19RTRP-C136746-03

보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( )발간등록번호()

국토교통연구기획사업 연구개발 최종보고서

R&D/19RTRP-C136746-03

IP 기반 철도 전자연동장치 실용화

최종보고서

2020.08.

주관연구기관 / 대아티아이㈜

공동연구기관 / ㈜혁신전공사

공동연구기관 / 철도신호사업연구조합

공동연구기관 / 한국철도시설공단

위탁연구기관 / 네오트랜스

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

IP기반 철도전자연동장치 실용화 최종보고서

2020

국토교통부 국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘IP 기반 철도 전자연동장치 실용화’(연구개발 기간 : 2019. 01. ~ 2020. 06.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2020. 08.

주관연구기관명 : 대아티아이㈜ (대표자) 최 진 우 (인)
공동연구기관명 : ㈜혁신전공사 (대표자) 김 희 웅 (인)
공동연구기관명 : 철도신호사업연구조합 (대표자) 이 기 서 (인)
공동연구기관명 : 한국철도시설공단 (대표자) 김 상 균 (인)
위탁연구기관명 : 네오트랜스㈜ (대표자) 오 병 삼 (인)



주관연구기관책임자: 김 태 권
공동연구기관책임자: 강 신 주
공동연구기관책임자: 이 기 서
공동연구기관책임자: 성 동 일
위탁연구기관책임자: 오 세 화

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제37조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>19RTRP-C136746-03</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2019.01.01 - 2020.06.31</td><td>단계구분</td><td>3/3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">철도기술연구사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">실용화문턱과제</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">IP기반 철도 전자연동장치 실용화</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">IP기반 철도 전자연동장치 실용화</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">김태권</td><td>해당단계 참여연구원 수</td><td>총: 51명
내부: 51명
외부: 명</td><td>해당단계 연구비</td><td>정부:1,052,600 천원
민간: 360,000 천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 1,412,600 천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여연구원 수</td><td>총: 51명
내부: 51명
외부: 명</td><td>총 연구비</td><td>정부:2,355,000 천원
민간: 900,000 천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 3,255,000 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="3">대아티아이(주) 개발팀</td><td colspan="2">참여기업명
㈜혁신전공사, 한국철도시설공단, 철도신호사업연구조합, 네오트랜스</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명: 네오트랜스</td><td colspan="2">연구책임자: 오세화</td></tr>
<tr><td colspan="6">※ 국내・외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의 보안등급 및 사유</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

9대 성과 등록・기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설・장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록・기탁번호	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	N	N

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설・장비 현황

구입기관	연구시설・장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수

요약문

<table>
<tr><td>연구 개발 목표</td><td>○ 도시철도, 일반철도 및 고속철도용(400km/h급) IP 기반 전자연동장치의 열차 제어방식을 표준화하고 시험역들을 구축하여 사용처가 요구하는 성능시험을 통하여 신뢰성 및 안전성 입증</td></tr>
<tr><td>연구 개발 내용</td><td>○ 도시철도, 일반철도 및 고속철도용(400km/h급) IP 기반 전자연동장치의 열차 제어방식을 표준화하고 시험역들을 구축하여 사용처가 요구하는 성능시험을 통하여 신뢰성 및 안전성 입증
○ 일반철도와 고속철도를 통합하는 열차 제어 인터페이스 시험 및 도시철도용 열차제어 인터페이스 시험
○ 일반 및 고속철도용 IP 기반 전자연동장치의 제작,현장 설치 ,현차 운행 및 안전성 인증
- 1개역에서 다수역 제어(기존 원격제어, 집중화 설비 대체) 가능토록 제작 및 현장 설치 운용
- SIL인증 안전성 검증보드를 사용한 모듈화 구조 개선
○ 현장 설비들을 위한 다양한 인터페이스 표준화 및 시험
-EULYNX 표준사양에 의한 개방형 네트워크(EN50159), 폐쇄형 네트워크(EN50159) 구조의 ETCS 인터페이스 표준화
○ 2개역에 시험장치 구축 및 성능시험을 통한 신뢰성 및 안전성 입증</td></tr>
<tr><td>연구개발성과</td><td>○ 각종 열차 제어 인터페이스 표준사양서 및 결과 보고서
○ IP기반 전자연동장치 현차 운행 검증 및 안전성 활동 보고서</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</td><td>○ 기대효과(경제적/기술적) : 철도신호 안전성 기술 확보
(단위 : 억원)
<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">목표 점유율 별 수요예측</td><td colspan="3">본 과제 성과물의 신호시장 목표점유율</td></tr>
<tr><td>낙관적(50%)</td><td>중립적(35%)</td><td>비관적(20%)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">도시철도, 일반 및 고속철도 시장의 사업 시행 여부</td><td>낙관적</td><td>2,000</td><td>1,400</td><td>800</td></tr>
<tr><td>중립적</td><td>1,400</td><td>980</td><td>560</td></tr>
<tr><td>비관적</td><td>800</td><td>560</td><td>320</td></tr>
</table>
○ 고속철도용 ETCS L2의 국산화 대체/ 유지보수 데이터 통합관리/계전기랙 불필요</td></tr>
<tr><td>국문핵심어 (5개 이내)</td><td>KRTCS_2</td><td>IP</td><td>연동장치</td><td>신호시스템</td><td>인터페이스</td></tr>
<tr><td>영문핵심어 (5개 이내)</td><td>KRTCS_2</td><td>Internet Protocol</td><td>Interlocking</td><td>Signaling</td><td>Interface</td></tr>
</table>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 20
(1) 개요 20
가. 연구개발의 목적 및 필요성 21
나. 연구개발의 중요성 22
(1) 실용화 문턱과제 지원 목적과의 부합성 22
(2) 연구개발의 중요성 22
(3) 경제적 파급효과 24
(4) 선도적 기술을 확보할수 있는 미래지향적 시스템 개발 25
(5) 발전 가능성이 높은 시스템 개발 26
(6) 국내 철도산업계의 선순환 구조 구축 26
(7) 국내 철도운영기관의 경영개선 27
다. 연구개발의 목표 및 내용 28
2. 연차별 연구개발 범위 32
가. 1 차년도 연구개발 범위 33
나. 2 차년도 연구개발 범위 38
다. 3 차년도 연구개발 범위 43
라. 연구개발의 창의성・혁신성 등 46
3. 국내 기술 개발 현황 47
가. 국내 일반철도 및 고속철도 연동장치 현황 47
나. 국내 도시철도 연동장치 현황 50
다. 고속/일반/도시철도의 전자연동장치 국산화 비율 52
라. SWOT 분석 56
(1) 내부역량 56
(2) 외부환경 56
(3) SWOT 분석 결과 57
4. 연구수행내용 및 성과(총괄) 59
가. 연구 수행 내용별 주요 성과 63
나. 1 차년도 연구수행 개발 주요 내용 및 성과 68
(1) 국내 전자연동장치 인터페이스 조사 및 분석 68
(2) 고속철도 신호시스템 기술 현황 68
(3) 일반철도 신호시스템 기술 현황 70
(4) 도시철도 신호시스템 기술 현황 71
(5) 사용자 요구사항 정의서 72
(6) 기존 연동장치 개량 75

(7) 안전성 분석 79
(8) 전자연동장치의 FMEA 80
(9) 자연동장치의 결함구조분석(FTA) 81
(10) 위험도 분석 (Risk Analysis) 82
(11) IP 제어부 설계 및 제작 82
(12) 기존 현장 제어기 사양 83
(13) IP 제어부 상호 운용성 확보 87
(14) 1 차년도 성과물 90
다. 2 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과 92
(1) 인터페이스 표준 사양서 93
(2) IP 기반 철도 전자연동장치 하드웨어 구조 93
(3) 시스템 개발 목표 94
(4) 시스템 범위 94
(5) KRLYNX 인터페이스 구성도 95
(6) KRLYNX 인터페이스에 따른 통신 프로토콜 95
(7) 기존 전자 연동장치 시스템 96
(8) IP 기반전자연동장치 98
(9) IP 제어부 선로전환기 모듈 99
(10) IP 제어부 신호기 모듈 105
(11) 입출력 방식변경 113
(12) IP 제어부 상호 운영성 규격에 따른 개발/시제품 제작 115
(13) IP 제어부 상호 운영성 확보 137
(14) 유지보수 및 데이터 관리부 제작 150
(15) 로깅 DATA 검색 및 재생 154
(16) 상태 표시 156
(17) 프로그램 상태 화면 158
(18) 연동 시뮬레이터 159
(19) 소프트 웨어 기능 166
(20) 메시지 확인 176
(21) 해외에서의 IP 기반 사례(2018.9.18~21 InnoTrans 출품사례) 177
(22) 환경시험 성적서 179
(23) Test-Bed 구축 계획 184
(24) 2 차년도 성과물 191
라. 3 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과 195
(1) 인터페이스 표준 사양서 195
(2) KRLYNX 인터페이스 구성도 196

(3) KRLYNX 인터페이스에 따른 적용 통신 프로토콜 197
(4) 데이터 포멧 요구 사항 198
(5) 표준 통신 인터페이스(SCI) 199
(6) SCI-XX.PDI 텔래그램 204
(7) 안전 / 재전송 계층과 이중화계층 RaSTA(Rail Safe Transport Application) 207
(8) 전송계층 UDP(User Datagram Protocol) : 211
(9) 네트워크계층 IP(Internet Protocol) : 211
(10) SDI-XX 개요 212
(11) 서비스 기능 진단 수집기 212
(12) SNMP 텔레그램 정의 214
(13) OPC-UA 텔레그램 정의 221
(14) 시간 동기화 222
(15) 텔레그램 정의 223
(16) SDI-XX 텔레그램 226
(17) 통신 인터페이스 사양 230
(18) IP 기반 전자연동장치 통신 인터페이스 234
(19) IP 기반 전자연동장치 메시지 구조 235
(20) SCI-LS 인터페이스 사양 238
(21) SCI-LS 페이로드 정의 239
(22) SCI-P 인터페이스 사양 241
(23) SCI-P 프로토콜 타입 241
(24) SCI-P 메시지 타입 241
(25) SCI-P 페이로드 정의 242
(26) SCI-IO 인터페이스 사양 243
(27) SCI-IO 페이로드 정의 244
(28) IP 제어부 일반 사항 245
(29) 일반 I/O IP 제어부 246
(30) 신호기 IP 제어부 248
(31) 선로전환기 IP 제어부 251
(32) LCC 인터페이스 사양 253
(33) 연동 논리부 COM 보드 정의 254
(34) LCC 통신 인터페이스 정의 254
(35) 상호 호환성 검증 254
(36) 상호운영성의 정의 255
(37) 상호운영성 적용 255
(38) 상호운영성 요구사항 255

(39) 시제품 제작 265
(40) Test-Bed 구축 및 현차시험 275
(41) 성능 및 신뢰성검증 현차시험 315
(42) 현차시험 감독 분석 보고서 351
(43) 3 차년도 성과물 359
(44) 제 3 자검증 보고서 (TUV) 360
(45) TUV 검증 보고서 리스트 418
5. 평가의 착안점 및 기준 419
6. 연구비 집행 실적 420
가. 연구비 명세 420
(1) 연도별 연구비 총괄표 420
7. 목표달성도 및 관련분야 기여도 422
가. 목표달성도 422
(1) 질적 성과지표(총괄) 422
(2) 양적 성과지표(총괄) 427
8. 연구개발 성과의 활용계획 428
가. 연구개발 성과의 활용 방안 428
나. 기대효과 430
9. 사업화 계획 431
가. 철도 안전법 431
나. KRTCS Level2 사업에 본기술 적용 432
다. 운행 열차별 시스템 구성방안 433
라. KRTCS Level3 시스템 연계 436

< 그 림 목 차 >

그림 1 시스템 개량 지연 및 개량시 발생한 안전사고 23
그림 2 IP 기반 철도 전자연동장치 구성도 30
그림 3 기능요구사항 데이터 베이스(예) 35
그림 4 표준화 Tool 적용사례(DOORS) 35
그림 5 1 차년도 Fail safe 네트워크 36
그림 6 표준사양서 40
그림 7 IP 제어부 제작 41
그림 8 연도별 고장 추이 48
그림 9 고속철도 전자연동장치 구성도 48
그림 10 일반철도 전자연동장치 구성도 49
그림 11 국내 철도 신호시스템 CCC&S 구성도 52
그림 12 유럽 시스템 인터페이스 구성도 54
그림 13 Euro Interlocking 인터페이스 구성도 54
그림 14 IP 기반 철도 전자연동장치 워크샵 63
그림 15 ASPECT 2019 참석 및 과제관련 논문 발표 64
그림 16 한국철도학회 2018 정기총회 및 추계학술대회 및 공정회의 65
그림 17 KR Partner's Fair 2019 67
그림 18 고속철도 신호시스템 인터페이스 구성도 69
그림 19 호남 고속철도 시스템 인터페이스 69
그림 20 경부고속철도/호남고속철도 인터페이스 구성 비교 70
그림 21 일반철도 전자연동장치 구성도 70
그림 22 기존 연동장치 통신 연결도 76
그림 23 사용자 요구조건에 적합한 네트워크 개량 77
그림 24 Non FailSafety 네트워크 77
그림 25 FireWall 기능 78
그림 26 운용 상태 감시 기능 79
그림 27 시스템 구성도 79
그림 28 논리부 부정확한 출력 흐름도 81
그림 29 위험도 분석 82
그림 30 선로전환기 모듈 전체 구성도 83
그림 31 주신호 제어기 83
그림 32 변경 선로전환 제어기 85
그림 33 변경 주신호 제어기 85
그림 34 문제점 극복 방안 87
그림 35 Test-Bed 세부 구성도 90

그림 36 논문 TCP/IP 기반 철도 전자연동장치 개발 동향 91
그림 37 1 차년도 중간 평가 발표 91
그림 38 IP 기반 철도 전자연동장치 하드웨어 구조 93
그림 39 KRLYNX 인터페이스 구성도 95
그림 40 KRLYNX 인터페이스에 따른 통신 프로토콜 95
그림 41 기존 전자연동장치 시스템 96
그림 42 기존 전자연동장치 시스템 실물 모습 97
그림 43 연동장치와 현장 장치간 연결도 97
그림 44 IP 기반 전자연동장치 구성 98
그림 45 IP 기반 전자연동장치 실물 모습 98
그림 46 선로전환기 모듈 구성도 100
그림 47 전면 패널 구성 100
그림 48 Main PCB Layout 101
그림 49 SUB PCB layout 102
그림 50 선로전환기 모듈 사진 102
그림 51 선로전환기 gerber 이미지 103
그림 52 선로 전환기 모듈 HW 단위 시험 구성 104
그림 53 시험 사진 105
그림 54 신호기 모듈 구성도 106
그림 55 전면 페널 구성 107
그림 56 Main PCB layout 108
그림 57 SUB PCB layout 108
그림 58 신호기 모듈 사진 109
그림 59 신호기 모듈 gerber 이미지 110
그림 60 신호기 모듈 HW 단위 시험 구성 111
그림 61 시험 사진 112
그림 62 기본 화면 구성 113
그림 63 편집 화면 구성 113
그림 64 목적파일 생성 114
그림 65 기능시험 114
그림 66 IP 제어부 형태 115
그림 67 내부 Block Diagram 116
그림 68 2 중계 시스템 Block Diagram 116
그림 69 FPGA 처리 117
그림 70 통신 시스템 Network 구성도 118
그림 71 장치별 Network 구성도 118

그림 72 입력검지 이중화 및 A/B 비교 120
그림 73 입력모듈 개략형태 120
그림 74 출력제어 HW 이중화 121
그림 75 출력모듈 개략형태 121
그림 76 신호기모듈의 개략 형태 122
그림 77 출력제어 HW 이중화 123
그림 78 선로전환기 모듈의 개략형태 124
그림 79 출력 예시 124
그림 80 CPU 회로도 125
그림 81 FPGA 회로도 125
그림 82 CPLD 회로도 126
그림 83 Ethernet 회로도 126
그림 84 HM 회로도 127
그림 85Safety control 회로도 127
그림 86 Isolation 회로도 128
그림 87 Clock & reset 회로도 128
그림 88 Output 회로도 129
그림 89 Terminal 회로도 129
그림 90 TTA 산업 시스템 보안 규격 130
그림 91 Packet 구성 131
그림 92 EULYNX 표준 통신 인터페이스 131
그림 93 2 차 시제품 전체 Block Diagram 132
그림 94 2 차 시제품 통신모듈 Block Diagram 133
그림 95 2 차 시제품 MCU 모듈 Block Diagram 134
그림 96 2 차 시제품 입출력모듈 Block Diagram 134
그림 97 2 차 시제품 외부 구성 형태 135
그림 98 선로전환기 모듈 인터페이스 138
그림 99 선로전환기 모듈 일반 구조 138
그림 100 선로전환기 모듈 기계도면(정면도, 평면도) 139
그림 101 선로전환기 모듈 기계도면(후면도, 측면도) 139
그림 102 선로전환기 모듈 전기도면(전원보드) 140
그림 103 선로전환기 모듈 전기도면(CPU 보드) 140
그림 104 선로전환기 모듈 전기도면 (I/O 보드) 141
그림 105 선로전환기 모듈 전기 도면 (버스 보드) 141
그림 106 선로전환기 모듈 시험 결과 1 142
그림 107 선로전환기 모듈 시험 결과 2 142

그림 108 신호기 모듈 인터페이스 144
그림 109 신호기 모듈 일반 구조 144
그림 110 신호기 모듈 기계도면(정면도, 평면도) 145
그림 111 신호기 모듈 기계도면(후면도, 측면도) 145
그림 112 신호기 모듈 전기도면(전원보드) 146
그림 113 신호기 모듈 전기도면(CPU 보드) 146
그림 114 신호기 모듈 전기도면(I/O 보드) 147
그림 115 신호기 모듈 전기도면(버스보드) 147
그림 116 신호기 모듈 전기도면(전원 마더보드) 148
그림 117 신호기 모듈 시험 구성도 148
그림 118 신호기 모듈 시험 결과 1 149
그림 119 신호기 모듈 시험 결과 2 149
그림 120 연동 시뮬레이터 화면 표시 처리 150
그림 121 로깅 DATA 검색 화면 표시 예 154
그림 122 로깅 DATA 인쇄화면 표시 예 154
그림 123 인쇄화면 표시 예 155
그림 124 로깅 DATA 재생화면 155
그림 125 네트워크 정상상태 157
그림 126 네트워크 고장 상태 157
그림 127 초기화면 158
그림 128 연동논리부 화면 158
그림 129 L2 스위치 화면 159
그림 130 L3 스위치 화면 159
그림 131 Simulator Software Configuration Diagram 161
그림 132 I/O 상태 처리 화면 165
그림 133 선로전환기 제어 처리 흐름 167
그림 134 선로전환기 화면 표시 관리자 제어 168
그림 135 진로 화면 표시 관리자 제어 168
그림 136 궤도회로 상태 변경 처리 흐름 170
그림 137 모드설정 변경 메뉴 172
그림 138 단일 연동시험 모드(SIM Mode) 173
그림 139Simulator Software Configuration diagram (IOSIM Mode) 174
그림 140 Simulator Software Configuration Diagram (CTC Mode) 175
그림 141 메시지 표출 처리 흐름 177
그림 142 해외 IP 기반 연동장치 기술 동향 1 177
그림 143 해외 IP 기반 연동장치 기술 동향 2 178

그림 144 환경시험 사진 179
그림 145 환경시험 성적서 183
그림 146 기기 집중역 연동장치의 구조형태 184
그림 147 기기 집중역 기기 집중형장치 구조형태(전자단말) 185
그림 148 연동장치와 기기집중장치간 통신 네트워크 구성 형태 186
그림 149 연동장치 시스템 전체 구성도 및 연결도 186
그림 150 IP 제어부 장치의 전체 구성도 및 연결도 187
그림 151 2 차년도 시스템 구성도 및 연결도 188
그림 152 연동처리부 구성도 및 MPU 형태 188
그림 153 연동처리부 2 중계 입출력 처리 구성도 189
그림 154 연동처리부 CPU 모듈 동작 Block Diagram 190
그림 155 연동처리부와 IP 제어부(입출력모듈)와의 통신 인터페이스 구성형태 190
그림 156 논문 [Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea] 192
그림 157 논문 [IP 기반 전자연동장치 안전 network 개발] 192
그림 158 논문 [EULYNX 프로젝트 2018 년 실용화 진행 현황 및 국내 IP 기반 연동장치 실용화 진행 현황 비교] 193
그림 159 SW [IP 기반 철도 전자연동장치용 감시 프로그램,IP 기반 철도 전자연동장치용 로직 프로그램] 193
그림 160 특허출원[IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어방법] 194
그림 161 특허출원 [IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어방법] 194
그림 162 KRLYNX 인터페이스 구성도 196
그림 163KRLYNX 인터페이스 구성도 범례 196
그림 164 SCI-XX PDI 메시지 구조 202
그림 165 안전 및 재전송 계층 – RaSTA 구조 208
그림 166 SNMP 구성 213
그림 167 OPC-UA 구성 214
그림 168 SNMP 메시지 구조 215
그림 169 연계시스템 진단 메시지 전송 구조 216
그림 170 SNMP 통신 원리 216
그림 171 SCI-XX 통신계층 구조 231
그림 172 SCI-XX PDI 메시지 구조 232
그림 173 IP 기반 전자연동장치 통신 구성 234
그림 174 IP 기반 전자연동장치 메시지 구조 235
그림 175 상호운영성 요구사항 256

그림 176 IP 기반 철도 전자연동장치 인터페이스 구성도 257
그림 177 시제품 제작 266
그림 178 혁신전공사 양지공장 시험환경 267
그림 179 오송 철도 종합시험선 시험환경 267
그림 180 TestBed 시험선 위치 275
그림 181 TestBed 노선의 형태 및 구성도 275
그림 182 시범역 TS02 역 연동도표 1 276
그림 183 시범역 TS02 역 연동도표 2 277
그림 184 시범역 TS03 역 연동도표 1 277
그림 185 시범역 TS03 역 연동도표 2 278
그림 186 철도종합시험선 사용허가요청 공문 280
그림 187 시험선 사용 허가서 281
그림 188 현장설치도(전체) 284
그림 189 기기 집중역 설치 구성품 사진 293
그림 190System Block Diagram 294
그림 191 MCU Diagram 295
그림 192 COMU Diagram 296
그림 193 정류기 296
그림 194 전원모듈(PSU) 297
그림 195 입출력 모듈 298
그림 196 입출력 모듈 실장도 및 IN,OUT Diagram 298
그림 197 POINT 모듈 실장도 및 Diagram 299
그림 198 신호기 모듈 실장도 및 Diagram 300
그림 199 시범역 설치 네트워크 연결도 303
그림 200 Protocol Layer 305
그림 201 시연회 사진 323
그림 202 특허등록 및 논문 359
그림 203 사업화 5 단계 431
그림 204 KRTCS Level2 적용 예상도 432
그림 205 고속선 적용 433
그림 206 도시철도 적용 434
그림 207 CBTC 적용 435
그림 208 KRTCS Level3 연계 436

< 표 목 차 >

표 1 개량지연 및 개량에 따른 사고사례 23
표 2 목표 점유율별 수요예측 25
표 3 연구개발의 최종목표 29
표 4 개방형 네트워크 및 폐쇄형 네트워크와의 표준화된 인터페이스 기능을 갖춘 IP 기반 전자연동장치 개발 30
표 5 개방형 네트워크 및 폐쇄형 네트워크 인터페이스 장치 31
표 6 정량적 SPEC 목표치 31
표 7 연차별 연구개발 범위 32
표 8 1 차년도 연구개발 목표 33
표 9 시스템개요, 시스템 일반사항 및 요구사항(Requirements) 정의 35
표 10 2 차년도 연구개발 목표 39
표 11 사양정의 단계 40
표 12 3 차년도 연구개발 목표 43
표 13 IP 제어부 상호운영성 확보 시험 대상 44
표 14 SDI 사양서 및 각 서브시스템별 SCI 사양서 작성 45
표 15 한국철도공사 연동장치 설치 현황 47
표 16 경부고속철도 1 단계 전자연동장치 장애 건수 47
표 17 도시철도 신호시스템 현황 50
표 18 국내 연동장치 설치 현황 51
표 19 국내 고속/일반/도시철도 전자연동장치 국산화 비율 52
표 20 국외 기술 및 산업 동향 53
표 21 SWOT 분석 결론 58
표 22 연구 수행내용 및 성과(총괄) 62
표 23 1 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과 68
표 24 도시철도 신호시스템 기술 현황 71
표 25 도시철도 신호시스템 기술 현황 2 72
표 26 전자연동장치 FMEA 80
표 27 전자연동장치의 결함구조 분석(FTA) 81
표 28 모듈 상세 84
표 29 변경 모듈 상세 86
표 30 1 차년도 성과물 90
표 31 2 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과 92
표 32 선로전환기 모듈 시험항목 104
표 33 신호기 모듈 시험항목 111
표 34 I/O ㅂ Box 별 기능 전체 119

표 35 시스템 상태 표시 151
표 36 궤도회로 상태 표시 152
표 37 선로전환기 상태 표시 152
표 38 신호기 상태표시 153
표 39 연동 시뮬레이터 메뉴 단계 163
표 40 Function List of Simulator 166
표 41 KES 시험인증 요약 181
표 42 연동처리부 서브랙 성능 및 사양 189
표 43 2 차년도 성과물 191
표 44 3 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과 195
표 45 KRLYNX 인터페이스에 따른 통신 프로토콜 및 모델링 언어 197
표 46 SCI-XX 통신계층 구조 200
표 47 SCI-XX PDI 202
표 48 SCI-XX PDI 프로토콜 타입 203
표 49 SCI-XX-PDI 메시지타입 203
표 50 PDI-Version Check 명령에 허용 된 값 204
표 51 PDI-Version Check 에 대한 인터페이스 대상 204
표 52 PDI-Version Check 메시지에 허용 된 값 205
표 53 PDI 비전체크 인터페이스 대상 206
표 54 버전 일치 결과 206
표 55 PDI 버전 206
표 56 메시지 전송 후 최대 체널 지연시간 209
표 57 Heartbeat 간격 209
표 58 Nsendmax 값 209
표 59 MWA 메시지 210
표 60NmaxPacket 메시지 210
표 61 NdiagWindow 정의 210
표 62 Tseq 정의 211
표 63 Ndiagnose 정의 211
표 64NdeferQueueSize 정의 211
표 65 SNMP Trap 프로토콜 입력 항목 217
표 66 커뮤니티 문자열 217
표 67 기술식별자 고유 식별 ID 218
표 68 서브시스템 타입 218
표 69 예시(DEHG2_XTDS12##0013) 219
표 70 서비스 텔레그램 입력 항목 220

표 71 Time_synchronisation_request 텔레그램 형식 중 처음 두바이트 224
표 72 시간 동기화 요청 필드 224
표 73 시간 동기화 응답 225
표 74 시간 동기화 응답 필드 225
표 75 SCI-XX PDI 텔레그램 구조 232
표 76 SCI-XX PDI 프로토콜 타입 233
표 77 IP 기반 전자연동장치의 통신 인터페이스 사양 234
표 78 SCI-LS 프로토콜 타입 238
표 79 SCI –LS 메시지 타입 238
표 80 명령어(신호현시) 239
표 81 바이트 43 기본 현시 유형 239
표 82 명령어(밝기설정) 240
표 83 바이트 43(밝기) 240
표 84 메시지(신호현시) 240
표 85 메시지(밝기설정) 241
표 86SCI-P 프로토콜 타입 241
표 87 메시지 타입 241
표 88 명령어(선로전환기 전환) 242
표 89 바이트 43(선로전환기 위치전환 명령) 242
표 90 메시지(선로전환기 위치) 242
표 91 바이트 43(선로전환기 위치 보고) 243
표 92 메시지(타임아웃) 243
표 93SCI-LS 프로토콜 타입 243
표 94 SCI-IO 메시지 타입 243
표 95 명령어(출력체널 설정) 244
표 96 바이트 44 출력체널 n 제어명령 244
표 97 메시지(출력체널 상태) 244
표 98 바이트 44 출력체널 상태 245
표 99 메시지(입력체널 상태) 245
표 100 바이트 44 입력체널 n 의 상태 245
표 101 TS-02 역 대아티아이 I/O 모듈 정의 246
표 102 Ts-02 역 대아티아이 IP 주소 및 UDP 포트 정의 246
표 103 입출력 리스트 247
표 104 TS-02 역 대아티아이 신호기 모듈 정의 248
표 105 TS-02 역 대아티아이 IP 주소 및 UDP 포트 정의 249
표 106 TS-03 역 혁신전공사 신호기 모듈 정의 250

표 107 TS-03 역 혁신전공사 IP 주소 및 UDP 포트 정의 250
표 108 TS-03 S-transport 신호기 모듈 정의 250
표 109 TS-03 S-transport IP 주소 및 UDP 포트 정의 251
표 110 TS-02 역 대아티아이 선로전환기 모듈 정의 251
표 111 TS-02 역 대아티아이 IP 주소 및 UDP 포트 정의 251
표 112 TS-03 역 혁신전공사 선로전환기 모듈 정의 252
표 113 TS-03 역 혁신전공사 IP 주소 및 UDP 포트 정의 252
표 114 TS-03 역 S-transport 선로전환기 모듈 정의 253
표 115 TS-03 역 s-transport IP 주소 및 UDP 포트 정의 253
표 116 IP 주소 및 UDP 포트 정의 253
표 117 IP 주소 및 UDP 포트 정의 254
표 118 개방형 네트워크/폐쇄형 네트워크 정의 258
표 119 시험 및 검사장비 268
표 120 검사 및 시험항목 268
표 121 신호기 제어시험 방법 269
표 122 선로전환기 제어시험 방법 270
표 123TestBed 시설규모 276
표 124 시스템 구축 및 시험방법 278
표 125 시험일정 279
표 126 정류기 성능 296
표 127 전원모듈 PSU 성능 297
표 128 구성품 규격 301
표 129 시범역 설치 IP 304
표 130 시범역 할당 I/O 304
표 131 IP Header 306
표 132 Transport Layer(UDP) 307
표 133 3 차년도 성과물 359
표 134 TUV 검증 보고서 리스트 418
표 135 평가의 착안점 및 기준 419
표 136 연도별 연구비 총괄표 420
표 137 연구 기관별 연구비 총괄표(대아티아이) 421
표 138 질적 성과지표(총괄) 423
표 139 질적 성과지표(1 차년도) 424
표 140 질적 성과지표(2 차년도) 425
표 141 질적 성과지표(3 차년도) 426
표 142 영적 성과지표(총괄) 427

표 143 사업화 수량 436

1. 연구개발과제의 개요

(1) 개요

본 연구는 일반 철도, 도시철도, 고속철도등에서 운용하는 다양한 형태의 열차 제어시스템과 연결되어 직접 열차제어를 수행하는 전자연동장치를 중심으로 각종 열차제어 장치들과의 인터페이스를 표준화되게 개량하고 IP기반 네트워크화 시스템으로 개발하여 기존 개별역에 연동장치 운용을 1개역에서 다수개의 역을 제어하는 분산 연동장치 시스템을 현장 설치 및 현차 운용하여 안전성 및 신뢰성을 검증하여 실용화하는데 그 목적을 둔다.

- 전자연동장치는 궤도회로 장치에 의해 발생된 열차 궤도점유 정보를 이용하여 신호기, 선로전환기, ATC/ATO제어 및 차내신호 전송 등 열차운행과 관계된 각종 제어기능을 Fail-Safe하게 처리하는 장치로서 기관사의 실수를 최대한 방호하기 위해 전기(전자) 또는 기계적인 방법으로 신호기기 상호간에 쇄정을 맺어주는 장치로 연동장치의 기본 목적은 열차의 탈선 및 충돌 방지를 위한 열차의 안전 운행에 대한 책임을 수행한다.
- 국내 전자연동장치는 본연의 운용인 역구내 열차 제어를 주로 제어하나 현재 복잡하고 다양한 형태의 외부 열차 제어장치와 연결되어 열차 안전운행을 책임지고 있다. 예로 일반 국철에서는 ATP시스템,CTC사령설비,원격제어 설비,집중화 제어 설비,전기지원시스템,TLDS,열차 번호 인식기등 다양한 형태의 설비와 인터페이스를 하고 지하철인 경우 ATC,ATO,CBTC등 일반 철도와 상이한 시스템으로 운용되고 있다.또한 국내에서 운영 중인 고속철도 신호시스템은 크게 연동장치(IXL)와 열차자동제어장치(ATC)로 구성되어 있으나 모두 해외기술에 의존을 하고 있으며 국내로의 기술이전은 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다 .
- 이로 인해 복잡하고 다양한 형태의 외부 장치와의 인터페이스를 수행하며 열차 안전 운행을 제어하는 상황에서 다양한 형태의 외부 설비가 각각의 규칙과 각각의 업체별 인터페이스 방식이 존재하는 현실에서 전자연동장치의 본연의 업무인 열차 안전 제어가 아닌 외부 설비와의 인터페이스에 기능을 주로 하는 관계로 이에 대한 표준화 및 분산 처리 방식으로 구성하여 열차 운용의 안전성을 향상시키고 유연한 형태의 구성으로 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다.
- 유럽에서는 Euro Interlocking(1999~2008) 및 INESS(Integrated European Signaling System, 2008~2012.3) 프로젝트를 거쳐 EULYNX 프로젝트(2014 ~)를 기반으로 IP 기술을 이용한 전자연동장치 인터페이스 표준 제정 및 실용화 프로젝트를 철도운영자 중심으로 진행중이며 Baseline 1 표준사양서가 2017년 7월 발행되었다.
- 이러한 국내외 현황을 감안하여 KRTCS-1,2 실용화 적용 시기에 맞춰 국내에서 이미 준비된

IP(Internet Protocol) 기술을 활용하여 기존 고속철도에 운영 중인 외국 시스템을 대체할 수 있고 향후 국내신호시스템의 기반인 KRTCS-1,2 인터페이스가 가능한 “IP 기반 철도 전자연동장치 실용화” 를 추진하고자 한다.

가.연구개발의 목적 및 필요성

■ 유지보수 비용 절감

•기존 전자연동장치는 각 역마다 개별 설치하여 운용하며 무인역인 경우 운전원이 상주하는 운용역에 운용 표시제어부를 이동하여 설치하고 운용역에서는 인접 다수역을 개별 운전 취급하는 현황

•본 사업을 통해 운용역에 연동 시스템을 설치하고 무인역 2~3 개역에 IP 제어부만 설치하여 운용역에서 통합 제어 운용하는 시스템을 구축시 운용 효율을 높이고 도입 비용 및 유지보수 비용을 절감할수 있다.

■ 안전사고 예방

•상왕십리 사고의 경우 상왕십리역과 왕십리역간 열차 제어시스템간 인터페이스 오류에 의해 신호기 오현시가 직접적인 원인으로, 전자연동장치 인터페이스 표준화와 안전 프로토콜을 사용하면 사고를 방지할 수 있음.

■ 경제적 기대성과(수입대체, 수출가능성)

• 현재 고속철도에 설치되어 있는 외국시스템(SSI:Alstom)을 본 실용화 문턱 과제 제품으로 개량

• 경부고속철도 1단계(광명~동대구간) 개량 비용 절감 : 3년 1,000억원

• SIL4인증 제품 사용으로 해외 시장 장벽 진입 가능 : 아시아, 유럽 등

■ 유지보수성 향상

• 신호시스템이 안정화된 후 장애가 발생한 장치 또는 구성품을 교체할 때 많은 비용이 소요된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 운영기관에서 구성품을 개발하고 있으나, 개발품에 대한 신뢰성과 안전성에 대한 인증 및 인터페이스 문제 등으로 인하여 개발품을 거의 활용하지 못하고 있는 실정이다. 본 “IP기반 철도 전자연동장치 실용화” 과제에서는 H/W를 COTS(Commercial Off The Shelf, 상용화 제품)를 사용하여 개량함으로써 장애발생시 구성품 교체가 용이하여 유지보수성이 향상된다.

나.연구개발의 중요성

(1) 실용화 문턱과제 지원 목적과의 부합성

■ 연동장치는 열차 운행을 직접 제어하는 장치로 현장 적용을 위해서는 실제 열차 운용 제어를 실시하고 이에 대한 검증을 완료한 제품을 현장 적용하여야 함으로 , 이를 검증하기 위한 Test-Bed 구축에 많은 비용과 시간이 소요되며 운영중인 노선에 Test-Bed 구축시 제공기관의 협조가 어려워 실용화 문턱을 넘기가 매우 어려운 실정이다.

■ 전자연동장치는 기 개발되었으나 사용자 요구 사항으로 타 열차 시스템과의 인터페이스 및 현장 설비와의 연계를 위해 IP기반 분산형 전자연동장치를 개량하여 실용화를 위해서는 안전성 입증과 현차시험을 통한 성능 및 신뢰성 검증이 반드시 필요한 현황임.

■ 중소•중견기업 보유기술 실용화

"IP기반 철도 전자연동장치 실용화" 과제는 중소•중견기업에서 기 보유중인 기술(IP기반 정보통신, 전자연동장치 등)을 실용화를 위해 안전성 인증, 현차시험을 통해 성능 및 신뢰성 검증을 받고자 함.

■ 수요처 확인

한국철도시설공단의 도입 의사를 확인하고 요구사항을 충족시켜 실용화 하고자하는 목적의 연구개발 과제임

(2) 연구개발의 중요성

전자연동장치는 궤도회로 장치에 의해 발생된 열차 궤도점유 정보를 이용하여 신호기, 선로전환기, ATC/ATO제어 및 차내신호 전송 등 열차운행과 관계된 각종 제어기능을 Fail-Safe하게 직접 제어 처리하는 장치로서 기관사의 실수를 최대한 방호하기 위해 전기(전자) 또는 기계적인 방법으로 신호기기 상호간에 쇄정을 맺어주는 장치로 연동장치의 기본 목적은 열차의 탈선 및 충돌 방지를 위한 열차의 안전 운행을 담보하는 열차 제어의 최종 수단이다.

■ 전자연동장치와 현장 신호장치 또는 외부 인터페이스 장치간에 오정보 또는

인터페이스 오류시 중대한 사고가 발생할수 있다.

■ 사고 개요

- 최근 차량 및 열차제어시스템 개량 중 발생된 사고사례를 비추어 볼 때 시스템 개량후 안전사고 발생위험을 저감할 수 있는 최적의 개량기술이 요구된다.

- 상왕십리 열차 사고의 경우 외산 전자 연동장치가 국내 신호설비와 인터페이스가 불가능하여 별도 인터페이스 장치를 설치하여 운행중 사고가 발생한 사례로 보는 바와 같이 연동장치는 각종 외부 제어설비와 유연한 인터페이스가 중요한 요소이다.



그림 1 시스템 개량 지연 및 개량시 발생한 안전사고

사고명	일자	사고 요인	사고요인
대구역 KTX-무궁화 충돌	2013. 8.31	기관사 인적오류	ATP 시스템 설치 지연
서울 상왕십리역 추돌	2014. 5. 2	신호기 오현시	ATS/ATO 병용운전

표 1 개량지연 및 개량에 따른 사고사례

- 상왕십리 사고의 경우 상왕십리역과 왕십리역간 시스템 인터페이스 오류에 의해 신호기 오현시가 직접적인 원인으로 연동장치 인터페이스 표준화와 안전 프로토콜을 사용하였으면 사고를 방지할 수 있었다.
- 현재 지하철 2호선뿐만 아니라 신설 증설되는 노선들의 경우 기존 설비와 신설설비간의 인터페이스 표준화가 안되고 열차 운전 시스템의 혼재로 열차 사고의 위험이 상존하고 있다.

■ 기술의 시장성(현재 또는 미래 시장확대 전망)

IP기반 전자연동장치의 인터페이스 표준화 및 안전성과 유지보수성 향상 확보는 아래와 같은 이유로 인해 시급함이 요구된다.

•국내 전자연동장치 내구연한 도래 : 일반철도/고속철도/도시철도

•국제표준규격에 따른 정량적 요건 충족

- ERTMS/ETCS 성능을 충족시키는 전자연동장치 개발
- 네트워크기반 I/O 인터페이스 표준화
- COTS(Commercial Off The Shelf, 상용화 장비)에 의한 모듈화
- H/W적인 신뢰성 및 안전성 확보 필요
- 효과적이고 정량적인 유지보수 방안 확보
- S/W적인 안전성 요건 준수 필요
- 주요 데이터 및 모듈의 호환성 확보

•철도안전법 형식승인 대비

- 형식승인을 위한(SIL인증을 만족할 수 있는) KRS 개정 필요

•KRTCS_2 상용화 시점에 맞춰 교체할 계획

- 현재 국가연구개발사업으로 진행중인 KRTCS_2 상용화 시점에 맞춰 전역을 교체할 계획임
- 한국철도시설공단에서 제출한 구매의향서 참조

(3) 경제적 파급효과

본 과제 종료 후 성과물에 의한 국내 철도신호시장 목표점유율 변화에 따른 경제적 파급효과의 규모를 파악하는 것은 거시적 경제 메커니즘 차원에서 국가의 각종 산업에 미치는 영향과 해외 수출에 따른 부가가치 창출이란 차원에서 국부와 직결되는 중요한 요소로 꼽을 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 한국은행에서 발표하는 산업연관표를 이용한 산업연관효과 분석을 수행하였다. 이는 각 산업간 상관관계효과를 고려한 산업부문별 생산유발효과와 부가가치 창출효과 등을 고려하여 작성된 것으로 국내 산업부문별 그 효과를 추론할 수 있다.

산업연관표상에서는 403 개의 기본 산업부문으로 유형별로 구분되어 있는데, 본 연구에서는 철도신호시스템과 관련된 분야로서 ’ 310 지하철시설 ‘을 선정하여 2009 년 발표된 2007 년 산업연관표를 이용하여 산업연관효과분석을 수행하였다.

① 시나리오 선정

본 과제 성과로서 도출되는 “IP 기반 철도 전자연동장치” 는 2020 년 이후 국내에 건설 검토 중인 신규철도와 기존 철도의 구형 차량 개량화 사업 및 국외 신규 도시철도 시장 진입을 목표로 하고 있다. 본 연구에서는 국내의 경제적 파급효과를 대상으로 하므로, 본 성과물이 국내 철도 분야 신호시장에서 점유하는 비율을 전술한 시나리오에 따라 낙관적(50%), 중립적(35%), 비관적(20%)으로 나누어 분석하였다. 이는 국산화 신호시스템 체계에 대한 우호적 시장분위기와 정책적 차원에서의 지원 등을 고려하여 시나리오를 구성하였다.

② 본 과제 성과물의 목표점유율에 따른 수요예측

앞서 산정한 국내 철도 신호시장 규모를 바탕으로 목표점유율 시나리오에 따른 본 과제 성과물의 수요규모를 산정하였으며, 앞에서 언급한 국내 철도 신호시장 또한 사업시행정도에 대한 시나리오에 따라 산정된 바 국내 철도 신호시장 시나리오별로 목표점유율에 따른 본 과제 성과물의 수요규모를 추정하였다.

이는 국산화 신호시스템 체계에 대한 우호적 시장분위기와 정책적 차원에서의 지원 등을 고려하여 시나리오를 구성하였다. 앞에서 언급한 국내 철도 신호시장 또한 사업시행정도에 대한 시나리오에 따라 산정된 바 국내 철도 신호시장 시나리오별로 목표점유율에 따른 본 과제 성과물의 수요규모를 추정하였다.

목표 점유율 별 수요예측		**본 과제 성과물의 신호시장 목표점유율**		
		낙관적(50%)	**중립적(35%)**	**비관적(20%)**
국내 철도시장의 사업시행여부	낙관적	2,000	1,400	800
	중립적	1,400	980	560
	비관적	800	560	320

표 2 목표 점유율별 수요예측

분석 결과, 최소 약 320 억원 규모에서 최대 약 2,000 억원 규모에 이르는 것으로 추정되었다.

(4) 선도적 기술을 확보할수 있는 미래지향적 시스템 개발

■ 철도산업의 외형적 성장과 더불어 고속화, 1인화, 원격화를 중심으로 철도 시장이 성장함에 따라 상대적으로 철도 사고 예방을 위한 무선통신 및 열차제어시스템분야의 성장도 가시적임.

■ 최근 국내에서도 KTX-산천의 상용화에 이어 시속 400km급 속도를 달성한 HEMU-430X가 개발되어 세계에서 네 번째로 빠른 고속철도 기술을 확보하였으며, 고속화와 연계한 철도안전

기술에 대한 관심과 수요도 크게 증가하고 있음.

■ 철도사고를 미연에 방지하고 사고 발생 시 발빠른 초기대응을 위한 철도종사원의 휴먼에러를 최소화하고 건설비와 유지보수비를 절감은 물론 승객의 생명과 재산을 보호하는 최고의 대책임을 고려했을 때 본 시스템 개발을 통해 국내외에 시사하는 바는 매우 클 것으로 판단되며, 특히 해외 시장 개척을 위한 시스템 설계로 국가 성장 동력으로서의 역할을 기대할 수 있음.

■ 무인역, 무인운전에 대응할 수 있는 시스템으로 수요 확보 가능.

(5) 발전 가능성이 높은 시스템 개발

■ 향후 관련 기술이 확산되는 시장에서의 선도적인 역할을 수행할 수 있도록 확장성을 고려한 실용화・제품화 추진

■ 관련 전문가들로 구성된 자문위원회를 구성하여 수요처 요구사항을 연구 초기부터 반영하고 기술개발 수요 등을 조사하여 요구사항 및 적용시 발생할 수 있는 문제점들을 파악하여 연구를 진행할 예정임

■ 기술개발 컨소시엄 및 관련 연구기관과 협력하여 현장중심과 이론적인 영역을 포괄적으로 반영할 수 있는 기술개발 기반 구축과 국제적인 표준화 동향, 정부의 정책추진 방향 및 국내외 정보보호 기술 여건을 감안하여 기술개발을 수행함

■개발 결과물에 대한 국내외 기술홍보 활동을 통한 기술 주도권 확보 추진

(6) 국내 철도산업계의 선순환 구조 구축

국내 철도신호업계는 해외 신호시스템을 도입하여 설치하는 역할을 수행하였으며, 사령설비, 연동장치와 같이 단위장치에 한해서 국산화 및 국내외 공급을 주도하고 있다. 그 결과, 신호시스템 구축비용의 대부분이 해외로 유출되었고, 국내로 재투자되는 금액은 매우 작은 저부가가치산업의 특징을 갖고 있다. 또한, 신호시스템의 유지보수부분도 같은 상황이다.

향후 국내 철도시장의 규모가 확대될 것으로 예상되는 상황에서, “IP 기반 철도 전자연동장치”는 국내 철도시장의 많은 부분을 담당할 경우, 대부분의 외국산 구축비용이 국내로 재투자될 수 있다. 이러한 재투자는 국내 철도신호업계의 기술개발 촉진, 해외철도신호시장진출, 국내 철도신호산업의 규모의 경제구축과 같은 선순환구조를 구축할 것이며, 이는 궁극적으로 국내 철도산업의 고부가가치를 달성할 수 있다.

(7) 국내 철도운영기관의 경영개선

국내 철도운영기관은 지상신호방식을 제외한 일반 및 고속철도용 신호시스템으로 해외 신호시스템을 도입.운영하고 있지만, 여러 가지 운영 및 유지보수상의 기술적인 문제점으로 인하여 상호호환성(운영성)과 안전성이 검증된 신호시스템을 요구하고 있다.

■ 도입 비용 절감 및 운용성 확보

현재 무인역,유인역 구분 없이 개별 역에 전자연동장치를 설치하고 각역별 제어하는 방식에서 무인역등 다수역 유인역인 운용역에 연동장치를 설치하고 IP제어부만 무인역에 설치하여 통합 제어 방식으로 장비를 도입함으로 기존 도입 비용보다 저렴하고 통합역 제어 방식으로 실 운용역에서 모든 운용 감시 및 유지보수를 수행할수 있는 장점을 가진다

고속선,도시철도 외국산 연동장치는 9600에서 최대 1Mbps 직렬 통신을 이용한 제어 처리로 운용 및 제어 시간이 장시간 소요되나 본 과제에서 수행되는 데이터 전송방식은 네트워크 기본 10Mbps에서 100Mbps로 통신함으로 시설물간 통신 속도를 향상시켰고 이에 따른 전체 연동 시스템의 속도를 향상시킨다.또한 해외 수출을 위해 기존 철도운용 체계의 운용방식에 따른 유연한 확장 및 인터페이스를 제공함으로 운용 국가 또는 기관별 추가 연계 비용이 절감됨

■ 신호시스템 도입 시

영업운전을 병행하면서 열차와 신호시스템의 인터페이스 내용을 확인하고 조정하고 있다. 만약 인터페이스 점검과정에 심각한 오류가 발생할 경우, 개통시기 지연 및 잦은 영업지연으로 철도경영의 어려움은 물론 대국민 신뢰도에 심각한 영향을 준다.

■ 영업노선 확장 또는 변경

운영기관이 노선을 확장하거나 변경하는 경우, 신호시스템을 공급한 해외업체의 막대한 비용요구로 인하여 신속히 대처하는 것이 곤란한 상황이 발생하고 있으며, 이로 인하여 철도운영기관의 수송능력향상 및 적극적인 서비스개선을 통한 경영개선이 어려운 상황이다.

이와 같은 문제점으로 인해 철도신호시스템 개발 및 상용화는 국내 철도신호업계의 경쟁력 향상과 함께 철도운영기관의 경영개선향상과 같은 국내 철도신호산업을 저부가가치 산업에서 고부가가치 산업으로 전환하는 혁신적인 역할을 기대할 수 있다.

다.연구개발의 목표 및 내용

연구개발의 최종 목표

○ 수요처(한국철도시설공단, Korail)의 도입을 위한 IP기반 철도 전자연동장치의 표준화 개발 요구사항

■ 다양한 인터페이스 표준화

◦ 개방형 네트워크 : CTC, RBC, LEU, TLDS, 전기지원시스템, 건널목 장치, 전자연동장치(인접역) 등과 전자연동장치와의 인터페이스

◦ 폐쇄형 네트워크 : 안전설비(HBD, 지장물 검지 등), 신호기, 발리스, 선로전환기, 궤도회로/엑셀카운터/가상(논리)궤도회로 등과 전자연동장치와의 인터페이스

■ 도시철도, 광역철도, 고속철도를 통합하는 사양으로 개발

◦ 도시철도 : ATO 인터페이스, LTE-R 인터페이스

◦ 광역철도 : ATP(ETCS L1), ATO 인터페이스, LTE-R 인터페이스

◦ 고속철도 : TVM계열 IXL 대체, UM71궤도회로 인터페이스, LTE-R인터페이스

*도시, 광역, 고속철도에 공통으로 적용할 수 있도록 개발

■ 분산형 구조 설계

◦ 1개역에서 다수역 제어(기존 원격제어, 집중화 설비 대체) 가능토록 기능 추가

*코레일 등 로컬역 운전취급 집중화 추세 반영 (2~5역)

◦ 제어역, 피제어역 구조 설계 제작 (제어역만 연동논리부 배치)

*기존 일반철도역의 경우 연동마다 연동논리부 등 배치하고 운전취급만 집중역에서 시행하는 형태임

◦ 기존 방식(실선제어) 인터페이스 및 네트워크 인터페이스 선택 가능토록 제작

*상당기간 기존 실선제어 방식과 병행이 필요하므로 통합형으로 개발 필요함

○ 연구개발의 최종목표

구분	내용
최종 목표	○ 도시철도, 일반철도 및 고속철도용(400km/h급) IP 기반 전자연동장치의 열차 제어방식을 표준화하고 시험역들을 구축하여 사용처가 요구하는 성능시험을 통하여 신뢰성 및 안전성 입증
세부 목표	○ 일반철도와 고속철도를 통합하는 열차 제어 인터페이스 시험 및 도시철도용 열차제어 인터페이스 시험 ○ 일반 및 고속철도용 IP 기반 전자연동장치의 제작,현장 설치 ,현차 운행 및 안전성 인증 - 1개역에서 다수역 제어(기존 원격제어, 집중화 설비 대체) 가능토록 제작 및 현장 설치 운용 - SIL인증 안전성 검증보드를 사용한 모듈화 구조 개선 - 기존 방식(실선제어) 인터페이스 및 네트워크 인터페이스 선택 가능토록 제작 ○ 다양한 인터페이스 표준화 - 개방형 네트워크 : CTC, RBC, LEU, TLDS, 전기지원시스템, 건널목 장치, 전자연동장치(인접역) 등과 전자연동장치와의 인터페이스 - 폐쇄형 네트워크 : 안전설비(HBD, 지장물 검지 등), 신호기, 발리스, 선로전환기, 궤도회로/엑셀카운터/가상(논리)궤도회로 등과 전자연동장치와의 인터페이스 ○ 3개역에 시험장치 구축 및 성능시험을 통한 신뢰성 및 안전성 입증

표 3 연구개발의 최종목표

연구개발 최종목표인 “IP기반 철도 전자연동장치”의 구성도 및 인터페이스 주요 내용은 다음과 같다.

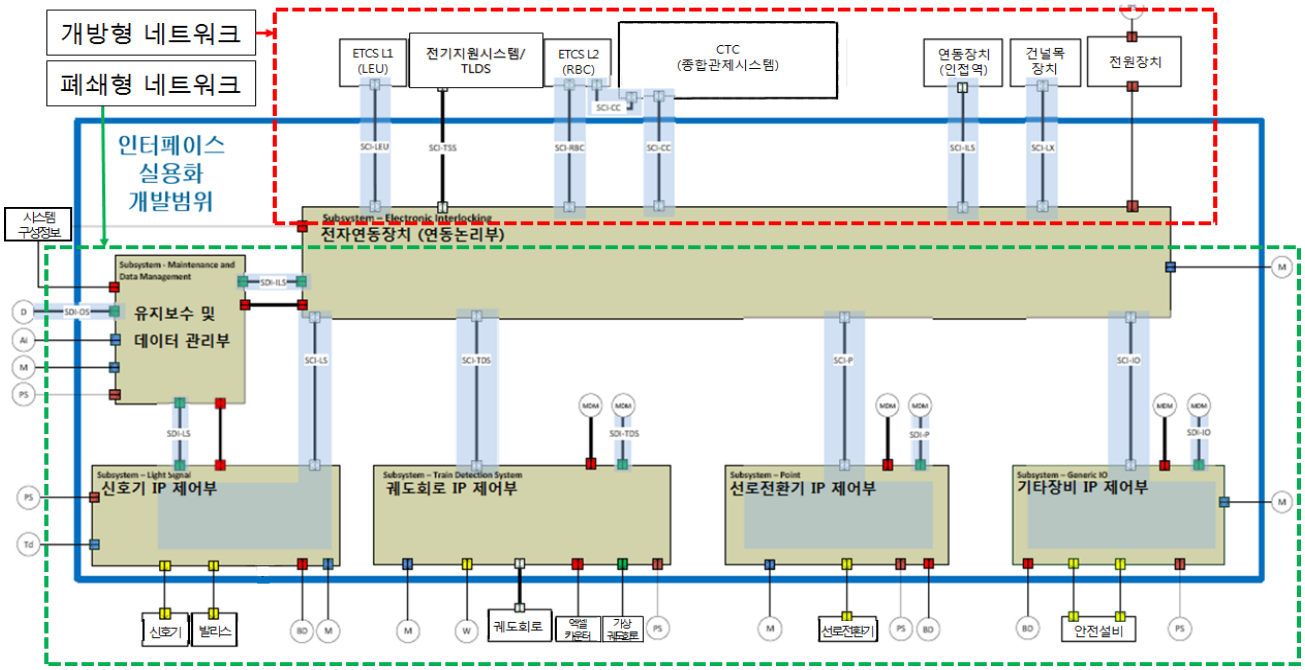


그림 2 IP 기반 철도 전자연동장치 구성도

■ 개방형 네트워크 및 폐쇄형 네트워크와의 표준화된 인터페이스 기능을 갖춘 IP기반 전자연동장치 개발

구분	정의	안전성 기준
개방형 네트워크	•개방형 네트워크 (Open Network) : 전자연동장치 시스템 내부 네트워크가 아닌 전자연동장치와 외부의 타시스템(ETCS L1, ETCS L2, CTC, TLDS 등)과 연결되는 외부망 네트워크 •전자연동장치와 Command 및 Message 교환	EN50159
폐쇄형 네트워크	•폐쇄형 네트워크 (Closed Network) : 전자연동장치와 IP제어부(신호기/궤도회로/선로전환기/기타장비) 및 유지보수 및 데이터 관리부를 포함하는 전자연동장치 시스템 내부망 네트워크 •전자연동장치와 Command 및 Message 교환	EN50159

표 4 개방형 네트워크 및 폐쇄형 네트워크와의 표준화된 인터페이스 기능을 갖춘 IP 기반 전자연동장치 개발

■ 개방형 네트워크 및 폐쇄형 네트워크 인터페이스 장치 리스트

구분	네트워크 구분	인터페이스 장치	비고
개방형 네트워크	제어	CTC(종합 관제 시스템)	시스템 외부 인터페이스
	제어	ETCS L1(LEU)	
	제어	ETCS L2(RBC)	
	감시	TLDS	
	감시	전기지원 시스템	
	제어	전자연동장치(인접역)	
	제어	건널목 장치	
폐쇄형 네트워크	제어	안전설비(HBD, 지장물 검지 등)	시스템 내부 인터페이스
	제어	신호기	
	제어	발리스	
	제어	선로전환기	
	제어	궤도회로	
	제어	엑셀카운터	
	제어	가상(논리)궤도회로	

표 5 개방형 네트워크 및 폐쇄형 네트워크 인터페이스 장치

※실용화 연구개발시 수요처 협의에 따라 인터페이스 표준화 대상 장치는 조정될 수 있음

■ 인터페이스 통신기반 : TCP/UDP

- SCI : Standard communication Interface(표준 통신 인터페이스)
- 정보통신 : 개방형 네트워크, 폐쇠형 네트워크
- 통신망 정보 보안 준수 규정 : EN50159

■ 정량적 SPEC 목표치

평가항목		단위	개발목표치			비고
			1차년도	2차년도	3차년도	
전자연동장치	운용환경	℃		−20℃~60℃		
	제어수량	개		200개		
	제어속도	ms		≥ 500		
IP제어부	내구성평가 (MTBF)	h		> 100,000		
	2중계 절체시간	ms		≥ 200ms		
	전원 변동률	%		± 20%		
현장 부설 운용	운용 시간	개월			6개월	

표 6 정량적 SPEC 목표치

2. 연차별 연구개발 범위

IP 기반 철도 전자연동장치 연구단			
대아티아이㈜ (주관), ㈜혁신전공사(공동) 외 3 개 기관			
연구개발내용			
과제명	인터페이스 표준사양서	과제명	IP 기반 전자연동장치
-국내 전자연동장치 I/F 조사 및 분석 -사용자 요구사항 정의서 -표준사양 정의서 -표준사양서		-기존 연동장치 개량 -IP 제어부 설계 및 제작 -IP 제어부 상호운영성 확보 -유지보수 및 데이터 관리부 제작 -Test-Bed 구축 및 현차시험 -철도환경시험 -성능 및 신뢰성 검증 -품질 안전 기술 개발	

표 7 연차별 연구개발 범위

가.1 차년도 연구개발 범위

① 개발 목표

연차	연구개발목표	주요연구개발내용
1 차년도	인터페이스 표준사양서	■ 해외 실용화 사례 조사/분석 •Euro-Interlocking, INESS & EULYNX ■ 표준사양서 •해외 사례 조사 및 분석 •IP기반 전자연동장치 요구사항 정의 •IP기반 전자연동장치 요구사항 조사 ■ 국내/외 도시철도 연동장치 현황조사 및 분석 •국내 도시철도 운영기관별 연동장치 인터페이스 현황 조사 및 분석 •국외 도시철도 연동장치 현황 조사 및 분석
	IP 기반 전자연동장치	■ Fail-Safe 네트워크 제작 •IP 기반 전자연동장치를 구성하기 위해 안전성 검증된 Host 용 네트워크 제어기 2 중화 시스템으로 설계 제작하고 이에 대한 안전성 분석 및 검증을 통해 가용성과 신뢰성이 높은 네트워크를 구성 •철도 신호 설비는 외부 제어 및 표시정보는 국가 교통기간망의 외부 노출이므로 철도 신호 폐색망으로 구성하며 내부 보안 시스템을 구축하여 외부 제어나 구성을 방지하도록 구성 •철도 신호 시스템은 365 일 24 시간 계속 가동하는 시스템으로 운용자의 가용성이 중요함으로 리던던시 시스템으로 구축한다. 이에 금번 연구 2 중계 링 네트워크 설계 제작 •운용중인 네트워크의 동작상태를 승인된 사용자가 접근하고 운용 상태를 사용자에게 표출하는 네트워크 관리 프로그램 제작 및 실 운용 네트워크 시험 설비 구축 •네트워크 설정 매뉴얼과 네트워크 이상동작시 안전측 동작 및 계속 운용 상태 유지를 위한 네트워크 관리 안전측 동작 시험 및 검증 ■ IP제어부 설계 •IP제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 궤도장치, 안전설비 등) 프로토콜 조사/분석 ■ IP제어부 상호운영성 확보 •IP제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제조사 선정

표 8 1 차년도 연구개발 목표

② 개발 내용 및 범위

■ 해외 실용화 사례 조사/분석

- 현재 국내에서는 유럽의 ETCS(European Train Control System)방식을 철도신호에 적용하여 열차운행을 하고 있으며(ETCS L1) 또한 연구개발을 추진(ETCS L2) 하고 있다.
- 유럽에서는 최근에 국가간 상호운영성 및 안전성 향상을 위해 IP 기반 전자연동장치 표준화 및 실용화 필요성을 절실히 느끼고 EURO Interlocking 프로젝트 및 INESS 프로젝트를 유럽연합차원에서 철도 운영회사 중심으로 EULYNX 프로젝트를 추진하고 있다. 국내에서도 해외시장 진출을 위해 국내 환경에 맞는 연동장치의 표준화작업을 EULYNX 규격을 중심으로 국내 상황에 적합한 적용 방안을 검구축하기위해 조사/분석이 필요하다.

■ 표준사양서

• 해외사례 조사 및 분석

- 우리나라에서는 유럽의 ERTMS/ETCS(European Rail Traffic Management System/ European Train Control System)방식을 철도신호에 적용하여 열차운행제어를 수행(ETCS L1) 및 연구개발을 추진(ETCS L2) 하고 있다.
- 유럽에서는 1990 년대 후반 ERTMS/ETCS 레벨 1,2,3 적용이 가시화 되는 시점에서 국가간 상호운영성 및 안전성 향상을 위해 IP 기반 전자연동장치 표준화 및 실용화 필요성을 절실히 느끼고 EURO Interlocking 프로젝트 및 INESS 프로젝트를 유럽연합차원에서 수행해 왔으며 최근에는 철도 운영회사 중심으로 EULYNX 프로젝트를 추진하고 있다.
- 유럽사례를 중심으로 해외 적용 사례를 분석하여 국내 상황에 적합한 적용 방안을 검토한다.

• IP기반 전자연동장치 요구사항 정의

- 철도운영기관 및 국내 전자연동장치 공급업체와 협의 및 조사를 통해 IP 기반 전자연동장치 기능 요구사항(Functional Requirements)을 정의하는 단계로, 이는 일반적인 방법론과 도구(Tool)들을 기반으로 하여 규격화된 철도 요구사항은 물론, 규격화된 인터페이스 요구사항을 포함한다. 이 두 요구사항은 철도 운영기관이 전자연동장치를 신호 제조업체로부터 조달하는 것을 더욱 용이하게 할 것이다.
- 이는 철도에 제품의 선택권을 더욱 넓힐 수 있으며, 공급에 대한 경쟁을 통해 실용화 비용을 감축하게 될 것이다. 더불어, 명백하고 모호하지 않은 철도 요구사항과 공개적인 인터페이스 규격이 통일된 언어로 공급업체로 전달됨에 따라, 제조업체의 개발 및 적용 비용이 크게 감축될 것이다.

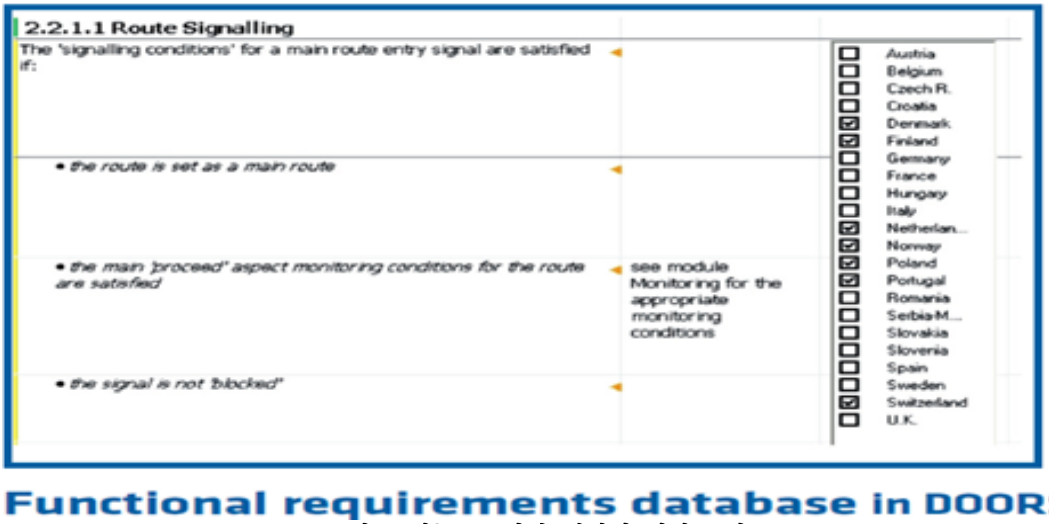


그림 3 기능요구사항 데이터 베이스(예)

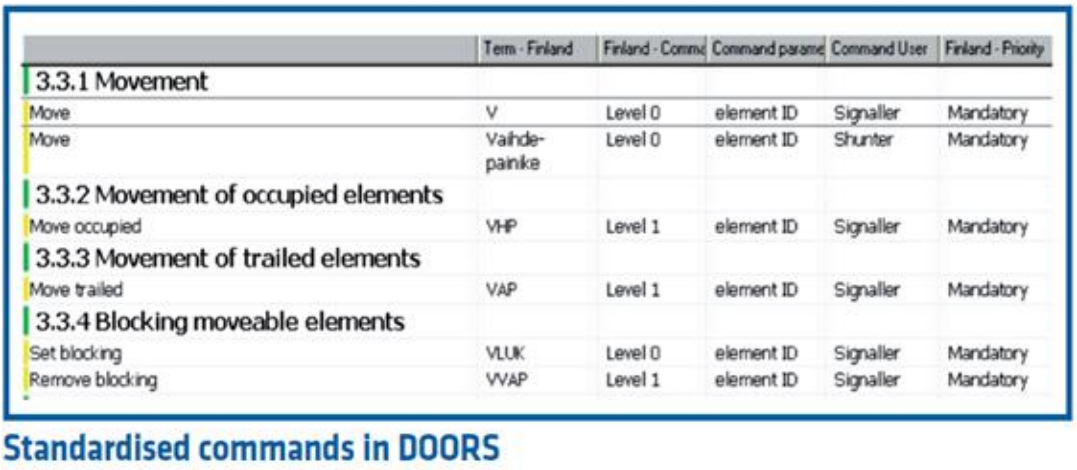


그림 4 표준화 Tool 적용사례(DOORS)

- 시스템개요, 시스템 일반사항 및 요구사항(Requirements) 정의

구분	주제	자료명(보고서)
요구사항 정의 단계	Concept	시스템 개요
	General	시스템 일반 사항
	System specification	Generic interface and subsystem requirements
	System engineering	System engineering process
	Subsystem Light Signal	Requirements specification for subsystem Light Signal
	Subsystem Point	Requirements specification for subsystem Point
	SCI-ILS	Requirements specification for SCI-ILS
	Subsystem TDS	Requirements specification for SCI-TDS (궤도회로)
	Subsystem Generic IO	Requirements specification for subsystem Generic IO
	SCI-RBC	Requirements specification for SCI-RBC
	SCI-CC	Requirements specification for SCI-CC

표 9 시스템개요, 시스템 일반사항 및 요구사항(Requirements) 정의

• 현장 운용중 문제점 분석 보고서
• 운용 요구사항 정리

■ 국내/외 도시철도 연동장치 현황조사 및 분석
– 국내 도시철도 운영기관별 연동장치 인터페이스 현황 조사 및 분석
– 국외 도시철도 연동장치 현황 조사 및 분석
■ Fail-Safe 네트워크 설계(현장 제어에 대한 보안 및 외부 침입에 대한 보안)
▪ 네트워크 설계
– Safety 네트워크 설계
– Non-Safety 네트워크 설계
– 접근 보안 구조 설계
– 가용성 증대 및 고장 회피 설계
– IP할당 및 라우팅 구조 설계
– 네트워크간 분리 및 신뢰성/가용성 설계
▪ 하드웨어 구축
– SIL인증 완료된 안전성 검증품을 사용한 IP 제어부 설계
– L3,L2네트워크 구성
– 이중 링네트워크 구성 및 시험
– 단말 네트워크 제어기 구성
▪ 네트워크 감시 프로그램 구축
– 네트워크 감시를 위한 프로그램 제작
– 네트워크 접근 권한 부여 및 보안 구현 프로그램 제작

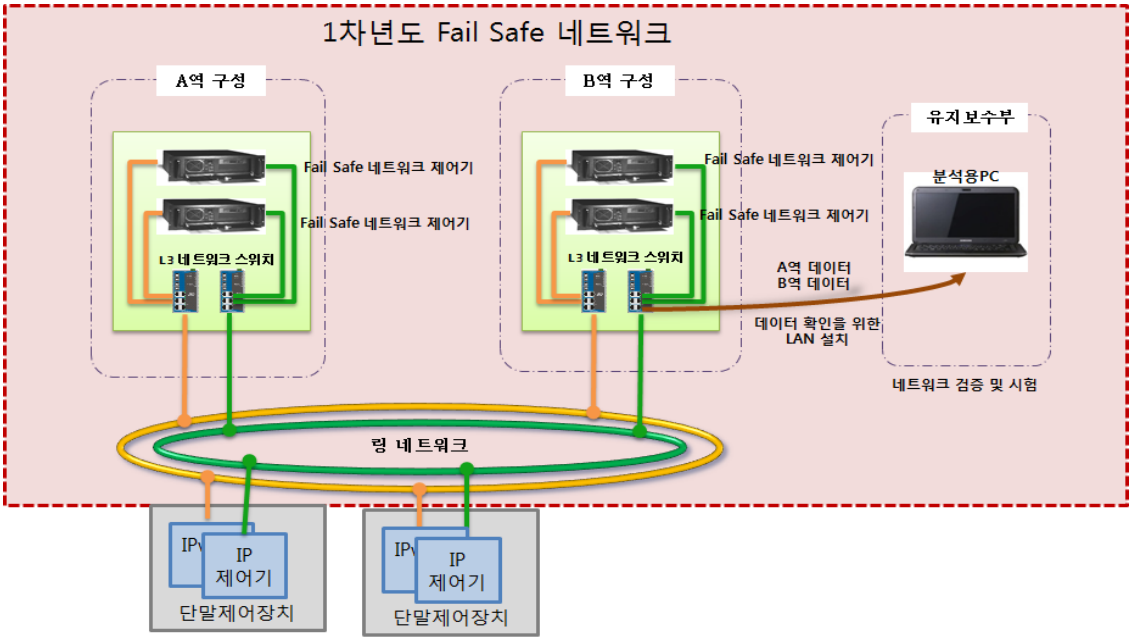


그림 5 1 차년도 Fail safe 네트워크

■ IP제어부 제작

• IP제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 궤도장치, 안전설비 등) 프로토콜 조사/분석

– 기술적인 상호운영성(Technical Interoperability)를 확보하기 위해서 철도운영기관 및 관련 제조업체의 요구사항 조사를 통해 실용화 제품을 사용할 개발 요구사항을 조사/분석하고 표준 프로토콜을 구축하는 것으로 한다.

■ IP제어부 상호운영성 확보

• 제조업체 선정을 위한 선정 기준 및 절자 수립

• IP제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제조사 선정

– 철도운영기관의 요구사항 조사

기술적인 상호운영성(Technical Interoperability)를 확보하기 위해서 실용화 제품을 사용할 한국철도시설공단과 한국철도공사의 개발 요구사항을 조사/분석한다.

– 상호운영성 확보를 위한 국내 제조업체 선정

• 상호운영성 확보를 위해 공고를 통한 제3자 국내 제조업체 선정

나.2 차년도 연구개발 범위

① 개발 목표

연차	연구개발목표	주요연구개발내용
2 차년도	인터페이스 표준사양서	■ 표준사양서 •SCI(Standard Communication Interface, 표준 IP 인터페이스) 사양 정의 •SDI(standard Data Interface, 표준 데이터 인터페이스) 사양 정의 •상호운영성 및 안전성 확보를 위한 표준사양서 정의
	IP 기반 전자연동장치	■ IP 제어부 제작 • 단말 제어부에서 네트워크와 연결하여 안전측 동작 및 2 중계 회선에서 동작하고 단말 시스템에 안전한 통신 데이터를 전송하는 Safety LAN 모듈 개발 • 현장 직접 제어장치인 신호기와 연결되어 신호기를 현시하고 동작 상태를 감시하여 전자연동장치에 전송하고 이상동작이나 전자연동장치에서 제어하지 않은 정보가 현시될 때 안전측으로 동작하는 프로세서를 내장한 신호기 제어 및 감시 모듈 개발 • 열차 선로를 직접적으로 변경하는 선로전환기를 직접 제어하고 운용상태를 지속적으로 감시하여 이상동작 또는 제어하지 않은 동작시 안전측으로 동작하는 프로세서를 내장한 선로 전환기 제어 및 감시 모듈 개발 • 실내 또는 현자에 설치하는 단말 제어부의 기구물 설계하며 기구물은 온도 및 습도 선로변에 적합한 구조로 설계되어 안전한 동작을 구현하도록 하며 철도 환경에 적합한 구조로 제작 • 단말 제어부의 출력,입력,안전측동작등을 수행하는 프로그램을 개발하고 검증 • 설계 및 제작에 대한 안전성 검증 활동 및 문서 작성 ■ IP 제어부 상호운영성 확보 • IP 제어부 상호운영성 규격에 따른 개발/시제품 제작 •IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제작 – IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 궤도장치, 안전설비 등) CPU 선정 – IP 제어부 각 장치별 인터페이스 모듈 개발/시제품 제작 – IP 제어부 각 장치별 개발/시제품 제작

		– IP 제어부 각 장치별 단위모듈 시험/성능시험 ■ 기기 집중역 연동장치 제작 – IP 기반 전자 연동장치 시험을 위한 기기집중역 연동장치 제작 ■ 연구실내 시스템 설치/시험 • 현장 설치시 시험할 시험 시나리오를 시험 절차서로 작성후 전문가의 도움을 받아 실제 운용 시나리오 및 이상동작 시나리오를 제작 완료한다. • 시범 설치역의 현장 연동 도표를 입수후 연동 DB 를 생성하고 연동 처리에 대한 프로그램을 시뮬레이터에서 사전 검사를 하여 시험 준비를 완료한다. • 개량한 전자연동장치 시스템 제작과 IP 제어기,단말제어장치가 제작 완료되면 연구실내 모든 시스템을 조립하고 네트워크 장비와 각종 전원 케이블,통신선,현장 케이블 대용품을 연결하고 시스템간 연결하여 현장 운영 상태로 구성한다. • 현장 설비와 동일한 현장 시뮬레이터로 현장 설비와 동일하게 전자연동장치와 단말제어장치에 연결후 실제와 동일하게 연동검사를 진행하여 현장과 동일한 기능과 성능이 구현되는지를 시험한다. • 공동 연구 기관에서 제작한 단말제어장치로 교체후 상호 동작 상태를 검증하고 기능 시험을 수행한다. • 표준 인터페이스 프로토콜에 의한 현장 인터페이스 장비의 시뮬레이터를 연결하여 통신하여 기능 시험을 시행한다.

표 10 2 차년도 연구개발 목표

② 개발 내용 및 범위

■ 표준사양서

• SCI(Standard Communication Interface, 표준 IP 인터페이스) 사양 정의/

• SDI(standard Data Interface, 표준 데이터 인터페이스) 사양 정의

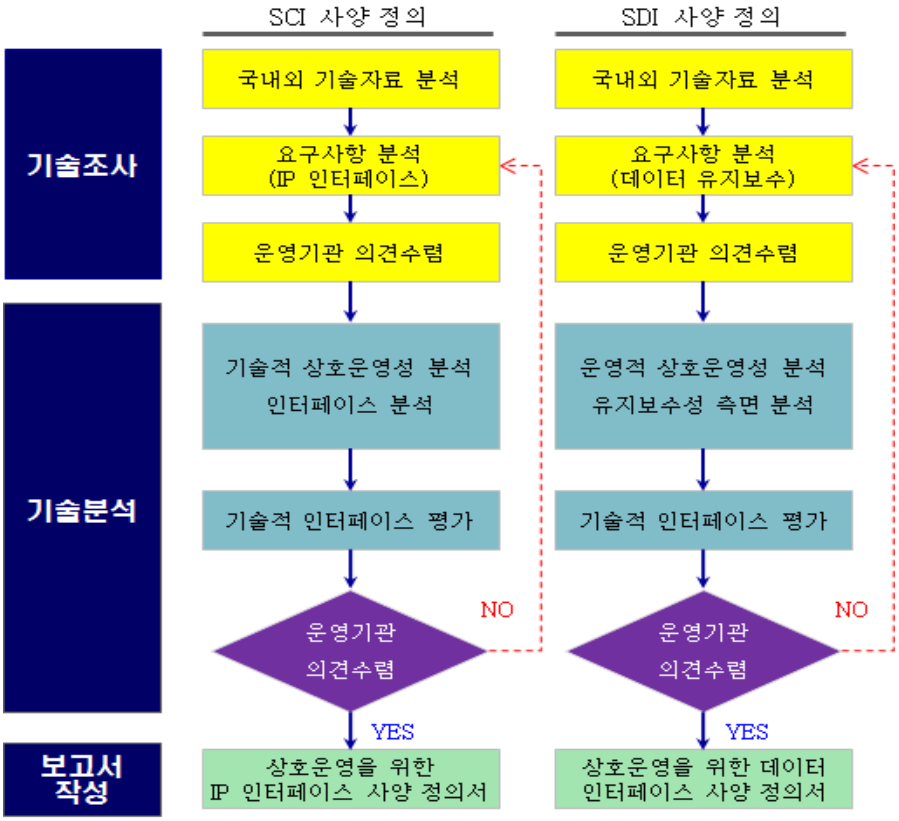


그림 6 표준사양서

구분	주제	자료명(보고서)
사양정의 단계	System definition	System definition (시스템 정의)
	Subsystem Light Signal	Interface definition SCI-LS
	Subsystem Point	Interface definition SCI-P
	SCI-ILS	Interface definition SCI-ILS
	Subsystem TDS	Interface definition SCI-TDS
	Subsystem Generic IO	Interface definition SCI-IO
	SCI-RBC	Interface definition SCI-RBC
	SCI-CC	Interface definition SCI-CC

표 11 사양정의 단계

■ 기존 연동장치 개량

▪ 유지보수 정보 통합 장치 제작(H/W, S/W) 및 자체시험

– 유지보수랙 제작

– 유지보수 프로그램 제작 및 시험

– 데이터 관리 및 재생 시험

▪ IP 통신을 위한 연동논리부 개수

– IP 기반 통신 프로세서 추가 설계 제작

– Safety 네트워크 ,Non-Safety 네트워크 분리

– 연동 논리부 제작

– 연동 시험역을 위한 소프트웨어 제작

▪ 네트워크 장치 구성

– 네트워크 장비랙 제작

– 광통신에 2 중 링네트워크 물리적 구성 및 시험

▪ 연동 논리부 검증 및 시험

– 환경 시험 공인기관 검사

– 기능 및 성능 시험

■ IP 제어부 제작

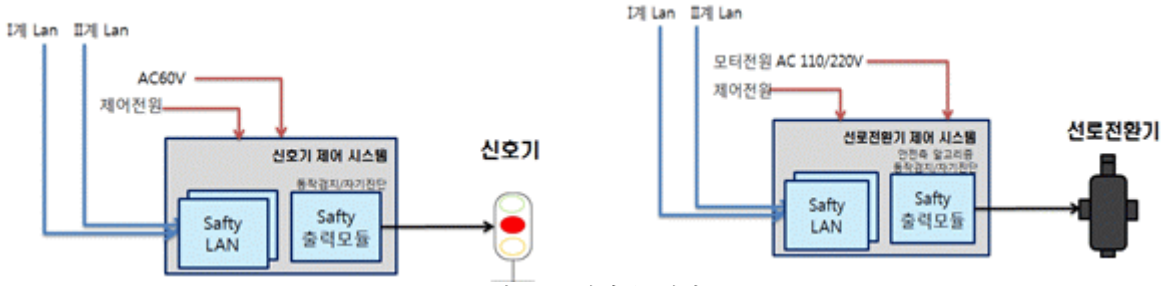


그림 7 IP 제어부 제작

▪ SIL4 인증 보드를 이용한 IP 제어부 제작

– SIL 인증을 위한 IP 제어부 회로 변경 설계

– PCB 제작

– 기구물 설계 / 제작

– 신호기 IP 제어부/선로전환기 IP 제어부/궤도회로 IP 제어부/기타장비 IP 제어부

– 통신 및 제어 S/W 설계 제작

▪ IP 제어부 검증 및 시험

– 공인기관 검사

– 제 3 기관에 의한 안전성 검증

– 환경 시험

- 기능 및 성능 시험
- 시험을 위한 시뮬레이터 제작

■ IP 제어부 상호운영성 규격에 따른 개발/시제품 제작

- IP 제어부 각 장치별 공통 CPU 선정
- IP 제어부 각 장치별로 인터페이스 모듈 정의에 따라 시제품을 개발 및 제작
- IP 제어부 각 장치별로 단위모듈로 시험
- IP 제어부 각 장치별로 성능시험

■ IP 제어부 상호운영성 확보

• IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제작

- 현차시험 단말제작(IP 제어부) : 연구기관 외 국내 생산업체 대상

  현차시험 수행 중 주관연구기관(대아티아이(주))과 공동연구기관((주)혁신전공사 등)에서 설치한 시험역에서 타 전자연동장치 업체에서 설계/제작한 개발품(IP 제어부)에 대하여 현차시험을 통한 성능 및 신뢰성 검증 추진에 참여할 수 있도록 한다.

- 2~3 개 국내 개발업체 (1 차년도에 선정된 제조 기업)
- 안전성 및 상호운영성 시험

■ 기기 집중역 연동장치 제작

- 표준 IP 기반 전자 연동장치 시험을 위한 기기집중역 연동장치를 제작한다.

■ 연구실내 시스템 설치/시험

▪ 시스템 조립 시험

- 네트워크,연동장치,단말제어장치 시험실내 설치 시험
- 현장 시뮬레이터 설치 (현장과 동일 동작)
- 시범설치역 연동 DB 작성 및 연동 검사
- 외부 인터페이스 시뮬레이터 개발 및 시험 (전기지원시스템,TLDS,집중화제어장치,원격제어장치RBC)

■ 국외 도시철도 연동장치 현황조사 및 분석

■ KRTCS-1(도시철도) 표준사양 분석 ; 연동장치

- 규격번호 : KRS SG 0069-15
- 규 격 명 : 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템

※ Korean Radio based Train Control System

■ 연동장치와 승강장안전문(PSD) 및 안전설비간 인터페이스 조사 및 분석

- 악셀카운터, 가상(논리)궤도 인터페이스 등

다.3 차년도 연구개발 범위

① 개발 목표

연차	연구개발목표	주요연구개발내용
3 차년도	인터페이스 표준사양서	■ 표준사양서 •SCI(Standard Communication Interface, 표준 IP 인터페이스) 사양서 작성 •SDI(standard Data Interface, 표준 데이터 인터페이스) 사양서 작성 •KRS 규격 개정을 위한 표준사양서 작성 및 검증
	IP 기반 전자연동장치	■ IP 제어부 상호운영성 확보 •IP 제어부 상호호환성 시험 및 검증 ■ Test-Bed 구축 및 현차시험 •시범 적용 개소를 운용처인 철도 시설공단,철도공사와 협의후 선정 • 현장 조사를 통한 연동 제어장치 기존 설비와 병렬 설치 운전 방안 도출 및 승인 • 1 조,현장 제어장치 2 조 ,표시제어부,유지보수부,현장 네트워크 구축 및 현장 설치 운용 • 현장 설비와 직접 운용에 의한 실열차 운용 • 상호 호환성 검증을 위해 중앙제어장치와 단말 제어장치 업체별 호환성 시험 • 파일럿 테스트를 통한 성능 및 신뢰성 검증 - IP 제어부 상호호환성 시험 및 검증 - 환경시험, EMI/EMC 등 공인시험 검증 ■ 성능 및 신뢰성 검증 • 제 3 자 검증에 의한 안전성 검증 • 설계 검증,제작검증,제품검증 • 공인기관 환경 검사 (온습도시험,EMI/EMC 시험) • 성능 검증 시험 • 전기적 시험 • RAMS 활동 및 보고서 작성

표 12 3 차년도 연구개발 목표

② 개발 내용 및 범위

■ 표준사양서

- 표준사양서 작성 및 검증
- 도시철도(CBTC) 연동장치 표준사양 정의
- 도시철도(CBTC) 연동장치 운영요구사항 정의

■ IP 제어부 상호운영성 확보

• IP 제어부 상호호환성 시험 및 검증

- 본 "IP 기반 철도 전자연동장치 실용화 ' 연구개발 성과품 및 기존 전자연동장치 생산업체 시제품을 대상으로 안전성 및 성호호환성을 검증하기 위한 상호인터페이스 시험을 시행한다.

시험대상	설치장소	인터페이스 시험 및 검증대상
IP/제어부 (신호기/선로전환기/궤도회로/기타장비)	기기 집중역	□ 인터페이스 시험 ◦ 폐쇄형 네트워크(EN50159) : 안전설비(기상검지, 지장물 검지 등), 건널목 장치, 선로전환기, 궤도회로/엑셀카운터/가상(논리)궤도회로 등과 전자연동장치와의 인터페이스

표 13 IP 제어부 상호운영성 확보 시험 대상

■ Test-Bed 구축 및 현차시험

▪ Test Bed 구축 :

- 연동역(1), 기기집중역(2)
- 운용처와의 현장 설치 협의
- 현장 병렬 설치
- 현장 광케이블,전원선 포설 작업
- 설치를 위한 신호기계실 작업

▪ 시운전을 위한 일련의 안전조치

▪ 네트워크 안전성 시험 및 운용 시험

▪ 현장 설비 운용 시험

▪ 설치역 연동 검사

▪ 종합 시험

▪ 안정화 단계 시험

▪ 업체별 호환성 시험

- 연동장치 논리부와의 네트워크를 통하여 IP 제어부 성능시험 및 검증을 한다.
- 상호호환성 시험을 위해 타사 제품으로 교환하여 IP 제어부 성능시험 및 검증을 한다.
- 공인기관을 통해 각 IP 제어부 장치들이 운영상 문제가 없음을 검증 받는다.

■ 현차시험 감독

- 현차시험 기술지원
- 현차시험 일정관리
- 현차시험 안전관리

■ 성능 및 신뢰성 검증

▪ 공인 기관 검사(철도용품 기술 기준-전자연동장치)

- 환경 시험(온도/습도,가변 시험)
- EMI/EMC 시험

▪ 제 3 자 검증

- 제 3 자 설계 검증
- RAMS 활동 및 보고서 작성

■ SDI 사양서 및 각 서브시스템별 SCI 사양서 작성

구분	주제	자료명(보고서)
인터페이스 사양서	System specification	Maintenance and data management specification (SDI)
	Subsystem Light Signal	Interface specification SCI-LS
	Subsystem Point	Interface specification SCI-P
	SCI-ILS	Interface specification SCI-ILS
	Subsystem TDS	Interface specification SCI-TDS
	Subsystem Generic IO	Interface specification SCI-IO
	SCI-RBC	Interface specification SCI-RBC
	SCI-CC	Interface specification SCI-CC

표 14 SDI 사양서 및 각 서브시스템별 SCI 사양서 작성

라.연구개발의 창의성・혁신성 등

○ 기존 시스템 통합 및 대체 효과

- 기존 시스템과의 통합 운영은 기존에 운영되고 있는 데이터를 우선적으로 분석하여 데이터를 추출하고, 추가적인 데이터를 부가하여 기존 시스템과 혼용될 수 있도록 구축하여 구현하다. 또한, 기존 시스템에서의 데이터 수집은 본 과제에서 추진중인 인터페이스 표준 프로토콜 정의를 기반으로 데이터 인터페이스 방안을 구축하고, 표준 프로토콜 적용이 곤란한 기존 시스템의 경우, 기존의 인터페이스 규격을 분석 및 검토하여 부가적인 인터페이스를 통해 구현한다.

○ 현장적용 활용

- “IP 기반 철도 전자연동장치 실용화”는 유럽의 EULYNX 프로젝트에서 개발 중에 있는 시스템 데이터들을 표준화된 프로토콜로 변환, 국내 열차제어시스템 인터페이스를 표준화하여 건설비 절감, 운영 효율화 등을 구현하는데 적극 활용될 수 있음.

○ 실용화, 제품화

- SIL4 인증을 받은 CPU 보드를 공통 플랫폼으로 최초로 사용함으로써 향후 철도신호제품은 혁신적인 변화를 이루게 될 것이다.
- 최근 철도안전법 개정으로 국내 철도안전체계가 강화됨에 따라 실시간 철도 전용 광통신 네트워크를 이용한 IP 기반 전자연동장치의 고속철도/일반철도/도시철도별 설치, 운영, 유지보수 및 실시간 IP 통신 제어 시스템의 적용을 KRS 규격 보완하여 형식승인을 취득하면 분야별 제도적으로 활용 가능함.

○ 미래원천 기술 확보, 사업화, 기술이전, 후속연구, 신산업 창출 등 예상되는 활용 분야 및 활용

- 철도 사고를 미연에 방지하고 사고 발생시 발 빠른 초기 대응으로 사고 확산 방지를 실현하여 승객의 생명과 재산을 보호하는 최고의 대책임을 고려했을 때, 본 시스템 개발은 국, 내외에 시사하는 바는 매우 클 것으로 판단되며, 특히 IP 기반 철도 전자연동장치 실용화를 해외 시장 개척을 위한 시스템 설계로 국가 성장 동력을 역할 기대.
- 철도 안전 뿐 아니라 다른 사업인 정보통신, 제어기술 등에 적용하는 실용화가 가능함.

3. 국내 기술 개발 현황

가.국내 일반철도 및 고속철도 연동장치 현황

2015 년 기준, 개략적으로 국내에서 설치되어 운영중인 연동장치의 현황은 다음과 같다.

구분	일반철도	고속철도	비고
전자식	407		
전기식	81		
기계식	2		
기기집중	21		
합계	511		
역(Station)		6	광명,천안아산, 오송, 김천구미, 신경주, 울산
IEC(Interlocking Equipment Center)		8	화성, 고덕, 신탄진, 영동, 김천, 칠곡, 고모, 노포
합계		14	

표 15 한국철도공사 연동장치 설치 현황

■ 일반 철도는 2002년이후 지속적으로 전기연동장치,기계식 연동장치를 전자연동장치로 개량하여 왔고 초기 개량 전자연동장치가 15년 이상 운용 제품으로 이후 도입되는 ATP시스템,TLDS,전기지원시스템등 다양한 형태의 외부 장치가 추가적으로 부착되어 용량의 한계에 도달하고 있는 실정이다.

■ 국내에서 운영 중인 전자연동장치는 1990년 중•후반 공급되었지만 몇가지 문제점과 취약점을 가지고 있었기에 2001년 KRS규격에 의해 안정화 된 이후 본격적으로 국내 대부분의 역에 설치되었다. 이러한 전자연동장치는 내구연한에 따라 노후화 되었기에 전반적으로 개량이 필요한 시점이 도래하고 있음을 경부고속철도 전자연동장치(SSI: Solid State Interlocking)의 예로 확인할 수 있다.

경부고속철도 1단계 전자연동장치(SSI) 장애 건수													
	04년	05년	06년	07년	08년	09년	10년	11년	12년	13년	14년	15년	소계
SSI	2	24	4	7	7	6	12	10	4	8	2	4	90

표 16 경부고속철도 1 단계 전자연동장치 장애 건수

연도별 고장 추이

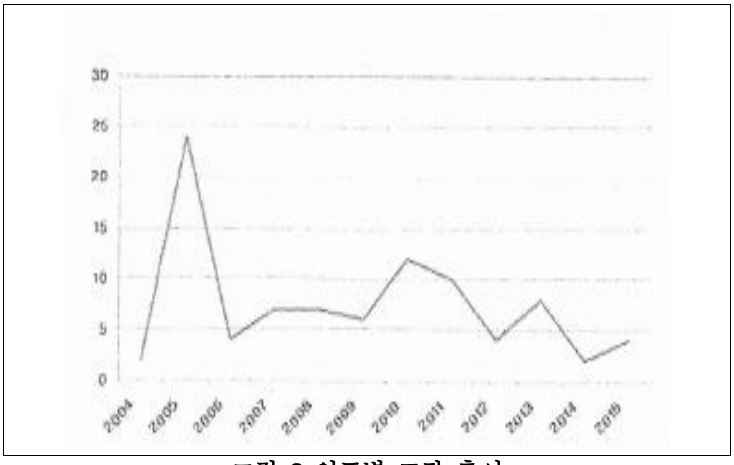


그림 8 연도별 고장 추이

■ 위의 통계에서 화인되는 바와 같이 장애빈도가 높았던 초기를 지나 안정화되었지만 대부분 내구연한의 경과로 인해 장애빈도가 다시 증가하는 추세이며, 원인으로는 핵심모듈 및 외부장치와의 통신불량 등 H/W의 신뢰성이 저하되고 있는 것으로 파악된다.

■ 고속철도 운용 전자연동장치는 그림1과 같이 고속철도 건설시 외산 장비(IXL, Alstom)가 도입되어 다양하고 복잡하게 시스템간 연결되어 있어 고속선 전자연동장치의 개량을 시도하였으나 시스템간 인터페이스 문제로 개량에 실패하여 계속 외국기술에 의존하여 운용중이다.

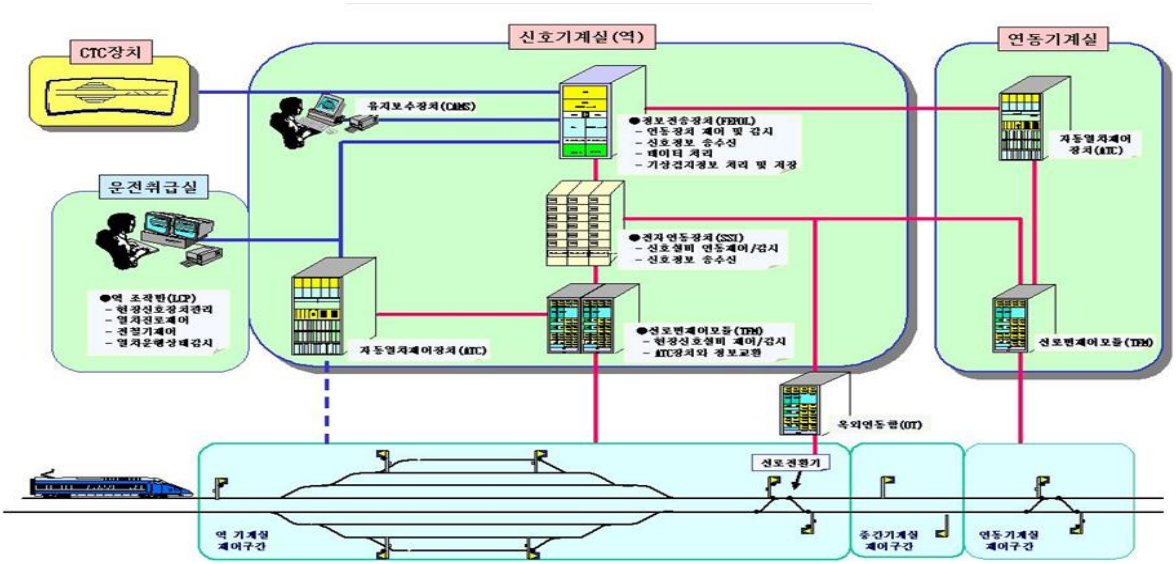


그림 9 고속철도 전자연동장치 구성도

■ 일반 철도는 그림2와 같이 1개 역에 1개 시스템으로 전자연동장치를 구성하고 개별 역 제어와 개별역 운전원이 상주하여 열차제어를 시행하는 비효율적 구조로 운영중이다.(집중제어)

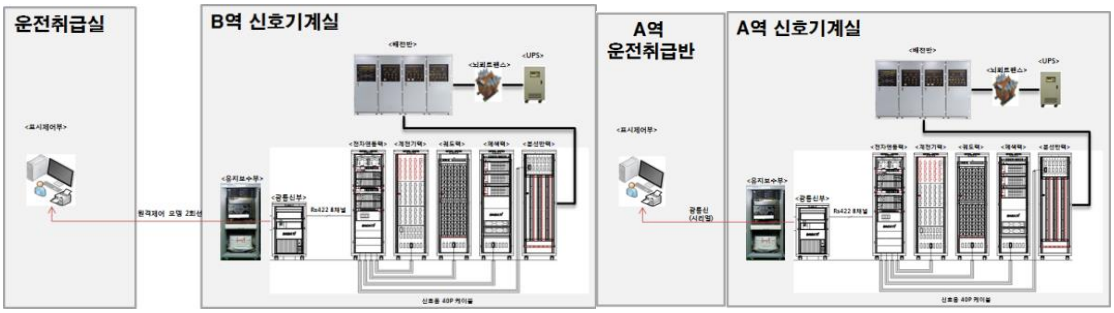


그림 10 일반철도 전자연동장치 구성도

나.국내 도시철도 연동장치 현황

구분		신분당선	서울					대구		부산			인천	광주	대전
			1호선	2호선	3호선	4호선	5~8호선	1호선	2호선	1호선	2호선	3호선	1호선	1호선	1호선
제어방식		CBTC	ATS	ATS, ATO	ATC	ATC	Digital ATC	ATC	ATC	ATC	Digital ATC	Digital ATC	Digital ATC	Digital ATC	Digital ATC
신호방식		차상	지상	지상, 차상	차상	차상	차상	차상	차상	차상	차상	차상	차상	차상	차상
정위치정차		자동	수동	수동, 자동	수동	수동	자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동
출입문개폐		자동	수동	수동, 자동	수동	수동	자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동
차상속도제어		자동	수동	수동, 자동	수동	수동	자동 감·가속	자동감·가속	자동감·가속	자동 감·가속	자동 감·가속	자동 감·가속	자동 감·가속	자동 감·가속	자동 감·가속
제 작 사		케나다 Thales	일본 경삼信號·대동信號 SIEMENS(2호선)		미국 US&S		미국 US&S ALSTOM	미국 GRS	프랑스 ALSTOM	일본信號	스웨덴 Bombardier	일본 Kyosan	독일 Siemens	현대정보기술 Kyosan	독일 Siemens
연동장치		전자	계전	계전, 전자	계전, 전자	계전, 전자	전자연동	전자연동	전자연동	계전연동	전자연동	전자연동	전자연동	전자연동	전자연동
ATO기능		가능	불가	가능	불가	불가	가능	가능	가능	가능	가능	가능	가능	가능	가능
궤도회로	방식	없음	무절연	무절연	무절연	무절연	주파수(CodeRate)	무절연	무절연	주파수(CodeRate)	텔레그램	속도데이터	텔레그램	텔레그램	텔레그램
	종류	없음	AF	AF	AF	AF	Z-BOND	AF	AF	LC 정합트렌스	Z-Bond 정합트렌스	중간궤도 송신	S-Bond	S-Bond	S-Bond
TWC	전송매체	무선통신	·	Loop	·	·	Loop	Loop	DTC	Loop	Loop	Transponder	Loop	Loop	Loop
	전송방식	양방향	·	단방향 차량→관제	·	·	양방향 차량 ↔ 현장	양방향 차량 ↔ 현장	양방향 차량 ↔ 현장	양방향 차량 ↔ 현장	단방향 차량 → 현장	단방향 차량 → 현장	단방향 차량 → 현장	단방향 차량 → 현장	단방향 차량 → 현장
관제데이터 전송방식		LAN 직렬통신	실선제어·모뎀통신 또는 직렬통신 422				직렬통신 422	직렬통신 422	직렬통신 422	LAN 직렬통신	LAN 직렬통신	LAN Ethernet 통신	직렬통신 422	직렬통신 422	직렬통신 422
전원장치		UPS·정류기													

표 17 도시철도 신호시스템 현황

구분	연동장치역	기기집중역	비고
1호선	4		
2호선	11	18	
3호선	12	9	
4호선	9	7	
5호선	18	15	
6호선	13	10	
7호선	15	18	
8호선	5	4	
9호선	11	19	
합계	98	100	

표 18 국내 연동장치 설치 현황

■ 각 지방 도시철도 운용기관은 건설시 세계각국의 신호설비를 도입하여 다양한 형태의 신호시스템이 운용중에 있으며 이에 대한 유지보수 체계와 운용 방법이 상이하여 운전 및 인터페이스등 호환성 문제가 발생한다.

■ 도시철도 전자연동장치는 표4와 같이 전구간이 외산 장비로 서울 교통공사 1,3,4호선 일부만 국내 전자연동장치로 개량중이고 부산 1호선도 당사에서 국내 전자연동장치로 개량중이다. 하지만 절대 다수가 외산 전자연동장치로 운용중이며 이 또한 개량시기가 도래하고 있음으로 이에 대한 대처가 필수적이다.

다.고속/일반/도시철도의 전자연동장치 국산화 비율

국내 고속/일반/도시철도의 전자연동장치 운영 현황 분석시 개략적인 국산화 비율은 다음과 같다.

구분	국산화 비율(%)	국산화 품목(노선)
고속철도	10	•FEPOL : CTC용 역 정보 전송장치(LDTS) •TFM의 UM, PM
일반철도	100	•KRS 규격에 준한 전자연동장치 국산화 보급 완료 (기능 개선 중)
도시철도	30	•일부노선에서 국내 전자연동장치(유경제어, 혁신전공사) 사용중 •서울 1~4호선 등

표 19 국내 고속/일반/도시철도 전자연동장치 국산화 비율

○ 산업동향

국내 철도 신호시스템은 아래 그림과 같이 CCC&S 네 부분으로 나누어 구성되며, 전자연동장치를 중심으로 한 IP기반 신호시스템 인터페이스는 표준화 개발이 되어 있지 않아 제품 신설 및 유지보수 시 어려움이 많이 있음.

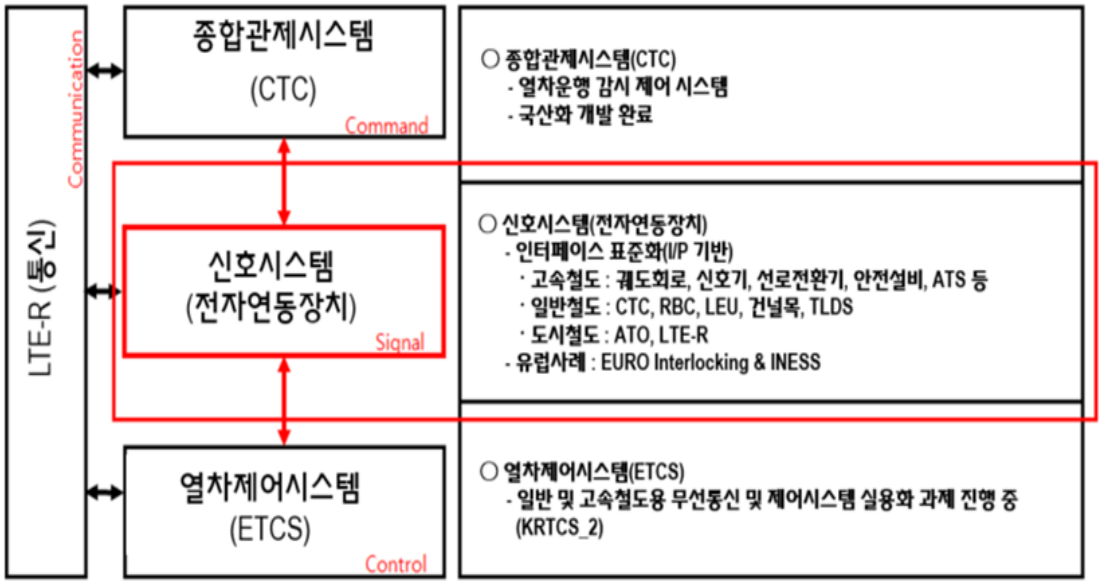


그림 11 국내 철도 신호시스템 CCC&S 구성도

■ 종합관제시스템 (CTC) : IP기반 연동장치-CTC간 인터페이스 표준화

◦ CTC는 현재 국산화 기술 개발 완료

◦ 일반철도/고속철도 : 철도교통관제센터(구로/대전) 운영 중

◦ 기존 Serial통신을 IP기반으로 표준화함으로서 통신 속도 획기적 향상 및 통신 장치의 단순 구성으로 시스템 가용성 증대 및 유지보수 비용 절감 가능

■ 신호시스템(전자연동장치를 중심으로 제어 및 정보교환) : 표준화 및 실용화

◦ 고속철도용 전자연동장치의 국산화를 추진하였으나 KRTCS-2와 함께 사용할 수 없음.

* 현 고속철도 신호시스템인 프랑스 ATC와 호환되는 SSI(전자연동장치)를 동일하게 구현

◦ 국내 일반철도 및 도시철도에서는 대부분 SIL4인증을 받지 않은 국내 전자연동장치가 설치되어 있음 (가용성, 안전성 및 신뢰성 미흡)

◦ KRTCS-1,2 상용화를 위하여 전자연동장치를 중심으로 한 신호시스템 인터페이스 표준 사양 제정 및 실용화가 최우선 해결 사항임

◦ 신호시스템은 ETCS FRS, SRS를 채용한 인터페이스 표준화가 필요함

* FRS : Funtional Requirement Specification

SRS : Funtional Requirement Specification

■ 모듈화 시스템으로 업체 간 호환성 검증

◦ 고객 요구사항에 따른 모듈화 시스템화하여 제작 업체별 호환성을 구현하여 구매자가 물품발주 시 모듈별 발주가 가능하도록 호환성 검증

○ 국외 기술 및 산업 동향

유럽에서는 전자연동장치를 중심으로한 신호시스템 인터페이스 표준화 및 실용화를 약 20년 전부터 단계적으로 수행하고 있으며, 최근에는 철도운영기관을 중심으로 EULYNX 프로젝트를 진행 중에 있다.

프로젝트명	기간	주관	내용	비고
EURO Interlocking	1999 ~ 2008	UIC	◦ UIC에서 ETCS (Level1,2,3)의 적용이 가시화 되는 시점에서 유럽내의 합의된 전자연동장치를 공동개발 ◦ Life Cycle Cost절감, 퍼포먼스 향상 및 ETCS와의 최적의 적합성	
INESS (Integrated European Signaling System)	2008 ~ 2012 .3	신호 제조사	◦ 차세대 유럽 전자연동장치를 위해 합의되고 입증된 공통 핵심사양 개발 ◦ 목적 : 국가간 상호운영, 경쟁력 향상, 인증 프로세스 단축	
EULYNX	2014 ~	철도운영 기관	◦ IP기반 전자연동장치를 중심으로한 IP 기반 신호시스템 인터페이스 표준화 및 실용화 ◦ 목적 :기술적 공통 프로세스 (Common Processes for Technical Cluster)를 정의하여 파트너간 WIN-WIN 구현 ◦ Baseline1 Documents 공개 : 2017.7	진행 중

표 20 국외 기술 및 산업 동향

■ 유럽 전자연동장치 인터페이스

– EURO Interlocking에서 추구하는 IP기반 전자연동장치를 중심으로한 주요 신호장치와의 인터페이스 구성도는 아래 그림과 같다. 전자연동장치(Interlocking)를 중심으로 CTC(관제센터), 무선폐색센터, 인접연동장치, 선로변 장치(선로전환기 외) 및 유지보수장치와 주요 장치를 교환한다.

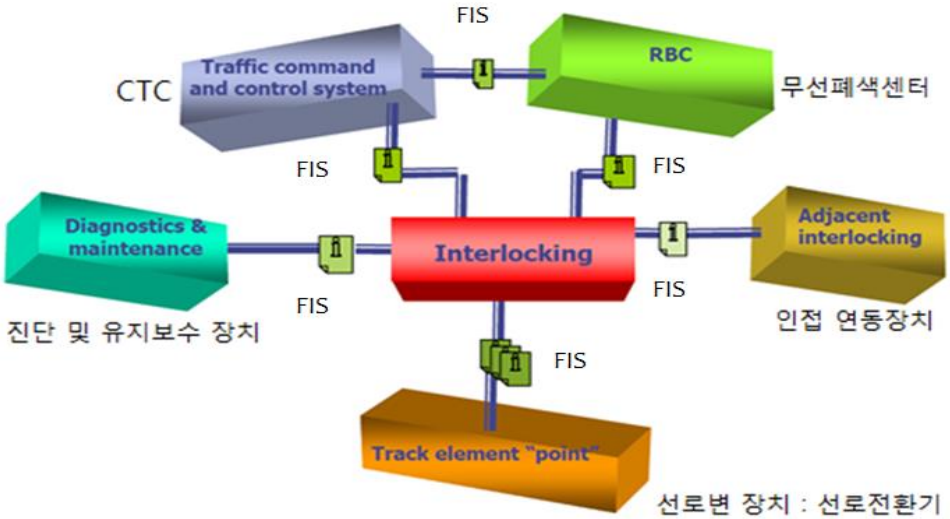


그림 12 유럽 시스템 인터페이스 구성도

■ Euro Interlocking 인터페이스 구성도

– Interlocking System을 중심(Core System)으로 관련된 장치와의 인터페이스의 구성도는 다음과 같다.

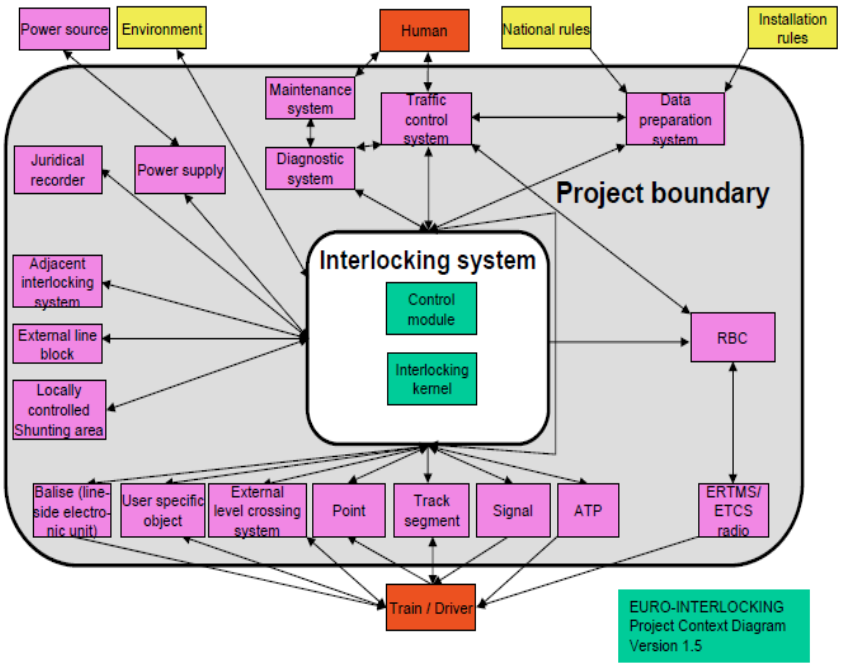


그림 13 Euro Interlocking 인터페이스 구성도

■ 유럽 연합에서는 각 표준들을 구축하고 시스템간 표준에 맞는 시스템만을 철도 운영기관에서 공급받아 인터페이스하게 하여 비표준 제품에 대한 시장 진입을 차단하고 국외 시장에서도 진입 장벽을 구축하는 효과를 기대하고 있다.

○ 정부지원정책 현황

■ 관련법령, 정부 정책 및 담당기관

- 국토교통부 철도 안전정책과에서 시행하는 철도 안전법에 의거 철도 용품 기술 기준에 따라 전자연동장치를 개발하고 형식승인을 득하여 철도에 운용한다.

■ 철도안전법(2012.01.17.)

- 제25조(철도시설의 안전기준)
- 제34조(표준화)
- 제39조(철도차량의 운행)
- 제40조(열차운행의 일시중지)
- 제68조(철도안전기술의 진흥)

라.SWOT 분석

철도신호체계 연구개발 대상 분야 설정을 위하여 앞에서 수집된 자료를 근거로 국내 및 국외 여건 등을 기준으로 SWOT 분석을 수행하였다. 이를 위하여 강점요인(Strength), 약점요인(Weakness), 기회요인(Opportunity), 위협요인(Threaten)으로 구분 하였으며, 내부역량 측면에서 강점요인과 약점요인, 외부적인 환경을 고려한 기회요인과 위협요인을 분석하였다.

(1) 내부역량

(가) 강점요인(Strength)

- 국가연구개발사업의 지속적인 추진, 시범설치사업, 중소기업청에서 시행하고 있는 실용화 문턱 과제 철도사업을 통해서 관련 핵심기술 및 개발인력 확보
- 강소기업육성정책을 통한 철도신호시스템 국산화 및 해외시장 진출 지원
- 세계적인 수준의 IT 및 무선통신기술, 소프트웨어기술, 제어장치제작 기술 확보
- 2013년 6월 이후 국내 철도신호산업의 기업간 협력연구개발을 체계적으로 추진토록 철도신호사업연구조합 설립운영
- 국외의 주요 철도신호체계 제작업체에 대한 충분한 가격경쟁력 확보
- 전자연동장치 핵심 기술력 확보 (SIL4인증 획득)

(나) 약점요인(Weakness)

- 국가연구개발사업의 성과물인 IP기반 전자연동장치를 국내 영업노선에 구축한 실적이 없음(외국산 의존)
- 국내 대기업은 해외 철도신호기업과 제휴하여 국내 철도신호시장에 진출하고 있으며, 중소기업은 종사자의 이직률이 높아 기술수준이 안정적이지 않는 철도신호 산업구조를 갖고 있음.
- 국내 철도신호산업의 구조적인 문제로 인하여 협력연구개발을 체계적으로 구축하지 못하고 있음.
- 철도신호체계에 대한 시스템엔지니어링 및 SIL인증 지원체계 미비로 국내업체 개발품목의 해외시장 진출이 제한됨

(2) 외부환경

(가) 기회요인(Opportunity)

- 세계적으로 IP기반 전자연동장치시장이 꾸준히 확대되고 있으며, 경량전철과 도시철도시장에서 철도신호 관련 사업비가 차지하는 비중도 계속 높아지고 있음.
- 세계적으로 저탄소 녹색정책에 따라 도로교통에서 철도교통으로 교통정책을 전환하는 것을 추진하고 있음.
- 철도신호기술이 무선통신기술, 소프트웨어기술을 사용한 IP기반 철도 신호기술로 전환하는 과도기
- 국내철도운영기관이 해외 신호시스템을 도입운영하면서 발생된 문제점을 근본적으로 해결하기 위해서 철도신호시스템의 국산화와 안전성 인증을 요구

(나) 위협요인(Threat)

- 세계적인 메이저업체가 철도시장을 과점하고 있으며, 특히 유럽은 철도신호표준을 주도하고 있음. 이러한 표준화에 적극적으로 대처하지 않을 경우 국내 철도신호산업의 경쟁력 저하에 심각한 악영향을 미칠 것 임.
- 유럽은 EULYNX 계획에 따라 고속철과 일반철도에 IP기반 전자연동장치 개념을 적용토록 추진 중이고 미국, 중국 및 일본도 자국 제품을 국제표준화 추진
- 최근에 건설되고 있는 경량전철 및 지하철, 광역철도 및 기존선 신호개량사업에 해외 신호시스템을 도입하였음.
- 국내 철도신호시장의 규모가 작기 때문에, 국내 철도신호기업이 연구개발에 투자할 경우, 리스크가 없지 않음.
- 국제 철도신호표준 준수 등 해외시장 진출 장벽 존재

(3) SWOT 분석 결과

철도신호분야의 발전을 위한 내적인 요인과 외적인 요인을 대상으로 SWOT분석을 한 결과, 미래대응을 위한 다음과 같은 시사점을 준다.

- 국내·외적으로 나타나고 있는 기회요인과 국내 철도신호산업이 갖고 있는 장점을 극대화하기 위해서는 우선 고품질의 국내기술과 인력을 활용할 수 있고, 국내·외적으로 수요가 많은 제품의 기술혁신에 투자를 하여야 한다. 그러나 국제적으로 일반철도와 고속철도의 전자연동장치에 대한 IoT기술 접목을 위한 연구개발 투자는 증가하고 있음에도 우리나라는 노력이 부족한 실정이다. 특히 전자연동장치 구성품 제작능력은 있으나 체계통합 능력이 없어 해외시장 진출이 어려운

상황이라 이를 위한 정부의 적극적인 지원과 관련 산업체의 노력이 요구된다.

- 내적인 약점을 보완하고, 외적인 기회요인을 활용하기 위해서는 우선 전자연동장치 SIL 인증을 받아야 한다. 전자연동장치은 철도안전에 지극히 중요한 것으로 국내 철도신호업체가 개발한 제품을 SIL인증 없이 사용하는 것은 불가하다. 우리가 목표로 하는 시스템은 분산형 전자연동장치로 철도안전법상 형식승인과 제작사 승인을 받아야 하나, KRS규격 미비와 외국업체의 비협조로 국내 제품 사업화가 막혀있다.
- 내적인 강점을 적극 활용하고, 외적인 위험을 관리하기 위해서는 우선 유럽의 ETCS 혹은 중국의 CTCS와 같이 우리나라 철도신호체계에 대한 분류기준 정립 및 표준화가 요구되고, 이미 연구개발완료단계에 있는 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템(KRTCS)를 국내 도시철도 신설 및 개량노선에 적용하여 국내기술의 우수성을 해외에 보일 필요가 있다. 또한 철도신호업체로 구성된 철도신호사업연구조합의 기능과 역할을 확대하여 각 철도신호업체 간에 협력개발체계를 구축하는데 기술지원 및 중재의 축이 되어 단일화되고 통합된 국내 기술력을 발휘할 수 있도록 하여 해외시장에 대응토록 하여야 한다.
- 내적인 약점과 외적인 위험요소에 대응하기 위해서는 우선 국내 철도신호산업 구조의 개편을 장기적으로 추진할 필요가 있다. 유럽은 EULYNX 계획 하에 일반철도와 고속철도에 IP기반 전자연동장치 실용화를 하고 또한 대부분의 유럽 철도업체가 참여하고 있으며, 개발 후에는 표준화되어 국내 철도신호업체의 해외시장 참여가 더욱 더 어려워 질 수 있다. 따라서 국가차원의 국제협력과 우리 기업의 적극적인 참여와 인재육성이 요구된다.

본 연구의 SWOT 분석을 통한 종합 결론은 아래와 같다.

