



## 2重正弦波 PWM 인버터에 관한 연구 (下)

A Study on Double Sinusoidal Modulated PWM Inverter

車 得 根\*

Cha, Duk Guen

### 3. 電動機 驅動 시스템 및 實驗 結果

본 시스템은 그림 5와 같이 6502 마이크로 컴퓨터와 인터페이스 회로 및 전력 변환장치로 구성되어 있으며, 본 실험에 사용된 誘導電動機의 定格은 3상 220[V], 1/2[Hp]이다.

특성 검토를 위한 피 실험기의 부하율은 70

[%]로 하였으며 측정계기는 측정 개소에 따라 가장 적합한 計器를 선정하여 측정하였다. 그리고 출력측전압, 전류의 高調波 分析은 FFT analyzer로 分析 하였다.<sup>13)</sup>

인버터 回路는 그림 6과 같이 파워 MOSFET(K313, 450V 3A)을 사용하여 인터페이스 回路에서 발생하는 PWM 제어 파형으로 동작되며 3相 誘導電動機를 驅動한다.

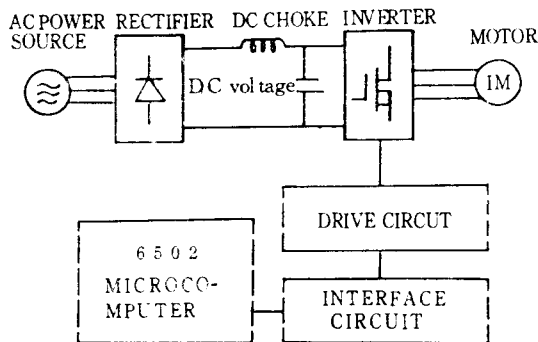


그림 5. 실험 시스템의 구성도

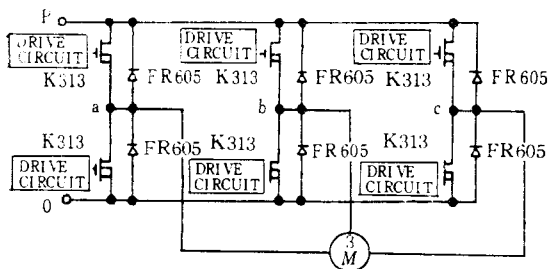
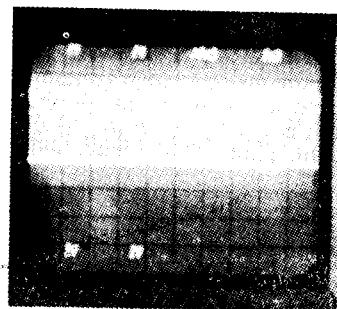
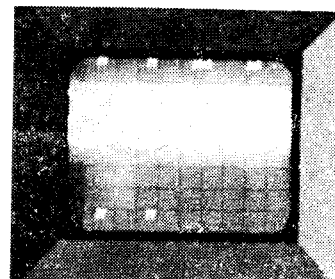


그림 6. 인버터 回路

### 3.1 PWM 信號 發生



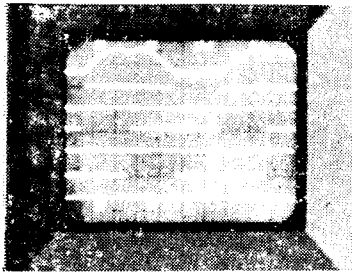
(a) 正 弦 波



(b) 2重正弦波

그림 7. PWM 인버터의 變調信號와 캐리어 信號波形

\* 電氣技術士(電氣機器) · 東義大學校工大電氣工學科助教授(工博)



$e_x$   
 $e_{ra} \ e_{rh} \ e_{cc}$   
 $f_0 = 60\text{Hz}$

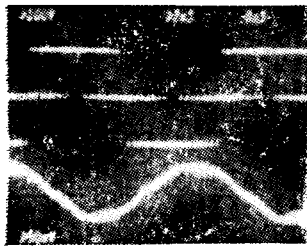
그림 8. 2重 正弦波 變調 PWM 인버터의 變調信號와 게이트 제어신호 波形

그림 7은 PWM 인버터의 변조신호와 캐리어 신호 波形을 나타낸 것이며, 그림 8은 본 실험

험에 이용된 변조신호와 파워 MOSFET의 게이트 제어 신호 波形을 나타낸 것이다.

