

능동필터링 기능을 갖는 3상 Z-소스 인버터

홍승표*, 정영국**, 임영철*, 양승학***, 김광현*
 전남대학교*, 대불대학교**, 호남대학교***

Three-phase Z-source Inverter with active filtering function

Seung Pyo Hong*, Young Gook Jung**, Young Cheol Lim*, Seung Hak Yang***,
 Kwang Heon Kim*
 Chonnam National University*, Daebul University**, Honam University***

ABSTRACT

본 연구에서는 3상 Z 소스 인버터에 능동전력필터에 적용하여 정상시에는 고조파 보상 전류가 Z 소스 인버터에 의해 발생이 되고 전원 측에 문제가 생기면 인버터로 동작하는 회로를 제안하였다. 능동필터 모드에서의 보상 전류는 P q이론에 의해 연산이 되었고, 센서에 의해 모드를 달리하여 전원에 문제가 생기더라도 정상적으로 전원이 공급이 가능한 것을 PSIM 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

1. 서 론

최근 전력전자 기술의 눈부신 발전과 함께 배전계통에 비선형 부하의 사용이 급증하고 있다. 이러한 비선형 부하들은 관련계통의 전력 품질에 악영향을 미치고 있다. 이와 같은 악영향을 줄이기 위한 효과적인 방법 중 하나가 능동전력필터(Active power filter)^[1, 2]이다. 능동전력필터는 V Source 나 I Source 인버터를 부하의 특성에 맞게 적용 하고 있다. 최근에는 LC 임피던스 네트워크와 shoot through 듀티비 제어를 이용하여 출력전압 조정이 가능한 Z 소스 인버터^[3]가 제안되어 DC전원으로부터 부하가 요구하는 AC 전압을 직접 공급이 가능하게 되었다.

본 연구에서는 종전의 인버터 대신에 Z 소스 인버터를 이용한 능동전력필터 시스템을 구성해보고 성능에 대하여 고찰하였다. 본 연구는 PSIM을 이용한 시뮬레이션을 통하여 Z 소스 인버터의 보상 성능을 확인하였다.

2. 본 론

2.1 제안된 시스템

그림 1은 본 연구에서 제안된 능동필터링 기능을 가지는 3상 Z 소스 인버터의 기본구조를 나타내고 있다. Z 소스 인버터는 PWM인버터의 데드타임에 의한 효율 감소를 보완하기 위해 Z network와 암 단락을 이용하여 낮은 직류전압으로 높은 전압을 곧바로 얻을 수 있어서 부스트 컨버터나 변압기가 필요 없는 single stage구조가 가능하다.

이러한 Z 소스 인버터에 p q이론을 통해 보상하고자 하는 고조파의 기준 전류를 연산하는 능동필터 기능을 추가하여 전원이 정상적으로 공급이 될 시에는 비선형 부하의해 생기는 전

원 측의 고조파를 억제 시키는 회로로 동작을 하게 되고 전원 측에 이상이 생기면 Z 소스 인버터로 동작하여 부하 측에 전원을 공급하게 되는 회로를 제안하였다.

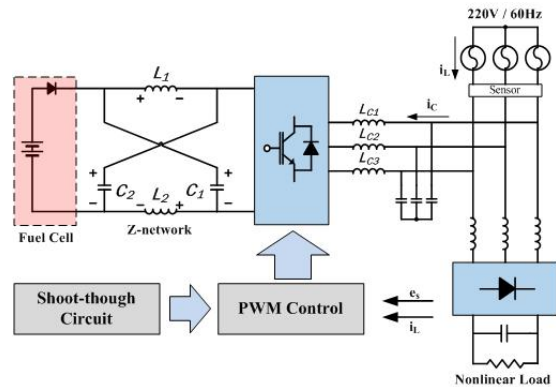


그림 1 제안된 시스템

2.2 모드별 동작

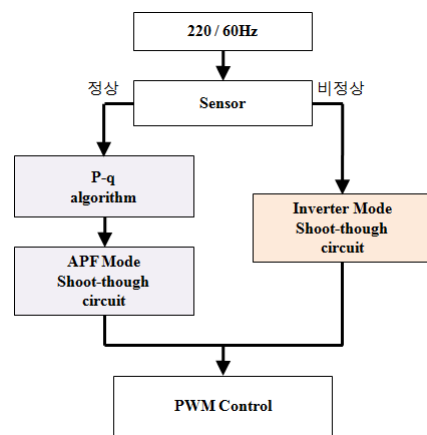


그림 2 모드별 플로 차트

그림 2는 제안된 시스템의 모드별 플로 차트로서 선간전압 220V가 전원으로 공급중일 때 센서에 의해 전원이 정상적으로인가중인지 확인한 후 정상이면 순시전압과 순시전류를 p q이론에 의해 보상전류를 계산하고 simple boost control 방식의 shoot though 회로를 통하여 인버터의 스위칭을 한다. 이런 방

법으로 능동필터로 동작 중 누전이나 정전에 의해 비정상적인 전압이 센서에 인가가 되면 센서에 의해 전원 측과 부하 측을 차단하고 Z source 인버터를 인버터 동작모드로 전환함으로써 부하 측에 정상적인 전원을 공급하게 된다.

3. 시뮬레이션

표 1은 그림 1의 시스템에 대한 시뮬레이션 파라미터를 나타 내었다. 시뮬레이션은 PSIM 7.0을 이용하여 시뮬레이션을 하였고 능동필터 모드시의 Shoot through 조절전압 $V_{sh} = 0.642$ 를 가지고 simple boost방식을 이용하였다.

