

出國報告(出國類別：實習)

B-787 飛行模擬機
QTG(Qualification Test Guide)
訓練
出國報告書

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：約聘人員 張小千

約聘人員 邵忠良

派赴國家：英國

出國期間：106 年 09 月 30 日~10 月 06 日

報告日期：106 年 11 月 17 日

壹、 目的.....	2
貳、 過程.....	3
一、 出國行程	
二、 駕駛艙航路查核	
三、 訓練課程說明	
四、 訓練課程摘要	
參、 心得及建議.....	14

壹、目的

近年來全球航空運量快速增加，對於航空駕駛員需求相對快速成長，有效且快速地完成航空駕駛員職能訓練已是民航業者間共同之需求。模擬技術最早被使用在國防科技上，當高科技武器系統隨著隱形戰機、直升機、火砲和裝甲車輛交付時，這些系統之操作與運作也同時變得更為複雜與困難；模擬器技術已被證明可以提供成本上及時間上都頗具效益的運營準備。當業者體認到模擬和培訓將是一個需求不斷增長的市場時，在各方迫切關切下，如何有效且快速完成航空駕駛員培訓成為重要之議題；所以，各航空公司或訓練機構紛紛著手增購飛航模擬訓練設備替代真飛機執行培訓/考驗航空駕駛員。

飛航模擬訓練設備必須能夠充分模擬真實航空器，方可做為有效的訓練工具。所以，民用航空法於民國 104 年 02 月 04 日修正時增訂第 27 條之 1，規定航空器所有人、使用人及航空人員訓練機構所使用之飛航模擬訓練設備應向民航局申請檢定或認可檢定。其檢定方式係透過執行主、客觀測試判斷飛航模擬訓練設備是否足以模擬真實航空器；經檢定合格後，方可被授權應用於駕駛員訓練及適職性考核。其中，客觀測試之執行是以檢驗測試指南 (Qualification Test Guide, QTG) 逐項執行性能特性測試，其測試結果與真實飛機試飛結果比對，做為是否足以模擬真實航空器決定。檢定或認可的目的，就在於驗證飛航模擬訓練設備設計製造完成後能模擬真實航空器，並且在使用中也能夠持續維持這樣的性能。

本局為執行各式飛航模擬訓練設備之檢定或認可，有計劃性安排檢查員瞭解各模擬機製造廠執行檢驗測試指南之工具與方式，俾利監管國內模擬機檢定或認可業務。

長榮航空公司擬於民國 107 年年中開始引進波音 787-9 機隊，依該公司 787-9 新機引進作業規劃於 107 年初於桃園南崁第二訓練中心安裝 L3 公司製造之 787-9 飛行模擬機，並擬於 107 年 3 月啟用以執行該公司 787-9 機隊駕駛員訓練。本次訓練之執行係配合前述期程執行。

貳、過程

一、出國行程:

本次出國行程共計 7 日，行程簡述如下表

日期	行程
106.09.30~10.01	桃園~英國倫敦
106.10.02~10.04	赴 L3 公司接受 B787-9 飛行模擬機檢驗測試指南訓練
106.10.05-10.06	英國倫敦~桃園

二、駕駛艙航路查核:

(一)去程

106 年 9 月 30 日執行長榮航空公司 BR-67 桃園-曼谷-倫敦國際航線駕駛艙航路檢查，桃園-曼谷航段由訓練正駕駛 LEON RAFAEL，教師機師 IAN STONE，客艙長陳○蓉及 14 位客艙組員執行飛航任務；曼谷-倫敦航段由正駕駛 KOVACIC DRAZEN，巡航駕駛余○儒，副駕駛林○遠，及客艙長蔡○津及 16 位客艙組員執行飛航任務。飛航前各項資料提供完整，駕駛艙組員逐項檢查及確認證照齊全，前後艙組員聯合提示後，依程序執行各項安全檢查與準備工作，後艙組員與前艙協調良好，各階段飛航：起飛、離場、爬升、巡航、下降、進場、降落、滑行及 ATC 通話程序均符合程序，航路中避讓天氣操作均符合安全飛航之原則，整體操作正常。

