

## 역률 향상을 위한 새로운 APWM AC 쇼퍼

장도현  
(호서대학교 전기공학과)

원종수      송종환  
(서울대학교 전기공학과)

### New Asymmetrical PWM AC Chopper to Improve the Power Factor

Jang Do Hyun  
(Hoseo University)

Won Jong Soo      Song Jong Hwan  
(Seoul Nat'l University)

New asymmetrical PWM AC Chopper is proposed, which can improve the input power factor and can reduce harmonic contents at both its input and load sides. The switching scheme for the proposed technique is presented and the theoretical characteristics of AC voltage regulator controlled by APWM AC chopper are investigated through the digital simulation

#### 1. 서론

교류 전력조정장치에서 부하전류의 파형을 개선하기 위한 목적으로서 발표된 PWM AC 쇼퍼는 자연소호방식보다는 역률이 높지만 전원속의 기본파 역률을 부하역률의 크기보다는 향상시킬 수는 없다<sup>1),2)</sup>. 한편, 전원속 역률을 개선하기 위한 목적으로 PWM 제어와 位相進制御方式(Phase leading method)를 조합한 PWM+β 制御에 의한 AC 쇼퍼가 발표되었으나<sup>3)</sup>, 位相進制御 時, 큰 고조파전압이 발생하는 단점이 있다.

본 논문에서는 位相進制御 時에 발생하는 고조파를 감소하기 위한 새로운 비대칭형 PWM(asymmetrical PWM: APWM) AC 쇼퍼를 제안하였으며, 이를 유도성 부하에 연결할 경우의 전원속 전류의 역률 및 외형률, 부하속 전류의 외형률을 계산하였다.

#### 2. 기본회로 및 파형

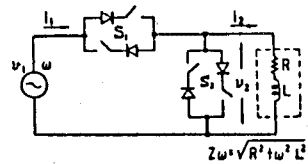


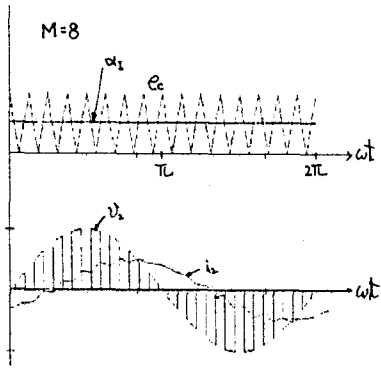
그림 1. 단상교류전력 조정회로

그림1은 본 논문에서 제안한 APWM 제어 AC 쇼퍼를 유도성 부하에 연결한 단상교류전력 조정회로로서 종래의 대칭형 PWM 제어방식과 같다.

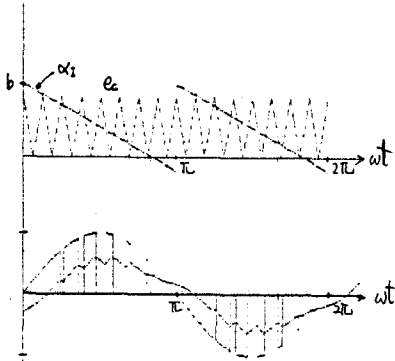
그림2.a)는 PWM제어 AC 쇼퍼의 캐리어 파형, 출력전압 및 전류파형으로서 고정된 삼각 캐리어 파형  $E_0$ 과  $\alpha_1$ 의 크기 조절에 의해 AC쇼퍼의 입력 신호와 출력전압을 제어한다. 그림2.b)는 본 논문에서 제안한 APWM 제어 AC 쇼퍼의 캐리어 파형, 출력전압 및 전류파형이다. PWM방식과 같이 시간에 대해 일정한 크기를 가지는  $\alpha_1$ 가 아닌, 전원주파수의 2배의 주파수를 가지는 톱니파 모양의  $\alpha_1$ 에 의해 APWM 제어를 실행한다. 즉,  $\alpha_1$ 의 기울기에 의해 位相進制御를, 초기치( $=b$ )의 크기에 의해 출력전압의 크기를 제어한다. 그림에서  $\tan^{-1}((b-h)/90)$ 의 기울기를 가진  $\alpha_1$ 에 의해 부하속 전압, 전류 파형의 위상차가 좌속으로 이동했음을 보여준다.

