

出國報告(出國類別：其他)

航電酬載設計技術訪廠報告

服務機關：中山科學研究院第一研究所

姓名職稱：高誌鴻中校

派赴國家：加拿大

出國時間：098.10.18 至 098.10.23

報告日期：098.11.03

國防部軍備局中山科學研究院出國報告建議事項處理表

報告名稱	航電酬載設計技術訪廠報告		
出國單位	中山科學研究院 第一研究所	出國人員級職/姓名	中校技士/高誌鴻
公差地點	加拿大	出/返國日期	<u>098.10.18</u> / <u>098.10.23</u>
建議事項	一、無人飛行載具(UAV)因為電源容量及酬載空間大小的限制,無法能像旁立式電戰機具有多樣的電子偵蒐(RF Receiver)與電子干擾(RF Jammer)設備,因此如何在有限的條件下,發展出優異的電戰設備,滿足未來軍種作戰需求,是專案計畫值得努力的目標。 二、現代戰爭掌握「電磁權」優勢,即可主宰戰場獲致勝利,而「電磁權」優勢有賴於「電子戰」武器系統的優劣價值,且電子戰環境涵覆全頻譜,如何以 UAV 運用電子戰支援措施(ESM)精確地測量輻射源之參數特性,是未來打贏電子作戰不可或缺的要素之一。另外隨著半導體元件製程的進步以及對 RF 元件性能需求的提升,縮裝技術的提升,也是未來重要關鍵,本院應儘早投入研究。 三、目前本院有許多計畫因為關鍵零組件或關鍵技術卡在美方輸出許可問題,造成本院專案研發功能受限、期程延長,故院內各單位遇類似問題,應朝尋找歐洲或是加拿大商源努力。		

	四、此次赴加拿大開會與訪廠，因為出國員額限制緣故，只有個人代表專案計畫室出國，電戰分系統專業單位無法派員陪同，所以未能與 Ultra Electronics TELEMUS 分公司人員做更深入之技術探討，且出國期程又被限制，故無法訪視其他相關廠家。 建議院內權責單位能考量專案的實際研發需求，持續爭取出國額度與放寬出國期程。
--	--

BL944B5FC

處理意見	一、UAV 系統主要目的是執行戰場環境情監偵(ISR)工作，本所將會在此基礎上戮力研發，期能達成即時監控戰場電磁環境，以有效提昇國軍整體電子戰能量，俾利我軍掌握戰場電磁優勢。另一方面將持續向空軍說明宣導，讓軍種明瞭 UAV 系統與旁立式(Stand-Off)電戰機的差異，使其更清楚 UAV 的運用並持續支持後續建案工作。 二、本院資通所電戰組執行電子戰系統設備研發已數十年，對電子戰支援措施(ESM)之研發應有不錯成果，唯在 UAV 系統上的應用受載台先天環境限制因素，仍須持續精進研發體積小、功能強的系統，以滿足未來 UAV 戰場運用需求。 三、建請各專業遇輸出許可問題時立即反應，需求零組件漸往歐洲或是加拿大發展，避免造成產品功能受限與研發期程延宕。 四、將持續爭取出國額度，並參考本次出訪人員建議，視技術發展需求預先規劃出訪計畫，共同參與吸收新知，提升本院自製能量。
------	---

國防部軍備局中山科學研究院
九十八年 度 出 國 報 告 審 查 表

出國單位	中山科學研究院 第一研究所	出國人員 級職姓名	中校技士/高誌鴻
單 位	審 查 意 見		簽 章
一級單位			
計 品 會			
保 防 安 全 處			
企 劃 處			
批 示			

國外公差人員出國報告主官（管）審查意見表

本次參訪實地訪察電偵酬載設備原廠，瞭解 RF 接收機各項功能規格與廠家之技術能量，並深入淺出地研討 RF 干擾器與電子參數即時分析軟體等各項功能及電戰應用議題，已達成本項公差之任務。且相關資料蒐集廣泛、說明清晰，且以專案觀點詳實闡述參訪心得與感想，對專案發展與未來方向具引導作用。

出國經費編列不足問題，造成人員經驗無法傳承，視野無法擴大，專業知能難以迅速有效提升。建議本院應持續爭取出國額度，並參考本次出訪人員建議，持續藉參觀訪廠拓展視野，引領專案朝向正確方向前進外，視技術發展需求預先規劃出訪計畫，共同參與吸收新知，提升本院自製能量，以因應未來研發需求並符院長再三強調之「外購為備案，院內研發為主案」政策精神。

出國報告審核表

出國報告名稱：航電酬載設計技術訪廠報告		
出國人姓名	職稱	服務單位
高誌鴻	中校技士	中山科學研究院第一研究所
出國類別	☐ 考察 ☐ 進修 ☐ 研究 ☐ 實習 ☒ 其他 <u>開會、訪廠</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：098 年 10 月 18 日至 098 年 10 月 23 日		報告繳交日期：098 年 11 月 03 日
計 畫 主 辦 機 關 審 核 意 見	☐1.依限繳交出國報告 ☐2.格式完整 ☐3.無抄襲相關出國報告 ☐4.內容充實完備 ☐5.建議具參考價值 ☐6.送本機關參考或研辦 ☐7.送上級機關參考 ☐8.退回補正，原因：☐不符原核定出國計畫 ☐以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 ☐抄襲相關出國報告之全部或部分內容 ☐電子檔案未依格式辦理 ☐未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： ☐辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 ☐於本機關業務會報提出報告 ☐其他_____ 敬會：保防官 ☐ 10.其他處理意見及方式：	
審 核 人	出國人員	初審
		機關首長或其授權人員

