

창립
40주년 학술대회
논문 87-P-21-2

마이크로 프로세서에 의한 델타인버터 구동
유도전동기의 운전특성에 관한 연구

윤병도 (중앙대학교)
이승한* (중앙대학교*)

**A Study on the Driving Characteristics of Delta Inverter Driving
Induction Motor Control System Based on the Microprocessor**

YOON BYUNG DO (CHUNG ANG UNIVERSITY)
LEE SEUNG HAN (CHUNG ANG UNIVERSITY)

ABSTRACT

This paper presents a study on the driving characteristics of delta inverter driving induction motor control systems based on the microprocessor.

Delta inverter is a novel circuit which uses only three power transistor.

Requiring approximately half the components of a conventional bridge inverter it therefore has a merit of cost and simplicity.

The basic operating principles of the delta inverter and conventional bridge inverter are argued, using resistive and inductive load.

Sinusoidal PWM method uses to reduce the harmonic components of its output waveform to acceptable levels.

1. 서론

근래에 와서 비용의 절감이란 관점에서 직류전동기 대신에 구조가 간단하고, 견고하며, 가격이 저렴하고 보수가 용이한 유도전동기의 제어기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

유도전동기는 본질적으로 동기속도부근에서의 일정 속도 운전만을 구비 우수한 성능을 가지고 있으나 가변속 운전의 대책은 운전의 이력용, 효율의 문제 등으로 직류기에 의존되어 왔으나, Thyristor를 중심으로 한 속도 제어 기술의 진보에 의한 제어 방식의 향상과 펄스폭 변조의 우수한 제어 성능을 갖게 되었다.

본야의 기술의 진보로 Servo motor 제어와는 쓰이지 않았던 Transistor의 응용장치가 근래의 대용량 Power Transistor의 출현과 이것을 사용한 회로방식 제어방식등의 진보로 전동기 제어분야에 있어서 Thyristor를 대신하여 쓰여지고 있다.

이것은 주로 여섯개의 Power Transistor를 사용한 브리지형 인버터를 사용해왔다. 그러나 본 연구에서는 간단한 인버터의 구성에 관심을 갖고 델타인버터를 구성하여 유도전동기의 운전특성을 그찰하고자 한다.

델타인버터는 세개의 Power Transistor를 필요로 하기 때문에 여섯개의 Power Transistor를 필요로 하는 브리지인버터와 비교하여 불특 인버터의 구성성분을 절반으로 줄여 비용의 절감을 이룰수 있으며, 별도로 3개의 직류전원이 필요하다. 유도전동기의 단점인 제어의 이력문을 위해서, 펄스폭 변조를 제어하여 슬립주파수를 가변시켜 속도를 제어하는 슬립주파수 가변 제어법을 적용시켜 그 슬립주파수를 마이크로프로세서에 의해 제어하여 유도전동기를 제어하고자 하며 또한 델타인버터의 단점인 고조파 발생의 문제를 위해 정전압 PWM법을 사용하여 원만한 운전특성을 얻어 비용절감을 이루는 데 목적이 있으며 본 연구에서 사용하는 마이크로프로세서는 CA-86 16 비트 마이크로프로세서를 제작하여 이용한다.

2. 이론

2.1 제어이론

본 연구에서는 슬립주파수 가변제어법을 이용 속도제어를 하고자 한다.

슬립주파수 제어법을 핵심하기 위하여 유도전동기의 1상당 간이동 가회로를 나타내면 그림 1과 같다.

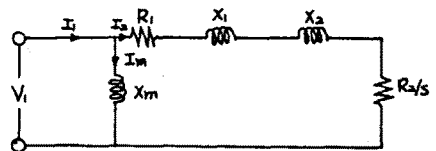


그림 1 유도전동기의 1상당 간이동 가회로
회로 가회로에서 회전자 전류 I_2 는 식(1)과 같다.

$$I_2 = V_1 / \sqrt{(R_1 + R_2/s)^2 + (X_1 + X_2)^2} \quad (1)$$

또한 피전자의 전달된 입력 P_a 는 식 (2)와 같다.

$$P_a = \frac{1}{5} R_a I_a^2 \text{ [W]} \quad (2)$$

이제 토오크는 식 (3)과 같다.

$$T = \frac{3P}{\omega} \frac{P_a}{P_{in}} \text{ [N}\cdot\text{m]} \quad (3)$$

여기서 ω 는 동기각속도이다.