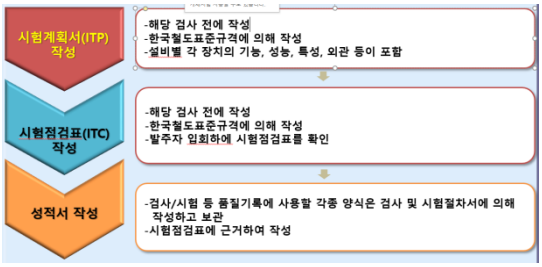
강점(Strength)	약점(Weakness)
•연구기관의 높은 기술력(IP기술, 전자연동장치 기술) 및 풍부한 경험을 바탕으로 한 기간 단축 •안전등급 SIL4를 획득한 프로세스 역량 •수요처(한국철도시설공단)와의 지속적인 기술협력 •전자연동장치 핵심 기술력 확보(SIL4인증 획득)	•외국기술에 의존(고속철도 IXL) •해외 진출의 어려움(SIL4 인증) •국내 실용화를 위한 안전성 및 신뢰성 검증의 어려움 •국가연구개발사업의 성과물인 IP기반 전자연동장치를 국내 영업노선에 구축한 실적이 없음
기회(Opportunity)	위협(Threat)
•현재 국내에 설치된 유사장비가 외국산으로 높은 비용과 기간이 소요되기에 본 연구로 인한 국산화로 인해 외국산 대체 및 확산 가능성 높음 •KRTCS_2 실용화를 위해 전자연동장치 인터페이스 표준화가 반드시 필요	•외국산 장비의 저비용 접근으로 국산화 확대 저해 •해외 진입 장벽 : EULYNX (유럽의 IP기반 전자연동장치 표준화 및 실용화)

표 21 SWOT 분석 결론

4. 연구수행내용 및 성과(총괄)

연차	연구개발 수행 내용	연구개발 성과
1 차 년도	■ 해외 실용화 사례 조사/분석 •Euro-Interlocking, INESS & EULYNX ■ 표준사양서 •해외 사례 조사 및 분석 •IP기반 전자연동장치 요구사항 정의 •IP기반 전자연동장치 요구사항 조사 ■ 국내/외 도시철도 연동장치 현황조사 및 분석 •국내 도시철도 운영기관별 연동장치 인터페이스 현황 조사 및 분석 •국외 도시철도 연동장치 현황 조사 및 분석 ■ Fail-Safe 네트워크 제작 •IP 기반 전자연동장치를 구성하기 위해 안전성 검증된 Host 용 네트워크 제어기 2 중화 시스템으로 설계 제작하고 이에 대한 안전성 분석 및 검증을 통해 가용성과 신뢰성이 높은 네트워크를 구성 •철도 신호 설비는 외부 제어 및 표시정보는 국가 교통 기간망의 외부 노출이므로 철도 신호 폐색망으로 구성하며 내부 보안 시스템을 구축하여 외부 제어나 구성을 방지하도록 구성 •철도 신호 시스템은 365 일 24 시간 계속 가동하는 시스템으로 운용자의 가용성이 중요함으로 리던던시 시스템으로 구축한다. 이에 금번 연구 2 중계 링 네트워크 설계 제작 •운용중인 네트워크의 동작상태를 승인된 사용자가 접근하고 운용 상태를 사용자에게 표출하는 네트워크 관리 프로그램 제작 •실 운용 네트워크 시험 설비 구축 •네트워크 설정 매뉴얼과 네트워크 이상동작시 안전측 동작 및 계속 운용 상태 유지를 위한 네트워크 관리 안전측 동작 시험 및 검증	■ 해외 실용화 사례 조사/분석 •Euro-Interlocking, INESS & EULYNX ■ 표준사양서 •해외 사례 조사 및 분석 •IP기반 전자연동장치 요구사항 정의 •IP기반 전자연동장치 요구사항 조사 ■ 국내/외 도시철도 연동장치 현황조사 및 분석 •국내 도시철도 운영기관별 연동장치 인터페이스 현황 조사 및 분석 •국외 도시철도 연동장치 현황 조사 및 분석 ■ Fail-Safe 네트워크 제작 •IP 기반 전자연동장치를 구성하기 위해 안전성 검증된 Host 용 네트워크 제어기 2 중화 시스템으로 설계 제작하고 이에 대한 안전성 분석 및 검증을 통해 가용성과 신뢰성이 높은 네트워크를 구성 •철도 신호 설비는 외부 제어 및 표시정보는 국가 교통 기간망의 외부 노출이므로 철도 신호 폐색망으로 구성하며 내부 보안 시스템을 구축하여 외부 제어나 구성을 방지하도록 구성 •철도 신호 시스템은 365 일 24 시간 계속 가동하는 시스템으로 운용자의 가용성이 중요함으로 리던던시 시스템으로 구축한다. 이에 금번 연구 2 중계 링 네트워크 설계 제작 •운용중인 네트워크의 동작상태를 승인된 사용자가 접근하고 운용 상태를 사용자에게 표출하는 네트워크 관리 프로그램 제작 •실 운용 네트워크 시험 설비 구축 •네트워크 설정 매뉴얼과 네트워크 이상동작시 안전측 동작 및 계속 운용 상태 유지를 위한 네트워크 관리 안전측 동작 시험 및 검증

	■ IP제어부 설계 •IP제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 궤도장치, 안전설비 등) 프로토콜 조사/분석 ■ IP제어부 상호운영성 확보 •IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제조사 선정	■ IP제어부 설계 •IP제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 궤도장치, 안전설비 등) 프로토콜 조사/분석 ■ IP제어부 상호운영성 확보 •IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제조사 선정
2 차 년도	■ 표준사양서 •SCI(Standard Communication Interface, 표준 IP 인터페이스) 사양 정의 •SDI(standard Data Interface, 표준 데이터 인터페이스) 사양 정의 •상호운영성 및 안전성 확보를 위한 표준사양서 정의 ■ IP 제어부 제작 • 단말 제어부에서 네트워크와 연결하여 안전측 동작 및 2 중계 회선에서 동작하고 단말 시스템에 안전한 통신 데이터를 전송하는 Safety LAN 모듈 개발 • 현장 직접 제어장치인 신호기와 연결되어 신호기를 현시하고 동작 상태를 감시하여 전자연동장치에 전송하고 이상동작이나 전자연동장치에서 제어하지 않은 정보가 현시될 때 안전측으로 동작하는 프로세서를 내장한 신호기 제어 및 감시 모듈 개발 • 열차 선로를 직접적으로 변경하는 선로전환기를 직접 제어하고 운용상태를 지속적으로 감시하여 이상동작 또는 제어하지 않은 동작시 안전측으로 동작하는 프로세서를 내장한 선로 전환기 제어 및 감시 모듈 개발 • 실내 또는 현자에 설치하는 단말 제어부의 기구물 설계하며 기구물은 온도 및 습도 선로변에 적합한 구조로 설계되어 안전한 동작을 구현하도록 하며 철도 환경에 적합한 구조로 제작 • 단말 제어부의 출력,입력,안전측동작등을 수행하는 프로그램을 개발하고 검증 • 설계 및 제작에 대한 안전성 검증 활동 및 문서 작성 ■ IP 제어부 상호운영성 확보 • IP 제어부 상호운영성 규격에 따른	■ 표준사양서 •SCI(Standard Communication Interface, 표준 IP 인터페이스) 사양 정의 •SDI(standard Data Interface, 표준 데이터 인터페이스) 사양 정의 •상호운영성 및 안전성 확보를 위한 표준사양서 정의 ■ IP 제어부 제작 • 단말 제어부에서 네트워크와 연결하여 안전측 동작 및 2 중계 회선에서 동작하고 단말 시스템에 안전한 통신 데이터를 전송하는 Safety LAN 모듈 개발 • 현장 직접 제어장치인 신호기와 연결되어 신호기를 현시하고 동작 상태를 감시하여 전자연동장치에 전송하고 이상동작이나 전자연동장치에서 제어하지 않은 정보가 현시될 때 안전측으로 동작하는 프로세서를 내장한 신호기 제어 및 감시 모듈 개발 • 열차 선로를 직접적으로 변경하는 선로전환기를 직접 제어하고 운용상태를 지속적으로 감시하여 이상동작 또는 제어하지 않은 동작시 안전측으로 동작하는 프로세서를 내장한 선로 전환기 제어 및 감시 모듈 개발 • 실내 또는 현자에 설치하는 단말 제어부의 기구물 설계하며 기구물은 온도 및 습도 선로변에 적합한 구조로 설계되어 안전한 동작을 구현하도록 하며 철도 환경에 적합한 구조로 제작 • 단말 제어부의 출력,입력,안전측동작등을 수행하는 프로그램을 개발하고 검증 • 설계 및 제작에 대한 안전성 검증 활동 및 문서 작성 ■ IP 제어부 상호운영성 확보 • IP 제어부 상호운영성 규격에 따른

	개발/시제품 제작 •IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제작 – IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 궤도장치, 안전설비 등) CPU 선정 – IP 제어부 각 장치별 인터페이스 모듈 개발/시제품 제작 – IP 제어부 각 장치별 개발/시제품 제작 – IP 제어부 각 장치별 단위모듈 시험/성능시험 ■ 기기 집중역 연동장치 제작 – IP 기반 전자 연동장치 시험을 위한 기기집중역 연동장치 제작 ■ 연구실내 시스템 설치/시험 • 현장 설치시 시험할 시험 시나리오를 시험 절차서로 작성후 전문가의 도움을 받아 실제 운용 시나리오 및 이상동작 시나리오를 제작 완료 • 시범 설치역의 현장 연동 도표를 입수후 연동 DB 를 생성하고 연동 처리에 대한 프로그램을 시뮬레이터에서 사전 검사를 하여 시험 준비를 완료 • 개량한 전자연동장치 시스템 제작과 IP 제어기,단말제어장치가 제작 완료되면 연구실내 모든 시스템을 조립하고 네트워크 장비와 각종 전원 케이블,통신선,현장 케이블 대용품을 연결하고 시스템간 연결하여 현장 운영 상태로 구성 • 현장 설비와 동일한 현장 시뮬레이터로 현장 설비와 동일하게 전자연동장치와 단말제어장치에 연결후 실제와 동일하게 연동검사를 진행하여 현장과 동일한 기능과 성능이 구현되는지를 시험 • 공동 연구 기관에서 제작한 단말제어장치로 교체후 상호 동작 상태를 검증하고 기능 시험을 수행한다. • 표준 인터페이스 프로토콜에 의한 현장 인터페이스 장비의 시뮬레이터를 연결하여 통신하여 기능 시험을 시행	개발/시제품 제작 •IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 차량검지, 안전설비 등) 제작 – IP 제어부 각 장치별(신호기, 선로전환기, 궤도장치, 안전설비 등) CPU 선정 – IP 제어부 각 장치별 인터페이스 모듈 개발/시제품 제작 – IP 제어부 각 장치별 개발/시제품 제작 – IP 제어부 각 장치별 단위모듈 시험/성능시험  ■ 기기 집중역 연동장치 제작 – IP 기반 전자 연동장치 시험을 위한 기기집중역 연동장치 제작 ■ 연구실내 시스템 설치/시험 • 현장 설치시 시험할 시험 시나리오를 시험 절차서로 작성후 전문가의 도움을 받아 실제 운용 시나리오 및 이상동작 시나리오를 제작 완료 • 시범 설치역의 현장 연동 도표를 입수후 연동 DB 를 생성하고 연동 처리에 대한 프로그램을 시뮬레이터에서 사전 검사를 하여 시험 준비를 완료 • 개량한 전자연동장치 시스템 제작과 IP 제어기,단말제어장치가 제작 완료되면 연구실내 모든 시스템을 조립하고 네트워크 장비와 각종 전원 케이블,통신선,현장 케이블 대용품을 연결하고 시스템간 연결하여 현장 운영 상태로 구성 • 현장 설비와 동일한 현장 시뮬레이터로 현장 설비와 동일하게 전자연동장치와 단말제어장치에 연결후 실제와 동일하게 연동검사를 진행하여 현장과 동일한 기능과 성능이 구현되는지를 시험 • 공동 연구 기관에서 제작한 단말제어장치로

		교체후 상호 동작 상태를 검증하고 기능 시험을 수행한다. • 표준 인터페이스 프로토콜에 의한 현장 인터페이스 장비의 시뮬레이터를 연결하여 통신하여 기능 시험을 시행
3 차 년도	■ 표준사양서 •SCI(Standard Communication Interface, 표준 IP 인터페이스) 사양서 작성 •SDI(standard Data Interface, 표준 데이터 인터페이스) 사양서 작성 •KRS 규격 개정을 위한 표준사양서 작성 및 검증 ■ IP 제어부 상호운영성 확보 •IP 제어부 상호호환성 시험 및 검증 ■ Test-Bed 구축 및 현차시험 •시범 적용 개소를 운용처인 철도 시설공단,철도공사와 협의후 선정 • 현장 조사를 통한 연동 제어장치 기존 설비와 병렬 설치 운전 방안 도출 및 승인 • 1 조,현장 제어장치 2 조 ,표시제어부,유지보수부,현장 네트워크 구축 및 현장 설치 운용 • 현장 설비와 직접 운용에 의한 실열차 운용 • 상호 호환성 검증을 위해 중앙제어장치와 단말 제어장치 업체별 호환성 시험 • 파일럿 테스트를 통한 성능 및 신뢰성 검증 - IP 제어부 상호호환성 시험 및 검증 - 환경시험, EMI/EMC 등 공인시험 검증 ■ 성능 및 신뢰성 검증 • 제 3 자 검증에 의한 안전성 검증 • 설계 검증,제작검증,제품검증 • 공인기관 환경 검사 (온습도시험,EMI/EMC 시험) • 성능 검증 시험 • 전기적 시험 • RAMS 활동 및 보고서 작성	■ 표준사양서 •SCI(Standard Communication Interface, 표준 IP 인터페이스) 사양서 작성 •SDI(standard Data Interface, 표준 데이터 인터페이스) 사양서 작성 •KRS 규격 개정을 위한 표준사양서 작성 및 검증 ■ IP 제어부 상호운영성 확보 •IP 제어부 상호호환성 시험 및 검증 ■ Test-Bed 구축 및 현차시험 •시범 적용 개소를 운용처인 철도 시설공단,철도공사와 협의후 선정 • 현장 조사를 통한 연동 제어장치 기존 설비와 병렬 설치 운전 방안 도출 및 승인 • 1 조,현장 제어장치 2 조 ,표시제어부,유지보수부,현장 네트워크 구축 및 현장 설치 운용 • 현장 설비와 직접 운용에 의한 실열차 운용 • 상호 호환성 검증을 위해 중앙제어장치와 단말 제어장치 업체별 호환성 시험 • 파일럿 테스트를 통한 성능 및 신뢰성 검증 - IP 제어부 상호호환성 시험 및 검증 - 환경시험, EMI/EMC 등 공인시험 검증 ■ 성능 및 신뢰성 검증 • 제 3 자 검증에 의한 안전성 검증 • 설계 검증,제작검증,제품검증 • 공인기관 환경 검사 (온습도시험,EMI/EMC 시험) • 성능 검증 시험 • 전기적 시험 • RAMS 활동 및 보고서 작성

표 22 연구 수행내용 및 성과(총괄)

가.연구 수행 내용별 주요 성과

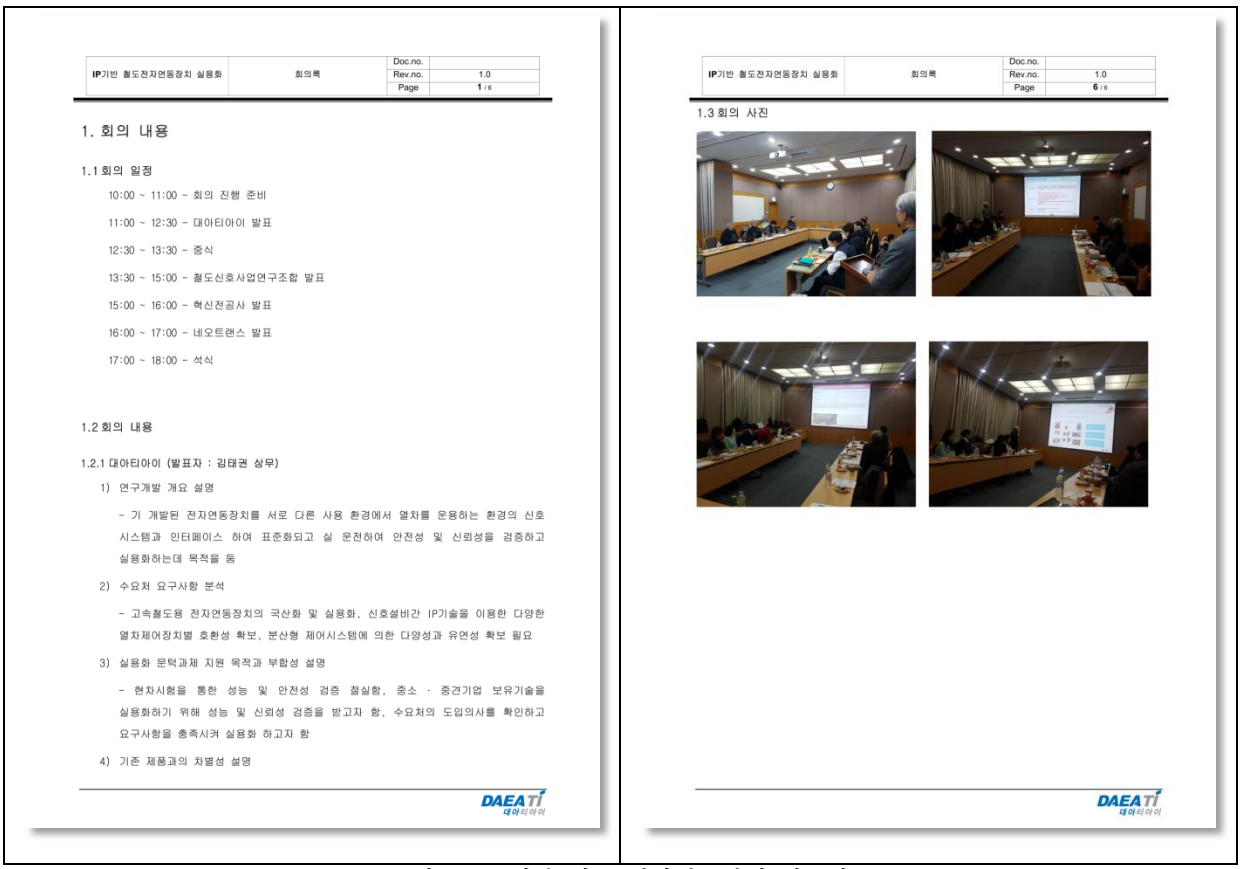
○ 1 차년도

- IP 기반 철도 전자연동장치 워크샵

장소 : 천안상록리조트

일시 : 2017.12.07

워크샵 : 연구개발 개요 설명, 수요처 요구사항 분석, 실용화 문턱과제 지원 목적과 부합성 설명, 기존 제품과의 차별성 설명, 시스템 구성 설명, TestBed 세부 구성 설명, 주요 기능 비교, 현차시험 구성 및 내용 설명, 연차별 개발 일정 및 성과지표 설명



IP기반 철도전자연동장치 실용화 | 회의록 | Doc.no. | Rev.no. 1.0 | Page 1 / 6

1. 회의 내용

1.1 회의 일정

10:00 ~ 11:00 - 회의 진행 준비

11:00 ~ 12:30 - 대아티아이 발표

12:30 ~ 13:30 - 중식

13:30 ~ 15:00 - 철도신호사업연구조합 발표

15:00 ~ 16:00 - 혁신전공사 발표

16:00 ~ 17:00 - 네오트랜스 발표

17:00 ~ 18:00 - 석식

1.2 회의 내용

1.2.1 대아티아이 (발표자 : 김태권 상무)

1) 연구개발 개요 설명

- 기 개발된 전자연동장치를 서로 다른 사용 환경에서 열차를 운용하는 환경의 신호 시스템과 인터페이스 하여 표준화되고 실 운전하여 안전성 및 신뢰성을 검증하고 실용화하는데 목적을 둠

2) 수요처 요구사항 분석

- 고속철도용 전자연동장치의 국산화 및 실용화, 신호설비간 IP기술을 이용한 다양한 열차제어장치별 호환성 확보, 분산형 제어시스템에 의한 다양성과 유연성 확보 필요

3) 실용화 문턱과제 지원 목적과 부합성 설명

- 현차시험을 통한 성능 및 안전성 검증 절실함, 중소 · 중견기업 보유기술을 실용화하기 위해 성능 및 신뢰성 검증을 받고자 함, 수요처의 도입의사를 확인하고 요구사항을 충족시켜 실용화 하고자 함

4) 기존 제품과의 차별성 설명

DAEATI 대아티아이

IP기반 철도전자연동장치 실용화 | 회의록 | Doc.no. | Rev.no. 1.0 | Page 6 / 6

1.3 회의 사진

DAEATI 대아티아이

그림 14 IP 기반 철도 전자연동장치 워크샵

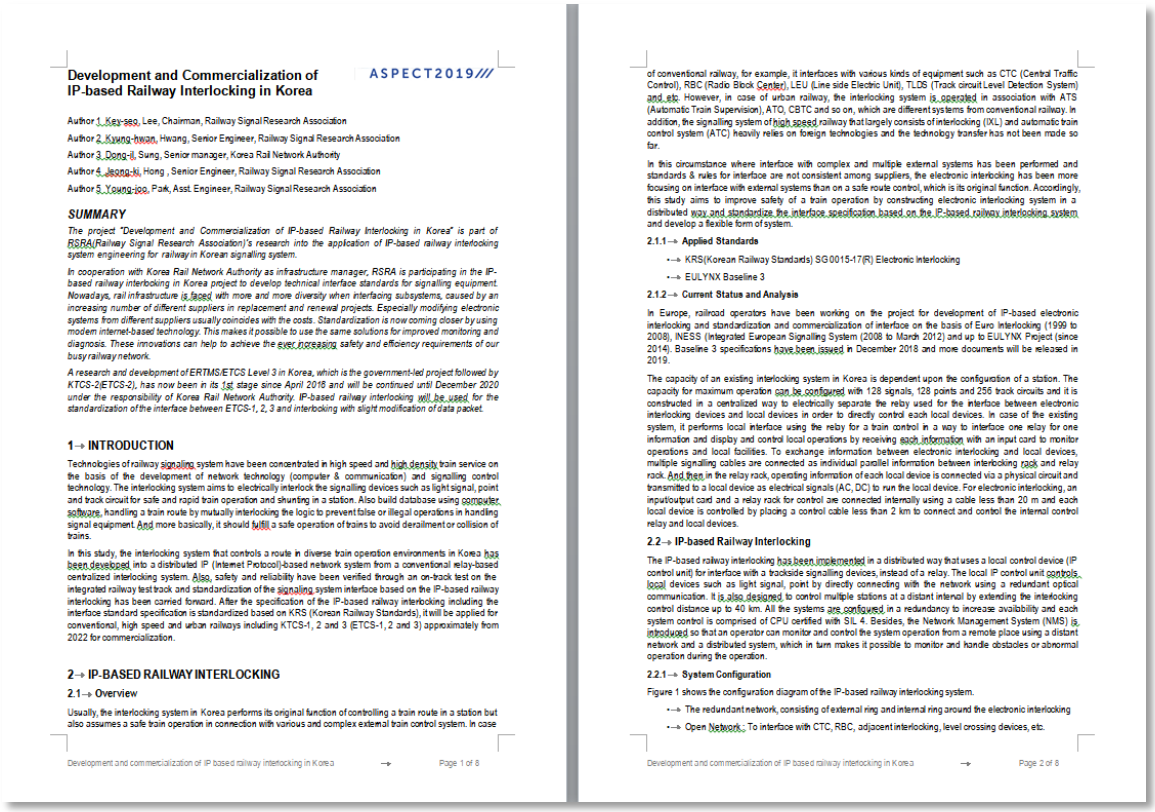
○ 2 차년도

제 10 차 ASPECT 2019 참석 및 과제관련 논문발표

장소 : 네덜란드 델프트 공대 Delft university of Technology (DT Delft)

일시 : 2019.10.22 ~ 2019.10.25

발표논문 “Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea”



Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea

ASPECT2019

Author 1. Key-seo, Lee, Chairman, Railway Signal Research Association

Author 2. Kyung-hwan, Hwang, Senior Engineer, Railway Signal Research Association

Author 3. Dong-il, Sung, Senior manager, Korea Rail Network Authority

Author 4. Jeong-ki, Hong , Senior Engineer, Railway Signal Research Association

Author 5. Young-joo, Park, Asst. Engineer, Railway Signal Research Association

SUMMARY

The project "Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea" is part of RSRA(Railway Signal Research Association)'s research into the application of IP-based railway interlocking system engineering for railway in Korean signalling system.

In cooperation with Korea Rail Network Authority as infrastructure manager, RSRA is participating in the IP-based railway interlocking in Korea project to develop technical interface standards for signalling equipment. Nowadays, rail infrastructure is faced with more and more diversity when interfacing subsystems, caused by an increasing number of different suppliers in replacement and renewal projects. Especially modifying electronic systems from different suppliers usually coincides with the costs. Standardization is now coming closer by using modern internet-based technology. This makes it possible to use the same solutions for improved monitoring and diagnosis. These innovations can help to achieve the ever increasing safety and efficiency requirements of our busy railway network.

A research and development of ERTMS/ETCS Level 3 in Korea, which is the government-led project followed by KTCS-2(ETCS-2), has now been in its 1st stage since April 2016 and will be continued until December 2020 under the responsibility of Korea Rail Network Authority. IP-based railway interlocking will be used for the standardization of the interface between ETCS-1, 2, 3 and interlocking with slight modification of data packet.

1→ INTRODUCTION

Technologies of railway signalling system have been concentrated in high speed and high density train service on the basis of the development of network technology (computer & communication) and signalling control technology. The interlocking system aims to electrically interlock the signalling devices such as light signal, point and track circuit for safe and rapid train operation and shunting in a station. Also build database using computer software, handling a train route by mutually interlocking the logic to prevent false or illegal operations in handling signal equipment. And more basically, it should fulfill a safe operation of trains to avoid derailment or collision of trains.

In this study, the interlocking system that controls a route in diverse train operation environments in Korea has been developed into a distributed IP (Internet Protocol)-based network system from a conventional relay-based centralized interlocking system. Also, safety and reliability have been verified through an on-track test on the integrated railway test track and standardization of the signaling system interface based on the IP-based railway interlocking has been carried forward. After the specification of the IP-based railway interlocking including the interface standard specification is standardized based on KRS (Korean Railway Standards), it will be applied for conventional, high speed and urban railways including KTCS-1, 2 and 3 (ETCS-1, 2 and 3) approximately from 2022 for commercialization.

2→ IP-BASED RAILWAY INTERLOCKING

2.1→ Overview

Usually, the interlocking system in Korea performs its original function of controlling a train route in a station but also assumes a safe train operation in connection with various and complex external train control system. In case

Development and commercialization of IP based railway interlocking in Korea → Page 1 of 8

of conventional railway, for example, it interfaces with various kinds of equipment such as CTC (Central Traffic Control), RBC (Radio Block Center), LEU (Line side Electric Unit), TLDS (Track circuit Level Detection System) and etc. However, in case of urban railway, the interlocking system is operated in association with ATS (Automatic Train Supervision), ATO, CBTC and so on, which are different systems from conventional railway. In addition, the signalling system of high speed railway that largely consists of interlocking (IXL) and automatic train control system (ATC) heavily relies on foreign technologies and the technology transfer has not been made so far.

In this circumstance where interface with complex and multiple external systems has been performed and standards & rules for interface are not consistent among suppliers, the electronic interlocking has been more focusing on interface with external systems than on a safe route control, which is its original function. Accordingly, this study aims to improve safety of a train operation by constructing electronic interlocking system in a distributed way and standardize the interface specification based on the IP-based railway interlocking system and develop a flexible form of system.

2.1.1→ Applied Standards

- KRS(Korean Railway Standards) SG0015-17(R) Electronic Interlocking
- EULYNX Baseline 3

2.1.2→ Current Status and Analysis

In Europe, railroad operators have been working on the project for development of IP-based electronic interlocking and standardization and commercialization of interface on the basis of Euro Interlocking (1999 to 2008), INESS (Integrated European Signalling System (2008 to March 2012) and up to EULYNX Project (since 2014). Baseline 3 specifications have been issued in December 2018 and more documents will be released in 2019.

The capacity of an existing interlocking system in Korea is dependent upon the configuration of a station. The capacity for maximum operation can be configured with 128 signals, 128 points and 256 track circuits and it is constructed in a centralized way to electrically separate the relay used for the interface between electronic interlocking devices and local devices in order to directly control each local devices. In case of the existing system, it performs local interface using the relay for a train control in a way to interface one relay for one information and display and control local operations by receiving each information with an input card to monitor operations and local facilities. To exchange information between electronic interlocking and local devices, multiple signalling cables are connected as individual parallel information between interlocking rack and relay rack. And then in the relay rack, operating information of each local device is connected via a physical circuit and transmitted to a local device as electrical signals (AC, DC) to run the local device. For electronic interlocking, an input/output card and a relay rack for control are connected internally using a cable less than 20 m and each local device is controlled by placing a control cable less than 2 km to connect and control the internal control relay and local devices.

2.2→ IP-based Railway Interlocking

The IP-based railway interlocking has been implemented in a distributed way that uses a local control device (IP control unit) for interface with a trackside signalling devices, instead of a relay. The local IP control unit controls local devices such as light signal, point by directly connecting with the network using a redundant optical communication. It is also designed to control multiple stations at a distant interval by extending the interlocking control distance up to 40 km. All the systems are configured in a redundancy to increase availability and each system control is comprised of CPU certified with SIL 4. Besides, the Network Management System (NMS) is introduced so that an operator can monitor and control the system operation from a remote place using a distant network and a distributed system, which in turn makes it possible to monitor and handle obstacles or abnormal operation during the operation.

2.2.1→ System Configuration

Figure 1 shows the configuration diagram of the IP-based railway interlocking system.

- The redundant network, consisting of external ring and internal ring around the electronic interlocking
- Open Network : To interface with CTC, RBC, adjacent interlocking, level crossing devices, etc.

Development and commercialization of IP based railway interlocking in Korea → Page 2 of 8



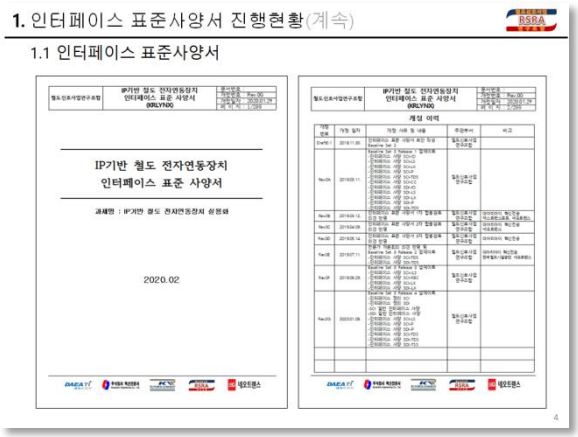
1. 연구과제 진행 현황 (계속)

○ 시간 및 장소 : 오후 세션 13:00~17:00(Aula)
- STANDARDISATION Conference 참석
  - How the EULYNX data prep standard can improve railway robustness
  - Moving safely towards IP for signalling

- 논문 발표(Oral): Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea

논문발표(1) 논문발표(2)

7



1. 인터페이스 표준사양서 진행현황(계속)

1.1 인터페이스 표준사양서

IP기반 철도 전자연동장치
인터페이스 표준 사양서

2020.02

4

그림 15 ASPECT 2019 참석 및 과제관련 논문 발표

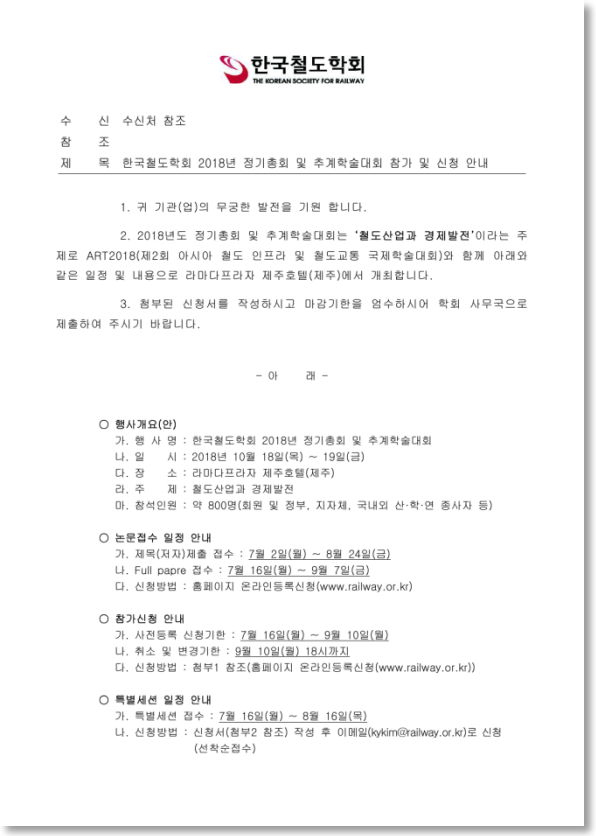
－한국철도학회 2018 년 정기총회 및 추계학술대회 및 공정회의

장소 : 라마다프라자 제주호텔

일시 : 2018.10.18 ~ 2018.10.19

논문발표 “IP 기반 전자연동장치 안전 network 개발”, “EULYNX 를 적용한 전자연동장치 상호호환성 확보 방안 연구”, “IP 기반 전자연동장치 사양 개발에 관한 연구”

공정회의 : Inno Trans2018 기술조사 자료 분석, EULYNX 규격 분석



한국철도학회
THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY

수 신 수신처 참조
참 조
제 목 한국철도학회 2018년 정기총회 및 추계학술대회 참가 및 신청 안내

1. 귀 기관(업)의 무궁한 발전을 기원 합니다.

2. 2018년도 정기총회 및 추계학술대회는 **'철도산업과 경제발전'**이라는 주제로 ART2018(제2회 아시아 철도 인프라 및 철도교통 국제학술대회)와 함께 아래와 같은 일정 및 내용으로 라마다프라자 제주호텔(제주)에서 개최합니다.

3. 첨부된 신청서를 작성하시고 마감기한을 엄수하시어 학회 사무국으로 제출하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

○ **행사개요(안)**
가. 행 사 명 : 한국철도학회 2018년 정기총회 및 추계학술대회
나. 일 시 : 2018년 10월 18일(목) ~ 19일(금)
다. 장 소 : 라마다프라자 제주호텔(제주)
라. 주 제 : 철도산업과 경제발전
마. 참석인원 : 약 800명(회원 및 정부, 지자체, 국내외 산·학·연 종사자 등)

○ **논문접수 일정 안내**
가. 제목(저자)제출 접수 : 7월 2일(월) ~ 8월 24일(금)
나. Full papre 접수 : 7월 16일(월) ~ 9월 7일(금)
다. 신청방법 : 홈페이지 온라인등록신청(www.railway.or.kr)

○ **참가신청 안내**
가. 사전등록 신청기한 : 7월 16일(월) ~ 9월 10일(월)
나. 취소 및 변경기한 : 9월 10일(월) 18시까지
다. 신청방법 : 첨부1 참조(홈페이지 온라인등록신청(www.railway.or.kr))

○ **특별세션 일정 안내**
가. 특별세션 접수 : 7월 16일(월) ~ 8월 16일(목)
나. 신청방법 : 신청서(첨부2 참조) 작성 후 이메일(kykim@railway.or.kr)로 신청 (선착순접수)





그림 16 한국철도학회 2018 정기총회 및 추계학술대회 및 공정회의

○ 3 차년도

-KR Partner’s Fair 2019

장소 : 한국철도시설공단 대전사옥

일시 : 2019.11.21

KR 동반성장 박람회 참여 및 공모전 최우수 수상, 홍보부스 설치

기사 링크(국토메일) : http://www.pmnews.co.kr/100101







▲ 공모를 통해 선정된 우수협력 사례 시상에서 (주)대아티아이가 최우수상을, (주)디투엔지니어링이 우수상을, (주)에이디엠아이와 (주)시티이텍이 장려상을 수상했다. ©국토매일

우수사례 선정 및 시상은 'KR 동반성장 박람회' 개최를 통한 유관 중소기업과 상생협력의 장을 마련해 대·내외 동반성장 인식을 제고하고, 특히 철도 건설 사업을 이끌어가는 중소 협력업체의 동반성장 우수사례 발굴 및 포상을 통해 상생발전 협력체계 강화하고자 공모를 통해 이루어졌다.

㈜시티이텍은 철도 단상 특고압용 스마트 전력품질 개선장치 개발에 성공했다. 이를 통해 고가의 수입 단품장비 및 A/S 기간 만료 후 유지보수의 어려움이 있는 전력품질 개선장치의 국산화 개발에 성공한 성과를 인정받았다.



▲ 대전 철도사옥 1층 로비에는 홍보부스 20개를 설치, 각 분야별 중소기업의 우수기술과 제품을 홍보할 수 있는 자리가 마련되었다. © 국토매일

철도사옥 1층 로비에는 홍보부스 20개가 마련되어 토목·전기·신호·통신·안전진단·소프트웨어 등 각 분야별로 20여개의 중소기업의 우수한 기술력과 제품을 홍보했다. 한국철도시설공단, 혜원까치종합건축사무소, ㈜삼림엔지니어링 등은 별도의 채용부스를 설치, 협력사들의 채용설명회를 지원했다.

그림 17 KR Partner's Fair 2019

나. 1 차년도 연구수행 개발 주요 내용 및 성과

연구개발범위	연구내용	연구결과	달성율(%)
인터페이스 표준사양서 검토	국내 전자연동장치 인터페이스 조사 및 분석 운용인터페이스 사양서 및 데이서 분석사양서 검토 및 확인	•보고서 -별첨1. 국내 전자 연동장치 인터페이스 조사 및 분석 보고서 -별첨6. 해외 실용화 사례조사 및 IP제어부 설계 사양서	100
	시스템 개요 및 일반사항 시스템 엔지니어링 IP제어부 요구사항 및 사용자 요구사항 정의	•보고서 -별첨2.사용자요구사항정의서	100
IP 기반 전자연동장치	Fail-Safe 네트워크 설계 안전측 동작 설계 IP제어부 설계 및 제작	•보고서 -별첨3. 안정성 설계 사양서 •학술발표 1건 -별첨7. 논문(TCP_IP기반 철도전자연동장치 개발 동향)	100
	선로전환기 및 신호기 IP 제어부 설계 및 외부제어 기기별 설계	•보고서 -별첨4. 선로전환기 IP 제어부 설계사양서, 신호기 IP제어부 설계사양서	100
	호환성 요구사항을 도출하여 IP 제어부 상호운영성 확보	•보고서 -별첨5 IP제어부 상호운영성 확보 보고서	100

표 23 1 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과

(1) 국내 전자연동장치 인터페이스 조사 및 분석

<<별첨 1. 국내 전자 연동장치 인터페이스 조사 및 분석 보고서 참조>>

(2) 고속철도 신호시스템 기술 현황

경부고속철도 열차제어시스템(TCS : Train Control System)은 CTC(Centralized Traffic Control : 관제시스템), ATC(Automatic Train Control : 자동열차제어) 및 IXL(Interlocking System : 연동장치)으로 구성된다. 이중에서 신호시스템(Signalling System)은 연동장치(IXL)와 열차자동제어장치(ATC)를 의미하며, 기본 목적은 열차의 충돌방지와 탈선방지를 위한 열차의 안전운행에 대한 책임을 수행한다.

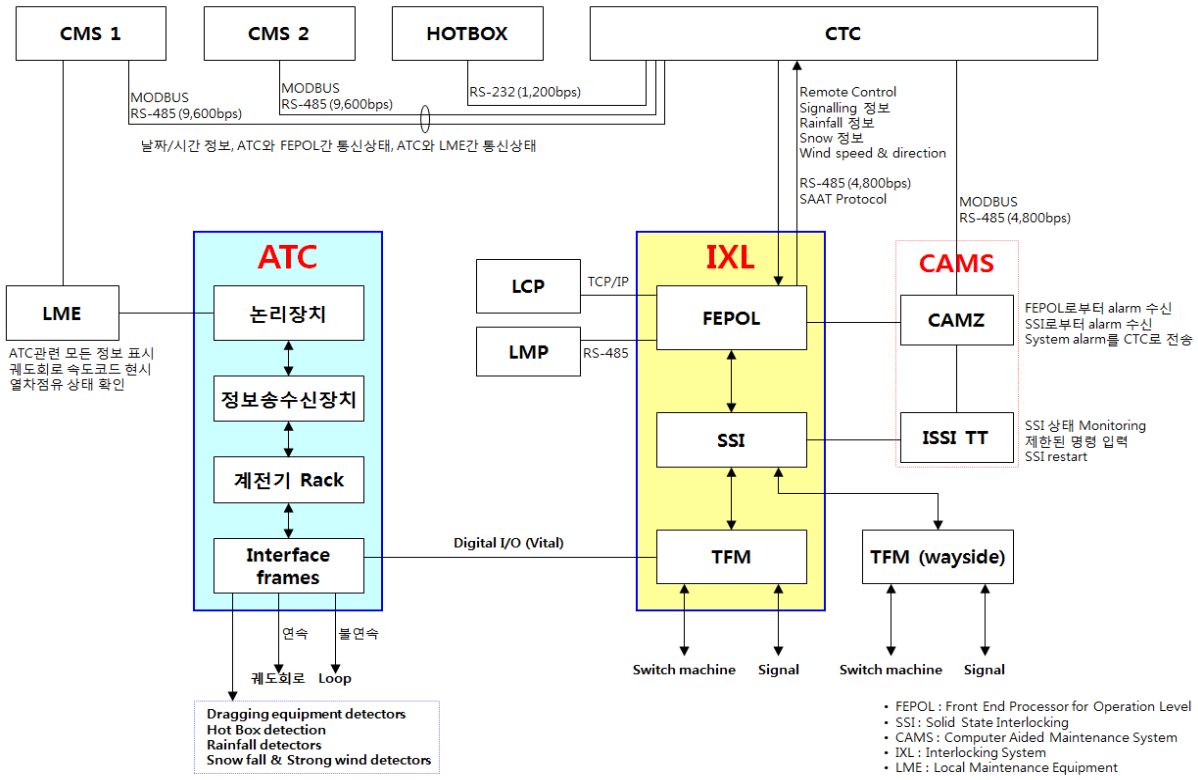


그림 18 고속철도 신호시스템 인터페이스 구성도

■ 호남 고속철도

①. 호남고속철도 시스템의 핵심은 TVM과 SEI를 통합한 열차제어시스템으로, 다음 그림과 같은 인터페이스를 통해 열차, 신호설비를 제어하고 감시한다.

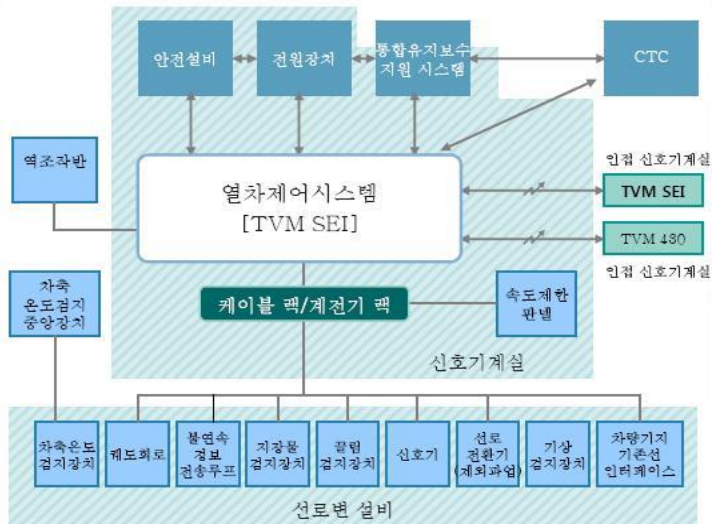


그림 19 호남 고속철도 시스템 인터페이스

②. 호남고속철도 열차제어시스템은 TVM과 SEI 시스템을 통합하여 인터페이스와 유지

③. 보수를 개선하고 시스템 호환성을 극대화하고 있다. 또한, 궤도회로 장치로 디지털 궤도회로를 적용하여 노이즈 내성을 개선하였다.

④. 호남고속철도 열차제어시스템은 크게 실내설비와 실외설비로 구분되며, 실내설비는 열차제어시스템, 안전설비, 전원장치 및 통합유지보수지원 시스템으로 구성되고, 실외설비는 선로변 설비와 안전설비로 구성된다.

■ 경부고속철도/호남고속철도 인터페이스 구성 비교

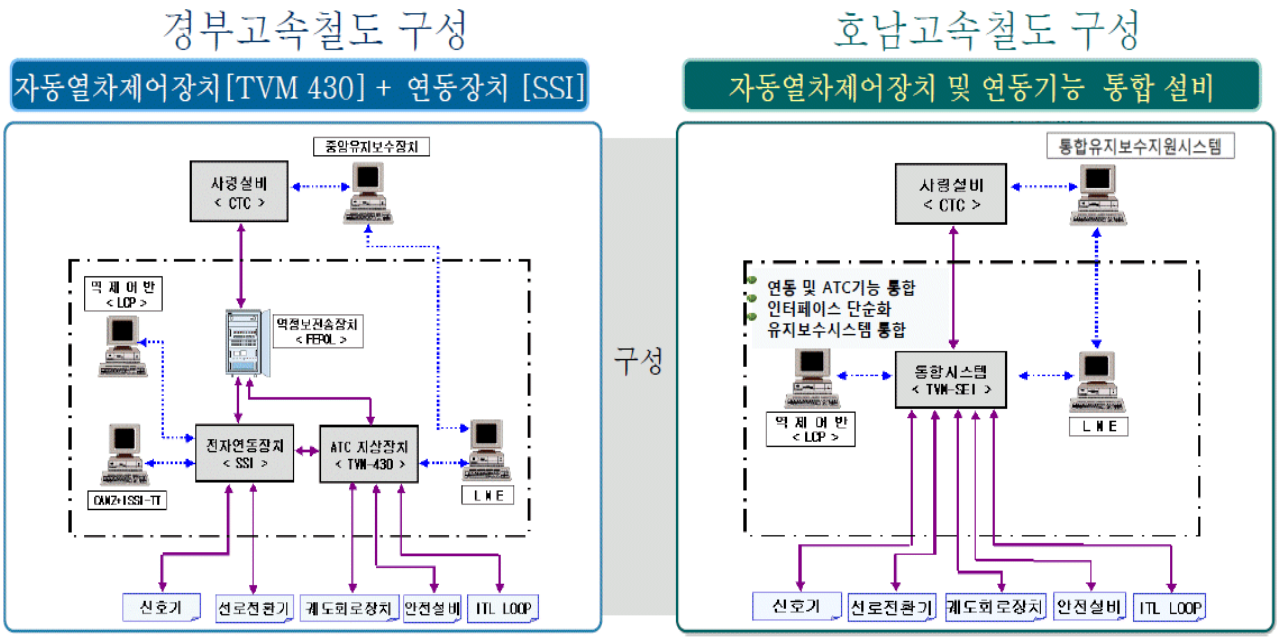


그림 20 경부고속철도/호남고속철도 인터페이스 구성 비교

(3) 일반철도 신호시스템 기술 현황

일반 철도는 다음 그림과 같이 1개 역에 1개 시스템으로 전자연동장치를 구성하고 개별 역 제어와 개별역 운전원이 상주하여 열차제어를 시행하는 비효율적 구조로 운영중이다(집중제어).

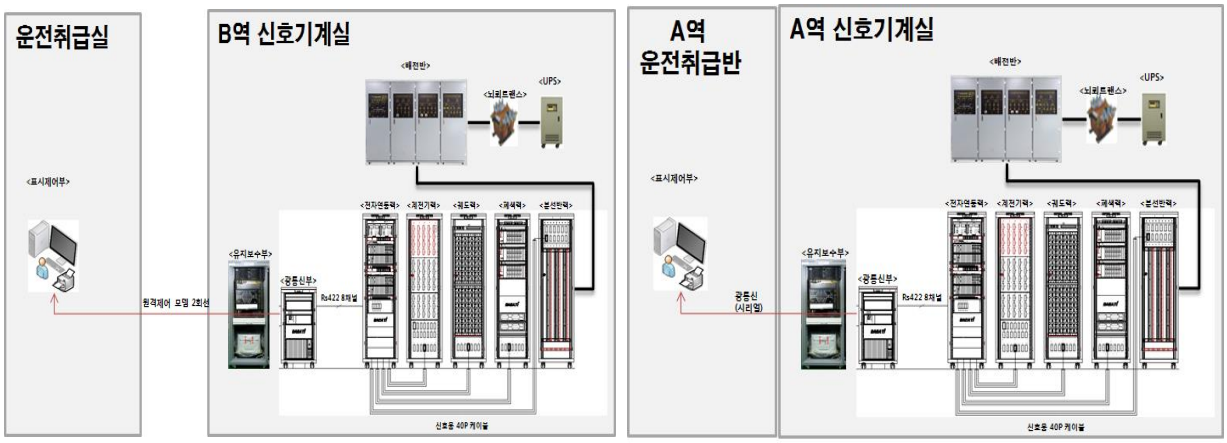


그림 21 일반철도 전자연동장치 구성도

(4) 도시철도 신호시스템 기술 현황

구분		서울메트로				대구도시철도공사	
		1호선	2호선	3호선	4호선	1호선	2호선
제어방식		ATS	ATS, ATO	ATC	ATC	ATC	ATC
신호방식		지상	지상, 차상	차상	차상	차상	차상
정위치정차		수동	수동, 자동	수동	수동	자동	자동
출입문개폐		수동	수동, 자동	수동	수동	자동	자동
차상속도제어		수동	수동, 자동	수동	수동	자동감·가속	자동감·가속
제 작 사		일본 경삼信號·대동信號 SIEMENS(2호선)		미국 US&S		미국 GRS	프랑스 ALSTOM
연동장치		계전	계전, 전자	계전, 전자	계전, 전자	전자연동	전자연동
ATO기능		불가	가능	불가	불가	가능	가능
신호취급실		모자이크패널 및 진로정자식, 컴퓨터		모자이크패널 및 진로선별식 컴퓨터		컴퓨터	컴퓨터
제동방식		다단제동	일단제동	다단제동	다단제동	다단제동	다단제동
궤도회로	방식	무절연	무절연	무절연	무절연	무절연	무절연
	종류	AF	AF	AF	AF	AF	AF
TWC	전송매체	·	Loop	·	·	Loop	DTC
	전송방식	·	단방향 차량→관제	·	·	양방향 차량 ↔ 현장	양방향 차량 ↔ 현장
관제 데이터 전송방식		실선제어·모뎀통신 또는 직렬통신 422				직렬통신 422	직렬통신 422
전원장치		UPS·정류기					

표 24 도시철도 신호시스템 기술 현황

구분		부산교통공사			도시철도공사	인천지하철	광주도시철도	대전도시철도
		1호선	2호선	3호선	5~8호선	1호선	1호선	1호선
제어방식		ATC	Digital ATC	Digital ATC	Digital ATC	Digital ATC	Digital ATC	Digital ATC
신호방식		차상	차상	차상	차상	차상	차상	차상
정위치정차		자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동
출입문개폐		자동	자동	자동	자동	자동	자동	자동
차상속도 제어		자동 감・가속	자동 감・가속	자동 감・가속	자동 감・가속	자동 감・가속	자동 감・가속	자동 감・가속
제 작 사		일본信號	스웨덴 Bombardier	일본 Kyosan	미국 US&S ALSTOM	독일 Siemens	현대정보기술 Kyosan	독일 Siemens
연동장치		계전연동	전자연동	전자연동	전자연동	전자연동	전자연동	전자연동
ATO기능		가능	가능	가능	가능	가능	가능	가능
신호취급실 제어방식		모자이크패널 및 진로선별	키보드 마우스	키보드 마우스	모자이크패널 및 키보드마우스	키보드 마우스	키보드 마우스	키보드 마우스
제동방식		다단제동	1단제동	1단제동	다단제동	1단제동	1단제동	1단제동
궤도회로	전송방식	주파수 (CodeRate)	텔레그램	속도데이터	주파수 (CodeRate)	텔레그램	텔레그램	텔레그램
	구성방식	LC 정합트렌스	Z-Bond 정합트렌스	중간궤도 송신	Z-BOND	S-Bond	S-Bond	S-Bond
TWC	전송매체	Loop	Loop	Transponder	Loop	Loop	Loop	Loop
	전송방식	양방향 차량 ↔ 현장	단방향 차량→현장	단방향 차량→현장	양방향 차량↔현장	단방향 차량→현장	단방향 차량→현장	단방향 차량→현장
관제 데이터 전송방식		LAN 직렬통신	LAN 직렬통신	LANEthernet 통신	직렬통신 422	직렬통신 422	직렬통신 422	직렬통신 422
전원장치		UPS・정류기						

표 25 도시철도 신호시스템 기술 현황 2

(5) 사용자 요구사항 정의서

<<별첨 2. 사용자요구사항정의서 참조>>

(가) EULYNX 시스템의 일반 요구사항

① 철도 시스템 내에서 EULYNX 시스템

- 기능 분석을 시작으로 EULYNX 시스템은 철도 시스템에 내장되어 "철도 운영"프로세스에

기여한다. "철도 운영"은 철도 인프라에서 열차 이동 및 입환 서비스로 이해해야한다.

- 안전에 기여하는 철도 운행과 관련된 기능은 철도 시스템 관련 기능으로 간주된다.
- 철도 시스템 관련 기능의 고장에 기반하여, EN 50126의 3 단계에 따른 위험 분석의 일부를 구성하는 위험원이 식별되어야한다.
- 이 인프라에서 운영하는 철도 사업부의 SMS와 함께 인프라 관리자의 안전 관리 시스템 (SMS)이 안전 철도 운영을 보장한다.

② 운영 환경

㈀ 운영 조건

- EULYNX 시스템의 운행 권한은 국가 규정의 적용을 받는다.
- EULYNX 시스템의 사용은 국가 철도망 (국가, 지역 ...)을 대상으로 하지만 그 이상의 사용은 국가 전략에 달려 있다.

㈁ 근로자 안전

- EULYNX 사양의 구현 및 배치와 관련된 작업자 안전은 국가 별 규칙 및 관행의 맥락에서 각 IM별로 고려되어야한다.
- EULYNX 사양의 범위에 속하는 경우 작업자 안전에 영향을 미칠 수 있는 예측 가능한 위험을 식별, 제거, 감소 또는 통제하기 위한 조치가 취해진다.

㈂ 환경 조건

- EULYNX 시스템은 EN 50125-3의 선택된 요구 사항을 준수해야한다. 특정 환경 조건은 국가규격에 따른다.

㈃ RAMS 관리

- EULYNX 시스템에 대한 RAMS 요구 사항은 RAMS 요구사항의 EULYNX RAMS 요구 사항 문서[Eu.Doc.13]에 명시되어 있다.

㈄ 보안 관리

- 보안 관리는 시스템 수명주기의 필수 구성 요소이다. 보안은 안전과 독립적으로 관리되어야한다.
- EULYNX 시스템은 NIS (Network and Information Security) 지침을 준수한다.
- IT 보안 관리는 EULYNX IT-Security Concept 문서[Eu.Doc.15]에 명시되어 있다.

(나) 시스템 설명 및 범위

- 이 절에서는 EULYNX 시스템의 기능을 나열하고 시스템 범위를 정의한다.
- 전체 시스템 아키텍처는 다른 복합 시스템 및 분산 시스템에서도 볼 수 있는 3계층 아키텍처이다.
- 첫 번째 계층은 명령 및 제어 계층입니다.
- 두 번째 계층은 연동 논리가 있는 시스템의 핵심입니다.
- 세 번째 계층은 선로변 객체와 객체 제어기가 위치한다.

① 시스템 범위

- EULYNX 시스템은 다양한 서브시스템으로 구성된다.

• 서브시스템 전자연동장치
• 서브시스템 신호기 (신호기 I/P제어부)
• 서브시스템 선로전환기 (선로전환기 I/P제어부)
• 서브시스템 일반 IO (일반 I/O I/P제어부)
• 서브시스템 열차검지 (열차검지 I/P제어부)
• 서브시스템 유지보수 및 데이터 관리
• 서브시스템 통신 시스템

- 인접 시스템은 EULYNX 시스템 범위 밖에 위치한다.
- EULYNX 시스템 아키텍처 다이어그램은 다음을 표시한다.

• 시스템 범위
• 서브시스템
• 인접시스템
• 인터페이스

- EULYNX 시스템은 본 문서에서 설명하는 시스템 정의를 서브시스템 전자연동장치의 연동구역으로한정한다.
- 통신시스템은 정보 객체의 전송을 보장하기 위해 모든 기능 요구 사항을 통합한다. 통신 시스템은 시스템 정의에서 서브시스템으로 간주된다.

② 시스템 기능

- EULYNX 시스템은 위에 설명 된 계층에 걸쳐 분산 된 신호, 명령 및 제어 관련 기능을 수행한다.
- 식별 된 기능과 관련된 상세한 IM 특정 어플리케이션 사양은 개별 IM에 의해 정의되어야한다.

- 시스템 기능은 EULYNX 시스템에 의해 독점적으로 실행되는 기능이다.
- 상호 작용 기능은 EULYNX 시스템과 적어도 하나의 인접 시스템이 공동으로 실행하는 기능이다.
- 시스템 기능에는 다음 기능 그룹이 포함된다.

• 진로 보호 (진로 설정, 이동 가능한 요소의 끝 위치의 감독, 진로 잠금, 진로 해제, 움직이는 점유 요소에 대한 보호, 진로 차단)
• 속도 감시 (이동 권한 표시, 진로에 따른 허용 속도)
• 진로 방향 표시
• 열차 분리 (후단부 보호, 전단부 보호, 측면 보호)
• 시스템이 올바르게 작동하는지 확인 (예 : 인터페이스의 초기화)
• 유지보수 활동 지원

- 상호 작용 기능은 다음 기능 그룹으로 그룹화 된다.

• 철도 및 도로 통행을 위한 건널목 보호
• ETCS 데이터 제공
• 열차 움직임 감시 및 제어
• 명령 및 제어 (명령 수신 및 처리, 표시 및 등록을 위해 서브시스템 및 인접 시스템으로부터의 상태 및 메시지 전송 및 처리)
• 운영 자동화
• 진단 데이터 제공
• EULYNX 시스템과 인접한 시스템 사이의 올바른 작동을 보장 (예 : 인터페이스의 초기화, 시스템 특정 데이터 제공)
• 유지 관리 활동 지원

- 시스템 기능 및 상호 작용 기능은 운영 규칙 및 규정에 따라 정의 된 인터페이스를 통해 시스템 또는 행위자 (EULYNX 시스템 경계 외부)에 의해 운영 될 수 있다.
- 이러한 상호 작용은 EULYNX 시스템 내에서 실행될 수 있으며 EULYNX 시스템의 기능적 부분으로 간주된다.
- 사람과 인접 시스템 간의 상호 작용은 EULYNX 시스템의 시스템 정의에서 고려되지 않는다.
- 인접 시스템 간의 상호 작용은 EULYNX 시스템의 시스템 정의에서 고려되지 않는다.

(6) 기존 연동장치 개량

(가) 기존 연동장치 통신 연결

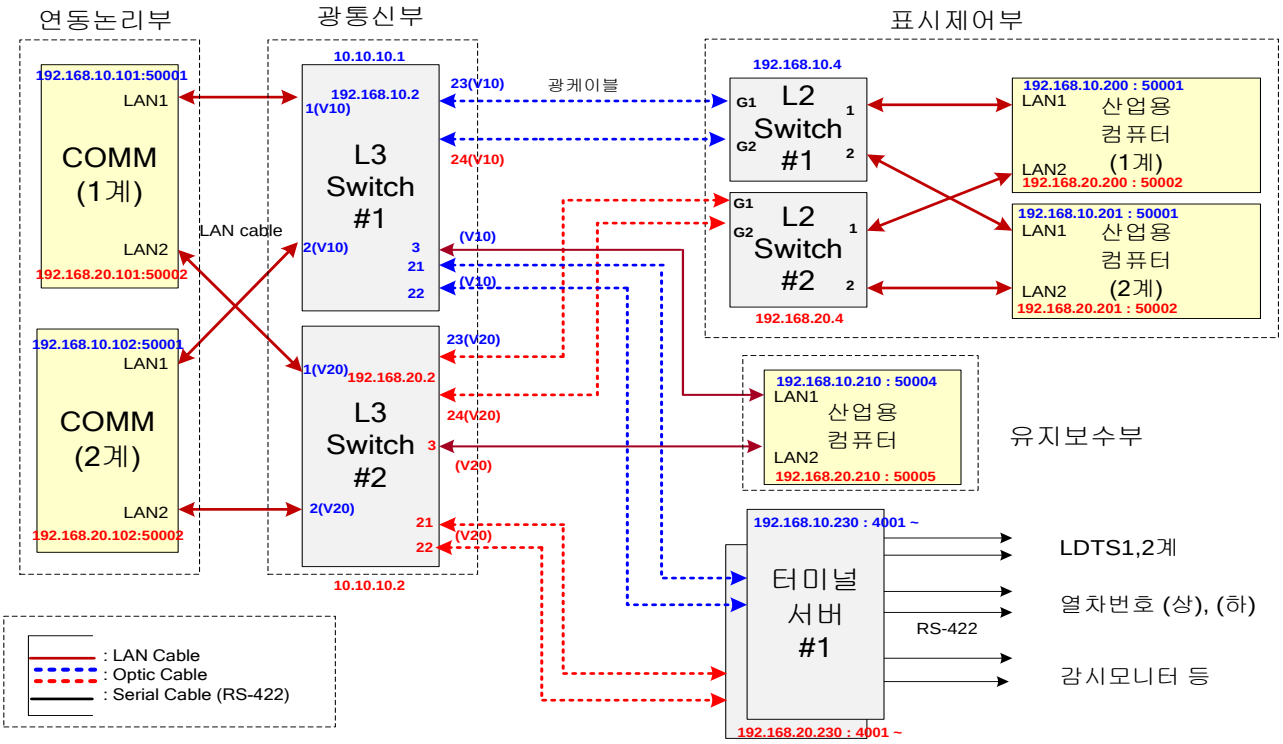


그림 22 기존 연동장치 통신 연결도

- 기존 연동 시스템은 광통신부 L3스위치와 표시제어부 L2스위치만을 네트워크로 연결하여 사용
- 연동장치 내부 제어부분은 버스구조로 구성
- 사용처 요구사항으로 1개 역에서 여러개의 역을 단일 제어하는 방식(고속철도방식)으로 변경 요청
- 외부 통신 연결 장치는 별도 터미널 서버로 연결하여 개별 통신 프로토콜에 의해 통신 연결

(나) 사용자 요구 조건에 적합한 네트워크 개량

- 1개역에서 여러 역을 단일 제어하는 구성을 위해 광 Safety LAN망 별도 구성
- 현장 설비를 직접제어 가능한 IP제어부 연결
- 외부 시스템 제어용 네트워크 별도 구성 및 방화벽 구축,외부 침입 검지와 보안 설정
- 표준화 프로토콜 변환 인터페이스용 네트워크 제어기 설계

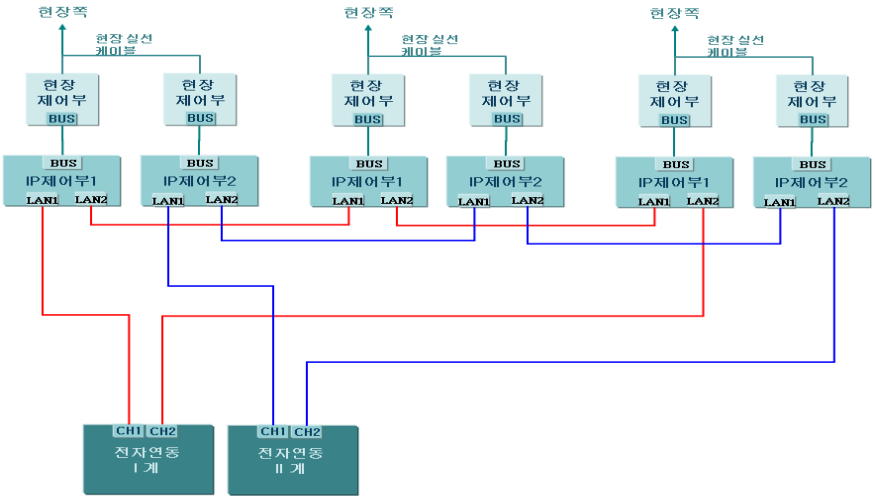


그림 23 사용자 요구조건에 적합한 네트워크 개량

(다) Safety 네트워크

- 2중 링 네트워크
- 통신 케이블,통신 데이터 오류 발생시 회선 절체 및 차단 기능 설계
- 데이터 안전성 검증 알고리즘 설계
- 데이터 통신 규약 설계

(라) Non FailSafety 네트워크

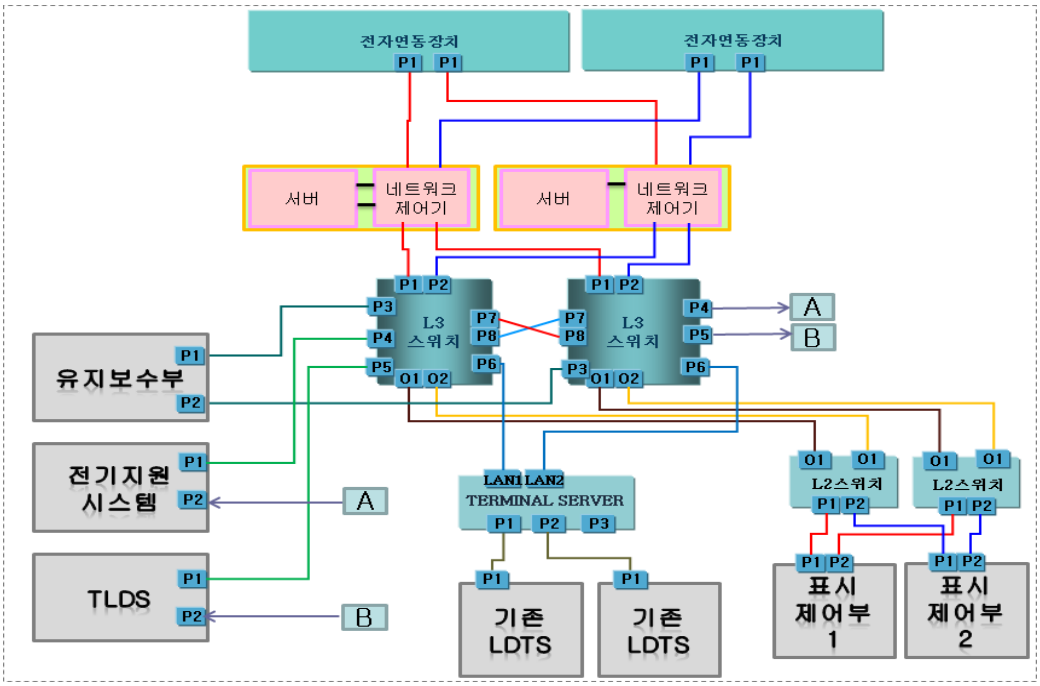
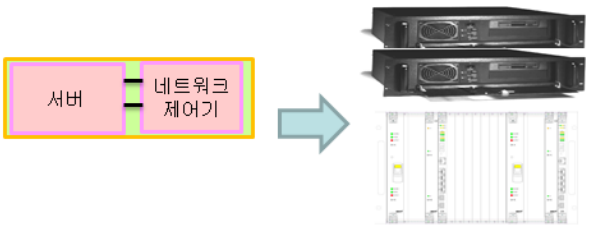


그림 24 Non FailSafety 네트워크

- 연동장치 하부 기기간 2중 네트워크 기능
- 연결 시스템간 동작 상태 감시
- 통신라인 감시



서버 사양

구 분	사 양	비 고
Power	AC220V DualPower 500W이상	
CPU	Pentium Daul이상	
Memory	500M이상	
LAN	4Port 100M/1G이상	
저장용량	500G이상	
OS	Window 10	
Size	19인치 표준랙 사이즈	
MTBF	100,000	

네트워크 제어기 사양

구 분	사 양	비 고
Power	Ac 220 V/DC5V10A	
CPU	50MHz이상 32Bit이상	
Memory	32M이상	
LAN	6Port 10M/100M	
OS	RealTime OS	
Size		
MTBF	100,000	

그림 25 FireWall 기능

-

1) 네트워크 제어기
- 상위단 하위단 통신 프로토콜 변환기
- 통신 데이터 분리(제어 표시)

2) 서버
- 사용자 정보 분리 및 저장
- 상위단 접근 권한 제어
- 하위단 제어 권한 제어
- 하위단 통신정보 분석 및 저장 재생

3) 운용 상태 감시 기능

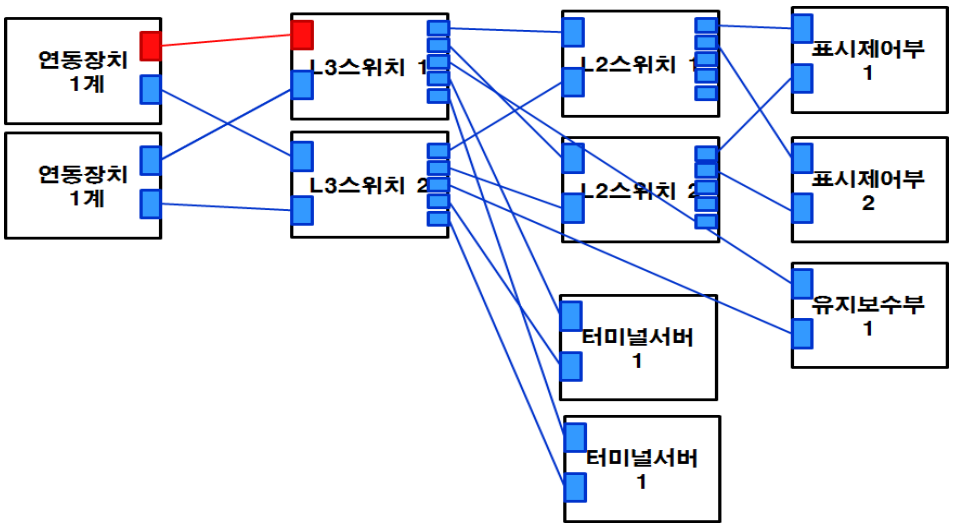


그림 26 운용 상태 감시 기능

- 사용자 요구 사항에 따라 네트워크 운용 상태 도식적으로 표현하여 유지보수 편리성 요구
- Network Port 상태(정상 : 청색 고장 : 적색)
- 케이블 연결 상태 (정상 : 청색 고장 : 적색)
- 장치 동작 상태 (정상 : 청색 고장 : 적색)

구분 표기하여 유지보수자에게 장치와 통신라인간 운영 정보 및 유지보수 정보를 도식적으로 확인할수 있는 기능

(7) 안전성 분석

<<별첨 IPEI-HW001_안정성설계사양서_v10 참조>>

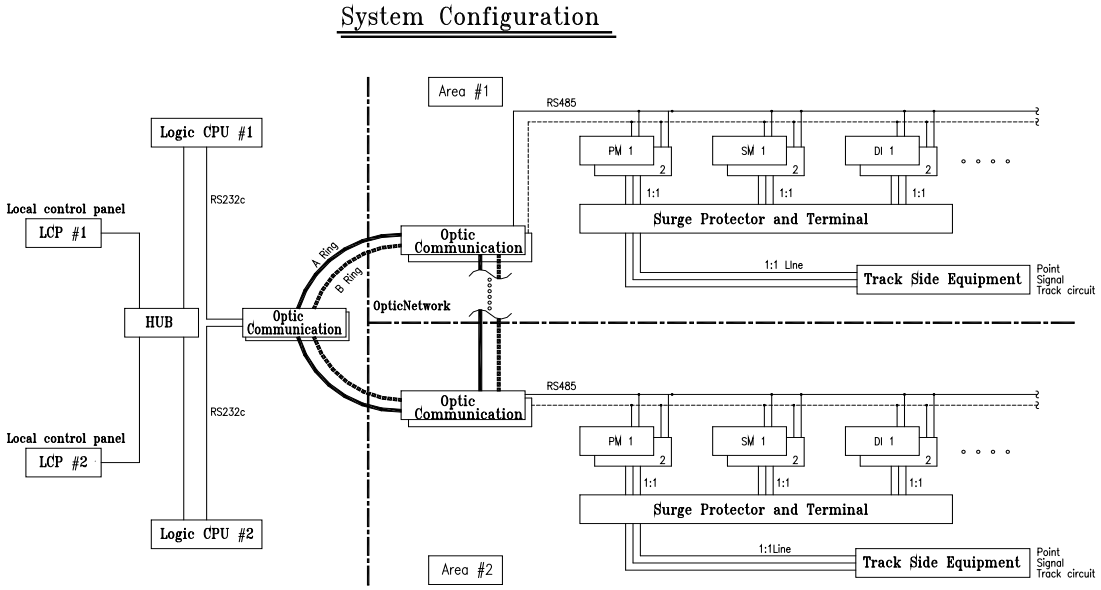


그림 27 시스템 구성도

(8) 전자연동장치의 FMEA

번호	명칭	내용/기능	고장 모드	추정 원인	영 향	결함 평점		결함 등급	대 책
						C1	C3		
1	EICB E100	외부 데이터 회선A의 고장	데이터 회선 결함	취급 부주의 환경요소	- 현장 단말과의 데이터 송수신 이상으로 현장 설비 제어 불능 - 2중 회선 모두 고장시 열차 운행 지연	4	5		- 광통신Line의Spare 확보 - 견고한 통신Line Connector 설계 통신 Line 상의 노이즈원 제거 - 전원 선등과 통신Line의 이격 설치
2	EICB E101	외부 데이터 회선B의 고장	데이터 회선 결함	취급 부주의 환경요소	- 현장 단말과의 데이터 송수신 이상으로 현장 설비 제어 불능 - 2중 회선 모두 고장시 열차 운행 지연	4	5		- 광통신Line의Spare 확보 - 견고한 통신Line Connector 설계 - 통신Line 상의 노이즈원 제거 - 전원 선등과 통신Line의 이격 설치
3	EICB E102	데이터 링크 모듈A 의 고장	데이터 링크 모듈고장	환경요소 설계 오류	- 현장 제어 단말을 이용한 현장 설비 제어 불능 - 2중화 시스템 모두 고장시 열차 운행 지연 - 현장 설비 현황Monitoring 불능	7	5		- 견고한 광Interface 통신Chip 사용 - 견고한 통신Line Connector 설계 - Nosie Filter 설계
4	EICB E103	데이터 링크 모듈B 의 고장	데이터 링크 모듈고장	환경요소 설계 오류	- 현장 제어 단말을 이용한 현장 설비 제어 불능 - 2중화 시스템 모두 고장시 열차 운행 지연 - 현장 설비 현황 Monitoring 불능	7	5		- 견고한 광Interface 통신Chip 사용 - 견고한 통신Line Connector 설계 - Nosie Filter 설계

표 26 전자연동장치 FMEA

(9) 자연동장치의 결함구조분석(FTA)

위험요소 항목	대 책 / 시 험	비 고
H1 : 논리부에서 LCP로 부정확한 출력을 발생하여 사용자가 잘못된 정보를 이용하여 오취급을 한다.	성능시험 17, 21, 24, 25, 26	SafetyCase에 기술
H2 : 다른 연동장치나 외부장치에 잘못된 정보를 송신한다.	성능시험 7, 12	“
H3 : 현장제어 단말장치등에 잘못된 제어를 수행한다. (선로전환기 오취급, 신호기 현시 불량등으로 열차의 충·추돌 및 탈선을 유발한다.	성능시험 9,10, 11, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 23	“
H4 : 연동 논리부에서 출력 정보가 제한되어 출력되어 운영상에 열차 운행 지연등을 유발한다.	성능시험 5, 6, 22	“
H5 : 연동 논리부의 고장에 따른 유지보수시간등으로 열차 운행지연등이 발생하며 모듈의 부정 출력에 따른 사고를 유발한다.	성능시험 2, 3, 8	“

표 27 전자연동장치의 결함구조 분석(FTA)

Hazard 1: 논리부에서 LCP로 부정확한 출력을 발생하여 사용자가 잘못된 정보를 이용하여 오취급을 한다.

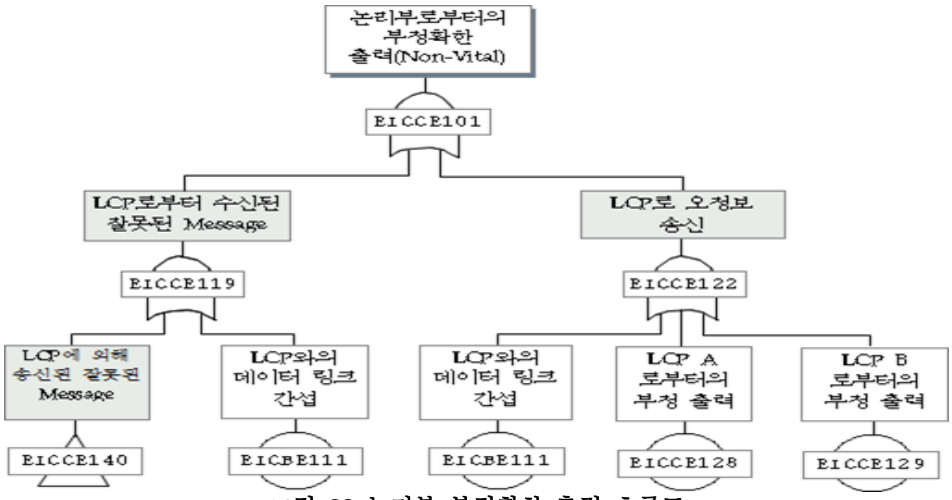


그림 28 논리부 부정확한 출력 흐름도

(10) 위험도 분석 (Risk Analysis)

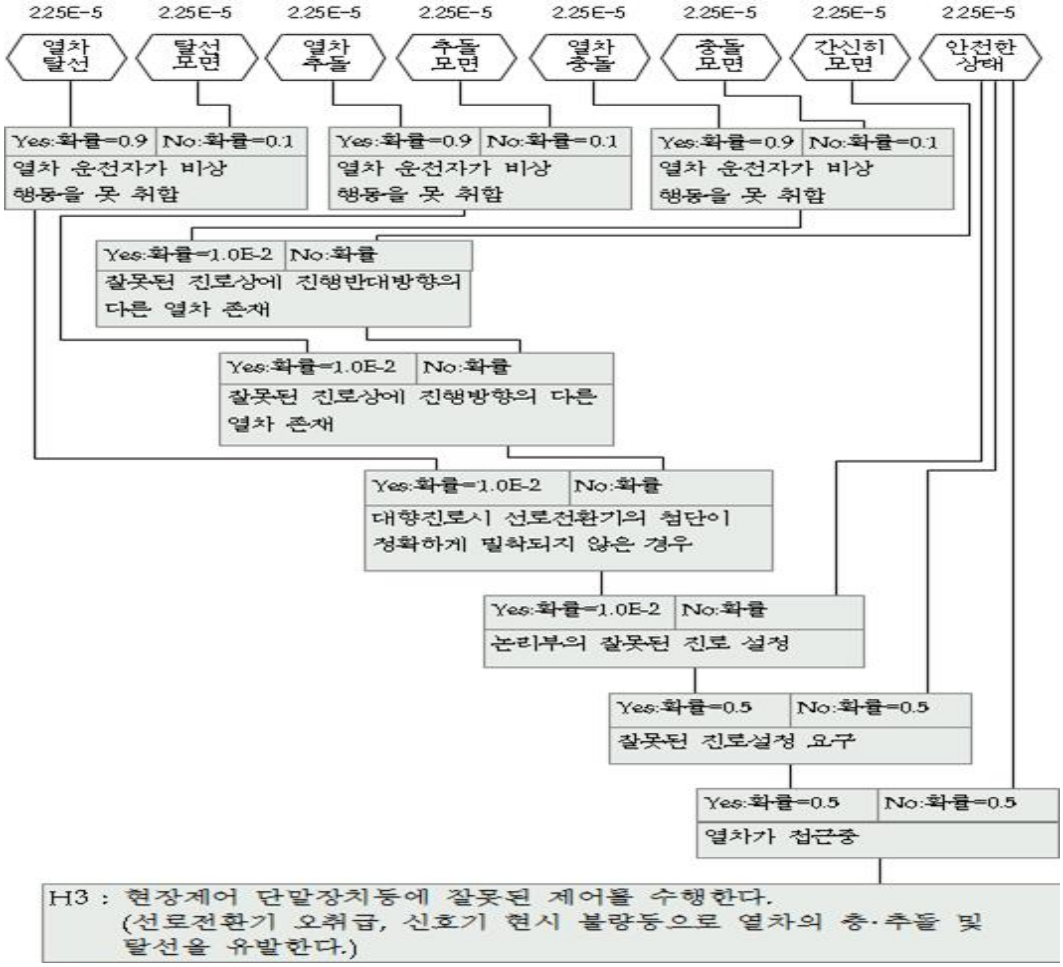


그림 29 위험도 분석

(11) IP 제어부 설계 및 제작

<<별첨 IPEI-HW002_선로전환기 IP제어부_설계사양서_v10,
IPEI-HW003_신호기 IP제어부_설계사양서_v10 참조>>

기존 현장 제어 IP제어부를 SIL인증과 형식승인 제품으로 변경하여 사용자 요구 조건과 현장 부설 시험에 적합한 제어기로 설계 변경하였다.

(12) 기존 현장 제어기 사양

(가) 기존 선로전환기 제어기

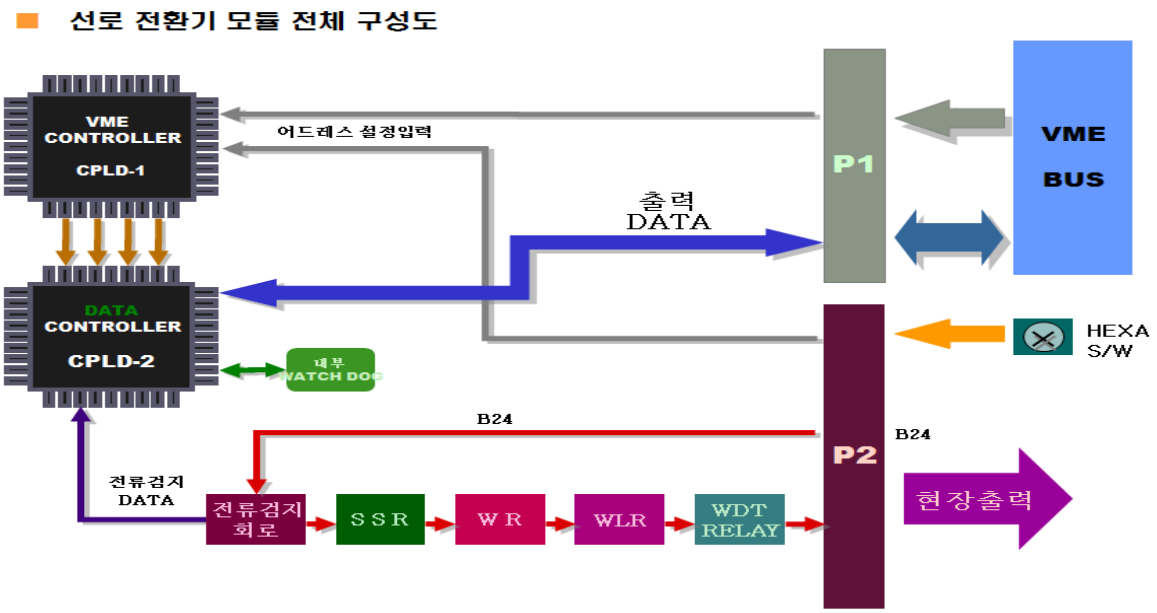


그림 30 선로전환기 모듈 전체 구성도

(나) 주신호기 제어기

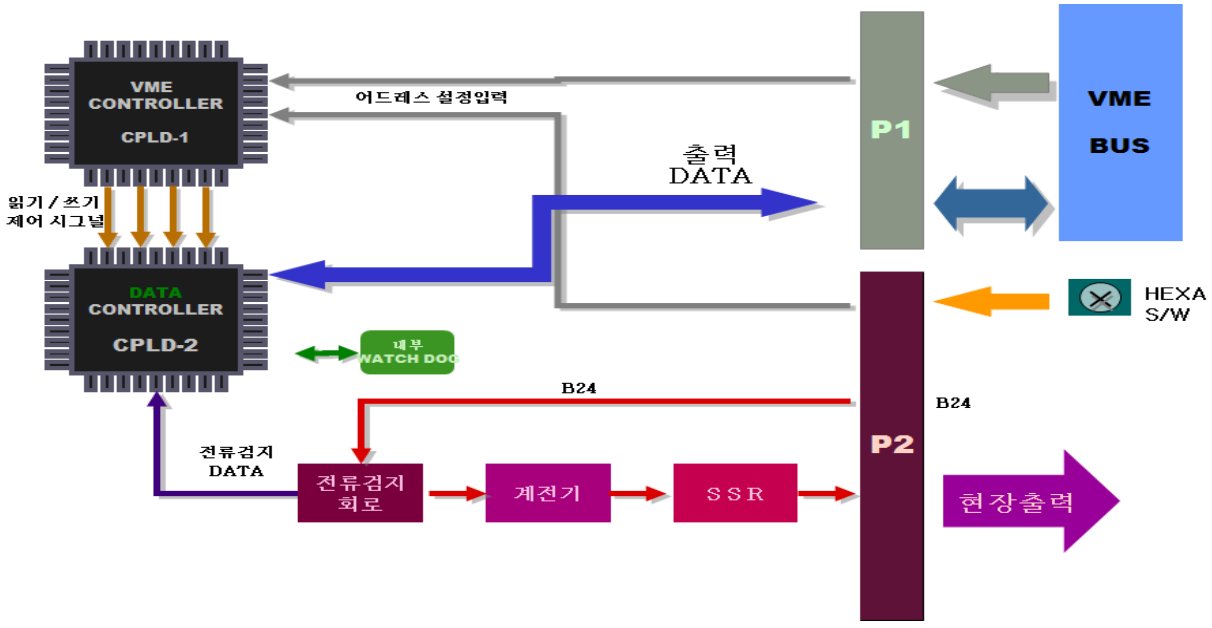


그림 31 주신호 제어기

- 기존 현장 제어기 모듈은 SIL인증이 필요없음으로 단일계로 정보 전송하여 제어

– 선로 전환기는 4대,주신호기는 4대, 입환 신호기는 8대 제어

카드 명칭	명 칭	DATA 규격	비 고
선로 전환기 모듈	출력 제어수	4대	-
	정격출력 전압/전류	DC+24V / 0.5A	-
	KR동작 전류	30mA 이상	-
	기타 사항	각 출력포트의 부하전류가 1.1A~1.12A 에서 보호회로 동작. 동작시 출력전압은 정격의 10%이내로 감소 후 과전류 원인이 제거된 후 정상상태로 자동 복귀되어야함.	-
입환 모듈	출력 제어수	2등용 8기	
	정격출력 전압/전류	AC 60V / 0.5A	-
	전류 검지	장치 규격의 허용정격범위의 80%에서 동작	-
	기타 사항	각 출력포트의 부하전류가 1.1A~1.12A에서 보호회로 동작. 동작시 출력전압은 정격의 10%이내로 감소 후 과전류 원인이 제거된 후 정상상태로 자동 복귀되어야함.	-
주신호 모듈	출력 제어수	4등용 4기	-
	정격출력 전압/전류	AC 60V / 0.5A	-
	전류 검지	장치 규격의 허용정격범위의 80%에서 동작	-
	기타 사항	각 출력포트의 부하전류가 1.1A~1.12A에서 보호회로 동작. 동작시 출력전압은 정격의 10%이내로 감소 후 과전류 원인이 제거된 후 정상상태로 자동 복귀되어야함.	-

표 28 모듈 상세

(다) 변경 현장 제어기

현장 적용용 IP제어부로 변경하기 위해 2위2중계 시스템에 적합한 2중계 버스 구조로 설계 변경하였고 각각의 버스에서 입출력되는 정보가 동일하게 검증되어야 현장 입출력이 가능한 구조로 설계변경되었으며 이를 위한 안전성 설계 입력서도 작성하여 인증과 형식승인에 대응하도록 설계 하였고 이에 대한 기술 공표로 타업체도 동일한 인터페이스 기능을 구현하도록 설계 입력서를 작성하였다.

(라) 변경 선로전환기 제어기

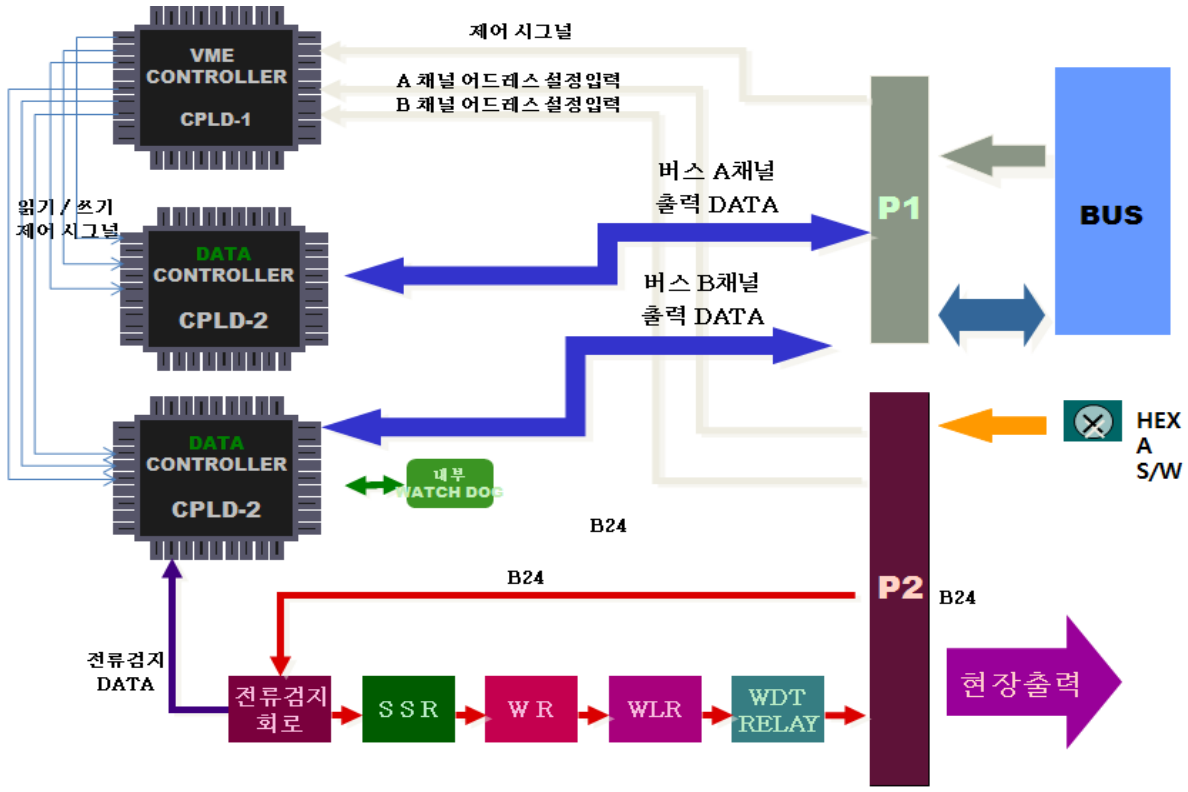


그림 32 변경 선로전환 제어기

(마) 변경 주신호 제어기

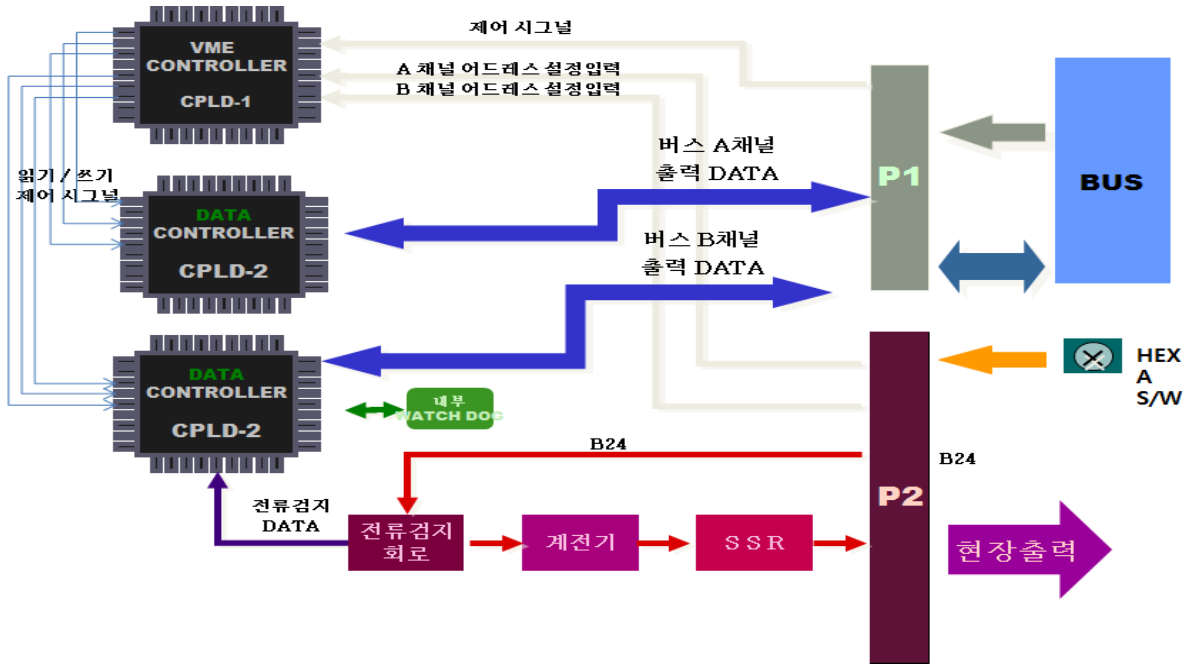


그림 33 변경 주신호 제어기

- 기존 설비는 단일 시스템으로 설계되어 단일 제어가 가능하였으나 현장 적용 및 형식승인을 위해 2위 시스템으로 변경하여 현장 설치 시험하여야 한다.
- 이를 위해 A채널과 B채널로 동일한 정보를 입출력하여야 하는 기능을 추가한다.
- IP제어부에서 제어되는 현장 제어정보의 운용 처리를 위해 버스 동기를 동일하게 처리하고 동일한 제어 입력 정보로 연산 처리하여 동일한 데이터 검증시 출력하는 방식으로 설계 변경

카드 명칭	명 칭	DATA 규격
선로 전환기 모듈	출력 제어수	2대
	정격출력 전압/전류	DC+24V / 0.5A
	KR동작 전류	30mA 이상
	기타 사항	각 출력포트의 부하전류가 1.1A~1.12A에서 보호회로 동작. 동작시 출력전압은정격의 10%이내로 감소 후 과전류 원인이 제거된 후 정상상태로 자동 복귀되어야함.
입환 모듈	출력 제어수	2등용 4기
	정격출력 전압/전류	AC 60V / 0.5A
	전류 검지	장치 규격의 허용정격범위의 80%에서 동작
	기타 사항	각 출력포트의 부하전류가 1.1A~1.12A에서 보호회로 동작. 동작시출력전압은정격의 10%이내로 감소 후 과전류 원인이 제거된 후 정상상태로 자동 복귀되어야함.
주신호 모듈	출력 제어수	4등용 2기
	정격출력 전압/전류	AC 60V / 0.5A
	전류 검지	장치 규격의 허용정격범위의 80%에서 동작
	기타 사항	각 출력포트의 부하전류가 1.1A~1.12A에서 보호회로 동작. 동작시출력전압은 정격의 10%이내로 감소 후 과전류 원인이 제거된 후 정상상태로 자동 복귀되어야함.

표 29 변경 모듈 상세

(13) IP 제어부 상호 운용성 확보

<<별첨 3. IP제어부 상호운영성 확보 보고서 참조>>

(가) 상호운영성의 정의

철도신호시스템에 있어서 제조사가 서로 다른 장치간 상호운영성은 철도운영자의 장비 조달 및 유지보수성 향상을 위해 매우 중요하며 유럽 철도 신호시스템인 ERTMS/ETCS에서도 유럽법에 의해 기술적 상호운영성(TSI : Technical Specification Interoperability)으로 정의하여 관리하고 있다.

(나) 상호운영성 적용

"IP기반 철도 전자연동장 실용화" 과제에서도 연구기관 외에 IP제어부 철도 신호 제조사를 선정, IP제어부를 추가로 설계/제작/시험하여 IP제어부와 전자연동장치간 기술적 상호운영성(TSI)을 확보 및 관리하고자 한다.

(다) 문제점 및 극복 방안

상호운영성과 관련 현재 운영중인 전자연동장치의 문제점과 극복 방안을 요약 정리하면 다음과 같다.

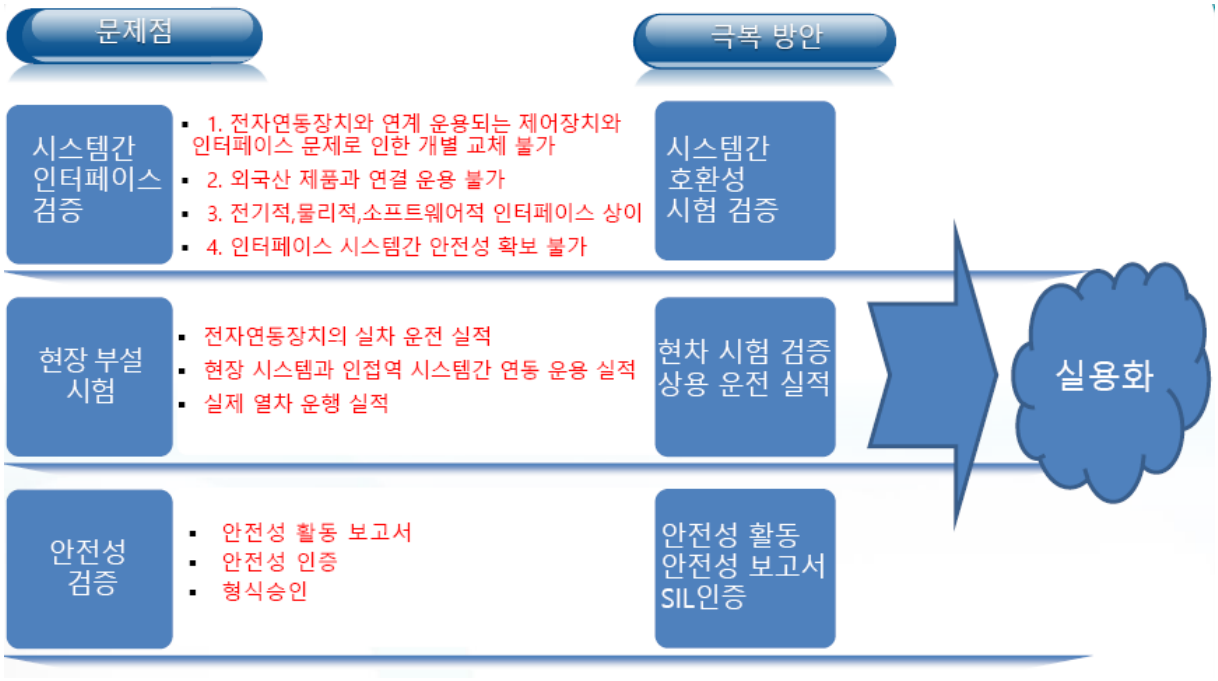


그림 34 문제점 극복 방안

(라) 전자연동장치 상호운영성의 필요성

철도신호시스템은 네트워크 기술(컴퓨터+통신), 신호기술 등의 발전으로 인해 열차운행의 고속화와 고밀도화에 기술력이 집중되고 있으며, 국제적으로도 친환경적인 대규모 이동수단인 철도 건설에 관심이 높아지고 있는 실정이다.
또한 기술적으로 고속화와 고밀도화가 진행되면서 이에 따른 안전성과 신뢰성의 중요도는 가파른 상승곡선을 그리고 있으며, 이러한 안전을 확보하기 위한 대책과 방안 마련을 위해 운영기관 및 정부에서도 다각적으로 접근하고 있다.
대표적으로 철도안전법의 개정으로 철도운영에 대한 안전성 뿐만 아니라 공급/설치되는 철도용품에 대한 안전성 확보를 위해 보다 강화된 요구사항을 제시하였으며, 철도신호용품에서는 최우선적으로 전자연동장치가 선정되었다.

전자연동장치는 역 구내에서 열차의 운행과 차량의 입환 작업등을 안전하고 신속하게 수행하기 위하여 신호기, 선로전환기, 궤도회로 등의 신호보안장치를 전기적으로 연쇄하거나 컴퓨터 소프트웨어에 의한 데이터베이스화 및 로직을 상호 연쇄하여 열차에 대한 진로 취급이나 신호설비 취급 시 오동작이나 부정 동작을 방지하도록 구성한 장치이다.

전자연동장치의 주요기능은 운전정리와 같이 운용 효율을 높이는 기능과 진로제어, 열차속도 제어, 건널목제어 등의 안전성과 직접적인 관련이 있다. 전자연동장치의 기능과 관련되어 발생되는 주요 사고는 충•추돌, 탈선 등이 있고, 사고결과는 사망, 부상 및 시설물 파손 등으로 나타난다.
역에서는 전자연동장치에 의존하여 열차의 진로, 입환, 폐색제어 등을 수행하고 있기 때문에 전자연동장치의 상호운영성은 반드시 확보되어야 할 최우선 조건이다.

(마) 상호운영성 요구사항

국내 전자연동장치 제작사는 철도안전법의 형식승인 및 SIL인증을 위해 자체적인 기술개발과 체계적인 프로세스 구축을 수행하고 있다. 철도신호시스템의 핵심제어장치인 전자연동장치의 상호운영성과 안전성을 충족하기 위해서는 기존 대비 향상된 기술력을 필요로 하며, 이를 기반으로 세부적인 분석, 설계, 개발, 시험 등의 절차를 준수하여야 하는 복합적이고 체계적인 프로세스가 적용되어야 한다.

“IP기반 철도 전자연동장치 실용화”의 인터페이스 표준화 및 상호운영성 향상 확보를 위한 요구사항은 다음과 같은 사항을 고려하고 또한 포함하여야 한다.

•국내 전자연동장치 내구연한 도래

•국제표준규격에 따른 정량적 요건 충족

- ERTMS/ETCS 성능을 충족시키는 전자연동장치 개발
- 네트워크기반 I/O 인터페이스 표준화
- COTS(Commercial Off The Shelf, 상용화 장비)에 의한 모듈화
- H/W적인 신뢰성 및 안전성 확보 필요
- 효과적이고 정량적인 유지보수 방안 확보
- S/W적인 안전성 요건 준수 필요
- 주요 데이터 및 모듈의 호환성 확보

•철도안전법 형식승인 대비

- 상호운영성을 반영하여 한국철도시설공단 규격 변경
- 형식승인을 위한(SIL인증을 만족할 수 있는) KRS 규격의 보완 개정 필요

•해외사업 전자연동장치 기본 요건 충족

최적의 프로세스와 방법, 연구기관외의 제조사 구성 및 효과적인 시스템 구현과 현차시험을 통해 현재 국내 전자연동장치의 상호운영성 관련 문제점과 어려움의 해결이 필요하다.

(바) 상호운영성 검증 방안

○ Test-Bed 구축 및 현차시험 공유

현차시험 수행 중 주관연구기관(대아티아이(주))과 공동연구기관((주)혁신전공사 등)에서 설치한 시험역에서 타 전자연동장치 개발 및 생산 업체 개발품에 대하여 현차시험을 통한 성능 및 신뢰성 검증 추진에 참여할 수 있도록 한다.

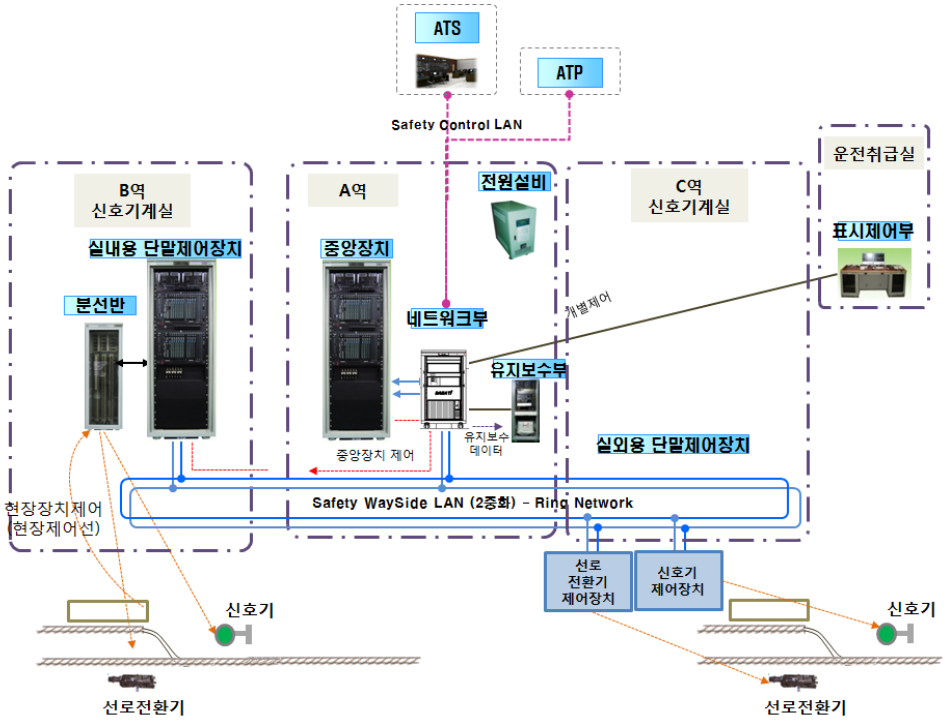


그림 35 Test-Bed 세부 구성도

- 시범 적용 개소를 운용처인 철도 시설공단, 철도공사와 협의후 선정
- 현장 조사를 통한 기존 설비와 병렬 설치 운전 방안 도출 및 승인
- 연동 제어장치 1조,현장 제어장치 2조 ,표시제어부,유지보수부,현장 네트워크 구축 및 현장 설치 운용
- 현장 설비와 직접 운용에 의한 실열차 운용
- 상호 호환성 검증을 위해 중앙제어장치와 단말 제어장치 업체별 호환성 시험

(14) 1 차년도 성과물

번호	구분(논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문/게재지/특허 등록	논문 게재일/특허 등록일
1	논문	TCP/IP 기반 철도 전자연동장치 개발 동향	네오트랜스㈜	논문 게재	한국통신학회 학술대회논문집	2018.01

표 30 1 차년도 성과물

○ 논문 TCP/IP 기반 철도 전자연동장치 개발 동향]



그림 36 논문 TCP/IP 기반 철도 전자연동장치 개발 동향

○ 1 차년도 중간 평가 발표









그림 37 1 차년도 중간 평가 발표

다.2 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과

연구개발범위	연구내용	연구결과	달성율(%)
인터페이스 표준사양서 검토	시스템 정의 IP 제어부 표준 인터페이스 정의 외부시스템 인터페이스 정의	•보고서 - 별첨 1. IP기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준 사양서 •학술발표 3건	100
IP 기반 전자연동장치	IP통신 S/W개발(Fail-Safe) 2중계통신 입출력 방식 변경 예비위험원 분석	•보고서 - 별첨 2. IP기반 전자연동장치 사양서, 선로전환기모듈 설계사양서, 신호기모듈 설계사양서, 시스템통신 사양서, 시스템통신 시험서,시스템통신SW시험성적서, 2중계통신 절체시험성적서, 위험원분석보고서 •학술발표 1건 •S/W등록 1건 •시제품제작 1건	100
	IP 제어부 설계,제작 및 시험	•보고서 - 별첨 3. IP기반 전자연동장치 안전성설계사양서 •학술발표 1건 •특허출원 1건 •시제품제작 1건	100
	호환성 요구사항을 도출하여 IP 제어부 상호운영성 확보용품 제작	•보고서 - 별첨 4. 상호운영성 확보 용품 제작 보고서 - 선로전환기모듈, 신호기모듈	100
	유지보수 및 데이터 관리부 설계 및 제작	•보고서 별첨5. IP기반 전자연동장치 유지보수부 사양서, IP기반 전자연동장치 통신 프로토콜 사양서 •S/W등록 1건 •특허출원 1건(출원 진행중)	100
	Test-Bed 구축 및 시험역 확인 및 현차시험 검토	•보고서 별첨6. 시험선ITC, 시험검사계획서 •학술발표 1건	100
	철도 환경시험인 온/습도 환경시험 및 EMI,EMC 시험 진행	•공인기관시험 진행중	100

표 31 2 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과

(1) 인터페이스 표준 사양서

<< 별첨 1. IP기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준 사양서 참조 >>

(2) IP 기반 철도 전자연동장치 하드웨어 구조

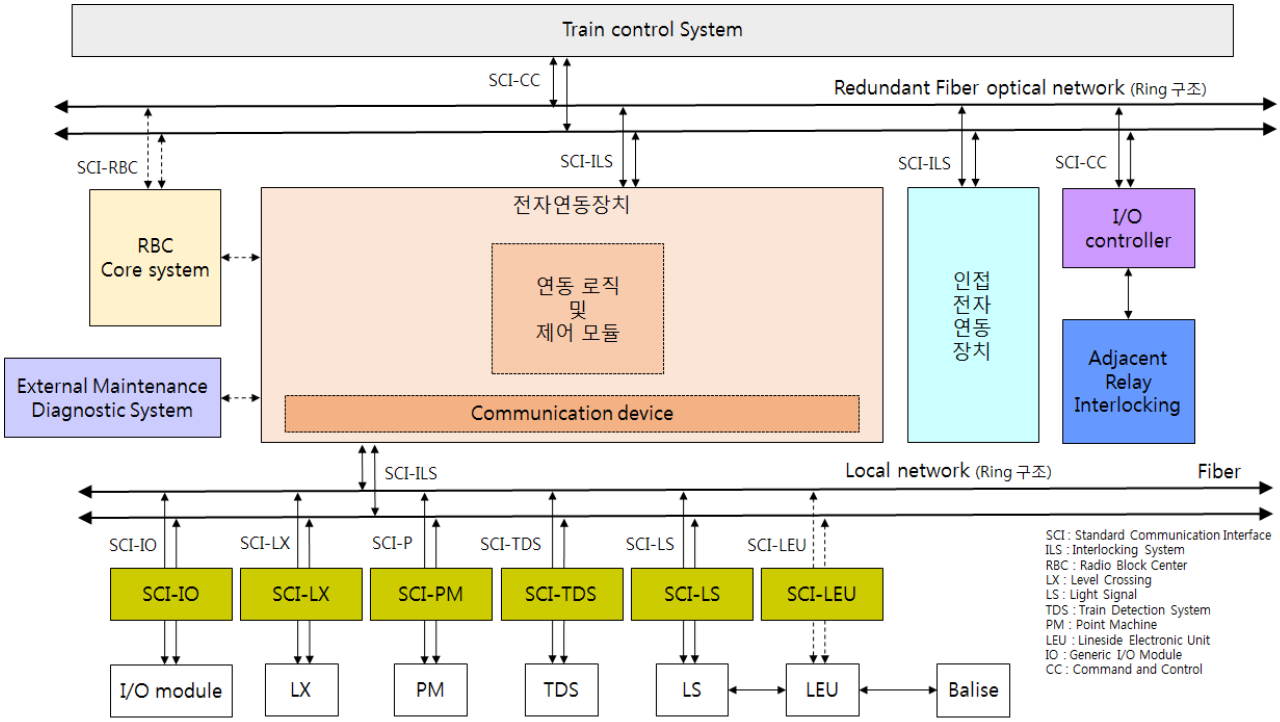


그림 38 IP 기반 철도 전자연동장치 하드웨어 구조

IP기반 철도 전자연동장치는 위와 같은 하드웨어 구조를 가지고 있다.

■ 전자연동장치를 중심으로 외부 링(Ring) 네트워크와 내부 링(Ring) 네트워크 구조

■ 외부 네트워크와 내부 네트워크는 네트워크 이중화 구성

■ 외부 네트워크는 전자연동장치, 열차제어시스템(Train Control System), RBC, 인접전자연동장치, I/O 컨트롤러 연결

■ 내부 네트워크는 전자연동장치, I/O모듈, 건널목, 신호기 모듈, 선로전환기 모듈, 열차감지시스템 모듈, 선로변 제어 장치(LEU) 모듈이 연결

■ 외부 유지보수 진단 시스템(External maintenance diagfosgic system)은 전자연동장치와 연결

(3) 시스템 개발 목표

IPB_EIS와 관련된 주변 장치와의 인터페이스 및 통신 프로토콜을 정의하고 필요한 요구사항을 정의하고자 한다. 또한 서브시스템과 주변 장치와의 주고받는 정보뿐 아니라 요구사항을 정의함으로써 시스템의 개발 목표는 아래의 효과를 얻고자 한다.

① 각 기능 구성 요소 (서브시스템)는 상호 교환이 가능하도록 해야 한다.(공급자와 관계없이)
② 통신 기술의 다양성 감소 기대, 장치의 유연한 공급 및 진단 기능 강화
③ 유지보수성의 간소화
④ LCC(Life Cycle Cost)의 감소
⑤ 기존의 연동장치 시스템의 RAMS 목표 및 체계적이고 조화로운 RAM할당, 안전 및 보안 요구사항을 충족

(4) 시스템 범위

시스템 범위는 아래의 다양한 서버시스템으로 구성된다.

① 서브시스템 전자연동장치(EI) 및 인접 전자연동장치(ILS)
② 서브시스템 신호기 (LS)
③ 서브시스템 선로전환기 (P)
④ 서브시스템 일반 IO (일반 I/O)
⑤ 서브시스템 열차 검지 시스템 (TDS)
⑥ 서브시스템 유지보수 및 데이터 관리
⑦ 서브시스템 통신 시스템

(5) KRLYNX 인터페이스 구성도

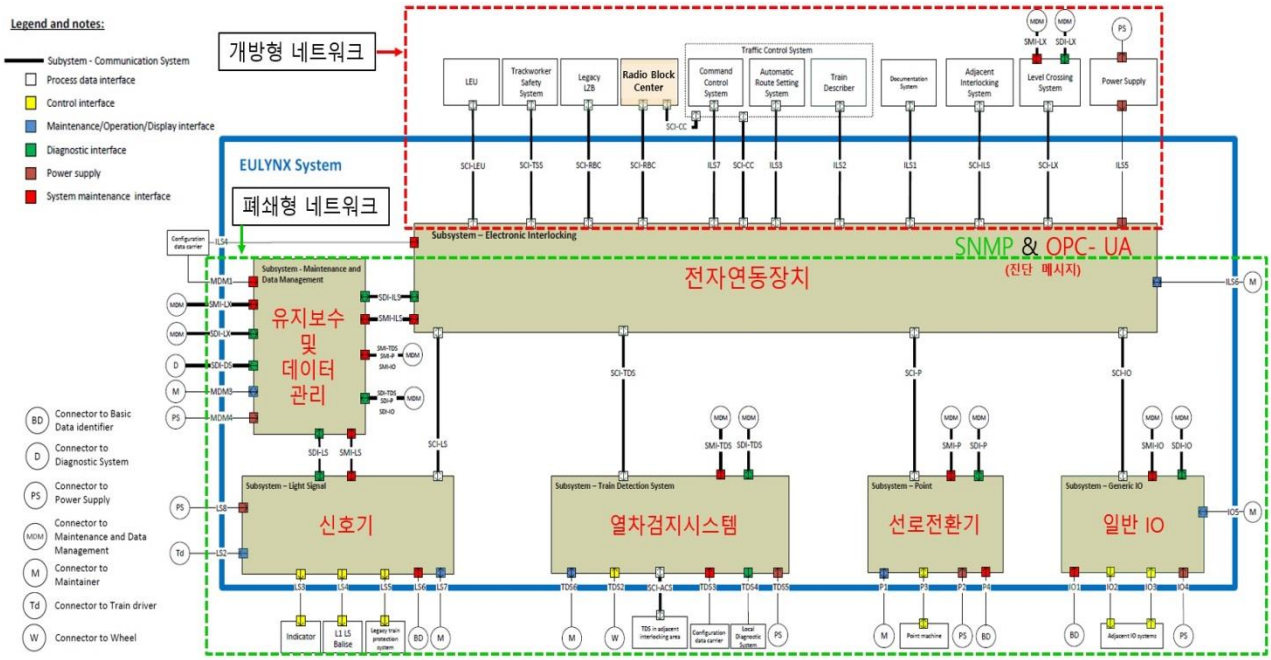


그림 39 KRLYNX 인터페이스 구성도

(6) KRLYNX 인터페이스에 따른 통신 프로토콜

UDP (User Datagram Protocol)	System Architecture
	IT-Security
	SCI-P
	SCI-LS
	SCI-IO
	SCI-TDS
	SCI-RBC
	SCI-ILS
	SCI-LEU
	SCI-CC
	SCI-LX
	SMI
	SDI

RaSTA (Rail Safe Transport Application)	System Architecture
	SCI-P
	SCI-LS
	SCI-IO
	SCI-TDS
	SCI-RBC
	SCI-ILS
	SCI-LEU
	SCI-CC
	SCI-LX

SysML (OMG Systems Modeling Language) - Ver 1.4	Light Signal
OMG : Object Management Group	일반 IO
	Point
	TDS
	ILS
	MDM
	SCI-P
UML (OMG Unified Modeling Language) - Ver 2.5	SCI-LS
	SCI-IO
	SCI-TDS
	SCI-RBC
	SCI-ILS
	SCI-LEU
	SCI-CC
	SCI-LX

NTP (Network Time Protocol)	SMI
TFTP (Trivial File Transfer Protocol)	System Architecture
	SMI

OPC-UA (OLE for Process Control -Unified Architecture)	SDI

SNMP (Simple Network Management Protocol)	SDI

HTTPS (Hypertext Transfer Protocol over Secure Sockets Layer)	SMI
	SDI

그림 40 KRLYNX 인터페이스에 따른 통신 프로토콜

(7) 기존 전자 연동장치 시스템

기존 전자 연동장치는 운용 개소인 역의 구성에 따라 시설물 용량이 상이하고 이를 위해 최대 운용 용량은 신호기 128대,선로전환기 128대,궤도회로 256대 기준으로 구성 가능하며 각 현장 장치를 직접 제어하기 위해 현장장치와 전자연동장치간 상호 인터페이스를 위해 계전기로 전기적 분리를 하여 현장 전원과 연동장치 전원과 분리하여 제어 표시하도록 구성되어 있다.

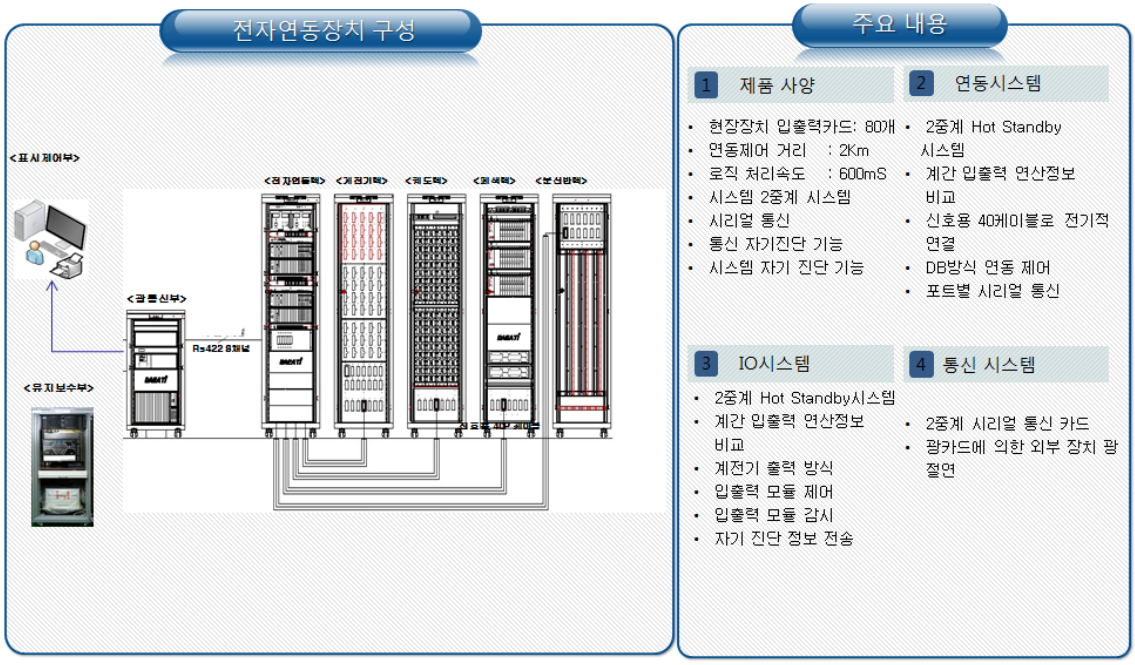


그림 41 기존 전자연동장치 시스템

기존 시스템은 열차 제어를 위해 계전기로 현장 인터페이스를 수행하며 1개 정보당 1개 계전기를 인터페이스하고 이에 대한 동작 및 현장 설비 감시를 위해 각각의 정보를 입력 카드로 입력 받아 현장 운용 동작을 표시하고 제어하는 방식으로 구현되었다.

이를 위해 전자연동장치와 현장 장치간 정보 전달을 위해 개별 병렬 정보로 다량의 신호용 케이블을 연동장치와 계전기랙간 연결하고 계전기랙에서는 현장 장치별 동작 정보를 실회선으로 결선 연결하여 현장 장치로 전기적 신호(AC,DC)로 전송하여 현장 장치를 구동하는 방식이다.

국내 열차 운용역에서는 다양한 현장 조건과 열차 운용 방식,현장 시설물들에 따라 제어 표시 방식이 상이함으로 이에 대한 역 구성 데이터 베이스를 구성하여 연동장치에 역별 데이터를 제작하여 구동하고 현장 장치와 연결을 위해 많은 계전기와 계전기간 결선을 통한 현장 장치를 인터페이스 한다.



그림 42 기존 전자연동장치 시스템 실물 모습

연동장치는 현장 장치 제어를 위해 입출력 카드와 제어용 계전기랙간 실내 배선으로 최대 20m이내의 케이블로 연결하며 실내 제어용 계전기와 현장 제어장치간 연결 제어를 위해 최대 2Km이내의 제어 케이블을 포설하여 각각의 현장 장치를 제어한다.

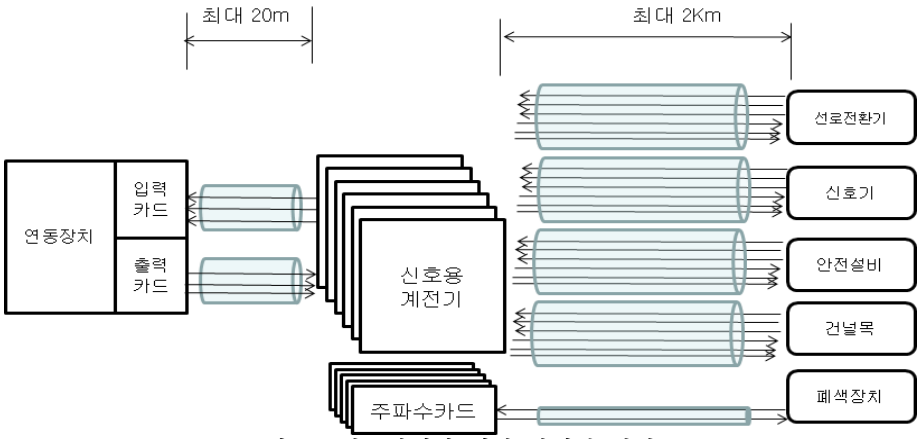


그림 43 연동장치와 현장 장치간 연결도

(8) IP 기반전자연동장치

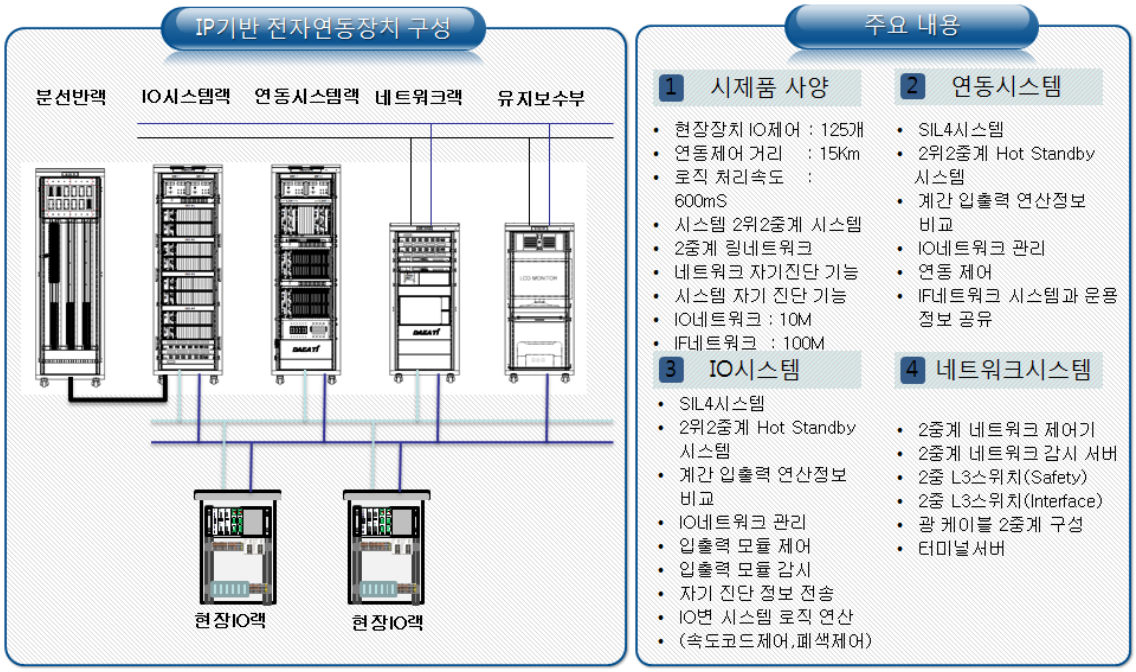


그림 44 IP 기반 전자연동장치 구성



그림 45 IP 기반 전자연동장치 실물 모습

기존 설비와 상이하게 각 시스템간 네트워크로 구성되어 현장 제어장치가 현장 장치의 인접 위치로 설치되면 현장 장치와 연동장치간 연결 케이블도 최소화하여 설비 설치 운용 비용이 최소화 되도록 설계되었다.

