

Voltage Sag 보상을 위한 중속 승압형 인버터 시스템

이승용, 서영민, 김명수, 홍순찬
 단국대학교 전자전기공학과

Cascaded Boost Type Inverter System for Compensation of Voltage Sag

Seung Yong Lee, Young Min Seo, Myeong Soo Kim, and Soon Chan Hong
 Dept. of Electronics and Electrical Eng., Dankook University

ABSTRACT

This paper proposes a cascaded boost type inverter system to compensate the voltage sag. If the voltage sag has appeared in input voltage, a cascaded boost converter would be operated to compensate voltage sag. The output voltage is kept constant by a direct quadrature frame controller in the single phase PWM inverter. The validity of proposed system is verified by simulation on the 300W cascaded boost type inverter system.

1. 서 론

입력단 전압에 전압 강하가 발생하면 전기적 외란에 민감한 장비에 오동작을 유발시킬 수 있으며 심한 경우에는 가동이 정지되기도 한다. 이는 시스템 결함, 대용량 부하의 개폐 또는 대형 모터의 기동시에 발생한다^[1]. 전압 강하의 내성기준으로는 SEMI F47, ITIC, IEC 61000 4 11 등이 있으며 기준값은 그림 1과 같다^[2-4]. 예로써 IEC 61000 4 11(Class 3)에서는 입력전압이 0.8 pu인 경우 1 sec 동안, 0.7 pu의 경우 500 msec 동안, 0.4 pu 일 때 200 msec 이상 시스템이 정상 동작할 것을 권고하고 있다.

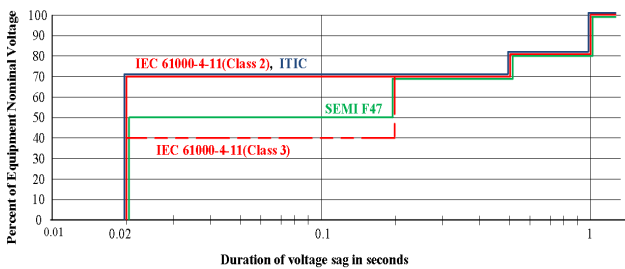


그림 1 전압 강하 내성 기준
 Fig. 1 Voltage sag immunity standards

2. 제안한 중속 승압형 인버터 시스템

2.1 시스템의 구성

그림 2는 본 논문에서 제안한 단상 중속 승압형 인버터 시스템이다. 단일 승압형 인버터에서의 승압 한계를 보완하기 위하여 부스트 컨버터를 2단으로 구성하였다. D_3 와 D_4 는 바이패스 다이오드이다.

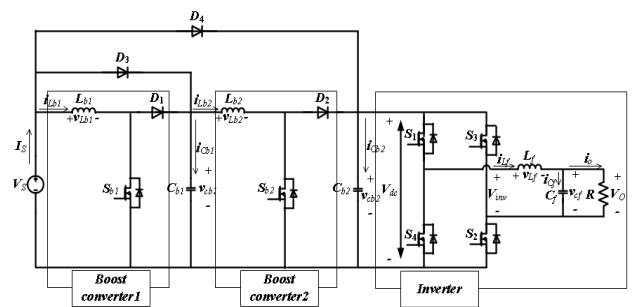


그림 2 제안한 인버터 시스템
 Fig. 2 Proposed inverter system

스 다이오드이다.

2.2 시스템의 동작

제안한 시스템은 정상시 입력전압이 380V이며 출력전압 V_o 를 220 Vrms로 일정하게 제어하는 시스템이다. 그림 3은 제안한 시스템에서 부스트 컨버터의 제어도이다. 정상시에는 $V_s D_4$ Inverter로 에너지가 전달된다. 그러나 입력전압이 $0.6 \text{ pu} \leq V_s < 0.9 \text{ pu}$ 인 경우에는 $V_s D_3$ Boost converter2 Inverter로 에너지가 공급되고, 전압강하가 $V_s < 0.6 \text{ pu}$ 인 경우에는 Boost converter1이 추가로 승압을 해줌으로써 V_s Boost converter1 Boost converter2 Inverter로 에너지가 전달된다.

