항공전자기술의 분류

한상호*

A Study on the Classification of Avionics Technology

Sang-Ho Han*

키워드 : 항공전자 기술(avionics), 비행관리 시스템(flight management system), 항공기 시스템(aircraft system), 항행원조기술(navigation aid techniques), 자동시험장비(automatic test equipment)

1. 서 론

현대의 항공기는 전자기술이 그 성능을 좌지우지 한다해도 과언이 아니다. 그것은 항공기 기술에 있어 항공기가 태동한 이래 기체구조라든지 비행 조종등의 기술은 거의 변화가 없지만 유독 항공 전자기술은 급속한 발전을 이루어 왔다는 사실로도 입증이 되는 것이다. 항공전자기술은 항공기 및 항공기 이용분야에 적용되는 기술로서 일종의 전자응용분야이다. 항공전자기술은 크게 항공기기술과 지상응용기술로 나눌 수 있으나 현재까지 기술적으로 그리고 학술적으로 그 기술의 특성별로 구분해 논 것은 없다.

이에 본 기술문서는 항공전자기술분야에 대한 이해를 돕고 항공기의 제작 뿐 아니라 신규 항공기 전자 부품의 개발 및 항공전자 기술에 대한 폭넓은 이해를 위하여 기존에 항공기 개발을 통하여 드러난 각종 항공전자기술을 나열하고 그 기술을 특성별로 분류함으로서 바람직한 항공전자기술의 분류를 시도하였다. 항공전자 기술의 확인을 위하여는 미국항공무선기술회사(ARINC)에서 발행한 문서들과 미국항공운송협회(ATA)의 기술문서인 항공기기술 내역서(ATA Specification 100)를 토대로 정리한 것과 월간항공전자지(Avionics Magazine, Apr 15, 2000)에서 제시한 현재 세계 각국에서 생산하고 있는 항공전자부품의 목록을 근간으로 하였음을 밝힌다.

* 항공인증그룹/ shhan@kari.re.kr

2. 항공기 전자기술의 내용

항공기 전자기술이라 함은 항공기의 주요 구성품 또는 그 하위 부품으로서 실지로 항공기에 장착이 되어 이용이 되는 것을 말한다. 우리가 흔히 말하는 항공전자라 하는 것은 바로 이 항공기 전자기술을 말하는 것이다. 수송기급 항공기에 사용되는 전자장비의 시스템을 규정하는 문서를 발행하는 미항공무선기술위원회(ARINC : Aeronautical Radio, Inc.)에서 발행하고 있는 기술 표준서를 보면 특별히 항공전자기술 분야를 분류하지는 않았으나 내용적으로 다음과 같이 분류됨을 알 수 있다.

(1) 항공통신 (27)
(2) 항법지원 (22)
(3) 비행관리 (13)
(4) 항공계기 (7)
(5) 기록장치 (4)
(6) 기타 기계기술 지원 분야 (9)(괄호안은 기술표준서 발행건 수 임).

다음으로 미항공운송협회(ATA : Air Transport Association of America)에서 발행한 기술규격 ATA Spec 100에서 분류한 항공전자 기술 분류 내역을 보면 다음과 같다.

⑴ 자동조종(22-00-00)
⑵ 통신기술(23-00-00)
⑶ 항공계기(31-00-00)
⑷ 항법기술(34-00-00)
⑸ 기타 기계기술 지원 분야

항공전자잡지인 Avionics지(2000. 4.)에 실린 항공 전자 산업체를 중심으로 분류한 항공전자기술은 크게 다음과 같은 기술로 대별하고 있다.

⑴ Data Control
⑵ 항법장비
⑶ 비행조종
⑷ 항공통신
⑸ 항공계기
⑹ 기록장치
⑺ 기술지원 장치
⑻ 지상지원장비

마지막으로 FAA TSO 품목중 항공전자장비를 기술별로 분류하면 다음과 같다.

⑴ 항공계기 (23종)
⑵ 항법장비 (21종)
⑶ 항공통신 (6종)
⑷ 기록장치 (3종)
⑸ 자동조종 (1종)
⑹ 생존장비 (2종)

이상의 자료를 토대로 볼 때 항공전자기술은 크게 다음과 같이 분류할 수 있다.

⑴ 비행조종 및 비행관리기술
  ① 비행관리 기술 (FMS : Flight Management System)
  ② 자동비행조종 (Auto Pilot)
  ③ 데이터 처리기술
  ④ 기상컴퓨터
⑵ 항공기 부품제작 기술
  ① 항공계기
  ② 항공통신
  ③ 항법기술
  ④ 기록장치
  ⑤ 기타
⑶ 컴퓨터 및 소프트웨어 활용기술
⑷ 항공기 시스템 운용기술
  ① 전자식 엔진제어
  ② 여압공조
  ③ 프로펠러제어
⑸ 지상응용기술
  ① 비행훈련장치 제작기술
  ② 항공관제기술
  ③ 지상지원장비 제작기술

이에 대한 상세한 기술의 내역은 다음과 같다.

2.1 비행조종 및 비행관리기술

2.1.1 비행관리 기술(FMS : Flight Management System)

종래의 항공기에 있어서는 항법·조종·추력 제어 시스템 또는 비행상태를 조종사에게 전하는 표시등의 기능이 분리되어 있었으나, 기술의 발전과 경험의 축적으로 이러한 독립기능을 비행시스템 전체적으로 즉 토탈시스템으로 하여 관리하고자 하는 방법이 비행관리 시스템으로서 아래와 같은 장점이 있어 항공기를 보다 안전하고 효율적으로 운항시키기 위한 기술로 개발이 되고 있다.

