

# 단상용 통합형 전력품질 개선장치의 개발에 관한 기초연구

論 文
52A-2-3

## A Basic Study on the Development of the Single-Phase Unified Power Quality Conditioner

盧大錫\* · 李鉉玉\*\* · 吳星哲\*\*\* · 崔在錫§ · 車濬敏§§ · 金在彥§§§

(Dae-Seok Rho · Hyun-Ok Lee · Sung-Chul Oh · Jae-Seok Choi · Jun-Min Cha · Jae-Eon Kim)

**Abstract** - Recently, the increasing application of electronic equipments and information devices has heightened the interest in power quality. The term power quality is applied to a wide range of electromagnetic phenomena on the power system and is also concentrated by all areas such as utilities, their customers and suppliers of load equipments. In engineering terms, power quality is expressed by voltage quality because the power supply system can only control the quality of the voltage. Therefore, the standards in power quality area are devoted to keep the supply voltage within allowable limits. This paper deals with single-phase unified power quality conditioner (UPQC), which aims at the integration of series-active and shunt-active filter. The series filter is used to compensate for the voltage distortions and the shunt filter is used to provide reactive power and counteract the harmonic current injected by the load. Also, the voltage of the DC link capacitor is controlled to a desired value by the shunt active filter. The validity of the proposed UPQC is demonstrated using both the MATLAB/SIMULINK simulation and the experimental device with DSP (TMS320C32).

**Key Words** : Unified Power Quality Conditioner (UPQC), Shunt Active Filter, Series Active Filter

### 1. 서 론

최근 반도체 전력변환장치가 광범위하게 이용되면서 이들 기기에서 발생하는 고조파가 심각한 전력품질 저하를 일으키고 있다. 이들 고조파는 통신선의 유도장애를 유발하며, 지중송전선의 송전용량을 저하시킨다. 또한 컴퓨터, 계측장비 등의 각종 전자장비의 오동작, 보호 계전기의 오동작 및 계기류의 오차증가를 야기시킨다. 따라서 고조파 발생에 대한 효과적인 대책이 필요하게 되었다.

고조파 장애를 감소시키기 위하여 과거에는 수동필터가 주로 사용되었다. 인덕터와 커패시터로 구성되는 수동필터는 특정 주파수의 고조파를 제거하는데는 장점을 가지고 있으나, 직렬 및 병렬공진에 의해서 필터 자체가 인근에 설치된 진상용 커패시터가 소손되는 등의 사고가 빈번히 일어나고 있다. 공진을 억제하기 위해서는 필터의 감쇄율을 증가시키는 방법을 생각할 수 있으나 이는 필터의 고조파 흡수능력을 저하시키며 불필요한 손실을 발생시키는 문제를 지니고 있다. 이와

같이 수동필터의 단점을 극복하기 위한 방안으로 능동필터를 이용한 고조파 제거 방식이 있다. 이 방식은 고조파 발생원에서 유출되는 고조파 전류에 상반되는 전류를 전력변환장치를 이용해 주입하여 전원측으로 유출되는 고조파 전류를 제거하는 적극적인 방식이다. 이 방식은 수동필터의 단점을 극복하였으나 비용 문제와 제어의 복잡성 때문에 상업적으로 이용되는데 문제점을 가지고 있었다. 그러나 전력용 반도체 소자의 가격 저하와 제어성능의 향상으로 인하여 실용성을 가지게 되었다. 능동필터의 종류에는 직렬형, 병렬형과 하이브리드형이 있다. 직렬형 능동필터는 전원측의 고조파전압을 검출하여 선로상에 해당 고조파전압을 직렬로 삽입, 상쇄함으로써 부하측에는 고조파전압이 나타나지 않도록 하는 역할을 한다. 실제 적용상에는 DC단 커패시터를 가지는 다이오드 정류기와 같이 고조파 전압원으로 동작하는 부하에 직렬로 삽입되어 고조파전류에 대해서만 선택적으로 높은 임피던스로 작용하게끔 제어된다. 반면에 병렬형 능동필터는 부하에 흐르는 고조파전류 성분을 검출, 그에 해당하는 전류를 계통에 주입함으로써 전원측에는 기본파 전류만을 흐르도록 한다. 이 능동필터는 주로 DC단 인덕터를 가지는 사이리스터 정류기와 같은 고조파 전류원으로 동작하는 부하에 적용된다. 하이브리드형은 능동필터와 수동필터를 조합하여 사용함으로써 비용 절감과 능동필터의 용량을 저감시킬 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 병렬형 능동필터와 직렬형 능동필터를 조합한 단상용 통합형 전력품질 개선장치(UPQC)를 제안한다. 병렬형 능동필터는 전원측 전류를 전원측 전압과 동상인 기본파 성분을 가지는 기준 전류에 강제로 추종시켜, 무효전력의 보상 및 고조파 전류를 제거하도록 하였으며, 두 능

\* 正會員 : 韓國技術大 工大 電氣工學科 助教授 · 工博  
 \*\* 正會員 : 韓國技術大 研究員 · 碩士  
 \*\*\* 正會員 : 韓國技術大 工大 電氣工學科 副教授 · 工博  
 § 正會員 : 慶尙大 工大 電氣電子工學部 副教授 · 工博  
 §§ 正會員 : 大眞大 工大 電氣工學科 副教授 · 工博  
 §§§ 正會員 : 忠北大 工大 電氣工學科 助教授 · 工博  
 接受日字 : 2002年 4月 9日  
 最終完了 : 2002年 11月 26日

동필터 사이의 DC 링크전압을 일정하게 유지하도록 실제의 DC 링크전압을 감지하여 일정 기준치를 추종하도록 제어 경로를 고려하였다. 또한, 직렬형 능동필터는 부하측 전압을 전압측 전압에서 산출한 기준전압에 추종시켜, 고조파 전압제거의 순시전압강하 보상의 기능을 수행하도록 하였다.