報 告 資 料 頁			
1.報告編號： CSIPW-98F-E0005		2.出國類別： 其他	3.完成日期： 098.11.03
4.總頁數： 29			
5.報告名稱：航電酬載設計技術訪廠報告			
6.核准 文號	人令文號	98 年 9 月 28 日國人管理字第 0980013376 號	
	部令文號	98 年 9 月 18 日國備獲管字第 0980012926 號	
7.經 費		新台幣：85582 元	
8.出(返)國日期		098.10.18 至 098.10.23	
9.公 差 地 點		加拿大	
10.公 差 機 構		Ultra Electronics TELEMUS 分公司	
11.附 記			

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：航電酬載設計技術訪廠報告

頁數 29 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

中山科學研究院第一研究所/江秋霞/503610

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

高誌鴻/國防部軍備局/中山科學研究院第一研究所/中校技士/503199

出國類別：□1 考察□2 進修□3 研究□4 實習■5 其他 訪廠

出國期間：0981018 至 0981023 出國地區：加拿大

報告日期：0981103

分類號/目

關鍵詞：無人飛行載具(UAV)、電子偵蒐、電子干擾、電子戰支援措施(ESM)

內容摘要：

為執行本院無人飛行載具(UAV)發展計畫及高精度航電酬載研發需求，故派員於 98 年 10 月 18 日至 98 年 10 月 23 日赴加拿大渥太華(Ottawa)參訪 Ultra Electronics TELEMUS 分公司，以蒐集電子偵蒐產品發展現況及關鍵技術資料，掌握系統廠商最新研發資訊及產能現況，並與廠商洽談電子偵蒐裝備規格(如精度、尺寸、重量)及電子參數即時分析軟體功能等議題，並掌握相關系統最新研發資訊與發展現況。

Ultra Electronics TELEMUS 分公司為 RF 系統設計及製造商，所生產之設備如 RF 接收機(RF Receiver)、RF 干擾器(RF Jammer)……等，均被英國、美國、韓國及本院系發武模實驗室等機構所採用。

本報告內容目次壹將描述本出國案目的，目次貳及叁則將出國過程及心得整理提報，目次肆則針對此次出國之見聞，提出相關建議供計畫專案參考。

目 次

壹、 目的.....	11
貳、 過程.....	11
參、 心得.....	18
肆、 建議事項.....	28
附件	29

BL944B5FC

航電酬載設計技術訪廠報告

壹、目的

無人飛行載具(UAV)，從傳統的情報、監視、偵察任務未來勢必會轉變成多元角色。包括高價值目標標定、封鎖、密接支援、兵力保護、人攜式防空系統制壓，以及戰鬥搜救、特種作戰滲透、戰場損害評估等。

UAV 具有多種戰術運用價值，已成為現代化戰爭中不可或缺的武器系統，我國目前無軍事衛星和高空偵察機下，籌建無人飛機將可執行戰場環境偵查、干擾敵人雷達陣地等電子戰任務。

以廉價消耗性或戰術性之 UAV 裝掛通信及電子干擾器材，實施戰術欺敵及雜波干擾，以協助攻擊機執行任務；或於高危險度及嚴密防禦之目標區，施行各種干擾，以削弱敵方預警雷達、搜索雷達及防砲、飛彈之射控雷達功能。

藉本次出國機會還參訪 Ultra Electronics TELEMUS 分公司，目的為透過面對面接觸，深入了解該公司規模及能力，並就專案電子偵蒐與電子干擾需求、採購合約內容、安裝測試時程與品質驗證要求，進行問題討論與意見交換，俾使專案籌建該分系統、運用及技轉能順利進行，同時了解高精度電子偵蒐裝備產品線與發展現況，及相關電子戰裝備與技術之未來發展趨勢。

貳、過程

一、參訪 Ultra Electronics TELEMUS 分公司(0981019~0981021)：

(一)、公司地址：88 Hines Road, Ottawa, Ontario Canada K2K 2T8(加拿大安大略省渥太華市)

(二)、公司能量：

1. 成立於西元 1984 年，2007 年被 Ultra Electronics 併購。
2. 公司領域：RF 與無線通訊設備設計製造。

3. 員工數：約 30 人。

4. 總公司：Ultra Electronics 總部在英國，在全世界 28 個國家有分公司，全世界超過 50 個據點。

(三)、交通：該公司距渥太華市下榻處(Country Inn Hotel)約 15 公里，但無便捷之交通工具，故商請廠商派員接送。

(四)、公司實景：公司嚴格執行進出刷卡登錄管制。



圖一、Ultra Electronics TELEMUS 公司正門合影

(五)、研討議程

表一、參訪 Ultra Electronics TELEMUS 分公司行程安排

日期	工作內容	備考
98.10.19 星期一	拜會工程經理 Michael Gale 先生等相關人員。研討及確認未來行程。	
98.10.20 星期二	1. 工程經理 Michael Gale 簡報 Ultra Electronics TELEMUS 公司電子戰產品及相關執行計畫。 2. 電子偵蒐裝備規格性能與交貨期程研討。 3. 電子參數即時分析軟體功能研討。	
98.10.21 星期三	1. Ultra Electronics TELEMUS 分公司產能實地訪察。 2. 縮裝技術與電子偵蒐裝備製程現場實作訪察。	

	3. 各項電戰議題研討	
--	-------------	--

表一為此次參訪的主要行程，Ultra Electronics TELEMUS 分公司工程部經理 Michael Gale 全程陪同，他個人學養豐富，負責該公司產品工程整合，因為 Ultra Electronics TELEMUS 分公司的產品銷售到許多國家，包含美國、英國、加拿大與韓國等國家，所以曾到過這些國家，也到過本院多次，具有深厚之系統整合經驗。

