

직렬 능동 보상기를 이용한 Line-Interactive UPS의 새로운 제어 기법

論文

52B-8-7

A New Control Scheme of the Line-Interactive UPS Using the Series Active Compensator

張 薰* · 李 雨 哲** · 玄 東 石***

(Hoon Jang · Woo-Cheol Lee · Dong-Seok Hyun)

Abstract - This paper presents a three-phase Line-Interactive uninterruptible power supply (UPS) system with series-parallel active power-line conditioning capabilities, using synchronous reference frame (SRF) based controller, which allows an effective power factor correction, source harmonic voltage compensation, load harmonic current suppression, and output voltage regulation. The three-phase UPS system consists of two active power compensator topologies. One is a series active compensator, which works as a voltage source in phase with the source voltage to have the sinusoidal source current and high power factor under the deviation and distortion of the source voltage. The other is a parallel active compensator which works as a conventional sinusoidal voltage source in phase with the source voltage, providing to the load a regulated and sinusoidal voltage with low THD (total harmonic distortion). The control algorithm using SRF method and the active power flow through the Line-interactive UPS systems are described and studied. The simulation and experimental results are depicted in this paper to show the effect of the proposed algorithm.

Key Words : Series Active Compensator, Parallel Active Compensator, Unified Power Quality Compensator, Synchronous Reference Frame.

1. 서 론

전원 공급에서 정전이 없도록 하는 장치로 개발된 UPS는 정전 시 보상 특성을 갖추고, 전원 품질 향상에도 도움을 준다.[1] 실제 UPS는 컴퓨터의 대중화가 이루어진 1970년대 이후로 보급되기 시작했고, 처음 개발된 UPS는 On-line UPS로 Double Conversion 방식으로 운전된다. Double Conversion 방식이란 정상적인 교류 입력 전원을 공급 받아 내장된 배터리 충전 및 인버터를 상시 동작시켜서 비상시에 무순단으로 전력을 공급하는 방식이다. 1980년대엔 Off-line UPS가 개발되었으며, Off-line UPS 중 보통 Passive-standby 방식이 사용되었다. Passive-standby 방식의 가장 큰 장점은 전원의 불필요한 변환을 하지 않아도 된다는 것이며, 단점으로는 정전 시에 전원단에서 UPS로 스위치를 통해 연결되므로 일명 절체 타임이라 불리는 순간적인 전원의 끊어짐이 발생한다. 또한 입력의 변화에 따라 출력이 변화하여 현재는 주로 소용량의 UPS에 사용되는 방식이다.

1990년대 들어선 Off-line UPS를 좀더 효율적으로 사용할 수 있는 Line-Interactive UPS라는 새로운 방식이 등장하였

으며, 이 방식은 컨버터를 없애고 4상만으로 동작하는 인버터 하나를 사용하여 UPS의 중량을 줄이는 큰 장점을 갖는다. 또한 Off-line UPS 처럼 전원과 부하가 직접 연결되어 있으므로 전원이 정상 시 불필요한 전력의 변화가 없어 에너지 손실이 적은 장점을 갖는다. 그러나 상대적으로 Line-Interactive UPS는 입력 전압이 증가 하거나 감소할 때 인버터에 큰 무효 전류가 공급되고, 역률도 저하되어 손실이 증가한다.[1][2]

직렬 능동 보상기를 이용한 Line-Interactive UPS는 이러한 문제를 해결하였고, 이 UPS 시스템은 입력 전압과 전류의 왜곡이 없고 위상이 일치한다.[3]-[5] 이러한 UPS 시스템에는 두 가지 동작 모드가 있다.[6]

첫 번째 UPS 시스템은 방법 1 또는 UPQC(Unified Power Quality Conditioners)라 불린다. 이 UPS 시스템의 직렬 능동 보상기는 전압제어기를 통하여 출력 전압, 입력 전압 고조파, 불평형을 제어하며 병렬 능동 보상기는 전류제어기를 통하여 입력 전류를 제어하여, 전류 고조파 및 역률문제를 해결해 준다. 또한 DC-link 충전도 담당한다.

방법 2 또는 Delta Conversion UPS라 불리는 또 다른 UPS 시스템의 직렬 능동 보상기는 입력 전류를 제어하여 전류 고조파 및 역률제어를 해주고, DC-link충전을 담당한다. 병렬 능동 보상기는 기존의 Line-Interactive UPS처럼 출력 전압을 제어한다. 그러나 이 제어 시스템들에는 각각의 단점이 있다. 방법 1의 경우, 병렬 능동 보상기에서 전류를 제어하고 있기 때문에 정전 시에 UPS 모드 즉 정전압 제어로 변환해야 하는 모드 변환의 단점이 있다. 그러나 방법 2의 경

* 準 會 員 : 漢 陽 大 工 大 電 氣 工 學 科 碩 士

** 正 會 員 : 漢 京 大 電 氣 工 學 科 專 任 講 師 · 工 博

*** 正 會 員 : 漢 陽 大 工 大 電 氣 工 學 科 教 授 · 工 博

接 受 日 字 : 2003年 2月 10日

最 終 完 了 : 2003年 6月 30日

우는 병렬 능동 보상기에서 출력 전압을 제어하고 있으므로 정전 시에도 모드 변환이 필요 없다.[7]-[9] 따라서 방법 1 보다 방법 2가 UPS 동작에서 더 나은 장점을 갖고 있으나 방법 2의 경우에 큰 입력 전압이 인가될 경우, 입력 전류가 증가하고 출력 전압이 왜곡된다.[6]

본 논문에서는 새로운 제어 알고리즘인 방법 3를 소개한다. 제안된 UPS 시스템에서 직렬 능동 보상기는 입력과 출력의 차 전압으로 전압 보상을 하여, 방법 2가 가지고 있는 문제점인 입력 전압의 상승 시 입력 전류가 크게 증가하는 단점을 보완할 수 있다. 또한 고조파 전압 보상을 포함한 전압제어를 수행함에 따라 방법 1처럼 입력 전압의 불평형과 고조파 역시 보상 가능하고, 병렬 능동 보상기에서는 출력 전압을 일정하게 제어하고 DC-link 충전을 담당한다. 따라서 정전 시에 모드 변환이라는 문제점을 가지고 있는 방법 1의 단점을 해결 할 수 있다. 시뮬레이션과 실험 결과는 본 논문에서 제안한 직병렬 UPS 시스템의 타당성을 증명한다.

