

A study on Automatic field Test Equipment with improved maintenance and environmental reliability

Seok-Min Lee*

Abstract

In this paper, I purpose one of the development methods for portable Automatic field Test Equipment(ATE) with VME form factor. Almost portable ATE have not used to standards form factor and they are connected by mechanical non-rigid general connectors and wire harnesses among the components. Furthermore, it is hard to reuse developed board. So, it decreases to reusability of developed board and it is hard to maintenance of ATE. Even those things have weakness for vibration and drop test especially in portable ATE. The XK9A1 ATE using VME form factor has environmental reliability through vibration, drop, temperature test. It consists of 5 developed board called the control board, the wire & wireless communication board, the power supply board, the load board and the mother board. It is connected by two wire harnesses between mother board and extern circular connectors. The control board send the data and address to other board though each 16-bit data and 20-bit address line. You can develop the function board what you want to using those data & address line when it comes to needing other function board.

▶ Keyword: VME, VME form factor, Automatic field Test Equipment

I. Introduction

야전시험장비의 목적은 무기체계가 제 기능을 발휘할 수 없을 때 야전에서 무기체계의 정상유무를 판단하고 정비할 수 있는 기능을 제공하는 것이다.[1] 야전시험장비란 야전부대에서 사용하는 자동화 시험장비이다. 미국 DoD에서 정의하는 자동화 시험장비란 컴퓨터를 이용해서 복잡한 시험장비들을 제어해서 시험대상장비의 규격조건을 시험하고 분석할 수 있는 장비를 말한다.[2] 야전시험장비는 데스크형 야전시험장비와 휴대형 야전시험장비, 그리고 랙형 야전시험장비로 나눌 수 있다. 데스크형 야전시험장비와 랙형 야전시험장비는 고장난 대상품을 SHOP에 입고하여 정비를 지원하고, 휴대형 야전시험장비는 근접 지원을 통해 정비를 지원한다. 데스크형 야전시험장비와 랙형 야전시험장비는 SHOP 내부에서 운용되므로 환경조건이 엄격하지 않다. 하지만, 차량 적재 및 이동 후 근접 정비를 실시하는 휴대형 야전시험장비의 환경조건은 국내 야전 환경조건을

견딜 수 있어야 한다. 그리고 차량 운반 및 도수 운반으로 근접 정비를 실시하므로 소형화, 경량화 그리고 견고화 등에 집중해서 개발되어야 한다. 또한, 상용 장비와 달리 군에서 사용되는 장비들의 LIFE CYCLE은 20년 이상이므로, 시험장비는 유지보수를 고려하여 개발되어야 한다.[3]

현재까지 양산된 대부분 휴대형 야전시험장비의 내부는 개발보드, 상용품 그리고 하네스로 구성되어 있다. 내부 구성품은 일반적인 커넥터와 하네스만 사용해 연결된다. 개발보드와 상용품은 고정 단자와 기구물을 이용해 하우징에 고정되고, 하네스는 필요한 경우에만 하우징에 고정된다. 이러한 형태의 장비는 최근 요구되고 있는 진동 및 충격에 대한 환경시험을 만족하기 어렵다. 또한 유지보수 측면에서 개발보드 불량, 상용품 불량, 하네스 불량 그리고 커넥터 점접 불량 등 고장 배제에 대해 고려해야 될 사항이 많으므로 고장 분리에 시간이 많이 소요된다.

*First Author: Seok-Min Lee, Corresponding Author: Seok-Min Lee
*Seok-Min Lee (seok_min.lee@hanwha.com), ATE Team, Hanwha Systems Company
• Received: 2018. 01. 29, Revised: 2018. 02. 08, Accepted: 2018. 03. 14.

이러한 문제점을 해결하기 위해, VME 폼팩터를 이용한 휴대형 야전시험장비를 제안한다. VME(Versa Module Euro card)는 산업제어기, 통신장비, 측정기, 마이크로컴퓨터 등에 활용되어 사용된다. 주로 산업용 컴퓨터 시스템의 버스만으로 사용되고 있으며, 통신장치 및 화상장치, 마이크로컴퓨터의 I/O bus 체계로 사용된다.[4] 초기의 VME는 PCB edge형이어서 접촉이 좋지 않았지만, 이것을 유럽규격에 맞춘 것이 현재의 VME 보드이다. 전기적으로는 VERSA 방식을 사용하고, 기구적으로는 EUROCARD 방식을 사용한다. VME 폼팩터는 기구적 견고성을 갖고 있는 표준이다. 이러한 장점을 고려했을 때 상용 VME 폼팩터의 사용은 휴대형 시험장비에 적합하다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 VME 폼팩터의 기구적 장점을 이용하여 XK9A1 야전시험장비의 개발과 시험을 수행하였다. 본 논문의 2장에서는 이미 개발 및 양산된 야전시험장비와 XK9A1 야전시험장비의 구조에 대해 비교 및 분석한다. 그리고 VME 폼팩터를 적용한 XK9A1 야전시험장비의 설계에 대해 기술한다. 3장에서는 XK9A1 성능시험과 환경시험을 실시하여 성능과 운용환경성을 검증한다.

