

능동전력필터의 간단한 평균전력이론과 수정된 보상성능 평가법

(A Simple Average Power Theory and Modified Compensation Performance Evaluation of Active Power Filters)

정영국* · 임영철** · 양승학***

(Young-Gook Jung · Young-Cheol Lim · Seung-Hak Yang)

요 약

종래의 시간영역에서의 가상전력이론은 기본파 무효전력성분의 계산시, 전압과 전류의 상호상관함수 알고리즘이 이용되며, 이는 많은 시간과 기억용량이 필요하게 되므로, DSP(Digital Signal Processor)에 의해야만 비로소 실시간 전력분석 및 제어가 가능하게 된다. 또한 3차원 전류 좌표계에 의한 종래의 능동전력필터의 보상성능 평가법은 평가대상의 부하전류가 유도성 인지 용량성 인지 평가할 수 없는 단점이 있었다. 따라서 본 연구에서는 종래의 시간영역에서의 가상전력이론에 비하여 비교적 전력을 간단히 분석할 수 있는 평균전력이론을 제안하고, 유도성 부하 및 용량성 부하에도 모두 적용 가능한 능동전력필터의 수정된 보상성능 평가법을 제시하였다. 종래의 시간영역에서의 가상전력이론과 비교하여 제안된 방법이 동일한 결과를 얻으면서 DSP등이 필요치 않는 간단한 알고리즘을 C-언어에 의한 시뮬레이터로 그 가능성을 확인하였다.

Abstract

The fictitious power theory in time domain is very easy to understand, but power analyzing speed of active power is increased, because power is analyzed using signal techniques based on the correlation between voltage and current waveforms. Also, conventional methods in time/frequency domain to evaluate the compensation performance of active power filters are not provided easy solutions. So, the authors have previously proposed 3-D current coordinates which is composed into active component, fundamental reactive component and distorted component of nonlinear loads current. This method has excellent performance, but can not evaluate the characteristics of nonlinear load current whether It is inductive or capacitive. Therefore, To overcome problems mentioned previously, this paper deals with the simple average power theory and the modified 3-D current coordinates for evaluating the compensation performance of active power filters. To confirm the validity, active power filter simulator is developed using C-language. From the simulation, results are discussed their utility.

* 정회원 : 대불대 전기전자공학부 전임강사.
*** 정회원 : 호남대 전기공학과 조교수

** 정회원 : 전남대 전기공학과 교수
접수일자 : 1999년 4월 26일

1. 서 론

최근 산업시설에서 가전제품에 이르기 까지 전력의란에 민감한 전자부품 및 장비가 급증함에 따라, 고조파 및 무효전력과 같은 전력외란을 보상하기 위한 연구가 활발히 진행 중이며, 능동전력필터는 대표적인 전력전자변환장치라 할 수 있다. 능동전력필터에 적용 가능한 여러 보상전력이론중에서 Akagi[1]등에 의해 제시된 “ α - β 변환 p-q이론”과 Ferrero[2]의 “Park's Transformation”은 대표되는 보상전력이론이다. 이 방법은 여러번의 매트릭스 계산등이 필요하므로 하드웨어 구현과 단상에는 적용하기 어려운 점이 있다. 따라서 매트릭스 계산에 의한 p-q이론과는 다른 여러 방법이 연구중이며 시간 영역에서의 전력분석은 대표적인 방법이라 할 수 있다. 이 방법은 비교적 쉬운 수학적인 디지털 신호처리에 의해서 구현될 수 있으며, Harashima[3]등에 의해서 능동전력필터에 본격적으로 적용되었다. 근래에 와서는 Van Wyk과 Enslin[4]에 의해 가상전력이론이 제시되었다. 그러나 가상전력이론은 전압과 전류의 상관함수 알고리즘에 의하여 전력이 분석되므로, 전압과 전류의 샘플링 갯수의 제곱에 비례하는 많은 연산시간과 기억용량이 필요하여, DSP에 의해서만 비로소 실시간 전력분석 및 제어가 가능하다. 한편 능동전력필터에 일반적으로 이용되고 있는 시간 영역과 주파수 영역에서의 보상성능 평가법[1-6]은 교류전류의 유효성분, 기본파 무효성분, 왜형성분들의 순시적 변화를 알 수 없고, 항상 두 영역의 평가가 동시에 존재하는 번거러움이 있다. 따라서 저자들은 능동전력필터의 보상성능을 평가하는 방법으로 3차원 전류 좌표계 해석법[7-9]을 제시한 바 있다. 이 방법은 평가하고자 하는 교류전류를 유효성분, 기본파 무효성분 그리고 왜형성분등 3성분으로 분해하여 이를 기반으로 하여 3차원 전류 좌표계를 구성한 후, 각 전류성분의 존재량으로 능동전력필터의 보상성능을 평가하는 방법이다. 그러나 이 방법은 유도성 부하전류와 용량성 부하전류를 모두 동일 공간상에 3차원적으로 나타내므로 보상성능을 평가하기 위한 부하전류가 용량성인지 유도성인지 파악할 수 없었다.

