

항공전자부품의 품질인증

한 상 호
항공우주연구소 품질인증부

요 약 문

항공전자부품은 항공기의 핵심기능분야를 구성하는 부품으로서 개발 및 제작단계 에서 안전성 및 신뢰성 평가가 필수적으로 수행되어야 한다. 특히 최근의 항공기 전자부품은 종래의 아날로그식에서 디지털화 하고 있으며 기상컴퓨터를 채용하여 비행안 전기능을 보강하고 조종사의 조작등을 간소화하며, Human Error를 감소시키려는 방향으로 발전되어 가고 있다. 따라서 종래의 검사 및 평가기법도 이러한 추세에 맞추어 개발되어야 한다.

FAA의 TSO부품중 항공전자관련 부품은 약 72%로서 이분야의 국산개발이 항공 산업분야의 부가가치 창출의 품목으로 기대되고 있다. 향후 중형항공기의 개발등 완제기의 제작이 착수되면 이러한 항공전자부품의 국산화가 요구되며 국산개발과 병행하여 제품의 품질인증을 위한 절차와 인증기술기준등 품질인증을 위한 기반이 필수적으로 요구되고 있다.

SUMMARY

Safety and Reliability assessments of Avionics Parts must be conducted essentially in the step of design and manufacture as it constitutes a major field of aircraft critical operation. Recently Avionics parts fabrication techniques are continuously developing by applying digital techniques. Airborne computer is being adopted on an aircraft for flight safety augmentation and simplification

of controls including reduction of human error. Therefore inspection and evaluation procedures should be developed in order to accomodate such trends.

The number of avionics parts is approx-imately 72% of total TSO parts, so it is expected high added-values through manufactures of TSO parts in aircraft industries. Particularly avionics parts must be manufactured with our own technology to be used in Mid-class aircraft which will be developed soon. Along with this, preparation of Certification Procedures is essential for Avionics Parts.

1. 항공기 품질인증

우리가 흔히 말하는 품질인증이란 인정된 제조자의 제품의 품질을 관찰 당국이 해당기준에 의거 확인하여 적격임을 최종적으로 인정하는 것으로서 품질의 법적 인증 명행위를 뜻한다. 항공에 있어 품질인증이 중요시 되는 이유는 3차원의 공간을 항행하는 항공기는 임무수행을 위한 성능요구 뿐만아니라 공공의 안전을 위하여 고도의 안전성과 신뢰성이 요구되기 때문이다. 이에 각국에서는 소정의 인증절차, 인증조직, 인증기준의 수립등을 통해 고유의 인증체제를 유지하고 있다. 항공기의 품질인증은 감항기준에 대한 합치성 평가라는 절차로 수행되며 인증의 주요내용으로는 "형식승인 (Type Approval)", "생산승인 (Production Approval)", "감항승인 (Airworthiness Approval)"

의 3가지 개념으로 대별할 수 있다.

형식승인은 항공기의 설계에 대한 독립적으로 증명하는 것으로서 새로운 생산품에 대한 승인제도로서 대표적으로 형식증명(Type Certification)이 있다. 인증의 내용은 설계도면의 평가, 제작과정의 검사, 제작 후 성능시험 및 비행시험 이 있다. 생산승인은 항공기 및 항공기부품의 생산시설 및 방법을 승인하는 제도로써 생산공장에 대한 생산방법승인과 생산공정 및 제품에 대한 전반적인 시험검사로 수행된다. 여기에는 생산증명(Production Certification), 부품제조업승인(PMA : Parts Manufacturer Approval) 및 TSO 인가(TSOA : Technical Standards Order Authorization) 등이 있다. 본고에서 다루게 되는 항공전자 부품의 품질인증은 주로 이 PMA와 TSOA 부류의 부품이 된다. 감항승인은 제작된 항공기가 최초 설계된대로 안전한 작동상태하에 있으며 계속 사용 가능성이 있음을 입증하는 인증제도로서 개개의 항공기를 대상으로 한다.

여기서 인증의 기준이 되는 것을 통상 "감항기준"이라 하며 미국의 경우 연방항공규정 즉, FAR (Federal Aviation Regulation)로 제정이 되어 있으며 전세계적으로 이 FAR을 도입하여 자국의 감항기준으로 활용하고 있다. 우리나라의 경우 "항공기의 항행의 안전성을 확보하기위한 기술상의 기준"이란 제하의 감항기준이 교통부 고시로 공표된 바 있으며 (교통부 고시 제 1993-40호 : 1993. 8. 24.), 대체로 FAR과 대동소이 하다. 편의상 본고에서는 감항기준 및 절차로서 FAR을 모델로 설명하였다.

본고에서는 중형항공기의 개발을 목전에 두고 있는 시점에서 항공기의 성능의 주요부분을 이루고 있는 전자부품의 개발에의 참여를 위하여 항공전자 기술분야를 소개 하고 항공전자 부품의 일반적 설계특성과 항공전자부품에 대한 구체적인 품질인증의 내역을 제시 하였다.

II. 항공전자 기술

1. 개요

Avionics 라고 불리는 항공전자 또는 항공전자 기술은 영어의 AVIation electRONICS 의 합성어로 전세계적으로 인식되어지고 있다. 1903년 라이트 형제에 의해 동력 비행이 실현된 이후 초기의 항공기는

간단하고 복잡하지 않은 구조였다. 따라서 당시의 항공전자 기술은 속도계나 고도계와 같은 비행계기와 같은 분야에 적용 되었을 뿐이다. 이후 1935년경 더글러스사의 DC-3의 탄생과 더불어 오토파일럿이 실용화 되면서 본격적인 항공전자 기술의 장이 열리기 시작하였다.