식 (1)과 (2)를 식 (3)에 대입하여 정리하면 식 (4)와 같다.

$$T = \frac{3P}{\omega} \frac{P}{\omega} \frac{R_a}{s} \frac{V^2}{(R_1 + \frac{R_a}{s})^2 + (X_1 + X_2)^2} \text{ [N}\cdot\text{m]} \quad (4)$$

식 (4)에서 슬립과 토오크의 관계를 알수있다.

2.2 델타인버터의 이론

델타인버터는 3상전원을 발생하기 위해 단지 세개의 Power Transistor를 필요로 하는 새로운 회로이다.

델타인버터와 부하의 구성도는 그림 2와 같다.

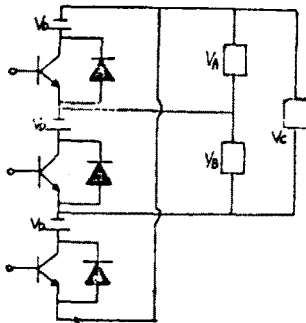


그림 2 델타인버터와 부하의 구성도

델타인버터와 브리지 인버터를 비교하면 인버터 구성상부의 수가 절반으로 줄어드는 장점이 있다.

델타인버터의 동작은 브리지인버터의 비활성 상태를 유감한다.

그림 3은 브리지스톡의 도통각 θ 가 $\pi/3$ 일 때의 임피던스와 델타인버터의 동작을 나타낸다.

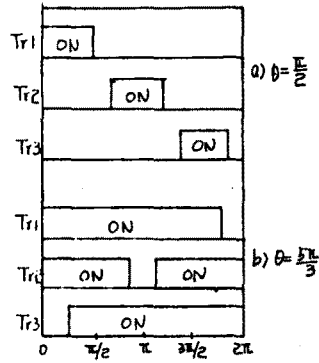


그림 3 델타인버터의 동작

그림 3에서 도통각 θ 가 $\pi/3$ 보다 작게되면 부하의 각상의 순간적으로 전류가 흐르지 않는 구간이 생기고 θ 가 $\pi/3$ 보다 크게되면 브리지스톡가 동시에 ON 되어 3상전원에서 단락과로가 되는 경우가 발생하게 된다.

따라서 도통각 θ 는 다음과 같이 되어야 한다.

$$2\pi/3 \leq \theta \leq 4\pi/3$$

3. 시스템 구성

본 연구에서 행한 실험의 제어블록도는 그림 4와 같다.

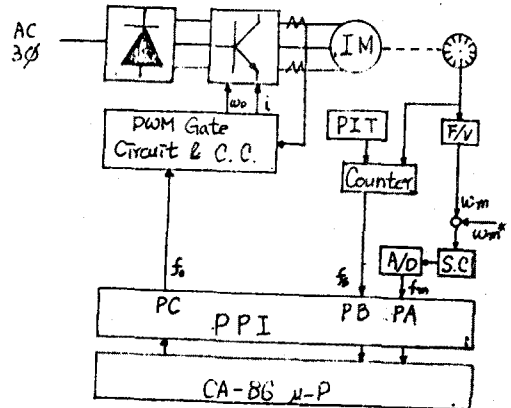


그림 4 시스템 제어블록도

속도조절은 속도지령치와 전동기 속도이 다른 슬립주파수에 의해 행하여지고 슬립주파수 f_s 는 전동기 속도 ω_m 에 따라 Look up Table에서 얻는다. 본 연구의 시스템 제어프로그램의 흐름도는 그림 5와 같다.

