

항공기용 다목적 디스플레이의 기술표준품 인증

TSO Authorization of Airborne Multipurpose Electronic Displays

천영호*, 이승필*, 박준현*

Young-Ho Cheon*, Seoung-Pil Lee*, and Jun-Hyeon Park*

요 약

민수용 항공기 산업에서는 해당 제품의 성능이 우수 하더라도 항공기의 항행 안전성을 확보하기 위하여 필요한 안전성 요구사항에 대한 적합성을 인정을 받지 못하면 법적으로 항공기에 사용 될 수 없는 특성이 있다 [1]. 이와 같이 다양하게 적용되어 지고 있는 항공 전자장비의 항행 안전성을 위하여 민간용 항공기에는 기술표준품 인증 제도를 시행하고 있다. KTSO-C113은 항공기용 다목적 전자식 디스플레이의 기술표준품을 인증하는 최소성능표준을 포함하고 있다. 기술 표준품 형식승인은 설계 및 제조에 대한 승인을 의미하여 항공기 장착하여 사용하기 위해서는 별도의 승인이 필요하다. 본 논문을 통하여 항공기용 다목적 디스플레이의 기술 표준품 형식승인 제도 및 인증 요구조건을 소개하고 적합성 입증을 위한 인증 사례를 제시한다.

Abstract

Civilian aircraft industry, even if the superior performance of the product in order to ensure the safety of aircraft navigation safety requirements necessary for compliance does not receive a legally recognized can not be used in aircraft characteristics. These are applied in a variety of safety in avionics for navigation of civil aircraft certification standards for the technology is implemented. KTSO-C113 aircraft for the purpose of electronic display technology to authenticate standard contains minimum performance standards. Standard design and manufacturing technology for type approval means approval by mounting the aircraft in order to use a separate approval is required. Through this paper, multi-display technology standards for aircraft type certification approval system and demonstrate compliance with the requirements for the certification practices introduced are presented.

Key words : KTSO-C113, Aircraft navigation safety requirements , Minimum performance standards, MFD, Airworthiness

I. 서 론

현대 항공기의 항공전자 시스템은 정보 집중적이고 점차적으로 대규모 체계의 체계 구조를 갖는 노드 기능을 수행하는 추세이다. 이러한 요구사항들은 항공전자 시스템이 전체적으로 실시간 성능, 신뢰성,

안전성, 종합적인 정보의 시현 및 항공기의 환경적인 요구사항 등이 반영된 시스템 구조로 개발되도록 가속화하고 있다. 이전 항공기의 조종사들은 전술적인 판단/결심 또는 안전한 비행을 위해 각 상황에 따른 센서들을 개별적으로 조작하고 이들 센서들로부터 획득된 정보들을 종합하여 전술적인 판단을 내리는

* LIG넥스원 (LIGNEX1. co. Ltd.)

· 제1저자 (First Author) : 천영호(Young-Ho Cheon, tel : +82-42-718-3522, email : cheonyh25@lignex1.com)

· 접수일자 : 2013년 10월 14일 · 심사(수정)일자 : 2013년 10월 14일 (수정일자 : 2013년 12월 21일) · 게재일자 : 2013년 12월 30일

<http://dx.doi.org/10.12673/jkoni.2013.17.6.765>

일련의 과정들을 수행하였다. 하지만 최근 항공기의 항공전자 시스템은 정해진 규칙에 따라 비행운용 프로그램이 자동적으로 컴퓨터가 다양한 센서로부터 자료를 수집하여 각 상황에 최적화된 정보를 조종사에게 시현장비를 통해 제공하게 함으로써, 센서 조작에 필요한 행위를 줄여주어 조종사는 더 이상 센서 조작자가(Sensor Operator) 아닌 전술 판단자(Tactical CEO)로의 역할을 수행할 수 있도록 항공전자 시스템이 발전되고 있다.[2] 조종사에게 보여 지는 데이터, 심벌, 이미지 및 영상 정보들도 이전의 아날로그 계기나 CRT 기반의 시현장비에서 AMLCD(Active Matrix Liquid Crystal Display) 기반의 대화면 시현기(Large Area Display), 비행계기(Flight Instrument) 및 백업 계기(Backup Flight Instrument)들로 구성된 Glass Cockpit 구조로 발전하고 있다. Glass Cockpit을 이루는 시현장비들 중에서 가장 핵심적인 정보 전달을 담당하는 다기능 시현기(MFD, Multi Function Display)는 현재 항공 장비 중에서도 중요한 장비로 분류된다. 위와 같은 다기능 시현기(MFD, Multi Function Display)는 고도의 신뢰성과 안전성이 요구된다. 위와 같은 안전성을 보장하기 위하여 항공기 탑재 시 법에 의한 인증 또는 승인을 받도록 하고 있다.

항공용 다기능 시현기는 위와 같은 인증 및 승인을 위하여 기술품 표준서인 KTSO-C113 'Airborne Multipurpose Electronic Display'에 기준을 정하고 있다.