II. Preliminaries

휴대형 야전시험장비는 Fig 1과 같이 분석장비, 점검장비 그리고 케이블로 구성된다. 분석장비는 시험을 위해 점검장비를 제어하고 제어한 결과 값을 GUI(Graphical User Interface) 화면으로 표시한다. 점검장비는 신호공급용 계측자원을 이용하여 시험대상품에 필요한 신호를 생성 및 공급하고, 시험대상품에서 출력되는 신호를 신호측정용 계측자원에 연결하여 측정 후 시험결과를 판단한다.[5] 케이블은 분석장비와 점검장비와의 전기적 연결과 점검장비와 시험대상품과의 전기적 연결을 위해 사용한다. 야전시험장비는 시험대상품의 고장유무를 확인하기 위한 장비이므로, 시험대상품을 시험하기 전에 야전시험장비 자체의 고장유무를 확인이 선행되어야 한다.[6]

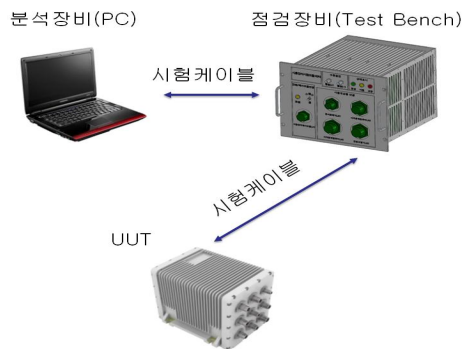


Fig. 1. UUT test method with portable ATE

아래의 1항에서 3항까지는 TAS-815K 야전시험장비, 일부

VME 폼팩터를 사용한 CAS-LRF 야전시험장비 그리고 전체 보드에 VME 폼팩터를 적용한 XK9A1 야전시험장비에 대해 설명한다. 그리고 4항은 소개된 장비에 대한 운용성과 유지보수성을 비교한다.

1. TAS-815K ATE

TAS-815K 야전시험장비는 4개의 개발보드와 RS-232 및 RS-422 모듈 외 5종의 상용품으로 구성되어 있다. 개발보드는 어댑터보드, 영상처리보드, 인터페이스보드, 스위칭보드가 있다. 상용품은 직육면체 시험기의 하부와 측면에 기구물을 이용해 고정되고, 어댑터보드와 스위칭보드는 상판조립체에 고정된다. 그리고 인터페이스보드는 본체 하부와 PCB 지지대로 고정되고 영상처리보드는 인터페이스보드와 커넥터를 통해 물리적으로 연결되어 있다. 그리고 각 상용품과 개발보드들은 하네스로 연결되어 있다.

제어보드는 TERASIC社의 MAX II Micro Kit을 이용해 분석장비와 USB로 연결된다. MAX II Micro Kit는 다른 개발보드 내부에 FPGA와 연결되어 있다. 그리고 이 FPGA 제어를 통해 보드를 작동시킨다. 이런 연결은 데이터 어드레스 라인 없이 디스크리트 신호를 통해 작동한다. USB 타입의 상품을 이용하여 USB 허브를 통해 분석장비와 최종 연결되어 작동된다. Fig 2와 Fig 3은 TAS-815K 야전시험장비 형상 및 블록다이어그램이다.



Fig. 2. TAS-815K ATE



Fig. 3. Block diagram on TAS-815K ATE

2. CAS-LRF ATE

TAS-815K 야전시험장비는 4개의 개발보드와 RS-232 및 RS-422 모듈 외 5종의 상용품으로 구성되어 있다. 개발보드는 어댑터보드, 영상처리보드, 인터페이스보드, 스위칭보드가 있

다. 상용품은 직육면체 시험기의 하부와 측면에 기구물을 이용해 고정되고, 어댑터보드와 스위칭보드는 상판조립체에 고정된다. 그리고 인터페이스보드는 본체 하부와 PCB 지지대로 고정되고 영상처리보드는 인터페이스보드와 커넥터를 통해 물리적으로 연결이 되어 있다. 그리고 각 상용품과 개발보드들은 하네스로 연결되어 있다.

CAS-LRF 야전시험장비는 4개의 개발보드와 1개의 모듈형 전원공급조립체로 구성되어 있다. 개발보드는 제어보드, 스위칭보드, 마더보드, 어댑터보드가 있다. 모듈형 전원공급조립체는 외부 220V 전원을 입력 받아서 장비에 전원을 공급해주는 역할이다. 제어보드는 FTDIchip社의 FT2232HQ mini module을 이용해 분석장비와 USB로 연결된다. mini module은 제어보드의 FPGA와 RS-232 시리얼 통신을 통해 다른 보드를 제어한다. CAS-LRF 야전시험장비는 상용품이 없이 개발보드로만 구성되어 있다. Fig 4와 Fig 5는 CAS-LRF 야전시험장비의 형상 및 블록다이어그램이다.



