

고속전철용 보조전력변환장치 1,2군 동시 기동 Simultaneous operation of two group of Auxiliary Block for Korean High Speed Train

조현욱* 김연충** 김태환*** 장경현† **** 최종목*****

Cho, Hyun-Wook Kim, Yuen-Chung Kim, Tae-Hwan Jang, Kyung-hyun Choi, Jong-Mook

Abstract

Power Car PC1 and PC2 of Korean high speed train have a auxiliary block which consists of two PWM converter respectively. If a auxiliary block happens a critical failure, the other supplies power to full load of train. In this case, a stability of auxiliary block reduces by a increasing load. For increasing a stability of auxiliary block and train system, a auxiliary block consists of two group four PWM converter which operates simultaneously. If a group of a auxiliary block happens a critical failure, the other supplies power to load of a auxiliary block. This paper describes a method for simultaneous movement of auxiliary block which consists of two group four PWM converter.

Keywords : Auxiliary Block, Simultaneous operation, Stabilization test for Auxiliary Block system

1. 서론

한국형 고속전철 기술개발 사업은 고속전철을 통한 국가 경쟁력 향상을 도모하기 위해 산·학·연 공동으로 1996년 12월부터 2002년 10월까지 총6년간 각 3년씩 2단계로 진행되어 시제차 1편성 7량으로 제작되었다.

2002년 11월부터 현재까지 3단계가 진행중이며 지난 2004년 12월에는 최종목표인 350km/h 속도 증속시험을 통해 354.7km/h까지 시험 완료한 상태이며, 현재는 실용화를 위한 안정화 시험이 진행하였고, 2007년 9월 200,000km 주행에 성공하였다.

- * (주)로템 기술연구소 전장품개발팀 주임연구원, 비회원
- ** (주)로템 기술연구소 전장품개발팀 선임연구원, 비회원
- *** (주)로템 기술연구소 전장품개발팀 선임연구원, 비회원
- **** (주)로템 기술연구소 전장품개발팀 선임연구원, 비회원

E-mail : khjang@rotem.co.kr

TEL : (031)460-1251 FAX : (031)460-1787

- ***** (주)로템 기술연구소 전장품개발팀 수석연구원, 정회원

본 논문에서는 개발된 한국형 고속전철의 보조전원 시스템인 보조전력변환장치에 대한 내용으로 시스템 사양과 안정화 시험을 통한 보조전력변환장치의 1, 2군 동시기동 시험결과 등이 기술된다. G7 고속전철 기술개발 사업 단계에서 개발된 보조전력변환장치는 가선전압 25kV 60Hz 고전압을 수전하여 주 변압기의 보조권선을 통해 감압한 교류 입력전압을 직류전원 DC670V로 전력변환 할 수 있는 IGBT를 상용한 PWM컨버터로 구성되어 있으며, 직류 출력단 필터 캐패시터의 초기 충전용을 위한 충전부는 충전용 접촉기와 충전용 저항으로 이루어져있고, 주차단기 및 전력변환을 위한 전력변환장치는 4개의 POWER MODULE로 이루어진 다중병렬회로인 2군 2병렬 운전 회로방식으로 구성되어있다. 보조전력변환장치는 차량의 주변압기, 보조전력변환장치의 냉각용 팬 및 Oil 펌프등의 냉각을 위한 구동용 인버터의 전원으로 사용되며, 승객의 서비스를 위한 냉·난방장치, 공기압축기, 객차용 인버터, Battery 충전기등의 전원을 공급한다.