II. 항공기용 다목적 디스플레이 특징

2-1 항공기용 디스플레이 발전 추세

Glass Cockpit을 이루는 시현장비들 중에서 가장 핵심적인 정보 전달을 담당하는 다기능 시현기는 항공기에서 기존의 아날로그 계기로 지시하던 비행/항법 및 전술 정보와 항공기 각 부분의 상태 정보를 하나의 장비로 통합하여 조종사에게 그래픽으로 구현된 여러 가지 심벌, 이미지, 색상이 표현된 정보들로 신속하게 전달하는 인간-기계 인터페이스 기능을 수행하는 디스플레이 장비의 한 종류이다.

여러 디스플레이장비들 중에서 AMLCD를 이용한 다기능시현기는 지자계의 영향을 받지 않는 특징과 경박 단소한 구조로 항공기 탑재용 디스플레이 장비로 폭 넓게 사용되고 있다. 원래 AMLCD는 상용 장비에 적용된 기술이었으나, 견고화(Ruggedized) 기술의 발달에 힘입어 항공기용으로 사용하기에 적합한 수준에 도달해 있어 항공기의 요구 성능을 만족시킬 수 있는 항공기 디스플레이용으로 많이 사용되고 있다.

2-2 MFD의 구분

MFD는 자체적으로 심벌의 생성능력 보유 유/무에 따라 Smart Type과 Dumb Type으로 구분될 수 있다.

2-2-1. Smart Type MFD

Smart타입 다기능시현기는 비디오 신호를 직접 입력으로 받는 것이 아니라 인터페이스 대상 장비로부터 Raw데이터(1553B, ARINC 4 2 9 등)를 입력으로 받아 내부의 프로세서에 의해 연산 처리되어 심벌을 생성하는 기능을 가지고 있는 것을 말한다. 추가적으로 최신의 Smart타입 다기능시현기는 외부의 비디오를 입력으로 받을 수 있으며, 이 비디오 신호와 자체에서 생성된 비디오 신호를 오버랩할 수 있는 기능도 가지고 있다.

2-2-2 Dumb Type MFD

Dumb타입 다기능시현기는 자체적으로 비디오 신호를 생성할 수 없다. 따라서 임무 컴퓨터와 같이 그래픽 심벌 생성기능을 내장하고 있는 장비에서 비디오 신호를 생성하여 Analog RGB 혹은 디지털 비디오 포맷으로 전달되어야 한다. 다기능 시현기는 특성에 따라 인터페이스 할 수 있는 비디오 입력이 한정되어 있으며, 현재 추세는 디지털 비디오 인터페이스가 주를 이루고 있다.

2-3 MFD의 시현정보

MFD의 페이지는 항공기의 운용개념 및 항공전자



그림 1. MFD 시현 정보
Fig. 1. MFD information posted

아키텍처에 따라 소프트웨어적으로 다양하게 구성될 수 있다. 일반적으로 많이 사용되는 MFD 페이지는 그림 1과 같다.

- 경고 정보 시현
- 시스템 정보 시현
- 비행 정보 시현
- 음성 통신정보 시현
- 마스터 경고정보 시현
- 디지털 맵 정보 시현

2-4 MFD의 주요 요구 성능

MFD는 조종사의 임무에 필요한 페이지(Page) 정보를 임무환경에 맞도록 제공하기 위하여 설계 및 제작 시 충족되어야 할 요구사항들이 있다.

태양광선 아래에서도 완벽한 임무수행을 지원하기 위하여 High Brightness, High Resolution 기능이 요구되며, 이는 백라이트의 성능에 따라 좌우된다. 현재 가장 많이 사용되는 백라이트로는 CCFL이 있으며, 차세대 백라이트 광원으로 LED가 부각되고 있다. LED는 수명, 색재현율, 저온 구동성이 우수하여 고휘도, 고가독성을 요구하는 항공기용 MFD 설계에 적합하다.

또한, 운용개념에 따른 시현환경과 주야간 임무수행 지원을 위한 NVIS 호환성, 휘도 및 밝기 제어 기능을 갖추고 있어야 한다. MFD의 베젤패널 Lamp는 NVIS Type II Class B, Green B를, LCD는 NVIS Type II Class B, Green A를 만족하도록 설계되어야 한다. 그리고 주야간 임무환경을 지원하기 위하여 LCD의 Lamp는 Day와 Night용으로 구분하여 설계한다.

표 1. CCFL와 LED 백라이트 비교
Table 1. Compare CCFL and LED backlight

Item	LED B/L	CCFL B/L
Light Source	MCPCB(Metal Core PCB) High power LED	W-rod Glass bead Electrode Metal disk Phosphor Ti-Hg alloy pellet
Luminance (32")	500nit	500nit
Color Saturation	NTSC 95%	NTSC 72%
Lamps Power Consumption	230 W	100 W
Lamp No.	232 ea	16 ea
Efficiency of Lamp	24 lm/W	80 lm/W
Green Environment	Hg Free	--

MFD는 발열량이 큰 장비이므로 기구설계 시 방열 효과를 최대화한 설계기법이 요구되며, 극한환경 조건에서의 동작을 보증하기 위하여 저온/고온 동작에 유리한 LCD 채용과 ITO Heater 설계를 통해 환경요인에 의한 운용 위험성을 최소화 하여야 한다.

