Journal of the Korea Industrial Information Systems Research Vol.25 No.4, Aug. 2020 :17-27
http://dx.doi.org/10.9723/jksiis.2020.25.4.017 ISSN:1229-3741

전술정보통신체계 ATE 유효성 검증 방안

(Verification Methods of ATE for TICN System)

박 현 정[1)*], 김 진 성[2)]
(HyeonJeong Bak and JinSung Kim)

요 약 본 논문에서는 무기체계 양산에 활용되는 자동시험장비 (Automatic Test Equipment: ATE)의 유효성 입증을 위한 검증 방안을 제안하였다. 검증되지 않은 시험장비의 시험 데이터는 신뢰성이 미흡하여 객관적인 자료로써 활용이 제한되므로 ATE를 활용한 시험대상품의 품질 수준을 확보하기 위해서 시험장비의 검증이 필수적이다. 제시된 방법을 통해 전술정보통신체계 ATE에 적용하여 검증 결과를 확인하고 유효성 입증 결과를 기술한다.

핵심주제어: 자동시험장비, 유효성 검증, 전술정보통신체계

Abstract In this paper, we proposed verification methods to prove the effectiveness of automatic test equipment (ATE) for weapon systems. Since the test results from the unproven ATE is not reliable and its use is limited as objective data, it is essential to verify the test equipment in order to guarantee the quality level of the unit under test (UUT). Through the suggested methods, it is applied to the ATE of the tactical information communications network (TICN) system to confirm the verification results and to describe the validation results.

Keywords: Automatic test equipment (ATE), Validation method, Tactical information communications network (TICN)

1. 서 론

자동시험장비 (Automatic Test Equipment: ATE)는 범용 계측기부터 전용시험장비를 포함한 특정 시험대상품을 계측 및 시험하는 장비로서 방위사업관리규정에서는 개발단계의 부산물로 해석하고 있다. ATE는 효율적인 시험과 측정이 가능하도록 계측기, 인터페이스를 위한 각종 케이블, 특화된 시험 치구, 계측장비를 제어하고 시험 및 측정 결과를 저장하는 소프트웨어 등을 포함한다 (Ahn et al., 2019). 자체 소프트웨어는 시험 절차와 기술 매뉴얼을 저장하며 Self-test, Self-calibration을 수행하는 자체점검 기능을 활용한 유지보수가 가능한 자체 운영체계를 가진다 (DoD ATS Executive Directorate, 2004). ATE에서 측정한 결과는 설정된 시험합격 판정기준과 비교하여 시험대상품의 불량 여부를 판정하고 표시할 수 있어야 한다. 각 무기체계의 시험대상품에 맞게 개발된 시험장비는 개발단계부터 적절한 방법에 따라 검증하여 양산단계까지 생산능력과 시험 효율성 증대를 위

* Corresponding Author: hyeonjeong@dtaq.re.kr
Manuscript received April 20, 2020 / revised June 09, 2020 / accepted June 17, 2020
1) 국방기술품질원, 제1저자, 교신저자
2) 국방기술품질원, 제2저자

해 지속적으로 활용 가능하다.

유효성 확인은 시험장비가 요구사항에 대하여 적절한 기능을 수행하고 시험한 결과가 객관적임을 확인하는 과정으로, ATE 장비의 신뢰성, 정확성을 확보하기 위해서 해당 장비의 유효성은 개발 단계부터 검증하여야 하며 주기적으로 재점검할 필요가 있다 (Yoon et al., 2010; Ahn et al., 2019). ATE 장비는 구성 계측 장비와 통합된 장비 각각의 유효성에 의해 결정된다. 따라서 ATE를 구성하는 계측 장비 검/교정, 통합 장비의 인터페이스 확인 등 계측기 단위부터 통합된 ATE까지 각 특성에 따른 검토 방안을 수립하여야 한다.