따라서 본 연구에서는 종래의 시간영역에서의 전력분석법과 비교하여 비교적 간단하게 전력을 분석할 수 있는 평균전력이론을 제시하고, 유도성 부하전류 및 용량성 부하전류에도 모두 적용 가능한 능동전력필터

의 수정된 보상성능 평가법을 제시하였다. 종래의 시간영역에서의 가상전력이론과 비교하여 제안된 방법이 동일한 결과를 얻으면서 DSP등이 필요치 않는 간단한 알고리즘임을 C-언어에 의한 시뮬레이터로 그 가능성을 확인하였다.

2. 제안된 평균전력이론

교류전압 $v(t)$ 가 정현파라 하더라도, 교류전류 $i(t)$ 는 전력전자기기의 비선형 특성으로 인해 왜형이 되며, 이때 전압과 전류의 실효치 V , I 및 피상전력 S , 유효전력 P 는 다음과 같다.

$$V = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v(t)v(t) dt} \quad (1)$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i(t)i(t) dt} \quad (2)$$

$$S = VI \quad (3)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t) dt \quad (4)$$

또한 기본파 무효전력 Q 는 식(5), 식(6)과 같이 $t=T/4$ 주기(90°)만큼 이동한 교류전압에 의해서 구해진다. 즉 유도성 부하인 경우, 기본파 무효전력은 식(5)와 같이 $t=T/4$ 주기($+90^\circ$)만큼 이동하여 교류전류와 곱하면 되며, 용량성 부하인 경우는 식(6)과 같이 $t=-T/4$ 주기(-90°)만큼 교류전압을 이동하여 교류전류를 곱하면 기본파 무효전력이 구해진다.

$$Q = \frac{1}{T} \int_0^T v(t - \frac{T}{4})i(t)dt \quad [\text{유도성 부하}] \quad (5)$$

$$Q = \frac{1}{T} \int_0^T v(t + \frac{T}{4})i(t)dt \quad [\text{용량성 부하}] \quad (6)$$

전력의 각 성분들은, 서로 독립적이며 직교성이 유지되므로 왜형전력 D 는 식(7)로 구해진다.

$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2} \quad (7)$$

이상의 분해된 전력성분으로 부터, 비선형 부하의 등가변수 B , G , K 가 얻어진다.

$$B = \frac{Q}{V^2} \quad (8)$$

$$G = \frac{P}{V^2} \quad (9)$$

$$K = \frac{D}{V^2} \quad (10)$$

등가변수 B, G, K로 나타난 비선형 부하의 유효전류 순시치 $i_a(t)$ 와 왜형전류 순시치 $i_d(t)$ 는 각각 식(11)과 식(12)와 같으며

$$i_a(t) = G v(t) \quad (11)$$

$$i_d(t) = K v(t) \quad (12)$$

또한 유도성 부하의 기본과 무효전류 순시치 $i_r(t)$ 는 식(13)과 같이, 교류전압을 $t=T/4$ 주기(+90°)만큼 이동하여 B를 곱하면 되고, 용량성 부하인 경우는 식(14)와 같이 $t=-T/4$ 주기(-90°)만큼 교류전압을 이동하여 B와 곱하면 구해진다.

$$i_r(t) = B v(t - \frac{T}{4}) \quad [\text{유도성 부하}] \quad (13)$$

$$i_r(t) = B v(t + \frac{T}{4}) \quad [\text{용량성 부하}] \quad (14)$$

이들 전류 순시치 사이에는 식(15)와 같은 관계가 성립하며

$$i(t) = i_a(t) + i_r(t) + i_d(t) \quad (15)$$

전류의 실효치는 식(16)-식(19)로 구해진다.

$$I_a = G V \quad (16)$$

$$I_r = B V \quad (17)$$

$$I_d = K V \quad (18)$$

$$I^2 = I_a^2 + I_r^2 + I_d^2 \quad (19)$$

이상과 같이 제안된 시간영역에서의 간단한 평균보상전력 알고리즘에 교류 R-S-T 3상이 각기 별도로 적용되면, 제안된 알고리즘은 3상으로 확장 가능하다. 따라서 3상에만 적용 가능한 p-q이론과 비교하여 본 연구에서 제안된 알고리즘은 비교적 쉬운 수학적인 디지털 신호처리에 의해서 3상과 단상 모두에 적용 가능함을 알 수 있다. 특히 제안된 이론은 간단한 수식으로 구성되어 있기 때문에, 저렴한 가격의 O.P AMP와 곱셈기등으로 능동전력필터의 제어를 구현할 수 있다. 결국 능동전력필터를 PC기반으로 구현할 수 있는

