

철도 차상신호시스템의 장치종류 및 기능에 관한 연구

김유호 이훈구 이수환 김용규 백종현  
 경봉기술(주) 부사장 경봉기술(주) 이사 경봉기술(주) 차장 철도기술연구원 책임연구원 철도기술연구원 선임연구

The Study of Kind and function of Equipment to Train Onboard Signal Control

Kim, You-Ho Lee, Hoon-Koo Lee, Soo-Hwan Kim, Young-Kyu Baek, Jong-Hye  
 Kyong Bong Technology Co., Ltd. Korea Railroad Research Institute

**Abstract** - Is studied for Tilting vehicles by way for speed elevation of old railroad. Therefore, examined car report lake system for New Technology introduction about control system of railroad signal. Car report lake system is system that receive information in ground and uses before train fortune. Define and function of equipments for train driving examine and defined basic equipment kind of car report lake system.

1. 서 론

기존 철도의 속도향상을 위한 방안으로 틸팅 차량에 대한 연구가 진행됨에 따라 철도신호시스템의 차상설비 및 열차 운전제어시스템에 대한 신기술 도입을 위하여 차상신호시스템이 검토되어지고 있다. 차상신호시스템은 지상으로부터 일정 정보를 수신하여 열차운전에 사용되어지는 시스템으로 차상신호시스템을 위하여 설치되어지는 기본적인 장비의 종류를 정의하고 열차운전을 위한 장비들의 기능을 검토하여 정의하였다.

2. 차상신호시스템의 장비종류 및 기능

2.1 장비의 종류

차상신호시스템의 종류는 각 회사의 특징에 따라 다르며, 도입하고자 하는 기존 시스템에 따라 다를 수 있으므로 여기서는 해외 규격에 따라 필수적으로 구성되는 장치와 선택적으로 구성되어지는 장비로 구분하여 검토하며, 기본적인 장비선정은 ERTMS/ETCS에서 적용되어진 장비 및 “차상신호(ATP) 설치 타당성 조사 및 기본계획 수립(철도청)” 최종보고서에서 검토되어진 장비의 종류를 토대로 차상신호시스템의 장비를 선정 검토하도록 하였다. 또한 해외시스템의 선정에 따라 그 형태와 기능이 다를 수 있으므로 최종적으로 틸팅에 도입되는 차상신호시스템이 확정되면 그에 따른 상세 설치 엔지니어링이 진행되어야 한다.

위에서 언급된 내용과 같은 기준으로 장비의 종류를 검토하였으며, 장비의 기능에 따라 필수장비와 선택장비로 구분하였다. 장비의 종류는 운영자의 요구사항이나 선정된 시스템에 따라 달라질 수 있으며 앞으로 검토되어진 장비의 종류는 아래 표와 같다.

표 1 차상장치의 종류

| 구분 | 국문명칭        | 영문명칭                         |
|----|-------------|------------------------------|
| 1  | 차상컴퓨터       | Vehicle Control Unit         |
| 2  | 발리스정보전송모듈   | Balise Transmission Module   |
| 3  | 발리스정보수신용안테나 |                              |
| 4  | 특수인터페이스모듈   | Specific Transmission Module |

표 1 차상장치의 종류

| 구분 | 국문명칭           | 영문명칭                    |
|----|----------------|-------------------------|
| 5  | ATS 차상차        |                         |
| 6  | 진단시스템          |                         |
| 7  | 속도및거리연산장치      | Speed and Distance Unit |
| 8  | 타코메터           | Tachometer              |
| 9  | 속도검지용레이더       |                         |
| 10 | 입출력장치          | Train Interface Module  |
| 11 | 차상기록장치         | Juridical Recoder Unit  |
| 12 | MMI현시장치        | Man-Machine Interface   |
| 13 | 스피커            |                         |
| 14 | 확인버튼           |                         |
| 15 | LCD DISPLAT    |                         |
| 16 | 전원장치           |                         |
| 17 | 절체모듈           |                         |
| 18 | 상용·비상제동전자변     |                         |
| 19 | 제동공기압센서        |                         |
| 20 | 안전계전기          |                         |
| 21 | 기밀도제어릴레이       |                         |
| 22 | 사구간진입(판타제어)릴레이 |                         |
| 23 | 방향스위치          |                         |
| 24 | 견인력차단          |                         |

