

## 저소비전력형 인버터 에어컨 전원시스템의 특성 해석

빅영조 · 서기영 · 문상필\* · 김영문\*  
 경남대학교 · 마산대학\*

### The characteristic analysis of inverter air-conditioner power system with low power dissipation type

Young.Jo.Park · Ki.Young.Suh · Sang.Pil.Mun\* · Young.Mun.Kim\*  
 Kyungnam University · Masan College\*

**Abstract** - By having the proposed circuit using a smaller one with a small reactor, the output voltage is boosted-up and improves the input of the current waveform. Therefore, we are able to follow the harmonics guidelines. Greater power and efficiency is obtained from the proposed circuit. This also reduces some switching loss and holds the over-shooting by using the inverter of eliminated dead-time HPWM which is a non-linear impedance of the circuit to make up the diodes, the capacitance, and the reactor. We compared the conventional PWM inverter and proposed HPWM inverter.

## 1. 서 론

인버터가 가전제품이나 산업용기기에 널리 보급됨에 따라 직류 전원으로써 채용되고 있는 콘덴서 입력형 다이오드 정류회로에서 발생하는 고조파 장애가 문제시되고 있다. 최근 이러한 문제점들을 해결하고자 여러 가지 방법들이 연구되어지고 있는데 그 중에서 수백V급을 소전력 정류회로에서는 자여소자를 이용한 우수한 파형 개선법이 개발되고 있다. 그러나 이러한 기술을 인버터 에어컨용 직류전원에 대표되는 단상 중용량 정류회로에 적용한 결과로서는 효율, 경제성, 신속성 및 전자노이즈 등에서 해결 방법의 문제점들이 남아 있다. 이 문제에 대해서 다이오드와 수동소자만으로 구성되고 고조파 규제값을 만족하는 정류회로가 개발되어 지고 있다. 그리고 3배 전압정류회로를 기본 회로로 하여 콘덴서의 충전전압을 전원전압에 중첩하여 전류의 도통구간을 넓게 함으로써 파형 개선을 실현하고 있지만 출력전압이 입력전압과 거의 동등하게 되기 때문에 부하에 배전압을 필요로 하는 용도에는 적합하지 않다. 본 논문에서는 기존의 배전압 정류회로에 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 파라메터를 토대로 설계된 정류회로의 특성과 고조파 규제값을 만족하는 것을 실험으로 확인하고 이 결과가 시뮬레이션결과와 일치하는 것을 나타내고자 한다.

## 2. 인버터 에어컨의 시스템 구성

그림1은 일반적인 에어컨 전원시스템을 나타낸 것이며, 그림2는 입력전압과 전류의 파형을 나타낸 것이다.

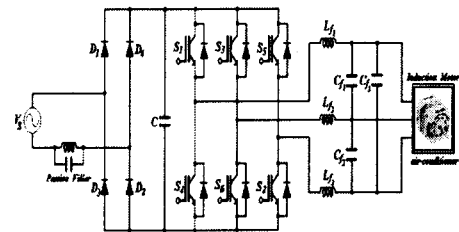


그림 1. 일반적인 에어컨 전원시스템  
 Fig. 1. Conventional air-conditioner power system

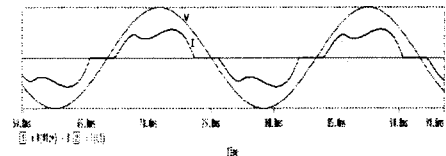


그림 2. 일반적인 에어컨 전원시스템의 입력 전압과 전류의 파형  
 Fig. 2. Input voltage and current waveform of general air-conditioner power system

그림 3은 제안한 비선형 캐패시턴스 회로로서 3개의 다이오드(D11, D12, D13)와 두 개의 캐패시터(Cr1, Cr2)로 구성되어 있다. 그림 3에서 전류  $i$ 가 그림 3(a)와 같은 방향으로 흐르는 경우에는 직렬로 구성되므로 캐패시턴스는  $C/2$ 로 된다. 그리고 전류  $i$ 가 그림 3(b)와 같은 방향으로 흐르는 경우에는 병렬로 구성되므로 캐패시턴스는  $2C$ 로 된다. 이때 회로의 양단 전압은 각각  $v$ ,  $v/2$ 로 된다.