세계 제 2 차 대전을 계기로 항공전자 기술은 급속한 발전을 이루게 된다. 1960 년대 이후의 항공전자 기술은 전파기술을 이용한 항법 시스템이 개발되고 모든 지시계통의 Analog System의 채택과 정밀자세제어 및 표시장치 분야에 electro mechanics 기술이 결합되어 거의 모든 항공기에 적용되기에 이르렀다. 제 1세대 제트라고 부르는 DC-8 과 같은 장거리 항공기에서, 제 2세대 제트라고 부르는 B707, DC-9, B-727 등 의 단거리기, 제 3세대 제트의 B-737, DC-10, L-1011 등의 Wide Body 항공기를 거쳐 세계의 민간항공기는 디지털 기술과 기상컴퓨터를 대폭 수용한 B-767 이나 B-747-400 으로 대표되는 제 4세대 제트시대에 이르고 있다. 항공기의 발달과 더불어 항공전자 부품은 그 정밀성과 복잡성이 날로 진보되고 있으며 아울러 이에따른 인증업무로 점차 세분화 되어가고 있다.

2. 항공전자 기술분야

문헌적으로는 항공전자 기술에 대하여 부분적으로 상세하게 다룬 것은 많이 볼 수 있으나 하나의 종합적 기술체계로 설정해 놓은 것은 아직 볼 수 없다. 단지 민항기나 또는 군용기를 운용하는 측면에서, 보다 용이하고 효율적인 정비체계를 위하여 해당 기술분야를 분류한 것이 있을 뿐이다. 항공기의 운용 측면에서 단체나 기관에서 설정하고 있는 항공전자기술의 분야를 소개하면 다음과 같다.

1) ATA Specification

ATA(Air Transport Association of America) 즉, 미국항공운송협회는 미국내의 항공운송업자들이 운용항공기의 효율적 가동을 위하여 항공기의 정비체계를 설정하고 이에 대한 업무를 중점적으로 연구하여 운용체계의 개선을 도모하기 위하여 결성한 단체로서 연구의 결과로서 항공기의 정비에 관한 기술자료를 발간하고 있다. 발행된 기술자료중 ATA Specification NO.100 (Manufacturers Technical Data)에 의하면 항공기의 제작자 또는 정비자들이 용이하게 특정 기술분야에 대하여 세부 기술정보

에 접근할 수 있도록 항공기에 대한 전체적인 기술체계를 분류하고 있다.

항공전자 기술분야에 대하여는 ARINC (Aeronautical Radio Inc.) 즉 미국항공무선 회사의 규격서인 Characteristics 421에 ATA 100의 내용중 항공전자 기술부분을 발췌 하여 항공전자기술의 내용을 상세하게 분류·활용하고 있다.

2) ISO 기술규격서

ISO(the International Organization for Standardization) 즉, 국제표준화 기구에서는 기술위원회(Technical Committee)를 통하여 각종 산업표준서(Standatds)를 제정하고 있다. 항공계기 및

- Communication Systems
- Navigation and Guidance Systems
- Flight Management Systems, Cockpit Controls/Displays and Instruments
- Miscellaneous and General Applications

3) 군사용 항공전자 기술분야

군사용 항공전자의 경우도 ATA 100과 거의 유사한 분류체제를 MIL-STD-1808로 설정해 놓고 있다.

Ⅲ. 항공전자 부품의 품질인증

1. 인증기준

항공전자 부품의 품질인증을 관장하는 감항당국(Regulatory Agencies)은 미국의 경우 FAA에서 주관하고 있으며 구체적 감항기준은 FAR로 제시되어 있음은 전술한 바와 같다. 그러나 항공전자 부품의 경우 FAR외에 전파기술을 이용하여 전파를 송·수신하는 장비에 대한 면허를 관장하는 부서인 연방통신위원회 즉, FCC(Federal Communications Commission)에서 제시하는 기준을 추가로 적용받게 된다. 즉, 항공전자부품중 항법 및 통신장비가 주로 이에 적용되며 구체적인 인증사항은 사용주파수 대역, 전파에너지 특성 등의 심사가 있으며 해당 규정은 FCC Rules and Regulations, Volume V Part 87(Aviation Services)에 명시되어 있다.

항공전자부품의 인증에 적용되는 감항기준은 FAR Part 23, 25, 27, 29에 각각 동일한 내용을 거의 동일한 Section 번호로 명시하고 있으며 생산에 따른 품질관리 규정을 전 항공기의 감항류별에 공통적으로 FAR Part 21에 명시되어 있다. 대형 수송기 급 항공기에 적용되는 감항기준이 대체적으로 고정익 소형 항공기 및 회전익 소형·대형 항공기의 감항기준을 포괄하고 있으므로 여기에서는 FAR Part 25를 중심으로 항공전자 부품의 인증관련 감항요건 대상으로 하였다. 구체적 내용을 요약 정리하면 아래와 같다.

① FAR §25.581 낙뢰보호(Lightning Protection)

- 항공기는 낙뢰에 의하여 치명적인 영향을 받지 않도록 보호되어야 한다.
- 금속 구성품의 경우 기체구조에 적절하게 접지하여야 한다.
- 비금속 구성품의 경우 낙뢰에 의한 영향을 최소화하도록 설계되어야 한다.