Fig. 4. CAS-LRF ATE

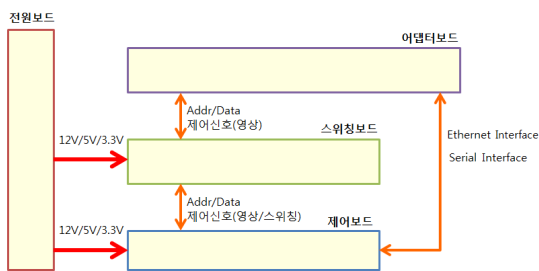


Fig. 5. Block diagram on CAS-LRF ATE

3. XK9A1 ATE

XK9A1 야전시험장비는 MIL-PRF-28800F의 환경요구조건 중 온도시험, 진동시험, 충격시험을 만족시키기 위해 기구적으로 견고한 VME 폼팩터를 이용해 개발되었다. XK9A1은 4개의 개발 보드와 마더보드로 구성되어 있다. 개발된 회로카드는 부하부 회로카드(A1), 주제어부 회로카드(A2), 유무선통신부 회로카드(A3), 전원공급부 회로카드(A4)이다. 주제어부 회로카드는 CPU를 사용하여 16개의 data 라인과 20개의 address 라인을 통해 다른 보드 및 IC를 제어한다. XK9A1 시험장비는 배치

후 운용유지를 위한 목적과 상용제품의 단종 위험을 벗어나기 위해 상용제품을 사용하지 않고 개발되었다. Fig 6과 Fig 7은 XK9A1 야전시험장비의 형상 및 블록다이어그램이다.



Fig. 6. X9A1 ATE

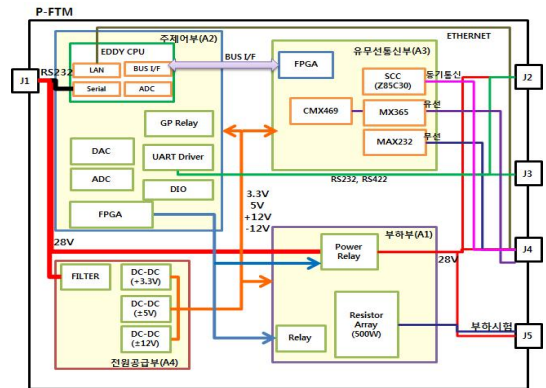


Fig. 7. Block diagram on XK9A1 ATE

4. Compare ATEs

4.1 Compare operating environmental requirements

야전정비장비의 요구조건은 사업별 요구도 및 운용환경이 다르기 때문에 사업별로 독립적이다. 위에서 소개한 장비들의 환경 요구조건을 Table 1에 나타냈다.

Table 1. Environmental requirements

PROJECT	ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS
TAS-815K ATE	temperature : 23±10 °C humidity : 50±30% power requirement : 100VAC ~ 240VAC
CAS-LRF ATE	temperature : 25±10 °C humidity : 50±30% atmosphere : 725(+50, -75) mmHg power requirement : 220±13V AC, 60±0.2Hz
XK9A1 ATE	storage temperature : -40 °C ~ 70 °C operating temperature : 0 °C ~ 50 °C

4.2 Compare maintenance

복잡한 구조로 설계된 시스템을 가지는 대형산업에서는 시간의 흐름에 따른 시스템의 성능 저하로 인한 재산적, 인적 손실이 발생할 수 있다. 이에, 시스템의 성능을 안정적으로 확보하기 위한 유지보수 활동의 중요성이 더욱 커지고 있으며 산업계에서는 경제적이고 효율적인 운용 및 관리를 통해 시스템을 안정적으로 유지하기 위한 노력이 중시되고 있다.[7] 야전시험장비가 납품된 이후 야전시험장비 자체 고장 또는 외부 충격으로 인한 야전시험장비 고장 등의 문제로 인해 야전시험장비를 분해 및 조립해야 하는 유지보수 상황이 발생한다. 이러한 유지보수에 시간이 많이 소요된다면, 야전부대에 시험대상품의 정비시간이 길어진다. 이러한 정비공백시간을 줄인다면 야전부대의 장비 가동률이 증가한다. 앞서 소개한 장비들의 분해 조립 측면에서 분석 및 비교해보겠다. Table 2는 앞서 소개한 장비들의 분해 조립 측면, HW 디버깅 및 본체 고장 유발의 용이성에 대해 정리한 표이다.

