

出國報告（出國類別：其他）

汰換後龍、綠島、恆春及西港
VOR/DME 設備案
工廠測試

服務機關：民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：謝明達 課長

陳竹村 臺長

許展彰 工務員

派赴國家／地區：美國／堪薩斯市

出國期間：108/08/13 ~ 108/08/22

報告日期：108/10/21

目錄

壹、目的.....	2
貳、過程.....	3
參、設備原理簡介.....	4
肆、工廠測試程序.....	11
伍、工廠測試內容.....	12
陸、心得.....	70
柒、建議.....	71

壹、目的

飛航服務總臺(以下簡稱本總臺)目前於臺北飛航情報區(以下簡稱本區)內共設置 8 套特高頻多向導航臺/測距儀(VOR/DME)，為本區建構國際及國內航路之重要助導航設施，完善該等設備並提供穩定訊號，為確保航機航路安全之首要工作。

依據民航局於 2012 年配合國際導航設施發展趨勢所發布之「助導航設施現況分析與未來規劃」中期(2016~2020 年)規劃，其中「特高頻多向導航臺(VOR)：維持既有電臺運行，評估探討性能導航(PBN)程序所需陸基助導航設施備援架構，除經評估確實有需之電臺持續汰換更新外，原則上將不再新增。既有電臺於到達設備壽年後，不再汰換更新，並逐步拆除。」；然而，目前民航局推動 PBN 程序建置仍在陸續規畫之中，除本區部分過境航路已建置 RNAV 或 RNP 之外，大部分航路仍需依靠傳統助導航設施提供導引服務，因此對於老舊之多向導航臺設備仍有進行汰換更新之需。

為確保各多向導航臺設備運作正常，本總臺均依設備良莠、工作狀況及使用年限，採逐年編列預算方式，逐步汰換老舊與維護不易之多向導航臺設備。

此次本總臺派 3 員前往原廠執行工廠測試，在原廠各項精密儀器及工程師專業檢測下，逐項檢測 VOR/DME 設備系統內各參數及性能是否符合國際民航組織(ICAO)相關規範與採購合約需求，俾設備來台後依約執行進度，確保航路飛航服務安全之運作。

貳、過程

一、廠測人員：

- (一)、 謝明達 飛航服務總臺.航電技術室.助航設備課 課長
- (二)、 陳竹村 飛航服務總臺.桃園裝修區臺.助航機電臺 臺長
- (三)、 許展彰 飛航服務總臺.臺東裝修區臺.綠島助航臺 工務員

二、日期：民國 108 年 8 月 13 日至 108 年 8 月 22 日，共計 10 日。

三、行程：

- (一)、 108 年 8 月 13 日搭乘長榮航空 BR8 班機，由桃園國機機場至舊金山國際機場。
- (二)、 108 年 8 月 13 日由舊金山國機機場搭乘美國國內線美國聯合航空 UA1855 班機至堪薩斯市國際機場抵達堪薩斯市。
- (三)、 108 年 8 月 14 日至 108 年 8 月 20 日於 Selex 公司對 MODEL 1119A HIGH POWER DME、MODEL 1150A DVOR、MODEL 1150A CVOR 設備進行工廠測試。
- (四)、 108 年 8 月 20 日由堪薩斯市國際機場搭乘美國國內線美國聯合航空 UA5255 班機至舊金山國際機場轉機，8 月 21 日搭乘長榮航空 BR17 班機，於 8 月 22 日返抵桃園國際機場。

參、設備原理簡介

一、VOR 原理摘要：

VOR 是目前航空界最常用的導航方式信標之一，飛行員預先選定飛行路徑，透過機載設備 VOR 儀表顯示其航機的飛行路徑及誤差，有助於飛行員修正其飛行路徑。

VOR 電台會發射兩種電波，電波發射周期為 1/30 秒。一個電波是指向性，以每秒 30 次的頻率，由磁北(magnetic north)為 0 度開始，沿著圓周依順時針方向往東、南、西方向劃分出 360 條幅向發射，以圓形間隔開的天線順序發送的定向信號；另一個電波是無方向性，也是主信號，以每秒 30 次的頻率，當指向性電波在正磁北時，同步發射全方向性(或稱「無方向性」)環形訊號。

當機載設備接收器收到 VOR 電台兩種電波訊號時，依該電台所在經位度位置，及兩個電波的時間差計算出航機與電台的方位角，供飛行員判斷出航機在該電台的哪個方位上。

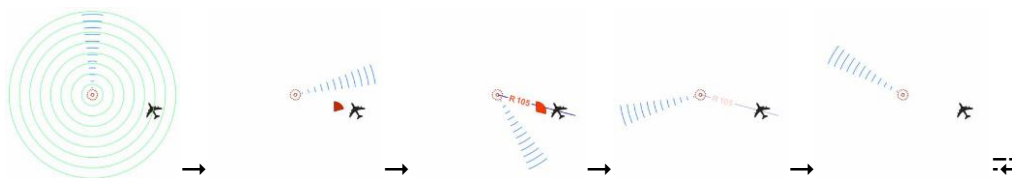


圖 1、圖資來源：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/維基百科>

機載裝備接收器有兩個組件分別接收 FM(Frequency Modulation) 30Hz 和 AM(Amplitude Modulation) 30Hz 信號，經解調比對，以相位確認航機位置。

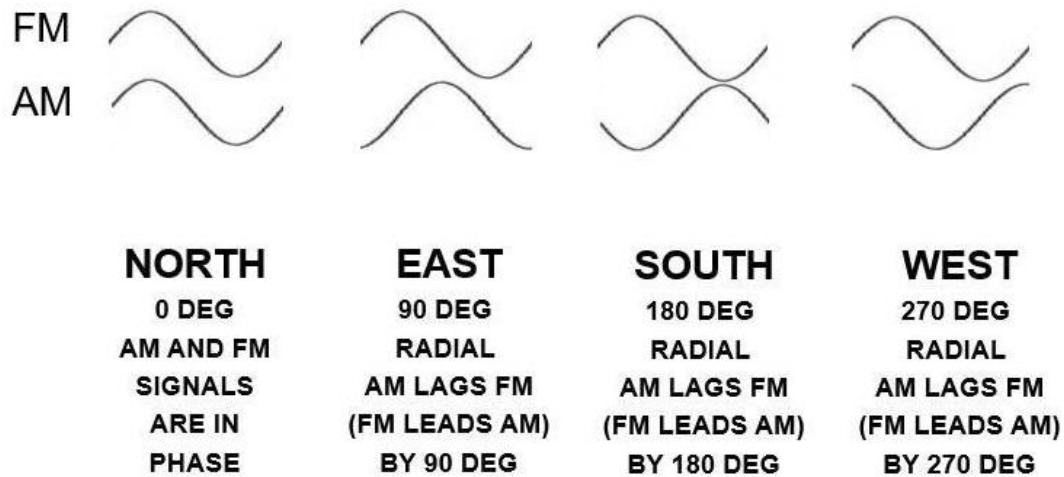


圖 2、FM 及 AM 信號比對

DVOR 與 CVOR 基本原理最大的差異是在參考訊號與可變訊號的調變方式不同：

1. CVOR 參考訊號為「調頻」與「調幅」：係運用 30Hz 以調頻 (FM) 調變 9960Hz 副載波再以調幅 (AM) 調變主載波 VOR 112MHz ~117.975 MHz (VHF) 間射頻頻率，形成以電台為中心，全向 360° 相位相同之參考訊號。

2. CVOR 可變訊號為「空間調變」：係由 VOR VHF Transmitter 分出部分訊號，再抑制載波 (Carrier) 取出邊帶 (Sideband) 訊號並經由 Goniometer 產生兩個相位差 90° 之 30Hz 調變信號(SBO-AM)，分別饋入 4 基之 ALFORD 環型天線輻射出去，再與 Carrier 相互空間調變，形成以電台為中心，全向 360° 相位不同之可變訊號。

3. DVOR 參考訊號為「調幅」：30Hz 以調幅方式調變射頻載波並由載波天線發射出去，形成以電台為中心，全向 360° 相位相同之參考訊號。

4. DVOR 可變訊號為「調頻」：係將 9960Hz 訊號經由 30Hz 之分配器，順序分送至 50 組邊帶天線；由於航空器與地面台相關位置不同，邊帶天線所發射之訊號與航空器乃以 30Hz 由遠而近產生都卜勒效應，在調變中提升信號精確度和抗干擾能力，形成以電台為中心，全向 360° 不同之調頻訊號。

由於 DVOR 系統可變訊號為調頻訊號，在接收端檢波時，利用調頻鑑別器具有的截捕效應，可截去因地形反射產生的較弱信號，主要的輸出可視為接收自較強的直射波，所以 DVOR 能改善 CVOR 受地形反射影響的程度，而減低地面台對鄰近環境的限制。

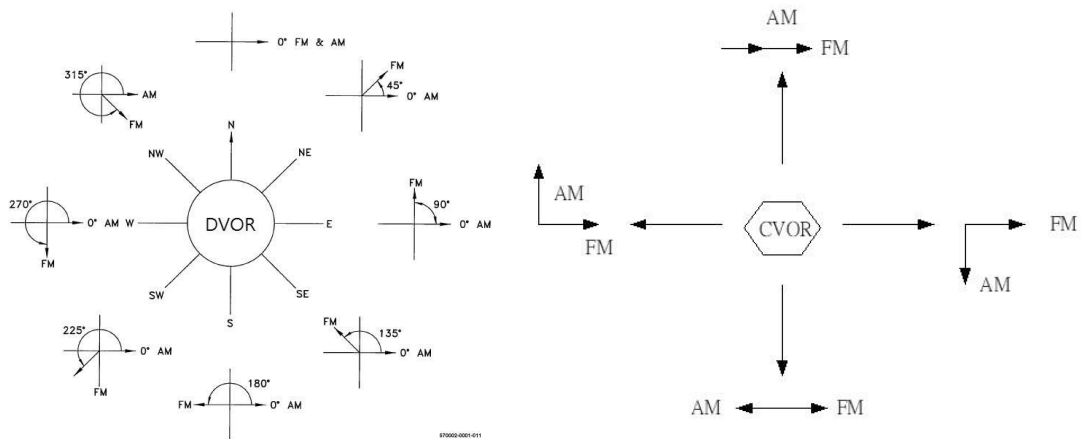


圖 3、DVOR 和 CVOR 信號相位關係圖

VOR 導航設備天線是屬 LOP(Line of Posution)低高度長波長的輻射場形，可有效提供 3 至 70 度的飛航安全服務範圍。

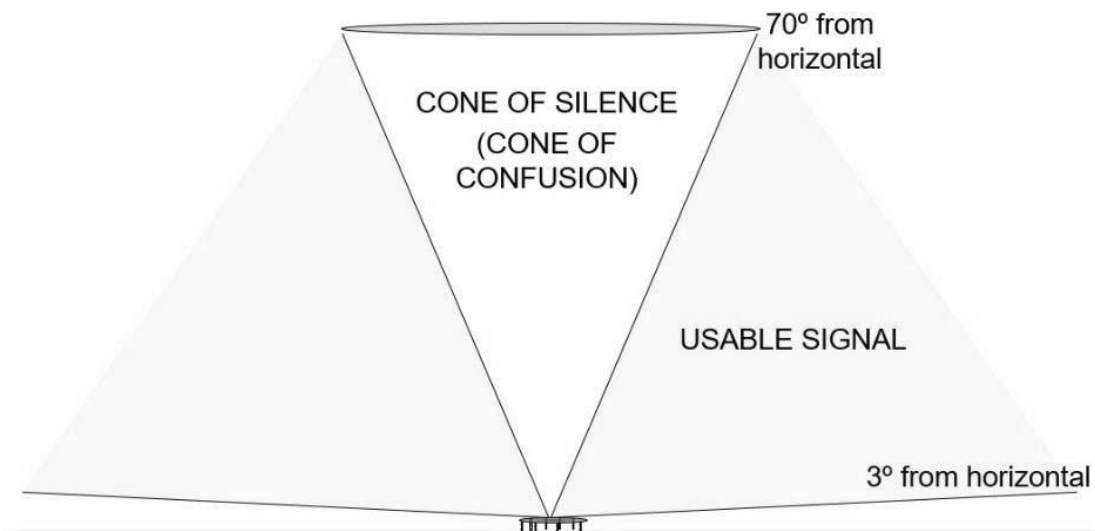


圖 4、VOR 有效服務範圍

根據不同用途 VOR 電台分為兩類：

- (一)、 A 類，用於航路導航，頻率 112.00~117.95MHz，頻道間隔 0.05MHz，共計 119 個頻道，發射功率 200W，作用距離 200 海里。
- (二)、 B 類，用於終端引導飛機進場近場，頻率範圍 108.10~111.95MHz，頻道間隔 0.05MHz，且十分位為偶數，發射功率 50W，作用距離 25 海里。

在飛航指南航圖上，一般需要公布 VOR 定位台的使用頻率、識別碼(摩斯電碼)和地理坐標，VOR 定位台的識別碼為三個英文字母。

二、 VOR 選址標準：(資料來源：葦鎮企業有限公司投標建議書)

VOR 安裝位置、架設方式，攸關導航服務的品質好壞，不可不慎重，因此國際間相關民航組織均定訂有選址的標準依據，本案係參考三大國際規範：EUROCAE、FAA 和 ICAO 等最新 VOR 選址標準。

參考文件摘要如下：

1. EUROCAE ED-52：VOR 的選址標準。
2. FAA Order 6820.10：VOR、VOR / DME 和 VORTAC 選址標準。
3. ICAO Annex 10 Vol 1(國際民航組織附件 10 第 1 卷)：無線電導航設備。
4. ICAO Annex 14 Vol 1(國際民航組織附件 14 第 1 卷)：機場設計和運行。

(一)、 EUROCAE ED-52

以下總結了本文件下面的 CVOR 和 DVOR 的選址標準(圖 5)。

CVOR

- (a)距離 VOR 天線中心 65 米（213 英尺）的距離，不應有高度超過 1.2 米（3.93 英尺）的障礙物。

(b)從 65 米（213 英尺）到 250 米（820 英尺）的距離，不應有金屬物體或具有重要金屬含量的建築物。

不應該有樹木群，任何單個樹木的高度必須小於 7 米（23 英尺）。地形上的任何坡度必須小於 2.3%。

(c)從 250 米（820 英尺）到 400 米（1312 英尺）的距離，任何一組樹木的高度必須小於 10 米（33 英尺），並且必須相對於小於 7 度的水平角度到了 VOR。

任何電源線的高度必須小於 5 米（16 英尺），並且必須位於 VOR 的徑向上。電源線必須相對於 VOR 對向小於 10 度的水平角度。地形坡度必須小於 4%。

(d)從 400 米（1312 英尺）到 600 米（1968 英尺）的距離，建築物的高度必須小於 12 米（39 英尺），金屬建築物的高度必須小於 6 米（23 英尺），地形坡度必須小於 8%。電源線的高度必須小於 9 米（30 英尺）。

除上述要求外，任何障礙物不得超過圖中所示的垂直角度。

DVOR

(a)距離 VOR 天線中心 100 米（328 英尺）的距離，不應有高度超過 7 米（23 英尺）的障礙物，並且不應有金屬物體。地形上的任何坡度必須小於 2.3%。

(b)從 100 米（328 英尺）到 200 米（656 英尺）的距離，任何一組樹木的高度必須小於 10 米（33 英尺），並且必須相對於小於 7 度的水平角度到了 VOR。

(c)任何電源線的高度必須小於 5 米（16 英尺），並且必須位於 VOR 的徑向上。電源線必須相對於 VOR 對向小於 10 度的水平角度。地形坡度必須小於 4%。

(d)從 200 米（656 英尺）到 300 米（984 英尺）的距離，建築物的高度必須小於 12 米（39 英尺），金屬建築物的高度必須小於 6 米（23 英尺），地形坡度必須小於 8%。電源線的高度必須小於 9 米（30 英尺）。