표 1. 항공전자 기술계통

기술 분야	기술 내용	해당 부품/시스템
1. 항공관제 기술	① 항로관제 기술 ② 터미널 관제 기술 ③ 비행정보처리 기술	ARSR, ASR, SSR RTS, TRDPS, PAR, FDP, RDP, TRDPS, TAR
2. 항법계통 기술	① 무선항법 기술 ② 자립항법 기술 ③ 위성항법 기술 ④ 자세상위표지기술 ⑤ 착륙유도계통 ⑥ 에어데이터 계통 ⑦ 항법보조계통	NDB, ADF, VOR, DME, TACAN, LORAN OMEGA Doppler NAV, INS, RNAV GNSS, GPS ADI, HSI, RMI, RISCS(Flux Valve) ILS, MLS, Radio Altimeter ADC, GNSS 기상레이더, AAS, GPS, LWSAS, ACAS, TCAS ACARS, CADIN, AFTN, SELCAL, AEIS UHF, VHF, HF SATCOM ADC, FMS, FCC, FMC Nav Computer Multiplexing
3. 항공통신 기술	① 기내통신 및 서비스 ② 항공통신 기술 • 항공이동통신 • 항공고통통신 • 항공위성통신 ○ 전분야 공통	
4. 기성컴퓨터 적용 기술	○ 전분야 공통	
5. 데이터전송 기술	○ 전분야 공통	
6. 표시계통과 경보 장치 기술	① 조종석 환경 ② 경보장치	EFIS, EICA, 2-④의 내용 GPWS, EICAS AFCS, CAS
7. 비행조종 및 제어 계통 기술	① 자동조종 ② 디지털 비행제어 ③ 비행속도, 자세제어 ④ FBW ○ 비행기록	FBW, FBL FDR, DFDR, AIDS, CVR
8. 기록장치계통 기술	○ 비행기록	
9. 비행관리계통 기술	○ 비행관리	FMS, CDIS, AFN, TEAH, FMC, CDU, EFIS
10. 기타제어계통 기술	○ 전분야 공통	Air Conditioning Engine Control

항공전자 시스템에대한 표준서인 ISO TR 10201 (Aerospace-Standards for Electronic Instruments and Systems)은 ISO/TC 20 (Aircraft and Space Vehicles)에서 제정 하였으며 특별한 기술분류 방식을 채택하지는 않고 있으나 항공전자의 여러 기술분야에서 통용하고 있는 기술정보의 목록을 4가지 종류로 분류하고 있으며 그 분류내역은 다음과 같다.

② FAR §25.671 조종계통, 일반(Control System, General)

- 비행조종 계통의 구성요소들은 작동불량을 야기시킬 수 있는 부정확한 조립을 할 확률이 최소가 되도록 설계되어야 한다.

③ FAR §25.672 안전성 증대와 동력작동 자동화 시스템(Stability Augmentation and Automatic Power-operated Systems)

- 안전성 증대 계통의 고장이나 자동화 또는 동력작동 계통의 고장시 조종사에게 정확하게 알려줄 수 있는 경보장치가 있어야 한다.
- 위의 계통에 대한 고장발생시 항공기의 운항이 수준이하로 악화되어서는 안된다.

④ FAR §25.1309 항공전자장비, 시스템 및 장착(Equipment, Systems and Installations)

- 장비 또는 시스템은 항공기의 어떠한 운용조건 하에서도 요구되는 기능을 발휘할 수 있어야 한다. (§25.1309 (a))
- 항공기의 구성부품은 다음과 같이 설계되어야 한다. (§25.1309(b))

㉠ 항공기의 연속된 안전비행과 착륙을 방해하는 고장상태의 발생이 아주 없어야 한다. (Extremely Improbable)

㉡ 항공기의 성능을 저하시키거나 불리한 운용상태에 대처하는 승무원의 능력을 저하시키는 어떠한 고장상태의 발생도 있어서는 안된다. (Improbable)

• 불안정한 시스템의 운용상태를 승무원에게 경고하고 또 적절한 수정조치를 취하도록 하기 위하여 경보장치를 구비하여야 한다. (§25.1309(c))

• 위의 규정에 대한 적합성의 증명은 해석 또는 지상시험, 비행시험, 그리고 모의시험의 방법에 의하여 증명되어야 한다. 해석의 방법으로 하는 경우에는 다음 사항들이 고려되어야 한다. (§25.1309(d))

- ㉢ 기능불량 또는 외부요인에 의한 손상 등 예상되는 고장의 모우드
- ㉣ 여러요인이 중첩된 고장과 탐지되지 않는 고장의 가능성
- ㉤ 비행 및 운용상태를 고려하여 항공기 및 탑승자에게 미치는 영향
- ㉥ 승무원에게 통보하는 경보신호, 필요한 수정 동작 및 고장탐지능력

⑤ FAR §25.1431 항공전자 장비(Electronic Equipment)

- FAR §25.1309의 요건들을 증명하는데 있어 임계의 환경조건이 고려되어야 한다.
- 항공전자 장비의 공급전력은 §25.1355(1)의 조건에 의하여야 한다.
- 한계통의 전자장비는 다른계통의 전자장비에 악영향을 주지 않도록 장착되어야 한다.

이상과 같은 인증기준은 전체적인 항공기를 대상으로 한 것으로서 항공기체, 항공기 부품등에 공통적으로 적용이 되고 있다. 개별적인 항공전자부품의 인증에는 해당부품의 작동특성 및 기능범위에 대한 것으로서 FAA Standard나 SAE, AIAA, RTCA, ARINC 그리고 IEEE등 전자기술 유관단체에서 발행하는 기술기준이 인증의 기준으로 채택이 되고 있다.

2. 항공전자 부품의 설계특성 및 인증방법

1) 설계특성 - 20 "ilities"

일반 기체구조 부품이나 유압보기 등 기계보기의 설계와는 달리 항공전자 부품의 설계시에는 그 특성상 대개 다음과 같은 성질들이 고려되고 있다.