星期一因為轉機到渥太華已近下午四點了，故僅是禮貌性地與他見個面，大致商討往後兩天所要討論的議題與想要看的事物。星期二 Michael Gale 本人至旅館來接我至 Ultra Electronics TELEMUS 分公司，並安排該公司系統及軟體工程師 Vincent Hache 與系統整合工程師 Andy Rowland 等二人參加研討會議，他們負責整個公司的軟硬體模組發展與系統整合，是非常恰當的對談人選，也顯示該公司對本院商機的重視。



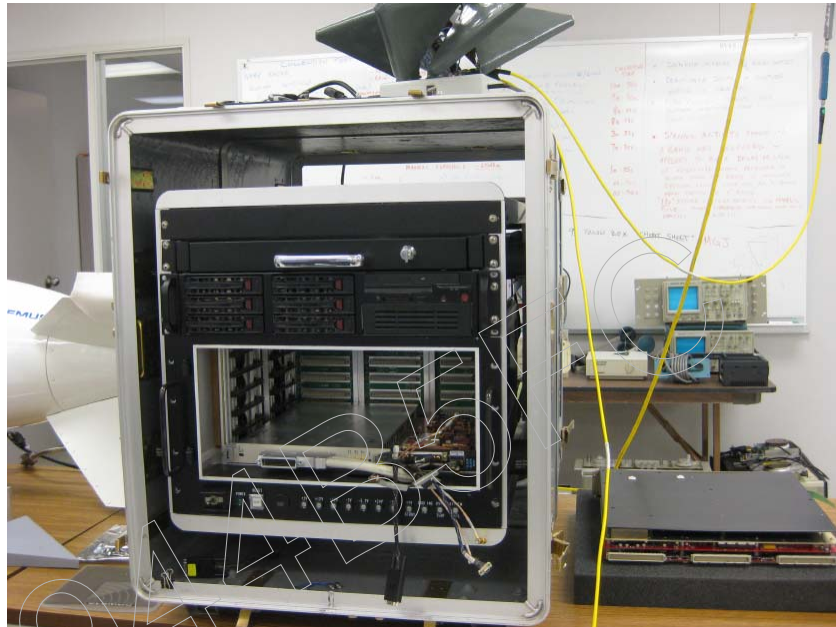
圖二、簡報會議

首先由 Michael Gale 介紹該公司的歷史、核心技術、產品、現行計畫等，另外由系統整合工程師 Andy Rowland 簡介該公司的干涉儀(Interferometer)，因為此產品為本計畫所預定採購之設備，故對其各項規格特別注意，發現能符合專案目標需求。我也代表專業分系統提出一些意見，(如將中頻(IF)最大頻寬放大為 500MHZ(原為 250MHZ)，其可行性與所需考量之因素為何?)皆獲得良好的回覆。

再來是由該公司系統及軟體工程師 Vincent Hache 簡報 TALON 與 C2DB 兩套軟體及在各國軍方電戰領域實際運作現況，TALON 是一套 ESM 分析軟體而 C2DB 則是電戰結合 C2 與 GIS

地圖資訊的應用軟體。此兩套軟體強調容易安裝、容易使用與人性化介面，不但功能強大，而且全是由該公司獨立自行研發，令人印象深刻。

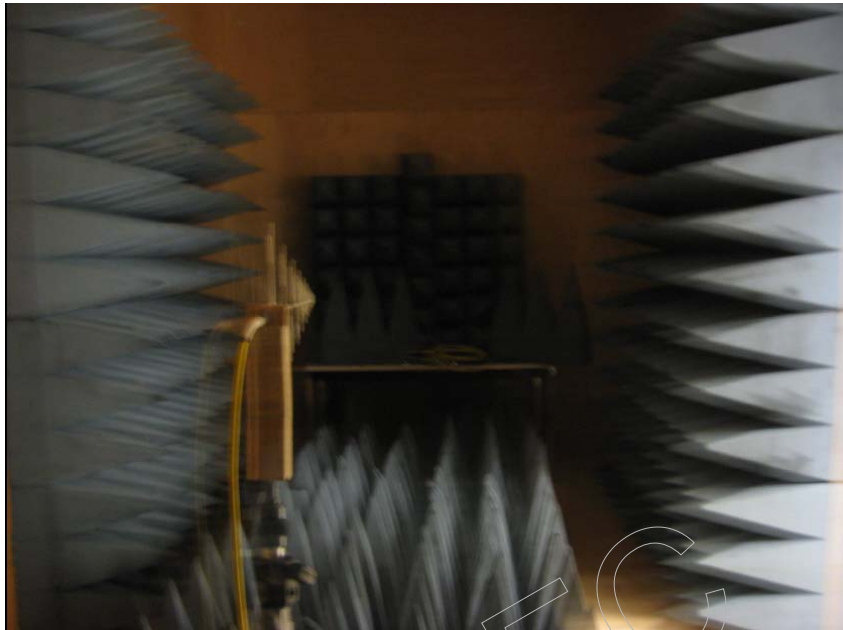
星期三則先由工程部經理Michael Gale帶我參觀該公司的設備及技術能量，包括ELINT系統(圖三)，ECM系統(圖四)，回波暗房(圖五)與溫度試驗設備(圖六)等。