2.2 장비의 기능

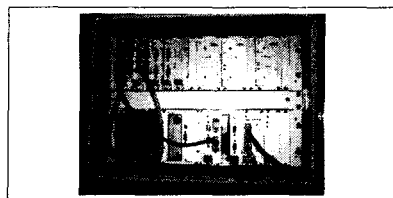
2.2.1 차상컴퓨터

차상컴퓨터 유닛트는 차상설비의 핵심장치로 신뢰성을 높이기 위해 2중계로 구성한다. MMI를 통하여 기관사 입력정보를 수신하고, 속도 및 기타 정보를 MMI에 현시하며, 정보전송장치 차상모듈로부터 지상설비 데이터 수신한다. 고장 및 사고기록 장치로 데이터를 전송하고, 입출력 장치로는 데이터 송수신 등을 수행한다.

- 구성

차상컴퓨터는 데이터 처리장치 및 제어장치와 전원 장치로 구성된다.

그림 1 차상컴퓨터



- 기능

차상컴퓨터는 지상 설비로부터 수신한 데이터, 기관사가 입력하는 열차 데이터 및 현재 열차의 위치 및 속도 등에 따라 열차를 안전하게 제어하기 위해서 정적 속도 프로파일, 동적 속도 프로파일 등의 계산, 제동 제어(일상적인 가감속은 기관사가 실시)등의 기능을 가지며, 모든 기능은 ERTMS/ETCS의 SRS 2.2.2 Class 1에서 규정하고 있는 기능상의 요구사항을 만족하도록 한다.

- 운영레벨 및 모드제어 : 운영 레벨 종류 및 레벨 변환, 운영 모드 종류 및 모드 변환
- 열차 감시 및 보호 : 진로 적합성 보호, 이동 권한 감시(운행 허가)
- 속도 및 위치 감시 : 열차 위치, 속도 및 이동 검출, 정적 속도 감시, 동적 속도 감시
- 비정상 열차운영 방지 : 전동(Roll away) 방지, 역주행(Reverse Movement) 감시, 정지 상태 감시
- 제동 제어 : 상용 제동 제어, 비상 제동 제어
- 링크 관리
- 보호 기능 : 판타그래프제어(전차선 가구간에서의 전차선 자동/수동제어), 전력 차단 제어, 견인력 차단 지원, 기밀도 제어 지원
- 데이터 처리 기능
- 열차 특성 처리 : 열차 데이터 입력, 구성 데이터 입력, 추가 데이터 입력
- 비상 상황 처리
- 자기진단 : 가동시험 및 동적 온라인 시험, 고장 감시
- 기타 기능 : 열차 트립, 비정상 운전(정지 신호 통과), 건널목 연계

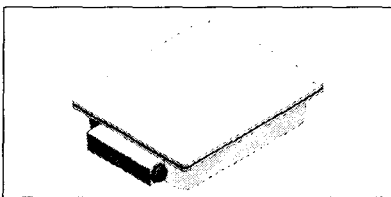
**2.2.2 발리스 정보수신용 안테나**

차상 안테나는 안테나 헬, 전기 커넥터로 구성되며, 지상의 정보전송장치의 정보를 정보전송장치 차상변환모듈로 전송하도록 한다. 차상 안테나 내부에는 지상으로부터의 정보수신 모듈, 지상의 정보전송장치가 구동하도록 Tele-Powering 신호를 방사하는 에너지이징 모듈 그리고 안테나의 송신 및 수신기능을 감시하는 감시모듈로 구성되며, 차.지상 통신의 매개체 역할을 한다.

- 구성

차량의 하부에 설치되며 지상 발리스와 통신한다.

