

범용 μ -Processor 와 One Chip으로 구현되는 유도전동기 구동 PWM Pattern에 관한 연구

*황영민 · 허태원 · 박지호 · 신동률 · 조용길 · 우정민
동아대학교

A Study on PWM Pattern for Driving Induction Motor
using μ -Processor and One Chip

*Y.M. Hwang · T.W. Heo · J.H. Park · D.R. Shin · Y.G. Cho · J.I. Woo
Dong-A University

Abstract - In this paper, one chip PWM pattern generator which eliminates time delay of computations and improves utilization factor of voltage is proposed.

Both amplitude of sinusoidal signal and triangular signal are directly controlled. Thus, time delay of computations can be eliminated, and it is possible to track accurately instantaneous current for a sudden change of load with microprocessor 80C196KC. In addition, setting dead-time is also possible for wide range.

From experimental work with inverter system for driving induction motor, the validity of proposed one chip PWM pattern generator is verified.

1. 서 론

최근 인버터의 디지털 PWM방식으로 널리 이용되고 있는 삼각파 비교방식은 출력전압 및 주파수 변화에 따라서 스위칭각의 연산에 의한 시간지연 때문에 고주파수에서의 응용이 어렵고, 스위칭 손실이 크며 전압이용률이 낮은 단점이 있다.

본 논문에서는 전압이용률을 향상시킬 수 있고, 범용의 실용적 중·소형 전동기에 활용될 수 있는 One Chip PWM Pattern 발생기를 제안한다. 논문에서 시험되고 있는 PWM Pattern 발생기는 기존의 삼각파 비교방식에서 정현파 진폭과 삼각파 진폭을 범용 16비트 마이크로 프로세서인 80C196KC의 디지털 신호에 의하여 직접적으로 제어하여 연산지연 없이 순시 부하급변에 대해서 인버터 출력전류를 순시 추종할 수 있는 PWM Pattern을 출력한다.

또한, One Chip PWM Pattern 발생기에서 자체적으로 Dead-Time 설정이 가능하므로 별도의 하드웨어적인 Dead-Time 보상회로가 필요 없는 간략한 시스템을 구성할 수 있다.

제안된 One Chip PWM Pattern 발생기의 부하급

변에 따르는 토오크 응답을 확인하기 위해서 유도전동기의 가변속구동을 위한 인버터 시스템을 구성하여 실험하였다.

2. One Chip PWM Pattern 발생기

2.1 PWM Pattern 발생

디지털 펄스폭 변조방식 중 삼각파 비교방식은 그림 1과 같이 인버터 출력전압 V_u, V_v, V_w 와 삼각파 신호를 비교하여 샘플링 시점에서의 Switching 시간과 Switching Pattern을 구현한다

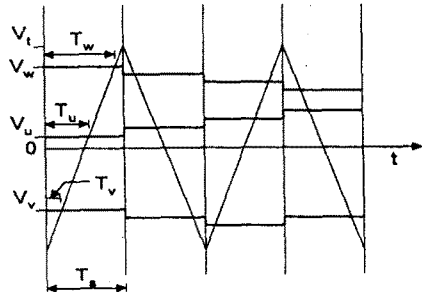


그림 1 PWM Pattern

삼각파 비교방식에 의한 각 상의 Pattern발생 구간은 다음식과 같다.

$$T_u = \frac{V_i + V_u}{2V_i} T_s$$

$$T_v = \frac{V_i + V_v}{2V_i} T_s$$

$$T_w = \frac{V_i + V_w}{2V_i} T_s$$
(1)

여기서, V_i 는 삼각파진폭, V_u, V_v, V_w 는 삼각파와 만나는 시점에서 각 상의 진폭, 그리고 T_s 는 샘플링 주기를 나타낸다.

시험된 One Chip PWM Pattern 발생기는 레지스터, 삼각파 카운터, 비교기 그리고 Deadtime 보상기로 구성되어 있다. 본 발생기는 어드레스라인 A_0, A_1 에 의해서 정현파 진폭, 정현파 주파수, 삼각파 진폭, 삼각파 주파수 지령치가 각각 선택되고, 데이터라인 $D_0 \sim D_9$ 에 의하여 각 지령치의 값이 결정된다. 디지털 신호에 의해서 결정된 지령치는 주기 T_s 내에서 지령 정현파 신호와 캐리어 삼각파신호를 발생시킨다. 발생된 지령치 신호와 캐리어 신호는 비교기에서 삼각파 비교방식으로 PWM Pattern을 생성한다. 생성된 PWM Pattern의 변조도 및 주파수는 디지털 신호에 의해서 변화시킬 수 있으므로 순시부하 급변에 추종할 수 있는 의사정현파 Pattern을 발생시킬 수 있다.