(9) IP 제어부 선로전환기 모듈

IP 전자연동장치는 궤도회로 장치에 의해 발생된 열차 궤도점유 정보를 이용하여 신호기, 선로전환기, ATC/ATO제어 및 차내신호 전송 등 열차운행과 관계된 각종 제어기능을 Fail-Safe하게 처리하는 장치로서 기관사의 실수를 최대한 방호하기 위해 전기 전자 또는 기계적인 방법으로 신호기기 상호간에 쇄정을 맺어주는 장치이다. 본 장은 IP 전자연동장치 IP 제어부의 선로 전환기 모듈에 대해 설계 사양서를 기술한다.

본 시스템 IP 제어부 내의 선로 전환기 모듈은 출력 계전기 및 전류검지, 출력에 대한 피드백 부분을 하나의 카드로 통합하였고, 2중계로 구성된 2개의 선로 전환기 제어용으로 구성되어 있다. 또한, 각 출력에 대한 피드백을 통해 모든 처리 상태를 파악할 수 있으며 표준 VME버스를 사용하여 기존의 시스템과 연계하여 사용 가능하고, 입/출력 별도의 WATCH DOG 사용으로 일정기간 입/출력이 없으면 안전 측으로 동작한다.

선로 전환기 모듈은 CPU 모듈로부터 VME bus를 통해 데이터가 Read/Write되고, Write된 신호에 따라 현장 출력부로 신호를 출력하여 선로 전환기를 전환한다. 또한 출력에 대한 피드백과, 전류검지 값을 내부 레지스터에 저장하여 CPU 모듈의 Read요청에 통해 VME bus로 정보를 전달하고 bus상의 오류를 감지하기 위해 CPU로부터 받은 데이터를 다시 CPU로 피드백 한다.

모듈의 전면에 위치한 표시 LED로 모듈 별로 CPU로부터 받은 계전기 동작 상태 및 선로 전환기의 방향(NORMAL, REVERSE) 그리고 KR 정보를 표시한다.

WRITE WATCH DOG과, READ WATCH DOG은 VME CONTROLLER로부터 일정시간(100ms)마다 한번씩 체크신호 (WRCHK, RDCHK)를 받지 못하면 FAIL상태가 되고, 모든 조건이 정상이어야만 RUN상태가 된다.

선로 전환기의 시스템 구성은 아래 그림과 같고, 본 문서에서는 선로 전환기 1과 2의 구동 회로는 같기 때문에 선로 전환기 1에 대해서만 설명한다.

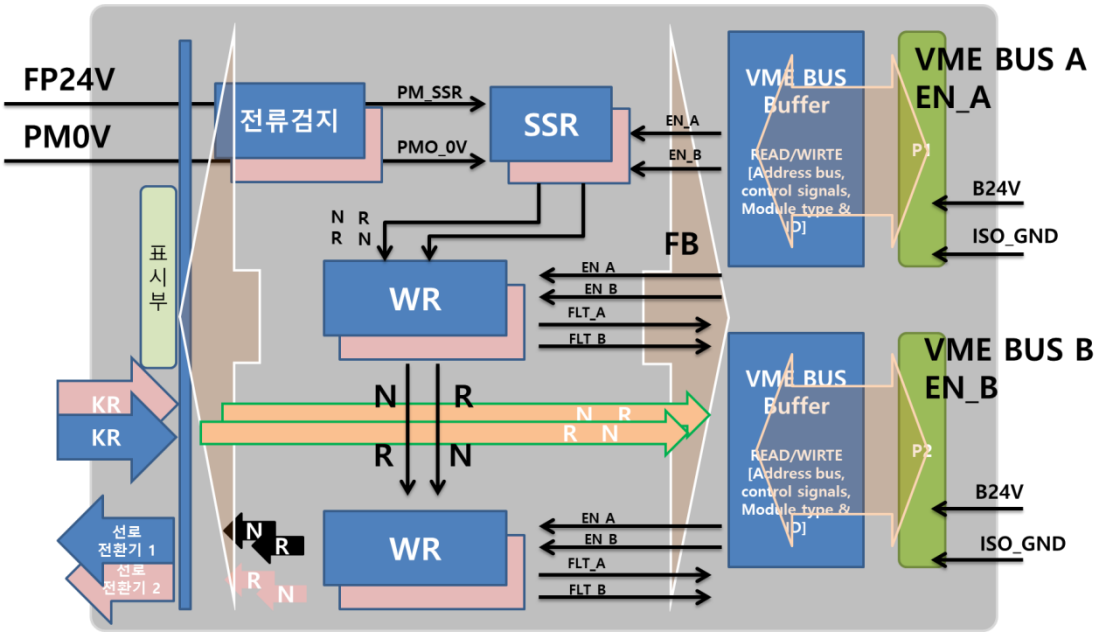


그림 46 선로전환기 모듈 구성도

(가) 전면 패널 구성

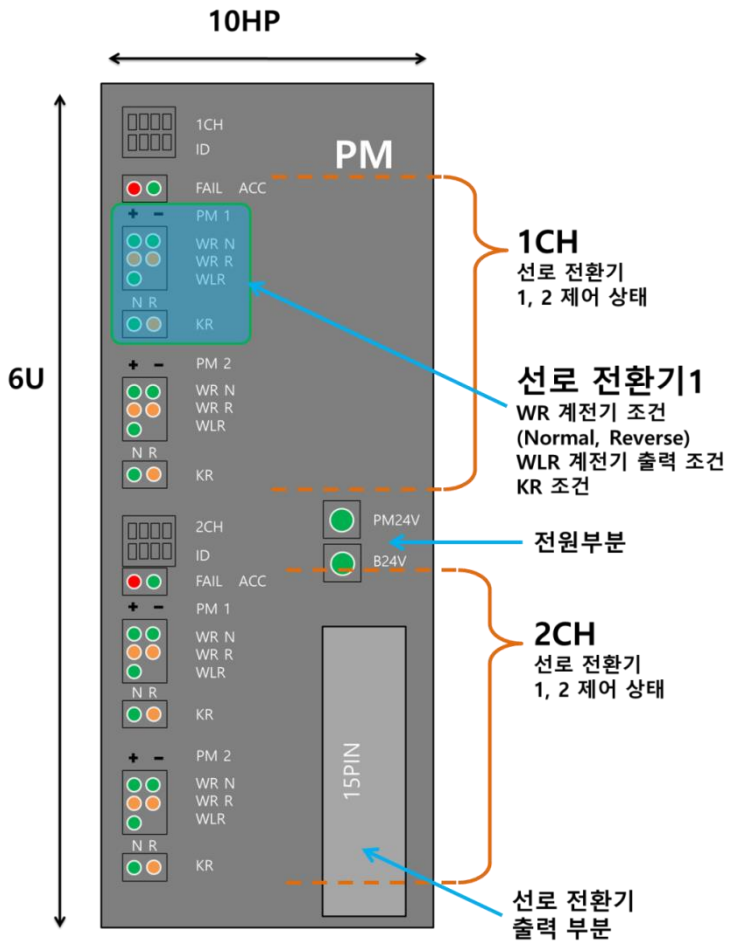


그림 47 전면 패널 구성

(나) PCB Layout

. Pcb layout 및 규격은 아래와 같다.

▪ Main PCB 규격

– 사이즈: 220 x 233.4mm

– 두께: 1.6t

– 재질: FR-4

– 전면 패널 사이즈: 6U x 10HP

– 전면 패널 재질: AL

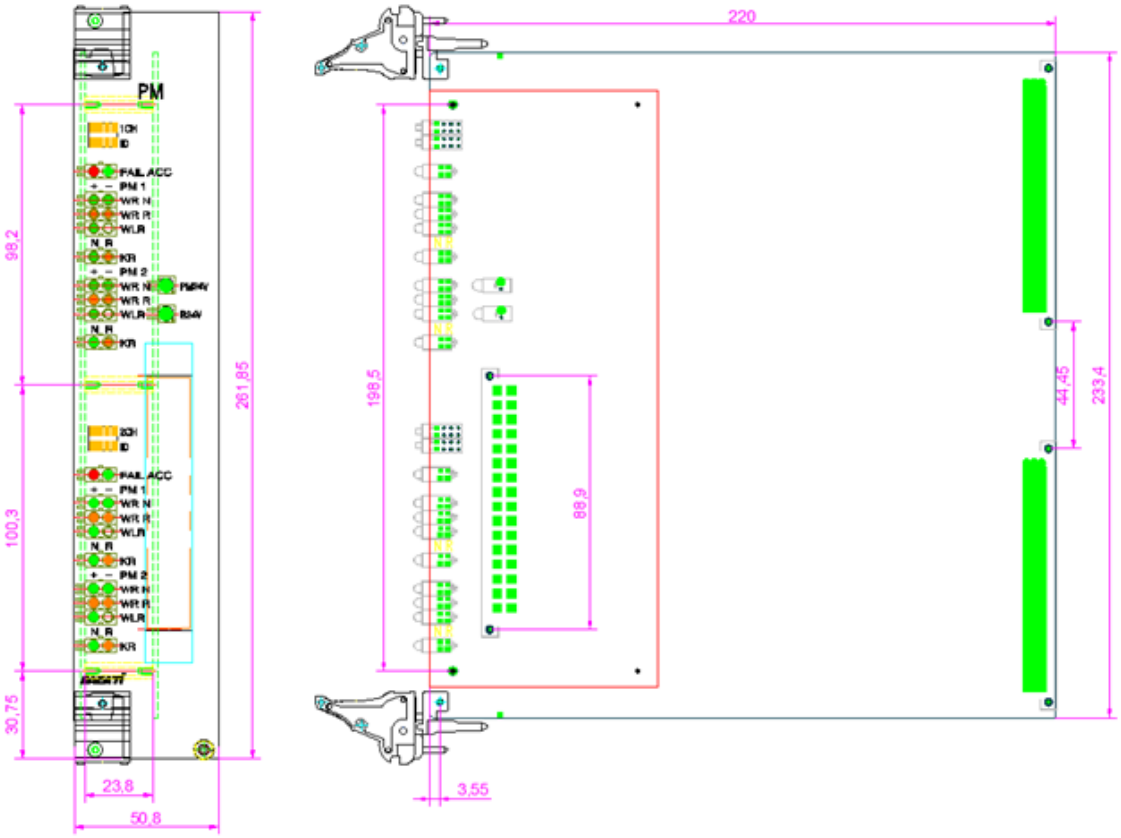


그림 48 Main PCB Layout

▪ Sub PCB 규격

– 사이즈: 220 x 233.4mm

– 두께: 1.6t

– 재질: FR-4

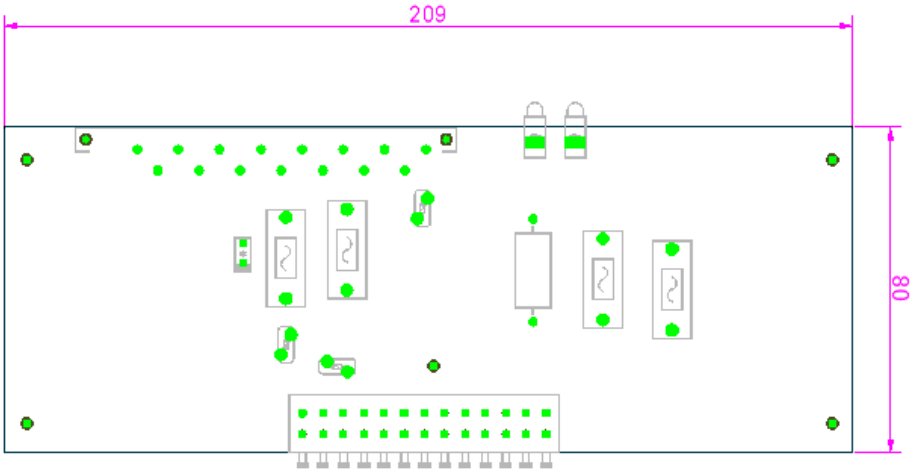


그림 49 SUB PCB layout

(다) 선로전환기 제어 모듈 사진

선로전환기 제어 모듈 사진과 제작 도면은 다음과 같다.



그림 50 선로전환기 모듈 사진

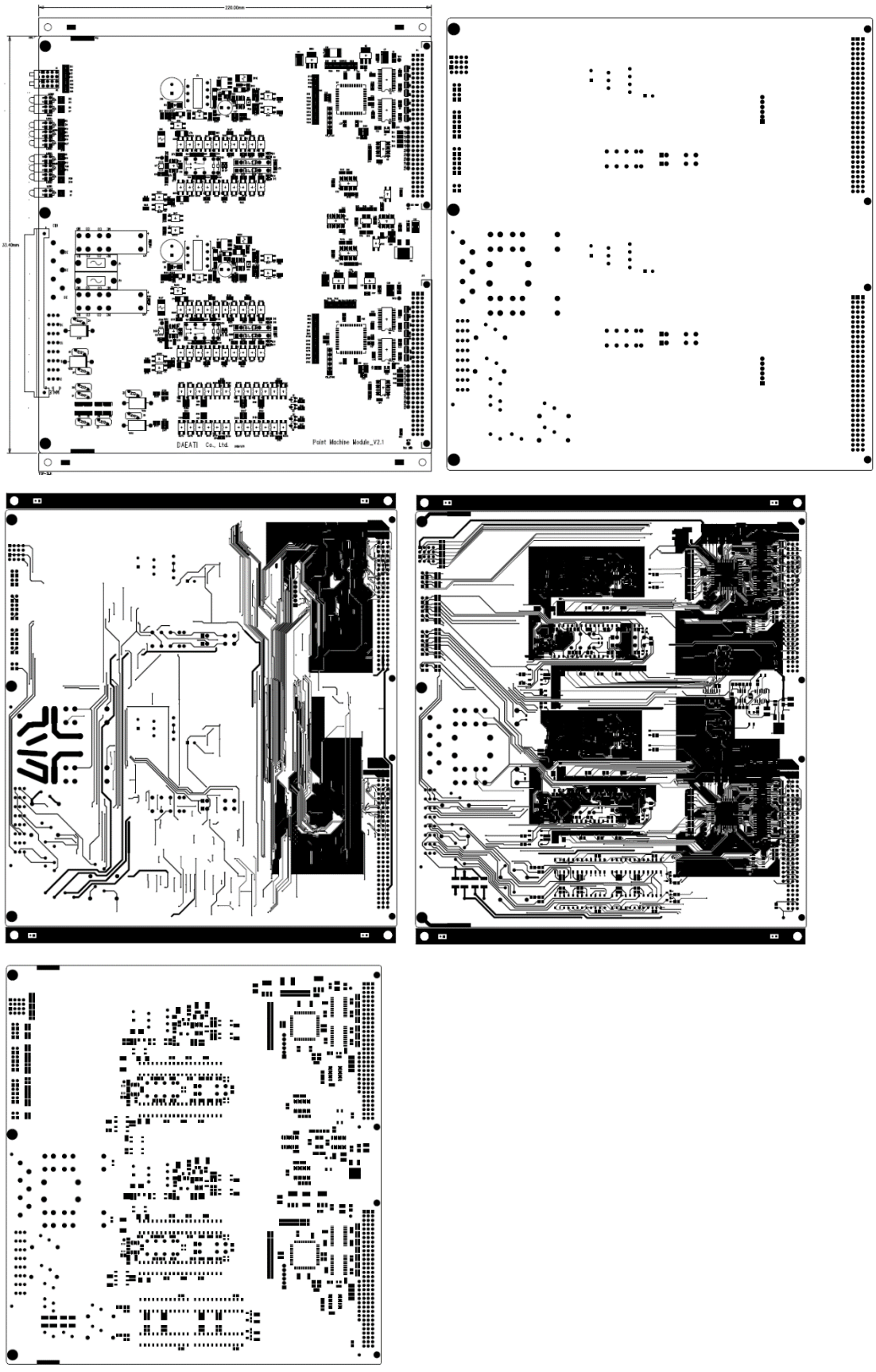


그림 **51** 선로전환기 **gerber** 이미지

(라) 시험

본 장에서는 시험 대상인 선로 전환기 모듈에 대해서 전원 투입하기 이전 단계와 전원 투입 후 동작 상태 및 기타 기능 시험에 필요한 시험 장비와 시험환경, 시험 항목에 대해 기술한다.

(마) 시험구성

선로 전환기 모듈의 HW 단위 시험을 위해 Power Supply, DC Electronic Load, digital Multi-meter 등이 사용된다.

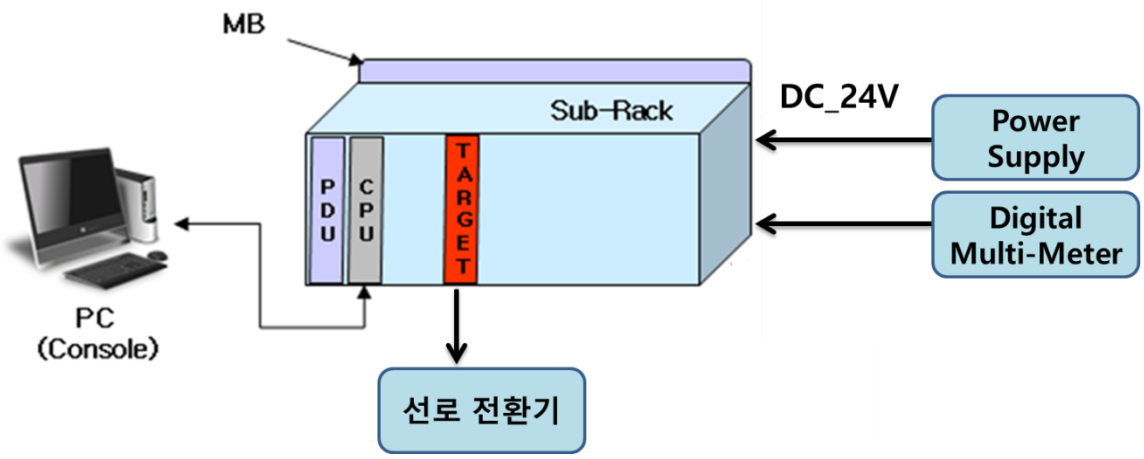


그림 52 선로 전환기 모듈 HW 단위 시험 구성

(바) 시험 항목

시험항목은 다음 표와 같다.

No.	시험항목	내용	비고
1	Isolation Test	Impedance 시험	
2	WME bus Test	ID Read/Write 시험	
3	Control Current Test	선로 전환기 출력 전류 시험	
4	Output Voltage Test	선로 전환기 출력 전압 시험	

표 32 선로전환기 모듈 시험항목

(사) 시험 사진



그림 53 시험 사진

(10) IP 제어부 신호기 모듈

IP 전자연동장치는 궤도회로 장치에 의해 발생된 열차 궤도점유 정보를 이용하여 신호기, 선로전환기, ATC/ATO제어 및 차내신호 전송 등 열차운행과 관계된 각종 제어기능을 Fail-Safe하게 처리하는 장치로서 기관사의 실수를 최대한 방호하기 위해 전기 전자 또는 기계적인 방법으로 신호기기 상호간에 쇄정을 맺어주는 장치이다. 본 장은 IP 전자연동장치 IP 제어부의 신호기 모듈에 대해 설계 사양서를 기술한다.

본 시스템의 IP 제어부 모듈 중 신호기 모듈은 5현시 신호기 제어용으로 안전 측 동장(Fail-Safe)을 위해 신호기 제어기능, 과전류 검지기능, Watch dog 기능 등이 2 중계로 구성되어 있다. CPU 모듈로부터 입력된 정보를 통해 신호기 모듈 내에서 제어 시 각 출력에 대한 피드백 신호로 모듈의 상태감시 및 처리상태를 확인할 수 있으며, CPU 모듈로부터 VME bus 방식을 통해 신호기 제어 및 상태 정보를 제공한다.

또한, 외부로 현재 모듈의 상태 및 신호기 제어 상태에 대한 정보를 제공하기 위해 신호기 모듈의 전면에 위치한 LED를 이용하여 유지보수 및 사용자에게 상태정보를 제공하도록 구성되어있다.

신호기 모듈은 CPU 모듈로부터 VME bus를 통해 데이터가 Read/Write되고, Write된 신호에 따라 현장 출력부로 신호를 출력하여 신호기로 신호를 현시한다. 또한 출력에 대한 피드백과, 전류검지 값을 내부 레지스터에 저장하여 CPU 모듈의 Read요청에 통해 VME

bus로 정보를 전달하고 bus상의 오류를 감지하기 위해 CPU로부터 받은 데이터가(각 신호기별 HR, GR, YR)를 다시 CPU로 피드백 한다.

모듈의 전면에 위치한 표시LED로 모듈 별로CPU로부터 받은 HR, GR, YR 값과 현시된 신호상태 Y, R, G, Y1을 표시한다.

WRITE WATCH DOG과, READ WATCH DOG은 VME CONTROLLER로부터 일정시간(100ms)마다 한번씩 체크신호 (WRCHK, RDCHK)를 받지 못하면 FAIL상태가 된다.

모든 조건이 정상이어야만 RUN상태가 된다.

신호기 모듈의 시스템 구성은 아래 그림과 같고, 본 문서에서는 신호기 1과 2의 구동 회로는 같기 때문에 신호기 1에 대해 설명한다.

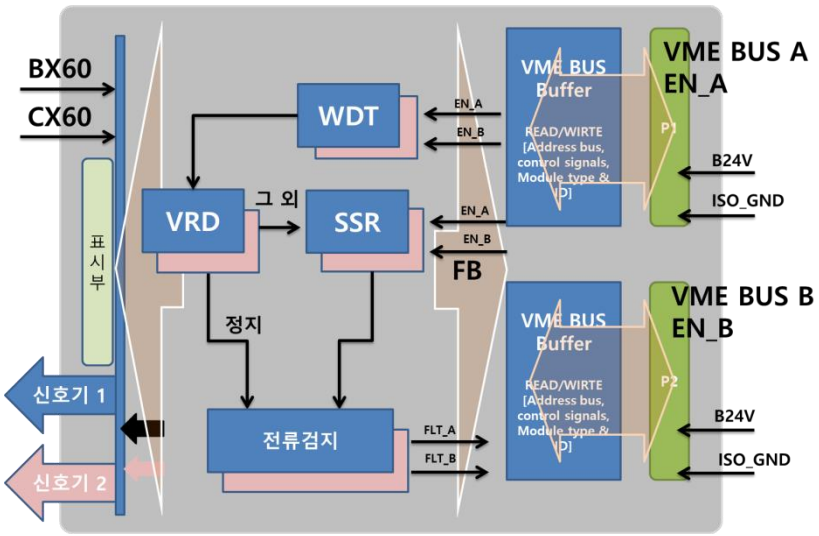


그림 54 신호기 모듈 구성도

(가) 전면 패널 구성

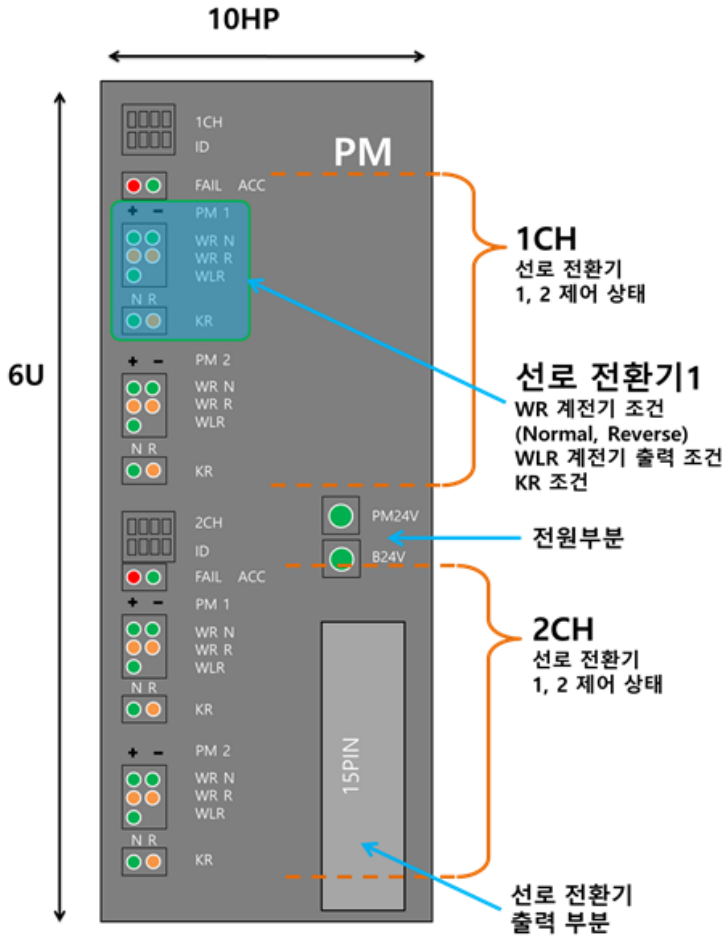


그림 55 전면 패널 구성

(나) PCB Layout

Pcb layout 및 규격은 아래와 같다.

▪ Main PCB 규격

- 사이즈: 220 x 233.4mm
- 두께: 1.6t
- 재질: FR-4
- 전면 패널 사이즈: 6U x 10HP
- 전면 패널 재질: AL

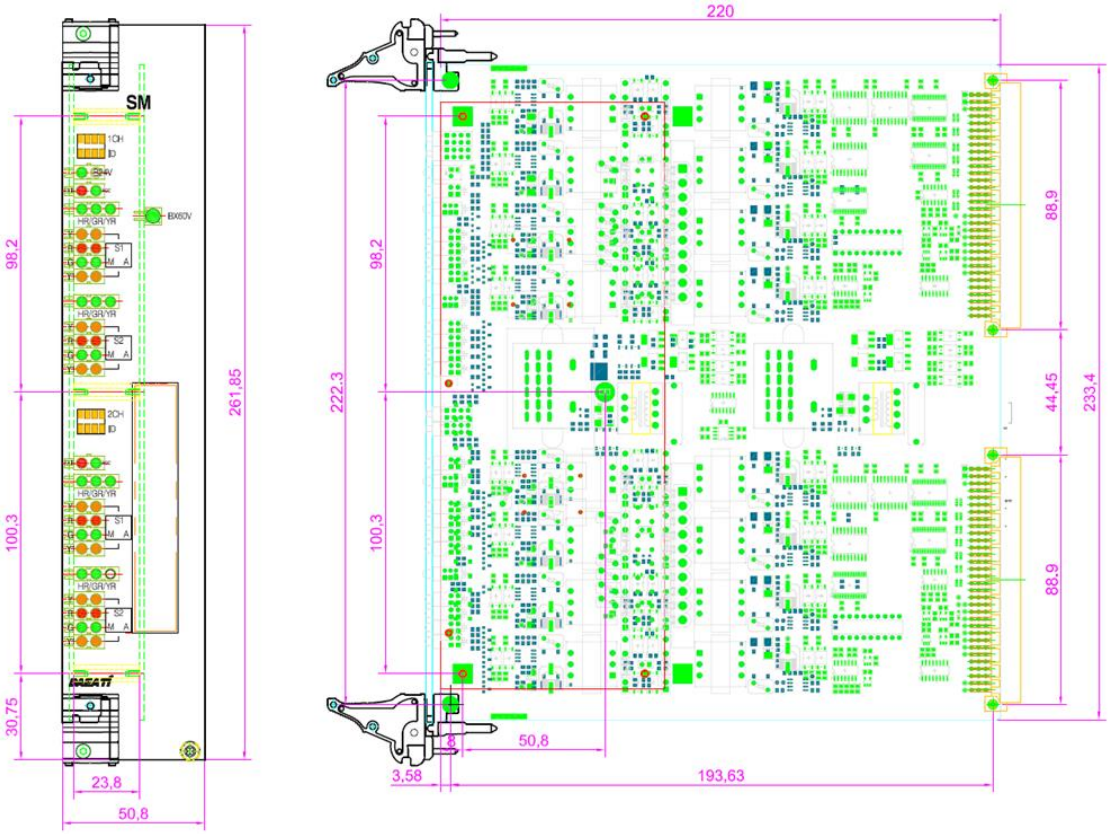


그림 56 Main PCB layout

▪ Sub PCB 규격

– 사이즈: 220 x 233.4mm

– 두께: 1.6t

– 재질: FR-4

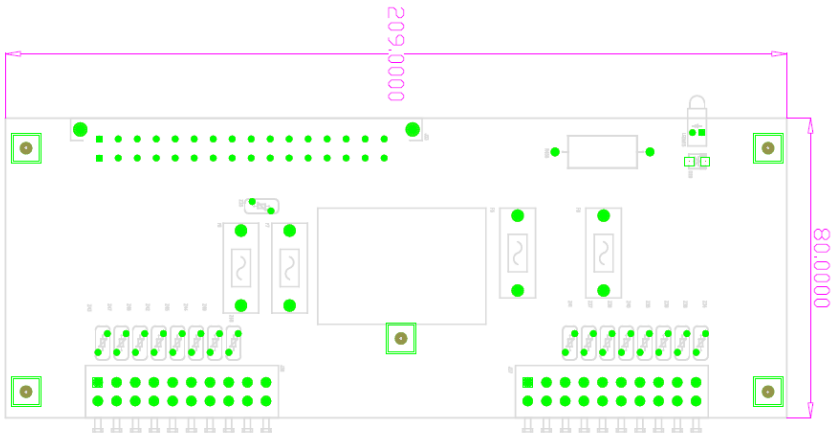


그림 57 SUB PCB layout

(다) 신호기 제어 모듈 사진

신호기 제어 모듈 사진과 제작 도면은 다음과 같다.

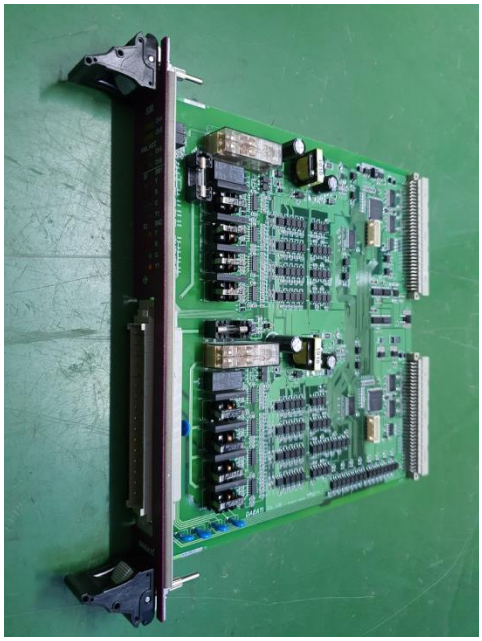
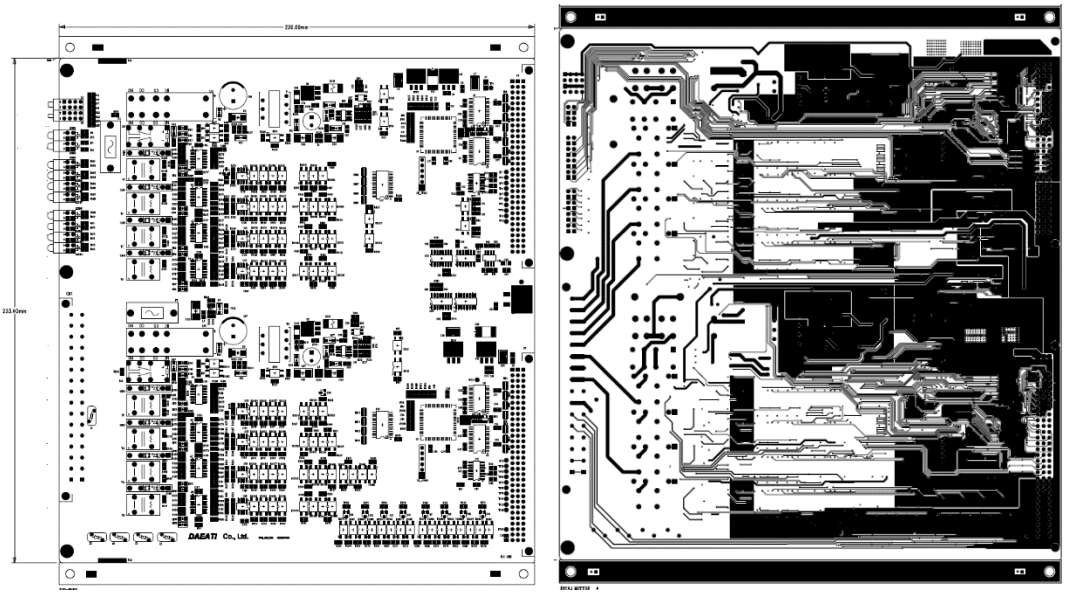


그림 58 신호기 모듈 사진



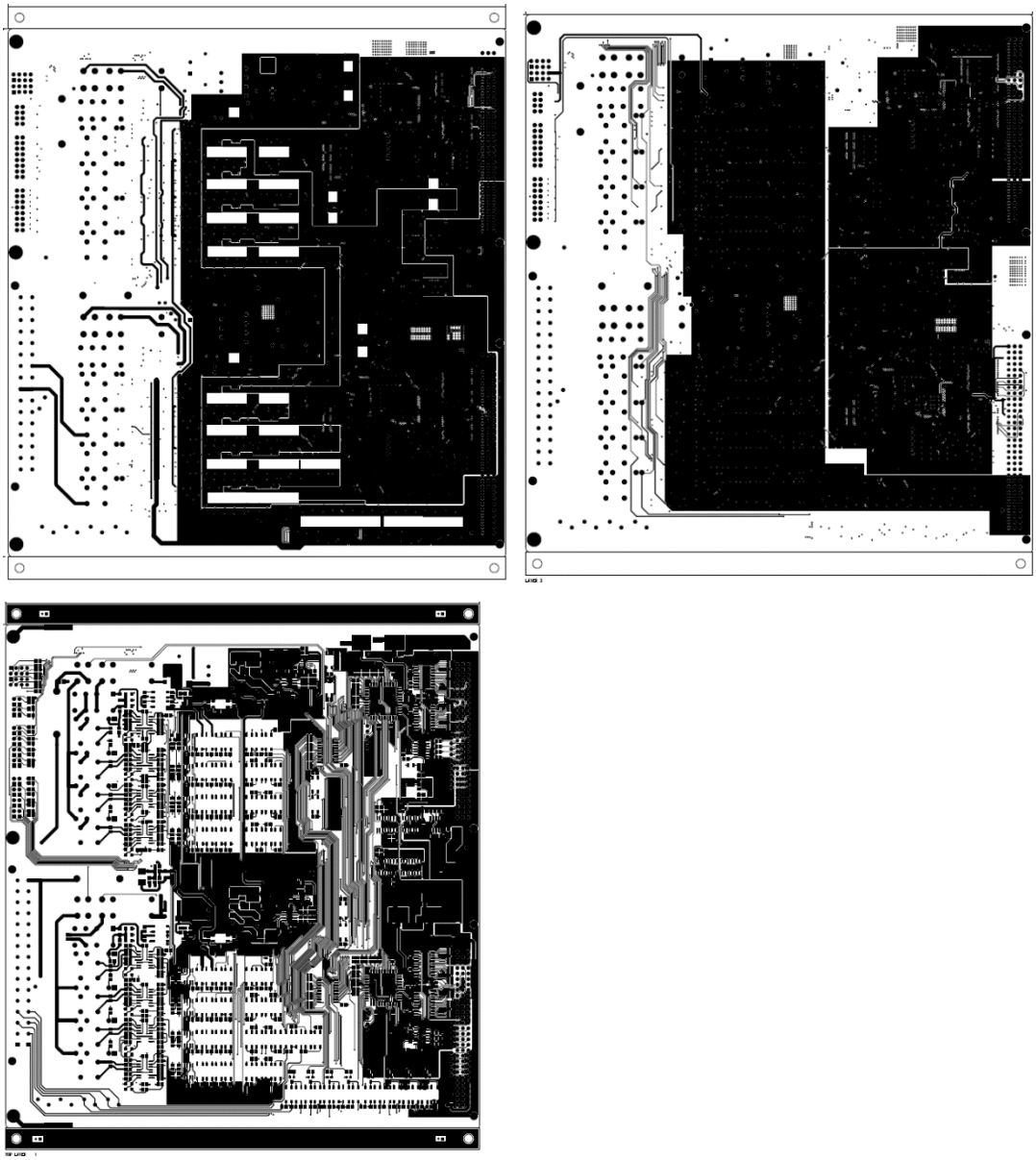


그림 59 신호기 모듈 gerber 이미지

(라) 시험

본 장에서는 시험 대상인 신호기 모듈에 대해서 전원 투입하기 이전 단계와 전원 투입 후 동작 상태 및 기타 기능 시험에 필요한 시험 장비와 시험환경, 시험 항목에 대해 기술한다.

(마) 시험구성

신호기 모듈의 HW 단위 시험을 위해 Power Supply, DC Electronic Load, digital Multi-meter 등이 사용된다.

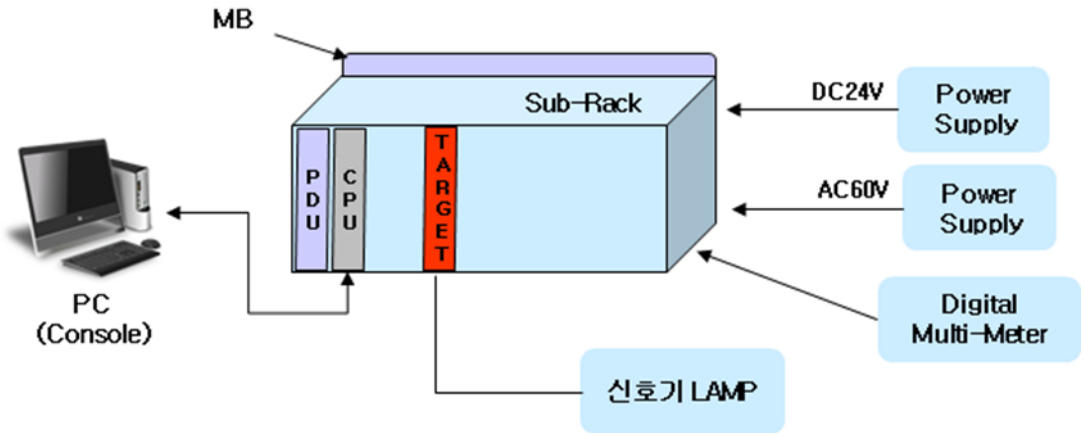


그림 60 신호기 모듈 HW 단위 시험 구성

(바) 시험항목

시험항목은 다음 표와 같다.

No.	시험항목	내용	비고
1	Isolation Test	Impedance 시험	
2	WME bus Test	ID Read/Write 시험	
3	Over Current Test	신호기 출력 과전류 시험	
4	Under Current Test	신호기 출력 저 전류 시험	

표 33 신호기 모듈 시험항목

(사) 시험사진



그림 **61** 시험 사진

(11) 입출력 방식변경

결선도 방식의 TOOL을 사용하여 입출력 변경 후 기능시험을 진행하여 이상이 없을음 확인한다.

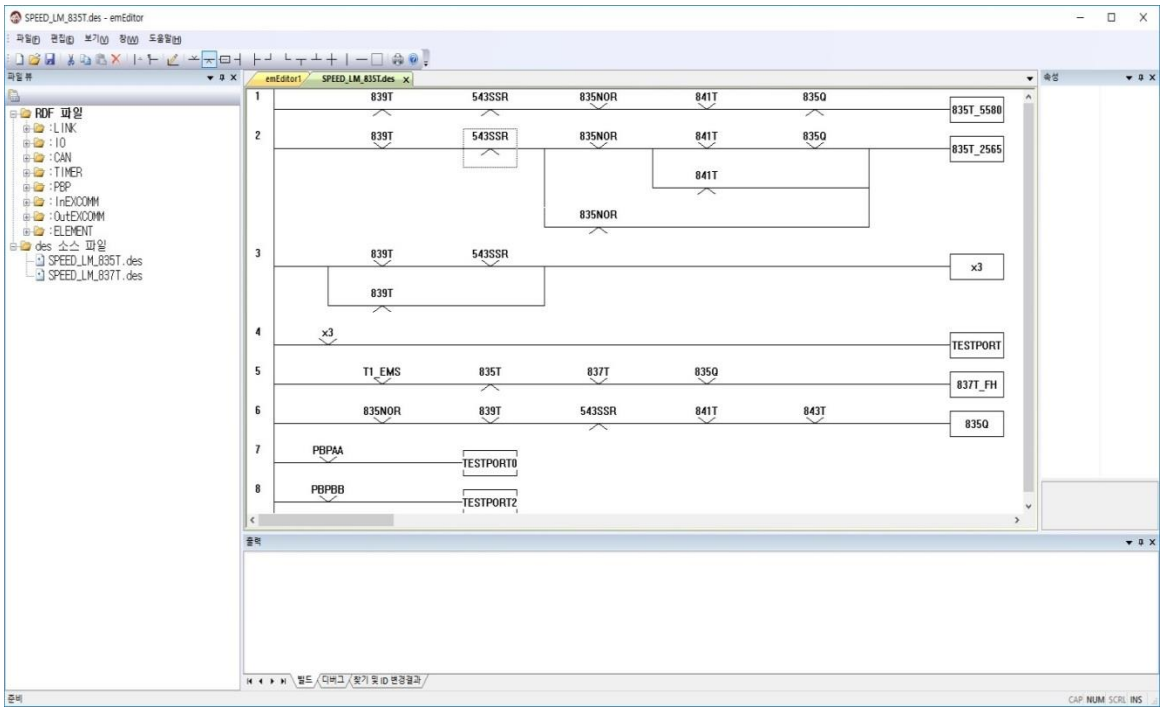


그림 62 기본 화면 구성

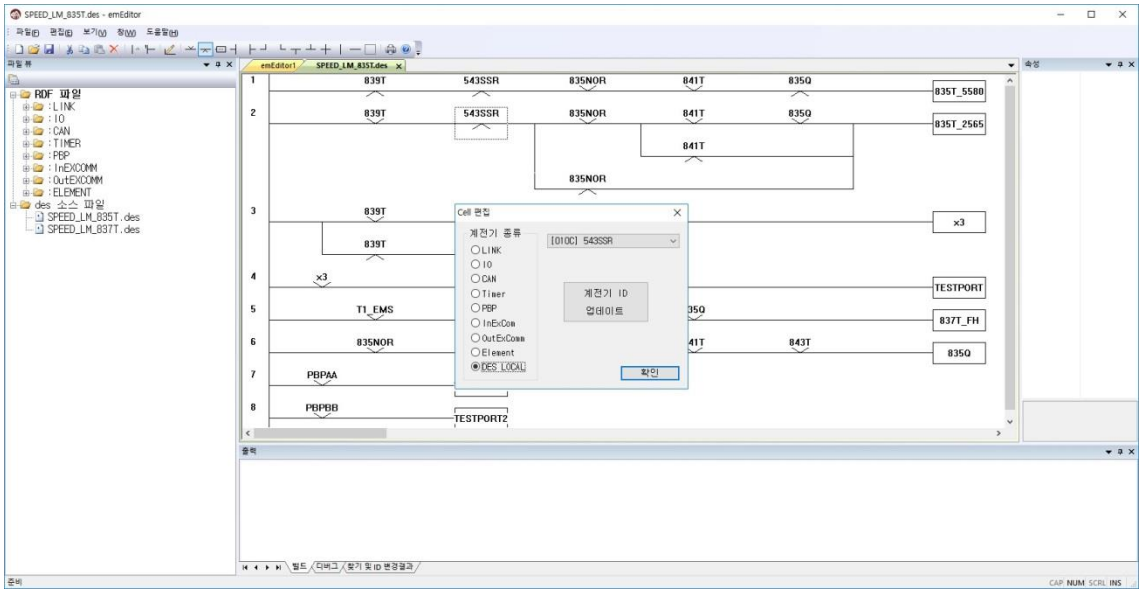


그림 63 편집 화면 구성

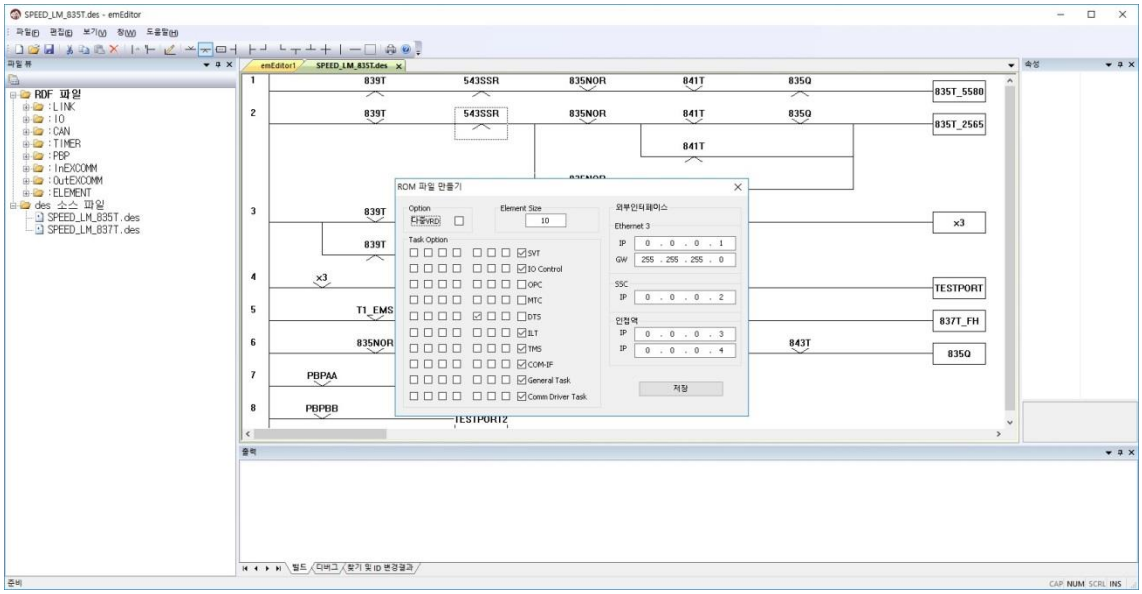


그림 64 목적파일 생성

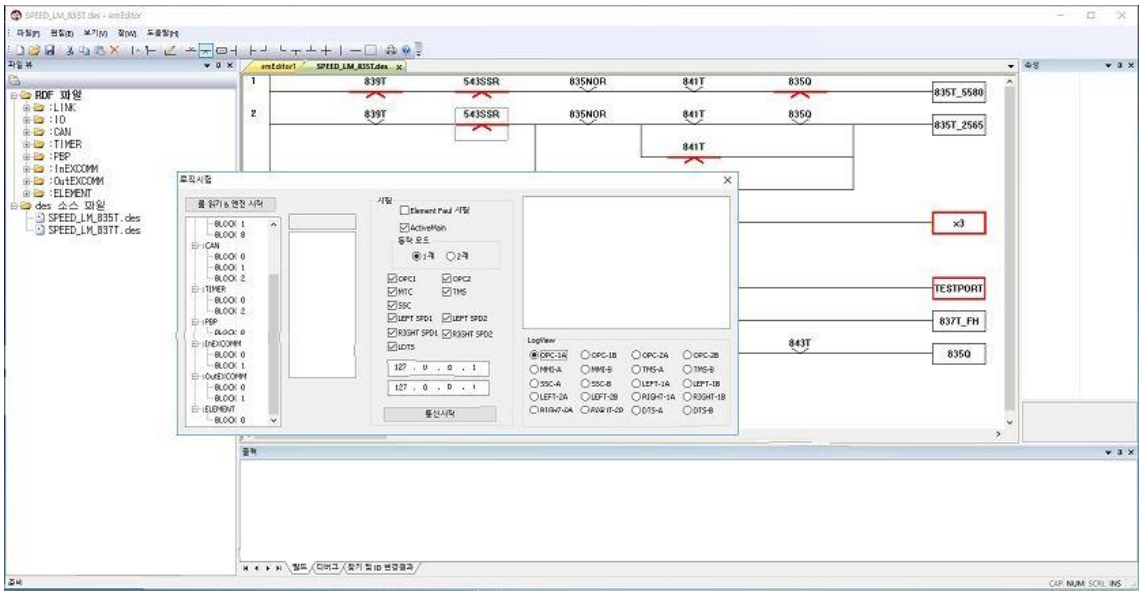


그림 65 기능시험

(12) IP 제어부 상호 운영성 규격에 따른 개발/시제품 제작

<<별첨 3. IP기반 전자연동장치 안전성설계사양서 참조>>

(가) 1 차 시제품 설계 및 형태

1차 시제품의 형태 및 개발 내용은 아래와 같이 처리하였다.

입력전원의 일원화, 기구적인 크기, 이중계 구성 및 계절체, 통신인터페이스에 대해서는 공통적으로 적용하고, 장치별 요구사항은 각각 처리하는 것으로 하였다.

1차 설계에 대한 외형 및 내부 설계의 구체적 내용은 아래와 같다.

1) IP 제어부의 구성도(1차)

(1) IP 제어부의 형태

- 외형: 19 " 1U Size
- 입력전원: 24V DC

✓입력전원 감시에 따른 OVP(과전압방지), UVP(저전압방지), OVC(과전류) protection

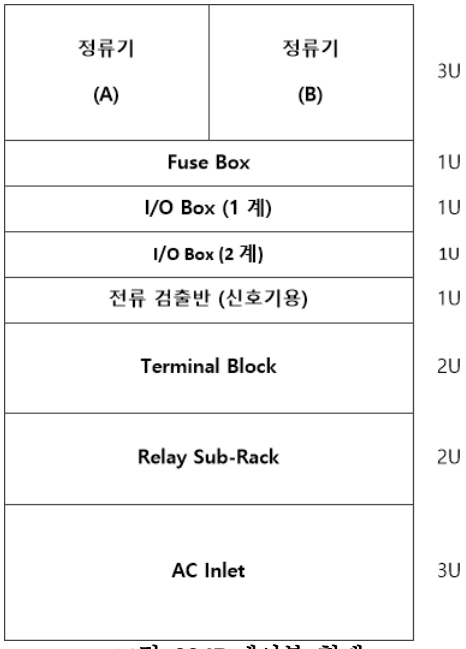


그림 66 IP 제어부 형태

(2) 이중계 구성 및 계절체

- 이중계로 구성하고, Generic 입출력의 입력감시는 Active/Stand-by에 관계없이 입력감시 수행
- 계절체

✓계간 상태 감시결과에 따라 Active/Stand-by 계절체

✓Stand-by 계는 제어신호를 출력하지 않음

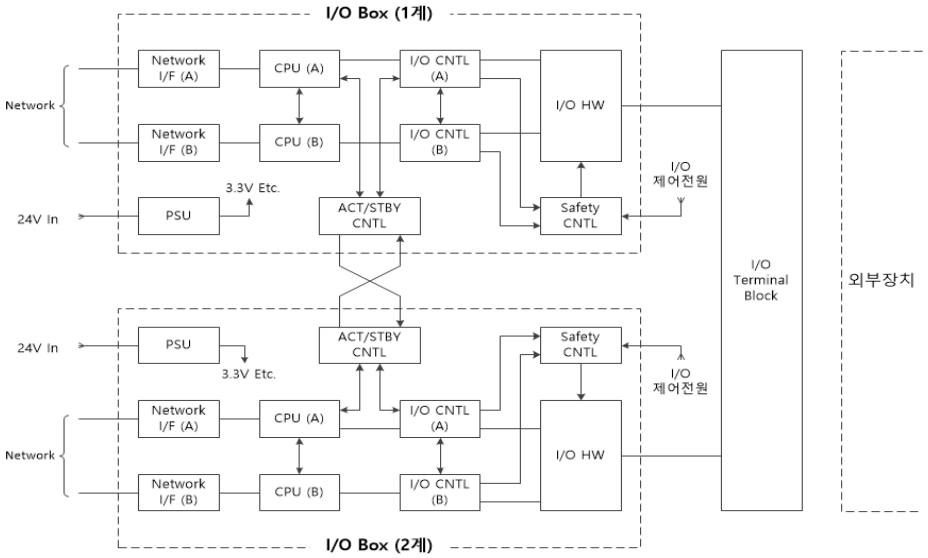


그림 67 내부 Block Diagram

✓내부 Block Diagram

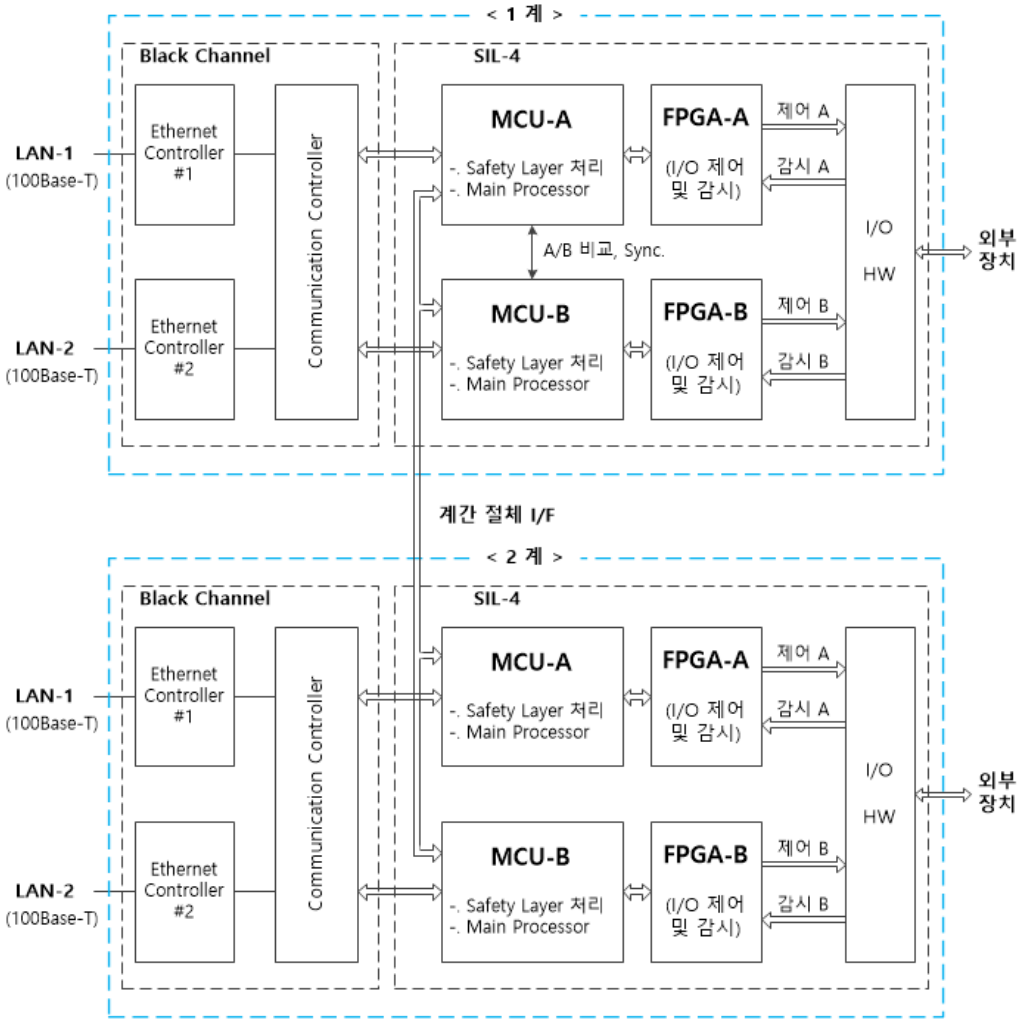


그림 68 2 중계 시스템 Block Diagram

✓2중계 시스템 Block Diagram

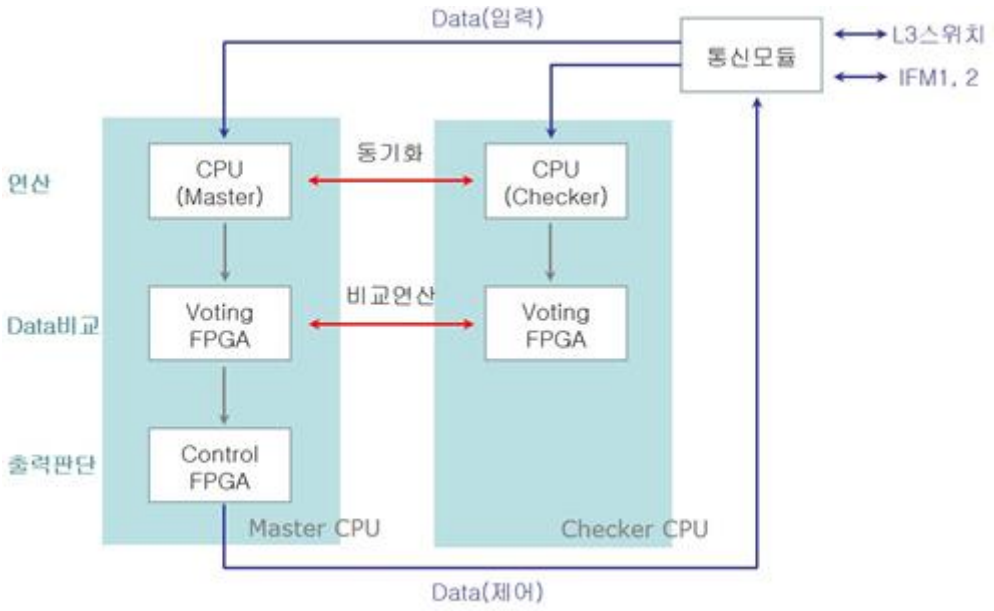


그림 69 FPGA 처리

2중계 시스템의 구조 형태는 Active(Master)와 Stand-by(Checker)간에 동기화가 이루어 지고, 그에 따른 상호 데이터 비교를 거쳐 일치한다고 판단되면 제어하는 형태이다. 따라서 이것을 S/W 형태로 처리하기보다 H/W 형태로 처리하는 것이 시스템에 안전하고 안정적이기 때문에 일반적으로 FPGA를 이용하여 처리하고 있다.

(3) 통신 인터페이스

- Network 2중화
- Physical Interface: 100 Base-T 이상
- Network Layer: IPV4 (IP address filtering)
- Transport Layer: UDP (Port no filtering)
- Safety Layer: RASTA (EuLink)
- Application Layer: PDI(EuLink)

✓시스템 Network 구성도

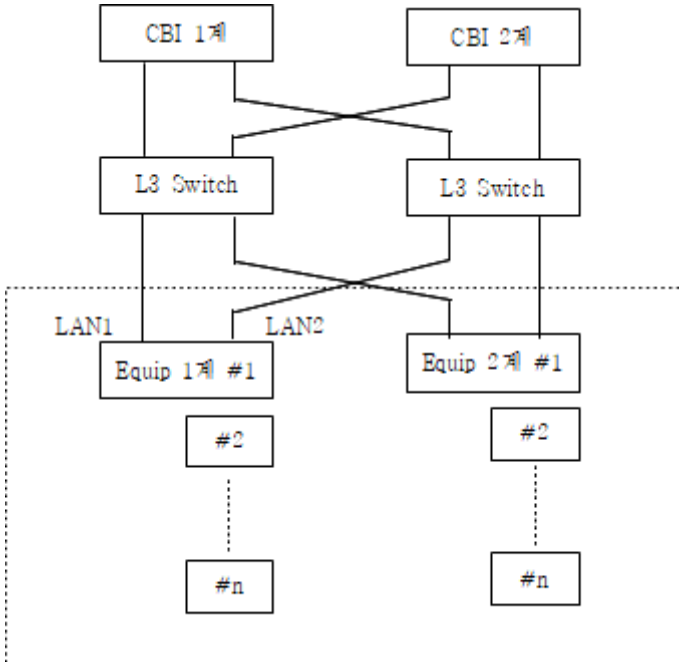


그림 70 통신 시스템 Network 구성도

✓장치별 Network 구성도

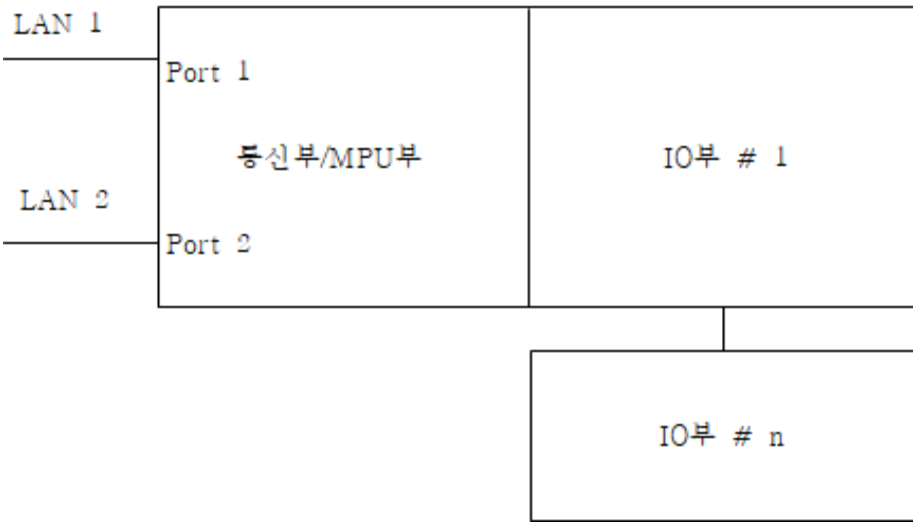


그림 71 장치별 Network 구성도

✓ 각 장치는 이중계로 구성되면 위그림은 단일계의 구성을 나타낸다.

✓ I/O부는 신호기용, 선로전환기용, 입력용, 출력용으로 구분된다.

✓ 각장치는 종류별로 IP를 가지며, 여러개를 제어한다.

✓ 각 장치는 내부에 통신제어부, MPU부, I/O부로 나누어 진다.

✓ 통신제어부와 MPU부는 공통적으로 사용된다.

✓ #1 ~ #n은 I/O부 만을 나타내며, 최대 수치는 각 모듈마다 따로 결정한다.

(4) I/O Box 별 기능

✓ 전체적인 일괄표

I/O Module Input : 8 Port (Check-In 신호, Dummy Load) Output : 8 Port (Port별 전압, 전류, 과전류 감시)	**Network Interface Module** Network 이중화 Physical Interface : 100 Base-T/1000Base-T Network Layer : IPV4 (IP Address Filtering) Transport Layer : UDP (Port No Filtering) Application Layer : Safety Protocol
선로전환기 Module Input : 2 Port (예비용) 선로전환기 제어 출력 : 2 Port (N/R) 제어감시 입력 (각 Port별 N/R 별) ; 12개소 (2 × 2 × 3) -전압 감시 (V_Mon) -부하전류 감시 (A_Mon) -과전류 감시 및 제어 (OVC_Mon) 제어 계전기 접점 감시 입력 -Port당 NWR/RWR (총 4개소) 선로전환기 정위/반위 감시 -각 Port 별 4개씩 (NKR1/RKR1, NKR2/RKR2) 총 8개 입력 **I/O 회로 수** **-Output : 4 회로** **-Input : 총 26 회로, 14 회로 (기존 I/O 입력회로) + 12 회로 (Monitor)**	**신호기 (5현시) Signal Module** Input : 2 Port (예비용) 신호기 제어 출력 : 2 Port (총 6 회로) -HR 제어 출력 -YR 제어 출력 -GR 제어 출력 신호기 제어 출력 감시 (각 출력 당) ; 18개소 (2Port × 3출력 × 3Mon) -전압 감시 (V_Mon) -부하전류 감시 (A_Mon) -과전류 감시 및 제어 (OVC_Mon) 제어 계전기 접점 감시 입력 -Port당 HR/YR/GR (총 6개소) 신호기 전류 감시 입력 (Via 신호기 전류 감시반) -Port당 4개소 (8개 입력) **I/O 회로 수** **-Output : 6 회로** **-Input : 총 34 회로, 16 회로 (기존 I/O 입력회로) + 18회로 (Monitor)**

표 34 I/O ㅂ Box 별 기능 전체

– 입력용

- 입력: 8 Port (Check-in 신호, Dummy load)
- 입력검지 이중화 및 A/B 비교 (상이할 경우 Port Alarm 발생)
- 입력검지 유효성 판단을 위한 Check-In (Debouncing) 신호 사용
- 입력 전원 감시 및 제어

✓Low Voltage 시 전원 차단

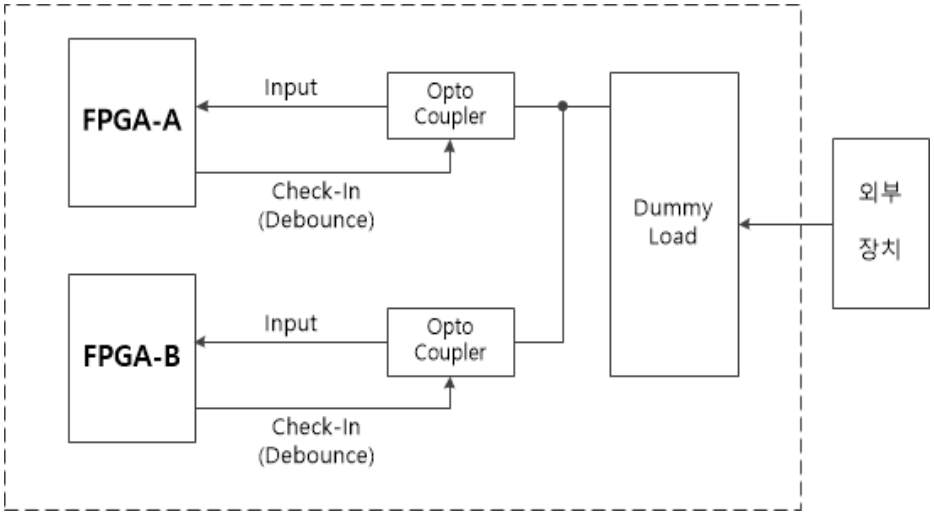


그림 72 입력검지 이중화 및 A/B 비교

✓ 외부 장치와의 간섭 및 노이즈를 피하기 위해 Opto Coupler를 사용한다.

✓ 외부 장치로부터의 인입전류에 의한 장치의 보호를 위해 Dummy Load를 둔다.

✓ 입력검지 유효성 판단을 위한 Check-In (Debouncing) 신호를 사용한다.

✓ H/W적으로 입력검지 이중화 및 서로 비교를 한 후 처리한다.

✓입력모듈의 개략형태

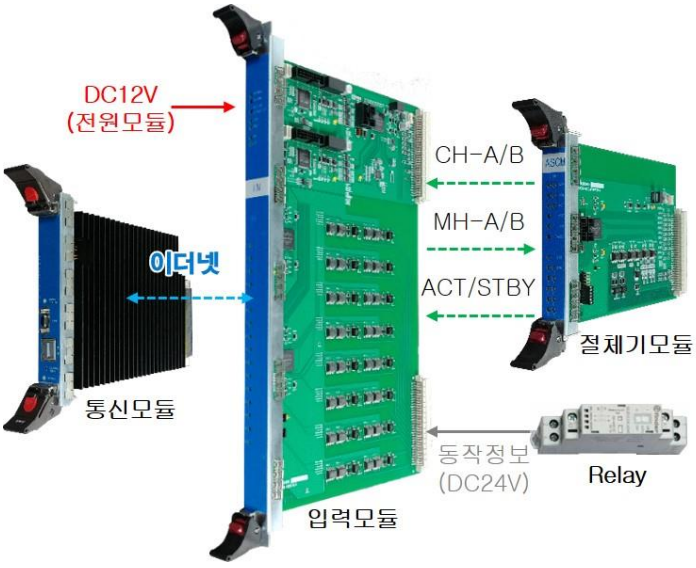


그림 73 입력모듈 개략형태

– 출력용

- 출력: 8 Port (Port별 전압, 전류, 과전류 감시 기능)
- 출력제어 이중화

✓A/B Route가 동일하여야 출력제어 Enable

✓출력제어 HW 이중화 (HW AND)

• 제어 전원 감시 및 제어
✓Low Voltage 시 전원 차단
• 출력감시 (V_Mon) 및 비교 (A/B가 상이할 경우 Port Alarm 발생)
• 출력 Port 별 과전류 감시 및 차단

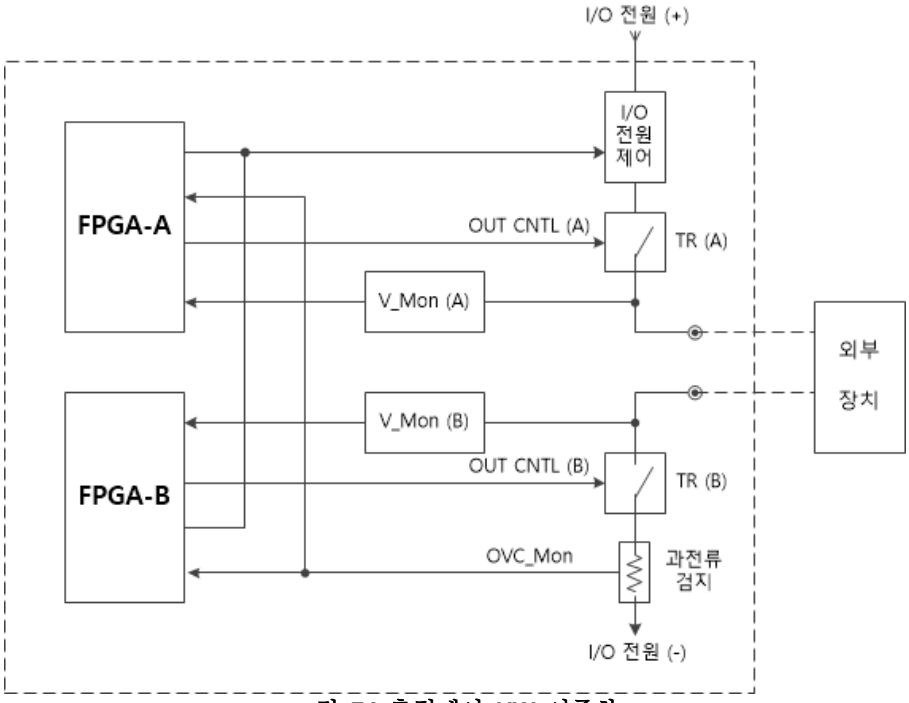


그림 74 출력제어 HW 이중화

✓ 외부 장치로 출력시 출력감시를 통해 정상적으로 동작하는지 비교한다.
✓ 출력제어는 H/W적으로 이중화하고 AND처리로 한다.
✓ 장치의 보호를 위해 출력 포트별 과전류 감시 및 차단을 한다.
✓ H/W적으로 출력제어를 서로 비교를 한 후 처리한다.
✓ 외부 장치 및 내부장치의 순간전압의 변동에 따른 보호를 위해 SSR을 이용해 처리한다.
✓출력모듈의 개략 형태

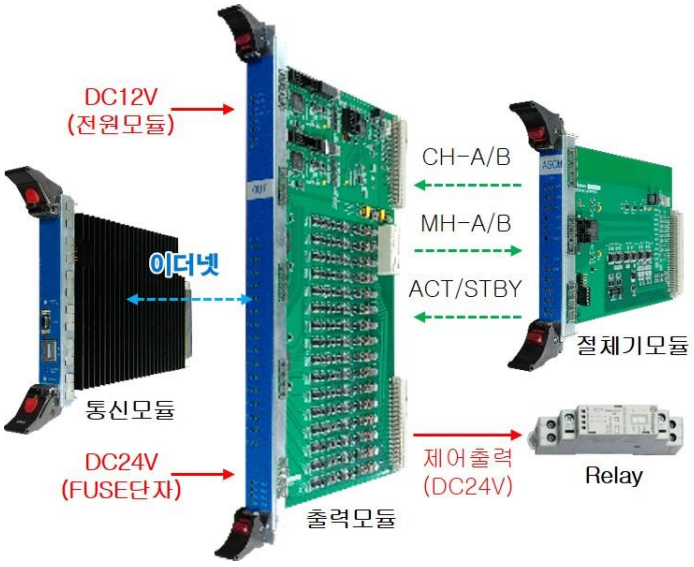


그림 75 출력모듈 개략형태

– 신호기 (5현시) 용

- Input : 2 Port (예비용)
- 신호기 제어 출력 : 2 Port (총 6 회로, 5현시용)
- 신호현시제어 (5현시)
- 부하 검지 (단심 검지)
- 조도 제어 및 검지 (x)
- 제어출력 이중화

✓A/B Route가 동일하여야 신호기 현시제어 (상이할 경우 적색 제어)

✓출력제어 HW 이중화 (HW AND)

✓부하 검지 이중화 (A/B가 상이할 경우 Port Alarm 발생)

- 출력 Port별 과전류 감시 및 차단
- 장치로의 공급전원은 외부에서 공급

✓ 부하가 단심이 되었는지 검지를 한다.

✓ 출력제어는 H/W적으로 이중화하고 AND처리로 한다.

✓ 장치의 보호를 위해 출력 포트별 과전류 감시 및 차단을 한다.

✓ H/W적으로 출력제어를 서로 비교를 한 후 처리한다.

✓ 외부 장치 및 내부장치의 순간전압의 변동에 따른 보호를 위해 SSR을 이용해 처리한다.

✓ 장치로의 공급전압은 외부 전원을 사용한다.

✓신호기모듈의 개략 형태

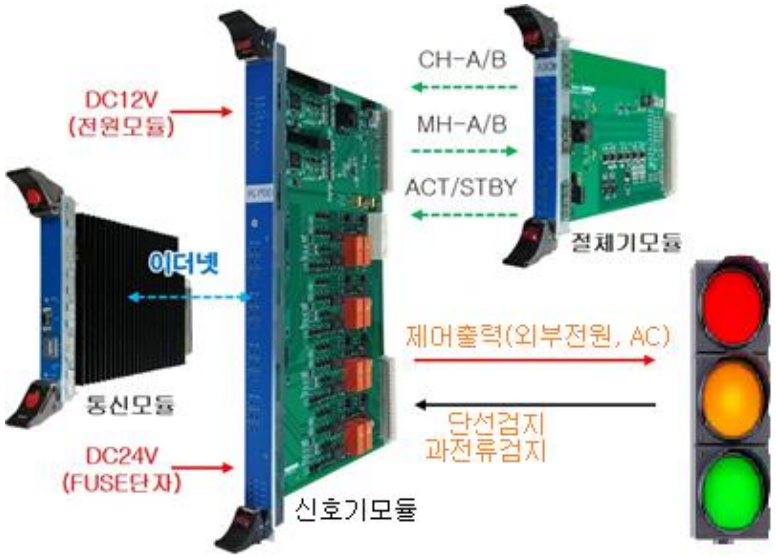


그림 76 신호기모듈의 개략 형태

– 선로전환기용

• 입력: 2 Port (예비용)

• 선로전환기 제어출력: 2 Port (N/R)

• 출력제어 이중화

✓A/B Route가 동일하여야 출력제어 Enable

✓출력제어 HW 이중화 (HW AND)

• 방향제어 (NWR/RWR) 이중화

✓A/B Route가 동일하여야 방향제어 Enable (상이할 경우 이전상태 유지)

• 출력감시(V_Mon) 및 비교 (A/B가 상이할 경우 Port Alarm 발생)

• 방향제어 감시

✓방향제어 출력과 감시가 상이할 경우 Port Alarm 발생 및 출력제어 Disable

•선로전환기 상태감시

✓정위/반위 감시 (쌍동, PM당 2회로)

✓선로전환기 동작 시간

✓선로전환기 구동 가능/불가능

• 제어 전원 감시 및 제어

✓Low Voltage 시 I/O 전원 차단

• 선로전환기의 공급전원은 극성을 분리해서 처리

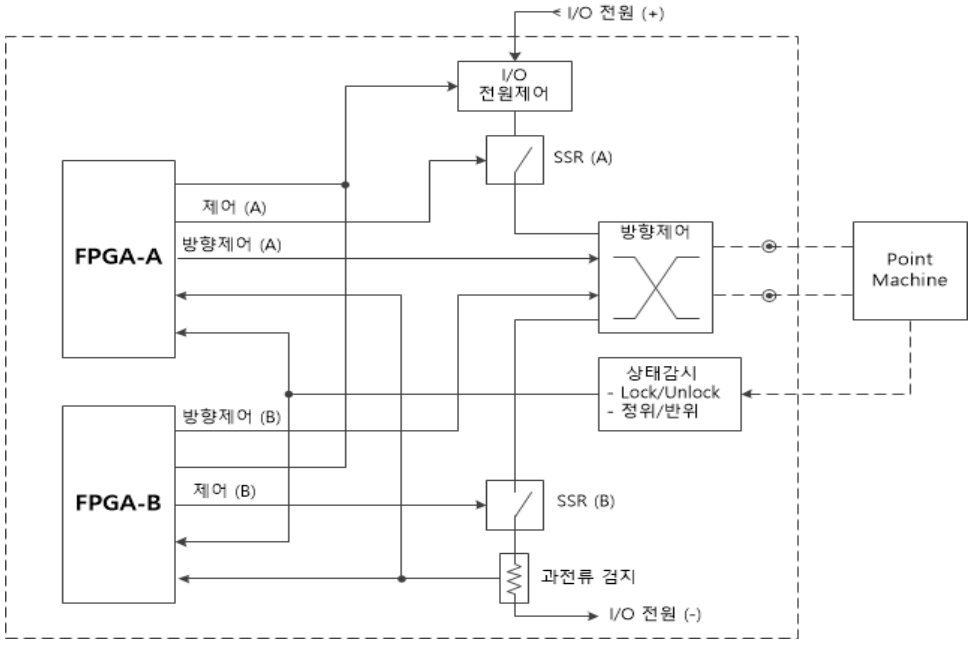


그림 77 출력제어 HW 이중화

✓ 출력제어는 H/W적으로 이중화하고 AND처리로 한다.

✓ 장치의 보호를 위해 출력 포트별 과전류 감시 및 차단을 한다.

✓ H/W적으로 출력제어를 서로 비교를 한 후 처리한다.

✓ 외부 장치 및 내부장치의 순간전압의 변동에 따른 보호를 위해 SSR을 이용해 처리한다.

✓ 제어 출력시 방향에 대한 감시와 상이할 경우는 출력제어를 중지시킨다.

✓ 선로전환기의 특성상 전압의 극성을 분리시킨다.

✓ 이상이 발생 되었을 경우는 Alarm 처리를 한다.

✓선로전환기모듈의 개략 형태

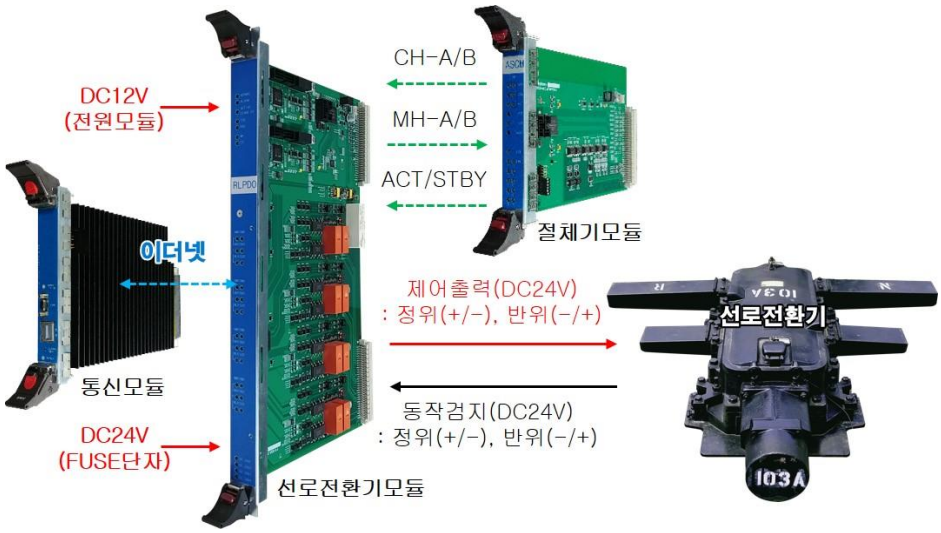


그림 78 선로전환기 모듈의 개략형태

✓각종 회로도(예, 출력)

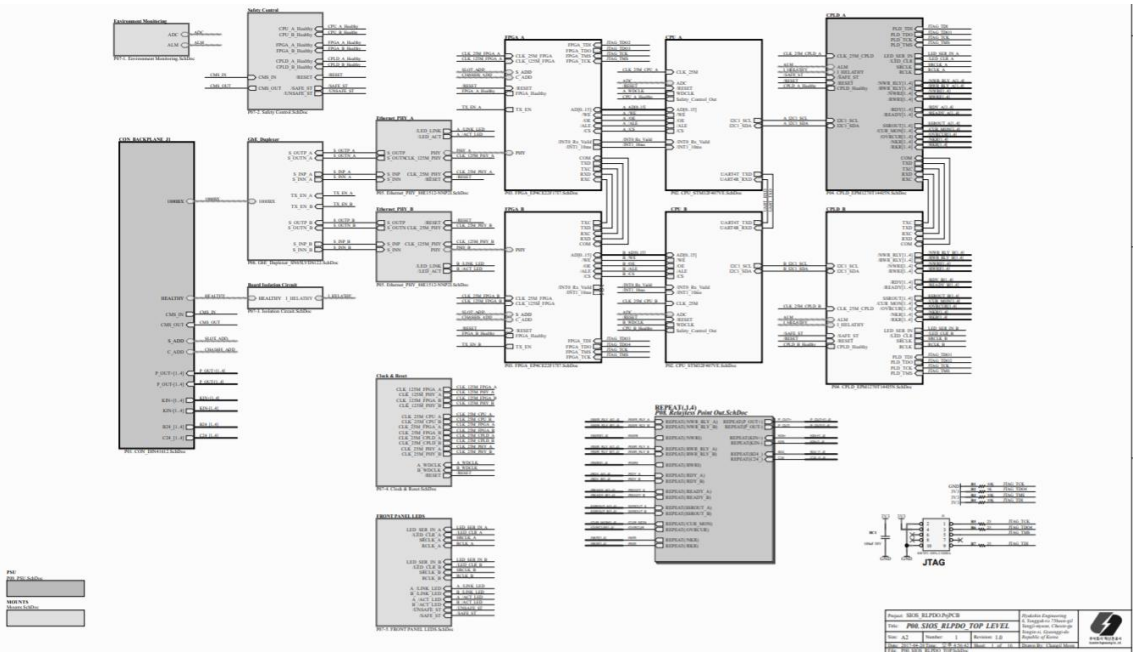


그림 79 출력 예시

✓CPU 회로도

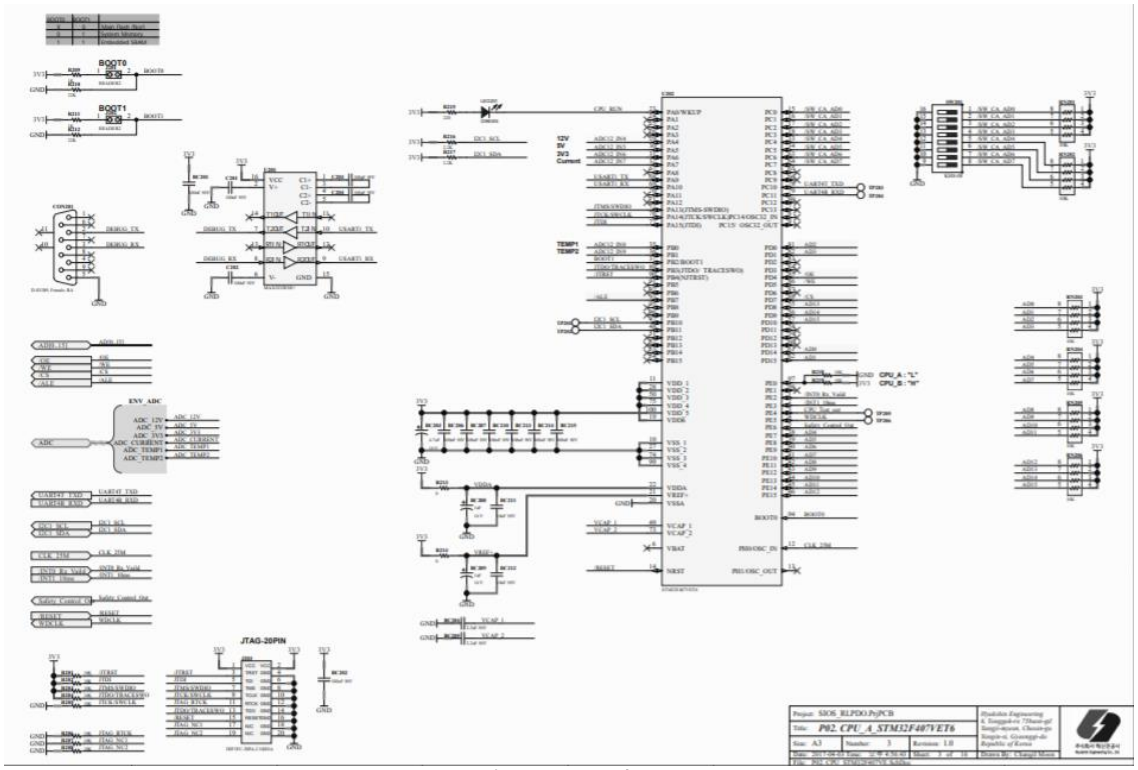


그림 80 CPU 회로도

✓FPGA 회로도

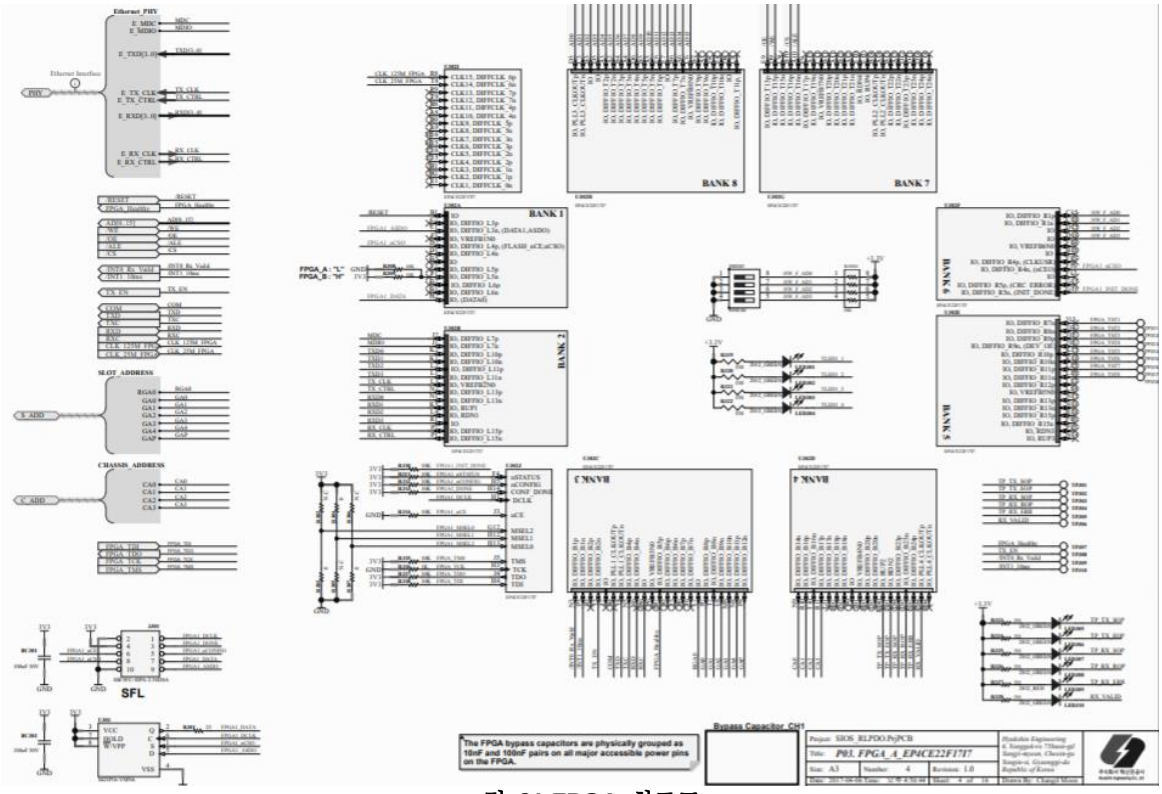


그림 81 FPGA 회로도

✓CPLD 회로도

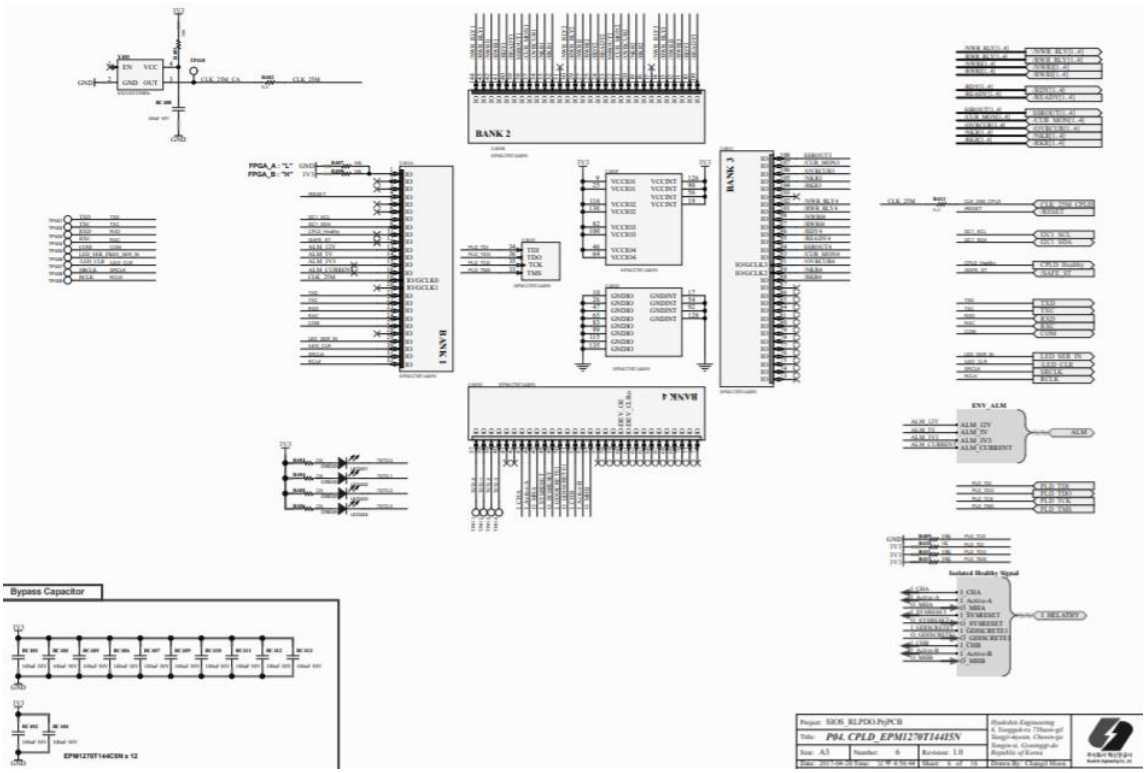


그림 82 CPLD 회로도

✓Ethernet 회로도

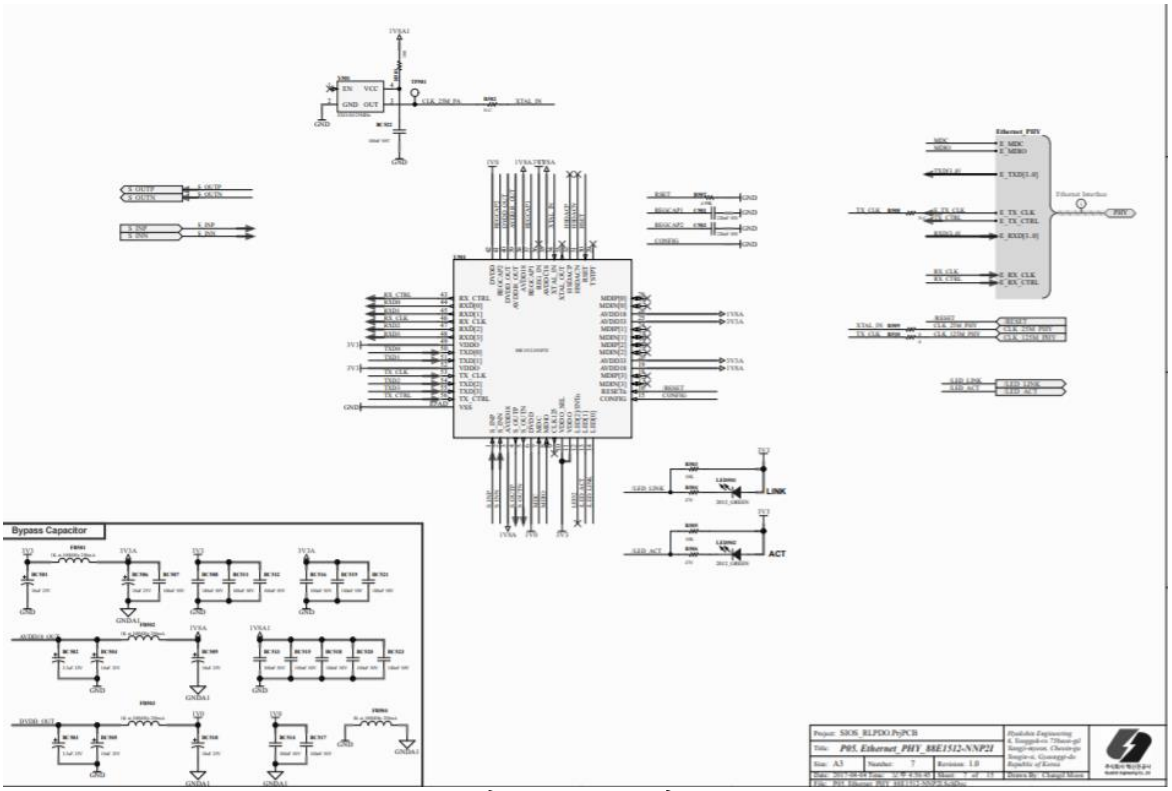


그림 83 Ethernet 회로도

✓HM 회로도

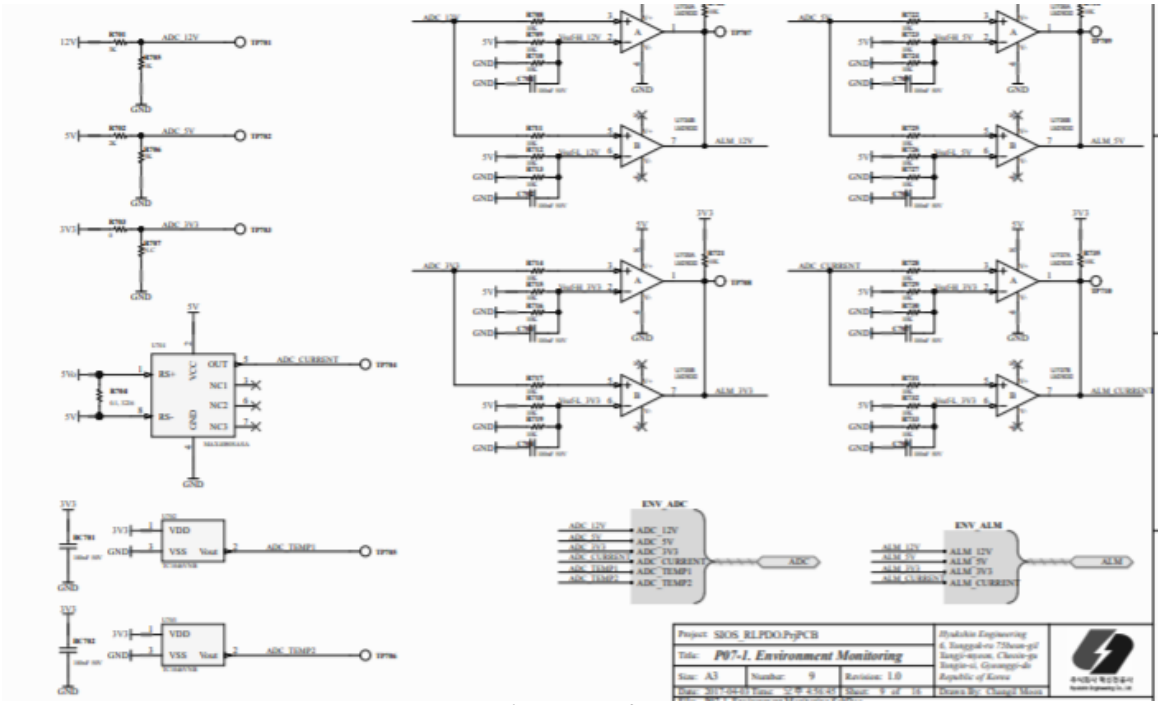


그림 84 HM 회로도

✓Safety control 회로도

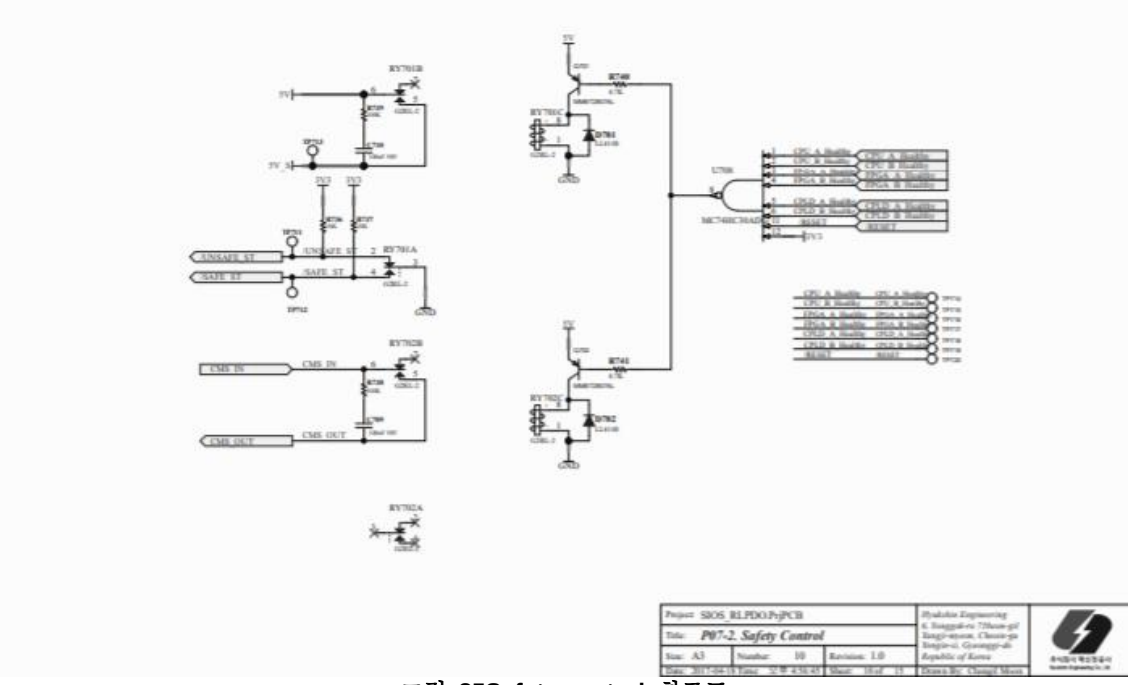


그림 85Safety control 회로도

✓Isolation 회로도

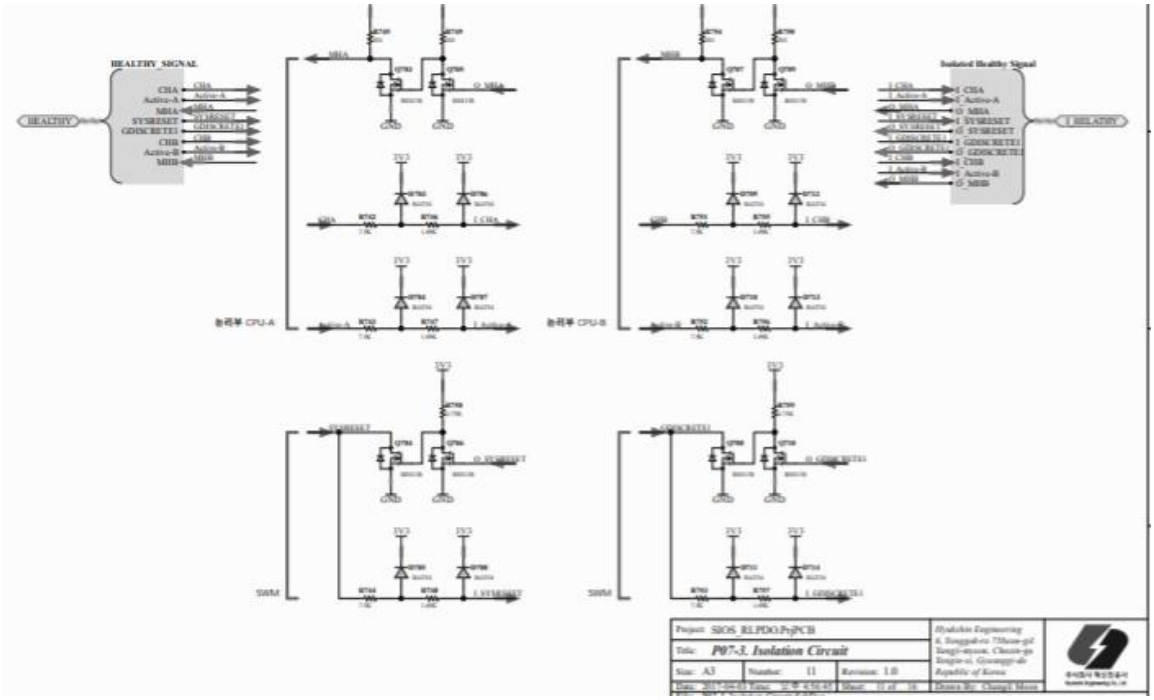


그림 86 Isolation 회로도

✓Clock & reset 회로도

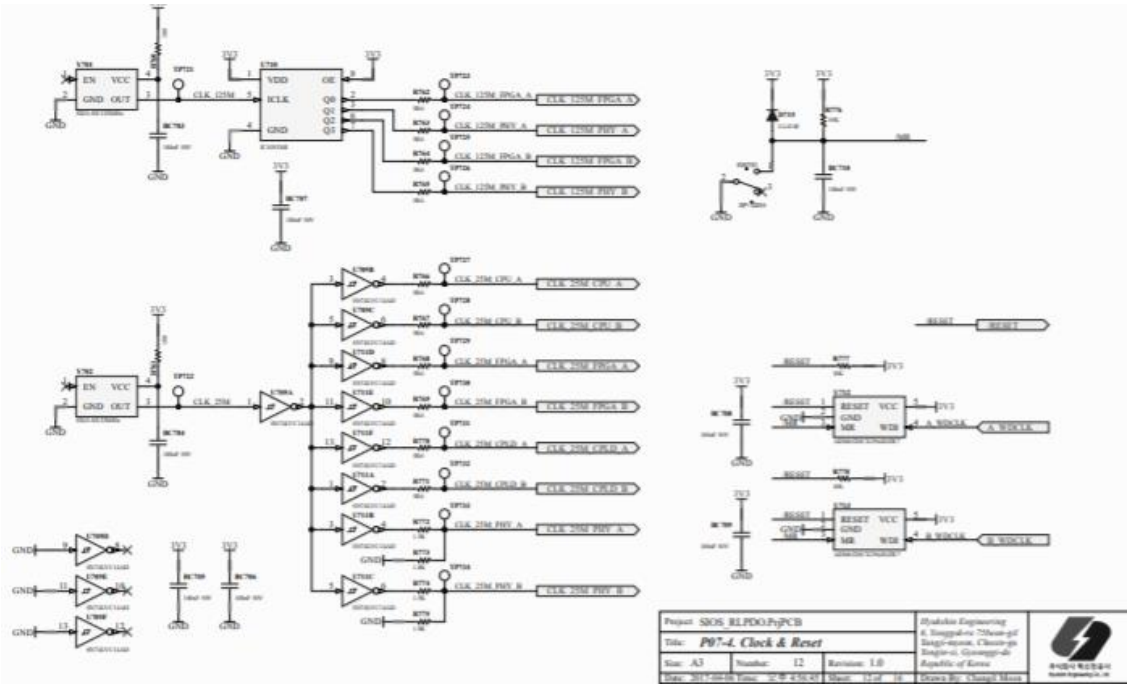


그림 87 Clock & reset 회로도

✓Output 회로도

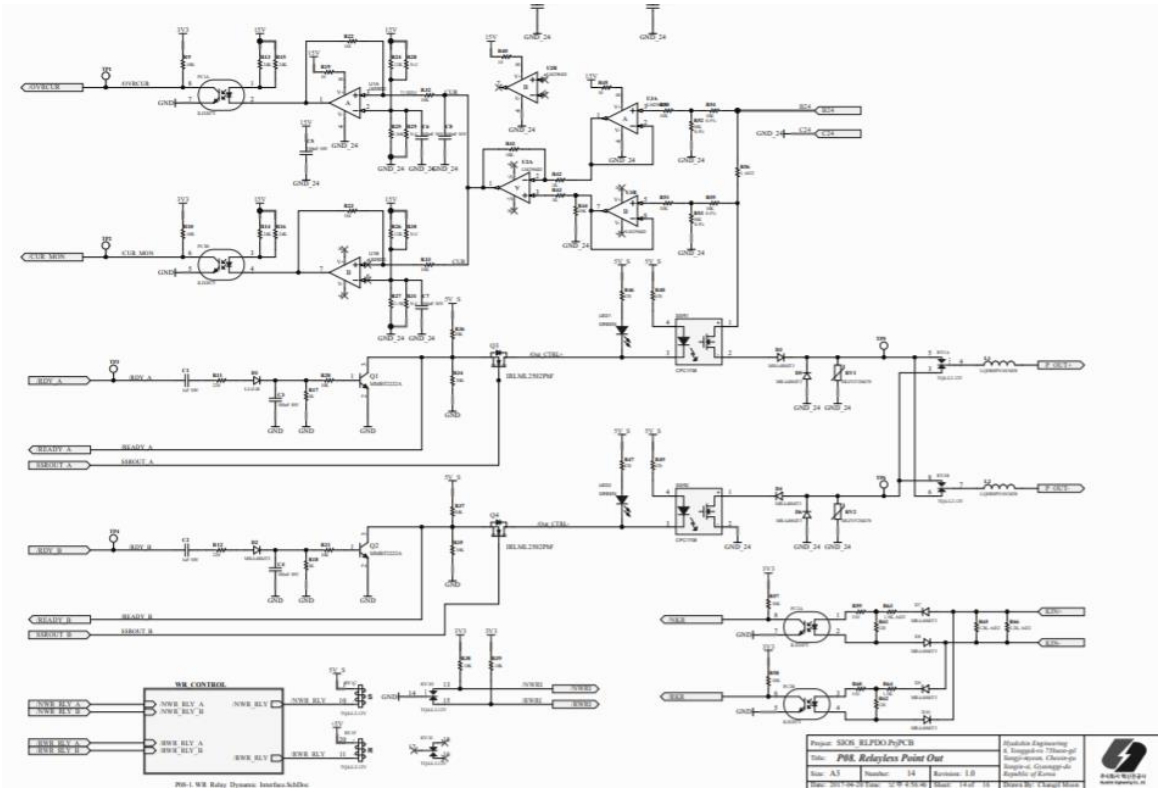


그림 88 Output 회로도

✓Terminal 회로도

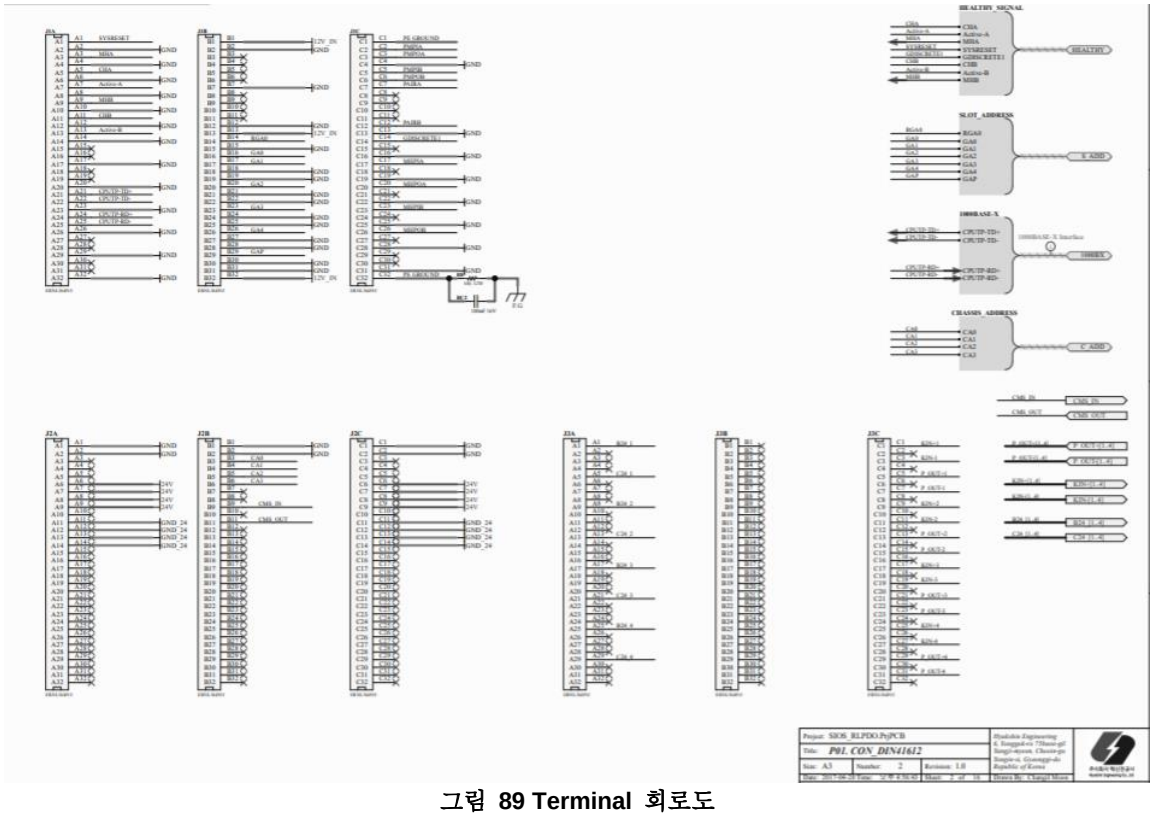


그림 89 Terminal 회로도

(4) 주요 특징

– ACT/STBY 제어 회로

✓자기계의 상태, 상대계의 상태 및 상위로 부터의 절체제어 신호등을 종합하여 자동절체 수

– Safety 제어 회로

✓I/O Box내 자기진단 기능을 통하여 I/O 제어용 전원 (24V) 차단

– e-Fuse 및 환경 감시

✓전원 입력단에 e-Fuse를 장착하여 입력전원 이상 (UVP, OVP) 또는 과전류 시 전원 차단

✓PSU 2차 전입, 주위 온도 등을 감시하여 장애 발생 시 Safety 제어 회로를 통해 출력 차단

✓환경 감시 Data 상위 보고

–Security

✓EULYNX 표준안에 따라 보안 부분은 각 나라별 규정을 준수, 국내의 경우 TTA 산업 시스템 보안 규격을 철도환경에 부분 적용하며 구현목표는 아래와 같다.



그림 90 TTA 산업 시스템 보안 규격

(5) Packet 송수신 처리

– Packet의 처리

• Equip #1 ~ Equip #n은 Port 1을 통해 수신된 Packet에서 해당장치를 확인하여 처리한다.

• Packet의 구성

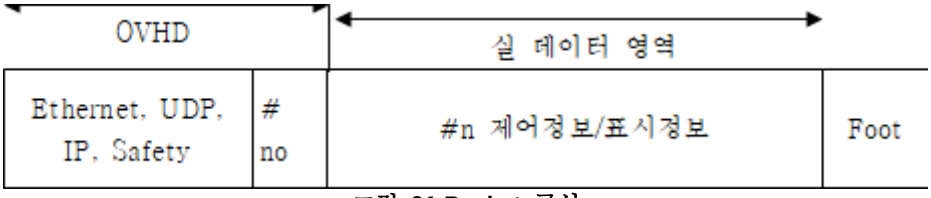


그림 91 Packet 구성

– Packet 길이

• Packet의 구성 및 실 Data 영역의 길이는 EULYNX의 규격안에 따르며 표준통신 인터페이스는 아래와 같다.

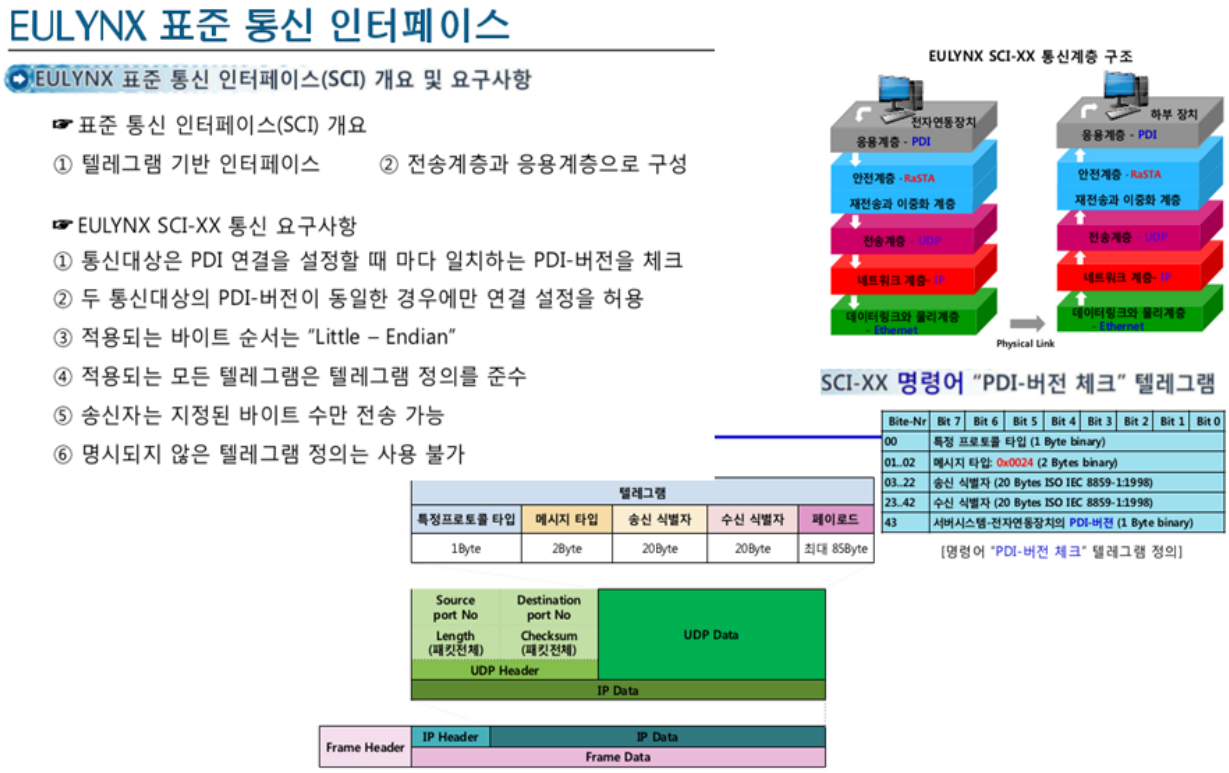


그림 92 EULYNX 표준 통신 인터페이스

(나) 2 차 시제품 설계 및 개발

1차 시제품의 형태에서 I/O Box의 구성을 세분화하자는 의견이 나와서 2차적으로 다시 설계를 하였다.

2차 설계에 대한 외형 및 내부 설계의 구체적 내용은 아래와 같다.

- Single Board 형태에서 통신모듈과 MCU모듈, 입출력모듈로 구분함.
- 입출력모듈은 하나의 IP에 처리 모듈을 멀티 형태로 하기로 하였으나, EULYNX 구성체에 질의한 결과는 "하나의 IP에 하나의 모듈만 처리하는 단일로 하는 것이 좋다." 라는 답변을 받음.

(아래 질의 및 답변 내용 참조)

- 전원모듈을 별도로 추가함.
- 입출력 모듈의 크기는 커넥터의 크기에 따라 틀려지므로 설계에 따라 바꾸기로 함.
- 세부별 설계는 1차와 같고 구분만 지어 나누는 것으로 함.
- 각 세부별 Block Diagram은 아래와 같다.