Table 2. Compare maintenance

ATE FIGURE	TAS-815K ATE	CAS-LRF ATE	XK9A1 ATE
Dissolution & construction	HARD	NORMAL	EASY
Hardware debugging	HARD	NORMAL	EASY
Causing failure	HARD	NORMAL	EASY

4.2.1 TAS-815K ATE

TAS-815K 야전시험장비의 분해 및 조립은 시험장비 상부 조립체를 분해해야 한다. 분해한 상부조립체를 하부조립체와 기구물로 고정하여야만 하부조립체에 있는 상용품 및 개발보드들을 분해할 수 있다. 한정된 공간 안에 4개의 개발 보드 및 상용품을 배치했기 때문에 분해 및 조립 측면에서 복잡한 구조를 가지게 되었다.

4.2.3 CAS-LRF ATE

CAS-LRF 야전시험장비의 개발보드를 분리하기 위해서는 시험장비 측면을 분해한 뒤, VME 폼팩터가 적용된 두 장의 보드를 손으로 제거한다. 이 보드를 제외한 전원보드 및 어댑터 보드는 TAS-815K와 동일하게 상부 제거를 통한 보드 분리를 할 수 있다.

4.2.4 XK9A1 ATE

XK9A1 야전시험장비의 보드 분리는 시험장비의 후면판을 제거하면 된다. 모든 개발 보드들이 VME 폼팩터가 적용되었기 때문에 개발 보드의 분해 및 조립이 다른 사업의 시험장비와 비교해 매우 용이하다. 유지보수 뿐만 아니라 하드웨어 디버깅도 용이하다. VME 확장카드를 이용하면 직접적인 하드웨어 디버깅이 가능하므로 개발 시점에도 용이하게 디버깅이 가능하

다. 시험평가 중 시험장비 자체적인 고장유발을 진행할 때, VME 확장카드를 이용 및 시험장비 라인 제거를 통해 고장유발을 용이하게 했다.

III. Design of XK9A1 ATE

1. Background of XK9A1 ATE design

XK9A1 시험장비는 기존의 K9 시험장비의 구성품인 제어장치와 DC전원공급기와 연동이 될 수 있게 개발되었다. 그래서 K9 시험장비 GUI를 공용으로 사용했고, 제어장치와 시험장비 간 통신방식도 기존의 방식과 동일하게 적용되었다. XK9A1 시험장비는 시험장비 자체점검과 XK9A1의 구성품인 사격통제컴퓨터와 전신통제기, 전원공급기의 점검이 가능하다. 시험케이블 또한 각각의 시험대상품에 맞게 제작되었다.

시험장비 본체 성능시험은 자체점검 케이블을 이용해 각 보드들의 입출력을 Loop-Back 점검방식을 통해 점검한다. Ethernet 점검은 제어장치와 자체점검 케이블 중 LAN 케이블을 연결하여 점검한다. 또한, MIL-PRF-28800F의 진동시험과 낙하시험을 고려해 MILEX社의 케이스를 장비 외부에 적용했다.

2. Board design

2.1 The control board

주제어부 회로카드의 CPU는 SYSTEMBASE社의 EDDY v 2.5를 사용하여 개발했다. CPU 모듈은 AT91SAM9G 20(400MHz)이고 10/100Mbps의 네트워크 이더넷 통신이 가능하다. 주제어부 회로카드의 제어방법은 CPU에서 16bit의 data와 20bit의 address 라인을 통해 각 보드의 IC를 제어한다. 주제어부 회로카드의 주 역할은 각 IC 및 보드를 제어하고 시험대상품과 연동되어 시리얼통신 점검이 가능하도록 한다. 또한 ADC 및 DAC IC를 통해 시험대상품을 점검한다. GP 릴레이 8CH 및 DIO 16CH을 통해 시험대상품에 원하는 신호를 전달할 수 있다.