그 밖에 플랫폼의 운용환경에 따라 다양한 입출력 인터페이스를 제공할 수 있어야 한다. MFD에서 사용될 수 있는 주요 비디오 인터페이스에는 RS-170, STANAG-3350, NTSC, PAL, DVI, LVDS, Optic 등이 있으며 데이터 인터페이스로는 ARINC 429, ARINC 568, RS-422, RS-232, RS-483, MIL-STD-1553B, Ethernet 등이 있다.

III. 기술 표준품 인증

3-1 기술 표준품 형식 승인

기술 표준품형식승인(KTSOA: Korea Technical Standard Order Authorizations) 이란 항공기에 장착되어 독립적인 기능을 하는 장비품의 안전성 인증을 위하여 국토교통부 장관이 정하여 고시한 기술표준품 표준서를 만족하는 장비품의 설계 및 제작에 대하여 국토교통부 장관의 승인을 받는 것을 말한다. 기술표준품을 항공기에 장착하여 사용하기 위해서는 해당 항공기 등록국가의 감항당국으로부터 별도의 장착 승인(부가형식증명-STC 또는 개정 형식증명-Amended TC)을 받아야 한다.

3-2 항공기용 다목적 디스플레이의 기술표준품 인증

항공기용 다목적 전자식 디스플레이에 대한 기술 표준품 형식 승인 절차는 기술 표준품 표준서인 KTSO-C113 'Airborne Multipurpose Electronic Displays'에 대한 기본적인 기술 표준을 정하고 있다. KTSO-C113은 FAA TSO-C113에 대응하며 기술 기준이며 항공기용 디스플레이에 적용 해야 한다. KTSO-C113은 항공기용 다목적 전자식 디스플레이가 가져야 할 최소성능 표준 (MPS :Minimum Performance Standards)를 정의하고 있다. 이에 따른 기술적 표준 사항은 SAE AS 8034에 지정하고 있다. KTSO-C113에서 요구 하고 있는 주요 적용 문서는 아래 그림과 같은 환경 표준서인 DO-160, 컴퓨터 소프트웨어 인증 안내서인 RTCA/DO-178, 복잡하드웨어 인증 안내서인 RTCA/DO-254가 있다.

3-2-1 최소성능 표준

MFD의 최소 성능 표준인 SAE AS8034에 정의 되어 있다. 본 논문에서 언급된 MFD는 Dumb Type MFD 이므로 이를 고려한 인증을 수행 하였다.

3-2-1-1 시험 성능 요구 사항

시험기의 최소 성능 요구 사항은 SAE AS 8034 항목에서 MFD의 장착 위치 및 적용되는 AMLCD 특성 및 Dumb type임을 고려하여 3장의 일반표준 (General Standards) , 4장의 표준 환경에서 최소성능 요구 조건 (Minimum Performance Standards Under Standard Conditions) 및 5장의 환경조건에서 최소 성능 표준 (Minimum Performance Standards Under Environmental Conditions)항목에서 최소 성능 필수 조건에 대한 시험은 모두 시험을 수행하고 선택항목을 그림3. 과 그림4.와 같이 선정하여 검증을 수행한다.

AS 8034 장절	입증방법
3. General Standards	
3.1 Material	시험
3.2 Workmanship	검사
3.3 Compatibility of Components	분석
3.4 Interchangeability	분석
3.5 Accessibility of Controls	기타
3.6 Self-test Capability	시험
3.7 Effect of tests	분석
3.8.1 Malfunction Indication	시험
3.9. Fail Safe Provision	분석
3.10 Multiple Mode Indications	시험
3.11.6 Integral Lighting	시험
3.12 Resistance to Dust and Moisture	시험
3.13 Mechanical Hazard System Protection	분석
3.14 Fire Resistance	분석
3.15 Supplemental Heating/Cooling	시험

그림 2. SAE AS 8034 최소성능 표준 3장.
Fig. 2. SAE AS 8034 Minun Performance Standards of Chapter 3.

AS 8034 장절	입증방법
4. Minimum Performance Standards Under Standard Conditions	
4.1 Equipment Functions and Mechanical Operation	시험
4.2. Viewing Characteristics	시험
4.2.1 Viewing Angle	시험
4.2.2 Symbol Alignment	시험
4.2.3 Position Accuracy	시험
4.2.4 Drift	시험
4.2.5 Line Width	시험
4.2.7 Flicker	시험
4.2.8 Symbol Quality	시험
4.2.8.1 Matrix Anomalies	시험
4.2.8.2 Symbol Motion	시험
4.2.9 Crosstalk	시험
4.2.10 Image Retention	시험
4.2.11 Defects	시험
4.2.11.1 Failed-On Row/Columns(Matrix Display)	시험
4.2.11.2 Failed-Off Row/Columns(Matrix Display)	시험
4.2.11.3 Element Failures	시험
4.2.11.4 Defect Service Limits	분석
4.3.1 Ambient Illumination Characteristics	시험
4.3.2 Luminance Characteristics	시험
4.3.2.1 Manual Luminance Control	시험
4.3.2.3 Luminance Tracking	시험
4.3.2.4 Luminance Uniformity	시험
4.3.3 Luminance and Color Discrimination	시험
4.3.4.1 Color Uniformity	시험
4.5.1.1 Maximum Luminance, Transmissive Displays	시험
4.5.1.2 Minimum Luminance	시험
4.5.1.3 Design Eye Position Viewing Envelope Luminance Uniformity	시험
4.5.1.4 Viewing Envelope Luminance Uniformity	시험
4.5.2 Contrast Ratio	시험
4.5.2.1 Dark Ambient Contrast Ratio	시험
4.5.2.2 High Ambient Contrast Ratio	시험
4.5.3 Viewing Envelope Color Tolerance	시험
4.5.4 Gray Scale	시험
4.5.5 Specular Reflections	시험
4.5.6 Inactivated Segments	시험
4.5.7 Response Time	분석
4.6.1 Start-up	시험
4.6.1.1 Power Transient Recovery	시험
4.6.2 Lag Time	시험
4.6.3 Data Update	시험

