

제출문

국토교통부 장관 귀하

본 보고서를 “모터카용 Low Cost ATP 기술 개발”(개발기간 : 2012. 04. ~ 2015. 10.)과제의 최종보고서로 15부를 제출합니다.

2015 . 11. 25.

주관연구기관명 : (주)한터기술 김 동운 (인)
 협동연구기관명 : (인)
 참여기관명 : (주)한터기술 김 동운 (인)

주관연구책임자 : 송 규연
협동연구책임자 :
참여기관책임자 : 송 규연

「국가연구개발사업의 관리등에 관한 규정」 제18조 및 「국토교통부 소관
연구개발사업 운영규정」 제38조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	13PRTD-C0 61726-02	해 당 단 계 연 구 기 간	2013.04.30 ~2015.10.29	단 계 구 분	1단계/ 1단계
연 구 사 업 명	중 사 업 명				
	세부 사업명	국토교통기술촉진연구사업			
연구과제명	대 과 제 명				
	세부 과제명	모터카용 Low Cost ATP 기술 개발			
연 구 책 임 자	송 규연	해당단계 참 여 연구원 수	총: 19 명 내부: 19 명 외부: 명	해당단계 연 구 개 발 비	정부: 578,000 천원 민간: 249,000 천원 계: 827,000 천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 19 명 내부: 19 명 외부: 명	총 연구개발비	정부:1,007,000 천원 민간: 438,000 천원 계: 1,445,000 천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	(주)한터기술 부설연구소			참여기업명 (주)한터기술	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위 탁 연 구	연구기관명:			연구책임자:	
요약 1. ERTMC/ETCS Level 1 신호 시스템을 지원하는 모터카용 Low Cost ATP차상장치 개발				보고서 면수 : 100	

2. Low Cost ATP 차상장치 하드웨어 개발 3. Low Cost ATP 차상장치 소프트웨어 개발 4. ATP 차상장치를 시험하기 위한 시험기 개발 5. 특허 등록 : 1건 6. 소프트웨어 등록 : 1건 7. 시제품 : 2건 8. 환경시험 : 1건 9. 현장시험 : 1 건 9. 보고서 : 23건 10. 평가 기준 절감 비율 : 43% 11. 활용 계획 : 개발된 ATP 차상장치를 코레일에서 운용하고 있는 모터카에 탑재하여, 모터카가 ATP 신호 하에 안전하게 운행 하도록 함. 12. 판매 계획 : 코레일에서 현재 운용하고 있는 모터카 380대에 대해서는 기존 모터카에 ATP 차상장치를 장착하는 방식으로 판매하고, 코레일에서 신규로 발주하는 모터카에 대해서는 모터카 신규 제작 시 ATP 차상장치를 탑재하는 방식으로 판매 할 계획 임.	
---	--

국문 요약문

			코드번호	D-01	
연구의 목적 및 내용	1) ERTMS/ETCS Level 1 신호시스템을 지원하는 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 개발 2) 개발된 시스템을 코레일에서 운영 중인 모터카에 설치하여, 모터카가 신호시스템의 관리 하에 안전하게 운영 되도록 함.				
연구개발성과	1) 특허등록 : 1건 2)프로그램 등록 : 1건 3) 시제품 : 2 건 4) 현장 시험 : 1건 4) 보고서 : 23건				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	1) 기술실시계획 현재 코레일에서 경부선, 호남선 및 경전선에서 운용되고 있는 모터카에는 ATP 차상장치가 장착되어 있지 않다. 본 연구를 통해 개발된 차상 ATP 장치를 코레일에 판매하여 모터카용 ATP 차상장치로 활용하고자 한다. ERTMS/ETCS Level 1 규격을 만족하는 ATP 지상 장치가 설치되어 있는 경부선, 호남선 및 경전선에서 운용되고 있는 모터카용 ATP 차상장치로 활용이 가능하다. 2) 판매 계획 코레일 전철처 및 선로 관리처에서 보유하고 있는 모터카용 ATP 차상장치로 판매할 계획이다. 두 개의 부처에서 보유하고 있는 모터카 대수는 다음과 같다. (1) 코레일 전철처에서 보유하고 있는 모터카 대수 : 90대 (2) 코레일 선로관리처에서 보유하고 있는 모터카 대수 : 290 대				
중심어 (5개 이내)	모터카	철도신호	유럽표준	자동열차보호	차상신호

< SUMMARY >

		코드번호		D-02	
Purpose& Contents	1) Development of Low Cost On-Board ATP compatible with ERTMS/ETCS Level 1 for Motor Car 2) By installing Low Cost On-Board ATP into Motor Car in Korail, Motor Car is operated by protection of On-Board ATP				
Results	1) Patent Register : 1 case 2) Program Register : 1 case 3) Prototype : 2 cases 4) On-Site Test : 1 case 4) Report : 23 cases				
Expected Contribution	A. Technology Implementation Plan Now the Motor Cars operated in the Kyeongbu Line, Honam Line and Kyeong Jeon Line are not installed On-Board ATP. The developed On-board ATP will be used for On-Board ATP of Motor Car. For the Motor Cars operated in Kyeongbu Line, Honam Line and Kyeongjeon Line installed Wayside ATP compatible with ERTMS/ETCS Level 1 specification, the developed On-Board ATP can be applied. B. Sales Plan The developed On-Board ATP will be sold into Korail. In Korail, Electrical Part and Facility Part operate the number of Motor Car as follows: (1) Number of Motor Cars owned by Electrical part in Korail : 90 (2) Number of Motor Cars owned by Facility part in Korail : 290				
Keywords	Motor Car	Signal System	ERTMS	ETCS	ATP

< Contents >

1. Introduction	8
2. Worldwide Technical Deveopment in Related Fields	9
3. Results of Research and Development	12
4. Effect and Achievement of Study	94
5. Application of Research Results	96
6. Science and Technology Information	99
7. Security Level	99
8. Status of Registering Research Facility/Equipment	99
9. Status of Safeguard	99
10. Representative Research Result	99
11. Additional Information	99
12. Reference	100

<Appendix> Self Assessment

<Appendix> Application Plan

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	8
2. 국내외 기술개발 현황	9
3. 연구수행 내용 및 결과	12
4. 목표달성도 및 관련분야 기여도	94
5. 연구결과의 활용계획	96
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	99
7. 연구개발결과의 보안등급	99
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황	99
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	99
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	99
11. 기타사항	99
12. 참고문헌	100

〈별첨〉 자체평가의견서

〈별첨〉 연구개발결과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

	코드번호	D-03
가. 연구개발 목적 (1) ERTMS/ETCS Level 1 신호시스템을 지원하는 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 개발 (2) 개발된 시스템을 코레일에서 운영 중인 모터카에 설치하여, 모터카가 신호시스템의 관리 하에 안전하게 운영 되도록 함. 나. 연구개발의 필요성 (1) 기술적 측면 모터카에 적합하면서, 유럽 표준 규격에서 제시하는 기능 및 성능을 만족하고, 고신뢰성 및 Safety를 제공하는 시스템을 가격 경쟁력 있게 설계하고 개발하는 기술이 필요하다. (2) 경제산업적 측면 유럽 표준 ERTMS/ETCS Level 1 규격을 만족하는 시스템을 유럽 신호 전문 회사들이 개발하여 판매하고 있다. 철도 신호 시스템은 열차 충돌 및 충돌을 방지하는 시스템이므로, 철도 신호 시스템 시장에 진입하기에는 많은 기술 장벽이 있다. 이러한 제품을 적용하려면 고가의 비용을 지불하여야 하는데 모터카와 같은 특수 차량에 적용하기에는 고가이다. 모터카에 적합한 차상 신호 시스템을 개발하면 국내 모터카 시장뿐만 아니라 해외 시장에도 진출할 수 있다. (3) 사회문화적 측면 ATP 차상 장치를 모터카에 장착하면 철도 시설물을 유지 보수하는 작업자의 안전을 보장하고, 인명 사고 및 재산상의 사고를 줄임으로써 작업자들의 업무 만족도를 높이고 철도운영회사의 물질적인 피해를 감소시킬 수 있다. 다. 연구개발 범위 (1) 연구개발의 정의 (가) ERTMS/ETCS Level 1 신호시스템을 지원하는 모터카용 저 가격 ATP 차상장치 개발 (나) 개발된 장치를 코레일에서 운영 중인 모터카에 설치하여, 모터카가 신호시스템의 관리 하에 운영 되도록 함. 라. 연구개발의 범위 (1) 모터카용 Low Cost ATP 차상장치용 이중화된 하드웨어 개발 (2) 모터카용 Low Cost ATP 차상장치용 소프트웨어 개발 (3) 모터카용 Low Cost ATP 차상장치에 대한 RAMS 문서 작성 마. 연구개발의 특징 (1) 2oo2 이중화된 하드웨어 개발 (2) ERTMS/ETCS Level 1 요구 규격과 호환성 제공 (3) 모터카에 설치 가능한 간결한 구조		

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

가. 국내 기술 및 산업 동향

(1) 간선철도 및 고속철도

2000년 이후 개통예정이거나 건설 중인 일반철도를 대상으로 구축된 신호시스템 현황 조사결과는 다음과 같다. 일반철도의 경우 Balise와 궤도회로방식의 ATP를 도입하고 있다. 고속철도에는 ATC 방식인 Alstom 사의 TVM-430 시스템을 주 시스템으로 하여, ATP 시스템 및 ATS 시스템이 장착 되어 있다[1].

모터카 중에서 고속철도에서 유지 보수용 모터카에 자동열차제어시스템이 장착된 사례가 있다. 고속선 유지보수 모터카이므로 모터카에는 고속차량과 동일한 자동열차제어시스템이 장착 되었다.

(2) 경량전철

우리나라는 1990년대부터 지자체별로 경량전철건설을 계획하였으며, 현재 개통예정이거나 건설 중인 경량전철노선을 대상으로 구축된 신호시스템을 조사 하였다.

경량전철건설은 대부분 민간자본을 유치하여 진행되고 있으며, 운영 및 수익성 등을 감안하여 차량운행과 연관된 무인자동운전을 지원하는 신호시스템이 장착된 외국 시스템을 도입하고 있다.

(3) 광역도시철도

1990년대 이후 개통예정이거나 건설중인 도시철도 및 광역철도를 대상으로 구축된 신호시스템 현황을 조사 하였다. 노선별 다소 차이는 있으나, 발리스와 궤도회로를 사용한 ATP/ATO가 주류를 이루고 있으나, 최근 신분당선의 경우 경전철과 같은 맥락에서 외국에서 도입한 무선통신기반의 열차제어시스템을 적용하였다.

나. 해외 기술 및 산업 동향

(1) 국외 신호시스템 전문 업체는 현재 CBTC 및 ETCS(European Train Control System) 방식의 철도신호시스템을 개발하여 판매하고 있는 상태이다.

유럽 신호 시스템 전문 업체는 자체적으로 신호시스템을 시험할 수 있는 Test Bench를 구축하여 신뢰성 및 안전성을 시험하고 있는 상태이다. 실제 노선에 설치되는 모든 장치를 구비하여 시험할 수 없으므로, 실제 장치를 최소한으로 구비하고 나머지 부족한 장치는 시뮬레이션으로 Test Bench에서 구현한다. 차상장치에 탑재되는 차상신호장치도 노선에서 운영되는 철도차량에 탑재하여 시험하기 전에 시뮬레이션으로 Test Bench에서 실제 편성 개수만큼 구현하여 시험한다.

전 세계적으로 철도산업이 성장하고 있고, 철도 노선을 신규로 건설하고 있는 국가가 많으므로, 이러한 국가에 신규로 건설되는 철도 노선을 위한 철도신호시스템을 전체적으로 시험할 수 있도록 하기 위해 개발된 Test Bench를 수출할 수 있다.

(2) 유럽의 ERTMS/ETCS프로젝트

유럽은 EU를 중심으로 정치, 경제의 통합을 추진하고 있으며, 이 통합에는 유럽 각국의 상이한 열차제어시스템의 통합도 포함하고 있다. 현재까지 활발히 진행되고 있는 열차제어 시스템의 통합은 상호운영성(Interoperability)을 목적으로 하는 ERTMS/ETCS(European Railway Train Management/European Train Control System)개발이며, 현재는 완성된 시스템의 기능사양서와 요구사양서를 토대로 개발한 몇 개의 시스템에 대한 현장시험을 거쳐 여러 노선에서 건설하고 영업을 개시하고 있다. 1990년대에 UIC(International Union of Railways)에서 ETCS의 검토, 개발을 처음 시작 하였으며, 1996년에 200km/h 이상의 고속선에서 상호운전성을 구현하는 것을 목적으로 하는 유럽지침(Directive 96/48/EC)이 공포되었다. 이미 UIC A200 위원회는 ETCS 기능요구 사양서 (FRS : Function Requirements Specification)와 시스템요구사양서 (SRS : System Requirements Specification)를 작성하였다[2].

또한, 독일, 프랑스, 이탈리아의 국영철도회사는 EU법규에서 인증하는 EEIG (European Economic Interest Grouping)조직 내부에 ERTMS (European Railway Traffic Management System)사용자 그룹을 구성하였다. ERTMS 사용자그룹은 고속선을 대상으로 하여 보다 간단한 열차제어시스템사양서 작성을 목적으로 1997년 스페인 국철 등이 그룹에 추가로 참가하였다. ERTMS 사용자그룹은 ETCS의 SRS를 기본으로 고속선을 대상으로 하는 SRS(version 4A : 1997년, 5A : 1998년)를 작성하였다.

다. 국내의 기술개발현황에서 차지하는 위치

(1) 연구개발결과의 우수성

본 연구에서 개발하는 시스템은 차상 부분으로 다음과 같은 특징을 가진다.

- 이중계(CPU, 전원 장치)로 Redundant System
- 6U, 19" 서브랙의 Compact한 구조
- 유럽 표준 ETCS 차상 ATP 제어 기능 구현
- BTM(Balise Transmission Module) 기능 보유,
CAU(Compact Antenna Unit) 인터페이스 가능
- ATS(Automatic Train Stop, 3/5 현시) 기능 지원
- 고 신뢰성 및 안전성 제공
- 안전성: 두 개의 CPU 처리 결과를 비교하여 처리 결과가 동일한 경우에만 출력
- CPU Holding 시 외부 장치 구동을 위한 전원 차단(Fail safe 원칙 적용)
- 통신 프로토콜 : Sequence number 및 CRC 사용 (에러 검출)
- 간편한 조작
- 편리한 유지보수 기능

(2) 연구개발결과의 차별성

모터카용 Low Cost ATP 차상장치에 대한 장점은 다음과 같다.

- 유럽 철도 신호 표준 준수
- ERTMS/ETCS SRS 2.3.0 기준을 만족하는 소프트웨어 구현
- Simple한 구조
- Single Thread로 구성되어, 고장 확률이 적고, 분석 및 수정이 용이함
- 안전성 제공
- 신뢰성 제공
- 실제 노선과 동일한 환경에서 시험/검증
- 지상 장치 시뮬레이션 및 Test Tool을 이용한 시험 및 검증
- RAMS를 이용한 통합적인 품질 관리
- 편리성 제공
- 모듈 구조 : 구조 변경에 유연하게 대응

3. 연구수행 내용 및 결과

		코드번호	D-05
가 연구 내용 및 결과			
(1) 연구개발 추진 체계			
구 분	주관(위탁)연구기관		
1차년도 (2012년)	차량요구사항 시스템사양협의 결정 기술정보 수집(학회,업계,특허 site 조사) 시스템 요구사항 결정 IEEE 등 유럽, 미국 특허 시스템 구조설계 시스템 HW설계/제작 시스템 SW 설계/제작 시스템 Integration 시스템 기능 시험 시제품 제작 ETCS 호환성 시험 신뢰성 시험 국내인증기관 조립시험 설치 Interface 시험 및 기능 검증 실차 환경 장비 성능 및 기능 검증 수정 보완 및 안정화 지원 연속 주행 시험 기술 지원 기술지원 및 안정화 작업		
2차년도 (2013년~ 2015년)	그림 1 연구개발 추진 체계		

(2) 연구개발 추진 계획

표 1 1차년도 연구개발 추진 계획

연 차	연구목표	수행 전략 및 방법론
1차년도	▪ 모터카용 Low Cost ATP 시스템용 이중화된 하드웨어 개발	▪ 2oo2 구조로 연산 결과를 서로 비교하여 일치되는 경우에만 출력을 내보내는 구조 ▪ 모터카에 적합한 Low Cost 차상장치 하드웨어 설계 ▪ 시제품 개발
	▪ 모터카용 Low Cost ATP 시스템용 소프트웨어 개발	▪ ERTMS/ETCS Level 1 규격을 만족하면서 모터카에 적합한 차상 운영 소프트웨어 설계 ▪ EN50128을 만족하는 소프트웨어 개발 방법론 적용 ▪ 자동화된 툴을 사용하여 소프트웨어에 대한 정적인 시험 및 동적 시험 실시 ▪ 실시간 운영체제용 Driver 설계 및 개발 ▪ 실시간 운영체제를 이용한 운영 소프트웨어 설계 및 개발
	▪ 모터카용 Low Cost ATP 시스템에 대한 RAMS 문서 작성	▪ RAMS 문서 작성 ▪ RAMS 관리계획서 외 10건 작성

표 2 2차년도 연구개발 추진 계획

연 차	연구목표	주요 연구내용
2차년도	형식시험	- 철도신호시스템용 형식시험 - 인증용 시스템 제작 - 인증용 문서 작성
	모터카용 Low Cost ATP 시스템용 시험기 개발	- 모터카용 Low Cost ATP 시스템용 시험기에 대한 하드웨어 및 소프트웨어 개발 - 시험기 시제품 개발
	기능 및 성능 시험	- 시험기 및 시뮬레이션 환경을 이용한 시험 - 제작된 시스템에 대한 신뢰성 시험
	모터카용 Low Cost ATP 시스템에 대한 RAMS 문서 작성	- MTTF : 132,750 시간 - RAMS 문서 작성 - S/W 모듈시험 보고서외 5건 작성
	국내 또는 국외 표준규격 인증	- 인증용 문서 작성 - 차지상간 통신 기능 인증 - 인증 작업 현장 지원
	현차 시험	- 시험 절차서 작성 - 운행선 실차시험
	시스템 통합(ATP/STM(ATS))	시제품 개발(보완)

(3) 연구개발 추진 일정

표 3 1차년도 연구수행 일정

구 분 개발내용		연 구 개 발 기 간												진도(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
하 드 웨 어 개 발	요구 사항 정의													100
	시스템 정의													100
	하드웨어 구조설계													100
	장납기 부품 구매													100
	보드별 상세 설계													100
	기구 상세 설계													100
	보드 및 기구 제작													100
														100
소 프 트 웨 어 개 발	S/W 요구 사항 정의													100
	S/W 구조 설계													100
	S/W 모듈 설계													100
	OS 및 Driver 구현													100
	응용 S/W 구현													100
RA MS 문 서 작 성	RAMS 관리계획													100
	H/W RAMS 계획 문서													100
	S/W RAMS 계획 문서													100
총 진도율														100

표 4 2차년도 연구수행 일정

연차	연구목표	연구내용	추진 일정(월별)																														진도 (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
2차 년도	모터카용 Low Cost ATP 시스템 용 시험기 개발(보완)	시험기 요구사양	■																														100
		시험기 HW 설계		■	■																												100
		시험기 S/W 설계		■	■																												100
		시험기 제작				■	■																										100
	기능 및 성능 시험 (보완)	기존 지상신호장치 호환성 검토	■																														100
		H/W 기능 시험	■	■																													100
		S/W 기능 시험	■	■	■																												100
		형식 시험			■	■																									■	■	100
		시스템 통합 시험			■	■	■	■																									100
		신뢰성 시험							■	■	■	■	■	■																			100
																																	100
	모터카용 Low Cost ATP 시스템 에 대한 RAMS 문서 작성(보완)	시험보고서		■	■	■																											100
		통합시험보고서					■	■	■	■																							100
		V&V 보고서									■	■	■	■																			100
	국내 또는 국외 표준 규격 인증	시험 계획수립																				■	■										100
		시험 신청																						■									100
		시험업무 지원																							■								100
	현차시험	시험 계획 수립													■	■	■	■	■														100
		모터카 개조																				■											100
		운행선 현차시험																					■	■	■	■							100
	시스템 통합	ATP/STM(ATS) 통합																										■	■	■	■	■	100

(4) 연구개발 내용

(가) 하드웨어 장치

본 연구에서 개발하는 시스템은 차상 부분으로 다음과 같은 특징을 가진다.

- 이중계(MPU, 전원 장치)로 Redundant System
- 6U, 19" 서버랙의 Compact한 구조
- 유럽 표준 ERTMS/ETCS ATP 차상 제어 기능 구현
- BTM 기능 보유, CAU 인터페이스 가능
- ATS(3/5 현시) 기능 지원 가능 구조
- 고 신뢰성 및 안전성 제공
- 안전성: 두 개의 MPU 처리 결과를 비교하여 처리 결과가 동일한 경우에만 출력
- MPU Holding 시 외부 장치 구동을 위한 전원 차단(Fail safe 원칙 적용)
- 통신 프로토콜 : Sequence number 및 CRC 사용 (에러 검출)
- 표준 유럽 MMI 인터페이스
- 간편한 조작
- 편리한 유지보수 기능

모터카용 Low Cost ATP 차상장치는 2 대의 MMI, 타코미터와 인터페이스 되고, 차지상 통신을 위한 BTM(Balise Transmission Module) 및 CAU(Compact Antenna Unit), 비상브레이크와 같은 입출력 장치를 제어한다.

