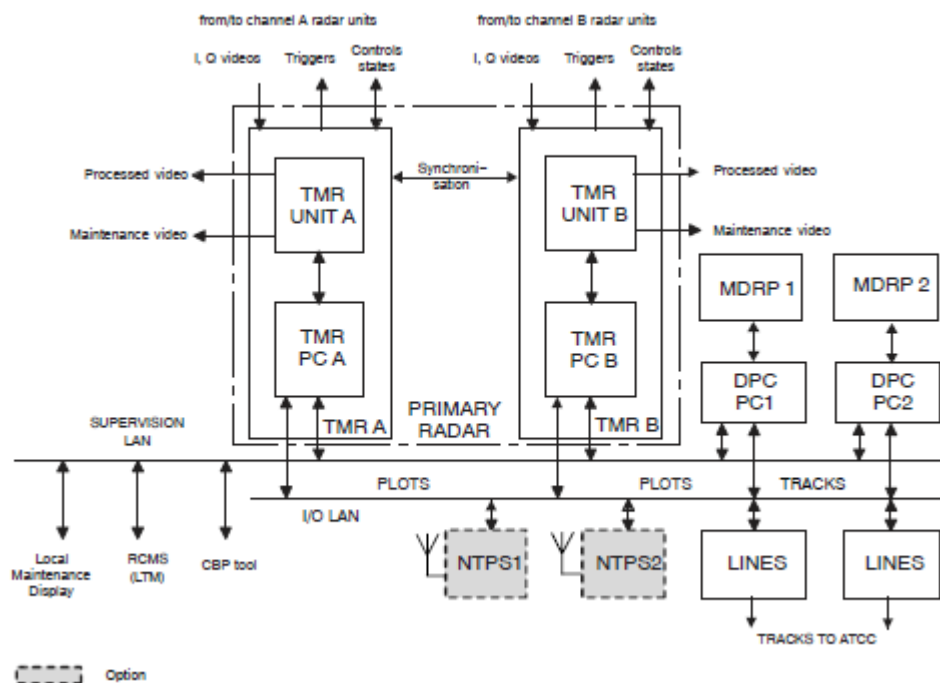


圖41 DPC-PC聯結的設備(PSR+SSR)

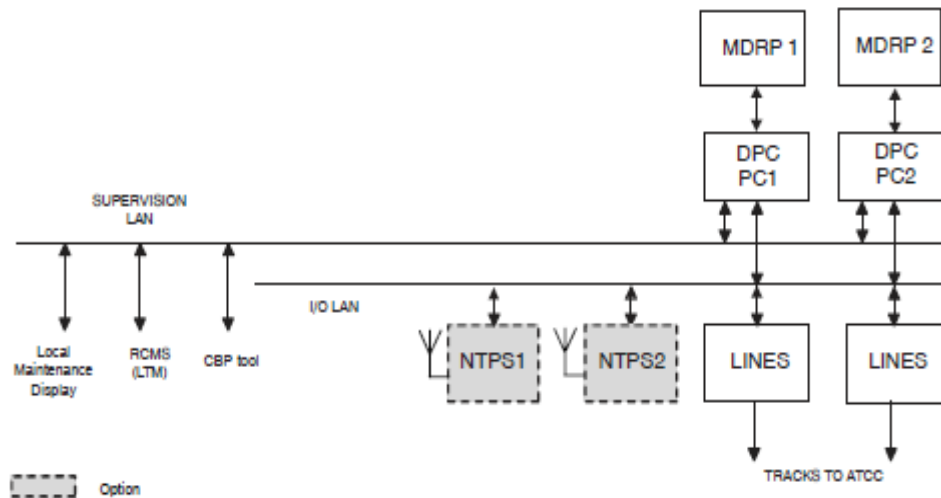


圖42 DPC-PC聯結的設備(單獨SSR)

2、資料處理器功能描述

DPC-PC完成以下功能(如圖43):

