

3상 PWM 콘버터에 의한 정지형 무효전력 보상장치의 동작특성

김철우 부산대학교 김광태 부산전문대학
*권순재 부산공업대학 홍순일 부산공업대학

Static VAR Compensator Using 3 Phase PWM converter

Kim Cheul U Kim Kwang Tae Kwon Soon Jae* Hong Soon Il
Pusan National University Pusan Junior College Pusan National Institute of Technology

ABSTRACT

A reactive power compensator which employs a three phase voltage source PWM converter is presented and analysed in this study.

In this study, instantaneous reactive power compensator by the theory of instantaneous real and imaginary power are theoretically studied how to compensate reactive power occurred by fundamental and harmonic reactive current. And we showed the compensation characteristics by comparing the experimental results with those of computer simulation.

1. 서론

전력계통의 경제적인 운용과 안정도 향상이란 점에서 반도체 스위칭소자를 사용한 정지형 무효전력 보상장치는 반드시 필요하다. 특히 오늘날과 같이 대용량 부하장치가 보급됨에 따라 조정해야 할 무효전력도 크고 또한 시간적으로 급격한 변동을 수반하기 때문에 여기에 충분히 응답할 수 있는 속응성 높은 무효전력 보상장치가 요망되고 있다. 무효전력을 순시적으로 보상할려고 하면 무효전력 발생원인 기본파와 고조파 무효전류를 제거해야만 하고, 최근 고조파 억제장치의 개발이 활발히 진행되고 있

(3~6)
다.

본 연구에서는 순시무효전력 보상장치로 전압형 콘버터를 이용하여 기본파 무효전류에 의한 무효전력의 보상은 물론 고조파 무효전류에 의한 무효전력의 보상도 할 수 있는 방법을 순시실전력과 순시허전력의 개념을 도입하여 이를 이론적으로 규명하고 실험결과와 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 비교함으로써 그 보상특성을 알아보고자 한다.

2. 주회로 구성과 제어법

보상장치는 순시무효전력을 보상함에 따라 순시무효전류를 흘리는 것이지만 이 전류는 순시적으로 변동을 반복하는 것이다. 따라서 보상장치는 부하에 대해 독립적으로 전류를 제어할 수 있는 응답성이 높은 전류원이어야 하므로 콘버터는 전압형이 적당하다.

그림1은 주회로 구성과 전류 시스템을 나타낸 것이며 교류전원측에 접속되어 있는 부하는 생략되어 있다.

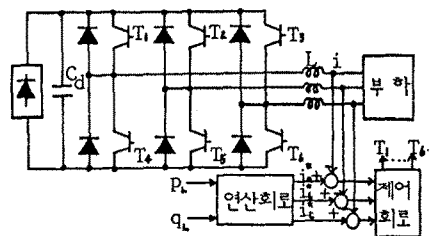


그림 1. 주회로 구성

그림1에서 기준전류는 순시실전력 P 와 순시허전력 q , 전원전압과 부하전류를 연산회로에서 연산되어 얻어진다. 3상 전압과 전류를 $\alpha-\beta$ 축으로 2상 변환하여 부하의 순시실전력과 순시허전력을 구하면 다음과 같다.

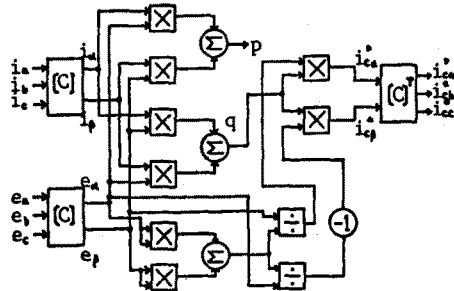


그림 3. 제어회로의 블록도

기준전류는 식 (1)을 역연산하여

한 아날로그회로로 구성로 구성되며 보상기준전류는 부하전류 i_{La}, i_{Lb}, i_{Lc} 와 전원전압 e_a, e_b, e_c 로서 순시적으로 결정된다.

가 얻어지며, 3상 기준전류는

그림4는 트랜지스터의 구동신호 발생회로이다.

가 된다.

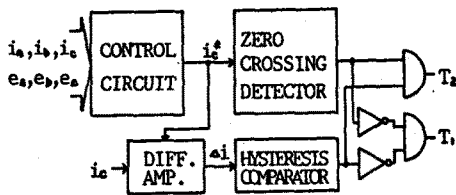


그림 4. 구동신호 발생회로

이 기준전류의 극성에 따라 그림1에서의 각 상에서 제어되는 트랜지스터가 결정된다. 그림2는 a 상의 기준전류와 제어되는 트랜지스터와의 관계를 나타낸 것이며, 트랜지스터의 구동신호는 기준전류와 실전류와의 차이에 해당하는 전류에 의해 얻어진다.

이 회로는 히스테리시스 콤파레이터 방식을 이용한 것으로 전류제어를 고속화시킬 수 있는 것이 특징이며 검출된 실전류와 기준전류를 비교하여 실전류를 기준전류에 추종시키 트랜지스터의 구동신호를 발생시킨다.

