

# 비엔나 정류기를 이용한 도시철도차량 CMSB 입력 전류 고조파 저감 Harmonic Current Reduction of CMSB using Vienna Rectifier for Urban Railway Vehicles

고영민\*, 김수현\*, 이준석\*<sup>†</sup>

Young-Min Go\*, Sue-Hyeon Kim\*, June-Seok Lee\*

**초 록** 본 논문에서는 도시철도차량 CMSB (Compressor Motor Start Box)의 전력변환기에 비엔나 정류기를 적용하여 입력 전류의 고조파를 저감한다. 기존에 적용된 다이오드 정류기는 입력 전류에 큰 저차 고조파를 포함하며, 이로 인해 직류단 전압에 큰 리플 전압이 발생한다. 제안하는 전력변환기에서는 비엔나 정류기를 적용하여 입력 전류를 정현파로 제어함으로써 입력 전류의 저차 고조파를 저감하며 직류단 전압 제어를 통해 직류단 전압 리플을 제거한다. 제안하는 비엔나 정류기를 적용한 CMSB의 성능을 시뮬레이션을 통해 검증한다.

**주요어** : CMSB, 도시철도차량, 비엔나 정류기, 다이오드 정류기, 고조파

## 1. 서 론

일반적으로 도시철도차량 CMSB는 보조 전원장치(SIV)로부터 AC 380V의 3상 교류 전압을 다이오드 정류기를 통해 직류 전압으로 정류하여 모터 측 인버터에 인가한다. 다이오드 정류기의 입력 전류는 정류기의 상하단에 인가되는 계통 상전압 변동에 따라 6펄스 파형의 형태로 나타난다. 이러한 펄스에 의해 직류단 측으로 흐르는 전류에서 6차 고조파 성분이 발생하고, 이는 직류단 전압 리플을 발생시킨다.

본 논문에서는 도시철도차량 CMSB의 전력변환기 토폴로지를 비엔나 정류기로 교체하여 전류 및 전압 제어를 적용한다. 제안하는 제어 방법에서는 전류 제어를 통해 고조파 성분이 제거된 정현파 입력 전류를 출력하며, 전압 제어를 통해 직류단 전압 리플을 저감할 수 있다.

## 2. 본 론

### 2.1 비엔나 정류기 분석

비엔나 정류기는 Fig. 1과 같이 NPC 타입의 3레벨 인버터 회로 중 일부 IGBT를 다이오드로 대체한 회로이다. Fig. 2와 같은 직류단 전압 제어기와 그 하위 제어기인 전류 제어기를 통해 입력 전류를 정현파로 제어한다. 따라서 6펄스 동작에 의해 6차 고조파가 발생하는 다이오드 정류기에 비하여 직류단으로 흐르는 전류의 저차 고조파 성분이 저감된다. 이에 따라 직류단 전압 리플 또한 저감된다.

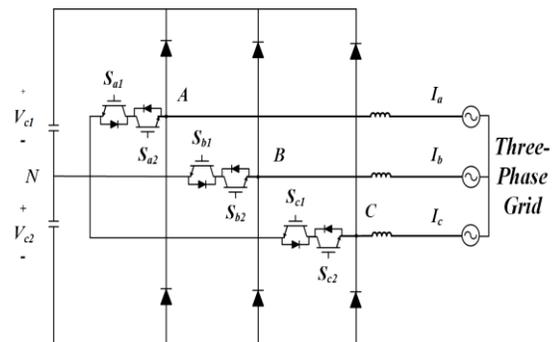


Fig. 1 The Topology of Vienna - Rectifier.