除上述要求外，任何障礙物不得超過圖中所示的垂直角度。

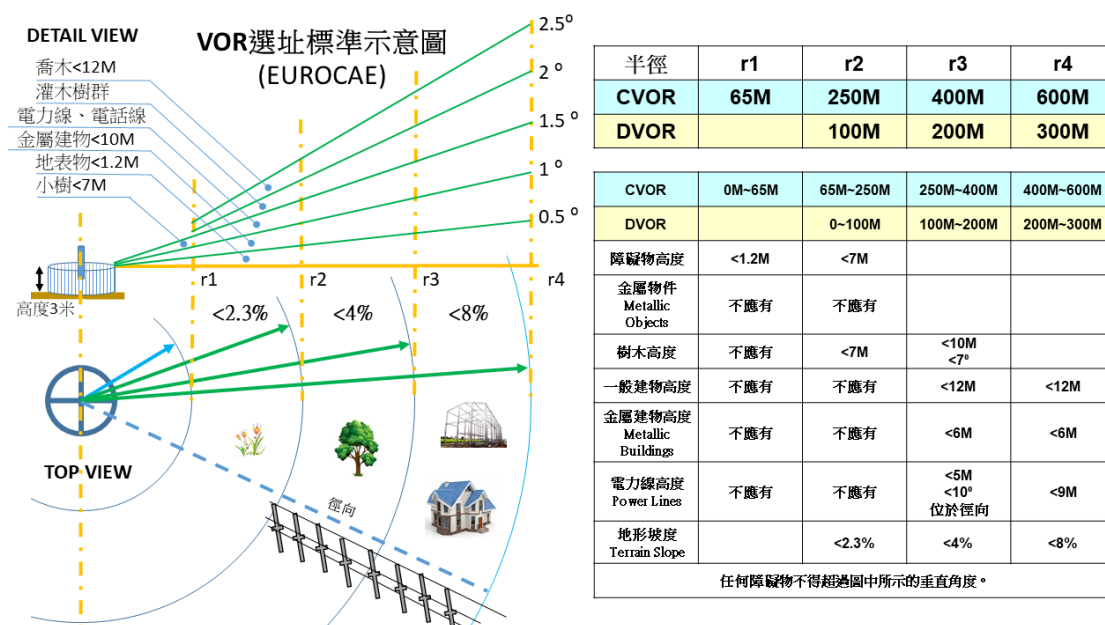


圖 5、(EUROCAE) CVOR、DVOR 選址標準示意圖

(二)、 FAA Order 6820.10：VOR、VOR / DME 和 VORTAC 選址標準， 第 17 (c) (3) 段

(a)一般性建議：除非另有說明，否則應移除天線 1000 英尺範圍內的所有障礙物。除了天線高 4 英尺的山頂設施外，該區域可允許正常的作物飼養和放牧作業。在這些情況下，作物飼養和放牧必須限制在低於和低於平衡點的區域。監視器探測器附近不允許放牧。

(b)樹木和森林。靠近 VOR 天線的樹木會導致嚴重的扇形。中等高度（高達 30 英尺）的單棵樹可以容忍超過 500 英尺，但不能更近。任何一組

樹木都不應在 1000 英尺半徑範圍內或對應一個垂直角度超過 2 度的垂直角度。在山頂站點，從天線陣列看不到 1000 英尺內的樹木。

(c)鐵絲網建議：天線 200 英尺範圍內不允許使用普通的 4 英尺高的農場式鐵絲網；在天線 500 英尺範圍內不允許使用鍊式圍欄（高度 6 英尺或更高）；超過這些距離，從天線測量，沒有電線柵欄應延伸超過水平方向 0.5 度以上。對於基本上徑向於天線的柵欄，可以放寬這些要求。由於圍欄高度和方向的大量可能的組合與各種類型的地形配置，每個可能產生不同的效果，前述內容必須僅作為一般指導。在山頂站點，可以在天線 200 英尺範圍內允許使用鐵絲網，前提是它們不會從天線頂部到水平區域邊緣的視線上方延伸（也就是說，它們位於地面反射網的陰影區域內）。

(d)電力和控制線建議：電源和控制線延長線應安裝在地下，與天線之間的距離至少為 600 英尺。架空電源和控制線可以安裝在 600 英尺以上，但應基本上與天線成徑向，最小距離為 1200 英尺。除了為現場提供服務的分機外，不允許在天線 1200 英尺範圍內使用架空導線（包括未來可能的建築物）。如果非徑嚮導體的方向使其不在天線 1200 英尺範圍內，但距離天線的假想延伸距離小於 1200 英尺，那麼最上層導體所對應的垂直角度和/或桿頂（從天線位置的地面高度測量）不應超過 1 度；也沒有導體應該延伸到天線的水平面之上。

肆、工廠測試程序

一、Thursday, August 15th

- 09:00 - Introductions and Welcoming
- 09:20 - Begin FAT
- 12:00 - 13:00 Lunch
- 13:00 - 16:00 Continue FAT

二、Friday, August 16th

- 09:00 - Introductions and Welcoming
- 09:20 - Begin FAT
- 12:00 - 13:00 Lunch
- 13:00 - 16:00 Continue FAT
- 16:00 - Out brief/review issues

三、Monday, August 19th

- 09:00 - 09:30 Sign FAT Documentation
- 09:30 - 11:00 Closeout Meetings
- 11:00 - Conclude FAT

四、Selex Furnished Items Equipment

- 1 DVOR/ DME - Location Houlong
Frequency: 114 Mhz, DME 87X
Identify code(ID): HLG
- 1 CVOR - Location Ludao
Frequency: 116.9 MHz
Identify code(ID): GID

伍、工廠測試內容

一、硬體說明

SELEX MODEL 1150A DVOR、MODEL 1119A HIGH POWER DME、MODEL 1150A CVOR 設備為全系統固態化(solid state)模組設計，包含電子子系統、天線系統及射頻電纜(shelter-to-antenna system cables),安裝和介面套件，不中斷備用電池系統以及必要附件如延伸板(extendor boards)及射頻電纜等。系統本身具有自我監控、正確穩定的發射頻率、容易維護等特性，外接支援系統透過可攜式維護數據終端(PMDT)程式進行操作。

此外，維護單位可由遠端控制及狀態單元(RCSU)即時監控系統狀態。

(一)、 檢測範圍

依據 Selex ES 設備性能規格所需，運用標準電氣/電子測試儀器對所採購之設備進行工廠驗收測試和記錄各數據表單，以做驗收設備之基礎。

(二)、 檢測儀器、工具

項次	名稱	型號
1	數字多功能電表	FLUKE 83
2	示波器	TEK 2445
3	頻率計數器	HP 53181A
4	光譜分析儀	HP 8560A
5	調製分析儀	HP 8901B
6	傳感器模塊	HP 11722A
7	網路分析儀	AGILENT E5062A
8	多功能合成器	HP 33120A
9	筆記型電腦和最新的 PMDT	IBM PC™ Compatible
10	雙向耦合器	NARDA 3020A

項次	名稱	型號
11	天線模擬器	
12	12V 鉛酸電池 4 顆	
13	250 瓦 50 歐姆假負載 1 個	
14	5 瓦 50 歐姆假負載 2 個	
15	探針	FLUKE 337
16	衰減器	Type-N
17	遠端控制單元	2238 RCSU or 2240 RCSU Selex ES
18	延伸線路卡	Selex ES 012207-0001
19	電話線 6 英尺 2 條	
20	麥克風座	
21	1/4 瓦電阻	
22	N 型公接頭同軸纜線	
23	N 型母接頭對 SMA 公接頭同軸纜線	
24	N 型母接頭對 BNC 公接頭同軸纜線	

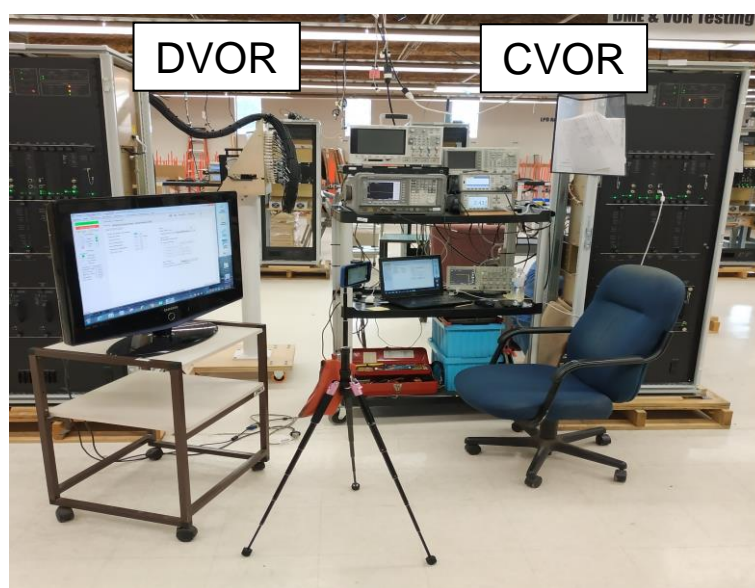


圖 5.1.1 檢測儀器架設現況

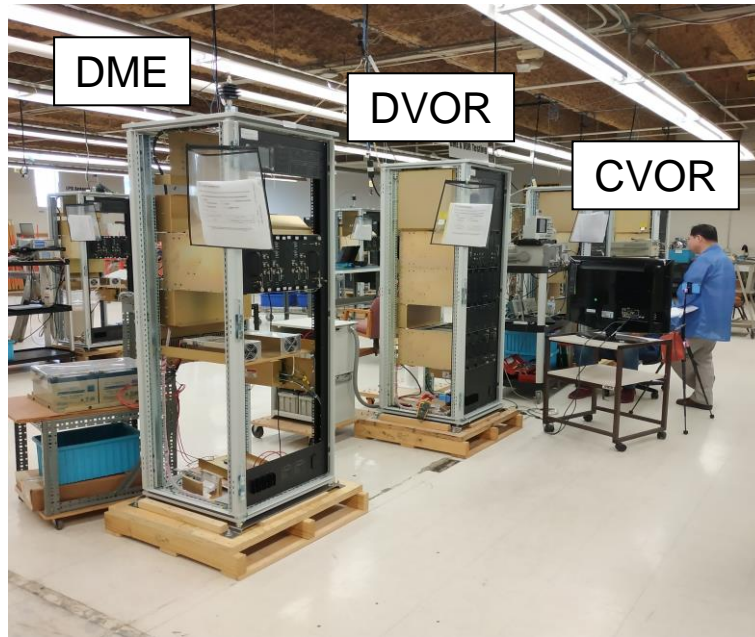


圖 5.1.2 工廠測試架設環境及設備(前)

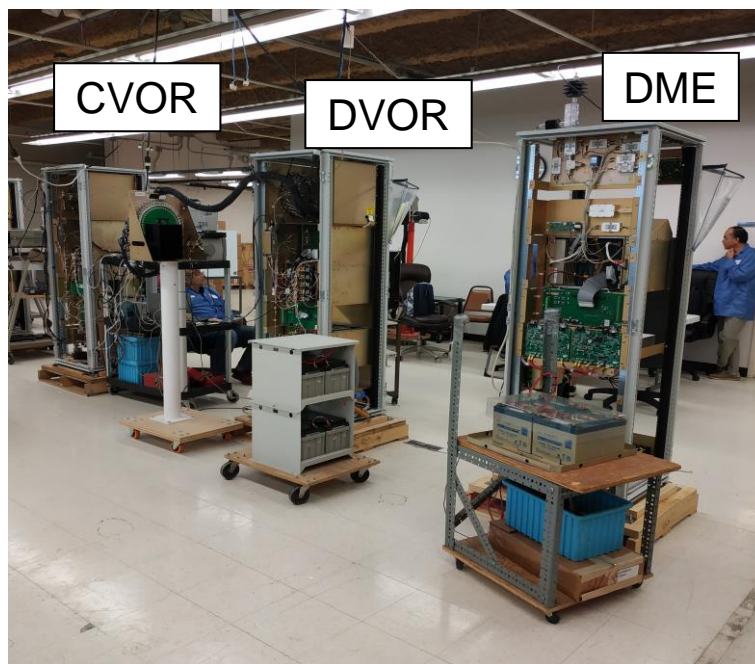


圖 5.1.3 工廠測試架設環境及設備(後)

二、DME 測試項目

(一)、依下列順序測試：

1. Frequency Verifications：
2. Transmitter Output Power：
3. Spectral Characteristics：
4. RCSU Controls：
5. Modem Remote Monitoring：
6. Battery Backup：
7. PMDT Test：

(二)、測試步驟

1. 頻率驗證 (Frequency Verifications)

頻率驗證的裝備設置示意圖 (圖 5.2.1) 及裝備設置實際圖 (圖 5.2.2) 如下所示。

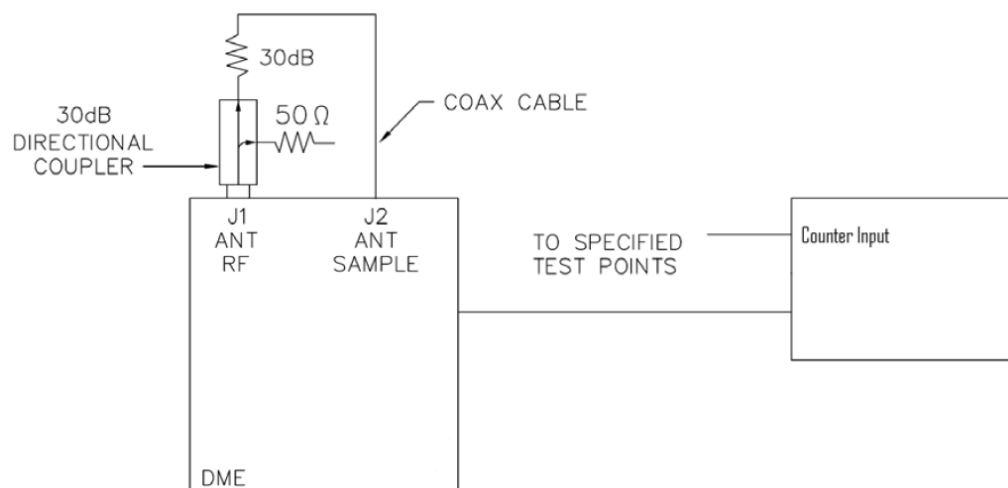


圖 5.2.1 頻率驗證的裝備設置示意圖

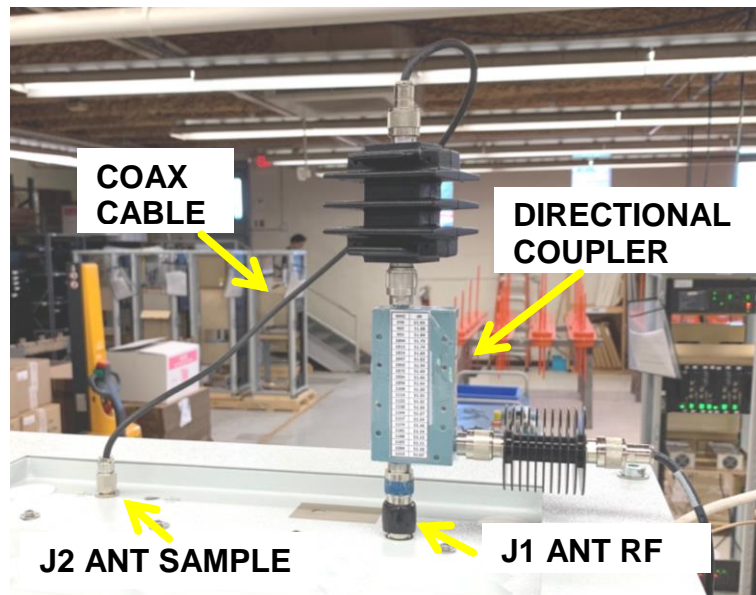


圖 5.2.2 頻率驗證的裝備設置實際圖

- (1) TX1 Output Frequency (1A9 J1 TX LO)：連接頻率計數器(frequency counter)至 TX1 Low Power Amplifier 卡板(1A9)的 J1 TX LO 接頭，量測 TX1 的輸出頻率。
- (2) TX2 Output Frequency (1A17 J1 TX LO)：連接頻率計數器至 TX2 Low Power Amplifier 卡板(1A17)的 J1 TX LO 接頭，量測 TX2 的輸出頻率。
- (3) Monitor/Int 1 Output Freq (1A11 INT LO)：連接頻率計數器至 Monitor Interrogator 卡板(1A11)的 INT LO 接頭，並量測其頻率。
- (4) Monitor/Int 2 Output Freq (1A15 INT LO)：連接頻率計數器至 Monitor Interrogator 卡板(1A15)的 INT LO 接頭，並量測其頻率。
- (5) Receiver (RTC) Local Oscillator Frequency (1A10 RX LO)：連接頻率計數器至 Receiver Transmitter Controller 卡板(1A10)的 RX LO 接頭，並量測其頻率。

- (6) Receiver (RTC) Local Oscillator Frequency (1A16 RX LO)：連接頻率計數器至 Receiver Transmitter Controller 卡板(1A16)的 RX LO 接頭，並量測其頻率。

2. 發射機輸出功率 (Transmitter Output Power)