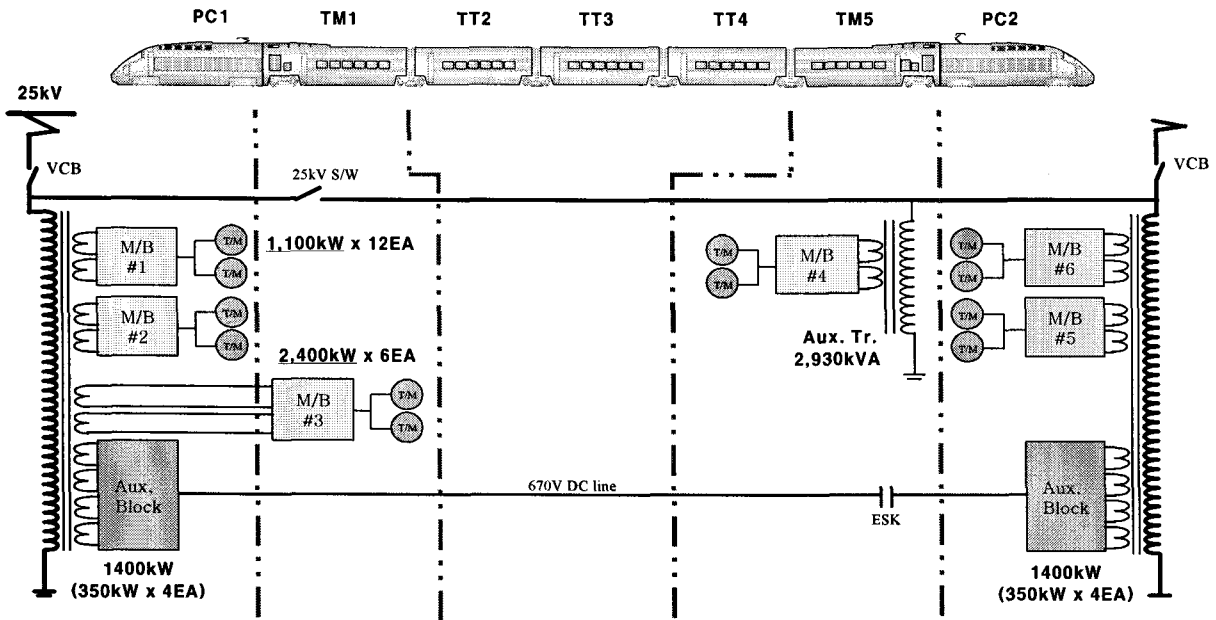


그림1. 한국형 고속열차 보조전력변환장치 차량 배치도

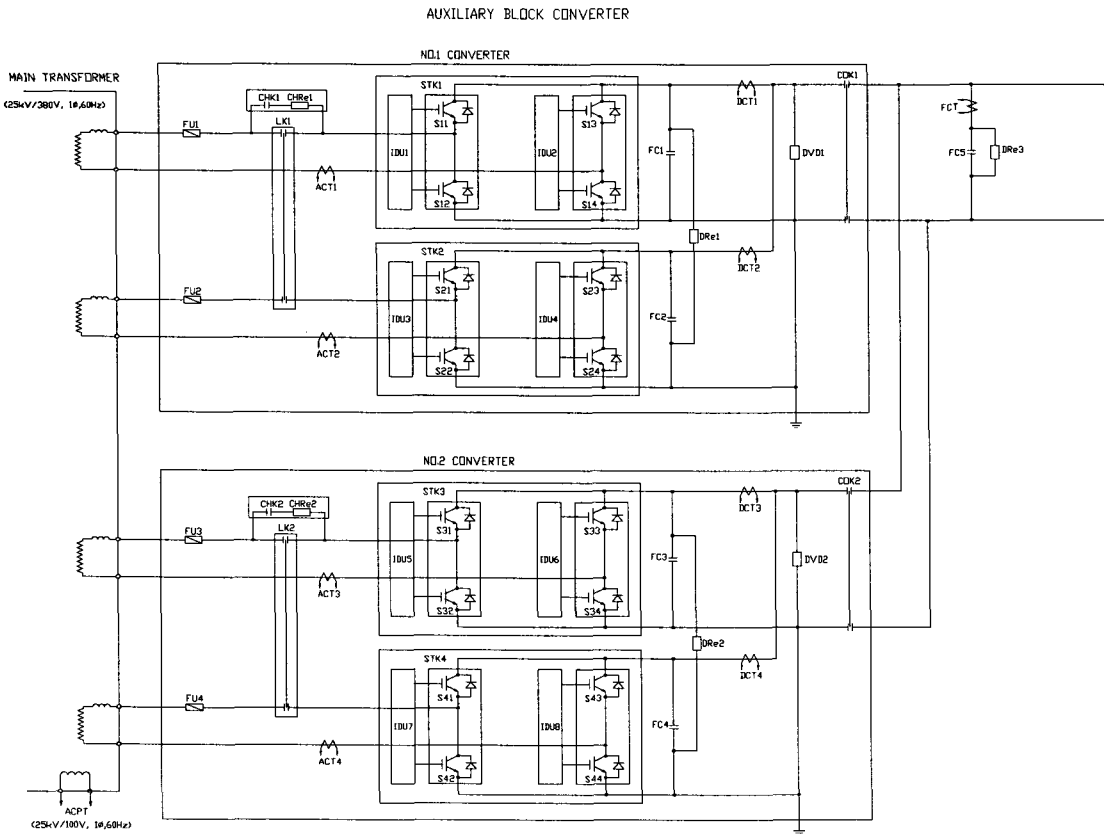


그림2. 보조전력변환장치(Auxiliary Block) 주 회로도

2. 보조전력변환장치(Auxiliary Block)

