

## 4배전압 PWM 전력변환장치의 모델링

\*정상화, \*강욱중, 권순걸, 서기영, 이현우

\*경남직업전문학교, 경남대학교

### Modeling of four-times voltage PWM power conversion equipment

\*S.W. Jung, \*W.J.Kang, S.K. Kwon, K.Y. Suh, and H.W. Lee

\*Kyungnam Junior College, Kyungnam University

#### ABSTRACT

This paper proposes a four times DC-link voltage PWM power converter, which is constructed by four cascade connected power switching devices, such as IGBT. These four switching devices are controlled by a sinusoidal PWM method to obtain a DC-link voltage, which is higher than 4 times the peak supply voltage, and to suppress input current harmonic components, achieving a sinusoidal current waveform with less than 3[%] distortion. Which is also constructed by four cascade connected IGBT, by the simulation result.

#### 1. 서 론

최근 산업체에서 이용되어지는 고전압 직류장치를 전력변환장치영역에서 제어하는 방법들이 많이 연구되어지고 있다. 예를 들면 전차의 직류 송전계통에서 100[V]의 직류 전원을 인버터 회로를 이용하여 교류 200[V]로 변환한 후 3상 전동기 구동에 이용된다. 그러나 일반적으로 전압을 높이기 위해서 커패시터 입력형 정류회로가 이용되어지고 있으나 하프 브리지 정류회로에 비해 전해 커패시터가 필요하지만 입력전류의 파형이 왜곡되고, 많은 고조파 성분이 발생하며, 송전계통설비가 소손될 우려가 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 본 논문에서는 4배전압 PWM 전력변환장치를 제안하고자 한다. 제안한 전력변환장치는 일반적으로 사용되어지는 배전압 정류회로를 직렬로 연결하였으며, 다이오드 대신에 전력용 반도체 소자인 IGBT를 사용하였다. 또한 배전압 정류회로를 기초로 하여 출력전압이 4배이상 유지하면서 입력 역률을 거

의 정현파화하고자 한다. 이 모든 사항은 시뮬레이션을 통하여 타당성을 확인하고자 한다.

#### 2. 컨버터회로와 동작원리

그림 1은 단상 4배전압 정현파 컨버터 회로를 나타낸 것이다. 이 회로가 다이오드 정류회로일 경우에 4배 전압으로 되는 원리는 다음과 같다.

먼저  $v$ 가 정(正)일 경우  $C_4$ 는 입력의 피크값까지 충전되어있는 상태에서  $C_3$ 은 입력 피크전압까지 충전하게 되며, 방전시 전해 콘덴서  $C_1$ 은 입력의 2배까지 충전된다. 역으로  $v$ 가 부(負)경우에는  $C_3$ 은 입력의 피크값까지 충전되고,  $C_4$ 는 방전하며, 전해 콘덴서  $C_2$ 는 입력 피크값까지 충전된다. 3상인 경우도 마찬가지로 그림2에 나타낸 제어원리를 기초로 해서 IGBT에 대한 PWM제어시 출력 전압 조정이 가능하고, 입력의 역률이 거의 1에 가깝게 된다.

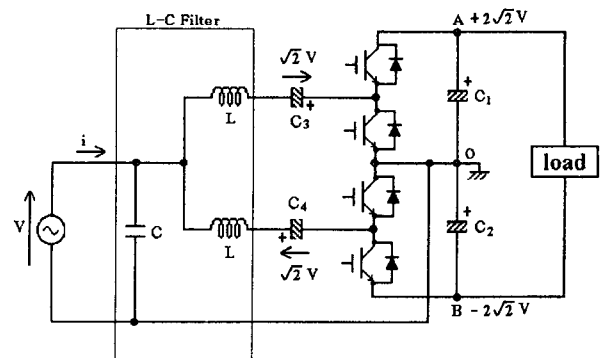


그림 1 단상 4배전압 정현파 컨버터 회로  
Fig. 1 Single-phase four-times DC link voltage sinusoidal PWM converter circuit

제안한 회로에서 단상 3선형 전원은 V결선형 그림2와 같은 3상 전원으로서 사용가능하며, 직렬 접속시킨 4개의 IGBT를 PWM제어하지 않을 경우에는 내장된 다이오드만을 이용한 다이오드 정류회로로 동작되어진다. 그리고 승압용 전해 커패시터 C3과 C4의 충·방전 동작에 의해 C1과 중성점의 0 및 C2와 0의 사이에 각각 배전압 출력전압이 발생되어 4배의 전압이 얻어진다.