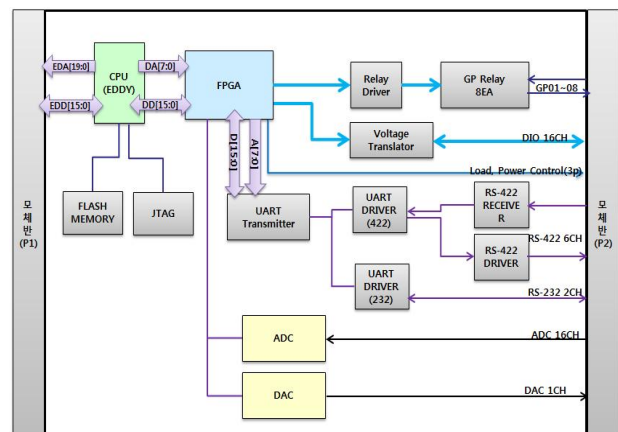


Fig. 8. Block diagram on the control board

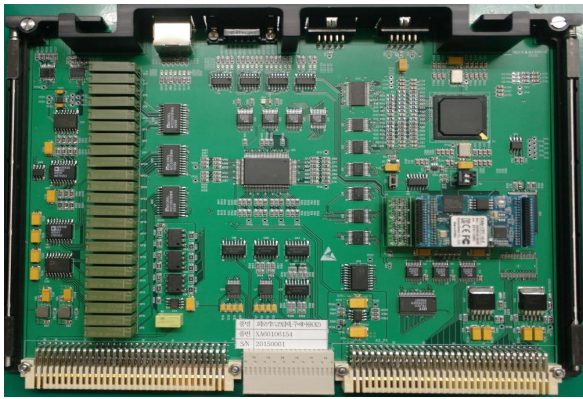


Fig. 9. The control board

2.2 The wire&wireless communication board

유무선통신부 회로카드는 주제어부 회로카드에서 data와 address를 수신하여 FPGA를 통해 각 IC를 제어한다. 주 역할은 시험대상품의 기능 중 동기통신, 유선통신, 무선통신, 음성 송수신 점검을 수행한다. SCC(Z85230) IC를 이용한 동기/비동기 시리얼 통신, MSK modem(CMX469A) IC를 이용한 MSK 변복조, CTCSS CODEC(MX365) IC를 이용한 음성 송수신이 가능하다. Fig 10은 유무선통신부 회로카드의 블록도이고, Fig 11은 제작된 유무선통신부 회로카드의 모습이다.

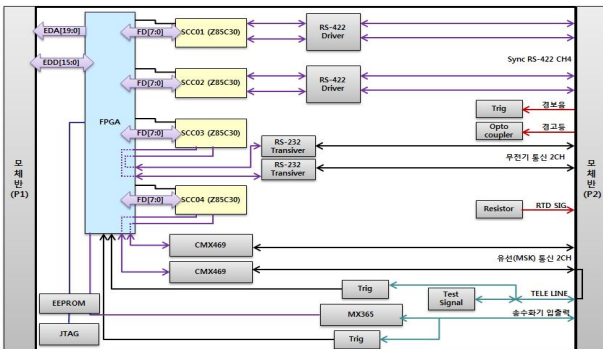


Fig. 10. Block diagram on the wire&wireless communication board

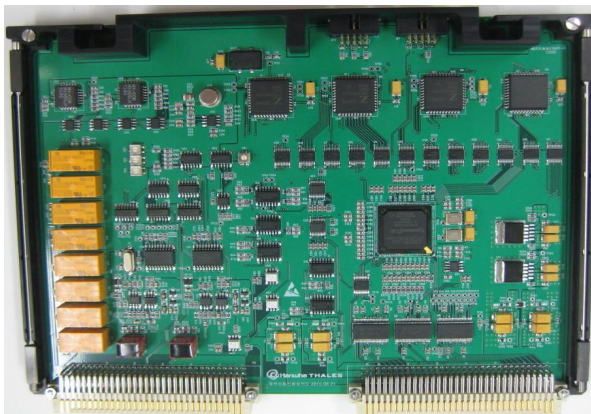


Fig. 11. The wire&wireless communication board

2.3 The load board

부하부 회로카드는 시험대상품(전원공급기)의 성능을 점검한다. XK9A1의 전원공급기는 3개의 전원 모듈로 구성되어 있고, 각 모듈당 600W 출력이 가능하다.

