

DSTATCOM의 순시 유효전력 보상을 이용한 선로의 전류 개선

論 文
51A-7-3

Improvement of line Current using Instantaneous Real Power Compensation of DSTATCOM

鄭秀永* · 金台鉉** · 文承逸*** · 勸旭鉉§
 (Soo-Young Jung · Tae-Hyun Kim · Seung-Il Moon · Wook-Hyun Kwon)

Abstract - In this paper, conventional reactive power compensation is defined and instantaneous real power control concept for shunt converters is proposed.

This equipment incorporates the compensation function of harmonics at the distribution line by nonlinear load. These methodologies are applied to IEEE 13 bus distribution system with the modeling of nonlinear load using EMTDC/PSCAD package. Simulation with EMTDC results presented to confirm that the new approach has better performance than those obtained by controllers based on traditional concepts of reactive power compensation.

Key Words : DSTATCOM(Distribution static compensator), Reactive power compensation, Instantaneous real power control, EMTDC/PSCAD modeling

1. 서 론

최근에는 자동화 설비, 빌딩 설비, 가전 제품까지도 전력 전자기기가 많이 사용되고 있다. 그런데 이들 전력전자 기기들은 비선형 특성을 갖고 있어 고조파 전류의 발생원으로 배전계통의 전압파형을 왜곡시켜 변전소의 변압기를 과열시키고 연계된 다른 부하에 악영향을 주며 인접한 통신선로에 자기유도에 의한 장애를 유발시킨다. 또한 저압 선로에서 큰 용량의 단상 부하 사용이 증대하면서 선로의 불평형을 초래하는 등 선로의 전력품질(Power Quality) 저하가 심각하게 대두되고 있다[1-3].

전력품질 저하의 개선은 가까운 미래에 실현될 것으로 보이는 전력공급의 다원화에 따른 전력사업의 경쟁체제하에서 가장 중요한 부분을 차지할 것으로 보이며 전력공급사 또한 고품질의 전력을 소비자에게 공급하여야 할 것으로 보인다. 이와 같은 시대의 흐름에 따라 전력 품질 개선에 대한 많은 관심과 연구가 진행되고 있다[4-6].

전원 전압의 전력 품질 문제에 대한 관심이 높아지면서, 여러 가지 대비책의 하나로서, 배전 계통에 보상 기기를 부착하는 방법이 연구되고 있다. 이러한 보상 기기는 3가지로 구분되며, 병렬 보상 기기인 DSTATCOM(Distribution static synchronous compensator), 직렬 보상 기기인 DVR (Dynamic voltage regulator), 직·병렬 보상 기기인 UPQC

(Unified power quality conditioner)로 이러한 배전용 보상 기기에 대해서 CPD(Custom power device)라고 부른다. 그 중 DSTATCOM이 최근에 많이 연구되고 있다[7-9]. 이러한 DSTATCOM은 기본적으로 전압을 전원 전압에 병렬로 전압을 연결하는 장치로, 빠르게 제어되는 크기와 위상각과 함께 기본 주파수에서 평형 3상 정현파 전압을 발생한다. 다상 회로에서 IGBT을 사용하는 전압원 인버터는 현재 배전 계통에서 가장 실용적으로 사용되고 있다. 이러한 형태의 제어기가 무효 전력에 의한 전압보상, 비선형 부하의 전원측 파급효과 방지 및 역률 개선, 고조파 보상, 전력 조류제어의 역할을 한다.

본 논문에서는 이러한 배전 계통에서의 비선형 부하로 인한 계통에 유입되는 전류왜곡 현상 보상 및 비선형 부하 모델링 및 제어 알고리즘을 제안하고 EMTDC로 확인하였다.

