

**고속철도차량 Aux. Block 성능에 관한 연구**

한영재\*, 김석원\*, 박준수\*, 이수길\*, 김진환\*, 김현\*\*  
 \* : 한국철도기술연구원, \*\* : ROTEM

**A Study on Aux. Block Characteristics of High Speed Railway**

Young-Jae Han\*, Seog-Won Kim\*, Choon-Soo Park\*, Su-Gil Lee\*, Jin-Hwan Kim\*, Hyun Kim\*\*  
 \* : KRRI, \*\* : ROTEM

**Abstract** - For this research, we developed the hardware and software of the measurement system for on-line test and evaluation. The software controls the hardware of the measurement data and acts as interface between users and the system hardware. In this paper, we is studied for Aux. Block performance of railway vehicle. In order to this test is developed signal conversion system. Using this system, we obtained important result for battery voltage, Aux. Block temperature.

- 객차용 Battery Charger : TT3
- 객차용 Inverter(CVCF) : TT4
- 동력차용 Battery Charger : TP1, TP2, TM5
- 동력차용 Inverter(VVVF) : TP1, TP2, TM5

보조전원장치는 가선으로부터 AC 25kV, 60Hz의 전압을 수전하여 주변압기 보조권선을 통해서 감압(AC 380V)한 교류전압을 Aux. Block내에 있는 전력변환장치인 PWM 컨버터를 통하여 DC 670V를 만든다. 이 직류전압은 열차의 견인장치와 주변압기, 보조 블록, 견인 전동기 등의 냉각 Fan 구동용 인버터의 전원, 그리고 승객서비스를 통한 냉난방장치 등과 오일 펌프용 전동기, 공기 압축기 등을 구동하기 위한 CVCF인버터 전원, 견인장치의 제어기 등 각종 제어장치에 안정된 전원을 공급하기 위한 Battery Charger 구동을 위한 전압을 만들어준다. 아래의 표는 Aux. Block의 기본사양을 보여준다.

**1. 서 론**

최근에 남북철도나 대륙횡단열차 등에 대한 사업성 타당조사가 이뤄지면서 철도차량에 대한 관심이 높아지고 있다. 타교통수단과 비교하여 철도차량은 환경친화적, 정시성, 신뢰성, 그리고 안전성의 특성을 가지고 있다. 따라서 철도차량에 취부되는 각 전장품들은 열차 성능을 좌우하는 매우 중요한 요소이다. 그 중에서도 보조전원장치는 차량의 안전성, 정시성, 그리고 신뢰성 확보를 위해 매우 중요한 부품이다. 그러나, 철도차량 보조전원장치의 성능검증을 위해 완성차 및 본선시운전 시험마다 독자적으로 시험장치를 구성하여 실시해왔으며, 그 때마다 개별적으로 전압, 전류, 온도 등을 측정하기 위해 별도의 계측시스템을 구축하여 계측장비를 구축할 때의 비용을 상승시키고, 최적화된 계측시스템을 갖추는데 많은 어려움이 있었다.

철도연에서는 한국형 고속철도차량을 평가하기 위한 하드웨어와 소프트웨어를 제작하였다. 소프트웨어는 측정된 데이터를 분석할 수 있도록 해준다.

본 논문에서는 Aux. Block의 성능을 확인하기 위하여 상시계측시스템을 구성하였고, 이것을 통해서 Aux. Block 전압, 각 부위의 온도 등에 대한 여러 정보를 습득하였고, 제작된 Aux. Block의 성능을 확인하였다.

**2. 본 론**

**2.1 Aux. Block 배치 및 기본 사양**

그림 1은 한국형 고속철도차량의 시제차량 7량 편성과 각 차량에 취부되는 보조전원장치의 종류를 보여준다.

