

마이크로 프로세서를 이용한 유도 전동기의 효율 개선을 위한 자속 제어

○ 은 병도 (중앙대학교)
 ○ 부 이 원 (중앙대학교)

Microprocessor Based Efficiency Improvement of Induction Motor with Flux Regulation

1. 서론

최근 전동기의 유지비 절감과 에너지 절약이라는 관점에서 전동기 운전시 효율 개선 문제가 큰 관심을 끌고 있다.

이러한 추세에 따라 본 논문은 자속을 제어하여 효율을 개선하고자 한다.

자속 제어방식에는 세이딩코일이나 도돌효과를 이용하여 직접 자속을 검출해 제어하는 직접 자속검출 제어방식과 고정자의 전압을 검출해 제어하는 방식, 그리고 너류 - 슬립주파수 관계를 이용하여 자속을 제어하는 방식이 있다.

본 연구는 전류 - 슬립주파수 관계를 이용하여 자속을 제어하고자 한다. (1), (2)

본 연구는 속도 지령치와 전동기 속도와의 에러에 의해 콘버터의 점호각을 순차 제어함으로써 전압을 제어하고 전동기 속도에 따라 전동기 손실이 최소가 되는 슬립주파수를 Look up table 로써 지정하여 운전한다.

본 연구에서는 GA 8086 16 비트 마이크로 프로세서를 제작하여 이용하고 정현파 PWM 인버터에 의하여 전동기를 운전한다.

2. 전동기의 효율

1식에 대한 유도 전동기의 기이득기 회로는 그림 1과 같이 표시된다. 이 등가회로에서 회전자 전류 I_2 는 식 (1) 과 같다.

$$I_2 = \frac{V_1}{\sqrt{(r_1 + r_2/s)^2 + (x_1 + x_2)^2}} \quad (1)$$

또 토오크T는 식 (2) 와 같이 표시된다.

$$T = \frac{m_1 r_2}{\omega_1} \left(\frac{I_2^2}{s} \right) \quad (2)$$

여기서 m_1 은 고정자의 심수이고 ω_1 는 고정자의 각속도이다.

식 (1) 을 식 (2) 에 대입하면 토오크T는 다음과 같다.

$$T = \frac{m_1 r_2}{(r_1 + r_2/s)^2 + (x_1 + x_2)^2} \left(\frac{V_1}{r_1} \right)^2 \quad (3)$$

공급 최대 자속 Φ_m 은 식 (4) 와 같다.

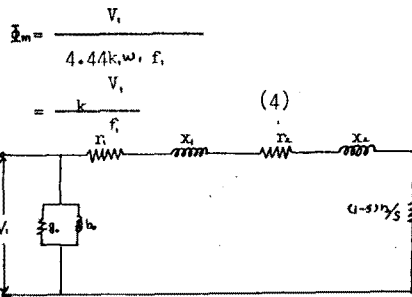


그림1 유도 전동기의 기이득기 회로

따라서 식 (3) 에서 토오크T는 자속의 제곱에 비례하며 공급 최대 자속 Φ_m 은 슬립주파수 $s\Phi$ 의 함수가 된다.

또 전동기의 효율 η 은 식 (5) 와 같다. (3)

$$\eta = \frac{r_2 \{ \frac{1}{s} - \frac{1}{f_1} \}}{\{ (\frac{r_1}{s} + \frac{r_2}{s}) + (x_1 + x_2) \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_1} + \frac{1}{s f_1} \}} \quad (5)$$

따라서 전동기의 각 속도에 따라 전동기의 손실이 최소가 되는 슬립주파수 $s\Phi$ 이 존재한다.

본 연구에서는 전동기 손실이 최소가 되는 슬립주파수를 Look up table로써 지정하고 속도 지령치와 전동기 속도와의 에러에 의해 콘버터의 점호각을 순차 제어함으로써 전압을 제어한다.

3. 시스템 구성

본 연구에서 제어 블록도는 그림 2 와 같이 하고 동기속도는 속도 지령치와 전동기 속도에 따른 슬립주파수에 의해 얻고 슬립주파수 $s\Phi$ 은 전동기 속도에 따라 Look up table 에서 얻는다. 시스템 구성은 콘버터, 정현파 PWM 인버터, 그리고 마이크로 프로세서로 이루어진다.

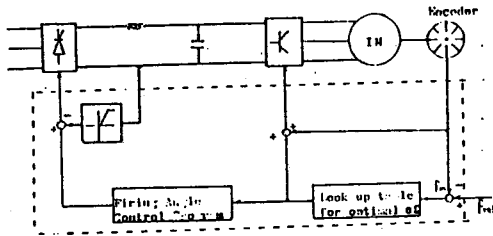


그림 2. 속도 피드백

본 연구의 PWM 클럭 발생 프로그램 및 콘버터의 전호기 제어 프로그램을 나인 흐름도는 그림 3 과 같이 구성하고 샘플 앤드 홀드 회로드 시그널 매 2[ms] 이다 행하게 된다.

