

## DSP에 의한 단상SVPWM주파수변환기에서 출구 고조파특성을 개선하기 위한 한가지 방법

리명덕, 조승일

공업분야와 일상생활에서 널리 쓰이고있는 인버터는 보통 full-bridge방식의 전압원천 인버터이다. 출구에서 THD가 작고 원활한 시누스파를 얻기 위하여 현재 시누스파너비변조방식(SPWM)과 공간스펙트르너비변조방식(SVPWM)이 널리 이용되고있다.[1, 2]

높은 주파수의 삼각파와 기준시누스파를 비교하여 얻은 PWM파로 역변환회로를 동작시키는 SPWM방식에 비하여 공간전압벡토르의 절환방법으로 원형의 회전자기마당을 얻는 SVPWM방식은 높지 않은 절환주파수로 THD가 작은 시누스파를 얻을수 있으므로 이 방식이 현재 세계적으로 광범히 이용되고있다.[1]

논문에서는 고조파이지러짐이 SPWM방식에 비할바없이 작은 시누스파를 얻어내기 위한 새로운 SVPWM알고리즘을 제안하였다.

### 1. 출구고조파특성개선을 위한 새로운 SVPWM알고리즘

full-bridge방식으로 동작하는 단상인버터의 회로구성을 그림 1에 보여주었다.

그림 1에서 매개 팔의 우, 아래절환소자는 서로 상보적으로 동작하므로 매 팔의 동작 전압상태는 두가지밖에 없게 된다. 따라서 출구에는 표에서 보여준것과 같은 4가지 상태의 선전압이 나타나게 된다.

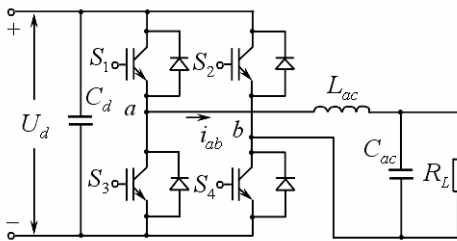


그림 1. 단상인버터의 회로구성도

표. 단상인버터의 4가지

		절환상태		
a	b	$V_{ab}$	$V_{ba}$	$V_x$
0	0	0	0	$V_0$
0	1	$-V_{dc}$	$V_{dc}$	$V_1$
1	0	$V_{dc}$	$-V_{dc}$	$V_2$
1	1	0	0	$V_3$

이 4가지 상태를 식 (1)과 같은 벡토르행렬로 표시할수 있다.

$$\begin{bmatrix} V_{ab} \\ V_{ba} \end{bmatrix} = V_{dc} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad (1)$$

위의 식으로부터 새로운 축에 대한 자리표변환을 진행하여 다음과 같은 새로운 전압 벡토르를 얻을수 있다.

$$\tilde{v} = \begin{bmatrix} V_\alpha \\ V_\beta \end{bmatrix} = C^{-1}v = \sqrt{2}V_{dc} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad (2)$$

SVPWM기술의 기본목적은 4개의 불연속적인 전압벡토르들로 목적하는 출구전압벡토르를 선형적으로 합성하는것이다.

$T_s$ 를 반송파의 주기라고 하고  $T_1$ 을 유효한 전압벡토르가 작용한 시간,  $T_0$ 을 령벡토르가 작용한 시간이라고 할 때 전압-시간평형원리에 의하여 다음의 식이 성립하게 된다.

$$\begin{cases} T_s \tilde{U} = T_1 \tilde{v}_x + T_0 (\tilde{v}_0 \text{ 혹은 } \tilde{v}_3) \\ T_s = T_1 + T \end{cases} \quad (3)$$

식 (3)에서  $\tilde{U}$ 은 식 (1)에서 얻으려는 출구전압벡토르이고  $\tilde{v}_x$ 는 전압벡토르  $\tilde{v}_1$ 과  $\tilde{v}_2$ 중의 하나이다. 이 둘중에서 어느 벡토르를 선택하겠는가는  $\tilde{U}$ 이 놓이는 구역에 따라 결정된다.