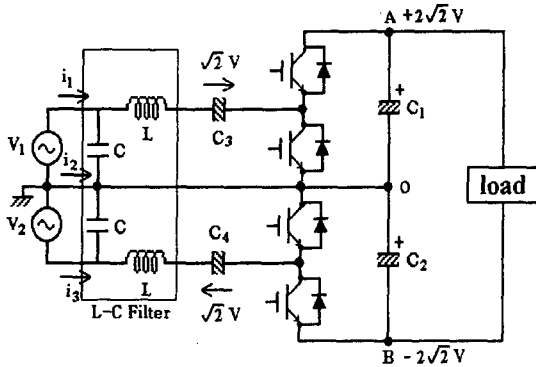


그림 2 3상 4배전압 정현파 컨버터 회로  
Fig. 2 Three-phase four-times DC link voltage sinusoidal PWM converter circuit

### 3. 시뮬레이션의 결과 및 고찰

표 1은 시뮬레이션에 사용된 회로의 정수를 나타낸 것이다.

표 1 시뮬레이션에 사용된 회로정수  
Table 1 Circuit parameters using simulation

교류입력전압(V1, V2)	100[V]
출력직류전압(EAO, EOB)	310[V]
입력측 필터 커패시터(C)	55[uF]
입력측 필터 리액터(L)	0.5[mH]
승압 전해 콘덴서(C3, C4)	4700[uF]
전해 콘덴서(C1, C2)	8200[uF]
컨버터 스위칭 주파수	16[kHz]
컨버터 회로의 무부하	75[Ω]

그림 1은 컨버터 회로를 나타내며, 이 회로는 다이오드 정류회로일 경우, 4배 전압이 되는 정류회로를 설명한다.  $v_a$ 가 [정]일 때, C4는 입력 피크값까지 충전되고, C3는 (입력피크값 전압까지 충전하였다.) 방전시, 전해콘덴서 C1은 입력의 2배까지 충전된다. 그러므로,  $v_a$ 가 [부]일 때 C3는 입력의 피크값까지 충전되고, C4가 방전시, 전해콘덴서 C2는 입력 피크값까지 충전된다. 3상일 경우

도 마찬가지로, 그림의 원리를 기초로 해서 IGBT에 대한 PWM제어를 하면, 출력전압 조정이 가능하고, 입력 종합역률 1이 가능하다.

이 그림은 컨버터 회로의 시뮬레이션한 결과이다. 그림 1에 나타낸 나타낸 시스템으로서 단상 4배 전압정현파컨버터부의 시뮬레이션을 하였다. 출력전압 EOB의 지령값 310V로서, 입력전압 100V일 경우, 출력전압은 입력 피크값 310V로서, 입력전압 100V일 경우, 출력전압은 입력피크값 282V이상의  $\pm 310V$  전압이 실현 가능하고, 지령값에 의해서 조정하였다. 또한 PWM제어로서 입력전류를 제어하기 때문에 입력 종합역률은 99.8%의 정현파 컨버터 회로가 실현 가능하였다. 시뮬레이션결과 과는 그림 3에 나타낸다. 전류파형의 스펙트럼은 그림 4에 나타내며, 전해콘덴서의 내압을 제한하기 위해서 이 회로는 입력200V의 교류를 이용했다.