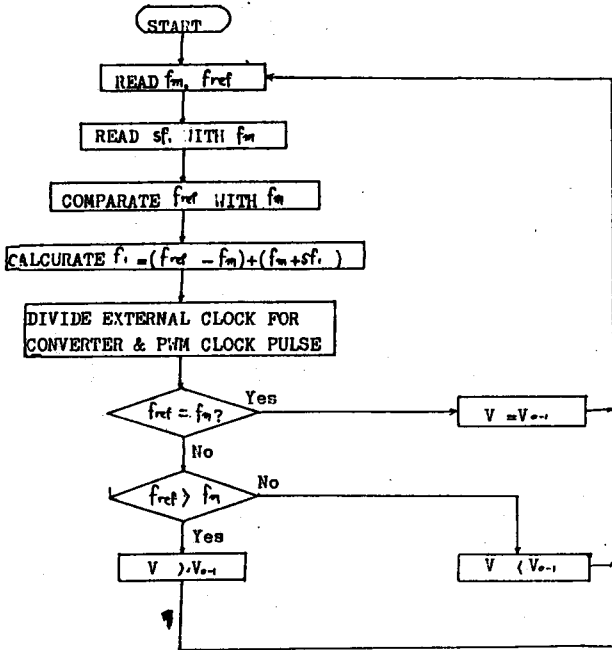


그림 3. 프로그램 흐름도

클럭 발생을 위하여 외부에서 클럭을 인가해 주던 8253 프로그램블 인터벌 타이머를 이용하여 콘버터의 전호기 및 정역사 PWM 인버터의 클럭을 연신치 리 하여 분주 시킴으로써 얻는다. 이 프로그램의 블록도는 그림 4 와 같다.

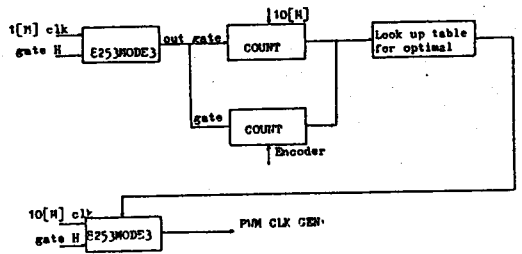
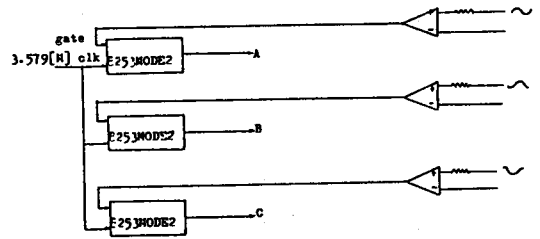


그림 4. 프로그램 블록도



4. 실험 및 결과 고찰

본 연구에서 제안한 제어 방식을 시행함으로써 효율을 개선하여 전동기의 운전비 절감을 할수 있다.

본 제어 방식으로 전동기 운전시 전동기의 기계적 출력은 일정하며 DC 링크에서 측정된 인버터의 입력전압은 감소한다.

콘버터의 전호기 제어를 위하여 클럭의 마운트를 3상 입력주파수와 동기 시켜 클럭 발생을 임치 시켰으며 3상 반사 정류를 하였다.

그림 5 에 본 제어 방식과 종래의 1/2 임정 제어 방식과의 전동기 속도에 따른 손실을 비교 하였다.

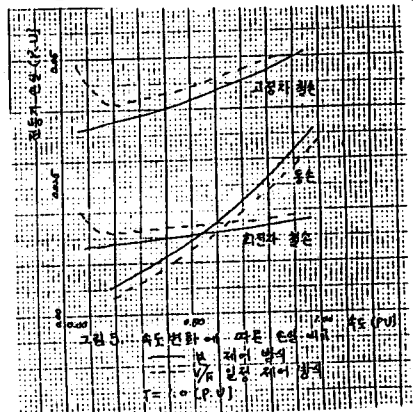


그림 5. 속도 변화에 따른 손실 비교
 - - - 1/2 임정 제어 손실
 - - - 제어 방식 손실
 T = 0.01[ms]

5. 결 론

속도 변화가 빈번한 곳에서 본 제어 방식을 행함으로써 입력전압을 이루며, 전동기 운전비 절감을 할수있다.

이올릭 CA 8086 16 비트 마이크로 프로세서와 8255 프로그래머블 인터럽트 타이머를 이용함으로써 시스템 구성에 있어서 하드 웨어 부분을 줄일수 있다. 또한 입력 절감후에도 전동기 운전은 인정 되었다.

참 고 문 헌

[1] Paresh C. Sen, JohnC. Trezise, Mark Sack, "Microprocessor control of an induction motor with Flux regulation," IEEE Trans. Industrial Electronics & Control Instrumentation, vol. IEECI-28, No.1, 1981, pp17-21.
 [2] K.P. Phillips, "Current source converter for ac motor drives," IEEE Trans. Ind. appl., vol. IA-8, pp679-684.

[3] M.H.Park, S.Y.Sul, "Microprocessorbased optimal efficiency drive of an induction motor," IEEE Trans. Ind. Elect., vol. IE-31, No.1, 1984, pp69-73.
 [4] R.Krishnan, J.F Lindsay, "Design of angle-controlled current source inverter-fed induction motor drive," IEEE Trans. Ind. Appl. vol. IA-19, No.3, 1983, pp370-378.
 [5] A.Kasko, D.Galler, "Control means for minimization of losses in ac and dc motor drive," IEEE Trans. Ind. Appl. vol. IA-19, No.4, 1983, pp551-570.
 [6] D.S.Firsehen, D.W. Dovotny, "Minimizing induction motor losses by excitation control in variable frequency drives," IEEE Trans. Ind. Appl. Vol. IA-20, No.5, 1984, pp1244-1250.
 [7] N.Mohan, "Improvement in energy efficiency of induction motors by means of voltage control," IEEE Trans. Power Appl. syst. vol. PAS-99, 1980.