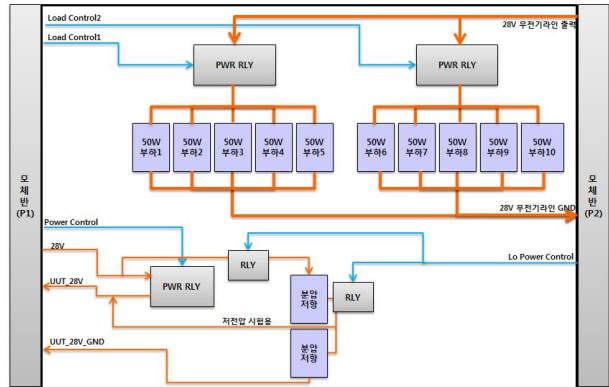


Fig. 12. Block diagram on the load board

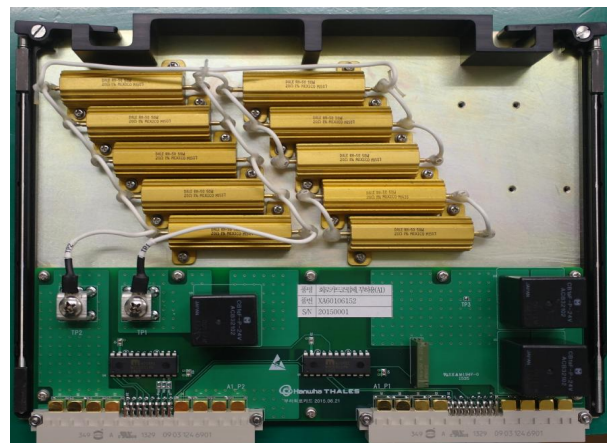


Fig. 13. The load board

Fig 12는 부하부 회로카드 블록도이다. 부하부 회로카드는 50W 부하 10개와 전원릴레이 2개 및 기타 IC로 구성되어 있다. 그리고 릴레이 1개당 50W 부하 5개가 연결되어 있어서, 릴레이 2개를 ON 하면 500W의 부하를 시험대상품에 공급할 수 있다. 전원릴레이의 허용가능 전류는 20A 이므로 28V에서 충분한 전류를 끌어당길 수 있다. 또한 충분한 전류가 흐를 수 있도록 부하 간에는 크기 16 AWG의 전선이 연결되어 있다. Fig 13은 제작된 부하부 회로카드의 모습이다.

2.4 The power supply board

전원부 회로카드는 시험장비 내부의 각 IC에 전원을 인가하기 위해 개발되었다. 출력전원은 3.3V, 5V, 12V와 24V 이다. Fig 14는 전원부 회로카드의 블록도이고 Fig 15는 제작된 전원부 회로카드의 형상이다.

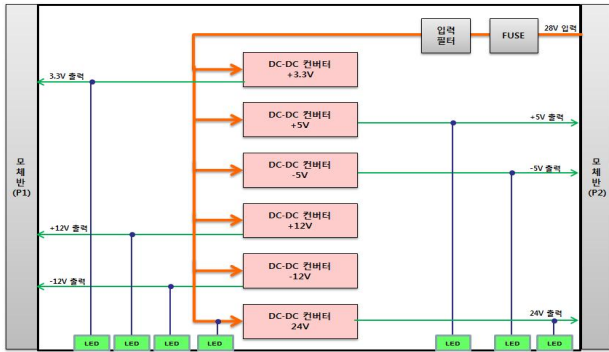


Fig. 14. Block diagram on the power supply board



Fig. 15. The power supply board

3. Linux application design

EDDY에 업로드 되는 리눅스 어플리케이션은 lemon IDE에서 개발했다. lemonIDE는 SYSTEMBASE社에서 제공하는 Eclipse 기반의 임베디드 소프트웨어 통합 개발 환경이다.

STX (1byte)	Number (1byte)	UUT (1byte)	Item (1byte)	Sub-Item (1byte)	Data (n byte)	LRC (1byte)	EOT (1byte)
----------------	-------------------	----------------	-----------------	---------------------	------------------	----------------	----------------

Fig. 16. XK9A1 ATE Data frame structure

Table 3. Contents on data frame structure

SYMBOL	CONTENTS	VALUE	SIZE (BYTE)
STX	Start of Text	0xFF	1
NUMBER	Data length	DIGIT	1
UUT	UUT name	DIGIT	1
ITEM	ITEM of UUT	DIGIT	1
S-ITEM	Sub-Item of ITEM	DIGIT	1
DATA	D0 ~ Dn	HEXA	n
LRC	Longitudinal Redundancy Checking	HEXA	1
EOT	End Of Transmission	0xFE	1

이 어플리케이션의 용도는 제어장치와 주제어부 회로카드의 CPU 간 RS-232 통신을 통해 서로의 정보를 주고 받기 위한

어플리케이션이다. 시험장비 외부의 제어장치가 RS-232 신호를 통해 주제어부 회로카드에 명령을 주면 해당 명령을 분석하여 작동을 한다. 이 사이에 적용된 RS-232 데이터 프레임의 구조는 Fig 16과 Table 3와 같다.

4. Linux driver design

주제어부 회로카드의 EDDY 드라이버를 설계했다. 설계된 드라이버의 목적은 CPU의 nWE, nRE 그리고 nCS의 신호 길이 제어 및 data/address가 nWE 및 nRE 타이밍에 원활히 전달 되도록 하는 목적이다. 또한, 어플리케이션이 원활히 잘 작동되도록 한다. Fig 17은 CPU의 nCS 신호와 nWE, nRE 신호의 파형도이다. Fig 17과 같이 설계한 이유는 보드에 적용된 IC들 중 최대시간이 필요한 timing diagram을 확인한 뒤 10ns의 시간적 마진을 줘서, 보드의 안정적인 동작을 기대했기 때문이다. nWE 또는 nRE 신호가 Low일 때, 해당 data/address가 각 보드에 전달되어 FPGA를 통해 IC를 제어된다.