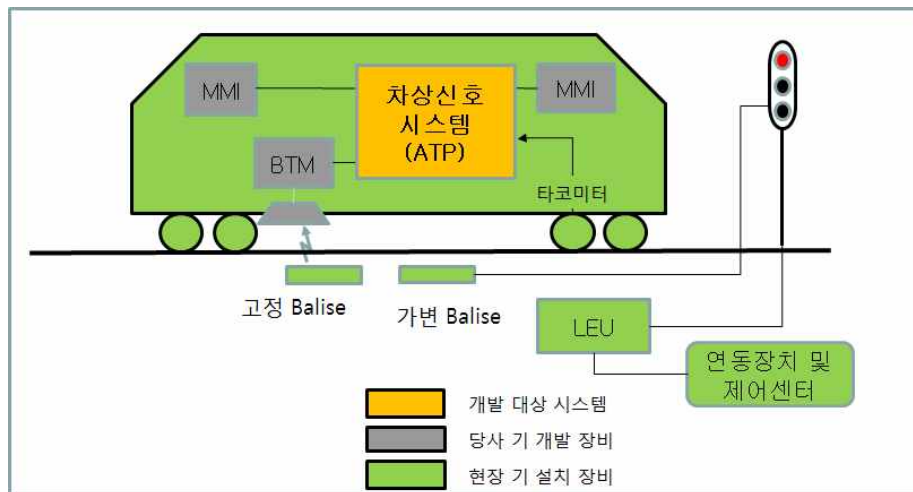


그림 2 모터카용 ATP 시스템

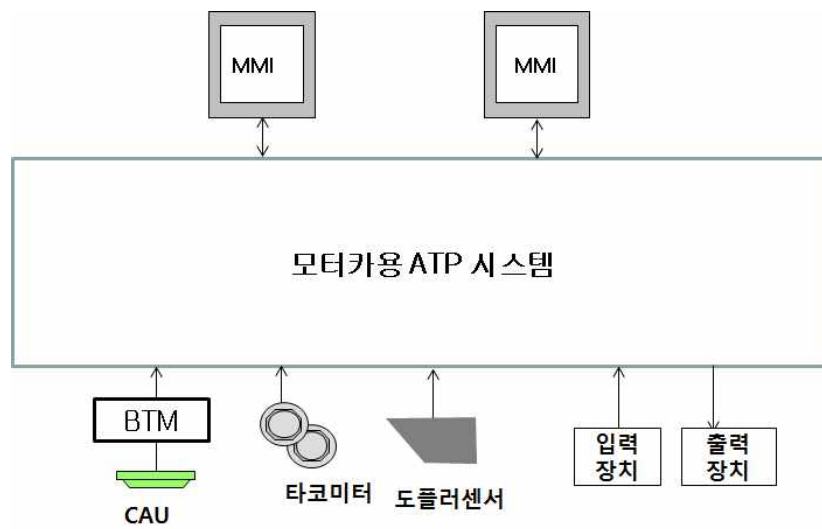


그림 3 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 개요

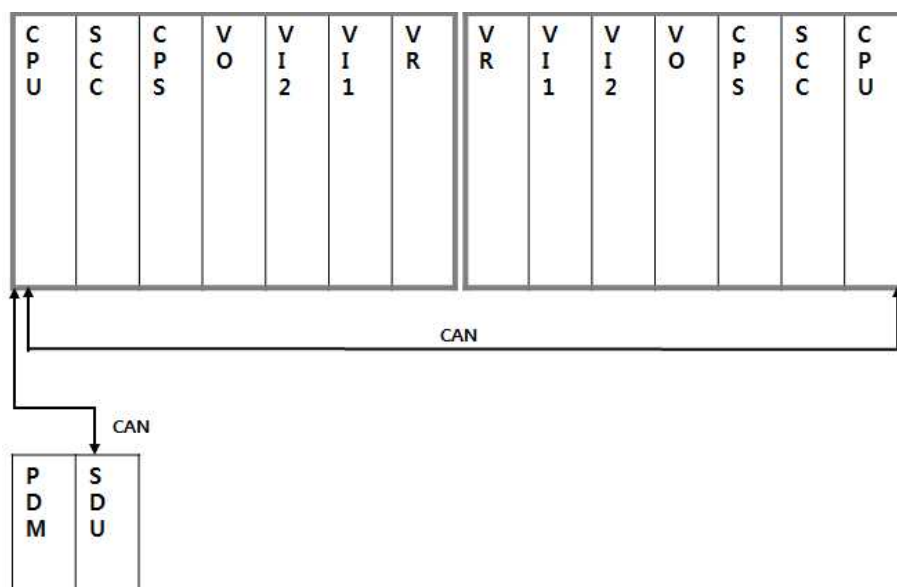


그림 4 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 구조

- 주) CPU : Central Processing Board
 SCC : Serial Communication Control
 CPS : Conditional Power Supply Board
 VO : Vital Output Board
 VI : Vital Input Board
 VR : Vital Relay
 SDU : Speed Distance Unit
 PDM : Pulse Distribution Module

Board간 주요 통신은 신뢰성이 입증된 CAN 통신을 사용하고, 필요한 경우 제한적으로 RS-485 통신을 사용한다. 모터카용 Low Cost ATP 차상장치에 대한 Board 구성은 각각 그림 4에 나타나 있다. CPU Board는 전체 시스템을 관리 및 제어 기능을 수행하고, 이중으로 구성된다. SCC Board는 통신을 전담하는 Board로서 CPU와 통신하여, MMI 화면에 표시될 내용을 MMI로 전송한다.

Board간 통신은 CAN 통신을 사용한다. Multi-drop 방식으로 SCC Board에서부터 CPS Board가 이중화된 CAN 통신으로 연결되어 있다.

CPS Board는 안전성을 제공하기 위해 CPU가 정상적으로 동작한다고 확인될 때만 VO Board의 출력을 내보내는 기능을 제공한다.

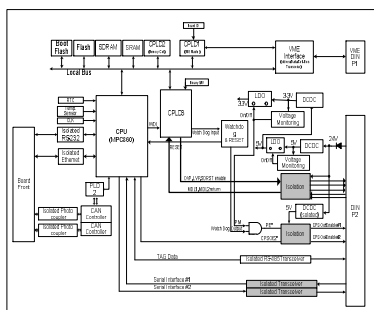


그림 5 CPU Board Block Diagram

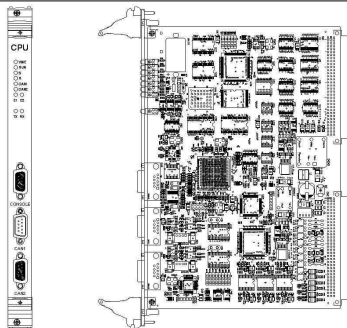


그림 6 CPU Board PCB 구성



그림 7 CPU Board 사진

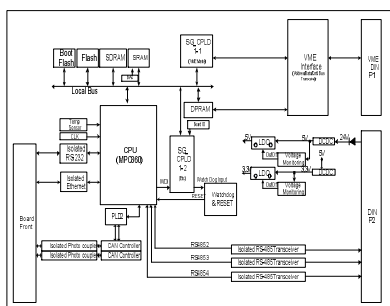


그림 8 SCC Board Block Diagram

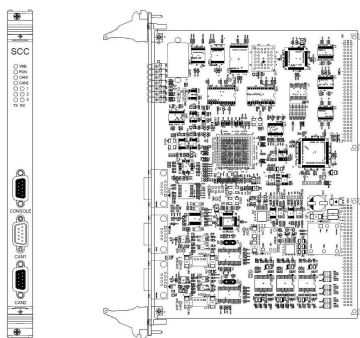
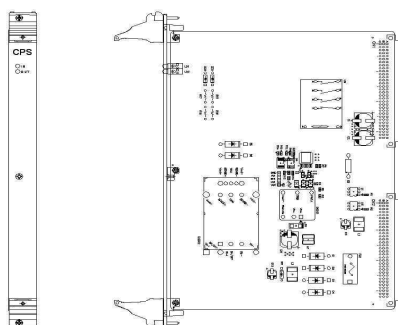
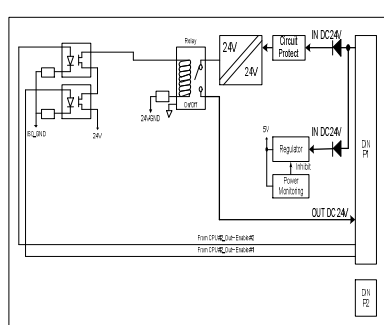
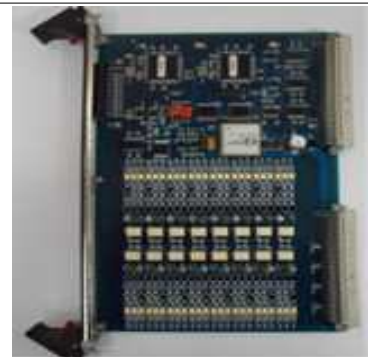
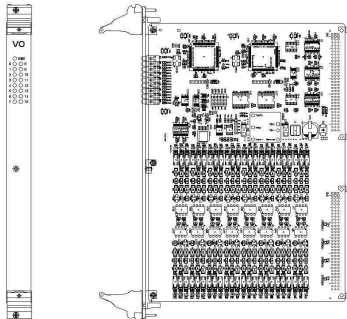
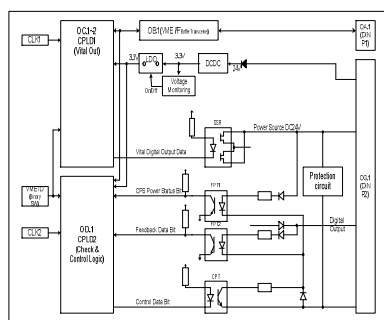
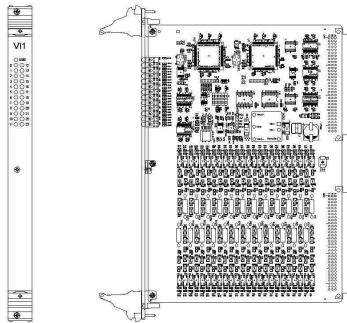
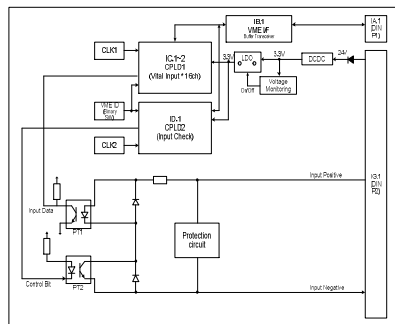


그림 9 SCC Board PCB 구성



그림 10 SCC Board 사진



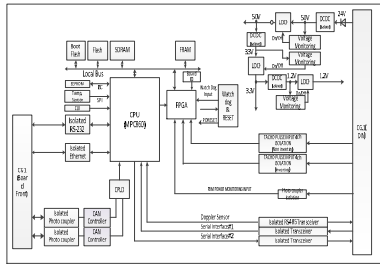


그림 20 SDU Board Block Diagram

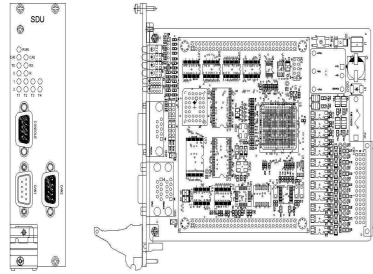


그림 21 SDU Board PCB 구성



그림 22 SDU Board 사진

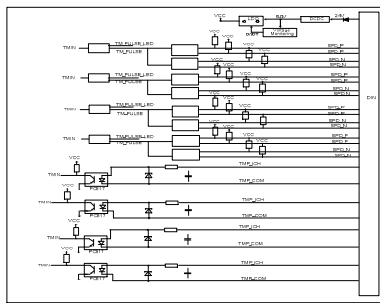


그림 23 PDM Board Block Diagram

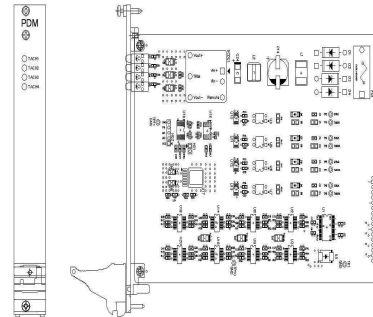


그림 24 PDM Board PCB 구성



그림 25 PDM Board 사진

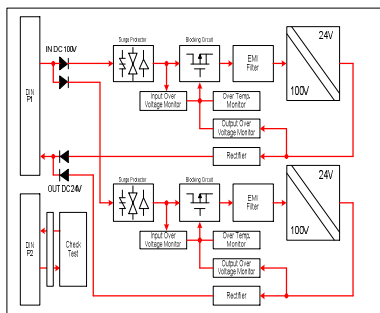


그림 26 전원 모듈 Block Diagram

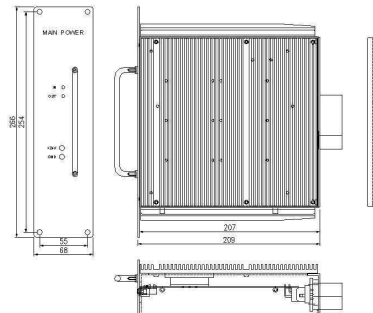


그림 27 전원 모듈 PCB 구성



그림 28 전원 모듈 사진

(나) 소프트웨어

모터카용 Low Cost ATP 차상장치를 위한 소프트웨어 특징은 다음과 같다.

- 유럽 철도 신호 표준 준수
- ERTMS/ETCS SRS 2.3.0 기준을 만족하는 소프트웨어 구현
- Simple한 구조
- Single Thread로 구성되어, 고장 확률이 적고, 분석 및 수정이 용이함

- 안전성 제공
- 신뢰성 제공
- 실제 노선과 동일한 환경에서 시험/검증
- 지상 장치 시뮬레이션 및 Test Tool을 이용한 시험 및 검증
- RAMS를 이용한 통합적인 품질 관리
- 편리성 제공
- 모듈 구조 - 구조 변경에 유연하게 대응

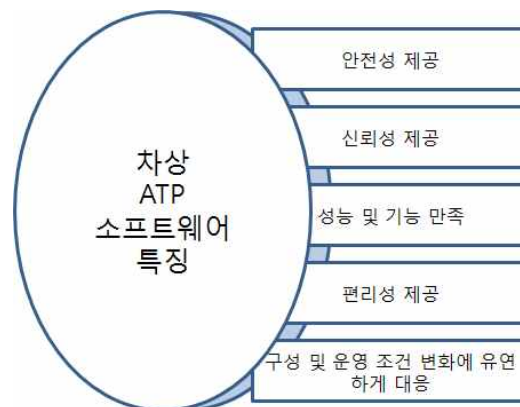


그림 29 차상 소프트웨어 특징

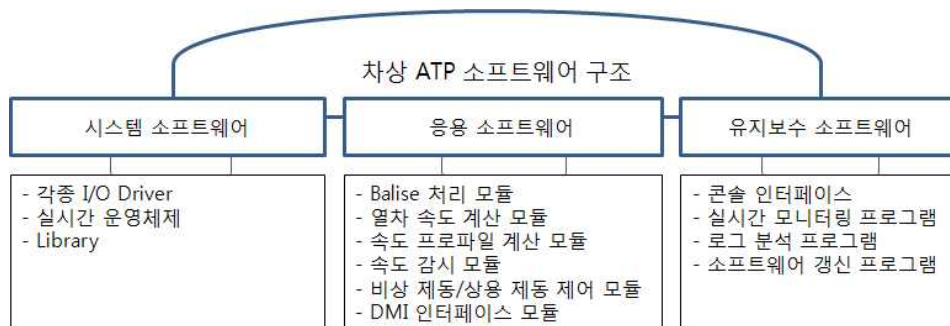


그림 30 차상 ATP 소프트웨어 구조

Balise 처리 기능

- Balise 설치 방식 : 최대 8개까지의 Balise를 하나의 Group으로 정의
- Group 단위로 지상에 설치
- Balise Telegram 수신
- 수신 시 열차 위치 및 시간 저장
- Balise간 최대 거리 확인

- 중복된 Balise 처리
- Balise Linking 처리
- Balise Group 간 거리 정보를 이용하여 안전성 확인
- Balise Telegram 해석
- Header 및 여러 개의 Message로 구성
- Message는 내부적으로 여러 개의 Packet 보유
- 전체 크기 : 801 혹은 230 bits

이동 권한(Moving Authority) 수신 및 처리

- 이동 권한은 지상에서 차상으로 열차 운행에 대한 권한을 부여하는 것임.
- 완전 감시 모드에서 Balise를 통해 이동권한을 수신 함.
- 최대 허용 속도와 목표 거리로 구성 됨.
- 목표 거리에 해당하는 지점을 End of Authority(EOA)라고 함.
- 열차가 이동 권한의 속도 혹은 거리를 초과하면 강제적으로 Brake가 적용 됨.

ATP 속도 감시 기능

ATP 차상장치는 다음 3개 종류의 감시 기능을 수행 함.

- 한계 속도 감시 (Ceiling Speed) - 고정된 속도 값
- 목표 속도 감시 (Target Speed) - 위치 별로 변환하는 속도 값
- 완해 속도 감시 (Release Speed) - 이동 권한 종료 지점에 대한 속도 값

ATP 차상장치는 이동 감시 및 보호를 수행 함

- 정지 감시
- 후진 이동 감시
- 열차 구름 방지

열차 위치 계산 기능

- 구분 - 위치 및 거리
- LRBG (Last Relevant Balise Group)
- 가장 최근에 열차가 통과한 Balise 차상장치는 LRBG를 기준으로 자신의 위치를 계산 (총 주행 거리도 동시에 계산)
- 차상장치로 전송되는 위치 데이터
 - 1) 기준 위치 및 방향성을 결정하는데 사용
 - 2) Balise에 의해 전송된 위치 데이터
 - 3) Infill 장치에 의해 전송된 데이터

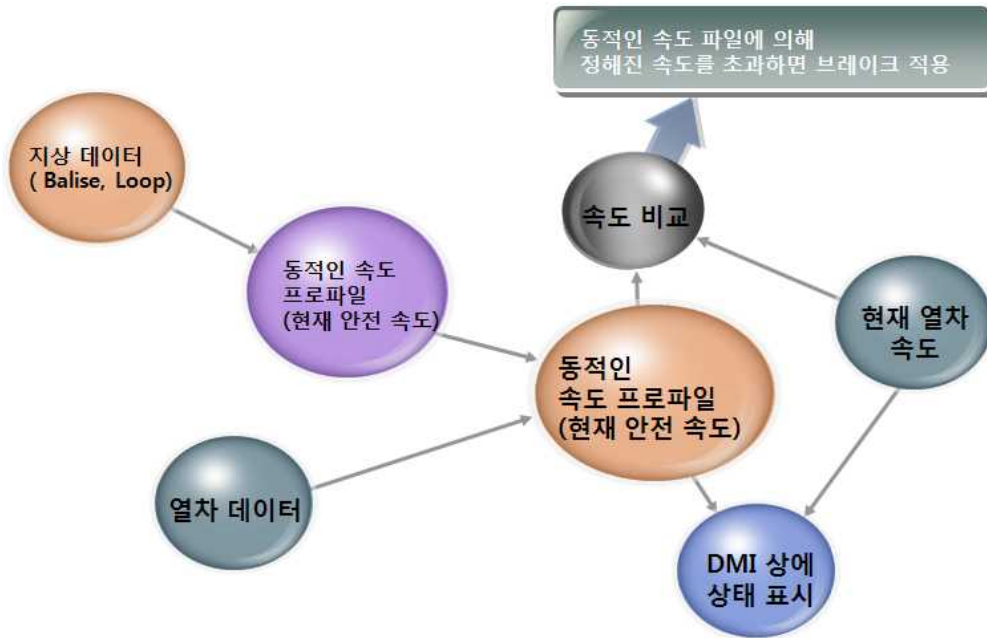


그림 31 차상 ATP 소프트웨어 모듈간 동작 형태

(다) 기능 및 성능 시험

본 문서는 “모터카용 Low Cost ATP 기술 개발” 과 관련하여 한티기술 연구소에서 ATP 차상장치 및 주변장치 사전종합시험에 대한 결과를 기술한다. 시험절차서에 따라 시험을 한 결과, 모든 시험항목에 대해 “정상 동작” 결과를 확인 하였다.

표 5 사전 종합 시험 항목 및 결과

구분	시험 항목	시험 결과	비 고
1	ATP 차상장치 전원공급 시험	정상 동작	
2	BTM 장치 전원공급 시험	정상 동작	
3	CAU 장치 전원공급 시험	정상 동작	
4	MMI 장치 전원공급 시험(1,2)	정상 동작	
5	Audio Box 전원 시험(1,2)	정상 동작	
6	MMI 장치 X2 전원 출력 시험(1,2)	정상 동작	
7	ATP ↔ MMI RS485 통신 인터페이스 시험(1,2)	정상 동작	
8	Audio Box ↔ MMI RS485 통신 인터페이스 시험(1,2)	정상 동작	
9	ATP ↔ BTM 간 RS485 통신 시험	정상 동작	CAU 포함
10	STM1 모듈 차상자 ↔ 지상자 간 응답 시험	정상 동작	

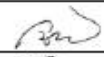
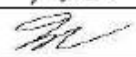
11	STM2 모듈 차상자 ↔ 지상자 간 응동 시험	정상 동작	
12	Doppler Sensor ↔ SDU 장치간 RS485 통신시험	정상 동작	
13	TACHO Sensor ↔ SDU 장치간 TACHO Direction 판별 시험	정상 동작	
14	TACHO Sensor ↔ SDU 장치간 TACHO PULSE 입력 시험	정상 동작	
15	SDU 장치 ↔ ATP 장치간 CAN 통신 시험	정상 동작	
16	STM1 모듈 ↔ ATP 간 Digital Input 시험	정상 동작	
17	STM2모듈 ↔ ATP 간 Digital Input 시험	정상 동작	
18	TIU ↔ ATP 간 Digital Input 시험	정상 동작	
19	TIU ↔ ATP 간 Digital Output 시험	정상 동작	
20	MMI ACK Switch 동작 시험(1,2)	정상 동작	
21	MMI Alarm LED 동작 시험(1,2)	정상 동작	
22	MMI Back Light 동작 시험(1,2)	정상 동작	
23	MMI Back Light 밝기조절 동작 시험(1,2)	정상 동작	
24	MMI 온도 Monitoring 기능 동작 시험(1,2)	정상 동작	

사전 종합 시험에 대한 종합시험보고서는 그림 32에 나타나 있고, 종합시험 시 시험 모습은 그림 33과 같다.

	(주)한터기술	문서번호 :	HS01-1205-02-65
		개정일자 :	2015.10.20
		개정번호 :	Rev.1.0
		페이지 :	1/9

모터카용 Low Cost ATP 차상장치

종합시험 결과보고서

승 인	2015.10.20	승 규 연	
검 토	2015.10.20	유 지 형	
작 성	2015.10.20	신 현 수	
일 자		성 명	서 명


HINTER TECHNOLOGY
 (주)한터기술

그림 32 종합시험 결과 보고서



모터카용 Low Cost ATP
차상장치 종합시험
결과보고서

문서번호:	HS01-1205-02-65
개정일자:	2015.10.20
개정번호:	Rev.1.0
페이지:	7/9

LCATP 장치 전원공급 시험



BTM 장치 전원공급 시험



LCATP ↔ MMI RS485 통신 인터페이스 시험



LCATP ↔ BTM 간 RS485 통신 시험



STM 모듈 차상자 ↔ 지상자 간 응용 시험



STM 모듈 차상자 ↔ 지상자 간 응용 시험



그림 33 사전종합시험 현장 사진

(라) RAMS 분석

개발된 모터카용 Low Cost ATP 차상장치에 대한 신뢰성을 분석하기 위해 신뢰도 값을 계산 하였다. RAMS(Reliability Availability Maintainability & Safety) 값 중에서 신뢰도와 관련된 MTTF(Mean Time To Failure), MTTR(Mean Time To Repair), MTBF(Mean Time Between Failure) 값을 계산 하였다. 먼저 MTTF(Mean Time To Failure)에 대한 분석은 분석 전문 기관인 RAMSKOREA를 통해 수행 하였다. 모터카 ATP 차상장치에 대한 신뢰성은 다음과 같이 예측 되었다. 모터카 ATP 차상장치를 구성하는 BOM(Build of Material)를 근거로 하여 Windchill 소프트웨어를 이용하여 예측 하였다. Windchill은 가장 많이 사용하는 신뢰성 분석 소프트웨어이다. 동작 온도는 25°C를 기준으로 하였다. 모터카 차상 ATP 장치는 CPU 보드, SCC 보드, CPS 보드, VI 보드, VO 보드, VR 보드, SDUB 보드, SDUM 보드, PDM 보드, ATP_BP1 보드, ATP_BP2 보드, COM_BP 보드, Main-Power 보드, STM 보드로 구성된다. 각 보드에 대한 고장률을 예측한 후, 모터카 ATP 차상장치에 대한 고장률을 예측 하였다.