이론 또는 매트릭스가 필요한 복잡한 보상전력 이론은, PC기반 뿐 만 아니라, H/W로도 간단하게 제어를 제 작할 수 있는 능동전력필터의 보상전력이론에 비하여, 그 응용의 폭이 좁다는 것을 알 수 있다.

3. 능동전력필터의 수정된 보상성능 평가법

능동전력필터에 일반적으로 사용되고 있는 시간 영역과 주파수 영역에서의 보상성능 평가법은 교류전류의 유효성분, 기본과 무효성분, 왜형성분들의 순시적 변화를 알 수 없고, 항상 두 영역의 평가가 동시에 존재하는 번거로움이 있다. 이와 같은 능동전력필터의 보상성능 평가법을 개선하기 위하여 교류전류를 유효성분, 기본과 무효성분 그리고 왜형성분등 3성분으로 분해하여 이를 기반으로 하여, 보상전후의 각 전류성분의 존재량으로 평가하는 3차원 전류 좌표계가 제시되었다. 그림1은 종래의 3차원 전류좌표계에 의한 평가법을 나타내고 있다.

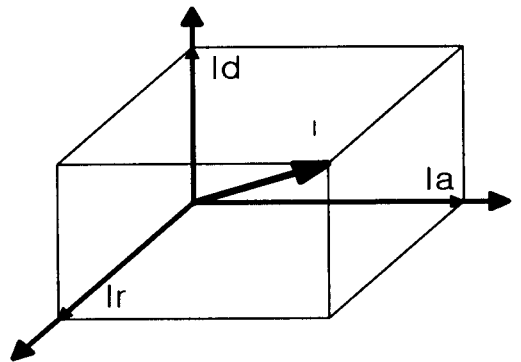


그림 1. 종래의 3차원 전류 좌표계
Fig. 1. Conventional 3-D current coordinates

그림1에서 나타낸 바와 같이 용량성 및 유도성 부하 전류를 모두 한 공간 좌표계에 가시화 하므로 부하에 따른 전류특성을 파악하기 불가능하다. 그러나 종래의 3차원 전류 좌표계의 기본과 무효전류 좌표축을 유도성 전류좌표축 +Ir로 나타내고, 유도성 전류좌표축의 반대 좌표축을 용량성 전류좌표축 -Ir로 표기하면 3차원 전류 좌표상에 유도성 부하전류와 용량성 부하전류를 모두 가시화 가능하게 된다. 물론 +Ir과 -Ir은 동시

에 존재할 수 없기 때문에 부하전류는 $+Ir$ 공간과 $-Ir$ 공간중의 어느 한 공간좌표에 있게 된다.

2절에서 언급한 제안된 평균전력이론은 유도성 기본과 무효전류 뿐만 아니라 용량성도 모두 표현 가능하다. 따라서 본 연구에서 제시된 용량성과 유도성 기본과 무효전류를 모두 분석 가능한 평균보상전력이론에 의하여 종래의 3차원 전류좌표계의 모호한 전류표현을 부하특성에 따라 확고하게 가시화 할 수 있도록 수정된 3차원 전류 좌표계를 그림2에 나타내었다.

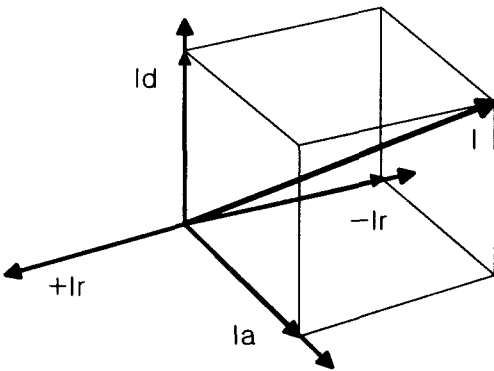


그림 2. 수정된 3차원 전류 좌표계
Fig. 2. Modified 3-D current coordinates

4. 능동전력필터의 시뮬레이터 구성

시간영역에서의 간단한 평균전력이론을 제시하고, 수정된 3차원 전류좌표계로 능동전력필터의 보상성능을 평가하기 위해 C-언어에 의한 시뮬레이터를 개발하였다.