發射機輸出功率量測的裝備設置示意圖(圖 5.2.3)如下所示。

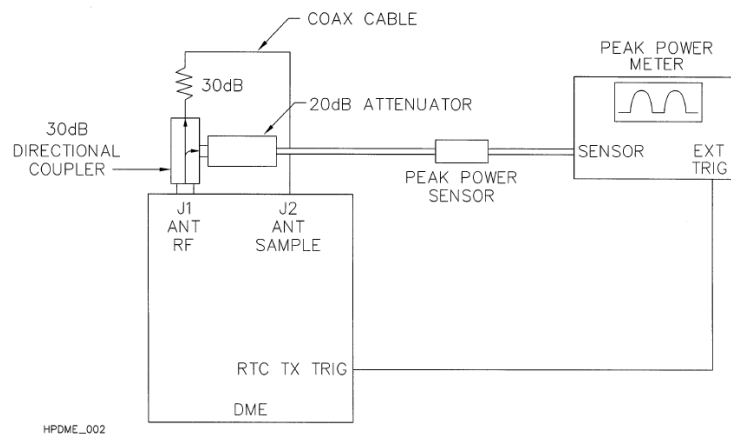


圖 5.2.3 發射機輸出功率量測的裝備設置示意圖

其中峰值功率感應器(PEAK POWER SENSOR)和峰值功率錶(PEAK POWER METER)的實體圖，如圖 5.2.4、圖 5.2.5 所示。



圖 5.2.4 峰值功率感應器

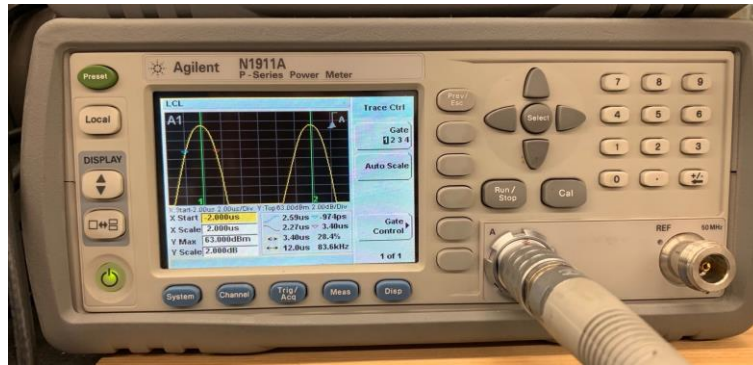


圖 5.2.5 峰值功率錶

- (1) 打開 1 號發射機，測量 TX Pulse Peak Power (P1&P2)：將游標 (cursors) 置於 TX 脈衝波形，觀察並記錄讀值。
- (2) Pulse Pair Amplitude Difference (P1-P2)：將上面兩個讀值相減 (P1-P2)。
- (3) 登入 PMDT，並依路徑 PMDT >> Monitors >> Data >> Integral, TX1 Power，觀察並紀錄其值。
- (4) 切換到 2 號發射機，依上述步驟 1-3，選 TX2 Power 觀察並紀錄其值。

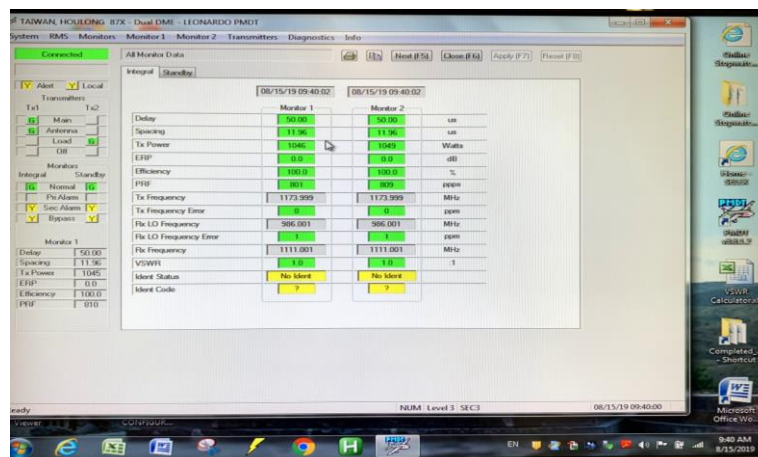


圖 5.2.6 PMDT 量測記錄

3. 頻譜特性 (Spectral Characteristics)：
測試頻譜特性的裝備設置示意圖(圖 5.2.7)如下所示。

將 directional coupler 連接 Spectrum Analyzer，並打開 1 號發射機，依指定頻率調整頻譜分析儀的中心頻率。選擇 Marker Peak Search，記錄中心頻率幅度。然後切換到 2 號發射機，繼續測量記錄。

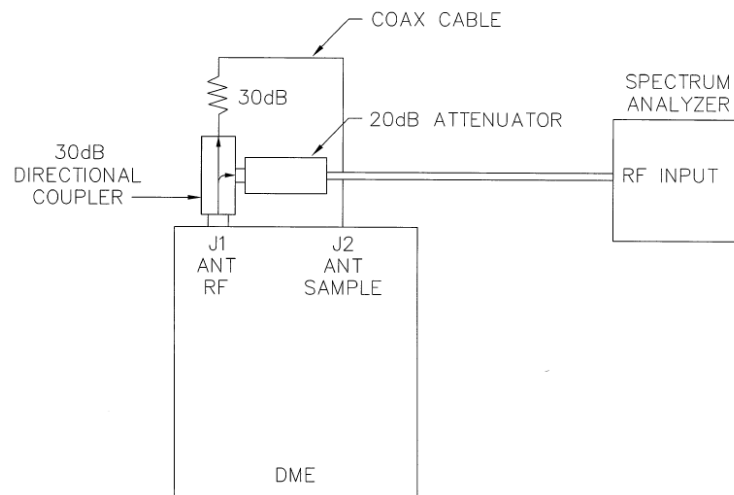


圖 5.2.7 頻譜特性的裝備設置示意圖



圖 5.2.8 頻譜分析儀

4. 遠端連線單元控制 (RCSU Controls)

- (1) Communication established as indicated on the RCSU：將 DME 重新啟動，看 RCSU 和 DME 是否有連線 OK。

- (2) RCSU indicates Main and Standby in Normal condition : 看 RCSU 是否有正確顯示 DME 主機和副機的狀態都 OK。
- (3) Both Main and Standby DMEs Shutdown : 操作 RCSU 看是否能將 DME 主機和副機關機都 OK。
- (4) Both Main and Standby DMEs Startup after 20 sec : 關機 20 秒後，操作 RCSU 讓 DME 開機，看發射機及監控(monitors)系統是否有正常運作 OK。
- (5) Transfer Command switches main : 操作 RCSU 看發射機的主機、副機是否能被正常切換都 OK。



圖 5.2.9 RCSU



圖 5.2.10 DME 控制面板

5. Modem Remote Monitoring

將 DME 背後 TB2 的 pin 3 及 pin 4 利用電話線連接至電腦，如圖 5.2.11 和圖 5.2.12 所示。

Communications to the DME with the remote PMDT established : 將 PMDT 開啟並登入系統，看是否能正常連線。

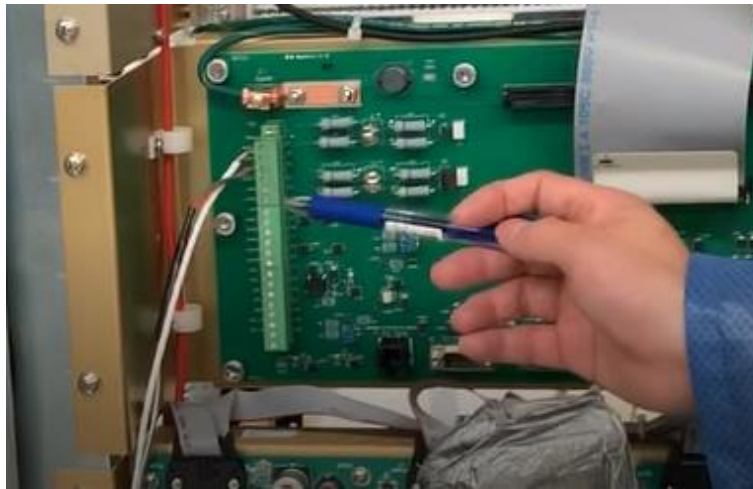


圖 5.2.11 DME 背後 TB2 的 pin 3 及 pin 4 連接圖

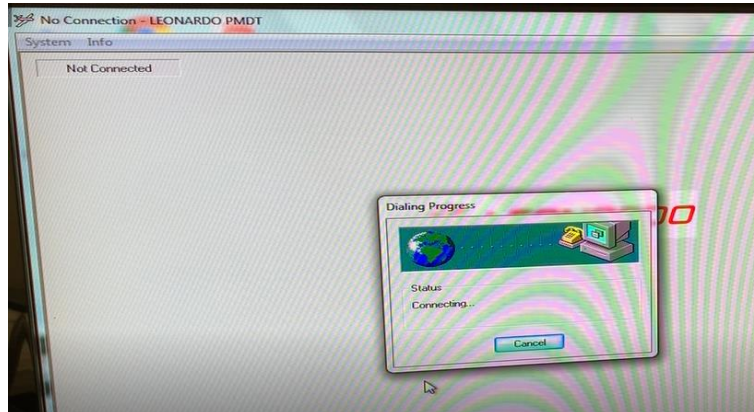


圖 5.2.12 電腦連線情形

6. Battery Backup

- (1) BCPS1 Charge current : 打開 1 號機的 AC 和 DC breakers , 用電流勾錶量測 BCPS1 的電流。
- (2) TX1 operates on Batteries : 將 1 號機的 AC breakers 關掉 , 看 1 號機是否能正常運作。
- (3) BCPS2 Charge current : 打開 2 號機的 AC 和 DC breakers , 用電流勾錶量測 BCPS2 的電流。

- (4) TX2 operates on Batteries：將 2 號機的 AC breakers 關掉，看 2 號機是否能正常運作。
- (5) Summed Charge current：將兩機的 AC 和 DC breakers 都打開，用電流勾錶量測兩個總共的電流。



圖 5.2.13 用電流勾錶量測 BCPS1 的電流

7. PMDT Test

- (1) General Monitor Configuration Verification：依著路徑 Monitors >> Monitor Configuration >> General，檢核畫面與測試程序圖示是否吻合。
- (2) Monitor Alarm Limits Configuration Verification：依著路徑 Monitors >> Monitor Configuration >> Alarm Limits，檢視畫面與測試程序圖示是否吻合。
- (3) Monitor Alarm Limit Verification：依著路徑 RMS >> Configuration >> General，Enable Monitor Integrity Test；依著路徑 Monitor 1 >> Test Results >> Alarm Limits 看顯示的值是否都在上、下限內，若都在上、下限內則顯示的值為綠色。再檢查 Monitor 2。

- (4) Monitor Interrogator Signal Generator Tests：依著路徑 Monitor 1 >> Test Results >> Alarm Limits 看顯示的值是否都在上、下限內，若都在上、下限內則顯示的值為綠色。再檢查 Monitor 2。
- (5) Transponder Signal Test：依著路徑 Monitor 1 >> Test Results >> Transponder 看顯示的值是否都在上、下限內，若都在上、下限內則顯示的值為綠色。再檢查 Monitor 2。
- (6) Transponder Decoder Test：依著路徑 Monitor 1 >> Test Results >> Decoder 看顯示的值是否都在上、下限內，若都在上、下限內則顯示的值為綠色。再檢查 Monitor 2。

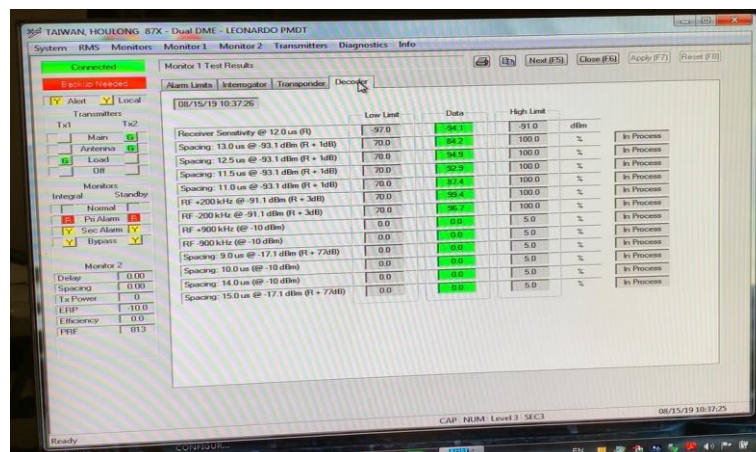


圖 5.2.14 檢核 PMDT 畫面

三、 DVOR 測試項目

(一)、 區分為 General Requirements 及 Test Procedure 依下列順序測試：

General Requirements

1. Normal Operating Parameters
2. Primary DC Voltages
3. Low Voltage Power Supplies (LVPS)
4. Software Versions
5. Calculation Formulas

Test Procedure

6. Carrier and Sideband Output Level Control
7. Sideband VSWR
8. Carrier VSWR
9. Amplifier Protection Test with 3:1 VSWR
10. Frequency Verifications
11. Monitor Alarm Limit Verification
12. Audio Response **Optional Test, Performed at Customer Request**
13. VOR Monitored Voltages
14. Output Signal Spectrum and Sample Output
15. Ident Keying
16. Battery Backup
17. VOR Alarm Monitoring
18. Commutator Test
19. Fault Isolation
20. RSCU Controls
21. Modem Remote Monitoring
22. Final Prep

(二)、 DVOR 測試步驟

General Requirements

1. Normal Operating Parameters

All tests will be performed under normal operating parameters unless otherwise stated. Terminate all RF outputs with 50 ohm loads. Check all power supply outputs for any shorting to ground. Connect computer to USB port on the RMS CCA. Connect power cord to TB3 of VOR cabinet AC Monitor CCA. Connect DVOR ANTENNA SIMULATOR to Commutator Ports on the both sides of cabinet. Connect RF cable from 30 dB attenuator of ANTENNA SIMULATOR to DIRECTIONAL COUPLER inside the cabinet.

2. Primary DC Voltages

- (1) 首先將 AC、BUSS 及 Battery 的 Breakers on 上。
- (2) 打開 DVOR 機櫃後門，利用數位電表測量 Control Rack 1A3 +48V(Channel 1) BCPS(Battery Charger Power Supply) E1 及 ground E2 terminal 間的 DC 電壓。
- (3) 利用數位電表測量 Control Rack 1A3 +48V(Channel 2) BCPS(Battery Charger Power Supply) E3 及 ground E2 terminal 間的 DC 電壓。
- (4) 選擇 TX1 發射機上天線，此時由 BCPS#2 供給電池充電，等待 1 分鐘後，測量電池組正極與機架 buss bar(ground)間的直流電壓。
- (5) 選擇 TX2 發射機上天線，此時由 BCPS#1 供給電池充電，等待 1 分鐘後，測量電池組正極與機架 buss bar(ground)間的直流電壓。

3. Low Voltage Power Supplies (LVPS)

- (1) 將 TX1 發射機的 DC Buss breaker off。
- (2) 將 LVPS 1A3A4 卡片拔出並插入延伸板後，再將 LVPS 1A3A4 卡片插在延伸板上。
- (3) 將 TX1 發射機的 DC Buss breaker on 上。
- (4) 利用數位電表正的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP9 (+12 VDC)，負的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP4 (GND)。
- (5) 利用數位電表正的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP8 (-12 VDC)，負的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP4 (GND)。
- (6) 利用數位電表正的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP2 (+5 VDC)，負的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP4 (GND)。
- (7) 利用數位電表正的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP3 (+28 VDC)，負的測試線接 LVPS 1A3A4 卡片的 TP4 (GND)。
- (8) 將 TX1 發射機及 TX2 發射機的 DC Buss breaker off。
- (9) 拔出延伸板並將 LVPS 1A3A4 卡片插回去。
- (10) 將 LVPS 1A3A8 卡片拔出並插入延伸板後，再將 LVPS 1A3A8 卡片插在延伸板上。
- (11) 將 TX1 發射機及 TX2 發射機的 DC Buss breaker on 上。
- (12) 重做步驟(4)到(7)，測量 LVPS 1A3A8 卡片 TP9、TP8、TP2、TP3 的直流電壓。
- (13) 將 TX1 發射機及 TX2 發射機的 DC Buss breaker off。
- (14) 拔出延伸板並將 LVPS 1A3A8 卡片插回去。
- (15) 將 TX1 發射機及 TX2 發射機的 DC Buss breaker on 上。
- (16) 確認所有的 DC Power 是否 OK? 及 CPU 是否 OK?以及所有的 LED 是否 on ?