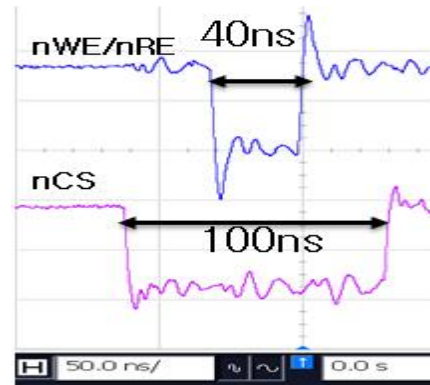


Fig. 17. Waveform on nWE/nRE & nCS

IV. Environment Test

1. XK9A1 Environment test

TR과 IC 등 전자부품의 발달에 따라 전자장비들은 소형화 및 집적화 되어왔다. 이에 따라 솔더링 및 검사기술 또한 발전을 거듭해 왔다. 하지만, 때에 따라 솔더링 오류의 발생은 정밀 동작을 요구하는 지상/해상/항공 정밀 전자장비에서 치명적 결함 혹은 훼손을 유발시키는 결과를 초래하기도 한다. 이러한 솔더링 오류 및 잠재적 결함요인을 발견하기 위해 환경시험을 수행한다.[8] XK9A1 시험장비의 환경요구조건은 MIL-PRF-28800F의 Class3의 진동(Vibration), 낙하(Transit drop), 온도(Temperature) 시험을 만족하는 것이다. X9A1 야전시험장비는 진동 시험, 낙하 시험 그리고 온도 시험 이후에 육안검사 및 본체성능검사를 실시하여 성능을 만족하였다. Table 4은 XK9A1 야전시험장비의 환경시험 조건이다.

Table 4. XK9A1 ATE Environmental requirement

TEST TYPE	TEST CONDITION
Operation Temperature	0°C ~ 50°C
Storage Temperature	-40°C ~ 70°C
Vibration	Test axis : X,Y,Z Test time per each axis : 10min Test freq : 5~500Hz
Transit Drop	Plywood thickness : 5.08cm Drop height : 46cm Number of impacts : 6 faces and 4 bottom comers

1.1 Transit drop test

하드케이스에 장비가 장착이 되어 있으므로 46cm의 높이에서 5.08cm의 합판에 낙하 시킨다. 합판은 콘크리트 바닥 위에 배치한다. 6개의 면과 4개의 모서리에 각각 1번씩 낙하한 뒤에 육안검사 및 본체성능시험을 진행했다. 낙하 시험 후 시험장비 본체성능검사 및 육안검사를 실시한 결과 성능을 만족하였다. Fig 18는 낙하 시험을 진행했던 사진이다.



Fig. 18. Picture on Drop test

1.2 Randon vibration test

MIL-PRF-28800F의 Class3의 조건으로 시험했다. X축, Y축 그리고 Z축에 10분 동안 5~500Hz의 주파수로 진동을 준 뒤, 육안검사 및 본체성능시험을 통해 시험장비의 정상 유무를 확인하였다. 진동 시험 후 시험장비 본체성능검사 및 육안검사를 실시한 결과 성능을 만족하였다. Fig 19~21는 진동시험 결과 그래프이다.

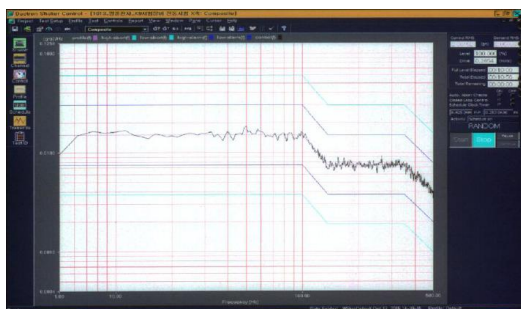


Fig. 19. X-axis vibration test graph

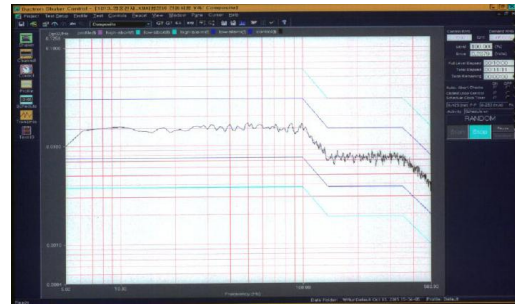


Fig. 20. Y-axis vibration test graph

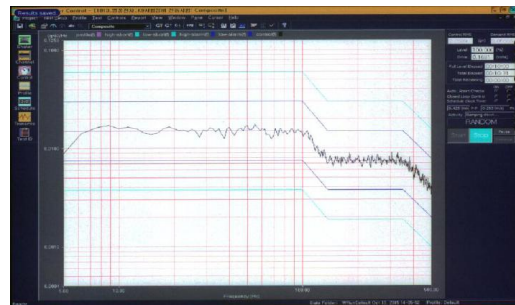


Fig. 21. Z-axis vibration test graph

1.3 Temperature test

온도 시험은 Fig 22의 온도시험 프로파일로 시험했다. 온도 변화율은 분당 1°C~5°C 이내로 적용했다. 온도시험 후 시험장비 본체성능검사 및 육안검사를 실시한 결과 성능을 만족하였다. Fig 22의 동그라미로 표시된 각 지점마다 본체성능검사를 실시하였다.

