

# DC전압 충전 및 전원 역률 보상이 가능한 APF에 관한 연구

성국남\*, 이승민, 이우철  
한경대학교 전기공학과

## A study on Active Power Filter available for DC-link boost and Power Factor Control.

Kook Nam Sung\*, Seung Min Lee, Woo Cheol Lee  
HanKyong National University Dept. of Electrical Engineering

### ABSTRACT

APF제어의 필요성은 고조파로 인한 손실을 줄이기 위함이다. 최근의 전력장치 사용의 증가로 인해 고조파 성분이 증가했고, 부하 또한 다이오드와 같은 디바이스의 사용으로 고조파가 증가했다. 이러한 문제를 해결해야 고조파를 감소 시키고 효율을 높일 수 있다. 본 논문에서 제안하는 APF제어를 통하여 전원 역률 보상과 효율 향상의 타당성을 실험을 통해서 검증한다.

### 1. 서 론

최근에 컴퓨터, 공장자동화(Factory automation)장비 및 통신시스템과 같은 전원환경에 민감한 부하들이 증가하는 추세에 따라, 신뢰성과 안정된 전원의 공급이 중요한 문제로 대두되고 있다. 국내 산업 현장에서의 전력 품질의 신뢰성은 매우 높은 편이지만 입력 전압과 전류의 역률에 대한 확실한 규정이 없기에 평상시 전원 측 역률 보상 및 고조파의 억제가 되질 않아 기기에 오동작 및 손상을 초래할 수 있는 상황이 벌어질 수도 있다. 이러한 상황을 예방하기 위해 일반적인 APF모드에서는 고조파만 감소시키는 것만이 아닌 부하측에 전력 문제 발생 시 안정하게 전력을 공급할 수 있도록 DC링크 전압을 최대한으로 충전하고 전원 역률 보상을 하도록 시뮬레이션과 실험을 통하여 검증하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 제안된 시스템 회로

그림 1은 제시된 시스템의 전력 회로를 보여준다. 이 회로는 모드 전환의 IGBT 스위치, DC충전을 위한 DC링크와 APF, UPS의 부스트 컨버터에 대해 구성이 되어 있다. 순간 정전 보상 전원 장치는 전류 주입을 통해 평상시는 고조파 및 역률 제어를 위한 계통연계 모드로 동작하고(APF), 순간정전 시에는 전압 강하가 심각한 문제가 되기 때문에 이를 감지하여 UPS모드로 전환하여 독립운전 모드로 전압을 보상하게 된다. 그림 1의 무순단 스위치는 계통을 연결하거나 분리하는데 사용한다. 정상전압 상태에서는 APF모드는 무순단 스위치가 계통과 연결되어 전류를 제어하게 되고, 순간정전이 발생하면 UPS모드로 전환되어 무순단 스위치는 계통을 분리하고 전압제어 모드로 전환된다.<sup>[1, 2]</sup>

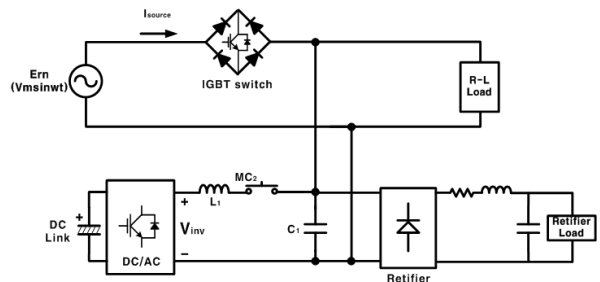


그림 1 제안된 시스템 구성도  
Fig. 1 The Proposed System Schematic

#### 2.2 전류 보상기(Active Power Filter)제어 원리

그림 1의 블록 다이어그램은 APF제어를 나타낸 그림이다. 가장 기본적인 제어 목표는 고조파를 보상해 주는 것이다. 하지만 APF의 구현은 역률 및 부스트 컨버터를 동시에 구성하게 해준다. 이러한 장점으로 아래의 제어는 DC Link의 전압을 증압해주고, 전원역률을 1로 제어해준다.<sup>[3]</sup> 그림 3은 고조파 검출부를 나타내며 고조파 전류의 검출은 3상 동기 좌표계에서의 이론을 적용하여 좌표 변환을 하여 HPF를 거쳐 검출한다. 이때 단상 전류 파형을 회전 좌표계로 변환하면 기본파는 DC값 고조파는 AC값으로 나오게 되어 고역 통과 필터로 쉽게 고조파 검출이 가능하게 된다.

그림 2의 제어 블록 다이어그램을 보게되면 Vdc 목표값과 현재값의 오차로 입력 전류값을 만들어 내어 PI제어와 고조파 보상을 하여 전압 지령치를 생성하고 이 지령치의 역률 부분을 보상을 하여 최종 출력치를 생성하게 된다.

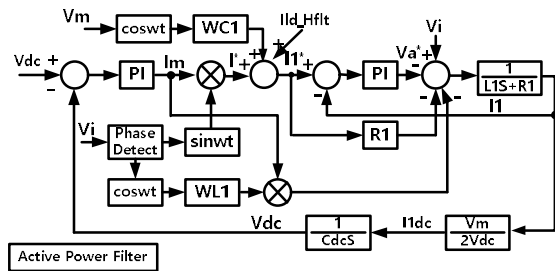


그림 2 Active Power Filter 의 블록 다이어그램  
Fig. 2 Block diagram of Active Power filter

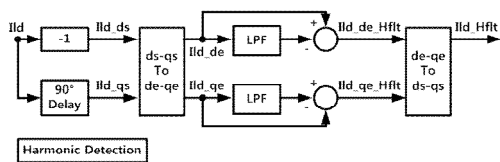


그림 2 부하 고조파 검출 블록 다이어그램  
Fig. 3 The block diagram of load harmonic sensing

### 3. 시뮬레이션 결과

#### 3.1 시뮬레이션

전원 측 역률 보상을 확인하기 위하여 PSIM 프로그램을 사용하여 시뮬레이션을 나타내었다.