본 논문에서는 제안된 단상용 통합형 전력품질 개선장치의 성능을 확인하기 위하여, 먼저 3장에서 MATLAB/SIMULINK 프로그램을 이용하여 개선장치의 모델링을 통한 시뮬레이션을 수행하였다. 이에 대한 결과를 바탕으로 4장에서는 DSP (TMS320C32)를 이용한 실험장치를 제작하여 실험을 수행하였으며, 두 개의 결과를 비교·분석하여 제안한 알고리즘의 성능을 평가하였다. 이 결과에 의하면 제안한 통합형 전력품질 개선장치가 고조파제거 및 무효전력보상에 우수한 성능을 보임을 입증할 수 있었다.

## 2. 통합형 전력품질 개선장치의 모델링 및 제어 알고리즘

### 2.1 시스템 모델링

그림 1은 본 논문에서 제안한 통합형 전력품질 개선장치의 구성을 나타낸 것이다. 두 능동필터는 단상 전파리치의 전압원 인버터(VSI)로 구성하였고, 두 능동필터 사이에 DC 링크 커패시터를 연결하였으며, 모델 부하는 고조파 발생의 원인이 되는 비선형 부하로 구성하였다.

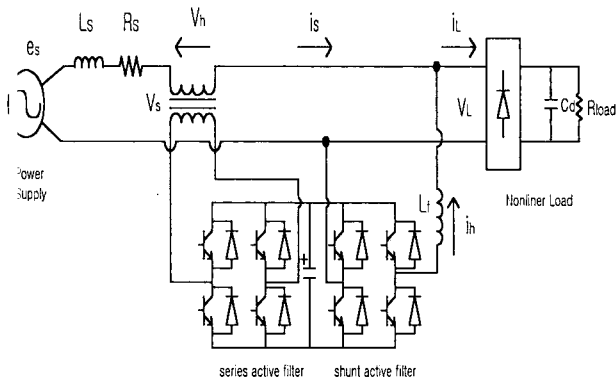


그림 1 통합형 전력품질 개선장치의 구성  
Fig. 1 Configuration of Unified Power Quality Conditioner

본 논문에서 제안한 시스템은 전원측과 직렬형 능동필터, 병렬형 능동필터의 세 부분으로 나누어 모델링하였다. 먼저, 전원측은 키르히호프의 법칙에 따라 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$v_L = e_s - L_s \frac{di_s}{dt} - R_s i_s - v_h \quad (1)$$

$$i_s = i_L - i_h \quad (2)$$

여기서,  $v_L$  : 부하의 순시전압

직렬형 능동필터는 직렬 변압기 권선의 누설 인덕턴스와 누설 저항을  $L_s, R_s$ 로 표현하고 직렬형 능동필터의 스위칭 함수를  $S_1$ 이라 하면 다음 식과 같이 표현할 수 있다.

$$v_h = L_s \frac{di_s}{dt} + R_s i_s + S_1 v_{dc} \quad (3)$$

여기서, 직렬 변압기의 권수비는 1로 한다.

한편, 병렬형 능동필터는 스위칭 함수를  $S_2$ 로 표현하고 필터 인덕턴스를  $L_f$ 라 하면 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$L_f \frac{di_h}{dt} = -v_L + S_2 v_{dc} \quad (4)$$

여기서, DC 링크전압은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{dv_{dc}}{dt} = \frac{i_{dc}}{C_{dc}} = \frac{1}{C_{dc}} (S_1 i_s - S_2 i_h) \quad (5)$$

## 2.2 제어 원리

### 2.2.1 능동필터의 제어 원리

그림 1에서 전원측 전압이 순수한 정현파 신호라고 가정하면 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$v_s(t) = V_{sm} \sin(\omega t) \quad (6)$$

여기서,  $V_{sm}$  :  $v_s(t)$  전압의 최대값

비선형 부하로 인해 전원측 전류는 기본파 성분과 고조파 성분의 합으로 이루어진 전류가 흐르게 되므로 다음 식과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} i_s(t) &= \sum_{n=1}^{\infty} I_n \sin(n\omega t + \theta_n) \\ &= I_1 \sin(\omega t + \theta_1) + \sum_{n=2}^{\infty} I_n \sin(n\omega t + \theta_n) \end{aligned} \quad (7)$$

식 (6)의 전원측 전압과 동위상인 전원측 전류의 기준 정현파 신호는 다음 식과 같이 가정할 수 있다.

$$i_r(t) = \sin(\omega t) \quad (8)$$

따라서 전원측 전류의 기본파 성분의 실수부 크기는 Fourier 알고리즘에 의하여 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$I_x = \frac{1}{T} \int_0^T i_s(t) i_r(t) dt = \frac{1}{2} I_1 \cos \theta_1 \quad (9)$$

그리고 전원측 전류의 기본파 성분의 실수부는  $2I_x$ 와  $i_r(t)$ 을 곱하여 구할 수 있으며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$i_{sr}(t) = 2I_x i_r(t) = I_1 \cos \theta_1 \sin(\omega t) \quad (10)$$

이때, 병렬형 능동필터가 보상해야할 전류는 다음 식과 같다.

$$\begin{aligned} i_h(t) &= i_s(t) - i_{sr}(t) \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} I_n \sin(n\omega t + \theta_n) - I_1 \cos \theta_1 \sin(\omega t) \end{aligned} \quad (11)$$

본 논문에서는 병렬형 능동필터가 전원측 전류의 기본파 성분의 실수부  $i_{sr}(t)$ 를 추종하도록 하여 무효전력 보상과 고

조파 전류를 제거하도록 하였다.

또한 직렬형 능동필터는 부하측 전압을 전원측 전압에서 산출한 기준전압이 추종시켜 전원측 전압의 순간적인 변동에 대한 보상과 고조파전압을 제거하도록 하였으며, 보상 전압  $v_h(t)$ 는 부하측 기준 전압  $v_L^*(t)$ 와 검출된 부하측 전압  $v_L(t)$ 와의 차로 구해진다.

$$v_h(t) = v_L^*(t) - v_L(t) \quad (12)$$

여기서, 부하측 기준 전압  $v_L^*(t)$ 는 식 (6)과 같이 제어 목표로 하는 순수한 정현파 신호를 의미한다.