圖三、ELINT 系統



圖四、ECM 系統

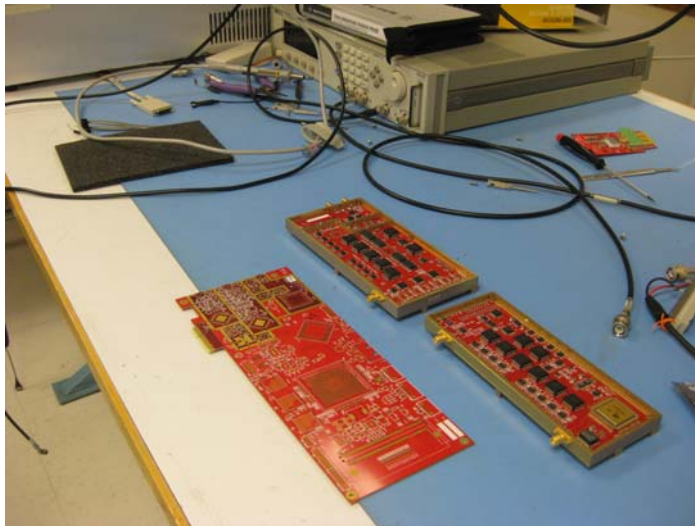


圖五、微波暗房

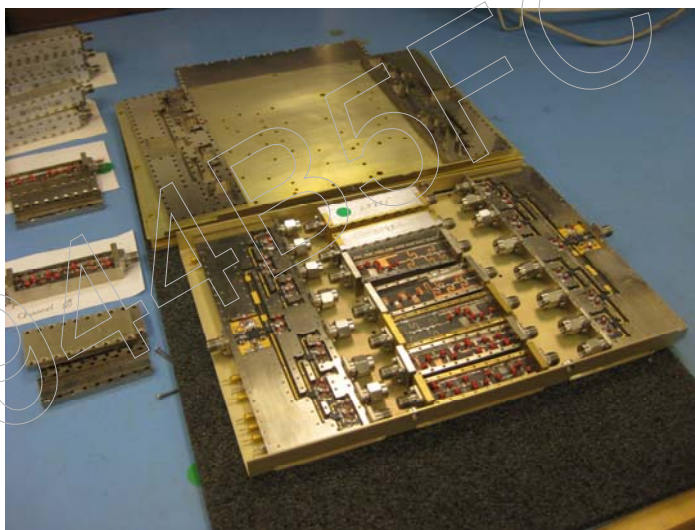


圖六、溫度試驗設備

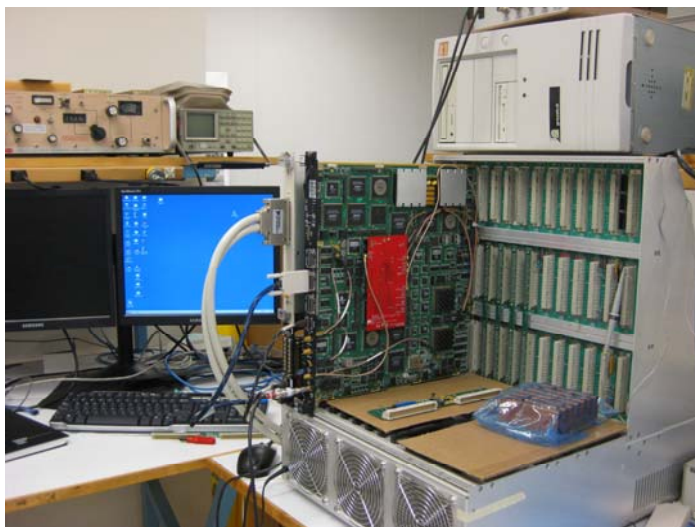
另外我也參觀該公司 RF 模組設計製造組裝過程，包含 RF 電路元件(圖七~圖八)，及整合測試等(圖九~圖十)。



圖七、RF 電路元件 1



圖八、RF 電路元件 2



圖九、整合測試 1



圖十、整合測試 2

我們也談到元件及系統縮裝情形，Ultra Electronics TELEMUS 分公司在 RF 領域已有 20 幾年的歷史，隨著半導體元件製程的進步，該公司的產品也一直朝向縮裝的目標前進，如圖十一之 DRFM 模組，左手邊為舊型式，有許多散熱片，造成其體積稍大。而右手邊為新的型式，採用 solid state device 技術，使得體積大為縮小，可以容納更多之微波元件。



圖十一、DRFM 模組縮裝

最後我提出一些電戰技術議題，跟 Michael Gale 等三人研討，相關議題如下：

- ✧ 電偵設備可否作目標定位？原理為何？
- ✧ 電偵設備收到目標訊號後，經過處理判斷後，可否直接使用電干設備干擾？
- ✧ 使用電干設備干擾時，會不會產生干擾己方接收機情形？解決方法為何？
- ✧ 電偵設備與電干設備可否同時置於 UAV 上使用？
- ✧ 電干設備工作時間之限制為何？是否會影響載體本身之 DATA LINK 運作情形？

詳細研討結論將於心得中敘述。

參、心得

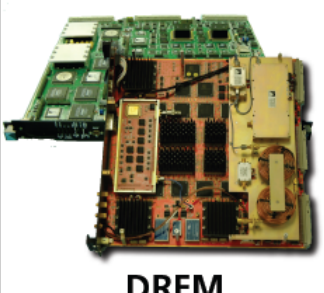
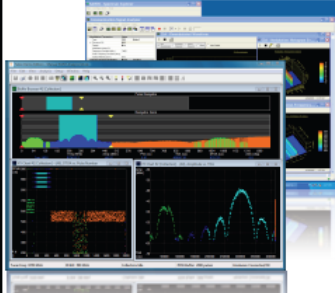
一、Ultra Electronics TELEMUS 分公司