<sup>†</sup> 교신저자: 단국대학교 공과대학 전자전기공학  
학과(ljs@dankook.ac.kr)

\* 단국대학교 공과대학 전자전기공학과

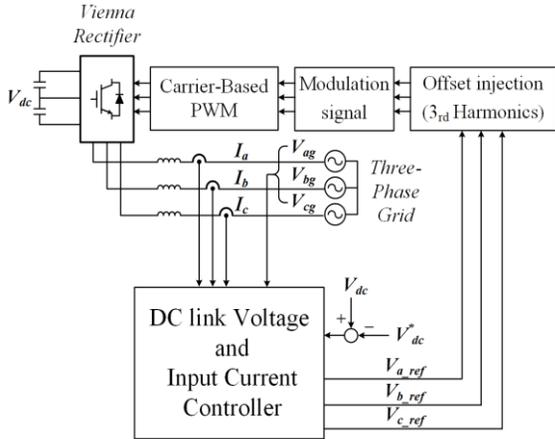


Fig. 2 Block diagram for Vienna – Rectifier.

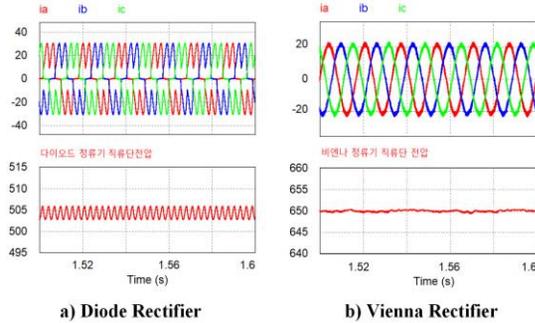


Fig. 3 DC link Voltage and Input Current Diode Rectifier b) Vienna Rectifier

## 2.2 시뮬레이션

제안한 방안의 타당성을 검증하기 위해 Psim을 이용, 다이오드 정류기와 비엔나 정류기를 구성하여 시뮬레이션을 진행하였다. 해당 시뮬레이션의 파라미터와 정격은 Table 1과 같다.

Fig. 3은 두 정류기의 입력 전류와 직류단 전압에 대한 파형이다. 입력 전류의 고조파 성분 및 직류단 전압 리플이 비엔나 정류기에서 작게 나타나는 것을 그림을 통해 볼 수 있다.

Table 2와 Table 3은 Fig. 3에 대하여 입력 전류의 THD와, 직류단 전압 리플을 발생시키는 전류 리플을 6차 고조파 기준으로 정리한 것이다. 표에서 보듯이 비엔나 정류기를 사용하면 입력 전류의 고조파 성분과 직류단 전압 리플 모두 다이오드 정류기보다 작은 것을 확인할 수 있다.

Table 1 Parameter and Rating of Rectifier

	Vienna Rectifier	Diode Rectifier
Grid line to line Voltage	380V <sub>rms</sub> /60Hz	
Filter inductor	1mH	
Dc link capacitor	2800μF	
Rated power	10KVA	

Table 2 Total Harmonic Distortion of Rectifier.

	Harmonic components	
Topology	Vienna Rectifier	Diode Rectifier
THD	4.52%	42.3%

Table 3 Ripple current magnitude of DC link capacitor

	Harmonic components	
Frequency (Hz)	Vienna Rectifier	Diode Rectifier
360	0.12 A	9.73 A
720	0.045 A	1.69 A
1080	0.038 A	0.60A

## 3. 결론

본 논문에서는 도시철도차량 CMSB의 전력변환 장치의 전력변환기 토폴로지 변경을 통해 입력 전류의 고조파를 저감하는 방법을 제안하였다. 시뮬레이션을 통해 비엔나 정류기에서 입력 전류 측 고조파 성분이 월등히 작게 발생하고, 이에 따라 직류단 측으로 흐르는 전류에서 고조파 성분이 저감되어 직류단 전압 리플이 저감됨을 확인하였다.

## 후기

본 연구는 국토교통부의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21RSCD-C163337-01).

## 참고문헌

- [1] J.-S. Lee and K.-B Lee (2016) A Novel Carrier-Based PWM Method for Vienna Rectifier with a Variable Power Factor, *IEEE Journal of Engineering and Selected Topics in Power Electronics.*, vol. 63, no. 1, pp. 3-12