2. 순시 가상 전력

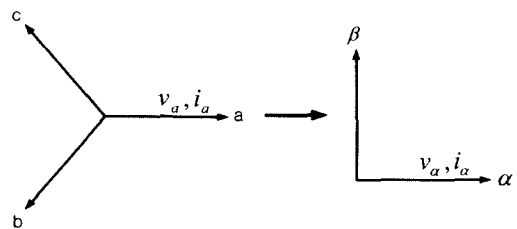


그림 1 α, β 좌표 변환

Fig. 1 α, β coordinates transformation

* 正會員 : 서울대 工大 電氣컴퓨터工學部 博士課程
 ** 正會員 : 木浦대 工大 電氣制御工學部 傳任講師 · 工博
 *** 正會員 : 서울대 工大 電氣컴퓨터工學部 副教授 · 工博
 § 正會員 : 서울대 工大 電氣컴퓨터工學部 正教授 · 工博
 接受日字 : 2001年 11月 21日
 最終完了 : 2002年 4月 18日

삼상 회로에서 수학적으로 순시 전압과 순시 전류를 다루기 위해서 순시 공간벡터로 그들의 양을 표현하면 그림 1과 같다. 영상 성분을 포함하지 않은 3상 순시 전압 v_a, v_b, v_c 와 순시 전류 i_a, i_b, i_c 는 다음 식에 의해 α, β 축 상으로 변환된다. α, β 좌표 변환을 정의하면 식 (1) 및 식 (2)와 같다.

$$\begin{bmatrix} v_a \\ v_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} i_a \\ i_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

일반적으로 3상 회로의 순시 전력 p 는 식 (3)과 같다.

$$p = v_a i_a + v_b i_b + v_c i_c \quad (3)$$

이때 α, β 좌표상에서는 식 (1) 및 식 (2)에 의해서 식 (4)로 표현된다.

$$p = v_\alpha i_\alpha + v_\beta i_\beta \quad (4)$$

p 는 순시 유효전력이고 전압원의 경우 식 (4)의 p 만으로는 순시 전류 i_α, i_β 을 임의적으로 결정할 수 없다. 그래서 순시 가상전력 벡터(instantaneous imaginary power space vector)을 식(5)에서 정의한다[10].

$$q = v_\alpha \times i_\alpha + v_\beta \times i_\beta \quad (5)$$

식 (4)와 식 (5)을 행렬로 표현하면 다음 식과 같다.

$$\begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ -v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} \quad (6)$$

식 (6)에서

$$\begin{vmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ -v_\beta & v_\alpha \end{vmatrix} = v_\alpha^2 + v_\beta^2 \neq 0 \quad (7)$$

가 성립하고 p 와 q 는 독립 변수임을 알 수 있다. 따라서 식 (6)을 다시 정리하면

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ -v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix} \quad (8)$$

전압원의 경우 식 (8)을 이용하여 p 와 q 에서 순시 전류

i_α, i_β 을 임의적으로 결정할 수 있다. 또한 식 (1) 및 식 (2)에 의해서 영상성분을 포함하지 않는 임의의 전압(순시치), 전류(순시치)에 대해서 성립한다.

3. 순시 유효전력 및 순시 무효 전력

식 (3)과 식 (4)에서 분명히 밝힌 바와 같이 p 의 각 항은 동상의 순시 전압과 순시 전류의 적이므로 순시 전력이다. 이것에 대해서 q 의 각 항은 어떤 상의 순시 전압과 다른 상의 순시 전류의 적이므로 에너지로서 실체가 없는 전기량이다. 그래서 식 (8)에 있어서 순시 전류 i_α, i_β 을 p 와 q 의 성분으로 분리하면 다음 식과 같다.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ -v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} p \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ -v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ q \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} i_{\alpha p} \\ i_{\beta p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} i_{\alpha q} \\ i_{\beta q} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (9)$$

여기서,

$$\alpha \text{상 순시 유효전류: } i_{\alpha p} = \frac{v_\alpha}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} p$$

$$\alpha \text{상 순시 무효전류: } i_{\alpha q} = \frac{-v_\beta}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} q$$

$$\beta \text{상 순시 유효전류: } i_{\beta p} = \frac{v_\beta}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} p$$

$$\beta \text{상 순시 무효전류: } i_{\beta q} = \frac{v_\alpha}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} q$$

을 얻는다. 각상의 순시 유효전류와 순시 무효전류는 p 와 q 에서 임의적으로 결정할 수 있다. 여기서 α 상의 순시 전력을 p_α , β 상의 순시 전력을 p_β 라고 하면 이것들은 각 상의 순시 유효전류와 순시 무효전류를 사용해서 식 (10)으로 부여된다.