ATE는 무기체계 생산뿐만 아니라 반도체 산업 등 제조 산업 전반에 걸쳐 필수 장비로 활용되며 지속적으로 발전하고 있다. 검증되지 않은 ATE 장비를 활용하여 생산된 제품은 신뢰성이 확보되지 않은 것으로 품질수준을 보장할 수 없기 때문에 도입된 자동시험장비의 유효성을 입증하는 것은 필수적이며 다양한 측면에서 검증 방안이 마련되어야 한다. 자동시험장비의 유효성 입증 필요성에도 불구하고 지금까지는 군수품 ATE의 검증에 대한 체계적 방안이 마련되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 논문에서는 ATE 유효성을 검증할 방안을 제시하고, 해당 방안에 따라 전술정보통신체계 ATE를 검증하고 그 결과를 기술한다. 와이브로 기술을 적용하여 개발된 전술정보통신체계 (Tactical Information Communications Network: TICN)의 부체계인 전술이동통신체계 (Tactical Mobile Communication System: TMCS)의 시험대상장비 차량용증폭기 (Tactical Access Unit: TAU)와 전술다기능단말기 (Tactical Multi-Functional Terminal: TMFT), 기간망 교환접속 체계인 소용량 무선전송체계 (Low Capacity Trunk Radio: LCTRS)의 ATE 장비 세 가지를 선정하여 각 자동시험장비의 측정 유효성을 검증하였다 (Park and Hwang, 2010; Son et al., 2012).

2. ATE 장비 현황

ATE 장비는 성능확인을 위한 시험대상품에 적합하게 구성된 일련의 장비들과 ATE 시험특성에 맞추어진 단독 소프트웨어, 인터페이스용 케이블 조립체를 포함한 시험용 케이블류 및 그 외 특정 시험을 위해 제작되는 시험 치구 등으로 구성된다. 시험항목 특성과 ATE 장비 구성에 따라 ATE 장비 유효성 검증 방안이 달라질 수 있다. 따라서 본 항에서는 ATE 장비 유효성 검증 절차에 우선하여 TICN 품질적합성시험에 활용되는 ATE 장비 중 검증대상 장비로 선정한 TMCS 2종과 LCTRS 1종의 ATE 장비 구성과 용도에 대해서 기술한다.

2.1 TAU 시험장비

TAU 시험장비는 TICN의 부체계인 TMCS의 TAU를 시험하기 위한 자동시험장비이다. 시험대상장비는 TAU 1종으로 관련 규격 (규격서, Quality Assurance Requirement: QAR)에 기술된 시험을 절차에 따라 자동으로 측정하고, 그 결과를 이용하여 검사 및 시험 성적서를 생성한다.

TAU 자동시험장비는 DC 전원공급기, 신호발생기, 신호분석기와 WCT (Wireless Calibration and Functional Test Tool), GCT, TAU 통합시험프로그램 소프트웨어를 포함하는 WCT 시험세트와 계측기 랙으로 구성된다. TAU 자동시험장비 구성은 Fig. 1과 같다.

Fig. 1 TAU ATE

2.2 TMFT 시험장비

TMFT 시험장비는 TICN의 구성장비 중 TMFT를 시험하기 위한 자동시험장비이다. 시험대상장비는 TMFT 1종으로 관련 규격서에 기술된 시험을 자동으로 측정하고 결과 성적서를 생성한다.

TMFT 자동시험장비는 시험항목에 따라 RF (Radio Frequency) 기본시험세트와 TRP/TIS (Total Radiated Power / Total Isotropic Sensitivity) 시험세트 두 가지 장비로 운용한다. RF 기본시험세트는 신호발생기, 신호분석기, 쉴드박스로 구성되며, TMFT의 RF 기본 성능을 검증하기 위한 시험세트이다. 신호발생기와 신호분석기는 TAU 시험장비와 동일하게 활용하며, 쉴드박스는 전파간섭 장비를 위한 차폐역할로서 시험대상품인 TMFT를 쉴드박스 내부에 넣어 시험 및 계측한다. TRP/TIS 시험세트는 TMFT 안테나 성능 척도인 방사특성과 수신성능을 검증하기 위한 별도의 시험 장비로, mWiMAX (mobile-Worldwide Interoperability for Microwave Access) 신호를 call하고 검증하는 Wideband Radio Communication Tester와 시험 시 주변 신호로부터 차폐해주는 쉴드박스로 구성된다. TMFT 자동시험장비 시험세트와 구성은 Fig. 2, 3과 같다.