① 조종사의 조종업무 경감
② 항공기 조종에 있어 휴먼에러에 의한 위험성 감소 및 비행안전성 향상
③ 컴퓨터에 의한 엔진제어로 효율적이고 경제적인 운항 가능

참고적으로, ARINC 702에 제시된 FMS의 기능에는 아래와 같은 것이 있다.

- 성능관리 (Performance Management)
- 측지항법 및 원조 (Lateral Navigation & Guidance)
- 수직항법 및 원조 (Vertical Navigation & Guidance)
- 추력축 제어 (Thrust Axis Control)
- 전자식 비행계기 시스템 관리 (EFIS Management)
- 비행계획 (Flight Planning)
- 자동선국 기능

2.1.2 자동비행조종(Auto Pilot)

자동비행 조종은 난기류로 인하여 비행기의 자세가 변화할 때 자동적으로 자세를 안정시키는 기능과 같은 것으로 조종사의 조종부담 경감과 조종의 용이를 목적으로 개발이 되었다. 최근에는 항공기가 대형화 고성능화하면서 점차 공항으로의 자동진입 및 강하, 경제속도의 유지 등 그 범위가 다양해지고 있다. 대형기의 경우 자동조종 장치는 법적으로 표준화되어 있다(TSO C-9c). 자동조종 장치의 기능을 크게 다음 세가지로 구분할 수 있다.

① 안정증대기능 (Stability Augmentation Function)
② 자동조종기능 (Control Function)
③ 유도기능 (Guidance Function)

자동조종의 원리는 조종사가 조종을 수행하는 원리를 자동화하는 것으로 ① 조종사가 계기를 통하여 자세 기울기와 고도의 변화를 감지하여 ② 조종기술에 의해 조종간, 조종륜, 방향타의 페달을 조작하여 기체의 안정을 유지하는 것을 센서를 통해 자세, 고도를 검출하고 조종면을 움직이는 조종케이블에 서보기구를 설치하여 센서를 통해 얻은 신호로 서보기구를 움직이게 하여 자동으로 조종되게 하는 것이다. 이때 센서로는 자이로가 사용되며 서보기구로는 서보모터가 사용된다.

2.1.3 데이터 전송기술

인체가 중앙신경시스템을 갖추고 있는 것처럼 항공기의 경우에 있어서도 각종 신호를 체계적으로 관리할 수 있고 신경망과 같은 체계가 필요한데 이것을 데이타 버스라고 한다.

다중전송(Multiplexing) 기법은 다중신호를 공동의 경로를 통하여 송수신하는 총합 디지탈 전자 시스템의 총아이다. 이것은 항공기 내의 배선을 감소하여 중량을 줄이는 효과 외에도 산출된 각종 자료들을 일괄적으로 공급하므로서 통일된 신호자료를 각 계통에 활용되게 하여 항공기의 신뢰성과 정밀성을 향상시킴은 물론 1차 개발된 항공기의 임무변경이라든지 새로운 기능의 추가 등 제반 변경을 용이하게 해주고 있다. 다중전송에 있어서 자료의 분배는 함축적이므로 데이타 버스를 구성하는 하드웨어와 데이타 버스를 통하여 송수신되는 신호는 일반적이고, 융통성이 있는 표준을 따라야 한다. 가장 일반적으로 활용되고 있는 기준으로는 군사용의 MIL-STD-1553이 있고 민간용의 ARINC Specification 429 및 629가 있다.

① MIL-STD-1553

MIL-STD-1553B 즉 항공기 내부 시분할 다중전송 데이타 버스(Aircraft Internal Time Division Command/ Response Multiplex Data Buse)는 각 장치를 하나의 데이타 버스에 접속하여 각 장치간의 전송을 데이타 버스 제어기가 총괄적으로 1데이타 20비트 직렬형 자료를 전송한다. 하나의 버스가 원칙이기 때문에 비교적 빠른 비트 전송 속도 (1Mbps)를 채택하고 있다. 이 표준서는 크게 다음 세부분으로 구성되어 있다.

- 단말의 형태 - 버스 제어장치 (Bus Controller), 버스 감시장치 (Bus Monitor) 및 원격단말 (Remote Terminal)
- 정보의 서식 및 단어의 구조 등을 포함한 버스제어규약(Bus Protocol)
- 특성 임피던스, 동작 주파수, 신호침하 및 수정요건 등과 같은 하드웨어 성능규격

버스 제어장치는 버스상의 모든 정보의 전송을 지시하고 변환하는 임무를 수행한다. 버스 감시장치는 버스의 교통량 즉 버스를 경유하는 정보를 송수신하고 다음 순서에 사용되는 정보를 선택하여 추출하는 임무를 수행하는 단말이다. 원격 단말은 버스 제어장치 또는 버스 감시장치 이외의 모든 단말이다. 원격 단말어드레스로는 5비트가 할당되어 있어 총 31개의 원격 단말을 가질 수 있다.

② ARINC 429

ARINC 429 즉 디지탈 정보전송시스템 (Digital Information Transfer System, Mark

33)은 민간항공의 디지탈 버스의 기준으로 사용되고 있다.

MIL-STD-1553의 경우 중량의 최소화와 사용상의 융통성 확보를 위하여 1 Mbit의 양방향 버스를 채택하고 있으나 ARINC 429에서는 12 ~ 14.5 Kbit 또는 100 Kbit 단일 버스를 채택하고 있다. 버스의 통신은 홀수 패리티비트(Parity bit)를 포함하여 32 bit 단어를 사용한다. 이 파형은 Bipolar RZ (Return to Zero)이며, 각 bit의 길이는 저속 버스에서 70 또는 80μs ± 2.5% 이며, 고속 버스에서 10μs ± 2.5% 이다. 저속 버스는 범용의 1000 Critical한 분야에, 고속 버스는 고장이 많은 데이터의 전송이나 Flight Critical한 정보를 전송하는데 사용한다. 기본단어로는 ① 이진화십진(BCD : Binary coded Decimal) 데이타, ② 이진(BNR : Binary) 데이타, ③ Discrete 데이타, ④ 일반정비 데이타, ⑤ AIM (Acknowledge : 용인, ISO, Maintenance : 정비)의 5종류가 있다. 데이터 전송은 명령/응답 (Command/ Response)의 순서를 사용하며, 비행관리 컴퓨터(FMC : Flight Management Computer)의 프로그램 및 비행계획의 등록이나 갱신 같은 대량의 데이타를 전송하는데 사용한다.