2. Line-Interactive UPS

2-1 Line-Interactive UPS

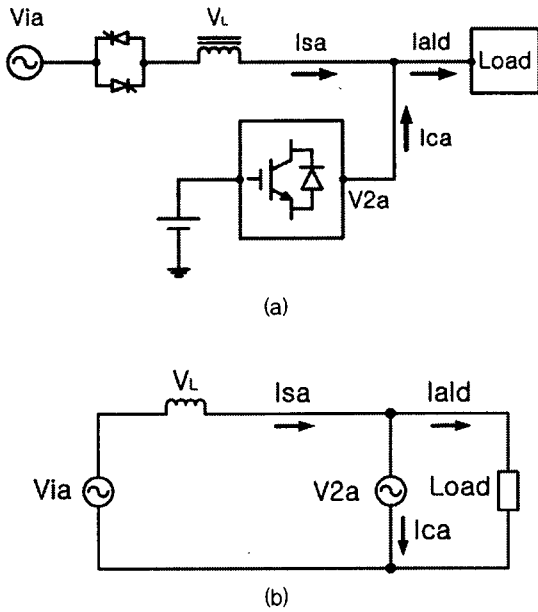


그림 1 Line-Interactive UPS (a) 회로 구성 (b) 등가회로
Fig. 1 The Line-Interactive UPS
(a) The configuration (b) The equivalent circuit

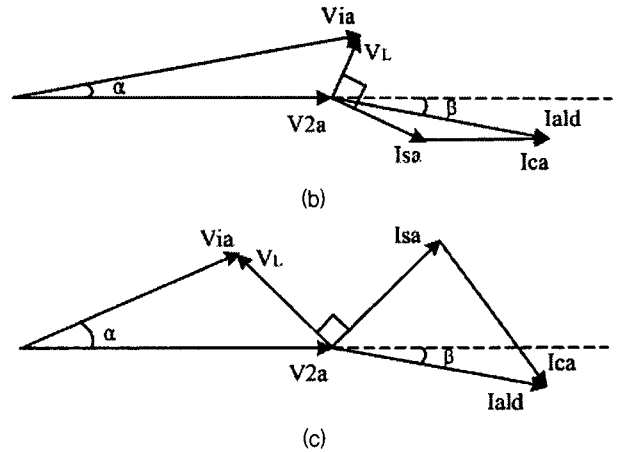
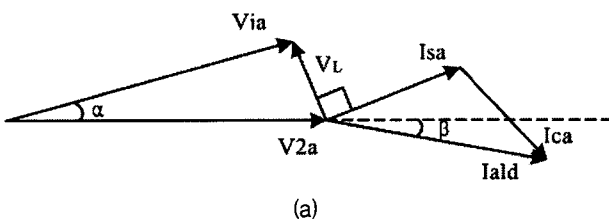


그림 2 Line-Interactive UPS의 페이저 다이어그램
(a) 정상 상태 (b) 과전압 인가 (c) 저전압 인가
Fig. 2 Phasor diagrams of the Line-Interactive UPS.
(a) Normal operation (b) When a source voltage increases (c) When a Source voltage decreases

Line-Interactive UPS는 그림 1 (a)처럼 반도체 스위치, 초크 코일, 4상한 인버터, 배터리로 구성된다. 그림 1 (b)는 Line-Interactive UPS의 등가 회로로 초크 코일 L에 걸리는 전압과 전류 관계식은 다음과 같다.

$$V_L = j\omega L \times I_{sa} \tag{1}$$

$$I_{sa} = \frac{V_L}{j\omega L} = \frac{(V_{ia} - V_{2a})}{j\omega L} \tag{2}$$

정상 운전 시 정상 운전 시 반도체 스위치는 닫혔고, 전력은 전원에서 직접 부하로 공급 되고, 정전 시에는 반도체 스위치가 열려 전력선을 끊고, 배터리에서 부하로 전력을 공급한다. 전원이 회복되면 반도체 스위치는 다시 닫히고 부하의 입력 전력 전원에서 전력을 공급 받음과 동시에 인버터는 정류기로 동작하여 배터리를 충전시킨다. 즉, Double Conversion UPS와 비교해서 매우 간단한 구조로 구성되며 동작 역시 간단하며, 파형 또한 깨끗한 정현파를 얻을 수 있다. 그러나 식 (2)에서 보듯이 입력 전압의 변화는 입력 전류를 직접적으로 변화시키게 된다. 입력 전압이 변동하여 과전압이 인가된다면 입력 전류는 전압에 대해 지상이 되며, 저 전압이 인가되면 입력 전류는 진상이 된다.

그림 2(a)는 전원 전압이 정상 시 페이저 다이어그램으로 전원 전압(Via)과 전원 전류(Isa)는 동상이 됨을 알 수 있고, 그림 2(b)는 전원 전압이 상승하였을 때 페이저 다이어그램으로 전원 전류가 지상이 되고, 정상시 보다 전원 전류가 감소하며, 그림 2 (c)는 전원 전압이 저하되었을 때 페이저 다이어그램으로 전원 전류가 진상이 되고 전원 전류가 증가함을 알 수 있다. 이는 전원전압의 변화에 따라 초크 코일에 걸리는 전압 차에 기인한다. 따라서 전원전압의 변동에 상관없이 초크코일(L)에 걸리는 전압이 전원전압이 정상일 경우와 마찬가지로 일정하게 제어함으로써 역률문제를 해결할 수 있어, 본

연구에서는 직렬 능동 보상기를 전원 전압의 변동에 따라 출력 전압과 차 전압을 인가해 주는 차 전압 제어를 통하여 역률문제를 해결하고자 한다.

