

레이더경보수신기를 위한 시험평가 지원장비 개발

최 호준¹ 권 지연^{2†} 김 도현³

내용목차

1. 서론
2. 레이더경보수신기(RWR) 시험평가
3. RWR 시험평가 지원장비 설계/제작
4. RWR 시험평가 지원장비 적용
5. 결론

1 LIG넥스원(주) 구미연구소 기술 2팀 선임연구원

2† LIG넥스원(주) 감시정찰연구소 전자전연구센터 선임연구원
(교신저자 Tel: 031-280-2368 E-mail: jykwon35@lignex1.co.kr)

3 LIG넥스원(주) 감시정찰연구소 전자전연구센터 선임연구원

논문접수일: 2011년 4월 26일 게재확정일: 2011년 6월 27일

논문수정일 (1차: 2011년 6월 16일, 2차: 2011년 6월 27일)

Design of Test and Evaluation Support Equipment for RWR System

Choi, Ho Jun¹ Kwon, Ji Yeon^{2†} Kim, Do Hyun³

Abstract

The RWR (Radar Warning Receiver), an Aircraft Survivability Equipment (ASE), is used to detect, analyze, find directions and identify electrical threat signals and threat warning to the operator.

Test and Evaluation must to be conducted in order to verify the performance of the RWR system. It is necessary to test and evaluate RWR's sensitivity, dynamic range, signal type, direction finding accuracy and interface with other systems. Results are evaluated to assess progress in design, performance, supportability, and so on. There are two kinds of Test and Evaluation: Developmental Test and Evaluation (DT&E) and Operational Test and Evaluation (OT&E). DT&E focuses on the technological and engineering aspects of an RWR system, while OT&E is the actual or simulated employment of RWR under realistic operational conditions. The purpose of Test and Evaluation Support Equipment is to determine how well an RWR system works.

This article introduces a Test and Evaluation support equipment product design for an RWR system.

<Key Words> *Radar Warning Receiver, Aircraft Survivability Equipment, Test & Evaluation, Test Equipment, Electronic Warfare*

1. 서론

레이더경보수신기(Radar Warning Receiver; 이하 RWR)는 주로 항공기에 장착되어 운용하는 전자전 지원책(Electronic Support Measure; ESM) 수신기 중 하나이다. 항공기에 장착된 RWR 장비는 항공기가 지대공 미사일 레이더 또는 항공 레이더로부터 추적을 받고 있다는 사실을 조종사에게 신속하게 경보하고 위협에 대한 개략적인 방향 정보를 제공함으로써, 조종사로 하여금 레이더 위협에 대한 적절한 대응 및 회피 기동을 통하여 항공기의 생존성을 증대시키는데 있다.[7]

RWR 장비의 개발함에 있어 그 성능을 입증하기 위해 시험평가의 수행이 요구되어진다. RWR 시험평가는 개발시험평가와 운용시험평가로서 일반적으로 두 가지 범위로 구분되어 수행된다.

개발시험평가는 RWR의 공학기술적인 성능 및 지원성의 달성도를 입증하기 위한 것으로서, 연구개발과정의 여러 단계에 걸쳐 수행하며, 시스템의 기술적 달성도가 평가의 주요 관점이 된다. 반면에 운용시험평가는 사용자 관점에서 RWR 장비의 시스템 운용 효과도와 운용적합성을 판단하기 위한 목적으로 실제 전장 조건 하에서 수행하고, 그 결과를 운용적인 측면에서 평가한다.

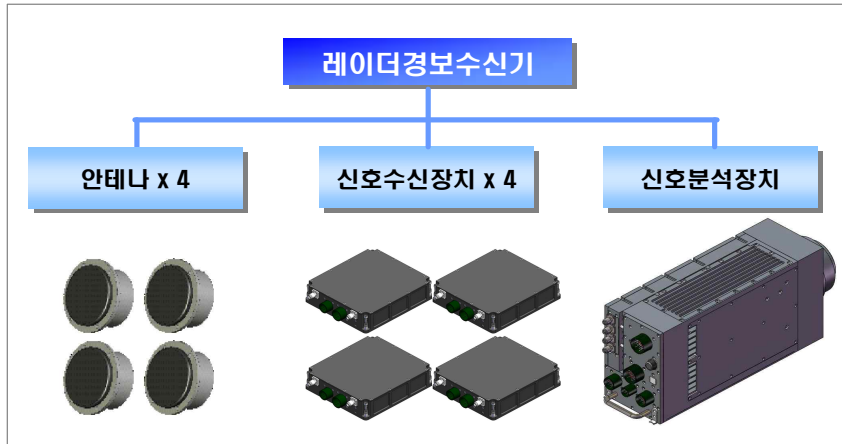
개발시험평가는 시스템성능시험, 환경 및 전자기간섭시험, 신뢰성시험으로 구성되며 이를 수행함으로써, 시스템에 필요한 기술적인 성능을 입증하게 된다. 시스템 성능시험은 RWR 시스템을 구현한 후, 실제 그 시스템에 필요한 전기적인 요구 성능을 만족하는 지를 평가하기 위한 시험으로서, 외부 변수 요인이 없이 그 자체의 성능을 정확히 판단하기 위하여 시험실 조건 또는 무반향 챔버 조건에서 시험을 수행하게 된다. 시스템 성능 시험은 RWR 장비의 기술적 성능, 사양, 목적 및 적합성 달성의 확인 뿐 만 아니라, 전자전 시스템의 복잡화에 따라 이를 통합적으로 관리하는 항공기 전자전 장비 통합시스템과 RWR 시스템과의 연동 기능에 대한 성능 확인하므로 시험평가 지원장비의 개발도 이에 상응하는 성능이 요구되어 진다.[6]