2.1 보조전력변환장치 구성 및 동시기동 방안

보조전력변환장치는 그림1과 같이 PC1, PC2에 각각 1대씩 탑재되어 차량의 부하에 전력을 공급하도록 구성 하였으며 보조전력변환장치의 주 회로도를 그림2에 나타내었다.

회로도에서 보듯이 입력 AC 25,000V를 수신하여 주 변압기(Main Transformer)를 통해 단상 컨버터 2 병렬 구조로 되어있는 보조전력변환장치에 AC 380V를 공급하여 직류 전압 670V를 출력하게 된다.

한국형 고속열차의 보조전력변환장치 1대는 두 개의 군으로 구성되어 있으며, 한 개의 군에는 2대의 컨버터가 병렬운전 하도록 구성되어 있다. 정상시에는 한 개의 군이 기동을 하게 되고 중고장 발생 시 나머지 한 개의 군이 수동 기동 할 수 있도록 되어있으며, 두 개군 모두의 중고장 발생 시에는 연장급전 Contactor에 의해서 전체 차량의 부하에 전력을 공급하도록 구성되어 있다.(그림1 참조)

그러나 두 개의 군으로 구성된 보조전력변환장치의 장점을 최대한 살리기 위해서는 현재 한 개의 군 고장시 나머지군을 수동으로 기동하게 되어있는 시스템에 수정이 필요하게 되었고 초기 기동부터 2개의 군을 동시에 기동하는 방안을 추진하게 되었다.

2.2 1, 2군 동시기동을 위한 보조전력변환장치 변경

보조전력변환장치 1, 2군은 두 대의 제어기가 Master/Slave 통신방법으로 프로그램이 작성되어 있으며, 이 방식으로 동시기동 진행 시 통신에 의한 오류로 인하여 기동정지 현상이 발생할 수 있기 때문에 각 제어기의 개별 독립 기동 방법으로 프로그램을 수정 보완 하였으며, 하드웨어 적으로는 1, 2군간 출력 전압의 충돌을 방지하기위한 Blocking Diode stack 설치 및 이에 따른 배선수정을 실시하였다.