C-언어에 의한 시뮬레이터는 ACSL등과 같은 기존의 S/W Tool에 비해 PC의 기종과 환경에 구애받지 않고 *.EXE의 실행파일만으로 실행 가능하므로 휴대가 간편하다. 또한 기존의 Tool에 의한 시뮬레이션 알고리즘은, 제어회로를 실제 구현시 C-언어로 제어 프로그램을 다시 구성해야 하는 번거로움이 있다. 따라서 본 연구에서는 차후 PC기반 또는 원칩에 의해 본 알고리즘을 곧바로 제어기에 전용하기 위해 C-언어에 의한 시뮬레이터를 개발하게 되었다.

본 연구에서 개발된 C-언어에 의한 시뮬레이터는

상태 공간법등에 의한 수학적 모델에 종속되어 비선형 부하의 고조파와 무효전력이 구해지는 종전의 시뮬레이터와는 다소 차이가 있다. 본 시뮬레이터는 우선 사용자가 수식에 의해 R-L부하를 설정해 놓고 고조파 및 무효전력을 R-L부하조건과 무관하게 전압과 전류의 변위각과 고조파를 발생시켜 준다. 발생된 무효전력이 용량성인가 유도성인가는 부하의 종류로 결정되는 것이 아니고 대화 화면에서 사용자가 입력하는 변위각의 부호에 의하여 결정된다. 이때 R-L부하 조건들은 전류흐름(시정수)을 결정해 주는 역할을 하게 된다.

개발된 시뮬레이터의 입력 전압과 전류신호의 샘플링 루틴을 A/D변환기로 구현시에는 $in=inportB(port);$ 등으로 변경하면 대부분의 알고리즘을 수정없이 사용 가능하므로 제어 알고리즘의 구현시에는 유리한 점이 있다.

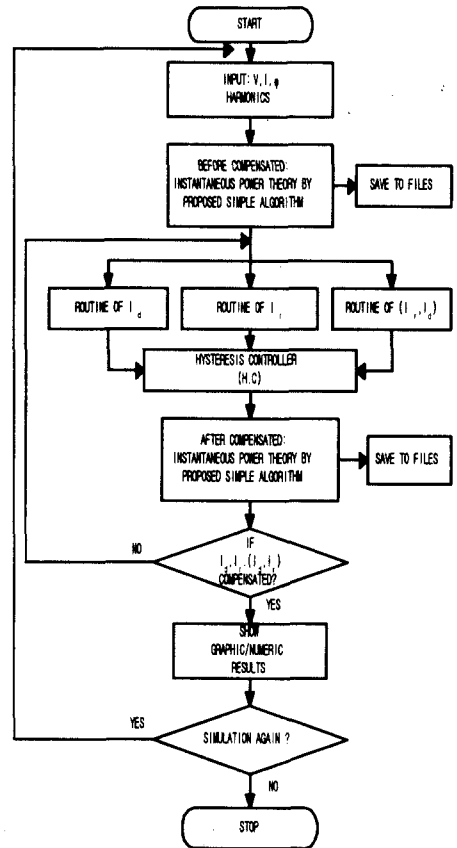


그림 3. 시뮬레이션 흐름도
Fig. 3. Flow Chart of simulation

본 연구의 시뮬레이터 사용자가 시뮬레이션 대화 화면에서 발생 고조파 차수, 부하전류의 주기 및 점호각을 설정하기 때문에, 부하가 변동하는 과도상태는 시뮬레이션 할 수 없다. 그러나 시뮬레이터가 과도상태를 표시 할 수 없다는 것은 시뮬레이션 방법의 문제이지, 제안된 이론의 과도특성이 나쁘다고 볼수는 없다. 그림 3은 제안된 이론의 타당성을 검증하기 위해 C- 언어에 의해 개발된 시뮬레이터의 흐름도를 나타내고 있다.

먼저 A/D변환기로 입력되는 교류전압, 교류전류를 모의하기 위해 교류전압, 교류전류의 크기 및 변위각, 전류에 대한 고조파와 전압. 전류의 샘플링 개수가 입력되면, 이 입력 데이터에 의해 순시전압, 순시전류 신호가 생성된다. 전압, 전류의 순시치 샘플링은 주기당 512개이며, 60[Hz]인 경우 샘플링 시간은 32.5 [μs]이고 1초당 샘플링 개수는 30,720개이다. 이때 초기입력 데이터는 단순히 전압, 전류파형을 발생시키는 데만 이용되어진다.