본 논문에서는 RWR의 위협식별, 방위 항목 그리고 타장비 연동에 대한 기술적 도달 정도를 측정하여 개발시험평가 중 시스템 성능시험의 수행을 위해 개발된 RWR 시험평가 지원장비에 대해 기술한다.

2. 레이더경보수신기(RWR) 시험평가

2.1 RWR 개요

주로 항공기에 장착되어 운용하는 ESM 수신기인 레이더경보수신기(RWR)는 안테나, 신호수신장치 및 신호분석장치로 구성되며, 항공전자장비의 통합 운용 개념에 따라 생존 장비제어기(Defensive Aid Controller, 이하 “DAC”라 칭함)와 연동된다.



<그림 1> 레이더경보수신기 형상

신호수신장치는 수신 안테나를 통하여 전방위에 대해 규정된 주파수 범위의 고주파 신호를 수신하고 이 신호로부터 진폭 비디오 신호를 생성하여 고주파 신호와 함께 신호 분석장치로 전송한다. 신호분석장치는 신호수신장치들로부터 수신된 고주파 신호와 그 비디오 신호로부터 신호세기, 펄스폭, 신호도착시간, 주파수, 그리고 도래방위를 측정하여 디지털 정보인 펄스상세정보를 생성하고, 수집된 펄스상세정보를 분석하여 위협을 식별한 후, 식별된 위협 정보를 DAC로 전송한다.¹⁾

2.2 RWR 시험평가

RWR 시험평가 지원장비는 RWR 개발시험평가 중 시스템 성능시험을 지원한다. 시스템 성능시험은 RWR의 시스템 단위의 시험으로서 주입시험과 방사시험으로 구분하여 시험을 수행한다. 주입시험은 안테나를 제외한 RWR의 구성장치에 케이블을 연결하여 정확한 신호 세기의 RF신호를 주입하므로써, 전원, 수신감도, 동적범위, 신호분석 및 식별, 그리고 타장비 연동 등 대부분의 체계 기능 및 성능에 대한 전반적인 성능 시험을 수행한다. 방사시험은 안테나의 신호 수신에 의한 성능을 확인하는 시험으로서, 무반향 챔버를 사용하여 RWR의 수신범위, 방향탐지 정확도 등의 성능 확인을 위하여 시험을 수행한다.

2.3 RWR 시험평가 지원장비 요구 성능 및 특성

RWR 시험평가 지원장비 개발을 위한 개발 기간, 비용의 절감 등 개발 생산성을 고려하여 RWR 구성 장치 성능 시험과 시스템 성능 시험에 공용으로 사용할 수 있어야 한다. 시스템 성능 시험은 RWR 성능의 안정성을 입증하기에 충분한 시간의 주기 동안 수행해야 한다. 이를 위해 RWR 시험평가 지원장비는 시험 주관자나 시험 인원의 피로도를 최소화하고 시험 효율성을 높이기 위해 시험 프로그램의 자동화 구동 방안을 고려

1) 이성의, 강병수, 임효빈, 이길재, RWR 성능시험 구성과 주요 항목별 시험기법 소개, 제10회 항공무기체계 시험평가세미나, 2009. p.2

하여 개발하였다. 시스템 성능시험의 주입시험과 방사시험을 지원하기 위해 RWR 시험평가 지원장비는 실시간상황전시부와 RWR연동모의부로 구성하여 개발하였다. 실시간상황전시부는 RWR 정상 운용 시 구성 장치 간의 연동 신호를 측정하고, 각 구성 장치의 내부 모듈 간 연동신호를 측정 및 전시하며, RWR에서 탐지 식별한 위협정보, 자체점검 결과, 그리고 운용 상태 정보를 실시간으로 전시하기 위한 기능을 가진다. RWR 연동모의부는 RWR의 성능 확인을 위하여 DAC, RWR 구성장치, 항공기탑재장비 등을 모의하기 위한 기능을 가진다.