- 가능성 또는 성취도(Capability)
- 신뢰도(Reliability)
- 정비성(Maintainability)
 - ㄱ 접근성(Accessibility)
 - ㄴ 시험성(Testability)
 - ㄷ 수리성(Repairability)
- 가용성 또는 유용성(Availability)
- 제조성(Manufacturability)
- 유여성(Affordability)
 - ㄱ 호환성(Interchangeability)
 - ㄴ 양립성(Compatibility)
 - ㄷ 용장성(Retrofitability)
- 부품조달 효율성(Supportability)
- 유연성(Flexibility), 적용성(Adaptability) 및 프로그램 가능성 (Programmability) : 소프트웨어의 설계에 해당
- 생존성(Survivability)
 - ㄱ 적응성(Susceptibility)
 - ㄴ 취약성(Vulnerability)
- 인증성(Certificability)

2) 인증방법

항공전자부품의 품질인증은 크게 정성적 평가

(Qualitative Evaluation)와 정량적 평가(Quantitative Evaluation)로 나눌 수 있다. 정성적 평가는 설계구조(System Architecture)를 평가하는 것으로 설계내용이 공학적으로 타당한가(Good Engineering Sense) 그리고 설계자 및 전문가의 입장에서 제품이 편리하고 안전한가를 평가하는 것으로 이것은 설계의 초기에 감항당국과 의견을 조정하여 그릇된 출발로 인한 불필요한 인증의 과정을 생략하는데 그 중요성이 있다. 정량적 평가는 FTA와 FMEA와 같은 정성분석 기법을 통해 확인된 자료를 토대로 시스템 및 부품의 고장이 발생할 확률을 판단하는 것이다.

(1) 정성적 평가

시스템 및 항공기의 안전성을 평가하는데 있어서 주관적이고 비수치적인 방법으로 분석하는 평가 기법으로 FAA에서 인정한 것으로 다음과 같은 형태가 있다.

① 설계평가(Design Appraisal) : 설계의 완전성과 안전성을 정성적으로 평가하는 것으로서 효과적인 평가를 위하여는 경험적 판단을 필요로 하며 지속적인 안전운항과 착륙을 방해하는 고장상태의 분석에 특별한 강조를 두고 있다.

② 장착평가(Installation Appraisal) : 항공전자 장비의 장착의 완전성과 안전성을 평가하는 것으로서 효과적인 평가를 위하여는 경험적 판단을 필요로 한다. 이 평가 에서는 표준과의 차이, 장착 표준서의 검토등을 통하여 장착여유 공차등을 평가한다.

③ 고장형태 및 영향분석(FMEA : Failure Modes and Effect Analysis) : 항공기의 부품 또는 하위체계의 고장이 상위시스템에 어떠한 영향이 있는가를 하위레벨에서 상위레벨로 올라가면서(Bottom-up) 분석한다. 이것은 모든 가능한 고장형태 (Mode)를 각개 부품 수준에서 나열하고 이에 따른 효과를 표로 만들어 분석하는 것이다. FMEA에 대한 절차는 MIL-STD-1629 : Procedures for Performing a Failure Mode and Effect and Criticallity Analysis에 잘 설명이 되었다.

④ 고장계통분석(FTA : Fault Tree Analysis) : FTA란 주어진 고장형태가 하부 시스템 또는 부품에 어떤 고장에 의해서 발생하는가를 상위레벨에서 하위레벨로 내려가면서(Top-down) 분석하는 방식으로 시스템의 고장을 수형도(樹形圖 : Fault Tree, Tree Chart)로 탐색해나가, 시스템의 고장요인들의

관계를 Boolean Logic Gate를 이용하여 도해적으로 표현하여 분석하는 기법이다. FTA는 복잡하고 대형화된 시스템의 신뢰성분석 및 안전성 분석에 이용되는 기법으로 원자력 산업에서 발전설비의 안전성 분석에 도입되어 발전된 기법으로 원자력 규정위원회(Nuclear Regulatory Commission) 보고서인 NUREG 0492 Fault Tree Analysis로 문서화되어 있다.

(2) 정량적 평가

정량적평가는 기술경험과 성능판단을 지원하고 정성적 분석의 결과를 보충하기 위하여 활용되는 평가 방법이다. 정량적 분석은 흔히 복잡한 구성형태를 가진 시스템의 중대 고장상태의 분석 또는 제품의 안전성을 입증하는 실용시험이 불충분할 때, 최신 기술의 도입으로 종래의 시스템과 상당한 차이가 있는 제품의 분석에 적용된다.

확률분석(Probability Analysis) : 정성적 평가에서 설명한 FMEA나 FTA는 약간의 수치적 확률개념을 포함하고 있다. 최초 결함의 발생확률은 동종 또는 유사부품의 운용경험으로 부터 산출된 결함률 또는 수락가능한 산업표준등을 활용하여 결함 발생률 자료와 추정확률을 확인된 결함내역 또는 다른 사건의 추정확률의 함수로서 전통적 확률수학으로 계산할 수 있다.

결함 발생확률의 정량적 표현 : 항공전자 부품의 인증에 적용되고 있는 FAR §25.1309(b)에서 제시하고 있는 정성적인 표현은 수치적으로 다음과 같이 적용하도록 FAA에서 권고하고 있다.

- ① Probable Failure Conditions : 확률이 1×10^{-5} 이상인 경우
- ② Improbable Failure conditions : 확률이 $1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-5}$ 경우
- ③ Extremely Improbable failure conditions : 확률이 1×10^{-9} 이하인 경우

3. 기술기준

항공전자 부품의 설계에 대한 기술기준은 주로 미국 항공무선기술회사 즉, ARINC(Aeronautical Radio, Inc.)라고 하는 민간단체에서 발행하는 기술 기준이 활용되고 있다. ARINC는 항공사(Air Line), 항공전자 부품제조회사, 항공기제조회사등이 출자하여 설립한 회사로서 통신, 항법시스템을 중심으로 기기의 형상, 기능에 대한 표준화를 도모하고

서로 다른 제조회사의 제품간의 호환성유지를 위하여 각종의 민간 항공 기용 전파기기의 규격을 제정하고 있다. 발행 규격으로는 기존의 ARINC 300, 400, 500, 600 시리즈외에 최근의 제 4세대 제트항공기에 적용이 되고 있는 디지털 규격 시스템에 대하여 ARINC 700번대를 할당하여 여러 기술문서(ARINC Characteristics)를 발행하고 있다.