Ultra Electronics TELEMUS 分公司具有工程實驗室、小型無回波實驗室及溫度環控等裝備設施，該公司的研發及工程人員主要是專注於 RF 接收機等微波與無線通訊設備設計研製，因為距離加拿大國防科技研究發展中心(DRDC)很近(只有 3 公里)，該公司所發展之相關 RF 設備皆移至 DRDC 做整合測試，此次公差本想前往參訪，可惜申請並未獲得許可。

Ultra Electronics TELEMUS 分公司主要產品非常多樣性，皆為微波或是無線通訊領域之產品，包含了模組與整合型系統，例如 ELINT(電子情報)、RFSS(RF 訊號模擬系統)等。

二、Ultra Electronics TELEMUS 分公司的核心技術

該公司主力產品是在微波與通訊領域，所以相關應用之產品集中在此領域，可以分為三大類：RF 接收機(Receiver)、RF 干擾器(Jammer)與 RF 模擬系統(Simulation System)。核心技術包括 RF、數位電子及軟體，如圖十二所示。

RF	Digital	Software
		
Tuners Sources Components	DRFM Digitizers Pulse Processors Controllers	ES / ELINT Pulse Analysis Comms Analysis

圖十二、Ultra Electronics TELEMUS 分公司三大核心技術

此三大核心技術，組成了許多產品，跟本計畫或是本院有相關的產品有：

1. ELINT 系統：如圖十三所示，相關功能規格如下敘述：



圖十三、ELINT 系統

- ✧ 接收機型式：干涉儀式超外差接收機。
- ✧ 頻率範圍(Frequency Coverage)：0.5 GHz to 20 GHz
- ✧ 測向天線極性(DF Antenna Polarization): RHCP
- ✧ 中頻(IF Frequency)：中頻中心頻率：1000 MHz。
- ✧ 中頻頻寬：1000 MHz /500 MHz /100 MHz/ 50 MHz/ 10 MHz 可供選擇。
- ✧ 中頻(IF Frequency)：中頻中心頻率：160 MHz。
- ✧ 中頻頻寬：75 MHz /50 MHz /25 MHz/ 10 MHz/ 3 MHz 可供選擇。
- ✧ 具 ESM 模式
- ✧ 具先進分析軟體
- ✧ C2DB 戰場情況分析警示軟體(optional)

2. 脈波分析軟體：如圖十四所示，相關功能規格如下敘述：



圖十四、脈波分析軟體

- ✧ 適用於 Windows 作業系統。
- ✧ 可分析 radar pulse descriptor words(PDWs)
- ✧ 具圖形視窗化分析與自動分析工具

3. 雷達目標模擬系統：如圖十五所示，相關功能規格如下敘述：



圖十五、雷達目標模擬系統

- ✧ 1.25GS/s 8-bit DRFM based
- ✧ 高解析目標訊號產生(1.6 ns range delay resolution/ <1Hz Doppler resolution)
- ✧ Multi-channel configurations
- ✧ 即時模式、ECM 模式、地面雜波模擬(optional)

4. ECM 模擬系統：如圖十六所示，相關功能規格如下敘述：



圖十六、ECM 系統

- ✧ 1.25GS/s 8-bit DRFM based
- ✧ 高解析目標訊號產生(1.6 ns range delay resolution/ <1Hz Doppler resolution)
- ✧ 電子攻擊模式(VGPO/RGPO/MFT/etc.)
- ✧ Multi-channel configurations
- ✧ 即時模式(optional)

5. 電子戰訓練系統：如圖十七所示，相關功能規格如下敘述：

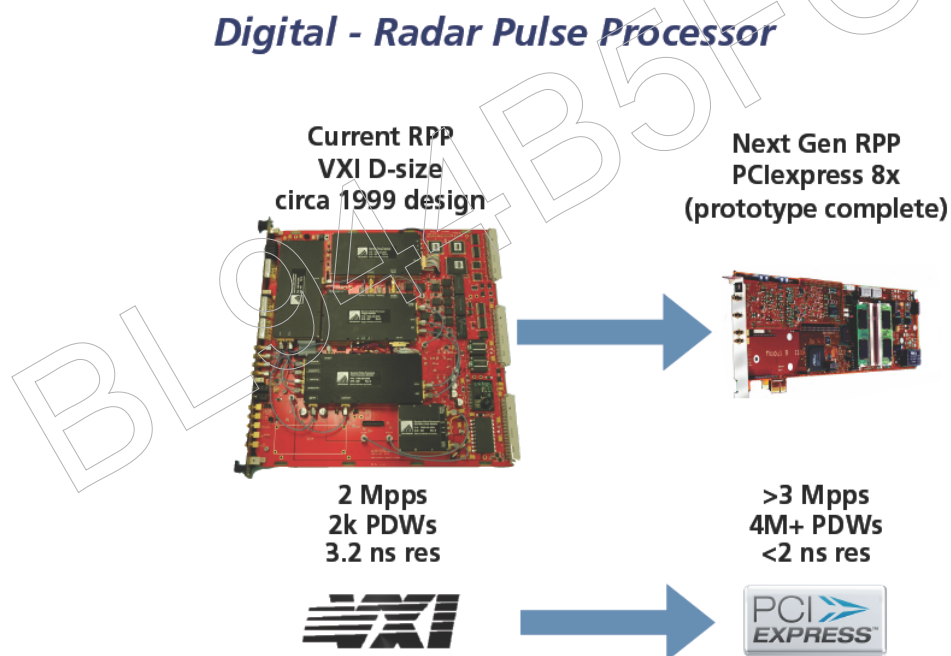


圖十七、電子戰訓練系統

- ✧ INEWT(整合型電子戰訓練系統，含海軍與陸軍)