$$\begin{bmatrix} p_\alpha \\ p_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_\alpha i_{\alpha p} \\ v_\beta i_{\beta p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_\alpha i_{\alpha p} \\ v_\beta i_{\beta p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_\alpha i_{\alpha q} \\ v_\beta i_{\beta q} \end{bmatrix} \quad (10)$$

3상 회로에서 순시 유효전력 (instantaneous real power)을 식 (9) 및 식 (10)을 사용하여 표현하면 다음 식과 같다.

$$\begin{aligned} p &= p_\alpha + p_\beta \\ &= \frac{v_\alpha^2}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} p + \frac{v_\beta^2}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} p + \frac{-v_\alpha v_\beta}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} q \\ &\quad + \frac{v_\alpha v_\beta}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} q = \frac{v_\alpha^2}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} p + \frac{v_\alpha^2}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} p \end{aligned} \quad (11)$$

식 (10) 및 식 (11)에 의해

$$p = v_a i_{ap} + v_\beta i_{\beta p} \triangleq p_{ap} + p_{\beta p} \quad (12)$$

$$0 = v_a i_{aq} + v_\beta i_{\beta q} \triangleq p_{aq} + p_{\beta q} \quad (13)$$

단,

$$\alpha \text{상 순시 유효전력: } p_{ap} = \frac{v_a}{v_a^2 + v_\beta^2} p$$

$$\alpha \text{상 순시 무효전력: } p_{aq} = \frac{-v_\beta}{v_a^2 + v_\beta^2} q$$

$$\beta \text{상 순시 유효전력: } p_{\beta p} = \frac{v_\beta}{v_a^2 + v_\beta^2} p$$

$$\beta \text{상 순시 무효전력: } p_{\beta q} = \frac{v_a}{v_a^2 + v_\beta^2} q$$

식 (12) 및 식 (13)에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 1) 순시 전력들(instantaneous powers)의 합은 3상 회로에서 순시 유효 전력과 일치한다. 그러므로 $p_{ap}, p_{\beta p}$ 는 순시 유효전력(instantaneous active power)이다.
- 2) $p_{aq}, p_{\beta q}$ 는 서로 상쇄되므로 전원에서 부하까지 전력흐름에 영향을 미치지 못한다. 따라서, $p_{aq}, p_{\beta q}$ 는 순시 무효전력(instantaneous reactive power)이다.

그림 2는 전력 컨버터 시스템의 순시 전력 흐름을 일반화하였다.

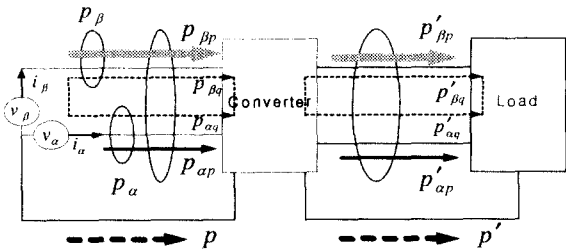


그림 2 순시 전력 흐름
Fig. 2 Instantaneous power flow

그림 2에서 입력 측 순시 가상전력 q 와 출력측 순시 가상전력 q' 사이의 관계는 $q \neq q'$ 이고 에너지 저장 장치가 없고 전력 컨버터의 손실이 영이라 가정하면 $p = p'$ 임을 알 수 있다.

4. 순시 무효전력 보상 방식

그림 3은 부하측 순시 가상전력에 의해서 야기되는 전원 측 순시 무효전력을 제거하기 위해서 순시 무효전력 보상기를 보여준다. 이 보상기는 p_c 는 항상 0이므로 에너지 저장 장치 없이 스위칭 소자만으로 구성되어진다[11].

