

입력전압의 순시전압강하 보상을 위한 승압형 인버터 시스템

이승용, 서영민, 구도연, 김동욱, 홍순찬
 단국대학교 전자전기공학과

Boost Type Inverter System for Compensation of Instantaneous Voltage Sag

Seung-Yong Lee, Young-Min Seo, Do-Youn Koo, Dong-Wook Kim, and Soon-Chan Hong
 Dept. of Electronics and Electrical Eng., Dankook University

ABSTRACT

In this paper, we propose a boost type inverter system for the compensation of instantaneous voltage sag. The system compensate instantaneous voltage sag which magnitude is higher than 10[%] of normal input voltage. When input voltage is higher than 90[%] of normal value, the switch in boost converter is not operated and output voltage is controlled by modulation amplitude in PWM inverter.

1. 서론

본 논문에서는 입력전압원에 발생한 순시전압강하를 보상할 수 있는 승압형 인버터 시스템을 제안한다. 승압형 인버터 시스템은 순시전압강하의 크기가 정상적 입력전압의 10[%]를 초과할 때 보상하도록 한다. 입력전압의 크기가 90[%] 이상일 경우에는 부스트 컨버터의 동작을 정지시키고 PWM 인버터의 크기 변조비(m_a) 제어를 통해 출력전압을 일정하게 한다.

2. 순시전압강하

시스템에 전력을 공급하는 전압원이 정상이 아닌 경우가 있다. 이러한 예로서 동일한 전원을 사용하는 대형 기기의 시동 및 정지나 순간적으로 많은 전력을 필요로 하는 펄스성 부하에 의해 순간 정전 또는 순시전압강하가 발생한다. 전압원에 순시전압강하가 발생하면 전기적 외란에 민감한 장비에 오동작을 유발시킬 수 있으며 심한 경우에는 가동이 정지되기도 한다. 그림 1은 전압원에 순시전압강하가 발생한 경우이다. 순시전압강하는 0.5~30[cycle] 동안 입력전압이 0.1~0.9[p.u] 크기만큼 감소하는 것을 말한다^[1].



그림 1 순시전압강하

Fig. 1 Instantaneous voltage sag

3. 승압형 인버터 시스템

3.1 시스템의 구성

그림 2는 본 논문에서 제안한 단상 승압형 인버터 시스템이다. 제안한 시스템은 입력전압원에 정상값의 10[%]를 초과하는 순시전압강하가 발생했을 때 전압을 승압할 수 있는 부스트 컨버터와 직류링크 전압 V_d 를 입력으로 하여 교류전압을 출력하는 인버터로 구성되어 있다. 그림 2에서 D_2 는 입력전압이 정상값의 90[%] 이상일 때 부스트 컨버터를 동작시키지 않고 $V_d=V_s$ 가 되도록 하는 바이패스 다이오드이다.

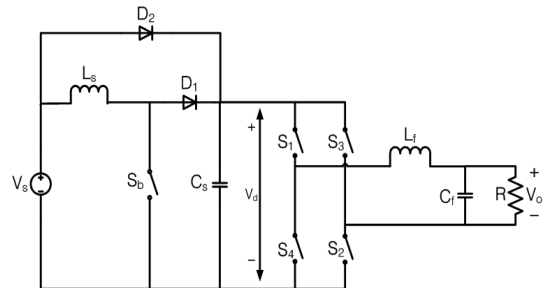


그림 2 제안한 승압형 인버터 시스템

Fig. 2 Proposed boost type inverter system

3.2 시스템의 동작

제안한 시스템은 정상시 입력전압 V_s 가 380[V]이며 출력전압을 220[Vrms]로 일정하게 유지하는 시스템이다. 전압형 인버터의 출력전압은 입력전압보다 높을 수 없으므로 V_d 전압은 식 (1)과 같이 제한된다.

$$V_d \geq V_o = \sqrt{2} \times 220 V = 311 V \quad (1)$$

인버터는 SPWM 제어방식을 사용한다. 출력전압 220[Vrms]를 출력하기 위한 크기 변조비 m_a 는 식 (2)와 같이 구할 수 있다^[2]. SPWM 방식으로 제어함에 있어 과변조가 되면 출력전압에 고조파가 함유되어 THD가 커지는 문제점이 발생되므로^[3] m_a 의 최대값을 1로 한정한다.

$$m_a = \frac{V_{ref}}{V_d} = \frac{\sqrt{2} \times 220}{V_d} = \frac{311}{V_d} \quad (2)$$

본 시스템에서는 입력전압이 342[V] 이상이면 $V_d = V_s$ 가 된다. 이때 부스트 컨버터는 동작하지 않으며 출력전압은 m_a 에 의해 제어된다. 전원에 순시전압강하가 발생하여 입력전압이 342[V] 미만인 경우에는 부스트 컨버터가 동작하여 직류링크 전압 V_d 를 342[V]로 승압시킨다. 이때 $V_d > V_s$ 가 되어 D_2 는 OFF상태가 된다. 인버터는 342[V]로 승압된 직류링크 전압을 PWM 제어하여 220[Vrms]의 안정적인 출력을 유지한다.

4. 시뮬레이션

제한한 시스템의 동작을 검증하기 위해 PSIM을 사용하여 3[kW]급 승압형 인버터 시스템을 시뮬레이션한다. 시뮬레이션 회로는 그림 3과 같으며, 파라미터는 표 1과 같다.