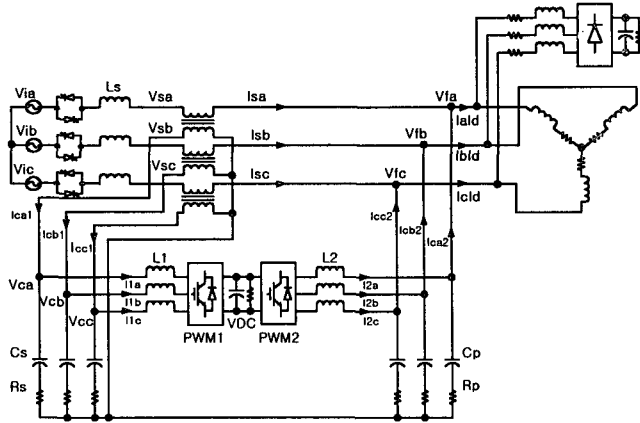


그림 3 직/병렬 UPS 시스템
Fig. 3 Series/parallel UPS system topology

2-2 직/병렬 UPS 시스템

그림 3은 직병렬 UPS 시스템을 보이고 있다. 이것은 두 개의 인버터 사이에 배터리가 연결되는 방식으로 두 개의 인버터는 직렬 능동 보상기와 병렬 능동 보상기로서의 기능을 수행한다. 방법 1이라 불리는 첫 번째 UPS 시스템의 경우, 직렬 능동 보상기는 전압 제어를 통하여 출력 전압을 제어하고, 전원전압의 불평형, 고조파문제를 해결하고, 병렬 능동 보상기는 전류제어를 통하여 부하측의 무효전류, 고조파 전류를 보상하여 전원측에 역률 1, 정현파 전류를 흐르게 제어하고 DC-link 충전을 담당한다. 방법 2라 불리는 다른 UPS 시스템에서는 직렬 능동 보상기가 전류제어를 통하여 역률이 1인 전원전류가 흐르게 하고, DC-link 충전을 담당한다. 또한 병렬 능동 보상기는 전압제어를 통하여 출력 전압 일정제어를 수행한다. 제안된 방법 3의 경우 직렬 능동 보상기에서 출력 전압과 입력 전압의 차 전압을 보상하여 역률을 제어하고, 또한 전압제어를 통하여 입력 전압의 불평형과 고조파를 보상할 수 있고, 병렬 능동 보상기에서는 출력 전압과 DC-link 충전을 제어한다.

3. 제안된 이론

3-1 직렬 능동 보상기 동작

그림 4는 직렬 능동 보상기의 전압 보상 블록 다이어그램이다. 직렬 능동 보상기에서 지령치(V_{ca1}^* , V_{cb1}^* , V_{cc1}^*)를 공급한다. 제어는 동기 회전 좌표계(SRF)에서 구현 되어진다. 3상 입력 전원(V_{sa} , V_{sb} , V_{sc})은 고정 좌표계 $dq_s(V_{ds}, V_{qs})$ 로 변환하고 또 이것을 동기 회전 좌표계 $dq_e(V_{de}, V_{qe})$ 로 변환한다. 그 후 고역 통과 필터(HPF)를 통해 입력 전압의 고조파 성분($V_{sde,h}$, $V_{sqe,h}$)만을 분리하여 고조파 보상 지령치를 만든다. 입력 전압 불평형인 경우 전원 주파수의 2배에 해당하는 역상분 역시 고조파 보상 지령치에 포함된다.

입력 전압 고조파 보상 지령치($V_{sde,h}$, $V_{sqe,h}$)와 빗금친 영역에서 보듯이 병렬 능동 보상기의 출력 전압(V_{fde}^* , V_{fqe}^*)과 입력 전압의 차 전압이 인가되어 최종 보상 지령치를 만든다. 따라서 고조파 보상 지령치를 통하여 전압 불평형과 왜곡문제를 해결할 수 있으며, 차 전압 제어로 전원 전압 상승, 하강에 따른 역률 문제를 보상할 수 있다.

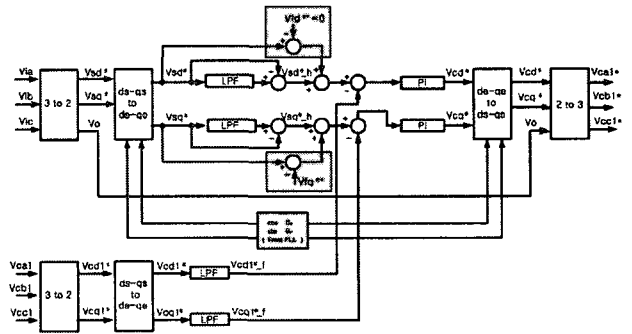


그림 4 직렬 능동 보상기를 이용한 전압 제어 다이어그램
Fig. 4 Block diagram of the voltage control for the series active compensator

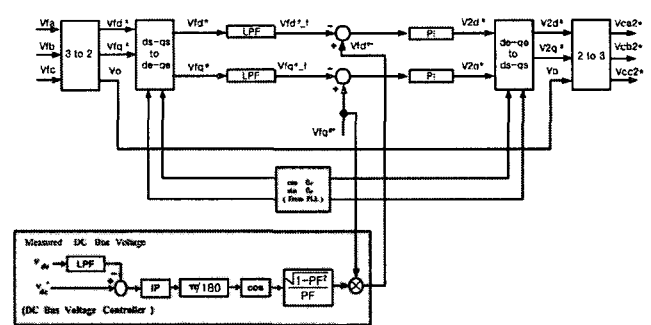


그림 5 병렬 능동 보상기를 이용한 전압 제어 다이어그램
Fig. 5 Block diagram of the voltage control for the parallel active compensator