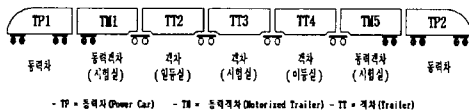


그림 1. KHST 배치도

- 동력차용 Aux. Block : TP1, TP2
- 동력력차용 Aux. Cubicle : TM5

구분	항 목	내 용
형식	주회로 방식	IGBT 다중 병렬 컨버터
	제어 방식	PWM 제어
	운전 방식	2군 2병렬 Redundancy
입력	냉각 방식	Heat Pipe + 송풍기에 의한 강제 냉각
	정격 전압	25kV/380V, 단상 60Hz
	동작 범위	19~27.5kV(변압기 1차 전압)
	정격 전류	921A/Converter
출력	입력 역률	0.98
	정격 용량	1.4MW(350kW×4병렬)
	출력 전압	DC 670V±50V
효율	출력 전류	2089.6A
	효율	97%이상(정격에서)

**2.2 Aux. Block의 구성**

Aux. Block은 보조컨버터, VVVF인버터, CVCF인버터, Battery Charger 등으로 나눌 수 있으며 각각의 기능은 다음과 같다.

보조컨버터는 주변압기의 보조권선인 2차권선으로부터 교류 입력 전압을 직류전원 DC 670V로 전력변환할 수 있는 IGBT를 사용한 PWM 컨버터로 구성되어 있으며, 직류 출력단 필터 캐패시터의 초기 충전을 위한 충전부는 충전용 접촉기와 충전저항으로 이루어졌다. 주 차단기, 전력변환을 위한 전력변환장치는 4개의 Power Module로 이루어진 다중병렬 회로로 구성되어 있고, 보조 컨버터에서 1개의 Power Module에 불의의 사고

로 인한 고장이 발생하게 되면 고장 발생한 Power Module의 컨버터 군(Converter Group)은 컨버터의 부하와 분리되어 정상 운전중인 나머지 다른 Power Module의 컨버터 군(Converter Group)으로 정상운전을 할 수 있도록 2군 2병렬 운전 회로방식으로 구성되어 있다. 가선전압이 19KV ~ 27.5KV 사이에서 입력전압의 변동에도 보조 컨버터의 출력전압 DC 670V는 일정하게 출력되며, 모든 보조전원장치는 입력전압의 변동과 무관하게 입력전압 변동 범위 내에서 항상 정상적으로 작동할 수 있도록 설계되어 있다.

VVVF 인버터는 보조 컨버터에서 공급되는 직류전원 670V를 입력받아 냉각팬을 구동하기 위한 3상 가변전압/가변주파수의 가변 출력을 갖는 전원을 만들어 용도별, 모드별 운전을 하는 장치이다. 보조 컨버터의 DC 출력전압이 620Vdc ~ 720Vdc 로 전압이 변동하더라도 VVVF 인버터의 전력회로 및 출력전압이 변동되지 않고, 입력전압의 변동과 무관하게 작동할 수 있는 성능을 갖는다.

CVCF인버터는 전원의 입력부로서 Fuse, 전원측의 전압 상승을 방지하기 위한 Diode Inverter 과 인버터 입력단의 전원 평활용 Filter Capacitor로 되어있으며, 기동시 입력전압을 Capacitor에 충전하기 위한 충전부로서 초기 충전을 위한 충전용 컨덕터와 충전전류 제한용 충전저항이 있으며, 또한 충전완료 후 주전원을 인버터 회로에서 공급 및 차단할 수 있는 주 차단기가 있다. 필터 캐패시터로 안정화된 전원은 IGBT 모듈로 구성된 인버터와 전압 및 전류를 검지하기 위한 센서로 구성되어 되었다.

Battery Charger는 동력차용 및 객차용의 두 종류가 있으며 동력차용은 기본 단위 모듈 5KW를 2병렬로, 객차용은 5KW Charger를 10병렬로 운전하도록 설계되어 있다. 또한 기본 단위 모듈은 소프트 스위칭(ZVZCS : Zero Voltage Zero Current Switching) 기법을 사용하여 스위칭 손실을 줄여 고속 스위칭이 되도록 하여 변압기 및 리액터의 크기를 최소화 할 수 있도록 하였다.