그림 2 발리스 정보수신용 안테나



- 기능

차상안테나는 열차운행에 필요한 궤도조건과 선로데이터, 진로 개통조건 등 신호현시에 필요한 제한조건을 지상으로부터 수신하여 차상 신호장치로 전송한다.

- 정보전송장치를 가동시키기 위한 Tele-Powering 신호의 전송기능
- 정보전송장치 정보 수신
- 정보전송장치 장비의 전송 능력감시
- 정보전송장치 설비의 검지 및 수신 감시를 위한 신호발생

**2.2.3 발리스정보 전송모듈**

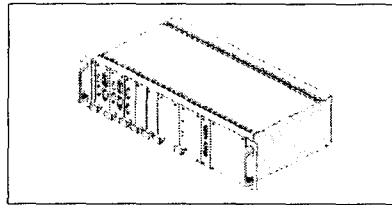
차상장치가 열차의 안전 이동을 감시할 수 있도록, 발

리스 정보전송 모듈은 현장 상태 정보를 수신, 해석 및 감시를 수행한다. 발리스 정보전송 모듈은 정보전송장치(유로발리스)의 정보를 분석하는 Balise Transmission Module(BTM)를 말한다.

- 구성

- 아날로그/ RF 구성품은 발리스를 구동하는 역할을 맡고 있고 그 후의 수신된 데이터를 번역하여 처리하는 디지털 처리과정에서 발리스 전송 bit-stream을 제공하도록 한다.
- 열차 현장 상태에 따라 단일 모듈형태로 구성할 수도 있고, 차상장치 종합력에 탑재할 수 있는 형태로 구성 가능하도록 한다.

그림 3 발리스 정보 전송모듈



- 기능

발리스 정보전송 모듈은 궤도에서 차량으로 전송되는 불연속 정보를 수신하는 차상 유니트이다. 이 유니트는 안테나가 수신한 부호화된(Coded) 텔레그램을 수신하고, 유효성을 위한 해석과 검사, 중복 정보 메시지를 억제하며, 안전하게 다음의 처리를 위해서 검증된 전문을 차상컴퓨터 유니트로 전송한다.

- 데이터를 현장설비와 열차간에 안전하게 전송
- 지상의 발리스를 구동하는 역할
- 수신된 데이터를 번역하고 처리
- 정보전송장치 전송 bit-stream 제공
- 2 out of 2 로직에 의한 텔레그램 분석 및 최적의 판단

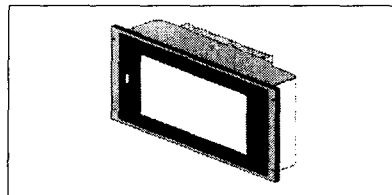
**2.2.4 MMI 표시장치**

MMI 표시장치는 화면접촉(터치스크린) 방식의 그래픽 표시장치로 차량 운전실 내에 설치된다. 이 표시 장치는 열차 운행 상태, 열차 운행에 필요한 데이터 및 고장 정보 등을 기관사에 알려주며, 기관사는 화면메뉴를 선택하여 필요한 정보를 입력시킨다.

- 구성

MMI 표시장치는 전원공급장치(Power Supply), 제어용 보드, 열차운행정보 표시 및 입력용 접촉식 화면창(LCD 터치스크린), 차상컴퓨터 유니트와 통신하기 위한 인터페이스부, 방열판 등으로 구성된다.

그림 4 MMI 표시장치



- 기능

MMI 표시장치는 열차 운행 정보(과속 및 비상상태) 등을 표시하며, 정보로 기관사에게 알려주면, 기관사는 화면을 접촉(터치스크린)하여 열차의 정보 및 기관사의 개인 I/D등을 입력할 수 있다.

- 표시기능 : 차상신호 정보를 기관사에게 제공하는 기능으로서 주로 열차의 실제속도 표시, 열차운행

관련 설정속도표시, 순간허용속도표시, 안전제동속도 프로파일 표시 등이 있으며, 2개국 언어(한글, 영어)를 지원(기관사에 의해 선택 가능)하여야 하며, 차량데이터가 입력되는 동안 일부데이터는 정의된 데이터 형태에 따라 MMI에 표시되지 않도록 한다.