Fig. 2 TMFT RF Test Equipment

Fig. 3 TMFT TRP/TIS Test Equipment

2.3 LCTRS 시험장비

LCTRS ATE는 TICN 부체계 중 하나인 LCTRS의 마스터 역할을 하는 기지국장비 (Multiple Link Radio: MLR)를 포함한 하위 장비 다링크송수신장치 (MLR Base Band Unit: MBU), 다링크무선처리장치 (MLR Remote RF Unit: MRU)와 최대 8개까지 소부대를 기간망에 연결하는 단국장비 (Single Link Radio: SLR)를 포함한 하위 장비 단링크송수신장치 (SLR Base Band Unit: SBU), 단링크무선처리장치 (SLR Remote RF Unit: SRU) 등 시험대상품 6종에 대한 성능을 시험한다 (Park and Hwang, 2010). LCTRS ATE는 시험특성에 따라 일부는 반자동으로 시험하도록 제작되었다.

Fig. 4 LCTRS ATE

LCTRS ATE는 자동시험 소프트웨어가 탑재된 시험용 PC 랙과 계측기 랙 두 장비로 운용한다. 시험용 PC 랙은 Window 7 기반의 데스크탑으로 전용 소프트웨어를 설치하여 운용한다. 각종 시험 파라미터를 설정하고 각 계측기를 제어하여 자동시험 결과를 성적서 형태로 생성한다.

계측기 랙은 신호분석기와 멀티이더넷 측정기 등 상용 계측기와 Switch Matrix 등을 포함한 9종의 장비로 구성된다. Switch Matrix는 신호 종류가 상이한 시험대상과 ATE 장비 연결을 제어하는 ATE의 핵심 구성품이다(Ahn, 2012; Kim, 2016). LCTRS ATE에서는 내부 RF 스위치를 제어하여 RF 시험 경로를 구성하여 무선 링크 환경을 제공한다. MLR 섹터별 안테나는 S1~S4 포트에, SLR은 P1~P8 포트에 각각 대응된다. 계측기 랙의 구성은 Table 1과 같고, 시험대상품과의 연결은 Fig. 5와 같다.

LCTRS ATE 장비에서 신호분석기는 시험대상장비의 무선 출력이나 RF 통신 성능 측정에 사용하며, 시험대상품과 대향장비 성능 측정을 위해 신호분석기를 두 개로 구성한다. Switch

Table 1 LCTRS ATE Rack

LCTRS Test Equipment Rack
Signal Analyzer 1
Signal Analyzer 2
Switch Matrix
Signal Generator
Digital Multimeter
Multi-Ethernet Tester
Switching Hub #1
Switching Hub #2
DC Power Supply #2
DC Power Supply #1
AC Power Supply

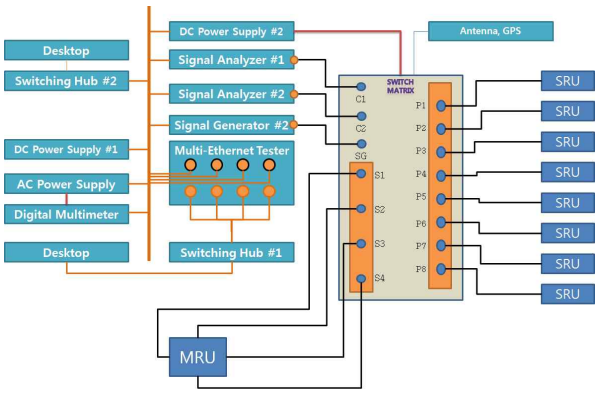

Fig. 5 LCTRS ATE Connection Diagram

Matrix는 RF 스위치를 이용한 시험대상품과 대향장비 사이의 무선 링크 설정에 이용되어 RF 경로를 설정할 수 있게 한다. 신호발생기는 최대수신허용레벨 시험 등에서 특정 신호를 생성하여 간섭신호원으로써 사용된다. 디지털 멀티미터는 전원 발생기의 공급 전원 측정 목적으로 사용하며, 멀티이더넷 측정기는 합성용량시험과 QoS 시험에서 이더넷 패킷을 발생시키고 해당 패킷의 전송 성공률과 데이터 전송 속도를 측정한다. 스위칭허브는 계측기, 시험대상장비, 대향장비를 PC랙의 SW로 제어하도록 하는 이더넷 연결허브이다. AC/DC 전원공급기는 각각 AC/DC 전원 시험에 사용하도록 구성하여 계측기 랙에 설치된다.