### 2.2.2 DC 링크전압제어

능동필터는 자체 소모하는 전력이 영인 것이 이상적이지만, 실제의 경우에는 스위칭 소자 및 커패시터 누설전류에 의한 손실이 있으므로 약간의 유효전력이 전원으로부터 공급되어야 한다. 만일 유효전력이 전원에서 공급되지 않으면 DC 링크전압이 감소되어 고조파 보상이 불가능해지는 경우가 발생할 수 있다. 이 문제는 전원전류의 크기를 조절함으로써 해결할 수 있다.

그러므로 식 (10)은 DC 링크전압을 일정하게 유지할 수 있도록 DC 링크전압을 감지하여 일정 기준치를 병렬형 능동필터가 추종하도록 전원측 기준전류를 다음과 같이 수정해야 한다.

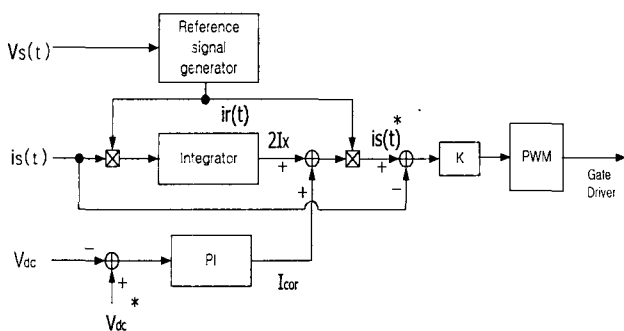
$$i_s^*(t) = (I_1 \cos \theta_1 + I_{cor}) \sin(\omega t) \quad (13)$$

여기서,  $I_{cor}$  : DC 링크전압변동에 대한 보상전류

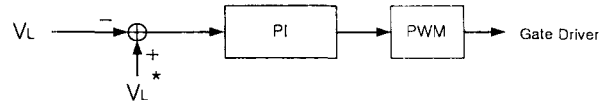
### 2.3 제어 알고리즘

그림 2는 본 논문에서 제안한 UPQC의 제어 시스템의 블록선도를 두 개의 부분으로 나누어 나타낸 것이다.

그림 2(a)는 병렬형 능동필터의 제어회로로서, 검출된 직류측 전압은 미리 설정된 전압과 비교되며, 그 결과는 PI제어기로 보내진다. PI제어기의 출력  $I_{cor}$ 은 전원측 전류의 기본파 성분의 실수부 크기  $2I_x$ 와 더해지고, 기준 정현파 신호  $i_s(t)$ 가 곱해져, 전원측 기준전류  $i_s^*(t)$ 를 발생시킨다. 이 전원측



(a) 병렬형 능동필터의 제어회로  
(a) Control circuit of Shunt Active Filter



(b) 직렬형 능동필터의 제어회로  
(b) Control circuit of Series Active Filter

그림 2 UPQC의 제어 블록 다이어그램  
Fig. 2 Control block diagram of UPQC

기준전류는 실제 전원측 전류와 비교되며, 오차는 증폭기로 증폭되어 PWM 변조기로 보내어져, 인버터의 게이트 펄스를 발생시킨다. 또한, 전원측 전압은 기준 정현파 신호를 발생시키는 데 이용된다.

한편, 그림 2(b)는 직렬형 능동필터의 제어회로로서, 전원측 전압에서 산출한 기준전압  $v_L^*(t)$ 는 실제 부하측 전압  $v_L(t)$ 와 비교되며, 오차는 PI제어를 통하여 PWM 변조기로 보내어져 인버터의 게이트 펄스를 발생시킨다.

### 3. MATLAB을 이용한 시뮬레이션 평가

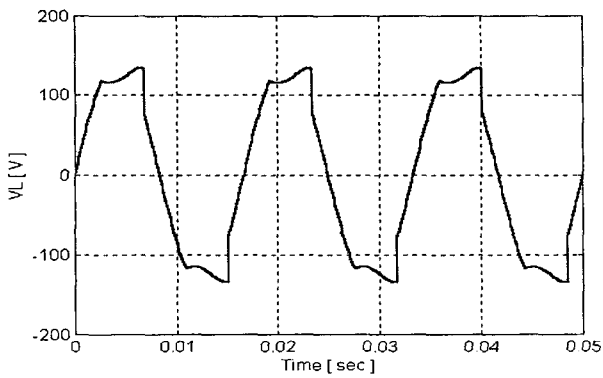
본 장에서는 제안한 통합형 전력품질 개선장치의 타당성을 검증하기 위하여 전력변환장치의 설계 등에 많이 사용되고 있는 MATLAB/Simulink Program을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

그림 3(a)와 그림 4(a)는 보상전 부하측 전압과 전원측 전류의 파형으로서 비선형 부하에 의해 고조파가 포함된 것을 보여주고 있다. 그림 3(b)와 그림 4(b)는 보상전 부하측 전압과 전원측 전류의 FFT결과를 나타내고 있으며, 부하측 전압의 THD는 15.36%이고 전원측 전류의 THD는 71.16%임을 보여주고 있다. 그림 5(a)와 그림 6(a)는 UPQC로 보상한 후의 부하측 전압과 전원측 전류의 파형을 나타낸다. 그림 5(b)와 그림 6(b)는 부하측 전압과 전원측 전류 각각의 FFT 결과를 나타내고 있으며, THD는 부하측 전압이 0.32%이고, 전원측 전류가 2.53%로서 고조파가 현저하게 감소하였음을 알 수 있다.