- ✧ 雷達訊號模擬器
- ✧ 雷達干擾訊號模擬器
- ✧ 雷達測向接收器
- ✧ GPS 追蹤模擬
- ✧ 機動式

6. 縮裝技術：隨著半導體元件製程的進步以及對 RF 元件性能需求的提升，縮裝是必經之途徑。在 Ultra Electronics TELEMUS 分公司也可以見到這方面的進展。圖十八說明該公司對於雷達脈波處理器縮裝技術的努力，從原先 VME BUS 的電路板，改良為 PCI BUS 電路板，體積縮小但功能反而更強大且適合用於更多的平台上。



圖十八、雷達脈波處理器縮裝

三、干涉儀(Interferometer)接收機研討：由於本項設備系統是專案計劃採購的標的，所以特別與該公司研討我們的需求，並檢視此項產品的性能規格是否符合計畫目標。表二所列為專案計畫 RF 接收機之性能，而圖十九為該公司 RF 接收機現貨主要功能規格。

表二、專案計畫 RF 接收機之性能

主要性能規格	備考
✧ 頻率範圍(Frequency Coverage)：2.0 GHz to 18.0 GHz。	

✧ 視角(Field of View) 水平(Azimuth): $\geq 120^\circ$ (Port) and 120° ✧ 俯仰波束寬(Elevation Beamwidth) : 75° Typical。 ✧ 測向精確度(Bearing Accuracy) : $\leq 1^\circ$ (rms) , Measured on Steady Emitter。	
---	--

Interferometer Key Specifications

Parameter	Specification
Azimuth FOV	120°
Elevation FOV	$\pm 30^\circ$ to $\pm 50^\circ$
DF Accuracy	Az./El. < $\pm 1.0^\circ$ rms, 2 to 18 GHz Az./El. < $\pm 1.75^\circ$ rms, 0.5 to 2 GHz
Size	41" x 19" x 37" (L x D X H)
Temperature	0 to 50°C

圖十九、Ultra Electronics TELEMUS 分公司 RF 接收機現貨主要功能規格

Ultra Electronics TELEMUS 分公司 RF 接收機現貨接能滿足專案需求。我們也研討了增加最大中頻頻寬(IF Bandwidth)的需求，將原來的 250MHz 提升至 500MHz，但是 Ultra Electronics TELEMUS 分公司表示必須將載台所能提供之電源、散熱效能、空間大小與價格等皆須列入考量因素，主要是因為需要增加設計一路高功率且小巧型的放大器(High Power Compact Amplifier)於電路板中，許多模組需要更改設計。另外也談到交貨期程的提前要求，對方表示有困難但會考量，11 月份至院內執行電戰組另一個計畫的 CDR 時，會與電戰組協商研討，我只是表達專案計畫室的立場，希望能早點交貨，以利後續之整合測試等研發期程。