표 6 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 고장율

ID	Item	Qty	FR(λ) (FPMH)	Data Source
1	CPU	2	1.07E+03	Telcordia Issue1 PCM
2	SCC	2	6.61E+02	Telcordia Issue1 PCM
3	CPS	2	9.12E+01	Telcordia Issue1 PCM
4	VI	4	1.73E+03	Telcordia Issue1 PCM
5	VO	2	1.01E+03	Telcordia Issue1 PCM
6	VR	2	4.21E+02	Telcordia Issue1 PCM
7	SDUB	2	6.65E+02	Telcordia Issue1 PCM
8	SDUM	2	2.65E+02	Telcordia Issue1 PCM
9	PDM	2	2.62E+02	Telcordia Issue1 PCM
10	ATP_BP1	1	2.44E+02	Telcordia Issue1 PCM
11	ATP_BP2	1	9.71E+01	Telcordia

				Issue1 PCM
12	COM_BP	1	1.94E+01	Telcordia Issue1 PCM
13	Main-Power	2	2.82E+02	Telcordia Issue1 PCM
14	STM	1	4.19E+02	Telcordia Issue1 PCM
	MotorCar On-Board ATP	1	7.25E+03	

주) PCM : Part Count Method Analysis

모터카 ATP 차상장치에 대한 MTTF = $1/7248.608514 \times 10^9$

$$= 137957.5125 \text{ Hours} = 15.749 \text{ years}$$

모터카 ATP 차상장치가 고장이 발생하는 경우, 수리하는 소요되는 시간은 두 사람의 지원 요원이 처리하는 경우, 1 시간이 소요된다. 즉 모터카 ATP 차상장치에 대한 MTTR(Mean Time To Repair)은 1 시간이 된다.

모터카 ATP 차상장치에 대한 MTBF는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{MTBF} &= \text{MTTF} + \text{MTTR} \\ &= 137957 + 1 = 137958 \text{ (hour)} \end{aligned}$$

표 7 모터카용 ATP 차상장치 신뢰도 값

항 목	요 구 규 격	모터카용 ATP 차상장치
MTTF	132,750 시간	137,957 시간
MTTR	1 시간	1 시간
MTBF	132,751 시간	137,958 시간

표 7에는 모터카용 ATP 차상장치의 신뢰도 값에 대한 요구 규격 및 개발된 모터카용 ATP 차상장치에 대해 계산된 신뢰도 값이 나타나 있다. 모터카용 ATP 차상장치의 신뢰도 값에 대한 요구 규격은 코레일 ATP 사업을 수행할 당시에 제시되었던 차상장치의 요구 규격과 동일하게 선정 하였다.

개발된 모터카 ATP 차상장치에 대해 계산한 신뢰도 값에서 MTTF 및 MTBF는 요구 규격보다 작은 값을 나타내었고, MTTR은 동일한 값을 나타내었다. 신뢰도 값을 분석해 본 결과, 모터카용 ATP 차상장치의 신뢰도가 코레일 ATP 사업에서 채택한 차상장치보다 우수한 값을 보유하고 있다.

(마) 환경 시험

환경시험은 “도시철도차량의 성능시험에 관한 기준” (국토해양부고시 제2009-641호 ('09.8.21 개정))에서 신호보안장치시험에 대해 정의한 기준에 따라 시험을 실시하였다. 성능 시험 항목 및 기준은 다음과 같다. 신호보안장치시험 기준으로 정의한 표준 중에서 폐지된 표준은 변경된 대체 표준을 명기 하였다.

표 8 성능 시험 종류 및 기준

구분	시험 항목	시험 기준	비 고
1	전원 변동 시험	정격 전원 전압의 하한치에서 상한치까지	EN50155 적용
2	저온 시험	KS C 0220	KSCIEC60068-2-1로 변경
3	고온 시험	KS C 0221	KSCIEC60068-2-2로 변경
4	고온·고습 시험	KS C 0227	대응국제표준 IEC 60068-2-30
5	과전압	1.4 x 정격전압	EN 61000-4-5 적용
6	서지	1800V	EN 61000-4-5 적용
7	정전 방전 시험	KS C 0263	KSCIEC61000-4-2로 변경
8	과도 버스트 시험	KS C 0265	대응국제표준 IEC 61000-4-4
9	무선주파수 간섭 시험	전도성 교란 : KS C 0267 방사성 교란 : KS C 0264	대응국제표준 IEC 61000-4-6 대응국제표준 IEC 61000-4-3
10	절연 시험	절연저항 : 20MΩ 내전압 시험 : 1000V	
11	진동, 충격 시험	IEC 61373	
12	방수 시험	KS C 0904	열차 내부에 설치되는 장치이므로 방수 시험 제외
13	온도 사이클링 시험	KS C 0225	대응국제표준 IEC 60068-2-14

환경시험은 두 번에 걸쳐 실시하였다. 첫 번째 환경시험은 ATP 기능을 수행하는 ATP 차상장치에 대한 환경시험 이었고, 두 번째 환경시험은 ATP 기능 및 ATS 기능이 통합된 ATP 차상장치에 대한 환경시험 이었다. 두 번의 환경시험에 대해 모든 시험에 대해 적합 판정을 받았다. 아래 내용은 2번째 환경시험에 대한 결과이다.

① 저온 시험

㉠ 시험 방법

장비에 전원을 인가하지 않고 1시간 내외의 시간에 걸쳐 주변온도($25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$)에서 저온(-25°C)으로 점차 하강하는 챔버(chamber)에 배치된다. 방치 시간은 저온에서 16시간으로 한다. 이후 챔버 온도를 주변 온도($25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$)로 상승한다. 저온 시험 조건에서 초기측정, 중간측정, 최종측정 단계에서 수행한 각 성능 검사결과를 비교하여 기록하고, 모터카용 차상 ATP의 성능에 이상이 있는지의 여부를 기록한다. 또한 소자의 결함이나 기계적인 결함이 생겼을 때 그 내용을 기록한다.

㉡ 시험 결과



발급번호: R159H-K015



4. 저온시험

시험장소 : ㈜원택 환경시험실 시험일 : 2015년 08월 27일 ~ 08월 28일

시험자 : 박 동 균 (서명)

4.1 시험실환경조건

온 도 (25 ± 2) °C

습 도 (55 ± 3) % R.H.

4.2 시험장비

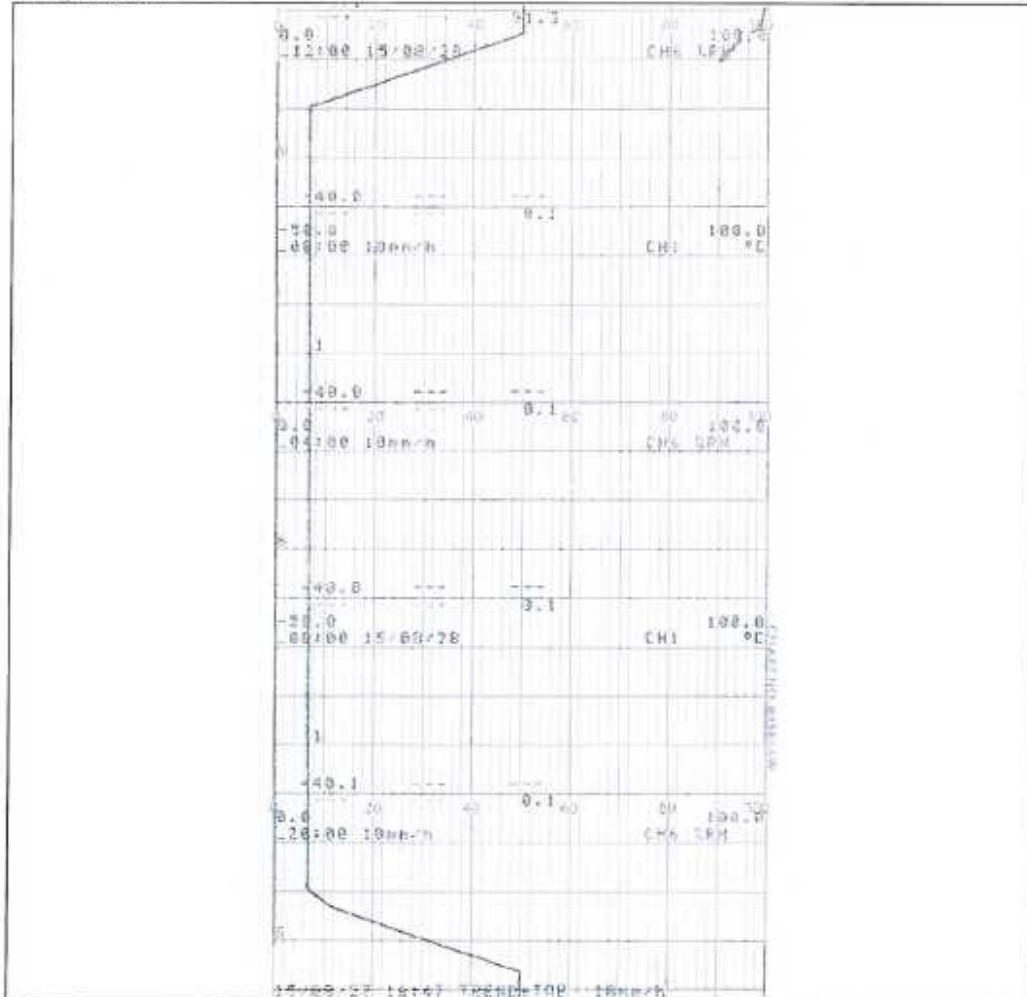
모 델 명	제 조 자	기 기 명	일련 번호
■ PL-4KP	ESPEC	Environmental Test Chamber	14016719

4.3 시험조건

4.3.1 시험 상세 조건

항 목	내 용
적용 규격	IEC 60068-2-1:2007
제품의 시험 상태	비동작시험 : ■ 동작시험 : □
초기측정	내용 3.3절의 확인항목
중간측정	내용 해당없음
최종측정	내용 3.3절의 확인항목

4.4 시험 data

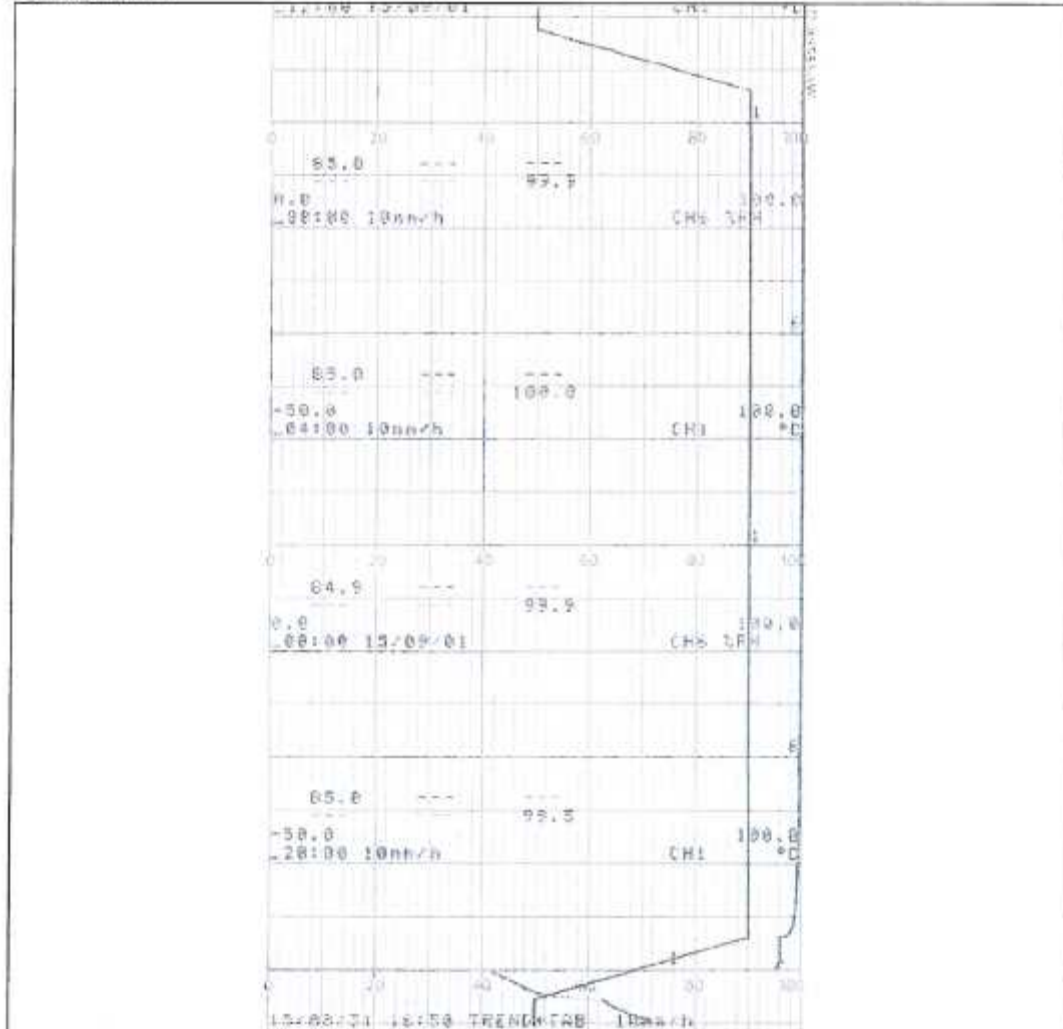


4.5 시험결과

상기 조건의 시험을 하고, 아래와 같은 결과를 얻음.

시험품	초기측정	중간측정	최종측정
모터카용 ATP	이상없음	해당없음	이상없음

5.4 시험 data



5.5 시험결과

상기 조건의 시험을 하고, 아래와 같은 결과를 얻음.

시험품	초기측정	중간측정	최종측정
모터카유 ATP	이상없음	해당없음	이상없음

③ 온도사이클링 시험

㉦ 시험 방법

온습도 사이클링 시험은 IEC 60068-2-14에 따라 실시한다. 이때 변화 온도 범위는 $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 로 하며, 사이클 수는 5주기로 한다. 저온과 고온의 방치시간은 각각 30분 이상으로 한다.

㉧ 시험 결과




발급번호: R15yH-K015

6. 온도변화시험

시험장소 : ㈜원텍 환경시험실 시험일 : 2015년 09월 01일 ~ 09월 03일
 시험자 : 박 동 권 (서명)

6.1 시험실환경조건

온 도 $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$
 습 도 $(55 \pm 3) \% \text{ R.H.}$

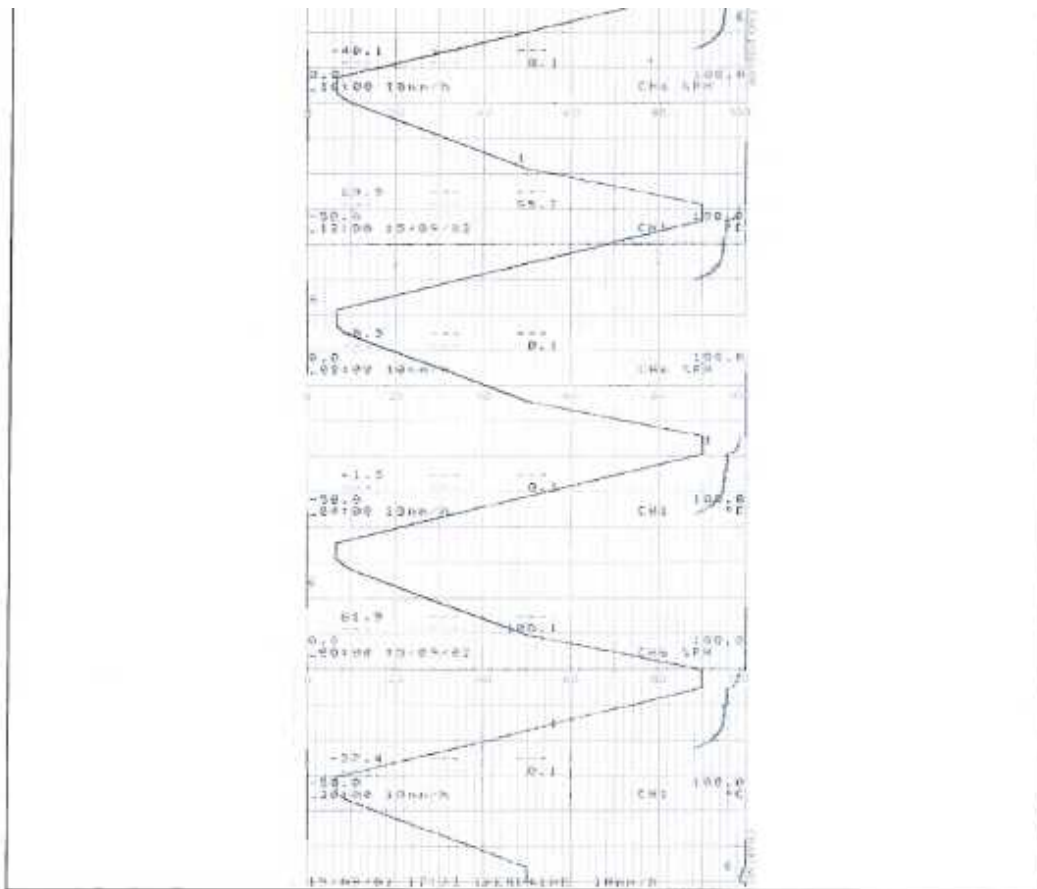
6.2 시험장비

모 델 명	제 조 자	기 기 명	일련 번호
■ PL-4KP	ESPEC	Environmental Test Chamber	14016719

6.3 시험조건
 6.3.1 시험 상세 조건

항 목	내 용
적용 규격	IEC 60068-2-14:2009
제품의 시험 상태	비동작시험 : ■ 동작시험 : □
초기측정	내용 3.3절의 확인항목
중간측정	내용 해당없음
최종측정	내용 3.3절의 확인항목

11 Page 19
Reliability-004(Rev.3)



본 시험성적서는 韓國稅의 서면 동의 없이 무단 전재 및 복사를 할 수 없습니다.
경기도 광주시 초월읍 진세골길 43-14 (TEL:031-799-9500 FAX:031-799-9599)
43-14, Jinsagol-gil, Chowol-eup, Gwangju-si, Gyeonggi-do 464-862 Korea



발급번호: R159H-K015



6.5 시험결과

상기 조건의 시험을 하고, 아래와 같은 결과를 얻음.

시험품	초기측정	중간측정	최종측정
모터카용 ATP	이상없음	해당없음	이상없음

④ 고온고습 시험

㉦ 시험 방법

장비에 전원을 인가하지 않고 습도 95%로 주변온도($25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$)에서 $+55^{\circ}\text{C}$ 로 점차 상승하는 챔버에 배치된다. 다음으로, 이 장비는 24시간 주기 모드로 2일간 챔버에서 보존된다. 2 사이클이 끝나는 시험에서 성능 시험이 실시된다. 이후, 이 챔버의 온도는 주변온도 ($25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$)로 하강한다.

㉧ 시험 결과



발급번호: R159H-K015



7. 고온고습시험

시험장소 : ㈜원텍 환경시험실

시험일 : 2015년 08월 29일 ~ 08월 31일

시험자 : 박 동 균 (서명)

7.1 시험실환경조건

온 도

(24 ± 2) $^{\circ}\text{C}$

습 도

(57 ± 3) % R.H.

7.2 시험장비

모 델 명	제 조 자	기 기 명	일련 번호
■ PL-4KP	ESPEC	Environmental Test Chamber	14016719

7.3 시험조건

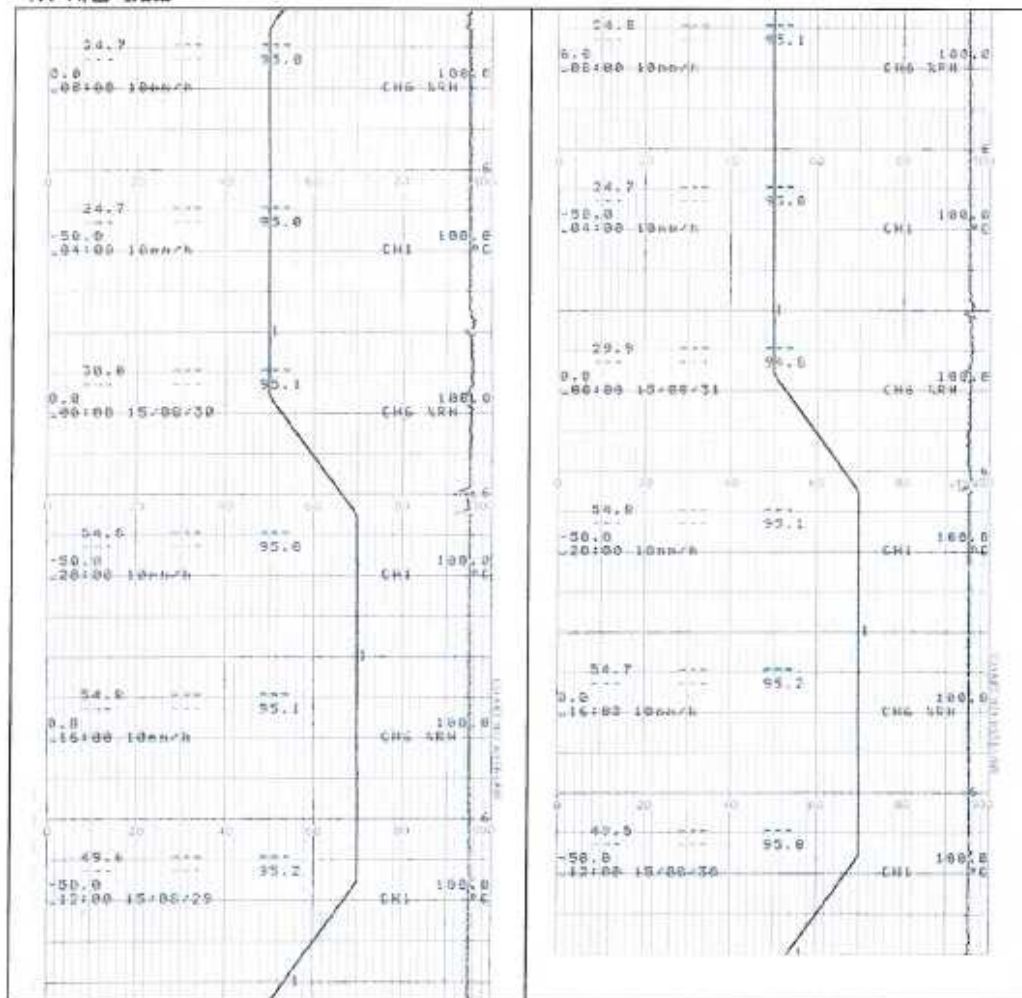
7.3.1 시험 상세 조건

항 목	내 용
적용 규격	IEC 60068-2-30:2005
제품의 시험 상태	비동작시험 : ■ 동작시험 : □
초기측정 내용	3.3절의 확인항목
중간측정 내용	해당없음
최종측정 내용	3.3절의 확인항목

15 Page 19

Reliability-004(Rav.3)

7.4 시험 Data



7.5 시험결과

상기 조건의 시험을 하고, 아래와 같은 결과를 얻음.