3. RWR 시험평가 지원장비 설계/제작

3.1 RWR 시험평가 지원장비 기능

RWR 시험평가 지원장비는 RWR 장비에 전원을 공급하며 DAC(Defensive Aid Controller) 및 CFDS(Chaff/Flare Dispenser System), MLVS(Memory Loader-Verifier Set), AIU(Audio Interface Unit) 등의 탑재장비와의 연동을 모의하고, 방사시험 시, 안테나방향제어기 제어하여 모의된 방향으로 AET 테이블에 의해 미리 정의된 가상의 위협 신호가 RWR 장비로 수신되도록 한다.[5] 시험 과정에서 RWR 시험평가 지원장비는 LAN, RS-485 및 MIL-STD-1553B 등을 통하여 RWR 장비와 연동하여 시험평가를 위한 정보를 획득한다.

다음은 시험평가 지원장비의 주요 기능을 나타낸다.[4]

1) RWR 장비와 연동 기능

시험 시 RWR 장비에 전원을 공급하고 시험 시 시험 대상인 RWR 장비와 연동하여 시험에 필요한 정보를 수신하는 기능

2) DAC 연동 모의 기능

DAC와 RWR 간의 MIL-STD-1553B 통신을 모의하여 DAC와의 정상적인 연동 여부를 확인하는 DAC 연동 모의 기능

3) 탑재장비 연동 모의 기능

RWR과 연동 되는 CFDS, MLVS, AIU 등의 생존장비와 Discrete 통신을 모의하여 정상적인 연동 여부를 확인하는 기능

4) 모의 위협신호 제어 기능

방사시험 시 위협신호를 수신하는 RWR 장비가 안테나가 향하는 방향을 제어하여 원하는 위협의 방향을 모의하는 기능

5) 계측기 원격 제어 기능

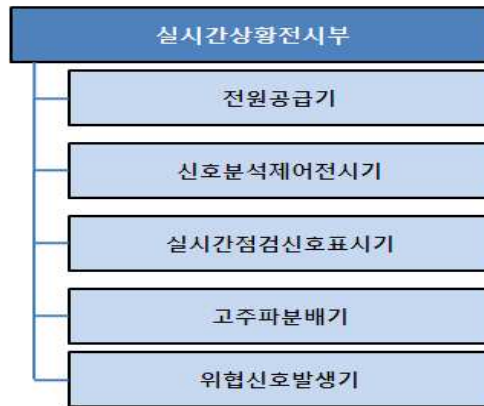
시험의 원활한 진행을 위해 시험에 구성되는 계측기를 원격으로 제어하는 기능.

6) 시험상황 전시 및 저장 기능

시험 진행 상황을 화면상에 전시하고, 시험 내용 및 결과를 저장하는 기능

3.2 실시간상황전시부

실시간상황전시부는 <그림2>에서와 같이 전원공급기, 신호분석제어전시기, 실시간점검신호표시기, 고주파분배기, 위협신호발생기로 구성된다.



<그림 2> 실시간상황전시부 구성도

실시간상황전시부는 RWR 장비에 대한 전원 공급 및 점검 기능을 수행하고, 시험을 위해 신호분석장치를 제어하고 시험 진행상황을 수신 및 저장한다.

전원공급기로는 정격의 28V 전원을 공급하는 상용의 전원공급장치를 사용하며 전원공급기는 운용자에 의해 직접 제어되거나, 신호분석제어전시기에 탑재되는 체계시험 프로그램에 의해 GPIB를 통하여 원격으로 제어된다.[1] 실시간점검신호표시기는 점검신호판과 각 장치와 연결되는 포선 및 케이블 조립체로 구성되며 전원 공급기, 신호분석제어기, DAC 연동모의기, 탑재장비 연동모의기 등의 시험평가 지원장치들을 RWR 장비의 신호분석장치와 연동시킨다. 또한 실시간점검신호표시기는 신호분석장치의 주요 전원 상태를 점검하여 정상 동작 유무를 판단한다. 신호분석제어전시기는 상용의 데스크 탑을 사용하며 신호분석장치와 신호수신장치 간의 RS-485통신 모니터링, LAN통신을 통한 AET(Active Emitter Table) 신호 수집, GPIB 제어를 통한 계측기 원격 제어 등을 위한 체계시험 프로그램이 탑재되어 있다.[1]

