

단상전압원 인버터의 새로운 출력파형 개선법

\*김영민\*, 박현철\*, 이수원\*, 유철로\*  
\*전북대학교 전기공학과

A novel method for improvement of the output voltage waveform of a single phase VSI

Yeongmin Kim, Hyunchul Park, Suweon Lee, Chulro Yu  
Dept. of Electrical Eng. Chonbuk Nat. Univ.

Abstract

A novel type of single phase multi-step inverter is proposed, which has twelve-stepped levels of the output voltage. In this inverter the waveform of the output voltage has smaller harmonic contents than those of a conventional six-step inverter.

In this paper a new multi-step technique is analyzed. This new multi-step technique of the twelve-stepped single phase voltage source inverter has the advantage compared with the conventional six-step inverter, and the experimental results are proved by the calculation using spectrum-analyzer.

1. 서론

전력용반도체 스위칭소자의 눈부신 발전에 따라 이들 소자를 이용한 전력변환장치들의 이용이 급격히 증가되고 있다. 그런데 이들 전력변환장치들은 스위칭소자의 온,오프 동작에 따라 고조파를 발생하는 문제점이 있다.

고조파를 억제하기 위한 방법으로는 PWM방식과 멀티-스텝(Multi Step)방식이 이용되고 있다. 이 가운데 멀티-스텝 방식을 적용한 단상인버터의 경우, 단일펄스 PWM인버터의 출력전압을 변압기를 통하여 멀티-스텝화 함으로써 출력파형개선효과를 얻을 수 있다. 이 경우 복수대의 인버터를 병렬로 연결하므로 대용량화가 유리하지만, 사용소자수의 증가에 따른 스위칭손실 증가와, 비용 및 스페이스 증가 등의 문제가 있다. 따라서 기존방식으로 12스텝 인버터를 구성할 경우, 위상차를 갖는 6스텝의 인버터 2대를 병렬로 접속하여 두 출력을 변압기를 통하여 조합함으로써 12스텝이 가능하다. 그러나 이방식의 경우 8개의 스위칭소자와 2대의 변압기가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 기존의 6스텝 단일펄스 PWM인

버터회로에 1개의 스위칭소자만을 추가하여 제어함으로써 간단하게 12스텝화 할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 또한, 본 방식의 경우 간단한 회로임에도 불구하고 저차 고조파저감 효과가 기존의 방법과 비교하여 매우 현저함을 입증하고자 한다.

2. 본론

2.1. 인버터 회로구성

제안된 방식의 인버터의 회로구성은 다음 그림1과 같다.

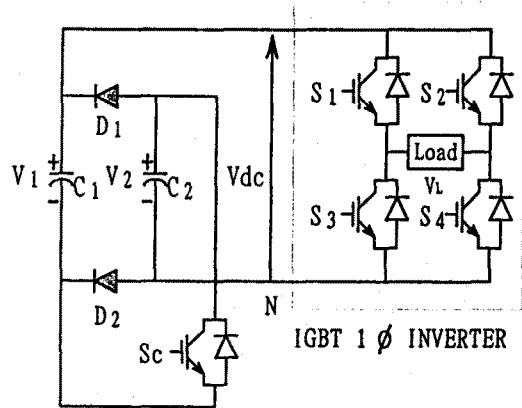


그림 1. 인버터회로 구성

그림1에서와 같이 인버터의 주회로부는 기존의 인버터회로에 다이오드 D1, D2와 평활용 콘덴서 C2, 전원전압제어용 스위치 Sc를 추가하였다.

2.2 인버터 동작원리

그림1에서 스위치 Sc를 인버터 출력전압파형의 정과 부의 각각 반주기동안에 고조파가 최소로 되도록 일정시비율로 온,오프 함에따라 그림2와 같이 Vdc전압은 2층 구조로 되고, 인버터의 출력전압 VL은 12스텝화가

가능하다.

각부 동작파형은 그림2와 같다.