그림 3. SAE AS 8034 최소성능 표준 4장 .
Fig. 3. SAE AS 8034 Minun Performance Standards of Chapter 4.

AS 8034 장절	인증방법
5. Minimum Performance Standards Under Environmental Conditions	
5.1 Requirements	시험
5.2 Display Characteristics	-
Symbol Position Accuracy(External)	시험
Display Drift	시험
Display Line Width	시험
Display Jitter	시험
Display Flicker	시험
Symbol Quality	시험
5.1.2 Luminance	시험
5.1.4 Color Registration	시험
5.1.5 Response Time	시험
5.1.6 Mechanical Operation	시험
5.2 Definition of Terms	시험
5.3 Conditions of Tests	시험
5.4 Temperature and Altitude Tests (Section 4.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.4.1 Low-Temperature Test	시험
5.4.2 High Temperature Test	시험
5.4.3 Altitude Test	시험
5.5 Temperature Variation Test (Section 5.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.6 Humidity Test(Section 6.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.7 Shock Test (Section 7.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.8 Vibration Tests (Section 8.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.10 Waterproofness Test (When Required) (Section 10.0,D.O-	시험
5.15 Magnetic Effect Test (Section 15.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.16 Power Input test (Section 16.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.17 Voltage Spike Conducted Test(Section 17.0,D.O-160D/ED-14D)	시험
5.18 Audio Frequency Conducted Susceptibility Test (Section	시험
5.19 Induced Signal Susceptibility Test (Section 19.0,D.O-160D/ED-	분석
5.20 Radio Frequency Susceptibility Test (Radiated and Conducted)	시험
5.21 Emission of Radio Frequency Energy Test (Section 21.0,D.O-	시험
5.22 Lightning Induced Transient Susceptibility (Section 22.0,D.O-	시험
5.25Electrostatic Discharge (ESD) (Section 25, D.O-160D/ED-14D)	시험
5.26 X-ray Radiation	분석
5.27 UV Radiation	분석
5.28 Fogging (Hermetically Sealed or Desiccated Display Units Only)	분석
5.30 Dielectric Test	시험

그림 4. SAE AS 8034 최소성능 표준 5장 .
Fig. 4. SAE AS 8034 Minimum Performance Standards of Chapter 5.

3-2-1-2 소프트웨어 요구 사항

항공기 시스템 및 장비에 대하여 요구되는 소프트웨어 개발 지침은 RTCA/DO-178B이다. DO-178B의 구성은 소프트웨어 라이프 사이클 프로세스 목표 , 프로세스 목표를 달성하기 위한 활동 설명 및 설계 고려 사항, 목표 만족을 표시하는 증거에 대한 설명으로 구성되어 있다, 아래 그림5는 DO-178B 프로세스를 고려한 소프트웨어 개발 프로세스 이다.

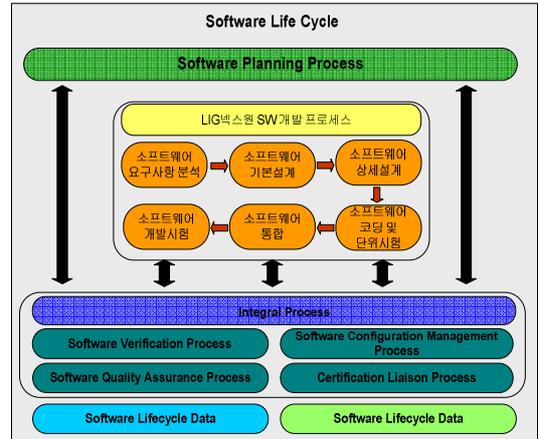


그림 5. DO-178B를 고려한 SW개발프로세스
Fig. 5. Considering the SW development process, DO-178B

IV. 기술표준품 승인

8.4 인치 DMFD에 대한 기술 표준품 인증을 위하여 그림6과 같은 절차에 의하여 인증을 수행하였다.