1) 전원공급기

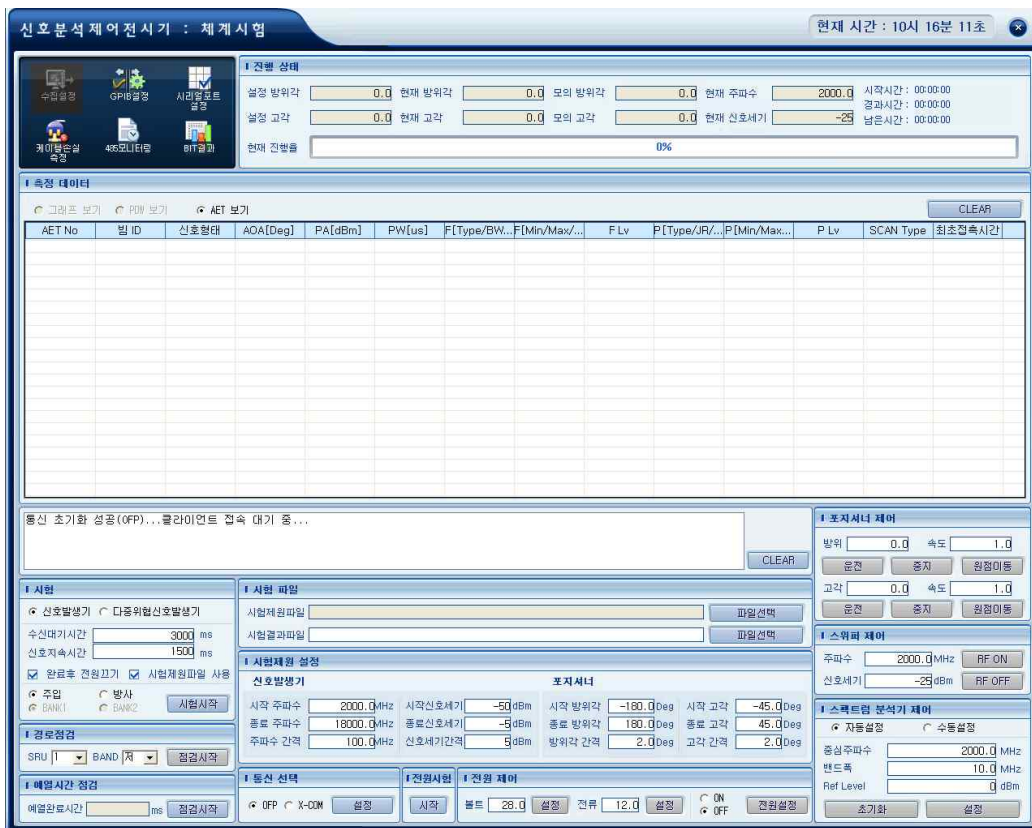
전원공급기는 신호분석장치에 +28V DC전원을 공급한다. 전원공급기로는 정격의 28V 전원을 공급하는 상용의 전원공급장치를 사용하며 전원공급기는 운용자에 의해 수동으로 조작되거나, 체계시험 프로그램에서 GPIB를 통해 원격으로 제어된다.

2) 신호분석제어전시기

기술보고

신호분석제어전시기는 Win 2000/XP 이상의 OS를 탑재한 별도의 데스크 탑으로 시스템 시험 프로그램을 탑재한다.

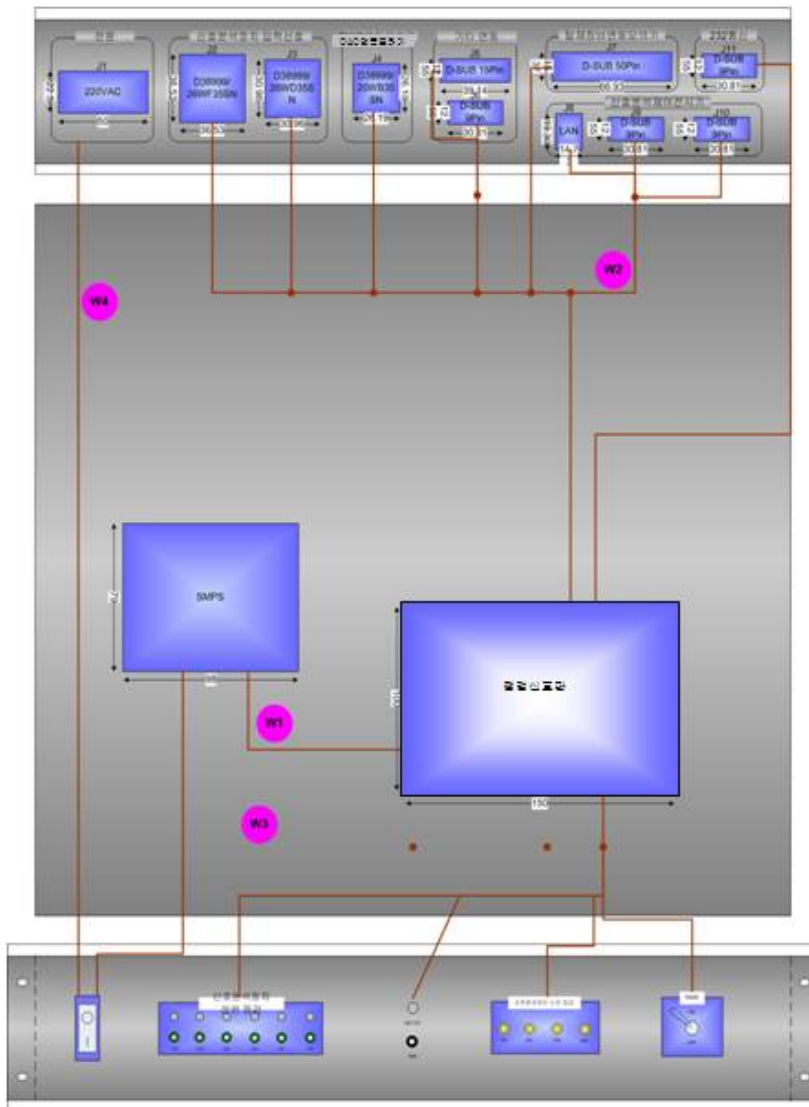
신호분석제어전시기에 탑재된 시스템 시험 프로그램은 운용자의 조작에 따라 RWR 장비에 대한 시스템 성능을 검증하는 프로그램이다.[1] 주요 검증 항목인 방위각, 신호세기, 주파수 범위 시험은 시험의 스텝수가 많아 시험수행과 시험 결과 정리 시 많은 시간이 소요된다. 효율적인 시험 수행을 위해 시스템 시험 프로그램은 GPIB를 통하여 시험을 위한 전원공급기, 위험신호발생기 및 스펙트럼분석기 등 시험지원 계측기를 원격제어하여 시험 절차를 자동화하였다. 또한 시험오차를 최소화하기 위해 시스템 시험 프로그램에 자동화 한 케이블 손실 측정 기능을 구현하였다. 시험 수행 중 발생한 통신 오류에 대한 분석을 위해 RS-485카드의 제어를 통해 신호수신장치와 신호분석장치 간의 통신을 모니터링 하는 기능을 갖도록 구현하였다. 시스템 시험 프로그램은 RWR 장비의 초기화 결과 및 BIT 수행 결과를 확인하여 화면에 시현하며, AET 정보를 수집하여 시험결과를 시현 및 저장한다. 시스템 시험 프로그램은 방사시험 시에는 LAN 또는 RS-232를 통하여 RWR 장비가 설치된 안테나방향제어기를 제어한다. 이를 통해 RWR 장치의 안테나 방향을 조작함으로써 대상 위험이 원하는 방위각 및 고각에 있는 것처럼 모의할 수 있다.[5] 체계시험 프로그램의 화면 구성은 다음과 같다.[1]