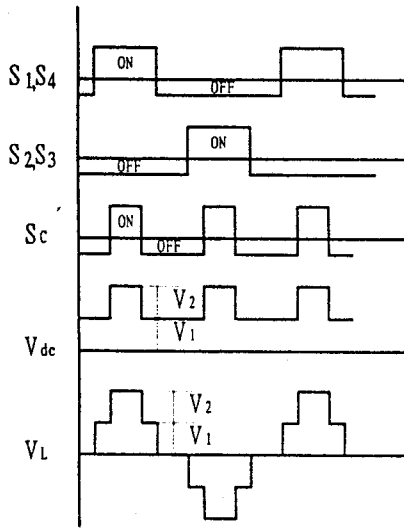


그림 2. 인버터회로의 각부 동작파형

그림1에서 직류전압  $V_1$ 과  $V_2$ 는 스위치  $S_c$ 의 동작에 따라 직,병렬상태를 반복한다. 따라서  $V_L$ 의 최대치는 다음식과 같다.

$$V_{Lmax} = V_1 + V_2 = 2V \quad (1)$$

(단,  $V = V_1 = V_2$ )

즉 (1)식과 같이 출력전압은 배전압으로 승압된다.

### 3. 실험결과 및 고찰

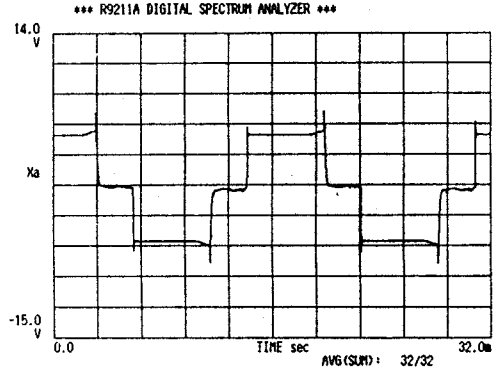
제안된 회로의 실험은 상용주파수(60Hz)를 기준으로, 계측기의 측정범위를 고려하여 적당한 크기의 전압을 인가하였다.

기존의 6스텝 인버터와 12스텝 인버터의 출력전압파형 및 이에 대한 고조파분석의 실측파형은 다음 그림3, 그림4와 같다.

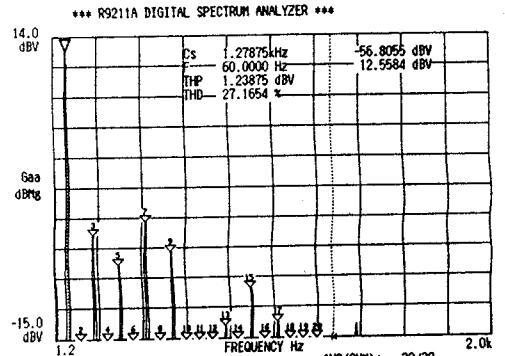
고조파에 의한 출력전압의 왜형을 THD는 다음식으로 정의 된다.

$$THD = \frac{\sqrt{E_2^2 + E_3^2 + \dots + E_n^2 + \dots}}{E_1} \quad (2)$$

각 파형은 왜형율이 최소인 경우이다.



a) 6스텝 인버터 출력전압파형.



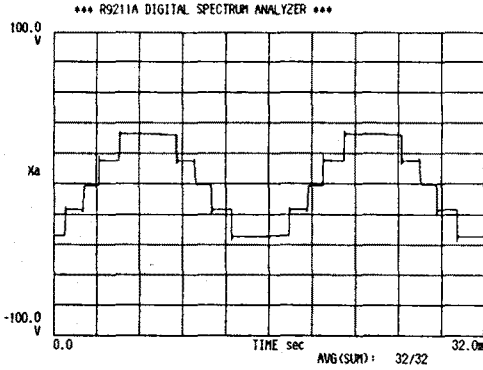
\*\*\* R9211A DIGITAL SPECTRUM ANALYZER \*\*\*

Order	Frequency (Hz)	Amplitude (dBV)	Phase (deg)
Fundamental	60.0000	12.5371	0.27411
Harmonics	2	119.750	-51.2415
	3	180.000	-17.5668
	4	237.500	-64.3148
	5	300.000	-20.3286
	6	357.500	-53.3952
	7	420.000	-16.1819
	8	482.500	-53.0244
	9	540.000	-19.1577
	10	602.500	-57.8428
	11	658.750	-32.9049
	12	717.500	-56.7379
	13	780.000	-26.1465
	14	837.500	-53.4311
	15	900.000	-22.7356
	16	958.750	-52.1975
	17	1.02000k	-26.0876
	18	1.08250k	-55.5814
	19	1.14000k	-50.0676
	20	1.19875k	-55.3955
Total Harmonic RMS & Dist:		1.21694	27.1639