③ ARINC 629

ARINC 429에 대한 전송속도의 개량으로 발전된 것이 ARINC 629이며 최신의 항공기에 적용이 되고 있다. 데이타 버스상의 터미날을 자율제어하는 것으로 송신의 충돌을 피하고 송신순서를 지키는 것이 가능한 자율분상 제어를 사용한 쌍방향의 디지탈 데이타 버스이다. 최초로 응용된 것이 FBW 이다. 각 터미날은 독립되어 있으므로 메세지의 충돌이 발생하지 않는 대단히 정밀한 규약(Protocol)을 사용하고 있다. 2M bit/s 의 전송속도로 작동한다.

2.1.4 기상(機上) 컴퓨터

기상 컴퓨터는 항법계산, 제어연산 또는 표시용의 연산 등에 널리 사용되고 있다. 구체적으로는 자동조종장치, FBW (Fly By Wire), 비행관리시스템 (FMS : Flight Management System) 및 항공기능동 제어기술 (ACT : Active Control Technology) 등이 그 예이다. 종래의 민간 항공기에는 아나로그식 컴퓨터였으나 반도체 디지탈 소자의 발달로 현재는 디지탈 컴퓨터가 이용되고 있다.

기상 컴퓨터의 이용분야는 다음과 같다.

- 추력관리(Thrust Management Computer)
- 비행관리(Flight Management Computer)
- 비행제어(Flight Control Computer)
- 항법관리(Navigation Computer)
- 대지제원계산(Air Data Computer)
- 전자식엔진제어(Electronic Engine Control)

2.2 항공기 전자부품제작 기술

2.2.1 항공계기

항공계기는 인체에 있어 오관의 신경과 같은 것으로 항공기 각 부분의 형상 및 작동상태를 지시해 주고 이상유무를 경고해 주며 또한 항공기의 자세·위치·진로 등을 지시해 줌으로서 비행의 안전을 도모하는 역할을 한다. 항공계기의 구비요건으로는 제반 비행환경에 대하여 정확성이 있어야 하며, 중량이 가볍고, 작고 간편하며 내구성이 커야 한다. 작동면에 있어서는 상온오차를 비롯 누설오차, 마찰오차 등이 거의 없어야 하며 항공기의 엔진에서 오는 진동 및 착륙시의 진동 등 항공기에서 발생되는 제반 진동에 장애를 받지 않도록 충격 흡수 장치 (Shock Mount)가 필요하며, 방청 및 방균처리 등이 필요하다. 종류는 크게 비행계기, 항법계기 및 엔진계기로 구분되며 세부내역은 다음과 같다.

① 비행계기(Flight Instruments)

항공기의 비행상태 즉, 고도, 속도, 자세 등을 지시하는 계기로서 다음과 같은 것이 있다.

ⓐ 고도계(Altimeter)

ⓑ **속도계**(Air Speed Indicator)
ⓒ **승강계**(Rate of Climb Indicator)
ⓓ **선회경사계**(Turn & Bank Indicator)
ⓔ **인공수평의**(Artificial Horizontal Gyro, Gyro Horizon)
ⓕ **정침의**(Directional Gyro)
ⓖ **실속탐지기**(Stall Detector)
ⓗ **마하지시계**(Mach Meter)
ⓘ **진대기속도계**(True Air Speed Indicator)
ⓙ **자세 지시계**(Attitude Indicator)
ⓚ **전자식 종합지시기**(CRT : Cathode Ray Tube or EFIS : Electronic Flight Instrument System)
- **전자식 자세지시기**(EADI : Electronic Attitude Direction Indicator)
- **전자식 수평위치지시기** (EHSI:Electronic Horizontal Situation Indicator)

② **항법계기**(Navigation Instruments)

항법계기는 항법에 관계되는 것으로서 항공기의 진로, 방위, 위치를 지시하는 계기이다.

ⓐ **나침의**(또는 **방위계**)(Magnetic Compass, Stand by Magnetic Compass)
ⓑ **원격 지시식나침의**(Remote Compass)
ⓒ **대기온도계** (OATI : Out-side Air Temperature Indicator)
ⓓ **전파고도계**(Radio Altimeter Indicator)
ⓔ **자동무선 방향탐지기**(Automatic Directional Finder)
ⓕ **초단파 전방위식 무선표식**(VOR : VHF Omni-directional Range)
ⓖ **거리측정장치** (DME : Distance Measurement Equipment)
ⓗ **편류측정기**(Drift Meter)
ⓘ **수평위치지시계**(HSI : Horizontal Situation Indicator)
ⓙ **방위·거리·기술지시계**(BDHI : Bearing-Distance-Heading Indicator)

③ **엔진계기**(Engine Instruments)

엔진을 포함한 동력장치에 관계되는 계기로서 다음과 같은 것이 있다.