<그림 3> 체계시험 실행화면

3) 실시간점검신호표시기

실시간점검신호표시기는 RWR의 하부 장치인 신호분석장치와 시험평가 지원장비 간의 인터페이스를 담당하고 신호분석장치에서 출력되는 전원상태를 점검하는 장치이다. 실시간점검신호표시기는 점검신호판과 각 장치 간 연결되는 포선 및 케이블조립체로 구성된다.



<그림 4> 실시간점검신호표시기 전체 형상

실시간점검신호표시기의 점검신호판은 신호분석장치의 점검포트에서 출력되는 6개의 주요 전원 신호에 대하여 정상 동작 범위에 있는지를 실시간으로 점검하여 정상, 과전압,

저전압 상태를 전면판의 LED를 통해 표시한다. 또한 LED의 고장 유무를 판단하기 위한 LED 점검스위치가 있어서 이것을 누를 경우 녹색과 적색이 동시에 켜진다. 각 상태별 LED 색깔은 다음과 같다.[3]

- 정상상태 : LED 녹색
- 과전압상태 : LED 적색
- 저전압상태 : LED 꺼짐

전면판에는 점검상태 표시 LED외에 각종 신호의 점검을 위한 테스트 단자와 신호분석장치의 전원을 On/Off하는 토글스위치가 있다. 후면판은 연동신호들의 케이블이 입력되고 분기되도록 설계하였다.

4) 위협신호발생기

위협신호발생기는 수신 주파수 범위 및 정확도, 수신 감도 및 동적범위, 펄스폭 범위 및 정확도 등 RWR 장비의 신호 수신 특성 요구 성능을 확인할 수 있는 범용의 고주파 신호발생기(스위퍼)와 신호 형태, 주파수 변조 방식, 펄스 반복 주기 등 RWR 장비의 신호 분석 및 식별 요구 성능을 확인할 수 있는 별도의 위협신호모의기로 구성된다. 위협신호발생장치는 GPIB를 통하여 체계시험 프로그램에 의해 원격으로 제어된다.[1][2]

5) 고주파분배기

체계시험 프로그램에 의해 제어된 위협신호발생기의 RF 출력 신호는 고주파분배기를 통하여 신호수신장치에 4채널 RF신호로 분배되어 공급된다.

3.3 RWR 연동모의부

RWR 연동모의부는 RWR 장비와 연동되는 DAC와 탑재장비로부터 연동되는 일부 신호를 모의하여 RWR 장비의 체계 성능 시험을 지원하는 장치이다. RWR 연동모의부는 다음과 같이 DAC연동모의기와 탑재장비연동모의기로 구성된다.