(二)返程

106年10月05日執行長榮航空公司BR-68倫敦-曼谷-桃園國際航線駕駛艙航路檢查，倫敦-曼谷航段由訓練正駕駛LOVATTO EMILIO，教師機師陳○政，巡航駕駛KRIEL CHRISTIAN，副駕駛KOGER MARGUS，客艙長林○君及16位客艙組員執行飛航任務。曼谷-桃園航段由訓練正駕駛LEON RAFAEL，教師機師IAN STONE，客艙長蘇○

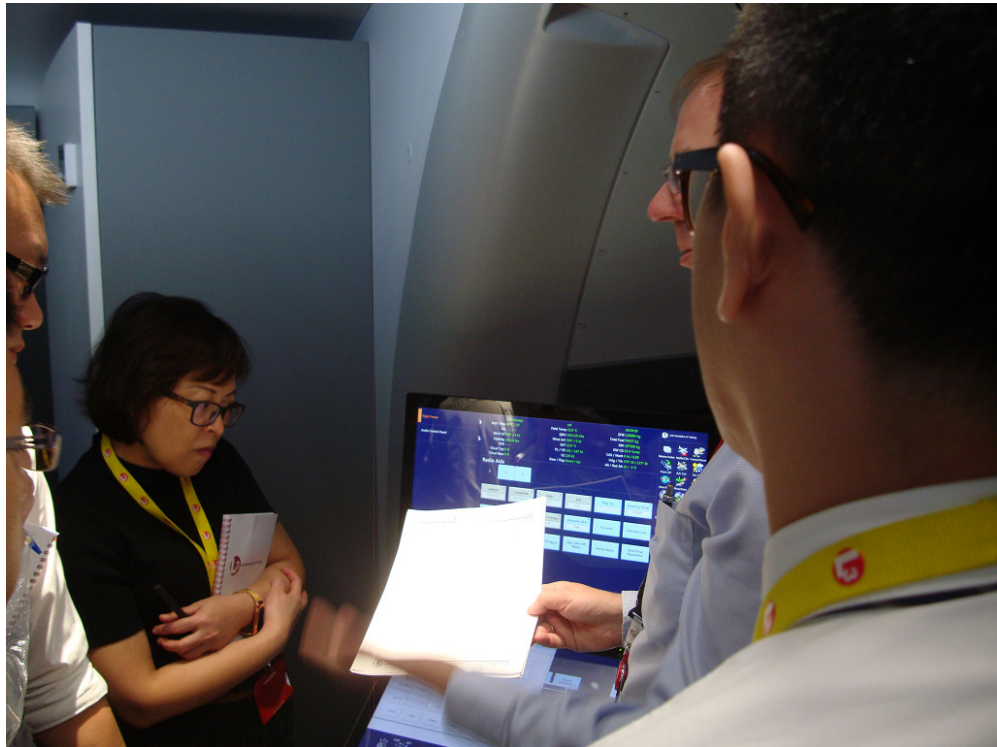
駢及14位客艙組員執行飛航任務。飛航前各項資料提供完整，駕駛艙組員逐項檢查及確認證照齊全，前後艙組員聯合提示後，依程序執行各項安全檢查與準備工作，後艙組員與前艙協調良好，各階段飛航：起飛、離場、爬升、巡航、下降、進場、降落、滑行及ATC通話程序均符合程序，航路中避讓天氣操作均符合安全飛航之原則，航機進場落地操作正常。

三、訓練課程說明：

長榮航空公司訓練部因應該公司於民國 107 年年中引進波音 787-9 飛機之規劃，規劃於 107 年初於桃園南崁第二訓練中心安裝英國 L3 公司製造之 787-9 飛行模擬機，並擬於 107 年 3 月啟用，以符合該公司 787-9 飛機陸續交機後 787-9 機型駕駛員訓練需求。