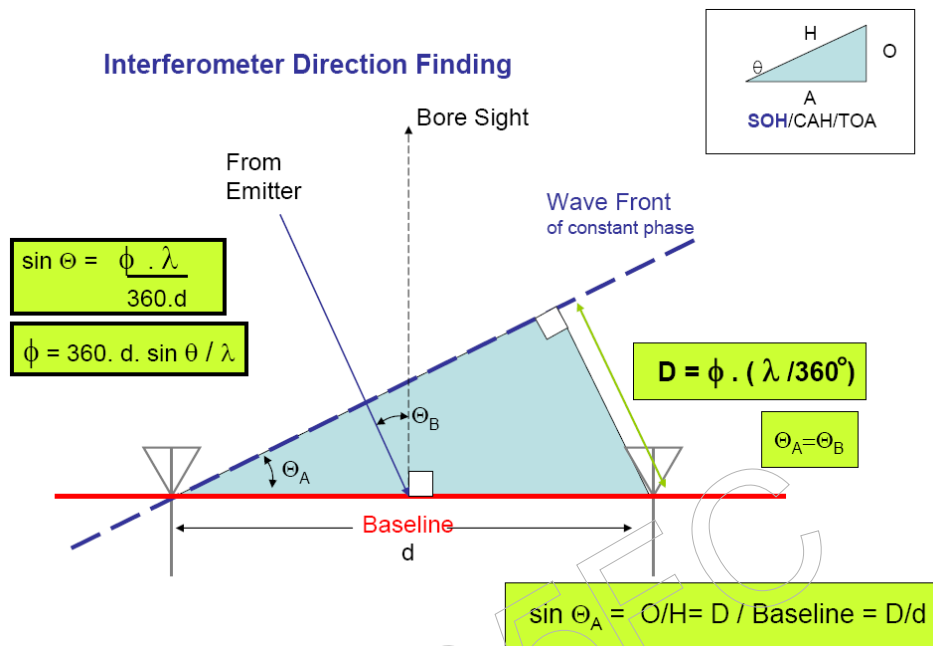
五、電戰議題研討

出發前，張副主持人與系工組長祝博士便提出一些研討的議題，希望我能與國外廠商研討釐清，相關議題如下：

✧ 電偵設備可否作目標定位？原理為何？

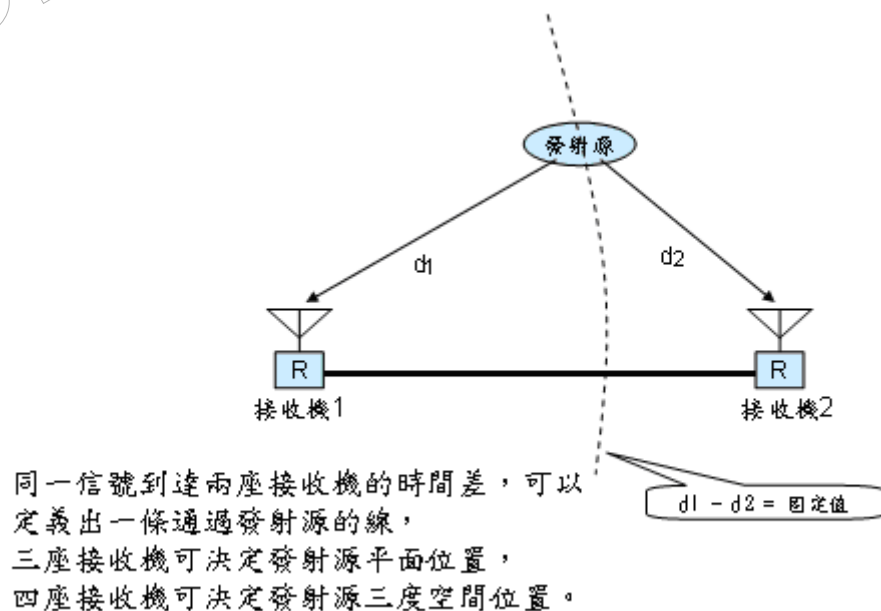
研討結果如下：

RF 接收機測向方法如圖二十所示：



圖二十、RF 接收機測向方法

若是我們想做到目標定位，則需要新增接收機，詳如圖二十一。但是必須考量各架 UAV 之間的飛行軌跡的一致性與時間性，並不是那麼容易執行。且電戰系統而言，只要知道方位與大致的距離，便可以執行電子攻擊或是電子防護，並不需要確切的目標距離與位置。



圖二十一、目標定位方法

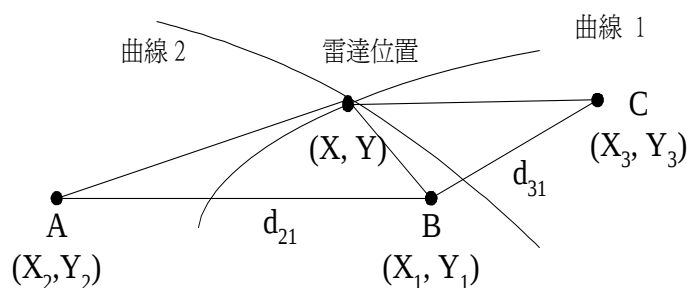
電子支援措施是利用一種無源偵測(即只有接收系統)，用以搜索、截收、定位，識別

敵人電磁輻射能的行動，以辨認立即威脅之目的，在電子戰中有舉足輕重的作用。

電子支援措施之時差定位方法，是以截收目標所發射之訊號經到達時間差交叉定位將目標位置計算出來。電子支援措施本身不發射雷達電波，有被動式雷達之稱，不受電子干擾或反輻射飛彈反制，隱密性較高。

分析現有定位措施幾乎都利用測向功能，存在著定位精度差的問題，而沒有利用其測量信號到達時間的性能。這是因為各站之間無統一的時鐘，即沒有統一的時間基準，使得測時在定位中失去應有的意義。測向原理的定位精度主要取決於測角精度與目標離站台的距離，現有設備的測角精度在 $\pm 1^\circ$ 左右，假設目標距離為 200 km ，則其誤差等於 $\pm 3.491\text{ km}$ 。但隨著全球定位系統(global position system)技術的發展，測時定位的精度主要取決測時精度與 GPS 精度，GPS 精度可優於 10 ns ，而偵測設備的測時精度可優於 1 us ，則定位誤差約 300 m ，因此，測時差定位有著較測向定位高得多的精度。

若能將 GPS 與測時差定位結合在一起，有效地對目標進行快速、高精度、可靠的定位。然後對定位後的運動目標進行跟蹤得到目標的軌跡進一步提高定位精度，並利用 GPS 將各站校準到同一時間基準再精確測量出訊號到達各站的時間差。其原理為 A、B 及 C 為三個接收機(站)位置，如(圖二十二)且每接收機的時間均有 GPS 時標同步，當雷達訊號發射出來，接收機 A 和 B 收到訊號有一時間差，接收機 B 和 C 有另一時間差，計算出曲線 1，使得曲線 1 上的任一點至至接收機 A 和 B 之時間差恆為定值。由接收機 B 和 C 可計算出曲線 2，此兩曲線之交點即為雷達位置。