시험품	초기측정	중간측정	최종측정
모터카용 ATP	이상없음	해당없음	이상없음

⑤ 무선주파수 간섭 시험 - 전자파 전도 시험

㉦ 시험 방법

EN 55011 (Basic Standard) 규격에 의해 정의된 방법에 따라 전도성 방사시험이 수행된다. 동작 중인 장비가 시험대(mass plan) 상부에 배치되고, 전원은 전원임피던스안정화회로망(LISN, Line Impedance Stabilization Network)에 연결되어 양극 및 음극 케이블 측정을 수행한다. 전원 케이블에 대한 전도성 방사 측정값은 다음 값 이하여야 한다.

표 9 전자파 전도 시험 기준

주파수 범위	한계 값 (dB μ V)
150-500	99
500-30000	93

㉧ 시험 결과



성적서번호: E159R-K010



7. 전자파자해 시험

7.1 전자파 전도 시험

7.1.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	차기교정일	교정주기	사용여부
EMI Test Receiver	ESCI	Rohde & Schwarz	101012	2015/11/03	1년	■
EMI Test Receiver	ESHS10	Rohde & Schwarz	834467007	2016/04/29	1년	□
32 A LISN	LT 32C	AEI INSTRUMENTS	32031306157	2016/06/04	1년	■
AMN	NSLK 8126	Schwarzbeck	8126-404	2016/04/29	1년	□
AMN	3825/2	EMCO	9109-1869	2016/04/29	1년	□
AMN	3825/2	EMCO	9109-1867	2016/04/29	1년	■

7.1.2 시험장소

- 전도 시험장

7.1.3 환경조건

항목	측정지
온도	27 °C
습도	37 % R.H.

7.1.4 측정불확도

준-첨두치 : ± 2.93 dB

평균치 : ± 2.93 dB

측정불확도는 약 95 % 신뢰수준에서 포괄연차 $k=2$ 를 갖는다.

7.1.5 시험절차

- 1) 수검기기 및 시스템을 취급설명서 상에 기술된 상태로 구성함.
- 2) 수검기기가 측정설비와 함께 사용될 때에는 해당 설비를 함께 접속하며 어떤 시스템의 일부로 사용되는 부분품의 경우에는 그 시스템에 설치하여 정상동작 시킴.
- 3) 각 접속단자(인터페이스 포트)마다 해당 주변기기를 접속하고 시험함.
- 4) 수검기기에 표시된자가 있는 경우에는 설치하고 전원선 플러그를 통해 내부 접지된 수검기기는 사용전원을 통해 접지하고 시험함.
- 5) 통상 테이블 위에 올려놓고 작동하는 수검기기는 접지면으로부터 0.8 m 높이의 시험대 위에서 시험하고, 바닥에 설치되는 수검기기는 바닥에서 시험함.
- 6) 수검기기는 동작모드, 전송속도 등이 다른 경우에는 각각 시험하여 가장 높은 측정값을 시험값으로 선택함.
- 7) 수검기기는 독립적인 회로망을 통해서 전원을 공급하고, 기타 주변기기는 별도의 회로망을 통해서 전원을 공급함.
- 8) 미노이즈 기기는 설치된 노이즈면으로부터 0.4 m 나쁜 설치면으로부터 0.8 m 이상 떨어져서 시험함.
- 9) 유연성 전원선인 경우에는 회로망과 수검기기의 중앙 위치에서 0.3 m 내지 0.4 m 의 8자 형태로 수평적으로 동결하여 묶는다. 비유연성 전원선 또는 코일형 코드의 경우에는 실제 상태로 시험하며 시험성적서에 그 사실을 기록함.
- 10) 주파수대역은 150 kHz ~ 30 MHz를 측정함.

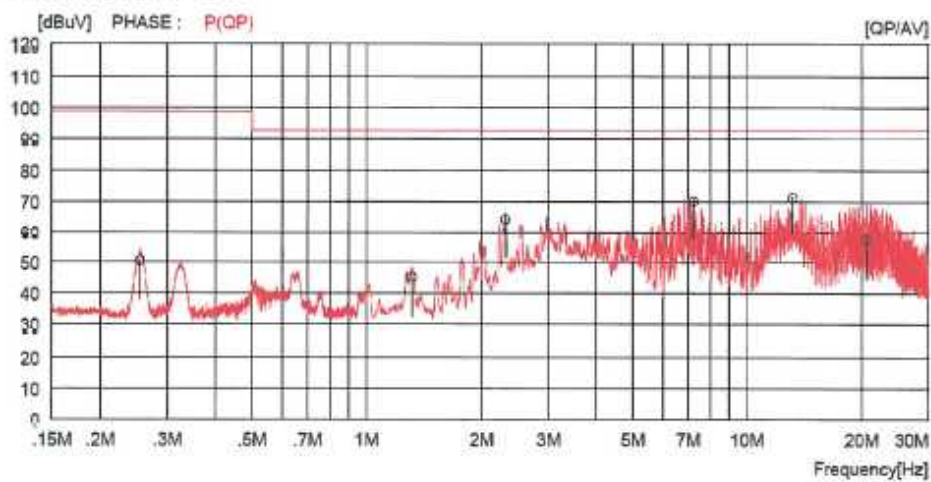
7.1.6 시험결과

■ 적 합 □ 부적합

시험일: 2015년 08월 13일

시험자: 김 강 역

-. Tested Line: Positive Line



NO	FREQ [MHz]	READING		C.FACTOR [dB]	RESULT		LIMIT		MARGIN		PHASE
		QP [dBuV]	AV [dBuV]		QP [dBuV]	AV [dBuV]	QP [dBuV]	AV [dBuV]	QP [dBuV]	AV [dBuV]	
1	0.28400	50.2	---	20.2	50.4	---	93.0	---	48.8	---	H(QP)
2	1.31600	24.9	---	20.2	45.1	---	93.0	---	47.9	---	H(QP)
3	2.30800	43.8	---	20.2	64.0	---	93.0	---	29.0	---	H(QP)
4	7.24000	49.7	---	20.3	70.0	---	93.0	---	23.0	---	H(QP)
5	13.18000	50.9	---	20.3	71.2	---	93.0	---	21.8	---	H(QP)
6	20.83000	38.8	---	20.3	57.1	---	93.0	---	35.9	---	H(QP)

⑥ 무선주파수 간섭 시험 - 전자파 방사 시험

㉦ 시험 방법

EN 55011(Basic Standard) 규격에 의해 정의된 방법에 따라 복사성 전기장 방사시험이 수행된다. 이 시험은 3미터 올림이 없는 챔버(무향실, anechoic chamber)나 10미터 야외에서 몇 가지 방법으로 수행될 수 있으며, 한계값(limit)은 동일하지 않다. 동작 중인 장비는 3미터 측정 안테나로 무향실에 배치된다. 방사 측정은 양극과 음극에서 수행된다.

표 10 전자파 방사 시험 기준

주파수 범위(MHz)	10미터 한계값 (dB μ V)	3미터 한계값 (dB μ V)
30-230	40	50
230-1000	47	57

㉧ 시험 결과



성적서번호: E159R-K010



7.2 전자파 방사시험

7.2.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	자기교정일	교정주기	사용여부
EMI Test Receiver	ESCI	Rohde & Schwarz	101013	2016/04/29	1년	■
EMI Test Receiver	ESU	Rohde & Schwarz	100261	2016/04/29	1년	■
Amplifier	310N	Sonoma Instrument	312544	2016/04/29	1년	■
Amplifier	310N	Sonoma Instrument	312545	2016/04/29	1년	■
Trilog Broadband Antenna	VULB9163	Schwarzbeck	9163-255	2016/05/02	2년	■
Trilog Broadband Antenna	VULB9163	Schwarzbeck	9163-421	2016/07/10	2년	■
Turn Table	DT3000	Innco Systems GmbH	930611	N/A	N/A	■
Controller	CO2000	Innco Systems GmbH	619/27030611/L	N/A	N/A	■
Antenna Master	MA4000-EP	Innco Systems GmbH	3320611	N/A	N/A	■
Antenna Master	MA4000-EP	Innco Systems GmbH	3350611	N/A	N/A	■

7.2.2 시험장소

~ 10 m SAC (Semi Anechoic Chamber)

7.2.3 환경조건

항목	측정치
온도	26 °C
습도	39 % R.H.

7.2.4 측정불확도

30 MHz ~ 300 MHz 구간 : ±4.43 dB
 300 MHz ~ 1 000 MHz 구간 : ±3.80 dB
 측정불확도는 약 95 % 신뢰수준에서 포함인자 k=2를 갖는다.

7.2.5 시험결과

- 1) ~ 6) 7.1.5 시험방법과 동일
- 7) 수검기기는 통상 사용 상태에서 각 주변기기 및 케이블 등을 최대 방사가 일어나도록 배치함.
- 8) 수검기기를 360 ° 회전시키고, 안테나 높이를 1 m ~ 4 m 높이로 가변하며, 수평 및 수직편파 각각의 최대 방사정도를 측정함.
- 9) 측정거리인 10 m를 함.
- 10) 잡음 경계강도는 다음식으로 산출하되, 보정요인이 자동 보정되는 경우에는 그때 측정치를 그대로 적용.

$$F1[dB\mu V/m] = F2[dB\mu V] + AF[dB/m] + CL[dB] + Gain[dB]$$

F1 : 최종측정치 F2 : 계기치 F3 : 안테나 보정계수 CL : 케이블손실 Gain: Pre-Amplifier 이득
 Margin [dB] = Limit - F1

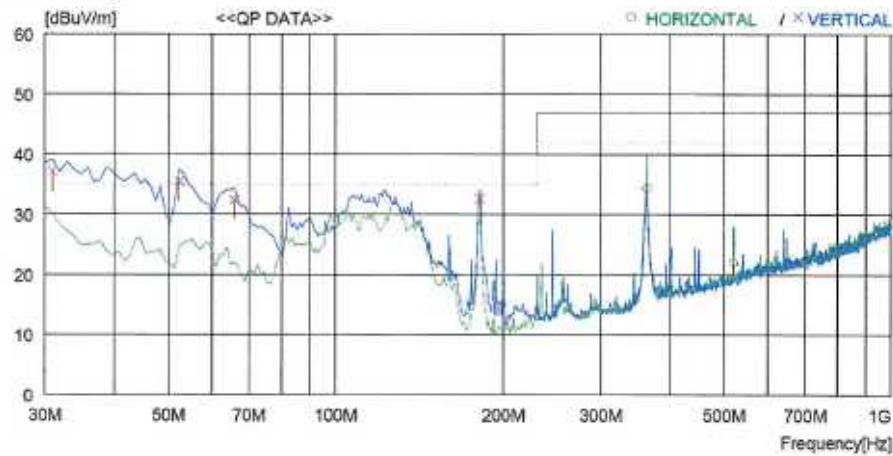
7.2.6 시험결과

■ 적합 □ 부적합

시험일: 2015년 08월 19일

시험자: 김강혁

Detector Mode: Q.P



No.	FREQ [MHz]	READING QF [dBuV]	ANT FACTOR [dB]	LOSS [dB]	GAIN [dB]	RESULT [dBuV/m]	LIMIT [dBuV/m]	MARGIN [dB]	ANTENNA [cm]	TABLE [DEG]
----- Horizontal -----										
1	362.710	48.4	15.0	5.6	32.6	34.4	47.0	12.6	200	0
2	519.850	30.5	17.7	6.7	32.9	22.0	47.0	25.0	200	67
----- Vertical -----										
3	30.970	57.7	10.7	1.7	33.0	37.1	40.0	2.9	100	0
4	52.310	52.1	13.9	2.2	32.7	35.5	40.0	4.5	200	359
5	65.890	51.8	10.9	2.4	32.7	32.4	40.0	7.6	100	0
6	181.320	51.5	9.5	3.9	32.3	32.6	40.0	7.4	200	359

Remark: Margin (dB) = Limit - Result and Result = Reading Quasi-Peak + Antenna Factor + Loss - Gain

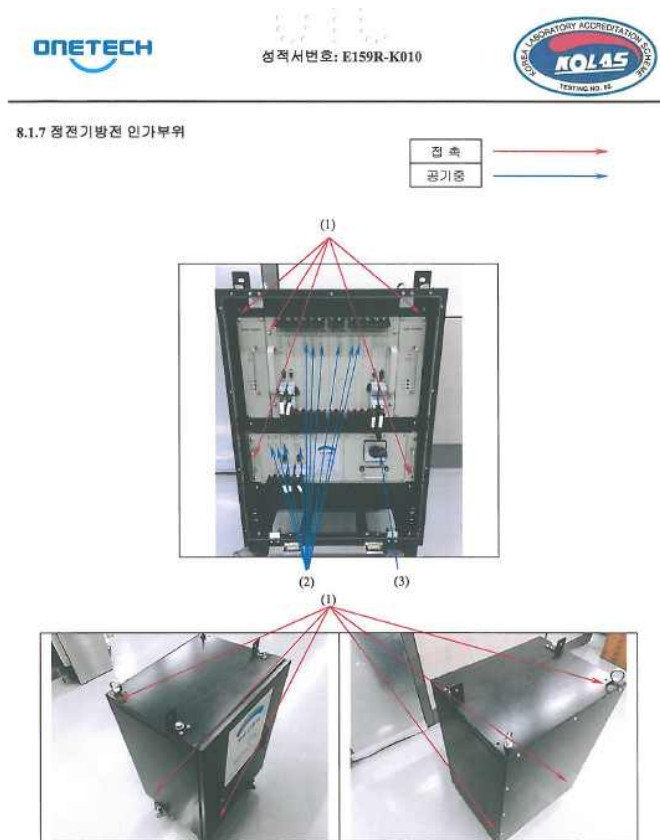
Loss and Gain in above table means Cable Loss and Pre-amplifier gain.

⑦ 정전기방전내성시험

㉠ 시험 방법

정전기 방전시험은 EN 61000-4-2 규격에 의해 정의된 방법에 따라 수행된다. 이 장비는, 도전부(conductive part)에 6kV 접촉방전(contact discharge)으로 극성 당 10펄스를 인가하고, 수직/수평 연결 극성 당 10펄스를 인가하며, 절연부(insulated part)에 대해 8kV 공중방전(air discharge)으로 극성 당 10펄스를 필요로 한다. 성능검사를 수행했을 때 이상이 없어야 하며, 성능검사결과와 모터카용 차상 ATP의 성능에 이상이 있는지의 여부를 기록한다. 또한 소자의 결함이나 기계적인 결함이 생겼을 때 그 내용을 기록한다.

㉡ 시험 결과



8.1.8 시험결과

☒ 적 합 ☐ 부적합

시험일: 2015년 08월 12일

시험자: 김 강 혁

인가방식	No.	인가부위	방전방법	기준	결과	비고
간접인가		수평결함면	접촉방전	B	A	-
		수직결함면		B	A	-
직접인가	1	외관 (금속) & Screws	접촉방전	B	A	-
	2	LED	공기중방전	B	A	-
	3	버튼	공기중방전	B	A	-

8.1.9 시험자 의견

~, 시험 시 수검기기는 정상 동작하였음.

⑧ 무선주파수 간섭 시험 - 전기자기 방사내성 시험

㉦ 시험 방법

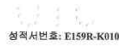
이 장비는 IEC 61000-4-3 규격에 의해 정의된 방법에 따른 복사된 민감도 시험을 필요로 한다. 작동 중인 장비는 3미터 길이 교란 안테나 (antenna of disturbance)로 무향실(anechoic chamber)에 배치된 후, 수평/수직 편파의 변조된 전기장(modulated electric field)을 필요로 한다. 다음 제4면(fourth face)의 특성에 따라 변조된 전기장이 인가된다.

표 11 전기자기 방사내성 시험 기준

Frequency range MHz	Voltage level V/m	Amplitude modulation	Sweep speed decade/second	Test required
80~100	10	80% 반송파 1kHz	1.5×10^{-3}	
80~100	20	80% 반송파 1kHz	1.5×10^{-3}	X

주) X는 모터카용 ATP 차상장치 시험 항목을 의미한다.

㉧ 시험 결과



성적서번호: E159R-K010

8.2 전기자기 방사내성시험

8.2.1 측정설비

사용설비	모델명	제조사	제조연도	자기교정일	교정주기	사용여부
Signal Generator	SMF 100A	Rohde & Schwarz	10602	2016/04/28	1년	■
Power Meter	NRVD	Rohde & Schwarz	101398	2016/02/16	1년	□
Power Meter	NRP	Rohde & Schwarz	101448	2016/04/28	1년	■
Low Frequency Antenna	RL046	Rohde & Schwarz	102343	2015/11/03	1년	□
Microwave Horn Antenna	A74002A	Amplifier Research	106053	N/A	N/A	■
Amplifier	120S1G4M1	Amplifier Research	333101	N/A	N/A	■
Amplifier	500W1000A	Amplifier Research	332911	N/A	N/A	■
Directional Coupler	DC7144M1	Amplifier Research	313662	2016/04/28	1년	■
Directional Coupler	DC6180A	Amplifier Research	332598	2016/04/28	1년	■
System Communication	SCA-RF-SYNTAW	Rohde & Schwarz	11018	N/A	N/A	□
System Communication	TA-40M5	Rohde & Schwarz	11017	2016/01/27	1년	■

8.2.2 시험장소

- RS room

8.2.3 환경조건

항목	측정치
온도	25 °C
습도	38 % R.H.
기압	101.0 kPa

8.2.4 측정불확도

~ 1 V/m 에서 0.24 V/m, 3 V/m에서 ±0.72 V/m, 10 V/m에서 ±2.40 V/m 및 20 V/m에서 ±4.80 V/m

8.2.5 시험조건

안테나 위치	수평 및 수직
안테나 거리	3 m
전계 강도	20 V/m, 10 V/m, 5 V/m
주파수 범위	80 ~ 1 000 MHz(20 V/m), 800 ~ 1 000 MHz(10 V/m), 1 400 MHz ~ 2 100 MHz(10 V/m), 2 100 MHz ~ 2 500 MHz(5 V/m)
변조	AM, 80 %, 1 kHz sine wave
스윕트임	(1.5 x 10 ⁻³) decade/s
유평사시간(Dwell Time)	3 s
주파수 스텝	1 % step
인기 부위	전면, 측면, 후측면, 좌측면
성능평가기준	A

8.2.6 시험절차

- 1) 시험에 사용된 전자파 무반사실은 기준 접지면으로부터 0.8 m 이상 높이에서 정해진 1.5 m x 1.5 m의 가상 수직면에 대한 전자장의 강도가 규정치의 0 dB ~ +6 dB 이내의 균일 전자장이 형성되었다.
- 2) 탁상용 수검기기는 0.8 m 높이의 비전도성 받침대 위에 배치하고, 바닥 설치형 수검기기는 0.1 m 높이의 비전도성 받침대위에 설치한다.
- 3) 각각의 주파수에서의 체재시간은 수검기기가 동작하고 응답할 수 있는데 필요한 시간 이하가 되어서는 아니 되어 클럭 주파수와 같은 민감한 주파수는 별도로 분석 되어야 한다.

8.2.7 시험결과

☒ 적 합 ☐ 부적합

시험일: 2015년 08월 14일

시험자: 김 강 혁



인가부위	기 준	성능평가결과	
		수평	수직
전면	A	A	A
후면	A	A	A
우측면	A	A	A
좌측면	A	A	A

8.2.8 시험자 의견

~ 시험 시 수검기기는 정상 동작하였음.

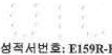
⑨ 전기적 빠른과도 현상 내성시험

㉦ 시험 방법

EN 61000-4-4 규격에 의해 정의된 방법에 따른 과도 버스트 시험을 필요로 한다. 동작 중인 장비의 모든 신호는 양극 및 음극에 대해 2분간 2kV 5kHz 과도 버스트(transients burst) 과형을 필요로 한다. 버스트 발생기(burst generator)는 시험 중인 장비 근처에 직결(direct coupler) 또는 용량성(capacitive) 결합기로 연결되어야 한다.

㉧ 시험 결과




 성적서번호: E159R-K010



8.3 전기적 빠른과도현상내성시험

8.3.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	차기교정일	교정주기	사용여부
Ultra Compact Generator	UCS 500 M4 S1	EM Test	0304-20	2016/04/29	1년	■
Ultra Compact Generator	UCS 500 M4	EM Test	0804-01	2016/01/14	1년	□
Combined Coupling Decoupling Net	CNI 503-32A	EM Test	0304-02	2016/04/29	1년	■
Capacitive Coupling Clamp	HFK	EM Test	N/A	2016/04/29	1년	■

8.3.2 시험장소
~. 자원실

8.3.3 환경조건

항목	측정치
온도	24 °C
습도	39 % R.H.
기압	101.0 kPa

8.3.4 환경조건
버스트 발생기는 신호수준 약 95 %에서 규격의 요구사항을 만족함.

8.3.5 시험조건

인가정압 및 과속	신호선, 통신단자, 입력전원단자	±2.0 kV
임펄스 반복률	5 kHz	
임펄스 상승시간	5 ns ±30 %	
임펄스 주기	50 ns ±30 %	
버스트 지속시간	15 ns ±20 %	
버스트 주기	300 ms ±20 %	
인가 시간	1분 이상	
인가 방법	입력전원단자 (결함/감광률 허용량)	
	신호선, 통신단자 (용량성 결합 클램프)	
성능 평가 기준	A	

8.3.6 시험절차

- 1) 피시험기기가 고정식 바닥설치형 또는 탁상용 기기가 다른 구성품과 결합되도록 설계된 기기는 접지 기준면 위에 위치시키고 0.1 m 두께 위에 절연되어야 한다.
- 2) 기준접지면은 수검기기의 각 경계로부터 0.1 m 이상 떨어져야 하며, 최소 가로 1 m x 세로 1 m 이상의 크기로서 보호접지에 연결되어야 한다.
- 3) 수검기기는 수검기기 하단부의 위치에 기준 접지면을 제외한 모든 다른 금속 구조물로부터 최소 0.5 m 이상 떨어져야 한다.
- 4) 수검기기는 취급설명서에 따라 접지 시스템에 연결시키고, 추가적인 접지는 연결하지 않는다.
- 5) 결합클램프의 결합판은 결합클램프 하단부에 위치한 기준 접지면을 제외한 모든 다른 금속 구조물로부터 최소 0.5 m 이상 떨어져야 한다.
- 6) 수검기기와 결합소자 사이의 신호선 및 전원선의 길이는 0.5 m 이하로 한다. 다만, 전원선이 0.5 m 이상일 때에는 그 전원선의 초과길이를 기준 접지면에 0.1 m 거리를 두고 평평한 코일을 피하기 위해 초과되는 케이블을 접어야 한다.