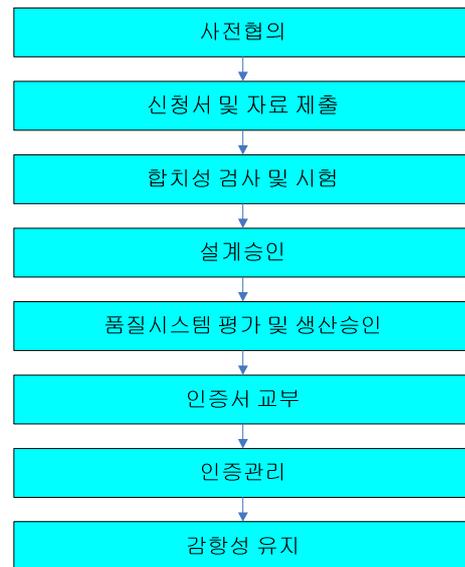


그림 6. 기술표준품 승인 절차
Fig. 6. Technical standards approval process

4-1 사전협의

사전 협의 단계에서는 신청 장비에 대한 사전 정보 제공 및 인증범위등을 신청 전 인증 기관과 신청자 사이에 사전 협의 하는 단계이다.

4-2. 신청서 및 자료 제출

인증을 항공기 기술표준품 형식승인 신청서 작성 및 합치성 검사를 위한 관련 자료를 제출하는 단계이다. 제출되는 자료는 항공법 시행 규칙 39 조 및 KTSO-C113의 요구사항을 반영하여 아래표와 같은 자료를 제출하였다.

4-3. 설계적합성 입증

항공기 기술표준품 표준서를 기준으로 설계 적합성 입증을 위한 기술자료, 절차, 공정, 시험 및 시험 결과 등의 적절성과 유효성 검토 및 항공기기술표준품 형식승인 적합성기록서의 검증 제작생산과 관련된 자재관리, 제조공정관리, 완성품의 성능 등에 대한 검사 및 시험을 수행하였다.

4-3-1 설계 적합성 입증 검토

적합성 입증은 장비 제작 및 검증을 위한 절차로 각종 설계를 위한 기술자료와 실 제작 장비의 일치성을 확인하기 위한 절차이다. 설계적합성 입증 단계에서는 아래표와 같은 항목에 대한 검토를 수행한다. 입증을 위한 주요 확인 사항은 표1과 같다.

4-3-1-1 기술자료 검토

기술자료 검토는 절차 및 공정, 시험을 위한 문서의 적절성 및 유효성을 검증하며 주요 자료는 표1 과 같다.

표 1. 설계 적합성 입증을 위한 기술자료 검토 내용
Table 1. Demonstrate compliance with the design information technology for data review

순번	검토항목	검토 내용
1	도면	도면의 유효성 및 적절성 검토
2	적합성 점검표	기술표준품 승인을최소요구조건 검증 방안에 대한 적절성 검토
3	주요부품 개발 규격서	개발장비에 대한 요구사항의 적절성 검토
4	적합성 입증계획서	적합성 입증을 위한 방안 및 시험 적절성을 확인
5	시험절차서	제작 및 최소 요구조건 인증을 위한 각각의 절차서에 대한 유효성 검사
6	공정규격서	기술표준품 인증을 위한 공정의 적절성 및 특수 공정 및 세부 공정 적절성 검토
7	재료내화성보고서	기술표준품에 사용되는 재질의 내화성 유무를 확인
8	신뢰성보고서	기술표준품의 안정성을 확보하기 위한 신뢰도의 유효성 검토

4-3-1-2 제작 및 생산관련 내용 검토

제작 및 생산 관련 내용 검토는 장비 제작과 관련된 자재관리 및 제조 공정 관리등의 상태를 검사하는 과정이며 표 2와 같은 제작과 관련된 문서에 대한 검토를 수행하였다.

표 2. 제작 및 생산관련 검토 내용
Table 2. Content of production and manufacturing Review

순번	검토항목	검토 내용
1	도면	도면과 제작품의 합치성 확인
2	공정확인표	공정 규격서 및 공정 확인표상의 규정을 준수 했는지 여부 확인 각 제품에 대한 추적성 관리를 위한 내용이 적용 되어 있는지 여부 확인
3	작업지도서	제작을 위한 작업지도서 기준이 적절한지 여부 및 제작 단계에서 규정을 준수 했는지 여부 확인
4	부품입고성적서	입고검사 정상 수행 여부 확인. 부품 신뢰성 확보를 위한 제조사 COC 및 제조사TDS 확보 여부. 사용부품 재질을 확인할 수 있는 원재료 성적서 확보 여부 확인. 부품의 추적성을 관리 할 수 있는 이력관리 여부 확인
5	시험절차서/시험보고서	인증을 위한 각종 시험 절차를 준수 했는지 여부 및 시험을 위한 장비의 교정 상태 확인 시험 시설의 적절성 확인
6	FAIR (First Article Inspection)	설계 도면, 계획, 구매 주문 , 기술 사양 및 / 또는 기타 해당 디자인 에 지정된대로 해당 규정 된 생산 방법을 확인

4-3-1-3 장비인증 시험

장비에 대한 인증 시험은 SAE AS8034에서 요구되어 지는 최소 요구조건 항목 및 업체 자체에서 최소 요구 조건에 영향을 주지않은 범위에서 자체적으로 검증이 필요한 Non-TSO 항목에 대한 인증 시험을 수행하였다. 최소 요구 사항은 기술표준품의 특성인 Dumb Type , AMLCD, 항공기 장착 시 위치를 고려하여 요구사항에 대한 검증을 수행 하였다.