ⓐ **회전계**(Tachometer)
ⓑ **회전동조계**(Synchro Scope)
ⓒ **흡입압력계**(Manifold Pressure Gage)
ⓓ **연료압력계**(Fuel Pressure Gage)
ⓔ **윤활유압력계**(Oil Pressure Gage)
ⓕ **연료유량계**(Fuel Flowmeter)
ⓖ **연료량계**(Fuel Quantity Indicator)
ⓗ **기통두(汽筒頭)온도계**(Cylinder Head Temperature Indicator)
ⓘ **윤활유온도계**(Oil Temperature Indicator)
ⓙ **연료온도계**(Fuel Temperature Indicator)
ⓚ **흡입공기온도계**(Intake Air Temperature Indicator)
ⓛ **배출가스온도계**(Exhaust Gas Temperature Indicator)
ⓜ **토크지시계**(Torquemeter Indicator)
ⓝ **엔진지시 및 조종사경보장치**(EICAS : Engine Indicating and Crew Alerting System)

④ **기타의 계기**

ⓐ **전압계**(Voltmeter)
ⓑ **전류계**(Ammeter)
ⓒ **작동유압계**(Hydraulic Pressure Gage)
ⓓ **객실고도계**(Cabin Altimeter)
ⓔ **산소압력계**(Oxygen Pressure Gage)
ⓕ **강착장치 지시계**(Landing Gear Up-down Indicator)

2.2.2 항공통신

항공통신이란 항공기와 지상시설 사이, 지상시설과 지상시설 사이의 정보전달과 교환 그리고 항공기내 교신 및 서비스를 포함한다.

① **기내 통신**

항공기 내에서 이루어지는 통신으로 다음과 같은 것이 있다.

ⓐ 비행 인터폰(Flight Interphone)
ⓑ 서비스 인터폰(Service Interphone)
ⓒ 호출장치(Call System)
ⓓ 정비용 인터폰(Maintenance Interphone)
ⓔ 승객안내 시스템(Passenger Address System)
ⓕ 승객위안 시스템(Passenger Entertainment System)
ⓖ 객실비디오 정보시스템(Air Show)

② 항공고정 통신시스템

항공고정 통신 시스템은 특정지점에 있는 통신국간을 유선 또는 무선통신 회선으로 연결하여 항공기의 안전운항을 위해 그리고 항공업무 규칙을 올바르고, 효율적이고, 경제적으로 운용하기 위해 필요한 정보를 교환하기 위한 전기통신 시스템이다.

ⓐ 국제항공고정통신망(AFTN : Aeronautical Fixed Telecommunication Network)
ⓑ 국제민간항공기구데이타교환망(CIDIN : Common ICAO Data Interchange Network)
ⓒ 항공교통업무용직통전화회선망(AIS Direct Speech Circuit)
ⓓ 항공교통정보시스템(CADIN : Common Aeronautical Data Interchange Network)

③ 항공이동통신 시스템

항공기와 지상국 또는 항공기 상호간의 무선통신 업무를 총칭하여 항공 이동통신 업무라고 정의한다.

ⓐ 비행장 대공통신업무
ⓑ 국제항공이동통신 시스템 · 선택호출방식(SELCAL : Selective Calling System)
ⓒ 항공로정보제공업무(AEIS : Aeronautical En-route Information Service)
ⓓ 비행장정보방송업무(ATIS : Automatic Terminal Information Service)
ⓔ 대항공기무선전화방송(VORMET : Meteological Information for Aircraft in Flight)
ⓕ 운항관리용 통신용 데이터 링크시스템(ACARS : ARINC Communication Addressing and Reporting System)

④ 항공기 통신장치

ⓐ HF 통신장치
ⓑ VHF 통신장치
ⓒ UHF 통신장치

⑤ 항공위성통신

ⓐ 국제해사위성기구(INMARSAT)
- 항공기 지구국(AES : Aircraft Earth Station)
- 항공 지구국(GES : Ground Earth Station)
- 통신망 관리지구국(NCS : Network Coordination System)
- 인공위성 중계기(Space Segment)

2.2.3 항법기술

항법이란 "이동체가 한지점에서 다른지점으로 이동하는 경우, 이동의 진로를 얻는 수단"이다. 항법기술은 항공기의 현재 위치의 측정과 측정한 위치에서 목적지로 향하게 하는 항로의 결정이 있다. 항공기의 항법기술은 초기에 있어서는 선박의 항법기술을 이용하였으나 점차로 독자의 시스템을 개발하여 오늘에 이르고 있다.

① 무선항법 시스템

무선항법 시스템은 지상 비행지원시설 또는 인공위성 등으로부터 전파를 이용하는 시스템이다.

ⓐ 무지향성 비이콘(NDB : Non-Directional Beacon)
ⓑ 자동방향탐지기(ADF : Automatic Direction Finder)
ⓒ 초단파 전방향탐지기 (VOR : VHF Omnidirectional Range)
ⓓ 거리측정장치(DME : Distance Measuring Equipment)

ⓔ 군용근거리항법시스템(TACAN : Tactical Air Navigation)
ⓕ 장거리항법(LORAN : Long Range Navigation)
ⓖ 오메가항법(OMEGA Navigation)

② 자립항법시스템

자립항법 시스템은 지상시설을 필요로 하지 않고, 항공기에 설치된 장비만으로 위치 등을 구하는 시스템이다.

ⓐ 도플러항법시스템(Doppler Navigation System)
ⓑ 관성항법시스템(Inertial Navigation System)
ⓒ 지역항법(RNAV : Area Navigation)

③ 위성항법 시스템

ⓐ 위성항법 시스템(GNSS : Global Navigation Satellite System)
ⓑ 광역위성항법 시스템(GPS : Global Positioning System)

④ 착륙유도 시스템

공항활주로상에 항공기를 유도착륙시키는 시스템이다.

ⓐ 계기착륙방식(ILS : Instrument Landing System)
- 활공경로(Glide Path 또는 Glide Slope)
- 측면위치 표시(Localizer)
- 종단위치 표시(Marker Beacon)

ⓑ 마이크로파 착륙장치(MLS : Microwave Landing System)
ⓒ 자동착륙장치(ALS : Automatic Landing System)

⑤ 항법보조 시스템

항공기의 운항 안전에 기여하기 위한 보조시스템을 말한다.