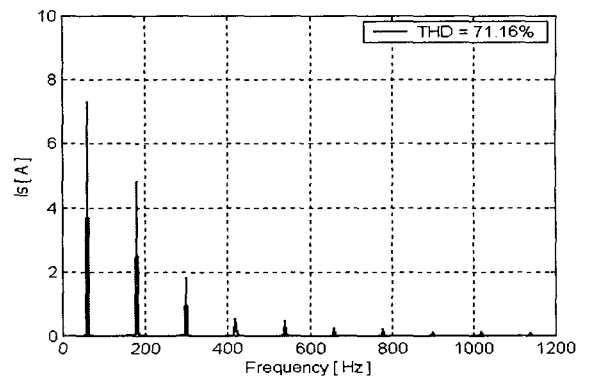
표 1 시스템 파라미터

Table 1 System parameters

내역	파라미터
입력전압 ( $e_s$ )	100V, 60Hz
전원측 임피던스( $R_s, L_s$ )	1mΩ, 1mH
부하측 임피던스 ( $C_d, R_{load}, L_{load}$ )	1000μF, 32Ω, 17mH
직렬 변압기의 누설인덕터와 저항( $L_{st}, R_{st}$ )	4.2mH, 0.5Ω
필터 인덕턴스 ( $L_f$ )	4.2mH
DC 링크 커패시터( $C_{dc}$ )	1800μF
DC 링크전압 ( $V_{dc}$ )	150V
스위칭 주파수 ( $f_{sw}$ )	12kHz

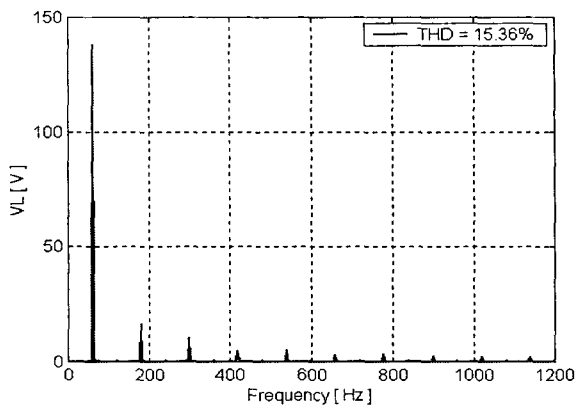


(a) 부하측 전압 파형  
(a) Load voltage waveform

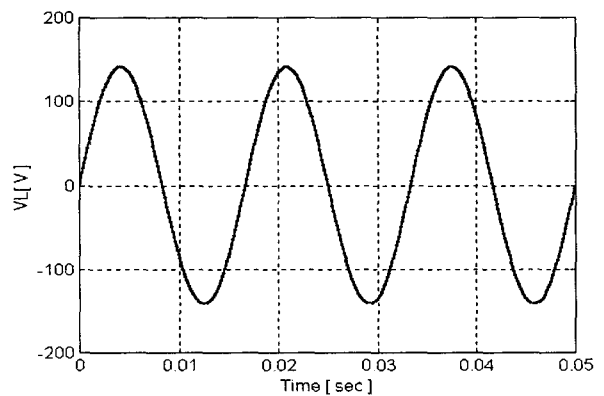


(b) 전원측 전류의 FFT 분석결과  
(b) FFT analysis result of source current

그림 4 보상전 전원측 전류의 시뮬레이션 결과  
Fig. 4 Simulation results of source current before compensation

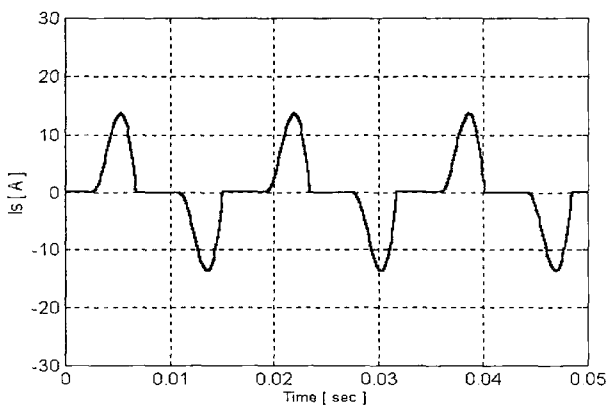


(b) 부하측 전압의 FFT 분석결과  
(b) FFT analysis result of load voltage

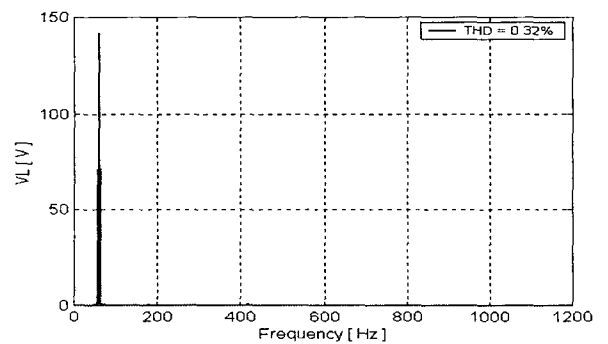


(a) 부하측 전압 파형  
(a) Load voltage waveform

그림 3 보상전 부하측 전압의 시뮬레이션 결과  
Fig. 3 Simulation result of load voltage before compensation

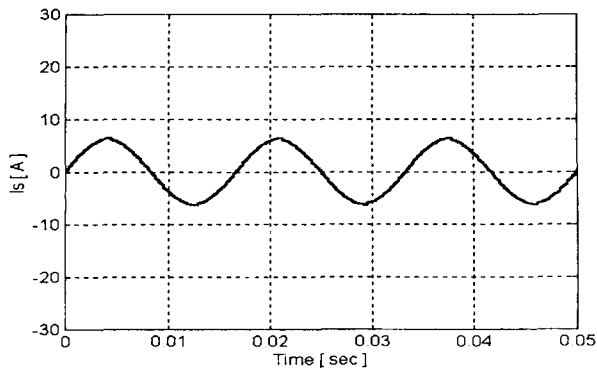


(a) 전원측 전류 파형  
(a) Source current waveform

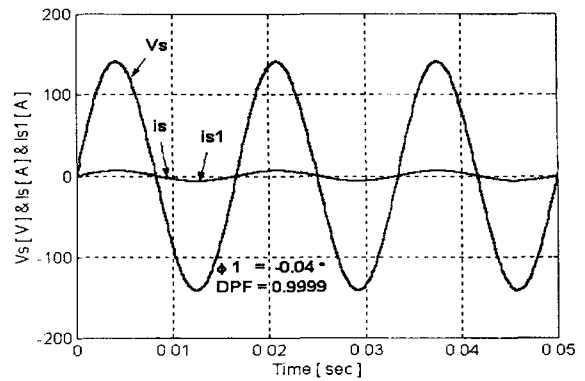


(b) 부하측 전압의 FFT 분석결과  
(b) FFT analysis result of load voltage

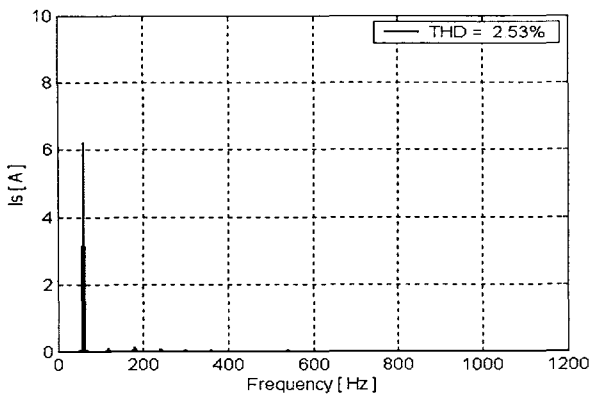
그림 5 보상후 부하측 전압의 시뮬레이션 결과  
Fig. 5 Simulation results of load voltage after compensation