이와는 별도로 제작된 부품의 감항인증을 위하여는 일부 공통적 특성에 대한 감항기준인 FAR외에 미항공무선기술위원회 즉 RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)에서 발행하고 있는 기술문서(RTCA Documents)가 있다. RTCA는 반관반민의 단체로서 주로 항공전자 부품의 최소성능 요건등을 제정하고 있다. 발행된 기술문서의 예를들면 항공전자부품의 환경시험요건(RTCA DO-160C), 항공전자 소프트웨어의 품질인증(RTCA DO-178B) 그리고 자동착륙 수신장비의 성능요건등이 있으며, 이 문서들은 FAA에서 항공전자부품의 인증기준으로 채택이 되고 있어 거의 FAR과 동일한 효력을 갖고 있다.

IV. 항공전자 부품의 품질인증

1. 인증계층

항공전자부품을 현행 증명체제에서 제시되고 있는 각 제도에 따라 편의상 부품설계의 난이도 및 항공기에 서의 안전성의 측면에서의 중요도의 관점에서 계층별로 나누어 보면 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.

2. TSOA 부품

TSO 부품은 항공기에 장착되는 부품중 주요기능을 수행하는 품목을 선별하여 최소한의 성능표준을 정함으로써 항공기 및 부품의 안전성 제고하고 부품들간에 호환성을 유지할 수 있도록 한 제도이다. TSO 승인절차는 FAR Part 21 Subpart O로 제시되어 있다. 승인의 주요내역은 성능에 대한 기술심사와 복제 생산능력에 대한 품질 시스템 및 제조시설의 심사로 수행된다. 총 TSO품목 116 항목중 항공전자부품은 83항 목으로서 전체 TSO의 약 72%를 차지하고 있어 항공전자 기술분야의 유망한 진출시장이라 할 수 있다.(표 2참조) 또한 내용적으로 동일 TSO부품번호라 하더라도 기종별로 부품사양이 다르므로 그 세부 부품수는 상당한 분량에 이르고 있다. TSO부품의 인

증기준은 FAA에서 별도로 정하고 있는 데 대개 RTCA나 SAE 그리고 Military 규격서들로 부터 채택이 되고 있다.

3. PMA 부품

PMA(Parts Manufacturer Approval : 부품제조업승인)의 승인에 대한 절차는 FAR Part 21 Subpart K에 제시되어 있다. 이 절차에 의하면 부품 제조업승인 대상은 아래와 같은 사항을 제외한 것으로서 제조된 부품이 감항요구조건에 합치함을 증명하고 지속적으로 인가된 품질보증 체제하에 동일제품을 생산할 수 있는 능력이 구비된 자에게 승인이 된다.

- 형식증명에 의거 제조된 부품
- 부품의 소유자 또는 운용자가 승인된 부품의 정비 또는 개조를 목적으로 제조한 제품
- TSO 부품
- 표준부품

4. 표준부품(Standard Parts)

항공전자부품의 조립 및 설치에 사용되는 표준부품중 일반부품과 공용으로 사용 되는 볼트, 너트, 스크류, 클램프 등 항공전자 관련 표준부품들은 대개 MS, NAS, AN, ISO 및 자국의 국가규격이 주로 사용되고 있으며, 항공전자 고유의 표준부품들은 별도의 특성화된 규격에 의거 제조, 인증 받아야 한다. 주요 항공전자 표준부품에는 다음 과 같은 것들이 있다. 배터리, 커넥터, 회로차단기, 전기적 접속기구(Connectors, electrical), 조작기(Controls : Knobs, dials), 수정발전기, 조임연결구(Fasteners), 필터, 퓨즈 및 퓨즈 버팀대, 기어류(Gears), 지사용 발광구, 램프 및 램프 버팀대, 전기 지시계(Meters, electrical indicating), 마이크로 전자소자(Microelectronic devices), 모우터 및 분류기(Motors and shunts), 표시기 및 표시장치(Readouts and displays), 릴레이, 저항류, 반도체류, 회전용 서보기구 (Servodevices, rotary), 소켓 및 부속장치류, 스프링류, 표준전자 모듈, 스위치, 접속단자류, 진공관류, 도파관, 전선 및 케이블, 내부접속구(Internal, hook-up), 내부배선용 전선, 외부용 상호접속구(External, interconnection), 동축케이블, 인쇄기판류 등

5. 공정재료 및 공정

공정재료로는 접착제류, 아크내성 재료, 형상도포

(Conformal coating), 이질금속 (Dissimilar metals), 피막 및 도포재료(Encapsulation and embedment materials), 섬유성재료(Fibrous materials), 내화성 재료, 내공광이성재료, 절연재료, 전압유(electrical Lubricants), 내부식성 금속류 등이 있고 제품의 조립에 소요되는 주요공정은 다음과 같다. 화학피막처리, 경납(Brazing), 카드뮴 도금, 크롬도금, 피복 및 표면처리, 형상도포 (Conformal coating), 마감처리, 금도금, 니켈도금, 납땀, 주석도금, 용접, 아연피막처리, 세척, 표식인쇄(Marking), 배선작업, 인쇄기관 제조, 접지, 내습 및 내공광이 처리 등. 이러한 공정중 납땀, 용접, 경납, 도금, 특수 표면처리등은 특수공정으로 분류되고 있으며 제품의 인증시 공정의 적합성을 확인하는 절차로서 감항당국의 특수공정심사를 받아야 한다.