요구사항에 대한 검증은 분석, 시험, 경험자료, 기타의 방법을 통해 수행하였다. 시험 수행은 기능 성능시험/환경/EMI 시험에 대하여 각각의 절차서에 따라 시험을 수행 하였다. 분석은 별도의 분석보고서를 통하여 검증을 수행 하였으며 기타 방법은 인증 대행 기관과 합의 한 방법을 통하여 검증을 수행 하였다.

4-3-1-3-1 기능 성능시험

기능 및 성능 시험은 기술 표준품 대상 장비인 8.4인치 DMFD에 대한 기본 장비의 기능 시험 및 SAE AS8034에 정의된 최소성능 표준 항목 중 DO-160F를 적용하여 시험하는 항목을 제외한 모든 항목에 대하여 시험을 수행하였다.

표 3. 기능시험 주요 항목
Table 3. Function test main topic

순번	검토항목	검토 내용
1	상태 및 동작 시험 MFD 모니터의 주요 모드별 상태확인 시험	
2	배젤패널 기능 시험	MFD의 구성 배젤키의 정상동작 시험
3	NVIS 호환성 시험 -MIL-STD-3009에 Type II Class B Illuminated Controls Green A -MIL-STD-3009 Type II Class B White	

표 4. 성능시험 주요 항목

Table 4. Performance test main topic

순번	최소시험 요구조건 (SAE AS8034A)	시험 셋업
1	디스플레이 특성 (암실) -Multiple mode Indications -Lag Time -Manual Luminance Control -Luminance Tracking -Data Update -Luminance and Color Discrimination -Symbol Quality -Matrix Anomalies -Symbol Motion -Response Time -Symbol Alignment -Position Accuracy -Flicker -Drift	
2	디스플레이 시험 (태양광) -Luminance and Color Discrimination -Symbol Quality -Matrix Anomalies -Symbol Motion -Response Time -Symbol Alignment -Position Accuracy -Flicker	
3	시야각 확인(암실) 시험 -Viewing Angle -Integral Lighting -Viewing Angle -Viewing Envelope -Ambient Illumination Characteristics	
4	시야각확인(태양광) 시험 -Viewing Angle -Integral Lighting -Viewing Angle -Viewing Envelope -Ambient Illumination Characteristics	

순번	최소시험 요구조건 (SAE AS8034A)	시험 셋업
5	Defect 시험 -Defects -Failed-On Row/Columns -Failed-Off Row/Columns -Element Failures	
6	대비비 암실 -Contrast Ratio -Dark Ambient Contrast Ratio	
7	대비비 (태양광) -High Ambient Contrast Ratio	
8	휘도특성 -Luminance Characteristics -Maximum Luminance, Transmissive Displays -Minimum Luminance	
9	휘도균일성 -Luminance Uniformity -Design Eye Position -Viewing Envelope Luminance Uniformity -Viewing Envelope Luminance Uniformity	
10	색 균일성 시험 -Color Uniformity	
11	VE Color Tolerance -Viewing Envelope Color Tolerance	

순번	최소시험 요구조건 (SAE AS8034A)	시험 셋업
12	Crosstalk 시험 -Crosstalk	
13	잔상시험 Image Retention	
14	Gray Scale 시험 -Gray Scale	
15	Line Width 시험 -Line Width	
16	정반사 시험 -Specular Reflection	
17	Power Transient Recovery 시험 -Power Transient Recovery	

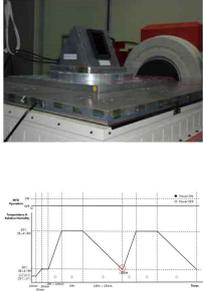
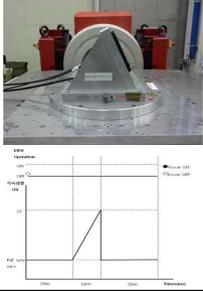
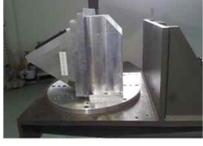
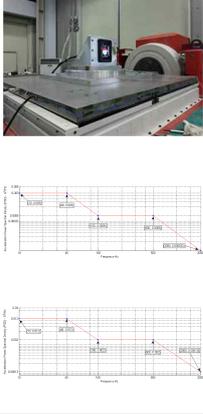
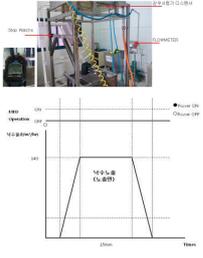
4-3-1-3-2 환경 시험

SAE AS8034에 정의된 최소성능 표준 항목 중 DO-160F를 적용하여 인증 시험을 수행 하였다. 수행되는 각 환경 시험의 Category는 인증 대상 장비를 고려하여 시험을 수행 하였다. 시험 대상 시험은 시험의 신뢰성을 위하여 국내 KOLAS 인증을 받은 기관에서 시험을 수행 하였다.