3-2 병렬 능동 보상기 동작

그림 5는 병렬 능동 보상기의 전압 보상 블록 다이어그램으로, 병렬 능동 보상기의 제어 역시 동기 회전 좌표계(SRF)에 의해 구현되며, 병렬 능동 보상기에서 전압 지령치(V_{ca2}^* , V_{cb2}^* , V_{cc2}^*)를 공급한다. 3상 출력 전압(V_{fa} , V_{fb} , V_{fc})은 고정 좌표계 $dq_s(V_{ds}, V_{qs})$ 로 변환하고 또 이것을 동기 회전 좌표계 $dq_e(V_{de}, V_{qe})$ 로 변환한다. 그 후 저역 통과 필터(LPF)를 통해 기본과 성분만을 분리하여 보상 지령치를 만든다. $V_{fde,f}$ 와 $V_{fqe,f}$ 는 dq 축에서 각각 출력 전압의 무효 성분과 유효 성분의 기본과 성분이 된다. 이 값은 출력 전압의 지령치(V_{fde}^* , V_{fqe}^*)와 비교하여 출력 전압을 일정하게 만드는 지령치를 발생한다. 동기 회전 좌표계의 지령치 성분(V_{2de} , V_{2qe})는 고정 좌표계 성분으로 변환하여 최종 병렬 능동 보상기의 보상 지령치(V_{ca2}^* , V_{cb2}^* , V_{cc2}^*)를 만들어 낸다. 또

한 DC 전압은 d 축 성분(Vfd_{ef}) 즉 무효 성분으로 제어한다. DC 전압 지령치는 식 (3)으로 구할 수 있다.

$$V_{fd}^* = V_{fd}^{e*} \times \frac{\sqrt{1 - pf^2}}{pf} \quad (3)$$

3-3 UPS 시스템의 전력 보상

그림 6에서는 부하 역률 $\cos\phi_L$, 부하 전류 I_L 의 총 고조파 왜형률 THD_L 그리고 출력 전압과 입력 전압의 비 (V_f/V_s)에 의존하는 직렬 능동 보상기의 전력 S_s 와 병렬 능동 보상기의 전력 S_p 의 흐름을 보이고 있다. 여기서 부하 전류의 총 고조파 왜형률은 식 (4)로 주어지고 부하 피상 전력 S_L 은 식 (6)으로 구할 수 있다.

$$THD_L = \frac{I_H}{I_L} \quad (4)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + H^2} \quad (5)$$

$$\therefore S_L = \sqrt{P_L^2 + Q_L^2 + H_L^2} \quad (6)$$

또한 역률은 식 (7)로 주어진다.

$$PF_L = \frac{P_L}{S_L} = \frac{1}{\sqrt{1 + THD_L^2}} \times \cos\phi_L \quad (7)$$

그림 6 (a), (b), (c)에서는 정상 상태, $V_s \geq V_f$, $V_s \leq V_f$ 일 때 각각의 유효 전력의 흐름을 보이고 있다. 여기서 P_s 는 입력 전력, P_L 은 부하 전력, P_1 은 직렬 능동 보상기 전력, P_2 는 병렬 능동 보상기 전력을 각각 나타낸다.

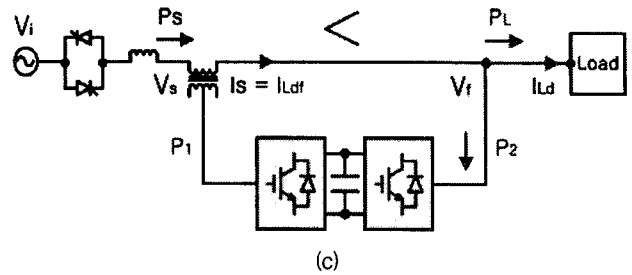
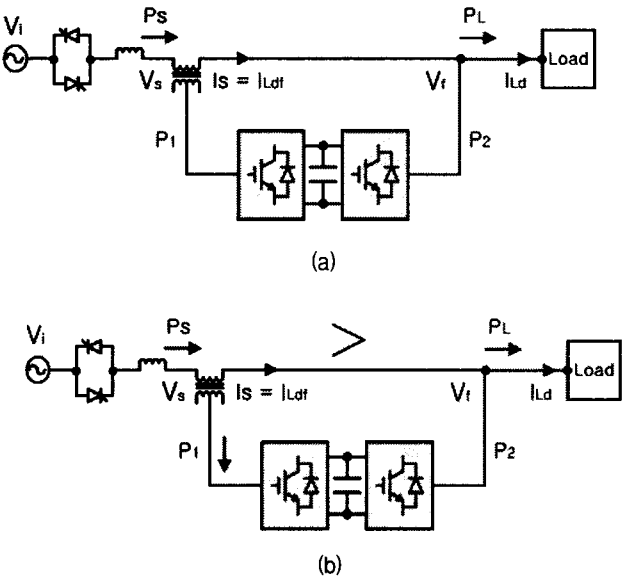


그림 6 직/병렬 UPS 시스템의 전력 흐름
Fig. 6 Power flow of the series/parallel UPS system
(a) normal operation (b) $V_s \geq V_f$ (c) $V_s \leq V_f$

그림 6(a)에서는 정상 상태에서의 유효 전력의 흐름을 보이는데 이때 입력 전력 P_s 와 부하 전력 P_L 은 같다($P_s = P_L$). 즉, 모든 입력 전력은 전력의 변화가 없이 부하 쪽으로 직접 전달되며 따라서 손실이 없다. 그림 6(b)에서는 입력 전력 P_s 가 부하 전력 P_L 보다 클 경우를 보이고 있다($V_s \geq V_f$). 이 경우 P_1 은 직렬 능동 보상기를 거쳐 배터리 충전을 하고 병렬 능동 보상기를 통해 부하로 전달된다. 그림 6(c)에서는 부하 전력 P_L 이 입력 전력 P_s 보다 클 경우를 보이고 있다($V_s \leq V_f$). 이 경우 부하의 전력이 병렬 능동 보상기와 DC 단을 거쳐 직렬 능동 보상기에 공급되고 직렬 능동 보상기에서 입력 단으로 전력을 보충한다.

4. 시뮬레이션 및 실험 결과

4-1 시뮬레이션 결과

표 1 시뮬레이션 시스템 파라미터
Table 1 Simulation parameters

Parameters	Value
Source Voltage (V_{ia} , V_{ib} , V_{ic})	220V, 60Hz
Line impedance (L_s , R_s)	3mH, 0.03Ω
DC-link Capacitor	14800μF
DC-link Voltage	400V
$L1$, $R1f$, $C1f$	1.3mH, 1Ω, 280μF
$L2$, $R2f$, $C2f$	0.5mH, 1Ω, 180μF

그림 7~15는 시뮬레이션 프로그램 Advanced Continuous Simulation Language(ACSL)를 이용, 그림 3의 직병렬 UPS 시스템을 모델링 하여 수행한 시뮬레이션 결과이며 표 I은 시뮬레이션의 시스템 파라미터이다.