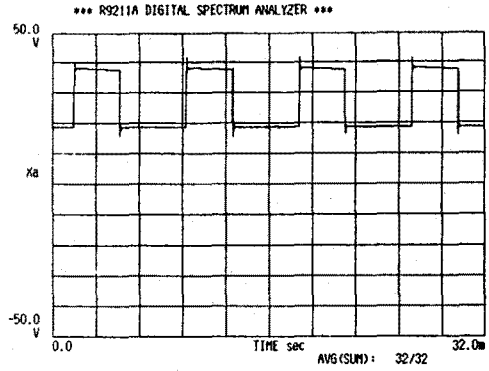
AVG(SUM): 32/32

b) 차수별 고조파함유량

그림 3. 기존방식의 6스텝 인버터

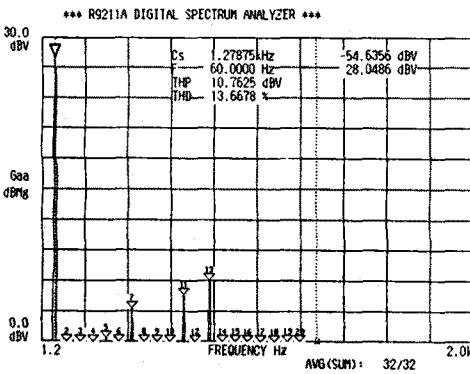


a) 12스텝 인버터 출력전압파형.



c) 인버터 입력전압파형

그림 4. 제안된 방식의 12스텝 인버터



Fundamental	Harmonics	Frequency (Hz)	Amplitude (dBV)	Percentage (%)
1	2	120,000	-54.2649	0.19353
1	3	180,000	-38.1837	1.23258
1	4	240,000	-53.6431	0.20790
1	5	300,000	-27.4866	4.22368
1	6	358,750	-53.8847	0.20219
1	7	420,000	-24.7348	5.79775
1	8	481,250	-55.9611	0.15920
1	9	540,000	-29.6351	3.29794
1	10	598,750	-58.2857	0.12182
1	11	660,000	-23.5034	6.68082
1	12	715,000	-68.7399	0.03656
1	13	780,000	-21.8799	8.05387
1	14	838,750	-52.3314	0.24179
1	15	900,000	-34.4480	1.89496
1	16	961,250	-51.1352	0.27748
1	17	1,020,000	-38.9272	1.13146
1	18	1,078,750	-54.9951	0.17793
1	19	1,140,000	-31.0132	2.81411
1	20	1,202,500	-57.7704	0.12926
Total Harmonic RMS & Dist:			10.7638	13.6559

AVG(SUM): 32/32

b) 차수별 고조파함유량

위의 그림3,4에서 알수 있듯이 출력전압파형의 왜형율은 기존의 6스텝 인버터에 비하여 약 50%(약27%→14%)가 감소되었다.

#### 4. 결론

본 연구과제의 경우 배전압 인버터로 동작되기 때문에 승압이 필요한 경우에 유용하다. 또한 고조파함유량이 기존방식에 비하여 거의 반으로 감소하였다. 그리고 기존의 12스텝화 인버터에 비하여 사용소자 수가 감소되었다.

각 전원이 직,병렬접속되어 승압되므로 출력전압이 낮은 태양전지셀을 이용한 발전시스템에 매우 유용할 것으로 생각된다. 또한 전원전압 제어용 스위칭소자를 1개 또는 그이상으로 더 증가할 경우, 출력전압파형은 12스텝 이상으로 멀티-스텝화가 가능할 것이다.

#### 5. 참고문헌

- [1] A. NABE, T. SHIMAMURA and R. KUROSAWA, "A NEW Multiple current source inverter", IEEE, IAS. INT. SEMI. POWER CONT., pp.200-204, 1988
- [2] 김영민 외, "단상정류회로의 새로운 고조파저감법", 대한전기학회 전력전자연구회 논문집, pp.3-7, 1990