4. Software Versions

- (1) {PMDT}: SYSTEM>>PMDT SETUP,
Select Print Screens “AS GRAPHIC IMAGE” .
- (2) {PMDT}: Log on Level Three
- (3) {PMDT}: RMS>>STATUS>>SOFTWARE REVISIONS…
Print this screen.
- (4) {PMDT}: INFO>>ABOUT PMDT…Print this screen.
- (5) Verify and print the following screens:

NOTE

Verify that the current settings match figures (except for Monitor 1 and 2 Monitor Input Attenuation on Figure 3-2 and Transmitter Frequency on Figure 3-4).

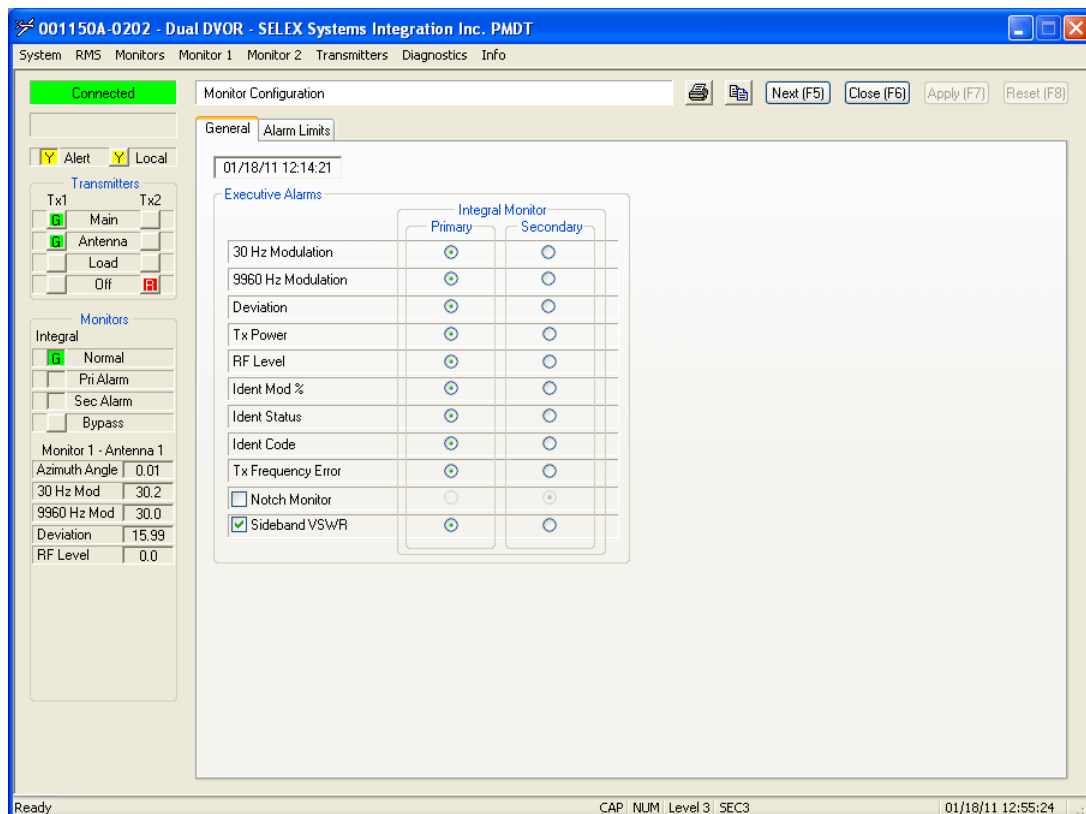


Figure 3-1

001150A-0202 - Dual DVOR - SELEX Systems Integration Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

Monitor Configuration

General Alarm Limits

01/18/11 12:14:21

Alert Local

Transmitters

Tx1 Tx2

Main Antenna Load Off

Monitors

Integral

Normal Pri Alarm Sec Alarm Bypass

Monitor 1 - Antenna 1

Azimuth Angle 0.01

30 Hz Mod 30.2

9960 Hz Mod 30.0

Deviation 15.99

RF Level 0.0

PreAlarm Range Alarm Range

Azimuth Angle +/- 0.8 +/- 1.00

Notch Monitor +/- 20 +/- 20

	Alarm Low	PreAlarm Low	Nominal	PreAlarm High	Alarm High	
30 Hz Modulation	28.0	28.5	30.0	31.5	32.0	%
9960 Hz Modulation	28.0	28.5	30.0	31.5	32.0	%
9960 Hz Deviation	15.00	15.20	16.00	16.30	17.00	Ratio
RF Level	-3.0	-1.0	0.0	2.5	3.0	dB
Tx Power	50.0	75.0	100.0	125.0	130.0	Watts
Tx Frequency Error	-20	-18	0	18	20	ppm
Ident Modulation	2.0	4.0	5.0	9.0	10.0	%

Sideband VSWR Number of Antennas in Alarm 1 1.5 3.0 :1

Timers

Integral Shutdown Delay 5.0 Seconds

Continuous Ident 17.0 Seconds

No Ident 17.0 Seconds

Monitor Antennas

Antenna 1 Antenna 2

Enable

Monitor 1 Input Attenuation 25 0 dB

Monitor 1 Azimuth Angle 0.00 0.00

Monitor 2 Input Attenuation 25 0 dB

Monitor 2 Azimuth Angle 0.00 0.00

Ready CAP NUM Level 3 SEC3 01/18/11 12:56:05

Figure 3-2

001150A-0202 - Dual DVOR - SELEX Systems Integration Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

RMS Configuration

General Station Power Supply Limits A/D Limits

01/18/11 12:14:21

Alert Local

Transmitters

Tx1 Tx2

Main Antenna Load Off

Monitors

Integral

Normal Pri Alarm Sec Alarm Bypass

Monitor 1 - Antenna 1

Azimuth Angle 0.01

30 Hz Mod 30.2

9960 Hz Mod 30.0

Deviation 15.99

RF Level 0.0

Monitor/LCU Configuration

Monitor Integrity Tests Enabled

Voting Logic: OR AND

Transfer on Primary Alarm

Automatic Restarts

Automatic Restarts Enabled

First Restart Delay (seconds) 50

RCSU Configuration

RCSU Present

Connection Type Dedicated Modem

SPI Filter

Type Normal

Co-located DME/TACAN

Type SELEX 1118A/1119A DME

Digital I/O Configuration

Smoke Alarm Installed Remote Reset Enabled

Intrusion Alarm Installed Remote Reset Enabled

Exit Delay (minutes) 30 Entry Delay (minutes) 5

Spare Input #1 Not Present

Spare Input #2 Not Present

Spare Input #3 Not Present

Spare Input #4 Not Present

RMM Configuration

Connection Type PSTN Modem

Dial In # Rings 1

Dial Out on Status Change Disabled

Dial Out Phone Number 6811

Tone Dial Out

Ready CAP NUM Level 3 SEC3 01/18/11 12:58:57

Figure 3-3

001150A-0202 - Dual DVOR - SELEX Systems Integration Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

Alert Local

Transmitters

Tx1 Main Antenna Load Off

Monitors

Integral Normal Pri Alarm Sec Alarm Bypass

Monitor 1 - Antenna 1 Azimuth Angle 0.01 30 Hz Mod 30.2 9960 Hz Mod 30.0 Deviation 15.99 RF Level 0.0

RMS Configuration

General Station Power Supply Limits A/D Limits

01/18/11 12:14:21 01/18/11 12:59:23 01/18/11 12:59:22 01/18/11 12:59:22

User Configuration

CVOR DVOR

Dual Transmitters Single Transmitter

Hot Standby

Dual Monitors Single Monitor

Transmitter Frequency 115.2 MHz

Display DIP Switch Settings

RMS

DVOR

Dual Equip Cold Standby Dual Monitors

115.2 MHz

Monitors/Audio Generators

Monitor 1	Monitor 2	AGen 1	AGen 2
DVOR	DVOR	DVOR	DVOR
Dual Equip	Dual Equip	Dual Equip	Dual Equip
Cold Standby	Cold Standby	Cold Standby	Cold Standby
Dual Monitors	Dual Monitors		
115.2 MHz	115.2 MHz	115.2 MHz	115.2 MHz

Station Description 001150A-0202

Ready CAP NUM Level 3 SEC3 01/18/11 12:59:23

Figure 3-4

001150A-0202 - Dual DVOR - SELEX Systems Integration Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

Alert Local

Transmitters

Tx1 Main Antenna Load Off

Monitors

Integral Normal Pri Alarm Sec Alarm Bypass

Monitor 1 - Antenna 1 Azimuth Angle 0.00 30 Hz Mod 30.2 9960 Hz Mod 30.0 Deviation 15.99 RF Level 0.0

RMS Configuration

General Station Power Supply Limits A/D Limits

11/15/10 14:38:18

Volts

	Low	Pre-Low	Pre-High	High
+3.3 VDC	3.14	3.14	3.46	3.46
+5 VDC	4.75	4.75	5.25	5.25
+12 VDC Analog	10.80	10.80	13.20	13.20
-12 VDC Analog	-13.20	-13.20	-10.80	-10.80
+12 VDC Digital	10.80	10.80	13.20	13.20
-12 VDC Digital	-13.20	-13.20	-10.80	-10.80
+15 VDC	13.50	13.50	16.50	16.50
-15 VDC	-16.50	-16.50	-13.50	-13.50
+24 VDC	21.6	21.6	26.4	26.4

Volts

	Low	Pre-Low	Pre-High	High
AC Input	98.0	98.0	132.0	132.0
OB Light	98.0	98.0	132.0	132.0
Tx 1 48 V PS	46.6	46.6	54.4	54.4
Tx 2 48 V PS	46.6	46.6	54.4	54.4
Battery 1	42.0	42.0	60.0	60.0
Battery 2	42.0	42.0	60.0	60.0

Amps

	Low	Pre-Low	Pre-High	High
AC Input	1.0	1.0	7.0	7.0
OB Light	0.0	0.0	20.0	20.0
Tx 1 48 V PS	0.5	0.5	15.0	15.0
Tx 2 48 V PS	0.5	0.5	15.0	15.0
Battery 1	-6.0	-6.0	10.0	10.0
Battery 2	-6.0	-6.0	10.0	10.0

Ready CAP NUM Level 3 SEC3 01/18/11 12:59:43

Figure 3-5

5. Calculation Formulas

- (1) $VSWR = (\sqrt{FWD} + \sqrt{REFL}) \div (\sqrt{FWD} - \sqrt{REFL})$
- (2) New Power Level= (New Setting%/Present Setting%)² * Current Power Level
- (3) New SBO Power= (Desired SBO Mod%/Current SBO Mod%) *
Current Setting for SBO Power

Test Procedure

6. Carrier and Sideband Output Level Control

NOTE

Set system to monitor bypass to avoid shutdown.

- (1) PDMT : Transmitters >> Configuration >> Normal... 將 Voice、Ident 及 Reference 的調變值設為 0.0%。
- (2) 將 transmission Disable 並將連接到系統的 directional coupler (1DC1) / J3 的 cable 脫離。
- (3) Power Meter 輸入站台的頻率及 offset 的值(directional coupler 的插入損失加上一個 20db 衰減器的插入損失)。
- (4) 將 Power Meter 的 Sensor 頭連接一個 20db 的衰減器後再接到 carrier directional coupler 的 FWD port (J3)。
- (5) PMDT 設定 : Transmitters >> Configuration >> Normal carrier output power 為 100 watts 並將 transmission enable。
- (6) 如果須要調整的話，使用 : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale Factors for to 100 watts on the power Meter。
- (7) 檢核 Data Sheet，是否為已被調整功率位準。

- (8) 記錄 Transmitter power levels，然後 Disable transmission 後，將步驟 2 脫離的 cable 重新接回 directional couple 的 J3，然後 enable transmission。
- (9) PMDT：Transmitters >> Data >> Transmitter Data，檢查 TX1 發射機的 carrier power 其 Power level 應該在上面第 6 個步驟所記錄值的 $\pm 5\%$ 內，如果不是則調整 1A4A4 RF Monitor R2 到上面第 6 個步驟所記錄值的 $\pm 5\%$ 內。
- (10) PMDT：Transmitters >> Configuration >> Normal. 設定 carrier output level 到 50 watts，檢查 carrier 的輸出並驗證實際的輸出值是在 transmitter data 螢幕上讀值的 $\pm 10\%$ 內，並將其值記錄起來。
- (11) 將 carrier output level 重新輸入到 100 watts。
- (12) 切換到 TX2，重做步驟(1)到(11)。
- (13) 從 LCU 面板將 Transmission Disable。
- (14) Power meter 脫離 J3 並重新接上系統的 cable。
- (15) 為了直接讀出平均的 Sideband 功率，因此重新設定 Power Meter 的 offset 值。
- (16) Power Meter 連接一個 20 db 的衰減器後，再接到 Sideband 1 的 output (原 Sideband 1 的 output 接到 Commutator 的 J25)。
將 Sideband 1 output 接到 Commutator J25 的 cable 脫離，並將 Sideband 1 output cable 接到 20 db 的衰減器，再接到 Power Meter。
- (17) 將發射機 enable，並選擇 PMDT：
Transmitters>>Configuration>>Offsets and Scale Factors...
設定兩台發射機 SB1 到 SB 4 的 RF Level Scale 為 100%。
- a. 檢查 SB1 (3.0 watts)的輸出功率，若須調整 SB1 的輸出功率，可於 Sideband amplifier 的 R3 PWR ADJ potentiometer 上調整。

- b. 檢核 Data Sheet，是否為已被調整功率位準。
 - c. 記錄 SB1 的功率 (以 power meter 實際測到的值)。
 - d. PMDT 選擇：Transmitters >> Data >> Transmitter Data
 - e. 當讀值穩定後查看 SB1 的功率。讀值應該在步驟 a 調整後的值 \pm 5%內，若不在範圍內則調整 SB1 前面的 R2。
 - f. 記錄 PMDT 上面的 SB1 讀值。
 - g. PMDT:Transmitters >> Configuration >> Normal...設定 carrier output level 到 50 watts，檢查 SB1 的輸出，並驗證實際的輸出值是在 transmitter >> data 螢幕上 SB1 讀值的 \pm 10%內。
 - h. 記錄功率的讀值 (顯示在 Power Meter 上的值及 PMDT 上 SB1 的顯示值)。
 - i. 在 PMDT : Transmitter >> Configuration >> Normal ...設定 carrier output 的功率為 100 watts。
 - j. 將 Transmitter Disable。
- (18) 切換到 TX2，重做步驟(17)。
- (19) Power Meter 連接一個 20 db 的衰減器後，再接到 SB2 的 output(原 SB2 的 output 接到 Commutator 的 J25)，對 SB2 微調 R6 和 R5 代替 R3 和 R2，重做步驟(16)和(17)。
- (20) 切換到 TX2，重做步驟(17)(將 SB1 改為 SB2)。
- (21) Power Meter 連接一個 20 db 的衰減器後，再接到 SB3 的 output. (原 SB3 的 output 接到 Commutator 的 J26)，對 SB3 重做步驟(16)和(17)。
- (22) 切換到 TX2，重做步驟(17)(將 SB1 改為 SB3)。
- (23) Power Meter 連接一個 20 db 的衰減器後，再接到 SB 4 的 output. (原 SB4 的 output 接到 Commutator 的 J26)，對 SB4 微調 R6 和 R5 代替 R3 和 R2，重做步驟(16)和(17)。

- (24) 切換到 TX2，重做步驟(17)(將 SB1 改為 SB4)。
- (25) 脫離 20 db 的衰減器並將 SB4 output cable 接回機架背面右側 Commutator 的 J26。並將系統回復到一般正常的操作狀態。

7. Sideband VSWR

NOTE

The Sideband VSWR is dependent on the antenna simulator used.