(a) 전원측 전류 파형  
(a) Source current waveform

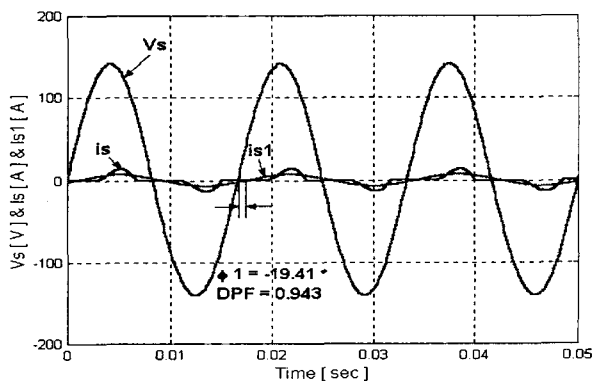


(b) 보상후  
(b) After compensation



(b) 전원측 전류의 FFT 분석결과  
(b) FFT analysis result of Source current

그림 6 보상후 전원측 전류의 시뮬레이션 결과  
Fig. 6 Simulation results of source current after compensation



(a) 보상전  
(a) Before compensation

그림 7 보상전·후의 전원측 전압  $V_s$ , 전원측 전류  $I_s$ , 전원측 전류의 기본파 성분  $I_{s1}$ 의 시뮬레이션 결과

Fig. 7 Simulation results of source voltage  $V_s$ , source current  $I_s$ , fundamental components of source current  $I_{s1}$  before and after compensation

그림 7은 보상전·후의 전원측 전압  $V_s$ , 전원측 전류  $I_s$ , 전원측 전류의 기본파 성분  $I_{s1}$ 을 나타내고 있다. 보상전의 파형을 보면, 전원측 전압과 전원측 전류의 기본파 성분의 위상차가  $19.41^\circ$ 로 DPF(Displacement Power Factor)는 0.943 이었고, 보상후 파형은 전원측 전류와 전원측 전류의 기본파 성분이 일치하면서 전원측 전압과 위상차가  $0.04^\circ$ 로 DPF는 거의 1이 되었다. 그림 8은 전원측 전압에서 5 cycle 동안 30%의 순시전압강하가 발생하였을 경우 부하측 전압과 전원측 전류의 파형을 나타냈고, 각각의 파형은 순시전압강하가 발생되더라도 일정한 크기를 유지하고 있음을 보여주고 있다.

#### 4. 실험장치 구성 및 실험 결과

##### 4.1 실험장치 제작

본 논문에서는 병렬형 능동필터가 무효전력 보상 및 고조파 전류를 제거하도록 구성하였고, 두 능동 필터 사이의 DC 링크전압을 일정하게 유지하도록 제어 루프를 고려하였다. 또한, 직렬형 능동필터는 고조파 전압 제거와 순시전압강하 보상의 기능을 수행하도록 구성하였다. 제어기는 TMS 320C32를 이용하였고, IGBT는 600V/50A 뉴얼 IGBT를 이용하였다. PWM발생회로와 데드타임회로는 아날로그로 구성하였고, IGBT구동을 위해 EXB841을 사용하였다.

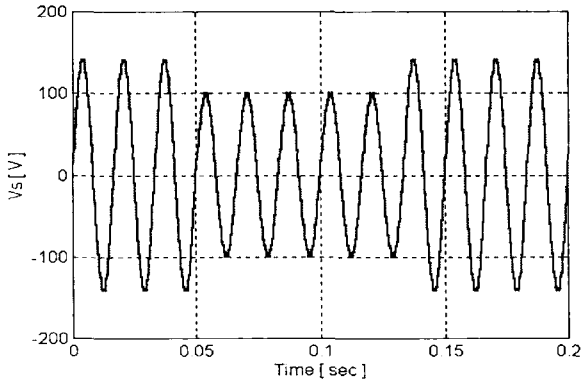
한편, 단상용 통합형 전력품질 개선장치의 성능을 정확하게 분석하기 위하여, LabVIEW 5.0과 MATLAB 5.3을 이용하였으며, 데이터 수집을 위해 내셔널 인스트루먼트사(National Instrments)의 DAQ(Data Acquisition) 보드인 PCI-6023E를 이용하였다. 이 DAQ보드로 수집된 데이터를

텍스트파일로 저장하고, FFT와 THD를 분석할 수 있도록 LabVIEW 5.0을 이용하여 프로그램하였다. 이것으로 저장된 데이터를 MATLAB 5.3의 Figure창을 이용하여 출력하였고, SIMULINK를 이용하여  $DPF(\cos \phi_1)$ 를 계산하였다.

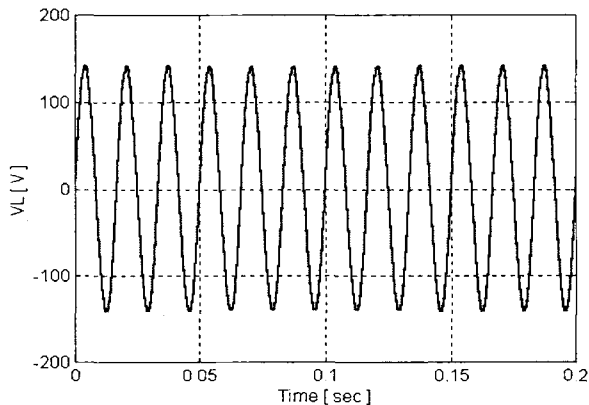
4.2 실험장치 분석 결과

그림 9와 그림 11은 UPQC로 보상하기전의 부하측 전압과 부하측 전류의 결과로서 FFT결과를 보면, 부하측 전압의 THD는 18.91%이고 전원측 전류의 THD는 67.24%로 다이오드 정류기 부하에 의해 고조파가 많이 포함된 것을 알 수 있다.

