

論文2002-39SC-5-6

에어컨 전력변환장치의 고조파 개선에 관한 연구

(A Study on Harmonic Correction of Air-Conditioner Power Conversion Equipment)

文相弼*, 徐基永*, 李鉉雨*, 鄭相和*

(Sang-Pil Mun, Ki-Young Suh, Hyun-Woo Lee, and Sang-Hwa Jung)

요 약

다이오드 정류회로의 전류 파형을 향상시키기 위해서 배전압 다이오드 정류회로에 대한 새로운 동작원리를 제안하였다. 기존의 배전압 정류회로는 대용량 캐패시터를 이용하여 출력전압을 높였으나 제안한 회로는 소용량의 캐패시터와 리액터를 이용하기 때문에 출력전압은 높아지지 않지만 입력전류의 파형을 개선할 수 있다. 그리고 역률과 효율이 각각 97[%], 98[%]을 얻을 수 있다. 제안한 정류기는 고조파 규제값과 스위치가 서로 영향을 미치지 않고 다이오드와 인덕터 그리고 콘덴서로 구성된 비선형 임피던스 회로이다. 또한 일반적인 펄스 폭 변조 인버터와 하프 펄스 폭 변조 인버터를 비교하여 설명하였으며 제안된 하프 펄스 폭 변조 인버터에 의해서 낮은 스위칭 손실과 오버슈팅을 제어할 수 있다.

Abstract

To improve the current waveform of diode rectifiers, we propose a new operating principle for the voltage doubler diode rectifiers. In the conventional voltage doubler rectifier circuit, relatively large capacitors are used to boost the output voltage, while the proposed circuit uses smaller ones and a small reactor not to boost the output voltage but improve the input current waveform. A high input power factor of 97[%] and an efficiency of 98[%] are also obtained. The harmonic guide lines of proposed rectifier is no interfered with inverter switching, resulting in a simple, reliable and low-cost ac-to dc converters in comparison with the boost-type current-improving circuits. It compared conventional pulse-width modulated (PWM) inverter with half pulse-width modulated (HPWM) inverter. Proposed HPWM inverter eliminated dead-time by lowering switching loss and holding over-shooting.

Keyword : Voltage-doubler rectifier Circuit, power factor, efficiency, HPWM in verter

I. 서 론

인버터가 가전제품이나 산업용기기에 널리 보급됨에

따라 직류 전원으로써 채용되고 있는 콘덴서 입력형 다이오드 정류회로에서 발생하는 고조파 장애가 문제 시되고 있다. 이 대책으로서 가전제품에 유입하는 고조파 전류의 크기를 법적으로 규제하고 있다^[1-2]. 최근 이러한 문제점들을 해결하고자 여러 가지 방법들이 연구되어지고 있는데 그 중에서 수백W급을 소전력 정류회로에서는 자여소자를 이용한 우수한 파형 개선법이 개발되고 있다^[3]. 그러나 이러한 기술을 인버터 에어컨용

* 正會員, 慶南大學校 電氣電子工學部
(School of Electrical & Electronic Engineering, Kyung-nam University.)

※ 이 논문은 2002년도 경남대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 쓰여진 것임

接受日字:2001年10月4日, 수정완료일:2002年8月8日

직류전원에 대표되는 단상 중용량 정류회로에 적용한 결과로서는 효율, 경제성, 신속성 및 전자노이즈등에서 해결 방법의 문제점들이 남아 있다. 이 문제에 대해서 다이오드와 수동소자만으로 구성되고 고조파 규제값을 만족하는 정류회로가 개발되어 지고 있다^[4]. 그리고 3 배 전압정류회로를 기본 회로로 하여 콘덴서의 충전전압을 전원전압에 중첩하여 전류의 도통구간을 넓게 하므로써 파형 개선을 실현하고 있지만 출력전압이 입력 전압과 거의 동등하게 되기 때문에 부하에 배전압을 필요로 하는 용도에는 적합하지 않다^[5]. 이와 같이 현재의 사용되어지고 있는 정류회로는 다소 범용성에서 부족한 면이 있다. 본 논문에서는 기존의 배전압 정류 회로에 있어서 배전압용으로 사용되고 있는 대용량 콘덴서를 소용량에 적용하고, 리액터로서 병용해서 파형 개선 기능을 가지며 출력전압의 상승을 억제하면서 전류파형의 개선하는 방법을 제안하고자 한다. 그리고 출력에 입력전압의 2배를 얻는 배전압 정류회로의 여러 가지 형태를 제시한다. 또한 특성 파라메트를 토대로 설계된 정류회로의 특성과 고조파 규제값을 만족하는 것을 실험으로 확인하고 이 결과가 시뮬레이션결과와 일치하는 것을 나타내하고자 한다.

