

철도차량 보조전원장치의 경량화에 관한 연구

신희근*, 조주현*, 신현철*, 김주범*, 조정민**, 백승길***, 이경복***
 브이씨텍* 철도기술연구원**, 대전지하철공사***

Study on the Weight Reduction of Auxiliary Power Supply System for Electric Railway Vehicles

H. K. Shin, J. H. Cho, H. C. Shin, J. B. Kim, J. M. Jho, S. G. Baek, G. B. Lee
 VCTech*, KRRRI**, DJET***

ABSTRACT

철도 분야에서도 환경 보호 및 에너지 절감을 위한 경량화 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 철도차량의 보조전원장치 경량화에 대해 설명한다. 기존의 철도차량의 보조전원 장치는 내부 필터 리액터, 변압기 등이 중량의 상당한 부분을 차지하고 있고, 이는 시스템 중량 저감을 위한 고민에서 가장 큰 위치를 차지한다. 본 논문에서는 공진형 컨버터를 사용하고 스위칭 주파수를 높여 필터 리액터, 변압기 등을 경량화 하였다. 150kW급 시제품에 대한 모의해석과 실험을 통해 입증하였다.

1. 서론

자원에너지의 고갈 및 화석에너지의 과용에 따른 지구 온난화 등으로 환경 친화적, 에너지 절감형 교통체계가 필요하게 되었다. 철도 분야에서도 환경보호 및 에너지 절감을 위한 철도차량의 경량화 대한 연구가 이루어지고 있으며, 철도차량의 30% 경량화시 약 24%의 에너지 소비 절감 효과가 있다.^[1]

한편 철도차량의 보조전원장치(Auxiliary Power Unit :APU)는 가선 직류1500V (변동범위 900V~1900V)을 정지형 인버터(Static Inverter :SIV)로 상용전원을 만들어 객실내 에어컨 전원이나 형광등 제어전원등으로 사용되고 있다.^[2]

기존의 보조전원장치는 높은 전압의 스위칭에 의해 사이즈가 커지며, 낮은 스위칭 주파수로 인하여 내부 리액터, 변압기 등의 중량 및 사이즈가 상당 부분을 차지하고 있다. 이는 시스템의 중량 저감을 위한 고민에서 가장 큰 위치를 차지한다.

본 논문에서는 공진형 컨버터를 사용하고 스위칭 주파수를 높여 필터 리액터, 변압기 등을 경량화 하였으며, 기존 보조전원장치와 비교 그 성능을 입증하였다.

2. 보조전원장치의 구성

그림 1은 보조전원장치의 구성이다. 입력가선전압(변동범위 900V~1900V)의 변동을 안정화 하기 위한 부스트 컨버터와 인버터의 DCLink전압을 공급 하기 위한 공진형 컨버터와 상용전원(380V 60Hz)를 만들기 위한 인버터로 구성 되어 있다.