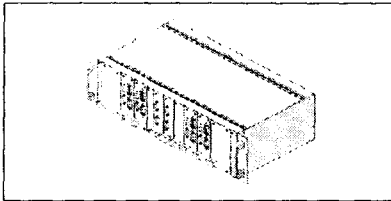
- 입력기능 : 열차에 대한 데이터와 기관사의 열차운행을 위한 정보를 입력한다.
- 보안 및 경보기능 : 과속에 대한 경고 램프, 가청 경고, 기관사 ID 사용.

### 2.2.5 속도 및 거리연산장치

- 구성

속도 거리연산장치는 열차정지 감지, 열차 주행속도 및 주행거리를 연산하는 장치이며, 속도 검지기(타코메터)의 출력정보와 속도검지용 레이더의 출력정보를 비교 연산하여 정확한 속도 및 거리를 보정한다.

그림 5 속도 및 거리연산장치



- 기능

속도 거리연산장치는 속도 검지기(타코메터)와 속도검지용 레이더를 이용하여 열차의 속도와 거리를 연산한다. 속도 검지기의 발생 펄스를 기준으로 하고, 우천시 등에 발생하는 바퀴의 미끄러짐 현상이나 헛돌림 현상에 대한 보정용으로 속도검지용 레이더를 사용한다.

- 타코메터의 펄스 수를 계산하여 우선적으로 속도 및 거리연산에 반영한다.
- 우천시 등에서 바퀴 미끄러짐 현상이나 바퀴 헛돌림 현상을 감지하면 속도검지용 레이더의 정보를 이용하여 이를 보정한다.

### 2.2.6 타코메터

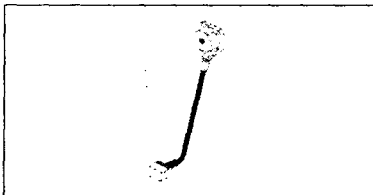
속도 검지기(타코메터)는 대차 축 끝단에 설치하여 차륜 회전 수를 전기적 펄스 수로 변환하여 차량속도 및 거리를 측정하는 기능을 가진다.

열차 진행 시 회전속도계는 2개의 채널에서 실제속도에 비례값을 구형파로 발생시킨다. 열차의 진행방향은 2개 채널의 위상변화로 알 수 있으며, 펄스 주파수로 열차속도를 산출한다. 즉, 펄스 주파수를 연산처리하여 거리 및 실제 속도 값을 산출하고 MMI 화면상에 속도를 표시해 준다.

- 구성

속도검출기와 콘넥터로 구성되어 있었으며 취득한 펄스 수를 단위 시간으로 나누어 처리토록 한다.

그림 6 타코메터



- 기능

- 외부에서 동작 전원을 공급하는 능동형
- 2개의 궤적 홈을 가진 디스크를 전자 부품이 탑재된 광원을 스캐닝하여 속도 펄스를 발생하여 펄스 수 검출 및 산출
- 전자 부품으로 구성된 비 접촉식 광원을 사용한 능동형으로 높은 신뢰성 보장
- 전기적으로 격리된 두 개의 채널 출력은 90°의 위상차를 가짐으로써 안전성 확보 및 전후방향 검지

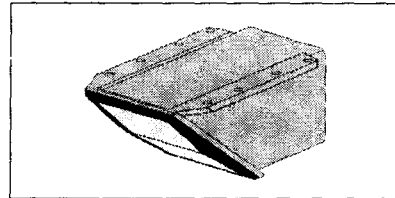
### 2.2.7 속도검지용레이더

속도검지용 레이더는 다양한 인터페이스 제공, 호환성이 우수하며, 열차의 특성에 맞게 통신속도, 주파수 출력, 속도한계를 조정 가능하여 우수한 성능 및 정확한 속도 검출이 가능하다.