✓전체 Block Diagram

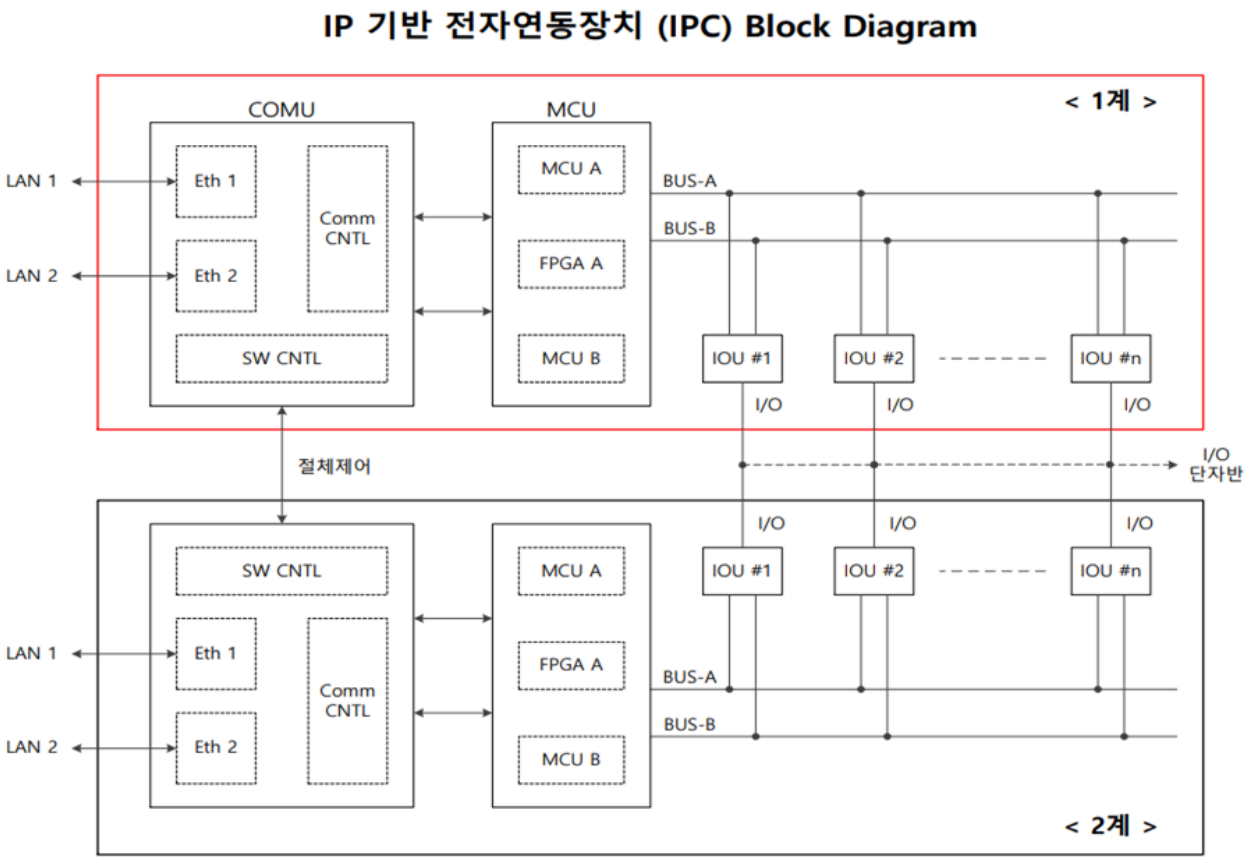


그림 93 2 차 시제품 전체 Block Diagram

✓통신모듈 Block Diagram

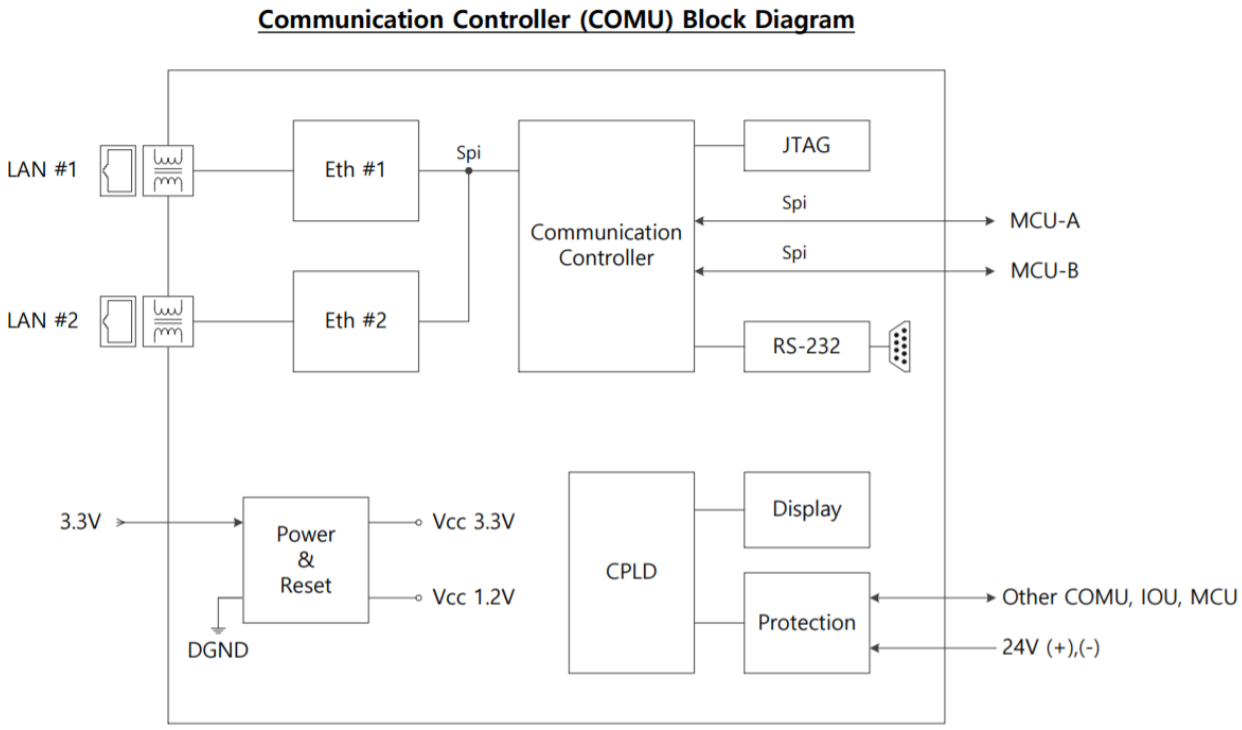


그림 94 2 차 시제품 통신모듈 Block Diagram

✓MCU모듈 Block Diagram

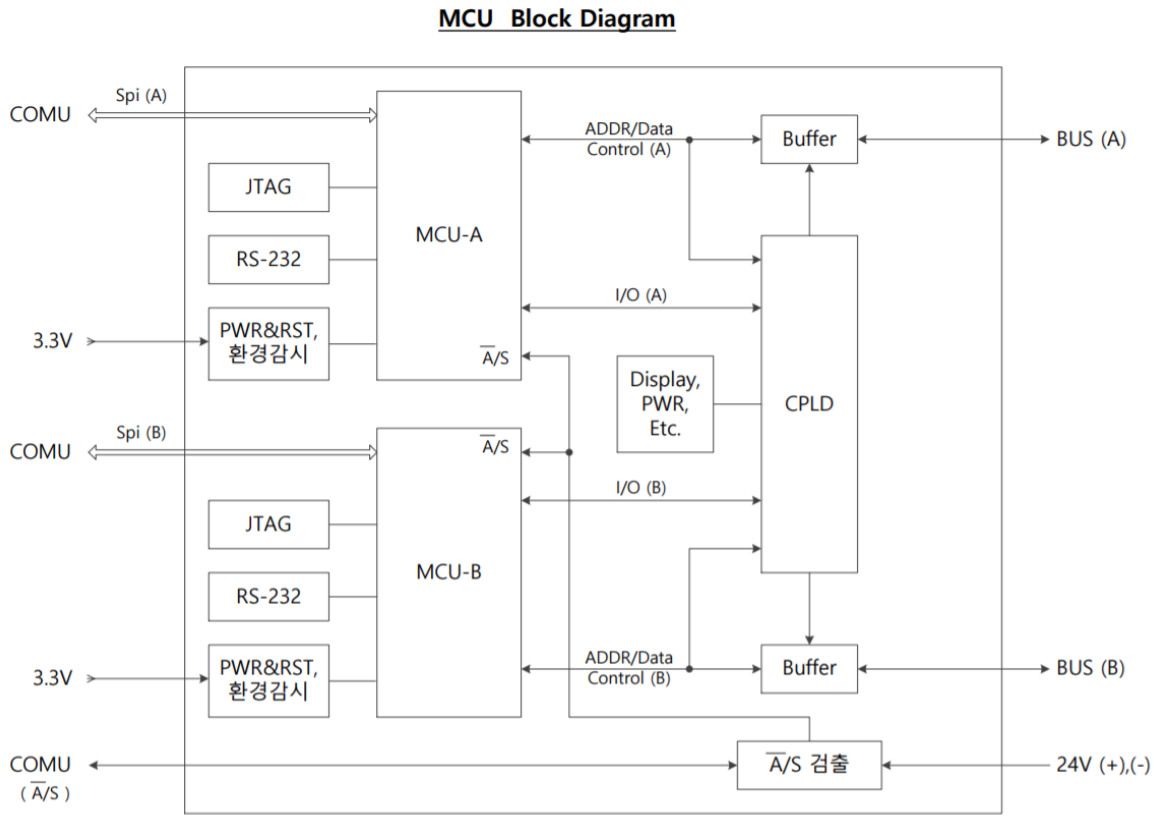


그림 95 2 차 시제품 MCU 모듈 Block Diagram

✓입출력모듈 Block Diagram

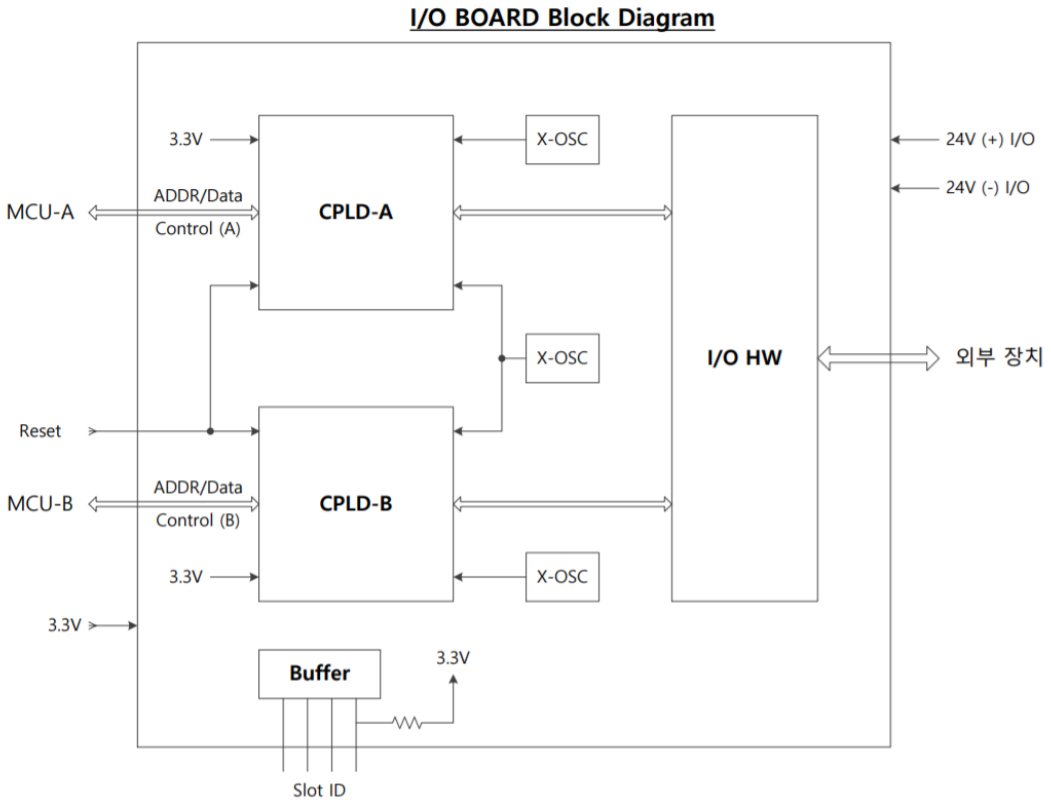


그림 96 2 차 시제품 입출력모듈 Block Diagram

✓외부 구성 형태

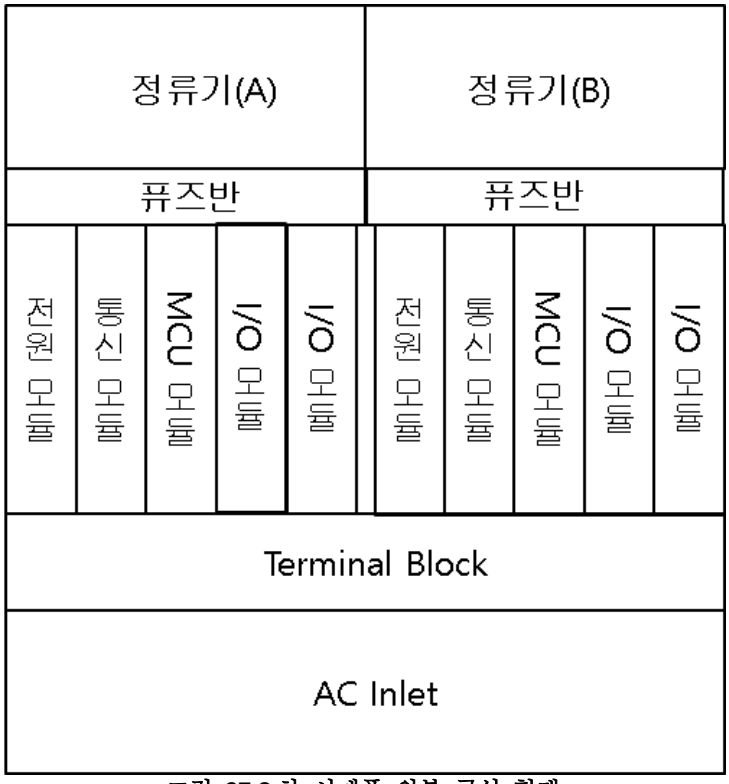


그림 97 2차 시제품 외부 구성 형태

외부 형태 구성은 위의 그림과 같으나 실제로는 4개의 IP-제어기(입력모듈, 출력모듈, 선로전환기모듈, 신호기 모듈)만 있으면 되고, 또한 각각 하나의 현장장치만을 상대하므로 별도의 외함 형태로 구성하지 않고 19“랙 형태 내에 실장 되는 것으로 처리해도 무방하다고 보여 진다.

✓EULYNX에 질의한 내용

Dear Project Officer of EULYNX project,

After visiting demonstration booth at the InnoTrans 2018 in Berlin, we would like to thank you all for your kindly explanation and demonstration of future railway signaling project in EU.

We, Hyukshin Engineering in South Korea, have been surveyed the EULYNX project phase since the EULYNX project lauching time, and now we made IP-based Interlocking object controller module by ourself and demonstrated at the InnoTrans 2018 Exibition(Hall 5.2/101). Currently, we are developing system and communication software based on EULYXN specification 2.0, but we think that there are still ambiguous and not explict protocol inside of EULYNX specification. (e.g. packet transaction timing between IXL and object controller)
Unclear things to implement EULYNX protocol that we found are as follows:

After discussing with an engineer of VRS, they implmented object controller which handles one Point machine by using one IP address. If they want to handle more Point Machines, they said they need more IP addresses. Is it correct guideline of EULYNX protocol ? We could possibly think that with only one IP address, it is possible to handle several Point Machines by adding controling data together within one IP packets. Why this ideas is not welcomed to those who implemented object controller?

That's all my humble questions to you after visiting EULYNX demonstration booth at the InnoTrans 2018.
Thank you very much.

Best Regards,
Sungyup Nham

✓EULYNX에서의 답변

Dear Sungyup Nham,

Thank you for showing your interest in EULYNX. We are very pleased to see developments based on EULYNX standards.
I apologise for a delayed response, the consortium is currently very busy with final activities before publishing Baseline set 3.

The understanding about individual addressing is correct. Our goal is highly distributed architecture, which allows for full flexibility and exchange of components from different suppliers. When we bundle more objects over a single interface/object controller, we are creating a smaller interlocking on more distributed basis, but making is very challenging to exchange individual components between suppliers.

I hope this answer sufficiently explains the intentions.
Further, I invite you to join our bulletin board (bb.eulynx.eu), where technical issues raised by suppliers can be addressed.

Best regards,
Mirko Blazic

Technical Lead / EULYNX Consortium Office

(13) IP 제어부 상호 운영성 확보

<<별첨 4. 상호운영성 확보 용품 제작 보고서 – 선로전환기모듈, 신호기모듈 참조 >>

(가) 선로전환기 모듈

IP 기반 전자연동장치 PM(Point Machine)제어부에 적용하며, 선로전환기 모듈에 대한 기술적, 전기적 특성과 주요 설비 내요에 대한 기술 사양에 대하여 설명한다.

① 분류

선로전환기 모듈(PM)은 아래의 보드로 분류되어 있다. (MJ81 선로전환기 전용)

- 전원공급 보드 (POWER SUPPLY BOARD)
- 중앙처리장치 보드 (CPU BOARD)
- 입/출력 보드 (I/O BOARD)
- 선로변기능모듈(TFM) 버스 보드 (TFM BUS BOARD)
- 전원공급 마더 버스 보드 (POWER MOTHER BUS BOARD)
- 컨텍터 보드 (CONTACTOR BOARD)

② 작동 원칙

선로전환기 모듈(PM)은 전자연동장치에서 나온 제어를 수신하며 명령에 따라 출력을 작동시키거나 작동 정지시킨다. 선로전환기 모듈(PM)은 출력을 지속적으로 감시한다. 제어된 상태와 감시된 상태가 서로 일치하지 않을 경우, 선로전환기 모듈(PM)은 이 정보를 전자연동장치에 보고한다. 선로전환기모듈(PM)은 입력을 확인하고 그 상태를 전자연동장치에 보고한다.

③ 인터페이스

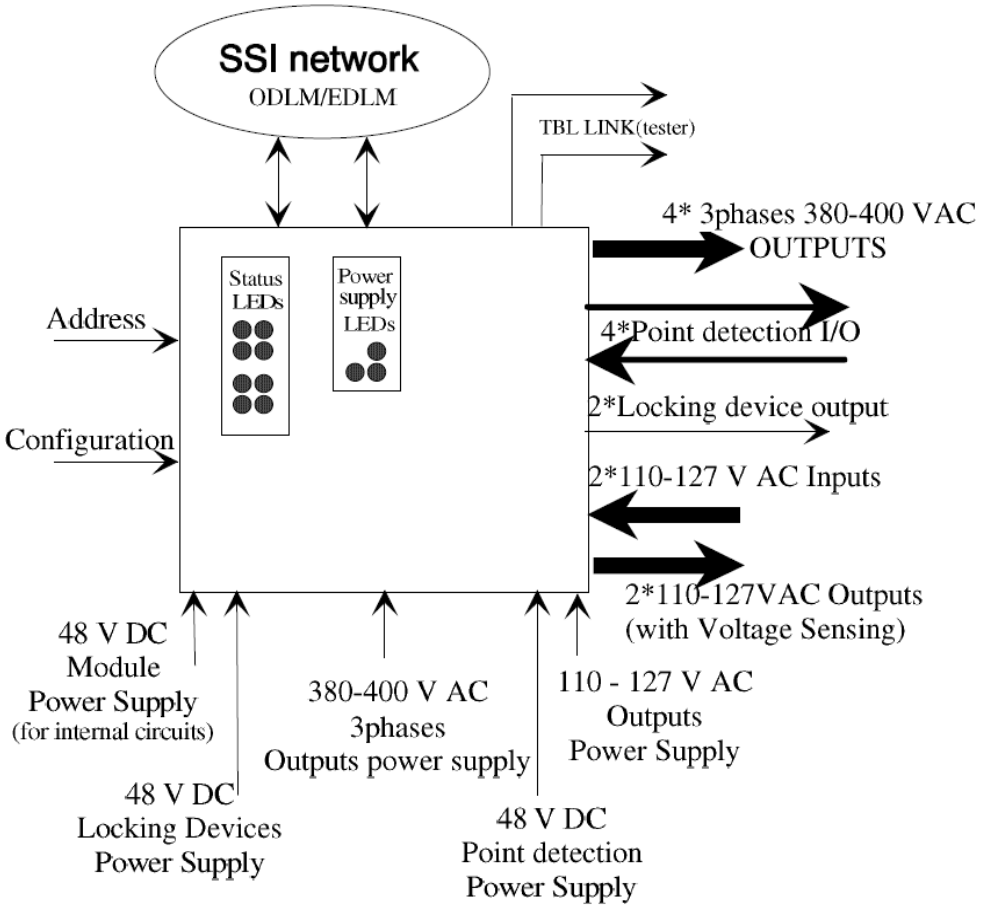
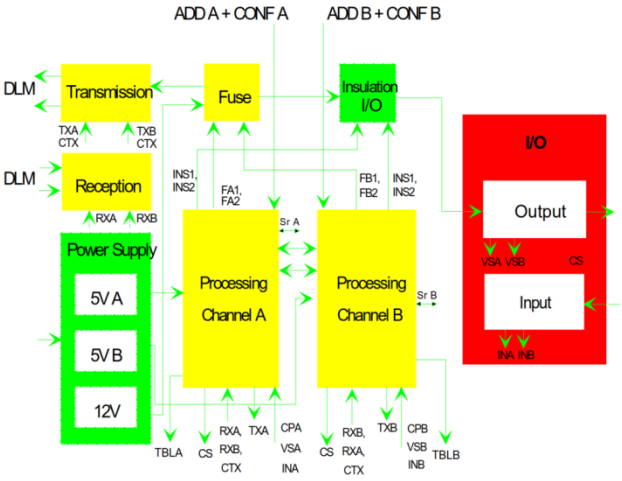


그림 98 선로전환기 모듈 인터페이스

④ 일반 구조

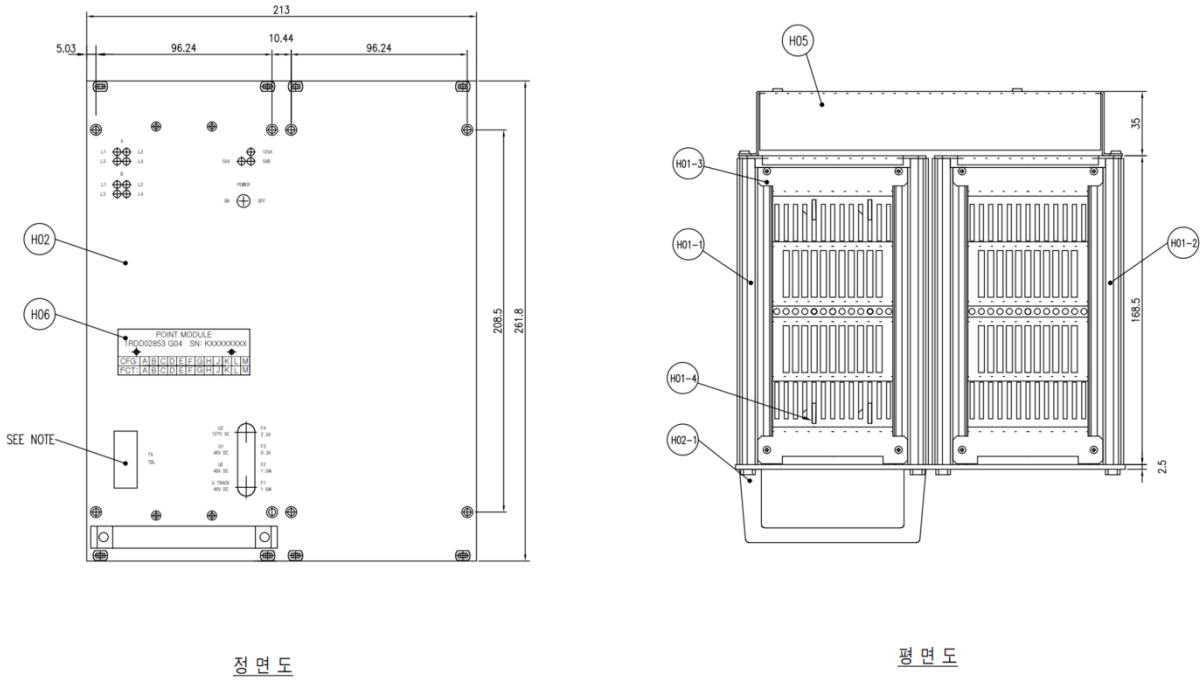


Power Supply: 전원공급장치	Transmission: 전송
Fuse: 퓨즈	Insulation I/O: 절연 입/출력
Reception: 수신	Processing Channel: 처리채널
Output: 출력	Input: 입력

그림 99 선로전환기 모듈 일반 구조

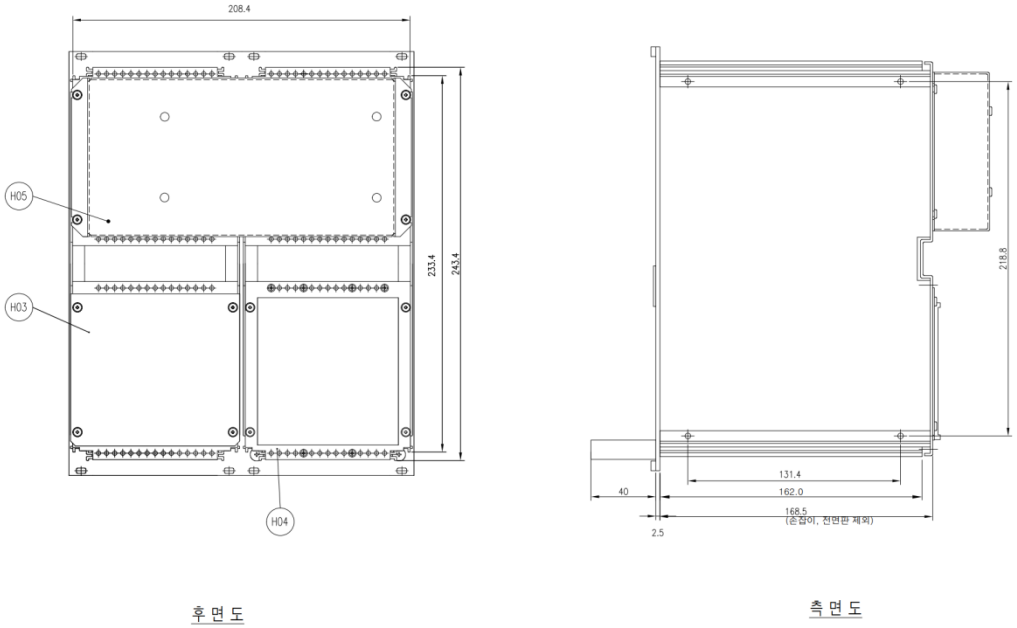
⑤ 도면

– 기계도면



정면도 평면도

그림 100 선로전환기 모듈 기계도면(정면도, 평면도)



후면도 측면도

그림 101 선로전환기 모듈 기계도면(후면도, 측면도)

– 전기도면

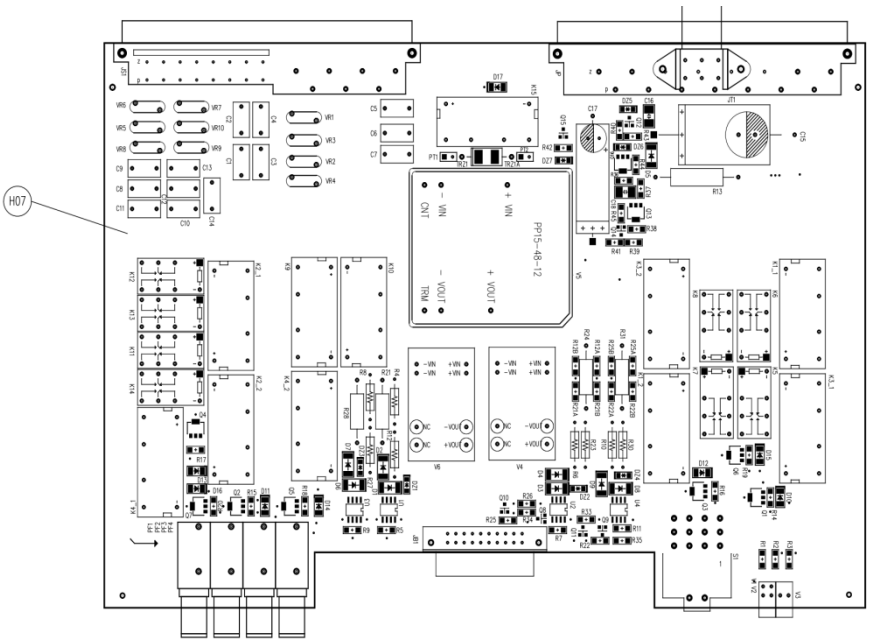


그림 102 선로전환기 모듈 전기도면(전원보드)

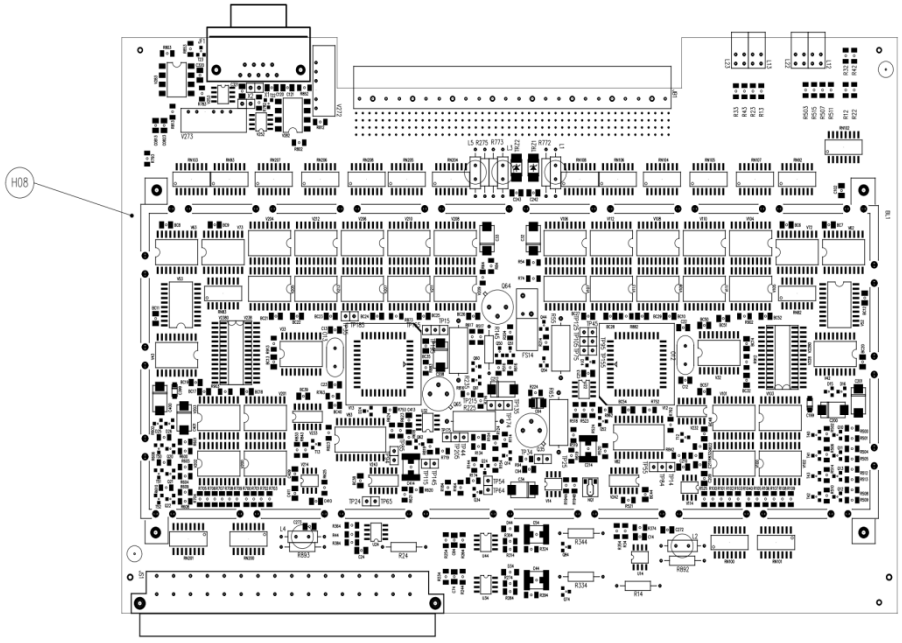


그림 103 선로전환기 모듈 전기도면(CPU 보드)

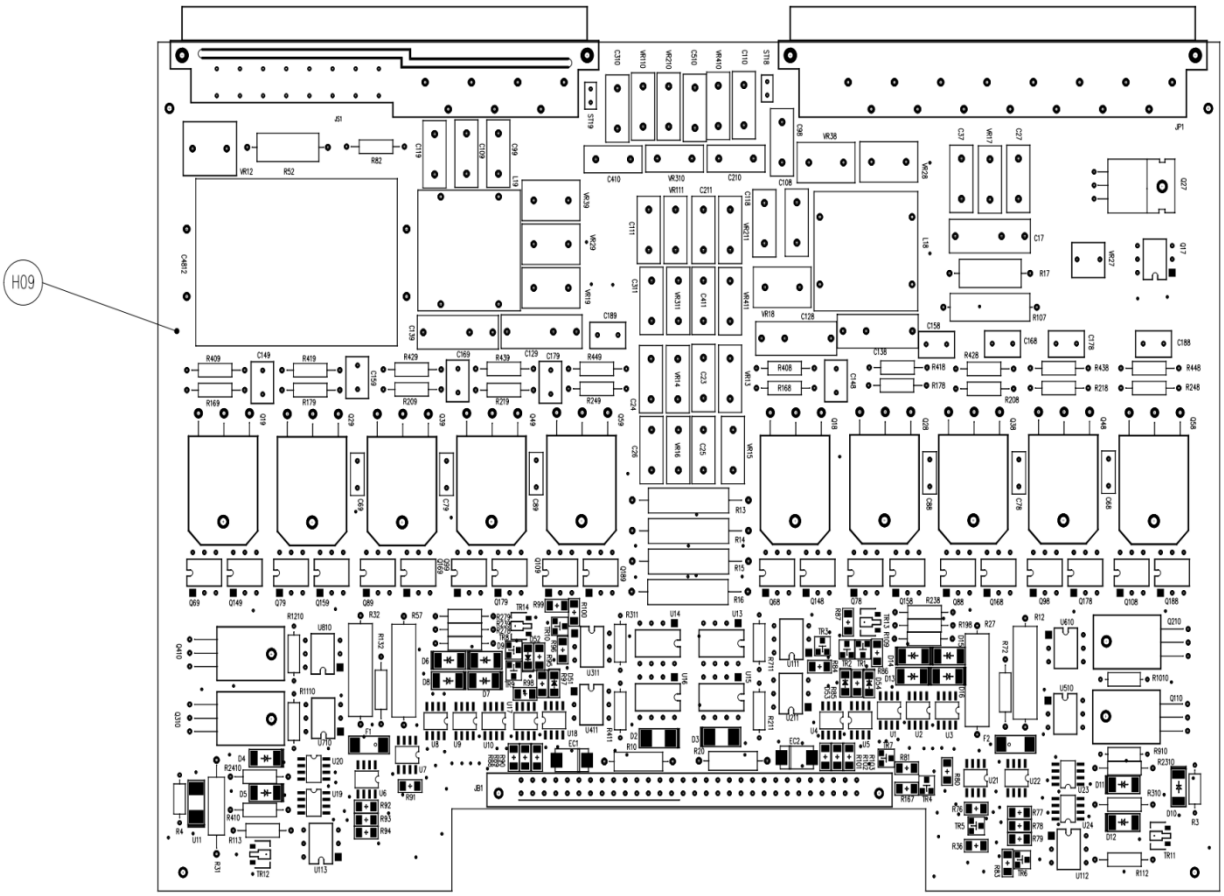


그림 **104** 선로전환기 모듈 전기도면 **(I/O** 보드**)**

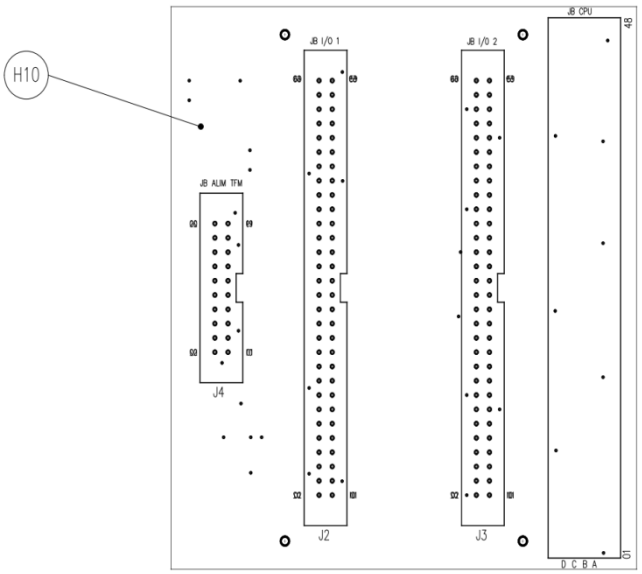


그림 **105** 선로전환기 모듈 전기 도면 **(**버스 보드**)**

⑦ 시험결과



그림 106 선로전환기 모듈 시험 결과 1

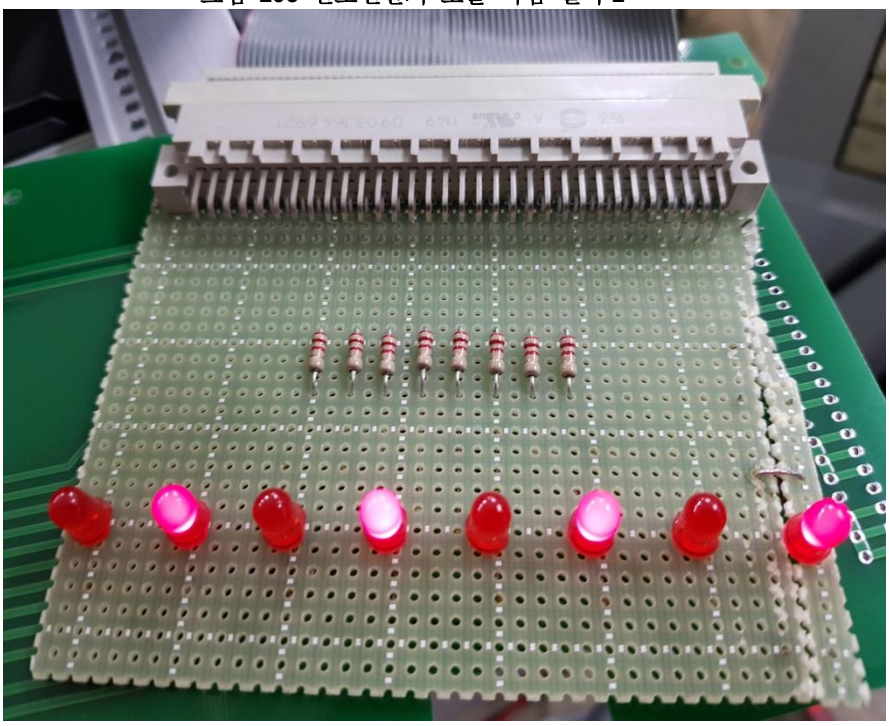


그림 107 선로전환기 모듈 시험 결과 2

⑧ 결론

상호운영성 확보를 위한 IP 기반 전자연동장치 제어부 선로전환기 모듈은 랩실시험에서 정상작동에 대한 기능을 확인하였다. 추후 최적화를 위한 랩실시험과 현장시험을 통하여 기능 및 성능 확인이 필요하다.

(가) 신호기 모듈

IP 기반 전자연동장치 LS(light signal)제어부에 적용하며, 신호기모듈에 대한 기술적, 전기적 특성과 주요 설비 내용에 대한 기술 사양에 대하여 설명한다.

① 분류

범용 모듈(UM)은 아래의 보드로 분류되어 있다.

- 전원공급 보드 (POWER SUPPLY BOARD)
- 중앙처리장치 보드 (CPU BOARD)
- 입/출력 보드 (I/O BOARD)
- 선로변기능모듈(TFM) 버스 보드(TFM BUS BOARD)
- 전원공급 마더 버스 보드 (POWER MOTHER BUS BOARD)

② 작동 원칙

신호기 모듈은 전자연동장치에서 나온 제어를 수신하며 이 명령에 따라 출력을 작동시키거나 정지시킨다. 신호기 모듈은 출력을 지속적으로 감시한다. 제어된 상태와 감시된 상태가 서로 일치하지 않을 경우, 신호기 모듈은 이 정보를 전자연동장치에 전송한다. 신호기 모듈은 입력을 확인하고 그 상태를 전자연동장치에 보고한다.

③ 인터페이스

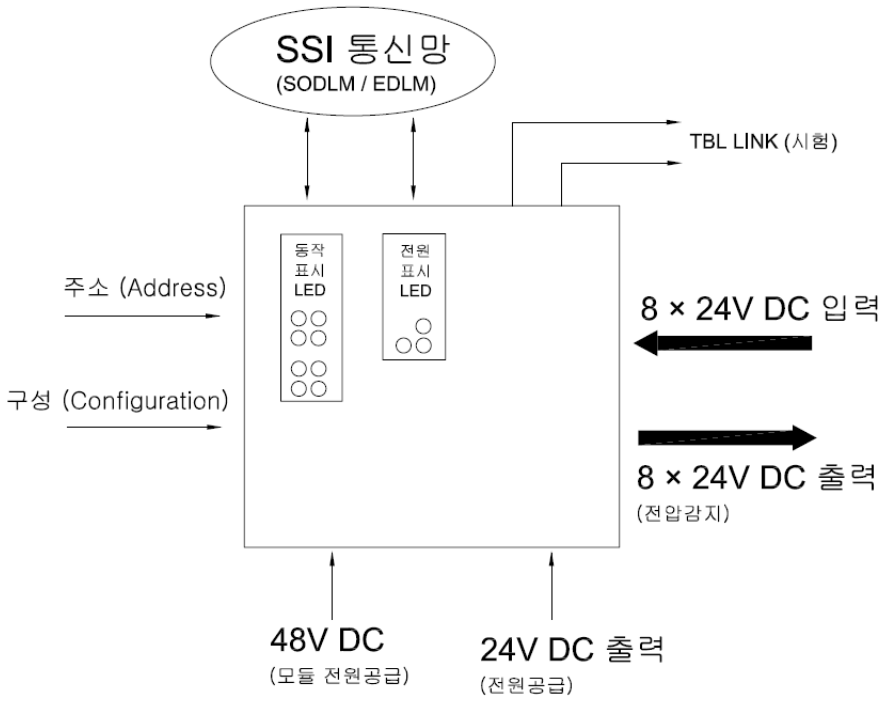
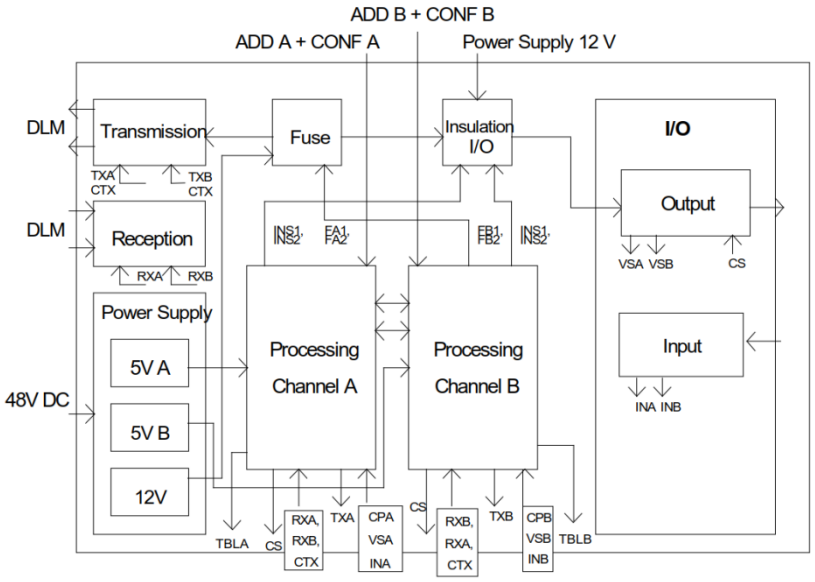


그림 108 신호기 모듈 인터페이스

④ 일반 구조



Power Supply: 전원공급장치	Transmission: 전송
Fuse: 퓨즈	Insulation I/O: 절연 입/출력
Reception: 수신	Processing Channel: 처리 채널
Output: 출력	Input: 입력

그림 109 신호기 모듈 일반 구조

⑤ 도면

– 기계도면

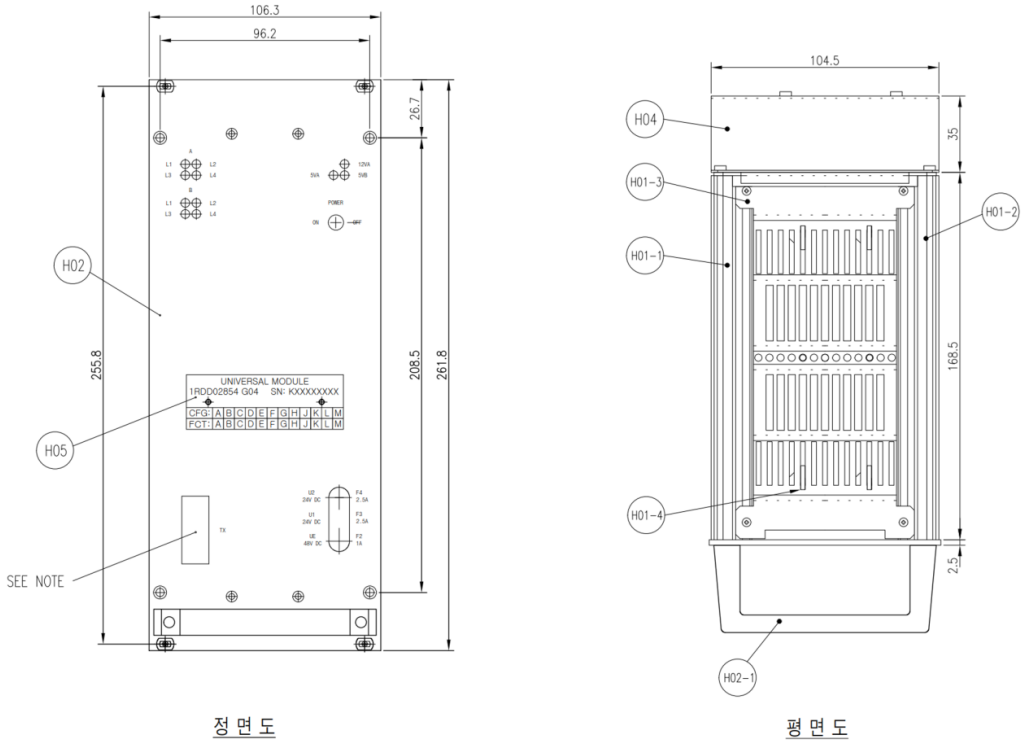


그림 110 신호기 모듈 기계도면(정면도, 평면도)

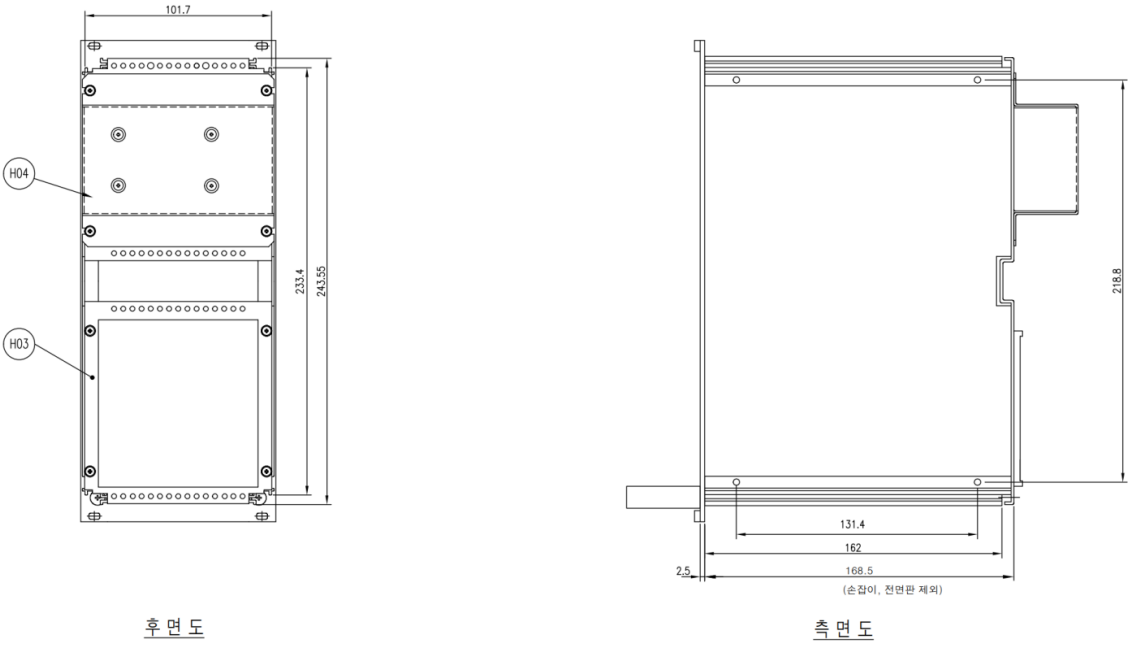


그림 111 신호기 모듈 기계도면(후면도, 측면도)

– 전기도면

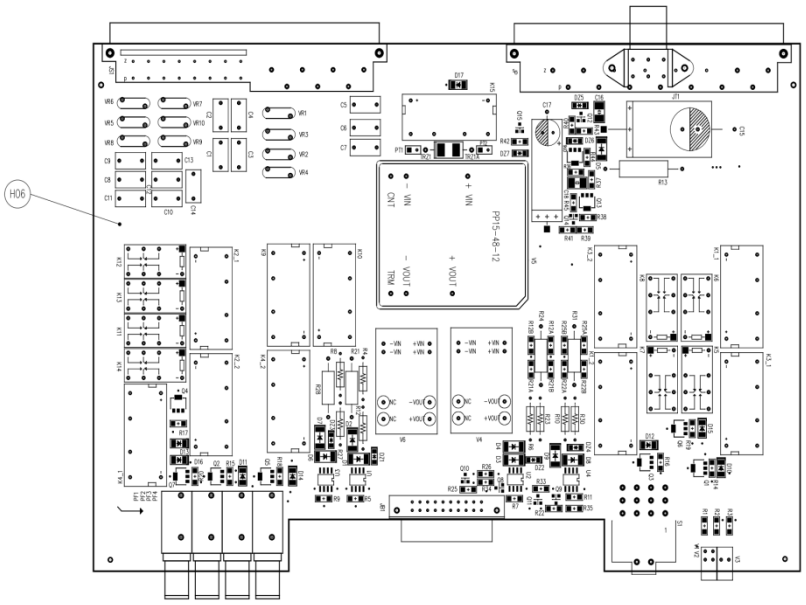


그림 112 신호기 모듈 전기도면(전원보드)

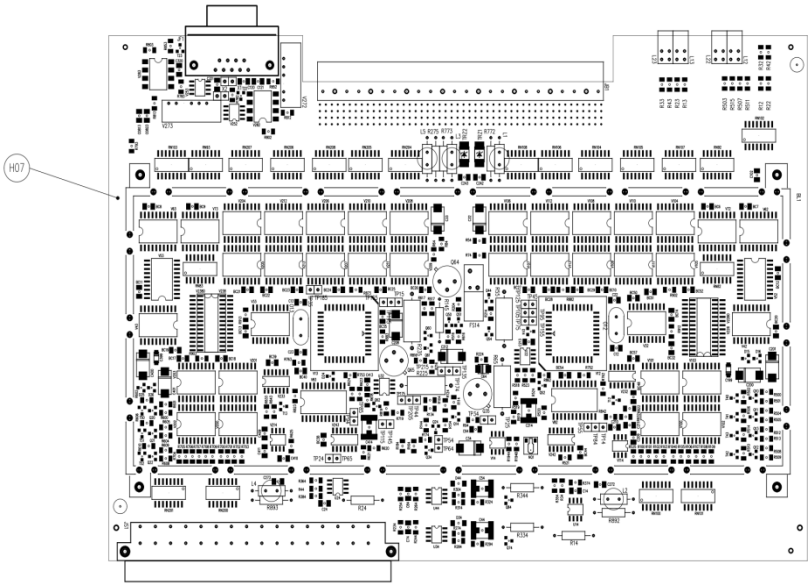


그림 113 신호기 모듈 전기도면(CPU 보드)

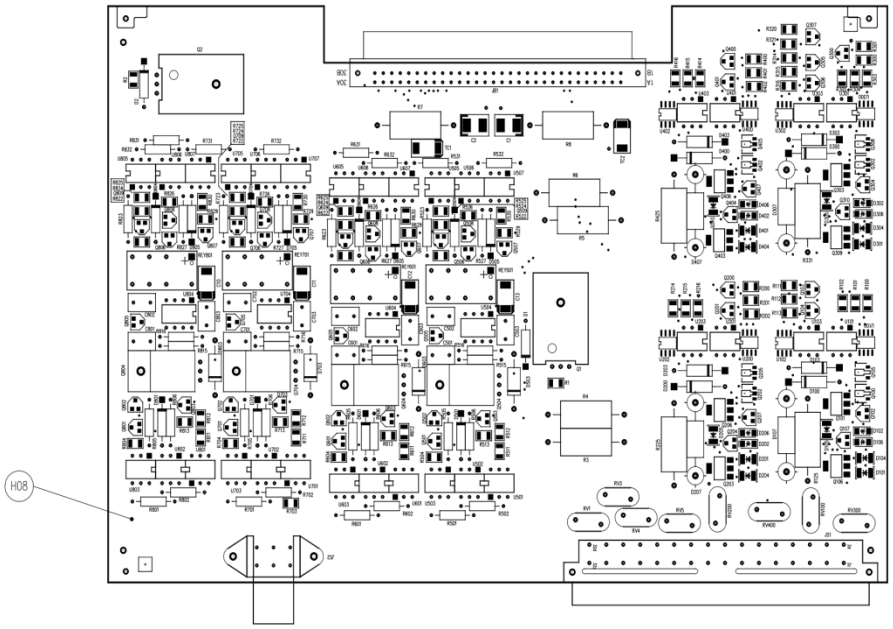


그림 **114** 신호기 모듈 전기도면(**I/O** 보드)

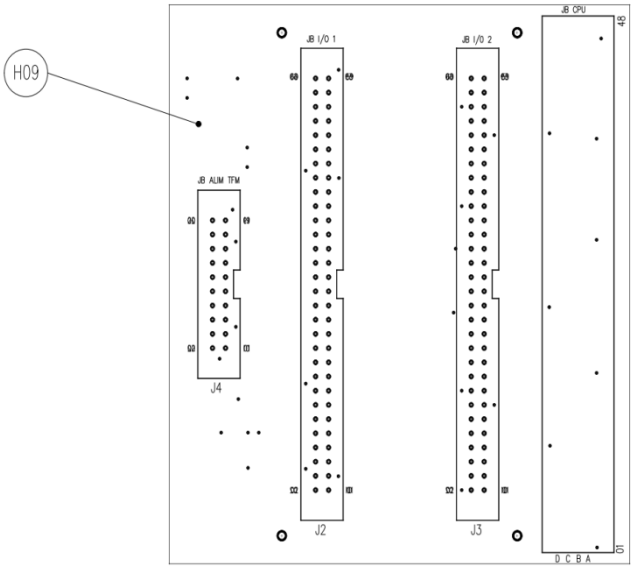


그림 **115** 신호기 모듈 전기도면(버스보드)

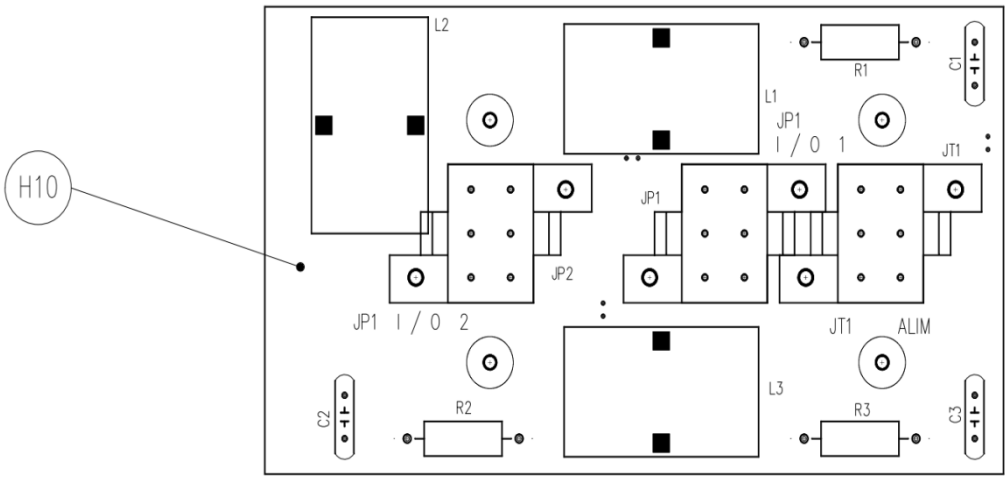


그림 116 신호기 모듈 전기도면(전원 마더보드)

⑥ 시험

IP 기반 전자연동장치 LS(light signal)제어부 신호기 모듈 상호운영성 확보를 위하여 ip 기반 데이터 링크 모듈(iDLM)을 사용하여 서버와 통신한다. 랩실 시험에서는 IP 기반 전자연동장치 프로토콜을 이용하여 신호기 4개 켜짐 시험을 진행하였다. 시험 구성도는 아래와 같다.

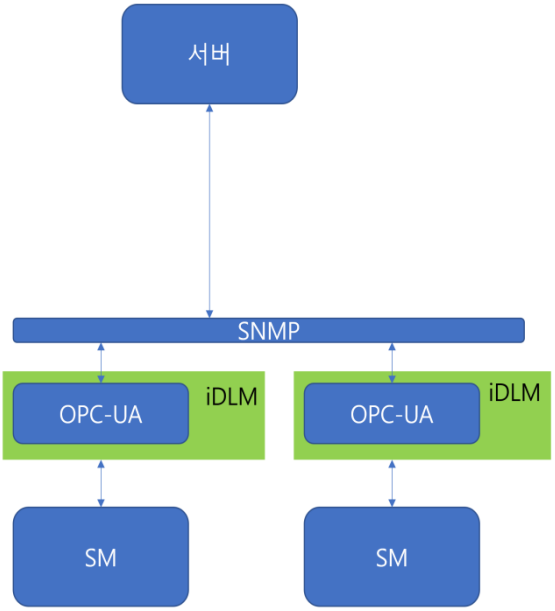


그림 117 신호기 모듈 시험 구성도

⑦ 시험결과

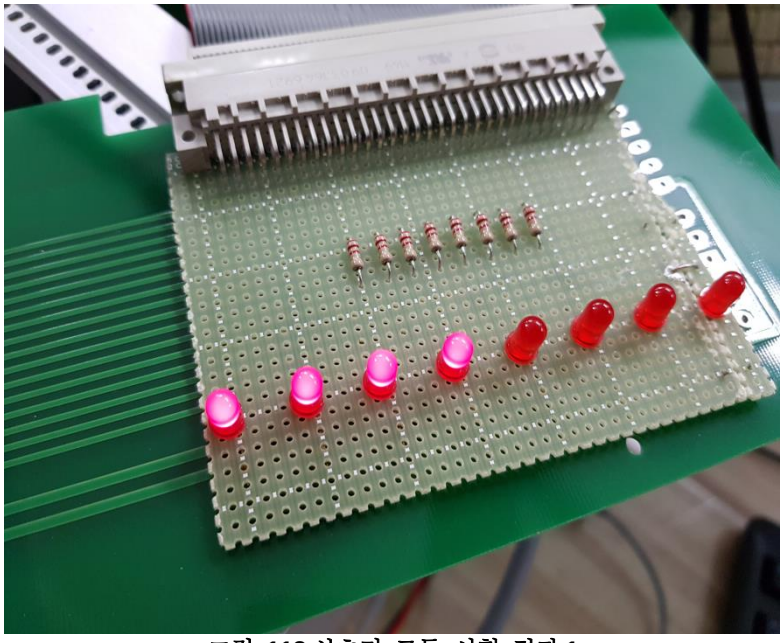


그림 118 신호기 모듈 시험 결과 1



그림 119 신호기 모듈 시험 결과 2

⑧ 결론

상호운영성 확보를 위한 IP 기반 전자연동장치 제어부 신호기 모듈은 랩실시험에서 정상작동에 대한 기능을 확인하였다. 추후 최적화를 위한 랩실시험과 현장시험을 통하여 기능 및 성능 확인이 필요하다.

(14) 유지보수 및 데이터 관리부 제작

<< 별첨 5. IP기반 전자연동장치 유지보수부 사양서, IP기반 전자연동장치 통신 프로토콜 사양서 참조 >>

(가) Display Interface

프로그램 화면 구성은 크게 화면 표시 처리기와 메시지 표시창으로 구분된다.

화면 표시 처리기는 진로, 신호기, 선로전환기, 역모드, 열차번호를 표시하며 메시지 표시창은 해당 설비의 제어 및 처리결과에 대한 메시지를 표출한다.

(나) 화면표시 처리기

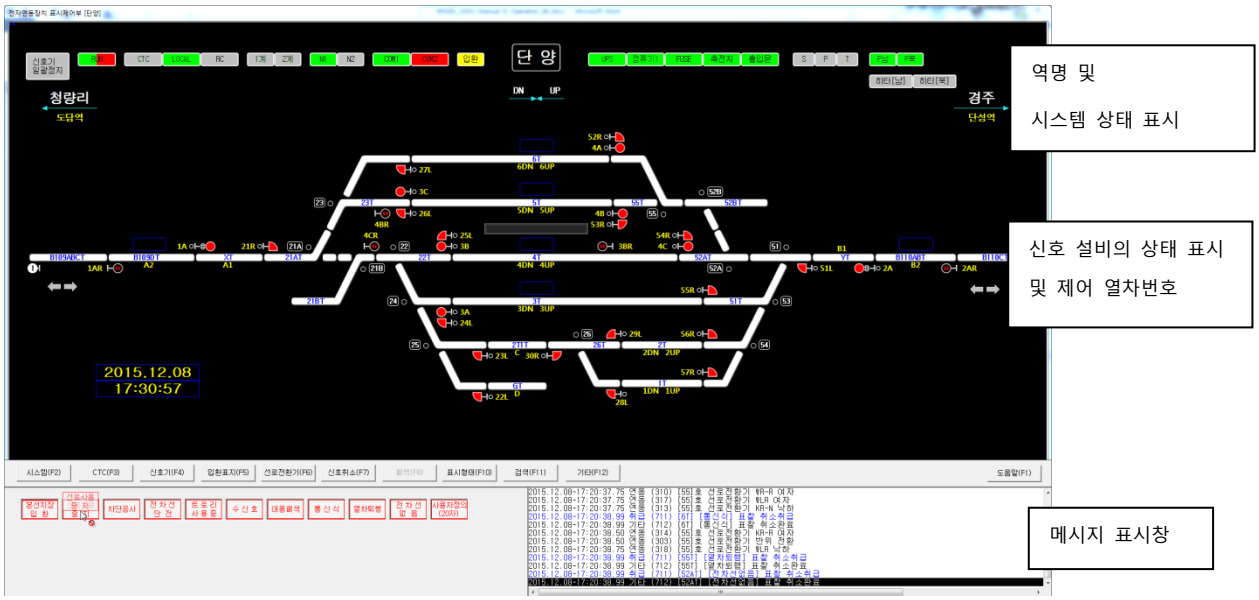


그림 120 연동 시뮬레이터 화면 표시 처리

(다) 역명 및 상태 표시

해당 시스템 상태에 대한 설명은 아래와 같다.

대상	설명	상태				비고
		회색	녹색	적색	점멸	
RUN	실행 초기화	실행 전	실행	–	–	
CTC LOCAL	CTC / Local 모드	대기 중	제어 중		요구	
1계 2계	연동장치 1계 / 2계 상태 표시	부계	주계	–	장애	

X1 X2						
N1 N2	주전원 상태 N1: 한전 N2: 철전	정전	정상	–	장애	
COM1 COM2	통신회선 상태표시	정상	제어중	장애	장애	
과목역	역명	–	–	–	–	
정류기1 정류기2	정류기 상태 표시	정상	제어중	장애	장애	
FUSE1 FUSE2	휴즈단전 여부	–	정상	장애	장애	
P북 P남						
UPS	UPS 상태 표시	–	정상	장애	장애	
축전지	축전지 상태 표시	–	정상	장애	장애	
S	신호기 상태	정상	–	장애	장애	
P	선로전환기 상태	정상	–	장애	장애	
T	궤도회로 상태	정상	–	장애	장애	
신호기 일괄정지	신호기 일괄정지	해제	설정	–	–	
입환	입환 설정 가능 기능	해제	–	–	설정	

표 35 시스템 상태 표시

(라) 신호설비 상태 화면표시 및 제어

궤도회로를 중심으로 신호기 및 선로전환기, 지장물 검지장치, 폐색램프 등의 현장 신호설비들의 상태와 열차번호가 표시된다. 선로전환기 와 신호기, 폐색램프는 표시제어부에서 선택을 통하여 제어가 가능하며 표시제어부 및 유지보수부 모두 해당 제어에 대한 연동논리처리가 이루어진 후 상태를 업데이트 하여 표시한다.

(마) 궤도회로 상태 표시

화면상 궤도회로 상태 표시는 아래와 같이 표시한다.

대상	설명	상태				비고
		흰색	녹색	적색	황색	
3LT	궤도회로 상태 표시	비점유	–	–	–	
3LT		–	–	점유	–	
3LT		–	–	–	요구	
3LT		–	쇄정	–	–	

표 36 궤도회로 상태 표시

(바) 선로전환기 상태 표시

선로전환기의 정위, 반위를 표시하며 각각의 상태는 아래와 같이 표시한다.

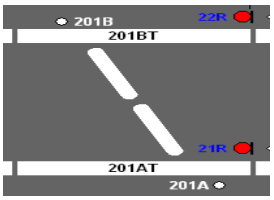
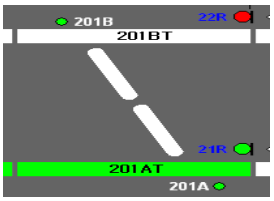
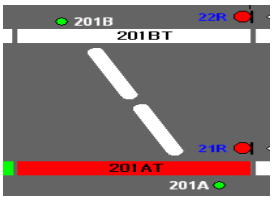
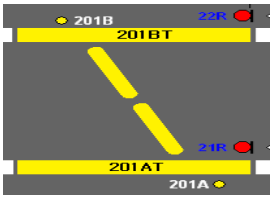
대상	설명	상태				비고
		흰색	녹색	적색	황색	
	선로전환기 상태 표시	정상	–	–	–	
		–	쇄정	–	–	
		–	–	점유	–	
		–	–	–	고장	

표 37 선로전환기 상태 표시

(사) 신호기 상태표시

신호기는 신호기 상태등, 진로요구등, 신호기 명칭으로 구분되며 상태표시는 아래와 같다.

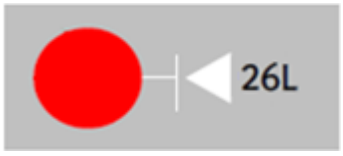
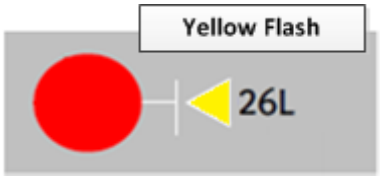
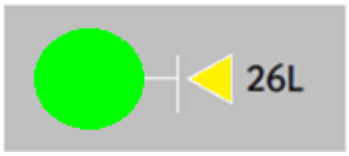
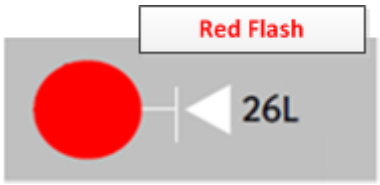
대상	설명	항목	상태등	요구등	비고
	신호기 상태 표시	신호기 정지	적색	백색	
		진로 요구	적색	황색 점멸	
		신호기 진행	녹색	황색	
		신호기 고장	적색 점멸	백색	

표 38 신호기 상태표시

(15) 로깅 DATA 검색 및 재생

(가) 로깅 DATA 검색

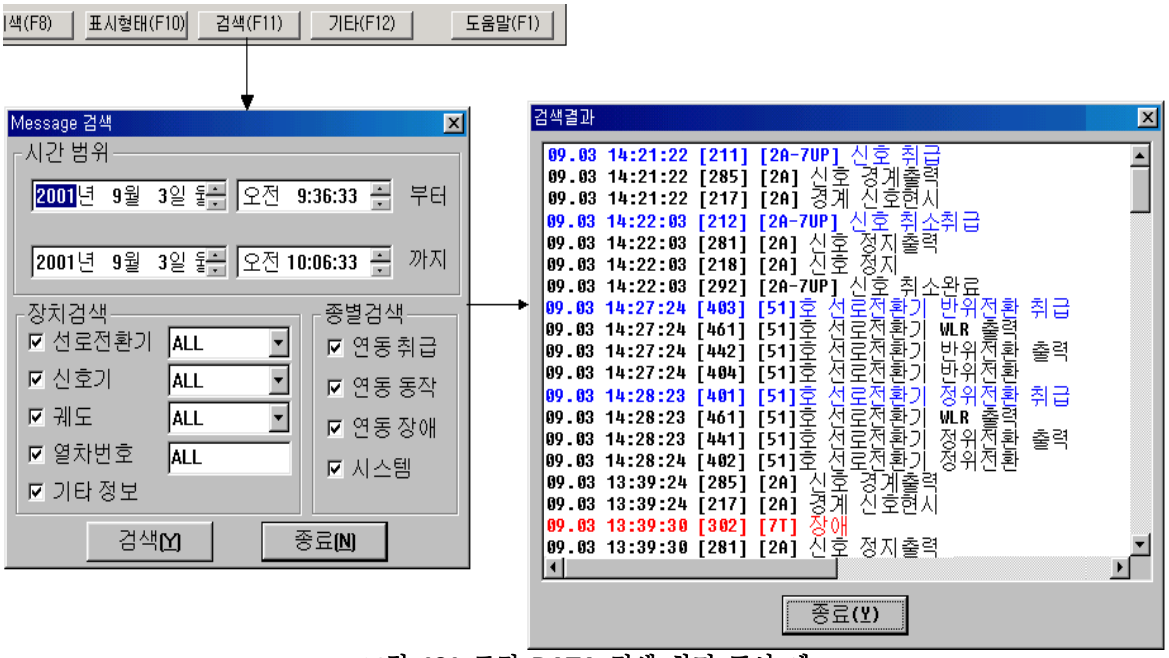


그림 121 로깅 DATA 검색 화면 표시 예

(나) 로깅 DATA 출력

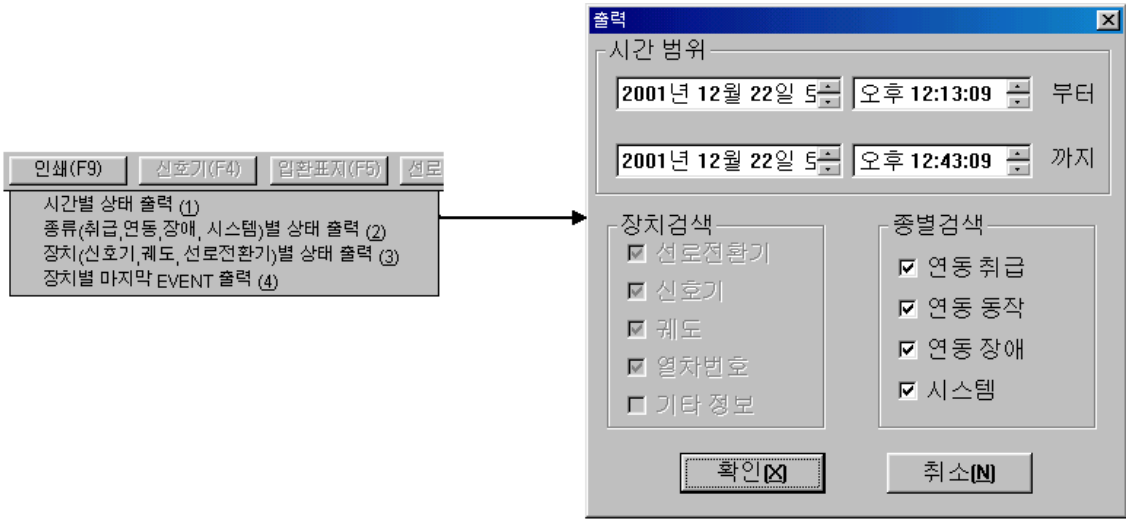


그림 122 로깅 DATA 인쇄화면 표시 예

메뉴 “인쇄(F9)”를 클릭한 후 아래에 나오는 출력 메뉴를 클릭하면 출력화면 창이 나타난다. 출력화면 창에서 출력하고자 하는 시간범위, 장치검색 항목 및 종별검색 항목을 선택한 후 “확인(X)”을 클릭하면 출력된다.

■ 시간별 상태출력(1)

■ 출력화면 창에서 출력하고자 하는 시간범위만 선택할 수 있다.

■ 종류별 상태출력(2)

■ 출력화면 창에서 출력하고자 하는 시간범위와 종별검색 항목을 선택할 수 있다.

■ 장치별 상태출력(3)

■ 출력화면 창에서 출력하고자 하는 시간범위와 장치검색 항목을 선택할 수 있다.

■ 장치별 마지막 EVENT 출력(4)

■ 출력화면 창에서 출력하고자 하는 시간범위와 장치검색 항목을 선택할 수 있다.

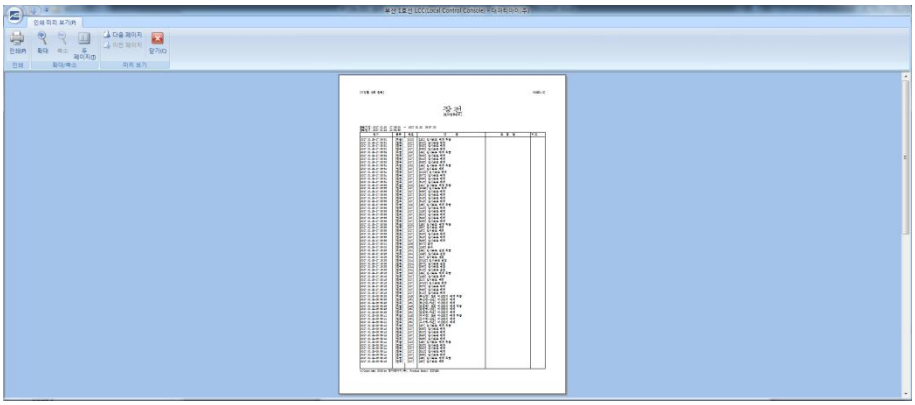


그림 123 인쇄화면 표시 예

(다) 로깅 DATA 화면 재생



그림 124 로깅 DATA 재생화면

메뉴 “시스템(F2)”를 클릭한 후 “재생(1)”을 클릭하면 재생화면 창이 나타난다.

재생 화면창에서 시간 범위를 선택한 후 재생을 클릭하면 화면에 재생화면이 나타난다.

① 재생할 화면의 시작시간을 선택한다.

② 재생할 화면의 마침시간을 선택한다.

③ “재생” 을 클릭하면 화면이 재생된다.

④ “일시정지” 를 클릭하면 재생되는 중에 화면이 정지된다.

⑤ 다시 “재생” 을 클릭하면 중단된 곳부터 재생이 된다.

⑥ “멈춤” 을 클릭하면 재생되는 화면이 멈춘다.

⑦ 다시 “재생” 을 클릭하면 처음부터 재생이 된다.

⑧ “천천이” 를 클릭하면 시간이 증가되고(최대 5.0초) 재생화면이 느리게 진행 된다.

⑨ “빨리” 를 클릭하면 시간이 감소되고(최소 0.1초) 재생화면이 빠르게 진행된다.

⑩ 재생되는 화면이 발생한 시간을 보여준다.

(16) 상태 표시

(가) 네트워크 상태 표시

전자연동장치와 연결된 장비에 대한 네트워크 상태 표시는 아래와 같다.

■ 각 장비별 연결 네트워크 상태 표시

■ 장비의 정상, 고장 상태표시

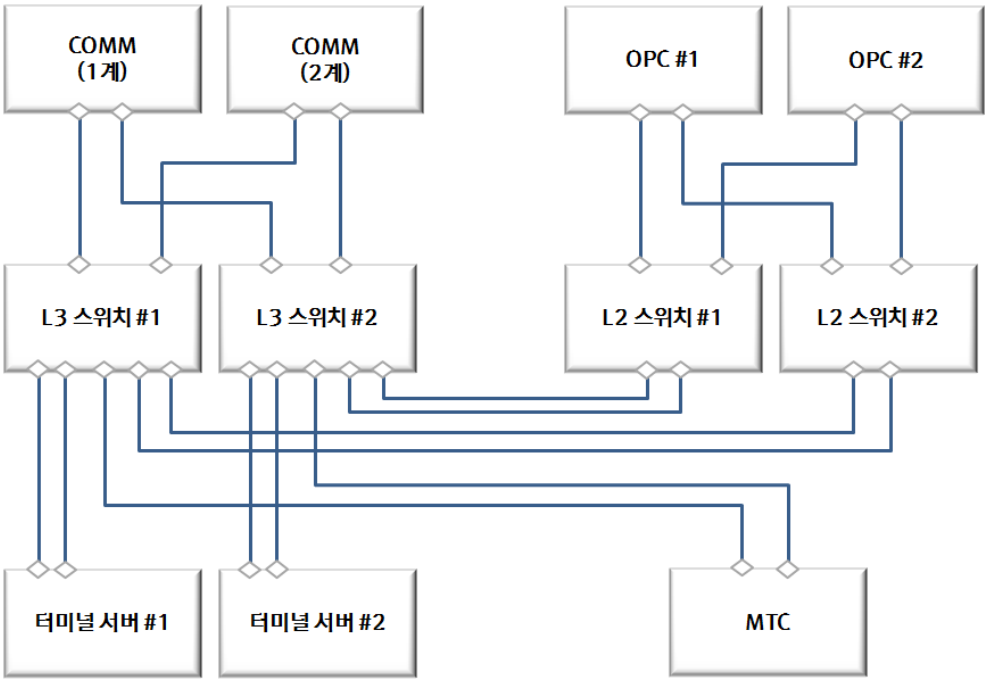


그림 125 네트워크 정상상태

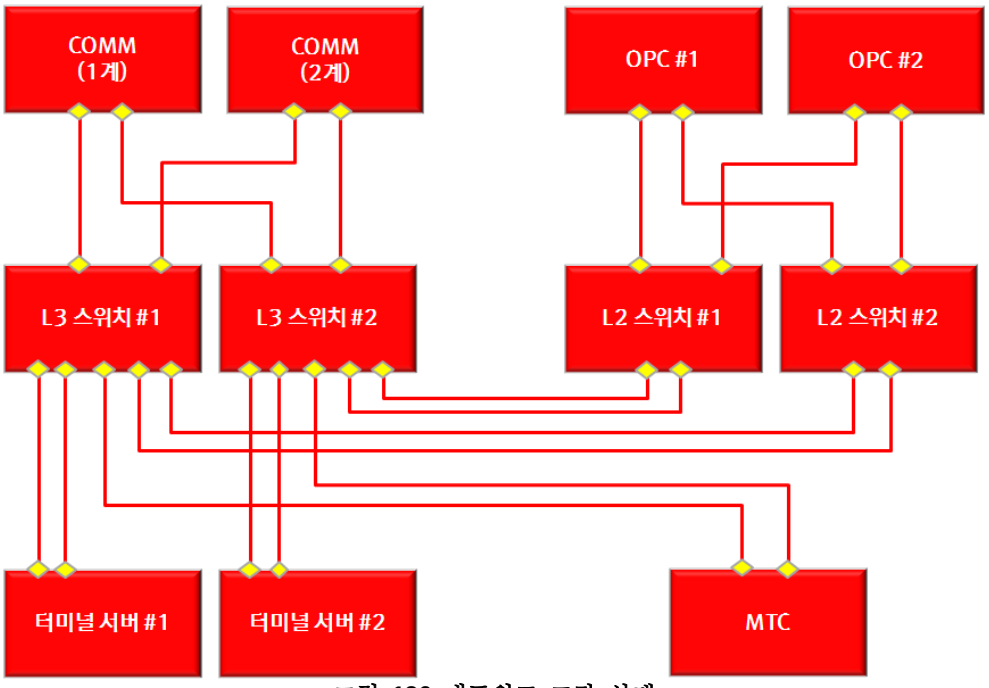


그림 126 네트워크 고장 상태

(17) 프로그램 상태 화면

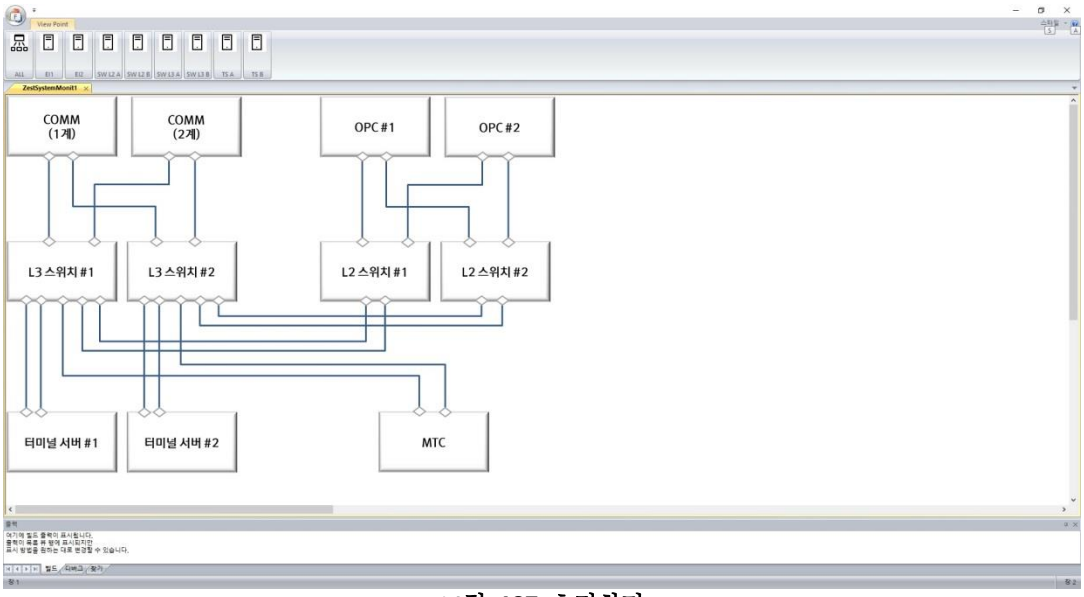


그림 127 초기화면

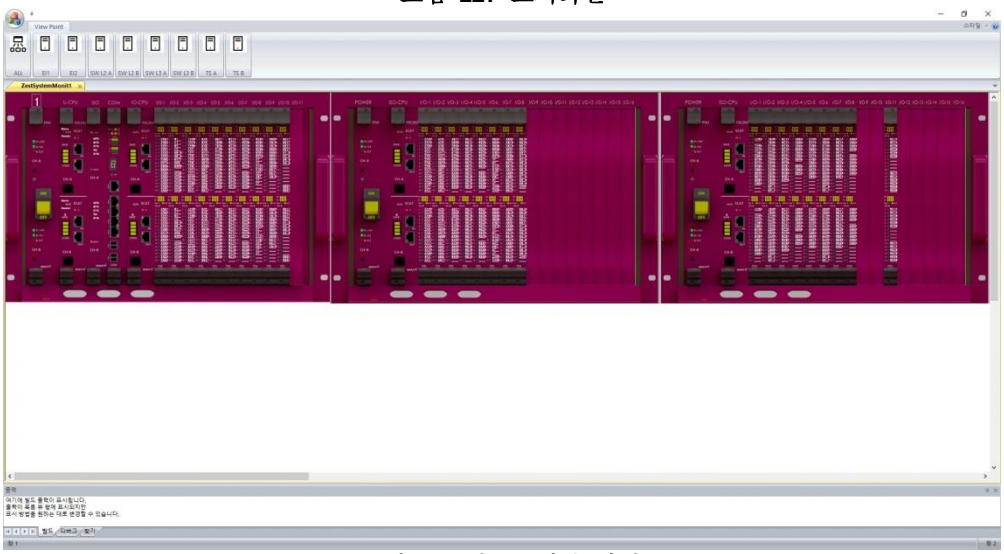


그림 128 연동논리부 화면

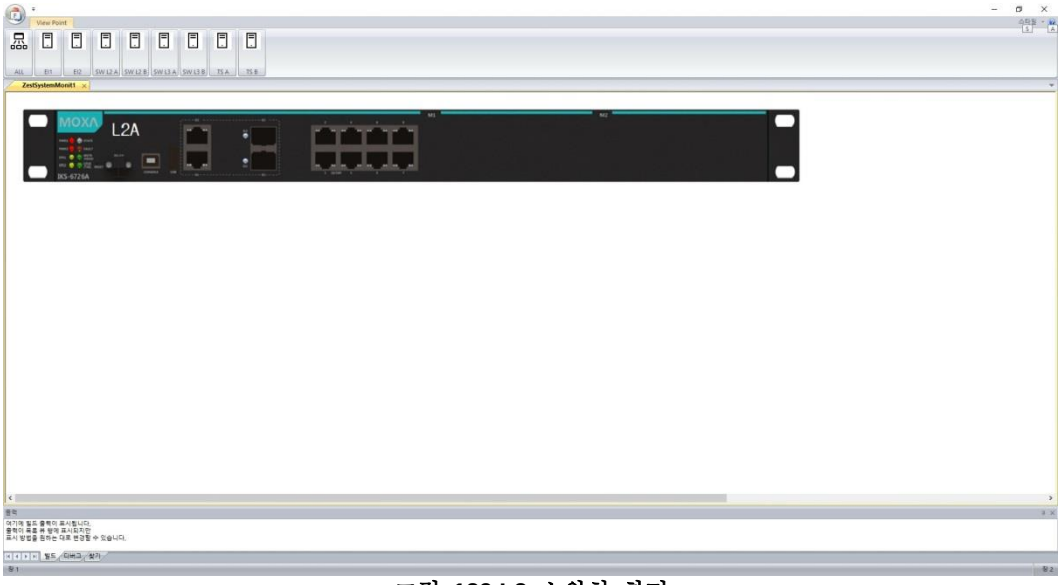


그림 129 L2 스위치 화면

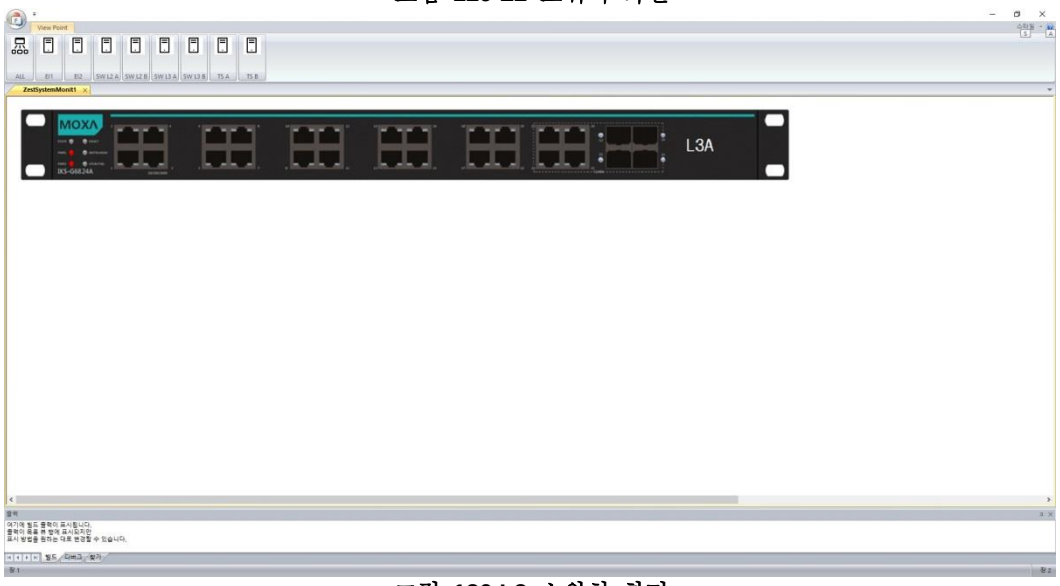


그림 130 L3 스위치 화면

(18) 연동 시뮬레이터

(가) 소프트 웨어 배경

연동 시뮬레이터는 전자연동장치 연동논리부에 적용된 연동데이터의 검증을 위해 사용한다. 연동 시뮬레이터는 전자연동장치에 적용된 동일한 연동논리처리식과 연동데이터를 사용하며 사용될 Application data인 연동데이터는 외부로부터 정의된 Database를 사용한다.

연동 시뮬레이터 프로그램에서 참조하는 내용은 아래와 같다.

■ 연동DB생성기(DES)에서 생성되는 연동데이터 (StationName.ROM)

■ 화면 표시 관리자 (StationName.SFM)

■ 전자연동장치 연동논리(Interlocking Task)

연동 시뮬레이터는 연동데이터에 정의된 진로, 선로전환기의 방향 전환 및 신호기의 정위, 반위에 대하여 상태를 표시하고 상태를 변경 제어하여 테스트를 수행한다.

연동 시뮬레이터 프로그램의 주요 특징은 다음과 같다.

■ 전자연동장치 연동논리부에 에 적용된 연동데이터를 동일하게 적용하여 시험한다.

■ 전자연동장치 연동논리부에 적용된 연동논리처리식을 동일하게 적용하여 시험한다.

■ 정상적인 연동시험 및 예외사항 등 다양한 조건에 대한 시험이 가능하다.

■ 표시제어부 및 유지보수부와 동일환 화면을 제공하여 테스트 하고 결과를 실시간으로 확인한다.

■ 모드제어를 통한 LOCAL 시뮬레이터 CTC 시뮬레이터 시험이 가능하다.

■ 유지보수부와 연결하여 프로그램으로 테스트 수행 시 발생하는 이벤트에 대한 메시지 확인이 실시간으로 가능하며 메시지는 저장된다. 저장된 메시지에 대한 출력이 가능하다.

(나) 소프트웨어 구성

연동 시뮬레이터 소프트웨어의 구성은 아래와 같다.

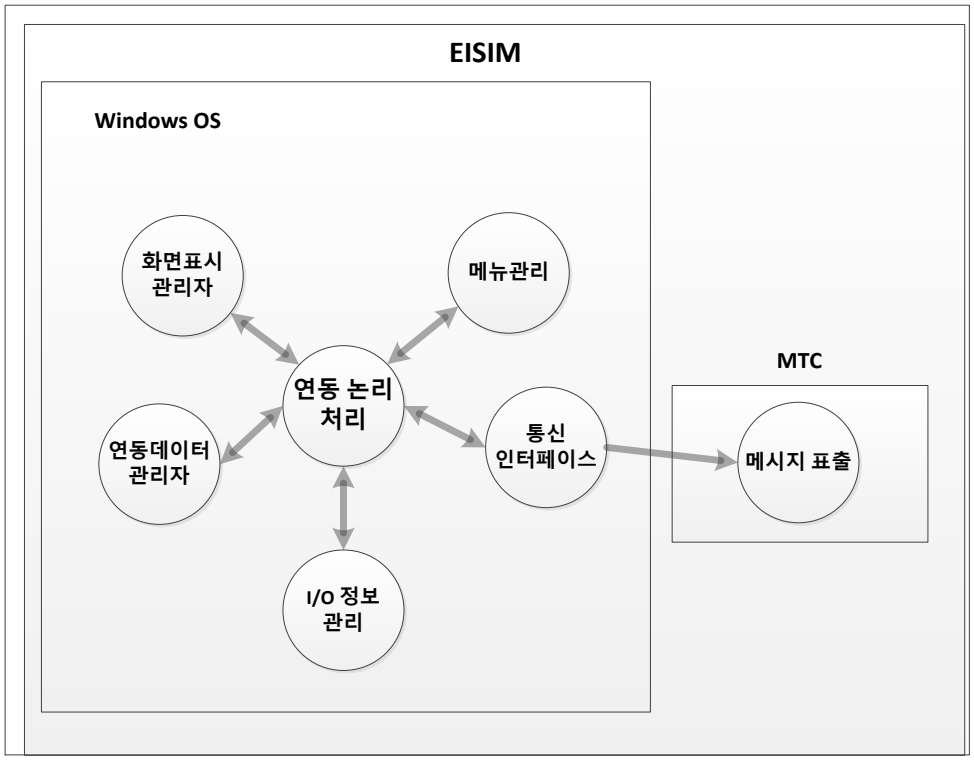


그림 131 Simulator Software Configuration Diagram

연동 시뮬레이터 소프트웨어는 Windows OS 상에 프로그램으로 설치되어 동작하며 전자연동장치에 적용된 동일한 연동데이터를 로딩하여 동일한 연동논리처리식으로 시뮬레이션 한다.

연동 시뮬레이터는 통신 모듈을 가지며 통신을 통한 인터페이스가 가능하다.

연동 시뮬레이터의 메시지표출 또는 취급 제어 처리 메시지 등을 확인하기 위하여 유지보수부 프로그램과 인터페이스 한다. 유지보수부에서는 해당 내용에 대한 이벤트 처리에 대한 확인 및 출력이 가능하다. 단 유지보수부 소프트웨어의 실행환경에서 통신 연결을 하여야 한다.

유지보수부와 동일한 화면 표시를 위해 화면 표시 관리자를 실행하며 프로그램에 필요한 메뉴를 제공한다. 또한 I/O 상태 정보관리를 위한 테이블을 생성하여 I/O상태에 대한 표시 및 설정이 가능하다.

연동 시뮬레이터는 연동데이터의 자동시험을 위해 자동 진로 시험 기능을 가진다.

(가) 화면 표시 관리자

화면 표시 관리자는 역 상태 표시를 위한 전용 OCX 또는 DLL을 사용하여 표시하며 연동 데이터 생성툴 소프트웨어의 출력 데이터 파일을 로딩하여 화면 표시를 구성한다.

화면 표시 관리자에서는 설비 목록에 대한 화면 표시 및 설비에 대한 제어가 가능하며 화면에는 아래의 항목이 오브젝트 형식 타입으로 설정 되어 정보를 표시한다. 또한 I/O정보 상태 변경 및 제어 결과를 실시간으로 화면에 표시한다.

■ 역명 및 제어버튼

■ 표시램프

■ 인접역 표시

■ 궤도회로

■ 신호기

■ 선로전환기

■ 연동/자동폐색 장치

■ 지장물 검지 장치

■ 열차번호

■ 기타(플랫폼, 취급실, 건널목, 시간 등)

(다) 메뉴 관리

프로그램 사용시 필요한 항목을 가지며 각각의 메뉴 선택에 의해서 해당 항목을 수행한다.

메뉴에 세부 항목은 아래와 같다.

연동 시뮬레이터 메뉴 단계표

Level 0	Level 1	Level 2
파일	종료	
보기	COMPort	OPEN
		CLOSE
	MemView	
	입출력모듈	
	시스템상태	
	자동 진로 시험기	
	CTC 제어	
도움말	연동시뮬레이터 정보	

표 39 연동 시뮬레이터 메뉴 단계

(라) 연동 논리 처리(EipEmu)

연동 시뮬레이터에 적용된 연동 논리 처리 EipEmu는 연동논리부에서 사용하는 ILT(Interlocking Task)와 동일한 코드를 프로그램에 적용한다.

연동 시뮬레이터와 연동논리부에서 사용하는 연동 논리처리 코드는 동일한 처리 시퀀스 및 처리시간을 가지지만 단, 처리시간은 연동 시뮬레이터내 설정 값에 의해 조절하여 시뮬레이션이 가능하다.

연동 시뮬레이터 내 연동 논리 처리는 다음과 같은 기능을 담당한다.

- 명령어 처리
- 신호 입력 처리
- 진로 제어
- 선로전환기 제어
- 신호기 제어

■ 궤도회로 상태 처리

■ 신호 출력 처리

(마) 이벤트 관리

연동 시뮬레이터를 사용하여 연동데이터의 검증을 위한 시험이 실시되는 상황에서 발생하는 취급 및 표시, 상태 정보에 대한 이벤트 및 연동 논리 처리에 대한 메시지를 생성하여 전달 하는 기능을 수행한다. 이벤트에 대한 정의는 파일로 작성되어 저장되어 있으며 유지보수부에 전달된 이벤트는 메시지 창에서 실시간으로 확인이 가능하다.

(바) I/O 정보 관리

연동 시뮬레이터를 이용하여 연동데이터에 대한 검사 시 해당 정보들에 대한 상태 변경 제어를 수행하여 Input / Output Buffer에 적용하여 상태 정보를 업데이트 한다. 또한 업데이트 된 상태 정보는 다시 상태 정보 메모리(Status Memory)로 전달 되고 전달된 상태 정보는 표시 및 메시지 처리 Buffer로 전달하여 화면에 표시하거나 메시지를 표출한다. 또한 주기적으로 신호 입력 상태를 상태 정보 메모리(Status Memory)로 전송하여 상태 정보를 업데이트 하며 정보를 확인한다.

연동 시뮬레이터 내 I/O정보는 다음의 항목을 포함한다.

■ 궤도회로 상태 표시 및 변경

■ 선로전환기 상태 표시 및 변경

■ 신호기 상태 표시 및 변경

■ 폐색 상태 변경

■ 시스템 상태 변경

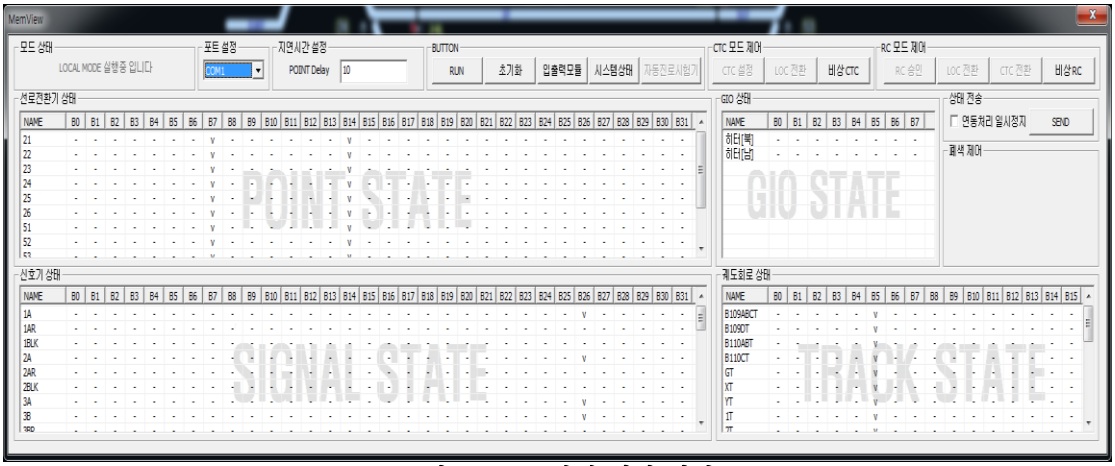


그림 132 I/O 상태 처리 화면

(사) 통신 인터페이스

연동 시뮬레이터는 모드에 따라 다른 통신 모듈을 사용한다. 모드는 단일 연동 시험 모드 및 I/O 시뮬레이션 모드, CTC모드 세가지 이며 해당 모드로 적용된 시뮬레이터가 연결되기 전까지 모듈은 생성된 상태에서 동작하고 있으면 연결이 이루어지면 해당 통신 모듈을 사용하여 인터페이스 한다.

유지보수부와 통신연결을 통하여 시뮬레이터에서 수행하는 제어에 대한 메시지 및 알람 표시등을 확인이 가능하다.

통신 인터페이스를 사용하기 위한 모드는 아래와 같다.

- ■ 단일 연동 시험 모드
- ■ I/O 시뮬레이션 모드
- ■ CTC 시뮬레이션 모드

(아) 연동데이터 관리자

연동 데이터 생성툴 소프트웨어에서 생성되는 연동데이터 파일은 연동논리부 및 유지보수부에 동일하게 적용된다. 연동데이터 파일은 연동 시뮬레이터에도 동일하게 적용되며 프로그램이 시작 시 파일이 로딩되어 프로그램에 적용되며 해당 파일에 대한 연동데이터 검증을 수행한다.

(자) 메시지 표출

연동 시뮬레이터는 유지보수부가 설치된 PC에 설치되어 동작한다. 연동 시뮬레이터가 연동데이터 검사를 수행 할 경우 유지보수부는 통신인터페이스로 연결되어 발생하는 제어 및 표시에 대한 이벤트 및 연동논리 처리에 대한 메시지를 실시간으로 메시지 창에 표출한다. 해당 이벤트에 대한 메시지 정의는 파일로 지정되어 있으며 발생된 메시지는 텍스트로 저장되며 출력이 가능하다.

(19) 소프트 웨어 기능

연동 시뮬레이터 프로그램의 신호설비 정보는 외부로부터 작성되는 DES프로그램에서 생성되는 연동데이터를 사용하여 검사를 수행한다. 전자연동장치의 연동논리부와 동일한 논리구조식을 가지며 데이터 구조 및 용량 또한 같다.

연동 시뮬레이터는 다음 표와 같은 기능을 수행한다.

Function List of Simulator

Level 1	Level 2	설명
화면 표시 관리자 제어	선로전환기 정위, 반위 제어	역 상태 화면에서 선로전환기의 제어를 수행
	진로 설정 및 해정	역 상태 화면에서 진로의 제어를 수행
I/O 정보 상태 확인 및 변경 제어	궤도회로 상태 확인 및 변경	I/O상태정보 창에서 궤도회로의 상태를 확인 및 임의적으로 변경
	선로전환기 상태 확인 및 변경	I/O상태정보 창에서 선로전환기의 상태를 확인 및 임의적으로 변경
	신호기 상태 확인 및 변경	I/O상태정보 창에서 신호기의 상태를 확인 및 임의적으로 변경
	폐색 램프 상태 변경	I/O상태정보 창에서 폐색신호기의 상태를 확인 및 임의적으로 변경
	시스템 상태 확인 및 변경	I/O상태정보 창에서 시스템의 상태를 확인 및 임의적으로 변경

표 40 Function List of Simulator

(가) 화면 표시 관리자 제어

역 상태와 동일한 화면을 제공하는 화면 표시 관리자에서 선로전환기 및 신호기를 클릭하여 제어 명령을 송신하면 연동논리처리식을 통해 연동논리 검사를 수행, 완료된 상태를 업데이트 하여 메모리에 저장하고 표시정보 및 메시지 정보를 전달하여 화면에 상태를 업데이트 하고 메시지를 표출한다.

(나) 선로전환기 정위, 반위 제어

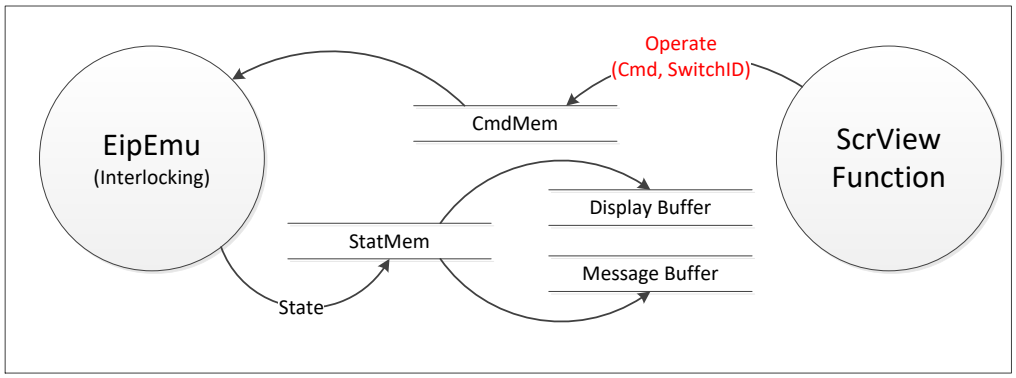


그림 133 선로전환기 제어 처리 흐름

화면 표시 관리자에 나타나는 선로전환기의 위치에 마우스를 클릭하면 선로전환기 제어에 대한 메시지가 발생하고 발생한 선로전환기 제어 메시지의 고유 ID와 선로전환기 ID는 연동논리처리식으로 전달 되어 해당 제어에 대한 연동논리 검사를 수행하고 결과를 상태 메모리에 업데이트 한다.

상태 메모리는 화면에 표시 하도록 표시 Buffer로 상태를 전송하여 화면 표시 관리자에 나타내며 메시지 표출을 위하여 Message Buffer로 상태를 전송하여 Message창에 결과를 나타낸다.

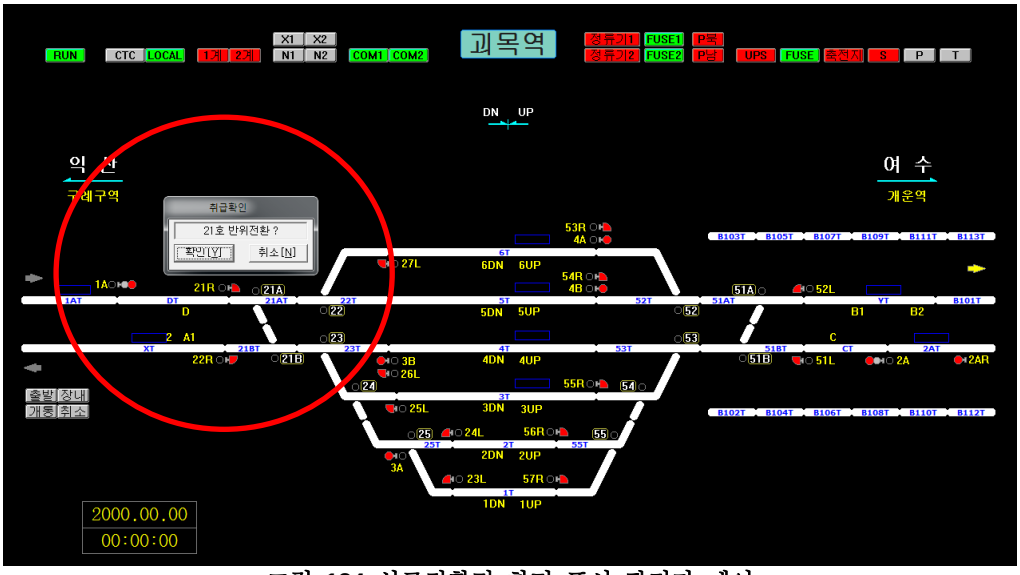


그림 134 선로전환기 화면 표시 관리자 제어

(다) 진로 설정 및 해정

화면 표시 관리자에 나타나는 신호기 위치에 마우스를 클릭하면 설정할 수 있는 진로 목록이 나타난다. 설정하고자 하는 진로를 선택하면 진로 설정 메시지 ID와 신호기ID, 도착 궤도회로 ID를 연동논리처리식으로 전달하고 해당 메시지에 대한 연동논리 검사를 수행, 결과를 상태 메모리에 업데이트 한다.

상태 메모리는 화면에 표시 하도록 표시 Buffer로 상태를 전송하여 화면 표시 관리자에 나타내며 메시지 표출을 위하여 Message Buffer로 상태를 전송하여 Message창에 결과를 나타낸다.

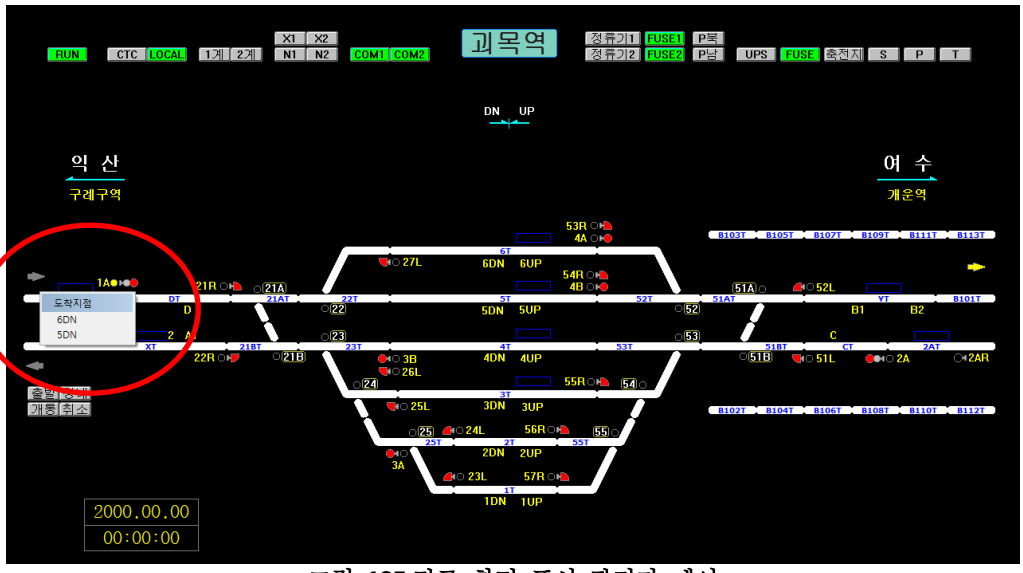


그림 135 진로 화면 표시 관리자 제어

진로 설정 후 해정은 설정과는 다르게 진로 해정 메시지 ID와 신호기 ID를 전달하여 연동논리식을 처리, 결과를 상태 메모리에 업데이트하고 화면 표시 관리자에 나타내며 Message창에 결과를 나타낸다.

(라) I/O 정보 상태 변경 제어

연동 시뮬레이터 소프트웨어를 실행하면 로딩되는 화면은 화면 표시 관리자와 I/O 상태 정보를 표시하는 ViewMem 화면이다. I/O 정보 상태 화면은 실시간으로 설비에 대한 상태를 업데이트 하며 연동데이터에 대한 검사 시 해당 정보들에 대한 상태 변경 제어를 수행하여 상태를 변경한다. I/O 상태 변경제어를 통하여 연동논리 검사 수행 시 다양한 조건의 시험이 가능하다.

(마) 궤도회로 상태 확인 및 변경

궤도회로 상태 확인 및 변경은 궤도회로의 I/O 접점 정보 상태 확인 및 궤도회로의 점유, 비점유 등 궤도회로의 상태를 변경하는 제어이며 ViewMem에서 확인하며 변경 명령을 송신한다. 실시간으로 현 상태를 표시하고 있지만 사용자 변경 제어 모드 설정을 통해 궤도회로의 상태 변경 명령을 수행하거나 진로 설정 및 해정 제어를 하면 Status Memory에 값을 변경하여 I/O Buffer로 전달하며 상태를 업데이트 한다. 또한 Status Memory에서는 업데이트된 현재의 상태를 Display Buffer, Message Buffer, ViewMem으로 전달하여 현재의 상태를 확인할 수 있게 한다.

궤도회로의 상태 변경은 I/O 접점 상태의 변경으로 설정하며 I/O접점 정보 상태는 창으로 확인이 가능하다. 아래는 궤도회로의 상태 변경 목록을 나타낸다.

- ■ 비점유
- ■ 진로 쇄정 (내)
- ■ 진로 쇄정 (외)
- ■ 임의 쇄정
- ■ 고장
- ■ 궤도점유 상태
- ■ 사용금지

■ 접근 알람

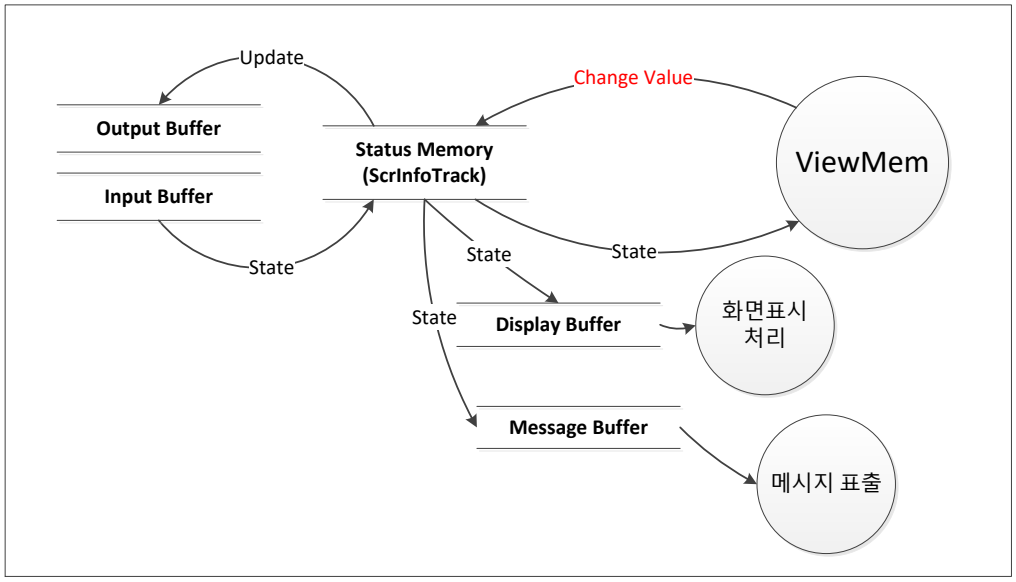


그림 136 궤도회로 상태 변경 처리 흐름

(바) 선로전환기 상태 확인 및 변경

선로전환기 상태 확인 및 변경은 선로전환기의 I/O 접점 정보 상태 확인 및 선로전환기의 정위, 반위, 고장 등 상태를 변경하는 제어이며 ViewMem에서 확인하며 변경 명령을 송신한다.

실시간으로 현 상태를 표시하고 있지만 사용자 변경 제어 모드 설정을 통해 선로전환기의 상태 변경 명령을 수행하거나 진로설정 및 해정, 선로전환기 단독 전환 등을 수행하면 Status Memory에 값을 변경하여 I/O Buffer로 전달하며 상태를 업데이트 한다. 또한 Status Memory에서는 업데이트된 현재의 상태를 Display Buffer, Message Buffer, ViewMem으로 전달하여 현재의 상태를 확인할 수 있게 한다.

선로전환기의 I/O 접점 상태에서 제어 출력 및 요구 , 상태 등을 확인 할 수 있다.

선로전환기의 상태 변경은 I/O 접점 상태의 변경 값 조합으로 설정하며 I/O접점 정보 상태는 창으로 확인이 가능하다. 아래는 선로전환기의 상태 변경 목록을 나타낸다.

■ 정위

■ 반위

■ 진로 쇄정

■ 오버랩 쇄정

■ 철사 쇄정

■ 고장

■ 불일치

(사) 신호기 상태 확인 및 변경

신호기 상태 확인 및 변경은 신호기의 I/O 접점 정보 상태 확인 및 신호기의 진행, 정지, 고장 등 상태를 변경하는 제어이며 ViewMem에서 확인하며 변경 명령을 송신한다. 실시간으로 현 상태를 표시하고 있지만 사용자 변경 제어 모드 설정을 통해 신호기의 상태 변경 명령을 수행하거나 진로의 설정 및 해정 등을 제어하면 Status Memory에 값을 변경하여 I/O Buffer로 전달하며 상태를 업데이트 한다. 또한 Status Memory에서는 업데이트된 현재의 상태를 Display Buffer, Message Buffer, ViewMem으로 전달하여 현재의 상태를 확인할 수 있게 한다.

신호기는 현시 계열 및 각 현시 계열의 주심, 부심 전류 검지 및 단심 상태 여부를 확인할 수 있다.

신호기의 상태 변경은 I/O 접점 상태의 변경 값 조합으로 설정하며 I/O접점 정보 상태는 창으로 확인이 가능하다. 아래는 신호기의 상태 변경 목록을 나타낸다.

■ 정지

■ 진행

■ 주의

■ 무(유)도등

■ 고장

■ 접근 쇄정

■ TTB SET

■ REQUEST

(아) 폐색 램프 상태 변경 (General State)

폐색 램프의 상태 확인 및 변경은 패색 램프의 BIT 정보를 변경하여 상태를 제어 하며 ViewMem 에서 제어하여 변경 명령을 송신한다. 송신된 명령은 Status Memory에

전달되어 상태 값을 업데이트 하며 I/O Buffer, Display Buffer, Message Buffer로 상태 값을 전달하여 확인 할 수 있다.

(자) 시스템 상태 확인 및 변경

시스템 상태 확인 및 변경은 현재 역에 적용된 시스템에 대한 I/O 정보 상태 확인 및 변경을 제어하며 ViewMem에서 확인하고 변경 명령을 송신한다. 실시간으로 현 상태를 표시하나 사용자 변경 제어 모드 설정을 통해 시스템의 상태 변경 명령을 수행하여 Status Memory에 값을 변경 I/O Buffer로 전달, 상태를 업데이트 한다. Status Memory에서는 업데이트된 현재의 상태를 Display Buffer, Message Buffer, ViewMem으로 전달하여 현재의 상태를 확인할 수 있게 한다.

시스템의 상태 변경은 I/O 접점 상태의 변경으로 설정한다.

(차) 모드 전환

연동 시뮬레이터 프로그램의 모드 전환 기능을 통해 단일 연동시험, I/O 시뮬레이션 시험, CTC 시뮬레이션 시험이 가능하다. 해당 제어는 “메뉴 – 보기 – 모드설정"에서 수행한다.

모드설정을 통해 I/O 반응 및 CTC 제어 시뮬레이션을 할 수 있으며 각각의 모드로 설정된 프로그램은 단일PC에 설치하여 Port로 연결하여 테스트를 수행한다.

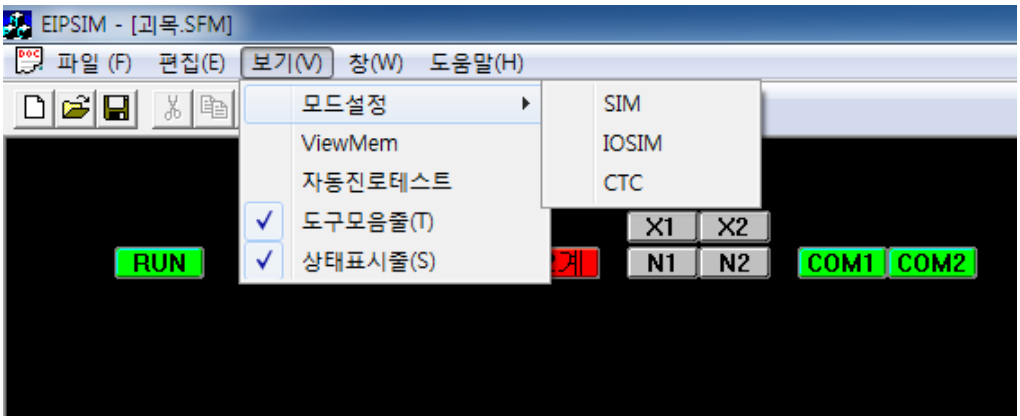


그림 137 모드설정 변경 메뉴

(카) 단일 연동시험 모드(SIM Mode)

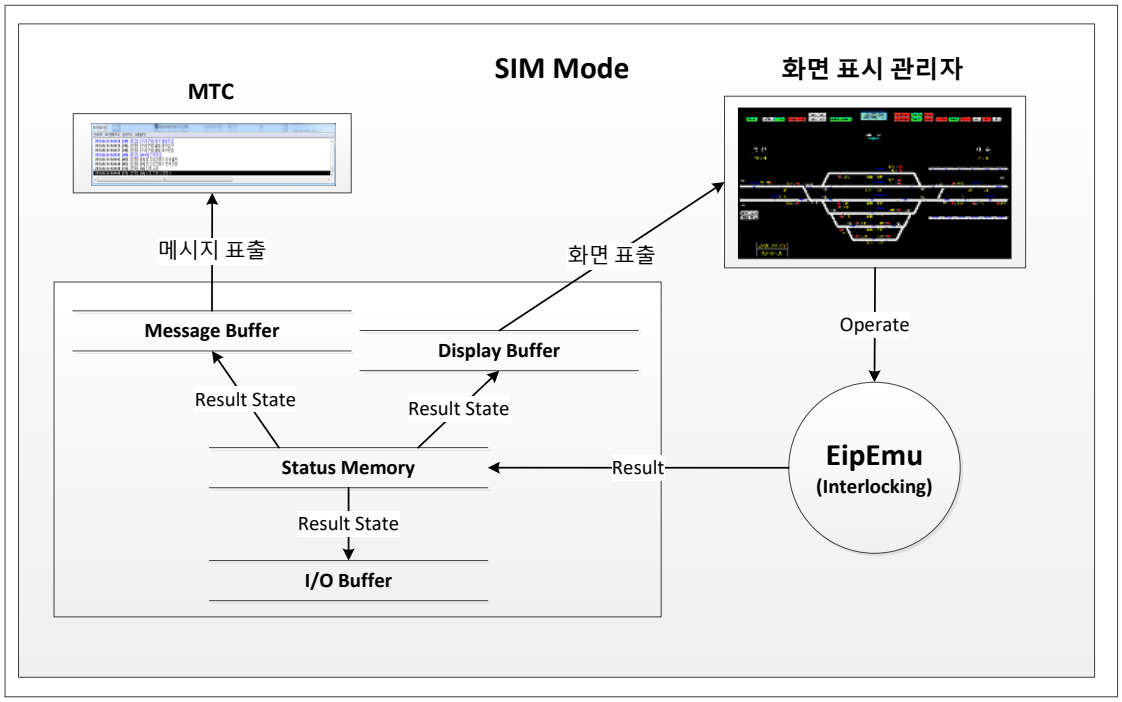


그림 138 단일 연동시험 모드(SIM Mode)

연동 시뮬레이터에서 전자연동장치에 적용된 연동데이터에 대한 연동논리 검사를 위해 수행하는 모드이다. 프로그램이 실행되면 최초의 단일 연동시험 모드로 적용된다. 연동 시뮬레이터 프로그램의 고유 기능을 사용하기 위해 사용되는 모드이며 SIM Mode를 제외한 다른 모드를 사용하는 PC를 연결할 경우에도 SIM Mode는 실행된다.

프로그램 RUN 상태에서 사용자가 화면상 신호기 및 선로전환기 등을 제어하면 연동 시뮬레이터에 적용된 연동논리 처리를 수행하고 신호설비의 입/출력 상태 및 논리적인 상태, 시스템 상태를 관리하는 Status Memory에 업데이트 되며 해당 Status Memory는 각각 I/O Buffer, Display Buffer, Message Buffer로 결과값을 Index 별로 전달하여 I/O 상태를 업데이트 하거나 화면에 표시, 메시지를 표출한다.

해당 단일 연동시험 모드에서는 I/O상태 정보 값을 변경하여 연동데이터에 대한 방호 기능 조건을 제공하여 다양한 테스트가 가능하다

(타) I/O 시뮬레이션 모드(IOSIM Mode)

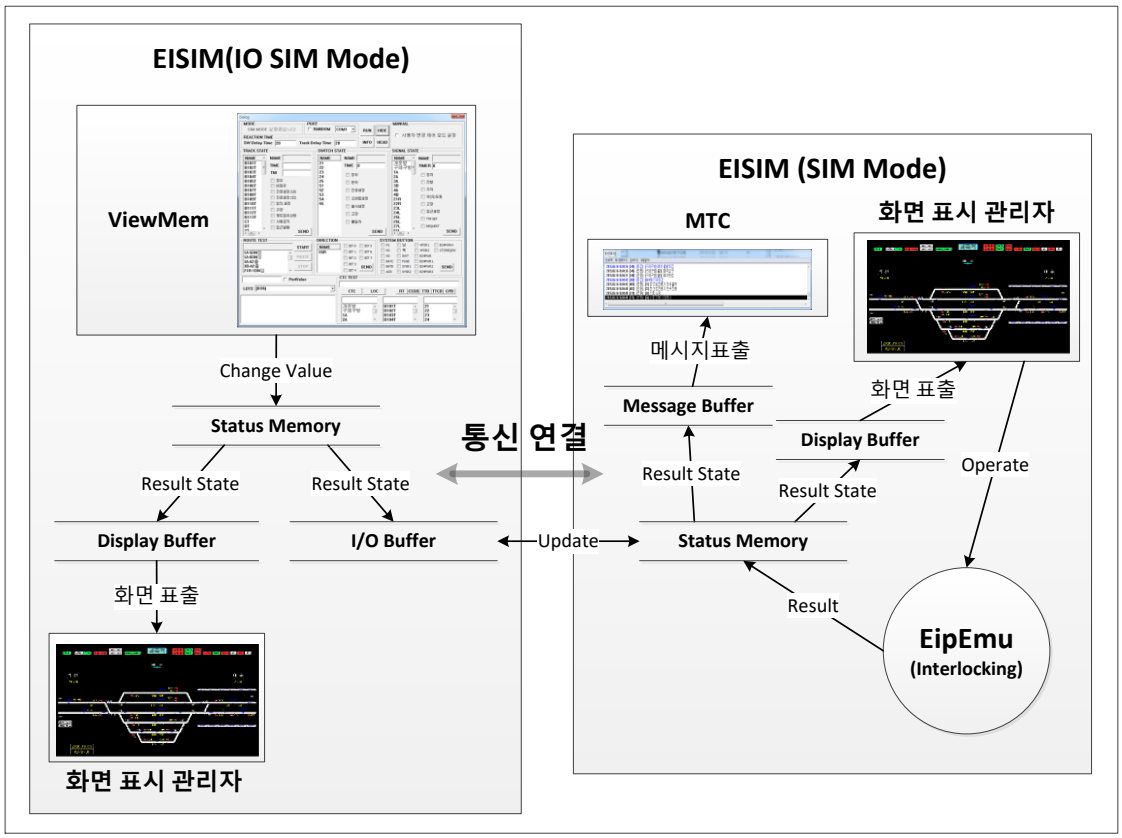


그림 139Simulator Software Configuration diagram (IOSIM Mode)

I/O 시뮬레이터 모드는 설비와 직접 연결 되어 시뮬레이션 한다는 가정으로 I/O정보의 상태 값을 전송해주는 역할을 한다. I/O 시뮬레이션 모드로 동작하는 연동

시뮬레이터프로그램을 실행한 PC와 SIM Mode로 동작하는 연동 시뮬레이터 프로그램을 실행한 PC를 연결하여 시뮬레이션을 진행한다.

I/O 시뮬레이터 모드에서 I/O 상태 정보를 변경하여 I/O Buffer에 전송하면 통신 인터페이스로 연결된 SIM Mode에서의 Status Memory로 상태 정보를 전송한다. SIM Mode에서의 Status Memory는 기존의 기능을 수행하여 화면 표출 및 메시지를 표출한다.

SIM Mode의 화면표시 관리자에서 제어 및 상태 변경으로 기본 연동논리처리를 통해 업데이트 된 Status Memory의 상태 값을 I/O SIM Mode의 I/O Buffer로 전달하여 설비의 반응 처리를 확인한다.

(파) CTC 시뮬레이션 모드(CTC Mode)

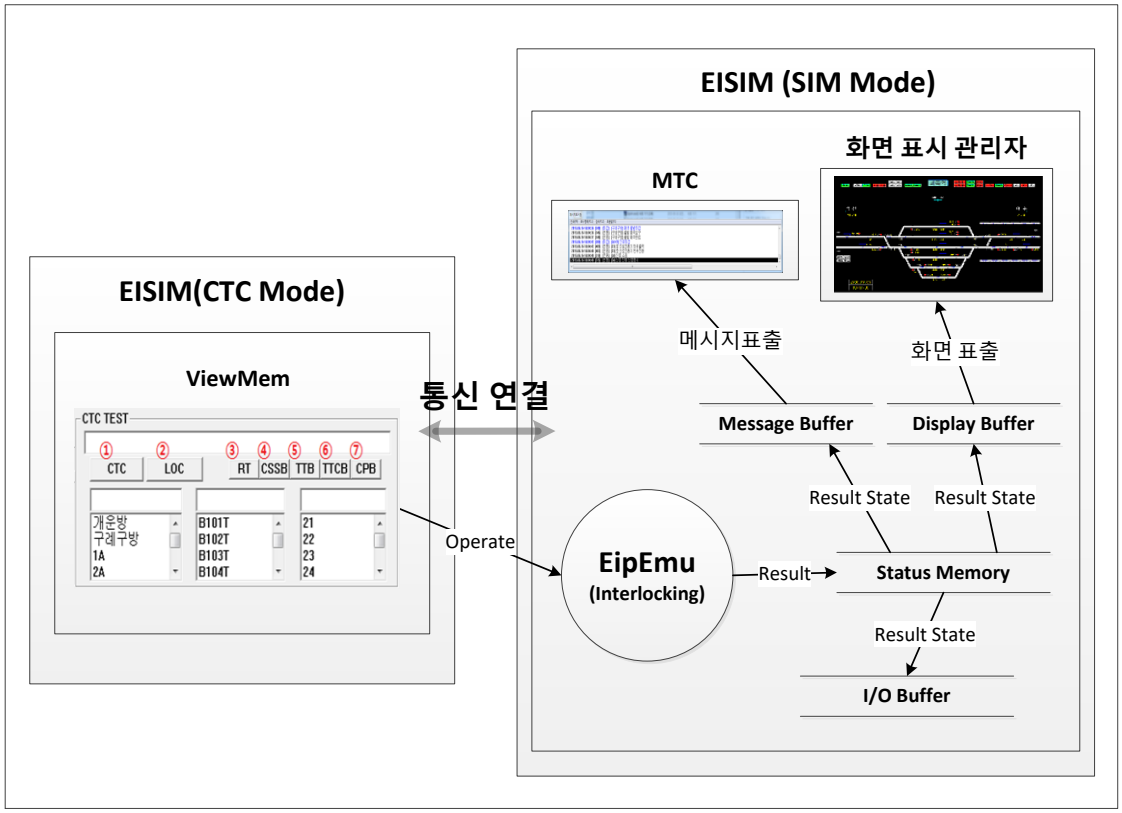


그림 140 Simulator Software Configuration Diagram (CTC Mode)

CTC 시뮬레이션 모드는 관제에서의 제어 명령을 수신하여 처리하는 기능으로 CTC 시뮬레이터 모드로 동작하는 연동 시뮬레이터 프로그램을 실행한 PC와 SIM Mode로 동작하는 연동 시뮬레이터 프로그램을 실행한 PC를 연결하여 시뮬레이션을 진행한다.