그림 4는 인버터 제어도이다. 인버터는 단상 d q축 제어를 하며 이를 위해 phase shifter를 사용하여 90° 지연된 신호를

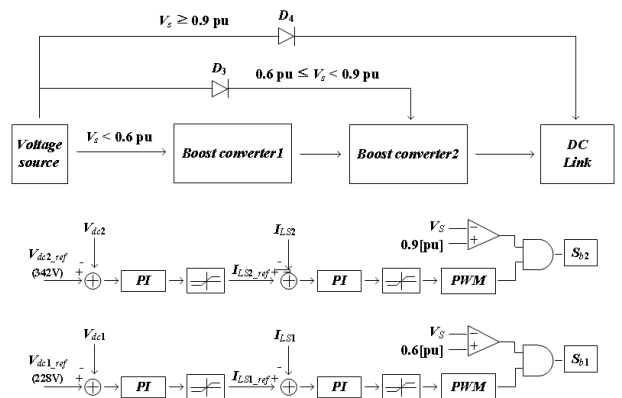


그림 3 부스트 컨버터 제어도
 Fig. 3 Control diagram of boost converter

얻는다^[5]. 전압에 대한 실제 값을 V_a , 위상지연을 통하여 얻어진 가상의 값을 V_β 라 할 때 이를 동기좌표계로 변환하면 V_d , V_q 로 나타낼 수 있다. PI제어기를 통해 제어된 값을 정지좌표계로 변환하면 a 와 β 값이 나온다. 이때 β 값은 실제 물리적인 성분이 아닌 가상의 성분이므로 a 값을 기준으로 PWM하여 인버터에 게이트 신호를 인가한다.

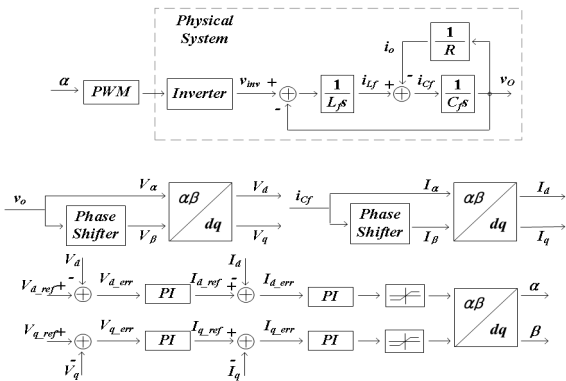


그림 4 인버터 제어도
Fig. 4 Control diagram of inverter

3. 시뮬레이션

제안한 시스템의 동작을 검증하기 위해 PSIM을 사용하여 300 W급 승압형 인버터 시스템을 시뮬레이션한다. 시뮬레이션 파라미터는 표 1과 같으며 부스트 컨버터와 인버터의 스위칭 주파수는 각각 20 kHz이다.

표 1 시뮬레이션 파라미터
Table 1 Simulation parameters

V_S	380 V	C_{b1}	470 μ F
V_O	220 Vrms	C_{b2}	470 μ F
L_{b1}	600 μ H	L_f	1.8 mH
L_{b2}	600 μ H	C_f	30 μ F

그림 5는 입력전압이 266 V(0.7 pu)로 100 msec동안 감소한 경우이다. 부스트 컨버터1은 동작하지 않아서 V_{dc1} 전압은 266V이며, 부스트 컨버터2가 동작하여 V_{dc2} 전압을 342 V로 승압하였으며 인버터 출력전압은 220Vrms를 유지하였다.

그림 6은 입력전압이 152 V(0.4 pu)로 200 msec동안 감소한 경우이다. 부스트 컨버터1이 동작하여 V_{dc1} 전압을 228 V로 승압하고, 부스트 컨버터2가 동작하여 V_{dc2} 전압을 342V로 승압하였으며 인버터는 220Vrms를 출력하였다.