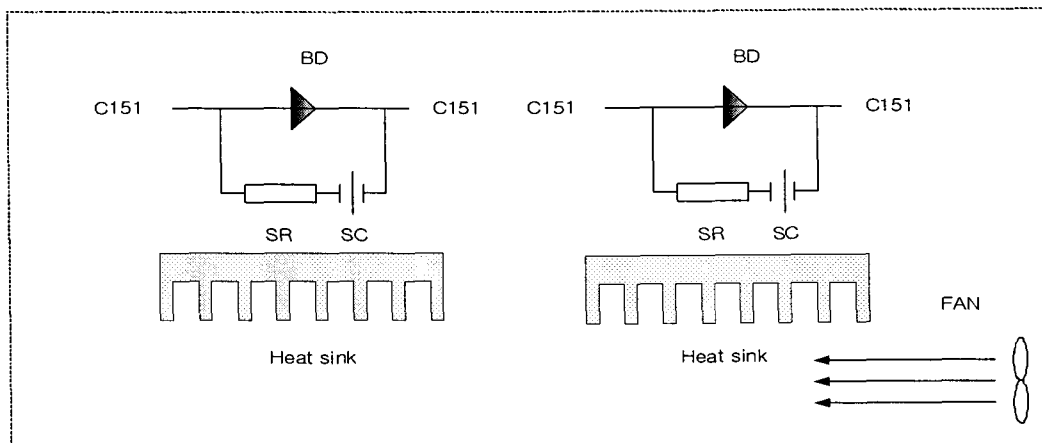


그림3. Blocking Diode stack 구성도

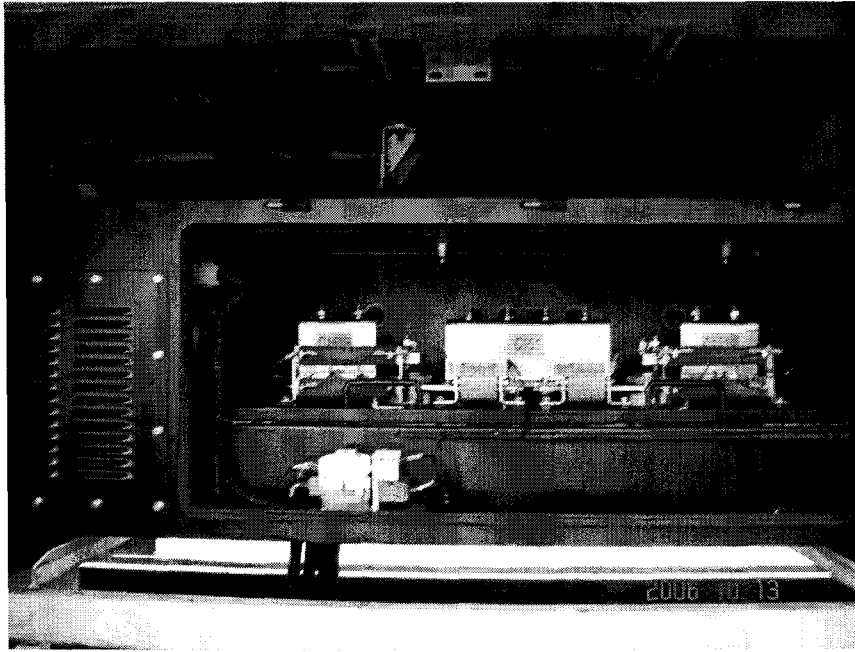


그림4. 현차 취부된 Blocking Diode stack

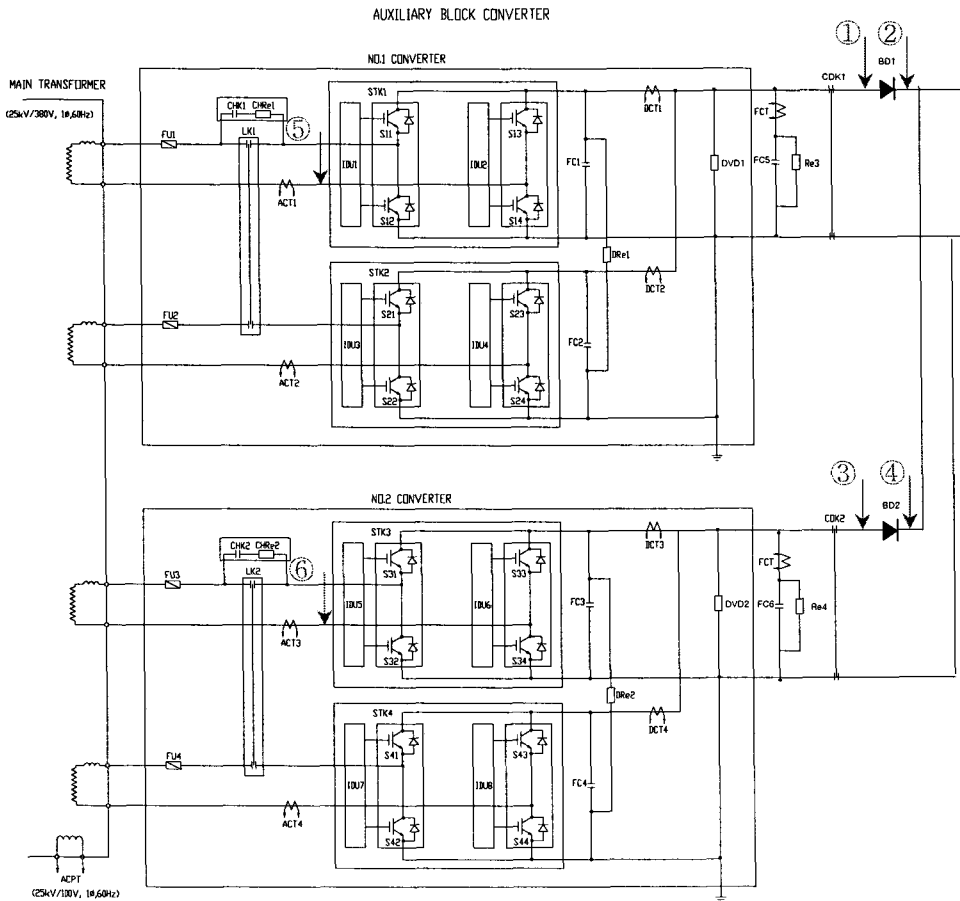


그림5. 변경된 보조전력변환장치(Auxiliary Block) 주 회로도

그림3,4는 각각 Blocking Diode stack의 구성도와 현차 취부상태이며, 그림5는 1, 2군 동시기동을 위해 변경된 주 회로도이며 Filter Capacitor 1, 2군 분리, COK1, 2(출력 Contactor) 와 Filter Capacitor간 배선 변경, Blocking Diode 추가 설치가 반영되었다.