그림 7, 8은 Line-Interactive UPS의 시뮬레이션 결과로, 그림 7은 0.7[sec]에서 입력 전압이 20% 증가 했을 경우 지상의 전원 전류가 흐름을 알 수 있고, 그림 8은 0.7[sec]에서 입력 전압이 20% 감소했을 경우로 전상의 전원 전류가 흐름을 알 수 있다.

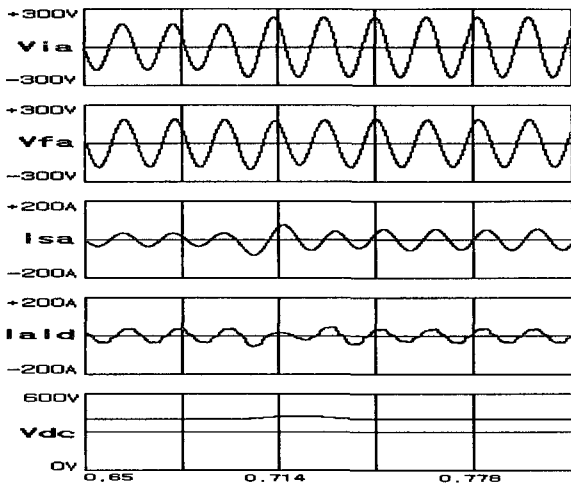


그림 7 입력 전압이 0.7 [sec]에서 20 % 증가 했을 때의 Line-Interactive UPS

Fig. 7 Conventional Line-Interactive UPS when source voltage increases 20 % at 0.7 [sec] respectively. (Via : Input voltage, Vfa : output voltage, Isa : Input current Iald : load current, Vdc : DC link)

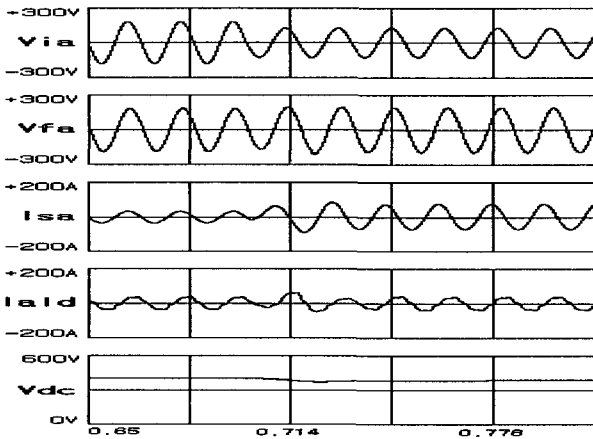


그림 8 입력 전압이 0.7 [sec]에서 20 % 감소 했을 때의 Line-Interactive UPS

Fig. 8 Conventional Line-Interactive UPS when source voltages decrease 20 % at 0.7 [sec], respectively.

그림 9~14는 방법 1, 2, 3의 시뮬레이션 결과이다. 입력 전압이 0.7[sec]에서 20 % 증가 하거나 감소했을 때의 각각의 특성을 보여 준다.

그림 9, 10은 방법 1의 시뮬레이션 결과를 보여 준다. 입력 전압이 증가 하거나 감소했을 때 전압과 전류의 위상이 일치하여 기존의 Line-Interactive UPS 보다 전원 전류가 감소함을 알 수 있고 입력 전류나 전압에 왜곡이 없음을 볼 수 있다.

그림 11, 12는 방법 2의 시뮬레이션 결과를 보여준다. 그림 11에서 입력 전압이 0.7 [sec]에서 20 % 증가하였을 때 입력 전류가 증가하고 출력 전압에 왜곡이 발생했음을 볼 수 있다. 따라서 과전압 인가 시에는 방법 1이 방법 2 보다 더 나은 장점을 가지나 앞서 말했듯이 방법 1은 정전 시 모드 변환이라는 큰 단점을 가지고 있으므로 일정 출력전압을 유지해야하는 UPS 특성 상 방법 2가 보다 나은 장점을 갖는다.

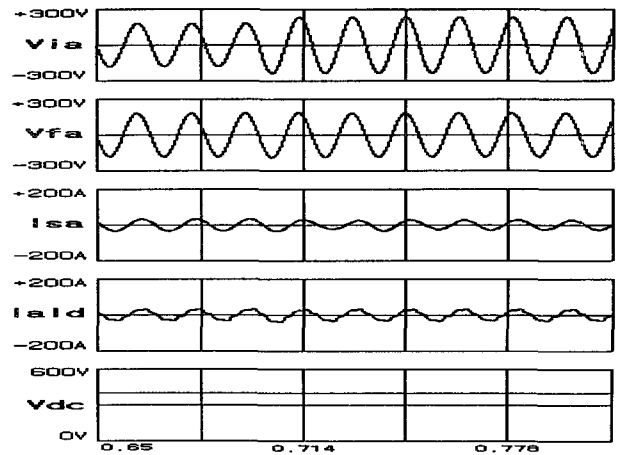


그림 9 입력 전압이 20 % 증가 했을 때의 Method 1

Fig. 9 The compensation for the Method 1 when source voltages increase 20% at 0.7[sec] respectively.

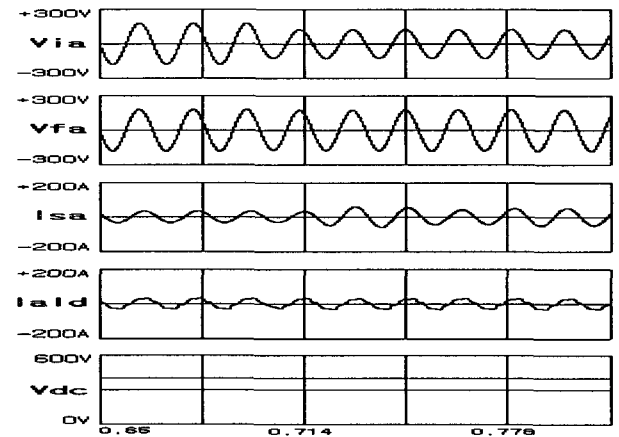


그림 10 입력 전압이 20 % 감소 했을 때의 Method 1

Fig. 10 The compensation for the Method 1 when source voltages decrease 20 %, at 0.7 [sec], respectively.