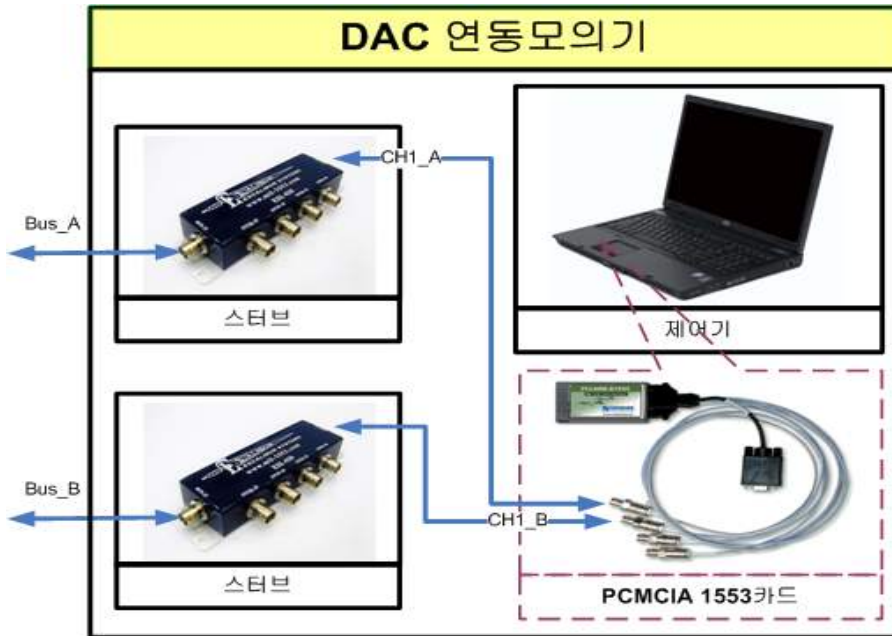


<그림 5> RWR 연동모의부 구성

DAC연동모의기는 RWR 장비와 MIL-STD-1553B 통신으로 연동되는 DAC 장비와의 인터페이스를 모의 및 모니터링 한다. 탑재장비연동모의기는 RWR-READY 신호, Memory Zeroize 신호, CFDS와 AIU 등의 Discrete 인터페이스를 모의 및 수신한다.[4]

1) DAC 연동모의기

DAC 연동모의기는 RWR 장비와 MIL-STD-1553B 통신으로 연동되는 DAC와의 인터페이스를 실제 연동 상황처럼 모의함으로써, 실제 연동 시 발생할 수 있는 문제점들을 조기에 파악하여 해결하고, 실제 연동 시험 이전에 연동 기능 검증을 지원한다. 또한 실제 DAC와 RWR 장비간의 연동 시험 시에는 두 장비간의 통신을 모니터링 함으로써 시험 수행 시 발생 할 수 있는 통신 오류에 대한 분석이 용이하도록 개발하였다.[2]



<그림 6> DAC 연동모의기

DAC 연동모의기는 장치를 제어 및 전시하는 제어기, MIL-STD-1553B 통신을 위한 PCMCIA-1553카드, 1553B 버스를 연결하기 위한 스텐브(Stub) 및 케이블조립체로 구성된다. 제어기는 상용 노트북을 사용하며, DAC 연동모의기를 제어 및 전시하기 위한 프로그램이 탑재된다. MIL-STD-1553B 통신을 해주는 2개의 독립된 채널을 가진 PCMCIA-1553카드는 제어기인 노트북에 장착되며 각 채널은 2개의 버스로 구성된다. 스텐브는 여분의 버스를 위하여 2개로 구성되며, 케이블조립체는 MIL-STD-1553B 통신용 선재를 사용한 케이블로 제작되었다.

DAC 연동모의기는 DAC 모의 기능을 위해 PCMCIA 1553 카드를 장착하고 있으며 MIL-STD-1553B통신을 위한 스텐브가 연결된다. 2채널의 독립된 채널로 구성된 PCMCIA 1553카드를 장착하여 한 채널은 DAC와 RWR 장비 간의 통신을 모의하고, 다른 한 채널은 DAC와 연동되고 있을 경우 RWR 장비와의 통신을 모니터링 하도록 설계하였다.[3]

DAC 연동모의기의 제어기에 탑재된 DAC 연동모의기 프로그램은 DAC와 RWR 장

비 간의 통신을 모의해주는 DAC 연동 모의 모드, 두 장비 간의 1553B통신을 모니터링 하는 DAC-RWR 모니터링 모드로 구성된다.

2) 탑재장비 연동모의기

탑재장비연동모의기는 RWR과 연동되는 Discrete 신호인 RWR-READY 신호, Memory Zeroize 신호, CFDS 상태신호 및 AIU 상태신호 등을 모의한다.