표 5. 환경시험 주요 항목

Table 5. Environmental test main topic

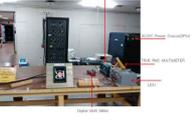
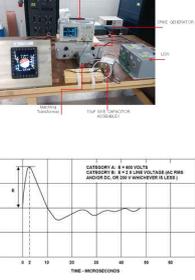
순번	최소시험 요구조건 (SAE AS8034A)	시험셋업 및 프로파일
1	저온시험 -DO-160F 「Section 4. Temperature and Altitude」 Category B4 - Operating low Temperature :-35℃ -Short-Time Operating Low Temperature :-35℃, 30min -Ground Survival Low Temperature:-55℃	
2	고온시험 -DO-160F 「Section 4. Temperature and Altitude」 Category B4 - Operating low Temperature :55℃ -Short-Time Operating Low Temperature :65℃ , 30min -Ground Survival Low Temperature:85℃	
3	고도시험 -DO-160F 「Section 4. Temperature and Altitude」 Category B4 -Altitude :25,000 ft (7,620m)	
4	온도변화 시험 -DO-160F 「Section 5. Temperature variation」 Category B -온도변화율 :±5℃/min	
5	습도시험 -DO-160F Figure 6-2 "Category B - Severe Humidity Environment Test"	

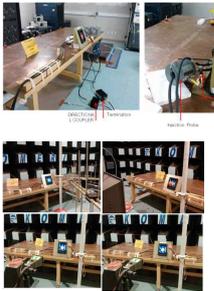
순번	최소시험 요구조건 (SAE AS8034A)	시험셋업 및 프로파일																												
6	<p>운용 충격시험 -DO-160F 7.2. “Operational Shocks” Category B -X,Y,Z 축에 대하여 시험</p>																													
7	<p>Crash Safety 시험 -DO-160F 7.3. “Crash Safety” Category B -X,Y,Z 축에 대하여 시험</p>																													
8	<p>충돌안전 시험 -DO-160F-DO-160F 7.3. “Crash Safety” Category B</p>	 <table border="1" data-bbox="539 1081 742 1160"> <thead> <tr> <th>Aircraft Type</th> <th>Test Type</th> <th>Survived Test Acceleration (g Minimum)</th> <th>Deviation of Load (Percent Deviation)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fixed-Wing Non-Turboprop</td> <td>F</td> <td>3.0</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U</td> <td>Down</td> <td>Forward</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NR</td> <td>NR</td> <td>NR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SR</td> <td>Up</td> <td>Right</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NR</td> <td>NR</td> <td>NR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NR</td> <td>NR</td> <td>NR</td> </tr> </tbody> </table>	Aircraft Type	Test Type	Survived Test Acceleration (g Minimum)	Deviation of Load (Percent Deviation)	Fixed-Wing Non-Turboprop	F	3.0	N/A		U	Down	Forward		NR	NR	NR		SR	Up	Right		NR	NR	NR		NR	NR	NR
Aircraft Type	Test Type	Survived Test Acceleration (g Minimum)	Deviation of Load (Percent Deviation)																											
Fixed-Wing Non-Turboprop	F	3.0	N/A																											
	U	Down	Forward																											
	NR	NR	NR																											
	SR	Up	Right																											
	NR	NR	NR																											
	NR	NR	NR																											
9	<p>진동시험 -DO-160F 「Section 8. Vibration」 Category R -X,Y,Z 축에 대하여 시험 -Standard Random Vibration Test Curve -Robust Random Vibration Test Curve(B12)</p>																													
10	<p>방수시험 -DO-160F 「Section 10. Waterproofness」 Category W</p>																													

4-3-1-3-3 EMI 시험

SAE AS8034A에 정의된 최소성능 표준 항목 중 DO-160F를 적용하여 인증 시험을 수행 하였다. 수행되는 각 환경 시험의 Category는 인증 대상 장비를 고려하여 시험을 수행 하였다. 시험 대상 시험은 시험의 신뢰성을 위하여 국내 KOLAS 인증을 받은 기관에서 시험을 수행 하였다.

표 6. EMI시험 주요 항목
Table 6. EMI test main topic

순번	최소시험 요구조건 (SAE AS8034A)	시험셋업 및 프로파일
1	<p>Magnetic Effect Test -DO-160F 「Section 15. Magnetic Effect」 Category A -Magnetic Effect 0.3m < distance ≤ 1.0m -Equivalent Deflection Angle(Dc) ≤ 0.6°</p>	
2	<p>Power Input Test -DO-160F 「Section 16. Power Input」 Category B</p>	
3	<p>Voltage Spike Conducted Susceptibility Test -DO-160F 「Section 17. Voltage Spike」</p>	
4	<p>Audio Frequency conducted Susceptibility Test -DO-160F 「Section 18. Audio Frequency Conducted Susceptibility Power Inputs」 Category B</p>	

순번	최소시험 요구조건 (SAE AS8034A)	시험셋업 및 프로파일
5	Radio Frequency Susceptibility Test -DO-160F 「Section 20. Radio Frequency Susceptibility (Radiated and Conducted)」 Category W	
6	Emission of Radio Frequency Energy Test -DO-160F 「Section 21. Emission of Radio Frequency Energy」 Category M -CE Test -RE Test	
7	Lightning Induced Transient Susceptibility -DO-160F 「Section 22. Lightning Induced Transient Susceptibility」 Category A2E3X -Pin Test -Cable Bundle test	
8	Electrostatic Discharge (ESD) Test -DO-160F 「Section 25. Electrostatic Discharge (ESD)」 Category A	

4-4. 품질 시스템 평가 및 생산 승인

생산 승인을 위한 품질 시스템 평가는 기술표준품 표준서 KTSO-C113의 요구조건에 대한 설계적합성이 확인된 후 수행하였다.