표 1 시뮬레이션 파라미터

Z Source Inverter			
V_{IN}	L	C	f_{sw}
150[V]	1[mH]	1000[uF]	5.6[kHz]
L C Filter		Nonlinear Load	
L_f	C_f	C	R
2[mH]	20[uF]	1000[uF]	5[Ω]

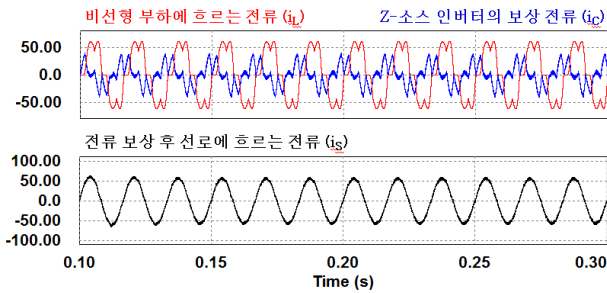


그림 3 능동필터모드일 때 선로에 흐르는 전류

그림 3은 능동필터링 기능이 동작 중에 비선형 부하전류 i_L 과 보상전류 i_C , 보상 후 i_S 전류전류를 나타내고 있다. Z 소스 인버터의 능동필터링 기능이 동작되어 전류를 잘 추종하고 있음을 확인할 수 있었고 보상 후에는 정현파를 출력함을 알 수 있다.

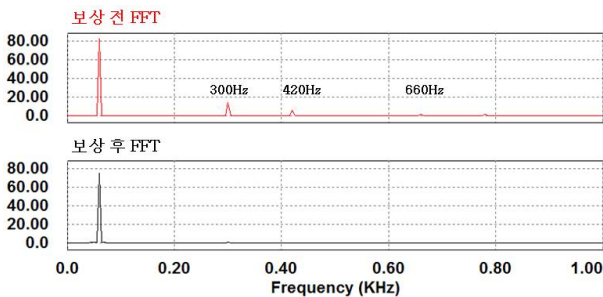


그림 4 능동필터모드일 때 보상 전 후 FFT 결과

그림 4는 능동 필터링에 의한 전류 보상 전 후의 FFT(Fast Fourier transform) 결과이다. 보상전의 i_L 의 FFT는 60Hz 외에 300Hz, 420Hz, 660Hz등의 고조파가 발생하고 있음을 알 수 있고, 보상 후 i_S 의 FFT의 경우는 60Hz의 성분 외에는 고조파가 거의 제거됨을 알 수 있다.

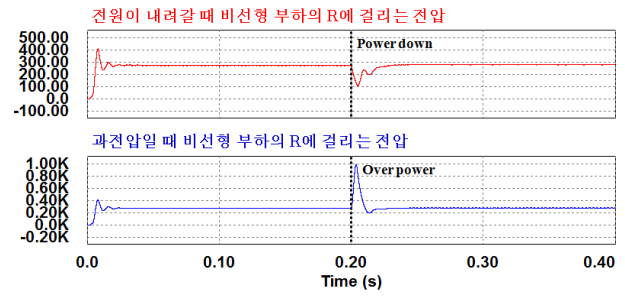


그림 5 이상 전압 발생 시 비선형 부하에 걸리는 전압

그림 5는 능동필터링 모드로 동작 중 0.2초 구간에서 전원 측의 전압을 0V로 내렸을 때의 비선형 부하의 R에 걸리는 전압이다. 전원이 0V로 내려가자 순간적으로 전압이 떨어지나 센서에 의해서 인버터 모드로 동작하여 약 0.03초 후에 정상적인 전압이 다시 공급됨을 알 수 있다. 두 번째는 위의 경우와는 다르게 과전압이 인가되면 센서에서 과전압을 검출한 뒤 전원 측과 부하단을 개방하고 인버터모드로 동작하여 정상적인 전압이 다시 공급된다.

4. 결론

본 연구에서는 종전의 V source 또는 I source 인버터 대신에 3상 Z 소스 인버터를 적용하여 능동 필터링기능을 갖는 Z 소스 인버터를 제안하고 시뮬레이션을 하였다. 제안된 시스템은 비선형 부하에 의해 고조파가 발생하는 선로와 병렬로 Z 소스 인버터와 L C필터가 연결하였다. 시뮬레이션 결과 능동필터 모드에는 각각의 능동전력필터 모듈이 전체 보상 전류를 보상을 잘하였고, 비선형 부하에서 전원 측으로 발생하는 고조파 전류에 대한 보상도 양호함을 알 수 있었다. 정상동작중 시스템전원이 이상이 생기면 인버터 모드로 동작을 하는데, 이때 출력역시 전원측이 정상적으로 동작할 때와 동일한 전압이 비선형 부하에 걸리는 것을 알 수 있었다.

이 논문 또는 저서는 2011년 교육과학기술부(지역거점연구단육성사업/바이오하우징연구사업단)와 바이오하우징연구소 및 "지식경제부", "한국산업기술진흥원", "호남광역경제권 선도산업지원단"의 "광역경제권 선도산업 육성사업"으로 수행된 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] Y. G. Jung, Y. C. Lim and S. H. Yang, "Single Phase Active Power Filter based on Three Dimensional Current Coordinates", IEE Proc. Electr. Power Appl., vol.147, no.6, November, pp.572-578, 2000.
- [2] Y. G. Jung, W. Y. Kim, Y. C. Lim, S. H. Yang and F. Harashima, "The Algorithm of Expanded Current Synchronous Detection for Active Power Filters Considering Three Phase Unbalanced Power System", IEEE Trans. Ind. Electron., vol.50, no.5, pp.1000-1006, 2003.
- [3] F. Z. Peng, "Z Source Inverter," IEEE Trans. Ind. Applicat., Vol. 39, No.2, pp. 504-510, March/April 2003.