만일  $\omega t \in [0, \pi]$ 일 때에는  $\tilde{v}_2$ 을 선택하는데 이때

$$T_s \cdot 2U_\phi \sin \omega t = T_1 \cdot \sqrt{2}V_{dc}$$

이므로

$$\begin{cases} T_1 = MT_s \sin \omega t \\ T_0 = T_s - T_1 \end{cases} \quad (4)$$

을 만족하게 된다.

마찬가지로  $\omega t \in [\pi, 2\pi]$ 일 때에는  $\tilde{v}_1$ 을 선택하며 이때

$$\begin{cases} T_1 = MT_s \sin(\omega t - \pi) \\ T_0 = T_s - T_1 \end{cases} \quad (5)$$

을 만족하게 된다. 여기서  $M$ 은 충만비결수로서  $M = \sqrt{2}U_\phi / V_{dc} \leq 1$ 의 관계를 만족시킨다.

우리는 위에서 논의한 SVPWM방식을 프로그램적으로 실현하기 위한 한가지 방법을 제안하였는데 이를 위해 TMS320LF2407A를 리용하였으며 그 알고리즘은 다음과 같다.

① 비교방식조종등록기 ACTRB를 리용하여 매 출구다리의 극성을 규정한다.

② DEAD TIME기능을 허용하고 DEAD TIME조종등록기를 리용하여 DEAD TIME을 약  $5 \sim 7\mu s$ 정도로 설정한다.

③ 시한기 3의 주기등록기 T3PR에 해당하는 주기값을 입력한다.

④ 비교등록기 CMPR 4와 CMPR 5를 초기화한다.

⑤ 비교조종등록기 COMCONB를 리용하여 비교를 허용하고 시한기 3의 조종등록기 T3CON을 리용하여 계수방식을 올리-내림계수방식으로 설정한다.

⑥ 반송파의 주파수를 10kHz로 정하고 식 (4)와 (5)를 리용하여  $100\mu s$ 마다 비교등록기에 해당하는 값을 넣어주어 필요한 파형을 얻는다.

## 2. 실험 및 결과분석

반송파주파수가 10kHz, 출구전압이 220V, 출구주파수가 50kHz인 전압을 출력시켜 2.1kW의 부하를 걸어 실험을 진행하였다.

SVPWM을 리용한 단상출구파형을 그림 2에 보여주었다.

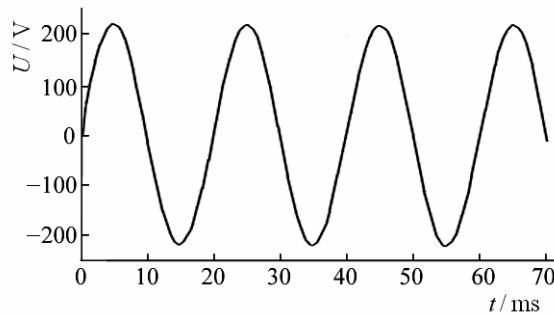


그림 2. SVPWM을 리용한 단상출구파형

단상에서의 SVPWM방식을 적용하였으므로 출구유도도에서의 절환주파수가 구동주파수의 2배로 즉 20kHz로 되어 SPWM방식에 비하여 출구전압의 THD를 2.3%까지 낮추고 소음을 훨씬 줄이었다.

## 맺는 말

단상SVPWM방식을 리용함으로써 종전의 SPWM방식에 비해 직류전압리용효율을 높이고 출구고조파이지러짐을 훨씬 낮추었다. 또한 출구의 전류맥동주파수를 2배로 끌어올림으로써 절환스위치의 손실을 줄이면서도 작은 크기의 러파기로 충분한 러파를 진행할 수 있게 하였다.

## 참고 문헌

- [1] X. Y. W. Y. Liu X.; IEEE International Conference on Electrical Machines and Systems, 1457, 2014.
- [2] 易龙强 等; 电子学报, 35, 12, 2289, 2007.

주체107(2018)년 2월 5일 원고접수

## A DSP-Based Single Phase SVPWM Strategy to Reduce THD

*Ri Myong Dok, Jo Sung Il*

This paper describes a new PWM strategy based on Space Vector Plus Width Modulation method. In SVPWM strategy, the total harmonic distortion of the output current is much less than that based on SPWM. This new method can reduce the switching losses and lower current torque ripple.

Key words: SVPWM, THD