II. 기본회로와 특성

1. 기본 회로와 동작원리

그림 1과 2는 일반적인 에어컨의 전원부 회로와 입력전압, 전류의 파형을 나타낸 것이다. 그림 3은 제안한 단상 정류 회로를 나타낸 것이다^[10-11]. 그림 3의 회로 구성은 기존의 배전압회로와 유사하지만 C_1, C_2 를 소용량으로 하였으며, 교류측에 리액터 L 를 삽입하여 그림 4와 같이 콘덴서 C_1 및 C_2 의 전압 V_{C1}, V_{C2} 가 전원의 반 사이클간에 0[V]와 부하전압 V_d 사이에서 충방전하는

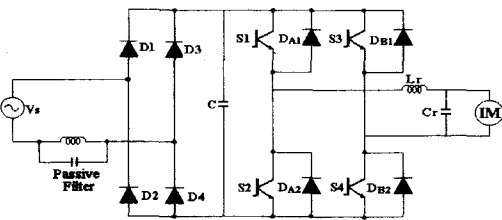


그림 1. 일반적인 에어컨의 전원부 회로
Fig. 1. Source part circuit of an air-conditioner.

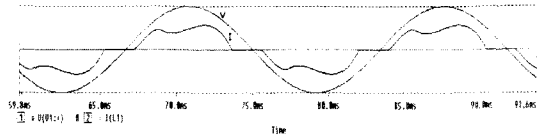


그림 2. 기존의 단상 정류회로의 입력전압·전류파형
Fig. 2. Input voltage and current waveform of conventional single phase rectifier circuit.

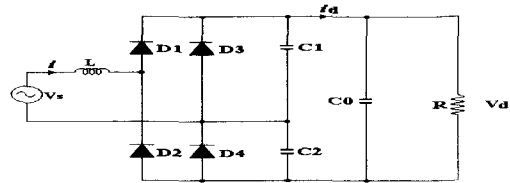


그림 3. 고역률 다이오드 정류회로
Fig. 3. High power factor diode rectifier circuit.

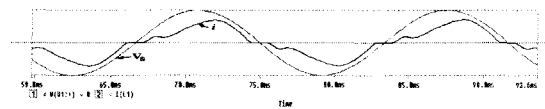


그림 4. 고역률 다이오드 정류회로의 입력전압, 전류 파형
Fig. 4. Input voltage and current waveform of high power factor diode rectifier circuit.

것이 기존의 배전압정류회로와 동작이 다르다. 전원 반 사이클의 전반에 걸쳐 입력전류의 위상은 L 과 C_1, C_2 의 공진으로서 실현하고, 도통구간의 확대는 리액터 L 에 축적된 에너지를 이용하는 것이다.

2. 회로해석

제안회로는 전원의 반 사이클 사이에 두 개의 공진모드를 가지고 있으며 모드 1에서부터 모드 2로 되는 시각이 부하의 함수로 되기 때문에 기존의 해석법에 의해서 입력전류의 고조파 성분을 구할 수 없다. 제안한 회로에 있어서 그림 8(a)에 나타낸 모드 1이 전류의 파형 개선에 중요한 역할을 하는 모드이며 입력전류와 $L, C1(=C2)$ 의 값이 결정되어 진다. 이렇게 얻어진 파라메타를 정류회로 설계시 이용하면 입력전류의 규제값에 가장 적절한 파라메타를 구할 수 있다. 그림 3에 있어서 평활 콘덴서 $C0$ 가 $C1$ 에 비해 충분히 클 경우 모드 1은 $C1, C2$ 의 병렬회로에 L 이 직렬로 접속된 회로와 동가가 된다. 전원전압 V 는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$v = \sqrt{2} V_s \sin \omega t \tag{1}$$

$v_{d1}(0)=0, v_{d2}(0)=v_d, i(0)=0$ 의 조건을 토대로 모드 1의 공진 전류 i 를 구하면 다음과 같다.

$$i = \frac{\sqrt{2}}{(k^2-1)\omega L} [\cos \omega t - \cos(k\omega t)] \quad (2)$$