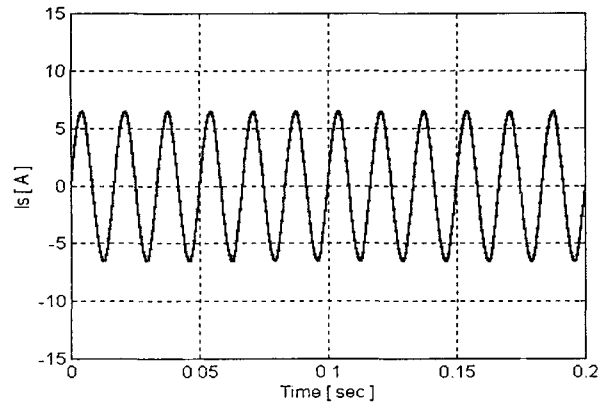
그림 10과 그림 12는 UPQC로 보상한 후의 부하측 전압과 부하측 전류의 결과를 나타내고 있다. FFT 결과를 보면, 부하측 전압의 THD는 7.32%로 보상전 보다는 11.59%가 감소하였고, 전원측 전류의 THD는 13.61%로 보상전 보다는 63.63%가 감소되어 고조파가 현저하게 감소되었음을 알 수 있다.



(a) 전원측 전압  
(a) Source voltage

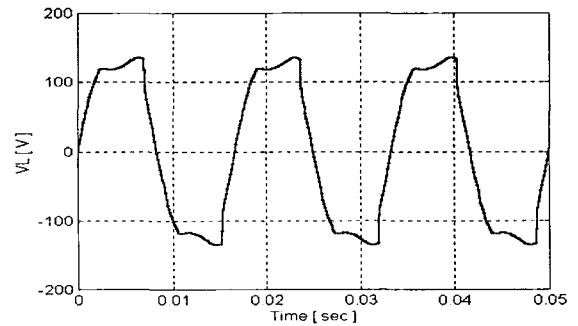


(b) 부하측 전압  
(b) Load voltage

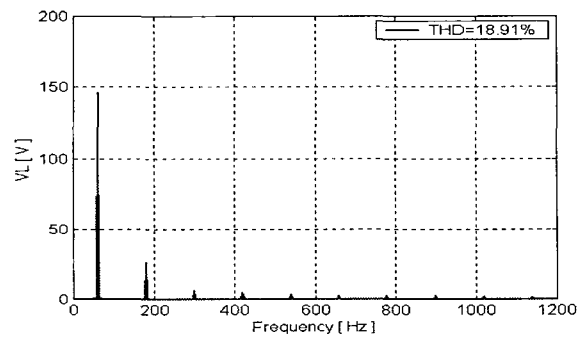


(c) 전원측 전류  
(c) Source current

그림 8 30%의 순시전압강하를 보상할 경우 시뮬레이션 결과  
Fig. 8 Simulation results in case of the sag of 30% is compensated

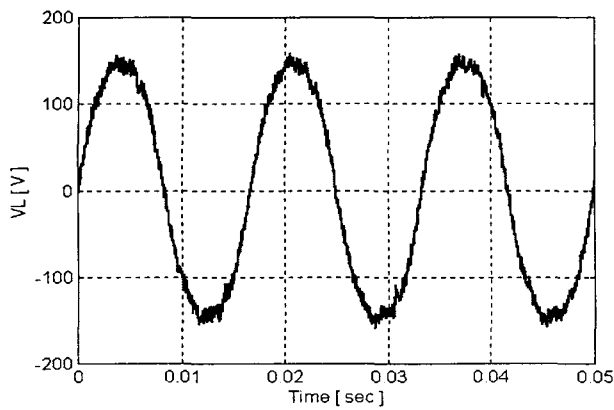


(a) 부하측 전압 파형  
(a) Load voltage waveform

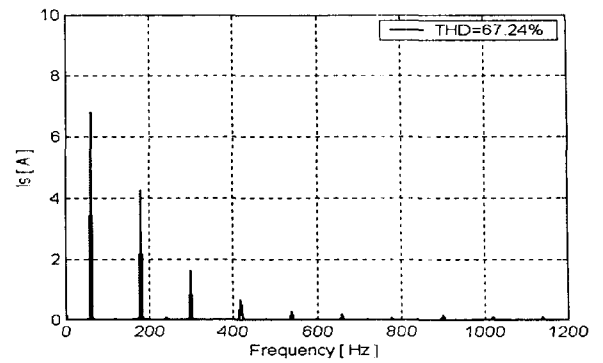


(b) 부하측 전압의 FFT 분석결과  
(b) FFT analysis result of load voltage

그림 9 보상전 부하측 전압의 실험결과  
Fig. 9 Experimental results of load voltage before compensation



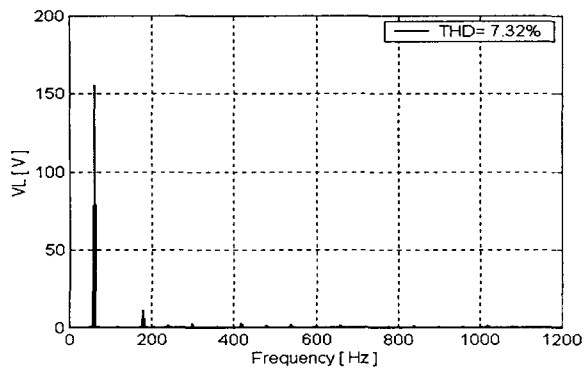
(a) 부하측 전압 파형  
(a) Load voltage waveform