- (1)、SSR / Mode S 波束管理。
- (2)、排程管理。
- (3)、軌跡管理。
- (4)、資料連結管理。
- (5)、Channel BITE管理。
- (6)、SMS(Mode S site monitor)管理,包括長回路測試管理。
- (7)、增強surveillance管理。
- (8)、ATCC(Air Traffic Control Centre) 界面。
- (9)、GDLP(Ground Data Link Processor) 界面。
- (10)、LU(Local User) 界面。
- (11)、SCN(Surveillance Coordination Network) 界面。
- (12)、PSR(Primary Surveillance Radar)界面及初級雷達和次級雷達的軌跡合成(只有在同時具有初級+次級雷達的結構,才具有此項功能)。
- (13)、將輸出的信息資訊作時間標記。

2-6、監控系統(RCMS，Remote Control and Monitoring System)

RCMS是一個人-機界面,從本地操作者位置(LTM)和遙控操作者位置(STM)來控制模擬雷達系統的主要部分(如圖 44)，其的目的是確保航管控制系統能安全可靠的操作，其配套設備如圖 45 所示：

1、初級和次級雷達

2、語音通信系統(vcs)

3、輔助設備,如:

(1)、電源供應

(2)、建築物的服務(如:空調、火警偵測．．等等)

(3)、各式各樣的設備,如安全性的告警

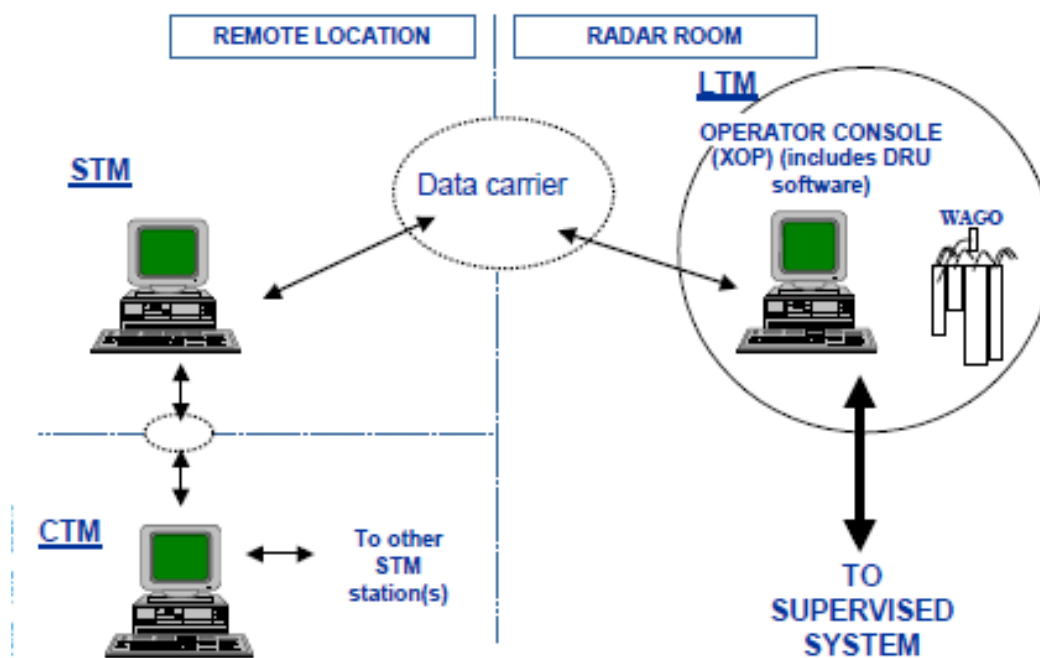


圖 44 監控系統

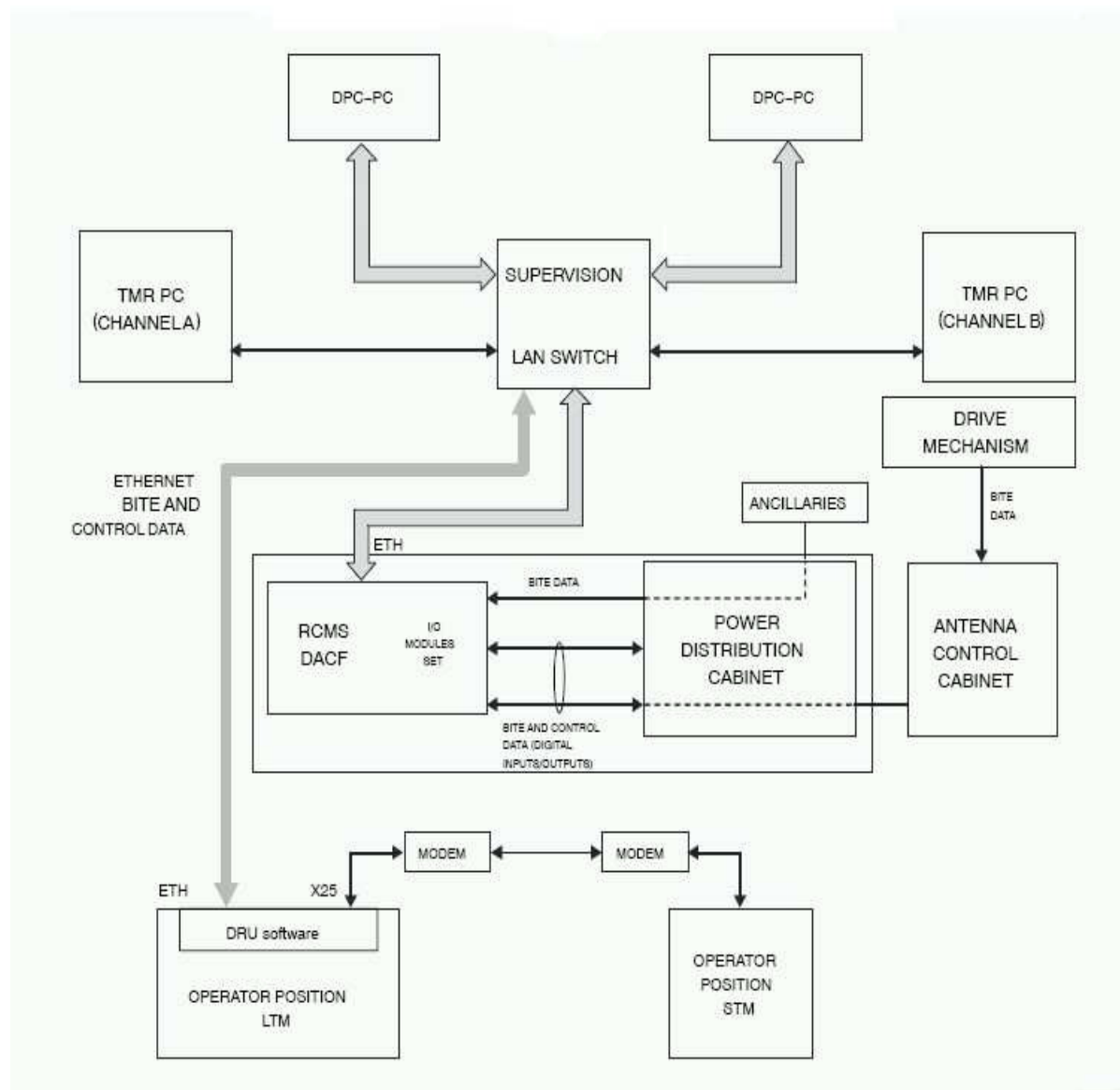


圖 45 監控系統配套設備

2-7、IBIS (Radar Maintenance Display)