- (1) 切換到 TX1 並記錄 SB1 到 SB4 的 VSWR 讀值。
- (2) 切換到 TX2 並記錄 SB1 到 SB4 的 VSWR 讀值。
- (3) 將發射機的 power off。
- (4) 將 SB1 接到 Commutator 的 cable 脫離後，將 TX1 on 上。
- (5) 記錄在 PMDT 上的 SB1 VSWR 是否改變？並切換到 TX2 記錄在 PMDT 上的 SB1 VSWR 是否改變？
- (6) 重做步驟(3)到(5)，記錄 SB2、SB3、SB4 的 VSWR。

8. Carrier VSWR

- (1) 切換到 TX1 並將發射機的 power off，在 VOR 機架的 Bi-directional coupler(DC1)的 output 接上一個 T 型的 N Type，並將一個 30dB 衰減模擬器(attenuator of Simulator)接到 Tee 的末端 output。
- (2) 將一個 N Type (“barrel and bullet”)連接到這開線(open line)來模擬一個 1.2：1 的負載。
- (3) 暫時從 DC1 順向和反射 port 路徑上的 cable 脫離。
- (4) 依據步驟 6-(3)設定 power meter 的 offset 後，將發射機 on 上，並利用 Power Meter 或 Spectrum Analyzer 來測量在 DC1 的順向和反射功率。

- (5) 利用 VSWR 的公式計算 carrier 的 VSWR，並記錄 VSWR 的測量值。
$$\text{VSWR} = (\sqrt{\text{FWD}} + \sqrt{\text{REFL}}) \div (\sqrt{\text{FWD}} - \sqrt{\text{REFL}})$$
- (6) 將發射機的 power off，重新將系統的 cable 接到 DC1 的順向及反射 port 的路徑上，並將發射機的 power on 上。
- (7) 在 PMDT：Transmitters >> Data >> Transmitter Data...
經由調整 RF Monitor 組件 1A4A4 上面的 CSB REFLD potentiometer(R2)使顯示值(displayed value)等於計算值。
- (8) 將發射機的 power off。
- (9) 將衰減器(attenuator)與 Bi-directional coupler 之間的 Type N-Tee 拿到，直接將 simulator attenuator 接到 Bi-directional coupler 的 output。
- (10) 將發射機 on 上，測量順向和反射功率並計算 TX1 的 VSWR，並記錄起來。
- (11) 計算和顯示在：Transmitter >> Data (transmitter 1)螢幕上的值必須低於 1.15 : 1。
- (12) 記錄所顯示的值。
- (13) 切換到 TX2，重做步驟(1)到(12)，在 Transmitter data 螢幕上的讀值必須低於 1.15 : 1。

9. Amplifier Protection Test with 3:1 VSWR

- (1) 切換在 TX1 並將發射機 off，在 directional coupler DC1 加上一個 Type N Tee 並在 Type N Tee 開口(路)的地方加上一個 30 dB 的衰減器。
- (2) 將系統 Bypass，並檢查 Carrier power 是設為 100 watts \pm 10%。
- (3) 加 3 : 1 不匹配的 cable 短截線(mismatch cable stub)到 “T” connector，它將提供一個最小 3 : 1 的 VSWR across the VOR band。

- (4) 將 TX1 on 上，並確認功率輸出週期為 on 或 off，或是順向功率有顯著的降低，並記錄下來。
- (5) 將 TX1 off，並切換到 TX2。
- (6) 對 TX2，重做步驟(1)到(4)。
- (7) 將發射機 off 並回復到正常的狀態。

10. Frequency Verifications

- (1) 將所有的 power off，並將 TX1 的 Audio Generator (1A3A2) CCA 的卡片拔出，並插入延伸板後，再將 Audio Generator (1A3A2) 卡片插在延伸板上。
- (2) 將系統的 AC 及 DC Buss 的 Breaker on 上。
- (3) TX1 上天線，並將系統 Bypass。
- (4) 連接測試裝備(計頻器 or 示波器)到 1A3A2 的 30Hz Sine Modulation 的測試點 TP18，並確認 30Hz 的信號是存在的，並記錄其頻率。
- (5) 將測試裝備接到 1A3A2 的 30Hz Cosine Modulation 的測試點 TP20，並確認 30Hz 的信號是存在的並記錄其頻率。
- (6) 將測試裝備接到 1A3A2 的 30Hz Reference test point TP24 並確認 30Hz 的信號是存在的，並記錄其頻率。
- (7) PMDT：Transmitters >> Commands >> Transmitter Ident...將 identification 設為連續，並確定 Ident 是設為 8%。
- (8) 將測試裝備接到 1A3A2 的 Ident 測試點 TP2，記錄 1020 Hz。
- (9) 將所有的 power off 後，將延伸板上的 1A3A2 卡片拔出後再將延伸板拔出，並將 1A3A2 卡片插回設備上。
- (10) 將 TX2 的 Audio Generator 卡(1A3A9)拔出，並插入延伸板，再將 Audio Generator 卡(1A3A9)插在延伸板上。

- (11) 將系統 AC 及 DC Buss 的 power on 上。
- (12) 切換到 TX2 上天線，並將系統 Bypass。
- (13) 對 TX2 重做步驟(4)到(9)。
- (14) 將系統 AC 及 DC Buss 的 Breaker on 上，並選擇 TX1 上天線。
- (15) 將頻率計數器(frequency counter)接到 TX1 的 Synthesizer Generator Assembly(1A3A1)卡片上的 “CARRIER FREQUENCY” jack J2 上。
- (16) 發射機依照站臺的工作頻率工作，並記錄其測量值。
- (17) 切換到 TX2。
- (18) 將頻率計數器(frequency counter)接到 TX2 的 Synthesizer Generator Assembly(1A3A11)卡片上的 “CARRIER FREQUENCY” jack J2 上。
- (19) 發射機依照站臺的工作頻率工作，並記錄其測量值。
- (20) 將兩台發射機 off。
- (21) 脫離 Commutator 1A11 (從機架背面看去的左側) J25 的 cable，並在發射機 SB1 的 output 接上一個 20 dB 的衰減器 (如下圖)：
- (22) 將 TX1 on 上，並將系統 Bypass。
- (23) 將頻率計數器(frequency counter)接到 20dB 衰減器的 output，記錄 TX1 的 LSB(Lower Sideband)頻率 (如下圖)：
- (24) 切換到 TX2。
- (25) 記錄 TX2 的 LSB(Lower Sideband)頻率。
- (26) 將兩台發射機 off。
- (27) 將接到 Sideband 1 output 的衰減器拿掉後接回 Commutator J25。

- (28) 脫離 Commutator 1A11 (從機架背面看去的左側) J26 的 cable，並在發射機 SB3 的 output 接上一個 20 dB 的衰減器 (仍然接上頻率計數器)。
- (29) 將 TX1 on 上。
- (30) 記錄 TX1 的 USB (Upper sideband) 頻率值。
- (31) 切換到 TX2。
- (32) 記錄 TX2 的 USB (Upper sideband) 頻率值。
- (33) 將兩台發射機 off。
- (34) 將接到 SB3 output 的衰減器拿掉後接回 Commutator J26。
- (35) 將 VOR 系統回復到正常的一般狀態。

11. Monitor Alarm Limit Verification

- (1) PMDT：Monitors >> Configuration >> Alarm Limits
- (2) 確認目前的設定是否與 Figure 3-2 匹配(除了 Monitor input attenuation 外)
- (3) PMDT：RMS >> Configuration >> General...Check the box(enable) Monitor Integrity Tests。
- (4) PMDT：Monitor 1 >> Test Results >> Completed...並查看日期和時間確認測試結果是否顯示出來(大約 5 分鐘後 updated 的結果會顯示出來)。
- (5) 確認所有的測試結果都在上下限的範圍內。
- (6) 列印螢幕畫面。
- (7) PMDT：Monitor 2>> Test Results >> Completed...並查看日期和時間確認測試結果是否顯示出來。
- (8) 所有的測試結果都在上下限的範圍內。

(9) 列印螢幕畫面。

12. Audio Response ****Optional Test, Performed at Customer Request****(本項不檢測：本總臺無發送語音訊息)

13. VOR Monitored Voltages

(1) PMDT：RMS >> Data >> Power Supply Data...

並將螢幕畫面列印出來。

(2) 將 TX1 的 AC 及 DC Buss off 並列印 TX2 BCPS 的資料畫面。

注意：當 TX1 的 AC 及 DC Buss off 時只會顯示 TX2 的 BCPS 資料

(3) 將 TX1 的 AC 及 DC Buss on 上。

14. Output Signal Spectrum and Sample Output

(1) PMDT：Transmitters >> Configuration >> Nominal...將 Iden 及 reference modulation 設為 0%，連接頻譜分析儀到 TX1 的 CSB SAMPLE (1A5A3)卡片的 P1 或 TX2 的 CSB SAMPLE (1A5A4)卡片的 P1，且須將 reference carrier output level 設在 100 watts。

其值應為：

Station (reference)	0 dB
Second Harmonic	≥ 66 dBC
Third Harmonic	≥ 66 dBC

(2) 記錄其測量值：

15. Ident Keying

- (1) PMDT : Transmitters >> Configuration >> Nominal...設定 Ident modulation 為 8% , 設定 Ident Keyer Input 為 Disabled (Self Keyed) 。
- (2) 切換到 TX1 上天線 。
- (3) PMDT : Transmitters >> Commands >> Transmitter Ident...設在 normal 。
- (4) 測量產生 7 個 Ident 週期的時間(從第 1 個開始到第 8 個開始之間的時間) , 7 個 Ident 週期的時間必須是 55 seconds \pm 5 seconds 。
- (5) PMDT : RMS >> Configuration >> General...
Set Colocated DME/TACAN to SELEX DME 。
- (6) PMDT : Transmitters >> Configuration >> Nominal...
Set Keyer Output , External Keying to Morse Code 。
- (7) 在 Cabinet Interface Assembly 的 TB-2 position 14 (KEY_OUT+)和 TB-2 position 9 (+24VDC)之間加上一個 10k Ω 的電阻 , 並將 TB-2 position 15 (KEY_OUT-)接到 TB-2 position 18 (ground) 。
- (8) 藉由模擬 TB-2 position 14 來確認 DME 的 keying 是否存在(3 次 VOR 的 Ident 後 1 次 DME 的 Ident) 。
- (9) 檢查是否 OK 。
- (9) 切換到 TX2 , 重做步驟(8)和(9) 。
- (10) 移除 TB-2 的電阻及接地(ground) 。

16. Battery Backup

- (1) 將 AC / DC 兩個系統的 power off , 並將 4 個電池串接到 VOR battery input connector 及 ground buss bar 。
- (2) 將 AC / DC 兩個系統的 power on 上 , 並利用夾式電流表測量其 cable 的電流 。

- (3) 選擇 TX1 上天線，等待 1 分鐘後，檢查電池充電器(from TX2)應提供 4 到 7 安培的充電電流為 1 到 1.5 安培，記錄量測值。
- (4) 選擇 TX2 上天線，等待 1 分鐘後，檢查電池充電器(from TX1)應提供 4 到 7 安培的充電電流為 1 到 1.5 安培，記錄量測值。
- (5) 將系統的 AC 電源拔掉(unplug system from outlet)，並確認 TX1 及 TX2 仍繼續工作以及 RMS>>Status>>VOR Status 的螢幕畫面其 “On Batteries” 和 “AC failure” 須改變為 “Y” 的狀態，並記錄起來。
- (6) 接上 AC power。

17. VOR Alarm Monitoring

NOTE

Setup：連接 VOR 到 Commutator 和 Antenna Simulator 並 Disable bypass。

- (1) 切換 TX1 在 Normal 的操作模式。
- (2)
 - a. PMDT：Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale Factors…
Note the TX1 reference modulation scale setting。
 - b. 調整 TX1 的 reference modulation scale 使其 Monitors >> Data >> Integral Screen 的顯示讀值低於 27%。
 - c. 確認 TX1 會 shuts down，而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 reference modulation scale 設回 Normal 值。
 - d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。
- (3)

- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale factors...

Note the reference modulation scale setting 。

- b. 調整 TX1 的 reference modulation scale 使其 Monitors >> Data >>

Integral screen 的顯示讀值大於 33% 。

- c. 確認 TX1 會 shuts down，而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 reference modulation scale 設回 Normal 值。

- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。

(4)

- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale factors...

Note the TX1 SBO RF Level scale setting 。

- b. 調整 TX1 的 SBO RF Level scale 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的 9960 Hz level 顯示讀值低於 27% 。

- c. 確認 TX1 會 shuts down 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值。

- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。

(5)

- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale Factors...

Note the TX1 SBO RF Level scale setting 。

- b. 調整 TX1 的 SBO RF Level scale 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的 9960 Hz level 顯示讀值低於 33% 。

- c. 確認 TX1 會 shuts down 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值。

- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。

(6)

- a. PMDT : Monitor 1 and Monitor 2 >> Offset and Scale Factors screen
Note deviation scale factor 。
- b. 調整 deviation scale factor 使其 Monitors >> Data >> Integral screen
的顯示讀值低於 14.5% 。
- c. 確認 TX1 會 shuts down 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up , 然後將
TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值 。
- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式 。

(7)

- a. PMDT : Monitor 1 and Monitor 2 >> Offset and Scale Factors screen
Note deviation scale factor 。
- b. 調整 deviation scale factor 使其 Monitors >> Data >> Integral screen
的顯示讀值小於 17.5% 。
- c. 確認 TX1 會 shuts down 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up , 然後將
TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值 。
- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式 。

(8)

- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offset and Scale Factors ,
並注意 Id modulation scale 的值 。
- b. 調整 TX1 的 Ident modulation scale 為 : 10%.
- c. 確認 TX1 會 shuts down 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up , 然後將
TX1 的 Ident modulation scale 設回 Normal 值 。
- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式 。

(9)

- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offset and Scale Factors
screen , 並注意 TX1 Carrier power scale setting 。

- b. 調整 TX1 的 Carrier power scale setting 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的顯示讀值小於 50 W 的 carrier power。
- c. 確認 TX1 會 shuts down 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 Ident modulation scale 設回 Normal 值。
- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。

18. Commutator Test

- (1) 將系統放在 bypass 的操作狀態。
- (2) PMDT : Transmitters >> Configuration >> Normal...
Set azimuth index to 0.0
- (3) PMDT : Transmitters >> Offset and Scale Factors...
Set azimuth index to 0.0
- (4) PMDT : Transmitters >> Data screen ; Azimuth angle 的讀值應該在 $4.75^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ (根據測試時所使用的 antenna simulator)，並將其讀值記錄下來。
- (5) 重置 Azimuth Index 在 Normal 狀態。
- (6) 切換到 TX2，重做步驟(2)到(4)。

19. Fault Isolation

- (1) PMDT : Diagnostics >> Fault Isolation...
Run On-Air and Full Diagnostics。
- (2) 記錄並將結果列印出來。

20. RSCU Controls

- (1) 連接一對專線從 RCSU 到 VOR 的 Interface CCA terminals TB2 的 pins 1 和 pins 2。
- (2) 以 Security Level Three 級別登入 VOR，並選擇 Local Mode。
- (3) 從 RMS >> Configuration >> screen，設定 RCSU Present and Connection Type 到 “Dedicated Modem”。按 “Apply”，然後選擇 RMS >> Config Backup 來儲存設定。
- (4) Logoff the PMDT，然後在 LCU 上按 RESET 鈕。
- (5) VOR 啟動後，確認 RCSU 與 VOR 之間通信的狀態，並檢核 Data Sheet 是否 OK。
- (6) 驗證 Main 的正常狀態，並檢核與 Data Sheet 是否 OK。
- (7) 從 RCSU 將 VOR OFF，確認發射機是否有 shutdown，並關閉 RCSU 或 VOR 上任何的告警聲使其靜音，並檢核 Data Sheet 是否 OK。
- (8) 等待 20 秒後，在 RCSU 上按 VOR ON 的按鈕，確認 Integral and Standby monitors 是在 normal 的狀態及 Main 的發射機是在運行的，並檢核 Data Sheet 是否 OK。
- (9) 在 RCSU 上按 TRANSFER 的按鈕，並確認系統有切換的動作，並檢核 Data Sheet 是否 OK。

21. Modem Remote Monitoring

- (1) 連接一條電話線到 VOR Modem 界面卡上的 TB2 (Pin 3 和 pin 4)，並使用裝有 PMDT 軟體的遠端遙控電腦，呼叫 VOR 以建立遠端通信連線，並登入系統。
- (2) 檢核 Data Sheet 是否 OK，然後 logoff the PMDT。

22. Final Prep

- (1) PMDT : System >> Configuration Print...Print.
- (2) 將測試過程中所列印的資料合併到測試報告內。
- (3) 紀錄所有 CCA 模組序號和版本。
- (4) 移除 RMS CPU 的 E1 到 E2 跳接線，及鋰電池。
- (5) Check all CCA and modules for Test stamps.