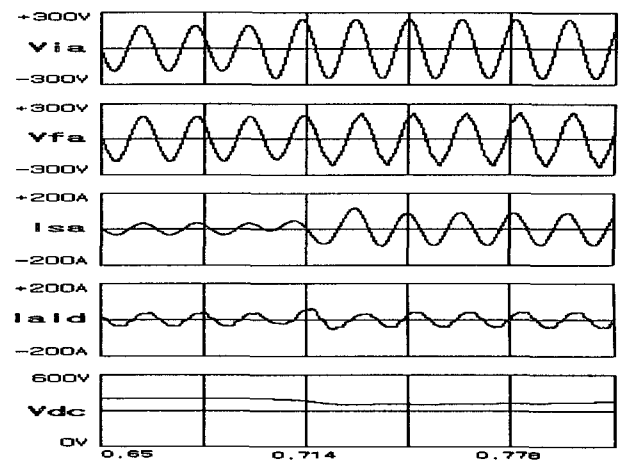


그림 11 입력 전압이 20 % 증가 했을 때의 Method 2

Fig. 11 The compensation for the Method 2 when source voltages increase 20 %, at 0.7 [sec], respectively.

그림 13, 14는 방법 3의 결과를 보여준다. 그림 13에서 입력 전압이 0.7 [sec]에서 20 % 증가 하였을 때 입력 전압과 전류를 보면, 입력 전압은 약 3 사이클 후에 안정 상태로 돌아오며 입력 전류 역시 방법 2와 비교할 때 빠르게 안정 상태가 됨을 알 수 있다. 제안된 방식은 기존의 Line-Interactive UPS의 단점인 입력전압의 상승, 하강함에 따른 입력 역률의 문제점을 해결하기 위해서는 L에 걸리는 전압차 보상해 주어야 한다. 이를 위해서는 입력전압의 상승, 하강에 따른 정상전압과 전압차를 직렬형이 보상해서 리액터 L에 걸리는 전압을 일정하게 제어 해 주어야 한다.(그림 18, 19에서 직렬형 전압 V_{ca} 참조). 전원전압의 상승 하강에 따른 직렬형에서 L에 걸리는 전압을 일정하게 유지하는데 걸리는 시간이 과도상태를 결정하며, 전원전압이 하강시가 상승시 보다 빠른 과도 특성을 보여준다.

4-1 실험 결과

본 논문에서 연구된 시스템 제어의 타당성을 입증하기 위하여 실험을 수행하였으며, 실험에서 발생할 수 있는 전력 변

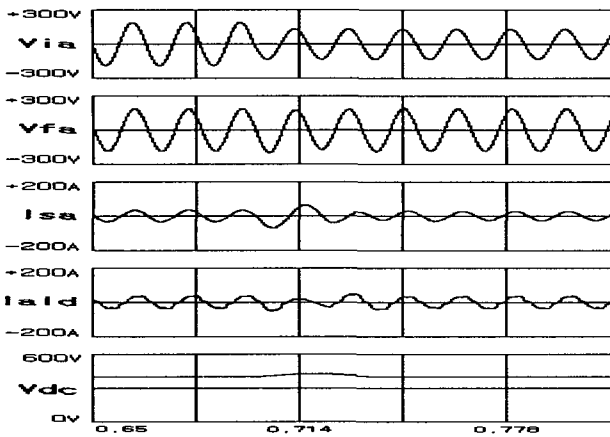


그림 12 입력 전압이 20 % 감소 했을 때의 Method 2
Fig. 12 The compensation for the Method 2 when source voltages decrease 20 %.

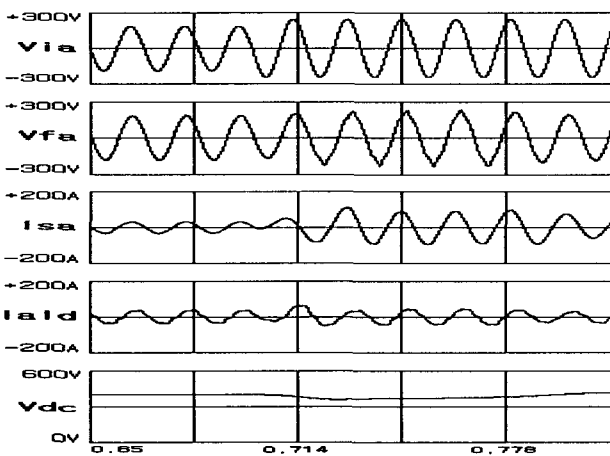


그림 13 입력 전압이 20 % 증가 했을 때의 Method 3
Fig. 13 The compensation for the Method 3 when source voltages increase 20 %.

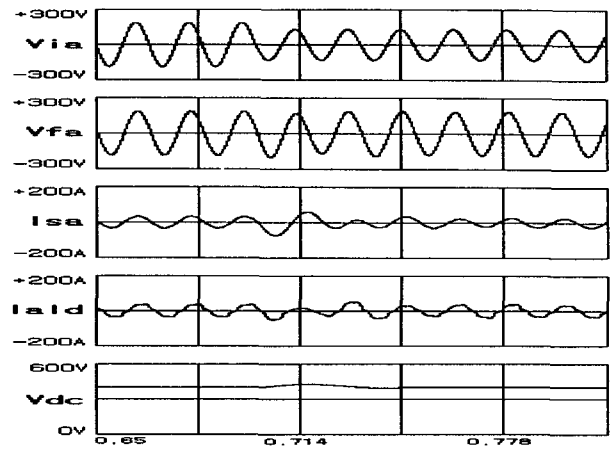


그림 14 입력 전압이 20 % 감소 했을 때의 Method 3
Fig. 14 The compensation for the Method 3 when source voltages decrease 20 %.