8.3.7 시험결과

■ 적 합

□ 부적합

시험일: 2015년 09월 04일

시험자: 김 강 혁

[입력 직류전원단자]

적 용 부 분	기 준	성능평가결과	
		(+) 버스트	(-) 버스트
P+N+PE	A	A	A

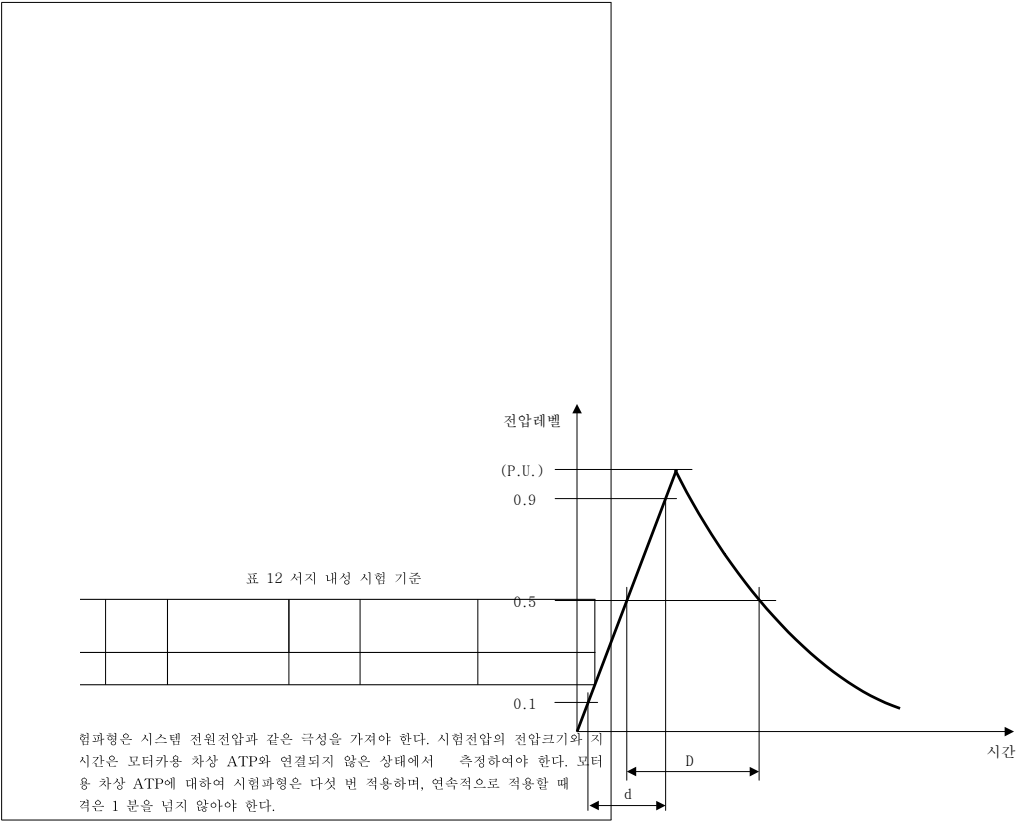
-P:Positive / N:Negative / PE :수검기기 외관 접지단자

[신호선 및 통신단자]

적 용 부 분	기 준	성능평가결과	
		(+) 버스트	(-) 버스트
CN1	A	A	A
CN2	A	A	A
CN3	A	A	A
CN4	A	A	A
CPU CONSOLE	A	A	A

8.3.8 시험자 의견

-, 시험 시 수검기기는 정상 동작하였음.



㉔ 시험 결과



성적서번호: E159R-K010



8.4 서지 내성시험

8.4.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	차기교정일	교정주기	사용여부
Ultra Compact Generator	UCS 500 M4 S1	EM Test	0304-20	2016/04/29	1년	■
Ultra Compact Generator	UCS 500 M4	EM Test	0804-01	2016/01/14	1년	□
Coupling Network	CNV508	EM Test	N/A	2016/04/29	1년	■
Combined Coupling Decoupling Net	CNI 503-32A	EM Test	0304-02	2016/04/29	1년	■

8.4.2 시험장소

- 차폐실

8.4.3 환경조건

항목	측정치
온도	24 °C
습도	39 % R.H.
기압	101.0 kPa

8.4.4 측정불확도

서지 발생기는 신뢰수준 약 95 %에서 규격의 요구사항을 만족함.

8.4.5 시험조건

서지 전압	입력단자	- 선-선: $\pm 1.0 \text{ kV}$ - 선-접지: $\pm 2.0 \text{ kV}$
개방회로전압파형	(1.2 / 50) μs	
단락회로전류파형	(8 / 20) μs	
출력 Impedance	42 Ω	
인가 회수	각 5회	
극성	+ / -	
반복률	1회 / 1분	
성능 평가 기준	B	

8.4.6 시험절차

- 1) 서지는 선과 선간 및 선과 접지간에 인가되어야 한다. 선과 접지간 시험인 경우에 특별한 조건이 없는 한, 시험전압은 각각의 선과 접지간에 연속적으로 인가되어야 한다.
- 2) 시험절차는 시험품의 비선형 전류-전압특성을 고려하여 단계적으로 전압을 상승시키며 시험하여야 한다.

8.4.7 시험결과

☒ 적합 ☐ 부적합

시험일: 2015년 09월 04일

시험자: 김강혁

[입력 직류전원단자]

적용 부분	기준	성능평가결과	
		(+) 서지	(-) 서지
L-N	B	A	A
L-PE	B	A	A
N-PE	B	A	A

-P:Positive / N:Negative / PE :수검기기 외관 접지단자

8.4.8 시험자 의견

-. 시험 시 수검기기는 정상 동작하였음.

⑪ 무선주파수 간섭 시험 - 전자기전도내성시험

㉦ 시험 방법

IEC 61000-4-6 규격에 의해 정의된 방법에 따라 이 장비 배선에 전도된 민감도 시험이 수행된다. 작동 중인 장비는 시험대(mass plan) 상부에 놓여지고, 입/출력 배선은 전기장(electric field)을 필요로 한다.

모든 입/출력 배선은 연결 방식(synoptic of connections)에 따라 영향을 받으며, 커넥터 설명 (버스트와 동일)에서는 왜란(disturbance)을 필요로 하는 배선을 정의한다.

배선이 동일한 차량 내에 있으면 3Vrms 인가하고, 차량 한 량을 넘어가면 10Vrms를 인가한다. 다음 특징에 따라 전기장(electric field)을 적용한다.

표 13 전자기전도내성 시험 기준

장비		신호 특징		
배선	Local ⁽¹⁾	주파수	레벨	변조
모든 케이블	Yes	150 KHz~80MHz	3 Vrms	80% AM 1 KHz 임피던스 150Ω
해당 없음	No	150 KHz~80MHz	10 Vrms	80% AM 1 KHz 임피던스 150Ω

(1): Local은 차량 내부의 배선을 의미한다. 차량 간 배선을 의미하는 것이 아니다.

㉔ 시험 결과



성적서번호: E159R-K010



8.5 전자기장전도내성시험

8.5.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	차 기 교정일	교정 주기	사용 여부
Continuous wave Generator	CWS 500 N1	EM Test	P1247105431	2016/05/07	1년	■
CDN	CDN-M2/M3	EM Test	P1312115835	2016/04/29	1년	■
CDN	FCC-801-M1-16A	Fisher Custom	91215	2016/04/29	1년	□
Injection Clamp	EM 101	Fisher Custom	35364	2015/10/07	1년	■
Injection Clamp	FTC 101	Luthi Electronic	4443	N/A	N/A	□
Bulk Current Injection Probe	F-140	Fischer Custom	323	2016/05/07	1년	□
Attenuator	100-A-FFN-06	Bird Technologies Group	751	2016/04/29	1년	■

8.5.2 시험장소

-. 차폐실

8.5.3 환경조건

항목	측정치
온도	26 °C
습도	36 % R.H.
기압	101.0 kPa

8.5.4 측정불확도

-. 1 V에서 0.33 V, 3 V에서 ±0.99 V 그리고 10 V에서 ±3.3 V

8.5.5 시험조건

주파수 범위	150 kHz ~ 80 MHz
전계 강도	10 V
변 조	AM, 80 %, 1 kHz sine wave
스윙프율	(1.5 x 10 ⁻³) decade/s
체재시간(Dwell Time)	3 s
주파수 스텝	1 % step
성능평가기준	A

8.5.6 시험절차

- 1) 수검기기를 설치한 후 내성기준에 명시된 주파수 범위, 시험레벨을 설정하여 시험주파수 대역을 스위프 시킨다.
- 2) 각각의 주파수에서의 체재시간은 수검기기가 동작하고 응답할 수 있는데 필요한 시간 이하가 되어서는 아니 되며 클럭 주파수와 같은 민감한 주파수는 별도로 분석되어야 한다.
- 3) 시험은 각각의 결함, 감결함 장치에 연결된 시험발생기를 가지고 수행되어야 하고 결함장치들의 여기 되지 않은 RF 입력모드들은 50 Ω 부하저항으로 종단한다.
- 4) 수검기기는 기준접지면 위로 0.1 m 높이의 절연 지지대 위에 놓인다. 피 시험기기에 존재하는 모든 케이블은 기준 접지면 위 적어도 0.03 m 높이에 지지되어야 한다.
- 5) 기준접지면 위에 있는 수검기기와 결함, 감결함 장치와는 (0.1 ~ 0.3) m 의 거리를 두고 설치한다.

8.5.7 시험결과

☒ 적 합 ☐ 부적합

시험일: 2015년 08월 18일

시험자: 김 강 혁

[입력 직류전원단자]

인가부위	인가방법	기준	성능평가결과
입력직류전원	CDN	A	A

[신호선 및 통신단자]

인가부위	인가방법	기준	성능평가결과
CN1	EM 101	A	A
CN2	EM 101	A	A
CN3	EM 101	A	A
CN4	EM 101	A	A
CPU CONSOLE	EM 101	A	A

8.5.8 시험자 의견

~, 시험 시 수검기기는 정상 동작하였음.

⑫ 전압변동시험

㉠ 시험 방법

공칭 전압으로 동작 상태인 장비는 EN 50155 규격에 정의된 방법에 따라 전압 변동과 중단을 필요로 한다.

표 14 전압변동 시험 기준

변동 값	시간	필요 시험
0.6Un	100ms	X
0.7Un	연속	X
Un	연속	X
1.25Un	연속	X
1.4Un	1s	X
0Un	0s	X
0Un	10ms	해당 없음

주) X는 모터카용 ATP 차상장치 시험 항목을 의미한다.

㉠ 시험 결과

ONETECH		 성적서번호: E159R-K010																					
8.6 견갑 변동 내성시험																							
8.6.1 측정설비																							
사용장비	모델명	제조사	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>제조번호</th> <th>자기교정일</th> <th>교정 주기</th> <th>사용 여부</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ultra Compact Generator UCS 500 M4 S1</td> <td>EM Test</td> <td>0304-20</td> <td>2015/04/29 1년 ☒</td> </tr> <tr> <td>Power Source AC2716</td> <td>EM Test</td> <td>93.30.1037</td> <td>N/A - ☐</td> </tr> <tr> <td>DC POWER SUPPLY EX-1500H2</td> <td>TAKABAGO</td> <td>N/A</td> <td>N/A - ☒</td> </tr> <tr> <td>DC POWER SUPPLY DW-100</td> <td>XANTREX</td> <td>N/A</td> <td>N/A - ☒</td> </tr> </tbody> </table>	제조번호	자기교정일	교정 주기	사용 여부	Ultra Compact Generator UCS 500 M4 S1	EM Test	0304-20	2015/04/29 1년 ☒	Power Source AC2716	EM Test	93.30.1037	N/A - ☐	DC POWER SUPPLY EX-1500H2	TAKABAGO	N/A	N/A - ☒	DC POWER SUPPLY DW-100	XANTREX	N/A	N/A - ☒
제조번호	자기교정일	교정 주기	사용 여부																				
Ultra Compact Generator UCS 500 M4 S1	EM Test	0304-20	2015/04/29 1년 ☒																				
Power Source AC2716	EM Test	93.30.1037	N/A - ☐																				
DC POWER SUPPLY EX-1500H2	TAKABAGO	N/A	N/A - ☒																				
DC POWER SUPPLY DW-100	XANTREX	N/A	N/A - ☒																				
8.6.2 시험장소 ~, 차폐실																							
8.6.3 환경조건																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>항목(기준치)</th> <th>측정치</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>온도(15 ~ 35) °C</td> <td>24 °C</td> </tr> <tr> <td>습도(30 ~ 60) % R.H.</td> <td>39 % R.H.</td> </tr> <tr> <td>기압(86 ~ 106) kPa</td> <td>101.0 kPa</td> </tr> </tbody> </table>		항목(기준치)	측정치	온도(15 ~ 35) °C	24 °C	습도(30 ~ 60) % R.H.	39 % R.H.	기압(86 ~ 106) kPa	101.0 kPa														
항목(기준치)	측정치																						
온도(15 ~ 35) °C	24 °C																						
습도(30 ~ 60) % R.H.	39 % R.H.																						
기압(86 ~ 106) kPa	101.0 kPa																						
8.6.4 측정불확도 시험 발생기는 신뢰수준 약 95 % 에서 규격의 요구사항을 만족함.																							
8.6.5 시험조건																							
정상 입력 전압	DC 24 V																						
시험 횟수	5회																						
성능평가기준	A																						

Page: 29 of 39
EMC-007(Rev. 2)

ONETECH		 성적서번호: E159R-K010							
8.6.6 시험결과									
~, 시험은 시험발생기에 수검기기 제조자에 의해 규정한 가장 짧은 전원 공급선으로 수검기기에 연결하고 수행되어야 한다.									
8.6.7 시험결과									
☒ 적 합 ☐ 부적합									
시험일: 2015년 09월 04일		시험자: 김 광 혁							
[입력 직류전원단자]									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>감쇄량 (% of V_{nom})</th> <th>주기 (ms)</th> <th>성능평가결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.6 U_n ~ 1.4 U_n</td> <td>100</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table>	감쇄량 (% of V _{nom})	주기 (ms)	성능평가결과	0.6 U _n ~ 1.4 U _n	100	A			
감쇄량 (% of V _{nom})	주기 (ms)	성능평가결과							
0.6 U _n ~ 1.4 U _n	100	A							
8.6.8 시험자 의견									
~, 시험 시 수검 기기는 정상 동작 하였음.									

Page: 30 of 39
EMC-007(Rev. 2)

⑬ 진동시험 - 모의장기수명시험

㉦ 시험 방법

장비는 15시간 동안 (축 당 5시간) 미작동 모드를 유지한다. 500kg 미만 장비의 랜덤 장기수명 시험용 심도표는 아래와 같다.

표 15 모의장기수명 시험 기준

구분	방향	실효값(m/s^2)	주파수 범위	필요 시험
1 Class A	수직	5.90	5~150Hz	X
	횡단	2.90		
	종단	3.90		
1 Class B	수직	7.90	5~150Hz	
	횡단	3.50		
	종단	5.50		
2	수직	42.5	5~150Hz	
	횡단	37.0		
	종단	20.0		
3	수직	300	5~150Hz	
	횡단	270		
	종단	135		

주) X는 모터카용 ATP 차상장치 시험 항목을 의미한다.

㉔ 시험 결과



발급번호: R159H-K016



4. 모의 장기 수명 시험

시험장소 : ㈜연택 환경시험실

시험일 : 2015 년 08 월 20 일 ~ 08 월 21 일

시험자 : 박 동 군 (서명)

4.1 시험실험환경조건

온 도 (24 ± 2) °C
습 도 (57 ± 3) % R.H.

4.2 시험장비

모 델 명	제 조 자	기 기 명	일련 번호
■ J255/SA7M	IMV	VIBRATION SYSTEM	14101490
■ 4384	B&K	ACCELEROMETER	32475

4.3 시험조건

- ① 시험품을 사용시와 유사한 조건으로 진동 테이블에 고정하고, 아래 표에 따른 조건으로 가진한다.
- ② 시험 후 시험품은 내구적 손상, 나사 풀림, 부품의 이탈 등 손상이 없어야하고, 성능 검사 시 정상동작해야 한다.

항목	주파수(Hz)	ASD Level(($\frac{m/s^2}{\sqrt{Hz}}$) ² /Hz)	Slop (dB/octave)	가속도 (RMS Value $\frac{m/s^2}{\sqrt{Hz}}$)	시험시간 (hour)
전후	5	0.234	-	2.83	5
	20	0.234	-		
	150	-	-6		
좌우	5	0.131	-	2.09	5
	20	0.131	-		
	150	-	-6		
수직	5	0.532	-	4.25	5
	20	0.532	-		
	150	-	-6		

4.4 시험결과

진동방향	내구성	동작상태
전후	이상없음	정상동작
좌우	이상없음	정상동작
수직	이상없음	정상동작

⑭ 충격시험

㉦ 시험 방법

EN 61373 규격에 따라, 이 장비는 각 축의 양 방향에서 3회 충격을 받는다 (총 18회 충격). 500kg 미만 장비의 충격 시험용 심도표는 아래와 같다.

표 16 충격 시험 기준

구분	방향	실효값(m/s^2)	공칭시간(ms)	필요 시험
1 Class A & B	수직	30	30	X
	횡단	30	30	
	종단	50	30	
2	수직 횡단 종단	300	18	
3	수직 횡단 종단	1000	6	

주) X는 모터카용 차상 ATP 시험 항목을 의미한다.

㉔ 시험 결과



발급번호: R159R-K016



5. 충격 시험

시험장소 : ㈜원텍 환경시험실

시험일 : 2015년 08월 20일 ~ 08월 24일

시험자 : 박 동 군 (서명)

5.1 시험실환경조건

온 도 (24 ± 2) °C
습 도 (56 ± 3) % R.H.

5.2 시험장비

모 델 명	제 조 자	기 기 명	일련 번호
■ J255/SA7M	IMV	VIBRATION SYSTEM	14101490
■ 4384	B&K	ACCELLOMETER	32475

5.3 시험조건

- ① 시험품을 사용시와 유사한 조건으로 진동 테이블에 고정하고, 아래 표에 따른 조건으로 가진한다.
- ② 시험 후 시험품은 내구적 손상, 나사 풀림, 부품의 이탈 등 손상이 없어야하고, 성능 검사 시 정상동작해야 한다.

충격방향		피크 가속도 (ms ⁻²)	정규지속시간 (ms)	파형	반복횟수 (회)
전후	+	50	30	반정현파	3
	-				3
좌우	+	30	30	반정현파	3
	-				3
수직	+	30	30	반정현파	3
	-				3

5.4 시험결과

진동방향	내구성	동작상태
전후	이상없음	정상동작
좌우	이상없음	정상동작
수직	이상없음	정상동작

⑮ 진동시험 - 기능랜덤시험

㉦ 시험 방법

장비는 최소 10분간 작동 모드를 유지한다. 500kg 미만 장비의 랜덤 기능시험용 심도 표 (severity table)는 아래와 같다.

표 17 기능랜덤 시험 기준

구분	방향	실효값(m/s^2)	주파수 범위	필요 시험
1 Class A	수직 횡단 종단	0.75 0.37 0.50	5~150Hz	X
1 Class B	수직 횡단 종단	1.00 0.45 0.70	5~150Hz	
2	수직 횡단 종단	5.4 4.7 2.5	5~150Hz	
3	수직 횡단 종단	38 34 17	5~150Hz	

주) X는 모터카용 ATP 차상장치 시험 항목을 의미한다.

㉔ 시험 결과



발급번호: R159H-K016



6. 기능 랜덤 시험

시험장소 : ㈜원텍 환경시험실

시험일 : 2015 년 08 월 20 일 ~ 08 월 24 일

시험자 : 박 동 군 (서명)

6.1 시험실환경조건

온 도 (25 ± 2) °C
습 도 (57 ± 3) % R.H.

6.2 시험장비

모 델 명	제 조 자	기 기 명	일련 번호
■ J255/SA7M	IMV	VIBRATION SYSTEM	14101490
■ 4384	B&K	ACCELLOMETER	32475

6.3 시험조건

- ① 시험품을 사용시와 유사한 조건으로 진동 테이블에 고정하고, 아래 표에 따른 조건으로 가진한다.
② 시험 중 및 시험 후 시험품은 정상동작 해야 한다.

항목	주파수(Hz)	ASD Level((m/s) ² /Hz)	Slop (dB/octave)	가속도 (RMS Value m/s ²)	시험시간 (min)
전후	5	0.0073	-	0.500	15
	20	0.0073	-		
	150	-	-6		
좌우	5	0.0041	-	0.370	15
	20	0.0041	-		
	150	-	-6		
수직	5	0.0166	-	0.750	15
	20	0.0166	-		
	150	-	-6		

(바) 시험기

① 하드웨어 요구 규격

모터카용 ATP 차상장치를 시험하기 위한 시험기에 대한 하드웨어 요구 규격은 다음과 같다.

㉠ 열차 운전 기능에 대한 시뮬레이션

열차가 선로 위에서 이동하고, 이동하면서 선로변에 설치되는 장치들과 서로 협력하면서 동작하는 기능을 시뮬레이션해 주는 시뮬레이터가 제공 되어야 한다.

㉡ BTM 기능에 대한 시뮬레이션

선로변에 설치되는 Balise로부터 무선으로 텔레그램을 수신하여 수신한 텔레그램을 CPU Board에게 전달하는 BTM 기능을 시뮬레이션하기 위해, 시뮬레이터로부터 Ethernet을 통해 텔레그램을 수신한 후, RS-485 통신을 통해 ATP 차상장치의 CPU Board에게 전달하여야 한다.

㉢ 타코미터에 대한 시뮬레이션

열차 속도에 비례하여 펄스 신호를 발생하는 타코미터 기능을 제공 하여야 한다. 시뮬레이터로부터 현재 운행되고 있는 열차 속도를 Ethernet으로 수신하여, 열차 속도에 해당하는 펄스 신호를 발생하여 ATP 차상장치에게 제공한다. 시뮬레이션에서 제공되는 열차 속도는 150 Km/h 이하이다.

㉣ 디지털 입력 신호에 대한 시뮬레이션

모터카 차상장치로부터 입력되는 디지털 입력 신호에 대한 기능을 제공 하여야 한다. 모터카 차상장치로부터 입력된 디지털 신호이다. 제공되는 입력 신호는 16 포트 이하이다.

㉤ 디지털 출력 신호에 대한 시뮬레이션

모터카 차상장치로 출력되는 디지털 출력 신호에 대한 기능을 제공 하여야 한다. 제공되는 출력 신호는 16 포트 이하이다

② 소프트웨어 요구 규격

모터카용 ATP 차상장치를 시험하기 위한 시험기에 대한 소프트웨어 요구 규격은 다음과 같다.

㉠ 열차 운전 기능에 대한 시뮬레이션

열차가 선로 위에서 이동하고, 이동하면서 선로변에 설치되는 장치들과 서로 협력하면서 동작하는 기능을 시뮬레이션 하여야 한다. 열차 특성 입력, 선로변에 설치되는 장치를 구성하는 기능, 열차가 운행하면서 선로변을 지나갈 때 만나게 되는 장치들에서 출력되는 데이터를 제공하여야 한다.