CTC 시뮬레이션 모드로 동작하는 연동 시뮬레이터 프로그램에서 CTC 제어 명령인 진로 제어 및 선로전환기의 Remote제어 명령을 수행하여 통신 인터페이스로 연결된 SIM

Mode의 연동논리처리식을 수행한다. 연동논리처리가 완료되면 결과를 Status Memory로 업데이트 하며 Status Memory는 기존의 기능을 수행하여 화면 표출 및 메시지 표출, I/O Buffer로 상태 결과를 업데이트 한다.

(20) 메시지 확인

연동 시뮬레이터 프로그램에서 상태 변경 및 제어 이벤트가 발생되면 연동처리 후 결과는 MTC에 전달되며 해당 결과에 대한 미리 정의된 메시지를 선택하여 유지보수부 메시지창에 실시간으로 표출한다. 메시지창에 표출된 메시지는 저장 매체에 Text 형식으로 저장되며 Text형식으로 저장된 데이터는 항목별 검색이 가능하다. 또한 사용자가 해당 메시지를 출력하여 확인이 가능하다.

메시지 확인의 기능은 아래와 같다.

■ 신호설비의 현재 상태

■ 신호설비의 상태 변경

■ 선로전환기 및 신호기 등의 설비 취급

■ 연동 처리에 대한 결과 및 오류 표시

■ 시스템 상태 정보 표시

■ 인쇄 기능

■ 메시지 창 확대 기능

■ 검색 기준 별 메시지 표시 기능

- 종별: 장애, 동작, 취급, 기타정보

- 장치: 궤도, 신호기, 선로전환기, 시스템정보

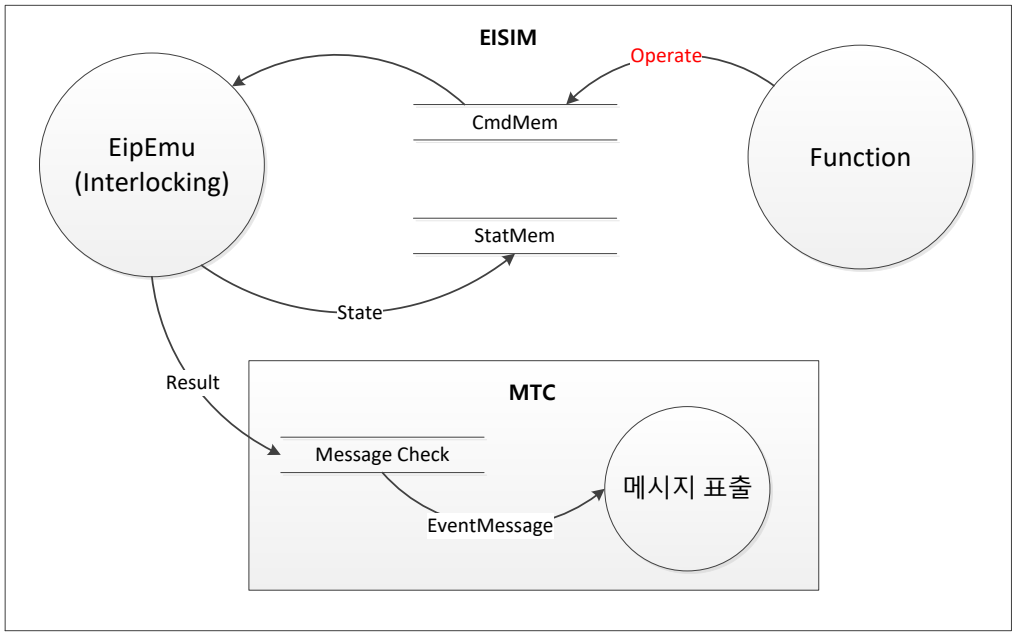
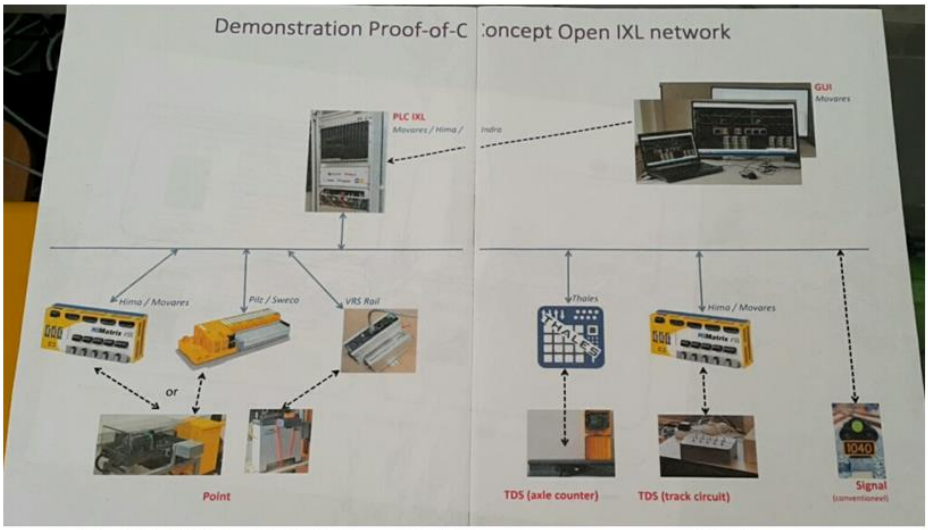


그림 141 메시지 표출 처리 흐름

(21) 해외에서의 IP 기반 사례(2018.9.18~21 InnoTrans 출품사례)

IP 기반 연동장치 기술 동향

- Thales : Object Controller 제공
- VRS (네덜란드) : Object Controller 제공
- Pilz : Object Controller 제공
- HIMA (독일) : PLC IXL 연동장치, PLC Object Controller 제공

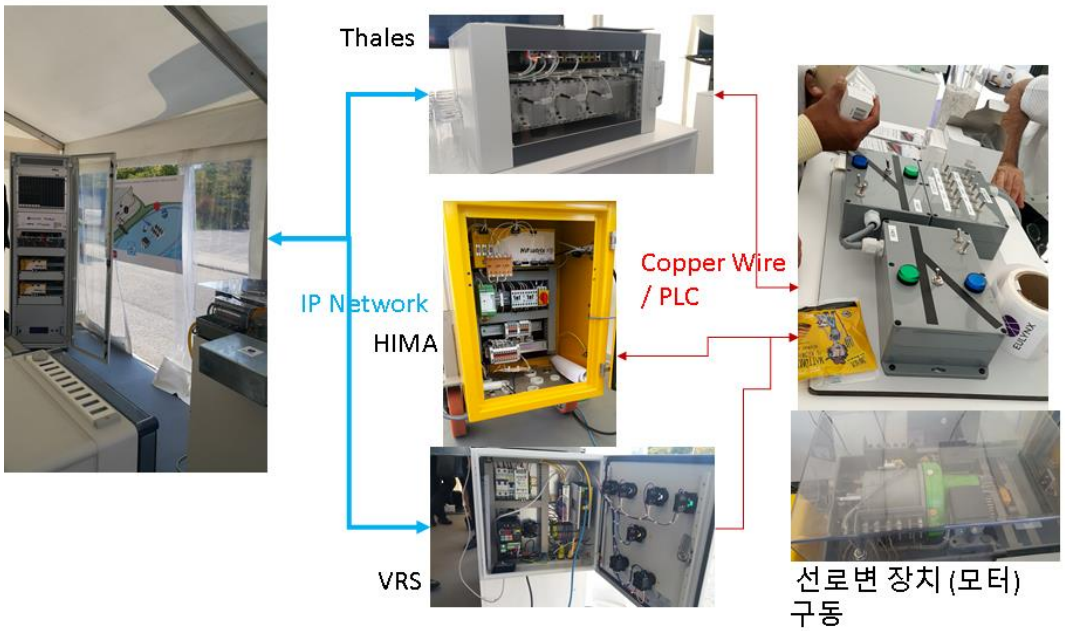


네트워크 구성도: 선로변 장치 <--- 구리선 ---> Object Controller <--- 이더넷 ----> IXL

각 선로변 장치를 구동하기 위한 Object Controller 는 한개의 IP 할당.
다수의 장치를 구동하려면 다수의 IP 필요.

그림 142 해외 IP 기반 연동장치 기술 동향 1

IP 기반 연동장치 기술 동향 (계속)



3가지 통신 프로토콜, SCI, SDI, SMI 중 SCI 만 구현되어 있다고 함.

그림 143 해외 IP 기반 연동장치 기술 동향 2

(22) 환경시험 성적서

(가) 환경시험 사진



그림 144 환경시험 사진

(나) KES 시험인증 결과 요약 (19.06.03~19.06.11)

형식 : 연동논리부랙(IPEI-T001), 제어부랙 (IPCI-T001)

시험항목	시험기준	시험결과
전원변동시험	교류전원인 경우는 규정된 전압과 주파수에 대한 상한치와 하한치의 모든 조합에 대하여 성능검사를 실시하였을 때 이상이 없을 것	적합
저온 시험	IEC 60068-2-1 내한성 시험방법에 따라 -0 ℃로 방치시간 16 시간으로 시험초기, 중간, 최종단계에서 성능검사를 실시하였을 때 이상 없고 기계적 결함이 없을 것	적합
고온 시험	IEC 60068-2-2 내열성 시험방법에 따라 60 ℃로 방치시간 16 시간으로 시험초기, 중간, 최종단계에서 성능검사를 실시하였을 때 이상 없고 기계적 결함이 없을 것	적합
온도사이클시험	IEC 60068-2-14 온도사이클 시험방법에 따라 -20 ℃ ~ 60 ℃의 온도변화의 사이클 수는 5 주기로 하며, 저온과 고온의 방치시간은 각각 30 분 으로 진행 시험초기, 최종단계에서 성능검사를 실시하였을 때 이상 없고 기계적 결함이 없을 것	적합
고온고습시험	IEC 60068-2-30 고온고습 시험방법에 따라 상한 55 ℃, 95 %R.H.로 사이클 수는 2 주기로 시험초기, 중간, 최종단계에서 성능검사를 실시하였을 때 이상 없고 기계적 결함이 없을 것	적합
절연저항 시험	DC 500 V 절연저항계 측정 시 절연저항 10 MΩ 이상일 것	적합
내전압 시험	AC 1 500 V, 60 Hz, 1 분간 인가하여 이상 없을 것	적합
	내전압 시험 후의 절연저항을 측정하여 내전압 시험 전에 측정된 절연저항과 비교 시 이상이 없을 것	적합
전도 시험 (전원)	<table><tr><td rowspan="2">주파수범위 (㎒)</td><td colspan="4">허용기준(dBμV)</td></tr><tr><td colspan="2">Class B</td><td colspan="2">Class A</td></tr><tr><td>준-첨두치</td><td>평균치</td><td>준-첨두치</td><td>평균치</td></tr><tr><td>0.15 – 0.5</td><td>66 –56</td><td>56 – 46</td><td>79</td><td>66</td></tr><tr><td>0.5 – 5</td><td>56</td><td>46</td><td>73</td><td>60</td></tr><tr><td>5 – 30</td><td>60</td><td>50</td><td>73</td><td>60</td></tr></table>	적합

<table>
<tr><td>전도 시험
(통신)</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="3">주파수범위
(㎒)</th><th colspan="4">전압 허용기준(dBμV)</th><th colspan="4">전압 허용기준(dBμA)</th></tr>
<tr><th colspan="2">Class B</th><th colspan="2">Class A</th><th colspan="2">Class B</th><th colspan="2">Class A</th></tr>
<tr><th>준-첨두치</th><th>평균치</th><th>준-첨두치</th><th>평균치</th><th>준-첨두치</th><th>평균치</th><th>준-첨두치</th><th>평균치</th></tr>
<tr><td>0.15 ~ 0.5</td><td>84 ~ 74</td><td>74 ~ 64</td><td>97 ~ 87</td><td>84 ~ 74</td><td>40 ~ 30</td><td>30 ~ 20</td><td>53 ~ 43</td><td>40 ~ 30</td></tr>
<tr><td>0.5 ~ 30</td><td>74</td><td>64</td><td>87</td><td>74</td><td>30</td><td>20</td><td>43</td><td>30</td></tr>
</table>
</td><td>적합</td></tr>
<tr><td>불연속성
방해전압 시험</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">주파수범위
(㎒)</th><th colspan="2">허용기준(dBμV)</th></tr>
<tr><th>준-첨두치</th><th>평균치</th></tr>
<tr><td>0.15 ~ 0.5</td><td>66 – 56</td><td>59 – 46</td></tr>
<tr><td>0.5 ~ 5</td><td>56</td><td>46</td></tr>
<tr><td>5 ~ 30</td><td>60</td><td>50</td></tr>
</table>
</td><td>적합</td></tr>
<tr><td>방사 시험
(1GHz 이하)</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="2">주파수범위
(㎒)</th><th colspan="2">허용기준(dBμV/m)</th></tr>
<tr><th>Class B
(10 m)</th><th>Class A
(10 m)</th></tr>
<tr><td>30 ~ 230</td><td>30</td><td>40</td></tr>
<tr><td>230 ~ 1 000</td><td>37</td><td>47</td></tr>
</table>
</td><td>적합</td></tr>
<tr><td>방사 시험
(1GHz 이상)</td><td>
<table>
<tr><th rowspan="3">주파수범위
(㎓)</th><th colspan="4">허용기준(dBμV/m)</th></tr>
<tr><th colspan="2">Class B
(3 m)</th><th colspan="2">Class A
(3 m)</th></tr>
<tr><th>첨두</th><th>평균</th><th>첨두</th><th>평균</th></tr>
<tr><td>1 ~ 3</td><td>70</td><td>50</td><td>76</td><td>56</td></tr>
<tr><td>3 ~ 6</td><td>74</td><td>54</td><td>80</td><td>60</td></tr>
</table>
</td><td>적합</td></tr>
<tr><td>정전기 방전
내성 시험</td><td>
접촉방전: ■ - 2 kV ■ - 4 kV ■ - 6 kV
기중방전: ■ - 2 kV ■ - 4 kV ■ - 8 kV
방전임피던스 : ■ - 330 Ω / 150 pF □ - 150 Ω / 150 pF
방전간격 : ■ - 1회 / 1 s
방전회수 : ■ - 인가부위당 10회 이상
방전종류 : ■ - 기중방전 ■ - 접촉방전
■ - 직접방전 ■ - 간접방전
극성 : ■ - + ■ - -
정전기위치 : ■ - 손으로 만질 수 있는 표면에 있는 각각의 위치
□ - 수평 연결면(HCP)
■ - 수직 연결면(VCP)
■ - 나사, 커넥터
</td><td>적합</td></tr>
<tr><td>전기 자기 방사
내성 시험</td><td>
주파수범위 [전계강도]: ■ - 80 ㎒ – 800 ㎒ [10 V/m]
■ - 800 ㎒ – 1 000 ㎒ [20 V/m]
■ - 1 400 ㎒ – 2 000 ㎒ [10 V/m]
■ - 2 000 ㎒ – 2 700 ㎒ [5 V/m]
■ - 5 100 ㎒ – 6 000 ㎒ [3 V/m]
안테나거리 – 시험기자재 : ■ - 3 m
변조 : ■ - AM: 80 %
□ - FM: %
■ - Sine wave: 1 ㎑
□ - Unmodulated
□ - Pulse 1 Hz (0.5 s, On : 0.5 s, Off)
주파수스텝 / 인가시간 : □ - 1 % / 1 s ■ - 1 % / 3 s
안테나극성 : ■ - 수평 ■ - 수직 □ - 원형
인가부위 : ■ - 4면
</td><td>적합</td></tr>
</table>

전기적 빠른 과도현상 내성 시험	인가 전압 - 입력 교류 전원단자 :	□ - 0.5 kV ■ - 2.0 kV	□ - 1.0 kV □ - 4.0 kV	적합
	인가 전압 - 입력 직류 전원단자 :	□ - 0.25 kV □ - 1.0 kV	□ - 0.5 kV ■ - 2.0 kV	
	인가 전압 - 신호선 및 통신단자, 접지단자 :	□ - 0.25 kV ■ - 1.0 kV	□ - 0.5 kV □ - 2.0 kV	
	임펄스 반복률 :	□ - 2.5 ㎑	■ - 5.0 ㎑	□ - ___ ㎑
	임펄스 상승시간 :	■ - 5 x (1 ± 30 %) ns		
	임펄스 폭 :	■ - 50 x (1 ± 30 %) ns		
	버스트 지속시간 :	■ - 15 x (1 ± 20 %) ms		
	버스트 주기 :	■ - 300 x (1± 20 %) ms		
	인가 시간 :	■ - 60 s	□ - 120 s	□ - 300 s
	인가 방법 :	■ - 결합/감결합회로망 (입력 전원단자)	■ - 용량성결합클램프 (입력 전원단자 외)	
	극성 :	■ - +	■ - -	
서지 내성 시험	서지전압 - 입력 교류 전원단자:	□ - 0.5 kV ■ - 2.0 kV	■ - 1.0 kV □ - 4.0 kV	적합
	서지전압 - 입력 직류 전원단자:	□ - 0.25 kV ■ - 1.0 kV	□ - 0.5 kV ■ - 2.0 kV	
	서지전압 - 신호선 및 통신단자:	□ - 0.25 kV □ - 1.0 kV	□ - 0.5 kV □ - 2.0 kV	
	소스임피던스 :	■ - 2 Ω + 18 ㎌ □ - 42 Ω + 0.1 ㎌	■ - 12 Ω + 9 ㎌ ■ - 42 Ω + 0.5 ㎌	
	전압파형 :	■ - 1.2 / 50 ㎲	□ - 10 / 700 ㎲	
	전류파형 :	■ - 8 / 20 ㎲		
	인가회수 :	■ - 5 surges	□ - ___ surges /angle	
	위상 :	■ - 0° ■ - 180°	■ - 90° ■ - 270°	
	반복률 :	■ - 60 s	□ - 30 s	
	극성 :	■ - +	■ - -	
전자기장 전도 내성 시험	범위 :	■ - 0.15 ㎒ – 80 ㎒	□ - 0.15 ㎒ – 100 ㎒	적합
	전계강도 :	□ - 1 V ■ - 10 V	□ - 3 V □ - _ V	
	변조 :	■ - AM: 80 % □ - FM: __ ㎑ dev. ___ ㎑ ■ - Sine wave: 1 ㎑ □ - Un-modulated □ - Pulse 1 Hz (0.5 s, On : 0.5 s, Off)		
	주파수스텝 / 인가시간 :	□ - 1 % / 1 s	■ - 1 % / 3 s	
전원 주파수 자계 내성 시험	자기장 세기(전원) :	□ - 30 A/m	■ - 100 A/m(ac)	■ - 300 A/m(dc)	적합
	주파수(ac) :	■ - 16.7 Hz	■ - 50 Hz	■ - 60 Hz	
	주파수(dc) :	■ - 0 Hz		

표 41 KES 시험인증 요약

환경시험 성적서

주식회사 케이 이 에스
경기도 안양시 동안구 시민대로365번길 40, 3701호 (관양동)
Tel: +82-31-425-6200 / Fax: +82-31-424-0450
www.kes.co.kr

발급번호 :
KES-E1-19T0365
페이지: (1) / (65)

시험성적서

1. 의 뢰 인
   - ㅇ 기 관 명 : 대아티아이(주)
   - ㅇ 주 소 : 경기도 부천시 오정구 수도로 139 (내동, 대아빌딩)
   - ㅇ 의뢰일자 : 2019 년 06 월 03 일

2. 제 조 자 : 대아티아이(주)

3. 제 품 명 : IP기반 전자연동장치

4. 모 델 명 : 연동논리부랙 (IPEI-T001), 제어부랙 (IPCI-T001)

5. 시험기간 : 2019 년 06 월 13 일 ~2019 년 06 월 19 일

6. 시험방법 : KRS SG 0015-17(R) : 전자연동장치

7. 시험환경 : 시험데이터참조

8. 시험성적서 용도 : IP 기반 철도 전자연동장치 실용화 과제 연구개발용

9. 시험결과 : ■ 적합 □ 부적합

확인	시험자	승인자 (시험책임자)
	성명 : 이 영 호 (서명)	성명 : 장 동 훈

2019 년 06 월 21 일

주식회사 케이 이 에스 (인)

안양시험장 : 경기도 안양시 동안구 시민대로 365번길 40, C-3701
TEL : 031) 425-6200, FAX. : 031) 424-0450

여주시험장 : 경기도 여주시 가여로 473-21 (하거동)
TEL : 070)4910-6200 FAX : 031)883-5169

이 시험성적서는 ㈜케이 이 에스의 서면 동의없이 무단 전재 및 복사를 할 수 없습니다.
이 시험성적서의 결과는 시험을 실시한 품목에 한합니다.
이 시험성적서에 대한 진위여부 확인이 필요한 경우 shchoi@kes.co.kr로 연락 바랍니다.

시 험 성 적 서

1. 신 청 인
 ㅇ 기 관 명 : 대아티아이(주)
 ㅇ 주 소 : 경기도 부천시 오정구 수도로 139 (내동, 대아빌딩)
 ㅇ 의뢰일자 : 2019년 06월 03일

2. 제 조 자 : 대아티아이(주)

3. 제 품 명 : IP기반 전자연동장치

4. 모 델 명 (형식) : 연동논리부랙 (IPEI-T001), 제어부랙 (IPCI-T001)

5. 시험성적서 용도 : IP기반 철도 전자연동장치 실용화 과제 연구개발용

6. 시험기간 : 2019년 06월 03일 ~ 2019년 06월 11일

7. 시험방법 : KRS SG 0015-17(R) : 전자연동장치

8. 시험결과 : 시험결과 참조

이 성적서 위의 내용은 시험의뢰인에 의해 제공된 시료에 한하며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

확인	시험자 성 명 : 이 병 호	승인자 (기술책임자) 성 명 : 이 병 일

2019년 06월 21일

주식회사 케이 이 에스

안양시험장 : 경기도 안양시 동안구 시민대로 365번길 40, C-3701
TEL : 031)425-6200 FAX : 031)424-0450
여주시험장 : 경기도 여주시 가여로 473-21 (하거동)
TEL : 031)883-5092 FAX : 031)883-5169

KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련 없음

이 시험성적서는 ㈜케이 이 에스의 서면 동의없이 무단 전제 및 복사를 할 수 없습니다.
이 시험성적서의 결과는 시험을 실시한 품목에 한합니다
이 시험성적서에 대한 진위여부 확인이 필요한 경우 shchoi@kes.co.kr로 연락 바랍니다.

그림 145 환경시험 성적서

(23) Test-Bed 구축 계획

<< 별첨 6. 시험역 ITC, 시험역 시험검사계획서 참조 >>

(가) 기기 집중역 연동장치 구조

연동장치는 역구내 장치와 기기집중형장치(전자단말)로 구성되며, 역구내 장치의 구조형태는 인접역과의 통신을 하는 광통신부와 연동로직을 담당하는 연동처리부, 현장장치로 제어 및 감시를 담당하는 입출력부, 그리고 현장장치와 직접 연결되어 있는 계전기 복합랙으로 구성된다. 또한 기기집중형 형태의 장치는 연동로직을 중앙장치에서 처리하므로 일종의 전자단말장치의 기능만 요구한다. 일반적으로 지금까지는 입출력부에서 전체적으로 통합적으로 관리하고 있는 형태로 제작 및 시험되어 왔다. 아래에 지금까지의 연동장치의 구성형태를 나타내고 있다.

✓연동장치의 구조형태



그림 146 기기 집중역 연동장치의 구조형태

✓기기 집중형장치의 구조형태(전자 단말)



그림 147 기기 집중역 기기 집중형장치 구조형태(전자단말)

그러나 , 이번 과제에서는 연동장치에서 원격으로 기기집중형 전체를 IP-제어기로 처리하기에는 많은 IP-제어기 장치가 있어야 하므로 이번 과제에서 처리하기에는 적합하지 못하다.

따라서 IP-제어기를 시험하기 위해서는 각각 1개씩의 현장장치만을 시험하는 것으로 하면, 전자단말 내에 4조의 IP-제어기를 설치, 시험하면 된다.

즉 집중형태의 전자단말을 분산형태의 전자단말기로 구성하는 것이다. 원래 IP-제어기는 현장장치 근처에 설치하는 것을 목적으로 하지만, 이번에는 역구내에 집중형태로 처리하는 것으로 시험하는 것으로 한다.

이때의 역간 통신형태는 아래와 같다.

✓연동장치와 기기집중장치와의 통신 네트워크 구성 형태

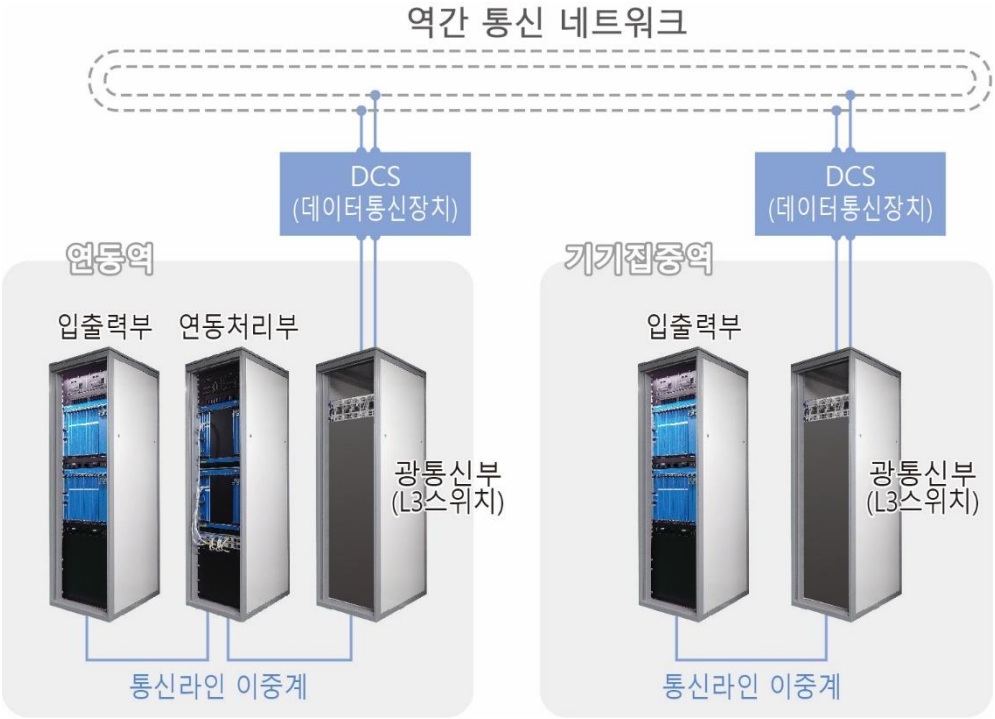


그림 148 연동장치와 기기집중장치간 통신 네트워크 구성 형태

현재 IP-제어기의 형태는 연동역의 입출력부에 해당하는 부분을 데이터 통신장치를 이용해 현장장치의 상태감시와 제어를 하는 것이다.

✓연동장치시스템의 전체 구성도 및 연결도

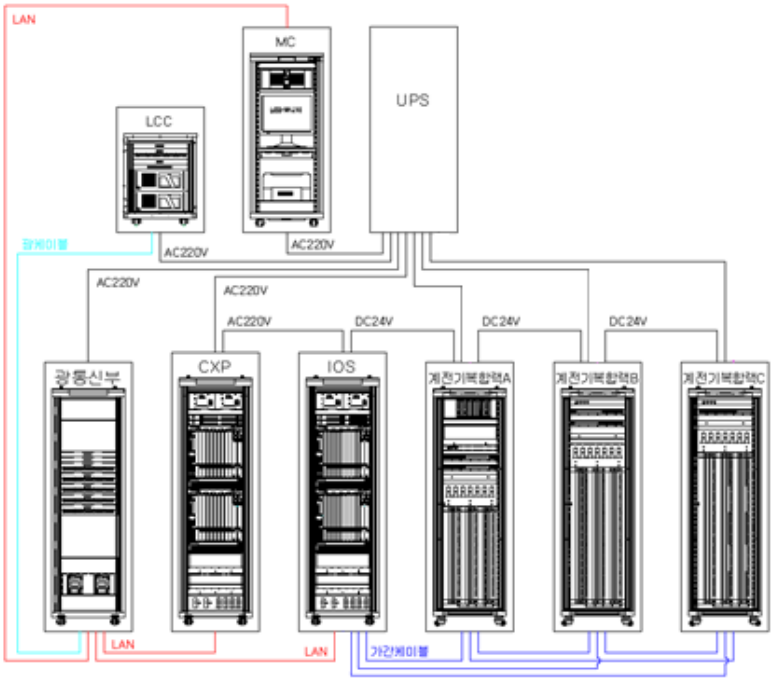


그림 149 연동장치 시스템 전체 구성도 및 연결도

위의 그림처럼 연동장치의 전체 구성은 연동논리부(CXP)와 입출력부(IOS), 그리고 통신을 담당하는 광통신부, 현장장치와 실선으로 연결되는 계전기 복합랙(분선반 포함)으로 구성되며, 이를 역에서 제어할 수 있는 표시제어부(LCC)와 유지보수를 위한 유지보수부(MC)로 이루어진다.

당사에서 이번 2차에서 진행한 것은 연동장치 시스템에서 연동논리부의 MPU를 제외한 각종 랙과 기기집중역에 해당하는 IP-제어기(전자단말)의 시험할 수 있는 시제품을 제작하는 것이다.

✓IP-제어부 장치의 전체 구성도 및 연결도

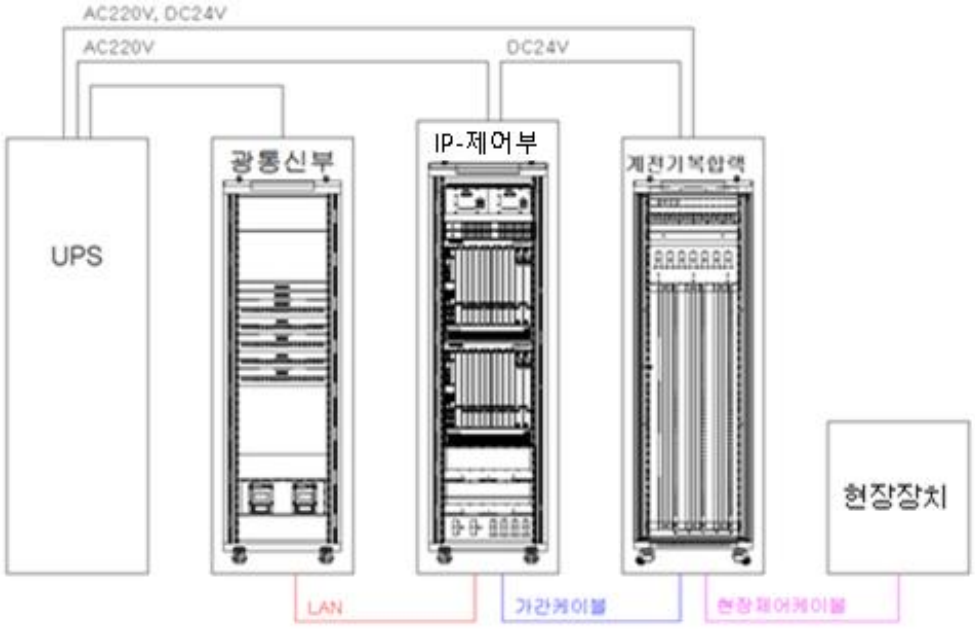


그림 150 IP 제어부 장치의 전체 구성도 및 연결도

IP-제어부는 통신라인을 이용하여 현장장치와 가까운 곳에 설치되어 있으나 여기서는 기능시험을 주로 하므로 광통신부와 계전기복합랙(분선반랙 포함) 및 IP-제어기를 모두 실장시킨 IP-제어부를 하나로 통합하여 IP-제어부랙 하나로 구성하는 것으로 한다.

따라서 구성되는 전체 시스템의 형태는 아래와 같다.

✓2차년도 시스템 구성도 및 연결도

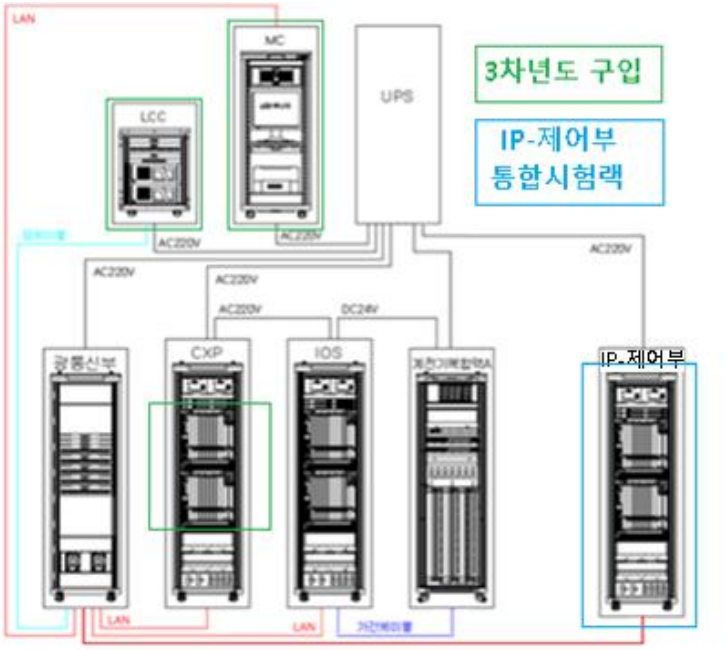


그림 151 2 차년도 시스템 구성도 및 연결도

IP-제어부 통합시험랙은 광통신부, IP-제어부, 통합계전기랙(분선반 포함)를 하나의 랙으로 구성하고 연동부와 연계하여 구성하는 것으로 하였다.

연동부랙에 들어가는 MPU는 3차년도에 구입하는 것으로 되어 있으며 형태는 아래와 같다.

✓연동처리부 구성도 및 MPU 형태

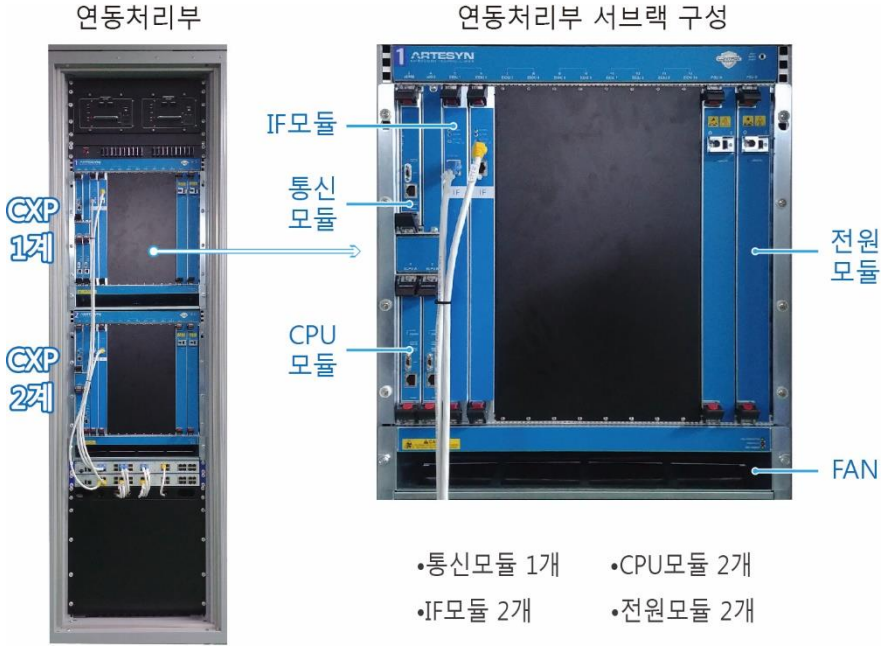


그림 152 연동처리부 구성도 및 MPU 형태

연동처리부의 MPU는 ARTESYN사의 SIL 4 인증을 받은 CXP(H/W) 와 VxWorks(O/S)를 사용하여 2중계 구성을 하고, 연동처리부의 서브랙 구성은 위의 그림과 같으며, 사양은 아래와 같다.

항목	성능 및 사양
CPU	64bit (1㎓)
RAM	1GB DDR3-800 SDRAM, ECC
통신	GbE(Gigabit Ethernet) 통신
전면 표시	Active/Standby램프, 통신(Health)램프, 전원램프
사용 전원	DC 12V
기타	전면부 디버그/유지보수용 RS232포트, 이더넷 포트

표 42 연동처리부 서브랙 성능 및 사양

✓연동처리부 2중계 입출력 처리 구성도

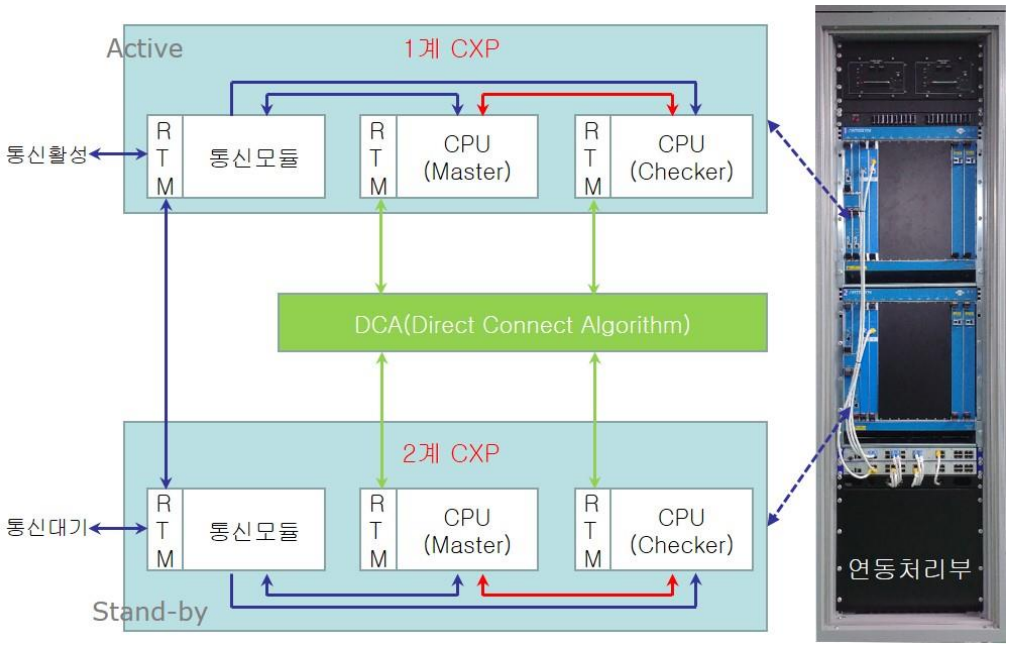


그림 153 연동처리부 2 중계 입출력 처리 구성도

연동처리부는 SIL 4를 인증 받은 제품을 사용함으로서 연동로직상으로 안전성과 신뢰성을 인증 받을 수 있으며, 또한 데이터의 신뢰성도 보장 받을 수 있다.

✓연동처리부 CPU 모듈 동작 Block Diagram

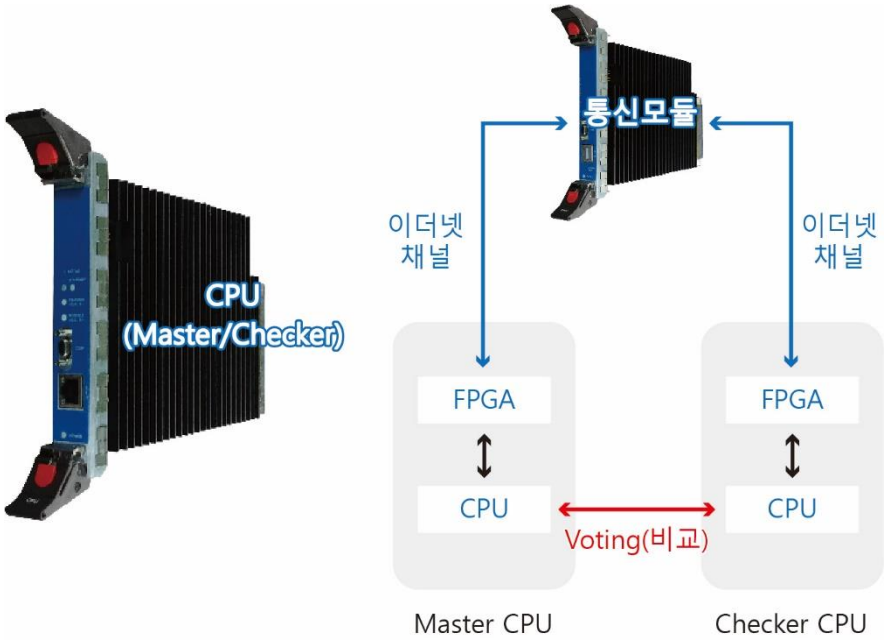


그림 154 연동처리부 CPU 모듈 동작 Block Diagram

✓연동처리부와 IP-제어부(입출력모듈)와의 통신 인터페이스 구성형태



그림 155 연동처리부와 IP 제어부(입출력모듈)와의 통신 인터페이스 구성형태

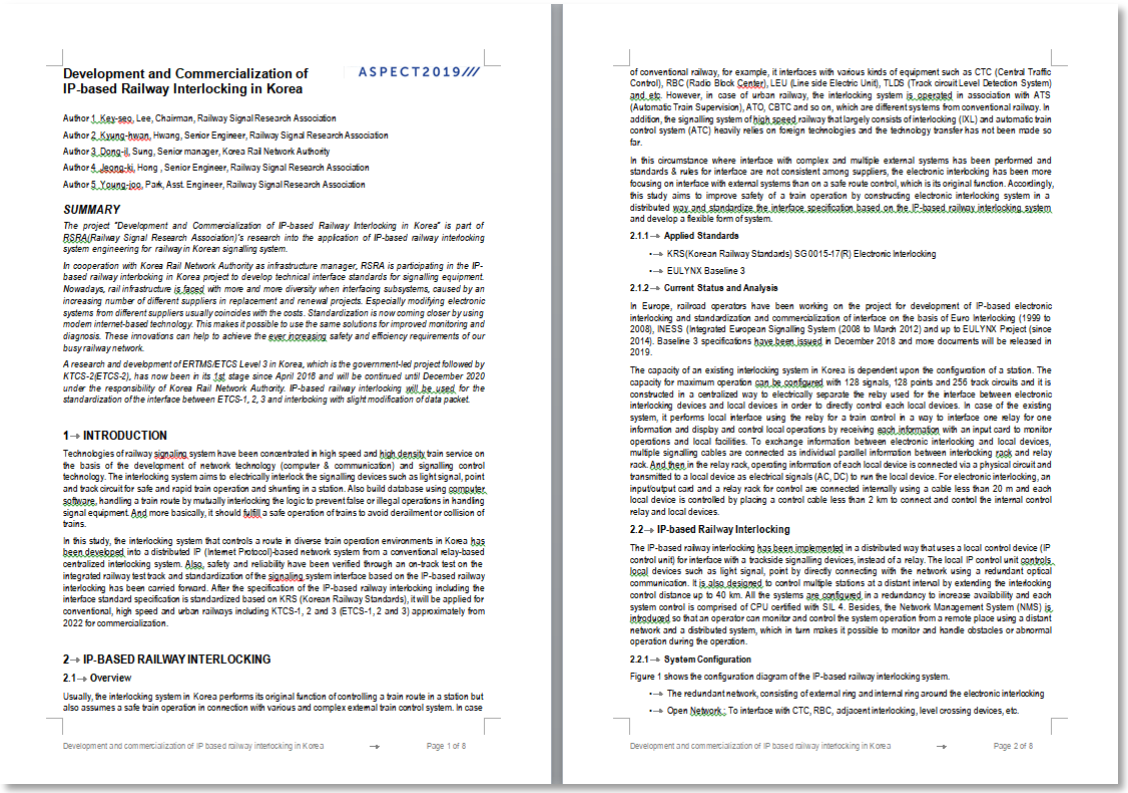
연동논리부에서 처리된 제어정보 및 출력은 광통신장치(L3 스위치)를 통해 IP-제어부의 통신모듈로 입력되며, 통신모듈과 CPU 모듈을 통해 입출력모듈로 인터페이스 되도록 한다.
서로간의 장치 인터페이스는 EULYNX 통신규약에 따르는 것으로 한다.
입출력모듈은 현장장치에 따라 선로전환기모듈과 신호기모듈, 입력모듈, 출력모듈로 구분된다.

(24) 2 차년도 성과물

번호	구분(논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문/게재지/특허 등록 국가	논문 게재일/특허 등록일
1	논문	Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea	철도신호사업연구조합	논문발표	ASPECT 2019	2019.10
2	논문	IP 기반 전자연동장치 안전 network 개발	대아티아이㈜, 한국철도시설공단	공동저자	한국철도학회 학술대회 논문집	2018.10
3	논문	EULYNX 프로젝트 2018 년 실용화 진행 현황 및 국내 IP 기반 연동장치 실용화 진행 현황 비교	㈜혁신전공사	논문발표	한국철도학회 논문집	2018.12
4	SW	IP 기반 철도 전자연동장치용 감시프로그램	대아티아이㈜	주저자	-	2018.10
5	SW	IP 기반 철도 전자연동장치용 로직 프로그램	대아티아이㈜	주저자	-	2018.10
6	특허출원	IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법	대아티아이㈜	-	대한민국	2018.12
7	특허출원	단일 IP 를 이용한 현장장치의 신호제어 시스템	㈜혁신전공사	-	대한민국	2018.10

표 43 2 차년도 성과물

○ 논문 [Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea]



Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea

ASPECT2019

Author 1. Key-seo, Lee, Chairman, Railway Signal Research Association

Author 2. Kyung-hwan, Hwang, Senior Engineer, Railway Signal Research Association

Author 3. Dong-il, Sung, Senior manager, Korea Rail Network Authority

Author 4. Jeong-ki, Hong , Senior Engineer, Railway Signal Research Association

Author 5. Young-joo, Park, Asst. Engineer, Railway Signal Research Association

SUMMARY

The project "Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea" is part of RSRA(Railway Signal Research Association)'s research into the application of IP-based railway interlocking system engineering for railway in Korean signalling system.

In cooperation with Korea Rail Network Authority as infrastructure manager, RSRA is participating in the IP-based railway interlocking in Korea project to develop technical interface standards for signalling equipment. Nowadays, rail infrastructure is faced with more and more diversity when interfacing subsystems, caused by an increasing number of different suppliers in replacement and renewal projects. Especially modifying electronic systems from different suppliers usually coincides with the costs. Standardization is now coming closer by using modern internet-based technology. This makes it possible to use the same solutions for improved monitoring and diagnosis. These innovations can help to achieve the ever increasing safety and efficiency requirements of our busy railway network.

A research and development of ERTMS/ETCS Level 3 in Korea, which is the government-led project followed by KTCS-2(ETCS-2), has now been in its 1st stage since April 2018 and will be continued until December 2020 under the responsibility of Korea Rail Network Authority. IP-based railway interlocking will be used for the standardization of the interface between ETCS-1, 2, 3 and interlocking with slight modification of data packet.

1→ INTRODUCTION

Technologies of railway signaling system have been concentrated in high speed and high density train service on the basis of the development of network technology (computer & communication) and signalling control technology. The interlocking system aims to electrically interlock the signalling devices such as light signal, point and track circuit for safe and rapid train operation and skunting in a station. Also build database using computer software, handling a train route by mutually interlocking the logic to prevent false or illegal operations in handling signal equipment. And more basically, it should fulfill a safe operation of trains to avoid derailment or collision of trains.

In this study, the interlocking system that controls a route in diverse train operation environments in Korea has been developed into a distributed IP (Internet Protocol)-based network system from a conventional relay-based centralized interlocking system. Also, safety and reliability have been verified through an on-track test on the integrated railway test track and standardization of the signaling system interface based on the IP-based railway interlocking has been carried forward. After the specification of the IP-based railway interlocking including the interface standard specification is standardized based on KRS (Korean Railway Standards), it will be applied for conventional, high speed and urban railways including KTCS-1, 2 and 3 (ETCS-1, 2 and 3) approximately from 2022 for commercialization.

2→ IP-BASED RAILWAY INTERLOCKING

2.1→ Overview

Usually, the interlocking system in Korea performs its original function of controlling a train route in a station but also assumes a safe train operation in connection with various and complex external train control system. In case

Development and commercialization of IP based railway interlocking in Korea → Page 1 of 8

of conventional railway, for example, it interfaces with various kinds of equipment such as CTC (Central Traffic Control), RBC (Radio Block Center), LEU (Line side Electric Unit), TLDS (Track circuit Level Detection System) and, etc. However, in case of urban railway, the interlocking system is operated in association with ATS (Automatic Train Supervision), ATO, CBTC and so on, which are different systems from conventional railway. In addition, the signalling system of high speed railway that largely consists of interlocking (IXL) and automatic train control system (ATC) heavily relies on foreign technologies and the technology transfer has not been made so far.

In this circumstance where interface with complex and multiple external systems has been performed and standards & rules for interface are not consistent among suppliers, the electronic interlocking has been more focusing on interface with external systems than on a safe route control, which is its original function. Accordingly, this study aims to improve safety of a train operation by constructing electronic interlocking system in a distributed way and standardize the interface specification based on the IP-based railway interlocking system and develop a flexible form of system.

2.1.1→ Applied Standards

•→ KRS(Korean Railway Standards) SG 0015-17(R) Electronic Interlocking

•→ EULYNX Baseline 3

2.1.2→ Current Status and Analysis

In Europe, railroad operators have been working on the project for development of IP-based electronic interlocking and standardization and commercialization of interface on the basis of Euro Interlocking (1999 to 2008), INESS (Integrated European Signalling System (2008 to March 2012) and up to EULYNX Project (since 2014). Baseline 3 specifications have been issued in December 2018 and more documents will be released in 2019.

The capacity of an existing interlocking system in Korea is dependent upon the configuration of a station. The capacity for maximum operation can be configured with 128 signals, 128 points and 256 track circuits and it is constructed in a centralized way to electrically separate the relay used for the interface between electronic interlocking devices and local devices in order to directly control each local devices. In case of the existing system, it performs local interface using the relay for a train control in a way to interface one relay for one information and display and control local operations by receiving each information with an input card to monitor operations and local facilities. To exchange information between electronic interlocking and local devices, multiple signalling cables are connected as individual parallel information between interlocking rack and relay rack. And then in the relay rack, operating information of each local device is connected via a physical circuit and transmitted to a local device as electrical signals (AC, DC) to run the local device. For electronic interlocking, an input/output card and a relay rack for control are connected internally using a cable less than 20 m and each local device is controlled by placing a control cable less than 2 km to connect and control the internal control relay and local devices.

2.2→ IP-based Railway Interlocking

The IP-based railway interlocking has been implemented in a distributed way that uses a local control device (IP control unit) for interface with a trackside signalling devices, instead of a relay. The local IP control unit controls, local devices such as light signal, point by directly connecting with the network using a redundant optical communication. It is also designed to control multiple stations at a distant interval by extending the interlocking control distance up to 40 km. All the systems are configured in a redundancy to increase availability and each system control is comprised of CPU certified with SIL 4. Besides, the Network Management System (NMS) is introduced so that an operator can monitor and control the system operation from a remote place using a distant network and a distributed system, which in turn makes it possible to monitor and handle obstacles or abnormal operation during the operation.

2.2.1→ System Configuration

Figure 1 shows the configuration diagram of the IP-based railway interlocking system.

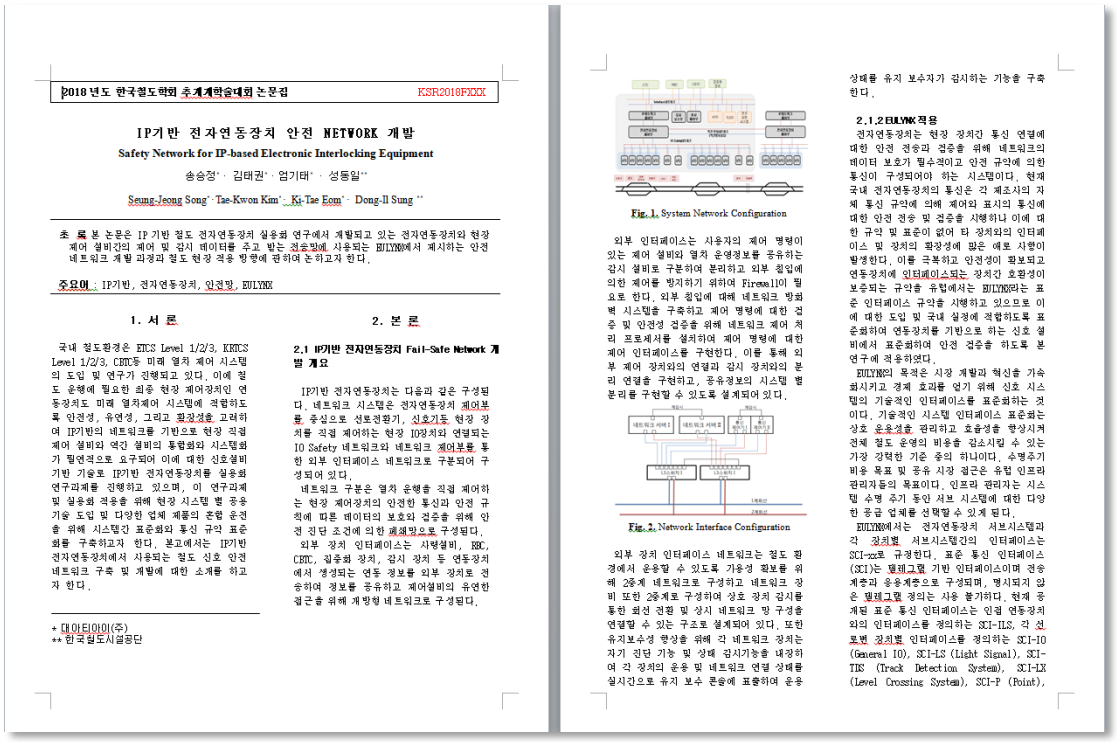
•→ The redundant network, consisting of external ring and internal ring around the electronic interlocking

•→ Open Network : To interface with CTC, RBC, adjacent interlocking, level crossing devices, etc.

Development and commercialization of IP based railway interlocking in Korea → Page 2 of 8

그림 156 논문 [Development and Commercialization of IP-based Railway Interlocking in Korea]

○ 논문 [IP 기반 전자연동장치 안전 network 개발]



2018 년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집 KSR2018FXXX

IP기반 전자연동장치 안전 NETWORK 개발

Safety Network for IP-based Electronic Interlocking Equipment

송승정* · 김태권* · 엄기태* · 성동일**

Seung-Jeong Song* · Tae-Kwon Kim* · Ki-Tae Eom* · Dong-Il Sung **

초 록 본 논문은 IP 기반 철도 전자연동장치 실용화 연구에서 개발되고 있는 전자연동장치와 현장 제어 설비간의 제어 및 감시 데이터를 주고 받는 전송망에 사용되는 EULYNX에서 제시하는 안전 네트워크 개발 과정과 철도현장 적용 방향에 관하여 논하고자 한다.

주요어 : IP기반, 전자연동장치, 안전망, EULYNX

1. 서 론

국내 철도환경은 ETCS Level 1/2/3, KTCS Level 1/2/3, CBTC등 미래 열차 제어 시스템의 도입 및 연구가 진행되고 있다. 이에 철도 운행에 필요한 최종 현장 제어장치인 연동장치도 미래 열차제어 시스템에 적합하도록 안전성, 유연성, 그리고 확장성을 고려하여 IP기반의 네트워크를 기반으로 현장 직결 제어 설비와 역간 설비의 통합화와 시스템화가 필연적으로 요구되어 이에 대한 신호설비 기반 기술로 IP기반 전자연동장치를 실용화 연구과제를 진행하고 있으며, 이 연구과제 및 실용화 적용을 위해 현장 시스템 별 공용 기술 도입 및 다양한 업체 제품의 혼합 운전을 위해 시스템간 표준화와 통신 규약 표준화를 구축하고자 한다. 본고에서는 IP기반 전자연동장치에서 사용되는 철도 신호 안전 네트워크 구축 및 개발에 대한 소개를 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 IP기반 전자연동장치 Fail-Safe Network 개발 개요

IP기반 전자연동장치는 다음과 같은 구성된다. 네트워크 시스템은 전자연동장치 제어부를 중심으로 선로전환기, 신호기등 현장 장치를 직접 제어하는 현장 IO장치와 연결되는 IO Safety 네트워크와 네트워크 제어부를 통한 외부 인터페이스 네트워크로 구분되어 구성되어 있다.

네트워크 구분은 열차 운행을 직접 제어하는 현장 제어장치의 안전한 통신과 안전 규칙에 따른 데이터의 보호와 접근을 위해 안전 진단 조건에 의한 폐쇄방으로 구성된다.

외부 장치 인터페이스는 시행설비, RBC, CBTC, 집중화 장치, 감시 장치 등 연동장치에서 생성되는 연동 정보를 외부 장치로 전송하여 정보를 공유하고 제어설비의 유연한 접근을 위해 개방형 네트워크로 구성된다.

+ 대아티아이(주)

** 한국철도시설공단

Fig. 1. System Network Configuration

외부 인터페이스는 사용자의 제어 명령이 있는 제어 설비와 열차 운행정보를 공유하는 감시 설비로 구분하여 분리하고 외부 침입에 의한 제어를 방지하기 위하여 Firewall이 필요로 한다. 외부 침입에 대해 네트워크 방화벽 시스템을 구축하고 제어 명령에 대한 검증 및 안전성 검증을 위해 네트워크 제어 처리 프로세서를 설치하여 제어 명령에 대한 제어 인터페이스를 구현한다. 이를 통해 외부 제어 장치와의 연결과 감시 장치와의 분리 연결을 구현하고, 공유정보의 시스템 별 분리를 구현할 수 있도록 설계되어 있다.

Fig. 2. Network Interface Configuration

외부 장치 인터페이스 네트워크는 철도 환경에서 운용할 수 있도록 가용성 확보를 위해 2중계 네트워크로 구성하고 네트워크 장비 또한 2중계로 구성하여 상호 장치 감시를 통한 최선 전환 및 상시 네트워크 망 구성을 연결할 수 있는 구조로 설계되어 있다. 또한 유지보수성 향상을 위해 각 네트워크 장치는 자기 진단 기능 및 상태 감시기능을 내장하여 각 장치의 운용 및 네트워크 연결 상태를 실시간으로 유지 보수 콘솔에 표출하여 운용 상태를 유지 보수자가 감시하는 기능을 구축한다.

2.1.2 EULYNX적용

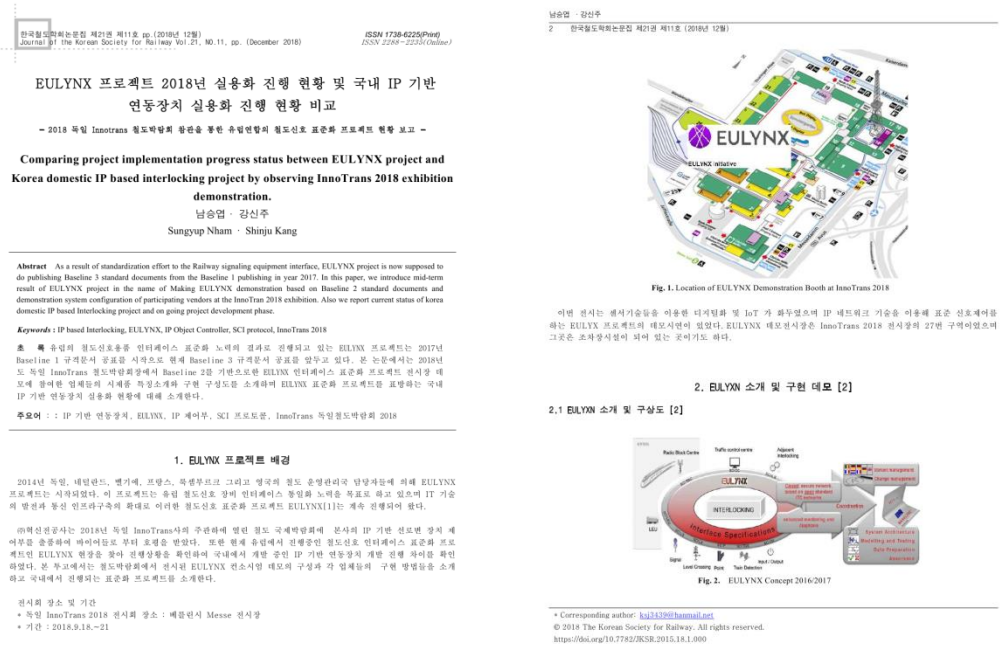
전자연동장치는 현장 장치간 통신 연결에 대한 안전 전송과 접근을 위해 네트워크의 데이터 보호가 필수적이고 안전 규약에 의한 통신이 구성되어야 하는 시스템이다. 현재 국내 전자연동장치의 통신은 각 제조사의 자체 통신 규약에 의해 제어와 표시의 통신에 대한 안전 전송 및 접근을 시행하나 이에 대한 규약 및 표준이 없어 타 장치와의 인터페이스 및 장치의 확장성에 많은 애로 사항이 발생한다. 이를 극복하고 안전성이 확보되고 연동장치에 인터페이스되는 장치간 호환성이 보증되는 규약을 유럽에서는 EULYNX라는 표준 인터페이스 규약을 시행하고 있으므로 이에 대한 도입 및 국내 실정에 적합하도록 표준화하여 연동장치를 기반으로 하는 신호 설비에서 표준화하여 안전 검증을 하도록 본 연구에 적용하였다.

EULYNX의 목적은 시장 개발과 혁신을 가속화시키고 경제 효과를 얻기 위해 신호 시스템의 기술적인 인터페이스를 표준화하는 것이다. 기술적인 시스템 인터페이스 표준화는 상호 운용성을 관리하고 효율성을 향상시켜 전체 철도 운영의 비용을 감소시킬 수 있는 가장 강력한 기준 중의 하나이다. 수명주기 비용 목표 및 중속 시장 접근은 유럽 인프라 관리자들의 목표이다. 인프라 관리자는 시스템 수명 주기 동안 서브 시스템에 대한 다양한 공급 업체를 선택할 수 있게 된다.

EULYNX에서는 전자연동장치 서브시스템과 각 장치별 서브시스템간의 인터페이스는 SCI-xx로 규정한다. 표준 통신 인터페이스(SCI)는 물리그룹 기반 인터페이스이며 전송계층과 응용계층으로 구성되며, 명시되지 않은 물리그룹 정의는 사용 불가하다. 현재 공개된 표준 통신 인터페이스는 인접 연동장치와의 인터페이스를 정의하는 SCI-ILS, 각 신호변 장치별 인터페이스를 정의하는 SCI-IO (General IO), SCI-LS (Light Signal), SCI-TDS (Track Detection System), SCI-LX (Level Crossing System), SCI-P (Point),

그림 157 논문 [IP 기반 전자연동장치 안전 network 개발]

○ 논문 [EULYNX 프로젝트 2018 년 실용화 진행 현황 및 국내 IP 기반 연동장치 실용화 진행 현황 비교]



EULYNX 프로젝트 2018년 실용화 진행 현황 및 국내 IP 기반 연동장치 실용화 진행 현황 비교

– 2018 독일 Innotrans 철도박람회 참관을 통한 유럽연합의 철도신호 표준화 프로젝트 현황 보고 –

Comparing project implementation progress status between EULYNX project and Korea domestic IP based interlocking project by observing InnoTrans 2018 exhibition demonstration.

남승엽 · 강신주

Sungyup Nham · Shinju Kang

Abstract As a result of standardization effort to the Railway signaling equipment interface, EULYNX project is now supposed to do publishing Baseline 3 standard documents from the Baseline 1 publishing in year 2017. In this paper, we introduce mid-term result of EULYNX project in the name of Making EULYNX demonstration based on Baseline 2 standard documents and demonstration system configuration of participating vendors at the InnoTrans 2018 exhibition. Also we report current status of korea domestic IP based Interlocking project and on going project development phase.

Keywords : IP based Interlocking, EULYNX, IP Object Controller, SCI protocol, InnoTrans 2018

초 록 유럽의 철도신호용품 인터페이스 표준화 노력의 결과로 진행되고 있는 EULYNX 프로젝트는 2017년 Baseline 1 규격문서 공표를 시작으로 현재 Baseline 3 규격문서 공표를 앞두고 있다. 본 논문에서는 2018년도 독일 InnoTrans 철도박람회장에서 Baseline 2를 기반으로한 EULYNX 인터페이스 표준화 프로젝트 전시장 데모에 참여한 업체들의 시제품 특징소개와 구현 구성도를 소개하며 EULYNX 표준화 프로젝트를 표방하는 국내 IP 기반 연동장치 실용화 현황에 대해 소개한다.

주요어 : : IP 기반 연동장치, EULYNX, IP 제어부, SCI 프로토콜, InnoTrans 독일철도박람회 2018

1. EULYNX 프로젝트 배경

2014년 독일, 네덜란드, 벨기에, 프랑스, 룩셈부르크 그리고 영국의 철도 운영관리국 담당자들에 의해 EULYNX 프로젝트는 시작되었다. 이 프로젝트는 유럽 철도신호 장비 인터페이스 통일화 노력을 목표로 하고 있으며 IT 기술의 발전과 통신 인프라구축의 확대로 이러한 철도신호 표준화 프로젝트 EULYNX[1]는 계속 진행되어 왔다.

㈜혁신전공사는 2018년 독일 InnoTrans사의 주관하에 열린 철도 국제박람회에 본사의 IP 기반 선로변 장치 제어부를 출품하여 바이어들로 부터 호평을 받았다. 또한 현재 유럽에서 진행중인 철도신호 인터페이스 표준화 프로젝트인 EULYNX 현장을 찾아 진행상황을 확인하여 국내에서 개발 중인 IP 기반 연동장치 개발 진행 차이를 확인하였다. 본 투고에서는 철도박람회에서 전시된 EULYNX 전소시업 데모의 구성과 각 업체들의 구현 방법들을 소개하고 국내에서 진행되는 표준화 프로젝트를 소개한다.

전시회 장소 및 기간

* 독일 InnoTrans 2018 전시회 장소 : 베를린시 Messe 전시장
* 기간 : 2018.9.18.~21

남승엽 · 강신주

2 한국철도학회논문집 제21권 제11호 (2018년 12월)

Fig. 1. Location of EULYNX Demonstration Booth at InnoTrans 2018

이번 전시는 센서기술들을 이용한 디지털화 및 IoT 가 화두였으며 IP 네트워크 기술을 이용해 표준 신호제어를 하는 EULYX 프로젝트의 데모시연이 였었다. EULYNX 데모전시장은 InnoTrans 2018 전시장의 27번 구역이였으며 그곳은 조차장시설이 되어 있는 곳이기도 하다.

2. EULYXN 소개 및 구현 데모 [2]

2.1 EULYXN 소개 및 구상도 [2]

Fig. 2. EULYNX Concept 2016/2017

* Corresponding author: ksj3439@hanmail.net

© 2018 The Korean Society for Railway. All rights reserved.

https://doi.org/10.7782/JKSR.2015.18.1.000

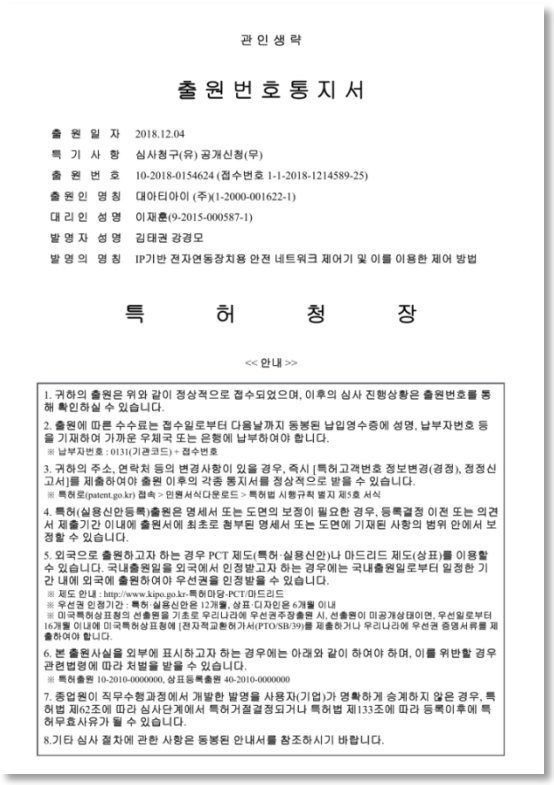
그림 158 논문 [EULYNX 프로젝트 2018 년 실용화 진행 현황 및 국내 IP 기반 연동장치 실용화 진행 현황 비교]

○ SW [IP 기반 철도 전자연동장치용 감시 프로그램], [IP 기반 철도 전자연동장치용 로직 프로그램]



그림 159 SW [IP 기반 철도 전자연동장치용 감시 프로그램,IP 기반 철도 전자연동장치용 로직 프로그램]

○ 특허출원 [IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법]



관 인 생 략

출원번호통지서

출 원 일 자 2018.12.04
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출 원 번 호 10-2018-0154624 (접수번호 1-1-2018-1214589-25)
출원인 명칭 대아티아이 (주)(1-2000-001622-1)
대 리 인 성 명 이재훈(9-2015-000587-1)
발 명 자 성 명 김태권 강경모
발 명 의 명 칭 IP기반 전자연동장치용 안전 네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법

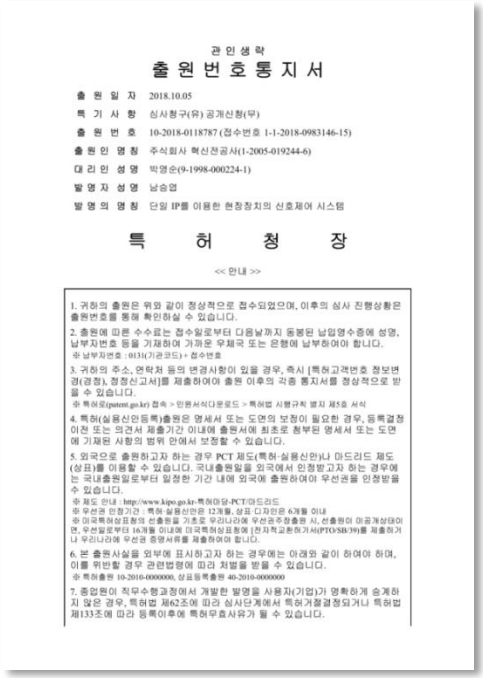
특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 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-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8.기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

그림 160 특허출원[IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어방법]

○ 특허출원 [IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법]



관 인 생 략

출원번호통지서

출 원 일 자 2018.10.05
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출 원 번 호 10-2018-0118787 (접수번호 1-1-2018-0983146-15)
출원인 명칭 주식회사 혁신전공사(1-2005-019244-6)
대 리 인 성 명 박영순(9-1998-000224-1)
발 명 자 성 명 남승업
발 명 의 명 칭 단일 IP를 이용한 현장장치의 신호제어 시스템

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 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 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-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.

그림 161 특허출원 [IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법]

라.3 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과

연구개발범위	연구내용	연구결과	달성율(%)
인터페이스 표준사양서 검토	유지보수 데이터부, IP 제어부, 외부시스템 인터페이스 표준 사양서 및 표준 기준서 정의	•보고서 – 표준 사양서	100
IP 기반 전자연동장치	IP제어부 상호 호환성 검증 및 상호 운영성 확보	•보고서 – 검증시험성적서 – 시제품 제작 1건	100
	Test-Bed 구축 및 연동역, 기기집중역 현차시험 및 감독	•특허출원 1건 – 시제품 제작 1건 – 현차시험 완료 보고서 – 연동검사 성적서(제3기관)	100
	성능 및 신뢰성 검증을 위한 연동역 시험 및 정량적 품질 및 안전목표 수립	•보고서 – 안전성 검증 보고서 – 안전목표 기술서 – 안전성검 증 보고서 – RAMS활동 보고서	100
	품질 안전 기술 개발 위험원 분석 및 ISA 검토의견	•보고서 – 별첨2-8.위험원분석보고서 – TUV 안전성 평가증빙문서	100

표 44 3 차년도 연구수행 개발 주요내용 및 성과

(1) 인터페이스 표준 사양서

(나) 적용범위

IP기반 철도 전자연동장치는 다음과 같은 서브시스템으로 구성된다.

1) 서브시스템 전자연동장치 (EI)

2) 서브시스템 신호기 (LS)

3) 서브시스템 선로전환기 (P)

4) 서브시스템 열차검지시스템 (TDS)

5) 서브시스템 일반 IO (일반 I/O)

6) 서브시스템 무선폐색센터 (RBC)

7) 서브시스템 철도건널목장치 (LX)

8) 서브시스템 인접 연동장치 (ILS)

9) 서브시스템 철도교통관제시스템 (TCS)

10) 서브시스템 선로작업자 안전시스템 (TSS)

11) 서브시스템 유지보수 및 데이터 관리 (MDM)

①. 적용 표준

1) 한국철도표준규격 KRS SG 0015 - 17(R) 전자연동장치

2) EULYNX Baseline Subset 3.0

(2) KRLYNX 인터페이스 구성도

KRLYNX 네트워크는 크게 폐쇄형 네트워크(Close Network)와 개방형 네트워크(Open Network)로 구분되며, 표준통신인터페이스(SCI) 및 표준진단인터페이스(SDI) 사양을 기준으로 정보 교환을 한다.

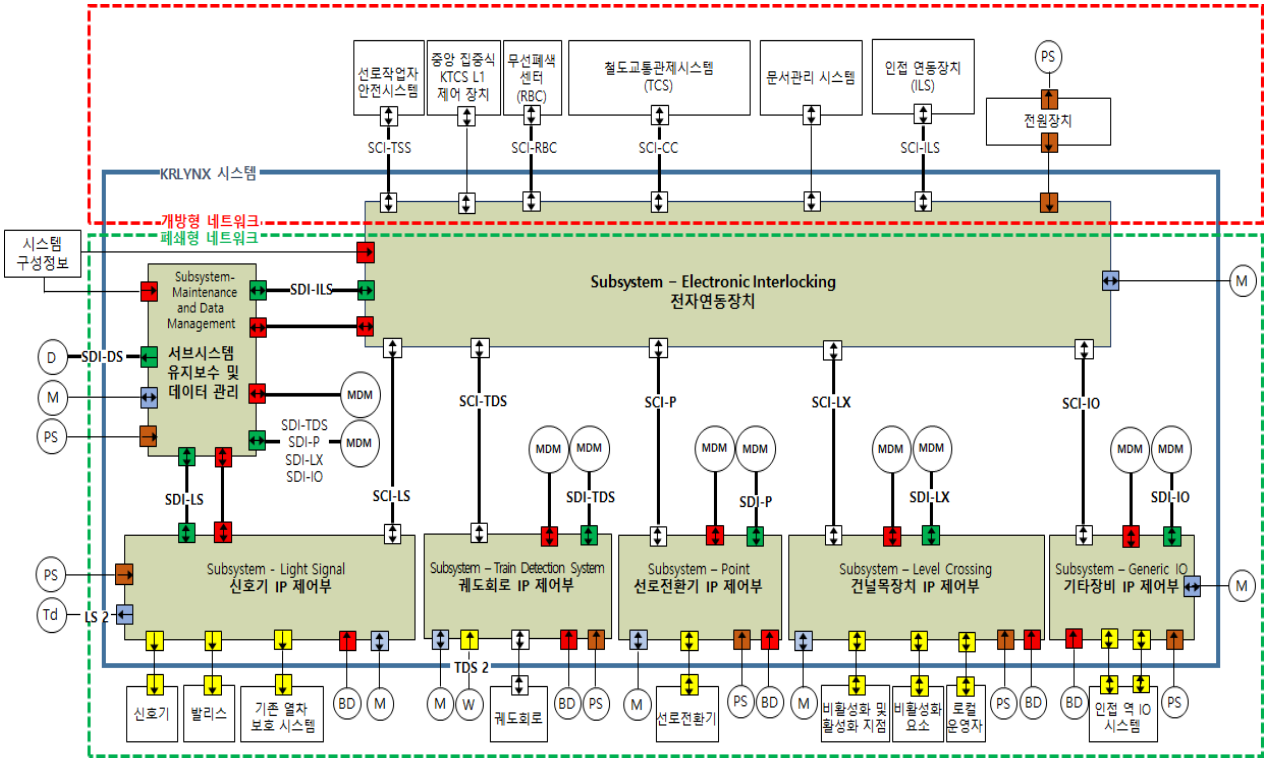


그림 162 KRLYNX 인터페이스 구성도

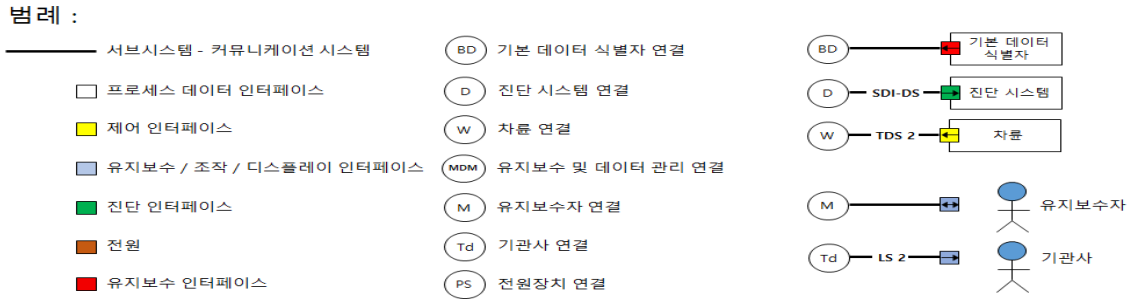


그림 163KRLYNX 인터페이스 구성도 범례

(3) KRLYNX 인터페이스에 따른 적용 통신 프로토콜

KRLYNX 각각의 인터페이스에 사용되는 통신 프로토콜과 모델링 언어는 2차년도에서 연구한 결과와 같다. 다음 표와 같다.

UDP (User Datagram Protocol)	System Architecture
	IT-Security
	SCI-P
	SCI-LS
	SCI-IO
	SCI-TDS
	SCI-RBC
	SCI-ILS
	SCI-TSS
	SCI-CC
	SCI-LX
	SMI
	SDI

RaSTA (Rail Safe Transport Application)	System Architecture
	SCI-P
	SCI-LS
	SCI-IO
	SCI-TDS
	SCI-RBC
	SCI-ILS
	SCI-TSS
	SCI-CC
	SCI-LX

NTP (Network Time Protocol)	SMI
TFTP (Trivial File Transfer Protocol)	System Architecture
	SMI

SysML (OMG Systems Modeling Language) Ver 1.4 **OMG :** Object Management Group **UML** (OMG Unified Modeling Language) Ver 2.5	Light Signal
	일반 IO
	Point
	TDS
	ILS
	MDM
	SCI-P
	SCI-LS
	SCI-IO
	SCI-TDS
	SCI-RBC
	SCI-ILS
	SCI-TSS
	SCI-CC
	SCI-LX

OPC-UA (OLE for Process Control-Unified Architecture)	SDI

SNMP (Simple Network Management Protocol)	SDI

HTTPS (Hypertext Transfer Protocol over Secure Sockets Layer)	SMI
	SDI

표 45 KRLYNX 인터페이스에 따른 통신 프로토콜 및 모델링 언어

(4) 데이터 포멧 요구 사항

(가) 모델링 일반

1) 철도운영자와 제조사간의 IPB_EIS 데이터 교환은 XML 포맷을 기반으로 하여야 한다.
2) IPB_EIS 데이터는XML 정의(XSD)를 도출할 수 있는 UML 모델로 구축되어야 한다.
3) IPB_EIS 데이터 포맷은 사람과 기계에 의해 판독 가능해야 한다.
4) IPB_EIS 데이터 포맷 내 데이터를 신호전문가(예: 기획자, 확인자)가 이해할 수 있어야 한다.
5) XML 파일은 공급자가 모든 신호장치(소프트웨어 및 실체화)를 실현하는 기반이 되어야 한다.
6) XML 파일은 공급자가 향상된 계획 데이터를 철도운영자에게 제공하는 기반이 되어야 한다.
7) XML 파일은 모든 신호장치를 실현하기 위한 기반 시설의 모든 매개 변수를 포함하여야 한다.
8) IPB_EIS 데이터 포맷은 다음 시스템에서 필요로 하는 데이터 객체 및 속성과 호환되어야 한다.
- 일반적인 전자연동장치
- KTCS 호환 시스템
9) IPB_EIS 데이터 포맷은 연동시스템 객체에 대한 구성 데이터를 포함하여야 한다.
10) IPB_EIS 데이터 포맷은 진로정보(필수정보)를 포함할 수 있어야 한다.
11) IPB_EIS 데이터 포맷은 각 진로와 관련된 신호를 포함할 수 있어야 한다.
12) 진로와 관련한 추가정보가 필요한 경우, IPB_EIS 데이터 포맷은 추가 진로정보를 지원해야 한다.
13) IPB_EIS 데이터 포맷은 이전 궤도장치를 따르는 궤도장치의 식별을 허용해야 한다.

(나) 모델링구조

1) IPB_EIS 데이터 포맷은 모듈식 기능 및 요소의 구조를 기반으로 하여야 한다.
2) IPB_EIS 데이터 포맷 구조는 모델의 새로운 버전에서만 객체와 객체 속성의 추가를 허용해야 한다.
3) IPB_EIS 데이터 포맷을 사용하는 도구가 개발되는 경우, 객체(클래스)와 속성(요소)의

수정은 하위 호환이 가능해야 한다.

(다) 버젼관리

1) IPB_EIS 데이터포맷은 완전한 데이터 모델과 도구에 대한 버전 관리를 위해서 전용 객체를 포함 해야 한다.
2) IPB_EIS 데이터 포맷 버전관리는 데이터 구조에 대한 버전과 데이터에 대한 별도의 버전을 포함 해야 한다.

(라) 안전 무결성 및 데이터 무결성

1) IPB_EIS 데이터 포맷의 안전성 레벨은 IPB_EIS 데이터 포맷이 아니라, IPB_EIS 데이터 포맷을 둘러 싼 프로세스/아키텍처에 의해 정의 되어야 한다.
2) 선로와 공급자(들)가 주고받는 데이터의 무결성은 IPB_EIS 데이터 포맷이 아니라, IPB_EIS 데이터 포맷을 둘러싼 프로세스에 의해 보장 되어야 한다.
3) IPB_EIS 데이터 포맷의 데이터의 무결성은 IPB_EIS 데이터 포맷이 아니라, IPB_EIS 데이터 포맷을 둘러싼 프로세스에 의해 보장 되어야 한다.

(5) 표준 통신 인터페이스(SCI)

(가) 3.1 SCI-XX 인터페이스 개요

인터페이스 SCI-XX의 사용을 위해 다음의 정의가 적용 되어야 한다.

1) 상위계층(전송계층, 안전/재전송 및 이중화계층 및 응용계층) 은 함께 SCI-XX로 지정된 SCI(Standard Communication Interface) 를 형성한다.
2) 하위계층(네트워크계층, 데이터링크계층, 물리계층) 은 PoS(Point of Service) – Signaling에 의해 정의 된다.
3) SCI-XX의 응용계층은 SCI-XX.PDI (PDI – Process Data Interface 프로토콜) 로 지정 되어야 한다.

응용계층에서 두 통신 상대 (서브시스템 – 전자연동장치와 현장 장비 서브시스템간 또는 서브시스템 – 전자연동장치와 서브시스템 – 인접 연동장치간) 사이의 통신 연결은 PDI 연결로 지정해야 한다. 논리 정보 객체를 전송하기 위한 텔레그램 규격은 PDI 에서 정의된다.

(나) SCI-XX 인터페이스 목적

서브시스템과 서브시스템간 또는 서브시스템과 인접 시스템간의 안전한 통신을 위해 계층별 표준화된 인터페이스를 정의한다.

(다) 3.3 SCI-XX 통신 대상

- SCI-CC: Command Control System (제어명령시스템)
- SCI-TDS: Train Detection System (열차검지시스템)
- SCI-LS: Light Signal (신호기)
- SCI-P: Point (선로전환기)
- SCI-RBC: Radio Block Center (무선폐색센터)
- SCI-LX : Level Crossing System (건널목장치)
- SCI-IO : Generic IO (일반IO)
- SCI-ILS : Adjacent Interlocking System (인접연동장치)
- SCI-TSS : Trackworker Safety System (선로작업자 안전시스템)

(라) SCI-XX 통신 계층 구조

국제표준기구의 통신 계층인 ISO 7계층과 비교한 SCI-XX 계층 구조는 아래 그림과 같다.

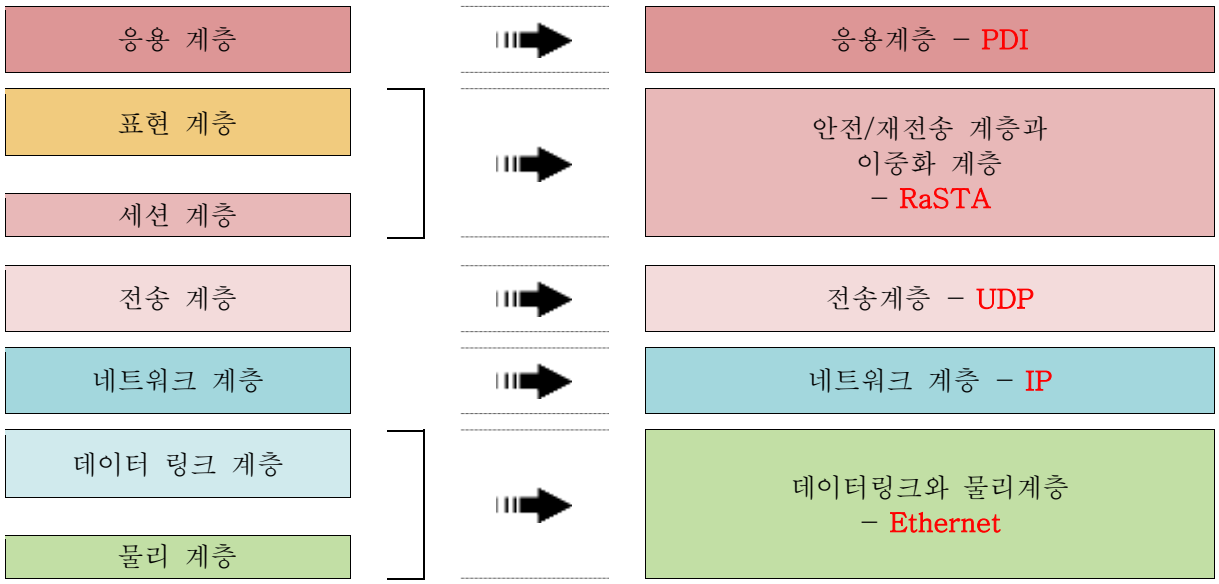


표 46 SCI-XX 통신계층 구조

(마) SCI-XX 통신 요구사항

프로세스 데이터 인터페이스(PDI)는 통신 대상 간에 기능 정보를 교환 하는데 사용된다.

1) 서브시스템 - 전자연동장치와 IP 제어부 현장 서브시스템 또는 인접 시스템간의 통신을 하기 위해 프로세스 데이터 인터페이스 프로토콜을 사용한다.
2) PDI 연결은 두 통신 대상 간에 양측 중 하나는 프라이머리(Primary) 통신 대상으로 작동하고 다른쪽은 2차(Secondary) 대상으로 작동한다.
3) 통신연결 해제 후(프로토콜 스택의 하위 계층에서) 서브시스템 - 전자연동장치와 IP 제어부 서브시스템 또는 인접 시스템은 Tmax ≦ X ≦ Tmax + 20 %의 시간내에 통신을 재설정 해야 한다.

(바) SCI-XX 응용 계층

인터페이스 대상(파트너) 간의 안전한 통신을 위해 표준화된 인터페이스의 응용 계층을 지정하며 이 응용 계층은 SCI-XX.PDI 로 지정된다.

(사) SCI-XX.PDI 응용계층 일반 요구사항(버젼관리/통신)

- 통신 대상은 PDI 연결을 설정할 때 마다 일치하는 PDI-버젼을 체크해야 한다.
- PDI 연결을 설정하는 것은 두 통신 대상의 PDI-버젼이 동일한 경우에만 허용된다.
- 바이트 순서는 리틀엔디안(Little-Endian) 방식이 적용된다.
- 전용 PDI-버젼 X에 대한 텔레그램의 유효성은 각 텔레그램에 대한 유효한 버전 번호를 나열하여 “PDI-버젼” 란에 정의된다.
- PDI-버젼은 본 문서의 베이스라인 버전과 반드시 일치하지 않는다. PDI 기능에 영향을 미치지 않는 사소한 변경(예 : 용어 변경)으로 인해 문서 버전이 업데이트 되는 경우 PDI-버젼 변경은 필요하지 않다.
- 전송되는 모든 텔레그램은 텔레그램 정의를 준수해야 하며, 특히 텔레그램 송신측은 지정된 바이트 수 만 전송할 수 있으며 명시되지 않은 텔레그램 정의는 사용할 수 없다.
- 통신의 대상은, 이전에 이미 전송된 명령 또는 메시지에 대한 내용이 동일한

경우 명령 또는 메시지 전송을 반복 할 수 없다.

(아) SCI-XX.PDI 메시지 구조

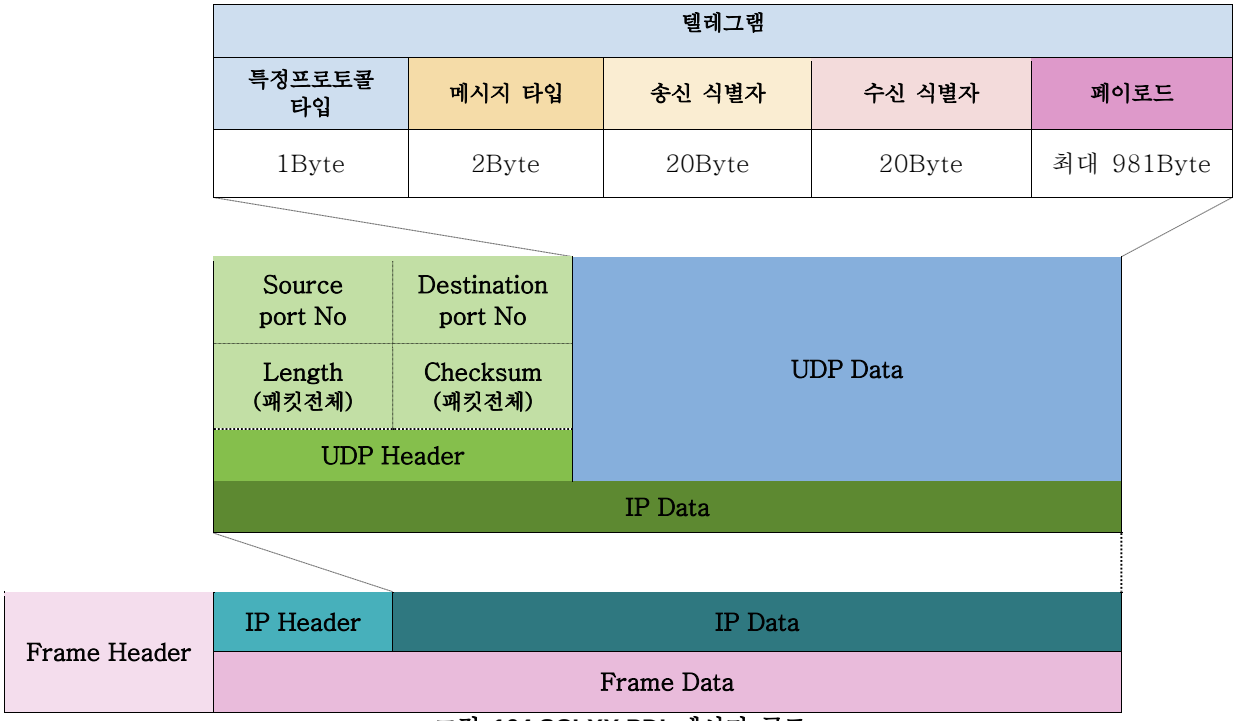


그림 164 SCI-XX PDI 메시지 구조

(자) SCI-XX.PDI 텔레그램 구조

- 최대 텔레그램 길이는 1023 바이트 이다.
- 텔레그램은 텔레그램 헤더와 텔레그램 페이로드로 구성된다.
- 텔레그램 헤더는 43 바이트 (바이트 00 ~ 42)의 길이를 가져야 한다.
- 텔레그램 페이로드는 비어 있거나 페이로드 매개 변수 시퀀스로 구성 될 수 있다.

1) SCI-XX.PDI 텔레그램

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	특정 프로토콜 타입 (1 Byte binary)							
01..02	메시지 타입 (2 Bytes binary)							
03..22	송신식별 (20 Bytes ISO IEC 8859-1:1998)							
23..42	수신식별 (20 Bytes ISO IEC 8859-1:1998)							
43..1023	페이로드(최대. 981바이트)							

표 47 SCI-XX PDI

2) 프로토콜 타입

프로토콜 타입은 특정 인터페이스에 대한 텔레그램의 적용 가능성을 정의한다.

SCI-XX.PDI에서 바이트 “0“의 값은 다음과 같다.

값	의 미
0x01	전자연동장치(EIS) - 인접 전자연동장치(ILS)
0x20	전자연동장치(EIS) - 열차검지시스템(TDS)
0x30	전자연동장치(EIS) - 신호기(LS)
0x40	전자연동장치(EIS) - 선로전환기(P)
0x50	전자연동장치(EIS) - 무선폐쇄센터(RBC)
0x60	전자연동장치(EIS) - 철도건널목장치(LX)
0x70	전자연동장치(EIS) - 철도교통관제시스템(TCS)
0x80	전자연동장치(EIS) - 선로작업자 안전시스템(TSS)
0x90	전자연동장치(EIS) - 일반 IO(Generic IO)
0xB0	전자연동장치(EIS) - 중앙 집중식 KTCS L1 제어장치

표 48 SCI-XX PDI 프로토콜 타입

3) 메시지 타입

프로토콜 타입의 텔레그램 식별은 메시지 타입에 의해 정의된다.

다음의 표는 SCI-XX.PDI에 허용 된 메시지 타입(메세지 및 명령어)을 보여준다.

메시지 타입	값	목적
명령어 “PDI-버젼 체크”	0x0024	PDI-버젼 검사요청
메시지 “PDI-버젼 체크”	0x0025	“PDI-버젼 검사” 요청에 대한 응답
명령어 “초기화 요청”	0x0021	상태 정보 요청
메시지 “초기화 시작”	0x0022	상태 메시지 전송 시작
메시지 “상태보고 완료”	0x0026	하나의 대상(파트너) 상태 메시지 전송 완료
메시지 “초기화 완료”	0x0023	상태 메시지 전송 완료

표 49 SCI-XX-PDI 메시지타입

4) 송신 및 수신 식별자

• SCI-XX 인터페이스의 모든 통신 대상(파트너)은 운영 또는 기술식별자로 식별한다.

• 각 메시지 타입에 대해 사용할 식별자를 지정해야 한다.

• 운영식별자의 경우, 구성에 의해 제공되는 지정자를 사용해야 한다.

• 기술식별자의 경우, 구성에 의해 제공되는 기술식별자(Sub_ID)를 사용해야 한다.

5) 페이로드 : 페이로드는 통신 대상(파트너) 간에 교환되는 정보 개체를 포함한다.

(6) SCI-XX.PDI 텔래그램

명령어 "PDI-버젼 체크" 에 대한 텔레그램 정의

• 본 텔레그램은 "Cd_PDI_Version_Check" 라는 정보흐름(InformationFlow)을 구체화한다.

텔레그램의 송신측은 수신측에 PDI 버전을 체크 하도록 요청한다.

• "PDI-Version Check" 명령에 허용 된 값 :

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	특정 프로토콜 타입 (1 Byte binary)							
01..02	메시지 타입: 0x0024 (2 Bytes binary)							
03..22	송신 식별자 (20 Bytes ISO IEC 8859-1:1998)							
23..42	수신 식별자 (20 Bytes ISO IEC 8859-1:1998)							
43	송신측 PDI-버젼 (1 Byte binary)							

표 50 PDI-Version Check 명령에 허용 된 값

1) 특정 프로토콜 타입

• 메세지 바이트 "00 " 은 2.6.3 2)항에 정의된 적용 가능 인터페이스 대상을 설정한다.

2) 메시지 타입

• 메세지 바이트 01과 02는 0x0024로 설정 되어야 한다.

• 명령어 "PDI-Version Check"에 대한 인터페이스 대상은 다음과 같다.

송신측	수신측
철도교통관제시스템	서브시스템-전자연동장치
무선폐색센터	서브시스템-전자연동장치
서브시스템-전자연동장치	인접 연동장치
인접 연동장치	서브시스템-전자연동장치
중앙 집중식 KTCS L1 제어장치	서브시스템-전자연동장치
선로적업자 안전시스템	서브시스템-전자연동장치
서브시스템-전자연동장치	KRLYNX 현장장비 서브시스템

표 51 PDI-Version Check 에 대한 인터페이스 대상

3) 송신 식별자

• 메시지 바이트 03~22는 ISO IEC 8859-1:1998 포맷의 송신측의 기술식별자를

포함해야 한다.

4) 수신 식별자

• 메시지 바이트 23~42는 ISO IEC 8859-1:1998 포맷의 수신측의 기술식별자를 포함해야 한다.

5) 송신측 PDI-버젼

• 메시지 바이트 43은 송신측에게 구성된 인터페이스 버전을 포함해야 한다. 0x01에서 0xFE 까지의 값이 유효하다.

(가) 메시지 "PDI-버젼 체크" 에 대한 텔레그램 정의

• 본 텔레그램은 "Msg_PDI_Version_Check" 라는 정보흐름 (InformationFlow) 을 구체화 한다.

텔레그램을 사용하여 송신측은 수신측에 버전 확인 결과를 알려준다.

• "PDI-Version Check" 메세지에 허용 된 값 :

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	특정 프로토콜 타입 (1 Byte binary)							
01..02	메시지 타입: 0x0025 (2 Bytes binary)							
03..22	송신 식별자 (20 Bytes ISO IEC 8859-1:1998)							
23..42	수신 식별자 (20 Bytes ISO IEC 8859-1:1998)							
43	PDI-버젼 체크 결과 (1 Byte binary)							
44	송신측 PDI-버젼 (1 Byte binary)							
45	Checksum 길이 (1 Byte binary)							
46..46+n-1	Checksum 데이터 (n Byte binary)							

표 52 PDI-Version Check 메시지에 허용 된 값

1) 특정 프로토콜 타입

• 메세지 바이트 "00 " 은 2.6.3 2)항에 정의된 적용 가능 인터페이스 대상을 설정한다.

2) 메시지 타입

• 메세지 바이트 01과 02는 0x0025로 설정 되어야 한다.

• 메시지 "PDI-버전 체크"을 위한 인터페이스 대상은 다음과 같다.

송신측	수신측
서브시스템-전자연동장치	철도교통관제시스템
서브시스템-전자연동장치	무선폐색센터
인접 연동장치	서브시스템-전자연동장치
서브시스템-전자연동장치	인접 연동장치
서브시스템-전자연동장치	중앙 집중식 KTCS L1 제어장치
서브시스템-전자연동장치	선로적업자 안전시스템
KRLYNX 현장장비 서브시스템	서브시스템-전자연동장치

표 53 PDI 비전체크 인터페이스 대상

3) 송신 식별자

• 메시지 바이트 03~22는 ISO IEC 8859-1:1998 포맷의 송신측의 기술식별자를 포함해야 한다.

4) 수신 식별자

• 메시지 바이트 23~42는 ISO IEC 8859-1:1998 포맷의 수신측의 기술식별자를 포함해야 한다.

5) PDI-버젼 체크 결과

• 메시지 바이트 43은 아래의 버전 일치 결과를 포함해야 한다.

값	의 미
0x01	송신측과 수신측의 PDI-Versions 이 일치하지 않음
0x02	송신측과 수신측의 PDI-Versions 이 일치함

표 54 버전 일치 결과

6) 송신측 PDI-버젼

• 메시지 바이트 44는 송신측의 PDI-버전을 포함해야 한다.

값	의 미
0x01...0xFE	송신측에 구성된 PDI 버전

표 55 PDI 버전

7) Checksum 길이

• 메시지 바이트 45는 Checksum 정보에 사용되는 다음 바이트의 수 n을 포함한다.

• 바이트 43이 0x01로 설정된 경우, 바이트 45는 “0” 으로 설정한다.

• 국가 요구사항에 Checksum 데이터를 적용할 수 있는지 여부를 명시해야 한다.
• 국가 요구사항에 Checksum 데이터를 적용 불가한 경우 바이트 45는 0x01로 설정해야 한다.

8) Checksum 데이터
• 메시지 바이트 46는 다음과 같이 하여야 한다.
• 바이트 46 ……46+n−1은 바이너리 형식의 Checksum 정보(최하위 바이트부터)를 포함해야 한다.
• 바이트 46 ……46+n−1은 수신측과 송신측의 PDI 버전이 일치 하지 않으면 할당되지 않는다.
• 국가 요구사항이 Checksum 데이터를 적용 불가능한 것으로 지정한 경우, 바이트 46은 0xFF로 설정해야 한다.

(7) 안전 / 재전송 계층과 이중화계층 RaSTA(Rail Safe Transport Application)

네트워크 장비(스위치 · 라우터)의 국정원의 보안 요구사항은 ▲안전한 패스워드 설정 등 식별 · 인증 ▲설정규칙에 따른 트래픽 제어 등과 같은 정보흐름통제 ▲보안관리 ▲자체시험 ▲안전한 세션관리 ▲접근통제 ▲전송 데이터 보호 ▲감시기록의 8개 분야 총 21종으로 구성된다.

(가) 네트워크 장비(스위치 · 라우터)의 최소 보안요구 준용여부 확인사항은 보안적합성 검증시 IP 기반 전자연동장치 장비 설명서 · 설계서 등과 함께 추가적 연구 개발 결과물에 필수적으로 포함하여 관리하도록한다.

• “RaSTA” : 열차제어에 사용되는 IP기반 네트워크 프로토콜로 운영보안을 강화하고 원활한 운영을 보장할 수 있는 메커니즘을 제공한다.
• SCI−XX와 함께 일반 RaSTA 프로토콜을 적용하기 위해 관련 구성 매개 변수가 아래에 정의 되어있다. RaSTA는 안전계층/재전송 및 이중화계층으로 구성되며 각 계층의 구성 매개 변수는 별도로 정의된다.

(나) 안전 및 재전송 / 이중화 계층 구조

전체 PDU의 바이트 수를 포함	해당 메시지 타입에 할당된 식별번호	RaSTA 네트워크내에서 수신하는 클라이언트의 고유 식별자 (식별 번호는 IP주소와는 상관없음	RaSTA 네트워크내에서 송신하는 클라이언트의 고유 식별자 (식별 번호는 IP주소와는 상관없음	각 후속 메시지에서 증가되는 메시지 번호	현재 메시지에서 확인된 메시지 번호	메시지를 보낸 송신측 타임스템프	확인된 메시지의 타임스템프	사용자 데이터는 응용계층의 전송데이터 뿐 아니라 RaSTA 프로토콜 자체의 제어 메세지	PDU의 무결성을 확인하기 위한 체크섬임. 이 경우 PDU는 MD4 알고리즘을 사용. 응용 프로그램에서는 RaSTA 네트워크에 할당된 코드로 대체될 수 있음
메시지 길이	메시지 타입	수신 ID	송신 ID	일련번호	시퀀스 번호	타임스템프	확인 타임스템프	페이로드	보안코드
2 Byte	2 Byte	4 Byte	4 Byte	4 Byte	4 Byte	4 Byte	4 Byte	가변 너비	0, 8 or 16 Byte

메시지 길이	예약	일련번호	페이로드	확인코드
2 Byte	2 Byte	4 Byte	가변 너비	0, 2 or 4 Byte
전체 프로토콜 데이터 단위의 길이를 포함	향후 프로토콜 확장용으로 예약	각 연속 메시지에서 증가되는 이중화 계층 PDU와 관련된 시퀀스 번호	전송할 안전 및 재전송 계층의 사용자 데이터	코드 검사를하여 전송 오류를 체크하며, CRC 방법에 따라 계산함
이중화 계층 – RaSTA 구조				

그림 165 안전 및 재전송 계층 – RaSTA 구조

(다) 안전 및 재전송 계층 매개 변수

• 안전 및 재전송 계층은 응용계층으로부터 데이터를 받아 자체 프로토콜 단위로 패키징하며, 전송할 데이터의 무결성을 보장한다.

a. Tmax : 메시지 전송 후 최대 채널 지연시간(= MaxChannelDelay)

매개 변수	Tmax = 1,800㎳	Tmax = 2,000㎳
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”	“SCI-RBC”

표 56 메시지 전송 후 최대 체널 지연시간

b. Th : Heartbeat 간격

※ Heartbeat : 일정 시간 단위로 서버의 상태를 점검하기 위해 보내는 특정 신호의 간격

매개 변수	Th = 300㎳
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”, “SCI-RBC”

표 57 Heartbeat 간격

c. 안전 코드 : 안전 코드 = 옵션 2

※ MD4의 초기화 값은 프로젝트 마다 다르다.

d. Nsendmax :

• 통신 대상은 수신확인(ReceiveBufferSize)없이 Nsendmax 이상의 메시지를 전송하면 안된다.

• 이 값은 초기화 중에 통신 파트너간에 교환되며, 수신 버퍼 최소 크기로 해석될 수 있다.

매개 변수	Nsendmax = 20
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”, “SCI-RBC”

표 58 Nsendmax 값

e. MWA :

• 통신 대상은 MWA 메시지 (AcknowledgeWindow)를 수신한 후에 확인 응답을 보내야 한다.

• MWA 〈 Nsendmax

매개 변수	MWA = 10
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”, “SCI-RBC”

표 59 MWA 메시지

f. NmaxPacket :

• 하나의 안전 계층/재전송 계층 패킷에 결합될 수 있는 사용자 메시지 수를 결정한다.

매개 변수	NmaxPacket = 1
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”, “SCI-RBC”

표 60NmaxPacket 메시지

g. NdiagWindow : 채널 품질 측정 윈도우를 정의한다.

매개 변수	NdiagWindow = 5,000
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”, “SCI-RBC”

표 61 NdiagWindow 정의

(라) 이중화계층

• 이중화계층은 UDP 또는 TCP를 통해 데이터가 교환될 수 있도록 하나 이상의 전송 채널을 통해 메시지를 전송하며, 통신에 사용되는 채널의 수를 나타낸다.

a. 물리적 채널의 수 : 전송 계층에서 통신에 사용되는 채널의 수. 하나의 채널은 이중화되지 않았음을 의미한다. (물리적 채널의 수 = 2)

b. 체크 코드 : 체크 코드 = 옵션 a

c. Tseq : 채널 시퀀스가 중단된 상태에서 수신된 메시지가 저장되는 시간(DeferTime)을 정의한다.

매개 변수	Tseq = 100㎳	Tseq = 150㎳
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”	“SCI-RBC”

표 62 Tseq 정의

d. Ndiagnose : 이중화 계층 진단 메시지 원도우를 정의한다

매개 변수	Ndiagnose = 100㎳	Ndiagnose = 200㎳
통신 대상	“SCI-RBC”	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”,

표 63 Ndiagnose 정의

e. NdeferQueueSize : deferQueue의 최대 항목 수를 정의한다.

매개 변수	NdeferQueueSize = 4	NdeferQueueSize = 10
통신 대상	“SCI-CC”, “SCI-ILS”, “SCI-IO”, “SCI-LS”, “SCI-LX”, “SCI-P”, “SCI-TDS”	“SCI-RBC”

표 64NdeferQueueSize 정의

(8) 전송계층 UDP(User Datagram Protocol) :

• 국제표준기구(ISO) 기준의 OSI 7 계층 구조에 따른 사용자 데이터그램 프로토콜로 “전송계층” 규약을 준수한다.

(9) 네트워크계층 IP(Internet Protocol) :

• 국제표준기구(ISO) 기준의 OSI 7계층 구조에 따른 인터넷 프로토콜로 “네트워크계층” 규약을 준수한다.

표준 진단 인터페이스(SDI)

(10) SDI-XX 개요

• 표준 진단 인터페이스(SDI)는 텔레그램 기반 인터페이스이다. 전송계층과 응용계층으로 구성된다.

• 응용 프로그램 프로토콜 및 이와 관련된 응용 프로그램 관련 기능 요구사항은 "진단수집기" 및 "시간 동기화" 장에서 자세히 설명한다.

• 어플리케이션과 함께 필요한 SDI의 전송계층은 "진단수집기" 및 "시간 동기화" 장에서 지정된다.

• 하위계층 (네트워크 계층, 데이터 링크 계층 및 물리 계층)은 PoS-Signalling에 의해 정의된다.

• 표준 진단 인터페이스(SDI)는 기능면에서 연결된 모든 시스템에 대해 동일하다.

(11) 서비스 기능 진단 수집기

• 서비스 기능 진단 수집기는 연결된 시스템의 이벤트 기반 및 예방 진단 데이터 수집 및 처리를 지원 한다.

• 서비스 기능 진단 수집기는 서브시스템 – 유지보수 및 데이터 관리 또는 국가별 요구사항에 의해 정의된 시스템에서 구현 될 수 있다.

(가) 통신 요구사항

1) SNMP v2c 또는 OPC-UA 프로토콜은 연결된 시스템에서 서비스 기능 진단 수집기로 진단 데이터를 전송하는데 사용된다.
2) 서비스 기능 진단 수집기는 진단 데이터를 수신하기 위해 SNMP 및 OPC-UA를 모두 지원해야 한다.
3) 연결된 시스템은 HTTPS / SOAP를 통해 SNMP 또는 OPC-UA를 지원해야 한다.
4) OPC-UA 프로토콜 적용을 위해 전자서명이 사용되어야 한다.
5) 연계 시스템의 진단 메시지(데이트 포인트 ID)를 포함하는 장치별 SNMP

MIB(Management Information Base)는 연계 시스템의 제조업체가 제공해야 한다.(연계 시스템이 SNMP를 사용하여 진단 메시지를 전송하는 경우)

6) 각 연계 시스템의 진단 메시지(OPC-UA)가 있는 장치별 구성은 연계 시스템의 제조업체가 제공 해야 한다.(연계 시스템이 OPC-UA를 사용하여 진단 메시지를 전송하는 경우)

7) 장치별 진단 모델(연계 시스템의 하부 객체에 대한 데이터 포인트 ID 할당)은 연계 시스템 제조업체가 제공해야 한다.

8) 사양(XML 체계)은 인프라 관리자가 생성한다.

9) 향후 버전에서는 연계 시스템 상에서 장치별 진단 모델을 직접적으로 생성하고 이를 서비스 기능 진단 수집기를 통해 진단 시스템으로 전달할 수 있어야 한다.

10) SNMP 사용시 진단 메시지는 이벤트 구동 방식으로 수집되어 서비스 기능 진단 수집기로 전송된다.

SNMP

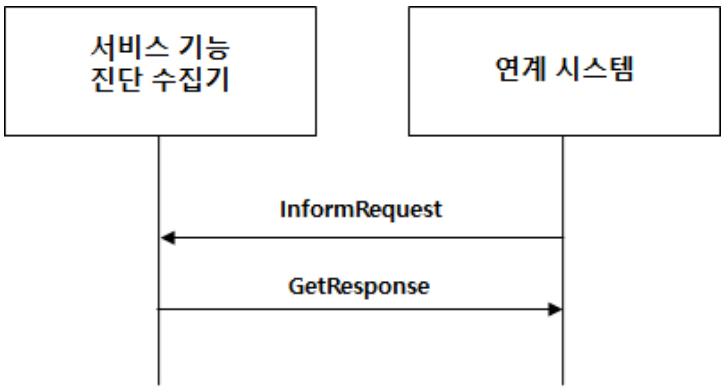


그림 166 SNMP 구성

11) OPC-UA 사용시 진단 메시지는 이벤트 구동 방식으로 연계 시스템에 수집되어 저장되 어야 한다. 서비스 기능 진단 수집기는 정기적인 주기로 연계 시스템에 진단 메시지를 요청해야 한다.

OPC-UA

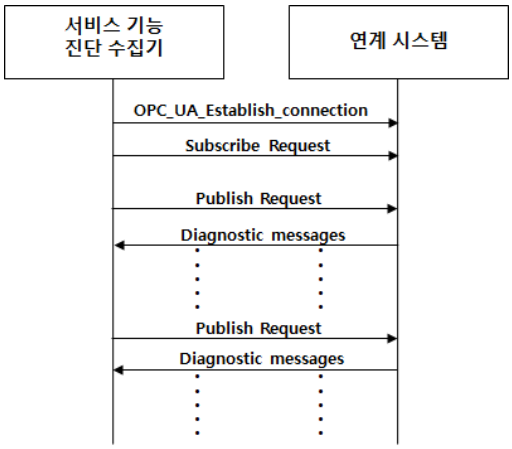


그림 167 OPC-UA 구성

(12) SNMP 텔레그램 정의

(가) SNMP 를 사용할 경우 진단 메시지 구조

1) SNMP를 사용할 경우에는 Trap 메커니즘이 연계 시스템의 진단 메시지 전송에 사용된다. 즉, 연계 시스템은 진단 메시지를 진단 수집기에 독립적으로 보낸다.
2) 연계 시스템은 SNMP Inform 텔레그램을 사용하여 진단 메시지를 전송한다.
3) SNMP Trap 메카니즘은 두 개의 텔레그램 타입, 즉 SNMP Trap과 SNMP Inform으로 구분한다. SNMP Trap과 달리 수신장치로부터 SNMP Inform이 발생할 경우, 송신장치는 진단 메시지가 올바르게 수신 되었는지 확인할 수 있는 확인 메시지를 수신한다. 이를 통해 연결에 실패할 경우 저장 및 재전송이 가능하다.
4) 서비스 기능 진단 수집기는 연계 시스템에 대한 응답 텔레그램을 통해 연계 시스템으로부터의 진단 메시지 수신을 확인해야 한다.
5) SNMP Inform 텔레그램로 전송되는 최대 길이는 4,096 바이트이다.
6) 용량을 초과하는 진단 텔레그램이 도착하는 경우 서비스 기능에 의해 취소되어야 한다.
7) 서비스 기능 진단 수집기에 두 개의 네트워크 채널이 사용되는 경우 연결된 시스템은 진단 메시지를 전송하기 위해 연결된 기본 또는 보조 네트워크 채널을 사용 해야 한다.

•기본 데이터에 입력 된 첫 번째 주소는 기본 네트워크 채널로 사용된다.

•만약 연결이 실패하면, 진단 메시지는 두 번째 채널로 전송한다.

8) 서비스 기능 진단 수집기는 양쪽 네트워크 채널 모두에서 진단 메시지를 수신 할 수 있어야 한다.

(나) SNMP 메시지 구조

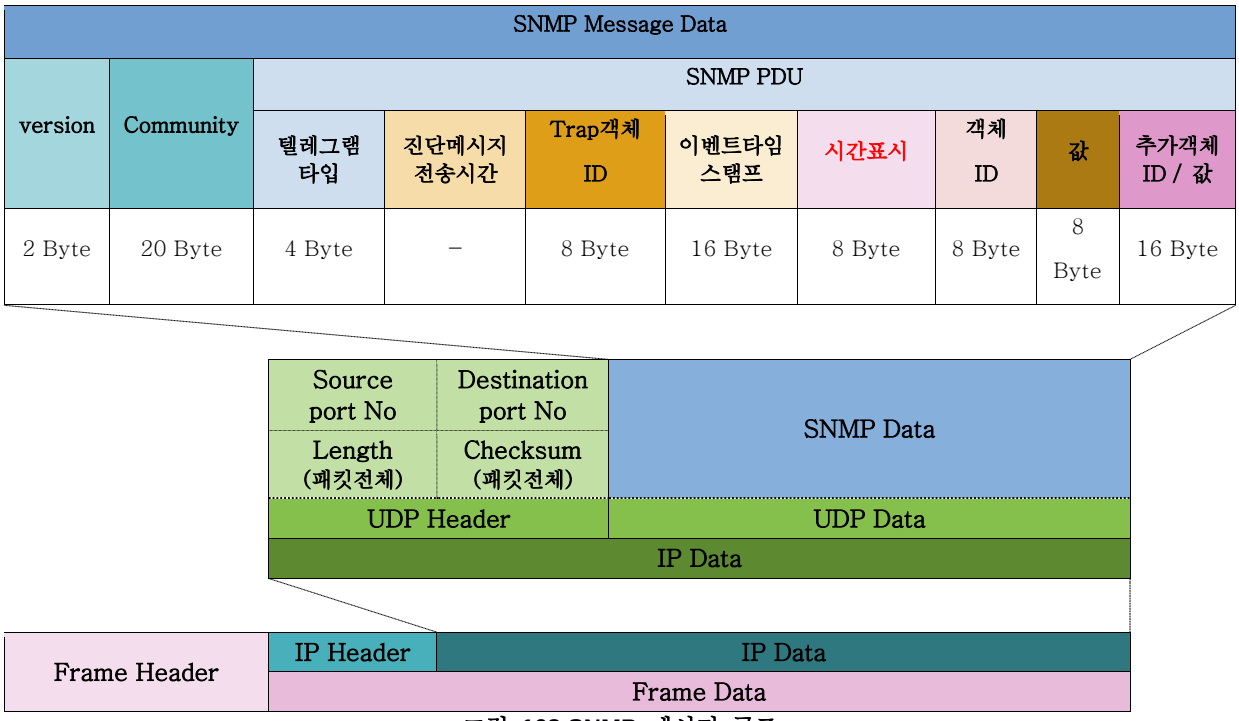


그림 168 SNMP 메시지 구조

(다) 연계 시스템의 진단 메시지

1) 텔레그램을 통해 연계 시스템은 서비스 기능 진단 수집기에 진단 메시지를 보낸다.

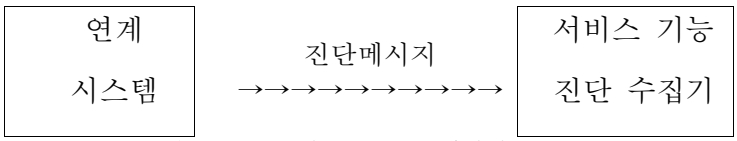
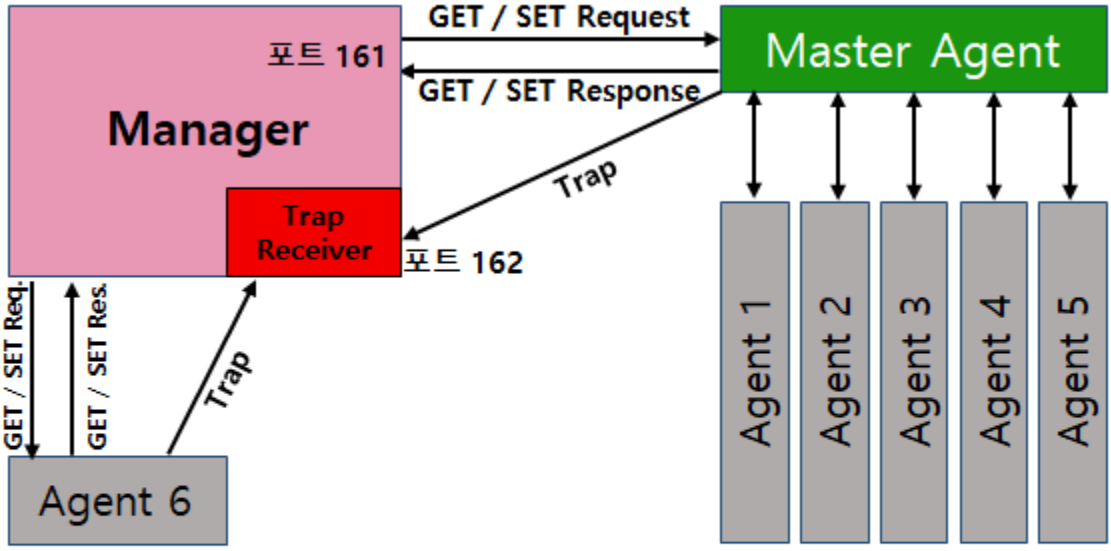


그림 169 연계시스템 진단 메시지 전송 구조

2) 텔레그램 구조는 SNMP v2c InformRequests에 대한 사양을 따른다.

3) 포트 162는 서비스 기능 진단 수집기의 수신 포트로 사용해야 한다. 이것은 SNMP Trap 프로토콜의 표준 포트이다.



SNMP 통신의 원리

그림 170 SNMP 통신 원리

그 림과 같이 서비스 기능 진단 수집기(Manager)의 Event Reporting 혹은 Trap 메시지는 162/UDP 포트를 사용하고, Trap 메시지를 제외한 나머지 메시지들은 161/UDP 포트를 사용한다. 일반적으로 SNMP 는 161 번 포트, SNMP Trap 메시지는 162 번 포트로 전송된다.

4) SNMP Trap 프로토콜은 다음 텔레그램 입력 항목을 포함해야 한다.

입력	의미	값
버젼	SNMP 버젼	v2c
커뮤니티 (=비밀번호)	입증	연계시스템의 SubS_ID
텔레그램 타입	SNMP 텔레그램 타입	6 (Inform Request)
진단 메시지의 전송시간	시간표시	사용 안함
Trap 객체 ID	기본 Trap 객체 식별	제조 관련 사항이며, 연결된 장치의 MIB에 정의 된 것과 일치해야 한다
이벤트의 타임 스탬프	타임 스탬프는 Trap에 전송되는 첫 번째 값이다.	이 타임 스탬프의 객체 ID는 연결된 장치의 MIB에 입력된다. 이벤트의 타임 스탬프는 Counter64 타입이다.
시간표시	이벤트의 타임 스탬프는 협정세계시 1970년 1월 1일 00:00:00.000(UTC) 이후 milliseconds 단위로 지정된다	m/second
객체 ID	데이터 포인트 ID	데이터 포인트 ID는 연결된 시스템에 고유하게 정의된다.
값	데이터 포인트 ID의 값	특정 데이터 포인트 ID
....	추가 객체 ID / 값	

표 65 SNMP Trap 프로토콜 입력 항목

• 버전 : Trap의 SNMP 버전 입력은 버전 v2c만 사용한다.

• 커뮤니티 : 커뮤니티는 연결된 장치의 인증 역할을 한다. 여기서 연계 시스템의 SubS_ID는다음과 같은 문자열로 설정 되어야 한다.