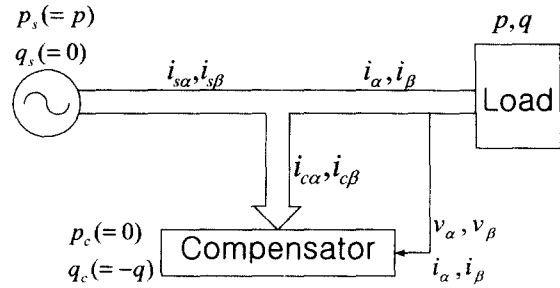


그림 3 기본적인 보상 원리도
Fig. 3 Basic compensation scheme

식 (8)로부터 순시 보상전류는 식 (14)와 같다.

$$\begin{bmatrix} i_{ca} \\ i_{c\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_a & v_\beta \\ -v_\beta & v_a \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ -q \end{bmatrix} \quad (14)$$

식 (8)에 의해 α 축 순시 유효전류 및 순시 무효전류는 다음과 같이 분리 될 수 있다.

$$i_a = \frac{v_a^2}{v_a^2 + v_\beta^2} \bar{p} + \frac{v_a^2}{v_a^2 + v_\beta^2} \bar{p} + \frac{-v_\beta}{v_a^2 + v_\beta^2} \bar{q} + \frac{v_\beta}{v_a^2 + v_\beta^2} \bar{q} \quad (15)$$

여기서 1항, 3항은 직류성분에 해당되고 2항과 4항의 합은 교류성분, 즉 고조파 성분에 해당된다. 여기에는 역상 성분을 포함한다. 식 (15)로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 1) 보상은 3항과 4항을 동시에 제거한다. 따라서 정상상태 및 과도상태에서 역률은 1이다.
- 2) 보상에 의해 별다른 에너지 저장 성분 없이 4항에 나타나는 고조파를 제거 할 수 있다.

5. 순시 유효전력 개념을 추가한 제어방식

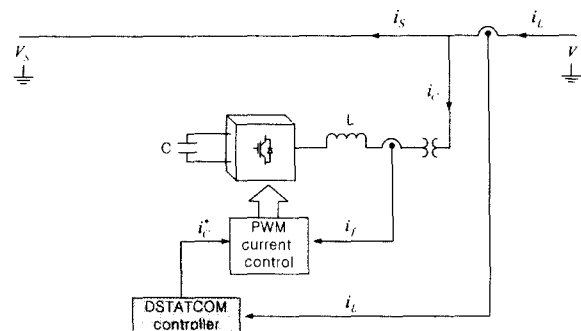


그림 4 DSTATCOM에 의해 제어되는 계통도
Fig. 4 The diagram of system controlled by DSTATCOM

그림 4는 DSTATCOM에 의해 제어되는 전력계통도를 나타낸다. 이 때 그림 5는 그림 4의 삼상 전압 V 의 기본 정상 성분의 순시 값인 v_a', v_β' 을 얻는 제어 블록도이다.

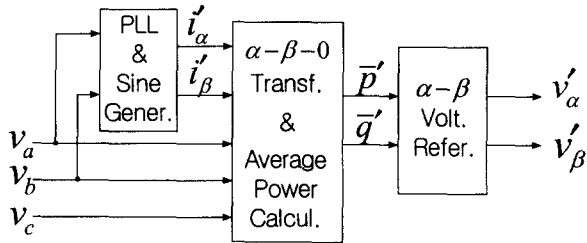


그림 5 정상 성분 전압 검출기
Fig. 5 Positive component voltage detector

이 방식에서 유효 전력(real power)의 평균값(\bar{p}')과 가상 전력(imaginary)의 평균값(\bar{q}')은 V 의 기본과 정상 성분이다. 그림 5의 정상성분 전압 검출기는 3상 전압의 기본과 정상성분의 순시치 전압을 계산한다. PLL 회로는 외란과 불평형 전압하에서도 동작하도록 설계되어진다. PLL (phase-locked loop)에 의해서 왜란 시스템의 기본주파수 ω_1 추정 및 사인 발전기(sine wave generator)에 의해서 기본과 정상성분 전류 i_a', i_β' 가 결정된다.

$$\begin{aligned} i_a' &= \sin \omega_1 t \\ i_\beta' &= -\cos \omega_1 t \end{aligned} \quad (16)$$

그렇다면 식 (6)에 의해서 기본과 정상성분 유효전력(\bar{p}')과 무효전력(\bar{q}')은 식 (17)로 표현된다.