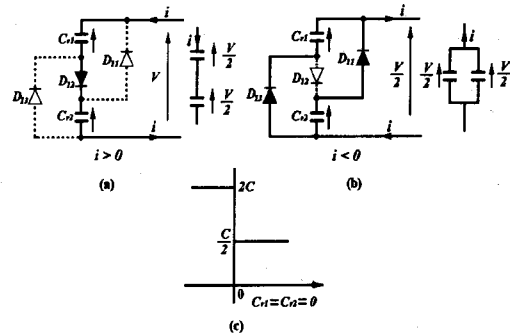


그림 3. 제안한 비선형 캐패시터의 기본원리  
 Fig. 3. The base principles of proposed nonlinear capacitance

그림4는 제안한 에어컨 전력변환장치의 고조파 개선 회로를 나타낸 것이다. 회로구성을 간단히 하기 위해서 리액터L은 0으로 하며, Cr1-Cr2의 값은 같은 것으로 한다.

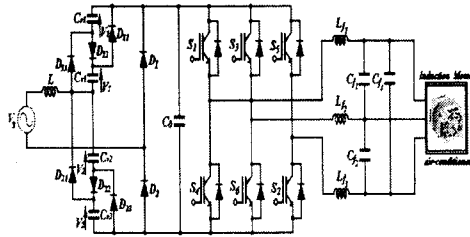


그림 4. 제안한 에어컨 정류회로  
Fig. 4. Proposed rectifier circuit for air conditioner

### 3. 시뮬레이션 및 실험 결과

표 1은 본 논문에서 제안한 회로의 시뮬레이션 실험에 사용된 회로 정수를 나타낸 것이다. 그림 5는 시뮬레이션에 의해 제안한 정류회로의 입력 전압과 전류의 파형을 나타낸 것이다. 그림2의 일반적인 회로의 파형과 제안한 회로의 파형을 비교했을 때 일반적인 회로보다 역률이 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

표 1. 제안한 회로정수  
Table 1. Parameters of proposed circuit

Input Source Voltage $v_s$	220[V], 60[Hz]	
Input Reactor $L$	6.6[mH]	
DC smooth Capacitor $C0$	4400[ $\mu$ F]	
Capacitor $Cr1, Cr2$	157[ $\mu$ F]	
Carrier Frequency $f_c$	2160[Hz]	
Modulation Ratio $M$	0.9	
Output Filter Reactor $L_f$	3[mH]	
Output Filter Capacitor $C_f$	10[ $\mu$ F]	
Motor	Load Reactor	88.37[mH]
	Load Resistor	8.2[ $\Omega$ ]
IGBT(GMBH40-60)	$V_{ce}$	600[V]
	$I_c$	40[A]
	$T_{off}$	640[ns]
	Switching Frequency	20[kHz]

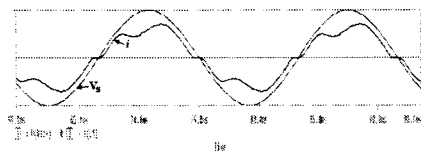


그림 5. 제안한 전원시스템의 입력전압과 전류  
Fig. 5. Input voltage and current waveform of proposed source system

그림 6은 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타내고 있다. 그림 6(a)은 그림 1의 회로도에 대한 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것이며 그림 6(b)은 그림 4의 회로도에 대한 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 그림 7은 출력 전압과 전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 그림 7(a)은 그림1의 회로도에 대한 출력 전압과 전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것이며, 그림 7(b)은 그림 4의 회로도에 대한 출력전압과 전류에 대한 주파수 스펙트럼을 나타낸 것이다. 파형에서 알 수 있듯이 (a)와(b)를 비

교해 보면 제안한 회로도의 고조파성분이 적은 것을 알 수 있다. 그림 8은 출력전압과 전류의 시뮬레이션 파형을 나타낸 것이다.