四、 CVOR 測試項目

(一)、 區分為 General Requirements 及 Test Procedure 依下列順序測試：

General Requirements

1. Normal Operating Parameters
2. Primary DC Voltages
3. Low Voltage Power Supplies (LVPS)
4. Software Versions
5. Calculation Formulas

Test Procedure

6. Carrier and Sideband Output Level Control
7. Sideband VSWR
8. Carrier VSWR
9. Amplifier Protection Test with 3:1 VSWR
10. Frequency Verifications
11. Monitor Alarm Limit Verification
12. Audio Response **Optional Test, Performed at Customer Request**
13. VOR Monitored Voltages
14. Output Signal Spectrum and Sample Output
15. Ident Keying
16. Battery Backup
17. VOR Alarm Monitoring
18. Fault Isolation
19. RSCU Controls
20. Modem Remote Monitoring
21. Final Prep

(二)、 CVOR 測試步驟

General Requirements

1. Normal Operating Parameters

除非另有說明，否則所有測試均在正常操作參數下進行。使用 50 歐姆終端負載終止所有 RF 輸出。檢查所有電源輸出是否有任何接地短路。將電腦連接到 RMS CCA 上的 USB 端口。將電源線連接到 VOR 機櫃 AC Monitor CCA 的 TB3。

2. Primary DC Voltages

- (1) 打開下部前電源面板上的系統 AC，BUSS 和電池斷路器。
- (2) 打開 CVOR 機櫃後門，利用數位電表測量 Control Rack 1A3 +48V(Channel 1) BCPS(Battery Charger Power Supply) E1 及 ground E2 terminal 間的 DC 電壓。
- (3) 利用數位電表測量 Control Rack 1A3 +48V(Channel 2) BCPS(Battery Charger Power Supply) E3 及 ground E2 terminal 間的 DC 電壓。
- (4) 選擇 TX1 發射機上天線，此時由 BCPS#2 供給電池充電，等待 1 分鐘後，測量電池組正極與機架 buss bar(ground)間的直流電壓。
- (5) 選擇 TX2 發射機上天線，此時由 BCPS#1 供給電池充電，等待 1 分鐘後，測量電池組正極與機架 buss bar(ground)間的直流電壓。

3. Low Voltage Power Supplies (LVPS)

- (1) Turn off the VOR DC Buss circuit breaker for Transmitter 1.
- (2) Place the LVPS 1A3A4 on the extender circuit card.
- (3) Turn on the VOR DC Buss circuit breaker for Transmitter 1.

- (4) Connect DMM Positive lead to LVPS 1A3A4 TP9 for +12 VDC,
Negative lead to TP4 (GND), record.
- (5) Connect DMM Positive lead to LVPS 1A3A4 TP8 for -12 VDC,
Negative lead to TP4 (GND), record.
- (6) Connect DMM Positive lead to LVPS 1A3A4 TP2 for +5 VDC,
Negative lead to TP4 (GND), record.
- (7) Connect DMM Positive lead to LVPS 1A3A4 TP3 for +28 VDC,
Negative lead to TP4 (GND), record.
- (8) Turn off the VOR DC Buss circuit breaker for both Transmitter 1 and
Transmitter 2.
- (9) Remove LVPS from extender CCA and return to cabinet.
- (10) Place the LVPS 1A3A8 on the extender circuit card.
- (11) Turn on the VOR DC Buss circuit breaker for Transmitter 2.
- (12) Repeat steps (4) through (7) for 1A3A8. Record.
- (13) Turn off the VOR DC Buss circuit breaker for both Transmitter 1 and
Transmitter 2.
- (14) Remove LVPS from extender CCA and return to cabinet.
- (15) Turn on the VOR DC Buss circuit breaker for both Transmitter 1 and
Transmitter 2.
- (16) Verify that all DC Power OK and CPU OK LEDs are on.

4. Software Versions

- (1) {PMDT}: SYSTEM>>PMDT SETUP,
Select Print Screens “AS GRAPHIC IMAGE” .
- (2) {PMDT}: Log on Level Three

(3) {PMDT}: RMS>>STATUS>>SOFTWARE REVISIONS...

Print this screen.

(4) Verify and print the following screens:

NOTE

Verify that the current settings match figures (except for Monitor 1 and 2 Monitor Input.Attenuation on Figure 3-2 and Transmitter Frequency on Figure 3-4).

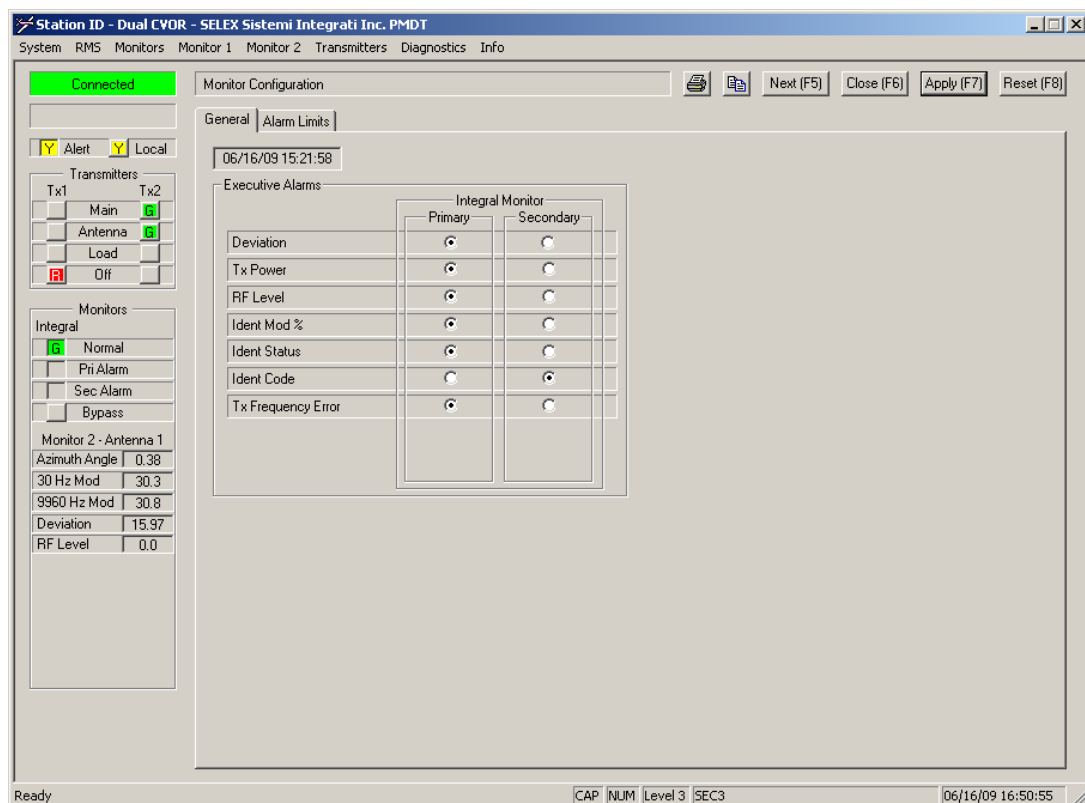


Figure 3-1 Monitor Configuration

Station ID - Dual CVOR - SELEX Sistemi Integrati Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

Monitor Configuration

General Alarm Limits

06/16/09 15:21:58

PreAlarm Range Alarm Range

Azimuth Angle +/- 0.90 +/- 1.00 *

	Alarm Low	PreAlarm Low	Nominal	PreAlarm High	Alarm High	
30 Hz Modulation	28.0	28.5	30.0	31.5	32.0	%
9960 Hz Modulation	28.0	28.5	30.0	31.5	32.0	%
9960 Hz Deviation	15.00	15.20	16.00	16.30	17.00	Ratio
RF Level	-3.0	-2.5	0.0	2.5	3.0	dB
Tx Power	50.0	75.0	100.0	125.0	130.0	Watts
Tx Frequency Error	-20	-18	0	18	20	ppm
Ident Modulation	2.0	4.0	5.0	9.0	10.0	%

Timers

Integral Shutdown Delay 5.0 Seconds

Continuous Ident 17.0 Seconds

No Ident 17.0 Seconds

Monitor Antennas

Antenna 1 Antenna 2

Enable

Monitor 1 Input Attenuation 23 23 dB

Monitor 1 Azimuth Angle 0.00 0.00 *

Monitor 2 Input Attenuation 23 23 dB

Monitor 2 Azimuth Angle 0.00 0.00 *

Ground Check 16-Point Auto

Ready NUM Level 3 SEC3 06/16/09 16:55:10

Figure 3-2 Monitor Alarm Limits

Station ID - Dual CVOR - SELEX Sistemi Integrati Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

RMS Configuration

General Station Power Supply Limits A/D Limits

06/16/09 14:01:52

Monitor/LCU Configuration

☒ Monitor Integrity Tests Enabled

Voting Logic: ☐ OR ☒ AND

Transfer on Primary Alarm

Automatic Restarts

☐ Automatic Restarts Enabled

First Restart Delay (seconds) 50

RCSU Configuration

☐ RCSU Present

Connection Type Dedicated Modem

SPI Filter

Type Normal

Co-located DME/TACAN

Type None

Digital I/O Configuration

☐ Smoke Alarm Installed ☒ Remote Reset Enabled

☐ Intrusion Alarm Installed ☒ Remote Reset Enabled

Exit Delay (minutes) 30 Entry Delay (minutes) 5

Spare Input #1 Not Present

Spare Input #2 Not Present

Spare Input #3 Not Present

Spare Input #4 Not Present

RMM Configuration

Connection Type PSTN Modem

Dial In # Rings 1

Dial Out on Status Change Disabled

Dial Out Phone Number 6811

☒ Tone Dial Out

Ready NUM Level 3 SEC3 06/16/09 16:56:38

Figure 3-3RMS Configuration

Station ID - Dual CVOR - SELEX Sistemi Integrati Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

RMS Configuration

General Station Power Supply Limits A/D Limits

06/16/09 14:01:52 06/16/09 16:57:35 06/16/09 16:57:34 06/16/09 16:57:34

User Configuration

☒ CVOR ☐ DVOR

☒ Dual Transmitters ☐ Single Transmitter

☒ Dual Monitors ☐ Single Monitor

Transmitter Frequency 113.0 MHz

Display DIP Switch Settings

RMS

CVOR

Dual Equip

Dual Monitors

113.0 MHz

Monitors/Audio Generators

Monitor 1	Monitor 2	AGen 1	AGen 2
CVOR	CVOR	CVOR	CVOR
Dual Equip	Dual Equip	Dual Equip	Dual Equip
Dual Monitors	Dual Monitors		
113.0 MHz	113.0 MHz	113.0 MHz	113.0 MHz

Station Description Station ID

Ready NUM Level 3 SEC3 06/16/09 16:57:35

Figure 3-4 RMS Station Configuration

Station ID - Dual CVOR - SELEX Sistemi Integrati Inc. PMDT

System RMS Monitors Monitor 1 Monitor 2 Transmitters Diagnostics Info

Connected

RMS Configuration

General Station Power Supply Limits A/D Limits

06/03/09 07:57:15

Volts

	Low	Pre-Low	Pre-High	High
<input type="checkbox"/> +3.3 VDC	3.14	3.14	3.46	3.46
<input type="checkbox"/> +5 VDC	4.75	4.75	5.25	5.25
<input type="checkbox"/> +12 VDC Analog	10.80	10.80	13.20	13.20
<input type="checkbox"/> -12 VDC Analog	-13.20	-13.20	-10.80	-10.80
<input type="checkbox"/> +12 VDC Digital	10.80	10.80	13.20	13.20
<input type="checkbox"/> -12 VDC Digital	-13.20	-13.20	-10.80	-10.80
<input type="checkbox"/> +15 VDC	13.50	13.50	16.50	16.50
<input type="checkbox"/> -15 VDC	-16.50	-16.50	-13.50	-13.50
<input type="checkbox"/> +24 VDC	21.6	21.6	26.4	26.4

Amps

	Low	Pre-Low	Pre-High	High
<input type="checkbox"/> AC Input	98.0	98.0	132.0	132.0
<input type="checkbox"/> OB Light	98.0	98.0	132.0	132.0
<input type="checkbox"/> Tx 1 48 V PS	46.6	46.6	54.4	54.4
<input type="checkbox"/> Tx 2 48 V PS	46.6	46.6	54.4	54.4
<input type="checkbox"/> Battery 1	42.0	42.0	60.0	60.0
<input type="checkbox"/> Battery 2	42.0	42.0	60.0	60.0

Ready NUM Level 3 SEC3 06/16/09 16:58:37

Figure 3-5 RMS Power Supply Limits

5. Calculation Formulas

- (1) $VSWR = (\sqrt{FWD} + \sqrt{REFL}) \div (\sqrt{FWD} - \sqrt{REFL})$
- (2) New Power Level= (New Setting%/Present Setting%)² * Current Power Level
- (3) New SBO Power= (Desired SBO Mod%/Current SBO Mod%) * Current Setting for SBO Power

Test Procedure

6. Carrier and Sideband Output Level Control

注意：測試前須將 monitor bypass 避免當機

- (1) PDMT：Transmitters >> Configuration >> Normal...
將 Voice、Ident 及 Reference 的 modulation 設為 0.0%。
在 Modulation Analyzer 上選擇 RF 功率。（對於直接讀數，必須輸入雙向耦合器的偏移值。）
- (2) 在網絡分析儀上將 N 型電纜連接在一起，並使用 Log Magnitude 格式在 VOR 系統的站頻率下執行直通校準。
- (3) 將 transmission Disable 並將連接到系統的 directional coupler (1DC1) / J3 的 cable 脫離。
- (4) 將網絡分析儀連接到 directional coupler 的 J1 和 J3。確保在 J2 附載端為 directional coupler。
- (5) 將網絡分析儀的讀數輸入 Mod 分析儀，作為直接讀取平均載波功率的偏移值。
- (6) 網絡分析儀與 directional coupler 的 J1 和 J3 脫離連接。
- (7) 將系統電纜重新連接到 directional coupler 的 J1 並啟用傳輸。
- (8) 將 Mod 分析儀連接到 carrier directional coupler 的 FWD 端口(J3)。

- (9) PMDT 設定：Transmitters >> Configuration >> Normal carrier output power 為 100 watts。
- (10) 如果須要調整的話，Transmitters>>Configuration>>Offsets and Scale Factors，將 Mod 分析儀設在 100 watts。
- (11) 檢核 Data Sheet，是否為已被調整功率位準。
- (12) 記錄 Transmitter power levels。
- (13) 將 carrier forward output cable 再接到 directional couple
- (14) PMDT：Transmitters >> Data >> Transmitter Data，檢查發射機的 carrier power，其 Power level 應該在上面第 6 個步驟所記錄值的 $\pm 5\%$ 內，如果不是，則調整 1A4A4 RF Monitor R2 到上面第 6 個步驟所記錄值的 $\pm 5\%$ 內。
- (15) PMDT：Transmitters >> Configuration >> Normal. 設定 carrier output level 在 50 watts.
- (16) 斷開 carrier forward output cable 並連接到 Mod 分析儀。
- (17) 檢查 carrier output level。
- (18) 重連 forward cable，檢查 carrier output level，並驗證實際 output level 讀值是否在 $\pm 10\%$ 範圍內，紀錄數值。
- (19) 將 power output level 設回 100 watts。
- (20) 切換到 TX2，重做步驟(1)到(12)。
- (21) 從 LCU 面板將 transmission Disable。
- (22) 將 Mod 分析儀脫離 J3 並重新接上系統的 cable。
- (23) 網絡分析儀接上 N 型電纜及連接 20 db 的衰減器。
- (24) 將網絡分析儀量測數值設定在 Mod 分析儀，作為 average sideband power 的偏移值。

- (25) 將 20 db 的衰減器與網絡分析儀脫離，接到 Sideband 1 輸出和 mod 分析儀上。
- (26) 啟用發射器，PMDT：Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale Factors，將兩個發射器的 SB1、SB2 的 RF Level Scale 設置為 100%。
- 檢查 SB1 輸出功率為 0.9 watts，若須調整 SB1 的輸出功率，可於 Sideband amplifier 的 R3 PWR ADJ potentiometer 上調整。
 - 檢核 Data Sheet，是否為已被調整功率位準。
 - 記錄 SB1 的功率（以 power meter 實際測到的值）。
 - PMDT：選擇 Transmitters >> Data >> Transmitter Data
 - 當讀值穩定後查看 SB1 的功率。讀值應該在步驟 a 調整後的值 \pm 5%內，若不在範圍內則調整 SB1 前面的 R2。
 - 記錄 PMDT 上面的 SB1 讀值。
 - PMDT：Transmitters >> Configuration >> Normal...
設定 carrier output level 到 50 watts，檢查 SB1 的輸出，並驗證實際的輸出值是否在 transmitter >> data 螢幕上 SB1 讀值的 \pm 10%內。
 - 記錄功率的讀值（顯示在 Power Meter 上的值及 PMDT 上 SB1 的顯示值）。
 - 在 PMDT：Transmitter >> Configuration >> Normal ...
設定 carrier output 的功率為 100 watts。
 - 將 Transmitter Disable。
- (27) 切換到 TX2，重做步驟(26)。
- (28) 將 20 db 的衰減器接到 SB2 output，重做步驟(26)對 SB2 微調 R6 和 R5 代替 R3 和 R2。

7. Sideband VSWR

NOTE

The Sideband VSWR is dependent on the antenna simulator used.