長榮航空公司訓練中心內現已有 777-300ER、A320…等機型之飛行模擬機為英國 L3 公司所製造，該公司訓練部飛行模擬機技術工程師及駕駛員均已熟悉該公司模擬機系統基本架構原理。本案係參與 B787-9 飛行模擬機廠家提供之飛行模擬機檢驗測試指南訓練課程，希望藉由參加本次訓練了解原廠人員執行檢驗測試指南的作法及其分析測試結果之工具，以利後續執行模擬機檢定。本次訓練課程執行前，長榮航空訓練部飛行模擬機技術工程師及駕駛員先於飛行模擬機原廠 (L3 公司) 執行廠測驗收檢查，通過檢查後再以該模擬機做為本次實作訓練使用。





L3 公司全名為 L3 Communications，原以製造生產軍事防禦產品為主，因認同模擬和培訓是不斷增長的市場，於 2000 年 2 月與 Raytheon 公司達成協議，收購其飛行模擬和培訓服務業務，隸屬於該公司 Commercial Training Solutions 部門，辦公室位於英國倫敦近郊 Crawley。目前 L3 已是全球模擬器製造主要廠，製造供民用及軍用的飛航模擬器。我國多數航空公司訓練駕駛員所使用的飛航模擬器，都是 L3 公司製造。本次訓練課程亦是於 L3 公司位於英國倫敦近郊 Crawley 飛航模擬器組裝廠區內訓練教室執行。



四、訓練課程摘要：

L3 公司所規劃訓練課程為培訓模擬機技術工程師和駕駛員能夠使用 L-3 自動測試系統和相關工具，產生、維護及更新主檢驗測試指南 (Master Qualification Test Guide Guidance, MQTG)。為實現此訓練目標，訓練包含 QTG 檢定概述、QTG 測試管理和自動測試系統 (Windows Auto Test Generation System, WAGS)、及 QTG 測試實作練習…等 3 大主題，課程摘述如后：

(一) QTG 檢定概述

各國民航主管機關對於飛航模擬訓練設備之監管為確保培訓計劃符合培訓要求、使用正確的訓練裝置、培訓設備符合標準並且可以維持符合原始檢定標準。

在 2012 年 4 月以前，歐洲模擬機檢定主體為歐洲聯合航空主管當局 (Joint Aviation Authorities, JAA)，在 2012 年 4 月後，歐洲模擬機檢定主體轉換為歐洲航空安全組織 (European Aviation Safety Agency, EASA)，模擬檢定標準為 CS-FSTD(A) 及 CS-FSTD(H)。

飛航模擬訓練設備檢定在初始檢定時，需確認飛航模擬訓練設備性能等級，以評估其是否符合訓練計畫所需。後續檢定則為確定飛航



模擬訓練設備維持初始檢定時性能基準。檢定方式透過主、客觀及功能性測試，驗證其符合檢定時性能基準。

飛航模擬訓練設備安裝完成，所有人需先依飛航模擬訓練設備性能要求執行測試完成檢定測試指南以及主觀測試及功能測試，提交相關文件向民航局申請初始檢定。飛航模擬訓練設備於檢定合格後，管理人應每季執行定期測試，其測試結果應符合主檢定測試指南，並將測試紀錄報民航局備查。