3. 현차 적용 시험

3.1 보조전력변환장치 1군 단독 기동

그림6은 보조전력변환장치 1, 2군을 동시에 기동하기에 앞서 1군의 동작 특성을 살펴보기 위해 측정하였다. 그림 5의 ①지점, ②지점, ⑤지점을 측정하여 출력전압의 리플 성분을 확인하였다. 시험 결과 출력전압의 리플 성분은 약 $\pm 20[V]$ 로 설계 기준치인 $\pm 50[V]$ 범위 내에서 제어가 되고 있음을 확인할 수 있다.

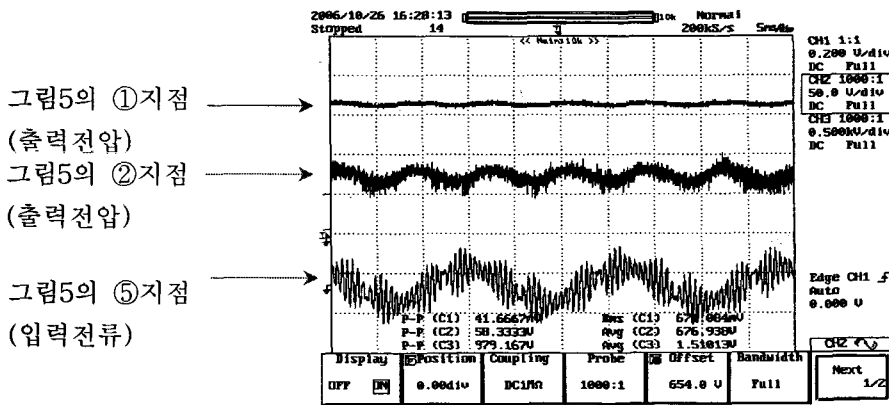


그림6. 보조전력변환장치 1군 입·출력 파형

3.2 보조전력변환장치 1군 단독 기동

그림7은 보조전력변환장치 1, 2군을 동시에 기동하기에 앞서 2군의 동작 특성을 살펴보기 위해 측정하였다. 그림 5의 ③지점, ④지점, ⑥지점을 측정하여 출력전압의 리플 성분을 확인하였다. 시험 결과 출력전압의 리플 성분은 약 $\pm 20[V]$ 로 1군과 마찬가지로 설계 기준치인 $\pm 50[V]$ 범위 내에서 제어가 되고 있음을 확인할 수 있다.

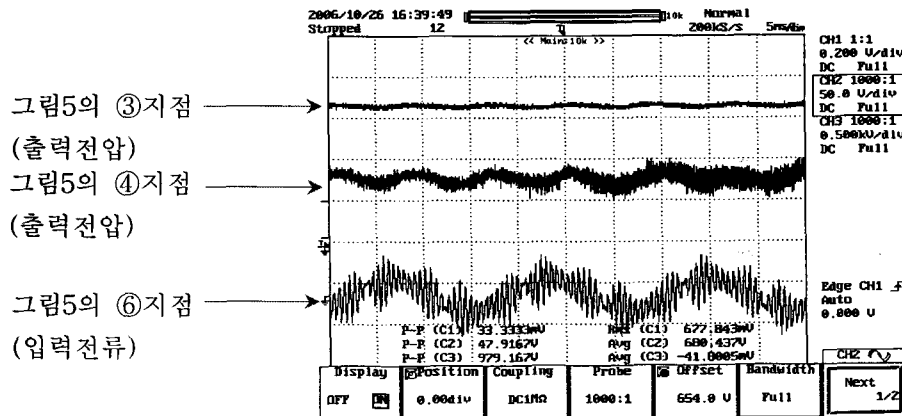


그림7. 보조전력변환장치 2군 입·출력 파형

3.3 보조전력변환장치 1, 2군 동시 기동

그림8, 9는 보조전력변환장치 1군, 2군을 동시에 기동할 때 1군, 2군의 동작 특성을 살펴보기 위한 측정파형이다. 그림 5의 ①지점, ③지점, ⑤지점, ⑥지점을 측정하여 보조전력변환장치의 입력전압 및 출력전압의 리플 성분을 측정하고 각 군별 동작 상태를 확인하였다. 시험 결과 출력전압의 리플 성분은 약 $\pm 15[V]$ 로 설계 기준치인 $\pm 50[V]$ 범위 내에서 제어가 되고 있음을 확인할 수 있었으며, 각 군별 단독기동 시 보다 리플전압이 줄어들게 된것은 보조전력변환장치 1, 2군이 부하에서 필요한 에너지를 동시에 공급하기 때문이라고 판단된다.