$$\begin{bmatrix} \bar{p}' \\ \bar{q}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_a & v_\beta \\ -v_\beta & v_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_a' \\ i_\beta' \end{bmatrix} \quad (17)$$

영상 성분의 보상은 영상전류 i_0 에 의해 이루어진다. 식 (6)에서 시스템 전압의 기본과 정상성분은 유효전력(\bar{p}')와 가상전력(\bar{q}')의 평균값(\bar{p}', \bar{q}')을 결정된다. 즉 식 (18)과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} v_a' \\ v_\beta' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_a' & i_\beta' \\ i_\beta' & -i_a' \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \bar{p}' \\ \bar{q}' \end{bmatrix} \quad (18)$$

이때 α, β 축에서 보상해야할 기준 전류는 식 (19)와 같다.

$$\begin{bmatrix} i_{ca}^* \\ i_{cb}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_a' & v_\beta' \\ -v_\beta' & v_a' \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\bar{p}' \\ -\bar{q}' \end{bmatrix} \quad (19)$$

위 식 (19)은 식 (14)과 비교하여 순시 유효전력 개념을 추가함으로 보다 우수한 보상 효과가 있다.

6. 시뮬레이션

그림 6에서 보여준 IEEE 13 버스 배전 계통의 75번 버스에 앞단에 4절에서 제안한 무효전력 보상 방식에 의한 제어기를 가진 DSTATCOM 및 5절에서 제안한 순시 유효전력 보상 방식에 의한 제어기를 가진 DSTATCOM 각각 적용하였다.

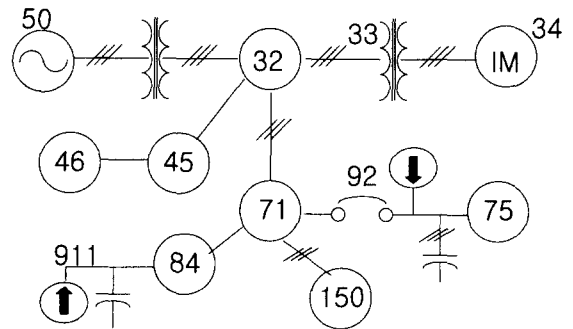


그림 6 IEEE 13버스 방사형 배전 계통
Fig. 6 IEEE 13 bus radial distribution system

이때 부하는 3상 3선식 비선형 컨버터 부하이고 EMTDC 시뮬레이션은 그림 6 및 그림 7, 그림 8과 같다.

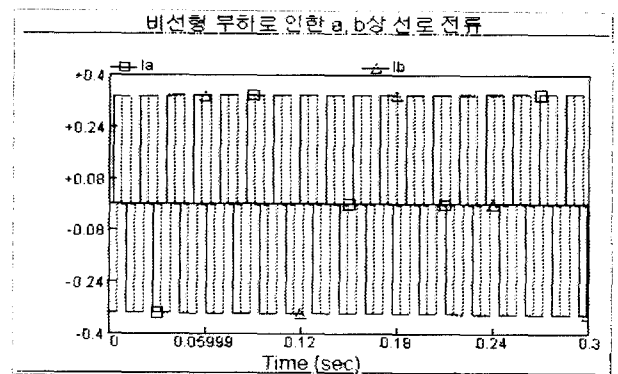


그림 7 제어전의 a,b상 선로전류 특성
Fig. 7 a,b phase line current characteristic before control

그림 7은 제어전의 a상 및 b상의 선로 전류 응답특성을 나타내며 비선형 부하로 인한 선로 전류의 왜곡이 심함을 알 수 있다. 이에 DSTATCOM을 제어기를 적용한 그림을 각각 그림 8 및 그림 9에 도시하였다. 그림 8은 식(14)에 의한 무효전력보상 방식을 적용하였고 그림 9는 식 (19)에 의한 순시 유효 전력 보상 방식을 적용하였다. 그림 8 및 그림 9에서 비선형 부하로 인한 배전 계통의 전류 왜곡 현상이 스위칭 소자의 특성이 이상적이라고 가정하면 DSTATCOM 설치후 배전선로의 고조파 전류의 왜곡이 상당히 감소 됨을 알 수 있다. 또한 순시 유효전력 개념을 도입한 DSTATCOM이 보다 우수함을 알 수 있다.