### 2.3 시험계측시스템의 구성 및 프로그램

시험계측시스템은 6개의 측정모듈과 2개의 모니터링 장치 및 Main server(안전 모니터링으로 이용)로 구성되며, 각 측정모듈 및 별도의 모니터링(제동, 주행) 장치에서 상시 모니터링할 수 있도록 되어있다. 그림 2는 시험계측시스템의 구성도를 나타낸다.

4개의 계측모듈(DAM1, DAM2, DAM31, DAM32)과 2개의 모니터링 장치 및 Main server는 Network Line으로 연결되어 계측데이터를 공유하고 있으며, Main server에 의해 제어되도록 되어있다.

4개의 각 측정모듈에서 계측신호에 대해 항상 모니터링이 가능하며 별도의 모니터링(제동, 주행) 및 Main computer장치에서 상시 모니터링할 수 있도록 되어있다.

고속전철 시제차량 시험계측시스템의 구성 및 배치도를 그림 3에서 보여주고 있다. 그림 3에서 볼 수 있는 바와 같이, TM1에 MWM1과 DAM1이, TT3에 DAM2, 모니터링(제동, 주행)과 Main server가, TM5에 DAM31, DAM32와 DAMP가 설치되어 있으며, TT3에서 중요한 계측신호의 모니터링이 가능하다.

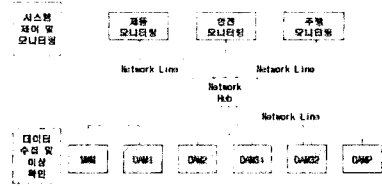


그림 2. 시험계측시스템 구성

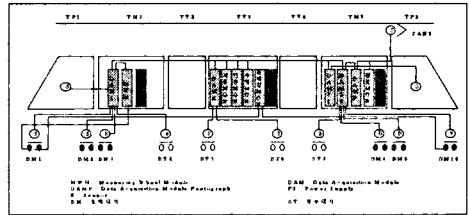


그림 3. 계측시스템 배치도

전기신호 변환시스템을 구성할 경우에도, 전압, 전류, 속도 등 각종 센서로부터 입력된 신호는 단자대를 거쳐 변환기로 입력된 후에 신호변환과정을 거쳐 계측장비에 전기신호가 입력되도록 되어있다.

단자대는 센서, 전원공급기 및 변환기에 연결되는 선들이 전기적으로 연결될 수 있도록 하는 기능과, 시제차량이 분리될 경우 차량간에 길게 연결된 선들의 분리가 용이하게 하는 기능이 있다.

그림 4은 TP2에 설치되어 있는 단자대의 실제 외형이다. 그림 5는 대부분의 전기장치 신호들을 입력받아 처리하는 DAM31의 외형도이다.

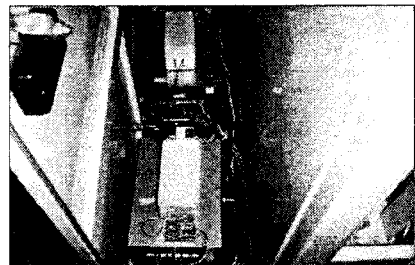


그림 4. 단자대의 외형

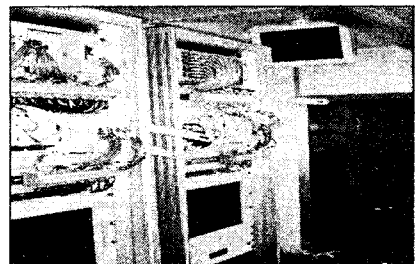


그림 5. DAM31의 외형

그림 6은 철도차량 신호변환장치의 일부분만을 이용할 경우를 보여준다. 그림과 같이 72V를 5V로 변환하는 것처럼 한 가지 신호를 여러 채널에 걸쳐서 바꿀 때에 사용할 수 있다.

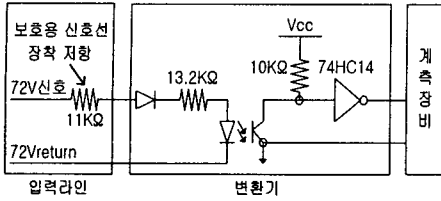


그림 6. 전압 레벨 변환기

### 3. 시험결과

전체 운행구간에서의 가선전압과 Battery 전압의 변동곡선을 그림 7을 보여주고 있다. Battery Charger 출력전압의 경우에 기준치이내에 존재하고 있음을 알 수 있다.