ⓐ 기상(氣象) 레이다(Weather Radar)
ⓑ 고도경보장치(AAS : Altitude Alert System)
ⓒ 대지접근 경보장치(GPWS : Ground Proximity Warning System)
ⓓ 파단풍탐지 시스템(LLWSAS : Low Level Wind Shear Alert System)
ⓔ 충돌방지 시스템
- 공중충돌방지장치(ACARS : ARINC Communication Addressing and Reporting System)
- 공중충돌방지장치(TCAS : Traffic Alert and Collision Avoidance System)

ⓕ 항공교통관제용 자동응답장치 (ATC Transponder, Mode-s Transponder)

2.2.4 기록장치(Recorder)

기록장치란 어떠한 조종이 이루어졌는가, 승무원은 조종실에서 어떤 행동을 하고 있는가를 기록 보존하는 장치이다. 보통 운항에는 필요 없는 장치이지만, 미상운항이나 사고 등이 발생한 경우에 이 기록을 조사하여 원인규명을 쉽게 하기 위한 장치로서 대형 수송기급 항공기에는 필수적으로 장치하도록 법제화되어 있다.

① 조종실 음성기록장치(CVR : Cockpit Voice Recorder)

조종실 음성기록장치는 조종실 내의 소음, 말, 조작음이나 기장, 부조종사 등의 대지 통신, 기내 통화의 내용을 최소한 30분간 기록할 수 있는 녹음장치이다. 이것은 대형항공기에 장착이 의무화되어 있으며 보통의 녹음장치와 달리 사고나 화재에 의해 기록을 잃어버리지 않도록 테이프나 헤드 등은 열이나 충격에 견디는 캡슐에 저장되어 있다. 기록장치의 원리는 보통의 테이프 리코더와 같으나 동시에 4채널의 녹음이 가능하며 다음과 같이 사용이 되고 있다.

- 채널 1 : 조종사의 마이크로폰, 헤드셋트 또는 스피이커로부터의 음원
- 채널 2 : 부조종사의 마이크로폰, 헤드

셋트 또는 스피이커로부터의 음원
- 채널 3 : 조종실 내의 소음, 말, 조작음
- 채널 4 : 제 3 및 제 4 승무원석의 헤드세트의 음원

이것은 미연방항공국(FAA)에서 TSO-C123으로 지정되어 있다.

② 비행기록장치(FDR : Flight Data Recorder)

비행기록장치는 항공기의 비행상태를 나타내는 기본 데이타를 스테인리스 테이프에 다이아몬드 기록침으로 새겨놓은 기록장치이며, 400시간의 기록이 가능하도록 되어 있다. 수록되는 파라미터로는 시간, 고도, 기수방위, 수직가속도, 피치각, 대기속도, 기압고도 등이며 사고조사의 경험에 따라 더욱 많은 파라미터들을 요구하게 되었고 종래의 아나로그식 기록은 파라미터의 수와 정밀도에 한계가 있기 때문에 파라미터 신호를 추출하여 디지탈화하여 기록하는 디지탈식 비행기록장치(DFDR : Digital Flight Data Recorder)가 개발되었으며 이는 FAA에서 TSO C-124로 지정하여 별도의 인증절차를 거쳐 항공기에 장착하도록 하고 있다.

③ 비행기록 장치(FDR : Flight Data Recorder)
- ⓐ 아나로그식 비행기록장치(FDR)
- ⓑ 디지탈식 비행기록장치(Digital FDR)

2.2.5 기타의 기술

기타의 항공전자 부품 제작기술 내역으로 다음과 같은 것이 있다.

① 비상위치 지시기
(또는 항공기용 구명무선기 : ELT : Emergency Locator Transmitter)항공기가 불시착과 같은 사고발생시 조난위치를 알리기 위한 무선장치이다.

② 수중위치 표시장치(Underwater Locating Devices)

③ 경보장치(Warning System)

경보장치란 빌딩의 화재경보장치나 가정의 가스누설 경보장치 등과 같이 이상이나 치명적인 사고로 이어질 우려가 있는 고장이 발생한 경우에 경보등이나 경보음 또는 합성한 음 등으로 승무원에게 주의를 촉구하는 장치다.
- ⓐ 고도경보장치
(AAS : Altitude Alert System)
- ⓑ 실속경보장치(Stall Warning System)
- ⓒ 대지접근경보장치(GPWS)
- ⓓ 기타 : • 화재경보, • 객실압력 경보, • 유압경보

2.3 컴퓨터 및 소프트웨어 활용기술

최근의 항공기는 컴퓨터기술을 도입하여 정확한 항로의 계산이라든지 항공기의 제반기능관리를 수행하고 있으며 주요기술은 다음과 같은 것이 있다.

① 대지제원 계산기(ADC : Air Data Computer)
② 비행경로계산기(Course Line Computer)
③ 기상전자계산기 : 항법계산, 제어연산, 표시용의 연산등 수행
④ 성능관리 시스템(PMS : Performance Management System)
⑤ 추력관리 컴퓨터(Thrust Management Computer)
⑥ 비행제어 컴퓨터(FCC : Flight Control Computer)
⑦ 항법 컴퓨터(Navigation Computer)
⑧ 비행관리용 컴퓨터(FMC : Flight Management Computer)

2.4 항공기 시스템 운용기술

최근 전자기술의 발달로 항공기 시스템에 대한 전자기술의 도입이 확산되고 있다. 종래의 유압이나 공기력으로 시스템 또는 릴레이나 스위치 등의 전기부품으로 구성된 시스템에 마이크로 프로세서를 중심으로 한 디지탈 기술의 도입으로 소형, 경량화가 가능하게 되고 성능이나 기능도

비약적으로 고도화되고 있다. 현재까지 개발된 항공기 시스템 운용기술과 장래에 기대되고 있는 기술은 다음과 같다.