(b) 전원측 전류의 FFT결과  
(b) FFT result of source voltage

그림 11 보상전 전원측 전류의 실험결과

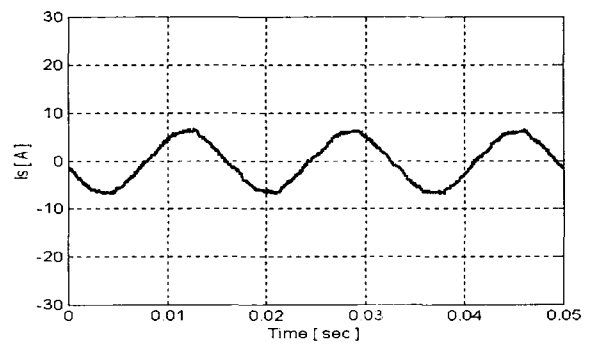
Fig. 11 Experimental results of source voltage before compensation



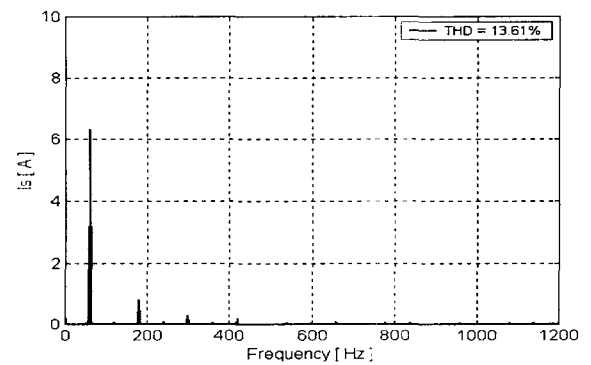
(b) 부하측 전압의 FFT결과  
(b) FFT result of load voltage

그림 10 보상후 부하측 전압의 실험결과

Fig. 10 Experimental results of load voltage after compensation



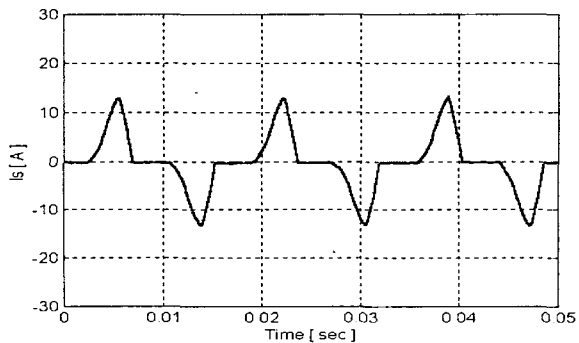
(a) 전원측 전류 파형  
(a) Source current waveform



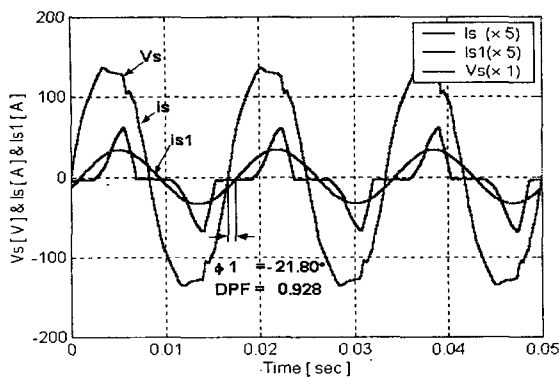
(b) 전원측 전류의 FFT 분석결과  
(b) FFT analysis result of source current

그림 12 보상후 전원측 전류의 실험결과

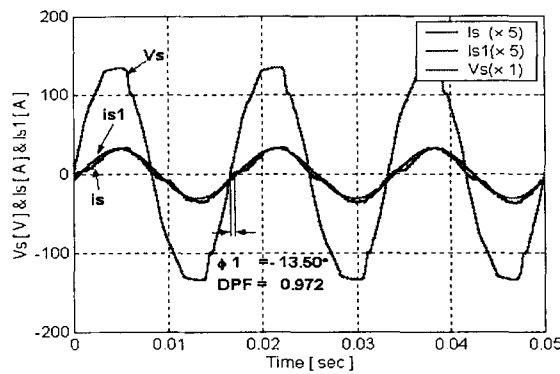
Fig. 12 Experimental results of source current after compensation



(a) 전원측 전류 파형  
(a) Source current waveform



(a) 보상전  
(a) Before compensation



(b) 보상후  
(b) After compensation

그림 13 보상전·후의 전원측 전압  $V_s$ , 전원측 전류  $I_s$ , 전원측 전류의 기본파 성분  $I_{s1}$ 의 실험결과

Fig. 13 Experimental results of source voltage  $V_s$ , source current  $I_s$ , fundamental components of source current  $I_{s1}$  before and after compensation

그림 13은 UPQC로 보상하기 전·후의 전원측 전압  $V_s$ , 전원측 전류  $I_s$ , 전원측 전류의 기본파 성분  $I_{s1}$ 을 나타내고 있다. 보상전 전원측 전압과 전원측 전류의 기본파 성분의 위상차는  $21.80^\circ$ 로 DPF가 0.928로 나타났고, 보상후는 위상차가  $13.50^\circ$ 로 DPF가 0.972로 되어 역률이 개선되었음을 알 수 있다.

한편, 시뮬레이션에서 30% 순시전압강하에 대한 분석평가를 수행하였지만, 실험장치에 대해서는 실제 입력과형의 한계 때문에 결과를 도출하지 못하였다.

### 5. 결 론

본 연구에서는 부하에서 발생하는 고조파와 무효전력을 동시에 보상하도록 직렬형 능동필터와 병렬형 능동필터를 조합

한 단상용 통합형 전력품질 개선장치를 제안하였으며, 시뮬레이션과 실험을 통하여 제안한 방법의 타당성을 입증하였다.