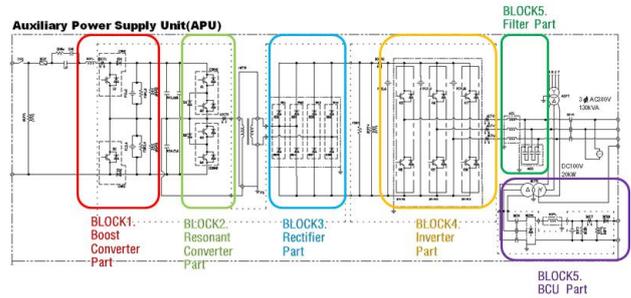


그림 1 보조전원장치의 시스템 구성도
 Fig. 1 Configuration of auxiliary power unit system

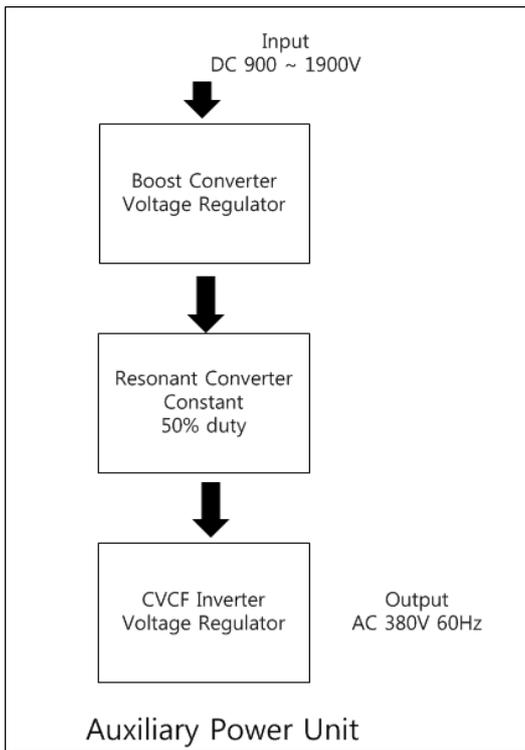
표 1 보조전원장치의 제원

Table 1 Auxiliary Power Unit of the specification

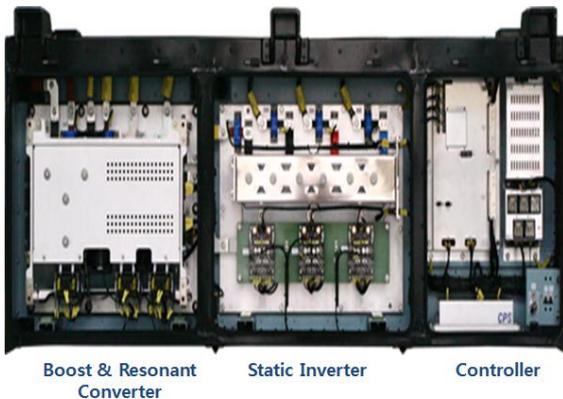
	항목	사양	
입력	정격전압	DC 1500V	
	전압변동범위	DC 900 ~ 1900V	
출력	출력 종별	교류	직류
	정격 전압	AC380V,	DC100V
	상수	3상 4선식	
	정격 주파수	60Hz	
	정격 용량	130KVA	20kW
	전압왜율	8% 이하/ 5% 이하 (정격부하)	
	부하역률	0.85	
	효율	95% 이상 (정격부하)	

3. 보조전원장치의 제어구성

그림 2는 제안된 보조전원장치의 제어 블록도 와 시제품을 나타냈다. 입력전압의 변동폭이 크기 때문에 부스트 컨버터를 이용하여 전압을 1900V로 승압 하며, 공진형 컨버터는 50% duty를 고정 하여 주파수 제어 없이 간단히 구현 하였다.^[3] 공진형 컨버터의 출력전압을 받아 SIV를 통해 상용전원을 공급한다.



(a) 보조전원장치의 제어 블록도



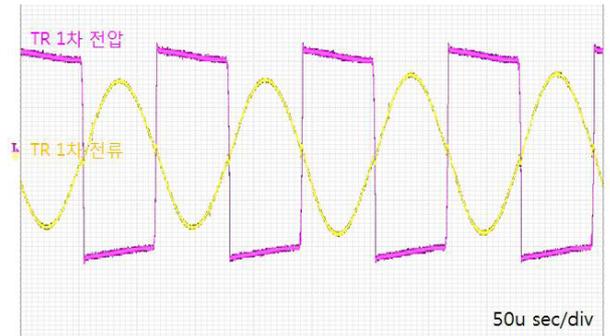
(b) 보조전원장치의 시제품

그림 2 보조전원장치의 제어 블록도 와 시제품

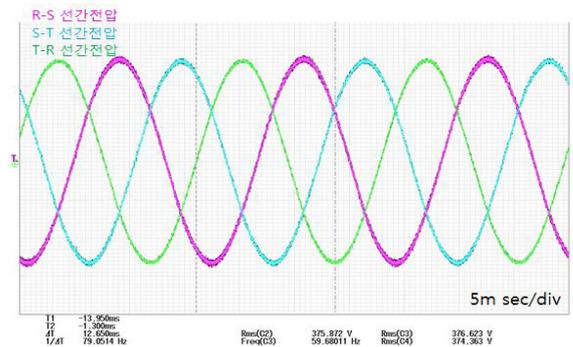
Fig. 2 Control block diagram and prototype of auxiliary power unit system

4. 실험 결과

제안된 보조전원장치의 공진형 컨버터와 SIV의 실험 파형을 그림 3에 나타냈다. 공진형 컨버터는 8kHz에서 공진 하며, SIV의 출력은 AC380V 60Hz의 전압이 나타난다. 기존의 보조전원장치와 비교 했을 시 1500kg에서 810kg 으로 기존 대비 54% 감소 하였으며, 체적은 기존 대비 68% 감소 하였다.



(a) 공진형 컨버터 1차 전압 및 전류



(b) SIV의 출력전압

그림 3 보조전원장치의 실험 파형

Fig. 3 Experimental waveform for auxiliary power unit system

5. 결론

본 논문에서는 보조전원장치의 경량화에 대해 제안 하였다. 공진형 컨버터를 이용하여 기존의 중량의 상당 부분을 차지 하는 리액터 와 변압기의 사이즈를 줄였으며, 시제품 제작 하여 보조전원장치의 기능을 구현 및 입증 하였다. 추후 현장 시험을 통해 실용성을 입증 할 것이다.

이 논문은 2011년도 중소기업청의 재원으로 한국산업기술평가원의 지원을 받아 수행한 연구임. (SA112646)

참고 문헌

[1] Energy savings by light weighting. final report, JFEU, 2003

[2] S. Mine, Y. Yonehata, M. Shigenobu and M. Yano, "The Auxiliary Power Supply for Rolling Stock", IPEC Tokyo. pp. 1309-1320. 1983.

[3] F. Canales, P. Barbosa, F. C. Lee, "A Wide Input Voltage and Load Output Variations Fixed Frequency ZVS DC/DC LLC Resonant Converter for High Power Applications," Industry Applications Conference, 2002. 37th IAS Annual Meeting.