2.4.1 전자식 엔진제어(EEC : Electronic Engine Control)

항공기용 기스터빈 엔진의 제어장치는 연료유량의 제어, 압축기 가변고정깃을 비롯한 가변형상 부품들을 제어함으로써 항공 운항중 발생하는 가혹한 환경조건하에서 조종사가 원하는 추력을 신속하고 안전하게 제어할 수 있도록 한 장치이다. 이를 위해 엔진제어장치에는 스로틀레버(Throttle Lever)의 각도, 외부환경등에 따라서 조절되는 연료유량조절기, 엔진 가변형상부의 위치를 계산하는 기구가 갖추어 지게 되는 데 종래에는 유압기계식으로 작동되어 조종사가 스로틀 레버를 조작하는 데 대한 업무 부하를 경감시킬 수가 없었다. 이와 같은 유압기계식의 약점을 보완하기 위해서 전자기술을 부분적으로 채택하게 되었는 데 최근의 엔진에는 마이크로 프로세서를 이용해서 시동에서 가감속, 정상운전, 정지에 이르기 까지 모든 상태를 전자기술로서 제어하는 전기능 디지탈 엔진제어(FADEC : Full Authority Digital Electronic Control) 시스템으로 발전하고 있다.

2.4.2 여압공조제어(Air Conditioning)

이것은 항공기가 고공을 운항할 때 항공기내의 압력상태를 지상에서의 조건과 동일하게 유지시키며 기내의 공기온도를 적절하게 유지시키는 장치로서 항공기의 고도변화 및 외기온도의 변화를 스스로 감지하여 관련계통의 기구를 작동케 함으로서 쾌적한 항공기내 상태를 조종사의 수동조작에 의하지 않고 자동적으로 작동 할 수 있도록 한 장치이다. 종래의 공조 시스템에서는 엔진의 고압압축공기를 빼내어 냉각용 터빈에서 단열팽창시키고 있으며 대량의 빼내는 공기는 엔진으로 보면 일종의 출력손실인 셈이다. 전자식 공조제어에서는 엔진에서 빼내는 공기를 사용하지 않고 전동식 압축기의 사용이 검토되고 있다. 이것은 엔진의 추력손실을 방지할 뿐아니라 빼내는 공기에 쓰이는 배관도 필요하지 않아 중량의 경감효과도 가져준다.

2.4.3 프로펠러 제어(Propeller Control)

다발식 항공기에 있어서 비행중 엔진고장시 또는 엔진을 정지시켜야 할 때 프로펠러의 날개깃의 각도를 90도 가까이 유지함으로써 프로펠러의 추력을 감소시켜 비행성능을 개량할 수 있다. 이것은 종래의 유압식보다 중량을 현저히 감소시킬 수 있다.

2.4.4 기타의 항공기 시스템에 응용될 수 있는 전자기술분야로는 반도체나 하이브리드센서를 이용한 항공기 화재탐지 및 방지장치, 항공기 유압의 제어등이 있다.

3. 지상응용기술

3.1 비행훈련장치 제작기술(Flight Training Device)

흔히 비행모사기(Flight Simulator) 또는 시뮬레이터로 알려지고 있는 비행훈련장치는 ①조종실과 영상부, ②음향부문 장비탑재공간을 제공해주는 상부 플레이트 부분, 그리고 ③다축 유압실린더로 운동성을 부여해 주는 유압기구부 와 유압제어부로 구성되고 있다. 이러한 비행훈련장치는 비행환경에서 발생하는 제반변수를 컴퓨터에 입력하여 지상에서 재현케 함으로써 실제적인 비행을 통하지 않고서도 비행훈련을 가능케하는 장치로서 전자적인 제어를 중심기술로 하고 있으며 컴퓨터 소프트웨어의 개발을 활용하고 있다.

3.2 항공관제기술

항공관제업무는 주로 항공로를 계기비행방식으로 비행하는 항공기를 관제관제하는 것으로 공항주변의 항공과밀현상을 방지하여 항공교통의 원활한 소통을 유지하는 것으로 항로관제 ,터미널관제등의 기술분야가 있다.

3.2.1 항공로관제 기술

① 항공로감시 레이다(ARSR : Air Route Surveillance Radar)

항로상을 비행하는 항공기를 감시하는 레이다로서, 레이다 사이트로 부터 반경 200NM(약 370km)까지의 공역을 감시하는 장거리 레이다(L-band(1.250 1.350MHz) 이다. 주요 기술사항은 레이더의 응용기술로서 핵심 개선기술로는 불용신호(Clutter)억제기술이 있으며 주요내용은 다음과 같다.

ⓐ 안테나의 지향성을 이용 하이빔과 로우빔을 이용하여 수직면의 방사특성을 개선하여 목표항공기의 2차원적 정보를 얻는 공항감시 레이더(ARSR)의 듀얼빔(Dual Beam) 기술

ⓑ 간섭파제거기술(MTI : Moving Target Indicator)

ⓒ 레이다 신호처리장치(MTD : Moving Target Detector)

② 공항감시 레이다(ASR : Airport Surveillance Radar)

공항주변을 비행하는 항공기를 감시하는 레이다로서 공항을 중심으로 50-70NM(약 90 130km)까지의 공역을 감시하는 터미널 관제용레이다임. 사용주파수대는 S-band(2,700 2,900MHz) 이다.