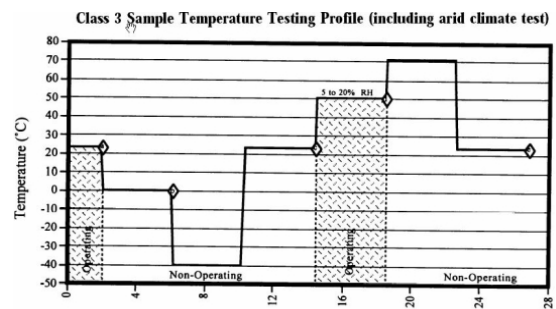


Fig. 22. Temperature test profile

IV. Conclusions

본 논문에서는 VME 폼팩터를 적용한 XK9A1 시험장비의 개발과정과 시험결과를 기술했다. 그 과정에서 TAS-815K 야전 시험장비, CAS-LRF 야전시험장비 그리고 XK9A1 야전시험장비의 하드웨어 구조, 운용 환경 그리고 유지보수 측면에서 비교 및 분석하였고, 상용 VME 폼팩터를 사용한 XK9A1 야전시험장비를 구현 후 환경시험과 성능시험을 실시하였다. 이러한 시험

들을 통해 시험장비의 환경적인 신뢰성과 운용성을 입증했다.

XK9A1 야전시험장비는 VME 폼팩터의 기구적 장점을 활용하여 개발되었다. 기구적 장점과 전기적 장점을 모두 활용한 상용 SBC 제품을 활용하여 개발했다면, 개발기간 단축과 개발 기간 동안의 리스크를 줄일 수 있었을 것이다. 하지만 시험대상품 점검에 필요한 리소스 획득과 원활한 유지보수의 목적을 위해 각 보드를 직접 디자인하여 개발했다.

XK9A1 시험장비는 CPU의 16bit의 data와 20bit의 address를 이용해 각 부품 및 다른 보드를 제어하므로, 확장성을 갖고 있다. 원하는 기능의 보드를 제작하여 여유슬롯에 장착하면 사용이 가능하다. 또한 VME 폼팩터를 적용했기 때문에, 타 장비와 비교해 환경적 안정성을 가질 수 있었다. 그리고 야전 배치 이후, 유지보수를 진행할 때에 유지보수 인원이 작업의 편리함을 느낄 수 있을 것이다. CPU를 포함한 다른 IC들은 일반적으로 사용되는 산업용 IC를 사용했으므로 직접적인 수리가 가능하다. 이것은 야전부대에서 시험장비 불량으로 인한 수리가 신속히 진행될 수 있고, 장비가동률을 증가시킨다.

이렇게 XK9A1 시험장비는 개발보드의 재사용성과 환경요건을 검토하여 개발 및 시험을 수행하였고, 그 결과 장비의 신뢰성을 입증하였다. 본 논문은 VME 폼팩터를 활용한 시험장비의 개발과 시험결과를 보여줌으로서 휴대형 시험장비의 신뢰성을 높이고 국방력 강화에 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

multi-function switching system for Automatic Test Equipment(ATE)", Kumoh National Institute of Technology, 2012

[7] Seoung-Hwa Yang, "Study on Productivity Based maintenance Development Process Model considering the Development Security and Quality", Kon-kuk University, 2012

[8] Myung-seob Yoon, Koo-Rack Park, Chang-Bae Ko, "A design and Implementation of the Temperature Testing Equipment Malfunction Monitoring System Using Arduino", Journal of Digital Convergence, pp. 317-323, May 2016

REFERENCES

- [1] Kim, Dong-Jun, "Real-Time System Parallel Testing Techniques for Weapon System Error Verification," Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 53, No. 11, pp. 130~138, Nov. 2016
- [2] Young-Ho Yoon, Ki-Young Ku, Jong-Joo Keum, Un-Hee Hwang, and Soon Woo "A study on Improvement of ATE Reliability in Production Phase", Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 47, No. 6, pp. 359~366, Nov. 2010
- [3] Hyeok-Jin Gwon, "Implementation of PXIe platform based portable Automatic Test Equipment to improve reliability", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 22 No. 7, pp. 9-16, July 2017
- [4] Ju hyung-chul, "development of VMEbus systems", Measurement Engineering information Monthly, pp.59-64, 1996.01
- [5] Dong-il Kim, "Design and Fabrication of Test Equipment for mass production of Automatic Test Equipment(ATE)", Journal of The Korea Society of Computer and Information Vol. 22 No. 8, pp. 1-7, May 2017
- [6] Won-Ki Kim, "Design and Implementation of the

Authors



Seok Min Lee received the B.S. degrees in Electronics Engineering from Yeungnam University, Korea, in 2011. Mr. Lee joined the ATE Team of Hanwha Systems in Korea in 2010. He is currently a Engineer in the ATE team. He is interested in embedded

system for Aerospace & Military engineering.