환부의 소손 방지를 위해 강압변압기를 사용하여 80[V]에서 실험을 하였고, 부하로는 선형부하와 비선형부하를 사용하였다. 그림 15는 직병렬 UPS 실험 시스템을 나타내며, NFB 7은 DC 초기 충전 시 동작한다. 표 2는 실험 시스템의 파라미터 값을 나타낸다. 전원설비의 미비로 전원 전압의 상승과 하강은 UPS의 출력 전압을 하강, 상승시킴으로써 구현하였다.

그림 16, 17은 일반적인 Line-Interactive UPS의 실험 결과를 보여주고 있다. 그림 16에서 입력 전압이 약 20% 증가했을 때 앞서 논의된 동작 모드처럼 입력 전류가 입력 전압에 비해 지상이 됨을 알 수 있다. 마찬가지로 그림 17에서 입력 전압이 약 20% 감소했을 때 입력 전류와 입력 전압을 비교해 보면 입력전류가 전압에 비해 진상이 됨을 알 수 있다. 이처럼 Line-Interactive UPS는 입력 전압의 변동에 입력 전류가 직접 영향을 받아 입력 역률이 나빠지는 큰 단점을 갖고 있다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서 제안한 방법 3은 입력과 출력의 차 전압을 직렬 능동 보상을 통해 보상하므로 입력 전압의 변동시 입력 역률이 저하되는 단점을 효과적으로 보상할 수 있었다.

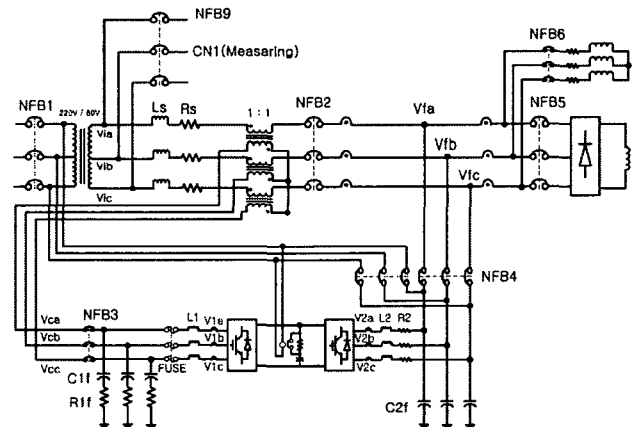


그림 15 직/병렬 UPS 실험 시스템
Fig. 15 Series/parallel UPS experiment system topology.

표 2 실험 시스템 파라미터

Table 2 Experiment system parameters

Parameters	Value
Source Voltage (V_{ia} , V_{ib} , V_{ic})	80V, 60Hz
Line impedance (L_s , R_s)	3mH, 0.03 Ω
DC-link Capacitor	14600 μ F
DC-link Voltage	150V
L_1 , R_1f , C_1f	1.3mH, 1 Ω , 100 μ F
L_2 , R_2f , C_2f	0.6mH, 1 Ω , 126 μ F

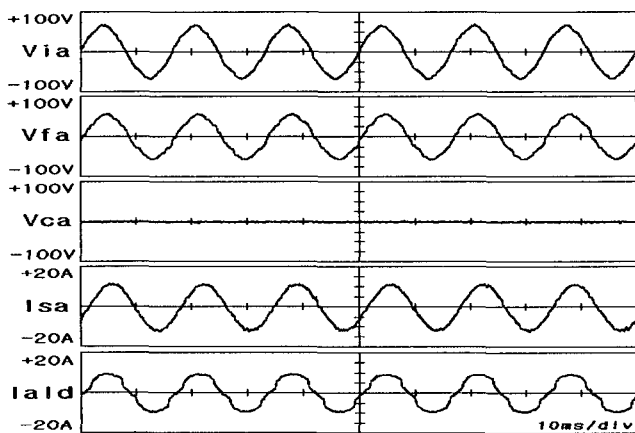


그림 16 입력 전압이 20 % 증가 했을 때의 Line-Interactive UPS

Fig. 16 Conventional Line-Interactive UPS when source voltages increase 20 %. (V_{ia} : Input voltage, V_{fa} : Output voltage, V_{ca} : Converter output voltage, I_{sa} : Input current, I_{ald} : Load current)

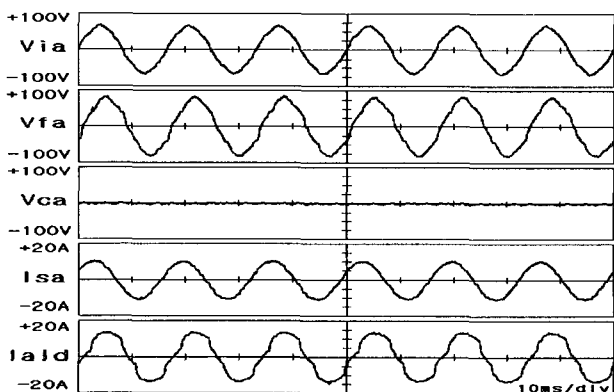


그림 17 입력 전압이 20 % 감소 했을 때의 Line-Interactive UPS

Fig. 17 Conventional Line-Interactive UPS when source voltages decrease 20 %.

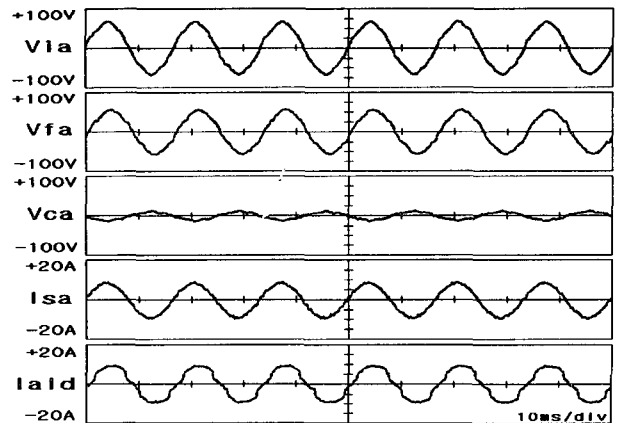


그림 18 입력 전압이 20 % 증가 했을 때의 Method 3.