3. ATE 장비 검증

ATE 장비는 설계 적합성, 검교정, 임의 고장 유발 시 오류 검출여부, SW 관리 및 일반사항 확인 등 크게 다섯 가지 부분으로 나누어 검증한다. 검증할 ATE 장비별 특성과 시험대상품 시험 항목에 맞추어 세부 검증 점검표를 작성하고 각 ATE 장비의 유효성을 검증하였다.

3.1 설계 적합성 검증

3.1.1 시험항목 검증

시험항목 검증사항은 국방규격의 시험항목별 요구기준이 ATE 장비에 반영되어있는지를 검증하는 요구기준 반영여부와 시험 후 산출물로 생성된 성적서가 시험항목에 맞게 구성되어 있는지 검증하는 출력물 일치성으로 나누어 검토할 수 있다.

각 자동시험장비의 시험항목 검증은 수동확인 항목 일부를 제외한 대상장비의 동작성능과 RF 성능을 확인할 수 있는 항목에 대하여 진행하고 그 결과를 Table 2에 나타내었다. TAU와 TMFT 시험장비는 상용 SW의 시험 설정정보와 시험 후 성적서를 검토하고, LCTRS 시험장비는 전용 SW의 Source Code에 반영된 시험 설정 값 및 판정 조건, 성적서를 검토한다.

각 시험장비에 대하여 시험항목을 검증한 결과 TAU와 TMFT ATE는 시험설정 반영과 성적서의 결과물이 모두 일치하여 문제없음이 확인되었다. LCTRS ATE 시험항목 검증 과정에서는 데이터 전송지연 항목의 결과 판정 조건이 Source Xode에 잘못 반영된 오류를 검출하였다. 규격은 OO ms “이하”로 설정되어 있으나,

Table 2 Validation of Test Items

UUT	Test items	Requirements to check	Verification items	Results
TAU	Maximum Power Consumption	Judgement condition	Test report	Match
TAU	Frequency Accuracy	Judgement condition	Test report	Match
TAU	Occupied Bandwidth	Judgement condition	Test report	Match
TAU	Maximum Tx Power	Judgement condition	Test report	Match
TAU	Tx EVM	QPSK1/2 QPSK3/4 16QAM1/2 16QAM3/4	Test report	Match
TAU	Rx Maximum Tolerable Signal	PER (at QPSK 3/4)	Test report	Match
TMFT	Leakage	Judgement condition	Test report	Match
TMFT	Current Consumption	Sleep mode Voice Calling mode	Test report	Match
TMFT	mWiMAX Tx Constellation Error	QPSK1/2 16QAM1/2	Test report	Match
TMFT	mWiMAX TRP	For each FA	Test report	Match
TMFT	mWiMAX TIS	For each FA	Test report	Match
LCTRS	Transmission delay	Judgement condition	ATE SW Source code	Mismatch
LCTRS	Link Quality	CINR / PER RSSI	ATE SW Source code	Match
LCTRS	Flatness	* Setting parameter Profile FFT Size BW Ratio Guard Interval Frame Duration Downlink Ratio * Judgement condition	ATE SW Source code	Match

시험장비의 판정 조건은 OO ms “미만”으로 작성된 문제가 파악되어 해당 오류에 대해서 SW Source Code를 수정하여 개선하였다.

3.1.2 신호 입출력 유효성 검증

ATE 장비의 신호 입출력 유효성은 시험장비 PC와 계측기 간, 시험장비와 피시험장비 사이의 통신 등을 확인하는 과정으로, 자동시험장비와 대상장비 구성에 따라 신호 입출력 유효성 검증이 필요한 경로를 설정하고 확인한다. 해당 검증은 신호 입출력 관계에 따른 모든 경로에 대해 설정한다.

LCTRS ATE 장비를 구성하는 PC 랙과 계측기 랙의 신호 입출력 유효성과 구성 장비 중 Switch Matrix의 연결 신호를 확인하여 장비 유효성을 입증하는 것으로, 본 항의 검증은 ATE 장비 특성에 따라 LCTRS 시험장비에 대해서만 신호 입출력 유효성을 확인하였다. TAU와 TMFT 시험장비는 시험 진행 가능여부에 따라 신호 입출력 여부를 직관적으로 파악할 수 있어 별도 검증 과정이 필요하지 않아 본 항목은 기술하지 않는다.