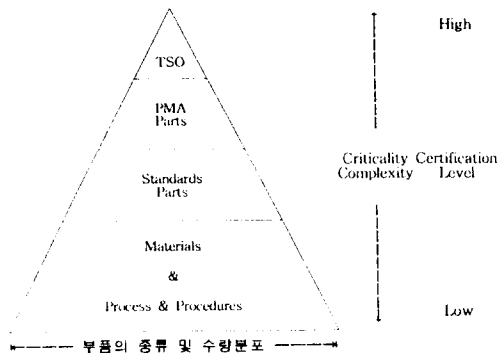


그림 1. 항공전자 부품의 인증체계

표 2. 항공전자 TSO부품현황

TSO 제 목	항목수
Autopilot	1
Communication	
Amplifier	1
Microphone	2
Selective Equipment	4
VHF	2
HF	2
Voice Recorders	2
Fire Protection	
Fire Protection	3
Fuel	1
Environmental Protection Equipment	
Weather and Radar Equipment	3
Instruments	
Detectors	2
Flight Instruments	30
Engine Instruments	3
Navigation Equipment	25
Survival Equipment	
Ground Proximity warning	1
Locator Transmitter	2
계	83

V. 항공전자 부품의 인증특성

1. 환경시험

1) RTCA DO-160C

항공전자 부품의 인증에 환경시험을 적용하는 것은 제품의 종국적 사용처가 항공기 이므로 항공기의 각종 운항조건이라든지 저장, 보관등의 제반 환경에 적응되어야 하므로 실제의 환경을 모사한 조건에서 소정의 시험을 거쳐야 한다.

환경시험은 설계자료에 의거 제작완료된 완제품에 대하여 실지 사용환경조건에서의 적응성을 시험하기 위하여 수행하는 것으로서 민간 항공업무에서는 TSO 승인시 RTCA Document DO-160 : Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment를 적용하도록 FAA에서 권고하고 있다 (AC 21-10C). 이 문서에 제시된 21가지의 시험은 주로 미국의 지형조건과 기후조건을 토대로 작성되었으며 그 주요 내역은 다음과 같다.

- 온도 및 고도시험(Temperature and Altitude) : 이것은 온도 및 고도조합과 압력기준표에 의거하여 해당 부품의 범주에 따라 시험하는 것이다.
- 온도변화시험(Temperature Variation) : 이것은 주어진 온도범위내에서의 성능을 시험하는 것이다.
- 내습시험(Humidity) : 해당부품이 자연대기조건 또는 습도조건하에서 내성을 가지는가를 시험하는 것이다.
- 운용충격 및 충돌안전시험(Operational Shocks and Crash Safety) : 운용충격 시험은 정상적인 비행운용상태에서 충격상태 즉 항공기의 이착륙, 비행중의 갑작스런 돌풍상태에서 유발되는 각종 충격으로부터 성능을 계속적으로 발휘하는가를 확인하고 시험 충돌안전시험은 비상착륙시 해당장비가 받침몸체(Mountings)로부터 이탈되거나 분리되지 않는가를 확인하는 시험이다. 이 시험은 전자장비 탑재소 (Compartment)에 장착되는 장비와 장비가 분리될시 승객이나 연료계통, 비상탈출장비등에 위험을 줄 수 있는 장비에 대하여 수행한다.
- 진동시험(Vibration) : 정상작동 환경하에서 진동내력을 시험하는 것이다.
- 방폭시험(Explosion Proofness) : 항공기의 운항중 예기치 않게 발생할 수 있는 폭발기체

또는 액체의 발생시 폭발을 야기하지 않는가를 시험하는 것으로 고도시험 및 진동시험의 수행 후에 시행한다.

- 방수시험(Water Proofness) : 장비에 물이 분무되거나 떨어졌을때 물의 유입에 대한 영향을 견딜 수 있는지를 판정하는 것이다.
- 유체감수성시험(Fluid Susceptibility) : 이 시험은 항공전자 장비의 제조과정에서 사용된 재료가 유체오염으로부터 유해한 영향을 견디는가를 시험하는 것으로 대개 유체의 오염을 받을 우려가 있는 장소에 장착되는 장비를 시험대상으로 한다.
- 모래먼지내성시험(Sand and Dust) : 이 시험은 보통의 속도를 가지고 떠돌아 다니는 모래와 먼지의 영향에 대해서 장비의 저항성을 결정하기 위한 것이다.
- 곰팡이에 대한 저항성시험(Fungus Resistance) : 이 시험은 전자장비를 구성하는 재료가 습기가 많고 따뜻한 대기조건에서 잘 성장이 되는 곰팡이와 무기염의 발생으로 인하여 영향을 받는지 여부를 판정하기 위해 실시하는 것이다.
- 염수분무시험(Salt Spray) : 이것은 전자장비가 염분이 많은 대기조건에 장시간 노출되거나 정상운항 상태에서 염수가 분무되었을 때 장비의 영향을 결정하는 것이다.
- 자기효과시험(Magnetic Effect) : 이 시험은 장비 설치자가 항공기 내에 장비를 적절히 배치하는데 도움이 되도록 장비에 대한 자기효과를 판정하는 것이다.
- 입력전원시험(Power Input) : 이 시험은 장비에 가해지는 전원의 상태를 정의하고 관련기기의 시험절차를 해당 부분별로 명시하는데 있다. 해당장비의 전력사용 형태를 Category A, B, E 및 Z 4가지로 분류하고 있다.
- 전압스파이크시험(Voltage Spike) : 이 시험은 장비의 전원단자에 도달되는 전압 스파이크에 대한 영향을 견디는 정도를 판정하기 위한 것이다.
- 음성주파수 전도감수성시험 - 전원입력단 (폐회로 시험) (Audio Frequency Conducted Susceptibility - Power Inputs : Closed circuit Test) : 이 시험은 항공기에 장비가 장착될 때 다른 장비들로부터 유입되는 음성주파수

성분이 전원의 기본 주파수에 유입될 때 장비가 유해한 반응을 보이는 가를 판정하는 시험으로서 장비의 사용전원의 유형에 따라 Category A, B, E, Z의 4가지로 분류하고 있다.