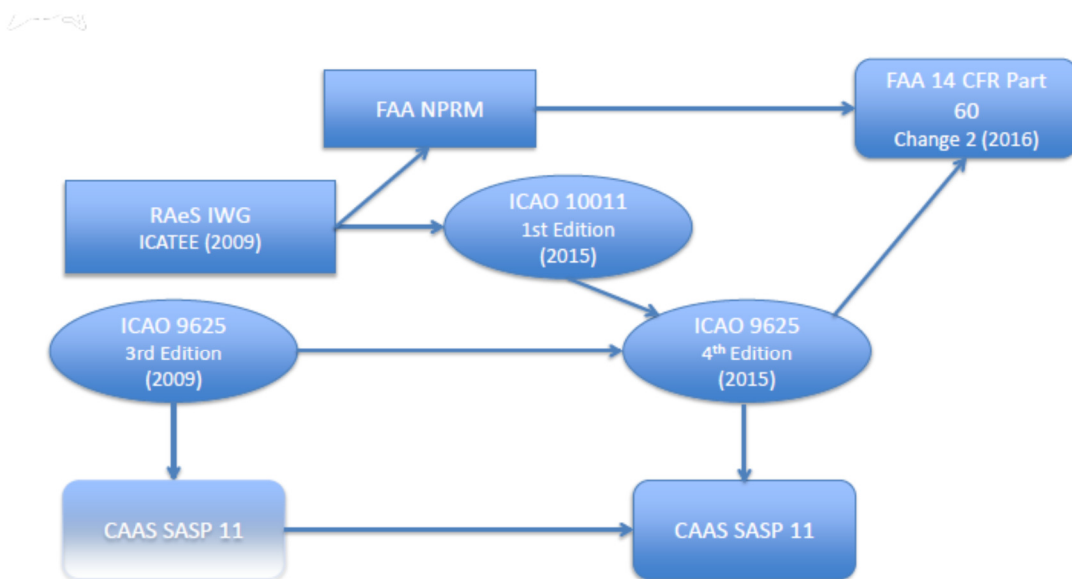
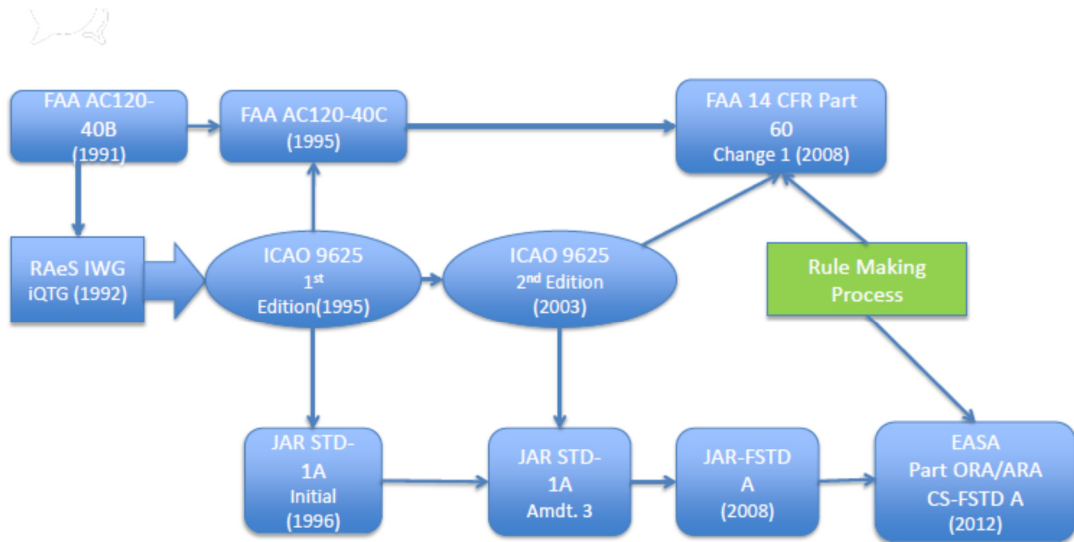