또 제안된 평균보상전력 알고리즘에 의한 전력 및 전류 분석 루틴으로 부터 보상전의 전력 및 전류의 성분, 역률 및 %THD가 계산되며, 그 결과를 데이터 파일로 저장한다. 분석된 보상 전의 전류성분 중 유효성분은 보상 대상이 아니므로 이 유효성분을 제외한 기본과 무효성분과 왜형성분을 보상기준전류로 하여 히스테리시스 제어기(HC)는 실제 주입할 보상전류를 만들게 된다. 이 HC는 출력전류가 보상 전의 전류에 주입되면, 원하는 전류성분에 대한 보상이 끝나게 된다. 이로부터 전압과 원하는 성분이 제거된 전류를 새로운 입력으로 하여 제시된 평균전력 알고리즘에 의한 전력 및 전류 분석 루틴을 반복한다. 그 결과, 원하는 전류성분이 보상된 데이터가 구해지며, 이 데이터 역시 파일로 저장된다.

본 연구에서 개발된 시뮬레이터의 기준보상전류 제어기로서 HC를 사용한 이유는 속응성에 있어서 다른 제어기보다는 대단히 우수하기 때문이다. 또한 HC는 적은 H/W(O.P AMP. 몇 개정도)로도 구현할 수 있으며, 우수한 전류응답특성을 갖고 있다.

보상 전과 보상 후의 데이터로 부터 보상 전후의 전력과 시간영역에서의 교류전압, 전류파형, 주파수 영역에서의 전류 스펙트럼, 3차원 전류 좌표계를 동일 화면상에 좌표회전이 가능한 상태로 보여주며 시뮬레이션을 끝마치게 된다. 개발된 능동전력필터 시뮬레이터는 시간영역에서 사용자가 시뮬레이션하고자 하는 어떠한

형태의 교류전압과 전류파형을 서로 독립적으로 발생시킬 수 있으며, HC의 밴드폭과 R-L부하 파라미터의 변경이 가능하기 때문에 능동전력필터 뿐만 아니라 전력전자공학의 교육용 그래픽 소프트웨어로 응용이 가능하다.

5. 컴퓨터 시뮬레이션 결과 및 고찰

본 연구에서 제안된 간단한 평균보상전력 알고리즘을 표1와 그림4에 나타낸 시뮬레이션 모델에 적용해 보았다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터
Table 1. Simulation parameters

parameters	parameters values	
control part		
source voltage/current	220V/50A	
sampling number/1cycle	512	
H.C band	5%	
thyristor rectifier load		
displacement angle	45° (inductive)	-45° (capacitive)
R	30Ω	30Ω
L	5mH	5mH
harmonics	5,7,11,13(th)	5,7,11,13(th)

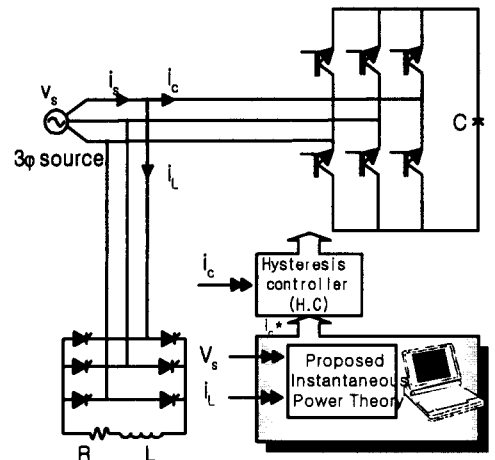


그림 4. 능동전력필터 시뮬레이션 모델
Fig. 4. Simulation model of active power filter

표 2. 제안된 이론과 가상전력이론의 전력분석결과 비교
Table 2. Comparison of Proposed Theory and Conventional Theory

		φ [°]	V[V]	I[A]	S[VA]	P[W]	Q[VAR]	D[VAR]	I_a [A]	I_r [A]	I_d [A]	p.f	%THD
Fictitious power theory	Before compensated	45	220	51.03	11402.9	7770.17	7778.18	3004.19	35.36	35.36	13.66	0.682	27.31
	After compensated	3.52	220	37.72	8299.36	7995.45	444.754	2180.45	36.34	2.02	9.91	0.963	27.23
proposed power theory	Before compensated	45	220	51.83	11402.9	7778.17	7778.17	3004.22	35.36	35.36	13.66	0.682	27.31
	After compensated	3.20	220	37.72	8299.36	7995.45	446.884	2180.01	36.34	2.03	9.91	0.963	27.22

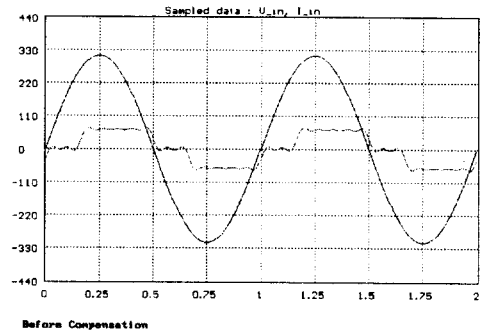
제안된 이론과 종래의 시간영역에서의 가상전력이론의 전력분석 및 제어 결과는 서로 잘 일치하고 있음을 알 수 있다.