여기서, 정현파 주파수 지령치와 삼각파 주파수 지령치는 각각 $0 \sim 100 [Hz]$, $0.5 \sim 25 [KHz]$ 까지 조정가능하다. 또한, 각 상에 대한 정현파 진폭 지령치 V_s 는 $0 \sim 5V$ 까지 가변할 수 있으며, 삼각파 진폭 지령치 V_t 는 $2 \sim 5V$ 까지 가변시킬 수 있다.

그림 2는 One Chip PWM Pattern 발생기의 내부 블록도를 나타낸다.

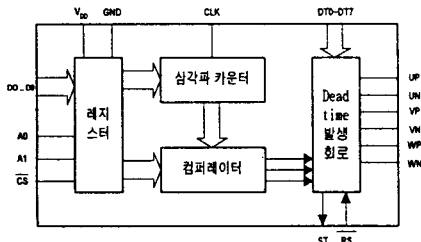


그림 2 One Chip PWM Pattern 발생기의 내부 블록도

2.2 Dead-Time 설정

인버터의 상하 암 단락현상에 의한 스위칭 소자의 파괴를 방지하기 위하여 PWM Pattern에 Dead-Time을 추가할 필요가 있다. 제안된 One Chip PWM Pattern 발생기에서는 $0.5 \sim 25 KHz$ 까지의 삼각파 캐리어 주파수에 따라서 $DT_0 \sim DT_7$ 로 입력되는 8비트의 디지털 신호에 의한 Dead-Time을 설정할 수 있고, 하드웨어적인 Dead-Time 보상회로가 필요 없는 간략한 시스템을 구성할 수 있다.

3. PWM Pattern의 결정

One Chip PWM Pattern 발생기의 기준정현파 진폭 지령치 V_s 와 삼각파 진폭 지령치 V_t 는 그림 2의

A_0, A_1 에 의해서 선택되고, V_s 와 V_t 의 가변은 $D_0 \sim D_9$ 로 입력되는 디지털 신호에 의해서 이루어진다.

그림 1과 식 (1)로부터 기준정현파 진폭 지령치 V_s 를 증가시키고 캐리어 진폭 지령치 V_t 를 감소시키면 변조도가 증가한다. 반면에, V_s 를 감소시키고 V_t 를 증가시키면 변조도가 감소한다. 따라서, 80C196KC에 의한 기준정현파 진폭 지령치 V_s 와 캐리어 진폭 지령치 V_t 를 동시에 조정하므로서 전압이용률을 순시 가변할 수 있다. 결과적으로, 부하급변에 대한 인버터 출력 전류를 순시 추종할 수 있는 PWM Pattern의 직접적인 결정이 가능하다.

제안된 방식의 전체시스템 구성도는 그림 3과 같다. 제어 지령용 마이크로 프로세서 80C196KC는 인버터 출력전류를 입력받아서 순시 부하급변에 대한 전류오차를 연산하고 One Chip PWM Pattern 발생기에 대응되는 디지털 제어신호를 A_0, A_1 과 $D_0 \sim D_9$ 및 $DT_0 \sim DT_7$ 로 출력한다. 또한 PWM Pattern을 가변시키는 지령신호로서 삼각파형, 정현파형 및 제형파형을 선택적으로 취할 수 있도록 한다.

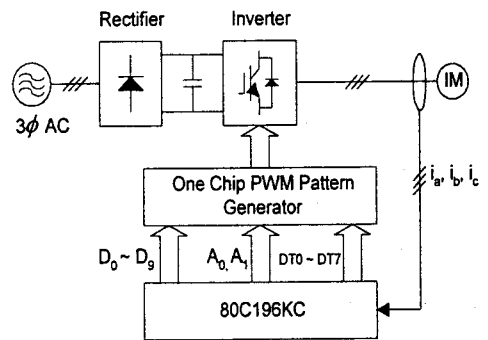


그림 3 전체시스템 구성도

전체시스템은 모듈형 정류기, IPM 인버터, Myway사의 One Chip PWM Pattern 발생기 MWPWMD-T 및 제어기로서 80C196KC로 구성된다. IPM은 Mitsubishi사의 PM30RSF060 (600V/30A)를 사용하였다.