3.1.2.1 PC ↔ 계측/시험장비 간 신호 입출력 유효성 검증

시험 구성의 입출력 관계에 따라 모든 경로에 대하여 신호 입출력 유효성을 입증하기 위해 시험용 PC에서 계측기/시험장비로 제어신호가 제대로 출력 되는지 여부와 계측기/시험장비에서 시험용 PC로 측정결과 신호가 제대로 입력되는지 양방향에 대해서 각각 확인한다. 해당 검증은 Table 3의 시험용PC ↔ 계측/시험장비 간 신호 입출력 유효성 검증 점검표를 작성하여 확인하고 결과를 나타내었다. 해당 항목의 검증 결과 PC에서 각 계측기 값을 설정하고 조절 가능함을 확인하였고, 시험장비의 측정 결과가 PC 소프트웨어 성적서로 저장되어 PC와 계측장비 신호입출력 유효성을 확인하였다.

3.1.2.2 Switch Matrix 신호 입출력 유효성 검증

LCTRS ATE를 구성하는 장비 중 Switch Matrix는 시험 대상품과 대응장비의 RF 경로를 구성하는 장비로 시험에 따른 RF 경로가 제대로 구성되어 있는지를 확인하여야 한다. Switch

Table 3 Signal I/O Validity Checklist between PC and Test Instruments for LCTRS

No.	Verification Items	Test Instrument	Checklist	Results
1	Control (PC to Test Equipment)	Signal Analyzer #1	Check that the PC can control the set values for the Signal Analyzer	Possible
2		Signal Analyzer #2		
3		Switch Matrix	Check that the PC can control the set values for the Switch Matrix	Possible
4		Multi-Ethernet Tester	Check that the PC can control the set values for the Multi-Ethernet Tester	Possible
5		AC Power Supply	Check that the PC can control the AC Power Supply	Possible
6		DC Power Supply	Check that the PC can control the DC Power Supply	Possible
1	Measurement (Test Equipment to PC)	Signal Analyzer #1	Check that the results of the Signal Analyzer is properly saved on the PC	Appropriate
2		Signal Analyzer #2		
3		Multi-Ethernet Tester	Check that the results of the Multi-Ethernet Tester is properly saved on the PC	Appropriate

Matrix 전기적 성능 Path Loss 값을 기준값으로 하여 수동으로 측정한 RF 경로별 손실값(Path Loss)과 ATE 자체점검기능의 결과값 비교를 통해 유효성을 입증한다.

MLR의 섹터별 안테나와 대응되는 Sn(n=1~4) 포트와 SLR에 대응되는 Pm(m=1~8) 포트, 신호분석기에 연결되는 C 포트, 신호 발생기와 연결되는 SG포트 등 포트 간 Path Loss를 수동측정과 ATE 자체점검기능으로 측정하였다. 측정할 Path는 Sn-Pm, SG-P1, SG-S1, SG-S2,3,4, S1-C1 경로이다. 두 가지 방법에 따른 측정 결과 RF 경로별 손실 값이 수동 측정한 값과 ATE 자체점검기능의 측정값이 일치하고, 하드웨어 설계명세서의 전기적 성능 기준 범위에 있음을 확인하여 Switch Matrix의 신호 입출력 유효성과 명세서에 따라 설계된 RF 경로 구성을 확인하였다.

3.2 검교정 검증

검교정 검증은 계측기를 활용한 측정결과에 대한 신뢰성을 확인하는 것으로 품질 수준확보를 위한 기본이 된다. 따라서 주기적으로 계측기의 교정 관리가 이루어지는지 점검하여 측정 소급성이 확보된 장비를 사용하는지 확인 한다.

계측기 교정여부는 장비의 교정필증 및 KOLAS (Korea Laboratory Accreditation Scheme) 공식 교정성적서를 통해 확인가능하다. 본 검증은 기본적으로 검교정 대상 장비의 교정주기와 교정일자를 확인하며 일반사항으로는 검교정 계획 및 절차 수립여부와 검교정 이력 관리를 점검하여 시험장비 유효성을 입증한다. 계측기의 일반적인 관리 상태와 영점조정, 설치환경 등도 확인 대상으로 포함할 수 있다.