#### 3. 계산결과

##### 3-1. 출력전압의 고조파 및 위상각 분석



a) PWM 제어



b) APWM 제어

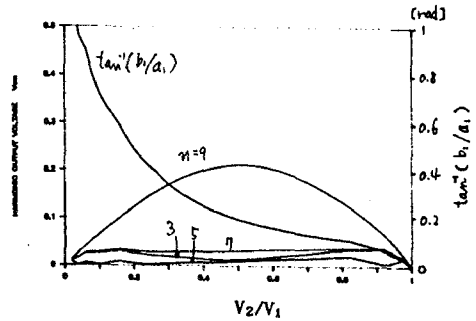
그림 2. PWM제어 및 APWM제어의 전압, 전류 파형

그림3은  $\alpha_1$ 의 고정되었을 때, 출력전압의 크기( $V_2/V_1$ )에 따라 출력전압의 기본파 및 고조파분의 크기와 기본파 전압의 위상각 변화를 보여준 것으로  $\alpha_1$ 의 기울기가 커짐에 따라 고조파분의 크기가 증가됨을 알 수 있다.

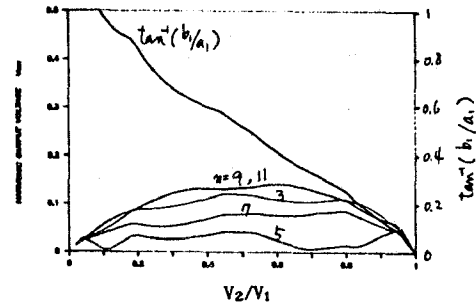
3-2. 전원속 전류의 역할 및 왜형률

그림4는 APWM 제어방식이 전원속 전류의 기본파의 역할이 효과적으로 개선됨을 보여준다. 여기서  $\alpha_1$ 의 기울기가 없는(slope=0) PWM제어방식의 경우  $V_2/V_1$ 을 변화화에 관계없이 역률의 크기는 일정하나,  $\alpha_1$ 의 기울기가 주어질 경우  $V_2/V_1$ 의 크기의 대부분의 영역에서 부하역률이 큰 것을 알 수 있다.

그림5는 부하역률( $=R/Zs$ )을 0.8로 고정하고  $V_2/V_1$ 을 변화시켰을 때 전원전류의 왜형률  $\mu_0$ 의 변화를 보여준 것