(i) 커뮤니티 문자열 : 예) DEHG2_XTDS12##0013\

항목	값
국가 코드	DE
Electronic Interlocking designator	HG2_X
서브시스템 타입	TDS
코드	12
Tag	##
Sequence no.	0013

표 66 커뮤니티 문자열

(ii) 기술식별자는 고유의 식별 ID를 사용하며, 다음과 표와 같이 구성된다

항목	적용
국가코드(Country Code)	2개의 문자, ISO IEC 8859-1:1998 (ISO 3166 Alpha-2), 왼쪽정렬
지역지정자(Area Designator)	5개의 문자, ISO IEC 8859-1:1998, 왼쪽정렬, 빈공간은 밑줄로 표시(0x5F)
서브시스템 타입(Sub-System Type)	5개의 문자, ISO IEC 8859-1:1998, 왼쪽정렬, 빈공간은 밑줄로 표시(0x5F), 아래와 같이 "시스템 타입"에 정의
코드(Code)	2개의 문자, ISO IEC 8859-1:1998, 십진법 00~99
태그(Tag)	2개의 문자, ISO IEC 8859-1:1998, "##"으로 고정
시퀀스번호(Sequence No)	4개의 문자, ISO IEC 8859-1:1998 십진법, 빈공간은 '0'으로 표시

표 67 기술식별자 고유 식별 ID

(iii) 서브시스템 타입

시스템 타입	의미
LS	서브시스템 - 신호기
P	서브시스템 - 선로전환기
TDS	서브시스템 - 열차검지시스템
IO	서브시스템 - 일반IO
LX	서브시스템 - 철도건널목장치
EIL	서브시스템 - 전자연동장치
MDM	서브시스템 - 유지보수 및 데이터관리
TCS	인접시스템 - 철도교통관제시스템
RBC	인접시스템 - 무선폐색센터
TSS	인접시스템 - 선로작업자안전시스템

표 68 서브시스템 타입

- 텔레그램 타입 : SNMP 텔레그램 타입 "6"이 텔레그램 타입으로 설정된다.
- 진단메시지 전송시간 : 이벤트 시간은 hh:mm:ss.xx 형식으로 타임틱에 지정된다. 이

값은 진단 수집기에서 사용되지 않는다.

- Trap 객체 ID : 연계 시스템의 MIB에 있는 기본 객체 ID 이다. 이 항목은 제조업체 마다 다르며, 연결된 장치의 MIB에 정의된 것과 일치되어야 한다.
- 이벤트 타임 스탬프 : 연계 시스템에 이벤트가 등록된 시간이다. 이 항목은 Inform Request 에서 전송된 첫 번째 값이다. 이 타임 스탬프에 대한 객체 ID는 연결된 장치의 MIB에 설정 되어야 한다. 이벤트 타임 스탬프는 "Counter 64" 타입이다.
- 시간표시 : 이벤트의 타임 스탬프는 협정 세계시로 밀리초 단위(01.01.1970 00:00:00.000)로 표시된다.
- 객체 ID : 진단 메시지의 데이터 포인트 ID는 객체 ID에 포함 되어야 한다. 데이터 포인트 ID는 연계 시스템의 MIB 뿐 아니라 연계 시스템의 진단 모델에 고유하게 정의되어야 한다.
- 값 :데이터 포인트 ID의 현재 값을 값으로 입력하여야 한다. 이 항목의 타입은 데이터 포인트 ID 에 따라 다르다.

(예) DEHG2_XTDS12##0013

SNMP-헤드			
필드	**값**	Note	
버전	v2c	적용버전	
커뮤니티	DEHG2_XTDS12##0013	발신자의 SubS_ID	
송신시간	사용않음	측정되지 않음	
Trap 객체-ID	.iso.org.dod.internet.private.enterprises.brunel.tds	제조사별 MIB	
SNMP-Body (진단 메시지)			
제조사별 객체 ID		**값**	**비고**
.iso.org.dod.internet.private.enterprises.brunel.tds.time		1486727548387	timeticks
.iso.org.dod.internet.private.enterprises.brunel.tds.d1		1	제조사에 따른 데이터 포인트 ID의 값(상태)은 1 이다

표 69 예시(DEHG2_XTDS12##0013)

(라) 서비스 기능 진단 수집기를 통한 진단 메시지 확인

1) 본 텔레그램에서 서비스 기능 진단 수집기는 연계 시스템의 진단 메시지가 올바르게 수신 되었음을 확인한다.

2) 확인은 연계 시스템에서 이전 진단 메시지의 발신자 포트로 전송 되어야 한다. 이는 SNMP에 의해 지정된다.

3) 서비스 기능 진단 수집기는 다음 텔레그램 입력 항목을 지정해야 한다.

입력	의미	값
버젼	SNMP 버젼	v2c
커뮤니티 (=비밀번호)	입증	연계시스템의 SubS_ID
텔레그램 타입	SNMP 텔레그램 타입	2(get-response)
진단 메시지의 전송시간	시간표시	도착한 진단 메시지 값
Trap 객체 ID	기본 Trap 객체 식별	도착한 진단 메시지 값
이벤트의 타임 스탬프	타임 스탬프는 Trap에 전송되는 첫 번째 값이다.	도착한 진단 메시지 값
시간표시	이벤트의 타임 스탬프는 협정세계시 1970년 1월 1일 00:00:00.000 UTC 이후 milliseconds 단위로 지정된다	도착한 진단 메시지 값
객체 ID	데이터 포인트 ID	도착한 진단 메시지 값
값	데이터 포인트 ID 값	도착한 진단 메시지 값
....	추가 객체 ID / 값	

표 70 서비스 텔레그램 입력 항목

4) 진단 메시지 확인에는 다음 항목이 포함된다.

- 버젼 : Trap의 SNMP 버전 입력은 버전 v2c만 사용한다.
- 커뮤니티 : 진단 메시지로 전송된 연계 시스템의 SubS_ID
- 텔레그램 타입 : SNMP 텔레그램의 타입 “2” (get-response)이 텔레그램 타입으로 설정된다.
- 진단 메시지 전송시간 : 이벤트 시간은 도착한 진단 메시지에서 가져와야 한다.
- Trap 객체 ID : 연계 시스템의 MIB에 있는 기본 객체 ID. 도착한 진단 메시지에서 입력.
- 이벤트의 타임 스탬프 : 이벤트 타임은 타임 스탬프에 포함된다. 도착한 진단

메시지에서 입력.

• 시간표시 : 시간 값은 타임 스탬프를 참조한다. 도착한 진단 메시지에서 입력.

• 객체 ID : 진단 메시지에 대한 데이터 포인트 ID는 객체 ID에 포함 되어야 한다. 도착한 진단 메시지 에서 입력.

• 값 : 값은 데이터 포인트 ID를 참조한다. 도착한 진단 메시지에서 입력.

서비스 기능 진단 수집기는 진단 메시지를 처리하기 위해 상용 기성품(COST-snmptrap-Daemon)을 사용한다.

(13) OPC-UA 텔레그램 정의

•OPC-UA 클라이언트와 OPC-UA 서버간의 통신은 세션을 기반으로 이루어진다.

•OPC-UA의 경우 “텔레그램”은 클라이언트와 서버간에 여러 OPC-UA 특정 메시지가 교환되는 통신 세션으로 구성된다.

•개별 메시지는 OPC-UA 표준을 따르며 여기서는 설명하지 않는다.

(가) 진단 메시지 구성

1) 본 텔레그램을 통해 서비스 기능 진단 수집기는 연계 시스템에 연결된 시스템에 등록된 개별 진단 메시지가 무엇인지 알려주고 요청시 이를 알려준다.

2) 서비스 기능 진단 수집기는 등록할 진단 메시지 목록과 함께 “등록 요청”을 OPC-UA 프로토콜을 통해 전송해야 한다.

3) 등록할 진단 메시지의 목록은 공급업체별 진단 모델의 일부이다.

(나) 진단 메시지 요청

1) 본 텔레그램을 통해 서비스 기능 진단 수집기는 연계 시스템에게 마지막 요청 이후 저장된 진단 메시지 전송을 요청한다.

2) 서비스 기능 진단 수집기는 OPC-UA 프로토콜을 통해 “공개 요청”을 전송해야 한다.

3) 연계 시스템은 저장된 진단 메시지와 함께 “공개 요청”이라는 텔레그램에 응답해야 한다.

(다) OPC-UA 를 이용할 경우 텔레그램 구조

1) OPC-UA를 사용할 경우 알림 메커니즘은 연계 시스템의 진단 메시지에 사용된다.

2) OPC-UA는 클라이언트 서버를 사용한다. 서버는 연계 시스템에서 실행된다.

3) 클라이언트는 서비스 기능 진단 수집기에 포함되어 있다.

4) COTS OPC-UA 클라이언트를 서비스 기능 진단 수집기에 통합하는 것이 권장된다.

5) 연결은 항상 서비스 기능 진단 수집기를 통해 설정된다.

6) OPC-UA 서버는 수동적이며, 클라이언트에서 검색할 때 까지 진단 메시지를 저장한다.

7) 연계 시스템과 서비스 기능 진단 수집기 간의 연결은 HTTPS/SOAP를 사용하여 암호화된다.

8) 연결 설정시 서비스 기능 진단 수집기는 연계시스템 서명의 신뢰성과 유효성을 검사해야 한다.

9) 서비스 기능 진단 수집기에 두 개의 네트워크 채널이 사용되는 경우 :

- 요청은 양쪽 네트워크 채널을 통해 이루어질 수 있어야 한다.
- 요청은 서비스 기능 진단 수집기에 구성된 연계 시스템의 첫 번째 주소를 통해 이루어져야 한다.
- 첫번째 주소를 사용할 수 없는 경우, 서비스 기능 진단 수집기에 구성된 두 번째 주소를 통해 요청을 반복해야 한다.
- 연계 시스템은 양쪽 채널의 요청에 응답해야 한다.

(14) 시간 동기화

• 서비스 기능 시간 동기화는 연결된 모든 시스템의 시간을 제공한다.
• 서비스 기능 시간 동기화는 서브시스템 – 유지보수 및 데이터 관리 또는 국가별 요구사항에 의해 정의된 시스템에서 실현 될 수 있다.

(가) 통신 요구사항

1) 연결된 시스템은 시간을 동기화 하기 위해 하나 또는 두 개의 PoS-Signaling 네트워크 채널을 사용 해야 한다.

2) NTP 버전 4는 [NTP]에 설명 된대로 시간 동기화 서비스 기능과 연결된 시스템에서 시간을 동기화 하는데 사용된다.

3) UDP 전송 프로토콜은 송신자와 수신자가 포트 123을 통해 시간을 동기화

하는데 사용된다.

4) 시간 동기화 서비스 기능은 "서버 모드"에서 실행 되어야 한다. 즉, 연결된 시스템에서 현지 시간을 사용 할 수 있다.

5) 시간 동기화 서비스 기능은 정확한 기본 현지 시간에 액세스 할 수 있다. 사용하는 타이머는 국가 요구 사항에 따라 다르다.

6) 연결된 시스템은 "클라이언트 모드"로 실행해야 한다. 즉, 현지 시간을 시간 동기화 서비스 기능에서 제공한 시간과 동기화 한다.

7) NTP 클라이언트는 시간 동기화 서비스 기능이 타이머로 사용되도록 연결된 시스템에서 구성해야 한다.

8) ntp.conf 의 예제 항목 :

- 서버<IP-Adresse-SF_ZS_Kanal_A> (<IP 주소 TS_SF_channel_A>) 선호
- 서버<IP-Adresse-SF_ZS_Kanal_B> (<IP 주소 TS_SF_channel_B>)

(나) 텔레그램 구조

- 시간 동기화 서비스 기능을 위한 텔레그램은 NTP 사양에 따라 구성된다. 두 개의 텔레그램이 지정된다.

I) Time_synchronisation_request : 연결된 시스템에서 시간 동기화 서비스 기능 요청

II) Time_synchronisation_response : 시간 동기화 서비스 기능에서 연결된 시스템으로의 응답

(15) 텔레그램 정의

(가) 시간 동기화 요청

1) 송신측(연결된 시스템)은 "Time_synchronisation_request" 텔레그램을 사용하여 수신측에 현재 시간을 요청한다(시간 동기화 서비스 기능).

2) "Time_synchronisation_request" 텔레그램의 형식은 NTP를 준수하며 [NTP]에 자세히 설명되어 있다. 처음 두 바이트 만 여기에 설명된다.

비트	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
바이트	0								1							
값	Leap Indicator		Version			Mode			Stratum							

표 71 Time_synchronisation_request 텔레그램 형식 중 처음 두바이트

3) 송신자(연결된 시스템)는 다음과 같이 텔레그램의 처음 2 바이트의 내용을 구성한다.

• Leap indicator : 송신자(연결된 시스템)는 Leap indicator를 값 3 (알 수 없음, 시간 동기화 되지 않음) 으로 설정해야 한다.

• Version : 사용된 NTP 버전을 지정한다. 버전 4를 사용하고 값 4 (버전 4)로 설정해야 한다.

• Mode : 송신자(연결된 시스템)는 모드를 값 3 (클라이언트)으로 설정해야 한다.

• Stratum : 송신자(연결된 시스템)는 계층을 값 16 (비 동기화)으로 설정해야 한다.

4) "Time_synchronisation_request" 텔레그램의 다른 필드는 다음과 같이 사용한다.

바이트	길이(Bit)	값
2	8	Polling interval
3	8	Precision
4-7	32	Root Delay
8-11	32	Root Dispersion
12-15	32	Reference ID
16-23	64	Reference Timestamp
24-31	64	Origin Timestamp
32-39	64	Receive Timestamp
40-47	64	Transmit Timestamp

표 72 시간 동기화 요청 필드

이 필드의 내용은 연결된 시스템의 동기화 상태에 따라 다르다.

(나) 시간 동기화 응답

1) 송신자(시간 동기화 서비스 기능)는 "Time_synchronisation_response" 텔레그램을 사용하여 현재 시간을 수신자(연결된 시스템)로 보낸다.

2) "Time_synchronisation_response" 텔레그램의 형식은 NTP를 준수하며 [NTP]에 자세히 설명되어 있다. 처음 두 바이트 만 여기에 설명되어 있다.

비트	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
바이트	0								1							
값	Leap Indicator		Version			Mode			Stratum							

표 73 시간 동기화 응답

3) 송신자(시간 동기화 서비스 기능)는 텔레그램의 처음 2 바이트의 내용을 다음과 같이 구성한다.

- Leap indicator : 송신자 (시간 동기화 서비스 기능)는 leap indicator를 0, 1, 2 (현재 달말에 0, 1, −1 윤초를 의미) 값으로 설정해야 한다.
- Version : 사용된 NTP 버전을 지정한다. 버전 4를 사용하고 값 4 (버전 4)로 설정해야 한다.
- Mode : 송신자 (시간 동기화 서비스 기능)는 모드를 값 4 (서버)로 설정해야 한다.
- Stratum : 송신자(시간 동기화 서비스 기능)는 stratum을 현지 시간 기준의 stratum 레벨에 해당하는 값으로 설정해야 한다. ([NTP] 참조)

4) "Time_synchronisation_response" 텔레그램의 다른 필드는 다음과 같이 사용해야 한다.

바이트	길이(Bit)	값
2	8	Polling interval
3	8	Precision
4−7	32	Root Delay
8−11	32	Root Dispersion
12−15	32	Reference ID
16−23	64	Reference Timestamp
24−31	64	Origin Timestamp
32−39	64	Receive Timestamp
40−47	64	Transmit Timestamp

표 74 시간 동기화 응답 필드

이 필드의 내용은 서버 구성에 따라 다르다.

(16) SDI-XX 텔레그램

본 장에서는 진단 메시지, 특히 SDI-XX 텔레그램에 적용된 데이터 포인트와 값을 정의한다.

(가) 일반 텔레그램

1) 객체 메타데이터(Object metadata) : 다른 데이터를 설명해 주는 데이터

• DeviceRevision : KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 일반적인 개정을 나타낸다. 제조업체가 제공하고 하드웨어 및 소프트웨어 개정을 포함한다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• InterfaceRevision : KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 개발 및 생산에 사용된 KRLYNX 현장 장비 서브시스템 요구사항 규격의 버전을 나타낸다. 예를 들어, KRLYNX 현장 장비 서브시스템은 기본적으로 버전 1.6(1.A)에서 개발 및 생산되며 "InterfaceRevision"의 값은 "1.6 (1.A)" 이다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• HardwareRevision : KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 하드웨어 개정 수준을 나타낸다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• SoftwareRevision : 텔레그램 "SoftwareRevision"(인터페이스 소프트웨어 개정 아님)은 KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 소프트웨어 개정 수준을 나타낸다.

소프트웨어 업데이트와 함께 "SoftwareRevision"과 "DeviceRevision"을 변경해야 하고, RevisionCounter을 세어야 한다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• RevisionCounter : KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 구성 데이터 및 엔지니어링 데이터가 기술적으로 얼마나 자주 변경 되었는지를 알리기 위한 증가 카운터를 나타낸다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• Manufacturer : KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 제조업체 이름을 표시한다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• Model : 텔레그램 모델은 KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 모델 제조업체 이름을 나타낸다. 이 속성은 기기의 수명 동안에는 변경할 수 없다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• Identification : 텔레그램 식별은 KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 기능적 위치를 나타낸다. (예 : SAP의 R/3에서 DB Netz AG TP 1-3). 이 속성이 정의되어 있지 않은 경우 밑줄(0x5F)로 채워야 한다. 속성은 구성 데이터를 업데이트하여 변경 할 수 있어야 한다.

• 타입 : String • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

• SerialNumber : KRLYNX 현장 장비 서브시스템의 주요 식별자를 나타낸다. 이 식별자는 추가로 교체 가능한 구성 요소가 자신의 일련 번호로 구성된 할당 특성으로 사용된다.

• 타입 : String • 이 지정은 서비스 기능 진단 수집기의 진단 구성 데이터에 저장 되어야 한다. • 메시지는 서비스 기능 진단 수집기에 대한 연결이 설정되면 전송된다.

2) BaseDatareadable : 기본 데이터의 상태를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
1	데이터 읽을 수 없음
2	데이터 불완전
3	정상
메시지는 기본 데이터의 다운로드와 함께 전송되어야 한다.	

3) DataStatus_PR_ID1 : 서브시스템 - 유지보수 및 데이터 관리와 함께 KRLYNX 현장 장비 서브시스템에 의해 수행 된 버전 체크 결과는 PR_ID = 1 데이터 버전이 서브시스템 - 유지보수 및 데이터 관리에 있는 최신 버전과 일치하는지 여부를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
1	갱신 전
2	갱신 후
3	알수없음
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

4) DataStatus_PR_ID2 : 서브시스템 – 유지보수 및 데이터 관리와 함께 KRLYNX 현장 장비 서브시스템에 의해 수행된 버전 체크 결과는 PR_ID = 2 데이터 버전이 서브시스템 – 유지보수 및 데이터 관리에 있는 최신 버전과 일치하는지 여부를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
1	갱신 전
2	갱신 후
3	알수없음
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

5) IsFailure : 목록에 정의된 메시지가 없을 경우에 해당하는 일반적인 고장 표시를 나타낸다.

• 타입 : Boolean

값	의 미
0	이상없음
1	장애발생
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

6) IsTemperatureTooHigh : 사례를 보면

• 유지관리에 의한 손상 한계에 대한 대비책 도입 또는 가용성 또는 내구성 향상을 위한 제공.

제조자의 요구에 따라 제조업체가 정의하는 것은 다음과 같다.

a. 온도를 결정하기 위한 장소와 타입

b. 메시지를 전송할 때 한계 온도 값.

• 타입 : Boolean

값	의 미
0	온도가 높지 않음
1	온도가 너무 높음
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

7) ManufacturerSpecificMessage : 제조자 고유 진단 메시지이다. 이들은 절차에 따라 철도 운영자와 합의한 후에 허용된다. (예 : 통신 프로토콜 연결의 고장 카운터)

※ 참고: 메시지의 양은 제한되지 않지만 모델, 일련번호, OpStatus 등의 기타 정의된 메시지를 대체하지 않는다.

8) MDM_InteractionStatus_Download : 서비스 기능 로딩 절차서에서의 상호작용 상태를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
1	완료
2	도달 할 수 없음
3	트랜잭션 시간 초과
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

9) OpStatus : 텔레그램 “OpStatus”은 동작 상태를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
1	부팅
2	초기화
3	운영
4	고장/장애 모드
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

10) PDIError : 텔레그램 “PDIError”는 PDI 연결 장애를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
1	프로토콜 유형 이탈
2	PDI 버전 이탈
3	메시지 유형 이탈
4	알 수 없는 요소유형
5	알 수 없는 요소 ID

6	부적절한 값
7	지역적으로 부적절한 값
8	값의 부적절한 조합
9	부적절한 순간 사례 1 메시지
10	부적절한 순간 사례 2 메시지
11	메세지 길이
12	부적절한 메시지 순서
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

11) PDIStatus : 텔레그램 “PDIStatus”는 PDI 연결 상태를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
0	비활성화
1	활성화
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

12) SafeCommunicationProtocolConnectionStatus : 통신 안전 프로토콜 연결의 상태를 나타낸다.

• 타입 : Enumeration

값	의 미
0	비활성화
1	단일 채널
2	활성화
메시지는 이벤트가 트리거 될 때 전송된다.	

(17) 통신 인터페이스 사양

(가) 표준 통신 인터페이스(SCI)

본 과제에서 사용하는 표준 통신 인터페이스는 기본적으로 "IP 기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준 사양서(KRLYNX)"를 따르며, 본 절에서는 이를 요약 설명한다.

(나) SCI-XX 인터페이스 목적

서브시스템과 서브시스템간 또는 서브시스템과 인접 시스템간의 안전한 통신을 위해 계층별 표준화된 인터페이스를 정의한다.

(다) SCI-XX 통신 대상

1) SCI-CC: Command Control System(철도교통관제시스템)

2) SCI-TDS: Train Detection System(열차검지시스템)

3) SCI-LS: Light Signal(신호기)

4) SCI-P: Point(선로전환기)

5) SCI-RBC: Radio Block Center(무선폐색센터)

6) SCI-LX: Level Crossing System(건널목장치)

7) SCI-IO: Generic IO(일반 IO)

8) SCI-ILS: Adjacent Interlocking System(인접연동장치)

9) SCI-LEU: Lineside Electronic Unit(선로변전자장치)

10) SCI-TSS: Trackworker Safety System(선로작업자 안전시스템)

(라) SCI-XX 통신 계층 구조

국제표준기구의 통신 계층인 OSI 7 계층과 비교한 SCI-XX 의 계층 구조는 아래 그림과 같다.

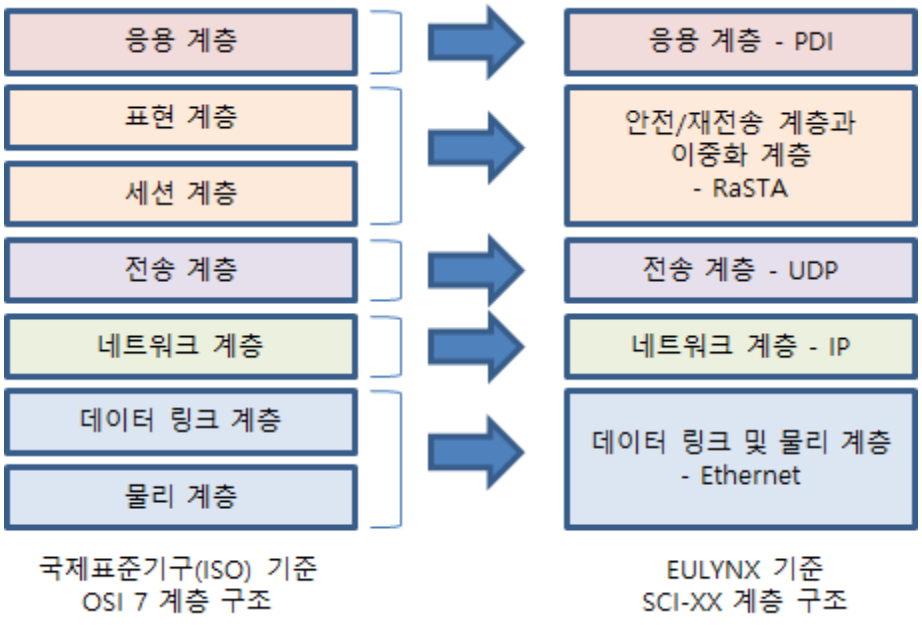


그림 171 SCI-XX 통신계층 구조

(마) SCI-XX.PDI 메시지 구조

SCI-XX.PDI 메시지를 위한 계층별 구조는 아래 그림과 같다.

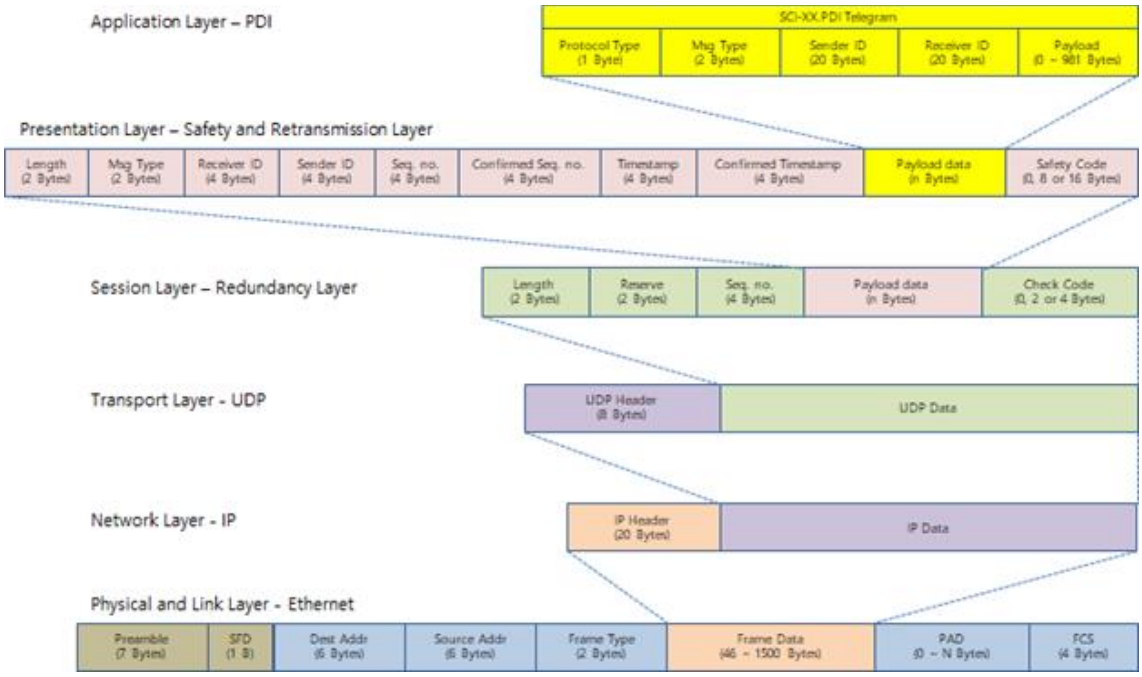


그림 172 SCI-XX PDI 메시지 구조

(바) SCI-XX.PDI 텔레그램 구조

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입(1 Byte)							
01..02	메시지 타입(2 Bytes)							
03..22	송신 식별자(20 Bytes, ISO IEC 8859-1:1998)							
23..42	수신 식별자(20 Bytes, ISO IEC 8859-1:1998)							
43..1023	페이로드(최대 981 Bytes)							

표 75 SCI-XX PDI 텔레그램 구조

SCI-XX.PDI 텔레그램의 최대 길이는 1024 바이트로, 텔레그램 헤더와 텔레그램 페이로드로 구성된다. 텔레그램 헤더는 43 바이트이며, 텔레그램 페이로드는 비어 있거나 페이로드 매개변수 시퀀스로 구성될 수 있다.

1) 프로토콜 타입

프로토콜 타입은 특정 인터페이스에 대한 텔레그램의 적용 가능성을 정의한다.

값	의미
0x01	전자연동장치(EIS) – 인접 전자연동장치(ILS)
0x20	전자연동장치(EIS) – 열차검지시스템(TDS)
0x30	전자연동장치(EIS) – 신호기(LS)
0x40	전자연동장치(EIS) – 선로전환기(P)
0x50	전자연동장치(EIS) – 무선폐색센터(RBC)
0x60	전자연동장치(EIS) – 철도건널목장치(LX)
0x70	전자연동장치(EIS) – 철도교통관제시스템(CC)
0x80	전자연동장치(EIS) – 선로작업자 안전시스템
0x90	전자연동장치(EIS) – 일반 IO(Generic IO)
0xB0	전자연동장치(EIS) – 선로변 전자장치(LEU)

표 76 SCI-XX PDI 프로토콜 타입

SCI-XX.PDI 에서 바이트 "0"의 값은 다음과 같아야 한다.

2) 메시지 타입

메시지 타입은 프로토콜 타입 내의 각 텔레그램의 고유한 메시지 식별자 ID 를 지정한다.

3) 송신 및 수신 식별자

SCI-XX 인터페이스의 모든 통신 대상은 운영 또는 기술식별자 ID 로 식별한다. 식별은 구조화 되어야 하며 각 메시지 타입에 대해 사용할 식별자 ID 를 지정해야 한다.

(사) 제한 사항

1) 모든 데이터는 Little Endian 형식으로 전송한다.

2) 본 과제에서는 시간적 제약으로 인해 3.2 절에 정의된 통신 인터페이스를 사용하여 표준 통신 인터페이스의 안전/재전송 계층과 이중화 계층(RaSTA)을 대체하였다.

(18) IP 기반 전자연동장치 통신 인터페이스

(가) IP 기반 전자연동장치 통신 구성

아래 그림은 IP 기반 전자연동장치의 네트워크 구성을 간략히 도식화한 것으로, 연동 논리부와 IP 제어부는 2 중계 링 네트워크로 연결되어 통신 고장으로부터 가용성을 확보한다.

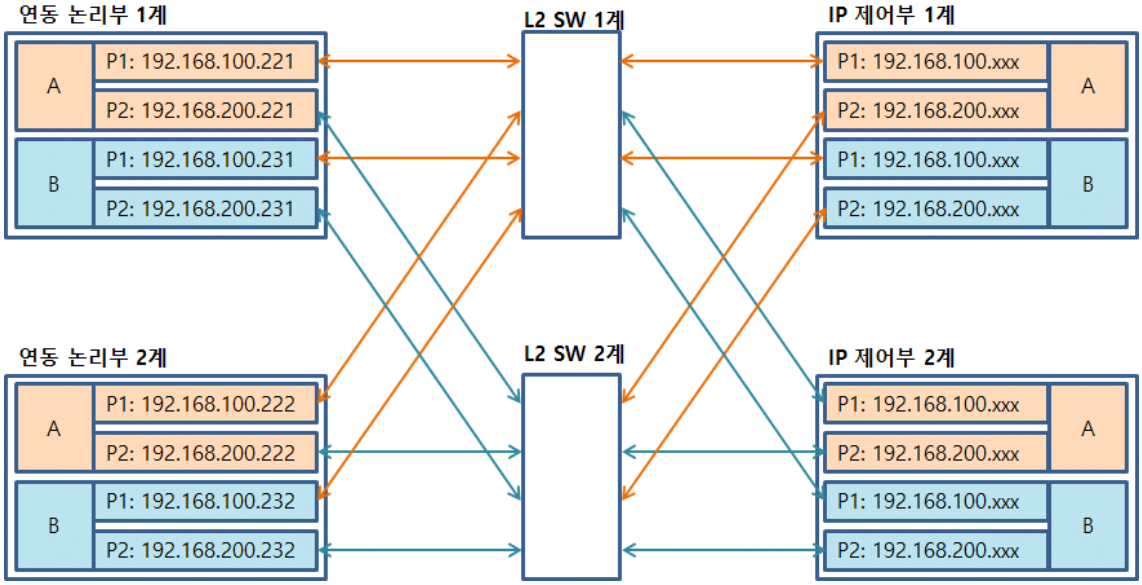


그림 173 IP 기반 전자연동장치 통신 구성

IP 기반 전자연동장치의 통신 인터페이스 사양은 다음과 같다.

계층	요구 사항	비고
Physical Layer	100Base-T	IEEE 802.3
	Full Duplex Mode	IEEE 802.3
	Auto Negotiation	IEEE 802.3
Link Layer	MAC services with basic MAC frame	IEEE 802.3
Network Layer	IP version 4	IETF RFC 791
	ICMP	IETF RFC 792
	ARP	IETF RFC 826
Transport Layer	UDP	IETF RFC 768
Application Layer	SCI-XX.PDI	KRLYNX

표 77 IP 기반 전자연동장치의 통신 인터페이스 사양

※본 문서는 Application Layer 에 대해서만 정의한다.

(19) IP 기반 전자연동장치 메시지 구조

본 과제에서는 표준 통신 인터페이스의 안전/재전송 계층과 이중화 계층(RaSTA)을 대체하기 위해 세션과 표현 계층의 구조를 아래 그림과 같이 간소화한 메시지를 사용한다.

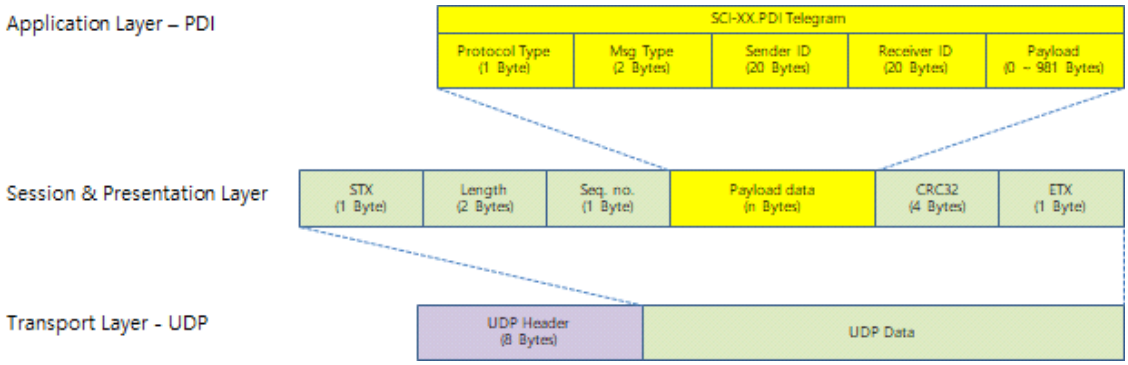


그림 174 IP 기반 전자연동장치 메시지 구조

다음은 세션과 표현 계층의 각 Field 를 설명한 것이다.

1) STX

메시지의 시작 위치를 나타내며, 값은 "0x02"이다.

2) Length

텔레그램의 길이를 나타내며, 프로토콜 타입부터 페이로드까지의 길이를 바이트 단위로 표시한다.

3) Sequence No

메시지 전송 순서를 나타내며, 0x00 ~ 0xFF 를 사용하여 한 메시지 프레임의 전송이 성공하면 시퀀스 번호는 하나씩 증가하여야 한다.

4) 텔레그램

실제 전송할 메시지의 형식을 의미한다. 본 과제에서는 신호기, 선로전환기, 일반 IO 에 대한 IP 제어부를 구현하며, 각각의 메시지 구조는 3.3 절~3.5 절에 정의되어 있다.

5) CRC32

메시지의 손실 여부를 파악하기 위한 것으로, 프로토콜 타입부터 페이로드까지의 값을 계산한다.(3.2.2 절 참조)

6) ETX

메시지의 종료 위치를 나타내며, 값은 "0x03"으로 고정한다.

(가) CRC32 계산

메시지의 손실 여부를 파악하기 위한 것으로, 프로토콜 타입부터 페이로드까지의 값을 계산한다. 표준 사양서는 CRC 다항식으로 0xC9AEBFF7 을 규정하고 있으나, 명확한 계산식은 규정하고 있지 않다. 그렇기 때문에 본 과제에서는 다항식으로 0x04C11DB7 을 사용하였으며, 해당 다항식을 이용한 CRC 계산 코드는 다음과 같다.

```
/* define POLYNOMIAL value */
#define POLYNOMIAL      0x04c11db7L
/* crc32 table */
static uint32 guiCrcTable[256U];

void GenerateCrcTable(void)
{
    /* table index */
    uint32 uiIndex;
    /* table count */
    uint32 uiCount;
    /* accumulator value 저장 */
    uint32 uiCrcAccum;

    /* CRC table 생성 */
    for(uiIndex=0U; uiIndex < 256U; uiIndex++)
    {
        /* 생성 */
        uiCrcAccum = ((uint32) uiIndex << 24U);
        /* loop */
        for(uiCount=0U; uiCount<8U; uiCount++)
        {
            /* 비교 */
            if((uiCrcAccum & 0x80000000U) == 0x80000000U)
            {
                /* 다항식 계산 */
                uiCrcAccum = (uiCrcAccum << 1U) ^ (uint32)POLYNOMIAL;
            }
            /* 아닌 경우  */
            else
            {
                /* 생성 값 저장   */
```

```
                    uiCrcAccum = (uiCrcAccum << 1U);
                }
            }
            /* crc table 에 생성 값 저장 */
            guiCrcTable[(sint32)uiIndex] = uiCrcAccum;
        }
} /* end of   GenerateCrcTable() */

uint32 CalculateCrc32(uint32 uiAccumCrc, const uint8* pucDataBlkPtr,uint32 uiDataBlkSize)
{
    /* table index */
    uint32 uiIndex;
    /* table count */
    uint32 uiCount;
    /* data value 저장 */
    uint8   ucDataValue = 0U;

    /* blk size 만큼 crc calculation */
    for(uiCount=0U; uiCount<uiDataBlkSize; uiCount++)
    {
        /* 계산할 데이터 저장 */
        ucDataValue = pucDataBlkPtr[(sint32)uiCount];
        /* crc table 의 index 위치 계산 */
        uiIndex = ((uint32)((uint32)uiAccumCrc >> 24U) ^ ucDataValue) & 0xffU;
        /* crc table 로 부터 crc value 생성 */
        uiAccumCrc = ((uint32)uiAccumCrc << 8U) ^ guiCrcTable[(sint32)uiIndex];
    }
    /* 생성된 CRC value 반환 */
    return uiAccumCrc;
} /* end of   CalculateCrc32() */
```

(20) SCI-LS 인터페이스 사양

신호기(LS) IP 제어부와 전자연동장치간 인터페이스를 정의한다.

(가) SCI-LS 프로토콜 타입

값	의미
0x30	**전자연동장치(EIS) - 신호기(LS)**
0x40	전자연동장치(EIS) - 선로전환기(P)
0x90	전자연동장치(EIS) - 일반 IO(Generic IO)

표 78 SCI-LS 프로토콜 타입

(나) SCI-LS 메시지 타입

메시지 형태	값	송신	수신	목적
명령어 - "신호 현시"	0x0001	전자연동장치	신호기	신호 현시를 명령
메시지 - "신호 현시"	0x0003	신호기	전자연동장치	현시된 신호에 대한 알림
명령어 - "밝기 설정"	0x0002	전자연동장치	신호기	밝기 설정 명령
메시지 - "밝기 설정"	0x0004	신호기	전자연동장치	설정된 밝기에 대한 알림

표 79 SCI –LS 메시지 타입

(21) SCI-LS 페이로드 정의

(가) 명령어 – “신호 현시”

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x30							
01..02	메시지 타입: 0x0001							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 기본 현시 유형에 대한 코드							
44	페이로드 – 기본 현시 유형의 확장을 위한 코드							
45	페이로드 – 속도표시기							
46	페이로드 – 속도표시기 알림							
47	페이로드 – 방향표시기							
48	페이로드 – 방향표시기 알림							
49	페이로드 – 성능저하 정보							
50	페이로드 – 진로정보							
51	페이로드 – 의도적으로 어둡게 현시							
52..60	페이로드 – 국가별로 명시							

표 80 명령어(신호현시)

1) 바이트 43: 기본 현시 유형

본 과제에서는 장내 신호기와 출발 신호기를 구현하였으며, 현시 유형에 대한 코드는 아래 표와 같다. 기타 신호기에 대한 코드는 표준 사양서를 참고하자.

신호기 유형	값	의미	2 현시	3 현시	4 현시		5 현시	기타
					지상	지하		
장내 신호기	0x01	R(정지)	O	O	O	O	O	
	0x02	YY(경계)				O	O	
	0x03	Y(주의)		O	O	O	O	
	0x04	YG(감속)			O		O	
	0x05	G(진행)	O	O	O	O	O	
출발 신호기	0x06	R(정지)	O	O	O	O	O	
	0x07	YY(경계)				O	O	
	0x08	Y(주의)		O	O	O	O	
	0x09	YG(감속)			O		O	
	0x10	G(진행)	O	O	O	O	O	

표 81 바이트 43 기본 현시 유형

(나) 명령어 – “밝기 설정”

Byte–Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x30							
01..02	메시지 타입: 0x0002							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 밝기							

표 82 명령어(밝기설정)

1) 바이트 43: 밝기

값	의미
0x01	주간 밝기
0x02	야간 밝기
0xFE	정의되지 않은 밝기

표 83 바이트 43(밝기)

(다) 메시지 – “신호 현시”

Byte–Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x30							
01..02	메시지 타입: 0x0003							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 기본 현시 유형에 대한 코드							
44	페이로드 – 기본 현시 유형의 확장을 위한 코드							
45	페이로드 – 속도표시기							
46	페이로드 – 속도표시기 알림							
47	페이로드 – 방향표시기							
48	페이로드 – 방향표시기 알림							
49	페이로드 – 성능저하 정보							
50	페이로드 – 진로정보							
51	페이로드 – 의도적으로 어둡게 현시							
52..60	페이로드 – 국가별로 명시							

표 84 메시지(신호현시)

(라) 메시지 – “밝기 설정”

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x30							
01..02	메시지 타입: 0x0004							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 밝기							

표 85 메시지(밝기설정)

(22) SCI-P 인터페이스 사양

선로전환기(P) IP 제어부와 전자연동장치간 인터페이스를 정의한다

(23) SCI-P 프로토콜 타입

값	의미
0x30	전자연동장치(EIS) – 신호기(LS)
0x40	**전자연동장치(EIS) – 선로전환기(P)**
0x90	전자연동장치(EIS) – 일반 IO(Generic IO)

표 86SCI-P 프로토콜 타입

(24) SCI-P 메시지 타입

메시지 형태	값	송신	수신	목적
명령어 – “선로전환기 전환”	0x0001	전자연동장치	선로전환기	명령된 위치로 선로전환기 전환 명령
메시지 – “선로전환기 위치”	0x000B	선로전환기	전자연동장치	현재 선로전환기 위치에 대한 메시지
메시지 – “타임아웃”	0x000C	선로전환기	전자연동장치	선로전환기 전환을 위한 최대 허용가능 시간 초과

표 87 메시지 타입

(25) SCI-P 페이로드 정의

(가) 명령어 – “선로전환기 전환”

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x40							
01..02	메시지 타입: 0x0001							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 선로전환기 위치 전환 명령							

표 88 명령어(선로전환기 전환)

1) 바이트 43: 선로전환기 위치 전환 명령

값	의미
0x01	정위 전환 명령
0x02	반위 전환 명령

표 89 바이트 43(선로전환기 위치전환 명령)

(나) 메시지 – “선로전환기 위치”

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x40							
01..02	메시지 타입: 0x000B							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 선로전환기 위치 보고							

표 90 메시지(선로전환기 위치)

1) 바이트 43: 선로전환기 위치 보고

값	의미
0x01	정위 위치
0x02	반위 위치
0x03	위치 정보 없음
0x04	트레일드(Trailed)

표 91 바이트 43(선로전환기 위치 보고)

(다) 메시지 – “타임아웃”

Byte–Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x40							
01..02	메시지 타입: 0x000C							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							

표 92 메시지(타임아웃)

(26) SCI–IO 인터페이스 사양

일반 IO IP 제어부와 전자연동장치간 인터페이스를 정의한다.

(가) SCI–LS 프로토콜 타입

값	의미
0x30	전자연동장치(EIS) – 신호기(LS)
0x40	전자연동장치(EIS) – 선로전환기(P)
0x90	**전자연동장치(EIS) – 일반 IO(Generic IO)**

표 93SCI-LS 프로토콜 타입

(나) SCI–IO 메시지 타입

메시지 형태	값	송신	수신	목적
명령어 – “출력채널 설정”	0x0001	전자연동장치	일반 IO	출력채널 상태 설정을 위한 명령
메시지 – “출력채널 상태”	0x0002	일반 IO	전자연동장치	출력채널 현재 상태
메시지 – “입력채널 상태”	0x0003	일반 IO	전자연동장치	입력채널 현재 상태

표 94 SCI-IO 메시지 타입

(27) SCI-IO 페이로드 정의

(가) 명령어 – “출력채널 설정”

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x90							
01..02	메시지 타입: 0x0001							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 출력채널 수 k							
44..44+k-1	페이로드 – 출력채널 n 에 대한 제어 명령(1 ≤ n ≤ k)							

표 95 명령어(출력체널 설정)

1) 바이트 43: 출력채널 수 k

출력채널의 수를 의미하는 것으로 최대 51 개의 출력채널을 설정할 수 있다.

2) 바이트 44..44+k-1: 출력채널 n 에 대한 제어 명령

바이트 44 부터 출력채널 수 k 에 해당하는 만큼의 바이트를 포함해야 한다.

값	의미
0x01	출력채널 OFF 명령
0x02	출력채널 ON 명령

표 96 바이트 44 출력체널 n 제어명령

(나) 메시지 – “출력채널 상태”

Byte-Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x90							
01..02	메시지 타입: 0x0002							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 출력채널 수 k							
44..44+k-1	페이로드 – 출력채널 n 의 상태(1 ≤ n ≤ k)							

표 97 메시지(출력체널 상태)

1) 바이트 43: 출력채널 수 k

출력채널의 수를 의미하는 것으로 최대 51 개의 출력채널을 설정할 수 있다.

2) 바이트 44..44+k−1: 출력채널 n 의 상태

바이트 44 부터 출력채널 수 k 에 해당하는 만큼의 바이트를 포함해야 한다.

값	의미
0x01	출력채널 정상
0x02	출력채널 장애

표 98 바이트 44 출력체널 상태

(다) 메시지 – "입력채널 상태"

Byte−Nr	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00	프로토콜 타입: 0x90							
01..02	메시지 타입: 0x0003							
03..22	송신 식별자							
23..42	수신 식별자							
43	페이로드 – 입력채널 수 k							
44..44+k−1	페이로드 – 입력채널 n 의 상태(1 ≤ n ≤ k)							

표 99 메시지(입력체널 상태)

1) 바이트 43: 입력채널 수 k

입력채널의 수를 의미하는 것으로 최대 51 개의 입력채널을 설정할 수 있다.

2) 바이트 44..44+k−1: 입력채널 n 의 상태

바이트 44 부터 입력채널 수 k 에 해당하는 만큼의 바이트를 포함해야 한다.

값	의미
0x01	입력채널 OFF 상태
0x02	입력채널 ON 상태
0x03	입력채널 장애

표 100 바이트 44 입력체널 n 의 상태

(28) IP 제어부 일반 사항

IP 제어부는 연동 논리부와 통신을 위해 다음과 같이 동작한다.

1) IP 제어부는 연동 논리부로부터 제어 명령을 수신하면 해당하는 제어 동작을 수행하고, 그 결과를 연동 논리부로 전송한다.

2) IP 제어보는 상태 정보가 변하는 즉시 해당 내용을 연동 논리부로 전송하고, 상태 정보의 변화가 없을 경우 동일한 상태 정보를 1 초마다 주기적으로 연동 논리부로 전송한다.

3) IP 제어부는 네트워크 1 계와 2 계로 각각 동일한 상태 정보를 전송한다.

4) IP 제어부의 주계만 상태 정보를 전송한다.

5) IP 제어부는 연동 논리부로부터 3 초 동안 메시지를 수신하지 못할 경우 통신 고장으로 인식하여, 해당 장치가 담당하는 기능에 대한 Fail-Safe 동작을 수행한다.

(29) 일반 I/O IP 제어부

(가) TS-02 역 I/O 정의: 대아티아이

TS-02 역의 I/O IP 제어부는 궤도 상태 확인, 폐색 장치 상태 확인 및 제어 신호 출력 등을 담당한다.

①. I/O 모듈 정의

시스템	SLOT/모듈	입출력 타입	식별자 ID	비고
IOS2	1	IN	SGL.DN_.IO_.IN01__DT	
	2	IN	SGL.DN_.IO_.IN02__DT	
	3	IN	SGL.DN_.IO_.IN03__DT	
	4	IN	SGL.DN_.IO_.IN04__DT	
	5	OUT	SGL.DN_.IO_.OUT01_DT	

표 101 TS-02 역 대아티아이 I/O 모듈 정의

※ 식별자 ID 는 1 계와 2 계가 동일하게 사용한다.

②. IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
IOS2	1 계	A	P1	192.168.100.002	30002	
			P2	192.168.200.002	32002	
		B	P1	192.168.100.102	30102	
			P2	192.168.200.102	32102	
	2 계	A	P1	192.168.100.052	30052	
			P2	192.168.200.052	32052	
		B	P1	192.168.100.152	30152	
			P2	192.168.200.152	32152	

표 102 Ts-02 역 대아티아이 IP 주소 및 UDP 포트 정의

③. 입출력 리스트

포트	모듈 1 IN01__DT	모듈 2 IN02__DT	모듈 3 IN03__DT	모듈 4 IN04__DT	모듈 5 OUT01__DT
1	VRD1	B101T	EHUPZR		VRD1
2	VRD2	B102T	UPZR		VRD2
3		B103T	EHDNDIR		
4		B104T	DN3-YY		
5		B105T	DN3-Y		
6		21T	DN3-YG		
7		1T			
8		XT			
9		51T			
10		2T			DNZR
11		YT			UPDIR
12		OsongTPR			2A-YY
13					2A-Y
14					2A-YG/G
15					
16					

표 103 입출력 리스트

(30) 신호기 IP 제어부

(가) TS-02 역 신호기 정의: 대아티아이

TS-02 역의 신호기 IP 제어부는 모든 장내 신호기 및 출발 신호기에 대한 제어를 담당한다.

①. 신호기 모듈 정의

시스템	SLOT	모듈	식별자 ID	비고
IOS3	1	P1	SGL.DN_.LS_.1A____DT	TS-02 1A
		P2	not used	
	2	P1	SGL.DN_.LS_.3A____DT	TS-02 3A
		P2	SGL.DN_.LS_.3B____DT	TS-02 3B
IOS4	1	P1	SGL.DN_.LS_.4A____DT	TS-02 4A
		P2	SGL.DN_.LS_.4B____DT	TS-02 4B
	2	P1	SGL.DN_.LS_.2A____DT	TS-02 2A
		P2	not used	
IOS6	1	P1	SGL.DN_.LS_.UP____DT	폐색 상행
		P2	SGL.DN_.LS_.DN____DT	폐색 하행
	2	P1	not used	
		P2	not used	

표 104 TS-02 역 대아티아이 신호기 모듈 정의

※ 식별자 ID 는 1 계와 2 계가 동일하게 사용한다.

②. IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
IOS3	1 계	A	P1	192.168.100.003	30003	
			P2	192.168.200.003	32003	
		B	P1	192.168.100.103	30103	
			P2	192.168.200.103	32103	
	2 계	A	P1	192.168.100.053	30053	
			P2	192.168.200.053	32053	
		B	P1	192.168.100.153	30153	
			P2	192.168.200.153	32153	
IOS4	1 계	A	P1	192.168.100.004	30004	
			P2	192.168.200.004	32004	
		B	P1	192.168.100.104	30104	
			P2	192.168.200.104	32104	
	2 계	A	P1	192.168.100.054	30054	
			P2	192.168.200.054	32054	
		B	P1	192.168.100.154	30154	
			P2	192.168.200.154	32154	
IOS6	1 계	A	P1	192.168.100.006	30006	
			P2	192.168.200.006	32006	
		B	P1	192.168.100.106	30106	
			P2	192.168.200.106	32106	
	2 계	A	P1	192.168.100.056	30056	
			P2	192.168.200.056	32056	
		B	P1	192.168.100.156	30156	
			P2	192.168.200.156	32156	

표 105 TS-02 역 대아티아이 IP 주소 및 UDP 포트 정의

(나) TS-03 역 신호기 정의: 혁신전공사

TS-03 역의 신호기 IP 제어부는 혁신전공사와 S-Transport 에서 각각 제작한 모듈이 설치된다. 혁신전공사의 모듈은 1A 와 3A 신호기를 담당하며, S-Transport 의 모듈은 4A 신호기를 담당한다.

①. 신호기 모듈 정의

시스템	SLOT	모듈	식별자 ID	비고
-	-	-	SGL.UP_EI_.ILS___00	
		-	SGL.UP_EI_.ILS___01	TS-03 1A
		-	SGL.UP_EI_.ILS___02	TS-03 2A(예비)
		-	SGL.UP_EI_.ILS___03	
		-	SGL.UP_EI_.ILS___04	
		-	SGL.UP_EI_.ILS___05	
		-	SGL.UP_EI_.ILS___06	TS-03 3A
		-	SGL.UP_EI_.ILS___07	TS-03 4A(예비)

표 106 TS-03 역 혁신전공사 신호기 모듈 정의

②. IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
-	1 계	-	-	192.168.100.012	3002	
	2 계	-	-	192.168.200.022	3002	

표 107 TS-03 역 혁신전공사 IP 주소 및 UDP 포트 정의

(다) TS-03 역 신호기 정의: S-Transport

TS-03 역의 신호기 IP 제어부는 혁신전공사와 S-Transport 에서 각각 제작한 모듈이 설치된다. 혁신전공사의 모듈은 1A 와 3A 신호기를 담당하며, S-Transport 의 모듈은 4A 신호기를 담당한다.

①. 신호기 모듈 정의

시스템	SLOT	모듈	식별자 ID	비고
-	-	-	S_Transport_S_Module	TS-03 4A

표 108 TS-03 S-transport 신호기 모듈 정의

②. IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
-	1 계	-	-	192.168.100.016	3020	
	2 계	-	-	192.168.200.016	3020	

표 109 TS-03 S-transport IP 주소 및 UDP 포트 정의

(31) 선로전환기 IP 제어부

(가) TS-02 역 선로전환기 정의: 대아티아이

TS-02 역의 선로전환기 IP 제어부는 N21 과 N51 선로전환기에 대한 제어를 담당한다.

①. 선로전환기 모듈 정의

시스템	SLOT	모듈	식별자 ID	비고
IOS5	1	P1	SGL.DN_.P__.21____DT	TS-02 N21
		P2	not used	
	2	P1	SGL.DN_.P__.51P___DT	TS-02 N51p
		P2	SGL.DN_.P__.51F___DT	TS-02 N51f

표 110 TS-02 역 대아티아이 선로전환기 모듈 정의

※ 식별자 ID 는 1 계와 2 계가 동일하게 사용한다.

②. IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
IOS5	1 계	A	P1	192.168.100.005	30005	
			P2	192.168.200.005	32005	
		B	P1	192.168.100.105	30105	
			P2	192.168.200.105	32105	
	2 계	A	P1	192.168.100.055	30055	
			P2	192.168.200.055	32055	
		B	P1	192.168.100.155	30155	
			P2	192.168.200.155	32155	

표 111 TS-02 역 대아티아이 IP 주소 및 UDP 포트 정의

(나) TS-03 역 선로전환기 정의: 혁신전공사

TS-03 역의 선로전환기 IP 제어부는 혁신전공사와 S-Transport 에서 각각 제작한 모듈이 설치된다. 혁신전공사의 모듈은 N21 선로전환기를 담당하며, S-Transport 의 모듈은 N51 선로전환기를 담당한다.

①. 선로전환기 모듈 정의

시스템	SLOT	모듈	식별자 ID	비고
-	-	-	SGL.UP_EI_.ILS___00	
		-	SGL.UP_EI_.ILS___01	
		-	SGL.UP_EI_.ILS___02	TS-03 N21
		-	SGL.UP_EI_.ILS___03	
			SGL.UP_EI_.ILS___04	
			SGL.UP_EI_.ILS___05	
			SGL.UP_EI_.ILS___06	
			SGL.UP_EI_.ILS___07	TS-03 N51(예비)

표 112 TS-03 역 혁신전공사 선로전환기 모듈 정의

②. IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
-	1 계	-	-	192.168.100.011	3002	
	2 계	-	-	192.168.200.021	3002	

표 113 TS-03 역 혁신전공사 IP 주소 및 UDP 포트 정의

(다) TS-03 역 선로전환기 정의: S-Transport

TS-03 역의 선로전환기 IP 제어부는 혁신전공사와 S-Transport 에서 각각 제작한 모듈이 설치된다. 혁신전공사의 모듈은 N21 선로전환기를 담당하며, S-Transport 의 모듈은 N51 선로전환기를 담당한다.

①. 선로전환기 모듈 정의

시스템	SLOT	모듈	식별자 ID	비고
-	-	-	S_Transport_P_Module	TS-03 N51

표 114 TS-03 역 S-transport 선로전환기 모듈 정의

②. IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
-	1 계	-	-	192.168.100.016	3002	
	2 계	-	-	192.168.200.016	3002	

표 115 TS-03 역 s-transport IP 주소 및 UDP 포트 정의

※ S-Transport 의 신호기와 선로전환기는 동일한 IP 주소를 사용한다.

(32) LCC 인터페이스 사양

(가) LCC(Local Console PC) 정의

오송 시험선에서 LCC 는 TS-02 역에 설치되어 운용자의 제어 명령을 연동 논리부로 전송하고, 연동 논리부로부터 제어 명령에 대한 결과와 각종 상태 정보를 수신하여 화면에 표시한다.

(나) IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
LCC	1 계	-	P1	192.168.029.200	50001	
		-	P2	192.168.030.200	50002	
	2 계	-	P1	192.168.029.201	50011	
		-	P2	192.168.030.201	50012	
MC	1 계	-	P1	192.168.029.210	50021	
		-	P2	192.168.030.210	50022	
	2 계	-	P1	192.168.029.211	50031	
		-	P2	192.168.030.211	50032	

표 116 IP 주소 및 UDP 포트 정의

(33) 연동 논리부 COM 보드 정의

연동 논리부는 LCC 와 인터페이스를 수행하기 위해 COM 보드의 이더넷 포트를 사용한다. COM 보드는 LCC 로부터 수신된 제어 명령을 연동 논리부 CPU 보드로 전달하고, CPU 보드로부터 전달된 제어 결과와 각종 상태 정보를 LCC 로 전송하는 역할을 담당한다.

(가) IP 주소 및 UDP 포트 정의

시스템	주/부계	채널	포트	IP 주소	UDP 포트	비고
ILS1 COM	1 계	-	P1	192.168.029.101	60001	
		-	P2	192.168.030.101	60002	
	2 계	-	P1	192.168.029.102	60011	
		-	P2	192.168.030.102	60012	

표 117 IP 주소 및 UDP 포트 정의

(34) LCC 통신 인터페이스 정의

연동 논리부와 LCC 간 통신 인터페이스는 자사 규격인 [ZEIR_D011] EIS OPC-ILS Interface Specification 을 따른다.

(35) 상호 호환성 검증

■ 전자연동장치는 궤도회로 장치에 의해 발생된 열차 궤도점유 정보를 이용하여 신호기, 선로전환기, ATC/ATO제어 및 차내신호 전송 등 열차운행과 관계된 각종 제어기능을 Fail-Safe하게 처리하는 장치로서 기관사의 실수를 최대한 방호하기 위해 전기(전자) 또는 기계적인 방법으로 신호기기 상호간에 쇄정을 맺어주는 장치로 연동장치의 기본 목적은 열차의 탈선 및 충돌 방지를 위한 열차의 안전 운행에 대한 책임을 수행한다.

■ 이로 인해 복잡하고 다양한 형태의 외부 장치와의 인터페이스를 수행하며 열차 안전 운행을 제어하는 상황에서 다양한 형태의 외부 설비가 각각의 규칙과 각각의 업체별 인터페이스 방식이 존재하는 현실에서 전자연동장치의 본연의 업무인 열차 안전 제어가 아닌 외부 설비와의 인터페이스에 기능을 주로 하는 관계로 이에 대한 표준화 및 분산 처리 방식으로 구성하여 열차 운용의 안전성 및 상호운영성을 향상시키고 유연한 형태의 구성으로 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다.

■ 유럽에서는 Euro Interlocking(1999~2008) 및 INESS(Integrated European

Signaling System, 2008~2012.3) 프로젝트를 거쳐 EULYNX 프로젝트(2014 ~)를 기반으로 IP 기술을 이용한 전자연동장치 인터페이스 표준 제정 및 실용화 프로젝트를 철도운영자 중심으로 진행중이며 Baseline 3 표준사양서가 2020년 5월 발행되었다.

■ 이러한 국내외 현황을 감안하여 KTCS-2 실용화 적용 시기에 맞춰 국내에서 이미 준비된 IP(Internet Protocol) 기술을 활용하여 기존 고속철도에 운영 중인 외국 시스템을 대체할 수 있고 국내 신호시스템의 기반인 KTCS-1,2 및 도시철도와 상호운영이 가능한 "IP 기반 철도 전자연동장치 실용화" 를 추진하였다.

(36) 상호운영성의 정의

철도신호시스템에 있어서 제조사가 서로 다른 장치 간 상호운영성은 철도운영자의 장비 조달 및 유지보수성 향상을 위해 매우 중요하며 유럽 철도 신호시스템인 ERTMS/ETCS에서도 유럽법에 의해 기술적 상호운영성(TSI : Technical Specification Interoperability)으로 정의하여 관리하고 있다.

(37) 상호운영성 적용

"IP기반 철도 전자연동장 실용화" 과제에서도 연구기관 외에 IP제어부 철도 신호 제조사를 선정, IP제어부를 추가로 설계/제작/시험하여 IP제어부와 전자연동장치 간 기술적 상호운영성(TSI)을 확보 및 관리하고자 한다.

(38) 상호운영성 요구사항

본 "IP기반 철도 전자연동장치 실용화" 과제에서 수요처인 철도운영기관의 요구사항과 유럽의 EULYNX 인터페이스 표준화 대상을 고려한 상호운영 요구사항은 다음과 같다.

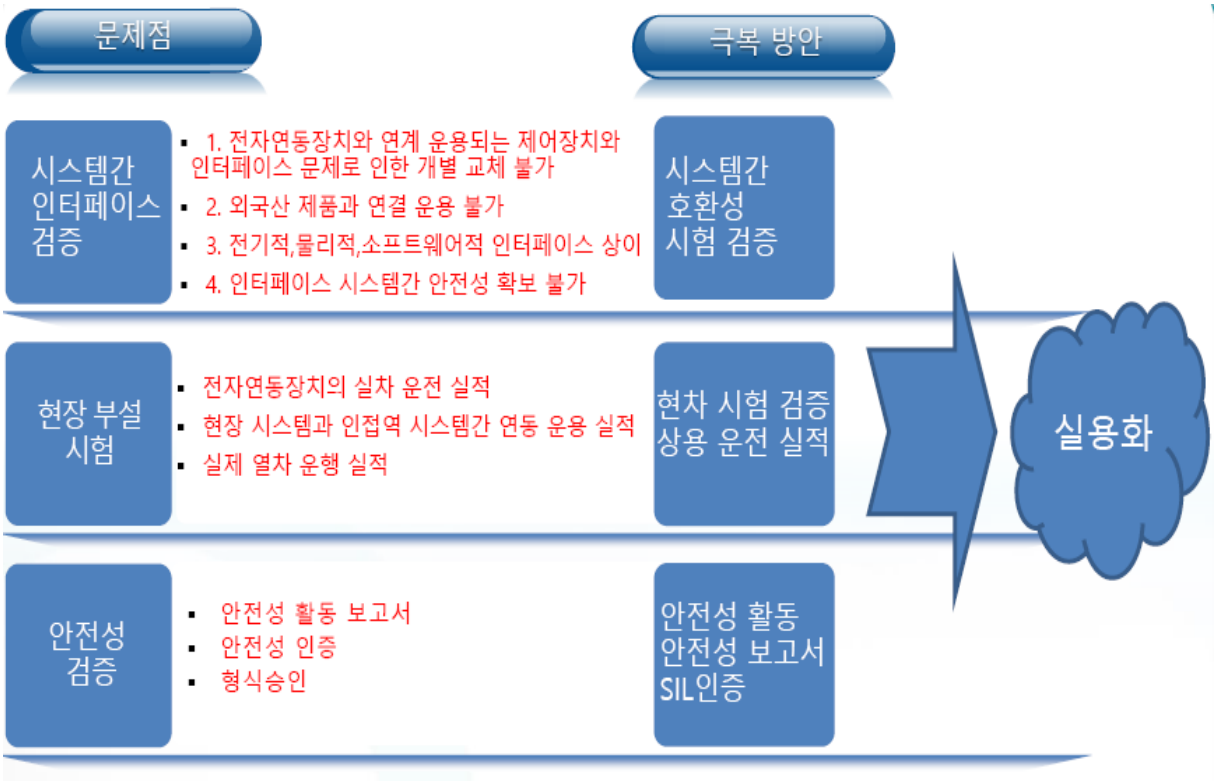


그림 175 상호운영성 요구사항

(가) IP 기반 철도 전자연동장치의 표준화 개발

■ 다양한 인터페이스 표준화

◦ 개방형 네트워크 : CTC, RBC, LEU, TLDS, 전기지원시스템, 건널목 장치, 전자연동장치(인접역) 등과 전자연동장치와의 인터페이스

◦ 폐쇄형 네트워크 : 안전설비(HBD, 지장물 검지 등), 신호기, 발리스, 선로전환기, 궤도회로/엑셀카운터/가상(논리)궤도회로 등과 전자연동장치와의 인터페이스

■ 도시철도, 광역철도, 고속철도를 통합하는 사양으로 개발

◦ 도시철도 : ATO 인터페이스, LTE-R 인터페이스

◦ 광역철도 : ATP(ETCS L1), ATO 인터페이스, LTE-R 인터페이스

◦ 고속철도 : TVM계열 IXL 대체, UM71궤도회로 인터페이스, LTE-R인터페이스

* 도시, 광역, 고속철도에 공통으로 적용할 수 있도록 개발

■ 분산형 구조 설계

◦ 1개역에서 다수역 제어(기존 원격제어, 집중화 설비 대체) 가능토록 기능 추가

* 코레일 등 로컬역 운전취급 집중화 추세 반영 (2~5역)

◦ 제어역, 피제어역 구조 설계 제작 (제어역만 연동논리부 배치)

* 기존 일반철도역의 경우 연동마다 연동논리부 등 배치하고 운전취급만 집중역 에서 시행하는 형태임

◦ 기존 방식(실선제어) 인터페이스 및 네트워크 인터페이스 선택 가능토록 제작

* 상당기간 기존 실선제어 방식과 병행이 필요하므로 통합형으로 개발 필요함

(나) 인터페이스 표준화 대상

연구개발 최종목표인 “IP기반 철도 전자연동장치”의 인터페이스 주요 내용은 다음 그림과 같다. 상호운영성 시험 및 검증은 본 연구과제의 성과물인 “IP기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준사양서”를 기준으로 시험 및 검증을 수행하였다.

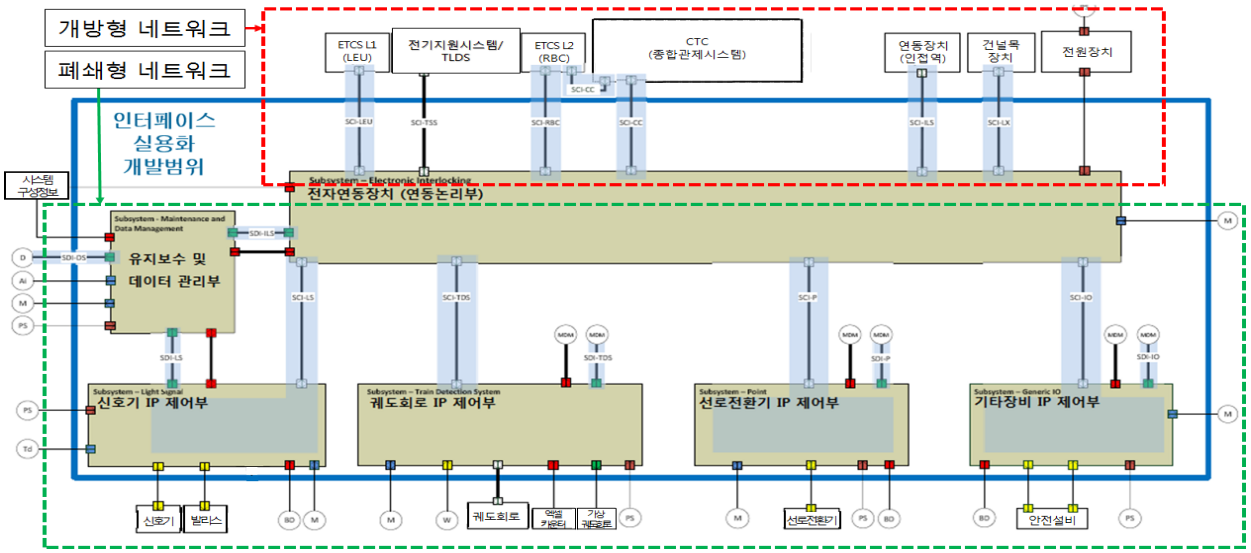


그림 176 IP 기반 철도 전자연동장치 인터페이스 구성도

■ 개방형 네트워크 및 폐쇄형 네트워크와의 표준화된 인터페이스 기능을 갖춘 IP기반 전자연동장치 개발

구분	정의	안전성 기준
개방형 네트워크	•개방형 네트워크 (Open Network) : 전자연동장치 시스템 내부 네트워크가 아닌 전자연동장치와 외부의 타시스템 (ETCS L1, ETCS L2, CTC, TLDS 등)과 연결되는 외부망 네트워크 •전자연동장치와 Command 및 Message 교환	EN50159
폐쇄형 네트워크	•폐쇄형 네트워크 (Closed Network) : 전자연동장치와 IP제어부(신호기/궤도회로/선로전환기/기타장비) 및 유지보수 및 데이터 관리부를 포함하는 전자연동장치 시스템 내부망 네트워크 •전자연동장치와 Command 및 Message 교환	EN50159

표 118 개방형 네트워크/폐쇄형 네트워크 정의

■ 인터페이스 통신기반 : TCP/UDP

◦ SCI : Standard communication Interface(표준 통신 인터페이스)

◦ 정보통신 망 : 개방형 네트워크, 폐쇠형 네트워크

◦ 통신망 정보 보안 준수 규정 : EN50159

(다) 상호운영성 인터페이스 현차시험 구성

IP기반 철도전자연동장치의 상호운영성 개념은 어떤 특정한 회사의 연동논리부에서 다른A사나 B사의 IP제어부(구내 또는 현장설치 가능)나 A사, D사, E사의 타 시스템(CTC, ETCS L1/L2, TLDS, 전기지원시스템, 폐색장치 등)을 표준 인터페이스 사양에 따라 제어하거나 운영 · 관리할 수 있는 개념으로 상호운영성 인터페이스 현차시험 구성도는 아래 그림과 같다.

(라) 하드웨어 기능

◦ 송신

이 블록은 IP 기반 데이터 링크 모듈에 대한 인터페이스를 제공해 준다.

기능장애가 발생할 경우 신호기 IP 제어부의 전송기능을 중지하기 위해 퓨즈블록을 통한 전송블록 전원이 공급된다. 전송블록은 다른 처리채널이 TX라인을 HIGH 상태로 유지하고 있을 경우 에만, 하나의 처리채널로부터 나오는 데이터(TXA 또는TXB)를 데이터 링크 R과 S에 전송한다. 또한 이 블록은 데이터 링크로 전송된 신호의 이미지(사본)를 두 개의 처리채널에 제공한다.

○ 수신

이 블록은 IP 기반 데이터 링크 모듈에서 나오는 신호의 처리채널에 인터페이스를 제공한다. 이 블록은 기능장애가 발생하면 작동하지 않는다.

○ 전원공급

이 블록은 48V DC로부터 다른 블록으로 필요한 전압을 제공한다. 이것은 처리채널 A와 B를 위한 별도의 5V 전원을 포함하며, 퓨즈회로를 통해 A와 B 처리채널에 의해 차단할 수 있는 12V 전원을 포함한다.

주의: 각각 별도의 5V는 전원감시회로가 장착되어 일시적인 과전압을 허용한다. 감시회로는 5V 전원공급장치가 기준 한계치 이내에 있는 한, 마이크로프로세서를 재설정(Reset) 상태로 유지시킨다.

○ 퓨즈

이 블록은 “안전퓨즈 회로”를 내장하고 있다. 이 퓨즈를 통해 2개의 처리채널은 12V로부터의 회로의 기능을 정지시킬 수 있다. 기능을 정지하는 것은 적절한 제어를 통해 퓨즈를 용해시키는 것이다. 두 처리채널 각각은 상대방의 도움 없이 독자적으로 각각의 “차단” 경로(FX1 또는 FX2)를 통해 퓨즈를 용해시킬 수 있다.

이 안전 퓨즈회로는 처리채널이 재설정될 때에 기능이 정지된다.

○ 입/출력 절연

이 블록은 처리채널을 사용하여 입/출력 보드 출력의 전원 공급을 차단시킬 수

있도록 한다. 이 블록은 퓨즈를 경유하여 12V의 전원공급장치로 전력을 공급받는다. 각 처리채널은 다른 채널(신호 INSA/INSB)의 도움 없이 입/출력 블록의 절연을 제어할 수 있다.

○ 입/출력

이 블록에는 가변적인 수의 블록이 포함된다. (전압검지기능을 갖춘 출력과 입력) 이 블록은 선로변 신호장비와의 인터페이스 역할을 한다. 이 블록의 기능은 다음과 같이 정의된다.

– 전압검지기능을 갖춘 출력:

2개의 처리채널중의 하나에서 전송된 CS 신호에 따라 출력을 제어, 각 처리채널에 VS 신호를 제공

– 입력:

각 처리 채널에 IN 신호를 제공, 출력은 입/출력 절연 블록에 의해 절연될 수도 있다.

○ 처리채널 A

처리채널 A가 다음과 같이 모듈의 모든 기능을 담당한다.:

– 최초가동
– 처리채널 동기화
– 통신관리
– 파라미터 설정 관리
– 메모리 영역 감시
– 퓨즈 검사
– 입/출력 검사
– 출력제어
– 입력감시
– 이중화 관리
– 메시지 처리

◦ 처리채널 B

이 블록의 기능은 처리채널 A의 기능과 동일하다.

(마) 소프트웨어 기능

◦ 개요

이 프로그램 메모리에 수록되어 있는 소프트웨어는 두 개의 주요 부분으로 나뉜다.

a) 이 항에서 설명된 기능들을 구현하는 공통부분(모든 유형의 모듈에 사실상 동일함)

b) 모듈의 전문기능을 수행하는 특정 부분

◦ 최초가동

최초가동의 목적은 주어진 환경에서 모듈 초기화를 정확히 수행하고 확인하는 것이다. 전원을 켠 후 가동하는 동안, 모듈은 다음의 하위기능을 수행한다.

a) RAM을 재설정하고 다양한 내부 기능을 초기화한다.

전체 메모리는 0으로 재설정되고, 다양한 내부 기능은 그 초기값으로 설정된다.

b) 하드웨어와 소프트웨어 초기화

이 과정 동안 처리채널 A와 B 모두의 출력은, 보다 제한적인 상태로 제어된다.

소프트웨어 초기화 과정은 다음과 같다.:

- 양 처리채널이 ROM의 검사합(Check Sum)을 연산하고 서로 교환한다.
- 처리채널이 동기화 된다.
- 프로세서들은 서로의 ID(A 또는 B)를 교환한다.
- 처리기능들은 서로의 주소를 교환한다.

초기화 과정 동안에 기능상 장애나 문제점이 발견되면 모듈에 의해 “정지” 가 실행된다.

c) 모듈 주소의 초기화

파라미터 스위치가 부여한 주소가 2개의 프로세서에 의해 읽혀지고 기억된다.

모듈 주소를 초기화하는 동안에 기능상의 장애나 문제점이 발견되면, 모듈 통신이 불가능하게 되고 출력은 가장 제한적인 상태로 설정된다.

d) 구성 초기화

파라미터 스위치가 부여한 구성이 2개의 프로세서에 의해 읽혀지고 기억된다.

모듈 구성을 초기화하는 동안에 기능상의 장애나 문제점이 발견되면, 모듈은 가장 제한적인 상태로 설정된다.

e) 전자연동장치 ID의 초기화

전자연동장치 ID는 모듈의 NVRAM에 영구적으로 보존된다. 모듈은 기억되어 있는 전자연동장치 ID와 다른 ID를 가진 메시지는 처리하지 않으며, 이는 시스템이 새로 가동되었더라도 마찬가지이다. 그러나 기억된 값이 0이면, 어떤 전자연동장치로부터 수신되었더라도, 그 메시지가 유효한 메시지(이를 위해서는 전체 네트워크가 작동하고 있어야 한다.)이면, 그 메시지에 포함된 ID로 초기화시킨다.

전자연동장치 ID를 초기화하는 동안에 기능상의 장애나 문제점이 발견되면, 모듈에 의해 “기능정지”가 실행된다.

주의: 전자연동장치 ID는 시험기로 재설정된다.

f) 외부 RAM의 초기 검사

외부 RAM은 비트의 표준 패턴을 읽고 쓰기를 하여 검사된다. 외부 RAM을 검사하는 동안에 기능상의 장애나 문제점이 발견되면, 모듈에 의해 “기능정지”가 실행된다.

g) 소프트웨어 버전과 ROM 검사합(Checks Sum) 전송

모듈 주소가 0이면(이것은 모듈이 모듈 검사기에 연결된 경우이다.), 소프트웨어 버전과 ROM 검사합(Checks Sum)이 직렬선으로 전송된다.

◦ 처리채널의 동기화

A, B 두 개의 처리채널은 두 개의 내부 링크에 의해 동기화된다. 대부분의 기능에

대해 이 두 채널 간 비동기 시간은 10㎲ 미만으로 유지된다.
처리채널을 동기화 하는 동안에 기능상의 장애나 문제점이 발견되면, 모듈에 의해 “기능정지” 가 실행된다.

○ 통신관리

데이터 링크를 관리하는 목적은 모듈과 두 개의 데이터 링크 네트워크 사이의 데이터 교환을 위한 것이다. 프로세서는 하나의 선로변 데이터 링크 네트워크로부터 전송된 메시지를 수신하며, 또한 정상 운영 시 이 수신채널을 규칙적으로 전환하여, 메시지에 어떤 문제가 발견되었을 때에, 어떤 네트워크에서 전송된 메시지가 문제가 없는 메시지인지를 판단한다. 그러므로 이 두 링크의 전송기능은 지속적으로 감시된다.
연동장치가 메시지를 수신하면, 그 메시지의 부호화에 아무런 오류가 없다는 전제하에, 전자연동장치 ID와 모듈의 주소가 정확할 때에만 그 메시지를 인지해준다. 이 모든 조건이 충족되면, 그 메시지는 모듈의 다른 기능이 사용할 수 있도록 제공해준다.
이러한 기능 외에도, 모듈 프로세서들은 서로 협조하여, 두 개의 데이터 링크 네트워크로 답신 메시지를 전송한다. 한 개의 네트워크에 문제가 생기면, 모듈은 다른 네트워크와만 통신하여 정상기능을 유지한다.

○ 파라미터 설정 관리

IP 기반 선로변 데이터 링크 네트워크를 통해 각 메시지에 포함되어 전송된 주소는 두 부분 즉, 시스템 ID와 모듈 주소로 되어 있다. 첫 번째 부분은 단일 전자연동장치 큐비클로 제어되는 모든 모듈에 대해 동일하며, 동일한 제어 구역 내에서 여러 전자연동장치 큐비클의 데이터 링크 네트워크를 구별하는데 사용된다. 시스템 ID는 프레임의 배선주소에는 포함되어 있지 않지만 처음 시스템에 연결될 때에 모듈에 의해 취득된다. 모듈은 비휘발성 메모리에 시스템 값을 저장함으로써 전원이 꺼지더라도 보존된다.

유지보수 담당자는 모듈 검사기를 사용하여 모듈을 재초기화할 수 있으므로, 어떤 전자연동장치 큐비클에 대해서도 예비부품(SPARE)으로 보관하고 있는 모듈을

사용할 수 있다. 파라미터 검사기능은 파라미터 스위치의 안정성과 주소를 정의하는 배선과 처음 모듈의 전원을 켰을 때에 획득한 값의 모듈의 구성을 확인하는 것이다.

○ 메모리 영역 감시

메모리를 감시하는 목적은 두 개의 처리채널간의 공통모드 오류가 발생하는 것을 방지하기 위한 것이다. 이 프로그램 메모리(EPROM)의 내용은 처리주기당 1 바이트의 속도로 두 개의 처리채널에 의해 교환되고 비교된다. 두 처리채널간 프로그램 메모리의 패리티는 가동 시에 비교된다. 이 외에도 데이터 메모리(RAM)는 표준 비트 패턴을 주기적으로 읽고, 씀으로써 제대로 작동하고 있는지 검사된다. 기능상의 장애나 문제가 생기게 되면 모듈의 정지기능이 실행된다.

○ 퓨즈 검사

퓨즈 검사의 목적은 장애가 발생했을 때에, 퓨즈 용해를 통해 모듈 기능을 정지할 수 있는지를 확인하는 것이다. 이 검사는 정기적으로 짧은 시간 동안에 퓨즈로 전류를 보내는 것이다. 이 짧은 시간은 퓨즈를 용해하지 않을 만큼의 시간이다. 기능상의 장애나 문제가 생기게 되면 모듈의 정지기능이 실행된다.

○ 입/출력 검사

처리채널과 달리 출력 인터페이스는 이중화되지 않고, 입력 인터페이스만 부분적으로 이중화된다. 따라서 입/출력 검사기능은 인터페이스에 적당한 수준의 안전을 보장하기 위한 것이다.

○ 출력 제어

출력 제어기능은 연동장치에서 수신된 제어와 모듈의 유형과 그 구성에 따른 지역기능에 따라 각 출력을 가동시키는 것이다. 출력의 안전은 출력에 비정상적인 통전이 이루어질 때에, 이를 검지하고 그에 대한 제한조치를 수행하여 보장된다.

장시간 동안 OFF 상태로 유지된 출력은 매우 짧은 시간 동안 켜져서, 전압 검지 검사가 이루어질 수 있도록 한다. 그러므로 모듈은 각 출력의 전압 상태를 정기적으로

검사한다. 이 검사기능은 완전 이중화되며, 이와 관련된 검지 기준 한계값은 안전측면을 고려하여 정의된다. 각 출력은 프로세서 중 하나의 제어 하에서 계전기(Relay)에 의해 가동되며, 안전은 감시기능이 HIGH 상태일 때에 보장된다. 두 개의 프로세서는 모든 출력을 별도로 감시한다.

출력전압 검지회로가 전압이 없어야 하는 곳에서, 지정한 검지 기준 한계값을 초과하는 전압을 검지하면, 입/출력 오류가 보고된다. 마찬가지로 출력을 제어하는 동안에 출력전압 검지회로가 전압을 인식하지 못하게 되면 비검지 오류가 보고된다. 이러한 경우들이 생기면 모듈은 출력을 일시적으로 정지시킨다. 지연시간 후 모듈은 출력을 재확인하고, 그 오류상태가 계속되고 있을 경우, 모듈은 그 출력 인터페이스를 작동 정지시키고 따라서, 더 이상 아무런 출력도 작동되지 않게 된다. 그러나 모듈은 전자연동장치 큐비클과의 통신은 계속 유지하면서, 입력을 반복하고 응답메시지에 상태 비트를 포함시켜 보수자 단말기(TT)에 장애를 알려준다.

모듈이 정지하거나 모듈이 출력 인터페이스를 작동 정지시켰을 때에, 모든 출력을 영구적으로 차단하기 위해 여러 가지 수단이 제공되며, 이 수단들도 정기적으로 자신의 기능을 진단한다.

(39) 시제품 제작



그림 177 시제품 제작

(가) 상호운영성 시험 개요

○목적

본 문서는 IP 기반 철도 전자연동장치 신호기 IP 제어부 및 선로전환기 IP 제어부에 대한 상호운영성 시험 결과보고서이다. 본 시험 결과보고서는 “IP 기반 전자연동장치 실용화” 과제에 적용한다.

①.시험 기간

- 혁신전공사 양지공장: 2020년 2월~3월
- 오송 철도 종합시험선: 2020년 4월~5월

○시험 장소

- 혁신전공사 양지공장: 현차시험 전 사전시험(Lab Test)
- 오송 철도 종합시험선: 현차시험

○시험 환경

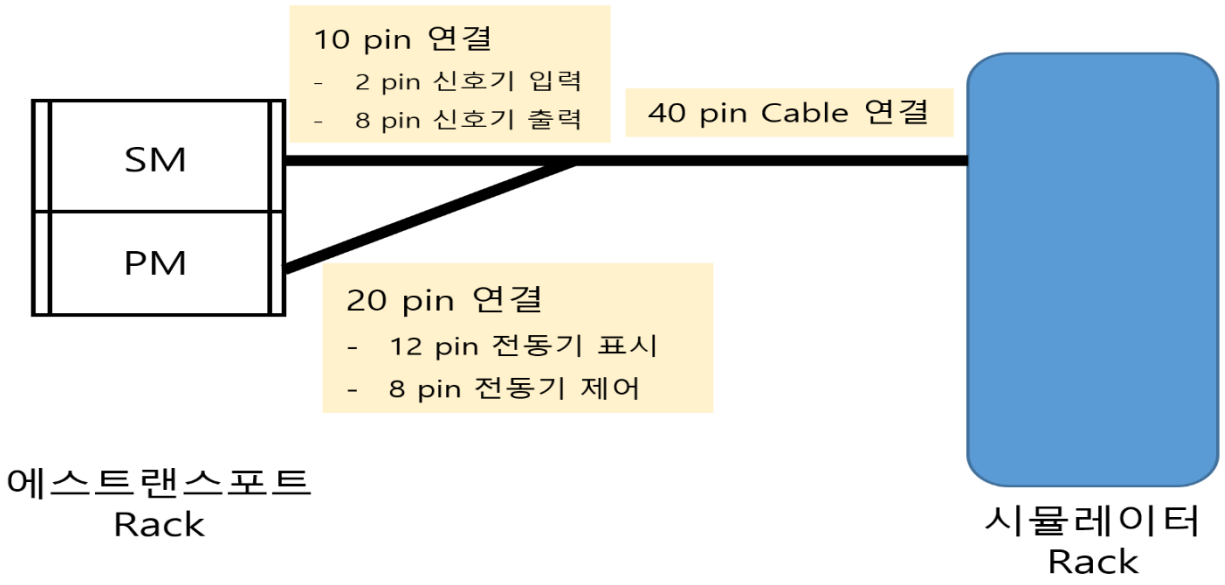


그림 178 혁신전공사 양지공장 시험환경

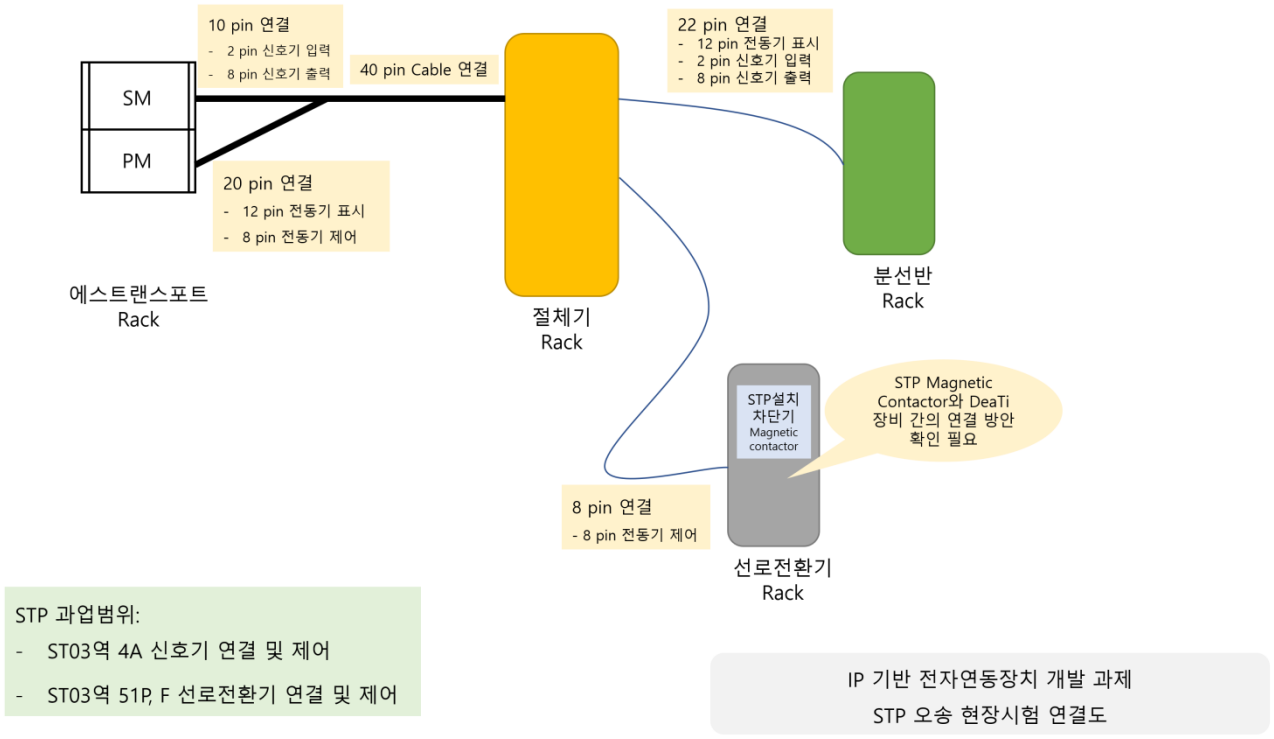


그림 179 오송 철도 종합시험선 시험환경

1) 시험 및 검사장비

번호	장비명	기능	비고
1	에스트랜스포트 Rack	IP 기반 SM, 선로전환기 IP 제어부를	

		장착하여 연동장치에서 받은 정보를 전송하고, 현장 신호기, 선로전환기 상태정보를 연동장치에 전달	
2	시뮬레이터 Rack	현장 신호기, 선로전환기를 LED와 계전기를 이용하여 표시	
3	절체기 Rack	현장시험을 위한 현장장치와 시험장치간의 전환	
4	분선반 Rack	현장시험을 위한 신호기 연결 RACK	
5	선로전환기 Rack	현장시험을 위한 선로전환기 연결 RACK	

표 119 시험 및 검사장비

2) 검사 및 시험항목

번호	검사 및 시험항목	검사장비	비고
1	신호기 제어시험	IP 기반 신호기 IP 제어부 (에스트랜스포트 RACK)	
2	선로전환기 제어시험	IP 기반 선로전환기 IP 제어부 (에스트랜스포트 RACK)	

표 120 검사 및 시험항목

③. 신호기 제어 시험

1) 시험기준

전자연동장치/시뮬레이터를 이용하여 신호기가 점등, 소등 되었는지 확인하고, 확인된 정보가 전자연동장치/시뮬레이터에 전달되었는지 확인한다.

2) 시험방법

0 전자연동장치/시뮬레이터에서 아래 표와 같은 정보를 신호기 IP제어부에 전달한다.

0 시뮬레이터 RACK/현장 신호기에서 정보의 표시여부를 확인하고 정상여부를 기록한다.

0 시뮬레이터 RACK/현장 신호기에서의 정보가 전자연동장치/시뮬레이터에 표시된 상태를 확인하고, 정상여부를 기록한다.

번호	구분	정보	비고
1	전자연동장치/시뮬레이터 신호기 제어정보	점등신호	5현시 시험
2		소등신호	
3	시뮬레이터 RACK/현장신호기	점등	
4		소등	
5	전자연동장치/시뮬레이터 신호기 표시정보	점등상태 표시	
6		소등상태 표시	

표 121 신호기 제어시험 방법

④. 선로전환기 제어 시험

1) 시험기준

전자연동장치/시뮬레이터를 이용하여 선로전환기가 정위, 반위로 전환 되었는지 확인하고, 확인된 정보가 전자연동장치/시뮬레이터에 전달되었는지 확인한다.

2) 시험방법

0 전자연동장치/시뮬레이터에서 아래 표와 같은 정보를 선로전환기 IP제어부에 전달한다.

0 시뮬레이터 RACK/현장 선로전환기에서 상태의 전환여부를 확인하고 정상여부를 기록한다.

0 시뮬레이터 RACK/현장 선로전환기에서의 상태정보가 전자연동장치/시뮬레이터에 표시된 상태를 확인하고, 정상여부를 기록한다.

번호	구분	정보	비고
1	전자연동장치/시뮬레이터 선로전환기 제어정보	정위	MJ-81 선로전환기 시험
2		반위	
3	시뮬레이터 RACK/현장선로전환기 전환상태	정위	
4		반위	
5	전자연동장치/시뮬레이터 선로전환기 상태정보	정위상태 표시	
6		반위상태 표시	

표 122 선로전환기 제어시험 방법

⑤. 상호운영성 검증결과

현차시험 전 수행한 사전 Lab Test와 오송 철도 종합시험선 현차시험을 통해 단계적으로 수행한 신호기 IP제어부 및 선로전환기 IP제어부 상호운영성 검증 결과는 모두 양호하다.

신호기 IP제어부 결과 시트

철도신호사업연구조합	신호기 모듈 시험 결과시트	문서번호 : 개정번호 : Rev.A 개정일자 : 2020.02.15 페 이 지 : 3/3

신호기 모듈시험 결과시트

시험명	☑ 신호기 모듈시험 ☐ 선로전환기 모듈시험
장치명	☑ IP 기반 SM 제어부 ☐ IP 기반 PM 제어부
시험장소	☑ 혁신전공사 양지공장 ☐ 오송시험선
시험일자	20. 03. 20

번호	시험항목	입력정보	확인사항	확인(OK/NC)
1	신 호 기 제어	R(정지) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
2		R(정지) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
3		YY(경계) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
4		YY(경계) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
5		Y(주의) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
6		Y(주의) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
7		YG(감속) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
8		YG(감속) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
9		G(진행) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
10		G(진행) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK

확인자: 이창룡 (인)
승인자: 이동하

철도신호사업 RSRA 연구조합

STRANSPORT 에스트랜스포트(주)

신호기 모듈시험 결과시트

시험명	☑신호기 모듈시험 ☐ 선로전환기 모듈시험
장치명	☑IP 기반 SM 제어부 ☐ IP 기반 PM 제어부
시험장소	☐ 혁신전공사 양지공장 ☑오송시험선
시험일자	20.05.29

번호	시험항목	입력정보	확인사항	확인(OK/NC)
1	신 호 기 제어	R(정지) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
2		R(정지) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
3		YY(경계) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
4		YY(경계) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
5		Y(주의) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
6		Y(주의) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
7		YG(감속) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
8		YG(감속) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK
9		G(진행) 점등	점등 확인 및 점등정보전송 확인	OK
10		G(진행) 소등	소등 확인 및 소등정보전송 확인	OK

확인자: 이창룡 (서명)
승인자: 이동하 (서명)

철도신호사업 RSRA 연구조합

STRANSPORT 에스트랜스포트(주)

⑥. 선로전환기 IP 제어부 결과 시트

철도신호사업연구조합	선로전환기 모듈 시험 결과시트	문서번호 : 개정번호 : Rev.A 개정일자 : 2020.02.15 페 이 지 : 3/3

선로전환기 모듈시험 결과시트

시험명	☐ 신호기 모듈시험 ☑선로전환기 모듈시험
장치명	☐ IP 기반 SM 제어부 ☑IP 기반 PM 제어부
시험장소	☑혁신전공사 양지공장 ☐ 오송시험선
시험일자	20.02.20

번호	시험항목	입력정보	확인사항	확인(OK/NC)
1	선로전환기 제어	정위전환	정위전환 및 전환정보전송 확인	OK
2		반위전환	반위전환 및 전환정보전송 확인	OK

확인자: 이창룡
승인자: 이동하

선로전환기 모듈시험 결과시트

시험명	☐ 신호기 모듈시험 ☑ 선로전환기 모듈시험
장치명	☐ IP 기반 SM 제어부 ☑ IP 기반 PM 제어부
시험장소	☐ 혁신전공사 양지공장 ☑ 오송시험선
시험일자	20.05.24

번호	시험항목	입력정보	확인사항	확인(OK/NC)
1	선로전환기 제어	정위전환	정위전환 및 전환정보전송 확인	OK
2		반위전환	반위전환 및 전환정보전송 확인	OK

확인자: 이창룡

승인자: 이동하

철도신호사업 RSRA 연구조합

STRANSPORT 에스트랜스포트(주)

(40) Test-Bed 구축 및 현차시험

(가) 시범역 선정 및 시스템 구축

IP기반 연동장치 및 현장제어장치 시험을 위한 시범역은 철도시설공단과 협의하여 오송시험선으로 선정
하였다.

❑ 시험선 위치는 아래 그림과 같다.



그림 180 TestBed 시험선 위치

❑ 노선의 형태 및 구성도, 시설규모는 아래와 같다.

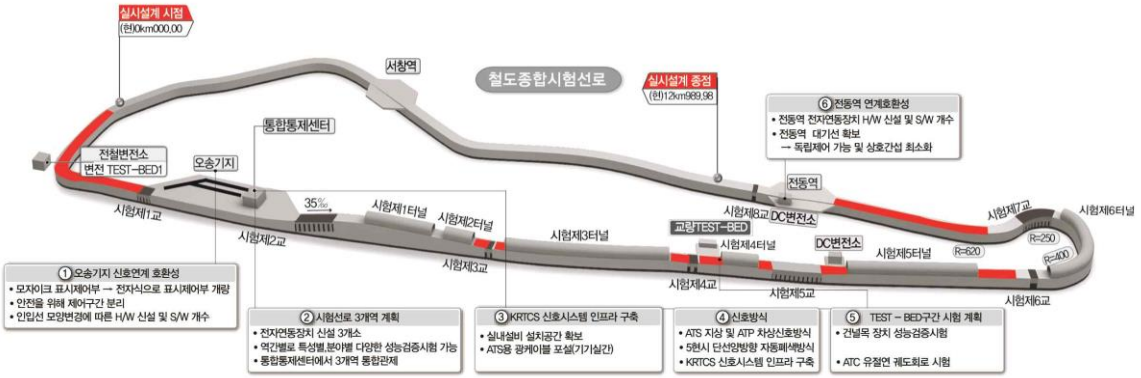


그림 181 TestBed 노선의 형태 및 구성도

❑ 시설 규모

구 분		기본설계	실시설계	증 감
노 선 연 장		12km973	12km990	17m
기존선 활용		1km094	1km196	102m
노반	토 공	6km037	5km923	△ 114m
	교 량	1km502	1km597	95m
	터 널	4km340	4km274	△ 66m
궤 도		12km973+3km897	12km990+2km686	△ 1,194m
시 스 템		12km973	12km990	17m
건 축		4개소	5개소	1개소

표 123TestBed 시설규모

❑ 시범역에서 IP 기반 연동장치 및 현장제어장치를 시험하기 위한 해당역의 연동도표(TS02역, TS03역)는 아래와 같다.

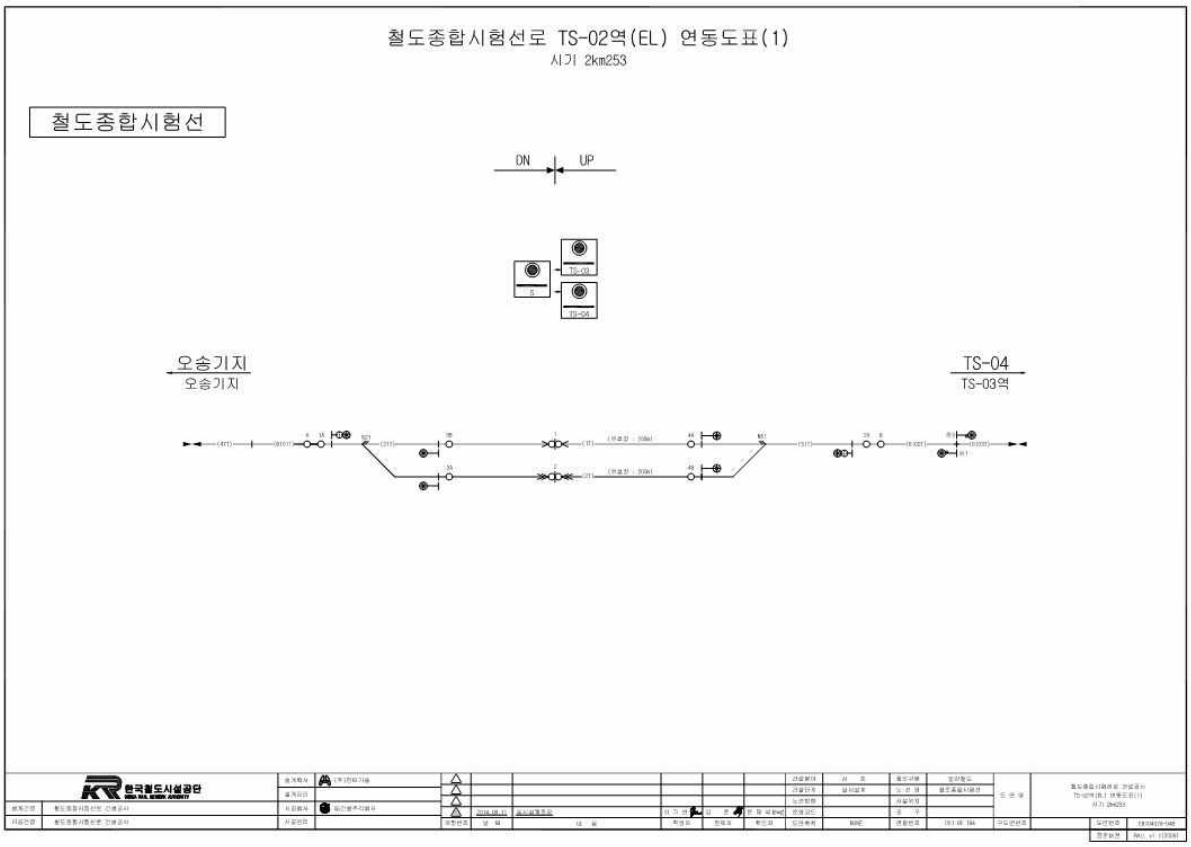


그림 182 시범역 TS02 역 연동도표 1

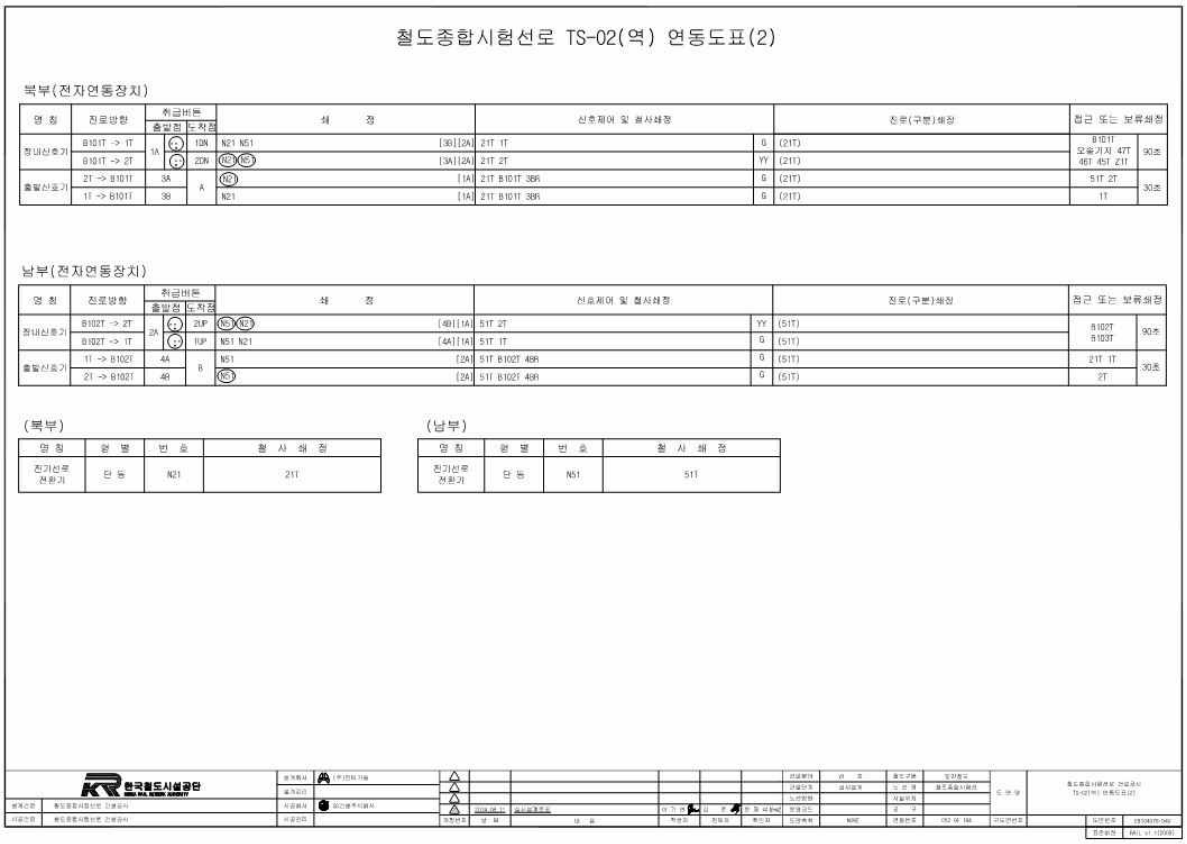


그림 183 시범역 TS02 역 연동도표 2

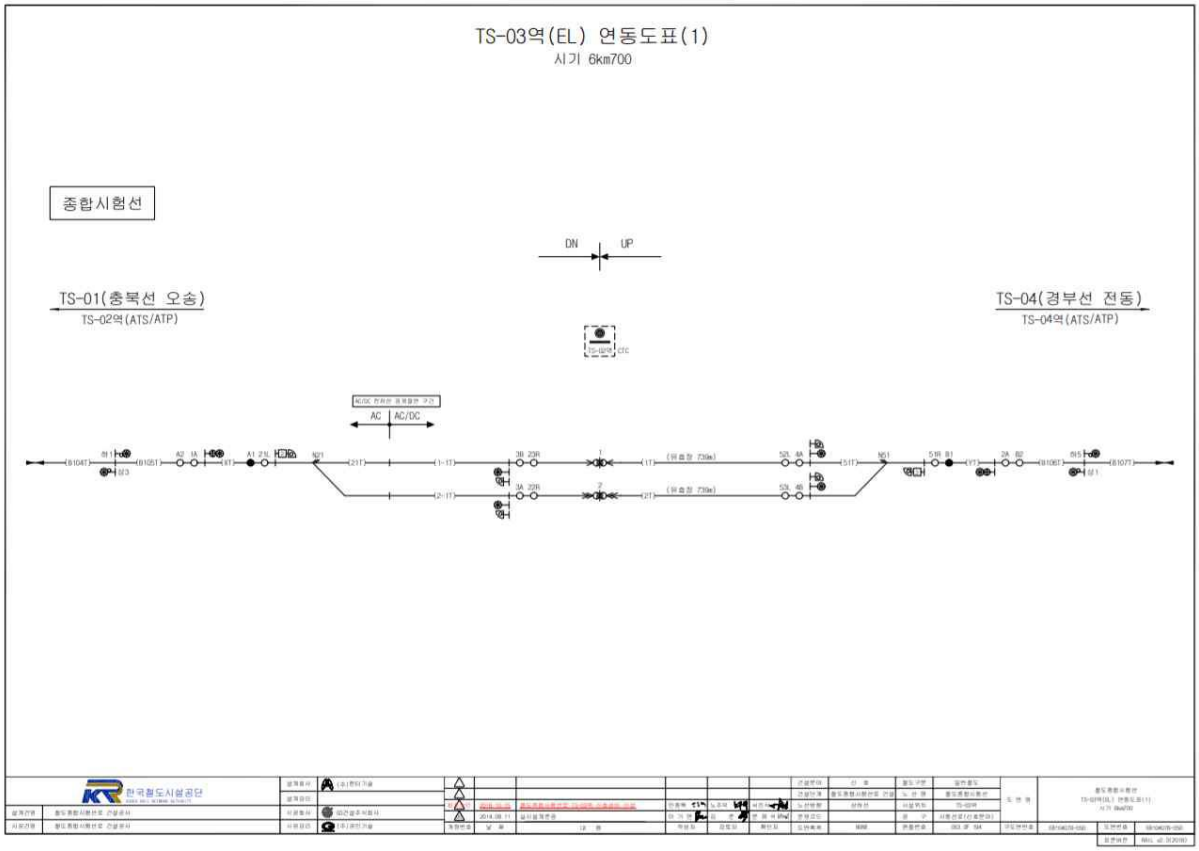


그림 184 시범역 TS03 역 연동도표 1



그림 185 시범역 TS03 역 연동도표 2

❑ 시스템 구축 및 시험방법

– 연동역(TS02역)과 기기집중역(비연동역, TS03역)에 시험장치를 기능별로 구분하여 설치하고 시험 절차에 따라 시험을 수행한다.

시험대상	설치장소	인터페이스 시험 및 검증대상
연동논리부	연동역	□ 인터페이스 시험 ◦ 개방형 네트워크(EN50159) : CTC, RBC, LEU, 원격유지보수부, 전자연동장치(인접역) 등과 전자연동장치와의 인터페이스 □ 연동논리부 기능시험 : 분산제어
유지보수 및 데이터관리부	연동역	□ 유지보수 및 데이터관리부 기능시험 : 유지보수 정보통합관리
IP/제어부 (신호기/선로전환기/궤도회로/기타장비)	기계실역	□ 인터페이스 시험 ◦ 폐쇄형 네트워크(EN50159) : 안전설비(기상검지, 지장물 검지 등), 건널목 장치, 선로전환기, 궤도회로/엑셀카운터/가상(논리)궤도회로 등과 전자연동장치와의 인터페이스

표 124 시스템 구축 및 시험방법

❑시험 일정

시험내용	추진일정(12개월)												비고
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
설치준비													
기존설비와 병렬연결													
현차시험													

표 125 시험일정

※ 시험 검증 방법

•1단계 : 설치준비

– 장치 이동

– 장치 위치 선정 및 세팅

– 관련역 케이블 구성내역 검토 및 확인

– 기존 설비와 연결할 케이블 재단 및 제작

•2단계 : 기존설비와 병렬 연결

– 변환랙에 IP기반 장치 케이블 결선

– 변환랙에 기존 설비의 케이블 연결

– IP 기반 광케이블을 광분배함에 연결

– 변환랙을 이용하여 IP기반 장치 동작 시험 및 결선 확인

•3단계 : 기능시험 및 호환성 시험

– 열차 운행 종료 후 기존 설비에서 신규설비로 전환 후 신규설비에서 현장 장치 동작시험 및 검증

– 현장장치 호환성 시험 및 검증

– 열차 운행전 기존 설비로 전환

– 문제 발생시 기존 설비로 긴급 전환 기능 구현

•4단계 : 현차시험 및 시연회

– 현장 검증 완료 후 기존 시스템 정지

– 신규 설비로 전환 후 직접 상용 운전(한국철도공사와 상용운전 확인 방안 협의, 시행)

– 시연회

•5단계 : 철거 및 복구

– IP 기반 장치 철거

– 기존 장치로 복구 및 정리

(나) 시험성 사용 허가 요청 공문

DAEATI 대아티아이
우)421-806경기도부천시오정구수도로139
http://www.daeati.co.kr/E-mail:tkkim@daeati.co.kr
담당자:연구2실 김태권 TEL:032)680-0857 FAX:032-680-0966

문서번호 : DA-R&D-20-043

시행일자 : 2020 . 05 . 28

수 신 : 철도시험인증센터 종합시험선로운영팀

참 조 : 종합시험선로운영 담당

제 목 : IP기반 전자연동장치 철도종합 시험선로 사용 허가 요청의 건.

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 철도기술연구사업 실용화 문턱과제(IP기반 철도 전자연동장치 실용화) 관련(19RTRP-C136746-03, 김태권)입니다.

IP기반 철도 전자연동장치 실용화 개발과제의 수행과 관련하여 오송 철도종합 시험선 사용 허가를 요청합니다. 요청 내용은 다음과 같습니다.

- 다 음 -

가. 사용 요청 기간 : 2020.06.01 ~ 2020.06.02

나. 요청 사항 : 개발제품 현장설치에 대한 성능시험 시연회 진행에 따른 시험선 사용 및 열차운행.

다. 요청 구간 : TS-02역 ~ TS-03역.

라. 세부사항은 작업계획서 및 열차 다이아 참조.

대아티아이주식회사
대표이사 최 진 우

그림 186 철도종합시험선 사용허가요청 공문

(다) 시험선 사용 허가서

철도종합시험선로 사용허가 조건

주식회사 대아티아이(이하 '시험선로 사용신청자', 약술하여 신청자라 한다)은 철도종합시험선로(충청북도 청주시 흥덕구 오송읍 정중연제로 384에 위치한 종합시험선로, 이하 '시험선'이라 한다)를 사용하여 수행하는 시험 및 시험과 관련된 제반 작업(사전 및 사후 작업, 계측작업 등 모두 포함)에 대하여 아래와 같은 사용허가 조건을 준수한다.

제1조(대상) 철도종합시험선로를 사용하여 수행되는 전자연동장치 관련 시험 및 작업을 그 대상으로 한다.

제2조(사용허가 기간) 사용허가 기간은 2020년 3월 8일부터 2020년 4월 13일까지로 하며 신청자의 시험선 사용 착수일은 2020년 3월 9일 오전 09시부터로 한다. 시험선의 사용기간 및 사용시간의 기준은 평일(주말 및 법정 공휴일 제외), 오전 09시부터 오후 06시까지를 원칙으로 하되, 부득이한 경우 신청자는 철도연과의 협의를 통해 별도로 정할 수 있으며 이 경우 시험선 사용료는 사용 기간 및 시간에 따라 증가할 수 있다. 시험 및 작업의 진행 상황에 따라, 신청자가 사용허가 기간의 단축 혹은 연장이 필요할 경우 철도연과 협의하여 진행한다.

제3조(허가조건의 해석) 이 허가조건의 해석에 관하여 이의가 발생 할 경우 관계 법령에 따라 결정하고 관계 법령에 정함이 없을 경우 철도연과 신청자가 협의하여 결정하며, 협의가 되지 않을 경우에는 철도연의 해석에 따른다.

제4조(관련 법령 등의 준수) 신청자는 사용허가 기간 동안 시험선을 사용하는 자로서 철도안전법 등 관계 법령을 준수해야 한다. 다만, 사용허가 기간 동안 관리청의 공식적인 요구 또는 관련법 개정 등이 발생하는 경우에는 그에 따른다. 관리청은 국토교통부 및 철도시설공단을 의미한다.

제5조(지시 · 감독) 신청자는 시험선 사용 전반에 관하여 철도연의 지시 · 감독을 받아야 한다.

제6조(시험선 사용신청절차) 신청자는 시험선 사용 착수 20일 이전에 시험선로 사용신청서 및 상세 시험계획서를 대표자의 직인 혹은 서명이 포함된 공문과 함께 철도연에 제출하여야 하며 철도연은 이를 접수하고 필요 시 신청자와 사용방법, 일정 등을 협의한 후 별도로 정할 수 있다.

- 1 -

제7조(사용료 및 사용료의 납부) ① 신청자는 시험선 사용 착수일을 기준으로 15일 전까지 시험선 사용료를 철도연에게 납부하여야 하며, 사용료의 상세기준은 별첨 1과 같다. 단, 시험선 사용 착수일이 임박한 경우에는 철도연이 동의할 경우 시험선 사용 착수일 이전까지 사용료를 납부할 수 있다.
② 시험선사용료는 신청자가 철도연에 제출(6조 참조)한 상세 시험계획서를 기준으로 산정하며, 신청자가 제출한 상세 시험계획서 대비 신청자의 실제 시험선 사용시간이 부족하다 하더라도 사용료의 감액은 없다. 단 신청자가 제출한 상세 시험계획서 대비 신청자의 실제 시험선 사용시간이 증가하는 경우에는 증가분에 대한 추가 사용료를 시험종료 후 1개월 이내에 납부하여야 한다.

제8조(차량의 운송) 시험차량의 시험선 내 입환 등과 관련한 제반 사항은 철도연의 승인을 득하여 진행하여야 한다. 시험차량의 입환에 따라 선로사용료, 기관차 임대료, 기관사 및 입환요원의 인건비 등 제반 비용이 발생하는 경우, 신청자가 이를 부담한다.

제9조(보험가입) 신청자는 신청자가 의뢰 또는 수행하는 시험 및 작업과 관련하여 시험선, 철도완성차시험센터, 오송 철도시설장비사무소 내 시설물 등에 대해 발생 가능한 물적피해와 인적피해를 고려하여 적정 규모의 보험에 가입하고 보험증서를 철도연에 제출하여야 한다. 단 신청자의 자의적 판단에 의한 보험 미가입 및 이에 따른 모든 귀책은 신청자에게 있다.

제10조(가설시설물 설치) ① 시험 및 작업의 수행 등을 위해 시험선로에 가설시설물을 설치하고자 하는 경우, 신청자는 상세 시험계획서에 가설시설물 리스트를 포함하여 제출하여야 하며, 신청자는 철도연의 승인 이후 철도연의 감독하에 가설시설물 설치를 진행하여야 하며, 가설시설물 설치와 관련하여 관련 법령에 따른 인허가가 필요한 경우 이를 이행해야 한다. 또한 사용허가의 만료 및 취소 이후에는 가설시설물을 즉시 철거하여야 한다. 가설시설물의 설치, 철거 및 관련 인허가 등 제반 비용은 신청자가 부담한다.
② 가설시설물 설치 시 신청자는 한국철도시설공단을 보험금 수령인으로 하여 해당 가설시설물의 철거 등 원상회복에 소요되는 비용을 위하여 해당 가설시설물의 투자예상액(공사원가계산서상 총 공사비)의 10% 이상에 해당하는 금액의 이행보증보험계약을 체결하고 그 증서를 철도연에 제출하여야 한다. 단, 가설시설물의 규모가 경미한 경우에는 철도연과 협의를 통해 이행보증보험 계약의 체결을 수행하지 않고 이행보증각서로 대신할 수 있으나 이 경우 제반 책임은 신청자에게 있다.

제11조(신청자의 행위 제한) 신청자는 철도연의 승인 없이 시험 및 작업 수행

- 2 -

그림 187 시험선 사용 허가서

과 무관하거나 이에 반하는 행위, 시험선의 원형을 손상시키는 제반 행위(형질 변경, 영구시설물 설치, 도시계획시설 변경 등), 신청자의 지위 권리·의무를 제3자에게 양도, 전대하거나 담보로 제공하는 행위를 할 수 없다.

제12조(영구시설물 설치) 신청자가 시험 및 작업의 수행 등을 위해 시험선로에 영구시설물을 설치하는 경우, 영구시설물 설치 이전에 철도연의 승인을 득해야 한다. 또한 영구시설물 설치와 관련하여 관련법령에서 정한 인허가가 필요한 경우 신청자는 영구시설물 설치 이전에 관련 인허가를 득해야 한다. 영구시설물 설치 및 관련 인허가 등에 소요되는 제반 비용은 신청자가 부담한다.

제13조(원상복구)
사용허가 기간의 만료 및 취소를 포함하여 신청자가 더 이상 시험선을 사용하지 않는 모든 경우에 대해, 신청자는 철도연의 지시에 따라 즉시 시험선의 원상 복구를 마친 후 철도연의 확인을 받아야 한다. 단, 시험선의 원상복구가 불필요한 경우와 원상복구에 대하여 철도연의 사전 승인을 받은 경우에는 그렇지 아니하다. 시험선의 원상 복구와 관련된 제반 비용은 신청자가 부담한다.

제14조(사용허가의 취소) 철도연은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 신청자에게 허가한 사용허가의 전부 또는 일부에 대하여 취소할 수 있다. 사용허가의 취소로 인하여 신청자에게 손해가 발생하더라도 철도연은 그 손해를 보상 혹은 배상하지 아니한다.
1. 철도연의 승인 없이 다른 사람에게 사용·수익하게 한 경우
2. 시험선 관련 시설물 및 재산의 보존을 게을리 하였거나 그 사용목적을 위배한 경우
3. 시험선로 사용을 위하여 신청자에게 고지한 납부기한까지 사용료를 내지 아니한 경우
4. 철도연의 승인 없이 시험선의 원래 상태를 변경(형질변경, 영구시설물 설치, 도시계획시설 변경 결정 등 포함)한 경우
5. 철도연이 재산 관리상 필요하다고 인정하여 지시하는 사항을 신청자가 이행하지 아니한 경우
6. 신청자가 시험선의 사용과 관련하여 부당하거나 위법한 행위를 하는 경우
7. 신청자가 본 사용허가 조건을 위반한 경우

제15조(신청자의 손해배상책임)
① 신청자가 본 사용허가 조건을 위반하거나 시험선 관련 시설물 등의 보존을 게을리하였거나 기타 철도연의 지시를 이행하지 않아 철도연에 손해가 발생한 경우, 신청자는 이에 대한 직·간접적 손해를 배상하여야 한다.
② 신청자가 철도연이 보유한 차량, 장비 등을 사용함에 있어서 차량, 장비 등

에 손상, 손해가 발생한 경우, 귀책이 있는 신청자는 모든 직·간접적 손해를 배상하여야 한다. 철도시설공단 및 철도공사가 보유한 차량, 장비, 시설물에 대해서도 이는 동일하게 적용된다.
② 신청자가 시험 및 작업을 위해 수행한 행위로 인하여 타 신청자가 신청한 시험 및 작업에 대한 치명적인 방해, 장애가 발생하거나, 타 신청자 소유의 자산(차량, 시험장비, 계측장비 류 등)에 손상, 손해가 발생한 경우, 귀책이 있는 신청자는 타 신청자에게 발생한 모든 직·간접적 손해를 배상하여야 한다.
③ 또한, 제1항의 손해에는 신청자의 행위로 인하여, 철도연이 국유재산법 제39조에 따라 배상하여야 하는 가산금이 포함되어 있으며 이때 발생하는 배상액은 다음 각호와 같다.
1. 신청자의 과실로 인한 철도연의 손해 : 재산 손해액의 20%
2. 신청자의 고의로 인한 철도연의 손해 : 재산 손해액의 50%
3. 신청자의 제1호 또는 제2호의 손해에 대한 원상복구 미 이행시 철도연의 손해 : 재산손해액의 70%

제16조(사용허가 기간 초과 사용 및 점유에 따른 추가 금액 납부의 의무) 신청자가 사용허가 기간의 만료, 사용허가 취소 또는 해지에도 불구하고 계속해서 시험선을 사용하거나 점유하는 경우, 신청자는 사용허가 기간의 만료, 취소 또는 해지 후 신청자가 사용하거나 점유한 기간 동안 시험선로 사용료 기준에 따라 해당 기간 동안의 사용료 전액을 지급하여야 한다. 또한 신청자의 시험선 사용 및 점유에 따라 미리 계획된 타 신청자의 시험선로 사용이 불가능할 경우, 타 신청자에게 발생된 손해를 전액 배상하여야 한다.