제안된 이론과 종래의 시간영역에서의 이론이 모두 부하전류가 50A이며 교류전압과 전류의 변위각이 45° 일때를 시뮬레이션 조건으로 하였기 때문에, 동일 고조파를 갖는 경우, 변위각이 적은 조건에 비해서 더 큰 보상의 부담을 능동전력필터가 가지므로 왜형성분에 대한 보상능력이 떨어진다. 또 본 연구에서는 능동전력필터의 보상전류 제어를 위해, 보편적으로 많이 이용되고 있는 HC를 적용하였기 때문에, 큰 변위각에서는 보상능력이 감소될 수도 있다. 그러나 본 연구는 보상방법의 개선에 있는 것이 아니고 종래의 시간영역에서의 전력분석방법과 동일한 결과를 얻으면서도 소프트웨어의 부담을 경감시키는 간단한 알고리즘 개발에 있으므로 이와 같은 것은 고려하지 않아도 된다.

그림5는 유도성 비선형 부하의 보상전의 시간영역, 주파수영역 그리고 수정된 3차원 전류 좌표계에서의 능동전력필터의 보상능력 평가법을 나타내고 있다. 그림6은 보상후의 결과를 나타내고 있는 것으로 시간영역과 주파수 영역의 평가법은 능동전력필터의 보상특성상 관심 있는 유효성분, 기본파 무효성분 그리고 왜형성분의 변화를 독립적으로 나타내질 못하고 있음을 보여주고 있다. 특히 주파수 영역에서의 평가는 기본파 성분에 함유되어 있는 60Hz 주파수의 유효성분과 기본파 무효성분의 변화량을 파악하기에 매우 곤란함을 보여주고 있다. 그러나 수정된 3차원 전류 좌표계에 의하면 3전류성분의 변화를 한눈에 쉽게 파악할 수 있다. 그림7과 그림8은 종래의 3차원 전류 좌표계로는 유도성 부하전류와 구분하기 어려운, 용량성 부하전류를 수정된 3차원 전류 좌표계에서 어떻게 가시화가 가능한

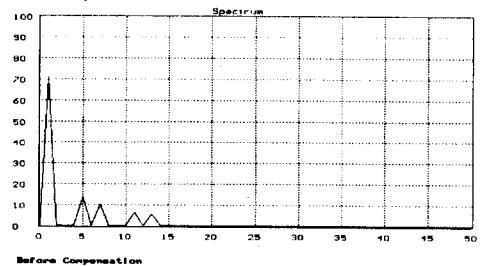
가를 보여주고 있다. 이미 3절의 그림2에서 나타낸 바와도 같이 용량성 부하전류는 종래의 3차원 전류 좌표계의 기본파 무효전류 좌표축을 유도성 전류좌표축 +Ir로 하고, 유도성 전류좌표축의 반대 좌표축을 용량성 전류좌표축 -Ir로 하면 그림7,8의 c)와 같이 3차원 전류 좌표상에서 용량성 부하전류를 가시화 할 수 있음을 알 수 있다.

Active Power Filter Simulator Ver.2



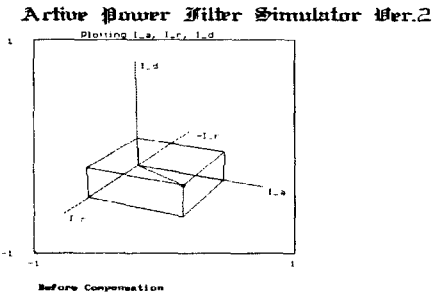
a) Time domain

Active Power Filter Simulator Ver.2



b) Frequency domain

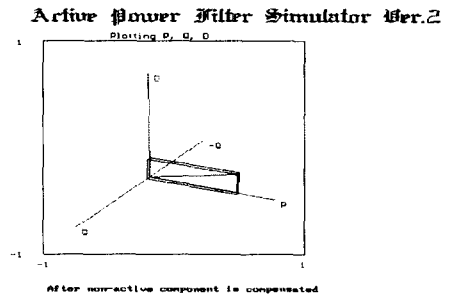
능동전력필터의 간단한 평균전력이론과 수정된 보상성능 평가법



c) Modified 3-D coordinates

그림 5. 보상전의 시뮬레이션 결과
(유도성 부하, $\phi = 45^\circ$)