全新的模擬機構建程序包括：發展客觀測試指南 QTG (製造廠內)、



最終 QTG 客觀測試執行(訓練中心現場)、功能和主觀測試(訓練中心現場)及監管機構的初始檢定(訓練中心現場)。

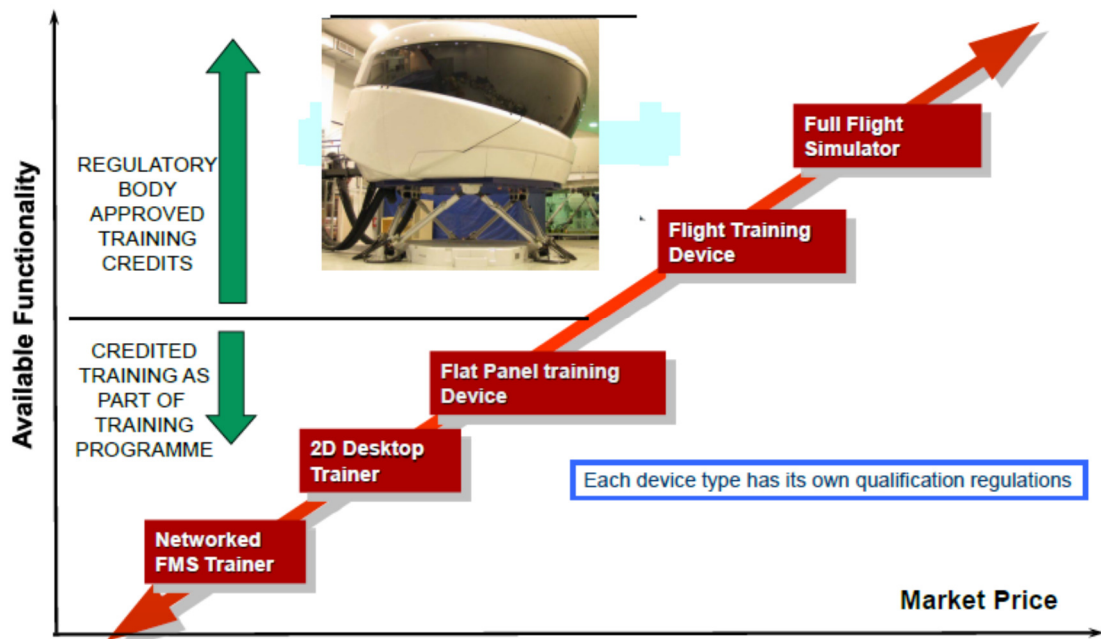
目前各國採用之飛行模擬機性能要求有參照國際民航組織文件 ICAO Doc. 9625 Manual of Criteria for the Qualification of Flight Simulators、歐洲航空安全組織 (EASA) CS-FSTD (A) Certification Specifications for Aero-plane Flight Simulation Training Devices、及美國聯邦總署 (FAA) Part 60 Flight Simulation Training Device Initial and Continuing Qualification and Use，三方文件大同小異，相互關聯性如下圖



依時間演變劃分

- 14 CFR Part 60, Change 1 – Published May 2008 Based on ICAO 9625 Edition 2 and derived from AC120-40C
- ICAO 9625, Edition 3 – Published October 2009
- EASA Part ORA/ARA, CS-FSTD A – Published March 2012 Based on ICAO 9625 Edition 2 and derived from JAR-STD A
- ICAO 10011 Edition 3 – Published August 2014
- ICAO 9625, Edition 4 – Published January 2015
- 14 CFR Part 60, Change 2 – Published May 2016 Based on ICAO 9625 Edition 4 and derived from Change 1

而飛航模擬訓練設備價格與其功能複雜程度成正比



訓練課程分別說明了最新的模擬機法規修訂現況，因本局以援用 FAA 14 CFR Part 60 為主，依 2016 年 5 月發布之 14 CFR Part 60 Change 2 其修訂主要是引入了 5 個新的延伸包絡曲線和不良天氣訓練要求：

Section I — Additional Qualification Requirements for Full Stall

Training Tasks

Section II — Additional Qualification Requirements for Upset Recognition and Recovery Training Tasks

Section III — Additional Qualification Requirements for Airborne Engine and Airframe Icing Training Tasks