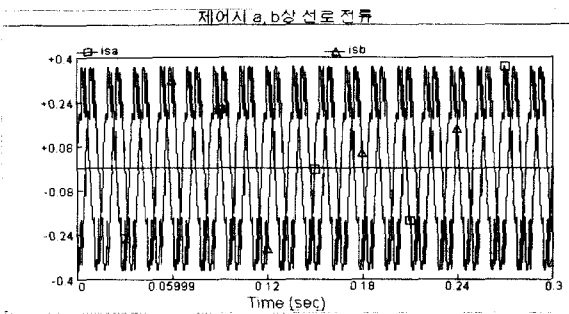


그림 8 순시 무효전력 보상에 의한 제어방식
 Fig. 8 Control by instantaneous reactive power compensation

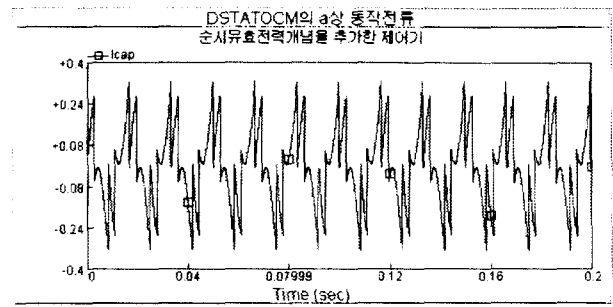


그림 11 순시 유효전력 개념을 추가한 제어기의 a 상 동작전류
 Fig. 11 a-phase operation current of controller attached instantaneous active power concept

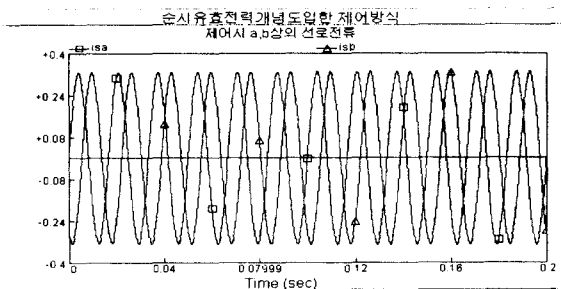


그림 9 순시 유효전력 개념을 추가한 제어방식
 Fig. 9 Control attached instantaneous active power concept

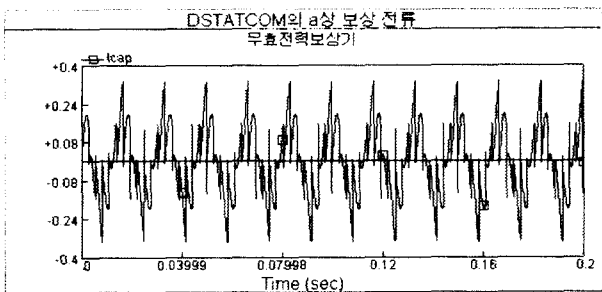


그림 10 무효전력보상기의 a상 동작전류
 Fig. 10 a-phase operation current of reactive power compensator

또한 이때의 DSTATCOM의 배전 선로에 입력되는 a상 전류를 그림 10 및 그림 11에 도시하였다. 그림 10은 무효전력 보상에 의한 DSTATCOM의 동작 전류이고 그림 11은 유효전력 개념을 추가한 제어기를 이용한 DSTATCOM 동작 전류이다. 그림 11에서 알 수 있듯이 유효전력 개념을 추가한 제어기의 보상기의 보상전류 최대값은 무효전력보상기의 최대값과 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 따라서 유효전력 개념을 추가한 보상기는 무효전력 보상기와 거의 동일한 최대 전류값으로 보다 우수한 보상을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

7. 결 론

본 논문에서는 배전 계통에서 비선형 부하 조건하에서 발생하는 고조파 성분을 제거하는 전류 보상의 문제를 해결할 수 있는 DSTATCOM 제어기를 제안하였다.