그림 8은 145km/h 속도로 운행하면서 Aux. Block 2호기의 컨버터 Stack, 인버터 Stack 및 내부 온도를 측정 한 결과이다. 그림 9는 전체구간에서의 보조컨버터 출력전압 파형을 보여준다. 이 전압은 DC 670±50V 범위 안에 있어야 하는데, 측정된 전압은 DC 655 ~ 715V로 나타나 기준치이내에 존재함을 확인할 수 있다.

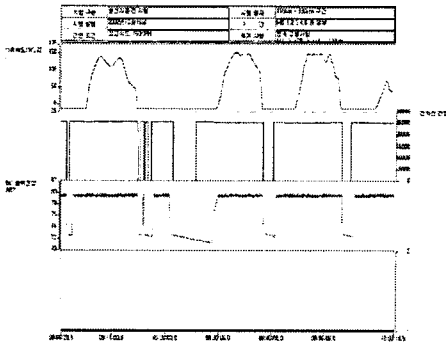


그림 7. 가선 및 Battery Charger 전압

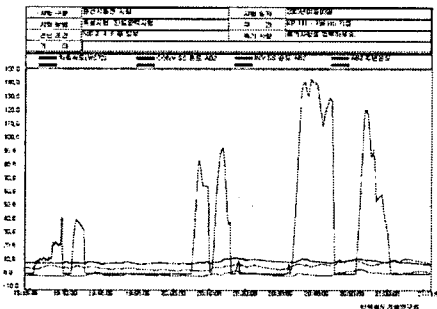


그림 8. 속도변화에 따른 Aux. Block2 온도특성 변화

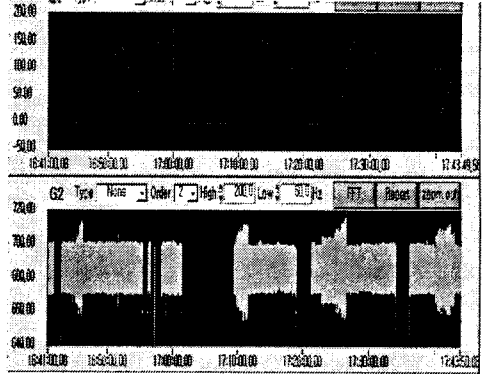


그림 9. 보조컨버터 출력전압 파형

### 4. 결 론

고속철도차량에 취부되는 Aux. Block은 차량의 안전성과 신뢰성 확보를 위해 매우 중요한 요소이다. 따라서 이 장치에 대한 전기적, 기계적 성능을 확인하는 것은 안전한 차량운행을 위해 꼭 필요한 요소라고 볼 수 있다.

본 논문에서는 한국형 고속철도차량용으로 개발된 Aux. Block에 대한 전기적, 기계적 특성을 파악하기 위해 상시 계측시스템을 구성하였고, 이를 통해서 원하는 데이터를 얻을 수가 있었다. 시험을 통해 얻은 데이터를 분석하여 제작된 Aux. Block의 각 특성값이 기준치이내에 존재함을 확인할 수 있었다.

### 감사의 글

본 내용은 건설교통부에서 시행한 고속철도기술개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

### (참 고 문 헌)

- (1) Paolo Masini and Giovanni Puliatti, "Virtual Acquisition Systems for Global Analysis (VASGA) in Experimentation", WCRR, pp. 279-286, 1997.
- (2) 보조전원장치 개발, 고속전철기술개발사업연차보고서(2000), 전교부, 통신부, 파기처
- (3) 김석원, 김영국, 백광선, 김진환, 한영재, "고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발(1)-하드웨어", 철도학회 추계학술대회, pp. 168-173, 2002.
- (4) 김석원, 김진환, 최강운, 박찬경, 김기환, "고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발(2)-소프트웨어", 철도학회 추계학술대회, pp. 174-181, 2002.
- (5) The Measurement and Automation catalog, 2001, National Instruments