- 구성

속도검지용 레이더는 몸체, 마이크로 송수신 모듈, 설치대, 전기 커넥터 및 케이블 등으로 구성되며, 몸체는 내구성, 내식성이 뛰어난 주물형 알루미늄 재질로 제작하고, 표면은 녹방지를 위해 산화피막처리한다.

그림 7 속도검지용 레이더



- 기능

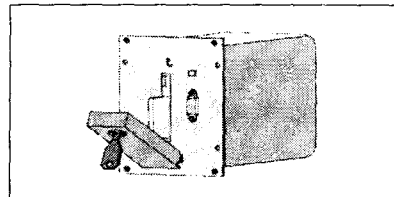
속도검지용 레이더는 발신 전파와 수신 전파간 발생되는 주파수 차이를 검출하여 속도를 산출하는 원리를 이용한 장치이다. 이 전파는 한 지점에서의 주파수 변화가 아니라 주파수 범위 안에서의 변화 및 도플러 효과에 의한 주파수차이를 이용하여 속도를 측정한다. 속도검지용 레이더는 열차 주행시 슬립/슬라이드 발생으로 인한 정확한 속도 측정이 불가능한 경우 속도 보상 및 안정적인 속도를 제공하는 기능을 갖는다.

### 2.2.8 차상기록장치

- 구성

자료 기록 시스템은 손쉬운 데이터 저장을 위한 플래쉬 메모리의 PC카드, 데이터 입/출력에 사용하는 RS485/RS232 통신포트, 자료 기록 시스템의 상태를 표시하는 동작 상태 표시부와 외함으로 구성되어 있다.

그림 8 차상기록장치



- 기능

자료 기록 시스템은 열차의 주기적 상태 데이터와 사고 관련 데이터를 저장하는 장치이다. 플래쉬 메모리에 저장된 데이터를 RS232 포트를 통해 다운로드

딩 또는 PC카드를 직접 컴퓨터에 삽입해 사고 원인을 분석한다.

- SRS 2.2.2 Class 1의 기준에 의한 안전운행관련 사항이 기록되고, 확인이 가능하다.
- 각각의 기록된 이벤트와 관련하여 날짜 및 시간, 열차 위치, 열차 속도, 기관사 ID, 차상장치 ID, 차상장치 레벨 및 지상 장치의 능동 모드 결정이 이루어진다.
- 저장된 이벤트에 의해 사고원인 분석이 가능하고, 다운로드 도구에 의해 기록된 데이터를 다운로드한다.
- 최소한 최근 72시간의 영업에 대해 완전한 데이터 세트를 저장해야 하고 최악의 상황에서 생긴 모든 관련 이벤트를 기록한다.
- 열차 인터페이스 유니트와 같은 외부 소스로부터의 데이터를 기록한다.
- 최근 1주일간의 영업 시간에 대해 함축된 데이터 세트 저장
- 데이터는 차상장치로 전송
- 기존의 유지보수 기록기가 존재하는 열차에 차상장치를 설치하는 경우, 차상장치의 유지보수 데이터는 기존의 유지보수 기록기로 전송
- 기존의 저장장치와 차상장치의 법적 저장기간 혼용 방안 제시

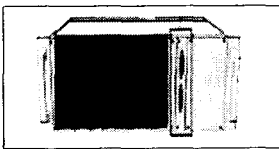
### 2.2.9 무선진단장치

무선 진단시스템은 열차주행 중 발생할 수 있는 선로 변 장치의 오류를 유집수센터에 원격으로 전송하기 위한 장치이다. 또한 열차고장 발생시 사령실과 기지에서 신호 시스템의 진단정보를 공유할 수 있어 진단 시스템 정보 분석 후, 유지보수 업무에 활용하여 원활한 열차운행을 지원한다.

- 구성

무선 진단시스템은 고장데이터 수집을 위한 Ethernet 인터페이스 기능과 무선 데이터 전송기능을 가지는 RF모듈로 구성된다.