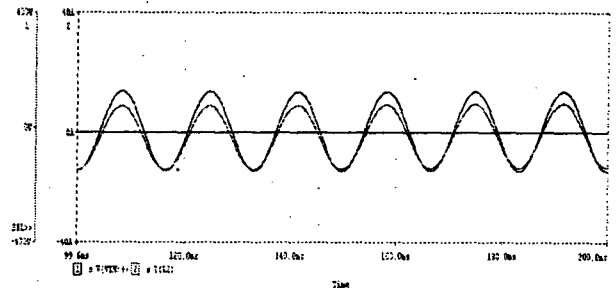


그림 3 입력전압과 전류의 시뮬레이션 파형  
Fig. 3 Simulation waveform of input voltage and current

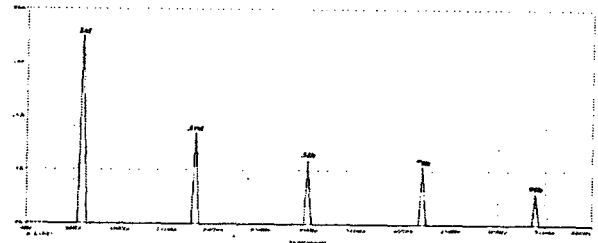


그림 4 입력전류의 주파수 스펙트럼  
Fig. 4 Frequency spectrum of input current

### 4. 결 론

본 논문에서는 단상4배전압 PWM 전력변환장치의 토폴로지를 제안하고, 제안한 전력변환장치는 일반적으로 사용되어지는 배전압 정류회로를 직렬로 연결하여 다이오드 대신에 전력용 반도체 소자인 IGBT를 사용했으며 또한 배전압 정류회로를 기초로 하여 출력전압이 4배이상 유지하면서 입력역률을 거의 1로 정현파화 했다. 이 모든 사항은 시뮬레이션을 통하여 타당성을 확인했다.

## 참 고 문 헌

- [1] A. I. Maswood, M. H. Rashid, "Input Current High Reduction in High Power AC/DC Rectifier", pp. 59-62, IECON 91.
- [2] R. Wu, S. B. Dewan, G. R. Slemon, "A PWM AC-DC Converter with Fixed Switching Frequency", IEEE Tran. on Ind. Applicat., vol. 26, No. 5, pp. 880-886, 1990.
- [3] M.T. Zhang, Y. Jiang, F.C. Lee, and M.M. Jovanovic, "Single-Phase Three-Level Boost Power Factor Correction Converter", IEEE Applied Power Electron. Conf.(APEC), Con.-Rec., pp. 434-439, 1995.
- [4] T.C. Chen, C.T. Pan, "Modeling and design of a single-phase AC to DC converter", IEEE Proc. B, Electr. Power Appl., Vol. 139, No. 5, p. 465, 1992.
- [5] G. Rim, R. Krishnan, "AC to DC Power Converter with Unity Power Factor and Sinusoidal Input Current", IEEE, APEC, Conf. pp. 400 - 406, 1991.
- [6] 稜葉・森, "單相PWMコンバータのモデル化", 電學論D, 115卷, 2号, p. 176, 1995.
- [7] 野中・稜葉, "正弦波入力電流形單相PWM整流回路の比較検討", 電學論D, 113卷, 5号, 594, 1994.
- [8] 高原, "高速半導體素子の車兩用VVVFへの應用", 平元電氣學會産業應用部門全大, S. 4-5.
- [9] T. Ohnishi & H. Okitsu, "A Novel PWM Technique for Three Phase Inverter/ Converter", in Conf. Rec. IPEC -Tokyo '83, p. 384, 1983.
- [10] M. Hombu, S. Ueda & A. Ueda, "A Current Source GTO Inverter with Sinusoidal Inputs and Output", IEEE Trans., vol. 23, No. 2, p. 247, 1987.
- [11] 문상필, 서기영, 김영문, 이현우, "에어컨용 단상 배전압 컨버터 회로에 관한 연구", 대한전기학회하계 학술대회 논문집, pp. 1044-1048, 2001.7. 18-20.
- [12] 中野, 平地 : "配電流整流回路", 電氣論D, Vol. 116, No. 10, pp. 1081-1082, 1996.
- [13] K. Fujiwara and H. Nomura: "Improvement of Current Waveform for 200V Input Single-phase Rectifier Using Modified Voltage-doubler Circuit", Proceedings of Power Conversion Conference-NAGAOKA, pp. 897-900, 1997.