a) slope= $\tan^{-1}(30/90)$ 의 경우



b) slope= $\tan^{-1}(90/90)$ 의 경우

그림 3. 출력전압의 고조파 및 위상각 분석

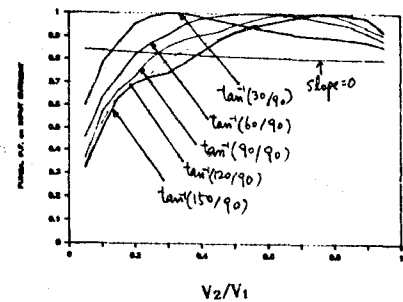


그림 4  $V_2/V_1$ 에 대한 전원속 기본파전류의 역률 변화

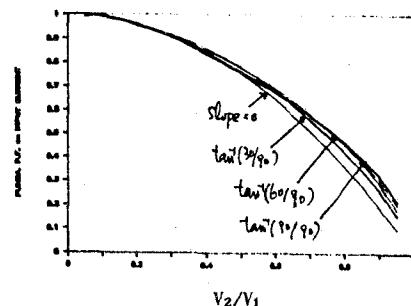


그림 5  $V_2/V_1$ 에 대한 전원전류의 왜형률의 변화

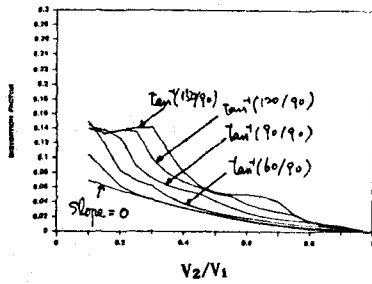


그림 6  $V_2/V_1$ 에 대한 부하전류의 왜형률의 변화

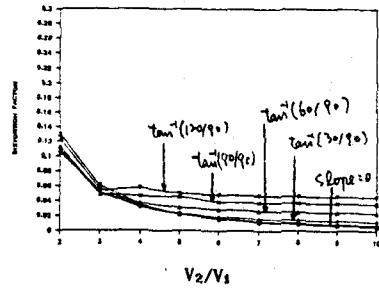


그림 7 펄스수에 대한 부하전류의 왜형률의 변화

이다.  $\alpha_1$ 의 기울기가 0인 PWM제어방식의 경우가 왜형률이 가장 작으며  $\alpha_1$ 의 기울기가 커질수록 왜형률이 점점 커지는 것을 알 수 있다. 즉, 역률 및 파형 개선의 효과와 왜형률은 서로 상반되는 결과를 갖는다.

### 3-3 부하속 전류의 왜형률

그림6은 부하역률( $=R/Zs$ )을 0.8로 고정하고  $V_2/V_1$ 을 변화시켰을 때 부하속 전류의 왜형률  $\mu_L$ 의 변화를 보여준 것이다. 그림1에서 Freewheeling switching 소자  $S_2$ 로 통과하는 전류  $I_L$ 에 의해 부하속 전류의 왜형률  $\mu_L$ 은 전원속 전류의 왜형률  $\mu_0$  보다 훨씬 줄어들어 0.1 이하의 값을 가지나,  $\alpha_1$ 의 기울기가 커질수록  $\mu_L$ 이 점점 커지는 현상을 볼 수 있다.

그림7은  $R/Zs$ 을 0.8로,  $V_2/V_1$ 을 0.5로 고정하고 반주기의 삼각파 캐리어 파형의 갖수  $m$ 을 변화시켰을 때의  $\mu_L$ 의 변화를 보여준 것이다.  $m$ 이 커질수록  $\mu_L$ 이 작아지는 일반적인 현상을 발견할 수 있다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 유도성부하를 가지는 교류전력조정회로에서 전원전류 및 부하전류의 고조파를 줄이고 전원속 역률을 개선하기 위한 목적으로 PWM 제어와 位相進制御方式(Phase leading method)를 조합한 APWM 制御에 의한 AC 초

퍼를 제안하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션에 의해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 톱니파 모양의  $\alpha_1$ 의 기울기의 크기에 의해 부하속의 역률을 制御할 수 있으며, 초기치( $=b$ )의 크기에 의해 출력전압의 크기를 제어할 수 있다.

2) PWM제어방식의 경우 전원속 역률은  $V_2/V_1$ 의 크기에 관계없이 부하역률과 비슷하나 APWM 制御方式의 경우,  $V_2/V_1$ 의 임의의 값에서 역률 1의 값을 가지는  $\alpha_1$ 의 기울기를 구할 수 있으며  $V_2/V_1$ 의 크기의 대부분의 영역에서 부하역률 보다 더 크다.

3)  $\alpha_1$ 의 기울기가 커질수록 전원속 전류 및 부하속 전류의 왜형률은 커진다.

### [참 고 문 헌]

[1] S.Hida, S. Miyairi, " Effects of PWM Applied in Single Phase AC Power Control Circuit," Trans. of JIEE, vol.103-B(1), Jan.1983

[2] G. Choe, et al., " An Improved PWM Technique for AC Chopper," IEEE Trans. on PE , vol.4, Oct.1989

[3] K.Kinoshita, et al., " Investigation of Combining PWM with Phase Leading Method Applid to AC Power Control circuit," Trans. of JIEE, vol.106-B(8), Jan. 1983