IBIS的有關顯示如下：

- 1、初級和次級雷達的tracks和plots信號。
- 2、初級和次級雷達的數位影像和氣象地圖。
- 3、狀態資訊。
- 4、回答報告。

IBIS 配套設備之方塊圖46如下：

IBIS被連接到以下兩個不同的Gigabit Ethernet LANs

- 1、Video LAN
- 2、Supervision LAN

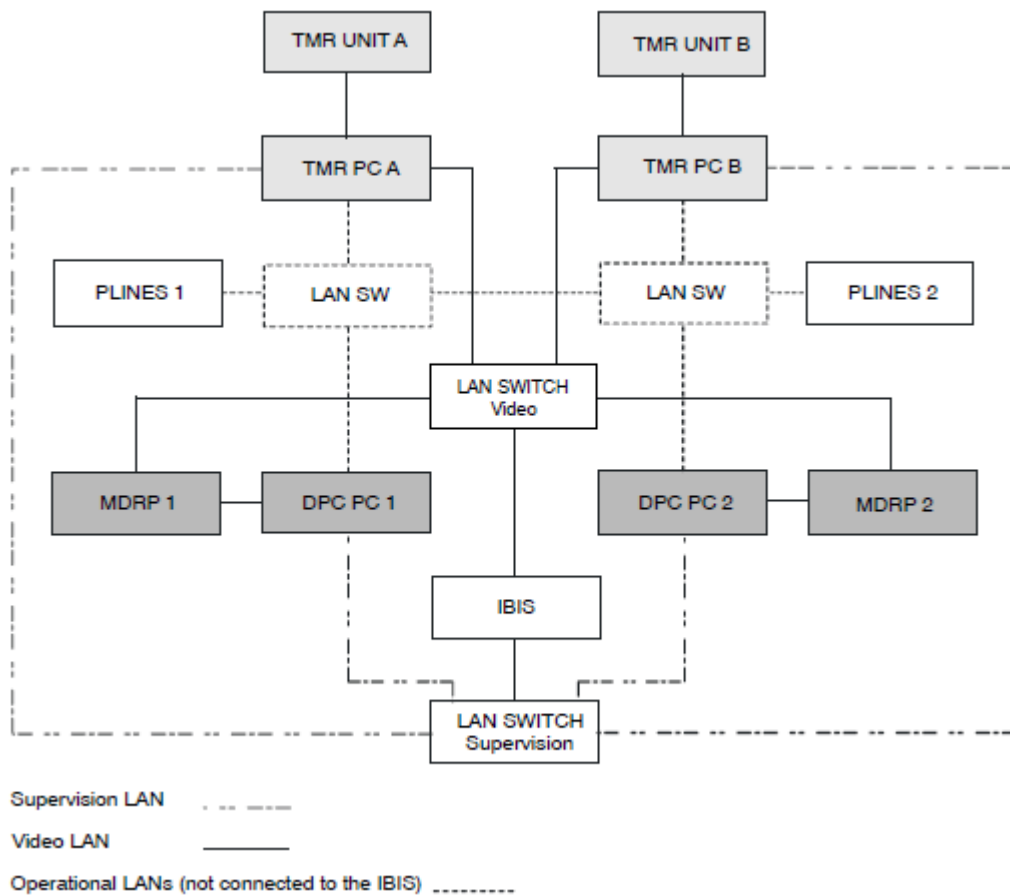


圖 46 IBIS 配套設備之方塊

肆、心得與建議

1. 經過第一階段的原廠基礎維護課程之後，我們已經對次級雷達的基本原理及雷達系統架構都有了初步的了解，也知道雷達系統開機/關機的程序及注意事項、軟體的參數檔備份、還原的程序及重要性、初步的故障判斷及檢修，不過在 Mode S 原理及資料格式方面對我們來說是新的一環，因此我們應該參考 ICAO Annex 10 V.4、相關資料(例如 CNS ATM 關鍵技術研究 5-3)及網站(例如 www.eurocontrol.int/mode_s/)。
2. 在 Mode S 的實務運作上，對我們來說是比較經驗不足的，不過在歐洲已經實施多年，教官在原理及實務各方面均經驗豐富，建議在第二階段的陣地維護課程時安排 Mode S 原理及實務的課程。
3. 電子設備的發展是朝向小型化及模組化進行，次級雷達亦是如此，採用一些新理論，並應用了積體電路的數位式資訊處理技術，大量運用電腦運算，軟體取代硬體，將各個單元小型化及模組化。因此，在軟體操作及調校方面，我們要更加熟練次級雷達 RSM 970S 本身提供的軟體；在硬體方面也不斷有新的零件及線路被開發出來，故建議安排零件特性、類比及數位線路判斷的課程。