<그림 7> 탑재장비연동모의기

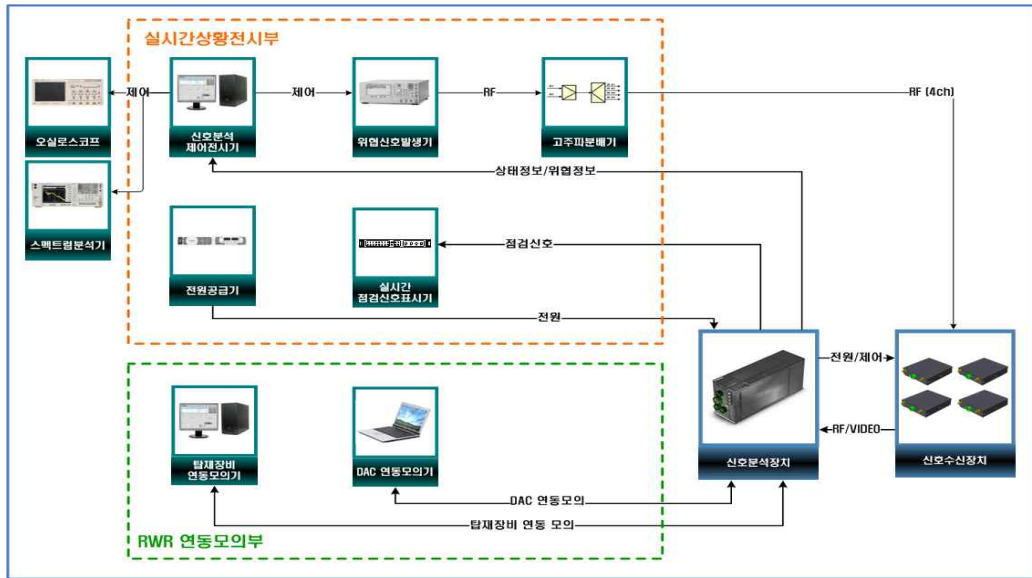
탑재장비연동모의기는 탑재장비연동모의판과 이를 제어하는 탑재장비연동모의 제어기, 그리고 여분의 RS-422 통신을 위한 PCI-RS 422 카드로 구성된다.

탑재장비연동모의기는 RWR 장비에게 Memory Zeroize 및 MLVS 신호를 +28V Open/Ground 형태로 출력해주고, RWR 장비로부터 CFDS 3 라인, RWR- READY, AIU 신호를 +28V Open/Ground 형태로 입력받는다.[3]

탑재장비연동모의 프로그램을 통해 Discrete 출력의 지속 시간을 msec단위로 1msec ~ 2000msec 범위에서 설정하여 모의 Discrete 신호를 발생한다. 화면의 Memory Zeroize/ MLVS 버튼을 선택하여 Discrete 신호가 설정된 시간동안 출력하여 체계시험을 지원한다. Discrete 입력이 변화하게 되면 본 화면에 상태의 변화를 표시하여 시험과정을 모니터링하기 쉽게 하였다[1]. 입력 Discrete신호는 RWR-READY, AIU, CFDS 신호가 있다. CFDS 신호는 내부에서 디코딩되어 어떠한 의미를 나타내는지 표시한다. 우측상단의 경고음 체크박스를 선택하게 되면 AIU가 입력되는 동안 일정 간격으로 제어기에서 경고음을 내어 실제 연동 상황을 모의한다.

4. RWR 시험평가 지원장비 적용

실시간상황전시부와 RWR 연동모의부가 지원하는 시스템 성능시험 주입시험 구성도는 다음과 같다.



<그림 8> 시스템 성능시험 주입시험 구성도

RWR 주요 성능 시험 항목인 주파수 범위 시험은 위의 그림의 주입시험 구성도와 같이 구성하여 수행한다. 주파수 범위 시험은 주입시험이므로 케이블 손실 측정과 같은 사전시험이 요구된다. 케이블 손실을 측정하여 그 데이터를 손실 데이터를 사용하여 시험 오차를 최소화한다.

특정 신호제원의 적당한 신호세기 범위 내에서 규정된 주파수 범위별로 시험을 자동화로 진행하여 그 시험결과로부터 동적범위 내에서의 신호세기, 주파수 정확도를 측정하고 수신감도 및 동적범위를 측정 할 수 있다.

주파수 범위 시험은 주입(Injection)시험이므로 시험방위는 각 방위 구간의 대표방위로 시험을 수행한다.

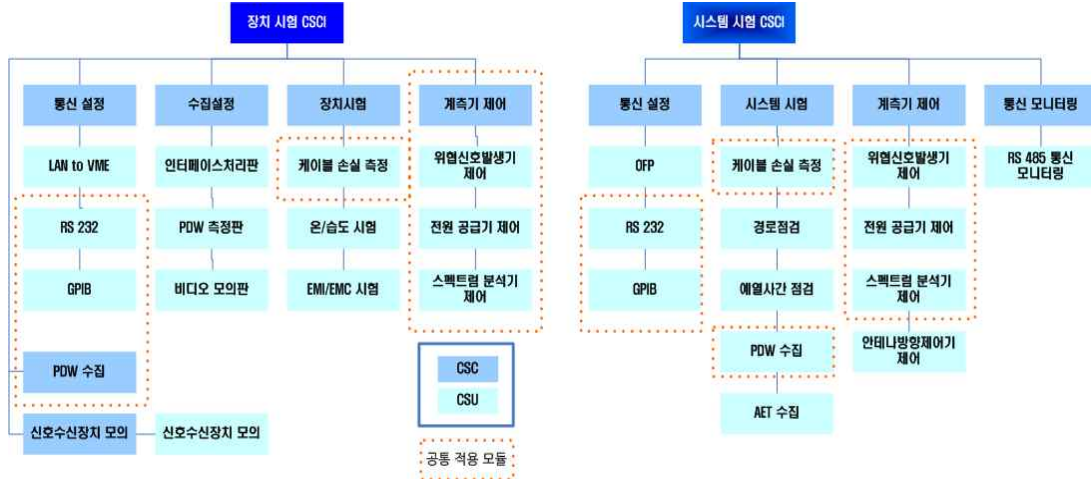
방위, 신호세기, 주파수별 시험의 스텝수가 많아 시험수행과 시험 결과 정리 시 많은 시간이 소요된다. 시험용 프로그램과 측정용 계측기간에 GPIB통신을 이용하여 자동으로 시험을 수행하므로 시험시간을 확연히 줄일 수 있다.