### 3.2. 出力 電壓, 電流 波形과 스펙트럼 分析

그림 9는 正弦波 PWM 인버터의 출력전압, 전류 波形과 각각의 스펙트럼을 分析한 것이다. ( $M=0.8$ ) 그림 9와 같이 인버터의 출력전압, 전류에 포함되어 있는 低次 高調波 成分은 거의 나타나지 않고, 캐리어 周波數( $f_r$ )의 정수배 側帶域(side band)에서 출력 기본파 진폭값에 대한 側帶波의 진폭값은  $\omega_r \pm \omega_c$ 에서 26.4[%],  $2\omega_r \pm \omega_c$ 에서 10.7[%]로 나타났다.



$V_o$   
 $i_o$   
 $f_0 = 60\text{Hz}$   
 $f_r = 2\text{KHz}$

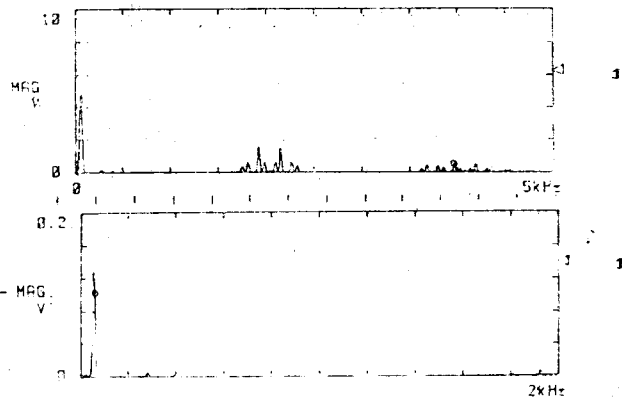
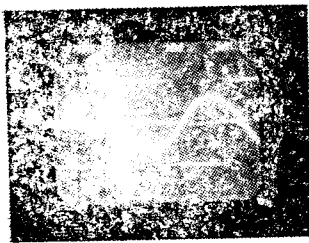


그림 9. 正弦波 PWM 인버터의 出力 電壓, 電流 波形과 高調波 스펙트럼



$V_o$   
 $i_o$   
 $f_0 = 60\text{Hz}$   
 $f_r = 2\text{KHz}$

(B)

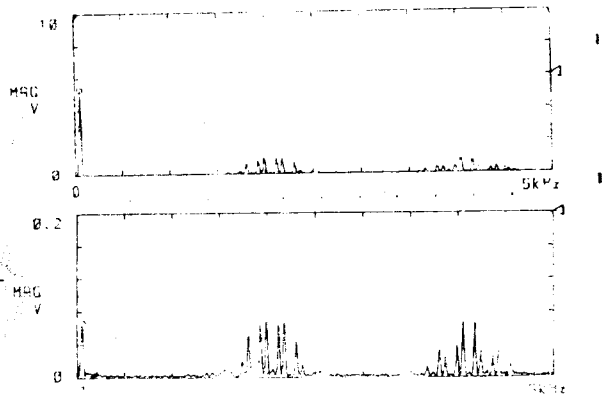
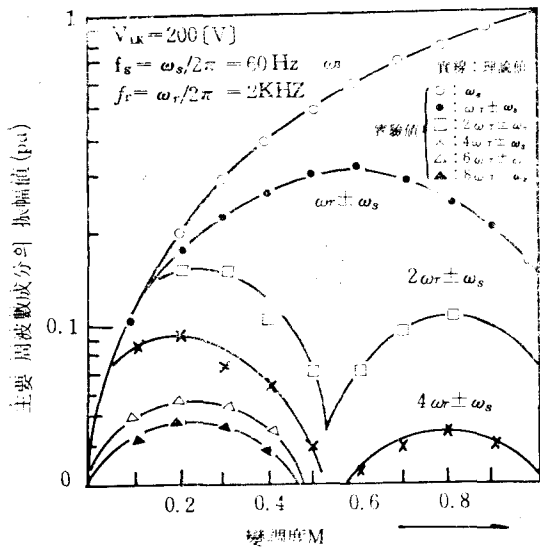