Fig. 18 The Method 3 when source voltages increase 20%.

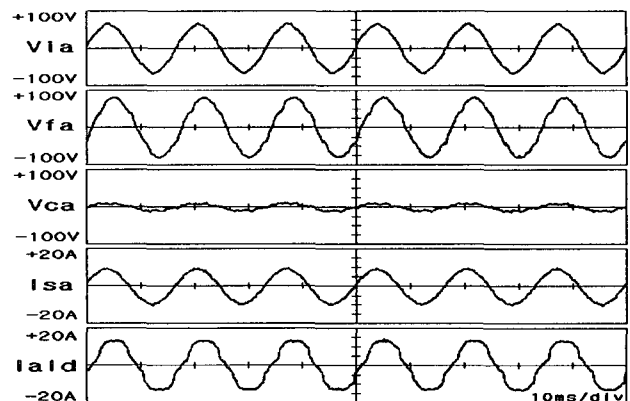


그림 19 입력 전압이 20 % 감소 했을 때의 Method 3.

Fig. 19 The Method 3 when source voltages decrease 20 %.

그림 18,19는 방법 3의 실험 결과를 보여주고 있다. 그림 18에서 보듯이 입력 전압이 증가 시(+20%) 직렬 능동 보상기에서 입력과 출력의 차 전압(V_{ca})을 입력 측에 보상하므로 입력 전류와 입력 전압의 위상이 일치함을 볼 수 있다. 그림 19에서는 입력 전압이 감소 시(-20%) 직렬 능동 보상기를 통한 보상 결과로, 입력 전압과 입력 전류의 위상이 일치함을 알 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 직병렬 능동 보상기를 이용한 3상 Line-Interactive UPS를 소개했다. 새로운 제어 알고리즘인 방법 3는 직렬 능동 보상기에서 입력 전압과 출력 전압의 차 전압을 인가해 입력 전류와 전압을 보상한다. 또한 전원전압 고조파 검출을 통한 직렬 능동 보상기에서의 보상으로 입력 전압의 불평형과 고조파를 보상한다. 따라서 방법 2가 가지고 있는 문제점인 입력 전압의 상승 시 입력 전류가 증가하는 단점을 보완하여 전원 전압이 상승시 또는 하강시 전원 전류는 거의 일정하게 유지 됨을 알 수 있고, 병렬 능동 보상기는 전압원으로 동작하여 일정 전압 제어를 한다. 따라서 정전

시에 모드 변환이라는 문제점을 가지고 있는 방법 1의 단점을 보완했다. 본 논문에서 제안한 직렬 능동 보상기를 이용한 Line-Interactive UPS의 새로운 제어 방법의 기술적 타당성은 시뮬레이션과 실험으로 검증하였으며, 추후 전원 전압의 변동에 따라 직렬 능동 보상기가 DC 전압 충전을 분담하는 새로운 제어 방법이 연구가 계속 수행될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] S. Karve, "Three of a Kind", IEE REVIEW, vol. 46, pp.27-31, March 2000.
- [2] W. J. Ho, et al, "A Line-interactive UPS Structure with Built-in Vector-Controlled Charger and PFC", in Power Electronics and Drive Systems, vol. 1, pp. 127-132, 1997.
- [3] Soren Rathmann, Henry A. Warner, "New generation ups technology, The delta conversion principle." IAS 96, Conference Record of the 1996 IEEE, vol.4, pp.2389-2395, 1996
- [4] Dougl's C. Folts, "The response of Advanced Single-Conversion UPS to Power Disturbances." Seventh International Power Quality Conference, October 1993, Proceedings. pp. 93-105.
- [5] Doglas S. Dorr and Douglas C. Folts, "UPS Response to Power Disturbances, A Proposed Method for Determination of UPS Response to Power Disturbances"IEEE, APEC Conference Proceedings, 1994. pp. 675-682. IEEE 0-7803-1456-5/94
- [6] Sergio augusto Oliveira da Silva, Pedro F. Donoso Garcia, "A comparative analysis of control algorithms for three phase line interactive ups systems with series parallel active power line conditioning using SRF method." PESC00. IEEE vol.2, pp.1023-1028, 2000
- [7] Hirofumi Akagi, "New Trends in Active Filters for Power Conditioning.", IEEE Trans. on Industry Applications, vol.29, on.1 pp. 144-152, 1993, January /February
- [8] Oliveria da Silva, S.A.; Donoso-Garcia, p.; Cortizo, D.C.; "A Three-Phase Line-Interactive UPS System Implementation with Series-Parallel Active Power-Line Conditioning Capablilites." IAS, Conference Record of the 2001 IEEE, vol.4, pp.2389-2396, 2000
- [9] Seong-Jeub Jeon; Gyu-Hyeong Cho, "A series-parallel compensated uninterruptible power supply with sinusoidal input current and sinusoidal output voltage" PESC '97 Record, IEEE vol.1, pp.297-303, 1997

저 자 소 개



장 훈(張 薰)

1974년 7월 20일생. 2001년 서울 산업대학교 전기공학과 졸업(학사). 2003년 한양대학교 대학원 졸업(석사). 2003.~현재 연세대학교 의과대학 임상의학 연구센터 연구원
Tel : (02) 2247-0358

E-mail : hoon03581@hanmail.net



이 우 철(李 雨 哲)

1964년 3월 24일생. 1987년 한양대학교 전기공학과 졸업(학사). 1989년 동 대학원 졸업 (석사). 2001년 동대학원 졸업(공학). 1988~1998 효성중공업(주) 기술연구소 근무. 2002.~현재 한경대학교 전기공학과 전임강사

Tel : (031) 670-5323, Fax : (031) 670-5015

E-mail : woocheol@hnu.hankyong.ac.kr



현 동 석(玄 東 石)

1950년 4월 8일생. 1973년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1978년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1984년~1985년 미국 토레도대학 교환교수. 1988년~1989년 원혜공과대학 교환교수. 현재 한양대 공대 전자전기컴퓨터공학부 교수

Tel : (02) 2290-0345, Fax : (02) 2290-0532

E-mail : dshyun@hanyang.ac.kr