여기서 k 는 공진 주파수의 전원주파수에 대한 비이고 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$k = \sqrt{\frac{1}{2LC}} \frac{1}{\omega} \quad (C=C_1=C_2) \quad (3)$$

식 (2)에서 주어지는 모드 1의 전류 i 가 최대치가 되면 근사적으로 $k\omega t = \pi$ 의 시각에서 동작을 한다. 그리고 최대치를 $1/\sqrt{2}$ 배한 실효치 I_r 는 식 (4)와 같다.

$$I_r = \frac{V}{(k^2-1)\omega L} [\cos(\pi/t) + 1] \quad (4)$$

3. 회로정수와 입·출력특성

전원전압 V 와 I_r 및 k 가 주어지면 식 4에 의해서 L 이 결정되고, 그 결과를 식 (3)에 대입해서 C ($C_1=C_2$)가 결정되어진다. 제안된 전력변환장치의 제어 스위치는 가변 저항 스위치로 가정하고 그 외 소자는 이상적인 소자로 하여 PSpice에 의한 시뮬레이션을 하였다. 표 1은 그림 3의 회로에 사용된 회로 정수를 나타낸 것으로 전원전압을 200[V]로 한 경우의 특성 파라메타 I_r 와 k 에 대한 L 및 C 의 값을 산정하였다. 평활용 콘덴서 C_0 은 출력전압의 리플값을 제한에 따라 결정되어지지만 여기서는 전압 리플을 억제 부하와 이상적인 정전압원에 가깝기 때문에 10,000[μ F]로 설정하였다.

그림 5는 표 1의 회로정수에 대한 출력전압 및 역률

표 1. 그림 3에 사용된 회로정수

Table 1. Circuit parameters using fig 3.

입력교류전압 V_s	200 [V], 60 [Hz]		
유해파 L	2.5[mH]	3.0[mH]	5.0[mH]
콘덴서 $C_1=C_2, C_2$	88[μ F]	73[μ F]	78[μ F]
삼각파 필터인도 f_c	2160[Hz]		
변조도 M	0.9		
출력측 필터인도 L_r	3[mH]		
출력측 필터콘덴서 C_r	10[μ F]		
Motor	인덕터 L_r	88.37[mH]	
	저항 R_r	8.2[Ω]	

의 특성 결과이다. 그림 5에서 알 수 있듯이 효율은 L 과 C 의 영향을 거의 받지 않으므로 본 논문에서는 $L=3$ [mH], $C=73$ [μ F]의 특성을 선정하여 시뮬레이션한 결과 최대효율은 98[%]정도 얻을 수 있었다. 만일 $k=3$ ($L=5$ [mH], $C=78$ [μ F])의 경우 입력이 45[W]이하로 배전압 동작되기 때문에 출력전압이 급상승한다. 즉 C_1 과 C_2 의 전하가 0[V]까지 방전되지 않는다. 하지만 $k=4$ ($L=3$ [mH], $C=73$ [μ F])에서는 이와 같은 문제가 생기지 않는다. 일반적으로 k 의 값이 작게 되면 L 및 C 의 용량이 증가하고, 저출력시에 정류회로가 배전압 동작영역에 들어 소자가 파괴될 위험성이 높아진다. 반대로 k 가 크게 되면 고조파 성분이 규제값을 만족하지 않고 많이 발생한다. 이러한 결과에 의해서 k 값을 4로 선정하였으며 I_r 는 10[A]정도로 V 자 특성을 지니게 된다. 그리고 제3차 고조파 전원이 입력의 중심값 부근에서 최소값을 가지게 된다.

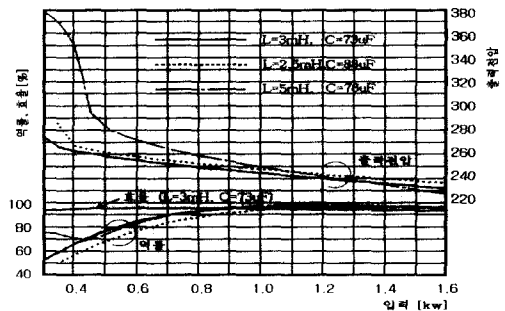


그림 5. 표 2에 대한 L - C의 입출력특성

Fig. 5. Input-output characteristics of the L - C with the parameters in table 2.