㉡ BTM 기능에 대한 시뮬레이션

시뮬레이터로부터 텔레그램을 수신하고, 수신한 텔레그램을 ATP 차상장치의 CPU Board에게 전달하는 기능을 제공 하여야 한다.

㉢ 타코미터에 대한 시뮬레이션

열차 속도에 비례하여 펄스 신호를 발생하는 타코미터 기능을 제공 하여야 한다. 시뮬레이션에서 제공되는 열차 속도는 150 Km/h 이하이다.

㉣ 디지털 입력 신호에 대한 시뮬레이션

모터카 차상장치로부터 입력되는 디지털 입력 신호에 대한 기능을 제공 하여야 한다. 제공되는 입력 신호는 16 포트 이하이다.

㉤ 디지털 출력 신호에 대한 시뮬레이션

모터카 차상장치로 출력되는 디지털 출력 신호에 대한 기능을 제공 하여야 한다. 제공되는 출력 신호는 16 포트 이하이다.

③ 시험기(테스트베드) 구성

모터카용 ATP 차상장치를 시험실에서 시험하기 위해서는 ATP 차상장치가 열차에 설치되어 운용되는 상태와 동일한 조건을 제공하여 시험을 하여야만, 실제로 열차에 탑재 했을 때 정해진 규격대로 동작하게 된다. ATP 차상장치가 실제 열차 차량과 인터페이스 하는 조건과 동일한 조건을 만들어 주기 위해 그림 36와 같이 시험 환경을 제작 하였다. 이 시험 환경은 ERTMS/ETCS SRS에서 정의해 놓은 시험 구조를 참고로 하여 결정하였다.

ATP 차상장치를 시험하기 위해서는 실제 열차가 운행하는 조건에서 제공되는 열차 속도, 열차 차량과 인터페이스 및 지상에 설치되어 있는 Balise 정보를 ATP 차상장치에게 제공 하여야 한다. 그림 36에 나타나 있는 바와 같이 시뮬레이터의 구성품 중에 하나인 Test Suite에서는 열차 속도, 열차 차량 인터페이스 및 Balise 신호에 대한 시뮬레이터 기능을 제공한다. ATP 차상장치와 Test Suite 사이에는 시뮬레이

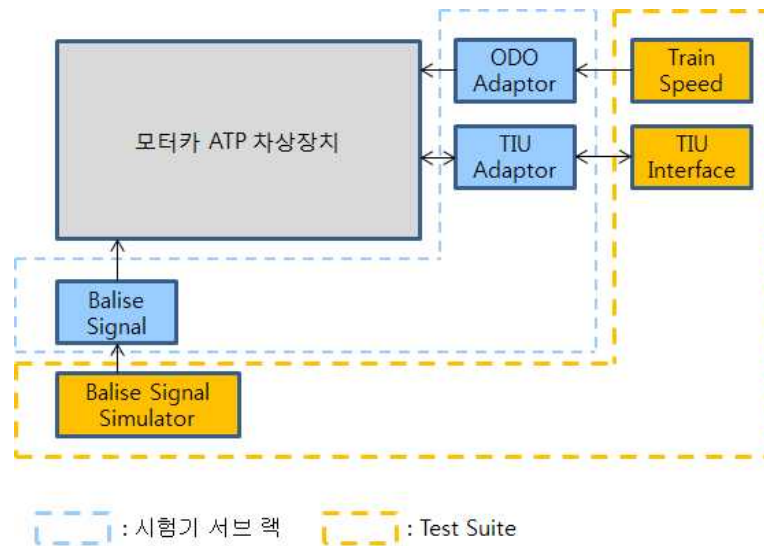


그림 36 시험기 개념도

터한 데이터를 실제 열차에서 제공되는 신호와 동일한 신호를 만들어 주는 시험기 서브랙이 존재한다.

모터카용 ATP 차상장치를 시험하기 위한 시험기는 TestSuite, 시험기 서브랙 및 Evaluation Tool로 구성된다. TestSuite는 모터카가 선로 상에서 이동하는 상황을 제공하는 기능을 수행한다. TestSuite는 시험실에서 모터카가 실제적으로 이동하고, 모터카가 선로변 장치로부터 정보를 수신하는 기능을 모의로 제공하는 기능을 수행한다. 시험기 서브랙은 TestSuite가 만든 정보를 모터카 ATP 차상장치가 실제로 수신하는 데이터 형태로 변환하는 기능을 수행한다.

TestSuite는 Track Editor, Scenario Editor 및 TestSuite로 구성된다. Track Editor는 철도 노선, 정거장, 교량, 터널 및 선로변에 설치되는 Balise에 대한 구성을 입력하는 프로그램이고, Scenario Editor는 선로변 Balise에서 지상으로 전송하는 텔레그램 내용을 입력하는 프로그램이다. TestSuite는 Scenario Editor에서 입력된 내용을 이용하여, 열차 이동 및 열차가 이동하면서 지상 Balise로부터 전송되는 텔레그램을 전송해 주는 기능을 수행한다.

TestSuite를 수행시켜, 열차가 운행할 때, 로그 정보를 저장한다. 저장된 로그 정보를 Evaluation Tool을 이용하여 그래픽하게 표현하여, 열차 운행 상태를 확인한다.

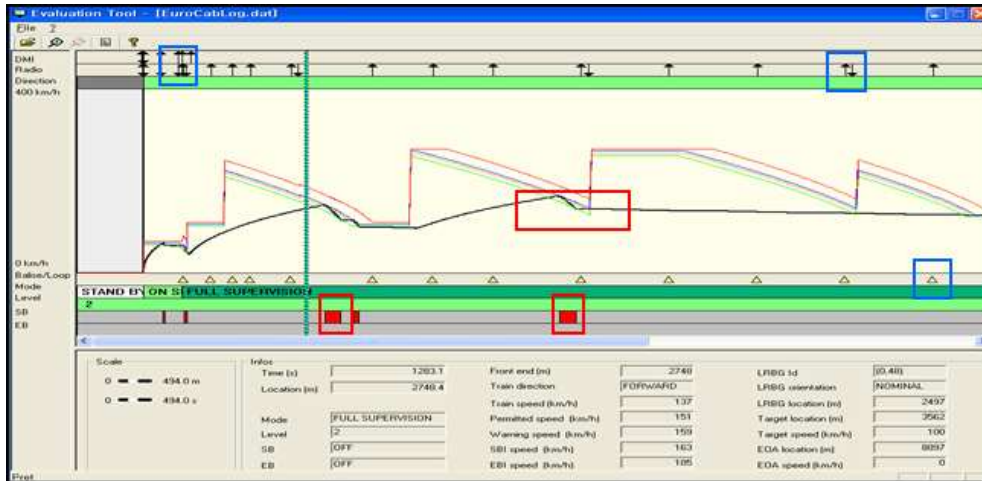


그림 37 Evaluation Tool 예제 화면

그림 37은 TestSuite를 동작시켜 저장된 로그 정보를 Evaluation Tool을 이용하여 열차 운행 상태를 확인하는 예제 화면이다. 위치별 열차 속도, 이동 권한, 동적인 속도 프로파일, Balise로부터 수신한 텔레그램 및 Brake 적용 여부를 확인 할 수 있다. 그림 38은 TestSuite, 시험기 랙을 이용하여 ATP 차상장치를 시험하는 구성이다.

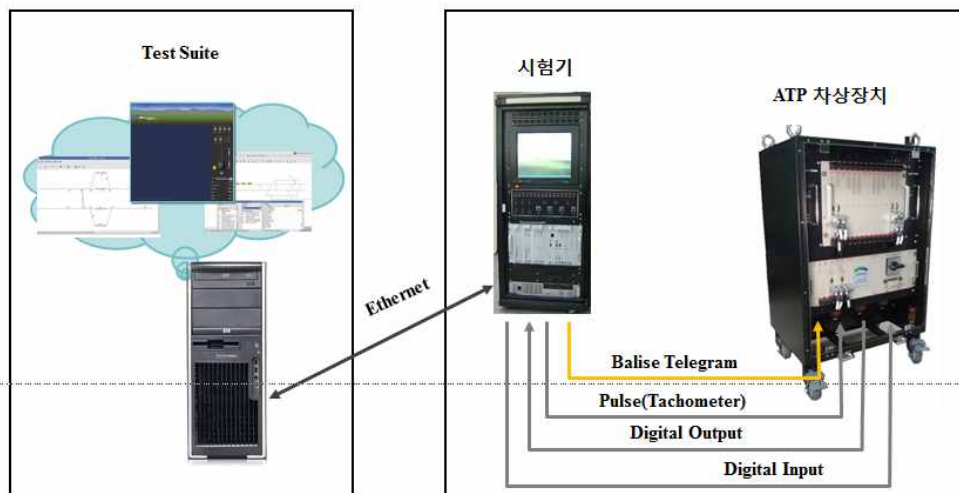


그림 38 시험 구성

④ 시험기 서브랙 하드웨어 구성

시험기 서브랙은 Test Suite로부터 열차 운행 정보를 Ethernet으로 전달 받아, ATP 차상장치에게 실제 열차에서 제공되는 신호와 동일한 형태의 신호를 만들어, ATP 차상장치에게 전달하는 기능을 수행한다.

시험기 서브랙은 MPU Board, VI Board, VO Board, AIO Board, TS Board 및 DCDC Converter Board로 구성된다.



그림 39 시험기 서브랙 사진

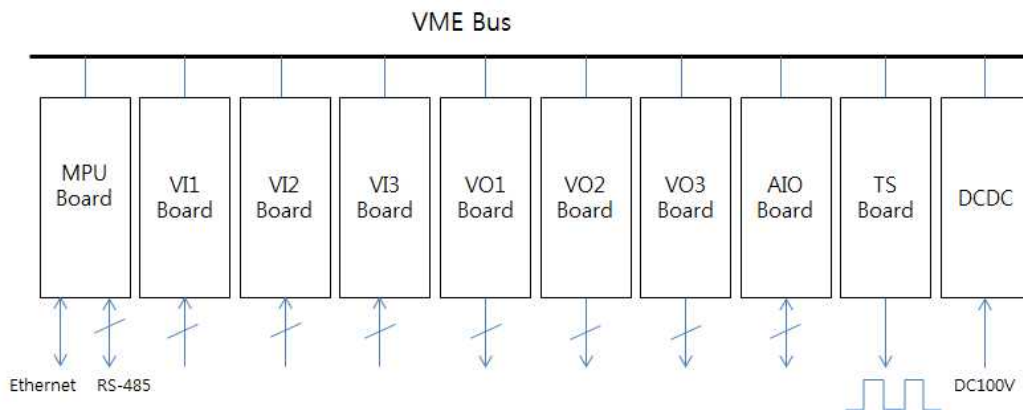


그림 40 시험기 서브랙 내부 구조

MPU Board는 시험기 서브랙의 중앙 처리 기능을 수행하고, VI Board는 Digital Input 기능을 수행하고, VO Board는 Digital Output 기능을 수행하고, AIO Board는 Analog Input/Output 기능을 수행하며, TS Board는 타코미터 펄스를 생성하는 기능

을 수행한다. DCDC Converter는 DC 24V 입력을 받아 DC 5V, DC $\pm 12V$ 로 변환하는 기능을 수행한다. 시험기 서브랙은 MPU Board 1장, VI Board 3장, VO Board 3장, AIO Board 1장, TS Board 1장 및 DCDC Converter 1장으로 구성된다.

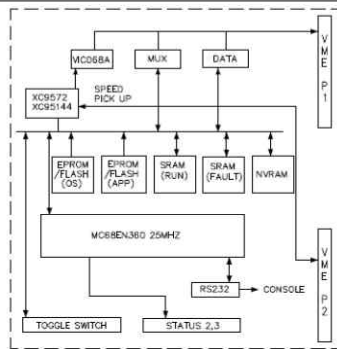


그림 41 MPU Board Block Diagram

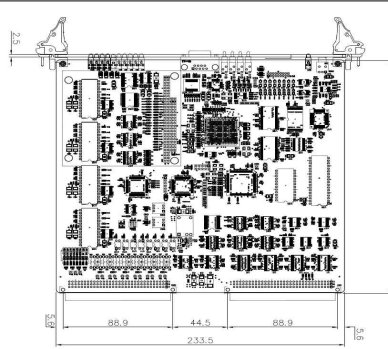


그림 42 MPU Board PCB 구성



그림 43 MPU Board 사진

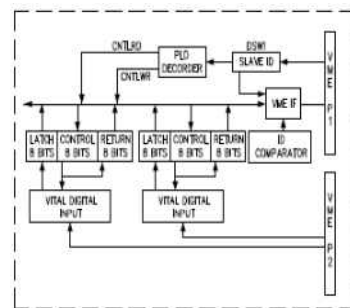


그림 44 VI Board Block Diagram

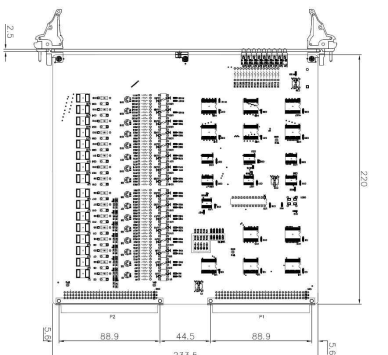


그림 45 VI Board PCB 구성



그림 46 VI Board 사진

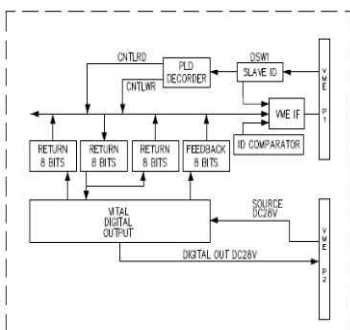


그림 47 VO Board Block Diagram

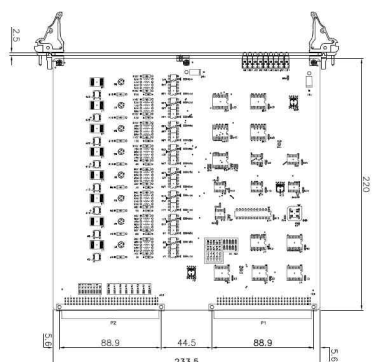


그림 48 VO Board PCB 구성



그림 49 VO Board 사진

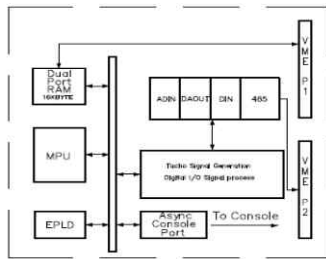


그림 50 AIO Board Block Diagram

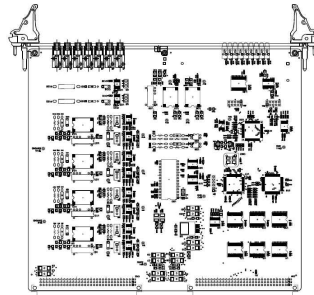


그림 51 AIO Board PCB 구성



그림 52 AIO Board 사진

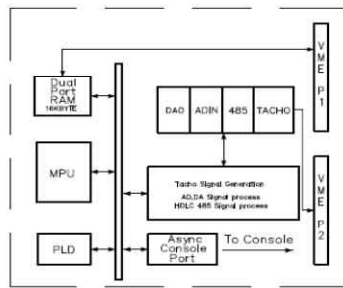


그림 53 TS Board Block Diagram

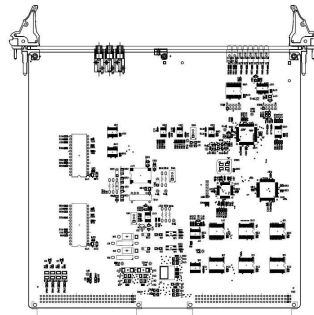


그림 54 TS Board PCB 구성



그림 55 TS Board 사진

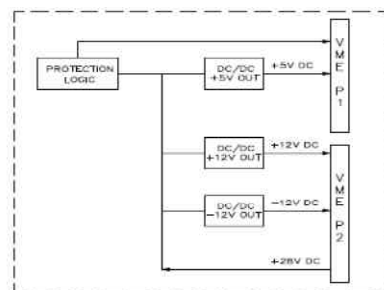


그림 56 DCDC Converter Block Diagram

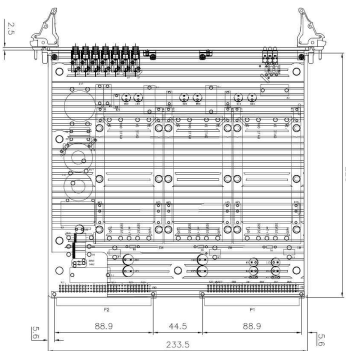


그림 57 DCDC Converter PCB 구성



그림 58 DCDC Converter 사진

(사) 현차 시험

개발된 모터카용 ATP 차상장치를 코레일에서 운용하고 있는 모터카에 설치하여 현차 시험을 실시하였다. 현차 시험을 통해 개발된 ATP 차상장치가 모터카에 실제적으로 활용 할 수 있다는 것을 검증 하였다.

① 정적 시험

“모터카용 Low Cost ATP 기술 개발” 과 관련하여 모터카가 정지된 상태에서 시험 하는 차상장치 정적시험에 대한 결과를 기술한다. 정적 시험절차서에 따라 시험을 한 결과, 모든 시험항목이 ”양호“로 판정 받았다.

표 18 정적 시험 항목 및 결과

구분	시험 항목	검사 결과	비고
1. 전원 공급 시험(HW 단독 시험)			
1	ATP 장치 전원 공급 시험	양 호	모터카 전원 Normal 값: 28V 장비 파워 Pack: 18V~36V
2	BTM 장치 전원 공급 시험	-	BTM↔CAU 시험에서 측정
3	BTM↔CAU 장치 전원 공급 시험	양 호	
4	MMI 장치 전원 공급 시험	양 호	전위, 후위 모두 실시
5	Audio Box 전원 시험	양 호	전위, 후위 모두 실시 Audio Box 제작 중으로 인하여 전원 케이블에서 측정
2. 외부 장치용 DC 24V 출력 시험(HW 단독 시험)			
1	MMI 장치	양 호	전위, 후위 모두 실시
3. 주변장치 통신 시험			
1	ATP↔MMI RS485 통신 인터페이스 시험	양 호	전위, 후위 모두 실시
2	Audio Box ↔MMI RS485 통신 인터페이스 시험	양 호	
3	ATP↔BTM간 RS485 통신 시험	양 호	
4. STM 장치 IF 시험(HW 단독 시험)			
1	STM1 모듈 차상자↔지상차간 응답 시험	양 호	
2	STM2 모듈 차상자↔지상차간 응답 시험	양 호	
5. TACHO & Doppler IF 시험			
1	Doppler Sensor ↔ SDU 장치간 RS485 통신 시험	양 호	
2	TACHO Sensor ↔ SDU 장치간 TACHO Direction 판별 시험	양 호	
3	TACHO Sensor ↔ SDU 장치간	양 호	

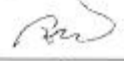
	TACHO PULSE 입력 시험		
4	SDU 장치 ↔ ATP CAN 통신 시험	양 호	
6.TIU IF 시험			
1	STM1 모듈 ↔ ATP 간 Digital Input 시험	양 호	
2	STM2 모듈 ↔ ATP 간 Digital Input 시험	양 호	
3	TIU ↔ ATP 간 Digital Input 시험	양 호	
4	TIU ↔ ATP 간 Digital Output 시험	양 호	
7. MMI 장치 동작 시험			
1	MMI ACK Switch 동작시험	양 호	

정적 시험을 위해 ATP 차상장치 정적시험 점검표를 작성하고(그림 59), 정적시험 점검표에 작성되어 있는 항목에 대해 시험 절차대로 시험을 수행하고, 그 결과는 정적시험 점검표에 작성 하였다. 그림 60 및 그림 61은 ATP 장치 전원 공급 시험에 대한 시험 절차 및 현차 시험 시 작성한 시험 결과이다.

	(주)한터기술	문서번호	HS01-1205-02-38
		개정번호	1.0
		개정일자	2014.10.24
		페이지	1 / 49

모터카용 Low Cost ATP 차상장치

정적시험 점검표

승인	2014.10.24	송규연	
검토	2014.10.24	오귀진	
작성	2014.10.24	신현수	
	일자	성명	서명

한터기술

그림 59 ATP 차상장치 정적시험 점검표

	모터카용 Low Cost ATP 차상장치 정적시험 점검표	문서번호	HS01-1205-02-38
		개정번호	1.0
		개정일자	2014.10.24
		페이지	4 / 49

1. 정적 시험

1.1. 전원 공급 시험(HW 단독 시험)

시험 대상	ATP 장치		
시험 ID		시험 항목	ATP 장치 전원 공급 시험
시험 내용	ATP 장치의 전원 공급 상태가 정상인지 확인한다.		
시험 절차	1. 모터 KEY ON 스위치를 ON 하고, 배전반의 NFB 스위치를 ON 시킨다. 2. MS 커넥터 CN1의 PIN "A"와 "C"간 멀티미터를 이용하여 전원을 측정하여 DC24V의 전원 공급 상태를 확인한다. 3. MS 커넥터 CN1의 PIN "F"와 "C"간 멀티미터를 이용하여 전원을 측정하여 DC24V의 전원 공급 상태를 확인한다. 4. MS 커넥터 CN1의 PIN "H"와 "C"간 멀티미터를 이용하여 전원을 측정하여 DC24V의 전원 공급 상태를 확인한다.		
	 Figure 1 CN1의 PIN 전원 측정		
예상 결과	1. CN1의 "A"와 "C"간 전원을 측정하면 멀티미터에 24±4V가 측정된다. 2. CN1의 "F"와 "C"간 전원을 측정하면 멀티미터에 24±4V가 측정된다. 3. CN1의 "H"와 "C"간 전원을 측정하면 멀티미터에 24±4V가 측정된다.		

한국표준기술

그림 60 ATP 장치 전원 공급 시험 - 1

	모터카용 Low Cost ATP 차상장치 정적시험 점검표	문서번호	HS01-1205-02-38
		개정번호	1.0
		개정일자	2014.10.24
		페이지	5 / 49

	 Figure 2 전원 측정 결과
검사 결과	1. CN1 A 와 C 간 측정 결과 : 28.4 V 2. CN1 F 와 C 간 측정 결과 : 28.4 V 3. CN1 H 와 C 간 측정 결과 : 28.4 V 배전반 배전선 : 18V 배전선 Pack : 18V ~ 38V
판정 여부	A / U 검사 일정 : 2014.11.5 검사자 : 김민수 2014.11.5

*Note: 합격인 경우에는 A(Acceptable), 불합격인 경우에는 UA(Unacceptable)로 표기한다.

한국표준기술

그림 61 ATP 장치 전원 공급 시험 - 2

② 동적 시험

“모터카용 Low Cost ATP 기술 개발” 과 관련하여 모터카를 운행하면서 시험하는 차상장치 1차 동적시험에 대한 결과를 기술한다. 동적 시험절차서에 따라 시험을 한 결과, 모든 시험항목이 ”양호“로 판정 받았다.