본 연구를 통하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 본 연구에서 제안한 단상용 UPQC는 비선형 부하로 인해 발생하는 전류 고조파, 전압 고조파 및 무효전력을 보상할 수 있으며, 전원측에서 발생하는 순시전압강하를 보상할 수 있는 다기능 개선장치이다.
2. 본 연구에서 제안한 제어 알고리즘은 전원측 전류의 위상을 전원측 전압에 강제로 추종시킴으로서 고조파 제거뿐만 아니라 역률 개선에 효과가 있었으며, 전원측의 순시전압강하에도 매우 효과적임을 확인하였다.
3. 시뮬레이션 결과는 전원측에 순시전압강하가 발생한 경우 직렬형 능동필터는 병렬형 능동필터에 의해 일정하게 유지되고 있는 DC 링크전압으로부터 전원을 공급받아 부하측 전압과 전원측 전류가 전원측의 순시전압강하에 영향받지 않도록 유효전력을 공급함을 확인하였다.
4. 실험결과는 실제 전원측 전압에 고조파가 포함되어 있음에도 불구하고 전원측 전류와 부하측 전압은 정현파에 가까워졌고, DPF가 커짐으로서 무효전력이 보상되었음을 확인하였다.

본 연구에서는, 단상용 UPQC의 기능으로서 고조파 제거와 무효전력의 보상에 대해서만 실험을 수행하여 우수한 성능을 얻을 수 있었으나, 순시전압강하와 전압플리커 등의 전압변동에 대한 보상기능에 대한 구체적인 실험 및 성능보완을 추가하면 전력품질 개선에 대한 하나의 좋은 대안이 될 수 있다고 생각된다. 또한, 실험장치의 구성상에서 DC전원의 안정화를 위한 회로구성이 어려워 대용량의 커패시터를 이용하여 실험장치를 구성하였으나, 이에 대한 개선방안도 필요하다고 생각되어, 차후에 미흡한 부분의 연구를 수행하고자 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 노대석 외, "분산형 전력저장시스템의 도입평가에 관한 연구", 일본 전기학회논문지B, 116권 2호, 1996.
- [2] 노대석 외, "배전계통기술의 신조류", 전기학회지. Vol 49, No.4, pp. 31-39, 2000.
- [3] 노대석 외, "전력계통에 있어서 분산형 연료전지의 최적 도입계획 연구", 전기학회논문지B, 50권 A 6호, 2001. 6
- [4] 노대석 외, "통합형 품질개선장치 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집 A, 2001.7
- [5] 노대석 외, "직렬형과 병렬형을 조합한 전력품질 개선장치 연구", 대한전기학회 추계학술대회 논문집A, 2001. 11.
- [6] 김희중, 한병문, 박용식, "단일 전류센서를 갖는 저가의 단상 반브릿지 능동전력필터", 전력전자학회 논문지, vol. 4, no. 4, pp. 342-348. 1999.
- [7] 정승기, "계통 고조파 현상의 원인 및 대책", 전력전자학회지, vol. 5, no. 1, pp. 29-37, 2000.
- [8] Bhim Singh, "A Review of Active Filters for Power Quality Improvement", IEEE Trans. Ind. Electron, vol. 46, no. 5, pp. 960-971, 1999.



- [9] H. Akagi, "New trends in active filter for power conditioning", IEEE Trans. Ind. Applicat, vol. 32, no. 6, pp. 1312-1322, 1996.
- [10] H. Fujita, H. Akagi, "The Unified Power Quality Conditioner : The Integration of Series- and Shunt-Active Filters", IEEE Trans, power electron, vol. 13, no. 2, pp. 315-322, March 1998.
- [11] H. Jou, J. Wu and H. Chu, "New Single-phase Active Power Filter", IEEE Proceeding Electric Power Application, vol. 141, no. 3, pp. 129-134, May 1994.
- [12] Mohan, Undeland, and Robbins, "Power Electronics : Converters, Applications, and Design", John Wiley & Sons, 1995.
- [13] Roger C. Dugan, "Electrical Power Systems Quality", McGraw-Hill, 1996.

**감사의 글**

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호 : 2000-1- 30200-006-3) 지원으로 수행된 결과의 일부임

**저 자 소 개**



**노 대 석 (盧大錫)**

1962년 2월 21일생. 1985년 고려대학교 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 3월 일본 북해도대학교 전기공학과 졸업(공학박). 1987년~1998년 한국전기연구소 선임연구원 근무. 1999~현재 한국기술교육대학교 정보기술공학부 전기전공 조교수.

Tel : 041-560-1167  
E-mail : dsrho@kut.ac.kr



**이 현 옥 (李鉉玉)**

1972년 5월 4일생. 1999년 한국기술교육대공대 전기공학과 졸업. 2002년 한국기술교육대학교 공대 대학원 전기공학과 졸업(석사).

Tel : 041-560-1293,  
E-mail : ks@kut.ac.kr



**오 성 철 (吳成哲)**

1958년 1월 23일생. 1980년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1982년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 University of Florida 전기공학과 졸업(공학박). 1980년~1994년 한국전기연구소 전력전자연구부 선임연구원, 2001년~2002년 Argonne

National Laboratory 방문연구원, 1994년~현재 한국기술교육대학교 정보기술공학부 부교수

Tel : 041-560-1165, E-mail : scoh@kut.ac.kr



**최 재 석 (崔在錫)**

1958년 4월 29일생. 1981년 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1984년 고려대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1996년~1997년 University of Saskatchewan 방문교수 1991년~현재 경상대학교 전기전자공학부 부교수.

Tel : 031-539-1915  
E-mail : chamin@road.daejin.ac.kr



**차 준 민 (車濟敏)**

1964년 5월 9일생. 1989년 고려대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 고려대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1996년~현재 대전대학교 전기공학과 조교수.

Tel : 031-539-1915  
E-mail : chamin@road.daejin.ac.kr



**김 재 언 (金在彦)**

1959년 7월 17일생. 1982년 한양대 공대 전기공학과 졸업, 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년3월1일~1998년8월31일 한국전기연구소 근무. 1996년 일본 교토대 전기공학과 졸업(공학박). 배전계통운용, MW급 전지전력저장

시스템 설계 및 운용, 분산전원 계통연계 해석 및 운용, 복합에너지시스템, 자율분산배전계통, 전력품질 해석 및 진단, Custom Power Devices 등의 연구분야에 종사. 1995년도 일본 일본전기학회 전력·에너지부분대회 우수논문발표 대상 수상. 현재, 충북대학교 공과대학 전기전자공학부 조교수. Tel: 043-261-2423, E-mail: jekim@chungbuk.ac.kr