TAU ATE 장비의 검교정 대상 장비는 신호분석기와 신호발생기, DC 전원공급기 3종이며, TMFT ATE 장비는 신호분석기와 신호발생기, Wideband Radio Communication Tester 3종을 식별하여 검증하였다. LCTRS ATE는 구성장비 9종 중 신호분석기 2종, 디지털 멀티미터, 신호발생기와 AC/DC 전원공급기를 포함하는 상용계측기 6종에 대해서 ATE 장비 4 Set를 전수검사하여 검교정 여부를 검증하였다.

검교정 계획 및 절차와 검교정 이력이 별도의 시스템을 통하여 수립되고 관리함을 확인하고, 검교정 이력을 통해 각 계측장비의 교정일과 주기를 확인하였다. 확인 결과 교정주기 내 교정된 장비 활용하고 있어 측정결과의 신뢰성이 확인되었다.

3.3 임의 고장유발 시 오류 검출여부 검증

본 항목에서는 자동시험장비의 고장 상황을 모사하였을 때 ATE 장비가 오류를 검출하고 적절한 판정을 출력하는지 확인하여 유효성을 입증한다. ATE와 UUT (Unit Under Test)의 신호를 분리시키는 물리적 고장으로 오류가 검출될 수밖에 없는 상황을 설정하고 고장 검출 여부를 확인하므로 자동시험장비는 반드시 오류를 출력하여야 한다. 오류검출이 되지 않는 항목에 대해서는 유효성을 입증하지 못한 것으로 판단할 수 있다.

ATE를 구성하는 계측기의 일부만 점검하지 않도록 TMFT 시험장비는 RF 기본시험세트와 TRP/TIS (Total Radiated Power/Total Isotropic Sensitivity) 시험세트에서 각각 진행하는 시험항목을 선택하며, LCTRS 시험장비는 시험대상장비 6종에 해당하는 대표 시험항목을 선택하였다. 장비별 임의 고장유발 시 오류 검출여부 점검표에 따라 검증한 결과는 Table 4와 같다.

검토 결과 다링크무선처리장치 (MLR Remote RF Unit: MRU) 평탄도 시험항목과 단링크무선처리장치 (SLR Remote RF Unit: SRU)의 주파수 정확도 시험항목에서 임의고장 유발 시 'Pass' 출력되어 두 항목에서 고장 검출이 이루어지지 않았다. 두 항목의 오류 미검출 결과에 따라 MRU에 대해서는 시험대상장비 (다링크무선처리장치) - 스위치매트릭스 간 동축케이블(S2) 해제 여부에 따라 평탄도 시험결과가 오류를 검출하고, SRU에 대해서는 시험대상장비 (단링크송수신장치) - 스위치매트릭스 간 동축케이블(P1) 연결 해제시 주파수 정확도 측정결과가 오류를 검출하도록 해당 부분의 SW Source Code를 변경하였다. 수정된 SW 버전으로 재점검한 결과, ATE 장비가 정상적으로 오류를 검

출하도록 개선되었다.

3.4 SW 관리 검증

자동시험장비의 소프트웨어 유효성 입증을 통해 전용 프로그램을 관리하며 검증은 업체품보계획서의 SW 정보를 기준으로 해당 SW 버전, 파일크기, CheckSum값을 확인한다. CheckSum은 생성 Tool에 따라 그 값이 다르므로, 확인 Tool과 적용 버전을 함께 관리하도록 확인할 필요가 있다. 일반적인 관리사항으로 해당 SW의 형상관리를 점검하고, SW 점검절차서의 구비여부를 확인할 수 있다.