III. 제안한 에어컨 전력변환장치의 고조파 개선회로

1. 회로구성 및 동작원리

일반적으로 콘덴서 입력형의 정류회로는 간단하면서도 안정한 회로이지만, 최근에는 전원측에 흐르는 고주파 전류가 문제되고 있다. 정류회로의 입력전류 파형을 개선하는 방법으로는 스위칭 소자를 이용한 PWM 컨버터등이 다수 소개되고 있지만, 제어회로를 필요로 하기 때문에 복잡하면서 고가이므로 신속성이 부족하다. 이러한 문제를 해결하고자 다이오드와 콘덴서로서 구성되어지는 비선형 캐패시턴스 회로를 제안하고자 한다. 그림 6은 제안한 비선형 캐패시턴스 회로를 나타낸

것이다. 그림 6에서 전류 i 가 그림 6(a)와 같은 방향으로 흐르는 경우에는 다이오드 D_2 가 도통해서 C 가 직렬로 구성되므로 캐패시턴스는 $C/2$ 로 된다. 그리고 전류 i 가 그림 6(b)와 같은 방향으로 흐르는 경우에는 D_1, D_3 가 도통해서 캐패시턴스는 $2C$ 로 된다. 이때 회로의 양단 전압은 각각 $v, v/2$ 로 된다. 이 회로를 다이오드 정류회로에 적용하면 입력전류의 파형을 개선할 수 있다. 그림 7은 제안한 에어컨 전력변환장치의 고조파 개선회로를 나타낸 것이다. 회로구성을 간단히 하기 위해서 리액터 L 은 0으로 하며, $C11-C12$ 과 $C21-C22$ 의 값은 같은 것으로 한다. 제안한 회로는 입력전압 v_s 가 정의 반주기동안에 4개의 모드로 구성되며 그 동작원리의 설명은 다음과 같다.

모드 1: v_s 가 정으로 되면 D_{22} 가 도통하고, $C21-C22$ 가 직렬로 충전되어지는 모드이다. 이 충전동작은 입력 전압이 최대가 될 때까지 동작된다. 이때 $C21-C22$ 는 입력전압의 최대값 V_m 의 1/2까지 충전되어진다. 이것은 그림 8(a)에서 전류 i 가 정의 경우에 해당된다.

모드 2: 모드 2에서는 $C11-C12$ 에 충전된 전압 $V_m/2$ 이 $v_s + v_1 > v_d$ 된 시점에서 D_{11} 과 D_{13} 가 도통되는 모드이다. 이때 직류측에 전류를 공급하게 된다. 전류가 흘러짐으로써 $C1$ 에 축적된 전하는 서서히 방출되며, 전압 v_1 은 감소한다. 이것은 그림 8(b)에서 전류 i 가 부의 경우에 해당된다.

모드 3: $v_1 = 0$ 로 된 시점에서 $v_s > v_d$ 로 하면, 회로는 전파정류회로와 같은 동작을 하게 된다. 그러므로 그림 8(c)와 같다.

모드 4: 직류측에 전류가 공급되지 않으므로 모드 4에서는 C_d 에 축적된 전하에 의해서 부하측으로 전류가 흐르게 되며 그림 8(d)와 같다.

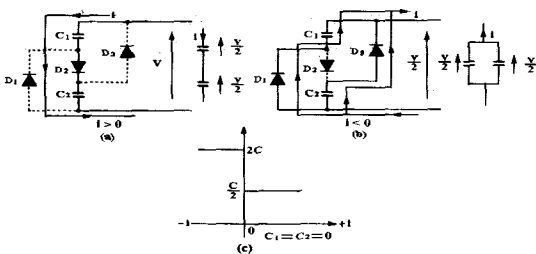


그림 6. 비선형 캐패시터의 회로
Fig. 6. Circuit of nonlinear capacitance.

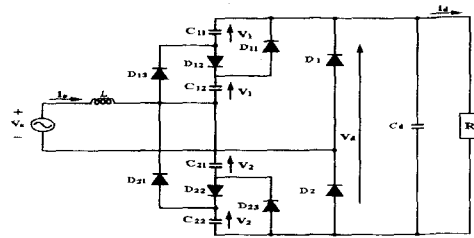
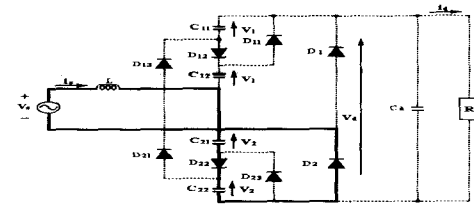
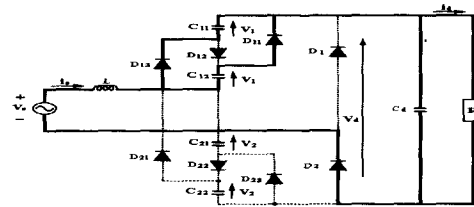