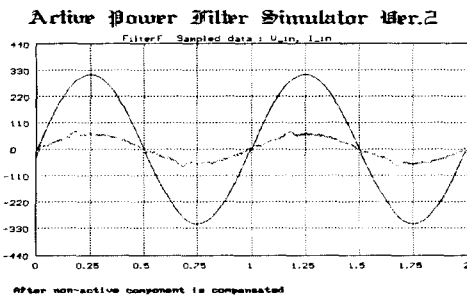
Fig. 5. Simulation results before compensated
(Inductive load, $\phi = 45^\circ$)



c) Modified 3-D coordinates

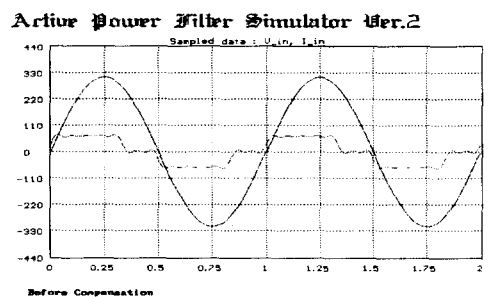
그림 6. 보상후의 시뮬레이션 결과
(유도성 부하, $\phi = 45^\circ$)

Fig. 6. Simulation results after compensated
(Inductive load, $\phi = 45^\circ$)



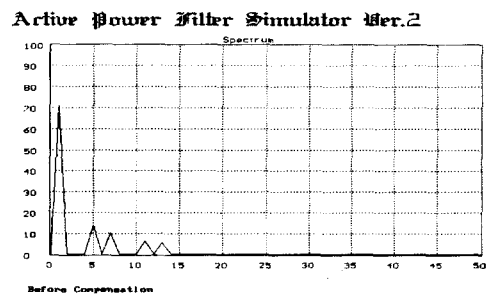
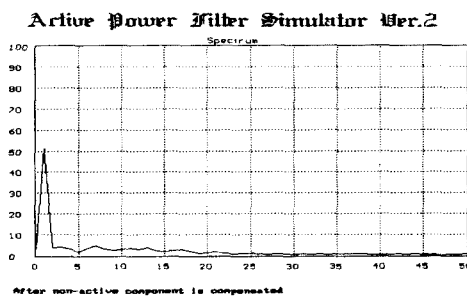
a) Time domain

b) Frequency domain

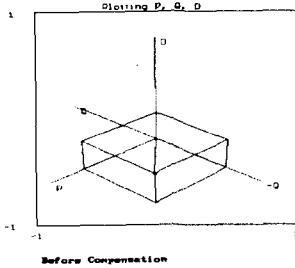


a) Time domain

b) Frequency domain



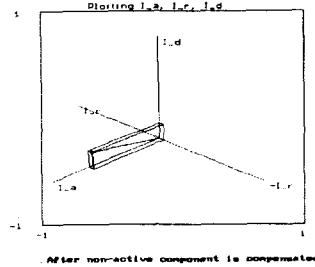
Active Power Filter Simulator Ver.2



c) Modified 3-D coordinates

그림 7. 보상전의 시뮬레이션 결과
(용량성 부하, $\varphi = -45^\circ$)
Fig. 7. Simulation results before compensated
(Capacitive load, $\varphi = -45^\circ$)

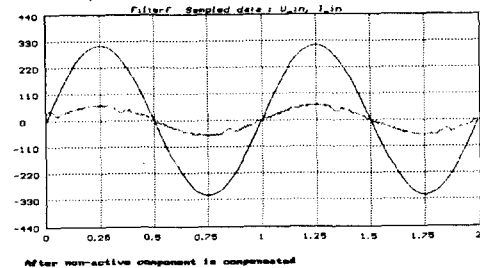
Active Power Filter Simulator Ver.2



c) Modified 3-D coordinates

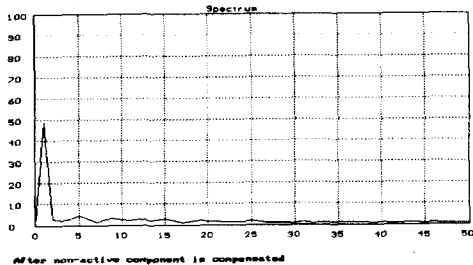
그림 8. 보상후의 시뮬레이션 결과
(용량성 부하, $\varphi = -45^\circ$)
Fig. 8. Simulation results after compensated
(Capacitive load, $\varphi = -45^\circ$)