각 ATE SW 목록과 검증 결과는 Table 5와

Table 4 Checklist for Error Detection by Causing Random Failure

No.	UUT	Test Items	Test Conditions	Results
1	TAU	Tx EVM Rx Sensitivity	Disconnect the connection cable between TAU and the PC	Fail
2	TAU	Tx EVM Rx Sensitivity	Disconnect the connection cable between TAU and the Attenuator	Fail
3	TMFT	mWiMAX Rx Sensitivity	Disconnect the connection cable between TMFT and the RF divider	Fail
4	TMFT	mWiMAX Rx Sensitivity	Disconnect the connection cable between TMFT and the RF interface device	Fail
5	TMFT TRP/TIS	mWiMAX TIS	Disconnect the connection cable between shield box and Wideband Radio Communication Tester	Fail
6	LCTRS (MLR)	Multi-Access to MBU	Disconnect the LAN cable between the UUT(MLR) and Switching Hub	Fail
			Disconnect the hybrid cable between the UUT(MBU) and the UUT(MRU)	Fail
			Disconnect the coaxial cable(S1) between the UUT(MRU) and Switch Matrix	Fail
7	LCTRS (MBU)	Capacity	Disconnect the hybrid cable between the UUT(MBU) and the response equipment(MRU)	Fail
			Disconnect the LAN cable between the UUT(MBU) and Switching Hub	Fail
8	LCTRS (MRU)	Flatness	Disconnect the hybrid cable between the UUT(MRU) and the response equipment(MBU)	Fail
			Disconnect the coaxial cable(S2) between the UUT(MRU) and Switch Matrix	Pass
9	LCTRS (SLR)	Link Quality Measurement	Disconnect the coaxial cable(P1) between the UUT(SRU) and Switch Matrix	Fail
			Disconnect the hybrid cable between the UUT(SRU) and the response equipment(SBU)	Fail
10	LCTRS (SBU)	QoS	Disconnect the LAN cable between the UUT(SBU) and Switching Hub	Fail
			Disconnect the hybrid cable between the UUT(SBU) and the response equipment(SRU)	Fail
11	LCTRS (SRU)	Frequency Accuracy	Disconnect the hybrid cable between the UUT(SRU) and the response equipment(SBU)	Fail
			Disconnect the coaxial cable(P1) between the UUT(SRU) and Switch Matrix	Pass

Table 5 SW Information Confirmation

No.	UUT	SW	SW information	Results
1	TAU	WCT Program	version	Match
			plan file chechsum	
2	TAU	GCT Program	version	Match
3	TAU	TAU Integrated Test Program	version	Match
4	TMFT	WCT Program	version	Match
			plan file chechsum	
5	TMFT	R&S CMW Run Program	version	Match
6	LCTRS	LCTRS_ATE_SW	version	Match
			file size	
			SW checksum	
			SW reliability test	Pass

Table 6 General Check Point List

순번	Check Point	Requirements	Results		
			TAU	TMFT	LCTRS
1	Documents	Check that the TDP(Technical Document Package) is registered in document system	N/A	N/A	Pass
2	Management	Check the inspection process and validation procedure of ATE	N/A	N/A	Pass
3	Instrument Performance	Check that the instrument specification is appropriate for measurements	Pass	Pass	Pass
4	Reference Equipment	Check the reference equipment status	N/A	N/A	Pass
5	ESD	Check that the test site is equipped with ESD protection equipment	Pass	Pass	Pass
6	Environmental status	Check that the installation site of the ATE is appropriate for environmental conditions	Pass	Pass	Pass
7	GND	Check that the GND level between the ATE power and the UUT ground	Pass	Pass	Pass
8	Power cable GND	Check that the power cable of ATE is grounded	Pass	Pass	Fail
9	Connection status	Check that the connections between the PC, instruments and other cables	Pass	Pass	Pass
10	Cleanliness	Check that the environment is kept clean	Pass	Pass	Pass
11	Physical deformation	Check the physical deformation of the figure	Pass	Pass	Pass
12	Cables	Check that VSWR and impedence of RF cables are within the effective range	Pass	Pass	Pass
13	Initial Boot	Check that the initial book of the ATE is worked properly	Pass	Pass	Pass
14	Instrument Remote control	Check the IP address of the instruments and the remote mode operation	N/A	N/A	Pass
15	Self-test	Check the performance results of self-test and self-calibration	N/A	N/A	Pass

같다. 세부적으로 TAU ATE는 2종의 상용 SW와 1종의 자체 통합시험프로그램이 있으며, TMFT ATE는 2종의 상용 SW가 탑재된다. 두 장비에서 제조사 제공 SW인 WCT (Wireless Calibration and Functional Test)를 활용하고 있으며, 해당 SW에 대한 목록과 버전정보, Plan File의 정보를 확인하여 업체품보계획서의 SW 정보와 일치함을 확인하였다. WCT의 Plan File은 시험 설정 데이터가 저장된 파일로 해당 파일의 정보를 검증해두는 것으로 추후 측정 설정값을 직관적으로 파악하는 방법이 된다.