그림 7. 제안한 에어컨 전력변환장치의 고조파 개선 회로

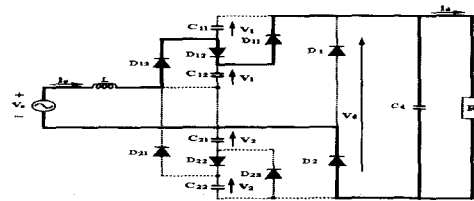
Fig. 7. proposed on Harmonic Correction of Air-Conditioner Power Conversion Equipment.



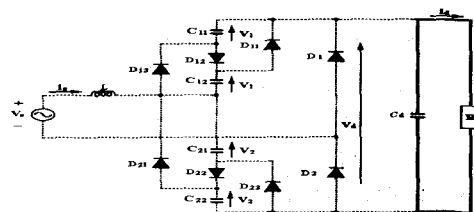
(a) 모드 1



(b) 모드 2



(c) 모드 3



(d) 모드 4

그림 8. 제안한 회로의 동작 모드
Fig. 8. operating modes of proposed circuit.

위에서 해석한 동작모드는 이상적인 해석이지만 실제적으로는 모드 1과 모드 4, 모드 1과 모드 2, 그리고 모드 1과 모드 3이 동시에 동작을 행하게 된다. 그림 9

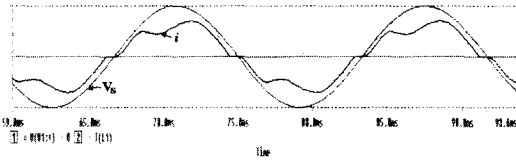
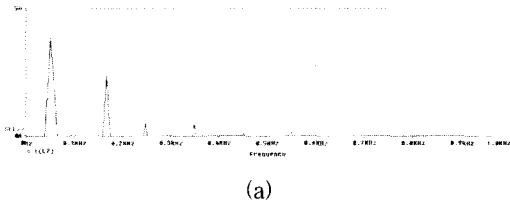


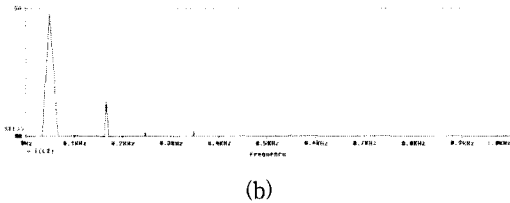
그림 9. 제안한 정류회로의 입력전압, 전류 파형
Fig. 9. Input voltage and current waveform of proposed rectifier circuit.

는 제안한 회로의 입력전압 및 전류의 파형을 나타낸 것이다. 표 2는 본 논문에서 제안한 에어컨 전력변환 장치의 고조파 개선회로에 사용된 회로 정수를 나타낸 것이다.

그림 10은 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타내고 있다. 그림 10(a)은 그림 3의 회로도에 대한 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것이며 그림 10(b)은 그림 7의 회로도에 대한 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 파형에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 회로도의 고조파성분이 적은 것을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 10. 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼 (a) 그림 3의 회로 (b) 그림 7의 회로
Fig. 10. Frequency spectrum for input current. (a) Circuit of fig 3 (b) Circuit of fig 7

표 2. 제안한 회로의 정수
Table 2. Parameters of proposed circuit.

입력	200 [V], 60 [Hz]
	6.6[mH]
	4400[μF]
콘덴서 C11, C21, C22 C21(-C22)	157[μF]
삼각파 변압기 비율 k	2160[Hz]
변압비 M	0.9
출력측 필터인덕터 L_f	3[mH]
출력측 필터커패시터 C_f	10[μF]
인버터 L_s	88.37[mH]
저항 R_s	8.2 Ω

2. HPWM 인버터의 회로구성 및 동작원리

그림 11은 스위치 $S_1 \sim S_4$ 로 이루어진 일반적인 단상 브리지 회로로 양쪽의 스위치가 각각 서로 다른 시간에 동작을 한다. 즉 스위치 S_1, S_2 가 입력신호의 정의 반주기 동안 스위칭 동작을 하며 부의 반주기 스위치 S_3, S_4 는 휴지하는 기간을 가지게 된다.