표 19 동적시험 항목 및 결과

구분	시험 항목	검사 결과	비고
1. 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 기능시험			
1	운전방향 확인시험	양 호	
2	FS모드 전환시험	양 호	
3	상용제동(SB) 현시시험	양 호	
4	비상제동(EB) 시험-1	양 호	
비고	- 시험구간: 순천역 ↔ 괴목역 - 허용속도: 최고속도 40[Km/h]로 주행(본선 시험으로 이례상황 대비)		
5	비상제동(EB) 시험-2	양 호	
비고	- 시험구간: 순천역 구내 2번선(전위 운전실), 순천역 구내 1번선(후위 운전실) - EOA 초과 시험으로 검증 완료		
2. 레벨전환시험			
1	ATP → STM(ATS) 전환시험	양 호	
비고	시험구간: 광양역 ↔ 순천역 ↔ 원창역 - 순천역 → 광양역(ATP →STM(ATS), 5현시) - 순천역 → 원창역(ATP → STM(ATS), 3현시)		
2	STM(ATS) → ATP 전환시험	양 호	
비고	시험구간: 광양역 ↔ 순천역 ↔ 원창역 - 광양역 → 순천역(STM(ATS), 5현시 → ATP) - 원창역 → 순천역(STM(ATS), 3현시 → ATP)		
3. 지리정보 확인시험			
1	지리정보 확인시험(순천역 → 괴목역, 상선)	양 호	
비고	터널, 교량, 낙석, 역사, 경적, 전차선 절연구간		
2	지리정보 확인시험(괴목역 → 순천역, 하선)	양 호	
비고	터널, 교량, 낙석, 역사, 경적, 전차선 절연구간		

동적 시험을 위해 ATP 차상장치 현차시험 절차서를 작성 하였다(그림 62).
 그림 63은 운전방향 확인시험에 대한 시험 절차 및 검사 항목이다.

	㈜한터기술	문서번호 :	HS01-1205-02-30
		개정일자 :	2014.12.16
		개정번호 :	Rev.1.1
		페이지 :	1/43
모터카용 Low Cost ATP 차상장치 현차시험 절차서			
승 인	2014. 12. 16	송규연	
검 토	2014. 12. 16	오귀진	
작 성	2014. 12. 16	유지형	
일 자		성 명	서 명


 HUNTER TECHNOLOGY
 (주) 한터기술

그림 62 ATP 차상장치 동적 시험절차서

	모터카용 Low Cost ATP 차상장치 현차시험 절차서	문서번호: HS01-1205-02-30
		개정일자: 2014.12.16
		개정번호: Rev.1.1
		페이지: 8/43

3.1.1. 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 기능 시험

(1) 운전방향 확인시험

이 시험의 목적은 SDU(타코미터, 도플러센서)에 의해 검지된 이동 방향이 제어핸들(방향제어 및 변속) 위치와 동일한지 확인하는 것이다. 이동 방향과 제어핸들의 위치가 일치하지 않을 경우 Low Cost ATP 차상장치에 의해 비상제동이 체결된다.

구분	동 작	검 사 항 목
1	모터카를 시험구간에 위치시킴	
2	차상장치에 전원을 인가하고 해당 운전실(전위 또는 후위)을 활성화	
3	기관사 책임모드(SR) 설정	- MMI 모니터에 기관사 책임모드 표시 - 제한속도 45[km/h] 표시(hook)
4	제어핸들을 전진으로 설정	
5	모터카를 전진방향으로 이동 (5 ~ 10[m])	- 모터카 전진
6	모터카를 정지시키고 제어핸들을 후진으로 설정	
7	모터카를 후진방향으로 이동 (3[m] 이상)	- 모터카 후진 - 비상제동 체결
8	열차 정지	- MMI 모니터 속도표시기 "0" 속도 표시 - MMI 모니터에 운전자 확인(ACK) 메시지 표시
9	운전자 확인(ACK) 메시지에 대한 확인 응답(ACK 버튼 취급)	- 비상제동 해제

③ 입회 시험

모터카용 Low Cost ATP 기술개발 과제에서 개발된 모터카용 Low Cost ATP 차상장치의 한국철도기술연구원 입회시험에 대해 기술한다. 한국철도기술연구원 주관으로 실시한 입회 시험에서 모든 시험 항목이 “양호”로 판정 받았다.

표 20 입회 시험 일정

일정		설명	비고
일자	시간		
[1일차] 2015. 01.14 (수)	09:00 ~ 10:00	[입회시험 준비] - 시험 절차 및 방법 확인 - 안전사항 확인	현장 사무실
	10:00 ~ 12:00	[모터카용 Low Cost ATP 차상장치 형상검사] - 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 외관 검사 - 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 구성 검사 [레벨전환시험] - ATP → STM(ATS) 전환시험 - STM(ATS) → ATP 전환시험	모터카 유치선 경전선
	12:00 ~ 13:00	중식	
	13:00 ~ 17:00	[모터카용 Low Cost ATP 차상장치 기능시험] - 운전방향 확인시험 - FS모드 전환시험 - 비상제동(EB) 시험 [지리정보 확인시험] - 터널구간 진출입 시험 - 전차선 절연구간 시험 - 교량구간 시험 - 역사구간 시험 - 경적구간 시험 - 낙석구간 시험 [BTM - Balise 인터페이스 시험]	전라선
	17:00 ~ 18:00	[Close Meeting] - 시험결과 검토	현장 사무실

한국철도기술연구원 입회시험을 위해 입회시험절차서(그림 64)를 작성하였고, 그림 65는 입회 시험 항목 중 운전 방향 확인 시험에 대한 시험 절차이다. 입회 시험이 성공적으로 완료 되어 시험성적서(그림 66, 67)를 발급 받았고, 그림 68은 레벨 전환 시험에 대한 시험 결과, 그림 69는 지리 정보 및 비상제동 시험에 대한 시험 결과이다. 그림 70에서 73은 입회 시험 시 현장 모습을 보여주고 있다.

	헌터기술	문서번호 : HS01-1205-02-46	
		개정일자 : 2015.01.12	
		개정번호 : Rev.1.2	
		페이지 : 1/3	
모터카용 Low Cost ATP 차상장치 입회시험 절차서			
승 인	2015.01.12	송규연	
검 토	2015.01.12	오귀진	
작 성	2015.01.12	유지형	
	일 자	성 명	서 명

그림 64 한국철도기술연구원 입회시험 절차서

	모터카용 Low Cost ATP 차상장치 입회시험 절차서	문서번호: HS01-1205-02-46
		개정일자: 2015.01.12
		개정번호: Rev.1.2
		페이지: 19/55

3.2.1. 모터카용 Low CostATP 차상장치 기능 시험

(1) 운전방향 확인시험

이 시험의 목적은 SDU(타코미터, 도플러센서)에 의해 검지된 이동 방향이 제어핸들(방향제어 및 변속) 위치와 동일한지 확인하는 것이다. 이동 방향과 제어핸들의 위치가 일치하지 않을 경우 LCATP 차상장치에 의해 비상제동이 체결된다.

구분	동 작	검 사 항 목
1	모터카를 시험구간(순천역 1 변선)에 위치시킴	
2	차상장치에 전원을 인가하고 해당 운전실(전위)를 활성화	- MAIN POWER +24V1, +24V2 LED ON - VI1 LED 2 ON(전위) - VI1 LED 5 ON(역전기 "N") 
3	기관사 책임 모드(SR) 설정 - 아래 설정 방법 참조	- MMI 모니터에 기관사 책임모드 표시 - 제한속도 45[km/h] 표시 (hook)
4	제어핸들을 전진으로 설정	- VI1 LED 4 ON(역전기 "F") 
5	모터카를 전진방향으로 이동 (5 ~ 10[m])	- 모터카 전진

(주)한디기술	귀하	발급번호 (Certificate Number) R15-0110
		발급일자 (Certification Date) 2015.01.30

시험 성적서

(TESTING CERTIFICATE)



(모터카용 ATP 차량장치)



한국철도기술연구원
Korea Railroad Research Institute

우 437-757 경기도 의왕시 철도박물관로 176
176, Cheoldobangmulgwan-ro, Uiwang-si, Gyeonggi-do, 437-757, KOREA
TEL : +82-31-480-5500 FAX : +82-31-460-5509

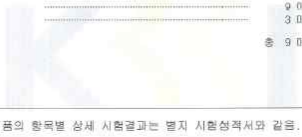
KRRI R15-0008[R15-0110]10[KLNI12763]1356311501091150130

그림 66 입회시험 성적서-1

시험 성적서

(TESTING CERTIFICATE)

Sheet No. : 1 / 9

발급번호 (Certificate No.)	R15-0110		
의뢰자 (Client)	(상호) (주)한디기술 (주소) 서울시 구로구 디지털로33길 28 우림아비즈센터 1차 1408호	(대표자)	김순호
제조사 (Manufacturer)	(상호) (주)한디기술 (주소) 서울시 구로구 디지털로33길 28 우림아비즈센터 1차 1408호	(대표자)	김순호
접수번호 (Receipt No.)	015-0008		
시험일자 (Date of Test)	2015. 01. 14		
품명 (Commodity)	모터카용 ATP 차량장치		
시험규격 (Test method used)	한국철도기술연구원 ATP 차량장치 입회시험 규격서, 규격번호: KRRI-015-02-01, 개정일자: 2015. 01. 12, 개정번호: Rev.1.2		
시험환경 (Testing Environment)	온도: (7 ± 3) °C, 습도: (66 ± 8) % R.H.		
시험기록 (Test Record)	시험 성적서 시험 사진  총 9매		
시험결과 (Test Result)	상기 시험품의 항목별 상세 시험결과에 별지 시험성적서와 같음.		
용도(Use)	국토교통과학기술진흥원 제출용		
비고(Note)	이는 의뢰자가 제공한 자료의 시험결과이며, 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함. (This result of testing has been made for the commodities provided by the applicant. Except for the defined uses, this report should not be used.)		
시험실무자	허인수	기술책임자	이광현
(Date)	2015 년 01 월 30 일		
(Certified by)	한국철도기술연구원장 President of Korea Railroad Research Institute		

KRRI R15-0008[R15-0110]10[KLNI12763]1356311501091150130

그림 67 입회시험 성적서-2

발급번호
(Certificate No.) R15-0110

시험성적서
(TESTING CERTIFICATE)

시
(Sheet No.) 6 / 9

4.2 ATS에서 ATP로의 전환시험
- 시험장소 : 원정역-충방, 순천역 도차 (관측선 구간)

시험항목 (Test List)	시험기준 (Test Standard)	시험결과 (Test Result)
모터카를 시험구간에 위치시킨 후, ATP 작동증지가 활성화될 것		양 호
ATS 모드로 실행할 수 있을 것		양 호
제한속도 45km/h가 표시될 것 (V 표시될 것)		양 호
모터카를 ATS 모드로 실행할 수 있을 것		양 호
모터카가 ATP 전환태고 발리스를 통과할 것 (Ebfuse ID : R383)		양 호
MM 모니터에 "Change-over level 1" 메시지가 표시될 것		양 호
모터카가 알람거리를 주행할 수 있을 것		양 호
MM 모니터에 "Acknowledge the change-over" 메시지가 표시될 것		양 호
표시된 메시지 알람이 작동될 것		양 호
알람이 울릴 것		양 호
기관차 확인-응답 버튼을 누를 수 있을 것		양 호
MM 모니터에 기관차 확인 메시지 표시 및 알람음이 소거될 것		양 호
모터카가 ATP 전환상태 발리스를 통과할 것 (Ebfuse ID : R343)		양 호
MM 모니터에 ATP 정보가 표시될 것		양 호
모터카가 ATP 모드로 주행할 것		양 호

시험성적장소 (ATS에서 ATP로의 전환시험)

KRRI R15-0008|R15-0110|101KLM1276313568150109150130

그림 68 레벨전환시험 시험성적

발급번호
(Certificate No.) R15-0110

시험성적서
(TESTING CERTIFICATE)

시
(Sheet No.) 7 / 9

5. 지리정보 및 비상제동 시험
- 시험장소 : 개악역-충방, 순천역 도차 (관측선 구간)

시험항목 (Test List)	시험기준 (Test Standard)	시험결과 (Test Result)
모터카를 시험구간에 위치시킨 후, ATP 지령창치가 활성화될 것		양 호
기관차 확인음으로 응답할 수 있을 것		양 호
MM 모니터에 기관차 확인음으로 표시될 것		양 호
제한속도 45km/h로 표시될 것		양 호
모터카를 주행하여 첫 번째 발리스를 통과할 것		양 호
MM 모니터에 운전감시 모드에 표시될 것		양 호
MM 모니터에 허용속도(60km/h)가 표시될 것		양 호
모터카가 단당해 진입할 것		양 호
MM 모니터에 단당 해리문에 표시될 것		양 호
모터카가 최단해 진입할 것		양 호
MM 모니터에 단당 해리문에 소거될 것		양 호
모터카가 관측선 절연구간에 진입할 것		양 호
MM 모니터에 관측선 절연구간 해리문에 표시될 것		양 호
모터카가 관측선 절연구간에 진출할 것		양 호
MM 모니터에 관측선 절연구간 해리문에 소거될 것		양 호
모터카가 착륙구간에 진입할 것		양 호
MM 모니터에 착륙 해리문에 표시될 것		양 호
모터카가 착륙구간에 진출할 것		양 호
MM 모니터에 착륙 해리문에 소거될 것		양 호
모터카가 착륙해 진입할 것 (계동역 : 전라선)		양 호
MM 모니터에 착륙 해리문에 표시될 것		양 호
모터카가 착륙해 진출할 것 (계동역 : 전라선)		양 호
MM 모니터에 착륙 해리문에 소거될 것		양 호
모터카가 관측구간에 진입할 것		양 호
MM 모니터에 관측 해리문에 표시될 것		양 호
모터카가 관측구간에 진출할 것		양 호
MM 모니터에 관측 해리문에 소거될 것		양 호
모터카가 교량해 진입할 것		양 호
MM 모니터에 교량 해리문에 표시될 것		양 호
모터카가 교량해 진출할 것		양 호
MM 모니터에 교량 해리문에 소거될 것		양 호
모터카가 제한속도를 초과하도록 속도가 증가될 것		양 호
MM 모니터에 속도표시기가 요원지역으로 과속 주의 표시가 나타날 것		양 호
경보신호가 나타날 것		양 호
모터카의 속도를 (최고속도 : 60km/h) + 8km/h 이상으로 가속시킬 것		양 호
MM 모니터에 속도표시기가 적색으로 과속 주의 표시가 나타날 것		양 호

지리정보 및 비상제동 시험

KRRI R15-0008|R15-0110|101KLM1276313568150109150130

그림 69 지리정보 및 비상제동 시험성적



그림 70 차량하부 치수 검사



그림 71 ATP 차상장치 치수 검사



그림 72 ATP 차상장치 화면현시장치 시험



그림 73 ATP 차상장치 LED 상태 확인

(아) 시험 결과 종합

실내, 실외, 차상장치, 선로변 등에서 수행한 시험 결과를 종합하면 다음과 같다. 표 21에 나타나 있는 단위 시스템 시험, 1차 동적 시험, 2차 동적 시험 및 입회 시험은 모터카용 ATP 차상장치가 현차된 모터카를 전라선 및 경전선에서 운행하면서, 시험 항목을 시험하였고, 총 주행 거리는 2,061Km 이다.

표 21 모터카 ATP 차상장치 시험 결과 종합

구분	시험 항목	시험 장치	시험 장소	시험 결과	비고
기능 시험	Board 단위 기능 시험	차상장치	실내	정상	
통합 시험	시험기를 이용한 기능 및 성능 시험	차상장치	실내	정상	Track Editor, Scenario Editor, TestSuite 활용
환경 시험	도시철도차량의 성능시험에 관한 기준에서 정한 시험 항목	차상장치	실내	정상	원택(주)
종합 시험	ATP 장치 전원공급	차 상 장	실내	정상	

	시험 등 15개 항목	치, MMI, BTM, 타코미터, 도플러센서, STM			
정적 시험	- H/W 단독 시험 - 주변장치 통신시험	上同	선로변	정상	정지 상태
단위 시스템 시험	- 속도, 단거리, 장거리 시험 - 신호현시, 운전모드 시험	上同	선로변	정상	- 운행 상태 - 전라선, 경전선 - 주행 거리 : 494 Km - Balise 424회 정상 수신
1차 동적 시험	- 차상장치 기능 시험 - 레벨 전환 시험 - 지리정보 확인시험	上同	선로변	정상	- 운행 상태 - 전라선, 경전선 - 주행 거리 : 899Km
2차 동적 시험	上同	上同	선로변	정상	- 운행 상태 - 전라선, 경전선 - 주행 거리 : 667Km
입회 시험	上同	上同	선로변	정상	- 운행 상태 - 한국철도기술연구원

○ 연구개발성과

(1) 특허

(가) 특허 제목

- 열차 안전운행을 위한 다중 제어장치

(나) 특허 등록 번호

- 출원번호 : 제2013-0032821호
- 등록번호 : 제10-1347244호

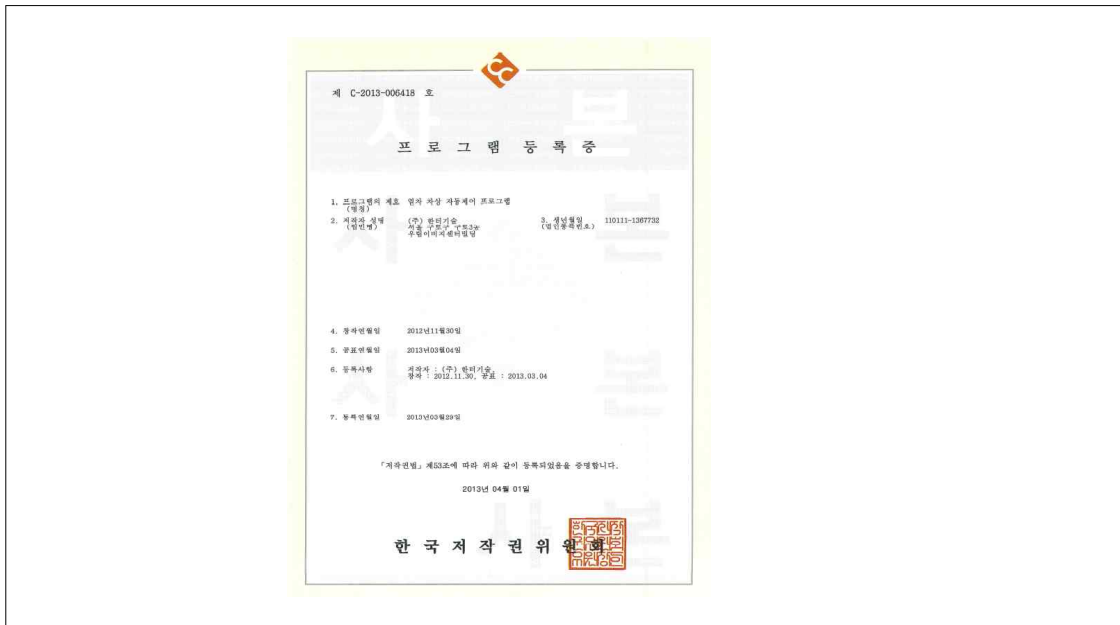
관인생략 출원번호통지서 출원일자 2013.03.27 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(3276) 출원번호 10-2013-0032821 (접수번호 1-1-2013-0265077-38) 출원인명칭 주식회사 한티기술(1-2001-032512-1) 대리인성명 이상문(9-2000-000136-7) 발명자성명 김승호 류희문 송규연 이상남 발명의명칭 열차 안전운행을 위한 다중 제어장치 특 허 청 장 << 안내 >> 1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다. 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※ 납부자번호 : 0131(국공도) + 접수번호 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. ※ 특허포털(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다문로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식 4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다. 5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다. ※ 제도 안내 : http://www.kipo.go.kr 특허·실용-PCT마드리드 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월 상표(디자인)은 6개월 이내 ※ 미국특허상표청의 선출송을 기점으로 우리나라에 우선권주장송문 시, 선출원이 미공개상권이면 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO-SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.	 특 허 증 CERTIFICATE OF PATENT <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">특 허 제 10-1347244 호</td> <td style="width: 20%;">출원번호 (APPLICATION NUMBER)</td> <td style="width: 40%;">제 2013-0032821 호</td> </tr> <tr> <td>(PATENT NUMBER)</td> <td>출원일 (FILING DATE (Y/M/D))</td> <td>2013년 03월 27일</td> </tr> <tr> <td></td> <td>등록일 (REGISTRATION DATE (Y/M/D))</td> <td>2013년 12월 26일</td> </tr> </table> 발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION) 열차 안전운행을 위한 다중 제어장치 특허권자 (PATENTEE) 주식회사 한티기술(110111-1*****) 서울특별시 구로구 디지털로33길 28, 우림이비즈센터 14층 (구로동) 발명자 (INVENTOR) 등록사항만에 기재 위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다. (THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.) 2013년 12월 26일  특 허 청 장 김 영 COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE 	특 허 제 10-1347244 호	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2013-0032821 호	(PATENT NUMBER)	출원일 (FILING DATE (Y/M/D))	2013년 03월 27일		등록일 (REGISTRATION DATE (Y/M/D))	2013년 12월 26일
특 허 제 10-1347244 호	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2013-0032821 호								
(PATENT NUMBER)	출원일 (FILING DATE (Y/M/D))	2013년 03월 27일								
	등록일 (REGISTRATION DATE (Y/M/D))	2013년 12월 26일								