③ 2차감시레이다(SSR : Secondary Surveillance Radar)

스코우프상에 복수의 항공기가 나타날때 식별하기위한 것으로 1957년 ICAO에 의해 채택이 되었다. 질문기(Interrogator)에서 질문펄스를 발사하여 응답신호로 항공기 식별한다. 지상국에서의 질문 시호에 대하여 항공기에 탑재된 트랜스폰더는 이것을 해독하여 항공기의 식별부호나 배행고도의 정보를 응답신호로서 지상국에 반송한다. 지상국은 이것을 해독하여 관제 데이타로서 항공관제관에게 제공한다.

④ SSR 모드 S : 항공교통량의 증가로 인한 감시능력 확대와 자동화 기능이 보완된 것으로 한개의 지상국과 특저의 항공기와의 사이에 통신회선을 확립하는 것을 기본구상으로 하고 있다. 주요 특징은 다음과 같다.

ⓐ 항공기의 개별적인 어드레스 : 세계의 전체 항공기에 대하여 24bit로 구성된 개별적인 어드레스를 부여하여 이것을 이용함에 따라 지상국은 질문의 대상이 되는 항공기를지정할 수 있다. 지정되지 않은 항공기는 응답하지 않으므로 혼신을 현저히 줄일 수 있다.

ⓑ 채널 관리 : 채널 관리는 SSR 모드 S 지상국에 특유한 기능이다. 질문의 대상이 되는 항공기의 예측위치나 질문신호 및 응답신호의 예측되는 길이등의 데이타를 기초로, 항공기로부터의 응답신호가 시간축상에 수신되지 않도록 질문신호의 송신시간을 제어한다.

ⓒ 모노펄스 측각 : 모노 펄스 측각방식의 도입에 의해서 한개의 응답신호로 항공기의 방위를 고정도로 검출하는 것이 가능하다. 이 때문에 지금까지의 sliding wind 방식에 비하여 질문-응답의 지연시간을 현저히 저하시킬 수 있고, 혼신을 감소시킬 수 있다.

ⓓ 현용 SSR과의 혼용성 : SSR 모드 S에서의 지상국 및 트랜스폰더는 현용 SSR의 지상국 및 트랜스폰더와 상호의 공용성을 갖는다. 이 때문에 SSR 모드 S로의 이행시에 예측되는 양자의 혼재시에도 운용에 지장이 없다.

ⓔ 기상 충돌방지 시스템(ACAS)로의 이용 : SSR 모드 S에서 사용되는 질문 및 응답의 신호형태는 ACAS에서의 항공기간의 감시 및 회피지시에도 이용된다.

ⓕ 데이터 링크 : SSR 모드 S에는 데이터 링크기능이 있으며 항공기와 지상의 디지탈 데이터 링크를 가능케한다. 데이터 링크 통신은 음성에 의한 통신에 비하여 확실성과 신뢰성이 우수하고, 장래 관제업무의 고도화에 불가피하리라 생각된다. 현재 고도화되고 있는 항공기-지상의 데이터 링크 매체로써 SSR 모드

S이외에 VHF 및 항공위성이 있으며 또한 국제적인 것으로 MLS가 있다. 장래에는 이러한 데이터 링크 subnetwork가 유기적으로 결합되어 global data network를 구축하는 것도 고려되고 있다.

3.2.2 터미날관제 기술

공항의 이착륙이 안전하고 질서 있게 이루어지도록 공항 및 공항주변의 항공교통관제와 업무를 항로관제와 대조하여 일반적으로 터미널관제라고 한다.

① 비행장관제

비행장 및 그주변을 비행하는 항공기에 대한 관제로서 조종사와 직접 무선전화를 통하여 이착륙 허가 또는 조언등을 통하여 비행안전과 활주로의 효율적인 운용을 수행한다. 관련 항공전자기술은 VHF 및 UHF 통신기술과 감청기술이 있다.

② 접근관제(GPWS : Ground Proximity Warning System)

비행장관제보다 넓은 범위로 행하는 관제로서 항공로 관제와 비행장관제기능을 연결시키는 역할을 하고 있다.

③ 터미날 레이다관제

접근관제 레이다를 사용하여 출항관제와 입항관제를 수행하는 것이다. 주요기술은 다음과 같다.

- 자동레이다 관제시스템 (ARTS : Automated Radar Terminal System)
- 터미날 레이다정보처리시스템 (TRDPS:Terminal Radar Data Processing System)

④ 정밀접근관제

계기비행으로 최종 접근 강하하는 항공기 한대마다 정밀접근 레이다를 사용하여 착륙을 유도하는 기술이다. 주요장비 및 기술사항은 다음과 같다.

- 정밀진입레이다 (PAR : (Precision Approach Radar)
- 충돌방지시스템 (CAS : Collision Avoidance System)

⑤ 항공방송 서비스 (Aeronautical Broadcasting Service)

3.2.3 비행정보처리기술

이것은 항공로 관제 및 터미널관제를 수행하는 데 있어 유통되는 제반 항공정보를 자료화하여 여러 기능에 활용하기도 하며 자료의 취급을 정확하고 효율적으로 이용하고자 하는 기술로서 다음과 같은 응용분야가 있다.

① 비행정보처리 (FDP : Flight Data Processing System)
② 항공로 레이다정보처리 (RDP : Radar Data Processing System)
③ 터미날 레이다정보처리계통 (TRDPS : Terminal Radar Data Processing System)
④ 표준터미널착륙경로 (STAR : Standard Terminal Arrival Route)

3.2.4 항행원조시설계통기술

항행원조기술은 항공기의 항행을 직간접으로 지원함으로써 안전한 항공기의 항행을 도모하기 위한 기술분야이다. 관련 기술은 다음과 같다.