그림 4를 보게 되면 전원측 전압과 전류 그리고 부하(정류기 부하)측 전압과 전류를 나타낸 시뮬레이션으로 전원측 과형을 보게 되면 역률이 거의 1이 되는 것을 확인 할 수 있다.

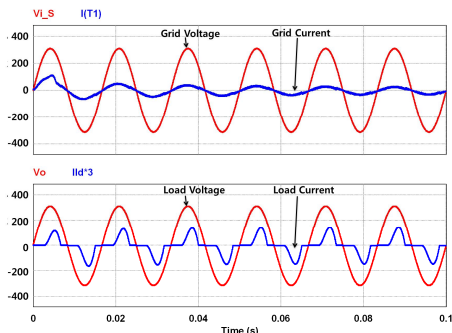


그림 4 Active Power Filter 시뮬레이션  
Fig. 4 The simulation of Active Power filter

그림 5의 시뮬레이션은 DC Link 전압 제어부에 대한 시뮬레이션 결과로 지령치를 400V로 주었을 경우 실제 DC 전압이 잘 추종함을 보여 준다.

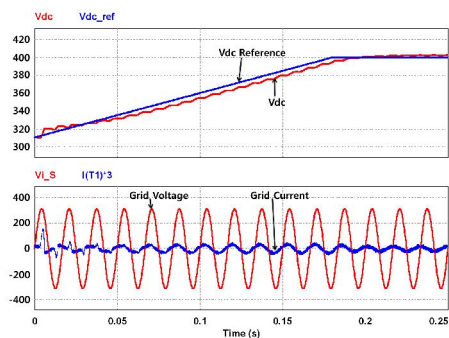


그림 5 DC-Link 승압 시뮬레이션  
Fig. 5 The simulation of boost DC-Link

#### 3.2 실험 파형

본 논문에서 제안한 디지털 시스템은 DSP TMS320C32를 이용했고 스위칭 주파수는 11kHz이다. 부하는 정류기, 저항 부하 각각 2kW 부하를 사용하였다.

그림 6은 APF의 실험파형으로 전원 전압, 전류 파형을 비교해보면 역률이 거의 1이 되는 것을 확인 할 수 있으며 부하에 이상없이 전력을 공급함을 확인 할 수 있다.

그림 7은 DC Link승압하는 실험파형으로 APF모드를 시작하게 되면 기준에 설정해 두었던 DC전압 지령치 만큼 실제 DC전압이 확실하게 추종함을 확인 할 수 있다.

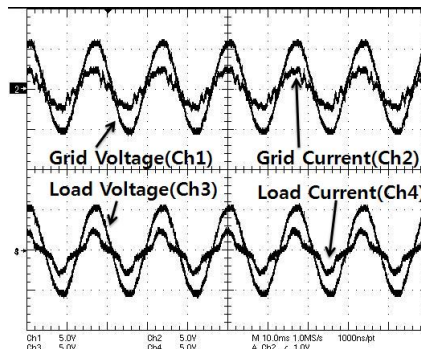


그림 6 APF 모드  
Fig. 6 APF Mode  
Ch1 250V/div, Ch2 50A/div, Ch3 250V/div, Ch4 50V/div

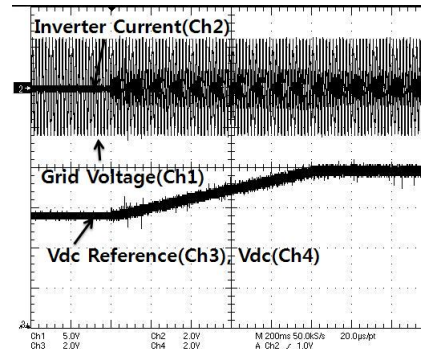


그림 7 DC-Link 승압  
Fig. 7 Boosting DC-Link  
Ch1 250V/div, Ch2 20A/div, Ch3 100V/div Ch4 100V/div

### 4. 결론

본 논문에서는 실험을 통해서 APF모드 알고리즘을 분석하여 전원 전압의 고조파 보상과 역률 개선 및 DC Link승압이 되는 것을 시뮬레이션과 실험파형으로 나타내었다. 실험파형 결과 입력 전류가 시뮬레이션과 비교해 보았을 때 노이즈가 많이 생기는 현상을 관측할 수 있었다. 추후 이러한 노이즈를 줄이기 위해 연구하겠다.

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 기초전력연구원(2010T100100428) 주관으로 수행된 과제임.

### 참고 문헌

- [1] ElectroTek Concepts Inc, "An Assessment of Distribution Power Quality Vol.2 Statistica Summary Report", Final report EPRI TR 106294 V2, Electric Power Research Institute, May 1996
- [2] Koval, D.O., Bocancea, R.A., Kai Yao, Hughes, M.B. "Canadian national power quality survey: frequency and duration of voltage sags and surges at industrial sites", IEEE Transactions on Industry Applications, Volume: 34, Issue: 5, Pages:904~910., Sept. Oct. 1998
- [3] Xiaoming Yuan, Me가, W. Stemmler, H and Allmeling, J., "Stationary frame generalized integrators for current control of active power filters with zero steady state error for current harmonics of concern under unbalanced and distorted operation conditions", Industry Applications, IEEE Transactions, Volume 38, pp523 532, 2002