- (1) 關閉發射器電源，將 dummy load 接上 SB1 和 SB2。
- (2) 切換到 TX1 並記錄 SB1、SB2 的 VSWR 讀值。
- (3) 切換到 TX2 並記錄 SB1、SB2 的 VSWR 讀值。
- (4) 將發射機的 power off。
- (5) 將 SB1 output cable 脫離後，將 TX1 on 上。
- (6) 記錄 PMDT 上的 SB1 VSWR 已變更的值，並切換到 TX2，記錄在 PMDT 上的 SB1 VSWR 已變更的值。
- (7) 關閉發射器，將 SB1 接到天線模擬器。
- (8) 隔離 SB2，將 TX1 on 上。
- (9) 記錄 PMDT 上的 SB2 VSWR 已變更的值，並切換到 TX2，記錄在 PMDT 上的 SB2 VSWR 已變更的值。
- (10) 關閉發射器，將 SB2 重新連接到天線模擬器。

8. Carrier VSWR

- (1) 切換到 TX1 並將發射機的 power off，在 VOR 機架的 Bi-directional coupler(DC1)的 output 接上一個 T 型的 N Type，並將一個 30dB 衰減模擬器(attenuator of Simulator)接到 Tee 的末端 output。
- (2) 將一個 N Type (“barrel and bullet”)連接到這開線(open line)來模擬一個 1.2：1 的負載。
- (3) TX1 切到 ON
- (4) 暫時從 DC1 順向和反射 port 路徑上的 cable 脫離。

- (5) 利用 Power Meter 或 Spectrum Analyzer 來測量在 DC1 的順向和反射功率。
- (6) 利用 VSWR 的公式計算 carrier 的 VSWR，並記錄 VSWR 的測量值。

$$\text{VSWR} = (\sqrt{\text{FWD}} + \sqrt{\text{REFL}}) \div (\sqrt{\text{FWD}} - \sqrt{\text{REFL}})$$
- (7) 將 cable 接到 DC1 的順向及反射端口。
- (8) 在 PMDT : Transmitters >> Data >> Transmitter Data...
 經由調整 RF Monitor 組件 1A4A4 上面的 CSB REFLD potentiometer(R2)使顯示值(displayed value)等於計算值。
- (9) 將發射機的 power off。
- (10) 將衰減器與 Bi-directional coupler 之間的 Type N-Tee 拆下，將負載直接連接到 Bi-directional coupler 輸出。
- (11) 將 Simulator attenuator 接到 Bi-directional coupler 的 output。將發射機 on 上，測量順向和反射功率並計算 TX1 的 VSWR，並記錄起來。
- (12) 重新接上系統 cable，並讀取顯示的 VSWR，與 Transmitter >> Data (TX1)螢幕上的值比較必須低於 1.15 : 1。
- (13) 記錄所顯示的值。
- (14) 切換到 TX2，重做步驟(1)到(13)，在 Transmitter data 螢幕上的 VSWR 讀值必須低於 1.15 : 1。

9. Amplifier Protection Test with 3:1 VSWR

- (1) 切換在 TX1 並將發射機 off，在 directional coupler DC1 加上一個 Type N Tee 並在 Type N Tee 開口(路)的地方加上一個 30 dB 的衰減器。

- (2) 將系統 Bypass，並檢查 carrier power 是設為 100 watts \pm 10%。
- (3) 加 3：1 不匹配的 cable 短截線(mismatch cable stub)到 “T” connector，它將提供一個最小 3：1 的 VSWR across the VOR band。
- (4) 將 TX1 on 上，並確認功率輸出週期為 on 或 off，或是順向功率有顯著的降低，並記錄下來。
- (5) 將 TX1 off 並回復正常配置，並切換到 TX2（連接到天線）。
- (6) 重做步驟(1)到(4)。
- (7) 將發射機 off 並回復到正常配置。

10. Frequency Verifications

- (1) 將所有的 power off.並將 TX1 的 Audio Generator (1A3A2) CCA 的卡片拔出，並插入延伸板後，再將 Audio Generator (1A3A2) 卡片插在延伸板上。
- (2) 將系統的 AC 及 DC Buss 的 Breaker on 上。
- (3) 將 TX1 接上天線，並將系統 bypass。
- (4) 連接測試裝備(計頻器 or 示波器)到 1A3A2 CCA 的 30Hz 正弦波調變的測試點 TP18，並驗證是否有 30Hz 的信號，並記錄其頻率。
- (5) 將測試裝備接到 1A3A2 CCA 的 30Hz 餘弦波調變的測試點 TP20，並驗證是否有 30Hz 的信號，並記錄其頻率。
- (6) 將測試裝備接到 1A3A2 CCA 的 30Hz 參考測試點 TP24，並驗證是否有 30Hz 的信號，並記錄其頻率。
- (7) PMDT：Transmitters >> Commands >> Transmitter Ident...
將 identification 設為連續，並確定 Ident 是設為 8%。
- (8) 將測試裝備接到 1A3A2 CCA 的 Ident 測試點 TP2，記錄 1020 Hz。

- (9) 將所有的 power off 後，先把延伸板上的 1A3A2 CCA 卡片拔出，再拔出延伸板，然後將 1A3A2 CCA 卡片插回設備上。
- (10) 把 TX2 的 Audio Generator 卡(1A3A9) CCA 拔出，並插入延伸板，再將 Audio Generator 卡(1A3A9) CCA 插在延伸板上。
- (11) 將系統 AC 及 DC Buss 的 power on 上。
- (12) 把 TX2 接上天線，並將系統 Bypass。
- (13) TX2 重複上面(4)到(9)的步驟。
- (14) 將系統 AC 及 DC Buss 的 Breaker on 上，並選擇 TX1 接上天線。
- (15) 計頻器接到 TX1 的 Synthesizer Generator Assembly(1A3A1)卡片上的“CARRIER FREQUENCY” jack J2 上。
- (16) 發射機依照站臺的工作頻率工作，並記錄其測量值。
- (17) 切換到 TX2。
- (18) 計頻器接到 TX2 的 Synthesizer Generator Assembly(1A3A11)卡片上的“CARRIER FREQUENCY” jack J2 上。
- (19) 發射機依照站臺的工作頻率工作，並記錄其測量值。

11. Monitor Alarm Limit Verification

- (1) PMDT：Monitors >> Configuration >> Alarm Limits
- (2) 確認目前的設定是否與 Figure 3-2 畫面吻合(除了 Monitor input attenuation 外)
- (3) PMDT：RMS >> Configuration >> General...
Check the box(enable) Monitor Integrity Tests。
- (4) PMDT：Monitor 1 >> Test Results >> Completed...
並查看日期和時間確認測試結果是否顯示出來(大約 5 分鐘後 updated 的結果會顯示出來)。

(5) 確認所有的測試結果都在上下限的範圍內。

(6) 列印螢幕畫面。

(7) PMDT：Monitor 2>> Test Results >> Completed...

並查看日期和時間確認測試結果是否顯示出來(大約 5 分鐘後 updated 的結果會顯示出來)。

(8) 確認所有的測試結果都在上下限的範圍內。

(9) 列印螢幕畫面。

12. Audio Response ****Optional Test, Performed at Customer Request****(本項不檢測：本總臺無發送語音訊息)

13. VOR Monitored Voltages

(1) PMDT：RMS >> Data >> Power Supply Data

並將螢幕畫面列印出來。

(2) 將 TX1 的 AC 及 DC Buss off 並列印 TX2 BCPS 的資料畫面。

注意：當 TX1 的 AC 及 DC Buss off 時只會顯示 TX2 的 BCPS 資料

(3) 將 TX1 的 AC 及 DC Buss on 上。

14. Output Signal Spectrum and Sample Output

(1) PMDT：Transmitters >> Configuration >> Nominal...

將 Iden 及 reference modulation 設為 0.0%，連接頻譜分析儀到的 CSB SAMPLE 的(1A5A3)卡片 P1 (TX1)或 (1A5A4)卡片 P1 (TX2)，且須將 reference carrier output level 設在 100 watts。其值應為：

Station (reference)	0 dB
Second Harmonic	≥ 66 dBC
Third Harmonic	≥ 66 dBC

- (2) 記錄其測量值。
- (3) 使用頻譜分析儀在 1A5A4 P1 點測量 CSB SAMPLE 的位準，並驗證量測值在 100-300 mWatts 之間。記錄之。
- (4) 切換到 TX2，重做步驟(1)到(3)。

15. Ident Keying

- (1) PMDT : Transmitters >> Configuration >> Nominal...
設定 Ident modulation 為 8%，設定 Ident Keyer Input 為 Disabled (Self Keyed)。
- (2) 切換到 TX1 接上天線。
- (3) PMDT : Transmitters >> Commands >> Transmitter Ident...
設定 normal。
- (4) 將示波器探頭連接到 TX1 Carrier Amplifier 上 CSB 測試點 P2，測量產生 7 個 Ident 週期時間(從第 1 個開始到第 8 個開始之間的時間)。7 個 Ident 週期的時間必須是 55 seconds \pm 5 seconds。
- (5) PMDT : RMS >> Configuration >> General...
設定 Colocated DME/TACAN to SELEX DME。
- (6) PMDT : Transmitters >> Configuration >> Nominal...
Set Keyer Output，External Keying to Morse Code。
- (7) 在 Cabinet Interface Assembly 的 TB-2 position 14 (KEY_OUT+)和 TB-2 position 9 (+24VDC)之間加上一個 10k Ω 的電阻，並將 TB-2 position 15 (KEY_OUT-)接到 TB-2 position 18 (ground)。

- (8) 藉由模擬 TB-2 position 14 來檢驗 DME 的 keying 是否被同步觸發。每四次 Ident (3 次 VOR 的 Ident 後 1 次 DME 的 Ident) 其輸出電壓將從大約 24 VDC 變換到小於 1 VDC。
- (9) 檢查運作是否正常。
- (10) 切換到 TX2，重做步驟(8)和(9)。
- (11) 移除 TB-2 的電阻及接地(ground)。

16. Battery Backup

- (1) 將 AC / DC 兩個系統的 power off.並將 4 個接近放電的電池串接到 VOR battery input connector 及 ground buss bar。
- (2) 將 AC / DC 兩個系統的 power on 上，並利用夾式電流表測量其 cable 的電流。
- (3) 選擇 TX1 上天線，等待 1 分鐘後，檢查電池充電器(from TX2)應提供 4 到 7 安培的充電電流為 1 到 1.5 安培，記錄量測值。
- (4) 選擇 TX2 上天線，等待 1 分鐘後，檢查電池充電器(from TX1)應提供 4 到 7 安培的充電電流為 1 到 1.5 安培，記錄量測值。
- (5) 將系統的 AC 電源拔掉(unplug system from outlet)，並確認 TX1 及 TX2 仍繼續工作以及 RMS >> Status >> VOR Status 的螢幕畫面其 “On Batteries” 和 “AC failure” 須改變為 “Y” 的狀態，並記錄之。
- (6) 接上 AC 電源。

17. VOR Alarm Monitoring

Setup：連接 VOR 到 Commutator 和 Antenna Simulator 並 Disable bypass。

- (1) 將 TX1 設在 normal 的操作模式。
- (2)
 - a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale Factors...
請注意 TX1 參考調變比例設置。
 - b. 調整參考調變比例，使 9960 Hz level 調變低於 27%，如 Monitors >> Data >> Integral Screen 所示。
 - c. 確認 TX1 關閉，而 TX2 在大約 20 秒後啟動。將參考調變比例復原在正常狀態。記錄之。
 - d. 將 TX1 復原到 normal 的操作模式。
- (3)
 - a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale factors...
Note the reference modulation scale setting。
 - b. 調整 TX1 的 reference modulation scale 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的 9960 Hz level 調變顯示讀值大於 33%。
 - c. 確認 TX1 會 shuts down，而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 reference modulation scale 設回 Normal 值。
 - d. 將 TX1 復原到 normal 的操作模式。
- (4)
 - a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale factors...
Note the TX1 SBO RF Level scale setting。
 - b. 調整 TX1 的 SBO RF Level scale 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的 30 Hz level 顯示讀值低於 27%。
 - c. 確認 TX1 會 shuts down，而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值。
 - d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。

(5)

- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offsets and Scale Factors...

Note the TX1 SBO RF Level scale setting 。

- b. 調整 TX1 的 SBO RF Level scale 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的 30 Hz level 顯示讀值低於 33% 。
- c. 確認 TX1 會 shuts down，而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值 。
- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式 。

(6)

- a. PMDT : Monitor 1 and Monitor 2 >> Offset and Scale Factors screen

Note deviation scale factor 。

- b. 調整 deviation scale factor 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的顯示讀值低於 14.5% 。
- c. 確認 TX1 會 shuts down，而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值 。
- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式 。

(7)

- a. PMDT : Monitor 1 and Monitor 2 >> Offset and Scale Factors screen

Note deviation scale factor 。

- b. 調整 deviation scale factor 使其 Monitors >> Data >> Integral screen 的顯示讀值小於 17.5% 。
- c. 確認 TX1 會 shuts down，而 TX2 會在大約 20 秒後 start up，然後將 TX1 的 SBO RF Level scale 設回 Normal 值 。
- d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式 。

(8)

- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offset and Scale Factors ,
並注意 Id modulation scale 的值。
 - b. 調整 TX1 的 Ident modulation scale 為 : 10%.
 - c. 確認 TX1 會 shuts down , 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up , 然後
將 TX1 的 Ident modulation scale 設回 Normal 值。
 - d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。
- (9)
- a. PMDT : Transmitters >> Configuration >> Offset and Scale Factors
screen , 並注意 TX1 Carrier power scale setting 。
 - b. 調整 TX1 的 Carrier power scale setting 使其 Monitors >> Data >>
Integral screen 的顯示讀值小於 50 W 的 carrier power 。
 - c. 確認 TX1 會 shuts down , 而 TX2 會在大約 20 秒後 start up , 然後
將 TX1 的 Ident modulation scale 設回 Normal 值。
 - d. 將 TX1 復原到 Normal 的操作模式。

18. Fault Isolation

- (1) PMDT : Diagnostics >> Fault Isolation...
Run On-Air and Full Diagnostics 。
- (2) 記錄並將結果列印出來。

19. RSCU Controls

- (1) 連接一對專線從 Model 2238 RCSU 到 VOR 的 Interface CCA
Terminals TB2 的 pins 1 和 pins 2 。
- (2) Logon on the VOR at Security Level Three and put the system in Local
Mode.