- 유기신호방해 감수성시험(Induced Signal Susceptibility) : 이 시험은 장비 내부의 결선 회로의 형상이 장비의 설치환경에 의해 야기되는 유입전압을 어느정도 감내 하는가를 시험하는 것이다. 장비의 간섭여건에 따라 Category Z, A, B의 3가지 형태로 분류하고 있다.
- 무선주파 방해 감수성 시험 - 방사 및 전도 (Radio Frequency Susceptibility - Radiated and Conducted) : 이 시험은 장비 및 장비의 배선이 무선주파 전력에 노출되어 방사되는 무선주파수의 유입 또는 도선을 통한 무선주파수가 유입되어도 장비가 정상성능을 발휘하는 가를 시험하는 것이다. 전자기파의 환경 조건에 따른 장비의 설치 위치에 따라 Category W, Y, V, U, T, X의 6가지로 분류하고 있다.
- 무선주파에너지 방사시험(Emission of Radio Frequency Energy) : 이 시험은 장비가 규정한 수준 이상으로 무선주파 잡음을 방사하지 않는가를 결정하기 위한 것이다. 간섭작용의 정도에 따라 Category Z, A, B의 3가지로 분류하고 있다.
- 낙뢰에 의해 유도되는 과도전류 적응성시험 (Lightning Induced Transient Susceptibility) : 이 시험은 장비가 낙뢰에 의한 유도 영향에 대하여 장비의 규격서에 명시한 특성을 벗어나지 않고 어느정도 감내할 수있는가를 결정하기 위한 것이다. 장비의 설치장소 및 조건에 따라 Category J, K, L, X의 4가지 형태로 분류하고 있다.
- 낙뢰직접효과시험(Lightning Direct Effects) : 이 시험은 주로 항공기의 외부 면에 장착되는 전자장비가 낙뢰의 직접효과에 견디는 정도를 결정하기 위한 것이다.
- 결빙시험(Icing) : 이 시험은 온도, 고도와 습도가 급격하게 변하는 경우 발생하는 결빙상태에서 작동해야 하는 장비의 성능특성을 정하기 위한 것이다.

2) 군사용 환경시험기준

군사용 항공전자 부품의 환경시험 항목은 민간용 항공전자 부품의 요건과 유사하나 내용적으로는 더 혹심한 조건이 부여되어 있다. 대체로 MIL-STD-810E : Environmental Test Methods and Engineering Guidelines에 20여 항목으로 지정되어 있으며 민간기준인 RTCA DO-160C와 비교할 때 다음과 같은 시험사항은 별도의 문서로 규정되어 있다.

- 전자파 내성시험 : MIL-STD-461, MIL-E-6051
- 낙뢰 시험 : MIL-STD-1750
- 입력 전압시험 : MIL-STD-704

2. 소프트웨어의 품질인증

1970년대 후반부터 항공기의 시스템 및 항공전자 장비에 디지털 컴퓨터의 적용이 급속히 증가되어 이러한 장비나 시스템에 대한 품질인증의 필요성이 대두되었다. 디지털 시스템이 적용된 시스템이나 장비가 항공기의 비행임계기능에 사용될 때, 채택된 소프트웨어의 품질은 비행안전에 직접적인 영향을 미치게 된다. 따라서 항공기에 적용되는 소프트웨어의 품질인증에는 그 사용기능의 중요성에 따라 적절한 절차에 의하여 단계적으로 품질인증 활동이 수반되어야 한다. 검증의 수행은 소프트웨어의 생명주기(Life Cycle)의 각 단계마다 이루어져야 하며 이러한 검증은 해당 소프트웨어의 수준(Level)에 따라 적절한 강도가 부여되어야 한다. 소프트웨어의 품질인증 기준으로는 민간용으로는 RTCA DO-178A가 있고 군용으로는 DOD-STD-2168이 있다. 민간용 기준인 RTCA DO-178A의 내용을 소개하면 다음과 같다.

1) 소프트웨어 기반 시스템의 개발 및 승인 개요

(1) 소프트웨어의 등급 - 위급도에 따른 분류

소프트웨어는 사용중의 기능고장 또 설계오류의 관점에서 분류되며 최위급 (Critical), 중위급(Essential) 및 저위급(Non-essential)의 3종류로 분류한다.

- 최위급 : 임의의 고장상태의 발생 또는 설계오류로 인하여 항공기의 지속적인 안전비행 및 작륙을 저해하는 기능
- 중위급 : 임의의 고장상태의 발생 또는 설계오류로 인하여 항공기의 성능이나, 이러한 위급한 운용조건에 승무원이 대처하는 능력이 감소하는 상황의 기능
- 저위급 : 고장 또는 설계오류가 항공기의 성능이나 조종사의 능력을 크게 감쇄시키지 않는 기

능

(2) 소프트웨어의 검증

소프트웨어의 검증은 분석과 시험으로 이루어진다. 분석의 방법에는 소프트웨어 의 요구사항, 설계 및 코드의 검사 등을 포함하고 시험에는 모듈시험, 통합모듈 시험 및 하드웨어-소프트웨어의 통합시험이 있다.