4-4-1 생산 승인 수행근거

생산 승인을 평가 수행은 관련 법규 및 관련규정에 의하여 수행하였다.

4-4-1-1 관련 법규

- ▣ 항공법 제20조, “기술표준품에 대한 형식승인”
- ▣ 항공법 시행규칙 제40조, “기술표준품 형식승인의 검사범위 등”

4-4-1-2 관련규정

- ▣ 국토교통부 고시 제2013-87호, KAS Part 21, Subpart O, 기술표준품형식승인
- ▣ 국토교통부 고시 제2013-88호, 항공기 기술표준품 형식승인 기준
- ▣ 국토교통부 고시 제2013-89호, 항공기등의 제작증명 및 생산승인 기준

4-4-2 생산 승인 평가

기술표준품의 설계·제작과정에 적용되는 품질관리 및 제작/검사체계, 감항성유지체계 등에 대한 전반적인 품질관리체계에 대한 평가를 수행하기 위하여 아래 항목에 대하여 평가를 수행 하였다.

- ▣ 조직관리 (Organizational Management)
- ▣ 설계관리 (Design Control)
- ▣ 소프트웨어품질보증 (S/W Quality Assurance)
- ▣ 제작공정 (Manufacturing Process)
 - 제작 및 특수공정 / 자재 인수, 취급 및 저장
 - 감항성 결정
- ▣ 제작관리 (Manufacturing Control)
 - 치공구 및 게이지 / 불일치자재
 - 통계적 품질관리 / 시험
- ▣ 공급업체관리 (Supplier Control)

V. 결 론

본 논문에서는 8.4인치 DMFD의 민간용 항공기 탑재를 위한 기술 표준품 인증 과정을 소개 하였다.

타 항전 장비에 비하여 항공기 플랫폼과의 연관성이 적은 장비 특성을 고려 할 경우 향후 해외 수출이나 국내 개발 민간 항공기에 탑재 가능성이 높은 품목으로 평가 되어 기술표준품 인증을 추진하였다. 현재는 설계승인 및 생산승인을 위한 평가를 완료 한 후 국토 교통부로부터 2013년 10월 25일 항공용 '다기능시현기'에 대한 KTSO인증을 국내 최초로 획득 했다.

2008년 2월 미국과의 상호 항공기안전협정 (BASA)이 한-미 양측의 항공안전 당국 간에 체결되어 항공제품이 미국정부의 안전성 인증을 취득하고 전세계에 수출 할 수 있는 기반은 마련된 상태이다. 국토교통부로부터 기술표준품 형식 승인 후 FAA와의 승인을 추가적으로 진행 할 경우에는 해외 민간 항공기 구성품으로 수출이 가능 할 것으로 기대된다.

Reference

- [1] RTCA DO-160F, 2007 "Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment. "
- [2] SAE AS 8034A, 2005 "Minimum Performance Standard for Airborne Multipurpose Electronic Displays".
- [3] RTCA, "Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification", DO-178B, 1992 .
- [4] MLIT, 2013 "Korean Technical Standard Order " KTSO-C113.
- [5] MLIT, 2009 "Standards for Aircraft Technical Standard Order Authorization "
- [6] MLIT, 2009 "Standards for Production Certification and Production Approval ."
- [7] MLIT, 2009 "Korean Airworthiness Standards PART21 Certification Procedures for Products and Parts."
- [8] LIGNEX1, 2013.09 "KTSO Authentication Comprehensive Report [8.4 Inch Dumb-type MFD] ."

천 영 호 (Young-Ho Cheon)



1997년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학사)
 1999년 2월 : 전북대학교 전자공학과(공학석사)
 2001년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 항공연구센터 선임연구원
 관심분야: 항공기용 임무컴퓨터, 항공기용 다기능 시현기 등

이 승 필 (Seung-Pil Lee)



1998년 2월 : 경희대학교 전자공학과(공학사)
 2013년 2월 : 한남대학교 국방M&S학과(공학석사)
 2000년 6월 ~ 현재 : LIG넥스원 항공연구센터 선임연구원
 관심분야: 항공기용 컴퓨터, 항공기용 디지털맵 컴퓨터항공기용 다기능 시현기 등

박 준 현 (Jun-Hyoun Park)



1994년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (학사)
 2011년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 1994년 2월 ~ 현재 : LIG넥스원 항공연구센터 수석연구원
 관심분야: 항공기용 컴퓨터, 항공기용 다기능 시현기, 항공기용 FLCC 등