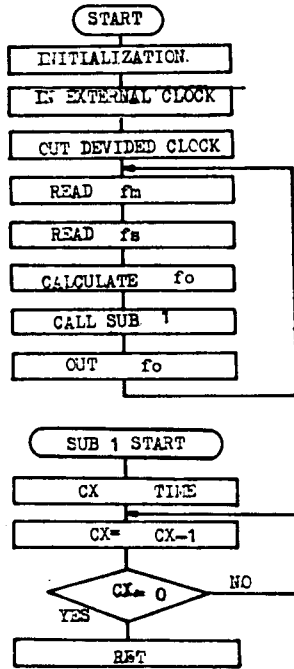


그림 5 프로그램 흐름도

4. 실험 및 결과고찰

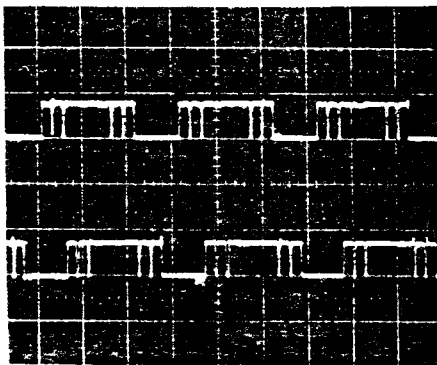
시스템의 구성은 마이크로프로세서와 인버터이 스피로 및 구동회로로 구성하였으거 마이크로프로세서는 CA-86.8086 을 사용하였다.

슬립주파수 제어용 프로그램상으로 처리하여 제어 가능도록 하였다.

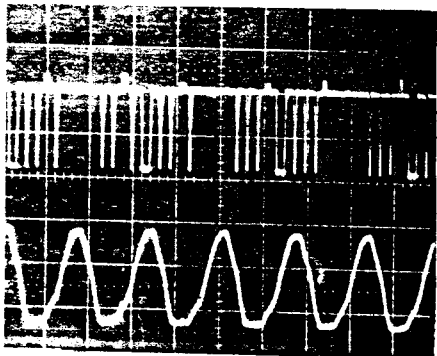
그림 6은 한주기당 PWM 펄스물 5개도각의 입력파형과 이차의 출력전압과 전류파형이다. 전압파형은 델타인버터에서 얻을수있는 특이한 파형으로 +V_D 와 -2V_D 의 진폭을 갖는 것을 볼수있다.

5. 결론

본 연구에서는 기존의 브리지인버터의 전력용 트랜지스터와 기트피로와 소자들을 절단으로 줄일수있는 델타인버터를 구성하여 유도전동기를 구동하여 전동기 제어시스템의 전체적인 비용을 절감시킬수 있었다. 유도전동기를 슬립주파수 가변제어법을 적용시켜 제어하고 델타인버터의 적절한 PWM제어법을 적용시켜 부드러운 운전 특성을 얻을수 있었다.



(a) 입력파형 (2V/div)



(b) (u) 상전압 (50V/div)

(d) 상전류 (1A/div)

그림 6 PWM펄스가 주기당 5개도각의 입력의 출력전압, 전류파형

참고문헌

1. P.D.Evans, R.C.Dodson, and J.F.Easthan, "Delta Inverter", IEE PROC. Vol. 127, Pt.F, No.6, NOVEMBER 1980.
2. P.D.Evans, R.C.Dodson, and J.F.Easthan, "Sinusoidal Pulse Width Modulation Strategy for the Delta Inverter", IEEE Trans. on Industry Applications, Vol. IA-20, No.3, May/June 1984.
3. A.Yair, J.Bemari, "NEW 3-Phase Inverter with three thyristor", Proc. IEE, Vol. 118, No.7, JULY 1971.
4. Boris Mokrytzki, "The Controlled Slip Static Inverter Drive", IEEE Trans. on I.G.A., Vol. IGA-4, No.3, MAY/JUNE 1968.