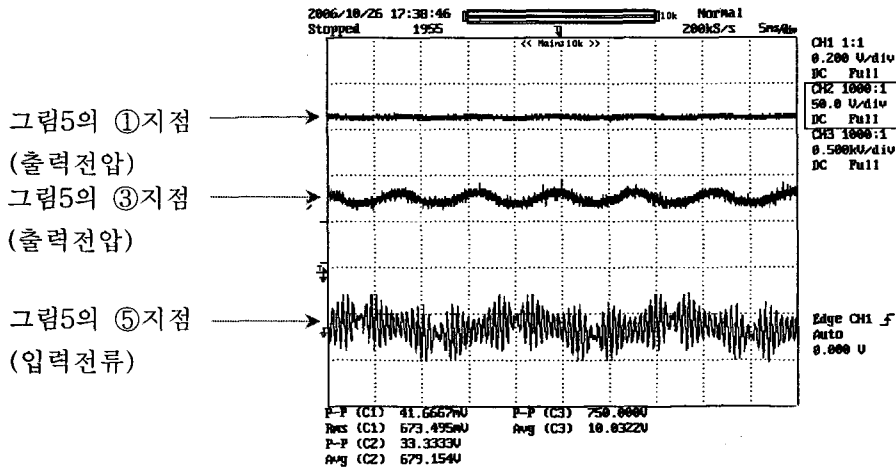


그림8. 보조전력변환장치 2군 입·출력 파형

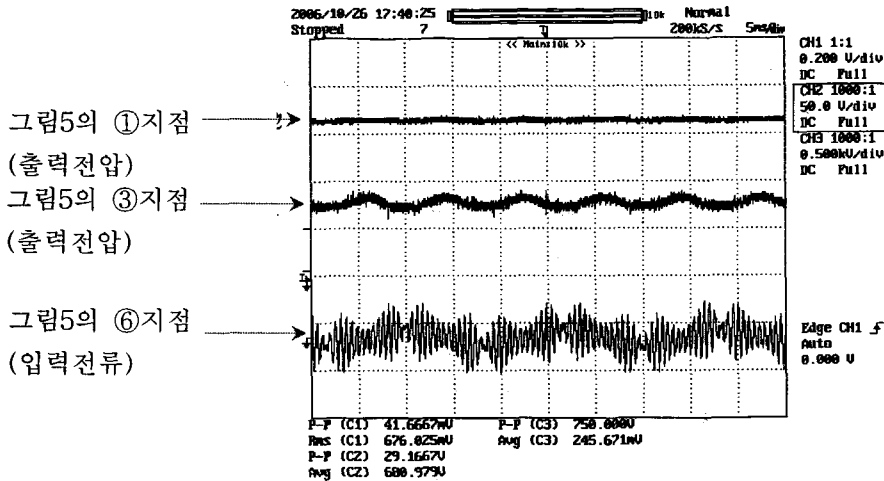


그림9. 보조전력변환장치 2군 입·출력 파형

4. 결론

본 논문에서는 한국형 고속전철의 보조전력변환장치(Auxiliary Block)의 1, 2군 동시 기동을 위한 소프트웨어, 하드웨어의 수정과 기동 확인을 위한 현차 시험을 기술하였고, 이를 통해 보다 안정적인 차량전원공급이 가능하게 되었다. 또한, 보조전력변환장치 1,2군 동시기동은 KTX-II 신규고속차량에 적용 예정이며 2007년 3월부터 본선 시운전을 통해 그 신뢰성을 입증하고 있다.

참고문헌

1. “보조전원장치 개발,” (주)로템 1단계 보고서, 1999년 10월
2. “보조전원장치 개발,” (주)로템 2단계 보고서, 2002년 10월
3. “고속철도기술개발사업 고속철도 차량시스템 안정화 기술개발,” (주)로템 1차년도 보고서, 2003년 10월