주입시험은 안테나를 제외한 RWR의 구성장치에 케이블을 연결하여 정확한 신호 세기의 RF신호를 주입하여 수행하므로 시험오차를 최소화하기 위해 케이블 손실 측정 기능이 요구되어진다. 하지만, 케이블 손실 측정은 케이블 교체, 시험설정 파라미터 변경 등의 이유로 여러 차례 수행될 수 있다. 이전 프로젝트에서 본 시험 전에 수동으로 케이

레이더경보수신기를 위한 시험평가 지원장비 개발

RWR 주요 성능 시험 항목인 방향탐지 정확도 시험은 위의 그림의 방사시험 구성도와 같이 구성하여 수행한다. 무반향 챔버 안에 안테나와 신호수신장치를 안테나방향제어기에 설치하여 전방위에서 위협을 수신할 수 있도록 구성한다. 실제 장착될 헬기의 동체 길이 등을 고려하여 송신안테나와 수신안테나와의 이격거리에 차이를 두어 시험을 구성하였다. 안테나방향제어기와 신호분석제어전시기 시스템 시험 프로그램의 제어를 통해 방위를 모의한다.

실시간상황전시부의 신호전시제어기에 탑재된 시험프로그램의 형상구성은 아래와 같다.



<그림 11> 시험 프로그램 형상품목 구성도

RWR을 구성하는 장치 단위의 시험과 시스템 시험에서 공통으로 사용될 수 있는 모듈을 식별하여 시험 프로그램을 개발함으로써 개발 생산성 향상 및 유지 보수성을 증대시켰다.

5. 결론

논문에서는 RWR 장비의 시험평가를 위한 시험평가 지원장비의 개발에 대한 전체적인 개념 및 구현 방안, 시험 적용 사례 등에 대해서 논의하였다. 본 논문에서 논의한 시험평가 지원장비는 DAC, CFDS 등 실제로 RWR 장비와 연동되는 장비들을 모의하여 시험의 신뢰성을 대폭 향상시켰으며, 수신 주파수 범위 시험, 수신 감도 시험 등 동일한 방법으로 반복 시행되는 시험 전 과정을 계측기 원격 제어를 통해 자동화하여 시험 운용자의 편의성 및 시험 소요시간을 획기적으로 개선하였다. 또한 구성품 단위시험 프로그램과의 공통 모듈에 대한 코드 재사용성을 고려하여 체계시험 프로그램을 개발함으로써 개발 생산성 향상 및 유지 보수성을 증대시켰다. 전투체계에 대한 장비 개발도 중요하지만 개발된 장비를 시험(Test) 하고 평가(Evaluation)하는 것도 그에 못지않게 중요한 사항이다. 향후에도 개발된 장비에 대한 완벽한 시험평가 지원을 위해서 보다 효율적인 시험평가 지원장비의 개발에 대한 지속적인 노력이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 권지연, 김도현 “MIL-STD-1553B 기반의 레이더경보수신기 연동 모의 SW 개발”, 『한국군사과학기술학회 종합학술대회 초록집('10)』 p.34.
- [2] 김도현, 김지수, 신현우, 이동호, 손주향 “헬기용 생존장비의 성능분석을 위한 소프트웨어 연구”, 『군사과학기술학회 종합학술대회 초록집('09)』 p.61.
- [3] 김동문, 이문석, 최채택, 장인동 “MIL-STD-1553B 기반의 생존체계 모의 시험장비 개발”, 『제17회 지상무기 학술대회 발표논문집('09)』 p.89.
- [4] 이문석, 이정원 “생존체계 위협조우 상황인지를 위한 복합/다중 위협 상황 Emulation 연구”, 『한국해양정보통신학회논문지』, 제14권, 10호, 2010, pp.2180-2186.
- [5] 임태환, 장광희 “항공용 전자전 재머의 성능 시험 및 평가 방법”, 『제 7차 통신 전자 C4ISR 학술대회 발표논문집('03)』 p.133.
- [6] David L. Adamy, *Introduction to Electronic Warfare, Modeling and Simulation*, Artech Print on Demand, 2002. pp.191-201.
- [7] Filippo Neri, *Introduction to Electronic Defense Systems 2nd Edition*, Artech House pp.47-56.