圖二十二、三個接收機(站)位置圖

✧電偵設備收到目標訊號後，經過處理判斷後，可否直接使用電干設備干擾？

研討結果如下：

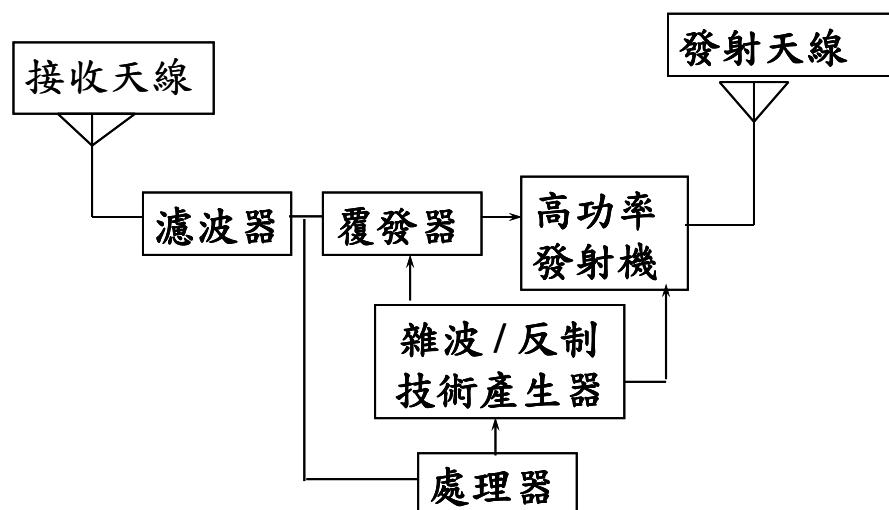
干擾是應用在欲干擾之接收機而非發射機上，這是最基本的干擾概念。若要使干擾有效，首先就是使干擾信號經過接收天線、濾波器後進入敵之接收機，其次是將干擾輻射信號最強的方向對著接收機，並考慮干擾方與被干擾方（接收方）間之距離與傳播情況。雷達或尋標器均以連續波或脈波方式收發，必須要針對干擾對象的收發方式干擾，才能達到反制效果。

若我們使用 UAV 上之電偵酬載獲得目標訊號後，再經過處理判斷後，通知電干設備執行干擾時，敵方之雷達可能早已實施跳頻，中心頻率早已更換了，有時候反而弄巧成拙，曝露了己方的電磁參數。且電偵設備(ESM)之訊號處理時間為微秒(ms)等級，而電干設備(ECM)之訊號處理時間為毫秒(μs)等級，兩者差距頗大。

以電子戰的角度思考，電干設備(RF Jammer)之主要目的係針對敵具有接收電磁輻射能力裝備的接收機實施干擾作為。干擾的方法如后：

- 1.用高度集中的射頻功率，阻塞敵方的電子接收裝備，並調制以雜亂的信號，使其接收之情報資料，混淆不清。
- 2.將高度亂真的欺騙資料，強迫注入敵方的接收機中，使其真偽難辨，發生錯誤的判讀或延緩其判讀時間。

一般而言，電子干擾設備皆會配置接收機與發射機等系統，電子干擾設備接收機通常在直接之威脅環境中運用，因此接收機部份通常與電戰攻擊系統合一。且具處理器介面，將信號中之威脅信號鑑別出來並分析參數特性。並由雜波反制技術產生器產生反制技術供干擾發射機使用。如圖二十三所示。



圖二十三、電子干擾設備示意圖

✧使用電干設備干擾時，會不會產生干擾己方接收機情形？解決方法為何？

研討結果如下：

使用電干設備干擾時，會產生干擾己方接收機情形，解決方法概述如后：

1. 限制部分發射方位角。
2. 遮蔽部分方位角電干信號。
3. 採電偵時電干不發射，或電干時電偵不發射等方式。

✧電偵設備與電干設備可否同時置於 UAV 上使用？

研討結果如下：

電干功率越大所耗電力需越大，UAV 同時具電偵與電干，故不建議這樣作。因為電偵體積小就可以發揮即大的效能，電干需考量功率，功率小要發揮作用需離目標近，與電偵的作用互相違背，建議電偵、電干分開安裝。

✧電干設備工作時間之限制為何？是否會影響載體本身之 DATA LINK 運作情形？

研討結果如下：

1. 電干設備工作時間之限制須考量電干功率大小、UAV 所能提供之最大電源容量、散熱效果等等因素。
2. 只要電干頻段不影響 LINK 頻段即不致影響。

肆、建議事項

- 一、無人飛行載具(UAV)因為電源容量及酬載空間大小的限制，無法能像旁立式電戰機具有多樣的電子偵蒐(RF Receiver)與電子干擾(RF Jammer)設備，因此如何在有限的條件下，發展出優異的電戰設備，滿足未來軍種作戰需求，是專案計畫值得努力的目標。
- 二、現代戰爭掌握「電磁權」優勢，即可主宰戰場獲致勝利，而「電磁權」優勢有賴於「電子戰」武器系統的優劣價值，且電子戰環境涵覆全頻譜，如何以 UAV 運用電子戰支援措施(ESM)精確地測量輻射源之參數特性，是未來打贏電子作戰不可或缺的要害之一。另外隨著半導體元件製程的進步以及對 RF 元件性能需求的提升，縮裝技術的提升，也是未來重要關鍵，本院應儘早投入研究。
- 三、目前本院有許多計畫因為關鍵零組件或關鍵技術卡在美方輸出許可問題，造成本院專案研發功能受限、期程延長，故院內各單位遇類似問題，應朝尋找歐洲或是加拿大商源努力。
- 四、此次赴加拿大開會與訪廠，因為出國員額限制緣故，只有個人代表專案計畫室出國，電戰分系統專業單位無法派員陪同，所以未能與Ultra Electronics TELEMUS 分公司人員做更深入之技術探討；且出國期程又被限制，故無法訪視其他相關廠家，建議院內權責單位能考量專案的實際研發需求，持續爭取出國額度與放寬出國期程。

附件

附件一、Ultra Electronics TELEMUS 分公司資料清單
(留存於出國單位，供專案及專業借閱參考)

項次	資料名稱或公司名稱	分類
1	Interferometer_19Oct RF 干涉儀接收機	刊物
2	TelemusOverview Ultra Electronics TELEMUS 分公司簡介	刊物
3	TelemusProductTechnology Ultra Electronics TELEMUS 分公司產品與技術簡介	刊物
4	TelemusRFOverview Ultra Electronics TELEMUS 分公司 RF 產品與技術簡介	刊物
5	Ultra (SML Technologies) C2DB Demo disk Ultra (SML Technologies) C2DB 軟體展示影片	刊物