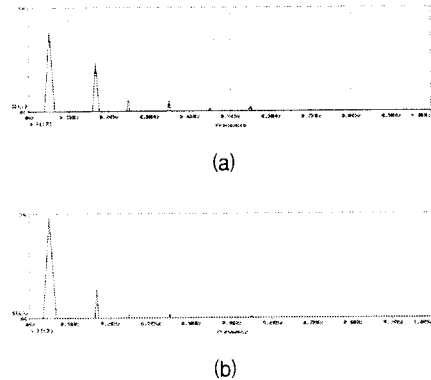


그림 6. 입력전류에 대한 주파수 스펙트럼  
(a) 일반적인 전원시스템  
(b) 제안한 전원시스템

Fig. 6. Frequency spectrum for input current  
(a) Conventional power system  
(b) Proposed power system

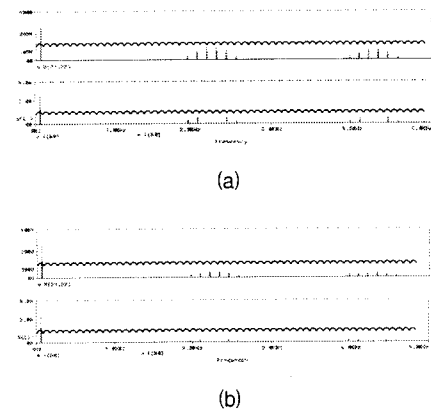


그림 7. 출력전압과 전류에 대한 주파수 스펙트럼  
(a) 일반적인 PWM 인버터  
(b) 제안한 HPWM 인버터

Fig. 7. Frequency spectrum of output voltage and current  
(a) Conventional PWM inverter  
(b) Proposed HPWM inverter

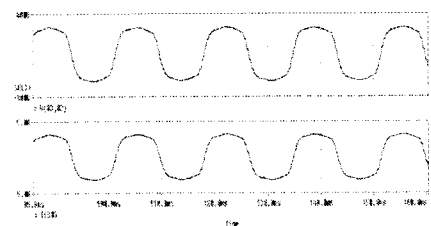


그림 8. 출력전압과 전류의 시뮬레이션 파형  
Fig. 8. simulation waveforms of output voltage and circuit

그림 9는 입력전압과 입력전류의 파형을 나타낸 것이다. 그림 9에서 알 수 있듯이 시뮬레이션의 결과와 같이 거의 단위

역률을 이루고 있다. 그림 10은 HPWM 제어신호로서 변조도 0.9, 주파수 60(Hz)의 정현파 변조신호, 주파수 2.160(Hz)의 삼각파 캐리어 신호를 사용한 제어 실험 파형을 나타낸 것이다. 그림 11은 필터를 설치했을 때의 출력전압전류의 파형을 나타낸 것이다. 그림 11에서와 같이 Low pass filter를 설치할 경우 출력전압전류는 정현파 성분을 띠고 있는 것을 알 수 있으며, 거의 단위 역률로 존재하는 것을 알 수 있다.