LCTRS ATE는 1종의 자체 SW가 탑재되어 있으며 해당 SW에 대하여 버전, 파일크기, CheckSum값을 확인하고 SW 신뢰성 확보를 위해 정적시험을 추가로 수행하여 검증하였다.

3.5 일반사항 검증

ATE 장비 관리를 위한 일반사항들은 Table 6의 점검 기준에 따라 검증하였다. 시험장비의 기술자료 관리와 절차서 구비 등 문서관리 항목과, 시험장비의 설치 조건, 정전기 방지 대책 등의 장비관리 사항, 계측기의 구성과 기본 동작 확인 사항 등 ATE 장비 검증을 위한 일반적인 15항목을 고려하여 점검표를 작성하였다. TAU 및 TMFT 시험 장비를 구성하는 계측기는 상용 장비로 구성되어 일부 항목은 확인이 제한되어 점검항목으로 하지 않는다. ATE 장비 특성에 따라 필요한 항목만 선택적으로 검증하도록 한다.

확인 결과 LCTRS ATE 신호발생기 두 대의 접지단자가 GND (Ground)에 미연결됨을 확인하고 조치하여 신뢰성 확보가 가능하였다.

4. 결 론

본 논문에서는 ATE 자동시험장비의 유효성을 입증하는 방안을 제안하였다. 제시한 방안을 토대로 TICN의 자동시험장비인 TAU 시험장비, TMFT 시험장비, LCTRS 시험장비 3종에 대하여 유효성을 검토한 결과 LCTRS 시험장비에 대해 일부 요구조건 불일치 사항 등을 확인하였고, 해당 SW의 Source Code 변경 등 시정조치를 통해 개선할 수 있었다. ATE 시험장비를 검증하는 방안은 ATE를 구성하는 장비나 시험대상품의 특성에 따라 가감하여 확인가능하며 지속적으로 발전시켜 개선해나갈 필요가 있다. 본 연구에서 검토한 ATE 장비의 검증방안을 참고하여 군수품 생산뿐만 아니라 다양한 산업에서 공장자동화시스템의 자동시험장비를 활용한 생산품의 품질 수준을 확보하는데 도움이 될 것이다.

References

Ahn, B. Y. (2012). A Study on the Selection of the Design for Common or Unique use of Auto Test Equipment Systems. *The Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Nov. Seoul, Korea, pp. 416-417

Ahn, M. K., Choi, S. E., and Lee, S. L. (2019). A Study on Validation of ATE for Development Phase. *The Korean Institute of Electrical Engineers - Information and Control Symposium*, pp. 168-169.

DoD ATS Executive Directorate. (2004). *Automatic Test Systems Handbook.* U.S. Department of Defense.

Kim, D. I. (2016). Test Equipment Design Scheme for Testing the PCB of the Switching Equipment. *The Institute of Electronics and Information Engineers*, Jun. Jeju, Korea, pp. 1596-1598.

Park, G. S., and Hwang, J. S. (2010). TICN System Requirement and Capability for FutureWarfare Environment. *Telecommunications Review*, 20-2(3), 196-206.

Son, Y. J., Bae, B. G., Son, T. S., Ko, Y. B., Lim, K. J., and Yun. M. Y. (2012). Mutual Authentication Method between Wireless Mesh Enabled MSAPs in the Next-generation TICN. *The Journal of*

Korean Institute of Communications and Information Sciences, 37(5), 385-394.

Yoon, Y. H., Ku, K. Y., Keum, J. J., Hwang, U. H., and Woo, S. (2010). The Study on Improvement of ATE Reliability in Production Phase. *The Institute of Electronics Engineers of Korea - System and Control*, 47(6), 19-26.

박 현 정 (HyeonJeong Bak)

- 정회원
- 경북대학교 전자공학부 학사
- 2019 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원
- 관심분야 : 제품신뢰성, 품질수준, ATE

김 진 성 (JinSung Kim)

- 인제대학교 나노공학부 학사
- 부산대학교 전기전자공학과 석사
- 2012년 ~ 2018년 : LS산전 초고압변압기 연구원
- 2018년 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원
- 관심분야 : 무선통신 시스템, 신뢰성 공학, 전자기응용시스템