Section IV — Additional Qualification Requirements for Takeoff and Landing Tasks in Gusting Crosswinds

Section V — Additional Qualification Requirements for Bounced Landing Training Tasks

還修改部份性能標準 (Qualification Performance Standards, QPS)

如：增加 Stall effects、Engine and Airframe Icing effects、Bounced Landing、Gusting Crosswinds 模組，教官操作檯增加不正常飛行姿態預防及改正訓練 (Upset Prevention and Recovery Training, UPRT) 選項功能，便於新的訓練項目之執行。

另對於飛行訓練器 (Flight Training Device, FTD) 新增 Level 7 (相當 ICAO Type 5)；採用 ICAO Doc 9625 Edition 4 客觀測試清單，對於先前通過檢定合格的 Level C 和 D 之飛行模擬機，要求於 2019 年 3 月 12 日起符合 FSTD Directive 2 規定。

前述法規修訂對我國業者最大之影響為先前已通過檢定合格的 Level C 和 D 之飛行模擬機，必須於 2019 年 3 月 12 日前完成升級以符合 FSTD Directive 2 規定。

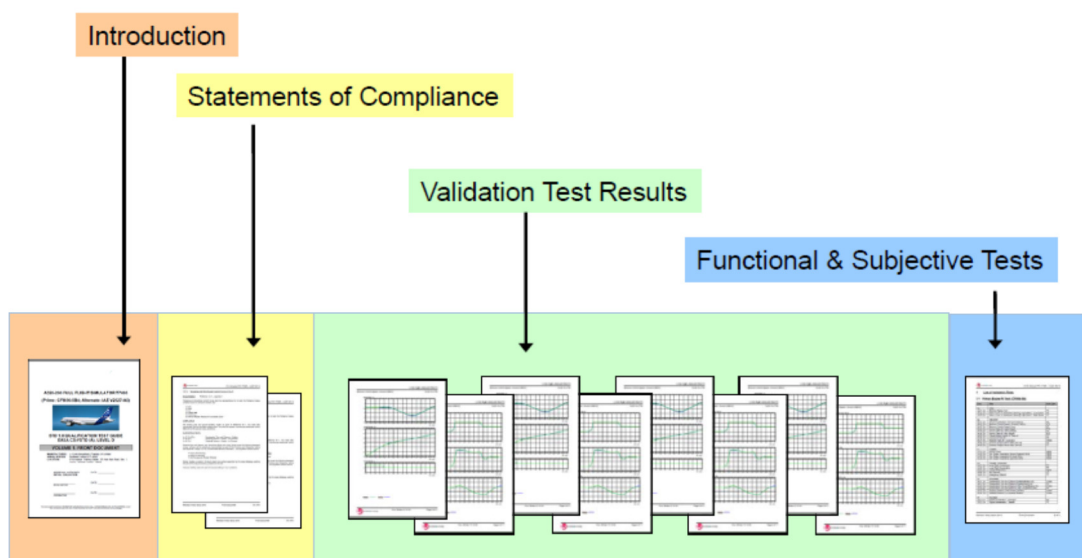
(二) QTG 測試管理和自動測試系統

檢驗測試指南 (Qualification Test Guide, QTG) 是模擬機製造廠為了證明模擬器符合法規要求而製作的文件。模擬機製造廠依照飛行模擬機檢定規定之飛行模擬機性能要求 (Qualification Performance Standards, QPS) 逐項執行性能測試，用來確認/比較在各種飛行條件中，飛行模擬機的飛行特性與參考數據之間的一致性。這些性能，要能包括所有系統運作的情況。

檢驗測試指南 (QTG) 在初次檢定時經主管機關核可後成為主檢驗測

試指南(Master Qualification Test Guide, MQTG)，做為後續檢定換證時檢定之準據；使用中的飛行模擬機經定期測試，與主檢驗測試指南(MQTG)比對，以確保系統無退化情形。依「飛航模擬訓練設備檢定管理規則」第十七條規定管理人應將主檢驗測試指南(Master Qualification Test Guide, MQTG)永久保存。