제안한 순시 유효전력 개념을 추가한 제어기의 성능을 검증하기 위하여 DC 커패시터를 공유한 형태의 DSTATCOM 제어 모델을 도출하였다. 그리고 IEEE 13 버스 모형 및 비선형 부하의 EMTDC/PSCAD을 이용한 모델링을 통하여 보상 효과에 대하여 시뮬레이션을 행하였다.

시뮬레이션 결과를 통해 기존의 무효전력 보상 방식 비교하여 제안하는 제어기는 보상 성능이 우수하고 IEEE 13 버스 배전 계통에 효과적으로 적용 가능함을 확인할 수 있었다.

감사의 글

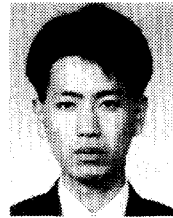
본 연구는 2001년도 서울대학교 기초전력공학공동 연구소의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] K.Chan, and A. Kara, "Voltage sags mitigation with an Integrated Gate Commutated Thyristor based Dynamic Voltage Restorer," Harmonics and Quality of Power Proceedings, Proceedings. 8th International Conference, vol. 1, pp.561-565, 1998.
- [2] Sang-Yun Yun, Jung-Hwan Oh, Seong-Jeong Rim and Jae-Chul Kim, "Mitigation of Voltage Sag Using Feeder Transfer in Power Distribution System", Proceedings of IEEE Power Engineering Society Summer Meeting Conference, vol. 3. pp.1421-1426, July 2000.
- [3] Math H. J. Bollen, Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions, New York, IEEE Press, 1999.

- [4] 정수영, 문승일, 김태현, 한병문, "직접 출력전압 제어기술을 이용한 DSTATCOM 제어," 대한전기학회 하계학술대회 논문집, A권, pp.81-83, 2001.
- [5] IEEE Std 1159-1995, Recommended Practices on Monitoring Power Quality.
- [6] N. G. Hingorani, "Introducing custom power," IEEE Spectrum, pp.41-48, June 1995.
- [7] Stump, M. D., Keane, G. J., Leong, F. K. S., "The role of custom power products in enhancing power quality at industrial facilities," Energy Management and Power Delivery, Proceeding of EMPD '98, International Conference, vol. 2, pp.507-517, 1998.
- [8] Edwards, Abi-Samra, Woodley, Armanini, Clouston, Malcolm and Sundaram, "Static Compensator for Distribution Systems," PQA'97 Europe, Stockholm, Sweden, June 1997.
- [9] Clouston, J. R., Gurney, J. H., "Field demonstration of a distribution static compensator used to mitigate voltage flicker," IEEE Power Engineering Society Winter Meeting Conference, vol. 2, pp.1138-1141, 1999.
- [10] Edson H. Watanabe, Richard M. Stephan, Mauricio Aredes, "New concepts of instantaneous active and reactive powers in electrical systems with generic loads," IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 8, No. 2, April 1993.
- [11] H. Akagi, Y. Kanazawa, and A. Nabae, "Instantaneous Reactive Power Compensators Comprising Switching Devices without Energy Storage Components," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. IA 20, no.3, 1984.

저 자 소 개



정수영 (鄭秀永)
 1970년 8월 3일생. 2002년~현재 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사과정
 E-mail : sjung7@cisl.snu.ac.kr



김태현 (金台鉉)
 1963년 6월 18일생. 1986년 서울대 전기공학과 졸업. 1999년 동 대학원 졸업(공학박). 2000년~현재 목포대 전기제어공학부 전임강사
 E-mail : kth@mokpo.ac.kr



문승일 (文承逸)
 1961년 2월 1일생. 1985년 서울대 전기공학과 졸업. 1993년 오아이오대 대학원 졸업(공학박). 1997년~현재 서울대 전기컴퓨터공학부 부교수
 E-mail : moonsi@plaza.snu.ac.kr



권욱현 (權旭鉉)
 1943년 1월 19일생. 1966년 서울대 전기공학과 졸업. 1975년 브라운대 대학원 졸업(공학박). 1977년~현재 서울대 전기컴퓨터공학부 정교수
 E-mail : whkwon@cisl.snu.ac.kr