그림 9 무선진단시스템



- 기능

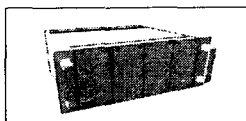
- 차상컴퓨터에서 이벤트가 발생하면 무선 진단시스템은 지상의 정보전송장치에서 수신한 정보와 열차정보를 CDMA-R(또는 GSM-R) 무선 모듈을 이용하여 유지보수센터로 고장정보를 보내게 된다.
- 차상컴퓨터에서 이벤트가 발생하면 무선 진단시스템은 전송할 패킷을 작성
- 패킷 정보 : 지상설비의 고장 및 진단 정보, 열차의 고장 및 진단 정보
- 작성된 패킷 정보를 유지보수센터에 전송

### 2.2.10 전원장치모듈

- 구성

모듈 형태로 구성되며, 차량용 전원을 사용한다.

그림 10 전원장치모듈



- 기능

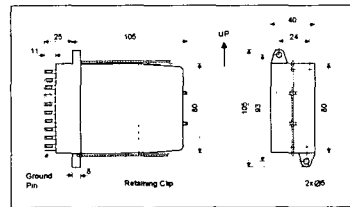
차상신호시스템의 차상 설비내 구성품으로 전원을 공급하는 전원공급장치는 차상컴퓨터유니트용 DC/DC 컨버터와는 별도로 1개의 보드로 구성되어 주변장치로 전원을 공급한다. 또한, 입력과 출력전압 사이에 전기적인 절연을 제공하고 과/저전압 및 과전류 보호 기능을 가진다.

### 2.2.11 안전계전기

- 구성

- 안전계전기는 비가연성의 투명 플라스틱으로 만들어진 봉인된 덮개에 의해 보호되며, 플러그핀으로 삽입될 수 있다. 이러한 계전기들은 스프링 와이어 클립에 의해 플러그핀에 있게 된다.
- 계전기의 삽입이 잘못되는 것을 방지하기 위하여 독특한 확인 코드가 사용되어야 한다. 안전계전기와 함께 확인코드 플러그 및 스프링 와이어 클립이 공급된다. 플러그핀은 계전기와 분리 설치된다.
- 안전계전기의 무게는 대략 0.5kg이며 크기는 그림과 같다.

그림 11 안전계전기



- 기능

- 안전계전기는 상용제동 명령, 비상제동 명령 및 견인력 차단 명령을 위한 일반적인 응용 차상신호시스템 내에서 사용된다. 또한 Bypass Enable 계전기, 중복 제동계전기 (Redundant Brake Relay) 및 중복 Cabin Activation 계전기는 안전계전기를 사용해야 한다.
- 안전계전기의 설치에 환경적 요구사항을 준수하여, 그 수명 기간동안 그 장치가 노출될 수 있는 모든 환경적 조건을 견디기에 충분하여야 한다.

## 3. 결 론

본 연구를 통하여 국내에 추진하는 차상신호시스템의 기본적인 장비의 구성요소를 연구하였으며, 또한 각 장비에 따른 기능을 검토하였다. 차상신호시스템의 장비는 형태에 따라 서로 다를 수 있으나, 기능적인 부분에서는 거의 동일한 기능을 수행하도록 구성되어 있다. 또한 국내에 구축되는 차상신호시스템의 상호 호환성을 가지도록 표준화된 장치의 종류와 기능에 대한 정의가 필요하다고 사료되며, 이를 위해 본 연구의 내용과 앞으로 더 많은 연구를 통하여 국내에 적합한 표준화된 차상신호시스템의 장비의 정의 및 기능에 대한 정의뿐만 아니라 규격의 표준화가 필요하다고 사료된다.

### (참 고 문 헌)

- [1] ERTMS/ETCS, "System Requirements Specification Class 1", (Ver 2.0.0, Ver 2.2.2)
- [2] 철도청, "차상신호 ATP 설치 타당성조사 및 기본계획 수립(기본계획)", 2003년 4월