제17조(재산의 반환) 시험선의 사용허가 기간 중에 공용.공공용.공익사업의 실행을 이유로, 혹은 철도연, 국가, 지방자치단체, 공공단체로부터 시험선의 사용을 필요로 하는 경우 철도연은 신청자에게 허가한 사용허가기간을 조정할 수 있다. 또한 이 경우, 철도연은 신청자에게 별도의 보상이나 배상을 하지 않는다.

제18조(안전관리) ① 신청자는 철도연이 수립하여 시험선에 적용하고 있는 안전관리체계를 철저하게 준수하여야 한다.
② 신청자는 천재지변 및 선로변 부근 적재물 등 안전을 저해하는 요인이 발생할 경우 즉시 응급조치하고 시설물 보강 등 별도의 조치가 필요한 경우 철도연에게 통보하고 적절한 조치를 취하여야 한다.
③ 신청자는 시험선로에서 철도사고 등이 발생할 경우 관계 법령에 따라 신속하면서도 정확한 조치를 하여야 하고 즉시 철도연에 통보하여야 한다.
④ 신청자의 안전관리 제반 의무 불이행으로 인한 모든 책임은 신청자에게 있다.

제19조(안전점검) ① 신청자는 시험 및 작업과 관련하여 선로, 전차선로, 신호설비 등의 시설물 점검이 필요한 경우 철도연의 협조를 받아 시설물 점검을 수행할 수 있다.
② 신청자는 시험 및 작업과 관련하여 자기 보유차량 또는 철도연 보유차량 및 기타 임대차량 등을 활용하는 경우, 시험 전·후 차량의 안전점검을 철저히 시행하여야 하며, 사고 및 운행장애가 발생하지 않도록 하여야 한다.
③ 제1항 내지 제2항에 소요되는 비용은 신청자가 부담한다.

제20조(하자관리) 신청자는 사용허가 기간 중 사용목적물에 하자가 발견되는 경우, 이를 즉시 철도연에게 통보하여야 한다.

제21조(민원 등) 신청자는 사용허가기간 중 시험 및 작업으로 인해 행정처분, 민원(부당한 행위, 환경오염, 소음, 진동, 제3자 손해 등) 등이 발생하지 않도록 노력하여야 하며, 행정처분.민원 등이 발생한 경우 철도연과 협조하여 신속히 조치 및 대응하여야 한다. 신청자의 시험 및 작업으로 인하여 제3자에게 손해가 발생할 경우 해당 손해 중 철도연의 고의·과실로 인한 부분을 제외하고는 신청자의 책임으로 한다.

제22조(기타조건) 기타조건은 다음 각 호와 같다.
① 신청자는 철도연이 시설물관리 등으로 본 재산을 필요로 할 때에는 최대한 협조하여야 하고, 본 재산을 사용함에 있어 주변 미관 및 시험선 연변의 환경을 저해하지 않도록 하여야 한다.
② 신청자의 시험 및 작업 수행과 관련하여 행정상의 규제나 관련법규에 저촉되어 발생하는 제한 등이 발생하는 경우, 철도연은 일체의 책임을 지지 아니하므로 신청자는 사전에 관계법규 저촉여부를 확인하여야 하고 이를 확인하지 못하여 발생한 불이익은 신청자의 책임으로 한다.
③ 본 계약 체결 이전, 시험 및 작업의 원활한 수행을 위해 진행되는 사전조사 등 사전행위에 대한 모든 책임은 신청자에게 있다.

제23조(시험선로 사용 특수 제한조건)
① 시험선 전철변전소(S/S)에 고조파 저감 장치인 R-C Bank 설치 전까지 AC전기철도 구간에서 AC 전기차량(KTX-산천)을 운행하지 않아야 한다.
② 시험선로에서 200kph 이상의 속도시험 등을 시행하는 경우에는 철도연과 협의하여 충분히 안전대책 및 시험계획을 수립한 이후 시행하여야 한다.
③ 절연구간 연장(47m)이 팬토그라프 연결(공동부스) 연장(53m)보다 짧아 AC/DC 겸용 전동차 운행시에는 pan over 현상이 발생하므로 TS-03역 절연구간에서는 판타 하강하고 운행하여야 한다.

④ 시험선로에 설치된 철도통합무선망(LTE-R)의 사용으로 인하여, 개량 중인 경부고속철도, 경부선, 충북선 철도통합무선망(LTE-R)과 전파간섭 등이 발생할 경우, 철도연과 적극 협조하여야 한다.

제24조(비밀유지) 철도연과 신청자는 본 사용허가서와 관련하여 상호 교환한 제반 정보를 비밀로 취급하여야 하며, 관련 법령 및 의회, 법원의 요청에 의하여 공개가 요구되는 경우를 제외하고, 제3자에게 공개 하지 못한다. 해당 비밀의 비밀유지 기간은 5년으로 하되 5년이 지난 후에는 적당한 방법으로 파쇄 및 삭제할 수 있다.

제25조(사용허가서의 날인 및 보관) 본 문서는 2부를 작성하여 기명 날인하고, 철도연과 신청자가 각각 1부씩 보관한다.

제26조(분쟁 해결) 본 문서와 관련하여 혹은 철도연과 신청자 쌍방의 의무이행과 관련하여 분쟁이나 이견이 발생하는 경우 철도연과 신청자는 이를 상호 협의하여 원만히 해결토록 노력하여야 하며, 이러한 분쟁이나 이견이 해결되지 않은 경우에는 수원지방법원을 관할법원으로 한다.

신청자는 상기조건을 숙지 및 이해하였으며,
이를 철저하게 준수할 것을 확인합니다.

2020년 03월 09일

시험선로 사용신청자 ㈜대아티아이 최 진 우 (인)

(라) 현장 설치도(전체)

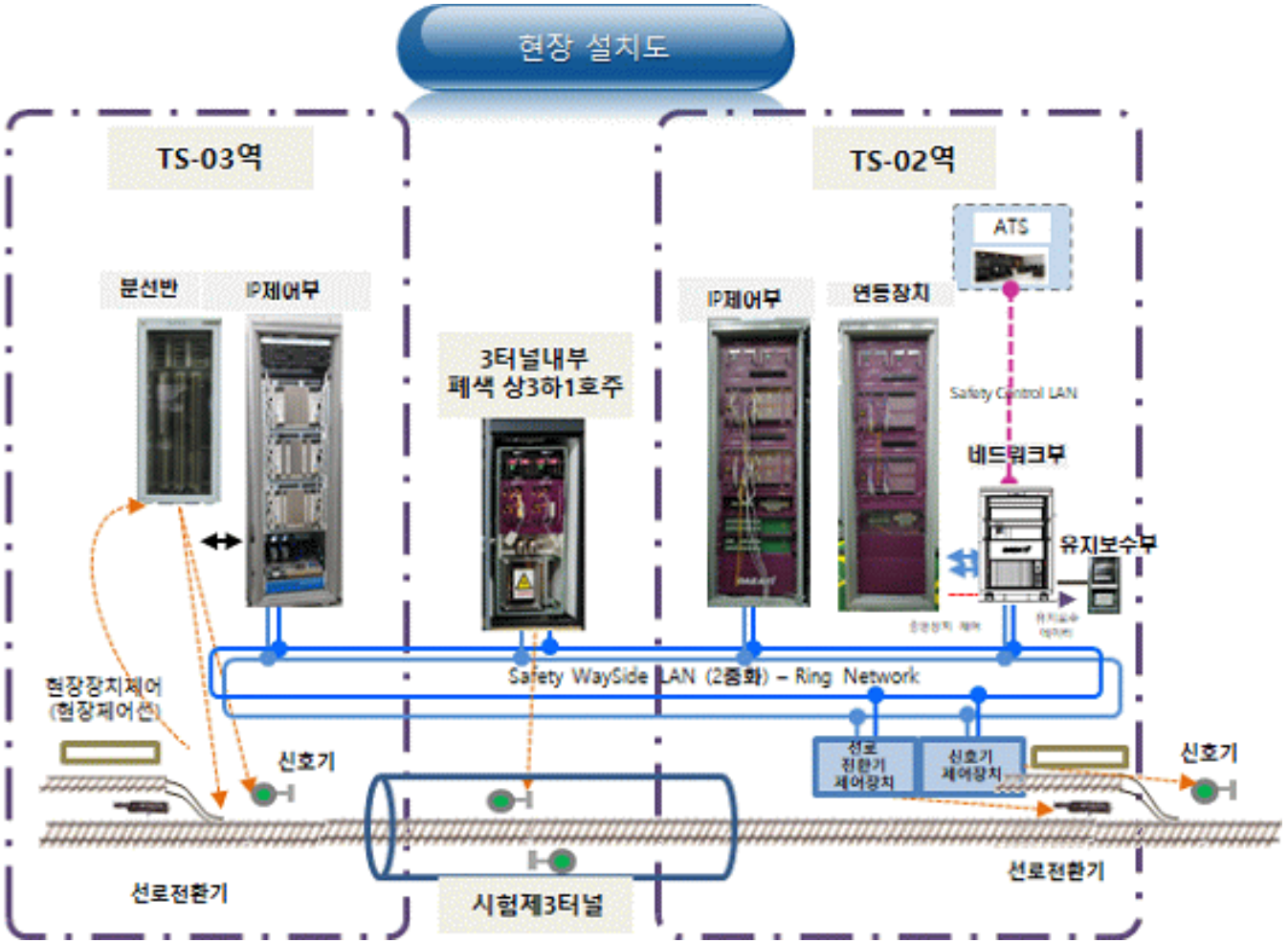
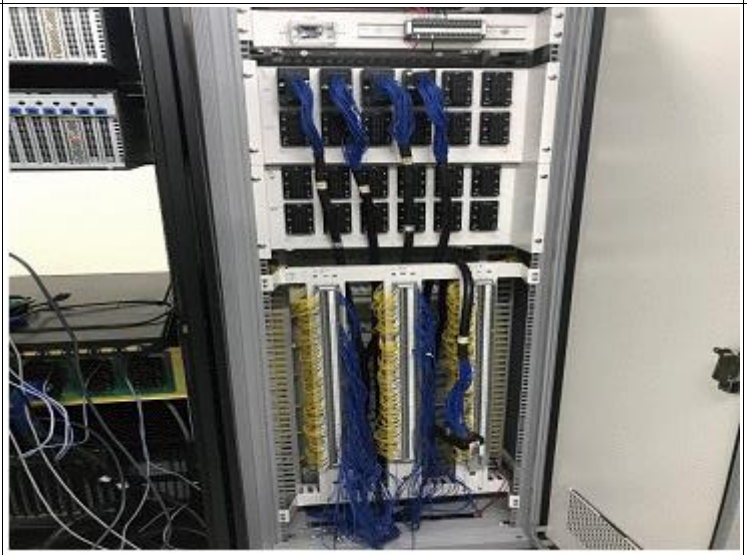


그림 188 현장설치도(전체)

(마) 현장 설치 및 세부 내역

위치	장비명	사진	변경 사항	내용 설명	관련 일자	기타 사항
TS02 역	절체기랙		기존 장비 변경 사항 없음.	- IP 기반 전자연동장치와 절체기간 결선 작업	작업일자: 2020.03.23 원복(예정)일자: 2020.04.29	절체기 연결로 장비 미영향

위치	장비명	사진	변경 사항	내용 설명	관련 일자	기타 사항
TS02 역	분선반랙 1 분선반랙 2 선로전환기랙	기존설비에 인터페이스 부분   <분선반랙 1> <분선반랙 2>  <선로전환기랙>	현장 신호기 및 선로전환기 신호선 이중 결선.	-현장 신호기 및 선로전환기 신호라인과 절체기간 결선 작업.	작업일자: 2020.03.24 원복(예정)일자: 2020.04.29	절체기 연결로 장비 미영향

위치	장비명	사진	변경 사항	내용 설명	관련 일자	기타 사항
TS02 역	계전기랙 저항자랙 1, 저항자랙 2,	기존설비에 인터페이스 부분  <계전기랙> <저항자랙 1>  <저항자랙>	전원부 이중결선 BX60, CX60 B24, C24	– IP 기반 전자연동장치와 폐색 회로간 결선 및 SM, PM 전원 결선 작업.	작업일자: 2020.03.27 원복(예정)일자: 2020.04.29	절체기 연결로 장비 미영향

위치	장비명	사진	변경 사항	내용 설명	관련 일자	기타 사항
TS02 역	분선반랙 1 분선반랙 2	기존설비에 인터페이스 부분   <분선반랙 1> <분선반랙 2>	현장신호기부 이중결선 (확인 작업)	– 현장 신호기 신호라인과 절체기간 결선 확인	작업일자: 2020.04.01 원복(예정)일자: 2020.04.29	절체기 연결로 장비 미영향

위치	장비명	사진	변경 사항	내용 설명	관련 일자	기타 사항
TS02 역	분선반랙 1 분선반랙 2	기존설비에 인터페이스 부분  <분선반랙 1> <분선반랙 2>	- 현장신호기부 이중결선(수정 작업)	- 신호기부 CPU 모듈 DB 와 동일하게 신호기 신호라인 재결선 후 신호기 시험 정상 확인 및 현장 신호기 현시 정상 확인.	작업일자: 2020.04.02 원복(예정)일자: 2020.04.29	절체기 연결로 장비 미영향

위치	장비명	사진	변경 사항	내용 설명	관련 일자	기타 사항
TS02 역 TS03 역	계전기랙 OFD 랙(02 역) 통신기계실) OFD 랙(03 역)	기존설비에 인터페이스 부분  <계전기랙>   <02 역>	현장 궤도 정보 이중결선	- 현장 궤도 정보 결선. - TS-02 역과 TS-03 역간 광회선 핑 시험.	작업일자: 2020.04.07 원복(예정)일자: 2020.04.29	절체기 연결로 장비 미영향

-전자연동장치 TS-02 역 현장 설치 완료

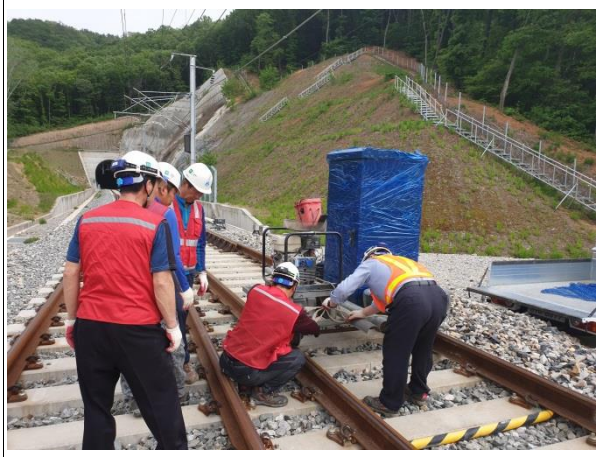


현장 설치사진

		
연동논리부	현장제어부	절체기

(바) 제 3 터널 내부 상 3 하 1 호주 현장장치 설치

현장장치는 제 3 터널내부 상 3 하 1 호주 신호기 위치에 설치 함.








현장장치 설치 사진

(사) 기기집중역 설치 구성품 내역

❑ 설치 구성품 사진



그림 189 기기 집중역 설치 구성품 사진

❑설치 구성품 특성

(가) IP 제어부랙

▌입력 전원 : 220VAC (AC/DC 출력 5V)

• +5V 전원 감시에 따른 OVP/UVP, OVC Protection

▌Mechanical : 19 “ 6U Size

▌이중계 구성 (Sub-Rack단위) 및 계 절체

• 이중계 감시

- Generic I/O의 입력감시는 Active/Stand-by에 관계없이 입력감시 수행

• 계 절체

- 계간 상태 감시 결과에 따라 Active/Stand-by 절체
- Stand-by 계는 제어 신호를 출력하지 않음

▌Communication Interface

• Physical Layer : 이중화 LAN (100Base-T)

• Data Link Layer : Ethernet

• Network Layer : IPV4

• Transport Layer : UDP

• Application Layer : PDI (KrLinx)

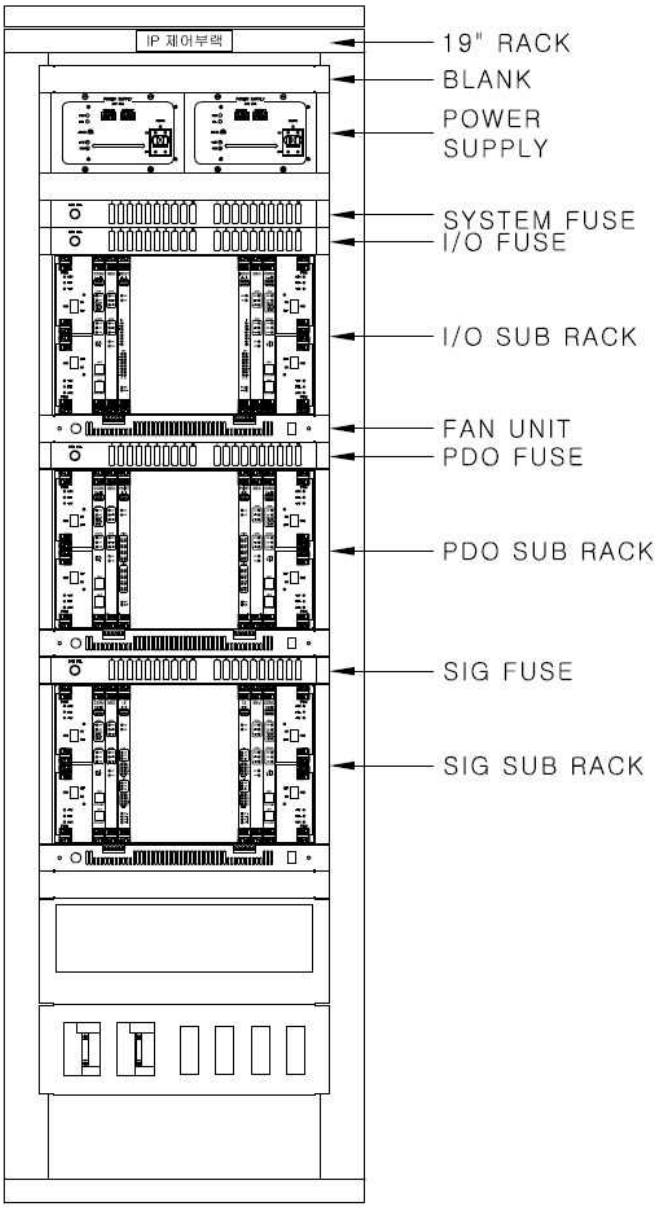
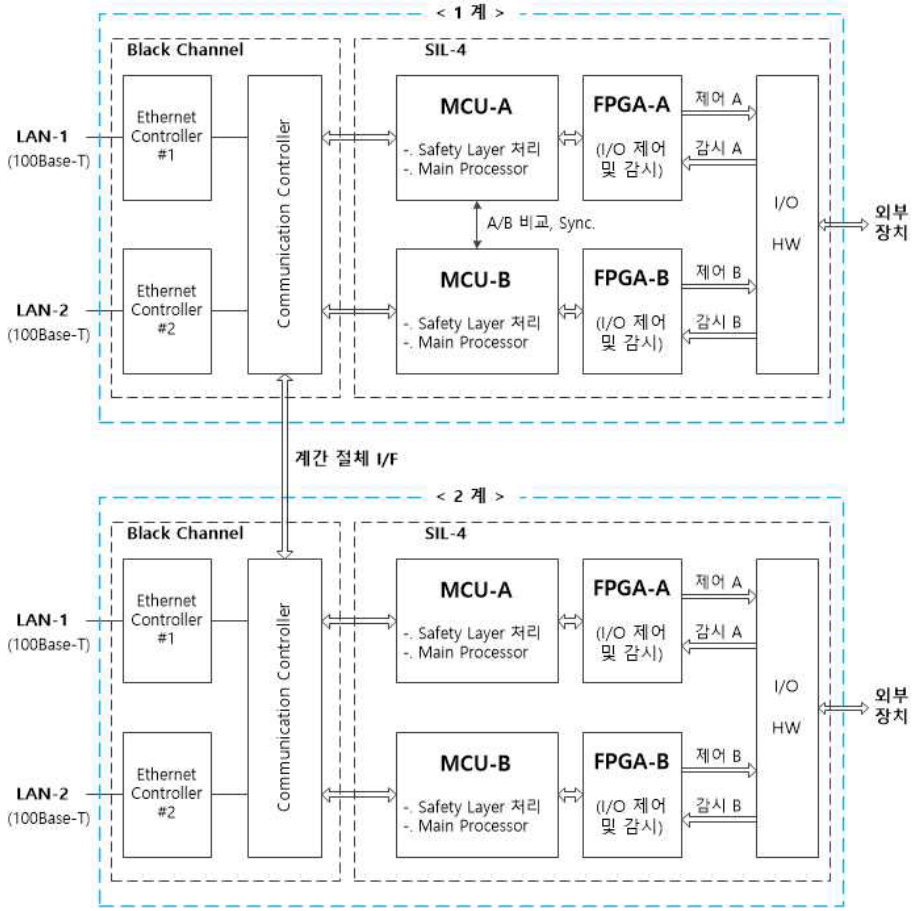


그림 190System Block Diagram



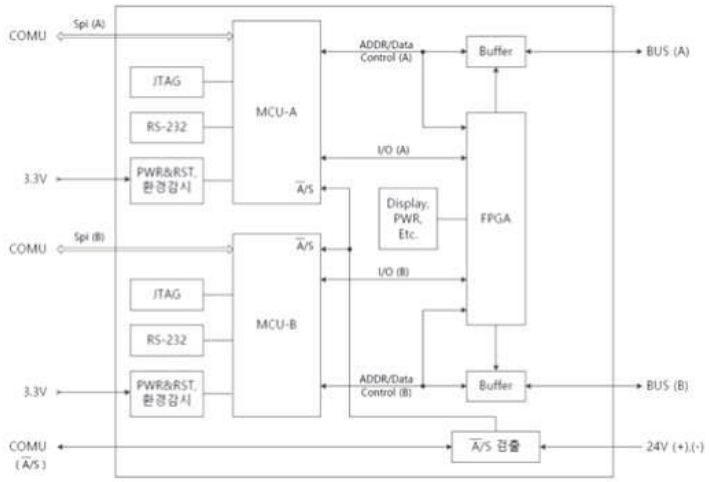


그림 191 MCU Diagram

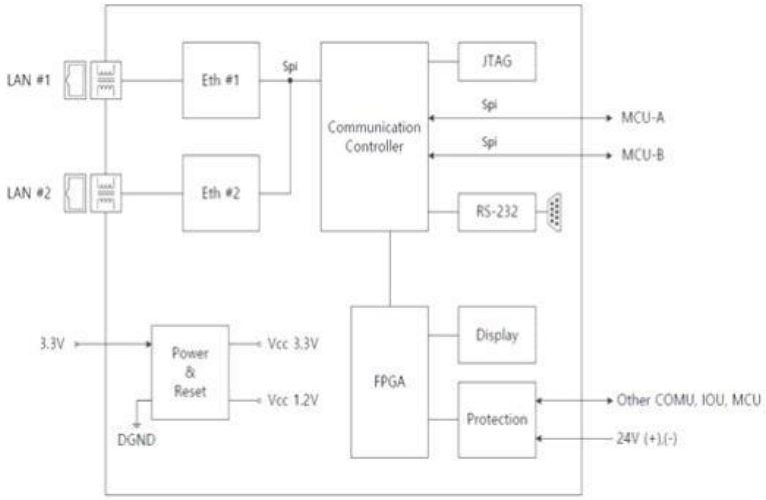


그림 192 COMU Diagram

▌정류기 (POWER SUPPLY)

−19인치 표준랙 장착 2중계 구성

−출력 이중화, 무순단 절체

−DC/DC 컨버터 회로 내장, 과전류 회로보호

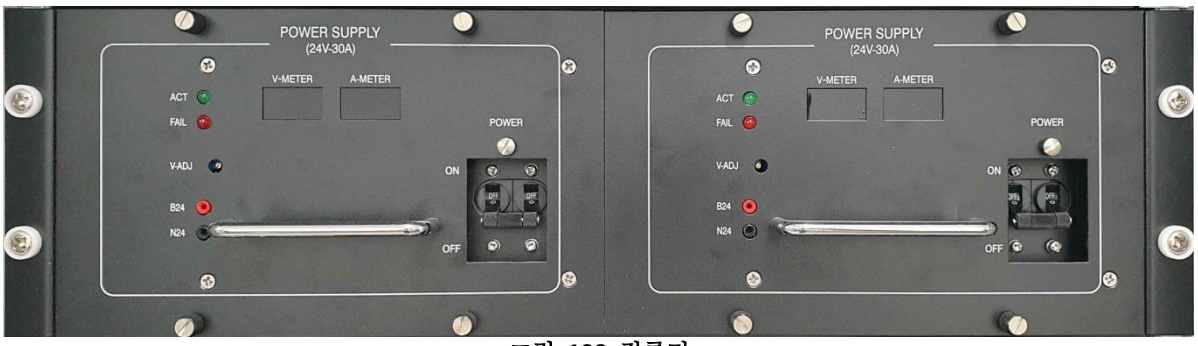


그림 193 정류기

정격입력전압	AC 220V, 60Hz, 단상
입력전압 허용범위	AC 176V~ 264V
정격 출력전압 및 전류	DC 24V, 30A
입력전압에 대한 출력안정도	설정된 출력전압의 0.5%이내
출력부하에 대한 안정도	설정된 출력전압의 1%이내
맥동률 및 잡음전압	정격부하에서 240㎷ 이하 (최고치와 최저치간)
출력전압 조정범위	−10% ~ +15%
효율	80%이상
절연저항	100㏁ (DC 500V 절연저항계)
절연내력	AC 1,500V 1분간, (누설전류 10㎃)

표 126 정류기 성능

▌전원모듈 (PSU)

- 4U 장착 2중계 구성
- 출력 이중화, 무순단 절체

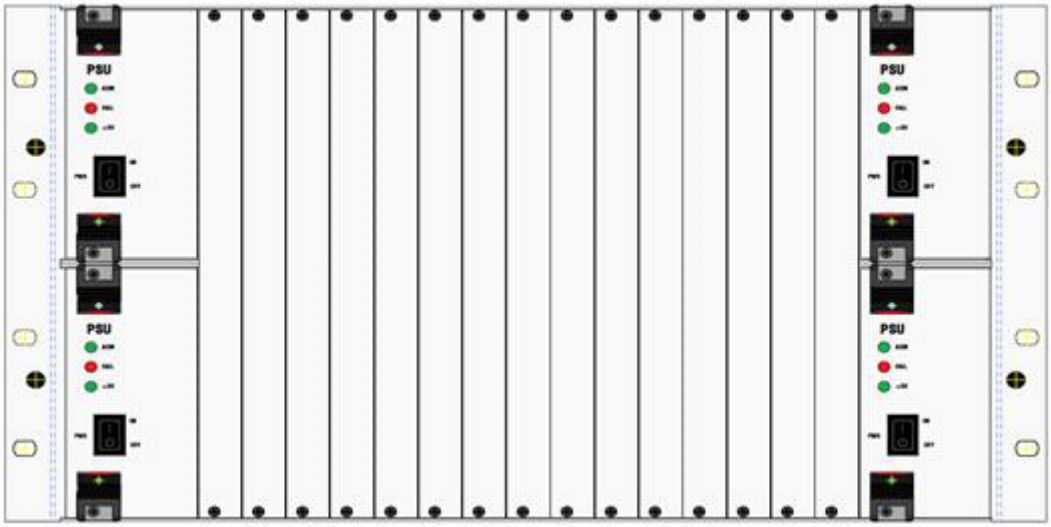


그림 194 전원모듈(PSU)

정격입력전압	AC 220V, 60Hz, 단상
입력전압 허용범위	AC 176V~ 264V
정격 출력전압 및 전류	DC 5V, 15A
입력전압에 대한 출력안정도	설정된 출력전압의 0.5%이내
출력부하에 대한 안정도	설정된 출력전압의 1%이내
맥동률 및 잡음전압	정격부하에서 100㎷ 이하 (최고치와 최저치간)
출력전압 조정범위	−10% ~ +15%
효율	70%이상

표 127 전원모듈 PSU 성능

▌입출력(I/O)

- Capacity : 8 Input + 8 Output
- 입력검지 이중화 및 A/B 비교 (상이할 경우 Port Alarm 발생)
- 입력검지 유효성 판단을 위한 Check−In (Debouncing) 신호 사용
- 출력제어 이중화
  - A/B Route가 동일하여야 출력제어 Enable
  - 출력제어 HW 이중화 (HW AND)
- I/O 제어 전원 감시 및 제어
  - Low Voltage 시 I/O 전원 차단

• 출력감시 (V_Mon) 및 비교 (A/B가 상이할 경우 Port Alarm 발생)

• 출력 Port 별 과전류 감시 및 차단

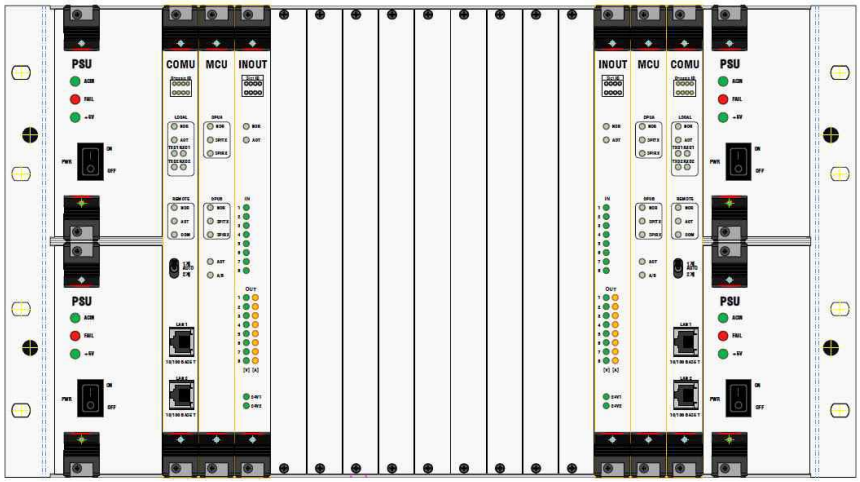


그림 195 입출력 모듈

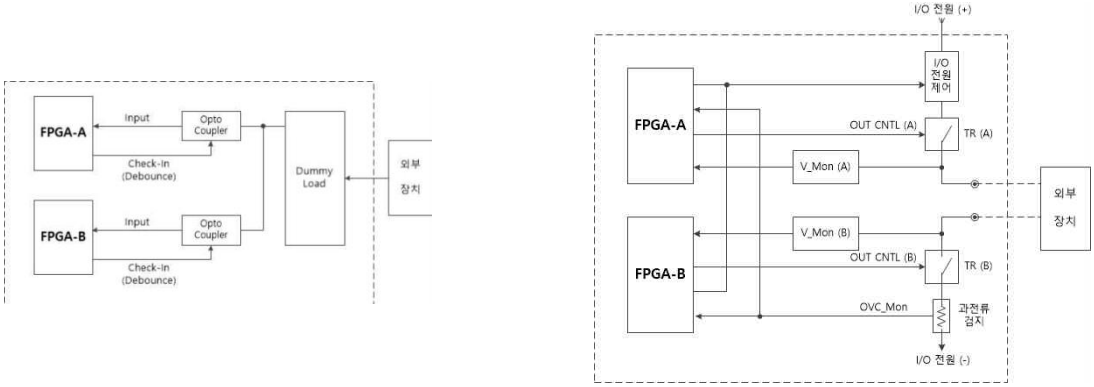


그림 196 입출력 모듈 실장도 및 IN,OUT Diagram

▌선로전환기(POINT)

•모듈당 NS A형 선로전환기(단동/쌍동) 2대 제어

•Relayless Type

•출력제어 (SSR-OUT) 이중화

-A/B Route가 동일하여야 출력제어 Enable

-출력제어 HW 이중화 (HW AND)

•방향제어 (NWR/RWR) 이중화

-A/B Route가 동일하여야 방향제어 Enable (상이할 경우 이전상태 유지

•출력감시 (V_Mon) 및 비교 (A/B가 상이할 경우 Port Alarm 발생)

•방향제어 감시

-방향제어 출력과 감시가 상이할 경우 Port Alarm 발생 및 출력제어 (SSR-OUT) Disable

•선로전환기 상태감시

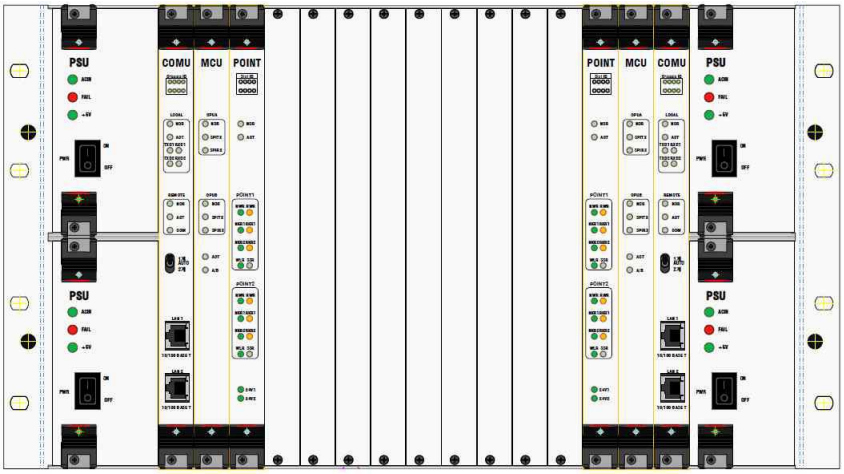
-정위/반위 감시 (쌍동, PM당 2회로)

-선로전환기 동작 시간

-선로전환기 구동 가능/불가능

•제어 전원 감시 및 제어

-Low Voltage 시 I/O 전원 차단



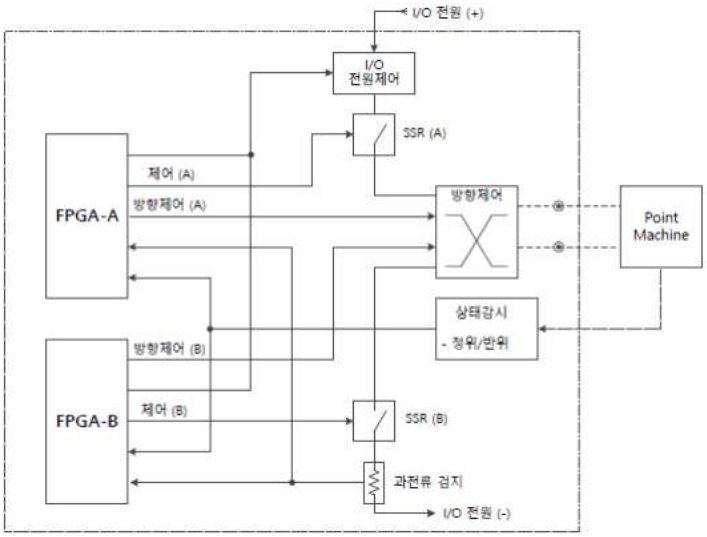


그림 197 POINT 모듈 실장도 및 Diagram

▌신호기 (LS)

-모듈당 5현시 신호기 2대 제어

-신호현시제어 (5현시)

-부하 검지 (단심 검지)

-조도 제어 및 검지 (x)

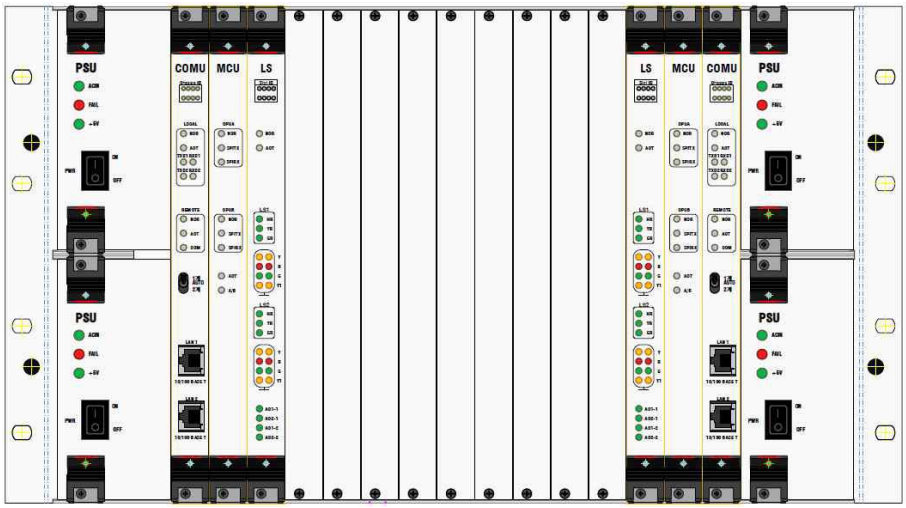
-제어출력 이중화

-A/B Route가 동일하여야 신호기 현시제어(상이할 경우 적색제어)

-출력제어 HW 이중화 (HW AND)

-부하 검지 이중화 (A/B가 상이할 경우 Port Alarm 발생)

-출력 Port별 과전류 감시 및 차단



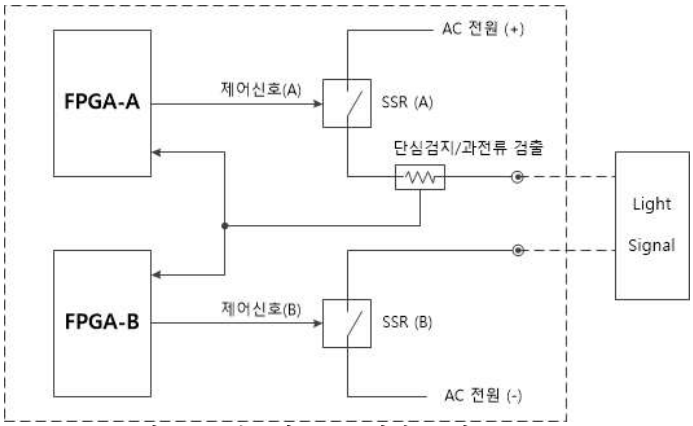


그림 198 신호기 모듈 실장도 및 Diagram

품명		규격	단위	TS-03역	비고
IP제어부랙	기기랙	19인치 표준	대	1	
	정류기	24V / 30A	대	2	
	전원모듈	5V / 15A	대	12	
	COMU모듈		개	6	
	MCU 모듈		개	6	
	INOUT 모듈	IN / OUT 8PORT	개	4	
	POINT 모듈		개	2	
	LS 모듈		개	2	
	FUSE반	-	개	4	
	서브렉	6U	대	3	
	J1	-	대	3	
	J2	-	대	3	
	FAN	-	대	3	
	IDF	-	개	1	
광통신부랙	기기랙	19인치 표준	대	1	
	광분배함	FDF / LC / 16C	대	1	
	L3	250V / 10A	개	2	
	모뎀	9.6 ~ 60V	개	6	
신호용복합랙	기기랙	19인치 표준	대	1	
	FUSE반	-	개	1	
	신호기 보드	-	개	1	
	스위치 보드	-	개	1	
	소형릴레이 보드	-	개	1	
절체기랙	기기랙	19인치 표준	대	1	
	계전기	N1 / R1	세트	12	
	단자대	현장	개	360	
소모품	배선용 차단기	50A	개	1	
	전자 접촉기	200~240V	개	2	
	GPS보안기	60V	개	16	
	GPS 보안기	24V	개	10	
	계전기	무극	개	22	
	NOISE FILTER	250V / 20A	개	1	
	단자대	FUSE	개	20	
		현장	개	60	
		전원	개	20	

표 128 구성품 규격

(아) 연동부와 현장제어장치와의 구성방안 및 통신 프로토콜

연동부와 현장장치와의 구성방안 및 통신 프로토콜의 개략적인 내용은 아래와 같다.

❏일반사항

- 연동부와 현장제어장치는 L3 Switch 이중계망을 사용하여 Ethernet UDP/IP 방식으로 연결.
- 연동장치와 현장제어장치는 이중계로 구성되며 각각 2개의 IP를 갖는다.
- 통신방식은 Unicast 방식으로 한다.
- Byte 순서는 Little Endian 방식으로 한다.
- 현장제어장치 1계 및 2계는 Message 전송 시 4개의 IP로 구분하여 연동부 1계 및 2계로 Packet 을 전송하여야 한다.
- 현장제어장치 1계 및 2계는 연동부로부터 Network 1을 통한 제어 Packet과 Network 2를 통한 제어 Packet을 수신하여 이 중 하나의 Packet을 선택하여 제어정보를 취득한다.
- 연동부는 초기 기동 시 또는 필요 시 PDi Version Check 및 초기화 요청 Message를 송출 하여야 하며, 현장제어장치는 이에 대한 응답 Message를 송출 하여야 한다.
- 연동부는 제어 정보에 변화가 발생한 경우 즉시 현장제어장치에 해당 제어 Message를 송출 하 여야 한다.
- 연동부는 제어 정보에 변화가 없는 경우 1초 간격으로 제어 정보를 현장제어장치에 송출 하여 야 한다.
- 현장제어장치는 2초 동안 Packet을 수신하지 못하면 통신 Alarm을 발생 하여야 한다.
- 현장제어장치 1계 및 2계는 상태 정보의 변화가 발생하면 즉시 연동부로 상태 정보 Message를 송출 하여야 한다.
- 현장제어장치 1계 및 2계는 상기의 제어정보 (1초 간격)를 수신하면 50mS 이내에 상태 정보를 송신 하여야 한다.

❏통신망 구성도

시범역에 설치한 Network 구성도는 다음과 같다

네트워크 연결도

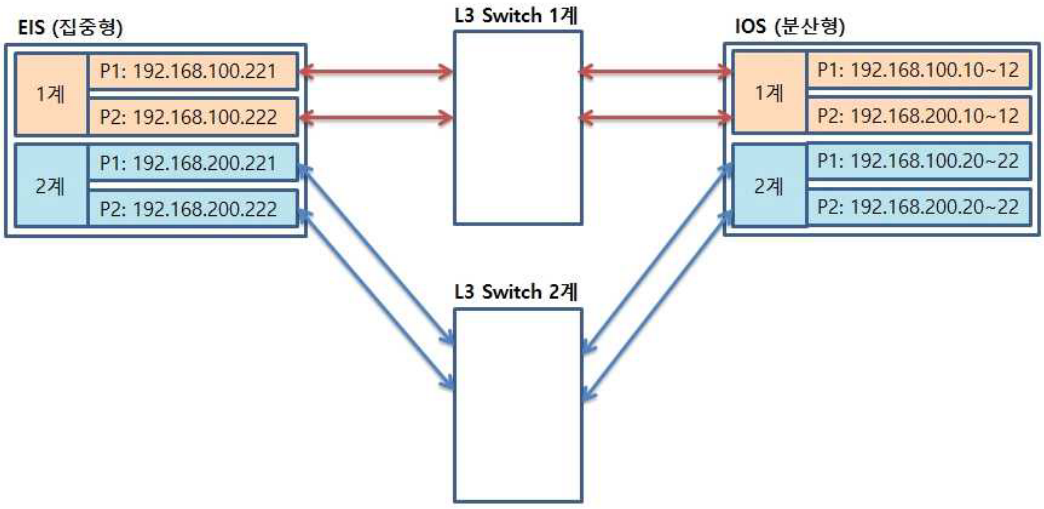


그림 199 시범역 설치 네트워크 연결도

❑IP Address

시범역에 설치한 IP Address는 다음과 같다.

P1/P2 (주/부)	P1(100.10)/P2(200.20)	UDP	ID	리스트
I/O	192.168.100/200.10/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___00	IN#1/OUT#1
	192.168.100/200.10/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___01	IN#2/OUT#2
	192.168.100/200.10/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___02	
	192.168.100/200.10/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___03	
	192.168.100/200.10/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___04	

POINT	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___00	
	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___01	
	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___02	N21
	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___03	
	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___04	
	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___05	
	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___06	
	192.168.100/200.11/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___07	예비(N51)

LS	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___00	
	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___01	1A
	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___02	예비(2A)
	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___03	
	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___04	
	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___05	
	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___06	3A
	192.168.100/200.12/20	3002	SGL.UP_.EI_.ILS___07	예비(4A)

표 129 시범역 설치 IP

❑I/O 리스트

시범역에 할당된 I/O 리스트는 다음과 같다.

Prt \ Mod	IN #1	IN #2	OUT #1	OUT #1
1	XT	B104T	VRD1	
2	21T	B105T	UPZR	
3	1-1T	B106T	DNDIR	
4	2-1T	B107T	1A-YY	
5	1T	EHDNZR	1A-Y	
6	2T	EHUPDIR	1A0YG/G	
7	51T	UP3-YY		
8	YT	VRD1		

표 130 시범역 할당 I/O

❑Protocol Layer

Protocol Layer 구성형태는 아래와 같다.

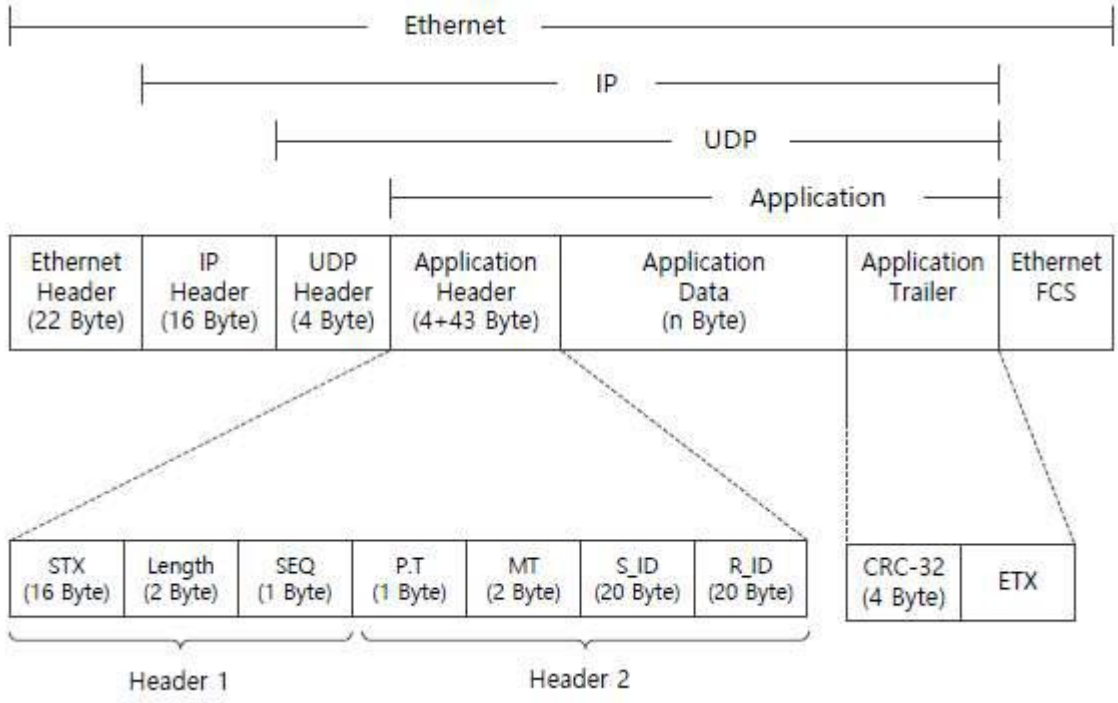


그림 200 Protocol Layer

❑Data Link Layer

Data Link Layer(Ethernet) 구성형태는 아래와 같다.

- •IEEE 802.3 100Mbps Ethernet 방식을 사용한다.
- • 통신방식은 Unicast 방식을 채택한다.
- • Ethernet Layer Spec.

−Physical Layer ; 100Mbps LAN (RJ−45, UTP5)

−Data Link Layer

− Preamble : 8 Byte

− 수신 MAC Address : 6 Byte

− 수신 MAC Address : 6 Byte

− Type : 2 Byte

− FCS : 4 Byte

❑Network Layer(IPV4)

IP Header의 구성형태는 아래와 같다.

Version (4bit)	Header 길이 (4bit)	Service Type (8bit)	Packet 길이 (16bit)	
식별자 (16bit)			Flag (3bit)	Fragment Off Set (13bit)
시간 (8bit)		Protocol 번호 (8bit)	Header Check Sum (16bit)	
Sender IP Adress (32bit)				
Receiver IP Address (32bit)				

표 131 IP Header

항목	Length (Bit)	Description	Data
Version	4	IP Version (IPV4)	04H
Header 길이	4	20 Byte (4 Byte 단위)	05H
Service Type	8	Routine	00H
Packet 길이	N	IP Header를 포함함 Data 의 길이	N
식별자	16	N/A, 보통 Fragment 시 사용	00H
Flag	3	Fragmentation 여부 지정 Bit	010B
Format Offset	13	Fragmentation을 지정할 때 사용	4000H (Flag 포함)
시간	8	Network상에서 Packet이 존재하는 시간 (5로 설정)	05H
Protocol 번호	8	IP Protocol Number (UDP ; 17)	11H
Header Checksum	16	IP Header 오류 Check	

❑Transport Layer(UDP)

Transport Layer(UDP)의 구성형태는 아래와 같다.

Source Port No (2 Byte)	Destination Port no (2 Byte)	Length (2 Byte)	Check Sum (2 Byte)	UDP Data

표 132 Transport Layer(UDP)

- Port No
  - EIS : 5001 (1389h)
  - IOS : 5002 (138Ah)
- Length : UDP Data + 8 (UDP Header)
- Check Sum : 사용하지 않음 (0X0000)

❑Application Layer

Application Layer의 구성형태는 아래와 같다.

✔Header 1

- STX : Start of Message
- Length : PT (Protocal Type)부터 CRC-32 이전 까지의 Data Field의 길이 (Application Header (43Byte) + Application Data)
- SEQ : Message 전송 순서, Message 전송시 마다 1 씩 증가 (0X00 ~ 0XFF)

✔Header 2

- PT : Protocol Type (Interface 되는 서브 시스템 종류에 따라 구분)
  - •S Ci-LS : 0X30
  - SCi-P : 0X40
  - SCi-I/O : 0X90
- MT : Message Type (Protocol Type에 대한 Command (제어) 및 Message (상태정보)에 따라 구분, SCi-LS, P, I/O 참조)
- S-ID : 송신 식별자, 잠정적으로 0X00 (20 Byte)로 고정
- R-ID : 수신 식별자, 잠정적으로 0X00 (20 Byte)로 고정

❑Application Trailer

Application Layer의 구성형태는 아래와 같다.

- CRC-32 : Appllication Header 2의 PT (Protocol Type)부터 CRC-32 앞 까지의 Data CRC 계산. 다항식은 '0XC9AEBFF7' ('0X4C11DB7' 으로 변경 요망 : CBi ↔ SIOS에서 사용한 다항식, 일반적으로 LAN에서 사용)

– ETX : End of Message (0X03)

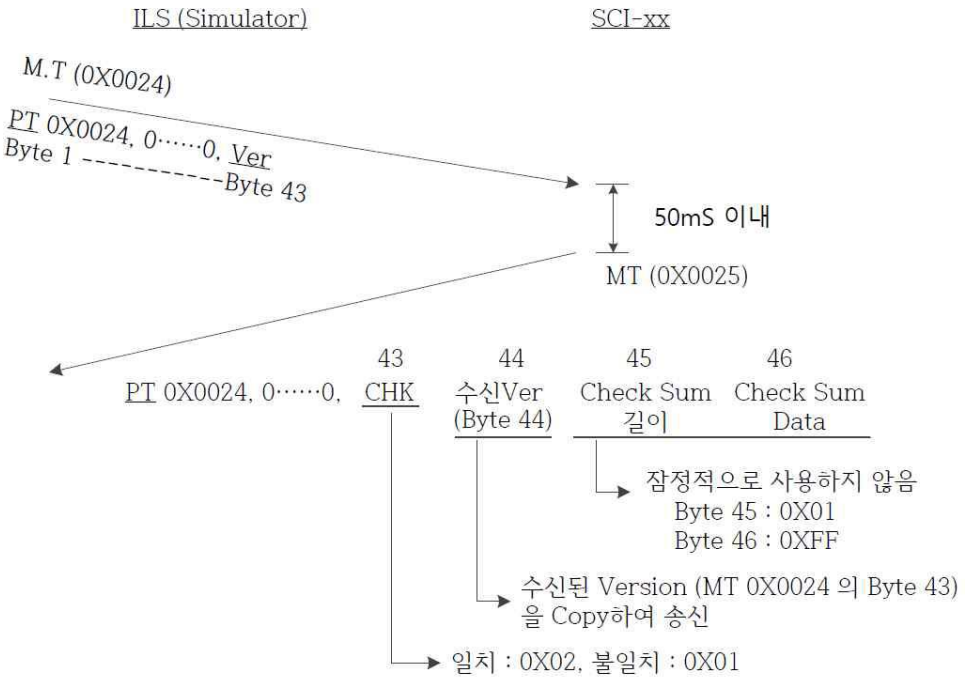
❑현장제어장치 PDi Version Check

현장제어장치의 PDi Version Check 방식은 아래와 같다.

– 연동부(Simulator) 초기동작 시 인터페이스 되는 모든 현장제어장치로 PDi Version Check 를 송출한다.

– 현장제어장치는 PDi Version Check Message에 대하여 아래와 같이 응답한다.

< KRLYNX Page 18, 19, 20 참조 >

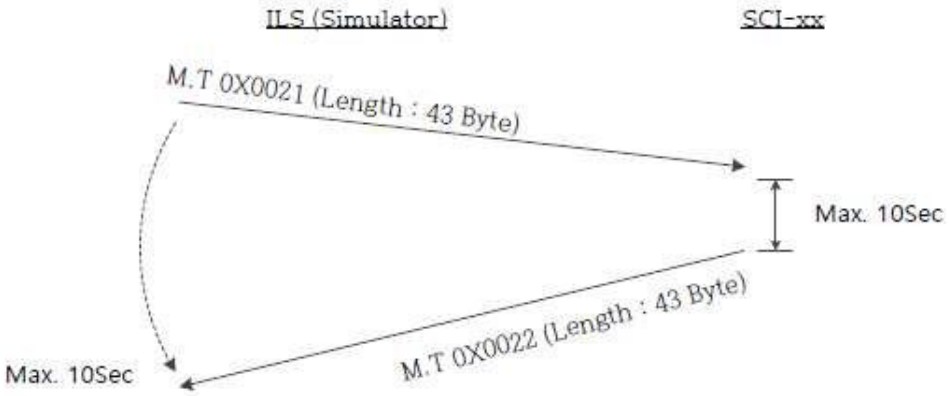


❑현장제어장치 초기화 요청 및 응답

현장제어장치의 초기화 요청 및 응답방식은 아래와 같다.

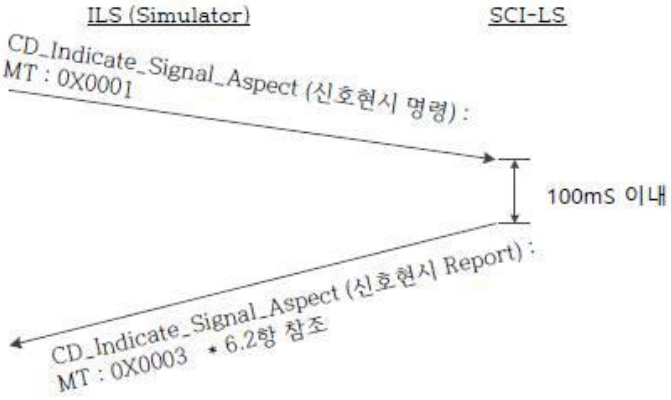
– EIS 의 초기화 요청 명령에 따라 IOS는 장치의 초기화 (Power On Reset) 상태로 전환하여야 하며 초기화 완료 후 초기화 완료 Message를 송출한다.

– Message Hand Shake



❑연동부와 신호기제어장치(LS)간의 Data 송수신

연동부와 신호기제어장치간의 Data 송수신 방식은 아래와 같다.



✔CD_Indicate_Signal_Aspect Message 구조

CD_Indicate_Signal_Aspect Message 구조는 아래와 같다.

- Byte No 43 : 신호기 1 에 대한 현시 제어
  44 : 신호기 2 에 대한 현시 제어
  45 : 신호기 3 에 대한 현시 제어
  46 : 신호기 4 에 대한 현시 제어
  47 : 신호기 5 에 대한 현시 제어
  48 : 신호기 6 에 대한 현시 제어
  49 : 신호기 7 에 대한 현시 제어
  50 : 신호기 8 에 대한 현시 제어
  51 : 신호기 9 에 대한 현시 제어
  52 : 신호기 10 에 대한 현시 제어

- Data 구조 (Byte 43 ~ 52)

01 : R

02 : YY1

03 : Y

04 : YG

05 : G

✔MSG_Indicate_Signal_Aspect Message 구조

MSG_Indicate_Signal_Aspect Message 구조는 아래와 같다.

- Byte No 43 : 신호기 1 에 대한 현시 출력 결과

44 : 신호기 2 에 대한 현시 출력 결과

45 : 신호기 3 에 대한 현시 출력 결과

46 : 신호기 4 에 대한 현시 출력 결과

47 : 신호기 5 에 대한 현시 출력 결과

48 : 신호기 6 에 대한 현시 출력 결과

49 : 신호기 7 에 대한 현시 출력 결과

50 : 신호기 8 에 대한 현시 출력 결과

51 : 신호기 9 에 대한 현시 출력 결과

52 : 신호기 10 에 대한 현시 출력 결과

- Data 구조 (Byte 43 ~ 52)

01 : R

02 : YY1

03 : Y

04 : YG

05 : G

11 : R 신호 저하

12 : YY1 신호 저하

13 : Y 신호 저하

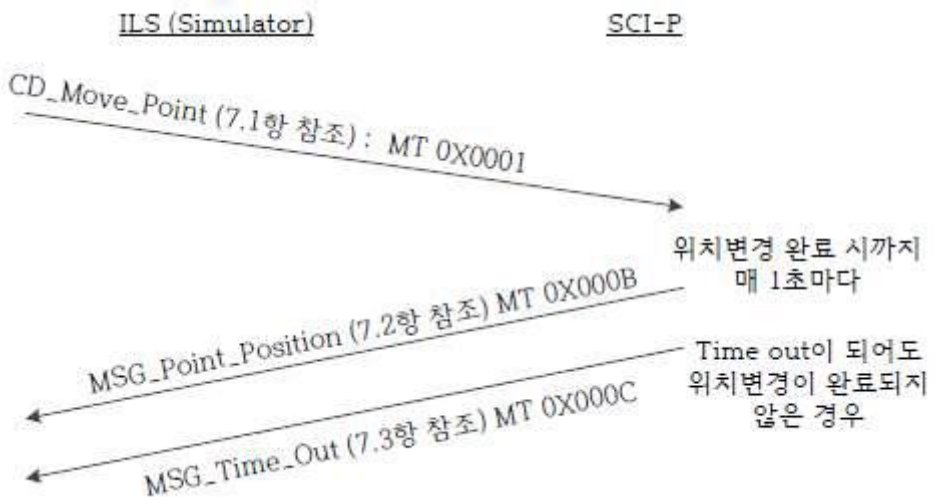
14 : YG 신호 저하

15 : G 신호 저하

FF : 제어 전원 없음

❑연동부와 선로전환기제어장치(P)간의 PDi 송수신

연동부와 선로전환기제어장치간의 PDi 송수신 방식은 아래와 같다.



✔CD_Move_Point Message 구조

CD_Move_Point Message 구조는 아래와 같다.

- Byte No 43 : 선로전환기 1 에 대한 방향 전환 제어
  44 : 선로전환기 2 에 대한 방향 전환 제어
  45 : 선로전환기 3 에 대한 방향 전환 제어
  46 : 선로전환기 4 에 대한 방향 전환 제어
  47 : 선로전환기 5 에 대한 방향 전환 제어
  48 : 선로전환기 6 에 대한 방향 전환 제어
  49 : 선로전환기 7 에 대한 방향 전환 제어
  50 : 선로전환기 8 에 대한 방향 전환 제어
  51 : 선로전환기 9 에 대한 방향 전환 제어
  52 : 선로전환기 10 에 대한 방향 전환 제어

- Data : 0X01 (정위 전환 요청)
  0X02 (반위 전환 요청)

✔MSG_Point_Position

MSG_Point_Position 구조는 아래와 같다.

- Message Type : 0X000B

- Message 송신 주기 : CD_Move_Point 수신 후 위치 변경 완료까지 매 1초마다 송신
- Message 구조는 아래와 같다.
- Byte No 43 : 선로전환기 1 에 대한 위치 Data
  44 : 선로전환기 2 에 대한 위치 Data
  45 : 선로전환기 3 에 대한 위치 Data
  46 : 선로전환기 4 에 대한 위치 Data
  47 : 선로전환기 5 에 대한 위치 Data
  48 : 선로전환기 6 에 대한 위치 Data
  49 : 선로전환기 7 에 대한 위치 Data
  50 : 선로전환기 8 에 대한 위치 Data
  51 : 선로전환기 9 에 대한 위치 Data
  52 : 선로전환기 10 에 대한 위치 Data

- 각 Byte 마다 Data
  0X01 : 정위
  0X02 : 반위
  0X03 : 위치 정보 없음 (이동 중 또는 KR1 ≠ KR2)
  0X04 : 배향 됨

✔MSG_Time Out

MSG_Time Out 구조는 아래와 같다.

- Message Type : 0X000C
- Message 송신 주기 : CD_Move_Point 수신 후 위치 변경이 완료되거나, 시간을 초과하였을 경우
- Message 구조는 아래와 같다.
- Byte No 43 : 선로전환기 1 Time Out
  44 : 선로전환기 2 Time Out
  45 : 선로전환기 3 Time Out
  46 : 선로전환기 4 Time Out
  47 : 선로전환기 5 Time Out
  48 : 선로전환기 6 Time Out
  49 : 선로전환기 7 Time Out

50 : 선로전환기 8 Time Out

51 : 선로전환기 9 Time Out

52 : 선로전환기 10 Time Out

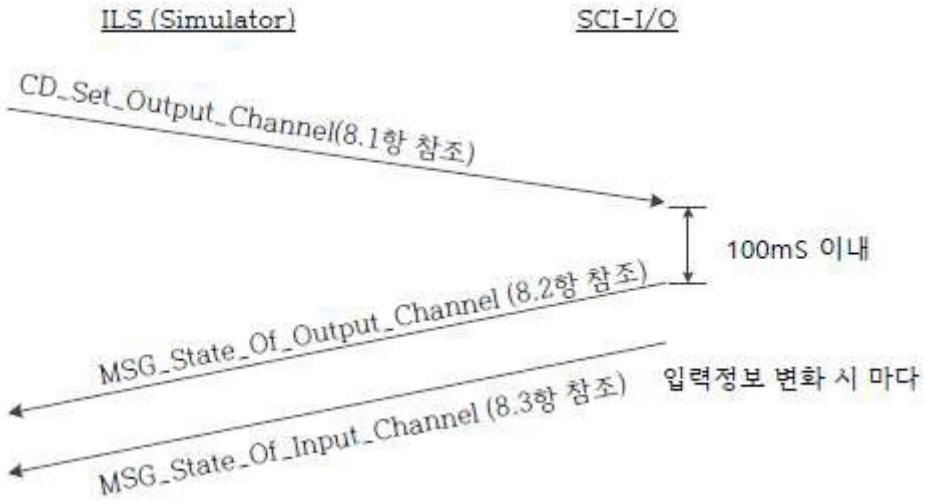
- Data

01 : In_Time

02 : Out_Of_Time

❑연동부와 I/O간의 PDi 송수신

연동부와 I/O간의 PDi 송수신 방식은 아래와 같다.



✔MSG_State_Of_Output Channel(출력 채널 설정)

MSG_State_Of_Output Channel 구조는 아래와 같다.

- Message Type : 0X0001
- Message 구조는 아래와 같다.
- Byte No 43 : 출력채널 수 ; 5 Unit X 8 Port = 40 (28H)

44~51 : I/O Card #1 Port 1 ~ Port 8

52~59 : I/O Card #2 Port 1 ~ Port 8

60~67 : I/O Card #3 Port 1 ~ Port 8

68~75 : I/O Card #4 Port 1 ~ Port 8

76~83 : I/O Card #5 Port 1 ~ Port 8

- Data

0X01 : Channel Switch Off

0X02 : Channel Switch On

✔MSG_State_Of_Input Channel(입력 채널 설정)

MSG_State_Of_Input Channel 구조는 아래와 같다.

- Message Type : 0X0003
- Message 구조는 위의 출력채널 형태와 동일(Byte No 43 ~ 83)
- Data

  0X01 : 입력 Channel Switch Off

  0X02 : 입력 Channel Switch On

  0X03 : 입력 Channel 장애 (A/B 불일치)

(41) 성능 및 신뢰성검증 현차시험

(가) 시험 계획

◯시험선로 자체시험 및 성능 검증

참여기관 : 대아티아이㈜, ㈜혁신전공사, 철도신호사업연구조합

일시 : 2020.05.25 ~ 2020.06.01

장소 : 오송 종합시험선로

시험 주행 방법 : 아래 시험 항목으로 TS-02 역과 TS-03 역을 왕복 운행한다.

시험 항목	시험 구성	시험 결과	비고
하행 방향 열차 운행시험	출발역: TS-02 역, 1T 도착역: TS-03 역, 2T	■ 양호 □불량	
상행 방향 열차 운행시험	출발역: TS-03 역, 2T 도착역: TS-02 역, 1T	■ 양호 □불량	

(나) 시험 진행

하행 방향 열차 운행시험

①. TS-02 역 열차 출발 전

시험 항목	하행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-02 역, 1T 도착역 : TS-03 역, 2T
시험 내용	TS-02 역 열차 출발 전 상태
시험 결과	 -열차 출발 전 상태 정상

②. TS-02 역 진로 취급

시험 항목	하행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-02 역, 1T 도착역 : TS-03 역, 2T
시험 내용	TS-02 역 4A 출발 진로 취급 TS-03 역 1A 장내 진로 취급
시험 결과	 -TS-02 역 4A 출발 진로 취급 결과 정상 / 4A 신호기 진행 현시 정상 -TS-03 역 1A 장내 진로 취급 결과 정상 / 1A 신호기 진행 현시 정상 -폐색 신호기 진행 현시 정상

③. TS-02 역 열차 출발

시험 항목	하행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-02 역, 1T 도착역 : TS-03 역, 2T
시험 내용	TS-02 역 열차 출발 TS-02 역 51T 궤도 점유 TS-02 역 4A 신호기 정지
시험 결과	 -TS-02 역 열차 출발 후 TS-02 역의 51T 궤도 점유 정상 -열차 출발 후 TS-02 역 4A 신호기 정지 현시 정상

④. 폐색 궤도 진입

시험 항목	하행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-02 역, 1T 도착역 : TS-03 역, 2T
시험 내용	B102T 폐색 궤도 점유 폐식 신호기 정지
시험 결과	 -열차 폐색 궤도 점유 후 폐색 신호기 정지 현시 정상.

⑤. TS-03 역 장내 궤도 진입

시험 항목	하행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-02 역, 1T 도착역 : TS-03 역, 2T
시험 내용	TS-03 역 XT 궤도 점유 TS-03 역 1A 신호기 정지
시험 결과	 -열차 TS-03 역 XT 궤도 점유 정상 -TS-03 역 1A 신호기 정지 현시 정상

⑥. TS-03 역 열차 도착

시험 항목	하행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-02 역, 1T 도착역 : TS-03 역, 2T
시험 내용	TS-03 역 2T 궤도 열차 도착
시험 결과	 -열차 TS-03 역 2T 궤도 도착 정상

-상행방향 열차 운행 시험

⑦. TS-03 역 열차 출발 전

시험 항목	상행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-03 역, 2T 도착역 : TS-02 역, 1T
시험 내용	TS-03 역 열차 출발 전 상태
시험 결과	 -열차 출발 전 상태 정상

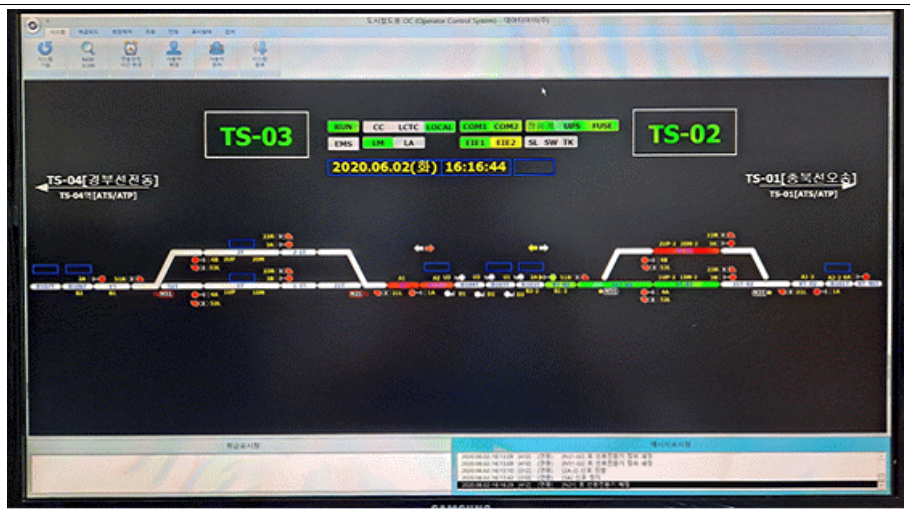
⑧. TS-03 역 진로 취급

시험 항목	상행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-03 역, 2T 도착역 : TS-02 역, 1T
시험 내용	TS-03 역 3A 출발 진로 취급 TS-02 역 2A 장내 진로 취급
시험 결과	 -TS-03 역 3A 출발 진로 취급 결과 정상 / 3A 신호기 진행 현시 정상 -TS-02 역 2A 장내 진로 취급 결과 정상 / 2A 신호기 진행 현시 정상 -폐색 신호기 진행 현시 정상

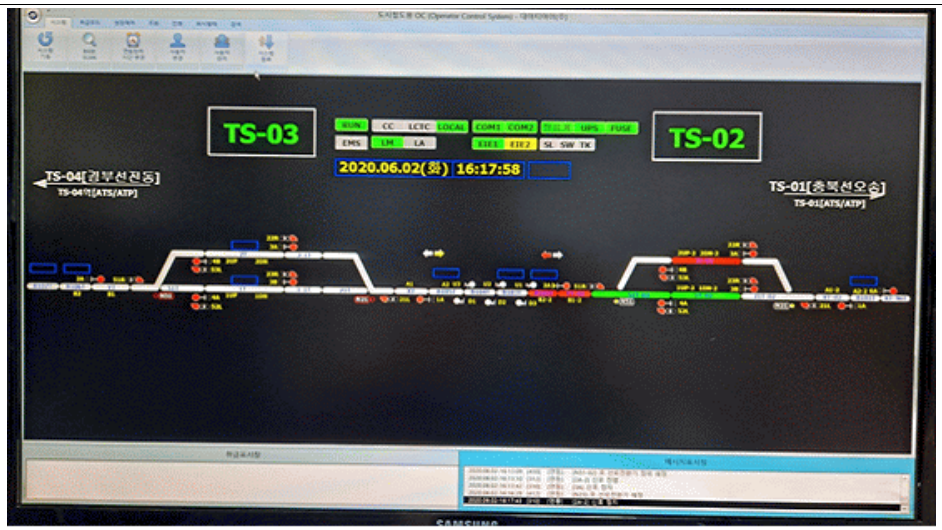
⑨. TS-02 역 열차 출발

시험 항목	상행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-03 역, 2T 도착역 : TS-02 역, 1T
시험 내용	TS-03 역 역 열차 출발 TS-03 역 2-1T 궤도 점유 Ts-03 역 3A 신호기 정지
시험 결과	 -TS-03 역 열차 출발 후 TS-03 역의 2-1T 궤도 점유 정상 - 열차 출발 후 TS-03 역 3A 신호기 정지 현시 정상

⑩. 폐색 궤도 진입

시험 항목	상행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-03 역, 2T 도착역 : TS-02 역, 1T
시험 내용	B105T 폐색 궤도 점유 폐색 신호기 정지
시험 결과	 -열차 폐색 궤도 점유 후 폐색 신호기 정지 현시 정상.

⑪. TS-02 역장내 궤도 진입

시험 항목	상행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-03 역, 2T 도착역 : TS-02 역, 1T
시험 내용	TS-02 역 YT 궤도 점유 TS-02 역 2A 신호기 정지
시험 결과	 -열차 TS-02 역 YT 궤도 점유 정상 -TS-02 역 2A 신호기 정지 현시 정상

⑫. TS-02 역열차 도착

시험 항목	상행 방향 열차 운행시험
시험 구성	출발역 : TS-03 역, 2T 도착역 : TS-02 역, 1T
시험 내용	TS-02 역 1T 궤도 열차 도착
시험 결과	 **-열차 TS-02 역 1T 궤도 도착 정상**

(다) 현차시험 및 시연회

IP 기반 전자연동장치 현장 운행시험 시연회

-일시 : 2020.06.02 / 13 시 ~ 17 시

-장소 : 오송 철도종합시험선로

-주최 : 대아티아이㈜, ㈜혁신전공사, 철도신호사업연구조합, 에스트랜스포트

-참석기관 : 한국철도시설공단, 한국철도공사, 네오트랜스, 국토교통과학기술진흥원

DAEATI

IP기반 철도전자연동장치 회의록

MEETING TITLE
회의록

Contract Number	Meeting Number	Meeting Date	Meeting Time
		2020.06.02	13:00~17:00
Doc. Number	**Meeting Place**	**Meeting Company**	**Meeting Member**
	철도기술연구원 시험동	한국철도공사 외 5	19

Member Confirmation

No.	Company	Name	Role	Signature
1	철도공단	신정남	차장	신정남
2	〃	선동권	사원	선동권
3	〃	한준희	사원	한준희
4	〃	신재범	부장	신재범
5	철도공단	성동원	책임	성동원
6	네오텍산업(주)	강병욱	선임	강병욱
7	철도공단	이민수	사원	이민수
8	한국철도협회	강신주	주임	강신주
9	〃	강태훈	과장	강태훈
10	한국철도협회	서승우	차장	서승우
11	〃	박희훈	차장	박희훈
12	〃	배희석	차장	배희석

Member Confirmation

No.	Company	Name	Role	Signature
13	철도공단	황계진	주임	
14	에스트랜시트	이동하	이사	
15	대아티아이	김태권	상무	
16	〃	이홍수	부장	이홍수
17	〃	이재한	차장	이재한
18	〃	한미옥	대리	한미옥
19	〃	황이준	사원	황이준

-진행 순서

시간	내용	비고
14:00 ~ 15:00 (60 분)	과제개요 및 개발 제품 설명	대아티아이(김태권 책임)
15:00 ~ 15:30 (30 분)	전자연동장치 기능 시연(연동논리부)	대아티아이
15:30 ~ 15:40 (10 분)	연동논리부 질의/응답	참석기관
15:40 ~ 16:00 (20 분)	이동(TS-02 역 -> TS-03 역)	
16:00 ~ 16:20 (20 분)	전자연동장치 기능 시연(IP 제어부)	혁신전공사(강신주 책임)
16:20 ~ 16:30 (10 분)	질의/응답, 의견 청취	연구기관









TS-02역 현장 시연회

그림 201 시연회 사진



TS-03역 현장시연회



시연회 종료 후 단체사진

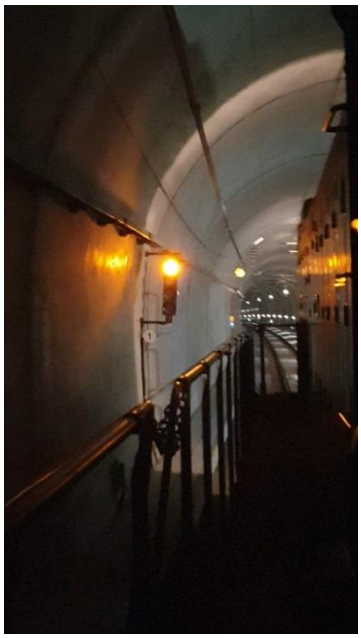
	
현차시험에 투입된 열차	시연회 당시 현장 열차 탑승 사진

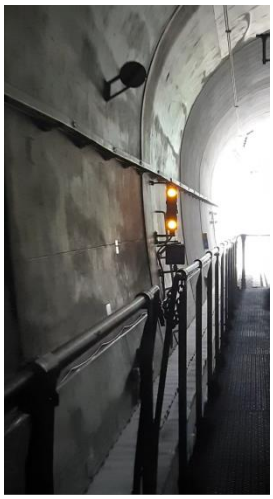
	
IP기반 전자연동장치의 선로전환기 및 신호기 제어	

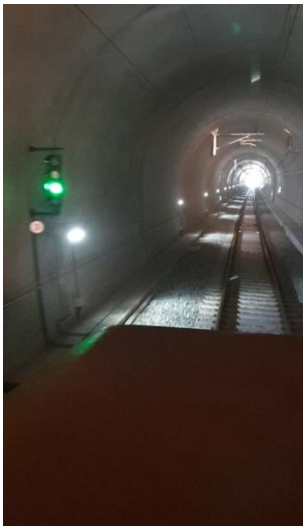
(라)　차량 탑승 왕복 정상운행

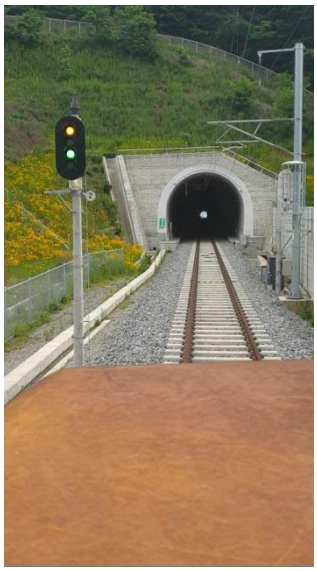
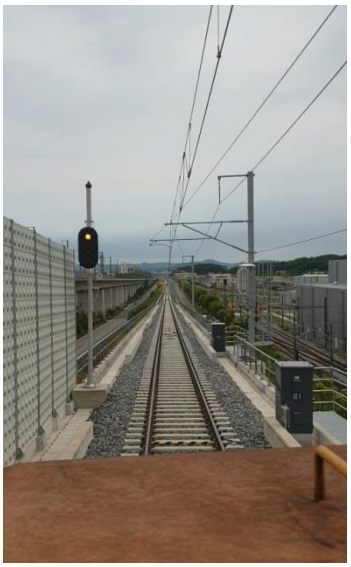
	
신호기 정지상태	신호취급후 진행상태

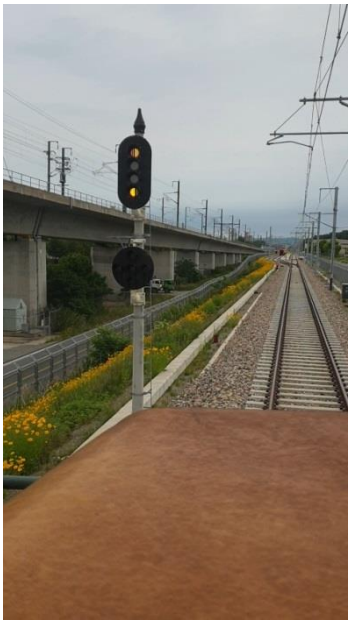
		
출발후 하3신호기 진행	시험제1터널 진입	하2호신호기 주의진행

		
시험제3터널 진입	시험제2터널 진입	하1호주 주의현시

	
시험제2터널 내부 YY현시	시험제5교 정지

		
시험제3터널 진입	하3호주 진행	시험제2터널 진입

		
상2호주 주의진행 현시	시험제2터널 진입	상1호주 Y현시

	
TS-02 플랫폼 YY 현시	TS-02 플랫폼 정차 정지신호

(마) 연동검사 시험성적서

연동검사 시험성적서

Project	Document Number	Rev.	Date
IP기반 철도전자연동장치 실용화	IPEIS_D009	0A	2018 - 11 - 9

연동검사 시험성적서

시험종목	연동검사 시험성적서		
시험대상	IP기반 철도전자연동장치		
시험일자	2018년 11 월 9 일		
시험장소	대아티아이 주식회사		
시험자	소속	성명	서명
	대아티아이㈜	안영모	
입회자	소속	성명	서명

번호	시 험 종 류	시 험 내 용
1	OPC - 전자연동장치 Message	OPC에서 전자연동장치로 전송하는 Message가 정상적인지 검사한다.
2	전자연동장치 - OPC Message	전자연동장치에서 OPC로 전송하는 Message가 정상적인지 검사한다.
3	OPC - 전자연동장치 제어 정보	OPC에서 전자연동장치로 전송하는 제어 정보가 정상적인지 검사한다.
4	전자연동장치 - OPC 표시 정보	전자연동장치에서 OPC로 전송하는 표시 정보가 정상적인지 검사한다.
5	표시 및 제어용 ID 생성	표시 및 제어용 Element ID 생성이 정상적인 검사한다.

Project	Document Number	Rev.	Date
IP기반 철도전자연동장치 실용화	IPEIS_D009	0A	2018 - 11 - 9

연동검사 시험성적서

TEST ID	IP 기반 철도전자연동장치 - 001	구분	통신 프로토콜
제품명	IP 기반 연동장치	시험항목	OPC - 전자연동장치 Message

No	검사항목	판정기준	판정	비고
1	초기 폴링 Message	- OPC 는 통신접속 상태를 확인 및 전자연동장치로부터 시스템 정보 및 전체 Element 의 실사용 개수 정보를 받기 위하여 초기폴링(Initial Polling) Message 를 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
2	폴링 Message	- OPC 는 전자연동장치로부터 Element 들의 상태변화정보 데이터, 이벤트 데이터, Basescan 상태정보 데이터의 요청을 위해 폴링(Polling) Message 를 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
3	제어 Message	- OPC 는 전자연동장치로부터 Element 들의 상태변화정보 데이터, 이벤트 데이터, Basescan 상태정보 데이터의 요청을 위해 폴링(Polling) Message 를 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
4	비상제어 Message	- 현장의 신호설비 장치와 기기에 대한 비상제어 Message 를 전자연동장치로 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

DAEATI 대아티아이

5	마스터클럭 설정 Message	- 상태 및 에러정보 등 각종 정보의 기록시각을 통일시키기 위하여 사용자 취급에 의한 마스터 클럭(Master Clock)을 전자연동장치로 전송하며, 전자연동장치는 마스터 클럭 Message 를 수신할 경우 수신된 마스터 클럭(Master Clock)으로 시스템 시간을 재설정하여 설정이 정상적으로 되었는지 확인한다.	■합격 □불합격	
6	열차번호제어 Message	- 전자연동장치에서 관리되는 열차번호의 생성, 수정, 삭제, 변경 관리를 위한 제어 Message 를 전자연동장치로 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	- 제어코드에 따라 제어 사항과 데이터 내용이 달라진다.
7	Basescan 요구 Message	- 전자연동장치로부터 전체 Element 의 상태정보 값을 받기 위하여 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
8	링크 Message	- 전자연동장치와의 통신접속 상태를 확인하기 위해 링크(Link) Message 를 전송하며, 링크(Link) Message 의 응답 Message 로 전자연동장치로부터 전송된 링크(Link) Message 를 수신 받는지 확인한다.	■합격 □불합격	

Project	Document Number	Rev.	Date
IP기반 철도전자연동장치 실용화	IPEIS_D009	0A	2018 - 11 - 9

연동검사 시험성적서

TEST ID	IP 기반 철도전자연동장치 - 002	구분	통신 프로토콜
제품명	IP 기반 연동장치	시험항목	전자연동장치 - OPC Message

No	검사항목	판정기준	판정	비고
1	초기 응답 Message	- 전자연동장치는 초기폴링(Initial Polling) Message 를 수신하면 송신용 통신데이터 큐(Que)에 송신데이터(Element Table 정보 데이터)가 존재하면 해당 데이터를 전송하고, 송신용 통신데이터 큐(Que)에 송신데이터가 존재하지 않으면 ACK Message 를 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
2	폴링 응답 Message	- 전자연동장치는 초기폴링(Initial Polling) Message 를 수신하면 송신용 통신데이터 큐(Que)에 송신데이터(Element Table 정보 데이터)가 존재하면 해당 데이터를 전송하고, 송신용 통신데이터 큐(Que)에 송신데이터가 존재하지 않으면 ACK Message 를 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
3	ACK Message	- 전자연동장치는 수신된 정상적인 Message 에 대한 응답 Message 로 ACK Message 를 전송하며, 수신된 확인(ACK/NACK) Message 와 링크(Link) Message 에 대해서는 응답하지 않는지 확인한다.	■합격 □불합격	
4	NACK Message	- 전자연동장치는 수신된 Message 를 처리하는 과정에서 시간초과를 포함한 오류가 검출될 경우 Message 재전송의 요구를 위해 NACK Message 를 전송하는지 확인한다.	■합격 □불합격	- 수신된 확인(ACK/NACK) Message 와 링크(Link) Message 에 대해서는 응답하지 않는다.

DAEATI 대아티아이

5	링크 Message	- 전자연동장치는 링크(Link) Message 를 수신하면 링크(Link) Message 를 응답 Message 로 전송하는지 확인한다.	▣합격 □불합격	

Project	Document Number	Rev.	Date
IP기반 철도전자연동장치 실용화	IPEIS_D009	0A	2018 - 11 - 9

연동검사 시험성적서

TEST ID	IP 기반 철도전자연동장치 - 003	구분	통신 프로토콜
제품명	IP 기반 연동장치	시험항목	OPC - 전자연동장치 제어 정보

No	검사항목	판정기준	판정	비고
1	제어정보 Message 제어코드	- 제어 정보 Message 의 제어 코드가 정상적으로 통신하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
2	알람경보정지 제어	- 알람경보정지 제어가 정상적으로 동작하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
3	시스템 기동 제어	- 연동논리부 시스템의 기동 제어 명령이 정상적으로 통신하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
4	운영모드 절체	- 운영모드의 절체가 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	

DAEATI 대아티아이

5	신호기 일괄정지 설정 및 해제	- 신호기의 일괄정지 설정 및 해제를 정상적으로 제어하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
6	입환표지 소등 설정 및 해제	- 신호기의 일괄정지 설정 및 해제를 정상적으로 제어하는지 확인한다.	■합격 □불합격	- 입환표지(신호기)
7	남/북 히터 ON/OFF 제어	- 남/북 히터 ON/OFF 제어 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	
8	궤도회로 구분진로비상 해정 제어	- 궤도회로 구분진로비상해정 제어 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	
9	선로전환기 전환 제어	- 선로전환기의 전환 제어 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	

10	진로 취급 설정 및 취소	- 진로의 취급 설정 및 취소 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	
11	신호 정지 제어	- 신호 정지 제어 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	
12	연동 / 자동 폐색 제어	- 연동/자동 폐색 제어 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	
13	운전취급주의 표 설정 및 해제	- 운전취급주의표(표찰)의 설정 및 해제 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	
14	지장물검지장치 고장정보 제어	- 지장물검지장치 고장정보의 제어 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	■합격 □불합격	

15	절연구간예고장치 고장정보 제어	- 절연구간예고장치 고장정보 제어 설정이 정상적으로 이루어지는지 확인한다.	▣합격 □불합격	

Project	Document Number	Rev.	Date
IP기반 철도전자연동장치 실용화	IPEIS_D009	0A	2018 - 11 - 9

연동검사 시험성적서

TEST ID	IP 기반 철도전자연동장치 - 004	구분	통신 프로토콜
제품명	IP 기반 연동장치	시험항목	전자연동장치- OPC 표시 정보

No	검사항목	판정기준	판정	비고
1	표시정보 Message 상태코드	- 표시정보 Message 가 정상적으로 나타나는지 확인한다.	■합격 □불합격	
2	시스템 기동 상태 표시정보	- 시스템의 기동 상태를 표시하는 정보이며, 시스템 기동 상태 정보는 1 계 상태와 2 계 RUN 상태를 RUN 표시램프 버튼의 좌우(좌-1 계, 우-2 계) 반씩 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
3	취급운영모드 상태 표시정보	- 시스템의 취급운영모드 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 나타나는지 확인한다.	■합격 □불합격	
4	연동논리부 1 계 시스템 상태 표시정보	- 연동논리부 1 계의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

DAEATI 대아티아이

5	연동논리부 2 계 시스템 상태 표시정보	- 연동논리부 2 계의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
6	주 전원 N1 상태 표시정보	- 주 전원 N1 의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
7	주 전원 N2 상태 표시정보	- 주 전원 N2 의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
8	UPS 상태 표시정보	- UPS 의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
9	정류기 상태 표시정보	- 정류기의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

10	축전지 상태 표시정보	- 축전지의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
11	FUSE 상태 표시정보	- FUSE 의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
12	북쪽 선로전환기(P 북) 전원 표시정보	- 북쪽 선로전환기(P 북) 전원 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
13	남쪽 선로전환기(P 북) 전원 표시정보	- 남쪽 선로전환기(P 북) 전원 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
14	신호기 고장 상태 표시정보	- 신호기 고장 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

15	선로전환기 고장상태 표시정보	- 선로전환기 고장상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
16	궤도회로 고장상태 표시정보	- 궤도회로 고장상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
17	신호기 일괄정지 제어상태 표시정보	- 신호기 일괄정지 제어상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
18	입환표지(신호기) 소등 제어상태 표시정보	- 입환표지(신호기) 소등 제어상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
19	북쪽 히터 제어상태 표시정보	- 북쪽 히터의 제어상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

20	남쪽 히터 제어상태 표시정보	- 남쪽 히터의 제어상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
21	궤도회로 상태 표시정보	- 궤도회로의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
22	궤도회로 표찰 설정상태 표시정보	- 궤도회로 표찰 설정상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
23	신호기(주신호/입환신호기/입환표지) 상태 표시정보	- 신호기(주신호/입환신호기/입환표지) 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
24	구내 폐색신호기 상태 표시정보	- 구내 폐색신호기의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

25	폐색구간 신호기 상태 표시정보	- 폐색구간 신호기의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
26	연동/자동 폐색(취급버튼/방향표) 상태 표시정보	- 연동/자동 폐색(취급버튼/방향표) 의 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
27	선로전환기 상태 표시정보	- 선로전환기의 기동 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
28	건널목 고장상태 표시정보	- 건널목의 고장상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
29	지장물검지장치 고장상태 표시정보	- 지장물검지장치의 고장상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

30	절연구간예고 장치 고장상태 표시정보	- 절연구간예고장치의 고장상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
31	확장랙 정류기 상태 표시정보	- 확장랙의 정류기 상태를 표시하는 정보가 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	
32	진로 설정 제어 상태 표시정보	- 진로 설정 제어 상태를 표시하는 정상적으로 현상태를 표시하는지 확인한다.	■합격 □불합격	

Project	Document Number	Rev.	Date
IP기반 철도전자연동장치 실용화	IPEIS_D009	0A	2018 - 11 - 9

연동검사 시험성적서

TEST ID	IP 기반 철도전자연동장치 - 005	구분	통신 프로토콜
제품명	IP 기반 연동장치	시험항목	표시 및 제어용 ID 생성

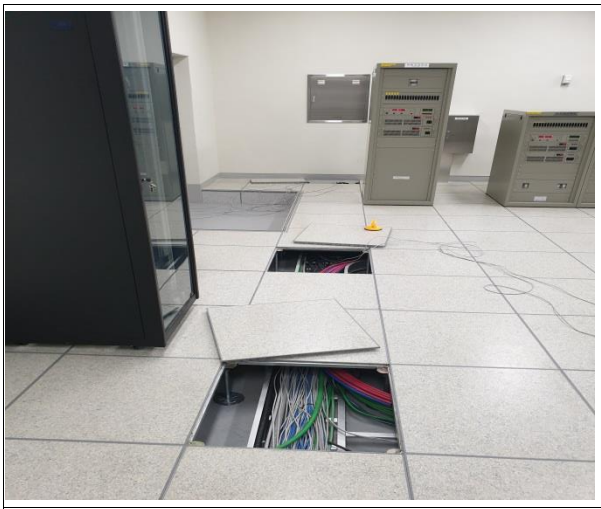
No	검사항목	판정기준	판정	비고
1	표시 및 제어용 ID 생성	- 표시 및 제어용 ID 가 정상적으로 확인되었는지 확인한다. .	■합격 □불합격	

DAEATI 대아티아이

(바) IP 기반 전자연동장치 시험장비 철거

일시 : 2020.06.03 ~ 2020.06.09

장소 : 오송 철도종합시험선로




통신케이블 철거사진






병렬 설치되었던 연동장치 및 절체기 결선 철거

(사)　시험품 철거 후 시험선 정상동작 확인







철거 후 통제실 동작 확인 정상

(42) 현차시험 감독 분석 보고서

(가) 안전 및 보안 대책

『철도종합시험선 구간』

현차시험 안전 및 보안대책

2020.2.

한국철도시설공단

인재개발연구원 기술연구처

○목적

본 시험은 철도종합시험선에서 안전 및 보안대책(영업운행안전관리 계획 점검, 안전 및 보안 관련 소요설비 검토 및 확보)을 위한 절차를 기술한다.

○적용범위

본 절차서는 철도종합시험선 구간에 비치된 철도사고에 대응하기 위한 세부 대응절차와 조치사항 및 유관기관의 협조사항 등을 규정한 매뉴얼, 철도사고에 대비한 비상용품을 대상으로 한다.

○참조문서 및 규격

-철도안전법, 비상대응 계획

-도시철도차량 기술기준

○시험조건

-철도사고 관련 매뉴얼 및 비상용품 비치

○시험장비

없음

○안전 및 보안대책

항목	기준
시험운행 안전관리 계획 점검	○ 매뉴얼 비치 여부 - 열차사고, 고장, 천재지변 등 철도사고에 대응하기 위한 세부 대응절차와 조치사항 및 유관기관의 협조사항 등을 규정한 매뉴얼 작성 · 비치 여부 ○ 안전 및 기능 작동 정상 여부 - CCTV 상태 점검 - 안전통제 방송장치 작동 이상유무 점검 - 비상통화장치 작동 이상유무 점검
안전 및 보안 관련 소요설비 검토 및 확보	○ 안전 비품 정상 동작 여부 - 운전실 비치 손전등 점검 - 객실 인터폰 기능점검

○부적합/보완사항 처리

-시험결과 허용기준치를 초과하는 부적합개소에 대하여 지체 없이 조치계획을 시설관리자와 협의하여 작성 조치한다.

-관계법령 및 지침, 설계. 시공기준, 철도운영자와 사전에 합의한 사항을 위반하지 아니하였으나 철도운영상 보완이 필요한 사항은 보완사항 조치계획서에 그 내용을 기록하되 조치계획은 관계기관과 협의하여 수립. 시행한다.

『철도종합시험선 구간』

시험운영시운전 시험 절차서

시험차량 진출입

2020. 2.

한국철도시설공단

인재개발연구원 기술연구처

○목적

본 시험은 철도종합시험선에서 운영할 시험선 운영차량 및 형식시험차량(철도종합시험선 내에서 운영하는 차량 및 시험의뢰자의 형식시험차량)의 진출입을 위한 절차를 기술한다.

○적용범위

본 절차서는 철도종합시험선 구간 및 운행할 열차를 대상으로 한다.

○용어 정의 및 약어

-시험선 운영차량 : 철도종합시험선 내에서 운영하는 시험차량

-형식시험차량 : 시험의뢰자가 요청한 형식시험 대상차량

○참조문서 및 규격

국토부 철도차량 형식승인 기술기준

○시험조건

-시험통제센터에서 TTC 제어로 운행상태가 확인이 가능한 상태

-본선 내 신호, 통신 등 관련 설비가 정상 상태

-본선 내 급전완료되어 운행에 지장이 없는 상태

-본선 선로 내 운행에 저해되는 지장물 및 작업이 없는 상태

○시험 절차 및 측정결과 처리

-시험절차

평가 항목	시험 절차
오송역 관제와 시험선 통제센터와의인터페이스	①오송역영업선관제사의시험선열차통제사와의통신확인 ②시험선진입을위한신호및분기기조작확인 ③오송역영업선관제사와시험선열차통제사와의차량통제안수통신확인
시험선진입조치	①시험선열차통제센터와기관사와의통신확인 ②시험선통신및신호상태확인 ③시험차량(또는기관차)의시험선진입확인
시험차량유치	①유치선상태확인 ②유치선까지의신호및통신확인 ③시험차량유치완료상태확인
기관차회송조치 (필요시)	①기관차(또는견인차) 분리조치확인 ②기관사와열차통제센터와회송통신확인 ③시험선출고를위한신호및분기기조작확인 ④오송역영업선관제사의시험선열차통제사와의통신확인 ⑤기관차의시험선출고확인
시험차량회송	①오송역영업선관제사와의시험차량출고인됨통신확인 ②열차통제사와시험차량기관차와의통신확인 ③시험선진입을위한신호및분기기조작확인 ④오송역영업선관제사에게시험차량관제권안계이부확인
시험선진출입통제	①시험선진출입금지신호조작확인 ②시험선내안전및보안조치사항확인 ③시험선종료조치확인

-시험을 시행하고 그 결과기록부를 작성 제출 한다.

○부적합/보완사항 처리

-시험결과 허용기준치를 초과하는 부적합개소에 대하여 지체 없이 조치계획을 시설관리자와 협의하여 작성 조치한다.

-관계법령 및 지침, 설계.시공기준, 철도운영자와 사전에 합의한 사항을 위반하지 아니하였으나 철도운영 상 보완이 필요한 사항은 보완사항 조치계획서에 그 내용을 기록하되 조치계획은 관계기관과 협의하여 수립.시행한다.

(다) 연동기능 및 장치 간 정보전송 점검

○목적

본 시험은 시험열차 운행에 따른 연동기능 및 장치간 정보전송이 제대로 이루어지는지를 확인하는 시험이다.

○적용범위

본 시험절차서는 전자연동장치의 연동기능 및 장치간 정보전송 시험을 목적으로 작성되었으며 전자연동장치를 대상으로 한다.

○용어 정의 및 약어

-연동장치(Interlocking)

열차의 운전취급이나 신호설비 조작시 오동작이나 부정동작을 하지 않도록 신호기, 선로전환기, 궤도회로 등을 일정한 순서에 따라 상호 쇄정하고 조건을 연쇄하여 구성한 장치를 말한다.

-전기 연동장치(Relay Interlocking)

계전기를 회로별로 조합하여 조건을 연쇄시킨 연동장치를 말한다.

-전자연동장치(Electronic Interlocking)

컴퓨터를 이용하여 소프트웨어 로직으로 연쇄시킨 연동장치를 말한다.

-쇄정(Locking)

신호기 및 선로전환기 등을 일정한 동작원칙과 순서에 의하지 않고서는 전기적 또는 기계적으로 조작할 수 없도록 하는 것을 말한다.

-연쇄(Interlocking)

둘 이상의 신호기, 선로전환기, 궤도회로를 상호간에 쇄정 관계를 갖는 것을 말한다.

-상시쇄정(Usually Lock)

평상시 사용하지 않는 기기를 전기 또는 기계적으로 쇄정하는 것을 말한다.

-과주여유거리(Overrunning Allowable Distance)

열차 또는 차량을 소정의 정지위치에 정지시키지 못하여 그 위치를 지나칠 경우에 발생할 수 있는 사고를 방지하기 위한 안전정지거리를 말한다.

○참조 규격 및 문서

-철도종합시험운행 시행지침

-한국철도시설공단 시공관리절차서-64 (종합시험운행, Rev.13)

-수서고속철도 수서~평택간 시설물검증시험절차서<SI_05 연동장치 기능시험> 시험절차서

○시험조건

-본 시험은 모든 현장설비 및 인터페이스 되는 장비와의 연결상태 및 동작이 정상적인 상태로 ATP/전자연동장치 동적시험이 완료된 상태어야 한다.

-시험될 선로 사용가능(타 작업의 점유가 없고 운행 장애가 없어야 함)

-시험대상 차량의 차상 "ATP 시스템"의 정상 동작이 검증된 차량이어야 함

○시험장비 및 측정방법

-시험장비

시험열차 1 편성

-측정방법

역조작반(LCP)에서 현장설비를 제어하고 표시 및 제어의 상태를 확인한다.

○시험절차

-역조작반(LCP)에서 연동장치 기능시험 지장여부를 확인한다.

-역조작반(LCP)에서 현장제어의 이상유무를 파악하고 제어시험을 진행한다.

○시험(측정) 데이터의 처리 및 분석방법

-전자연동장치 연동기능 및 장치간 정보전송이 적합하게 표출되는지 확인한다.

○평가기준

시험항목	기준
연동기능 및 장치간 정보전송	각 항목별 제어 및 표시상태의 적합성 판단 (정상 : 적합 / 비정상 : 부적합)

○부적합/보완사항 처리

-시험결과 허용기준치를 초과하는 부적합개소에 대하여 지체없이 조치계획을 수립, 종합시험팀장에게 제출하고 작업을 시행하여야 한다.

-관계법령 및 지침, 설계 시공기준, 철도운영자와 사전에 협의한 사항을 위반하지 아니하였으나 철도운영상 보완이 필요한 사항은 보완사항 조치계획서에 그 내용을 기록하되 조치계획은 관계기관과 협의하여 수립. 시행한다.

(라) 현차시험 감독 및 결과

차량을 운행하여 IP 전자연동장치 시작품을 시험함에 따른 현차시험이 원활하게 진행되도록 협의하고 그 진행현황을 감독함

가. 현차시험을 위한 안전관리 계획 수립

○ 종합시험선로의 안전 및 보안대책 마련

- 차량 운행에 따른 매뉴얼, 안전대책, 비상시 조치방안 등

○ 시험차량 진출입에 따른 안전계획 마련

- 오송차량기지↔종합시험선로 진출입 간의 신호/통신, 관제 등

○ 전자연동장치 정보전송 안전계획 마련

- 연동도표, 연동정보 처리 절차, 신호기/선로전환기 취급 등

나. 현차시험을 위한 시험선 사용 수수료 납부

○ 시험기간 중 발생하는 현차시험 운행비용 납부

- 디젤기관차 운행비용 금7,058,700원 (‘20.5.26)

붙임 1. 현차시험을 위한 종합시험선로 시작품 설치 협의 문서 각 1부.
2. 현차시험 안전 및 보안대책 1부.
3. 시험차량 진출입 안전계획 1부.
4. 연동기능 및 장치간 정보전송 점검계획 1부.
5. 현차시험 운행 비용 납부 1부.

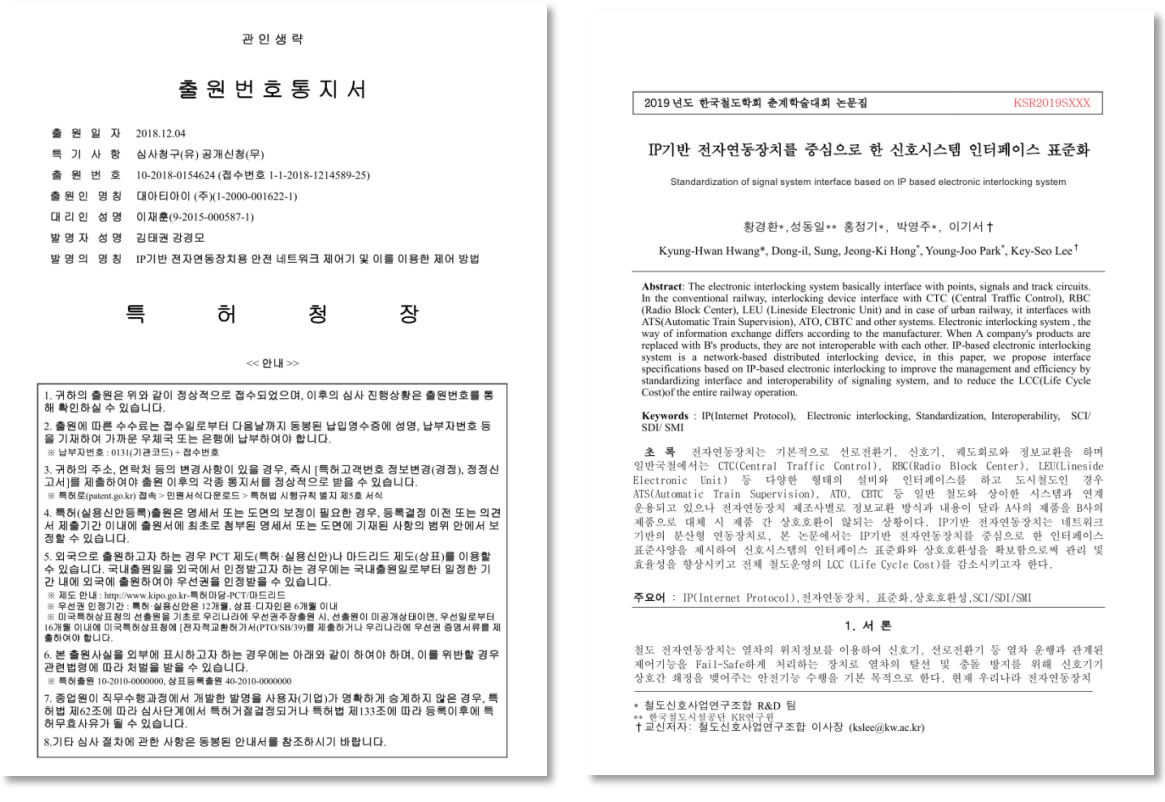
(43) 3 차년도 성과물

번호	구분(논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문/게재지/특허 등록 국가	논문 게재일/특허 등록일
1	특허등록	IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법	대아티아이㈜	주저자	대한민국	2019.09
2	논문	IP 기반 전자연동장치를 중심으로 한 신호시스템 인터페이스 표준화	철도신호사업연구조합, 한국철도시설공단	공동	한국철도학회 학술대회논문집	2019.05

표 133 3 차년도 성과물

○ 특허등록 [IP 기반 전자연동장치용 안전네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법]

○ 논문 [IP 기반 전자연동장치를 중심으로 한 신호시스템 인터페이스 표준화]



관 인 생 략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2018.12.04
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출 원 번 호 10-2018-0154624 (접수번호 1-1-2018-1214589-25)
출 원 인 명 칭 대아티아이 (주)(1-2000-001622-1)
대 리 인 성 명 이재훈(9-2015-000587-1)
발 명 자 성 명 김태권 강경모
발 명 의 명 칭 IP기반 전자연동장치용 안전 네트워크 제어기 및 이를 이용한 제어 방법

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 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제3호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 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-특허마당-PCT·마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허 실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8.기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

2019 년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집 KSR2019SXXX

IP기반 전자연동장치를 중심으로 한 신호시스템 인터페이스 표준화

Standardization of signal system interface based on IP based electronic interlocking system

황경환*,성동일** 홍정기*, 박영주*, 이기서†

Kyung-Hwan Hwang*, Dong-il, Sung, Jeong-Ki Hong*, Young-Joo Park*, Key-Seo Lee†

Abstract: The electronic interlocking system basically interface with points, signals and track circuits. In the conventional railway, interlocking device interface with CTC (Central Traffic Control), RBC (Radio Block Center), LEU (Lineside Electronic Unit) and in case of urban railway, it interfaces with ATS(Automatic Train Supervision), ATO, CBTC and other systems. Electronic interlocking system , the way of information exchange differs according to the manufacturer. When A company's products are replaced with B's products, they are not interoperable with each other. IP-based electronic interlocking system is a network-based distributed interlocking device, in this paper, we propose interface specifications based on IP-based electronic interlocking to improve the management and efficiency by standardizing interface and interoperability of signaling system, and to reduce the LCC(Life Cycle Cost)of the entire railway operation.

Keywords : IP(Internet Protocol), Electronic interlocking, Standardization, Interoperability, SCI/SDI/ SMI

초 록 전자연동장치는 기본적으로 선로전환기, 신호기, 궤도회로와 정보교환을 하며 일반국철에서는 CTC(Central Traffic Control), RBC(Radio Block Center), LEU(Lineside Electronic Unit) 등 다양한 형태의 설비와 인터페이스를 하고 도시철도인 경우 ATS(Automatic Train Supervision), ATO, CBTC 등 일반 철도와 상이한 시스템과 연계 운용되고 있으나 전자연동장치 제조사별로 정보교환 방식과 내용이 달라 A사의 제품을 B사의 제품으로 대체 시 제품 간 상호호환이 않되는 상황이다. IP기반 전자연동장치는 네트워크 기반의 분산형 연동장치로, 본 논문에서는 IP기반 전자연동장치를 중심으로 한 인터페이스 표준사양을 제시하여 신호시스템의 인터페이스 표준화와 상호호환성을 확보함으로써 관리 및 효율성을 향상시키고 전체 철도운영의 LCC (Life Cycle Cost)를 감소시키고자 한다.

주요어 : IP(Internet Protocol),전자연동장치, 표준화,상호호환성,SCI/SDI/SMI

1. 서 론

철도 전자연동장치는 열차의 위치정보를 이용하여 신호기, 선로전환기 등 열차 운행과 관계된 제어기능을 Fail-Safe하게 처리하는 장치로 열차의 탈선 및 충돌 방지를 위해 신호기기 상호간 쇄정을 맺어주는 안전기능 수행을 기본 목적으로 한다. 현재 우리나라 전자연동장치

* 철도신호사업연구조합 R&D 팀
** 한국철도시설공단 KR연구원
† 교신저자: 철도신호사업연구조합 이사장 (kslee@kw.ac.kr)

그림 202 특허등록 및 논문

(44) 제 3 자검증 보고서 (TUV)

Assessment Report of

IP기반 전자연동장치(IPEIS)

(IP Based Interlocking System)

Manufacturer:
DAEATI Co., Ltd.
139, Sudo-ro, Ojeong-gu, Bucheon-si, Gyeonggi-do,
14490, Republic of Korea

Project No.: 74957581
Report No.: KR20015T
Revision: 1.0 dated 2020-07-29

Assessment Organisation

TÜV SÜD Korea Ltd.
29F, Two IFC, 10 Gukjegeumyung-ro,
Yeongdeungpo-gu, Seoul, 07326, Korea

This document may not be reproduced, in full or in part, without prior written permission.

Contents

Index page

1 Revision History 4

2 General 일반 사항 5

2.1 INTRODUCTION 개요 5

2.2 ACRONYMS AND ABBREVIATIONS 5

3 Referred Standards 7

3.1 FUNCTIONAL SAFETY 기능안전 7

3.2 QUALITY MANAGEMENT 품질 관리 7

4 Reference Documents 참고 문서들 8

4.1 DOCUMENTS OF MANUFACTURER 제조사 문서 8

4.2 DOCUMENTS OF INSPECTION BODY 검사기관의 문서들 9

4.3 FURTHER REFERENCED DOCUMENTS 추가 참고 자료 9

5 Objective / Scope 목적/범위 11

6 Organisation 조직 12

6.1 TÜV SÜD PERSONAL TÜV SÜD 인력 구성 12

6.2 DAEATI PERSONAL 대아티아이 인력 구성 12

7 Identification of the Intended System 대상 시스템 식별 13

7.1 FUNCTIONAL DEFINITION 14

7.1.1 IPEIS sub-function 17

7.2 INTERFACE DESCRIPTION 20

7.2.1 IPEIS-Track Circuit (IF_01) 20

7.2.2 IPEIS-Signal (IF_02) 20

7.2.3 IPEIS-Point (IF_03) 20

7.2.4 IPEIS-Level Crossing (IF_04) 20

7.2.5 IPEIS-Block Signal System (IF_05) 21

7.2.6 IPEIS-Power Equipment (IF_06) 21

7.2.7 IPEIS-OPC (IF_07) 21

7.2.8 IPEIS-MTC (IF_08) 21

7.2.9 IPEIS-RC (IF-09) 21

7.2.10 IPEIS-ATS (IF_10) 22

7.2.11 IPEIS-External monitoring (IF_11) 22
8 Safety Analysis Report; 안전성 분석 활동 보고서 23
8.1 REQUIREMENTS 요구사항 23
8.2 EXECUTION / RESULTS OF THE INSPECTION 조사 실행/결과 23
8.2.1 Risk assessment method 25
8.2.2 Hazard Identification; *위험원 식별* 27
8.2.3 THR and SIL allocation; THR *및* SIL *할당* 28
8.2.4 Consequence analysis; *인과 분석* 33
8.2.5 Definition of Safety Function; *안전 기능의 정의* 40
9 System Specification; 시스템 명세 44
9.1 REQUIREMENTS; 요구사항 44
9.2 EXECUTION / RESULTS OF THE INSPECTION; 조사 실행/결과 44
10 Safety Concept design; 안전 개념 설계 47
10.1 REQUIREMENTS; 요구사항 47
10.2 EXECUTION / RESULTS OF THE INSPECTION; 조사 실행/결과 47
11 Data Integrity of message; 메시지의 데이터 무결성 52
11.1 REQUIREMENTS; 요구사항 52
11.2 EXECUTION / RESULTS OF THE INSPECTION; 조사 실행/결과 52
12 Testing; 시험 58
12.1 REQUIREMENTS 요구사항 58
12.2 EXECUTION / RESULTS OF THE INSPECTION; 조사 실행/결과 58
13 Conclusion; 결론 60

1 Revision History

Version	Status	Date	Name of author	Changed chapters	Reason of change
0.1	Draft	2020-07-27	Seung-Tae Ha	-	Initial draft
0.2	Draft	2020-07-28	Seung-Tae Ha	-	Update contents
0.3	Draft	2020-07-29	Seung-Tae Ha	-	Internal review
1.0	Release	2020-07-29	Seung-Tae Ha	-	Release.

2 General 일반 사항

2.1 Introduction 개요

This is an assessment report for the IP based Interlocking System (hereinafter “IPEIS”) developed by DAEATI. It was intended to assess the hazard and risk analysis of the IPEIS according to the established documents by DAEATI. The assessment activities of overall documents based on international functional safety standards are out of scope.

The assessment was done between the dates: 2020-06-11 ~ 2020-07-27 by TÜV SÜD Korea.

본 문서는 대아티아이에서 개발된 IP기반 전자연동장치 (이하 “IPEIS”)에 대한 평가 보고서이다. 이 문서의 목적은 IP기반 전자연동장치에 대해 대아티아이에 의해 작성된 문서에 대한 IP기반 전자연동장치의 위험원 및 안전 분석 결과에 대해 평가하는 것이다. 작성된 내용이 전반적으로 국제 기능안전 표준에 부합하는지에 대한 평가는 범위에서 제외된다.

본 변경에 대한 평가는 2020년 06월 11일 ~ 2020년 07월 27일간 티유브이슈드코리아에 의해 수행되었다.

2.2 Acronyms and abbreviations

약 어	설 명
ATP	Automatic Train Protection
ATS	Automatic Train Stop
H/W	Hardware
EN	European Normative
ID	Identifier
IEC	International Electronical Committee
IP	Internet Protocol
IPEIS	IP based Electronic Interlocking System
LOP	List of Open Points
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety
RSRA	Railway Signalling Research Association; 철도신호연구조합
SF	Safety Function

약 어	설 명
S/W	Software
SIL	Safety Integrity Level
TDB	To be determined

3 Referred Standards

The following standards have been partly adapted with within this project.

아래 규격이 본 프로젝트에 제한적으로 적용되었다.

3.1 Functional Safety 기능안전

Ref.	Title
EN 50126-1:1999	Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety(RAMS)
EN 50126-2:2007	Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) – Part 2: Guide to the application of EN 50126-1 for safety
EN 50129:2003	Railway applications – Communications, signalling and processing systems – Safety-related electronic systems for signalling
EN 50159:2007	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety-related communication in transmission systems

3.2 Quality Management 품질 관리

Ref.	Title
ISO 9001:2015	Quality management systems - Requirements

4 Reference Documents 참고 문서들

4.1 Documents of manufacturer 제조사 문서

The following documents were handed over by DAEATI during assessment.

아래 문서들이 대아티아이에 의해 평가기간 동안에 제출되었다.

Ref	Document ID	Title	Date	Rev.
[D1]	IPEIS_S002	Annex 2-8.IPEIS hazard & risk analysis report 별첨 2-8. IP기반 전자연동장치 위험원분석보고서	2018.05.03	1.0
[D2]	IPEIS_D002	Annex 2-2. Point Machine design specification of IPEIS 별첨 2-2. IP기반 전자연동장치 선로전환기모듈 설계사양서	2018.11.18	1.0
[D3]	IPEIS_D004	Annex 2-3. Signal Module design specification of IPEIS IP기반 전자연동장치 신호기모듈 설계사양서	2018.11.18	1.0
[D4]	IPEIS_D003	Annex 2-4. System communication specification of IPEIS 별첨 2-4. IP기반 전자연동장치 시스템통신 사양서	2018.10.21	1.0
[D5]	IPEIS_D006	Annex 2-5. Communication test specification for IPEIS 별첨 2-5. IP기반 전자연동장치 시스템통신 시험서	2018.05.29	1.0
[D6]	IPEIS_D005	Annex 3. Safety Design Specification of IPEIS 별첨 3. IP기반 전자연동장치 안전성설계사양서	2018.05.29	1.0
[D7]	IPEIS_D007	Annex 5-1. Specification for the Maintenance Console of IPEIS 별첨 5-1. IP기반 전자연동장치 유지보수부 사양서	-	1.0
[D8]	IPEIS_D008	Annex 5-2. Communication protocol	-	1.0

		specification of IPEIS 별첨 5-2. IP기반 전자연동장치 통신 프로토콜 사양서		
[D9]	IPEIS_D001	Annex 2-1. Specification of IPEIS 별첨 2-1. IP기반 전자연동장치 사양서	2018.05.02	1.0
[D10]	-	Annex 6-1. Inspection & Test Checklist - Test Station 별첨 6-1. 시험역_ITC		-
[D11]	-	Annex 6-2. TS02 station_ITP_20181130 별첨 6-2. TS02역_시험검사계획서_20181130	2018.11.30	-
[D12]	-	Annex 6-2. TS03 station_ITP_20181130 별첨 6-2. TS03역 시험검사계획서_20181130	2018.11.30	-
[D13]	-	Annex 2-6. IPEIS System communication SW test report 별첨 2-6. IP기반 전자연동장치 시스템통신 SW시험성적서	2018.11.09	-
[D14]	-	Annex 2-7. Switchover test report for IPEIS – Redundancy Communication 별첨 2-7. IP기반 전자연동장치 2중계통신 절체시험성적서	2018.10.25	-

4.2 Documents of inspection body 검사기관의 문서들

Ref.	Title	Revision Date	Rev. No
[D15]	List of open points – DAEATI IPEIS	2020.07.27	1.0

4.3 Further referenced documents 추가 참고 자료

The following documents were handed over by DAEATI for reference.

아래 문서들이 대아티아이에 의해 참고용으로 제출되었다.

Ref	Document ID	Title	Revision Date	Rev. No

Ref	Document ID	Title	Revision Date	Rev. No
[D16]	-	상호운영성 확보 용품 제작 보고서 - 선로전환기모듈	2018.11.30	-
[D17]	-	상호운영성 확보 용품 제작 보고서 - 신호기모듈	2018.11.30	-
[D18]	-	Annex 1. Interface standard specification of IPEIS 별첨 1. IP기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준 사양서	2018.11.30	1.0

5 Objective / Scope 목적/범위

The following topics were investigated within the Hazard and Risk analysis activities:

- Definition of system functions, boundaries and assessment scope
- Used risk assessment techniques
- Scope of risk assessment
- Suitability safety function with mitigation measures

The investigation and reviews were focused on the documentation provided for the assessment of the IPEIS. Safety Inspection based on complete functional safety standards are not applied for this project.

The inspection has been done for 14 documents delivered by DAEATI, and non-conformance and insufficient items derived during inspection was documented and managed using LOP.

아래 주제들이 위험원 및 안전성 분석 활동에서 조사되었다.

- 시스템 기능, 영역 및 평가 범위에 대한 정의
- 위험원 분석에 사용된 기법
- 위험원 분석 범위
- 안전 기능과 저감 대책의 적절성

본 조사와 검토는 IPEIS평가를 위해 제공된 문서에 중점을 두었다. 완전한 기능안전규격에 따른 안전성 평가는 이 프로젝트에 적용되지 않았다.

본 평가보고서는 대아이타이에서 제공된 14개의 문서에 대하여 평가를 진행하였으며, 부적합하거나 부족한 것으로 도출된 사항들은 LOP로 작성되고 관리되었다.

6 Organisation 조직

6.1 TÜV SÜD Personal TÜV SÜD 인력 구성

The assessment was done with the following person:

- Seung-Tae Ha: Expert Functional Safety of Control systems

본 평가는 아래 인력에 의해 수행되었다.

- 하승태: 제어 시스템 기능안전 전문가

6.2 DAEATI Personal 대아티아이 인력 구성

For the hazard analysis and risk assessment, following DAEATI engineers are involved:

위험원 분석 및 위험도 평가를 위해 대아티아이에서 다음의 인원이 참여하였다:

분야 Responsibility	담당자 Person	경력/자격 Career & Qualification
설계 및 제작 Design and manufacture	전문연구원 김태권 Chief researcher / Tae-Kown Kim	철도신호시스템 운영, 설계, 개발 20 년이상 경력 More than 20 years' work experience for Railway signalling system - operation, design, development
	전문연구원 송승정 Chief researcher / Seung-Jung Song	철도신호시스템 설계, 개발 20 년이상 경력 More than 20 years' work experience for Railway signalling system - design, development
RAMS 관리 RAMS Management	책임연구원 김우정 Senior researcher / Woo-Jung Kim	철도신호시스템 RAMS 업무 수행 10 년 이상 경력 More than 10 years' work experience for Railway signalling system - RAMS
	연구원 임명호 Reacher / Myung-Ho Lim	철도신호시스템 RAMS 업무 수행 3 년 이상 경력 More than 3 years' work experience for Railway signalling system - RAMS

7 Identification of the Intended System 대상 시스템 식별

The intended system to assess is an IP based Electronic Interlocking System.

IPEIS operates through interfaces with the external systems as following trackside signaling equipment:

- Point Machine;
- Signal;
- Level Crossing;
- Block Section equipment;
- ATS
- OPC and Power supplies.

Following Figure 1 shows the IPEIS with external interfaces.

평가 대상 시스템은 IP 기반 전자연동장치 (IPEIS)이다.

IPEIS 는 다음과 같은 외부 시스템과의 인터페이스를 통해 운영된다: 현장 신호설비(선로전환기, 신호기, 건널목차단기, 폐색신호시스템), ATS, OPC 및 전원장치.