인버터의 스위칭 소자에 정현파 입력전압과 삼각파

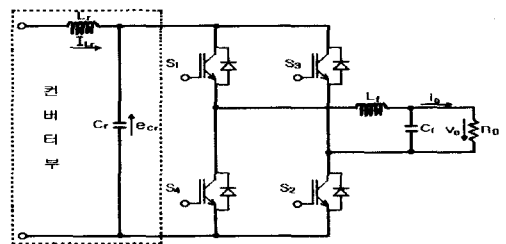


그림 11. 제안한 단상 인버터의 주 회로도
Fig. 11. Main circuit of proposed single phase.

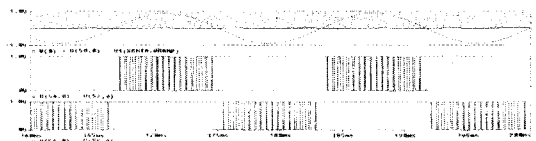


그림 12. 제안한 HPWM 인버터의 게이트 신호
Fig. 12. Gate signal of proposed HPWM inverter.

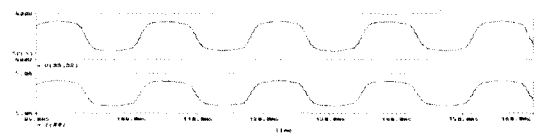


그림 13. 제안한 HPWM 인버터의 출력전압, 전류 파형
Fig. 13. Output voltage and circuit waveform of proposed HPWM inverter.

캐리어 신호에 의해 만들어진 인버터의 게이트 신호를 그림 12와 같이 나타낼 수 있다. 그림 13은 인버터의 스위칭 소자에 정현파와 입력전압과 삼각파 캐리어 신호에 의해 만들어진 HPWM 파형을 인가할 경우의 인버터의 출력전압, 전류의 파형을 나타낸 것이다.

IV. 실험 결과 및 고찰

그림 14는 제안한 에어컨 전력변환장치의 고조파 개선의 실험 회로도를 나타낸 것이다. 실험회로에 사용된 전원장치의 전압은 출력전압을 고려하여 설정하였다. 또한 전력용 스위치는 IGBT 시리즈1MBH40-60 (VCE = 600[V], IC=40[A], Toff=640[ns], 20[kHz]기준)을 사용하고 사용된 다이오드들은 정류형 다이오드를 사용하였다. 인덕터 L는 Mn-Zn 페라이트 코어로 0.5[mm] 공극으로 6.6[mH]으로 변화를 주어 구성하고, 콘덴서 C₁₁-C₁₂, C₂₁-C₂₂는 전해콘덴서를 이용하여 15[μF] 주었다. 그리고 실험에 사용된 모터는 220[V], 0.75[KW], 60[Hz], 1710[rpm], 65[%], 5[%]의 상용화 모터를 사용하였다.

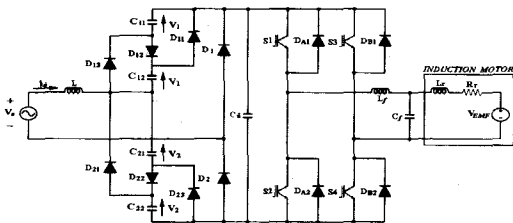


그림 14. 제안한 실험 회로도
Fig. 14. Proposed experimental circuit diagram.

그림 15는 입력전압과 입력전류의 파형을 나타낸 것이다. 그림 15에서 알 수 있듯이 시뮬레이션의 결과와 같이 거의 단위 역률을 이루고 있다.

그림 16은 HPWM 제어신호로서 변조도 0.9, 주파수

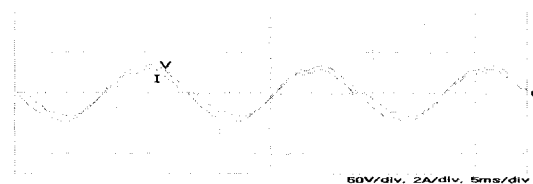


그림 15. 입력전압과 입력전류의 파형
Fig. 15. Waveform of input voltage and current.