檢驗測試指南(QTG)內容包含：概述、符合性陳述、驗證測試結果、主觀測試與功能測試…四大部份。



每一項驗證測試結果呈現方式包含：測試目的、測試起始設定、測試程序、參考資料、性能要求與容差、繪圖參數、所模擬的參數、閉鎖迴路影響、備註、測試日期與軟體版別、測試結果評估、簽名欄及測試紀錄與曲線圖。

依飛行模擬機性能要求(Qualification Performance Standards, QPS)所必須執行之客觀測試項目上百項，每項測試均有其特定測試起始設定與測試程序，測試可以以手動方式或自動方式執行。然而飛行模擬機造價不斐，如果所有測試以手動方式執行，排除可能之人為操作錯誤外，耗費人力亦耗費大量模擬機可用時間，不符合經濟效益。L3 公司依照 ICAO 文件 9625 之要求，開發以視窗界面操作之自動測試系統稱之為 WAGS, Windows Auto Test Generation System。WAGS 與飛

行模擬機一併交付客戶，可於教官檯、手提電腦及伺服器操作。該系統工具分為線上及離線兩大部份，線上作業主要是 QTG 測試操控，測試完成後會自動產出 PDF 格式之報告；而離線作業可提供測試結果後續處理、新測試程序編輯平臺。本次訓練課程在 L3 公司工程師指導下，學員們進行離線作業實作練習。

(三) QTG 測試實作練習

本次訓練共計安排了飛操控制測試 (Flight Control Test)、動感系統測試 (Motion System Test) 及音效測試 (Sound QTG) 測試。



飛操控制測試包含靜態及動態飛操控制測試項目，分別驗證模擬機控制靜態及動態特性是否符合飛機真實數據。靜態測試包括模擬機俯仰、滾動、偏航、鼻輪轉向、方向舵踏板、俯仰調整指示、俯仰調整率、剎車踏板…等項測試。動態測試有起飛/落地/巡航不同飛航階階之俯仰、滾動、偏航動態測試。

長榮航空 787-9 模擬機之動感系統 (Motion System) 採用 Electro-Hydrostatic Hexapod 系統，測試時多以自動測試為主，執行初始檢查時由駕駛員執行主觀性測試以微調動感系統使其手感更符合真實飛機特性。為了安全，動感系統測試時，人員盡量不要留在模擬機內；