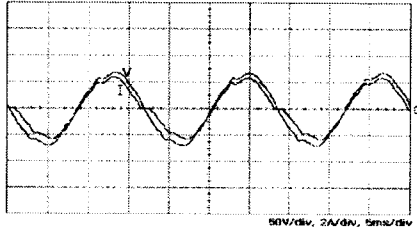


그림 9. 입력전압과 전류의 실험 파형  
Fig. 9. Experimental waveform of input voltage and current

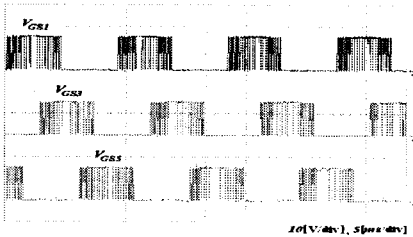


그림 10. HPWM 인버터 제어신호  
Fig. 10. HPWM inverter control signals

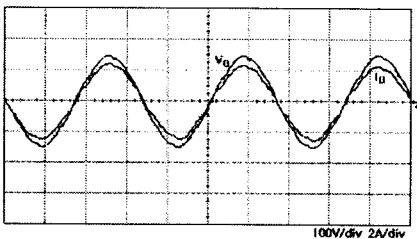


그림 11. 출력전압과 전류의 실험 파형  
Fig. 11. Experimental waveform of output voltage and current

그림12와 그림13은 여러 가지 알고리즘에 대한 주파수와 에어컨의 소비전력의 특성을 동일한 시스템과 동일 F/V 데이터를 나타낸 것이다. 그림 14는 각 운전 주파수에 대한 에어컨의 EER결과를 나타낸 것이다.

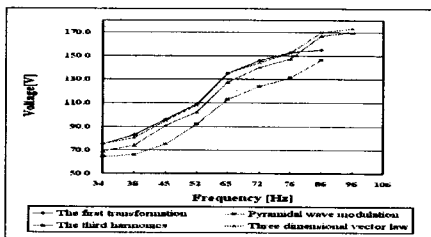


그림 12. 각 알고리즘에 대한 F/V 특성 전압  
Fig. 12. The F/V characteristic voltage for each algorithm

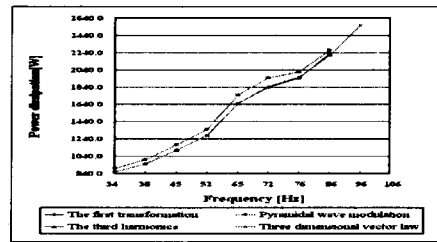


그림 13. 각 알고리즘에 대한 소비전력  
Fig. 13. The power dissipation for each algorithm

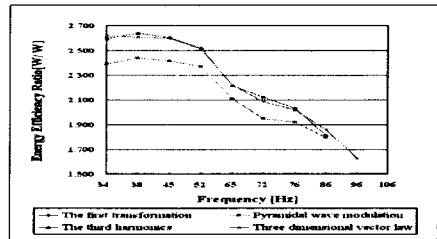


그림 14. 각 알고리즘에 대한 에너지 소비효율  
Fig. 14. Energy Efficiency Ratio for each algorithm

#### 4. 결 론

기존의 배전압 정류회로에 있어서 배전압용의 대용량 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 노이즈 등의 문제가 발생하지 않는 특징이 있다.
- 2) 본 논문에서 회로정수를 결정하는데 두 개의 특성파라미터를 이용하여 결정하였다.
- 3) 실험결과에 의해서 전원에 접속되어 있는 다이오드 정류회로의 고조파 전류가 고조파 가드라인을 만족함과 동시에 최대효율 98[%]와 역률 97[%]로 되었다.

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.

#### (참 고 문 헌)

- [1] J.C Salmon, Performance of A Single Phase PWM Boost Rectifier Using Hysteresis Current Control , EPE 91 Proc., pp4-384~4-389
- [2] J.Holtz, Pulse width Modulation A Survey, IEEE-PESC Conf. Rec., pp.11~18, 1992
- [3] K.Fujiwara, H.Nomura, Improvement of Current Waveform for 200V Input Single phase Rectifier Using Modified Voltage doubler Circuit , Proc. of PCC -NAGAOKA, pp.897~900, 1997
- [4] Philip C. Todd, UC3854 Controlled Power Factor Correction Circuit Design , Unitorde Application Note U-134, pp.10-303~10-322