4. 실험결과

제안된 One Chip PWM Pattern 발생기의 특성을 검토하기 위해서 유도전동기에 의한 가변속 구동시스템을 구성하여 실험하였다.

그림 4는 유도전동기의 가변속운전에서 정현파 신호와 삼각파 신호의 진폭 V_s 와 V_t 를 각각 최대 5V로 하였을 경우의 파형을 나타낸다. 여기서, 정현파 신호와 삼각파 신호의 주파수는 각각 60Hz, 0.8KHz로 설정되었다.

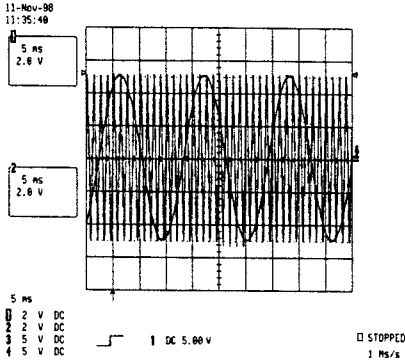


그림 4 정현파 및 삼각파 신호의 비교파형 ($V_s = 5V$, $V_t = 5V$)

그림 5는 U_P , U_N 의 PWM Pattern 및 상·하 신호의 Dead-Time을 13.15 μ s로 설정한 경우의 확대파형을 나타낸다. 여기서, PWM Pattern은 Low Active이다.

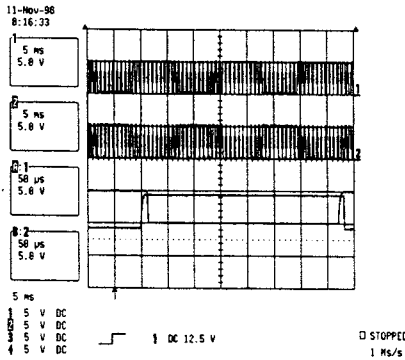


그림 5 Dead-Time의 설정

그림 6은 화살표시점에서 순시적으로 부하가 급변하는 경우에 인버터 출력전류를 순시 추종할 수 있는 PWM Pattern의 변화를 보여준다.

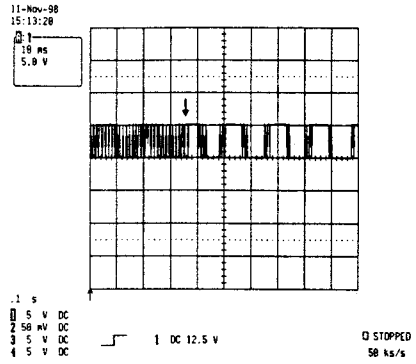


그림 6 부하급변에 따른 PWM Pattern의 변화

5. 결 론

본 논문에서는 연산지연을 크게 단축시키며, 전압이용률을 향상시킬 수 있는 One Chip PWM Pattern 발생기를 제안하였다. 범용 마이크로 프로세서인 80C196KC의 디지털 신호에 의해서 One Chip PWM Pattern 발생기의 정현파 진폭 지령치와 삼각파 진폭 지령치를 직접적으로 제어하며, PWM Pattern을 가변시키는 지령신호로서 삼각파형과 정현파형 및 제형파형을 부하변동에 대응하여 선택적으로 취할 수 있었다. 또한, Dead-Time은 캐리어 주파수의 가변폭에 따라서 광범위하게 설정이 가능하다.

One Chip PWM Pattern 발생기를 사용한 유도전동기의 가변속구동용 인버터 시스템을 구성하여 실험한 결과 부하급변에 대해서 속응추종할 수 있는 PWM Pattern을 출력할 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] Bimal K. Bose "Power Electronics and Variable Frequency Drives". IEEE. Press, 1997
- [2] K.S.Kim, B.S.Suh and D.S.Hyun, "A Study on the Computation of Currents in the Three-Level PWM Inverter". The Trans. of KIEE, Vol.45, No.3, pp.341~351, 1996
- [3] T. Ohnishi and H. Okitsu, "A Novel PWM Technique for Three-Phase Inverter / Converter". PESC Conf. Rec. ,pp.384~395, 1983
- [4] 谷口, 森, 米澤, "リアルタイム 處理に 適した 三相 PWM インバータ". 日本計測自動化制御學會論文集, 1107, 1985