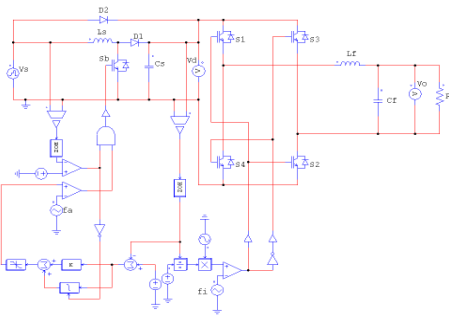


그림 3 시뮬레이션 회로도
Fig. 3 Circuit diagram for simulation

표 1 시뮬레이션 파라미터
Table 1 Simulation parameters

입력전압 V_s	380[V]~190[V]
출력전압 V_o	220[Vrms]
인덕터 L_s	600[uH]
커패시터 C_s	940[μF]
부하저항 R	16.13[Ω]
부스트 컨버터 스위칭 주파수 f_b	20[kHz]
인버터 스위칭 주파수 f_i	10[kHz]

그림 4는 순시전압강하가 발생한 입력전압이다. 380[V]인 입력전압에서 100[ms] 동안 50[%] 크기의 전압강하가 발생하였을 때를 시뮬레이션하였다. 전압의 하강시간과 상승시간은 각각 10[ms]이다.

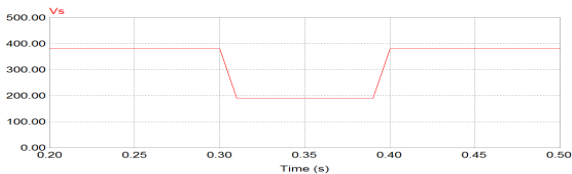


그림 4 순시전압 강하가 발생한 입력전압
Fig. 4 Input voltage with instantaneous voltage sag

그림 5(a)는 입력전압원에 그림 4와 같은 순시전압강하가 발생하였을 때, 부스트 컨버터가 없는 인버터의 출력전압 파형으로서 순시전압강하가 발생하면 출력전압이 제어되지 않는다.

그림 5(b)는 승압형 인버터 시스템의 출력전압 파형이며 항상 220[Vrms]로 제어됨을 알 수 있다.

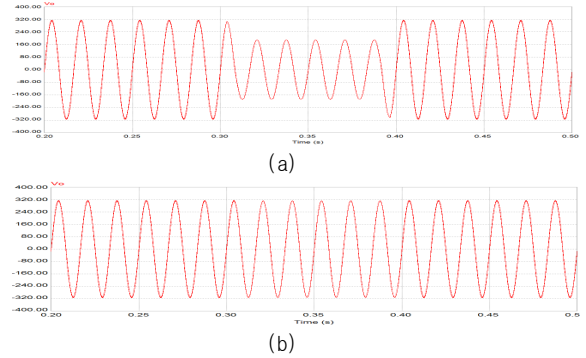


그림 5 출력전압 파형
(a) 부스트 컨버터가 없는 인버터
(b) 제안한 승압형 인버터 시스템

Fig. 5 Output voltage waveforms
(a) Inverter system without boost converter
(b) Proposed boost type inverter system

그림 6(a)는 D_2 가 없는 승압형 인버터 시스템의 직류링크 전압이다. 부스트 컨버터가 동작하지 않을 때의 직류링크 전압에서 약 28[V]의 맥동이 발생한다. 이러한 맥동은 전압강하 발생 시, 부스트 컨버터가 동작하기 전에 직류링크 전압이 311[V]보다 작게 되는 제어상의 문제점을 초래한다. 그림 6(b)는 D_2 가 있는 승압형 인버터 시스템의 직류링크 전압으로서, 정상시의 직류링크 전압에 맥동이 나타나지 않음을 알 수 있다.

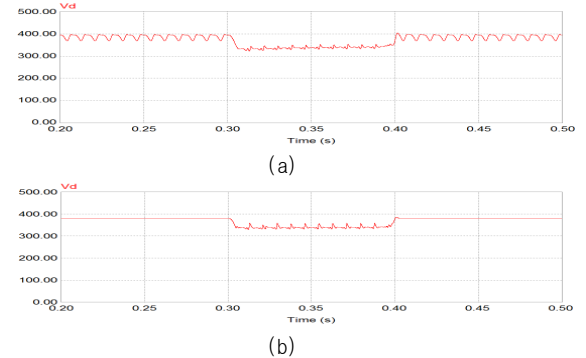


그림 6 직류링크 전압(V_d) 파형
(a) D_2 가 없는 승압형 인버터 시스템
(b) D_2 가 있는 승압형 인버터 시스템

Fig. 6 DC-link voltage(V_d) waveforms
(a) Boost type inverter system without D_2
(b) Boost type inverter system with D_2

5. 결론

인버터에서 입력전압원에 큰 순시전압강하가 발생하면 출력전압이 감소하는 문제가 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 바이패스 다이오드, 부스트 컨버터 및 인버터로 이루어진 승압형 인버터 시스템을 제안하고 시뮬레이션을 통해 성능을 입증하였다.

참고 문헌

- [1] IEEE std. 1159-1995.
- [2] 홍순찬, 전희중, 백형래, 원충연, PSpice를 활용한 전력전자공학, 인터비전, 2005.
- [3] 김상훈, DC 및 AC 모터 제어, 북두출판사, 2007.