4. 결론

전압 강하가 인버터의 입력단에 발생하게 되면 인버터의 출력이 감소하는 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 전압 강하를 보상할 수 있도록 중속형 부스트 컨버터, 인버터로 구성된 중속형 부스트 인버터 시스템을 제안하였다. 중속형 부스트 컨버터는 전압 강하가 0.6 pu~0.9 pu일 때, 부스트 컨버터2만 동작하여 V_{dc2} 전압을 보상한다. 그리고 입력전압이 0.6 pu 보다 작아지게 되면 부스트 컨버터1이 추가로 동작하여 V_{dc1} 전압을 승압하며, 부스트 컨버터2는 승압된 전압을 바탕으로 V_{dc2} 전압

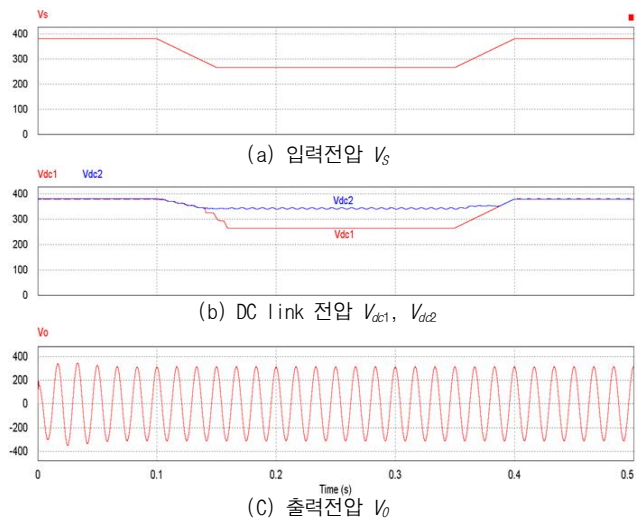


그림5 시뮬레이션 결과(0.7 pu 전압강하일때)
Fig.5 Simulation results(0.7 pu voltage sag)

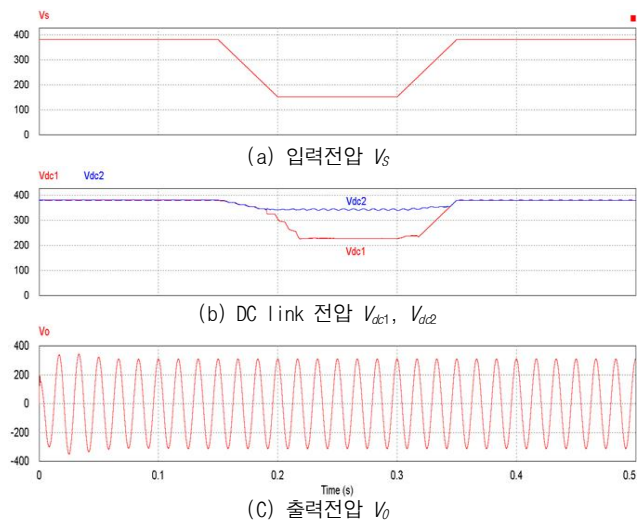


그림6 시뮬레이션 결과(0.4 pu 전압강하일때)
Fig.6 Simulation results(0.4 pu voltage sag)

을 342 V로 보상하였다. 인버터는 보상된 전압을 전원으로 하여 안정적인 출력을 낼 수 있었다. 또한 전압 강하가 발생하지 않는 일반적인 상황에서 바이패스 다이오드 D_4 를 통하여 인버터로 에너지가 공급된다. 이때 부스트 컨버터는 모두 동작하지 않게 되어 부스트 컨버터의 스위칭 손실이 발생하지 않는다. 300 W급 승압형 인버터 시스템에 대해서 시뮬레이션을 통하여 제안한 시스템의 성능을 확인하였다.

참고 문헌

[1] IEEE std. 1159 2009.
[2] KS C IEC 61000 4 11.
[3] KS C IEC 61000 2 4.
[4] SEMI F47 0706.
[5] Zhang R., Cardinal M., Szczesny P., and Dame M., "A Grid Simulator with Control of Single Phase Power Converters in D Q Rotating Frame", Power Electronics Specialists Conference, Vol. 3, pp. 1431-1436, 2002.