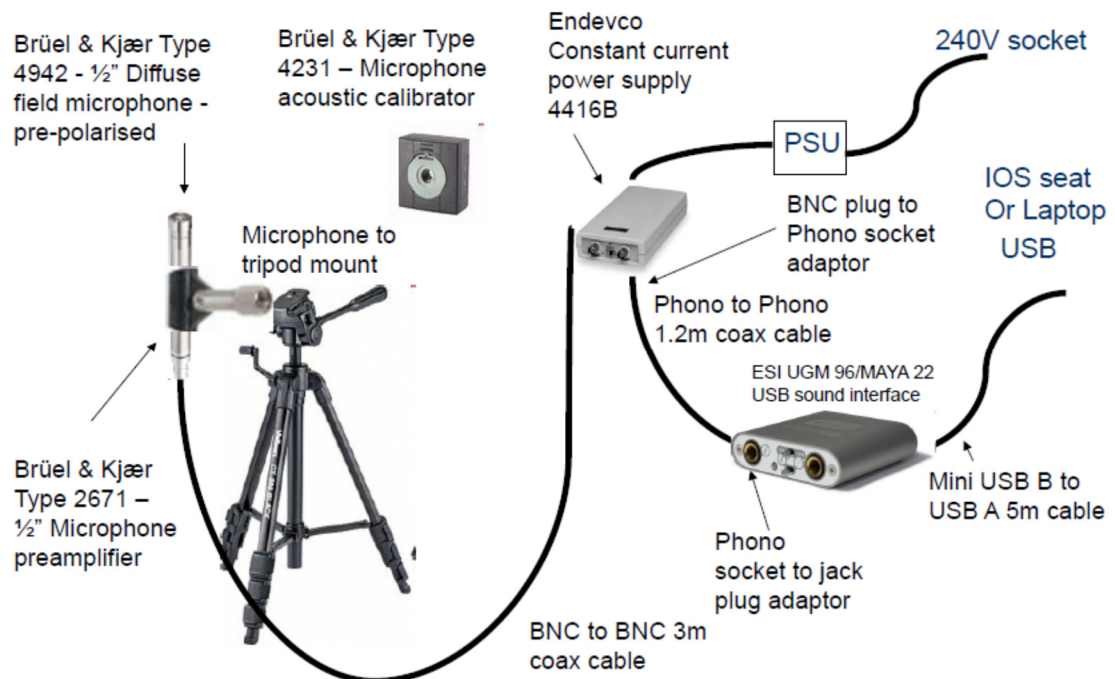
若人員必須在模擬機內執行測試時，務必坐在座位上並繫緊安全帶。

測試項目包含：

- Motion Safety Test：確保動感系統可安全地使用
- QPS 要求項目：包含 Frequency Response, Leg Balance, Turnaround Bump, Motion Effect, Motion Repeatability, Motion Cueing Performance Signature, Characteristic Motion Vibrations, Transport Delay 計約有 34 項測試

音效系統 QTG 測試項目包含量測模擬機背景雜音、量測模擬機喇叭輸出在各頻率之響應，並與所模擬飛機 3 種地面(發動機準備啟前 (Ready for engine start)、所有發動機怠速時 (All engines at ground idle)、所有發動機在剎車時最大推力狀況 (All engines at maximum allowable thrust on brakes))及 5 種飛行 (爬升 (Climb)、巡航 (Cruise)、減速板釋出 (Speed Brake deployed)、初始進場階段 (Initial Approach)、最終進場階段 (Final Approach)) 情況比較。

執行使用之器材附有操作手冊，架設簡圖如下



參、心得與建議:

國內各航空公司使用飛行模擬機訓練航空駕駛員已經有很長的歷史，目前除了中華航空公司及長榮航空公司有公司機隊同型之飛行模擬機外，尚有澳亞飛航訓練中心(Ansett Aviation Asia)設置A320飛行模擬機提供臺灣虎航執行航空駕駛員訓練，以及安捷(APEX)飛航訓練中心設置供其學員熟習飛機系統之DA40/42飛行模擬器。其他航空公司雖未購置飛行模擬機，但亦以租用他國核可之飛行模擬機方式，執行公司航空駕駛員訓練及考驗。無論是國內或國外的飛行模擬機，訓練的有效性與飛行模擬機的性能有極大的關連。

民用航空法第27條之1，規定航空器所有人、使用人及航空人員訓練機構所使用之飛航模擬訓練設備，應向民航局申請檢定或認可。國內的飛行模擬機必須通過檢定合格後才可被授權使用，即便租用國外的飛行模擬機亦需經本局認可後才可被授權使用。無論是檢定或認可，QTG測試是確認飛行模擬機性能的重要依據，負責飛行模擬機檢定或認可的人員，應該能對QTG分析測試結果且對測試結果做成符合國際標準的判斷。所以，檢定人員應定期接受必要之訓練。

而飛行模擬機通過初次檢定或認可後，必須持續維持飛行模擬機的性能符合原有的標準。如何維持這樣的標準？飛行模擬機的所有人必須建立一套模擬機品質管理系統。各國法規對這個品質管理系統都有規定，是執行初次與後續檢定或認可的重要依據。檢定人員除對飛行模擬機的所有人定期執行之QTG測試資料進行監理外，飛行模擬機的所有人之模擬機品質管理系統運作亦是監理之重點。