① 광역위성항법시스템 (GPS : Global Positioning System)
② 무지향성비이콘 (NDB : Non-Directional Beacon)
③ 자동방향탐지기 (ADF : Automatic Direction Finder)
④ 초단파 전방향무선표지(VOR : VHF Omni Direction Range) : 1949년 ICAO가 단거리 항법원조장치로 규정함
⑤ 거리측정장치 (DME : Distance Measurement Equipment)
⑥ 전술항법장치

(TACAN : Tactical Air Navigation)
: 거리 및 방위 정보제공

⑦ 장거리항법
(LORAN : Long Range Navigation)

⑧ 오메가항법(OMEGA Navigation)

3.2.5 항행안전시설

항행안전시설이라함은 여객 및 화물을 운송하는 조종사가 항공기를 활주로에 안전하게 착륙하도록 하기 위해 조종사에게 여러 가지 비행정보를 제공하는 시설을 말한다.

① 항행안전무선시설

항행안전무선시설은 무선(전파)에 의해 항공기 계기판에 비행 정보를 제공하는 비시각 시설로서 운용되는 것임.

② 항공등화시설

항공등화시설은 비행장이 있는 지상에 불빛 및 표지시설 등을 설치하여 야간이나 나쁜 기상조건에서 조종사에게 비행장 및 활주로의 위치, 활주로의 진입방향 등을 눈으로 확인하여 안전하게 착륙할 수 있도록 시각에 의해 비행정보를 제공하는 시설이다.

3.3 지상지원장비 제작기술

지상지원장비라함은 항공기의 정비, 수리개조 또는 서비스에 활용되는 해당업무 보조장비로서 계기나 통신, 항법장비를 지상에서 점검하는 벤취시험용장비라든지 자동시험장치등을 말한다.

(1) 모컵(Mock-up)

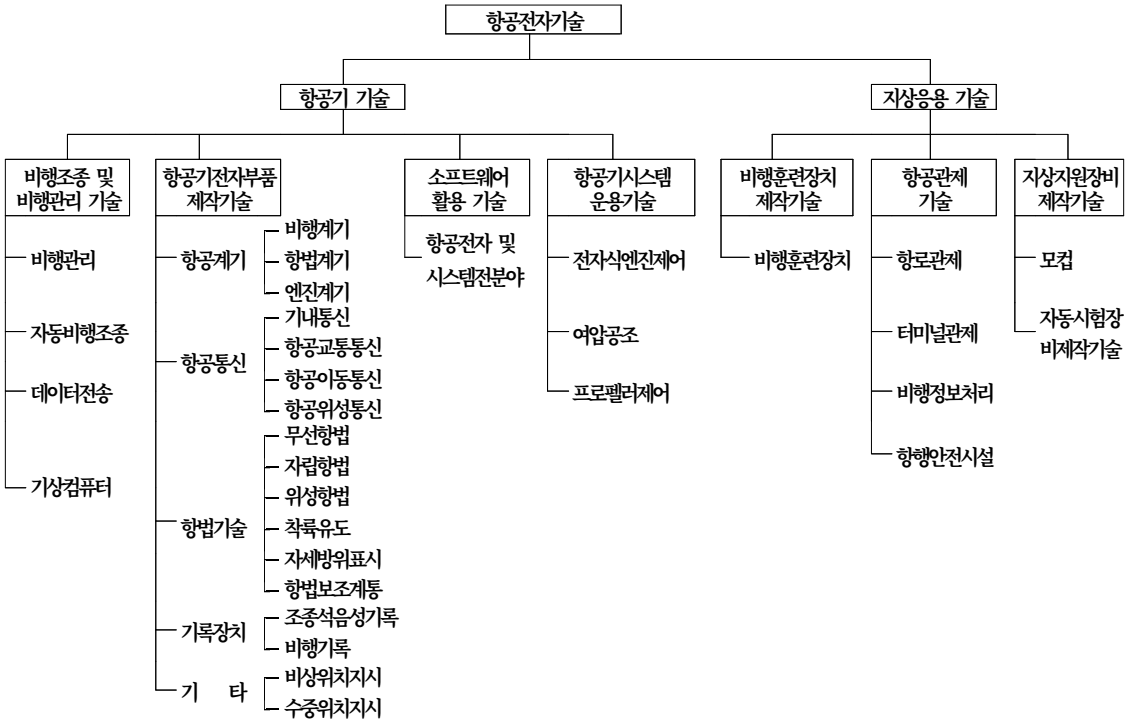
모컵은 항공기의 제작시 실제상황을 지상에서 모사하기 위하여 제작하는 일종의 모형으로서 항공전자부품의 장착전 시험인 벤취시험의 장비로서도 이용이 된다.

(2) 자동시험장비(ATE : Automatic Test Equipment)

이것은 디지탈 항공전자부품의 시험에 활용되는 것으로 이미 프로그램된 시험장비를 통하여 해당부품의 고장을 진단하는 장비로서 신속하고 정확한 부품의 정비효과를 가져오고 있다.

이상과 같은 기술 내역을 도표로 나타내면 아래 그림과 같다.

표 1. 항공전자 기술의 분류형태



참고문헌

1. 趙玉燦, 朴琦培, 李相稷, "最新 航空電子技術의 現況과 展望", 航空 宇宙圖書시리즈-12, 仁荷大學校 附設 航空經營硏究所, 1991. 5.
2. ARINC Report 421, "Guidance for Standard Subdivision for Avionics", ARINC, 1971. 6.
3. ATA, "ATA Specification 100 - Specification for Manufacturer's Technical Data", Air Transport Association, 1993. 3.
4. Cary R. Spitzer, "Digital Avionics Systems", 2nd Edition, McGraw-Hill, Inc., 1993.
5. Donald H. Middleton, "Avionic Systems", Longman Scientific & Technical, 1989.
6. E H J Pallet, "Aircraft Instruments and Integrated Systems", Longman Scientific & Technical", 1992.
7. ISO TR 10201, "Aerospace Standards for Electronic Instruments and Systems", 2nd Edition, ISO, 1991. 11.
8. Avionics Magazine, April 15, 2000.