60[Hz]의 정현파 변조신호, 주파수 2.160[Hz]의 삼각파 캐리어 신호를 사용한 제어 실험 파형을 나타낸 것이다. 그림 17은 필터를 설치했을 때의 출력전압전류의 파형을 나타낸 것이다. 그림 17에서와 같이 Low pass filter를 설치할 경우 출력전압전류는 정현파 성분을 띠고 있는 것을 알 수 있으며, 거의 단위 역률로 존재하는 것을 알 수 있다. 이상의 실험 파형들은 시뮬레이션 결과와 잘 일치된다

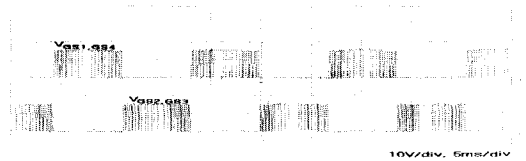


그림 16. 인버터 스위치 S1, S4와 S2, S3의 제어신호
Fig. 16. Control signal of inverter switch S1, S4 and S2, S3.

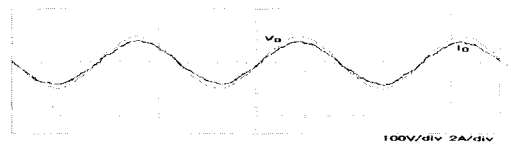


그림 17. 출력전압과 출력전류의 파형(필터포함)
Fig. 17. Waveform of output voltage and current (low pass filter).



(a)



(b)

그림 18. 실험장치 (a) 실험장치의 외형 (b) 제어장치
Fig. 18. Experimental device. (a) External of experimental device (b) Control device

그림 18은 실제 제작한 전력용량 0.75[KW]의 에어컨용 전력변환의 실험장치이다. 그림 18(a)은 전체 실험장치도를 나타낸 것이고, 그림 (b)은 제어부분을 나타

낸 것이다. 실험회로에 사용된 전원장치의 전압은 출력 전압을 고려하여 설정하였다. 그림 19는 전원부와 제어부를 PIC로 하여 실제 에어컨에 장착한 외형도를 나타낸 것이다. 그림 20은 입력전압의 변화에 따른 그림 3의 회로도와 그림 7의 회로도의 역률을 비교한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 전압이 상승하여도 제한한 회로는 크게 역률이 변화하지 않고 일정한 것을 알 수 있다. 그림 21은 출력전류의 변화에 따른 그림 3의 회로도와 그림 7의 회로도의 역률을 비교한 것이다.

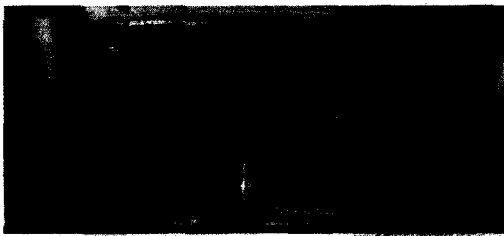


그림 19. 실제 에어컨에 장착한 외형도
Fig. 19. The facts air-conditioner outward form.

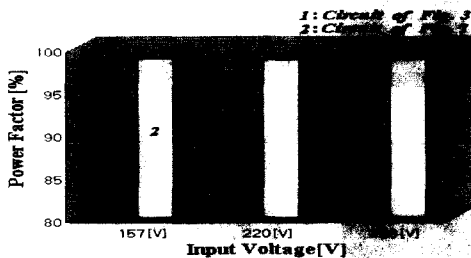


그림 20. 입력전압과 역률의 특성
Fig. 20. characteristics of input voltage and power factor.

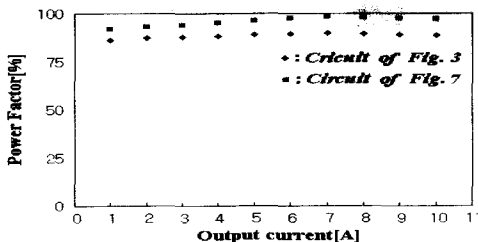


그림 21. 출력전류와 역률의 특성
Fig. 21. characteristics of output current and power factor.