2) 소프트웨어의 개발, 검증 그리고 정당성시험에 대한 지침

소프트웨어의 검증은 각 단계별로 ① 개발 ② 검증 (해석과 시험) ③ 품질보증으로 구성된다. 소프트웨어의 검증(Verification)은 제품이 요구사항을 만족하여 개발되었는 가를 검사하는 것이고 정당성시험 또는 확인(Validation)은 제품의 기능이 고객이 원하는 대로 수행되는 지를 검사하는 것이다.

3) 소프트웨어 형상관리 및 품질보증

소프트웨어의 형상관리는 하드웨어의 형상관리 개념을 확장한 것으로 초기의 설계 요구사항으로부터 최종사용에 이르는 전과정에서 소프트웨어의 식별, 관리, 설명 및 감사 등의 특성을 고려하도록 하는 것이다. 소프트웨어의 품질보증은 소프트웨어의 시험가능성 및 요구조건대 코드화에 대한 추적성을 유지하고 설계 요구조건과 표준에 대한 코드를 독립적으로 시험함으로써 양질의 소프트웨어를 개발하고자 하는 것이다. 소프트웨어의 품질보증은 소프트웨어가 개발되고 있는 과정에 대한 감사를 수반한다.

4) 문서화

형상관리 체제하에서 적절하고, 올바르게 또한 최신성 있는 문서작성은 최초인증 및 재인증 지원을 위하여 필수적으로 요구된다. 주요 문서화의 내용은 소프트웨어 의 개정현황관리, 문서색인 그리고 모든문서에 대한 역사적 사실의 참조 및 상황을 나타내는 문서인 형상색인 문서(CID : Configuration Index Documents)를 비롯 소프트웨어 요구사항 분석, 설계 개관문서, 프로그램 교범, 소프트웨어 형상관리 및 품질보증 계획서, 실행요약문, 소프트웨어 검증계획, 절차 및 결과등이 있다.


Ⅳ. 결 론

항공전자기술은 항공기의 안전운항에 직결되는 기능을 수행하는 기술분로서 기존의 전자기술에 대한

전자응용 분야라 할 수 있다. 최근의 항공전자 기술은 디지털 기술의 발달과 더불어 컴퓨터화 하고 있으며 해당 항공기의 부품도 점차 소형경량화되고 있다. 지시계통 및 정밀자세제어등의 분야에 컴퓨터가 채택됨에 따라 종래의 하드웨어에 대한 평가와 함께 소프트웨어의 평가가 수행되고 있다. 본고에서는 항공전자부품의 개발과 인증을 위하여 항공전자 기술분야를 체계적으로 분류하고 제품의 생산 또는 개발시 대두되는 설계특성과 인증의 내역을 소개 하였다.

항공기의 주요 기능분야를 구성하고 있는 TSO부품의 대부분이 항공전자 부품으로서 항공기의 국산개발시 이러한 부품에 대한 동시개발이 이루어 지지 않으면 항공기체는 국산개발이 이루어 지더라도 주요기능부품들은 전부 수입해야 한다는 문제에 도달하게 되는 만큼 이분야에 대한 진지한 관심이 요구된다. 국내의 전자공업 기술은 반도체의 제조등 일부분야에 대해서는 상대적으로 비교우위에 있는 분야가 더러 있다. 이러한 기술은 항공에의 적용이 가능하며 항공기 개발의 본격적인 시점에 즈음하여 비교적 참여 가능한 분야가 있을 것으로 판단된다.

参 考 文 献

- [1] 李京煥외 6인 공저, "소프트웨어 공학", 청문각, 1993. 1
- [2] 박용한외 2인, "항공전자계통", 한국항공대학출판부, 1989
- [3] 趙玉燦, 朴瑋培, 李相稷, "최신 항공전자기술의 현황과 전망", 항공우주도서시리즈-12, 인하대학교 부설 항공경영연구소, 1991. 5
- [4] 황중선, 박두권 공역, "소프트웨어 공학", 교학사, 1990. 10
- [5] Advisory Circular, AC 25.1309-1A, "System Design and Analysis", FAA, 1988.
- [6] ARINC Report 421, "Guidance for Standard Subdivision for Avionics", ARINC, 1971. 6.
- [7] ATA, "ATA Specification 100 - Specification for Manufacturer's Technical Data", Air Transport Association, 1993. 3.
- [8] Cary R. Spitzer, "Digital Avionics Systems", 2nd Edition, McGraw-Hill, Inc., 1993.
- [9] Donald H. Middleton, "Avionic Systems", Longman Scientific & Technical, 1989.
- [10] FAA Order 8150.1A, "Technical Standard Order Procedures", FAA, 1987. 9.
- [11] FAR Part 25, "Airworthiness Standards : Transport Category Airplanes", FAA DOT, 1988. 1.
- [12] ISO TR 10201, "Aerospace Standards for Electronic Instruments and Systems" 2nd Edition, ISO, 1991. 11.
- [13] James Powel, "Aircraft Radio Systems", IAP Inc., 1981.
- [14] Keith W. Bose, "Aviation Electronics", IAP Inc., 1990.
- [15] RTCA/DO-160C, "Environmental Conditions and Test Procedures", RTCASC-135, 1989.
- [16] RTCA/DO-178A, "Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification", RTCA SC-152, 1985. 3. 

筆者紹介



한 상 호

1954年 8月 30日生

1972年 2月~1980年 2月 인하대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사)

1992年 3月~현재 충남대학교 산업대학원 전자공학과(석사과정)

1980年 3月~1990年 (주)대한항공 항공우주사업본부 품질관리부 과장
(미공군 항공기 계약정비 품질담당)

1991年 1月~현재 항공우주연구소 품질인증부 선임연구원 (중형항공기 개발사업 품질인증 실무)

주관심분야 : 항공전자부품 및 항공기 전자시스템의 품질인증