(2) 소프트웨어 등록

(가) 소프트웨어 등록 : 1건

- 열차 차상 자동제어 프로그램

- 등록번호 : 제 C-2013-006418 호



(3) 시제품 : 2건



그림 74 ATP 차상장치



그림 75 시험기

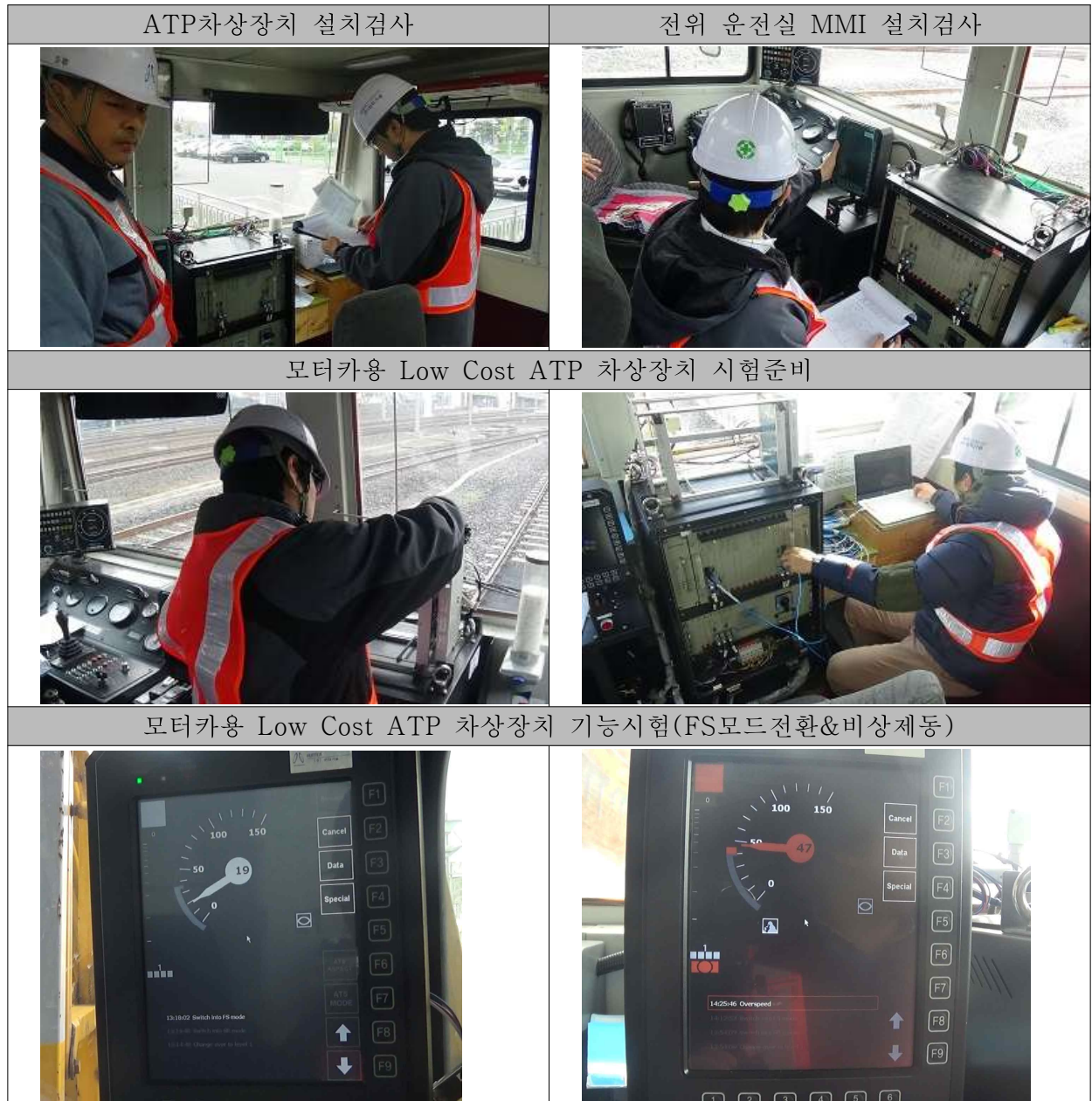
(4) 형식시험 : 1건

	시험성적서 (TEST REPORT) 성적서 번호: R159R-K015 (Report No.) 페이지(Page of): (1)(총 19)	
1. 의뢰자 (Client) - 기 관 명 (Name): 주식회사 한터기술 - 주 소 (Address): 서울시 구로구 디지털로 33길 28 우림아비즈센터 14층 - 의뢰일자 (Date of Receipt): 2015. 07. 16. - AGR No.: A157A-131 2. 시험성적서의 용도 (Use of Test Report): 품질관리용 3. 시험대상품목 (Product): 모터카용 ATP 차상장치 - 모델명 (Type of Designation): 모터카용 ATP - 제조번호 (Serial No.): 해당 없음 4. 시험기간 (Date of Test): 2015. 08. 27. ~ 09. 03. 5. 시험방법 (Test Method Used): IEC 60068-2-1:2007, IEC 60068-2-2:2007 IEC 60068-2-14:2009, IEC 60068-2-30:2005 6. 시험환경 (Testing Environment) ○ 온도(Temperature): (24 ± 2) °C. ○ 습도(Relative Humidity): (54 ± 3) % R.H. 7. 시험결과 (Test Results): 시험 성적서 참조 8. 측정불확도 (Uncertainty of Measurement): 해당 없음 - 이 성적서는 고객이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 용도 이외의 사용은 금합니다. This is certified that the above mentioned products have been tested for the sample provided by client and forbid the use except for original purpose. - 이 시험성적서는 원천력의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다. No part of this document may be duplicated or reproduced by any means without the express written permission of the ONETECH Corp.		
확 인 (Affirmation)	시험자 (Tested by) 성 명 박 등 균 (Name) (Signature)	승인자 (Approved by) 기술책임자 (Technical Manager) 성 명 서 진 원 (Name) (Signature)
한국인정기구 인정 2015. 09. 16. (주)원텍 대표이사 (The president of ONETECH Corp.) - 위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다. The above testing certificate is the accredited test result by Korea Laboratory Accreditation Scheme, which signed the ILAC-MRA.		
경기도 광주시 초월읍 전새골길 43-14 (TEL:+82-31-799-9500 FAX:+82-31-799-9599) ONETECH Corp. 43-14, Jinseogol-gil, Chowol-eup, Gwangju-si, Gyeonggi-do 464-862 Korea		

그림 76 환경시험 시험성적서

(5) 현차 시험 : 1 건

표 22 현차 시험 사진



(6) 보고서 : 내부 보고서 - 23건

- 회로 및 기구 도면
- 하드웨어 Board 매뉴얼 : 8개
- 하드웨어 Board 시험 절차서 : 8개
- BSP Library Reference
- 모터카 ATP Software Module Design
- 모터카용 SW 구현 보고서
- 모터카 ATP 시스템 요구 규격
- 모터카 ATP SW Development Plan
- 모터카 ATP SW Quality Assurance Plan
- 모터카 ATP SW Configuration Management Plan
- 모터카 ATP Hardware Design Spec
- 모터카 SW Requirement Specification
- H/W Test Report
- MTBF 분석서
- 환경시험 절차서
- 환경시험 결과서
- 현차시험절차서
- 현차시험결과서
- 한국철도기술연구원 시험성적서
- S/W Requirement Traceability Matrix
- S/W Requirement Test Specification
- S/W Requirement Test Procedure
- S/W Module Test Report

○ 연구결과

(1) 기술적 성과

연구를 통해 개발된 ATP 차상장치의 특징은 아래와 같다.

- 1) 2oo2 이중화된 하드웨어 개발
- 2) ERTMS/ETCS Level 1 요구 규격과 호환성 제공
- 3) 모터카에 설치 가능한 간결한 구조
- 4) 모터카 운전자에 대한 안전 보장 및 열차 사고 방지

ATP 차상장치 개발을 통해 철도신호시스템 분야에서 차상장치는 선진국과 동등한 기술 수준을 보유하게 되었다.

표 23 국내 철도신호시스템 연구 수준

기술분야	인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
		부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
ETCS Level 1 시스템	- 지상장치 - 차상장치		●	●		
시험 환경	- 지상장치 - 차상장치		●	●		

코레일에서 운행되고 있는 모터카에 대한 현장 조사 및 코레일의 요구 사항을 요구 규격으로 정리 하였고, 각 요구 규격에 대해 설계된 정량적 결과는 표 24와 같다. 경부선, 호남선 및 경전선에서 운용되고 있는 모터카용 ATP 차상장치이므로 ATP 표준 규격은 유럽 표준 규격인 ERTMS/ETCS Level 1 규격을 지원한다. SIL4 인증을 받지 않았지만[3,4,5,6], SIL4 인증을 받으면서 축적된 기술을 활용하여, 모터카용 ATP 차상장치에 대한 하드웨어 및 소프트웨어를 개발 하였고, 안전성을 증대하기 위해 2-out-of-2 구조 설계 되었다.

모터카는 운전실이 2개인 경우가 있으므로, ATP 차상장치는 단중계로 구성하고, 화면 현시 장치는 2개를 지원하여, 2개의 운전실에 각각 화면현시장치가 설치되어 운전자가 편리하게 운전하도록 하였다. 신뢰도 값은 코레일 ATP 차상장치 사업 시 제안 되었던 값으로 목표를 정하였고, 개발된 장치는 요구 규격을 만족 하였다. 디지털 출력 장치 및 입력 장치는 모터카 차량과 인터페이스 될 수 충분한 포트를 지원하여, 모터카 차량과 인터페이스에 대한 확장성을 제공 하였다. 모터카 ATP 차상장치 랙의 크기는 모터카에 설치가 가능하도록 Compact Size로 개발 되었고, ATP 차상장치는 모터카에서 제공되는 DC24V 전원을 이용하여 제어장치를 동작시킨다.

표 24 모터카용 ATP 차상장치 요구 사항 대비표

항 목	요 구 규 격	시 스템 규 격
ATP 표준 규격	ERTMS/ETCS Level 1	ERTMS/ETCS Level 1
안전성	SIL 4 급	- SIL4 인증 시 사용했던 기능 구현 - 2-out-of-2 시스템 구조
운전실	2개	- 시스템 : 단중계 - MMI 장치 : 2개
신뢰도	MTTF : 132,750 시간 MTTR : 1 시간 MTTF : 132,751 시간	- MTTF : 132,750 시간 이상 - MTTR : 1 시간 - MTTF : 132,751 시간 이상
디지털 출력 장치	16 포트 이상	- 48 포트
디지털 입력 장치	8 포트 이상	- 16 포트
크기	모터카에 설치할 수 있는 Compact Size	- 534x830x432 mm (WxHxD)
전원	배터리 전원, DC 24V	전원 장치 입력 : DC 24V
현차 시험	모터카에 탑재하여 기능 및 성능 시험	개발된 ATP 차상장치를 모터카에 탑재하여 실제 노선 상에서 정적 시험, 단위시스템 시험, 동적 시험 수행하여 정상 동작한다는 것을 확인하였음.

가격적인 측면에서 모터카용 Low Cost ATP 차상장치는 외산 대비 43% 절감 하였다. 표 25는 개발된 모터카용 Low Cost ATP 차상장치에 대한 평가에 대해 추정한 값이다. 외산 장치와 가격적인 면을 비교하기 위해, 코레일로부터 입수한 외산 ATP 차상장치에 대한 가격은 표 26에 나타나 있고, 두 장치를 평가 기준으로 비교한 결과, 모터카용 Low Cost ATP 차상장치가 외산 장치보다 저렴한 가격으로 코레일에 공급할 수 있다.

표 25 모터카용 Low Cost ATP 차상장치 평가(추정치)

번호	항 목	단 위	수 량	단 가	금 액
1	차상ATP 장치	식	1	170,000	170,000
2	DMI	대	2	7,000	14,000
3	타코미터	식	1	3,000	3,000
4	도플러 센서	식	1	8,000	8,000
5	기타 자재	식	1	5,000	5,000
합 계					200,000

표 26 가격 비교표

번호	항 목	평가 (추정치)
A	외산 ATP 차상장치	350,000
B	모터카용 Low Cost ATP 차상장치	200,000
절감 비율	$1 - B/A$ [%]	43%

성능 및 기능적인 측면에서 외산 ATP 차상장치와 비교하면 표 27과 같다. ATP 차상장치에서 지원 되는 표준 규격은 모터카용 Low Cost ATP 차상장치가 외산 ATP 차상장치와 동일하게 ERTMS/ETCS Level 1 규격을 만족한다. 외산 ATP 차상장치는 분산형 구조로 구성되어 각 모듈들이 분리되어 설치되고, 모터카용 Low Cost ATP 차상장치는 집중형으로 하나의 Compact한 랙에 모든 모듈들이 장착되는 구조이다. 가장 중요한 안전성 측면에서는 외산 ATP 차상장치는 안전성에 대한 기능이 없는 반면에, 모터카용 Low Cost ATP 차상장치는 2-out-of-2 구조이고, 2개 CPU가 각각 독립적으로 연산하여, 연산 결과가 동일한 경우에만 외부로 출력을 내보내므로, 안전성이 우수하다.

표 27 외산 장비와 성능 및 기능 비교

번호	항 목	외산 ATP 차상장치	모터카용 Low Cost ATP 차상장치
1	표준 규격	ERTMS/ETCS Level 1	ERTMS/ETCS Level 1
2	시스템 구조	분산형	집중형
3	이중화	Master/Slave	단중계
4	안전성	-	2-out-of-2
5	시스템 버스	MVB	VME
6	CPU Chip	32-bit microprocessor	32-bit microprocessor
7	CPU 종류	MC 68360	MC 860
8	동작주파수	25 MHz	50 MHz
9	시스템 버스	MVB	VME
10	메모리	Flash Memory : 32MB Static RAM : 32MB	Flash Memory : 32MB Static RAM : 128MB
11	Board 구성	VCU, COMC, VDX, DX, SDU	CPU, SCC, CPS, VI, VO, VR, SD U, PDU

(2) 경제적성과

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

표 28 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0 억원
			향후 3년간 매출	150 억원
		관련제품	개발후 현재까지	0 억원
			향후 3년간 매출	0 억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 100 % 국외 : 0 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 0 % 국외 : 0 %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		10 위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		10 위

- 사업화 계획 및 매출 실적

표 29 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(1년)		양산품, 유지보수 매뉴얼		
	소요예산(백만원)		100		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			-	150	570
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	100%	100%
		국외	-	-	-
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)		-	150	570
	수 출		-	-	-

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

			코드번호	D-06	
가. 목표달성도					
표 30 연구개발 목표 달성도					
연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	달성도
1차년도 (1단계)	모터카용 Low Cost ATP 시스템용 이중화된 하드웨어 개발	제품성능 목표 달성도	제품 가격 절감	30%	43%
		설계도면 및 사양서 개발	도면 및 사양서 문서	3 건	3 건
		시제품 출시 건수	시제품 건수	2 대	2 대
		국내 지적재산권 확보 건수	특허 출원 건수	1 건	1 건
	모터카용 Low Cost ATP 시스템용 소프트웨어 개발	설계도면 및 사양서 개발	사양서 문서	3 건	3 건
		국내 지적재산권 확보 건수	프로그램 출원 및 등록건수	1 건	1 건
	모터카용 Low Cost ATP 시스템에 대한 RAMS 문서 작성	설계도면 및 사양서 개발	RAMS 문서	6 건	6 건
2차년도 (1단계)	형식시험	품질 인증 건수	외부 시험 기관에서 형식시험	1 건	1 건
	모터카용 Low Cost ATP 시스템용 시험기 개발	설계도면 및 사양서 개발	도면 및 사양서 문서	5 건	5 건
		시제품 출시 건수	시제품 건수	1 대	1 대
		국내 논문 게재 건수	게재 논문 건수	2 건	-
	RAMS 분석	제품성능 목표 달성도	MTTF : 132,750 시간 MTTR : 1 시간 MTBF : 132,751 시간	1 건	1 건
	모터카용 Low Cost ATP 시스템에 대한 RAMS 문서 작성	설계도면 및 사양서 개발	RAMS 문서	4 건	4 건
	국내 또는 국외 표준규격(안전 성) 인증	표준규격 인증 건수	표준규격 인증	1건	1 건
	현차시험	모터카 실차시험	시험절차서 및 완료보고서	2 건	2 건
	시스템 통합 (ATP/STM(ATS))	일체형 ATP	시제품 건수	1 대	1 대

나. 관련분야 기여도

- 국내 철도신호시스템 연구 수준은 차상장치 및 시험 환경 분야는 선진국과 동등한 수준에 도달 하였고, 일부 지상장치와 같은 분야에서 선진국과 대비하여 다소 부족한 상태이다. 본 연구 개발을 통해 차상장치에 대한 연구 개발 수준은 선진국과 동등한 수준까지 도달 하였다.

표 31 관련분야 기여도

기술분야	인프라 항목	선진국 대비 인프라 수준				
		부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
ETCS Level 1 시스템	- 지상장치 - 차상장치		●	●		
시험 환경	- 지상장치 - 차상장치		●	●		

5. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
------	------

가. 기술실시계획

현재 코레일에서 경부선, 호남선 및 경전선에서 운용되고 있는 모터카에는 ATP 차상장치가 장착되어 있지 않다. 본 연구를 통해 개발된 차상 ATP 장치를 코레일에 판매하여 모터카용 ATP 차상장치로 활용하고자 한다. ERTMS/ETCS Level 1 규격을 만족하는 ATP 차상장치가 설치되어 있는 경부선, 호남선 및 경전선에서 운용되고 있는 모터카용 ATP 차상장치로 활용이 가능하다.

아래 그림은 코레일에서 운용하고 전철철 모터카 및 선로관리차 모터카이다.



그림 77 전철차 모터카



그림 78 선로관리차 모터카

전철차에서 운용하고 있는 모터카에 개발된 ATP 차상장치를 설치한 예제는 그림 79와 같다. 현재 전철차에서 운용 중인 모터카에 개발된 ATP 차상장치를 설치할 수 있는 공간이 존재하고, 설치 후에는 모터카 운전자의 시야를 방해하지 않는다.

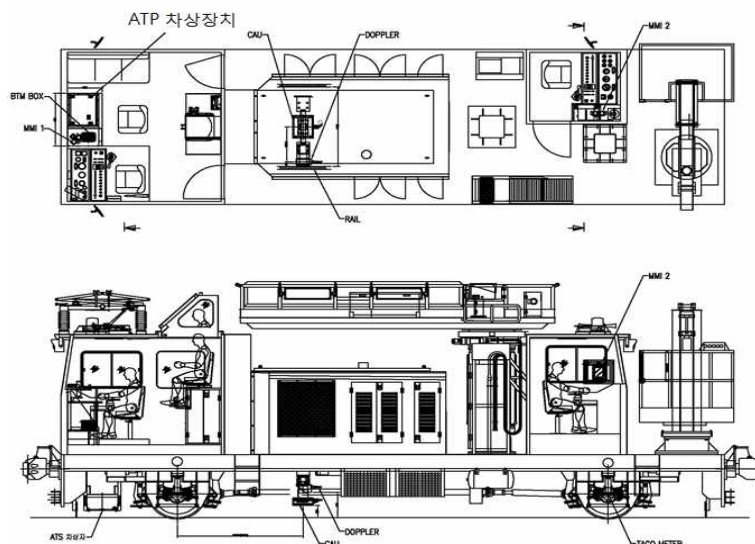


그림 79 전철차 모터카에 ATP 차상장치 설치 예제

선로관리처에서 운용하고 있는 모터카에 개발된 ATP 차상장치를 설치한 예제는 그림 80과 같다. 현재 선로관리처에서 운용 중인 모터카에 개발된 ATP 차상장치를 설치할 수 있는 공간이 존재하고, 설치 후에는 모터카 운전자의 시야를 방해하지 않는다.

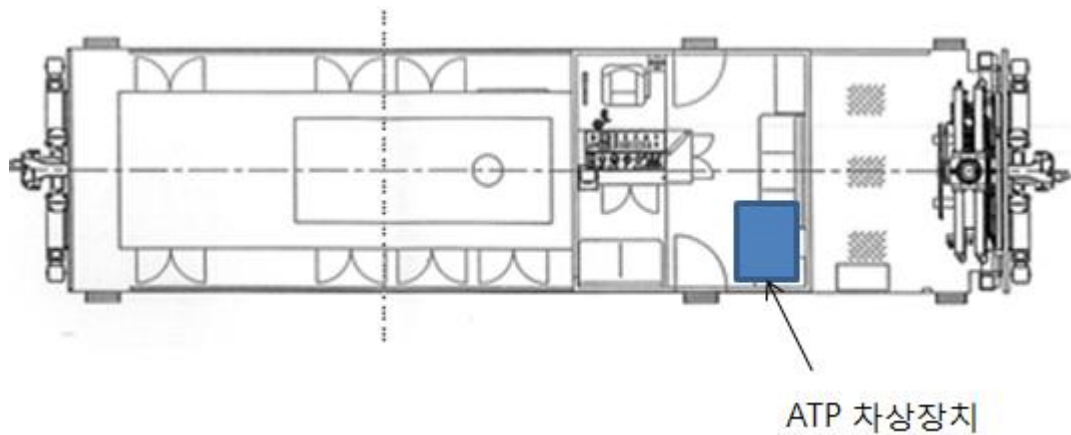


그림 80 선로관리처 모터카에 ATP 차상장치 설치 위치

그림 81은 현차 시험 시에 전철처 모터카에 ATP 차상장치를 설치한 사진이다. 운전대 오른쪽에 설치하였고, ATP 차상장치를 설치하더라도, 모터카 운전자가 운전을 하는데 아무런 영향을 주지 않았고, 현차 시험 항목이 정상적으로 완료 되었다.



그림 81 전철처 모터카에 ATP 차상장치 설치 사진

그림 82는 선로관리처에서 운용하고 있는 모터카에 ATP 차상장치를 설치하는 위치를 가상으로 보여주는 사진이다. 운전대 반대편 왼쪽 모서리 부분에 ATP 차상장치를 설치하면 모터카 운전자의 운전을 방해하지 않고, ATP 차상장치가 정상적으로 동작할 수 있다는 것을 확인하였다.



그림 82 선로관리처 모터카에 ATP 차상장치 설치 예제

나. 판매 계획

모터카 차량 가격에 비해 높은 가격을 유지하고 있는 차상신호 장치에 대한 가격을 절감시키기 위해, 본 연구개발에서는 외산 차상신호 장치 가격에 비해 43% 절감 시켰다. 절감된 가격으로 코레일 전철처 및 선로 관리처에서 보유하고 있는 모터카용 ATP 차상장치로 판매할 계획이다. 두 개의 부처에서 보유하고 있는 모터카 대수는 다음과 같다.

- (1) 코레일 전철처에서 보유하고 있는 모터카 대수 : 90대
- (2) 코레일 선로관리처에서 보유하고 있는 모터카 대수 : 290 대

다. 사업화 추진방안

- (1) 코레일과 협의하여, 차상 ATP 1대를 기증하여, 시범적으로 운영하여, 개발된 ATP 차상장치에 대한 기능, 성능 및 안전성 확인
- (2) 시범 운용 후, 점차적으로 코레일에서 보유하고 있는 모터카에 ATP 차상장치 탑재
- (3) 신조 차량에 대해서는 모터카 신규 제작 시 기본으로 장착
- (4) 기존 차량에 대해서는 모터카에 ATP 차상장치를 설치하기 위한 지그 제작 후 장착
- (5) 신규 모터카 발주 : 2015년 4대, 2016년 10대(예정)

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

	코드번호	D-08
○ 해당 내용 없음		

7. 연구개발결과의 보안등급

	코드번호	D-09
○ 일반 등급		

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

－ 해당 내용 없음

					코드번호	D-10		
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
○ 해당 내용 없음		

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

						코드번호	D-12		
번호	구분 (논문 /특허 /기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	특허	열차 안전운행을 위한 다중 제어장치	(주)한터 기술		대한민국				

11. 기타사항

	코드번호	D-13
○ 해당 내용 없음		

12. 참고문헌

코드번호	D-14
[1] 철도분야 신호시스템 상세기획연구 연구보고서 2010.08 서울대학교 산학협력단/한국 철도기술연구원	
[2] ERTMS/ETCS Class1 System Requirements Specification (SUBSET 026) Version 2.3.0 2006.02	
[3] IEC 61508-1, “Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related system, Part 1: General requirements”, 1998.12.	
[4] IEC 61508-2, “Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related system, Part 2: Requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems”, 2000.05.	
[5] IEC 61508-3, “Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related system, Part 3: Software requirements”, 1998.12.	
[6] IEC 61508-4, “Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related system, Part 4: Definitions and abbreviations”, 1998.11.	