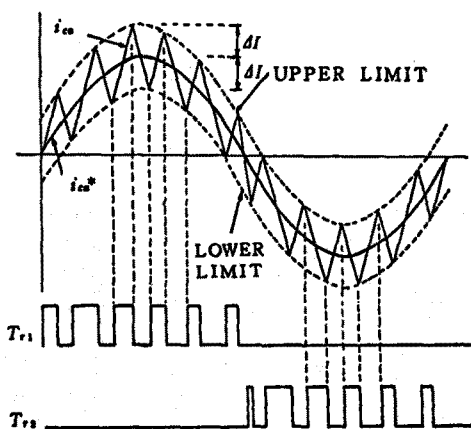


그림 2. 트랜지스터의 제어법

4. 실험결과 및 고찰

3. 제어회로의 구성

그림5는 무효전력 보상 시의 실험 시스템의 구성을 나타낸 것이며, 부하는 4상한 콘버터와 R-L 부하를 사용하였다.

그림3은 순시무효전력 보상장치의 제어회로를 나타낸 것이다. 이것은 승산기와 계산기를 이용

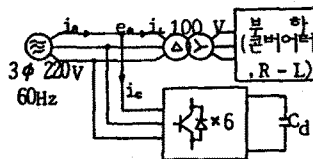
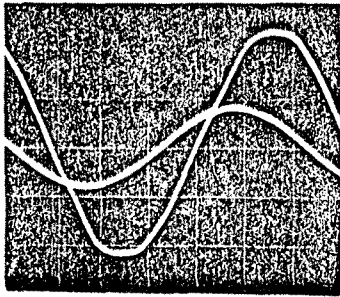


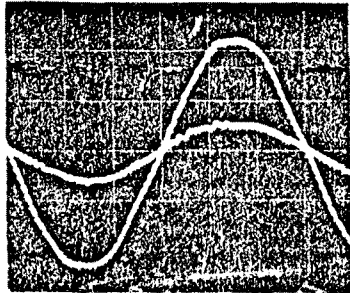
그림 5. 실험 시스템

그림6은 무효전력 보상장치에 R-L 부하를 사용한 경우로서 그림6의 (a)는 보상 전의 전원측 전압과 전류파형이며 (b)는 보상 후의 전원측

전압과 전류를 각각 나타낸 것이다. 그림6의 (a)에서 전원전류가 전압보다 위상이 45° 뒤져있는 것은 L 때문이며, 이 상태에서 보상기를 동작시킨 결과 그림6의 (b)에서와 같이 전원측 역율이 1이 됨을 알 수 있다.



(a) 보상 전의 전원측 전압, 전류 파형
50 V/div
5 A/div



(b) 보상 후의 전원측 전압, 전류 파형
50 V/div
5 A/div

그림 6. 전원전압과 전류파형

또한 그림 6의 (b)에서와 같이 전원전류에서의 돌출부는 필터용 리액터 L로 인하여 보상전류가 기준전류에 순시적으로 추종할 수 없기 때문에 나타나는 것이며 이상적인 경우에는 나타나지 않을 것이다.

그림 7은 고조파 전류에 의한 순시무효전력을 모두 보상한 경우의 시뮬레이션 결과이다.

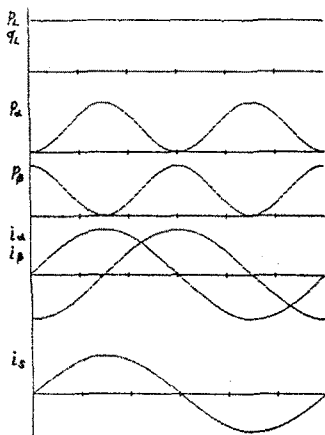


그림 7. 시뮬레이션 결과

5. 결 론

본 연구에서는 R-L부하를 이용한 경우 무효 전력 보상장치의 보상특성을 알아보고 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 주회로의 L, C, Cd는 순시실전력에 대한 에너지 저장요소가 아니고 트랜지스터의 스위칭 동작상 필요하므로 스위칭 주파수가 무한대가 되면 무한히 작아질 것이다.
- (2) 보상전류에는 트랜지스터의 스위칭 동작으로 리플이 대폭 증가했으며, 전원전압과 전류파형에서 뿐 만 아니라 과도시에서도 전원측 기본파 역율은 항상 1이며 고조파 전류에 대해서도 양호한 보상효과를 얻을 수 있었다.
- (3) 전류제어회로는 안정하고 양호한 전류 추종성을 가져야 한다. 전류추종성과 밀접한 관계가 있는 요소는 콘덴서 전압 V_d , 필터용 리액터 L 과 보상장치의 스위칭 주파수이며 이들은 상호 연관관계가 있기 때문에 최적의 전류 추종성을 얻기가 어렵다.

6. 참 고 문 헌

- (1) 김철우, 권순재, 김광태: 전류형 PWM 콘버터에 의한 정지형 무효전력 보상장치에 관한 연구 1988년 전력전자연구회 춘계학술연구 논문집
- (2) H.Akagi, Y.Kanazawa: Generalized Theory of The Instantaneous Reactive Power and its Application, Trans. IEE of Japan, Vol.103, No.7(1983)
- (3) P.D.Ziogas: Optimum Voltage and Harmonic Control PWM Technique for Three Phase Static UPS Systems, IEEE trans.on Ind.App.Vol IA-16 No.4(1980)
- (4) A.Watanabe, Y.Kokai: Combined Control Static VAR Compensator and HVDC Converter, IEEE IPEC (1983)
- (5) F.Z.Peng, H.Akagi: A Study of Active Filters Using Quad Series Voltage Source PWM Converters for Harmonic Compensation, IEEE pesc (1987)
- (6) I.Moran, P.Ziogas: Analysis and Design of a 3 Phase Synchronous Solid State VAR Compensator, IEEE Ind. App. Society Annual Meeting (1987)