아래 Figure 1 은 IPEIS 장치의 외부 인터페이스를 나타낸다.

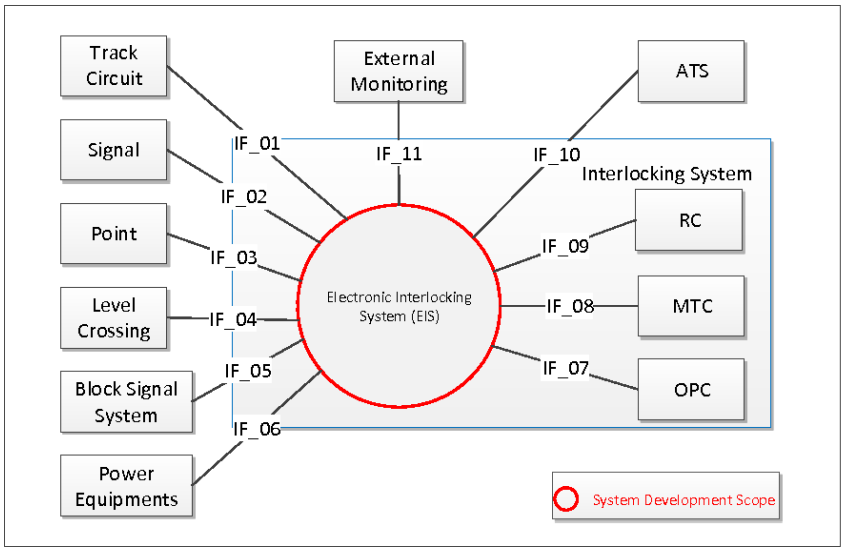


Figure 1 System scope with Interface Diagram; 시스템 범위 및 인터페이스 구성도

7.1 Functional definition

System function related with operation of IPEIS is as following:
운영과 관련된 IP 기반 전자연동장치의 주요 기능은 아래와 같다:

Table 1 System Function; 시스템 기능

Function ID	Description
IPEIS_F01	Route setting; 진로설정 Route setting is a function that indicate/lock the signal and switch/lock the point machine in case of the route setting function condition after IPEIS receives a route setting command from ATS/OPC/RC and whether it is a route setting. 진로설정은 IPEIS 가 ATS/OPC/RC 로부터 진로설정 명령을 수신하고 진로설정 여부를 판단하여 진로 설정 기능 조건이면 신호기를 현시/쇄정하고 선로전환기를 전환/쇄정하는 기능이다.
IPEIS_F02	Route release; 진로해정 Route release is a function for stop signal if IPEIS receives a status of track from the track circuit, decides its status and it is a route release function condition when IPEIS receives the route setting command from ATS/OPC/RC. 진로해정은 IPEIS 가 ATS/OPC/RC 로부터 진로설정 명령을 수신할 경우 궤도상태를 궤도회로로부터 수신 받고 그 상태를 판단하여 진로 해정 기능 조건이면 신호기를 정지 현시하는 기능이다.
IPEIS_F03	Route supervision; 진로감시 It is a function that performs control processing such as stop signal, route release, and route setting according to the status such as track occupation, point machine mismatch, train movement, continuous route, etc. 진로의 설정 상태에서 궤도 단락, 선로전환기 불일치, 열차의 이동, 연속진로 등의 상태에 따라 신호기의 정지, 진로의 해정, 진로 설정과 같은 제어처리를 수행하는 기능이다.
IPEIS_F04	Train tracking; 열차추적으로 인한 열차번호 관리 Train tracking tracks the status of the train's sequential track occupied by the input of the status of track occupied/free and performs the movement of train number enrolled on the track. It also carries out renewal processing of train number registration and deletion from ATS/OPC/RC. 열차 추적은 궤도회로의 점유/비점유 상태의 입력으로 열차의 순차 점유 상태를 추적하고 궤도에 등록된 열차번호의 이동을 수행한다. 또한 ATS/OPC/RC 로부터의 열차번호 등록, 삭제의 갱신처리를 수행한다.
IPEIS_F05	Route reverse direction cancel/control; 진로 역방향 취소/제어

Function ID	Description
	This function consists of the four Sub-function as following. 이 기능은 다음과 같은 4개의 Sub-function으로 구성된다. (1) Route reverse direction cancel/control function description (1) 경로 역방향 취소/제어 기능 설명 This function is used to avoid a train collision between block sections in single-track operation and both side direction operation section. This function is processed by dividing a processing type into Auto Block Section and Interlock Block Section depending on section characteristics. In the Auto Block Section, when setting the starting route, the Exit Route Direction can be set together in the train direction. In the Interlock Block Section, only one train can be operated, and normal signal handling is possible in case the train do not exist in the block section. In the Interlock Block Section, Route Direction can be set through the confirmation process between station and station depending on each situation such as request, approval, and confirmation from before departure to train arrival of the train. Regarding the route direction cancel/control, Auto Block Section and Interlock Block Section can be classified depending on the presence or absence of operator intervention, and it is the same for the function purpose and the fulfilment principle. Therefore, it is not classified as a separate function according to the section in this document. 본 기능은 구간의 특성에 따라 처리 유형을 자동폐색 구간(Auto Block Section)과 연동폐색 구간(Interlock Block Section)으로 구분하여 처리된다. 자동폐색 구간은 출발 진로 설정 시, Exit Route Direction 을 함께 진행 방향으로 설정할 수 있다. 연동폐색 구간은 하나의 열차 만이 운행 될 수 있으며, 열차가 Block Section 에 존재하지 않을 경우에만 정상 신호 취급이 가능하다. 연동폐색 구간은 출발 전부터 열차가 도착하기까지 요청, 승인, 확인과 같은 각각의 상황에 따른 역과 역 상호 간의 확인 과정을 거쳐 Route Direction 을 설정할 수 있다. 자동폐색 구간과 연동폐색 구간은 방향 설정 및 취소에 있어서 운영자의 개입 유무에 따라 구분될 수 있으며 기능 목적 및 수행원리는 같다. 따라서 본 문서에서는 구간에 따라 별도의 기능으로 분류하지 않는다. (2) Route reverse direction request (2) 진로 역방향 요청

Function ID	Description
	Prior to setting the route, the Interlocking system of the station that preferentially handles the route requests a route direction approval to the device of the adjacent interlocking system. 진로를 설정하기 이전에 우선적으로 진로를 취급하는 역의 Interlocking system 은 인접 Interlocking system 의 장치로 방향 승인을 요청한다. (3) Route reverse direction cancel (3) 진로 역방향 취소 Route reverse direction cancel function requires a request for direction cancel to the adjacent interlocking system because the station that handles the route release is not automatically handling the direction cancel function at the same time as the route cancel when cancelling a route. Route reverse direction cancel 기능은 진로 해정 시 진로해정을 취급하는 역에서 진로 취소와 동시에 방향 취소 기능을 자동으로 취급하지 않기 때문에 인접 Interlocking system 에 방향에 대한 취소 요청이 필요하다. (4) Route reverse direction control (4) 진로 역방향 제어 Route reverse direction control function can cancel the route direction through the interface between the station and the adjacent interlocking system depending on the train movement. Route reverse direction control 기능은 열차 이동에 따라 해당 역과 인접 Interlocking system 과의 인터페이스를 통해 진로의 방향을 취소할 수 있다.
IPEIS_F06	Signaling state process; 상태정보 수신 및 상태 전송 State management for signaling equipment is a function that collects real-time change status of the principal signaling equipment such as signal, track circuit, and point machine, records it to the interlock data area, and transmits it to OPC, MTC, ATS, and RC. 신호설비 상태 관리는 주요 신호 설비인 신호기, 궤도회로, 선로전환기의 실시간 변화 상태를 수집하여 연동 Data 영역에 기록 및 OPC, MTC, ATS, RC 로 전송하는 기능이다.
IPEIS_F07	System management; 시스템 관리 System management performs function of Control Mode Management that controls the local, ATS, RC authority and function of System Operation Mode Management that manages the system operations status. 시스템 관리는 Local, ATS, RC 의 제어권한을 관리하는 Control Mode Management 와 시스템의 동작 상태를 관리하는 System Operation Mode Management 의 기능을 수행한다.

7.1.1 IPEIS sub-function

IPEIS의 주 기능 수행을 위한 하위 기능은 다음과 같이 정의된다.

Sub-functions to perform the main function of IPEIS are defined as following:

(1) ATS/OPC/RC command reception and decision function

ATS/OPC/RC 명령 수신 및 판단 기능

(2) Track circuit information reception and processing function

궤도회로 정보수신 및 처리기능

(3) Interlocking logic conditions decision and route setting function

연동논리조건 판단 및 진로설정 기능

(4) Signal indication control function

신호기 현시 제어 기능

(5) Point machine switch control function

선로전환기 전환 제어 기능

(6) Signal status detection function

신호기 상태 검지 기능

(7) Point machine status detection function

선로전환기 상태 검지 기능

(8) Train tracking and train number management function

열차추적 및 열차번호 관리 기능

(9) Direction setting request function to the adjacent interlocking system

인접 Interlocking system으로의 방향 설정 요청 기능

(10) Approval reception function from the adjacent interlocking system

인접 Interlocking system으로부터의 승인 수신 기능

(11) Control authority change function

제어권한 변경 기능

(12) Direction cancel request function to the adjacent interlocking system

인접 Interlocking system으로의 방향 취소 요청 기능

(13) Approval confirmation reception function from the adjacent interlocking system

인접 Interlocking system으로부터의 승인확인 수신 기능

Top function and its sub-function of IPEIS are as the table below.

IPEIS의 최상위 기능과 그에 따른 하위 기능은 아래 표와 같다.

Function ID	IPEIS main function	Sub function ID	Sub function
IPEIS_F01	Route setting; 진로설정	IPEIS_F01_01	ATS/OPC/RC command reception and decision function ATS/OPC/RC 명령 수신 및 판단 기능
		IPEIS_F01_02	Track circuit information reception and processing function 궤도회로 정보수신 및 처리기능
		IPEIS_F01_03	Interlocking logic conditions decision and route setting function 연동논리조건 판단 및 진로설정 기능
		IPEIS_F01_04	Signal indication control function 신호기 현시 제어 기능
		IPEIS_F01_05	Point machine control function 선로전환기 제어 기능
		IPEIS_F01_06	Signal status detection function 신호기 상태 검지 기능
		IPEIS_F01_07	Point machine status detection function 선로전환기 상태 검지 기능
		IPEIS_F01_08	Continuous route setting condition decision and logic handling function 연속진로 설정조건 판단 및 논리 처리 기능
IPEIS_F02	Route release; 진로해정	IPEIS_F02_01	ATS/OPC/RC command reception and decision function ATS/OPC/RC 명령 수신 및 판단 기능
		IPEIS_F02_02	Track circuit information reception and processing function 궤도회로 정보수신 및 처리기능
		IPEIS_F02_03	Interlocking logic conditions decision and route setting function 연동논리조건 판단 및 진로설정 기능
		IPEIS_F02_04	Stop signal control function 신호기 정지현시 제어 기능
		IPEIS_F02_05	Point machine control function (it is a logical release without physical control) 선로전환기 제어 기능(논리적인 해제이며 물리적인 제어는 없음)
		IPEIS_F02_06	Signal status detection function 신호기 상태 검지 기능
		IPEIS_F02_07	Point machine status detection function 선로전환기 상태 검지 기능
		IPEIS_F02_08	Continuous route setting condition decision and logic handling function 연속진로 설정조건 판단 및 논리 처리 기능
IPEIS_F03	Route supervision; 진로감시	IPEIS_F03_01	Track circuit information reception and processing function 궤도회로 정보수신 및 처리기능

Function ID	IPEIS main function	Sub function ID	Sub function
		IPEIS_F03_02	Interlocking logic conditions decision and route setting function 연동논리조건 판단 및 진로설정 기능
		IPEIS_F03_03	Stop signal control function 신호기 정지현시 제어 기능
		IPEIS_F03_04	Point machine control function (it is a logical release without physical control) 선로전환기 제어 기능(논리적인 해제이며 물리적인 제어는 없음)
		IPEIS_F03_05	Signal status detection function 신호기 상태 검지 기능
		IPEIS_F03_06	Point machine status detection function 선로전환기 상태 검지 기능
IPEIS_F04	Train tracking; 열차추적으로 인한 열차번호 관리	IPEIS_F04_01	ATS/OPC/RC command reception and decision function ATS/OPC/RC 명령 수신 및 판단 기능
		IPEIS_F04_02	Track circuit information reception and processing function 궤도회로 정보수신 및 처리기능
		IPEIS_F04_03	Train number management 열차번호 관리
IPEIS_F05	Route reverse direction cancel/control; 진로방향 취소	IPEIS_F05_01	ATS/OPC/RC command reception and decision function ATS/OPC/RC 명령 수신 및 판단 기능
		IPEIS_F05_02	Track circuit information reception and processing function 궤도회로 정보수신 및 처리기능
		IPEIS_F05_03	Direction setting request function to the adjacent station 인접 역으로의 방향 설정 요청 기능
		IPEIS_F05_04	Approval reception function from the adjacent station 인접 역으로부터의 승인 수신 기능
		IPEIS_F05_05	Direction cancel request function to the adjacent station 인접 역으로의 방향 취소 요청 기능
		IPEIS_F05_06	Approval confirmation reception function from the adjacent interlocking system 인접 역으로부터의 승인확인 수신 기능
IPEIS_F06	Signaling state process; 상태정보 수신 및 상태 전송	IPEIS_F06_01	Track circuit information reception and processing function 궤도회로 정보수신 및 처리기능
		IPEIS_F06_02	Signal status detection function 신호기 상태 검지 기능
		IPEIS_F06_03	Point machine status detection function 선로전환기 상태 검지 기능
IPEIS_F07	System management;	IPEIS_F07_01	ATS/OPC/RC command reception and decision function

Function ID	IPEIS main function	Sub function ID	Sub function
	시스템 관리		ATS/OPC/RC 명령 수신 및 판단 기능
		IPEIS_F07_01	Control authority change function 제어권한 변경 기능

7.2 Interface description

7.2.1 IPEIS-Track Circuit (IF_01)

IPEIS monitors the track circuit shut information that occurs when the train occupies the track circuit and recovery information when the train free the track circuit. For train tracking, it also interfaces with signal equipment relay.

IPEIS는 궤도회로에 열차가 점유하여 발생되는 궤도회로 단락 정보와 열차가 궤도회로를 벗어남에 따른 복구 정보를 감시하고 열차의 추적을 위해 신호설비용 계전기와 인터페이스 한다.

7.2.2 IPEIS-Signal (IF_02)

IPEIS interfaces with signal equipment relay in order to monitor the status of the main signal and Shunting Signal and control its indication. Each signal's interface contains Calling-on Signal depending on the characteristics, including failure information.

IPEIS는 주신호기, 입환신호기의 상태 감시 및 현시 제어를 위해 신호설비용 계전기와 인터페이스 한다. 각 신호기들의 인터페이스는 특성에 따라 유도신호기를 포함하며, 고장 정보 또한 포함한다.

7.2.3 IPEIS-Point (IF_03)

IPEIS interfaces with signal equipment relay for monitoring the switchover status and failure status, and switchover control of the point machine. Through the interfacing with the point machine, normal and reverse position are determined, and failures are detected when the discordance between control output and status information occurs and when the status of switchover lasts for a pre-defined time.

IPEIS는 선로전환기의 전환상태, 고장상태 감시 및 전환 제어를 위해 신호설비용 계전기와 인터페이스 한다. 선로전환기와 인터페이스를 통해 정위, 반위 상태를 판단하며, 제어 출력과 상태정보가 일치하지 않을 경우와 전환 중 상태가 사전 정의된 시간 동안 지속될 경우 고장으로 판별한다.

7.2.4 IPEIS-Level Crossing (IF_04)

IPEIS interfaces with signal equipment relay for monitoring the normal and failure status of the level crossing. As the interface between IPEIS and level crossing do not lead to hazardous situations directly, IPEIS functions related to the interface are excluded from the hazard analysis.

IPEIS는 Level Crossing의 정상, 고장 상태 감시를 위해 신호설비용 계전기와 인터페이스 한다.

IPEIS-Level Crossing간 인터페이스는 직접적인 위험 상황을 발생하지 않기 때문에 해당 인터페이스와 관련된 IPEIS 기능은 위험원 분석에서 제외된다.

7.2.5 IPEIS-Block Signal System (IF_05)

IPEIS interfaces with the block signal system through the route direction relay in order to determine the direction of train operation between stations available for single-track or double track driving in both side direction.

IPEIS는 단선 또는 복선 양방향 운전이 가능한 역 간의 열차 운행 방향을 결정하기 위해 Route Direction Relay를 통해Block Signal System과 인터페이스 한다.

7.2.6 IPEIS-Power Equipment (IF_06)

For monitoring the power supply status, rectifier, UPS, storage battery status, IPEIS interfaces with each equipment and transmits the failure status to ATS, OPC, MTC, RC, and External monitoring system.

As the interface between IPEIS and power equipment do not lead to hazardous situations directly, IPEIS functions related to the interface are excluded from the hazard analysis.

IPEIS는 전원공급상태, 정류기, UPS, 축전지의 상태를 감시하기 위해 각 설비들과 인터페이스하여 정상, 고장 상태를 ATS 및 OPC, MTC, RC 그리고 External Monitoring 시스템으로 전송한다.

IPEIS-Power Equipment간 인터페이스는 직접적인 위험 상황을 발생하지 않기 때문에 해당 인터페이스와 관련된 IPEIS 기능은 위험원 분석에서 제외된다.

7.2.7 IPEIS-OPC (IF_07)

IPEIS provides Signaling equipment status and control status to OPC (OLE for Process Control) and interfaces with OPC in order to make OPC to handles the control command of trackside Signaling equipment in case of local mode.

IPEIS는 OPC(표시제어 콘솔)에 신호설비 상태 및 제어 상태를 제공하고 LOCAL모드인 경우 OPC로부터 현장 신호설비 제어 명령을 처리하도록 인터페이스 한다.

7.2.8 IPEIS-MTC (IF_08)

IPEIS interfaces with MTC in order to send trackside Signaling equipment status, train number information, and system status to the MTC.

As the interface between IPEIS and MTC do not lead to hazardous situations directly, IPEIS functions related to the interface are excluded from the hazard analysis.

IPEIS-MTC간 인터페이스는 직접적인 위험 상황을 발생하지 않기 때문에 해당 인터페이스와 관련된 IPEIS 기능은 위험원 분석에서 제외된다.

7.2.9 IPEIS-RC (IF-09)

IPEIS provides Signaling equipment status and control status to RC (Remote Control) and interfaces with RC in order to make RC handles the control command of trackside Signaling equipment.

IPEIS는 RC(원격제어 콘솔)에 신호설비 상태 및 제어 상태를 제공하고 RC모드인 경우 RC로부터 현장 신호설비 제어 명령을 처리하도록 인터페이스 한다.

7.2.10 IPEIS-ATS (IF_10)

For the centralized traffic monitoring of the ATC system, which is a central control facility, IPEIS interfaces with ATS in order to send the trackside Signaling equipment status and control status to the ATS system. Also, in case of ATS mode, IPEIS interfaces with the ATS system in order to make ATS system handle the control command of trackside Signaling equipment and receive the train number information.

IPEIS는 중앙 관제설비인 ATS 시스템의 열차 집중 감시를 위해, ATS 시스템으로 현장 신호설비 상태 및 제어 상태를 전송하도록 인터페이스 한다. 또한, ATS모드인 경우 ATS 시스템으로부터 현장 신호설비 제어 명령을 처리하며, 열차번호 정보를 수신하도록 인터페이스 한다.

7.2.11 IPEIS-External monitoring (IF_11)

IPEIS interfaces with the external monitoring system in order to send trackside Signaling equipment status to the external monitoring system.

As the interface between IPEIS and external monitoring system do not lead to hazardous situations directly, IPEIS functions related to the interface are excluded from the hazard analysis.

IPEIS는 External Monitoring 시스템에 신호설비 상태를 송신하기 위해 인터페이스 한다.

IPEIS-External monitoring간 인터페이스는 직접적인 위험 상황을 발생하지 않기 때문에 해당 인터페이스와 관련된 IPEIS 기능은 위험원 분석에서 제외된다.

8 Safety Analysis Report; 안전성 분석 활동 보고서

8.1 Requirements 요구사항

A complete and proper documentation of safety analysis result is a mandatory. The safety analysis report shall include a hazard, cause, effect, risk evaluation and mitigation measures to operate the system with safe.

This this project, assessment on hazard & risk analysis shall be limited to system level.

안전성 분석 결과에 대한 완전하고 적절한 문서화는 필수적이다. 안전성 분석 보고서는 위험원, 원인, 영향, 위험원에 대한 평가 및 시스템을 안전하게 운영할 수 있도록 하는 저감 대책들을 포함하고 있어야 한다.

이 프로젝트에서 위험원 및 위험도 분석 결과에 대한 평가는 시스템 수준으로 제한한다.

8.2 Execution / results of the inspection 조사 실행/결과

The following steps were applied to DAEATI's risk analysis process:

- Identifies the pre-defined main functions of IPEIS, and analyses the risk factors when the functions fail via Brain Storming, and assume it as Top Hazard of system.
- Evaluate the cause and effect of the risk factor for each hazardous item and allocate SIL with evaluated risk.

Condition;

The system functions and interface functions related with following equipment were excluded from the risk analysis by the customer.

- Level crossing
- Power Supply
- MTC
- External

In case IPEIS interface with intended system then its related risk should be evaluated.

There are no separate management safety plan for the risk analysis of IPEIS. The Hazard and Risk analysis results of IPEIS was documented as a IPEIS hazard & risk analysis report [D1]. After the hazard and risk analysis of IPEIS, total 4 (four) safety functions with safe state are defined.

Table 2 Hazards, Safety function and SIL

ID	Safety function	THR/h	SIL
IPEIS_SF01	Ensure correct route set 올바른 진로설정 보장	3×10^{-9}	4
IPEIS_SF02	Ensure correct route release	3×10^{-9}	4

ID	Safety function	THR/h	SIL
	올바른 진로 해정 보장		
IPEIS_SF03	Ensure correct route supervision 올바른 진로 감시 보장	7×10^{-9}	4
IPEIS_SF04	Ensure safe decision of direction control 방향제어에 대한 안전한 상황보장	2×10^{-9}	4

Among the hazard of domestic railway facility standard, hazard analysis scope of IPEIS is limited to the top hazards that can lead an accident of rail system caused by wrong operation of IPEIS. Top hazards are derived based on system function and its interface. Some hazards which is not related with safety of system but cause the delayed operation of railway system are also analysed. Recommendations which is out of assessment scope are noted in LOP to improve the safety of system.

Detailed assessment result of IPEIS hazard & risk analysis report refer LOP [D15].

대아티아이의 위험도 분석 절차는 다음과 같은 단계가 적용되었다:

- 사전에 정의되어 있는 IPEIS의 주요기능을 식별하고 그 기능이 실패했을 때의 위험요소를 Brain storming 을 통해 최상위 Hazard로 간주하고 위험요소를 분석.
- 위험요소에 대한 원인과 결과에 대한 위험도를 평가하고 평가된 위험도를 기반으로 SIL할당.

제약사항;

아래의 설비와 관련된 시스템 및 해당 시스템과의 인터페이스 기능은 고객에 의해서 Risk Analysis 대상에서 제외되었다.

- 건널목 차단기
- 전원장치
- 유지보수 콘솔
- 외부시스템과의 인터페이스

만일 IP기반 전자연동장치가 위의 시스템들과 인터페이스를 하는 경우에는 위험도 평가가 재수행되어야 할 것이다.

위험도 분석을 위한 별도의 안전성 관리 계획서는 별도로 문서화되어 있지 않다. IPEIS의 위험원 및 위험도 분석 결과는 IPEIS 안전성 분석 활동 보고서[D1]로 문서화되었다. IPEIS 시스템의 각 위험원에 대한 위험도 분석 결과에 따라 The following steps were applied to DAEATI's risk analysis process:

- Identifies the pre-defined main functions of IPEIS, and analyses the risk factors when the functions fail via Brain Storming, and assume it as Top Hazard of system.
- Evaluate the cause and effect of the risk factor for each hazardous item and allocate SIL with evaluated risk.

Condition;

The system functions and interface functions related with following equipment were excluded from the risk analysis by the customer.

- Level crossing
- Power Supply
- MTC
- External

In case IPEIS interface with intended system then its related risk should be evaluated.

There are no separate management safety plan for the risk analysis of IPEIS. The Hazard and Risk analysis results of IPEIS was documented as a IPEIS hazard & risk analysis report [D1]. After the hazard and risk analysis of IPEIS, total 4 (four) safety functions with safe state are defined.

Table 2과 같이 4개의 안전 기능 및 각각의 안전 상태가 정의되었다.

IPEIS 위험원의 분석은 국내 철도시설기준 위험원의 원인중에서 IPEIS 시스템의 잘못된 동작으로 위험한 상황을 발생될 수 있는 직접적인 최상위 위험원들을 검토 대상으로 제한하였다. 최상위 위험원 시스템의 기능과 그의 인터페이스에 대한 것이다. 시스템의 안전과는 관련이 없으나 열차 시스템의 운영에 지연을 초래할 수 있는 몇 개의 위험원들에 대해서도 분석되었다. 평가범위에 포함되지 않는 몇 개의 권고사항들이 시스템의 안전성 향상을 위해 LOP에 기록되었다.

IPEIS에 대한 위험원 및 위험도 분석에 상세한 평가 결과는 LOP [D15]에 기록되어 있다.

8.2.1 Risk assessment method

Among the various risk analysis techniques, the Risk Graph technique was applied with the following criteria during risk evaluation and SIL allocation of IPEIS.

여러 위험도 분석 기법 중 Risk graph 기법이 IPEIS의 위험도 평가 및 SIL 할당을 위해 다음과 같은 기준으로 적용되었다.

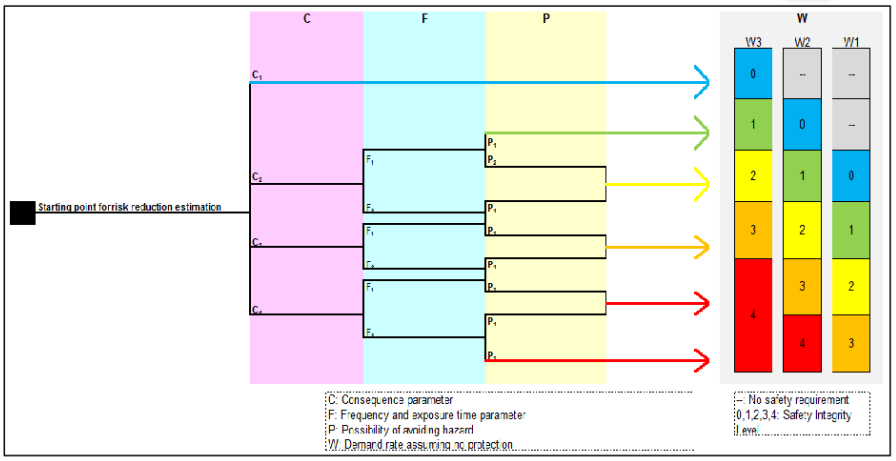


Figure 2 Risk Graph; 위험도 그래프

Table 3 Risk graph S parameter; 위험도그래프의 S 인자

C 값	Severity of result; 결과의 심각도
C1	Minor injury
C2	One or several serious irreversible injuries, or one fatality
C3	Several fatalities
C4	Very many fatalities

Table 4 Risk graph A parameter; 위험도그래프의 A 인자

F 값	Exposure of danger; 위험에 대한 노출
F1	Rare of infrequent exposure to danger
F2	Frequent or constant exposure to danger

Table 5 Risk graph G parameter; 위험도그래프의 G 인자

G 값	Barrier for danger/results 위험/결과에 대한 방어
P1	Possible
P2	Hardly possible

Table 6 Risk graph W parameter; 위험도그래프의 W 인자

W 값	Probability of danger; 위험 발생의 확률

W 값	Probability of danger; 위험 발생의 확률
W1	매우 낮음(two barriers)
W2	낮음(one barriers)
W3	상대적으로 높음(no additional barriers)

8.2.2 Hazard Identification; 위험원 식별

Through the brain-storming analysis, the following hazards that seriously affect the safety due to the incorrect operation of the system were identified.

Brain-storming 활동을 통해 시스템의 잘못된 동작에 따라 안전에 심각한 영향을 미치는 다음과 같은 위험원이 식별되었다.

Table 7 Hazard Identification; 위험원 식별

Interlocking system Level			Sub-system Level	
Hazard ID	**Hazard**	**Cause**	**Event ID**	**Hazardous Operation**
H1	Erroneous route setting 잘못된 진로 설정	ATS/OPC/RC erroneous operation	AO-H1	Train collision and derailment by the erroneous route setting from the failure of ATS/OPC/RC control ATS/OPC/RC 제어 고장으로 인한 잘못된 진로 설정과 그로 인한 열차 충돌/탈선
		IPEIS erroneous operation	IPEIS-H1	Train collision and derailment by the erroneous route setting from the failure of Interlocking system Interlocking system 고장으로 인한 잘못된 진로 설정과 그로 인한 열차 충돌/탈선
H2	Erroneous route release 잘못된 진로 해정	ATS/OPC/RC erroneous operation	AO-H2	Train collision and derailment by the erroneous route release from the failure of ATS/OPC/RC control ATS/OPC/RC 제어 고장으로 인한 잘못된 진로 해정과 그로 인한 열차 충돌/탈선
		IPEIS erroneous operation	IPEIS -H2	Train collision and derailment by the erroneous route release from the failure of Interlocking system Interlocking system 고장으로 인한 잘못된 진로 해정과 그로 인한 열차 충돌/탈선
H3	Failure of route supervision 진로감시 실패	IPEIS erroneous operation	IPEIS -H3	Train collision and derailment by control failure from the failure of Interlocking system Interlocking system 고장으로 인한 제어 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선
			IPEIS -H4	Train collision and derailment by the failure of information reception from the failure of Interlocking system Interlocking system 고장으로 인한 정보 수신 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선
H4	Failure of train tracking 열차 추적 기능 실패	ATS/OPC/RC erroneous operation	AO-H3	Train collision and derailment by the control failure of ATS/OPC/RC failure ATS/OPC/RC 고장으로 인한 제어 실패와

				그로 인한 열차 충돌/탈선
		IPEIS erroneous operation	IPEIS -H5	Train collision and derailment by the failure of track information reception from the failure of Interlocking system Interlocking system 고장으로 인한 궤도 정보 수신 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선
H5	Failure of route direction setting 진로방향 설정 실패	ATS/OPC/RC erroneous operation	AO-H4	Train collision and derailment by the control failure of ATS/OPC/RC failure ATS/OPC/RC 고장으로 인한 제어 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선
		IPEIS erroneous operation	IPEIS -H6	IPEIS 고장으로 인한 제어 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선 Train collision and derailment by the control failure caused by IPEIS failure
H6	Error of status of Signaling equipment 신호설비 상태 값 오류	IPEIS erroneous operation	IPEIS -H7	Train collision and derailment by the failure of Signaling equipment information reception from the failure of Interlocking system Interlocking system 고장으로 인한 신호설비 정보 수신 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선
H7	Failure of control authority control 제어권한 제어 실패	ATS/OPC/RC erroneous operation	AO-H5	Train collision and derailment by the control failure of ATS/OPC/RC failure ATS/OPC/RC 고장으로 인한 제어 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선
		IPEIS erroneous operation	IPEIS -H8	Train collision and derailment by the control failure of Interlocking system failure Interlocking system 고장으로 인한 제어 실패와 그로 인한 열차 충돌/탈선

8.2.3 THR and SIL allocation; THR 및 SIL 할당

The THR allocation according to the risk analysis results was determined as follows for the functions of the system and subsystems.

Risk analysis 결과에 따른 THR 할당은 시스템 및 서브시스템의 기능에 대해 다음과 같이 결정되었다.

Table 8 THR Apportionment; THR 할당

Hazard ID	Hazard of Signaling system level	THR	IPEIS(THR)		Sub-system (THR)	
H1	Erroneous route setting 잘못된 진로 설정	3×10^{-9}	Erroneous route setting by IPEIS control failure IPEIS 제어 실패로 인한 잘못된 진로 설정	3×10^{-9}	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산 오류 및 제어오류	1×10^{-9}
					Point Machine Failure 선로전환기 고장	1×10^{-9}
					Track Circuit Failure	1×10^{-9}

Hazard ID	Hazard of Signaling system level	THR	IPEIS(THR)		Sub-system (THR)	
					궤도회로 고장	
			Erroneous route setting by ATS control failure ATS 제어 실패로 인한 잘못된 진로 설정	-	-	-
H2	Erroneous route release 잘못된 진로 해정	3×10^{-9}	Erroneous route release by IPEIS control failure IPEIS 제어 실패로 인한 잘못된 진로 해정	3×10^{-9}	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산 오류 및 제어오류	1×10^{-9}
					Signal Failure 신호기 고장	1×10^{-9}
					Track Circuit Failure 궤도회로 고장	1×10^{-9}
			Erroneous route setting by ATS control failure ATS 제어 실패로 인한 잘못된 진로 설정	-	-	-
H3	Failure of route supervision 진로감시 실패	7×10^{-9}	Erroneous route release by IPEIS control failure IPEIS 제어 실패로 인한 잘못된 진로 해정	4×10^{-9}	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산 오류 및 제어오류	1×10^{-9}
					Point Machine Failure 선로전환기 고장	1×10^{-9}
					Signal Failure 신호기 고장	1×10^{-9}
					Track Circuit Failure 궤도회로 고장	1×10^{-9}
			Erroneous route supervision by the failure of IPEIS information reception IPEIS 의 정보수신 실패로 인한 잘못된 진로 감시	3×10^{-9}	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산 오류 및 제어오류	1×10^{-9}
					Point Machine Failure 선로전환기 고장	1×10^{-9}
					Track Circuit Failure 궤도회로 고장	1×10^{-9}
H4	Failure of train tracking 열차 추적 기능 실패	-	-	-	-	-

Hazard ID	Hazard of Signaling system level	THR	IPEIS(THR)		Sub-system (THR)	
H5	Failure of route direction setting 진로방향 설정 실패	2×10^{-9}	Erroneous direction control by the failure of interface between IPEIS and neighbour station 인접 역 IPEIS 과의 인터페이스 실패로 인한 잘못된 방향 제어	2×10^{-9}	Reception and process function of erroneous input information from Track Circuit 잘못된 입력된 궤도회로 정보 수신 및 처리기능	1×10^{-9}
					Poor interface with neighbour station by the failure of Block relevant equipment 폐색관련 장치 고장으로 인한 인접 역과의 인터페이스 불량	1×10^{-9}
			Direction control by the failure of ATS control ATS 제어 실패로 인한 방향 제어	-	-	-
H6	Error of status of Signaling equipment 신호설비 상태 값 오류	-	-	-	-	-
H7	Failure of control authority control 제어권한 제어 실패	-	-	-	-	-

Table 9 SIL Allocation; SIL 할당

Hazard ID	Hazard of Signaling system level	Accident	Parameter description	Risk assessment				
				C	F	P	W	SIL

Hazard ID	Hazard of Signaling system level	Accident	Parameter description	Risk assessment				
				C	F	P	W	SIL
H1	Erroneous route setting 잘못된 진로 설정	Train Collision/Derailment 열차충돌/탈선	C: - Train collision caused by the possibility of over-lab setting of two different routes 서로 다른 두 진로의 over-lab 설정에 대한 가능성으로 인한 열차의 충돌 유발 - Train collision caused by the mismatching of the direction of Point Machine and set route 설정된 진로와 선로전환기의 방향 불일치로 인한 열차 충돌 유발 - Train collision caused by unintended proceed indication of Signal 의도하지 않은 신호기의 진행 현시로 인한 열차 충돌 유발 - Train derailment caused by the possibility of Point Machine switch order output in the state of train occupation 열차 점유 상태에서의 선로전환기의 전환명령 출력 가능성으로 인한 열차의 탈선 F: Route setting function occurs the most frequently while operating EIS. 진로 설정은 연동장치 운영 시 가장 빈번하게 일어나는 기능임 P: Detection of route setting is not possible or interface error. 진로 설정 불가 또는 상호 인터페이스 불량 감지 W: Comparably high frequency by frequent control order output 잦은 제어명령 출력으로 인한 상대적으로 높은 빈도에 해당함	C4	F2	P1	W3	4
H2	Erroneous route release 잘못된 진로 해정	Train Collision 열차충돌	C: - Collision with proceeding train caused by the failure of route release order 진로 해정 명령 불가로 인한 선행열차와의 충돌 가능성이 있음 F: Route release function occurs the most frequently while operating EIS	C4	F2	P1	W3	4

Hazard ID	Hazard of Signaling system level	Accident	Parameter description	Risk assessment				
				C	F	P	W	SIL
			진로 해정은 연동장치 운영 시 가장 빈번하게 일어나는 기능임 P: Detection of route release is not possible or interface error 진로 해정 불가 또는 상호 인터페이스 불량 감지 W: Comparably high frequency by frequent control order output 잦은 제어명령 출력으로 인한 상대적으로 높은 빈도에 해당함					
H3	Failure of route supervision 진로감시 실패	Train Collision 열차충돌	C: - Collision with following train caused by the signal that does not change to stop indicate signal after a train entered 열차 진입 후에도 신호기가 정지 현시로 변환되지 않아 후행열차와의 충돌 가능성이 있음 F: Route supervision function operates at all time when train operation 진로 감시는 열차운행 시 상시 감시하는 기능임 P: Detection of interface error 상호 인터페이스 불량 감지 W: Comparably high frequency by frequent control order output 잦은 제어명령 출력으로 인한 상대적으로 높은 빈도에 해당함	C4	F2	P1	W3	4
H4	Failure of train tracking 열차 추적 기능 실패	Train Delay 열차지연	C: - There is no train collision or loss of lives as it is nothing to do with routes or the control of Signaling equipment, but the position of the train can be unknown due to the failure of reception of Track circuit information. 궤도회로 정보 수신 불가로 인해 열차의 위치를 파악할 수 없으나 진로 및 신호설비제어와는 상관이 없으므로 열차 충돌 및 인명피해는 없음	C1	-	-	W3	0

Hazard ID	Hazard of Signaling system level	Accident	Parameter description	Risk assessment				
				C	F	P	W	SIL
H5	Failure of route direction setting 진로방향 설정 실패	Train Collision 열차충돌	- Train collision caused by the train proceeding from the neighbour station by the route setting for proceeding direction, although the overlapping route of the neighbour station is set 인접 역의 상충진로가 설정되어 있음에도 불구하고 해당 역에서의 진행방향 진로제어가 설정되어 인접 역에서 마주 오는 열차와의 충돌가능성이 있음 F: Direction setting occurs the most frequently while operating EIS, since it is closely related to route setting and route release 방향 제어는 진로 설정 및 해정과 밀접한 관계가 있으므로 연동장치 운영 시 가장 빈번하게 일어나는 기능임 P: None 없음	C4	F2	P1	W3	4
H6	Error of status of Signaling equipment 신호설비 상태 값 오류	Train Delay 열차지연	C: - No effect on train collision or accident as it is nothing to do with route setting, because EIS received only the erroneous status of Signaling equipment 신호설비 상태 값을 잘못 받은 상태로 진로설정기능과는 무관하며 열차충돌 및 사고에는 영향을 주지 않음	C1	-	-	W3	0
H7	Failure of control authority control 제어권한 제어 실패	Train Delay 열차지연	C: Nothing to do with train collision or derailment 제어권한 실패는 열차 충돌 및 탈선과는 무관함	C1	-	-	W3	0

8.2.4 Consequence analysis; 인과 분석

The identified risk factor in IPEIS and its consequence effect was analysed.

IPEIS에서 식별된 위험 요소와 이에 따른 결과 분석이 수행되었다.

The following are possible accidents at the train level.

다음은 열차시스템 수준에서 발생 가능한 사고이다.

- Collision; 충돌
- Derailment; 탈선

- Explosion; 폭발
- Pollution (Gas, Liquid, Fire near the train); 오염(가스, 액체, 열차 외부 화재)
- Choke (caused by Gas, smoke); 질식(가스 배출, 연기)
- Burn (Flair, Gas, hot surface); 화상(화염, 가스, 뜨거운 표면)
- Electric shock; 감전사
- Fall
  - Over rail or between train and platform; 궤도 위 열차 또는 플랫폼과 열차 사이
  - Train on platform; 플랫폼 위의 열차
  - Inner of train; 차량 내부
- 사람의 끼임; Trapping of persons
  - 외부 문에 의해서; by external doors
  - 내부 문에 의해서; by internal doors (gangways)
- 사람에 대한 충격; Impact on persons (object striking persons)
- 절단; Cuts

Following consequence analysis results are derived from among above accidents.

위의 가능한 사고로 아래의 분석결과가 도출되었다.

Table 10 Consequence Analysis; 인과 분석

Hazard ID(IPEIS)	Hazard (IPEIS)	Cause (IPEIS)	Effects (Sub-system)	Accident
AO-H1	Erroneous route setting by the failure of ATS/OPC/RC control ATS/OPC/RC 제어 실패로 인한 잘못된 진로 설정	ATS/OPC/RC control error; ATS/OPC/RC 제어 오류	No dangerous situation occurs or no route setting done by the decision of IPEIS despite erroneous control order 잘못된 제어 명령 내려 졌으나 IPEIS 의 판단으로 인해 진로설정을 하지 않거나 위험한 상황이 발생되지 않음	Train delay 열차 지연
IPEIS-H1	Erroneous route setting by the failure of Interlocking system control Interlocking system 제어 실패로 인한 잘못된 진로 설정	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산오류 및 제어 오류	Train moves to wrong position by the IPEIS's erroneous interlocking logic calculation when route setting order sent from ATS ATS 로부터 진로설정 명령이 내려졌을 경우 IPEIS 는 연동논리 판단을 잘못 하여 보내지 말아야 할 곳으로 열차를 이동시킴	Train collision 열차 충돌
		Point Machine failure 선로전환기 고장	Point Machine is set to reverse position by its failure although PIEIS controls it to normal position IPEIS 는 선로전환기를 정위로 제어하였으나	Train collision/derailment 열차 충돌/탈선

Hazard ID(IPEIS)	Hazard (IPEIS)	Cause (IPEIS)	Effects (Sub-system)	Accident
			선로전환기 고장으로 인해 선로전환기가 반위제어 됨	
		Track Circuit failure 궤도회로 고장	Because train occupation status is unknown, a train could enter following the proceeding signal indication although a train exists IPEIS 는 열차 점유상태를 알 수 없는 관계로 열차가 선로상에 존재함에도 불구하고 진행신호에 따라 열차 진입할 가능성이 있음	Train collision 열차 충돌
AO-H2	Erroneous route release by the failure of ATS/OPC/RC control ATS/OPC/RC 제어 실패로 인한 잘못된 진로 해정	ATS/OPC/RC control error; ATS/OPC/RC 제어 오류	No dangerous situation occurs or no route release done by the decision of IPEIS despite erroneous control order 잘못된 제어 명령 내려 졌으나 IPEIS 의 판단으로 인해 진로 해정을 수행하지 않거나 위험한 상황이 발생되지 않음	Train delay 열차 지연
IPEIS -H2	Erroneous route release by the failure of Interlocking system control Interlocking system 제어 실패로 인한 잘못된 진로 해정	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산오류 및 제어 오류	Collision between trains could happen by erroneous IPEIS's interlocking logic calculation and it does not control Signal to indicate stop signal, when the train entered and passed the route. 열차가 해당 진로를 진입한 후 통과하였을 경우 IPEIS 는 연동논리 판단을 잘못 하여 신호기를 정지 제어하지 않아 열차간 충돌을 유발할 가능성이 있음	Train collision 열차 충돌
		Signal failure 신호기 고장	Signal keeps its indication to proceed signal due to its failure although EPEIS controls Signal to indicate stop signal when the train entered and passed the route. 열차가 해당 진로를 진입한 후 통과하였을 경우 IPEIS 는 신호기에 정지 현시를 제어하였으나 신호기 고장으로 인해 진행 현시를 유지함	Train collision 열차 충돌
		Track Circuit failure 궤도회로 고장	Because train occupation status is unknown, a train could enter following the proceeding signal indication although a train exists IPEIS 는 열차 점유상태를 알	Train collision 열차 충돌

Hazard ID(IPEIS)	Hazard (IPEIS)	Cause (IPEIS)	Effects (Sub-system)	Accident
			수 없는 관계로 열차가 선로상에 존재함에도 불구하고 진행신호에 따라 열차 진입할 가능성이 있음	
IPEIS -H3	Erroneous route supervision by the failure of Interlocking system information reception Interlocking system 의 정보 수신 실패로 인한 잘못된 진로 감시	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산오류 및 제어 오류	Signal does not indicate stop signal due to IPEIS's erroneous interlocking logic calculation by the erroneously received information when a train passes the route section. 열차가 진로 구간을 지나면서 잘못된 수신 정보에 의해 IPEIS 가 연동논리 판단을 잘못 하여 신호기를 정지 현시를 시키지 않음	Train collision 열차 충돌
		Point Machine failure 선로전환기 고장	Point Machine is set to reverse position by its failure although PIEIS controls it to normal position IPEIS 는 선로전환기를 정위로 제어하였으나 선로전환기 고장으로 인해 선로전환기가 반위제어 됨	Train collision/derailment 열차 충돌/탈선
		Signal failure 신호기 고장	Signal keeps its indication to proceed signal due to its failure although EPEIS controls Signal to indicate stop signal when the train entered and passed the route. 열차가 해당 진로를 진입한 후 통과하였을 경우 IPEIS 는 신호기에 정지 현시를 제어하였으나 신호기 고장으로 인해 진행 현시를 유지함	Train collision 열차 충돌
		Track Circuit failure 궤도회로 고장	Because train occupation status is unknown, a train could enter following the proceeding signal indication although a train exists IPEIS 는 열차 점유상태를 알 수 없는 관계로 열차가 선로상에 존재함에도 불구하고 진행신호에 따라 열차 진입할 가능성이 있음	Train collision 열차 충돌
IPEIS -H4	Erroneous Signal release by the failure of Interlocking system control Interlocking system 제어 실패로 인한 잘못된 진로 해정	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산오류 및 제어 오류	Signal does not indicate stop signal due to IPEIS's erroneous interlocking logic calculation by its DB error when a train passes the route section 열차가 진로 구간을 지나면서	Train collision 열차 충돌

Hazard ID(IPEIS)	Hazard (IPEIS)	Cause (IPEIS)	Effects (Sub-system)	Accident
			IPEIS 가 자체 DB 값 오류로 인해 연동논리 판단을 잘못 하여 신호기를 정지 현시를 시키지 않음	
		Point Machine failure 선로전환기 고장	Point Machine is set to reverse position by its failure although PIEIS controls it to normal position IPEIS 는 선로전환기를 정위로 제어하였으나 선로전환기 고장으로 인해 선로전환기가 반위제어 됨	열차 충돌/탈선
		Signal failure 신호기 고장	Signal keeps its indication to proceed signal due to its failure although EPEIS controls Signal to indicate stop signal when the train entered and passed the route. 열차가 해당 진로를 진입한 후 통과하였을 경우 IPEIS 는 신호기에 정지 현시를 제어하였으나 신호기 고장으로 인해 진행 현시를 유지함	Train collision 열차 충돌
		Track Circuit failure 궤도회로 고장	Because train occupation status is unknown, a train could enter following the proceeding signal indication although a train exists IPEIS 는 열차 점유상태를 알 수 없는 관계로 열차가 선로상에 존재함에도 불구하고 진행신호에 따라 열차 진입할 가능성이 있음	Train collision 열차 충돌
AO-H3	Erroneous Train Number Management by the failure of ATS/OPC/RC control ATS/OPC/RC 제어 실패로 인한 잘못된 열차번호관리	ATS/OPC/RC control error; ATS/OPC/RC 제어 오류	The control order itself such as Train number input, correction, deletion is nothing to do with train accident or loss of lives despite erroneous control order 잘못된 제어 명령 내려 졌으나 열차번호 입력, 수정, 삭제 등 제어 명령 자체가 열차 사고 및 인명피해와는 무관함	Train delay 열차 지연
IPEIS -H5	Erroneous train tracking by failure of Interlocking system information reception Interlocking system 정보 수신 실패로 인한 잘못된 열차 추적	Error of Track Circuit information reception and process 궤도회로 정보수신 및 처리 오류	There is no possibility of train accident or loss of lives by failure of train number management from wrong calculation by Track Circuit input 궤도회로에서 들어오는 정보에 대해 잘못 판단 연산하여 열차번호 관리 가	Train delay 열차 지연

Hazard ID(IPEIS)	Hazard (IPEIS)	Cause (IPEIS)	Effects (Sub-system)	Accident
			되지 않지만 이로 인해서 초래되는 열차사고 및 인명피해는 없음	
AO-H4	Failure of direction control by the failure of ATS/OPC/RC control ATS/OPC/RC 제어 실패로 인한 방향 제어 실패	ATS/OPC/RC control error; ATS/OPC/RC 제어 오류	There is no possibility of train accident or loss of lives because a train does not move to where dangerous although wrong direction cancel function control order 잘못된 제어 명령이 내려졌으나 방향 취소 기능은 제어 명령 자체가 잘못되어도 열차가 이동해서는 안될 구간으로 들어갈 확률이 없는 관계로 열차 사고 및 인명피해와는 무관함	Train delay 열차 지연
IPEIS-H6	Erroneous direction control by the failure of interface between Interlocking system and neighbour station 인접 역 Interlocking system 과의 인터페이스 실패로 인한 잘못된 방향 제어	Reception and process function of erroneous input information from Track Circuit 잘못 입력된 궤도회로 정보수신 및 처리기능	Train collision caused by the train proceeding from the neighbour station by the route setting, although the overlapping route of the neighbour station is set 인접 역의 상충 진로가 나 있음에도 불구하고 해당 역에서의 진로제어가 설정되어 인접 역에서 마주 오는 열차와의 충돌 가능성이 있음	Train collision 열차 충돌
IPEIS -H7	Failure of Signaling equipment status reception of Interlocking system Interlocking system 의 신호설비 상태 수신 실패	Erroneous status reception 잘못된 상태 수신	Reception of wrong information from Signaling equipment, but it is nothing to do with train accident or loss of lives by the wrong information itself 신호설비로부터 수신되는 정보를 잘못 수신한다. 잘못 수신된 정보 자체만으로는 열차 사고 및 인명피해와는 무관함	Train delay 열차 지연
AO-H5	Failure of authority control by the failure of ATS/OPC/RC control ATS/OPC/RC 제어 실패로 인한 권한제어 실패	ATS/OPC/RC control error; ATS/OPC/RC 제어 오류	It is nothing to do with train accident or loss of lives despite wrong control authority change or wrong control order from ATS/OPC/RC which is operator's mistake ATS/OPC/RC 로부터 잘못된 제어 명령이 내려 졌으나 운영자 실수이며 또한 제어권한이 잘못 변경되었다고 하더라도 열차사고 및 인명피해와는 무관함	Train delay 열차 지연

Hazard ID(IPEIS)	Hazard (IPEIS)	Cause (IPEIS)	Effects (Sub-system)	Accident
IPEIS -H8	Failure of authority control by the failure of Interlocking system control Interlocking system 제어 실패로 인한 권한제어 실패	Erroneous authority control order operation 잘못된 권한 제어명령 수행	It is nothing to do with train accident or loss of lives due to the failure of authority control change. 제어권한 변경 실패로 이어지는 열차사고 및 인명피해는 없음	Train delay 열차 지연

8.2.5 Definition of Safety Function; 안전 기능의 정의

As a result of the risk analysis, the following safety functions and safety states according to the safety functions were defined as mitigation measures for the hazards.

위험도 분석 결과 위험원에 대한 Mitigation Measure로 다음과 같은 안전 기능과 안전기능에 따른 안전 상태가 정의되었다.

Table 11 Safety function; 안전 기능

Top Hazard ID	Hazard	SIL	THR/h	Cause	Safety function	Safety function description	Safety state of safety function
H1	Erroneous route setting 잘못된 진로 설정	4	3×10^{-9}	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산 및 제어오류	Ensure correct route set 올바른 진로설정 보장	When receiving route setting command, only those commands for routes stored in interlocking data will be executed. Commands for routes not stored in interlocking data are to be ignored. 진로설정 수신 시 연동데이터에 저장되어 있는 진로일 경우만 제어처리를 수행하고 연동 데이터에 저장되지 않은 진로에 대해서는 진로 설정 제어는 무시되어야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						If entry signal of route is in protected state, route setting control is to be ignored. 진로의 시작 신호기가 방호 상태이면 진로설정 제어는 무시되어야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						If point machine and overlap protection point included in route is in lock in opposite direction, route setting control is to be ignored. 진로 내에 포함된 선로전환기 및 과주방호 선로전환기의 반대방향 쇄정 상태일 경우 진로설정 제어는 무시되어야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						If a conflicting route exists for the route to be set, route setting control is to be ignored. 해당 진로와 상충되는 진로가 설정 상태일 경우에 진로설정 제어는 무시되어야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						If route direction setting does not match with signal go direction, route setting control is to be ignored. Route Direction 설정이 신호 진행 방향과 일치하지 않는	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지

Top Hazard ID	Hazard	SIL	THR/h	Cause	Safety function	Safety function description	Safety state of safety function
						상태일 경우 진로설정 제어는 무시되어야 함	
						When route setting is confirmed as possible, as priority, signals of related routes are to be set to locked state. 진로제어 가능조건으로 확인되는 경우 우선적으로 해당 진로의 신호기를 쇄정 상태로 설정해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						During route setting, if a track circuit be occupied, all point machines on the route are to be moved and locked, exempting the point machine that is included on the occupied track circuit. Signal is to be maintained at stop aspect. 진로 설정 시 궤도회로가 단락된 상태인 경우 단락된 궤도회로에 포함된 선로전환기를 제외한 진로 상의 선로전환기는 전환 및 쇄정 순으로 처리하고 신호기는 정지상태를 유지해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						During route setting, if there be a point machine mismatch, all point machines except the point mismatch are to be moved and locked. Then the route is to be locked. Signal is to be maintained at stop aspect. 진로설정 시 선로전환기가 불일치 상태인 경우 불일치 선로전환기를 제외한 모든 선로전환기는 전환 및 쇄정, 진로쇄정 순으로 처리하고 신호기는 정지상태를 유지하여야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
H2	Erroneous route release 잘못된 진로 해정	4	3×10^{-9}	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산 및 제어오류	Ensure correct route release 올바른 진로 해정 보장	At route release, if a track circuit in the approach area is occupied, then Signal is to output stop. 진로 해정 시 접근 쇄정 구간의 궤도회로가 단락된 경우 신호기를 정지출력 해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						For stick locking area during route release, Signal is to output stop. 진로 해정 시 보류쇄정 구간인 경우 신호기를 정지 출력해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지

Top Hazard ID	Hazard	SIL	THR/h	Cause	Safety function	Safety function description	Safety state of safety function
						During a signal go, if the first track circuit in route becomes occupied, Signal is to output stop. 신호 진행 중 진로 첫 궤도회로 단락 시 신호기를 정지 출력해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						Detect undesirable output or input 부정출력 또는 입력에 대한 감지	Maintain all related signal status as off 관련된 모든 신호기 off 상태 유지
H5	Failure of route direction setting 진로방향 설정 실패	4	2×10^{-9}	Wrong input information from Track Circuit reception and process 잘못 입력된 궤도회로 정보수신 및 처리기능	Ensure safe decision of direction control 방향제어에 대한 안전한 상황보장	Go for start signal is to be outputted only when route direction has been set. 진로 방향이 설정된 상태에서만 출발 신호기의 진행을 출력해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						Has to detect that there is no train coming from the opposite direction 반대 방향 운행 열차가 존재하지 않는 상태를 감지해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지

Observation:

The functions related with following equipment were excluded from the risk analysis by the During the system life cycle, the implementation of safety function should be traced using hazard log and it should be demonstrated through the calculation of FTA.

시스템 수명주기 동안 Safety function이 올바르게 적용되었는지 Hazard log에 의해 추적 되어야 하고 FTA에 의해 입증되어야 한다.

Top Hazard ID	Hazard	SIL	THR/h	Cause	Safety function	Safety function description	Safety state of safety function
						When route has been released though train has not approached the route, Signal is to output stop as a priority. 열차가 접근되지 않은 상황에서 진로 해정 시 신호기를 우선 정지 출력해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						At route release, points locked by another route are not to be released. 진로 해정 시 타 진로에 의해 쇄정 중인 선로전환기는 해정되지 않아야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						At route release, repeating signals and advanced start signals interlocked with route is to output stop. 진로 해정 시 진로와 연동된 중계 신호기, 구내 폐색 신호기를 정지 출력해야 함	Maintain all related signal status as off 관련된 모든 신호기 off 상태 유지
						Detect undesirable output or input 부정출력 또는 입력에 대한 감지	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
H3	Failure of route supervision 진로감시 실패	4	7×10^{-9}	Erroneous calculation and control error 잘못된 연산 및 제어오류	Ensure correct route supervision 올바른 진로 감시 보장	If a track within a route becomes occupied during a signal go, then Signal is to output stop and maintain locked state. 신호 진행 중 진로내의 궤도가 단락 되면 신호기는 정지 출력하고 쇄정 상태를 유지해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						If a track within a route becomes occupied and then becomes free during a signal go, then Signal is to maintain stop state. 진호 진행 중 진로내의 궤도가 단락 되었다가 복구되었을 시 신호기는 정지상태를 유지해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						If there is a point machine mismatch within a route, Signal is to output stop. 진로내의 선로전환기가 불일치할 경우 신호기를 정지 출력해야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지
						If there is a point machine mismatch within a route, route is to be in locked state. 진로내의 선로전환기가 불일치할 경우 진로는 쇄정 상태여야 함	Maintain related signal status as off 관련된 신호기 off 상태 유지

9 System Specification; 시스템 명세

9.1 Requirements; 요구사항

A complete and proper documentation of system specification is a mandatory to design and implement a system in detail including physical, functional and interfaces.

시스템 명세는 시스템의 설계 및 구현을 위해 시스템의 물리적, 기능적인 부분과 인터페이스에 대해서도 구체적으로 문서화되어 있어야 한다.

9.2 Execution / results of the inspection; 조사 실행/결과

The system specification of IP based Electronic Interlock System consist of following documents:

- Annex 2-1. Specification of IPEIS [D9]
- Annex 2-2. Point Machine design specification of IPEIS [D2]
- Annex 2-3. Signal Module design specification of IPEIS [D3]
- Annex 3. Safety Design Specification of IPEIS [D6]
- Annex 5-1. Specification for the Maintenance Console of IPEIS [D7]

The system specification for the communication based interface is documented with following documents:

- Annex 1. Interface standard specification of IPEIS [D18]

  Note: The 'Interface standard specification of IPEIS' is established and distributed by RSRA.
- Annex 2-4. System communication specification of IPEIS'[D4]
- Annex 5-2. Communication protocol specification of IPEIS [D8]

A test specification for the communication based interface is documented as following document:

- Annex 2-5. Communication test specification for IPEIS [D5]

IP기반 전자연동장치의 시스템 설계는 다음과 같이 문서화되어 있다:

- 별첨 2-1. IP기반 전자연동장치 사양서 [D9]
- 별첨 2-2. IP기반 전자연동장치 선로전환기모듈 설계사양서 [D2]
- 별첨 2-3. IP기반 전자연동장치 신호기모듈 설계사양서 [D3]
- 별첨 3. IP기반 전자연동장치 안전성설계사양서 [D6]

- 별첨 5-1. IP기반 전자연동장치 유지보수부 사양서 [D7]

통신 기반 인터페이스에 대한 시스템 설계는 다음과 같이 문서화되어 있다:

- 별첨 1. IP기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준 사양서 [D18]

  Note: IP기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준 사양서는 철도신호사업연구조합에 의해서 작성되고 배포되었다.

- 별첨 2-4. IP기반 전자연동장치 시스템통신 사양서'[D4]
- 별첨 5-2. IP기반 전자연동장치 통신 프로토콜 사양서 [D8]

통신기반 인터페이스에 대한 시험 사양은 다음 문서에 정의되어 있다:

- 별첨 2-5. IP기반 전자연동장치 시스템통신 시험서

The overall system architecture of IPEIS is as Figure 3:

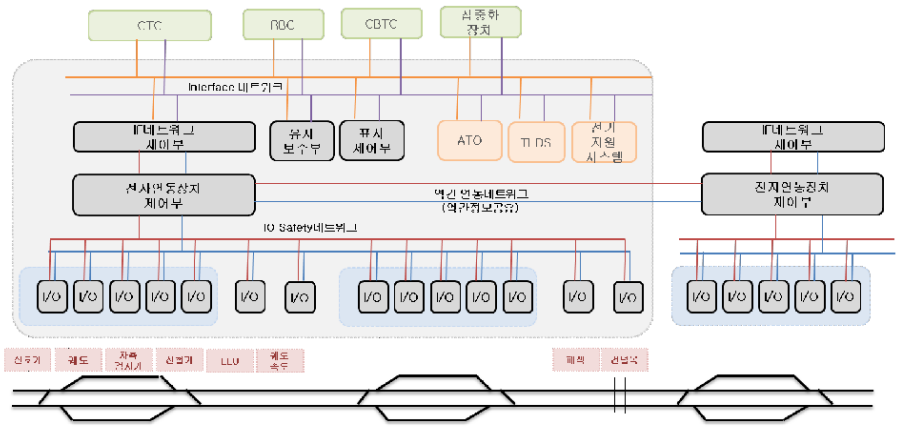


Figure 3 System architecture of IPEIS; IP 기반전자연동장치의 구조

The IPEIS is functionally composed of ILS (Interlocking Logic System), IOS (Input and Ouput System), OPC (Operator Console), MTC (Maintenance Console), Optical Fibre and other equipment (UPS, Relay rack). It interfaces with trackside signalling equipment (track circuit, signal, point machine, …) via terminal blocks/connectors.

Following Figure 4 shows the implemented redundancy ethernet architecture of IPEIS.

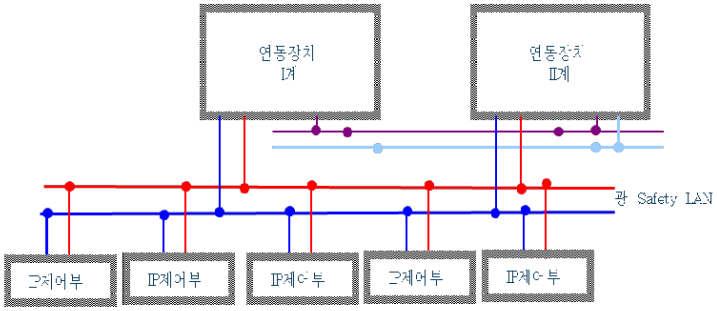


Figure 4 Redundancy interface architecture of IPEIS; IPEIS 의 이중계 네트워크 구조

Detailed assessment result of IPEIS System Specification refer LOP [D15].

IP기반 전자연동장치의 시스템 구조는 Figure 3와 같다. IP기반 전자연동장치는 기능적으로 연동논리부의 연동논리시스템(ILS), 입출력시스템(IOS), 표시제어부(OPC), 유지보수부(MTC), 광통신부 및 기타 장치(UPS 장치, 계전기랙 장치)로 구성되며, 분선반을 통해 선로변 장치들(궤도, 신호기, 선로전환기 등)과 인터페이스 한다.

다음 Figure 4는 IPEIS의 이중계으로 구성된 이더넷 구조를 나타낸다.

Observation:

The system design should be based on system requirements specification and its completeness, traceability and consistency of contents should be verified.

시스템 설계는 시스템 요구명세에 근거해서 하며 설계된 내용에 대해서는 완전성, 추적성, 부합성 그리고 일관성에 대해서는 검증되어야 한다.

10 Safety Concept design; 안전 개념 설계

10.1 Requirements; 요구사항

The system safety concept should be available and documented to implement and test the system. The detection of fault shall include hardware, software and configuration data. The safe state of each safety function should be defined.

시스템의 안전 개념이 시스템에 대한 설계 및 시험을 위해서 정립되고 문서화되어 있어야 한다. 고장에 대한 검지는 하드웨어, 소프트웨어 및 구성 데이터를 포함하여야 한다. 안전 기능에 따른 안전측 상태가 정립되어 있어야 한다.

10.2 Execution / results of the inspection; 조사 실행/결과

The system safety concept of IP based Electronic Interlock System is available and documented in Annex 2-1. Specification of IPEIS [D9].

Following Figure 5 shows the system start-up procedure of IPEIS and it includes system diagnosis before start operation.

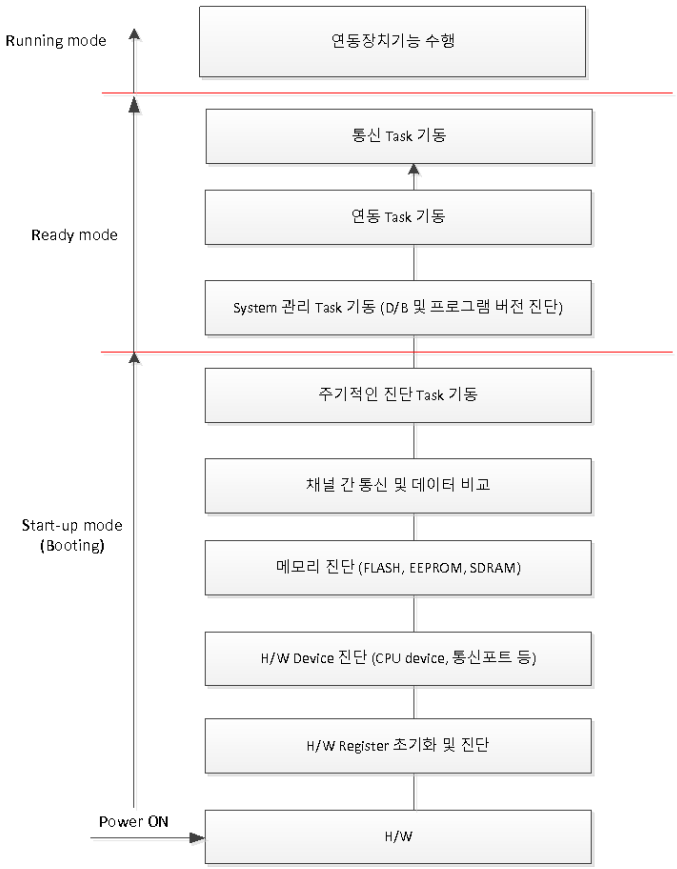


Figure 5 System startup procedure with diagnosis; 진단을 포함하는 시스템 시작 절차

When the IPES detect fault of system then it shall switch to defined safe state. The kinds of detectable fault and its safe state is defined as following Table 12.

The Safe State of ILS including Safe State transition command to IOS. Even though the transmission is failed the IOS will detect link fail and it will switch to Safe State. For the safety, the Safe State of IOS will cut off power source of output ports.

When the system operation mode is switched to the downgrade mode caused by safety operation, the IOS cut-off the output of the 1st output module (VDO #1) and cut-off the VRD. Through this, the output signals of all output modules (VDO, VPD) are designed to protect the danger by operating with safety concept.

Table 12 Safe state of IPEIS with fault; IP 기반 전자연동장치의 장애 유형에 따른 안전측 동작

Operation type 운영구분	Fault type 장애 유형	Safe state 안전측 동작	Note 비고
Initial start-up 초기 기동	Detect fault during diagnosis on system device 시스템 Device 진단 장애	Safe-State (Output cut-off by VRD VRD에 의한 출력 차단 상태)	Safe output Cut-off by IOS IOS에서 Safe output 차단
	DB Interlocking Mismatch between channels 채널간 연동DB 불일치		
	SW mismatch between channels 채널간 SW 불일치		
	VRD diagnosis during start-up 초기 VRD 진단 장애		
	Interlocking DB mismatch between redundancy system 계간 연동 DB 불일치		
	SW mismatch between redundancy system 계간 SW 불일치		
	IO module configuration mismatch IO 모듈 구성정보 불일치		
During operation 동작 중	Link fault between ILS-IOS ILS~IOS 간 Link 장애	Safe-State (Output cut-off by VRD VCR에 의한 출력 차단 상태)	Safe output Cut-off by IOS If the standby system is normal state then the standby system will switches to main system and start operation with standby system IOS에서 Safe output 차단 예비계 정상 동작중일 경우 예비계로 절체
	Safe state of other channel 상대채널 Safe-State		
	Input mismatch between ILS channels and error on synchronize ILS 채널간 입출력 불일치 및 동기화 장애		
	Fault of IO module IO 모듈 장애		

Operation type 운영구분	Fault type 장애 유형	Safe state 안전측 동작	Note 비고
	Port fault of IO module (more than 3 ports faults per module) IO 모듈 포트장애(모듈당 3개이상 장애 시)		
	Fault of COMM module COM 모듈 장애		
	VRD invalid input VRD 부정입력		
	Communication fault between redundancy ststem 계간 통신 장애	Switch to safe state in case system is standby mode 예비계인 경우만 Safe-State	Main system remain normal operation 주계는 정상동작
	Invalid input 부정입력	Cut-off VRD VRD 차단	If the standby system is normal state then the standby system will switches to main system and start operation with standby system 예비계 정상 동작중일 경우 예비계로 절체
	Invalid output 부정출력		
	FUSE fault FUSE 장애	If other system is normal operation then cut-off VRD 상대계 정상 동작 중일 경우 VRD 차단	

IP기반 전자연동장치의 시스템에 대한 안전측 개념은 'IP기반 전자연동장치 사양서 [D9]'에 문서화되어 있다.

다음 Figure 5 는 IP 기반 전자연동장치의 시스템 시작 절차를 나타내고 있으며 운영 시작 전에 시스템 진단을 수행하고 있다.

IP기반 전자연동장치가 시스템의 고장을 검지하는 경우에 시스템은 정의된 안전 상태로 전환되어야 할 것이다. 검지 가능한 고장의 종류와 이에 따른 안전 상태는 다음 Table 12과 같이 정의되어 있다:

연동 논리부의 안전상태(Safe state)는 현장 단말부로 Safe state 전환 명령 전송을 포함한다. 만약, 전송 실패가 발생할 경우 현장 단말부는 연동 논리부에 대해 link fail을 검지하여 안전상태(Safe state)로 전환한다. 현장 단말부의 안전상태(Safe state)는 안전을 위해 외부 출력 전원을 차단한다

시스템 운영 모드가 안전측 동작에 의해 Downgrade 모드로 전환된 경우 IOS는 출력모듈(VDO)#1의 OUT1의 출력을 차단하여 VRD를 차단시켜 모든 출력모듈(VDO, VPD)의 출력신호는 차단되어 안전측 동작을 하여 위험을 차단하도록 설계되어 있다.

Observation:

The system safety concept should be verified focus on derived safety functions from risk analysis.

시스템 안전 개념은 위험도 분석에서 도출된 안전 기능의 관점에서 검증되어야 한다.

11 Data Integrity of message; 메시지의 데이터 무결성

11.1 Requirements; 요구사항

A complete and proper documentation of interface specification is a mandatory to show the compliance of EN 50159 standard. It is especially required when the interface data is used for the safety-related function of the system.

완전하고 적절한 인터페이스 명세는 인터페이스가 EN 50159에 부합함을 보여주기 위해서는 필수이다. 특히 이것은 인터페이스 데이터가 시스템의 안전과 관련된 기능에 사용되는 경우에 필수적이다.

11.2 Execution / results of the inspection; 조사 실행/결과

According to the EN 50159, the transmission systems can be classified into three categories:

EN 50159에 따라, 전송 시스템은 3가지 카테고리로 분류될 수 있다.

- Category 1 consists of systems which are under the control of the designer and fixed during their lifetime;

  카테고리1은 설계자의 통제 하에 있으며 시스템 수명주기 동안 고정된 시스템으로 구성된다.

- Category 2 consists of systems which are partly unknown or not fixed, however unauthorised access can be excluded;
- 카테고리2는 부분적으로 알려지지 않았거나 부분적으로 수정되는 시스템이지만 승인된 접근만 허용될 수 있는 시스템으로 구성된다.
- Category 3 consists of systems which are not under the control of the designer, and where unauthorised access has to be considered.
- 카테고리3은 설계자의 통제 하에 있지 않고, 승인되지 않은 접근도 고려되는 시스템으로 구성된다.

The transmission system within IPEIS can be categorized as Category 1 or Category 2 based on the configuration of network system.

IPEIS 내 전송 시스템은 네트워크 시스템 구성에 기반하여 카테고리1 혹은 카테고리2로 분류될 수 있다.

Figure 6 shows the threats/defences matrix to show the defence can provide protection against the corresponding threat.

Figure 6은 해당 위협에 대한 보호 기능을 제공할 수 있는 방어 대책에 대한 위협/방어 매트릭스를 나타낸다.

Table 1 – Threats/Defences matrix

Threats	Defences							
	Sequence number	Time stamp	Time-out	Source and destination identifiers	Feed-back message	Identification procedure	Safety code	Cryptographic techniques
Repetition	X	X						
Deletion	X							
Insertion	X			X [a]	X [b]	X [b]		
Re-sequence	X	X						
Corruption							X [c]	X
Delay		X	X					
Masquerade					X [b]	X [b]		X [c]

[a] Only applicable for source identifier.
Will only detect insertion from invalid source.
If unique identifiers cannot be determined because of unknown users, a cryptographic technique shall be used, see 7.3.8.

[b] Application dependent.

[c] See 7.4.3 and Clause C.2.

Figure 6 Threats/Defences matrix (Section 7.4.2 of EN 50159)

The interface specification of IPEIS is defined and documented with following:

IPEIS의 인터페이스 명세가 정의되었고 다음 문서에 기록되었다:

- Annex 5-2. Communication protocol specification of IPEIS [D8]

  별첨 5-2. IP기반 전자연동장치 통신 프로토콜 사양서 [D8]

The interface between OPC and IPEIS is defined as Non-safety and its safety integrity level corresponds to SIL0. However, according to clause 5.1, 5.2, 6.2, 6.3, and 7 of EN 50159 standard, it is defined to assure the safety of software communication data processing as below.

OPC와 전자연동장치간 인터페이스는 Non-safety로 정의되어 있으며, 안전무결성 수준은 SIL0에 해당된다. 그러나 EN50159 규격 5.1항, 5.2항, 6.2항, 6.3항, 7항에 의거하여 다음과 같이 소프트웨어적으로 통신데이터 처리의 안전성을 확보하도록 정의되어 있다.

- Requirements for errors in communication data

  통신데이터의 오류 발생 요건

  Regarding the interface between OPC and IPEIS, faults that may occur are as below.

  OPC 와 전자연동장치 간의 인터페이스에서 발생할 수 있는 결함은 다음과 같다.

  - Reception of the repetitive identical message

    반복적인 동일메시지의 수신

- Message deletion

  메시지의 삭제

- Reception of the re-sequence message

  메시지의 순서변경 수신

- Reception of the erroneous message (transmitter identifier error, type error, value error)

  오류가 포함된 메시지(송신기 식별자 오류, 형태 오류, 값 오류)의 수신

- Reception error of excess of the defined limit time

  지정시간 초과 수신오류

– Techniques applied to error detection of communication data

  통신데이터의 오류 검출에 적용된 기법

- For detecting faults that may occur in the interface between OPC and IPEIS, the following techniques are applied as Figure 7.

  OPC와 전자연동장치간의 인터페이스에서 발생할 수 있는 결함을 검출하기 위해 다음 Figure 7과 같은 기법들이 적용된다.

Threats	Support detection methods and error detection; 지원 검출 기법 및 오류 검출							
	Sequence number	Time stamp	Time-out	Source and destination identifiers	Feed-back message	Identification procedure	Safety code	Cryptographic technique
Repetition	**X**	**X**	-	-	-	-	-	-
Deletion	**X**	-	-	-	-	-	-	-
Insertion	**X**			X(2)	X(1)	-	-	-
Resequence	**X**	**X**	-	-	-	-	-	-
Corruption	-	-	-	-	-	-	X(3)	-
Delay	-	**X**	**X**	-	-	-	-	-
Masquerade	-	-	-	-	X(1)	-	-	-

'X' 는 주어진 오류에 대하여 모두 검출

주 (1) 응용 의존적이나 본 프로토콜에서는 오류 판정을 위한 추가적인 판단 가능한 정보 생성에 주 목적을 두고 있다. 단, 폐쇄형 단일 통신망 시스템이기 때문에 발생하지 않는다고 가정한다.

주 (2) 출처 식별자에 대해서만 적용 가능하고 유효하지 않은 출처로부터의 삽입만 검지한다.

주 (3) 폐쇄형 단일 통신망 시스템이기 때문에 통신데이터는 고정된 식별자로 고정 접속(암묵적 승인접속)에 의해서 이루어진다고 가정하며 안전관련 전송시스템 Type A0를 적용한다.

Figure 7 Threats/Defences matrix for OPC-IPEIS interface

- The sequence number is applied to the message to detect errors in message repetition, deletion, insertion, and re-sequence.

  Message에 순서번호가 적용되어 Message의 반복, 삭제, 삽입, 순서재배열의 오류를 검출

- Time-out for pre-defined delay is applied to detect error in message delay and communication loss

  사전 정의된 지연에 대한 Time-out이 적용되어 Message의 지연 및 통신 두절에 대한 오류를 검출

- Safety code (CRC) is applied to the message to detect data corruption errors

  Message에 안전코드(CRC)가 적용되어 데이터의 손상 오류를 검출

- Source and destination identifiers are applied to detect insertion errors from invalid sources

  출처와 도착지 식별자가 적용되어 유효하지 않은 출처로부터의 삽입 오류를 검출

- 32bit CRC safety code is applied to the message frame to detect whether the message data is damaged
- Message 프레임에 대해 32bit CRC 안전코드가 적용되어 Message 데이터의 손상여부를 검출

For data integrity, CRC32 is calculated from the Sender identifier code in the Header field of the message to the last data in the data field and transmitted with the message.

데이터의 무결성을 위해 메시지의 Header field 의 Sender identifier code 부터 DATA field의 마지막 데이터까지 CRC32가 계산되어 메시지와 같이 송신된다.

Used CRC-32 is as below.

사용된 CRC-32 는 다음과 같다.

- Seed: 04C11DB7 hex
- 다항식 (polynomial): $X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$

Error detection and mitigation measure

In the transmitting and receiving between OPC and IPEIS, For the error protection and error detection of the message, the following techniques are applied.

OPC와 전자연동장치는 Message의 송신과 수신에서 Message의 에러방지 및 에러 검출을 위해 다음과 같은 기법이 적용되었다.

- Error protection. 에러방지 방법

  To protect the duplication of STX or ETX of the transmitting/receiving message between OPC and IPEIS, the Stuffing character (DLE) is applied. The stuffing character is 80hex.

  OPC와 전자연동장치 간의 송수신 Message는 STX 또는 ETX의 중복 방지를 위해 Stuffing 문자(DLE)를 적용. Stuffing문자(DLE)는 80hex.

- Error Detection: 에러 검출 방법

  For assurance of the integrity of communication data, the message between I/O subsystems includes the diverse method in the message for error detection. For error detection, the applicable methods to the message are as below.

  통신데이터의 신뢰성을 확보하기 위하여 전자연동장치와 I/O Subsystem간의 전송 Message는 에러 검출을 위해 Message 내에 다양한 방법을 포함하고 있다. 에러 검출을 위해 Message에서 적용 가능한 방법은 다음과 같다:

  - The sequence number is applied to the message to detect errors in message repetition, deletion, insertion, and re-sequence.

    Message에 순서번호가 적용되어 Message의 반복, 삭제, 삽입, 순서재배열의 오류를 검출

  - Source and destination identifiers are applied to detect insertion errors from invalid sources

    출처와 도착지 식별자가 적용되어 유효하지 않은 출처로부터의 삽입 오류를 검출

  - Safety code (CRC) is applied to the message to detect data corruption errors

    Message에 안전코드(CRC-32)가 적용되어 데이터의 손상 오류를 검출

  - Expiry of predefined delays such as maximum response reception setting time ΔS and maximum frame reception setting time ΔR is applied to detect delays in messages and communication loss

    최대 응답 수신 설정시간 ΔS와 최대 프레임 수신 설정시간 ΔR 등 사전 정의된 지연에 대한 만기가 적용되어 Message의 지연 및 통신 두절에 대한 오류를 검출

  - Assumption; 가정

- As it recognizes real-time information by applying sequential polling, it is assumed that there is no delay error that exceeds the expiration date of the message and that is re-sequencing the message.

  순차적 Polling 방식을 적용하여 실시간 정보를 인지하므로 Message의 사용기한 초과 및 Message의 순서가 바뀌는 지연 오류는 없다고 가정

- It is assumed that message masquerade does not occur because it is a closed single communication system.

  Message의 위장은 폐쇄형 단일 통신망 시스템이기 때문에 발생하지 않는다고 가정

Observation:

According to the provide specification, the specified interface specification fulfils the requirements on EN 50159 standards which can be used for safety related data communication if it is correctly implemented and tested.

제공된 문서를 근거로 할 때 명시된 인터페이스 명세는 EN 50159의 요구사항을 만족하고 있으며 이것은 올바르게 구현되고 시험되는 경우에 안전과 관련된 데이터 인터페이스에 사용될 수 있다.

12 Testing; 시험

12.1 Requirements 요구사항

The test/inspection plan shall include test/inspection type, test/inspection procedure and test cases with pass/fail criteria.

시험/검사 계획은 시험/검사 종류, 방법/절차 그리고 통과/실패에 대한 범주를 포함하는 테스트 케이스들을 포함하고 있어야 한다.

12.2 Execution / results of the inspection; 조사 실행/결과

For the testing of target system an ITC and two test plans were documented as following:

- Annex 6-1. Inspection & Test Checklist - Test Station [D10]
- Annex 6-2. TS02 station_ITP_20181130 [D11]
- Annex 6-2. TS03 station_ITP_20181130 [D12]

Tests were performed based on the checklist for the communication protocol, which was defined between each system, and the test results were documented as follows:

- Annex 2-6. IPEIS System communication SW test report [D13]

The IPEIS is has redundancy architecture including network system. The network switchover test results for redundancy communication channel was documented as following:

- Annex 2-7. Redundancy communication switchover test report of IPEIS [D14]

The test results were recorded in checklist.

It was checked that all test results in report were recorded as success and without condition according to the test reports provided by DAEATI.

No.	Test Item 시험 종류	Test Description 시험 내용
1	OPC - IPEIS Message OPC – 전자연동장치 Message	Check whether message from OPC to IPEIS comply with specification OPC에서 전자연동장치로 전송하는 Message가 정상적인지 검사한다.
2	IPEIS - OPC Message 전자연동장치 – OPC Message	Check whether message from IPEIS to OPC comply with specification 전자연동장치에서 OPC로 전송하는 Message가 정상적인지 검사한다.
3	OPC - IPEIS Control message OPC – 전자연동장치	Check whether control message from OPC to IPEIS comply with specification OPC에서 전자연동장치로 전송하는 제어 정보가 정상적인지 검사한다.

No.	Test Item 시험 종류	Test Description 시험 내용
	제어 정보	
4	IPEIS - OPC Indication message 전자연동장치 – OPC 표시 정보	Check whether indication message from IPEIS to OPC comply with specification 전자연동장치에서 OPC로 전송하는 표시 정보가 정상적인지 검사한다.
5	ID Generation for indication and control 표시 및 제어용 ID 생성	Check whether generated Element ID for Indication and Control is correct 표시 및 제어용 Element ID 생성이 정상적인 검사한다.

임시 역에 대한 시험을 위해서 ITC와 2개 역의 시험검사계획서가 문서화되었다.

- 별첨 6-1. 시험역_ITC [D10]
- 별첨 6-2. TS02역_시험검사계획서 [D11]
- 별첨 6-2. TS03역 시험검사계획서 [D12]

각 시스템 간에 정의된 통신 프로토콜에 대해서 Checklist를 바탕으로 시험이 수행 되었으며 시험 결과가 다음과 같이 문서화 되었다:

- 별첨 2-6. IP기반 전자연동장치 시스템통신 SW시험성적서 [D13]

이중계로 구성된 시스템에서 개별 시스템의 고장에 따라 계절체가 발생되는 경우에 대한 절체 시험이 수행 되었으며 다음과 같이 문서화 되었다:

- 별첨 2-7. IP기반 전자연동장치 2중계통신 절체시험성적서 [D14]

시험 결과는 Check list에 작성되어 있다.

대아티아이의 시험 보고서에 대한 확인 결과 보고서의 모든 시험은 오류 없이 성공적으로 완료되었음이 확인되었다.

Observation:

The test report should include test target with detailed configuration including hardware, software and data version.

시험보고서는 시험 대상에 대해서 하드웨어, 소프트웨어 및 버전 정보를 포함하는 구체적인 형상 정보가 포함되어야 한다.

13 Conclusion; 결론

According to railway standard (IEC 62278), a complete and proper documentation is mandatory. This documentation is needed for an Assessment to confirm the fulfilment of the system targets.

The safety analysis was carrying out and the results of the safety analysis are documented in the IPEIS Safety Analysis Report [D1]. The control of derived hazards is essential to manufacture and using the safety related system.

The evaluation of each document was based on the safety analysis process presented in EN 50126-1:1999 and EN 50129:2003. The evaluation results for each document can be seen in LOP[D15], the safety analysis phase becomes acceptable after all nonconformities have been completed.

In summary, total 45 open points are issued during inspection and finally all open points are closed during assessment.

철도 규격(IEC 62278)에 의하면, 완전하고 적합한 문서화가 의무이다. 문서화는 시스템 목표의 충족을 확인하는 평가를 위해 필요하다.

안전성 분석이 수행되었고 안전성 분석 활동 결과가 IP기반 전자연동장치 안전성 분석 활동 보고서[D1]에 기술되어 있다. 도출된 위험원에 대한 제어는 안전과 관련된 시스템의 제작 및 사용에 필수적이다.

각 문서의 평가는 EN 50126-1:1999와 EN 50129:2003에서 제시하는 안전성 분석 과정을 기준으로 이루어졌다. 각 문서 별 평가 결과는 LOP [D15]에서 확인 가능하며, 도출된 부적합 사항이 모두 종료되어야 해당 안전성 분석 단계가 수용 가능하게 된다.

평가 결과를 요약하면 총 45개의 검토 사항이 검사 과정에서 도출되었으며 모든 항목들이 평가기간 동안 해결되어 미완료 항목은 없다.

Seung-Tae Ha

.....
(Seung-Tae Ha – TÜV SÜD Korea)

(45) TUV 검증 보고서 리스트

Ref	Document ID	Title	Date	Rev.
[D1]	IPEIS_S002	Annex 2-8.IPEIS hazard & risk analysis report 별첨 2-8. IP기반 전자연동장치 위험원분석보고서	2018.05.03	1.0
[D2]	IPEIS_D002	Annex 2-2. Point Machine design specification of IPEIS 별첨 2-2. IP기반 전자연동장치 선로전환기모듈 설계사양서	2018.11.18	1.0
[D3]	IPEIS_D004	Annex 2-3. Signal Module design specification of IPEIS IP기반 전자연동장치 신호기모듈 설계사양서	2018.11.18	1.0
[D4]	IPEIS_D003	Annex 2-4. System communication specification of IPEIS 별첨 2-4. IP기반 전자연동장치 시스템통신 사양서	2018.10.21	1.0
[D5]	IPEIS_D006	Annex 2-5. Communication test specification for IPEIS 별첨 2-5. IP기반 전자연동장치 시스템통신 시험서	2018.05.29	1.0
[D6]	IPEIS_D005	Annex 3. Safety Design Specification of IPEIS 별첨 3. IP기반 전자연동장치 안전성설계사양서	2018.05.29	1.0
[D7]	IPEIS_D007	Annex 5-1. Specification for the Maintenance Console of IPEIS 별첨 5-1. IP기반 전자연동장치 유지보수부 사양서		1.0
[D8]	IPEIS_D008	Annex 5-2. Communication protocol specification of IPEIS 별첨 5-2. IP기반 전자연동장치 통신 프로토콜 사양서		1.0
[D9]	IPEIS_D001	Annex 2-1. Specification of IPEIS 별첨 2-1. IP기반 전자연동장치 사양서	2018.05.02	1.0
[D10]		Annex 6-1. Inspection & Test Checklist - Test Station 별첨 6-1. 시험역_ITC		
[D11]		Annex 6-2. TS02 station_ITP_20181130 별첨 6-2. TS02역_시험검사계획서_20181130	2018.11.30	
[D12]		Annex 6-2. TS03 station_ITP_20181130 별첨 6-2. TS03역 시험검사계획서_20181130	2018.11.30	
[D13]		Annex 2-6. IPEIS System communication SW test report 별첨 2-6. IP기반 전자연동장치 시스템통신 SW시험성적서	2018.11.09	
[D14]		Annex 2-7. Switchover test report for IPEIS - Redundancy Communication 별첨 2-7. IP기반 전자연동장치 2중계통신 절체시험성적서	2018.10.25	
[D15]		상호운영성 확보 용품 제작 보고서 - 선로전환기모듈	2018.11.30	
[D16]		상호운영성 확보 용품 제작 보고서 - 신호기모듈	2018.11.30	
[D17]		Annex 1. Interface standard specification of IPEIS 별첨 1. IP기반 철도 전자연동장치 인터페이스 표준 사양서	2018.11.30	1.0

표 134 TUV 검증 보고서 리스트

5. 평가의 착안점 및 기준

구분	년도	세부 연구목표	세부 연구개발 내용	평가목표 및 착안점	가중치	추진일정			
						1분기 (1/4)	2분기 (2/4)	3분기 (3/4)	4분기 (4/4)
3 차년도	2019	표준사양서	표준사양 정의서 작성	표준 사양서	10				
		IP 제어부 상호운용성 확보	상호호환성 검증	검증시험 성적서	10				
		Test-Bed 구축 및 현차시험	연동역 현차시험	연동검사 성적서, 완료보고서	30				
			기기접중역 현차시험						
			현차시험 감독						
		성능 및 신뢰성 검증	연동역 신뢰성 검증	안전성 검증 보고서	40				
			기기집중역 신뢰성 검증						
		품질 안전 기술 개발	위험원 분석	위험원분석보고서, ISA 검토의견서	10				
			ISA 검토의견						

표 135 평가의 착안점 및 기준

6. 연구비 집행 실적

가.연구비 명세

(1) 연도별 연구비 총괄표

(단위: 천원)

비목	세목				1차 연도	2차 연도	3차 연도	합계
					2017	2018	2019	
직접비	인건비	내부 인건비	미지급		38,984	80,985	150,916	270,852
			지급	현금	38,728	224,100	232,100	494,928
				현물	198,000	288,000	324,000	810,000
		외부 인건비	미지급					
			지급	현금				
				현물				
	학생인건비							
	인건비 소계				236,728	512,100	556,100	1,304,928
	연구장비. 재료비		현금		433,500	320,360	415,235	1,169,095
			현물					
	연구활동비				46,900	98,800	237,800	383,500
	연구과제추진비				31,600	51,540	54,920	138,060
	연구수당				3,000	2,100	25,000	30,100
	위탁연구비				20,000	50,000	50,000	120,000
	직접비 소계				771,728	1,034,900	1,339,055	3,145,683
간접비					13,272	22,500	73,545	109,317
연구비 총액					785,000	1,057,400	1,412,600	3,255,000

표 136 연도별 연구비 총괄표

연구기관별 연구비 총괄표

주관기관: 대아티아이 (단위: 천원)

비목	세목			1차 연도	2차 연도	3차 연도	합계
				2017	2018	2019	
직접비	인건비	내부 인건비	미지급				
			지급 현금				
			지급 현물	117,000	175,500	211,500	504,000
		외부 인건비	미지급				
			지급 현금				
			지급 현물				
	학생인건비						
	인건비 소계			117,000	175,500	211,500	504,000
	연구장비. 재료비		현금	215,000	158,200	170,235	543,435
			현물				
	연구활동비			17,500	10,700	144,000	172,200
	연구과제추진비			14,000	9,800	23,920	47,720
	연구수당						
	위탁연구비			20,000	50,000	50,000	120,000
	직접비 소계			383,500	404,200	599,655	1,387,355
간접비				1,000		15,645	16,645
연구비 총액				384,500	404,200	615,300	1,404,000

표 137 연구 기관별 연구비 총괄표(대아티아이)

7. 목표달성도 및 관련분야 기여도

가.목표달성도

(1) 질적 성과지표(총괄)

핵심성과	단위성과	질적 성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치 (%)	달성치 (%)
인터페이스 표준사양서	국내 전자연동장치 I/F 조사 및 분석	· 일반철도 · 고속철도 · 도시철도	1건	보고서	사양서	3	3
	사용자 요구사항 정의서	· 시스템 개요 및 일반사항 · 시스템 엔지니어링 · IP제어부 요구사항 정의서	1건	분석 사양서	사양서	7	7
	표준사양 정의서	· 시스템 정의 · IP제어부 표준 인터페이스 정의 · 외부시스템 인터페이스 정의	1건	분석 사양서	사양서	3	3
	표준 사양서	· 유지보수 데이터부 사양서 · IP제어부 표준 사양서 · 외부시스템 인터페이스 표준사양서 · 표준기준서	1건	분석 사양서	사양서	3	3
IP기반 전자연동장치	기존 연동장치 개량	· Fail-Safe 네트워크 설계 · 안전측 동작 설계	1건	설계 입력	사양서	7	7
		· IP통신 S/W개발 (Fail-Safe)	1건	설계	성적서	2	2
		· 2중계 통신	1건	시험	성적서	2	2
		· 입출력방식변경	1건	알고리즘	시제품	2	2
		· 예비위험원 분석	1건	분석	분석서	2	2
	IP제어부 설계 및 제작	· IP 제어부 설계 · 외부제어 기기별 설계	1건	설계	사양서	10	10
		· IP제어부 시험	1건	시험	설계서	3	3
		· IP제어부 제작	1건	안전성	시제품	3	3
	IP 제어부 상호운영성 확보	· 호환성 요구사항 도출	1건	명세서	명세서	7	7
		· 상호운영성 확보 용품 제작	1건	상호 운영성	성적서	3	3
		· 상호호환성 검증	1건	상호 운영성	성적서	3	3
	유지보수 및 데이터 관리부 제작	· 유지보수부 설계	1건	S/W	설계서	2	2
		· 유지보수부 제작	1건	S/W	S/W	2	2

	Test-Bed 구축 및 현차시험	· 시험역 설계	1건	보고서	성적서	7	7
		· 연동역 현차시험	1건	동작시험	성적서	3	3
		· 기기집중역 현차시험	1건	동작시험	성적서	3	3
		· 현차시험 감독	1건	보고서	보고서	3	3
	철도 환경시험	· 온/습도 · EMI , EMC		-20℃ ~ 60℃ 95%습도 KRS 기준	공인 기관 성적서	3	3
	성능 및 신뢰성 검증	· 연동역 신뢰성 검증	1건	제3자검증	보고서	3	3
		· 정량적 품질 및 안전목표 수립	1건	안전목표	기술서	3	3
		· 기기집중역 신뢰성 검증	1건	제3자검증	보고서	3	3
		· RAMS기반 품질 안전 활동 전략 수립	1건	RAMS활동	보고서	3	3
	품질 안전 기술 개발	· 위험원 분석	1건	Funtional Safety/Risk Analysis(EN50126, 50128 기반)	보고서	2	2
		· ISA검토의견	1건	제3자검증	의견서	2	2
합 계						100	100

표 138 질적 성과지표(총괄)

(가) 질적 성과지표(1 차년도)

핵심성과	단위성과	질적 성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치 (%)	달성치 (%)
인터페이스 표준사양서	국내 전자연동장치 I/F 조사 및 분석	· 일반철도 · 고속철도 · 도시철도	1건	보고서	사양서	10	10
	사용자 요구사항 정의서	· 시스템 개요 및 일반사항 · 시스템 엔지니어링 · IP제어부 요구사항 정의서	1건	분석 사양서	사양서	20	20
IP기반 전자연동장치	기존 연동장치 개량	· Fail-Safe 네트워크 설계 · 안전측 동작 설계	1건	설계 입력	사양서	20	20
	IP제어부 설계 및 제작	· IP 제어부 설계 · 외부제어 기기별 설계	1건	설계	사양서	30	30
	IP 제어부 상호운영성 확보	· 호환성 요구사항 도출	1건	명세서	명세서	20	20
합 계						100	100

표 139 질적 성과지표(1 차년도)

(나) 질적 성과지표(2 차년도)

핵심성과	단위성과	질적 성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치 (%)	달성치 (%)
인터페이스 표준사양서	표준사양 정의서	·시스템 정의 ·IP제어부 표준 인터페이스 정의 ·외부시스템 인터페이스 정의	1건	분석 사양서	사양서	10	10
IP기반 전자연동장치	기존 연동장치 개량	·IP통신 S/W개발 (Fail-Safe)	1건	설계	성적서	5	5
		·2중계 통신	1건	시험	성적서	5	5
		·입출력방식변경	1건	알고리즘	시제품	5	5
		·예비위험원 분석	1건	분석	분석서	5	5
	IP제어부 설계 및 제작	·IP제어부 시험	1건	시험	설계서	10	10
		·IP제어부 제작	1건	안전성	시제품	10	10
	IP 제어부 상호운영성 확보	·상호운영성 확보 용품 제작	1건	상호 운영성	성적서	10	10
	유지보수 및 데이터 관리부 제작	·유지보수부 설계	1건	S/W	설계서	5	5
		·유지보수부 제작	1건	S/W	S/W	5	5
	Test-Bed 구축 및 현차시험	·시험역 설계	1건	보고서	성적서	20	20
	철도 환경시험	·온/습도 ·EMI , EMC		-20℃ ~ 60℃ 95%습도 KRS 기준	공인 기관 성적서	10	10
합 계						100	100

표 140 질적 성과지표(2 차년도)

(다) 질적 성과지표(3 차년도)

핵심성과	단위성과	질적 성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치 (%)	달성치 (%)
인터페이스 표준사양서	표준 사양서	· 유지보수 데이터부 사양서 · IP제어부 표준 사양서 · 외부시스템 인터페이스 표준사양서 · 표준기준서	1건	분석 사양서	사양서	10	10
IP기반 전자연동장치	IP 제어부 상호운영성 확보	· 상호호환성 검증	1건	상호 운영성	성적서	10	10
	Test-Bed 구축 및 현차시험	· 연동역 현차시험	1건	동작시험	성적서	10	10
		· 기기집중역 현차시험	1건	동작시험	성적서	10	10
		· 현차시험 감독	1건	보고서	보고서	10	10
	성능 및 신뢰성 검증	· 연동역 신뢰성 검증	1건	제3자검증	보고서	10	10
		· 정량적 품질 및 안전목표 수립	1건	안전목표	기술서	10	10
		· 기기집중역 신뢰성 검증	1건	제3자검증	보고서	10	10
		· RAMS기반 품질 안전 활동 전략 수립	1건	RAMS활동	보고서	10	10
	품질 안전 기술 개발	· 위험원 분석	1건	Funtional Safety/Risk Analysis(EN50126, 50128 기반)	보고서	5	5
		· ISA검토의견	1건	제3자검증	의견서	5	5
합 계						100	100

표 141 질적 성과지표(3 차년도)

(2) 양적 성과지표(총괄)

구분			목표	달성도(%)	비고
국외 논문게재	SCI				
	비SCI		1	1건(100%)	
	계		1	1건(100%)	
국내 논문게재	SCI				
	비SCI		5	5건(100%)	
	계		5	5건(100%)	
특허 출원	국내		2	2건(100%)	
	국외				
	계		2	2건(100%)	
특허 등록	국내		2	2건(100%)	
	국외				
	계		2	2건(100%)	
인력 양성	석사				
	박사				
	계				
기술 이전	계약 건수				
	계약액				
	징수액				
국제 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
국내 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문				
	연구시설·장비				
	기술요약정보				
	생명자원	생명정보			
		생물자원			
		신품종			
	소프트웨어		2	2건(100%)	
	화학물				
기타	시제품		2	2건(100%)	
	성과 홍보 (국내외 논문발표)				
	일자리 창출				

표 142 영적 성과지표(총괄)

8. 연구개발 성과의 활용계획

가.연구개발 성과의 활용 방안

○ 열차 운행 실적

- 철도 시험선에서의 열차 운용 시험을 통해 최종 신호제어 장치인 선로 전환기와 신호기를 직접 제어하여 열차 운행을 시현함으로 시스템의 최종 제어를 검증하였고 열차운행 실적을 취득하였다.

○ 기존 전자연동장치 개량 교체

- 철도안전법에 따라 형식승인 받은 제품의 일반철도 입찰 참여
- 도시철도 개량사업 입찰 참여
- 국내에서 운영 중인 전자연동장치는 1990년 중·후반 공급되었지만 몇가지 문제점과 취약점을 가지고 있었기에 2001년 표준규격에 의해 안정화 된 이후 본격적으로 국내 대부분의 역에 설치되었다. 이러한 전자연동장치는 내구연한에 따라 노후화 되었기에 전반적으로 개량이 필요한 시점이 도래하고 있음을 경부고속철도 1단계 개량 사업화의 예로 확인할 수 있다.

○ 신호용 네트워크 표준화

-현장 설비, 실내설비 등 다양한 신호설비의 연결을 위해 표준화 프로토콜 및 안전 프로토콜을 사용함으로 확장성 및 유연성 제공

- 신호안전 프로토콜 적용으로 신호 설비간 정보교환 및 장치간 기술 융합으로 철도 신호 빅데이터 생성 및 유지보수 운용 데이터 활용성 증대

○ 마케팅 전략(국내/국외)

- “IP 기반 철도 전자연동장치 실용화”

협의체 구성

* 협의체 구성원 : 한국철도시설공단/한국철도공사/철도기술연구원/학계/주관연구기관/공동연구기관

- 국내 전자연동장치 내구연한 도래 : 일반철도/고속철도/도시철도 대상
- 철도안전법 형식승인 대비

* 형식승인을 위한(SIL인증을 만족할 수 있는) KRS 개정 추진

- 국제표준규격에 따른 정량적 요건 충족
  - · 네트워크기반 I/O 인터페이스 표준화
  - · SIL4 인증 제품에 의한 모듈화
  - · H/W적인 신뢰성 및 안전성 확보 필요
  - · 효과적이고 정량적인 유지보수 방안 확보

· S/W적인 안전성 요건 준수 필요

· 주요 데이터 및 모듈의 호환성 확보

– 해외사업 전자연동장치 기본 요건 충족(SIL4 인증 획득)

○ 실용화 문턱과제 성과물 공유

– 과제 수행 시 주관연구기관(대아티아이(주))과 공동연구기관((주)혁신전공사 등)에서 개발한 과제 성과물을 전자연동장치 개발 및 생산 업체에 공유(Open)하여 실용화에 참여할 수 있도록 한다.

– 공유 성과물 : 표준사양서, Test-Bed 및 기타 실용화에 필요한 연구성과물

개발된 IP기반 전자연동장치의 실용화를 위하여 한국철도시설공단에서 표준사양서 작성 및 표준화를 준비중이며, 추후 형식승인을 거쳐 사업화를 할 계획으로 있다.

형식승인 후 서울교통공사 및 부산지하철 개량사업, 대곡소사선 연계사업, 광주지하철 2호선 CBTC 연동장치로 IP기반 전자연동장치를 사업화할 계획이며 향후 CBTC, KTCS Level2 시스템의 연동시스템으로 제안할 예정이다. 제품홍보는 Pamphlet을 제작하여 홍보할 계획중에 있다.

나.기대효과

“IP 기반 철도 전자연동장치 실용화” 에 의한 기술개발 및 완성과정에서 기술적 파급효과가 매우 다양한 분야에 직·간접적으로 발생할 것으로 사료된다.
파급효과를 기능별로 나누어 직접효과를 먼저 살펴보면, 기존 기술에는 집중제어 / 실선제어 / 유지보수 등 에 영향을 미치게 되며, 간접적으로도 IP 제어기술/철도관제기술/유지보수통합기술에 파급효과가 발생하게 될 것으로 추정된다.

또한 종합적인 신호시스템 설계기술과 핵심부품 생산 및 시험 · 평가기술을 향상시켜 컴퓨터 및 통신산업, 국방산업 분야의 설계기술 발전에도 파급효과가 예상된다

직접효과		**간접효과**	
기존기술	**신기술**	**기존기술**	**신기술**
. 집중제어 . 현장신호설비 실선제어 . LRU 단위 상호호환 불가	. 분산형제어 . 네트워크제어 및 실선제어 병행 . LRU 단위로 표준화 및 제작사 간 상호 호환성 확보	. 신호/통신장비기술 . 정보처리 및 네트워크 기술	. IP제어기술 . 철도관제기술 . 유지보수통합기술

9. 사업화 계획

가.철도 안전법

○ 본 기획과제의 연구성과물인 열차제어시스템을 고속철도 및 일반철도,도시철도에 적용하기 위해서는 철도안전법에서 규정한 철도용품 형식승인을 준수하여야 함

○ 철도용품의 형식승인은 철도용품기술기준에서 지정한 용품에 대해서 적용되며, 철도신호용품 중 전자연동장치, 자동폐색제어장치, AF궤도회로장치가 해당되며, 본 과제에서 개발하는 전자연동장치는 철도용품의 형식승인 대상임

○ 전자연동장치의 철도용품 형식승인을 위해 SIL4인증이 필요하고 현장 설치 인증이 필요한 사항임.

○ 본 연구 과제에서 완료했던 안전성 보고서를 기반으로 연구단 각사에서 각 업체별 별도 부담 비용으로 IP기반 연동장치를 별도 비용으로 국제 공인기관으로부터 SIL4인증 사업을 진행하고 있으면 이에 대한 인증은 2021년 중반이후 인증 예정이며 신호설비 형식승인을 진행하여 상용화 예정임

○ 또한 철도 안전법의 형식승인 과정의 중요 사항인 현장 부설 시험에 대한 검증 또한 본 연구에서 시행하여 면제됨으로 비용 및 일정이 단축됨

○ 사업화를 위한 5개 단계에서 3단계를 본 연구에서 완료

○ 상용화시 운용처와의 협의에 따라 네트워크 시스템을 기반으로 운용하는 시스템으로 이에 대한 TTA인증이 필요시 인증을 진행하도록 한다.

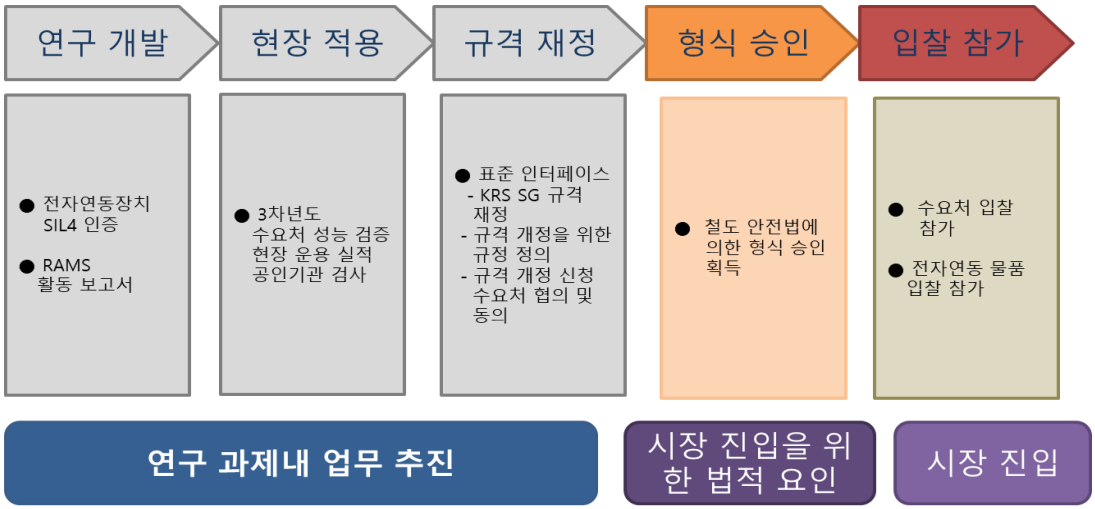


그림 203 사업화 5 단계

나.KRTCS Level2 사업에 본기술 적용

○ 현재 전라선에 사업화 진행중인 KRTCS Level2사업의 현장 제어 장치 네트워크 구축 사업에 본 연구과제에서 개발된 Rasta(안전신호전송프로토콜)를 적용하여 네트워크 구축하여 상용화할 예정임

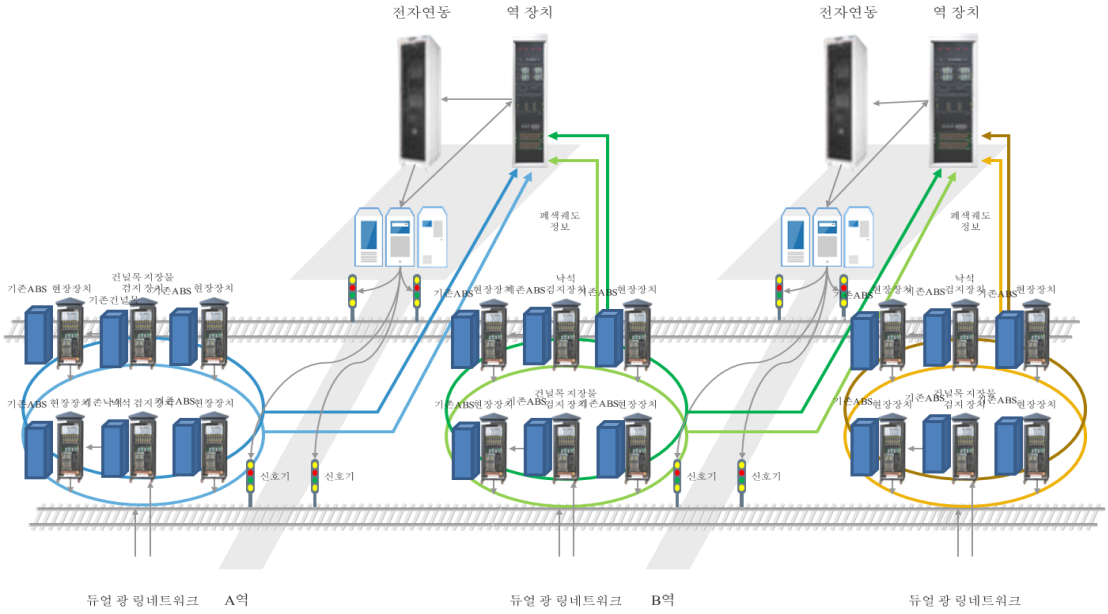


그림 204 KRTCS Level2 적용 예상도

- KRTCS Level2 사업중 현장 정보 전송 장비인 BITU(Block Interface Transnitte Unit)시스템
- IP기반 전자연동장치에서 연구된 철도 안전 프로토콜인 RaSTA프로토콜을 이용하여 네트워크 구성
- 철도신호 표준 프로토콜및 안전 프로토콜 적용

다.운행 열차별 시스템 구성방안

– 열차 운영 제어 시스템에 따라 유연한 연동장치 적용을 통해 사업화 진행을 추진

○ 열차 제어 시스템별 유연한 제품 적용

○ 고속선 적용

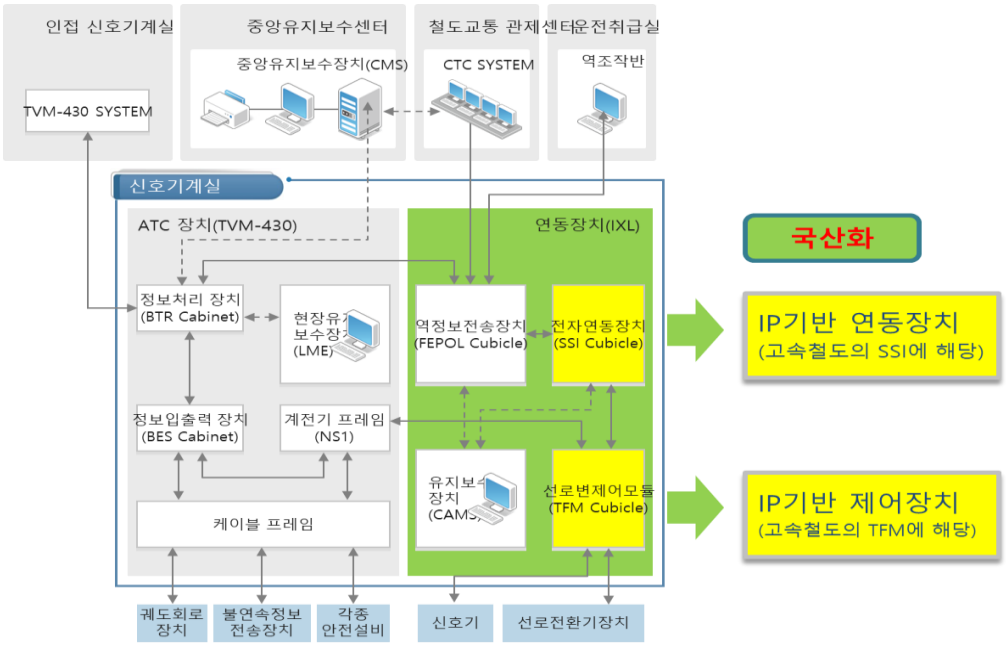


그림 205 고속선 적용

적용 선구 : 울산 연결선,신탄진 직선화 연결선등

적용 방안 :

기존 일반 철도의 신호 체계에서 고속철도 신호 체계로 변환시 일반 철도와 고속철도의 시스템을 통합 제어하는 구간에 적용

적용후 고속선 본선신호시스템 개량시 신규 연동장치로 개향

○ 기존선과 기존 고속철도 연결선 구간 연동장치 시스템으로 우선 적용하여 국산화 제품 적용

○ 기존 신호 시스템인 ATC 시스템과의 인터페이스 연결하여 고속선 열차 제어 적용후 기존선 고속철도 신호 시스템 개량

○ 도시철도 적용

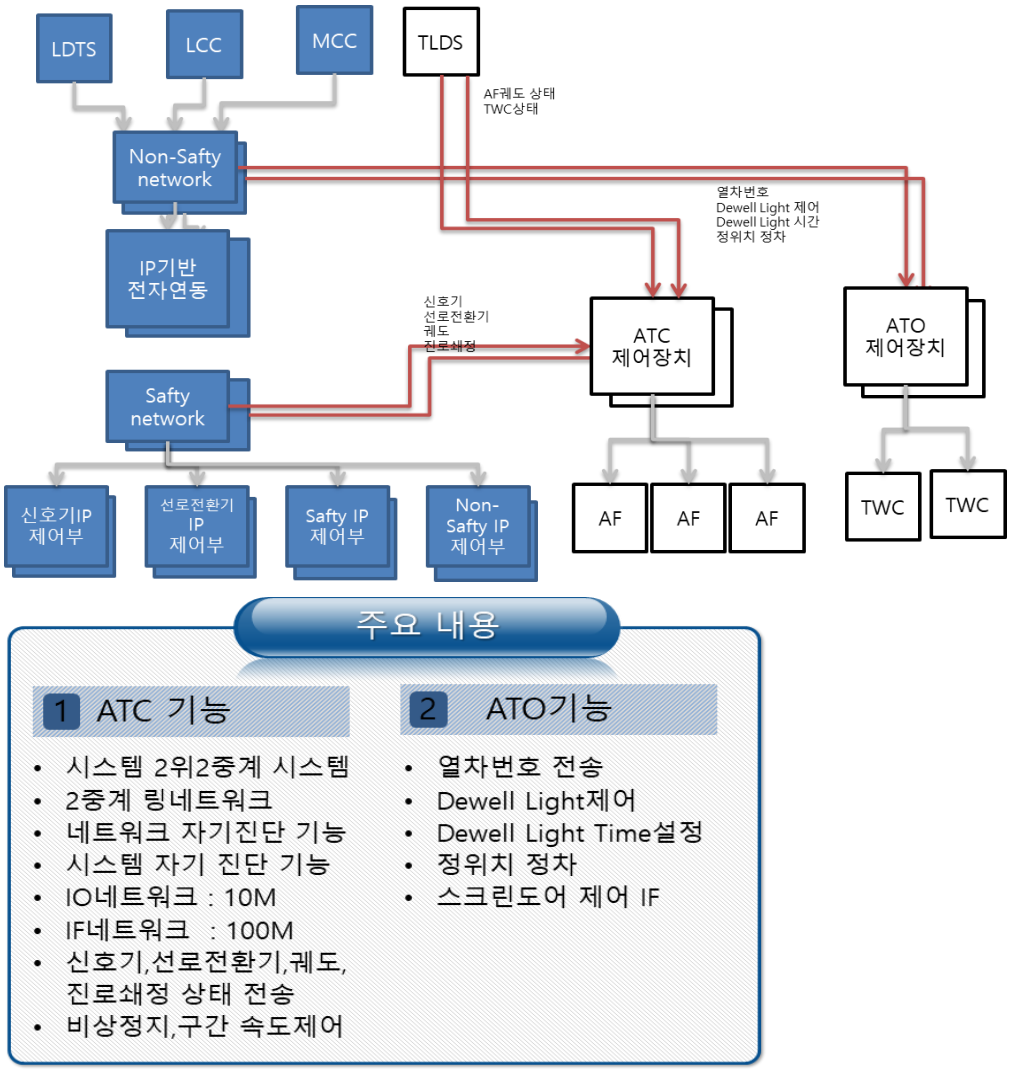


그림 206 도시철도 적용

적용 선구 : 서울 8 호선,공항철도,대전지하철,부산지하철등

적용 방안 :

기존 도시철도 열차 제어 시스템인 ATC,ATO 시스템과 연동하여 기기집중역등 통합 제어 시스템으로 적용

도시철도의 경우 외산장비들이 다수임으로 이에 대한 운용을 위해 연동장치와 ATC,ATO시스템의 인터페이스 검증은 상용화시 운용처의 시스템과 병렬 설치 운용 검증을 시행하며 기존 열차제어 설비와 인터페이스를 검증한다.이를 위해 본사업에서는 다양한 인터페이스를 제공하여 시험하였다.직렬통신,HDLC통신,네트워크등 여러종류의 인터페이스과 다양한 통신 프로토콜을 탑재하여 시험하였다.

○ CBTC 시스템 적용

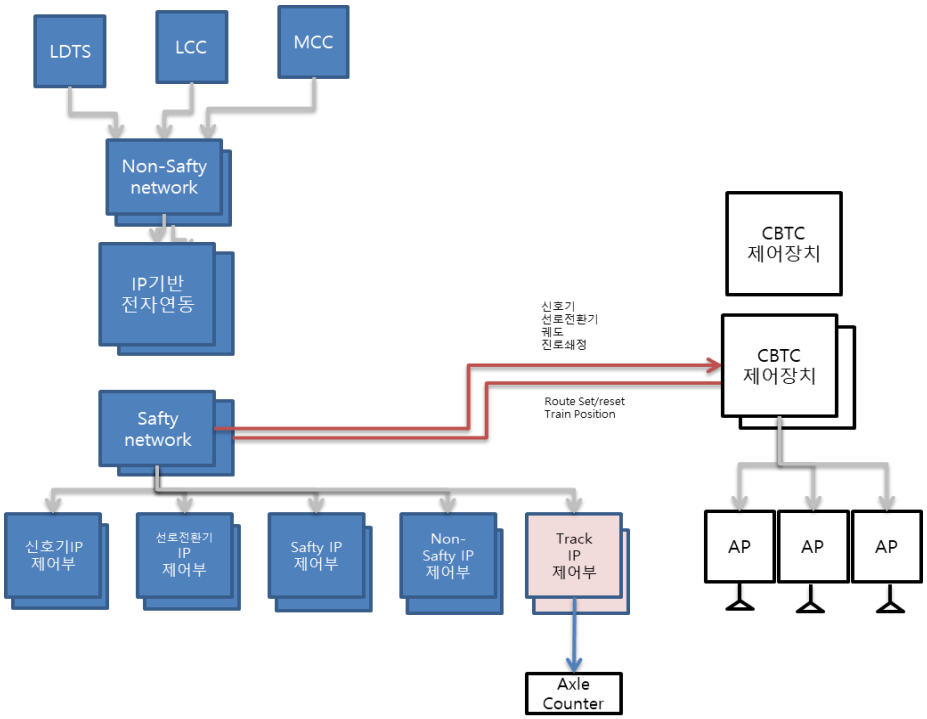


그림 207 CBTC 적용

적용 선구 : 광주지하철 2 호선,신림선,일산선 KRTCS 사업등

라.KRTCS Level3 시스템 연계

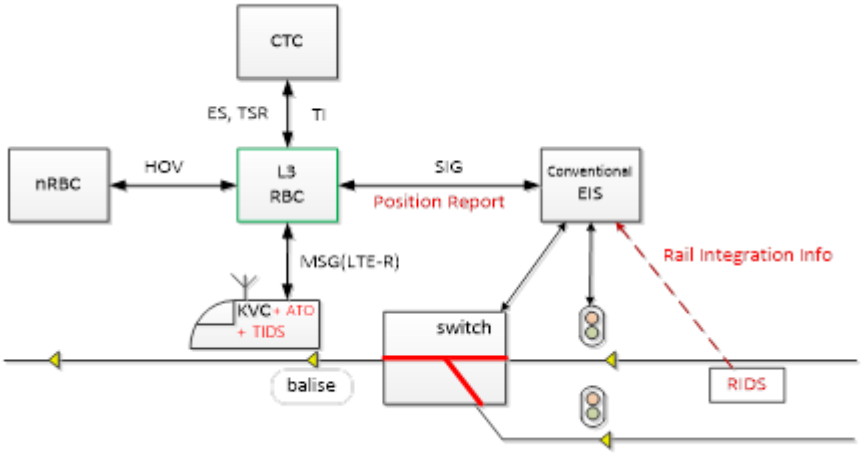


그림 208 KRTCS Level3 연계

국책 사업인 KRTCS Level3 의 무궤도 연동장치 부분 적용

무궤도 열차 검지표시 및 연동 처리

FULLBACK 시 일반 연동 처리

형식승인 후 서울8호선 지하철 개량사업,공항철도 개량사업, 광주지하철 2호선 CBTC 연동장치로 IP기반 전자연동장치를 사업제안 계획이며 향후 CTBC, KRTCS Level2 시스템의 연동시스템으로 제안할 예정이다.

※ 사업화 수량(역 기준)

(단위:역)

항목	서울8호선	공항철도	광주지하철 2호선	고속선연결선	일산선 KRTCS
2021년	0	0	0	1	0
2022년	0	0	0	2	2
2023년	0	2	4	2	4
2024년	0	4	6	2	7
2025년	6	8	10	2	0
소계	6	14	20	9	13

표 143 사업화 수량

주 의

1. 이 보고서는 국토과학기술진흥원에서 시행한 철도기술연구사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토과학기술진흥원에서 시행한철도기술연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.