Active Power Filter Simulator Ver.2



a) Time domain

Active Power Filter Simulator Ver.2



b) Frequency domain

6. 결론

본 연구에서는 종래의 시간영역에서의 가상전력이론과 비교하여 비교적 전력을 간단히 분석할 수 있는 평균전력이론을 제시하고, 능동전력필터의 수정된 보상성능 평가법을 제시한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 종래의 시간영역에서의 가상전력이론과 비교하여 제안된 방법은 동일한 결과를 얻으면서도 DSP등이 필요치 않는 간단한 알고리즘임을 C-언어에 의한 시뮬레이터로 그 가능성을 확인하였다

2) 본 연구에서 제시된 용량성과 유도성 기본과 무효전류를 모두 분석 가능한 평균보상전력이론에 의하여 용량성 부하전류를 가시화 할 수 있도록 수정된 3차원 전류 좌표계를 제시하였다.

3) 제안된 이론을 교류 R-S-T 3상이 각기 별도로 적용하면, 3상으로 확장 가능하다. 따라서 3상에만 적용 가능한 p-q이론과 비교하여 본 연구에서 제안된 알고리즘은 비교적 쉬운 수학적인 디지털 신호처리에 의해서 3상과 단상 모두에 적용 가능함을 제시하였다.

4) PC기반의 디지털 신호처리에 의해 능동전력필터를 구현할 수 있는 이론 또는 매트릭스가 필요한 복잡한 보상전력 이론은, PC기반 뿐 만 아니라, H/W로도 간단하게 제어기를 제작할 수 있는 능동전력필터의 보

본 연구는 한국과학재단 지정 전남대 고품질 전기 전자부품 및 시스템 연구센터의 연구비지원에 의해 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] H.Akagi, "Instantaneous Reactive Power Compensators Comprising Switching Devices without Energy Storage Components", IEEE Trans. on Industry Applications, vol. IA-20, no.3, pp.625-630, 1984.
- [2] A.Ferrero, G.Supertì-Furuga, "A New Approach to the Definition of Power Components in Three-Phase Systems Under Nonsinusoidal Conditions", IEEE Trans. on Instrum. meas., vol.40, pp.568-577, 1991.
- [3] F.Harashima, H.Inaba, "A Closed-Loop Control System for the Reduction of Reactive Power Required by Electronic Converters", IEEE Trans. on Industrial Electronics and Control Instrumentation, vol. IECI-23, no.2, pp.162-166, 1976.
- [4] J.H.R. Enslin, J.D. Van Wyk, "A New control Philosophy for Power Electronic Converters as Fictitious Power Compensators", IEEE Trans. on Power Electronics, vol.5, no.1, pp.88-97, 1990.
- [5] H. Kawahira, T. Nakamura, "Active Power Filter", IPEC-TOKYO, pp.981-992, 1983.
- [6] D.Tomy, A.AL-Zamel, "Single-Phase Active Power Filters for Multiple Nonlinear Loads", IEEE Trans. on Power Electronics, vol.10, no.3, pp.263-272, 1995.
- [7] Y.G.Jung, Y.C.Lim, "Simulator Development for Evaluating Compensation Performance of Hybrid Active Power Filter using Three-Dimensional Space Current Co-ordinates", IEEE PEDS, (Singapore), pp.427-432, 1995.
- [8] Y.G.Jung, Y.C.Lim, "A DSP Based Power Analyzing and Control System Using Three-Dimensional Current Coordinates", IEEE IECON, (TAIWAN), pp.1094-1099, 1996.
- [9] Y.G.Jung, Y.C.Lim, F.Harashima, "Instantaneous Compensating Power Flow Diagram of Active Power Filters", ISPE(SEOUL), pp.882-887, 1998.

◇ 저자 소개 ◇

정 영 국 (鄭榮國)

1963년 11월 10일생. 1986년 전남대 전기공학과 졸업. 1988년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 대불대 전기전자공학부 전임강사. 대불대학교 중 소기업 기술지도(TRITAS)사업단 및 기술혁신교육센터 사무국장

임 영 철 (任永徹)

1953년 4월 22일생. 1975년 전남대 전기공학과 졸업. 1977년 고려대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 고려대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1997년 오스트레일리아 모나시대학 Visiting Scholar. 현재 전남대 전기공학과 교수. 전남대학교 고품질 전기 전자부품 및 시스템 연구센터(RRC) 소장.

양 승 학 (梁承學)

1959년 1월 14일생. 1982년 전남대 계측공학과 졸업. 1984년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1993년 일본 동경대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1993년 -1994년 일본 동경대 생산기술연구소 박사연구원. 1995년 - 현재 호남대 전기공학과 조교수