그림 10. 2重 正弦波 變調 PWM 인버터의 出力전압, 전류 波形과 高調波 스펙트럼

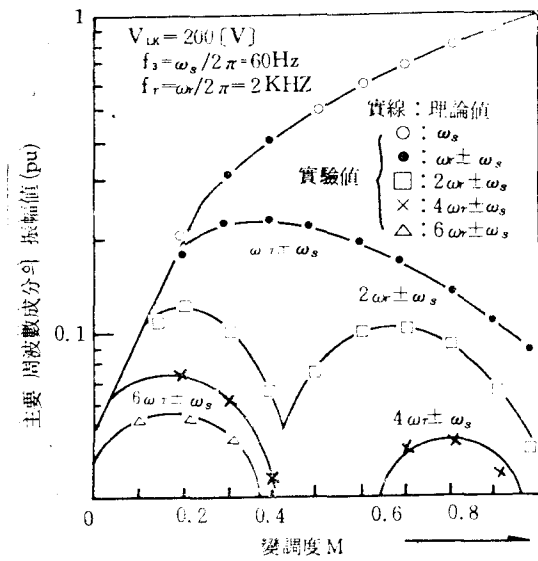
그리고 그림 10은 본 연구에 이용된 2重 正弦波 PWM 인버터의 출력전압, 전류 波形과 스펙트럼을 나타낸 것으로 ( $M=0.8$ ) 출력전압, 전류에 포함되어 있는 低次 高調波 成分은 그림 9

와 같이 거의 나타나지 않았으며 캐리어 주파수 정수배 부근  $\omega_r \pm \omega_c$ 에서 18.5[%],  $2\omega_r \pm \omega_c$ 에서 15.7[%]로 나타났다.

그림 9와 그림 10에 나타난 스펙트럼 분석결



(a) 正弦波 PWM 인버터



(b) 2重 正弦波 PWM 인버터

그림 11. 變調度  $M$  에 대한 주요 주파수 성분(側帶)의 振幅值

과를 종합하여 나타내면 각각 그림 11 과 같이 나타낼 수 있다.

그림에서 횡축은 캐리어 신호의 진폭값에 대

한 변조신호의 진폭비 ( $M=E_r/E_c \leq 1$ )인 변조도를 나타내며, 종축은 인버터 出力線間電壓의 기본과 주파수( $f_0=60\text{Hz}$ ) 진폭값에 대한 側帶波의 진폭값 比를 나타낸다.

이상의 실험결과 그림 9 와 그림 10 의 스펙트럼에서 알 수 있는 바와 같이 출력 선간 전압의 기본과 진폭값은 그림 10 의 2重 正弦波 變調信號를 이용한 경우가 그림 9 의 정현파 變調信號를 이용한 경우보다 다소 높게 나타남을 알 수 있으며, FFT analyzer 에 의한 실제 측정값은 2重 正弦波 PWM 방식이 13[%] 정도 높게 나타났다.

#### 4. 結 論

본 연구는 6502 마이크로 컴퓨터에 의해 2重 正弦波 變調信號를 발생시켜 3相 功率 MOSFET 인버터를 驅動하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 본 연구에 사용한 2重 正弦波 變調信號는 正弦波 變調信號에 高調波를 적절히 첨가하는 방식이라 할 수 있다.
- (2) 인버터 출력 선간전압의 기본과 진폭값은 2重 正弦波 PWM 인버터의 경우보다 이론적으로는 1.15배 정도 증가 되었으나, FFT analyzer 에 의한 실제 측정값은 1.13배 정도 되었다.
- (3) 2重 正弦波 變調파형은 1周期에  $2\pi/3$  [rad]의 休止區間이 발생하게 되므로 인버터의 스위칭 손실이 輕減 될 것으로 豫想된다.

이상의 결과를 갖는 2重 正弦波 PWM 인버터를 마이크로 컴퓨터에 의하여 용이하게 구동시킬 수 있었으며, 앞으로 용량이 큰 功率 MOSFET 가 쉽게 공급되어 진다면 交流電動機의 가변속 구동기술에 널리 이용될 것으로 기대된다.

기 호 표

$V_{LK}$  : 인버터의 DC 입력전압

$C_{mn}$  : 複素 푸리에 係數

$D_{mn}$  : 實 푸리에 係數

$m, n : 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

$E_s$  : 變調 신호 전압의 진폭치

$e_a', e_b', e_c'$  : 變調信號의 순시 相電壓

$V_{s0}$  : 인버터 출력 상전압

$V_{ab}$  : 인버터 출력 線間電壓( $V_0$ )

$E_r$  : 캐리어 신호 전압의 진폭치

$e_r$  : 캐리어 신호의 순시전압

$f_0$  : 인버터 출력 周波數

$f_r$  : 캐리어 신호 周波數

$M : E_s/E_r$  (變調度)

$\omega_r$  : 캐리어 信號 角周波數

$\omega_s$  : 變調信號의 角周波數

$x : \omega_r t$

$y : \omega_s t$

$J_{|n|}(\nu)$  : Bessel 函數

$\nu : m\pi M$

$\theta$  : 2개의 正弦波 信號의 位相差