- (3) 從 RMS >> Configuration >> screen，設定 RCSU Present and Connection Type to “Dedicated Modem”。按 “Apply”，然後選擇 RMS >> Config Backup 來儲存設定。
- (4) Logoff the PMDT，然後在 LCU 上按 RESET 鈕。
- (5) VOR 啟動後，藉由查看確認 Model 2238 RCSU 與 VOR 之間通信的狀態，並檢核 Data Sheet 是否 OK。
- (6) 驗證 Main 正常狀態，並檢核 Data Sheet 是否 OK。
- (7) 從 Model 2238 RCSU 將 VOR OFF，確認發射機是否有 shutdown，並將任何的告警聲音使其靜音，檢核 Data Sheet 是否 OK。
- (8) 等待 20 秒後，在 Model 2238 RCSU 上按 VOR ON 的按鈕，確認 Integral and Standby monitors 是在 normal 的狀態及 Main 的發射機是在運行的，並檢核 Data Sheet 是否 OK。
- (9) 在 Model 2238 RCSU 上按 TRANSFER 的按鈕，並確認系統有切換動作，並檢核 Data Sheet 是否 OK。

20. Modem Remote Monitoring

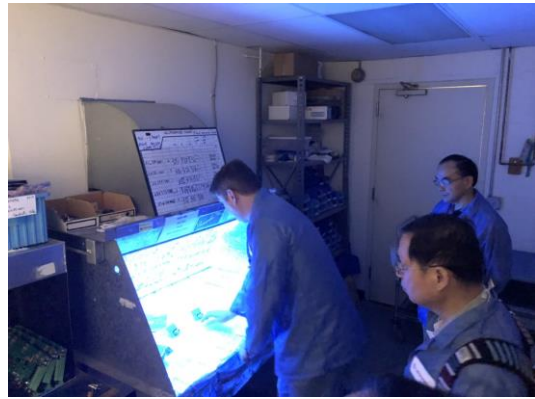
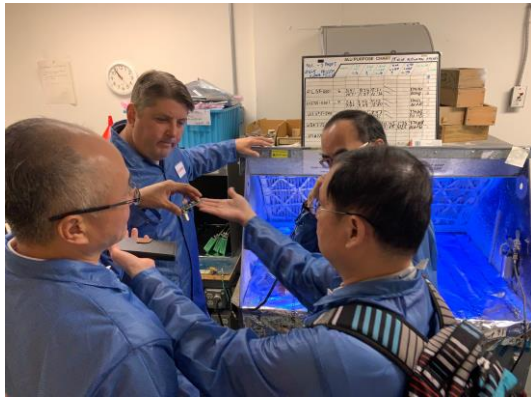
- (1) 連接一條電話線到 VOR modem 界面卡上的 TB2 (Pin 3 和 pin 4)，並使用裝有 PMDT 軟體的遠端遙控電腦，呼叫 VOR 以建立遠端通信連線，並 Log on 進入系統。
- (2) 檢核 Data Sheet 是否 OK，然後 logoff the PMDT。

21. Final Prep

- (1) 紀錄所有 CCA 模組序號和版本。
PMDT：RMS >> STATUS >> HARDWARE REVISIONS 檢核序號和版本是否吻合，按” Apply” 並備份設定值。

- (2) PMDT : System >> Configuration Print...Print.
- (3) 將列印資料合併到測試報告。
- (4) 移除 RMS CPU 的 E1 跳接線，及鋰電池。

五、額外測試項目：DVOR 天線電路板保護膜

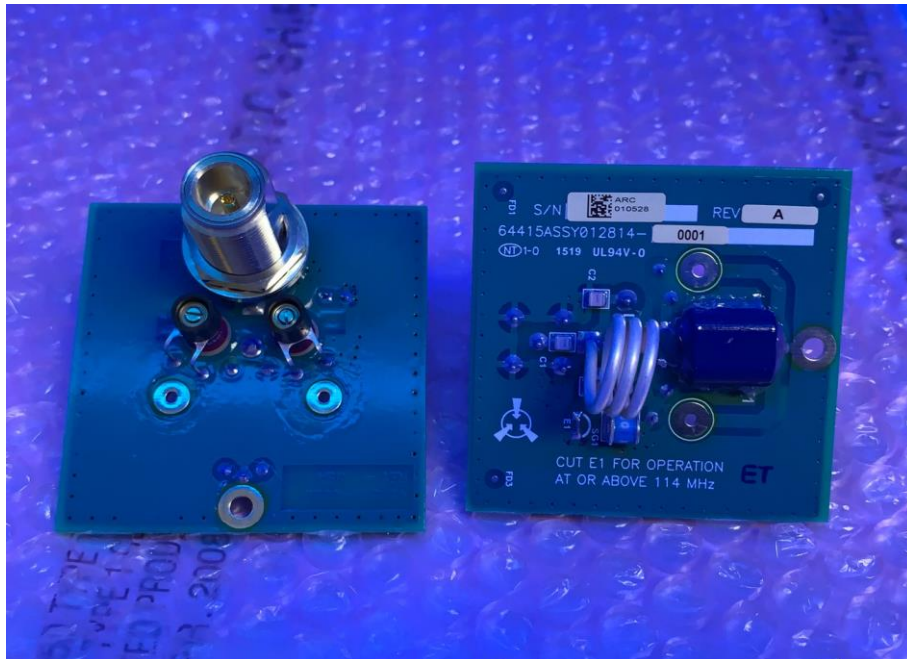


▲Selex Inc. QC 副總親自解說 QC 作業，並在紫外線檢視台上進行檢測電路板。



▲本總臺人員目視檢測天線電路板

▲天線拆箱，使用紫外線照明燈檢查



▲檢視 Sideband 天線發射 Matching network 模組塗佈情形

六、額外測試項目：Bridge 隔離度檢測

5 TEST DATA SHEET

030830-0001
VOR BRIDGE ASSEMBLY

Name _____

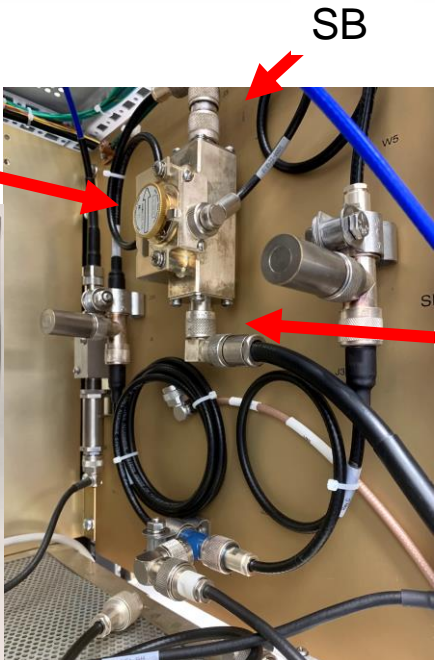
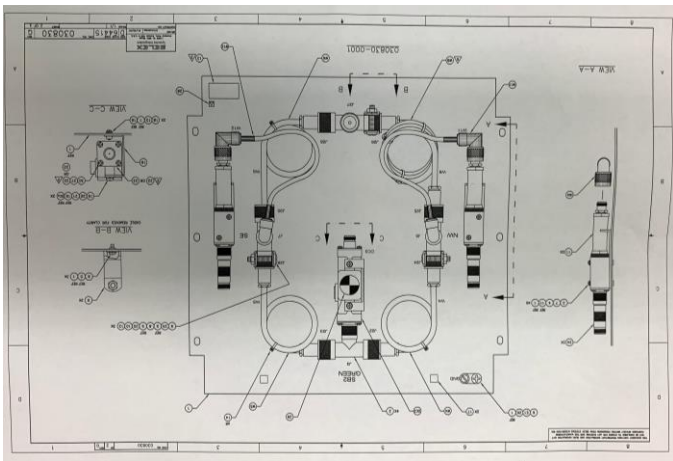
Date _____

S/N _____

Station Frequency _____ MHz

Test	Measurement	Limit
4.3 SB2 to SE Antenna Phase		$87.50 \pm 3.0^\circ$
4.3 SB2 to SE Antenna Amplitude		$-3 \pm 0.3 \text{ dB}$
4.4 SB2 to NW Antenna Phase		$87.50 \pm 3.0^\circ$
4.4 SB2 to NW Antenna Amplitude		$-3 \pm 0.3 \text{ dB}$
Phase Difference SE to NW		$0.0 \pm 1.0^\circ$
4.5 SB2 to Carrier		$(>37 \text{ dB})$
4.6 Carrier to SE Antenna Phase		Reference
4.6 Carrier to SE Antenna Amplitude		$-3.0 \pm 0.3 \text{ dB}$
4.7 Carrier to NW Antenna Phase		Reference $-180 \pm 3.0^\circ$
4.7 Carrier to NW Antenna Amplitude		$-3.0 \pm 0.3 \text{ dB}$
Phase Difference SE to NW		$180.0 \pm 1.0^\circ$

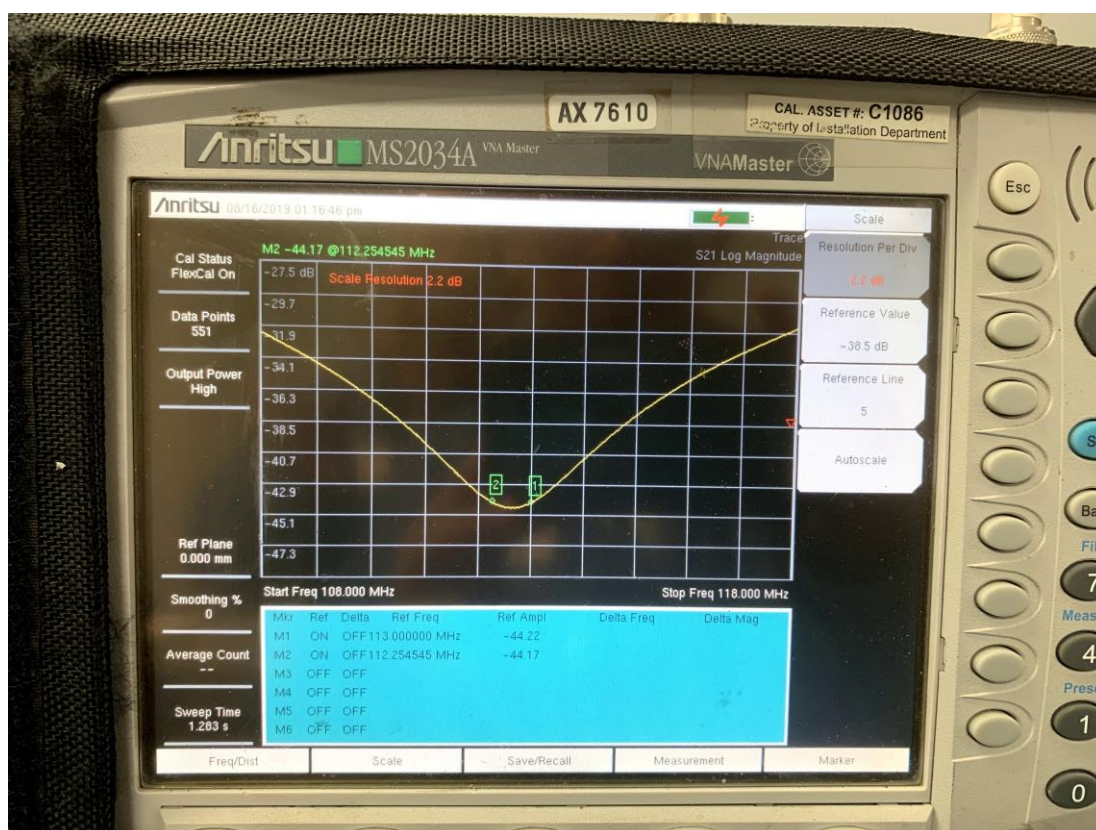
▲SELEX 公司 Bridge 出廠檢驗標準



▲Bridge 裝配圖



▲頻譜分析儀接法



▲測量數據：-44.17 dB < 出廠標準值 -37 dB

陸、心得

- 一、本總臺馬公、大屯山及花蓮等陣地 DVOR Sideband 天線均屬升級至 Version 2，前因氣候濕氣等因素，Tuner(玻璃可變電容)偶有水氣侵入，造成訊號設備 VSWR 異常告警，經各助航臺將天線加以防潮處理後，未再發生。本次廠測與原廠會議討論此現象，原廠研判可能是電容器受天候影響漂移，惟在全世界已架設地區均未接獲反映發生上述問題，後續建議可於安裝並調整完成電容值後，使用 RTV(Room Temperature Vulcanization Compound，室溫硫化膠)密封電容器的末端，本案承商亦表示本次換案所有天線均會依原廠建議施作，後續原廠會繼續關注此議題；本次廠測會議得知，原廠進行天線升級，是要使天線的調校更為精準及降低調校難度，卻意外造成天線易有水氣入侵之情形，所幸雙方直接溝通才能共同解決天線偶有水氣入侵之情形(討論會議摘要如附件)。
- 二、有關 SELEX DME 舊型設備因輸出不同功率，設計上分成為 LP 低功率(1118A)和 HP 高功率(1119A) 2 種型式，目前 SELEX 公司將高功率模組(PA)電路加以精簡小型化，促使單一型式 DME 設備，可適用安裝 LP PA 或 HP PA 兩款模組卡板，軟硬體均精進更新，其研究開發精神值得航電人員學習。
- 三、本次工廠測試遭遇問題或要求加測項目時，原廠工程師多熱心予以協助，且悉心安排機場接送及住宿，使我方人員更專注於廠測項目，加測項目測試過程更了解 RF 信號發射上的設計原理與技術，收穫良多。

柒、建議

- 一、建議廠商 DME 各模組卡板外觀應標示印製卡板名稱，以利維護人員快速識別

廠測時發現 SELEX 1119A DME 設備每一片模組卡板與插槽外觀，均未標示卡片編號或名稱(如圖 7.1)，不利快速維修與辨識，建議應比照其他 DVOR、CVOR 設備模組卡板上，均有標示(如圖 7.2)。



圖 7.1 DME 未標示卡片模組編號/名稱



圖 7.2 DVOR 有標示卡片模組編號/名稱

二、建議採購簡易型手持式紫外線燈俾利維護人員檢核天線模組防潮絕緣塗層塗佈良莠

過去曾有 DVOR 陣地發生 Sideband 天線發射 Matching network 模組塗佈防潮絕緣塗層不足之情形，針對此議題在 FAT 會議中，SELEX 公司由品保(QA) 副總裁 Mr. Luke 表示目前均對每片模組均逐一檢視無塗佈不良，才准予出廠，並親自帶領我們到工廠 QA 現場，運用紫外線燈工作臺，檢視每片 SB Matching network 模組，確認塗佈品質均良好。建議未來總臺亦可採購簡易式手持紫外線燈，用以檢查相關电路板的防潮絕緣漆塗佈情形(如圖 7.3)，以確保設備運作正常。

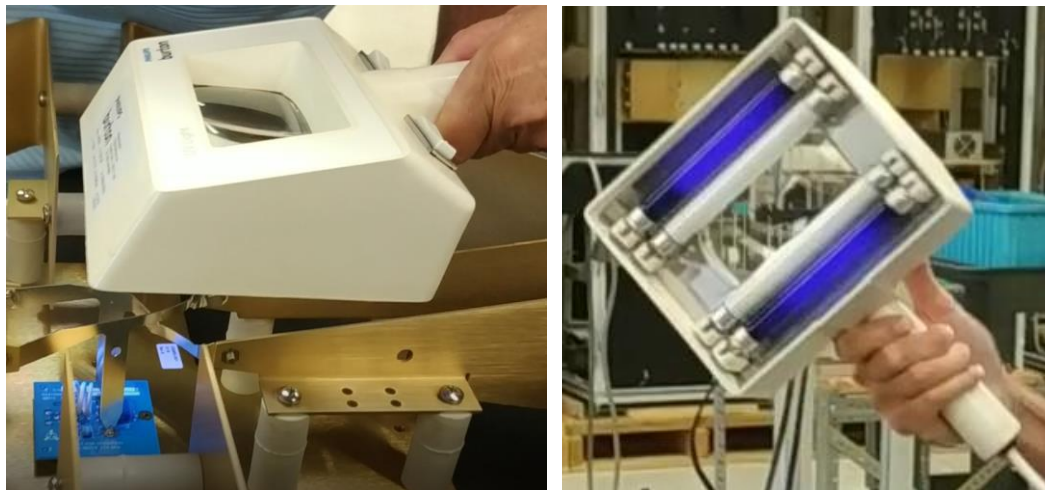


圖 7.3 使用手持式紫外線燈進行 DVOR 天線防潮絕緣塗層塗佈檢測示範

附件：Minutes of Meeting /19 August 2019/ANWS, PerTech and Selex ES Inc.

Subject: DVOR Sideband Antenna



Minutes of Meeting
19 August 2019
ANWS, PerTech and Selex ES Inc.
Subject: DVOR Sideband Antenna

The following questions were raised by ANWS. They were verbally addressed by Selex in the meeting and the answers are included here.

1. Version 1 of the Sideband Antenna as described in the Operations and Maintenance Manual, Model 1150, Doppler VOR (DVOR) Antenna, 570002-0001, is obsolete. ANWS requests whether Selex can still produce it. Also, why did Selex move to the Version 2 design?

Yes, Selex can still produce the Version 1 antenna. The full part number is 470165-0003, Antenna Kit, DVOR. The move to the Version 2 was to provide a lower purchase cost and installation cost. Please see the attached quotation for the cost of the Version 1 antenna system.

2. Is it acceptable to Selex to completely seal the radome of the antenna after tuning has been completed?

Based on the positive results reported with the installation at Magong, Selex has no issue with completely sealing the radome.

3. Is it acceptable to Selex to replace the variable capacitors in the Version 2 design with a fixed capacitor of the same capacitance after tuning?

This is not recommended due to the many unknowns that are introduced in the process, i.e., would the replacement capacitor behave the same as the original capacitor at rf frequency.

4. Is it acceptable to replace the 012814-0001 Circuit Card Assembly in the field?

PerTech is qualified to replace the 012814-0001 Circuit Card Assembly in the field.

5. Would Selex please relate experience of Sideband Antennas in similar sea side installations?

Selex has more than 100 systems installed that use the 470165-0004 antenna system with the 'version 2' antenna. Many of these systems are installed in coastal regions of Indonesia, Grenada, Myanmar, Philippines, Vietnam, and other countries with environmental conditions similar to Taiwan. Cumulatively, the antennas in the 100+ systems have operated for approximately 186 million hours representing an MTBF of over 3 million hours.

6. Are there alternative solutions Selex would recommend?

One additional installation method that reduces the potential for capacitor drift is to apply RTV to seal the end of the capacitor after tuning is complete.