V. 결론

기존의 배전압 정류회로에 있어서 배전압용의 대응

량 콘덴서를 소용량에 적합함과 동시에 교류측에 리액터를 삽입해서 공진적으로 콘덴서를 충·방전시키는 것에 의한 다이오드 정류회로의 파형 개선법을 제안하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 수동소자만으로 구성되기 때문에 신뢰성과 경제성에 적합하며, 스위칭 동작을 이용하지 않기 때문에 전자 노이즈등을 문제가 발생하지 않는 특징이 있다.
- 2) 본 논문에서 회로정수를 결정하는데 두 개의 특성 파라메타를 이용하여 결정하였다.
- 3) 실험결과에 의해서 전원에 접속되어 있는 다이오드 정류회로의 고조파 전류가 고조파 가드라인을 만족함과 동시에 최대효율 98[%]와 역률 97[%]로 되었다.
- 4) 수동소자만으로 회로를 구성할 수 있기 때문에 회로 구성이 간단하고, EMI 장애가 저감되었다.
- 5) 본 논문에서 제안한 에어컨 전력변환장치의 고조파 개선회로를 구성하여 특성 및 입력전압과 전류를 비교한 결과 기존의 회로보다 우수하다.
- 6) 사용한 컨버터에서 출력되는 DC 전원측에 변조된 신호를 이용한 단상용 인버터를 구성하여 기존의 PWM 인버터의 출력 파형에서 발생하는 문제점들을 제거하여 고조파 성분을 상쇄시키고 스위칭 손실의 최소화하였다.

이 모든 사항은 시뮬레이션과 시험을 통하여 그 타당성을 증명했으며, 연구된 내용의 컨버터와 인버터를 사용하여 실제 에어컨에 적용한다면 위와 같은 많은 잇점을 얻을 수 있다고 판단된다.

참고 문헌

- [1] J.C Salmon, "Performance of A Single Phase PWM Boost Rectifier Using Hysteresis Current Control," EPE'91 Proc, pp. 4-384~ 4-389.
- [2] J.Holtz, "Pulse width Modulation-A Survey," IEEE - PESC Conf. Rec., pp. 11~18, 1992.
- [3] Fujiwara and Nomura, "A Power Factor Correction for Single-phase Diode Rectifiers without Employing PWM Strategy," IPEC -Yokohama, pp. 1501-1506, 1995.
- [4] 野村, "單相ダイオード整流回路の高調波 電流低減

法,” 電氣學會半導體電力變換 硏究會資料, SPC-96-3, 1996.

[5] K.Fujiwara and H.Nomura, “Improvement of Current Waveform for 200V Input Single-phase Rectifier Using Modified Voltage-doubler Circuit,” Proceedings of Power Conversion Conference - NAGOAOKA, pp. 897~900, 1997.

[6] 문상필, 서기영, 이현우, 김영문, “220[V] 단상 에어컨용 전력변환장치에 관한 연구,” 대한전기학회 춘계학술대 회논문집, pp. 1-2~1-3, 1999

[7] 문상필, 서기영, 이현우, 김영문, 김영철, “심플한 단상 에어컨의 역률개선회로에 관한 연구,” 조명설비학회지, Vol. 15, No.2, pp.73~79. March 2001

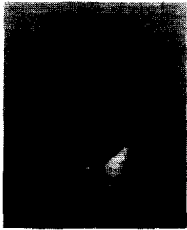
[8] Philip C. Todd, “UC3854 Controlled Power Factor Correction Circuit Design,” Unitorde Application Note U-134, pp. 10-303~10-322.

[9] 최종우, 설승기, “새로운 데드타임보상법을 이용한 인버터 출력전압의 합성,” 대한전기학회 논문집, 제44권, 4호, pp. 453~459, 1995

[10] Bimal K. Bose, “Power Electronics and Variable Frequency Drives,” IEEE Press, 1996.

[11] B.Allzadeh, “EMI & Thermal Constderation In Off-line Boost Converter-based Power Factor Controllers,” Power Conversion June 1991 Proc. pp. 149~156.

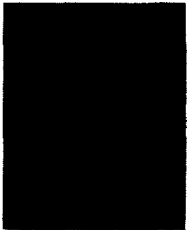
저 자 소 개



文 相 弼(正會員)
 1997년 : 부경대 전기공학과 졸업.
 1999년 : 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 : 동 대학원 전기공학과 박사수료. 현재 : 마산 대학 겸임강사



鄭 相 和(正會員)
 1990년 : 부경대 전기공학과 졸업.
 1995년 : 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 : 동 대학원 전기공학과 박사과정. 현재 : 경남 전문학교 전임강사



徐 基 永(正會員)
 1965년 : 한양대 전기공학과 졸업.
 1980년 : 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 : 동 대학원 전기공학과 박사수료. 현재 : 경남대 전기전자공학부 교수



李 鉉 雨(正會員)
 1979년 : 동아대 전기공학과 졸업.
 1984년 : 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년 : 동아대 대학원 전기공학과 졸업(공박). 현재 : 경남대 전기전자공학부 교수