

# 유도전동기 간접벡터제어 성능향상을 위한 회전자 시정수 추정기법

## Parameter Estimation for Indirect Vector Control of Induction Motor

\*서해용<sup>1</sup>, #박병건<sup>1</sup>, 김종무<sup>1</sup>, 김지원<sup>1</sup>, 이기창<sup>1</sup>, 김동준<sup>1</sup>,  
오창훈<sup>1</sup>, 김필근<sup>1</sup>, 하현욱<sup>1</sup>, 문석환<sup>1</sup>

\*H. Y. Seo<sup>1</sup>, #B. G. Park<sup>1</sup> (bgpark@keri.re.kr), J. M. Kim<sup>1</sup>, J. W. Kim<sup>1</sup>, K. C. Lee<sup>1</sup>, D. J. Kim<sup>1</sup>,  
C. H. Oh<sup>1</sup>, P. G. Kim<sup>1</sup>, H. U. Ha<sup>1</sup>, S. H. Moon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국전기연구원

Key words : Parameter Estimation, Induction Motor, Indirect Vector Control

### 1. 서론

산업계에 사용되는 전력의 70% 이상은 전동기로 인한 소비 전력이다. 전동기 소비전력의 60%는 유도전동기가 사용 되므로 유도전동기의 효율을 극대화 시키면 에너지 절약에 큰 기여를 할 수 있다.

유도전동기의 효율을 최대화 하기 위해서 토크를 순시적으로 제어할 수 있어야 하고, 신뢰성 있는 운전을 위해서 속도 및 전류센서를 이용해 회전자의 위치 정보를 필요로 한다.

하지만, 장시간의 운전시간이 필요한 시스템의 경우 회전자의 온도가 변하면서 제어 성능이 저하된다.

이 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 간접벡터제어시 회전자 저항을 추정하기 위해 기계적인 슬립을 추정하고, 회전자 전압방정식을 변형화 하여 시정수를 추정 및 보상하는 기법을 사용하였다.

### 2. 전동기 시정수 추정

일정한 슬립을 필요로 하는 유도전동기의 슬립은 식(1)과 같이 추정된다.

$$\omega_{sl} = \frac{R_r L_m i_{qs}^e}{L_r \lambda_{dr}^e} = \frac{1}{T_r} \frac{i_{qs}^e}{i_{ds}^e} \quad (1)$$

식(1)을 통해 슬립은 시정수 및 토크분 전류

와 자속분 전류에 의해 결정된다. 하지만, 연속 운전시 상승하는 회전자의 온도는 시정수의 변동에 영향을 미치게 되고 슬립을 정확하게 추정할 수 없게 된다.

이는 전동기 효율 및 제어 성능을 저하 시키게 되므로 발열에 의한 회전자 시정수 변동을 추정하기 위해 회전자 전압방정식을 식(2)와 같이 변형하였다.

$$p\lambda_{qr}^e = R_r \frac{L_m}{L_r} i_{qs}^e - \frac{R_r}{L_r} \lambda_{qr}^e - \hat{\omega}_{sl} \lambda_{dr}^e \quad (2)$$

$\hat{\omega}_{sl}$ 은 기계적 속도를 속도계로부터 계산된 각속도 및 지령 각속도와 계산된 값이다.

식(1), (2)에 의해 주어지는 운전 조건은 식(3)과 같고, 각속도는 일정하다.

$$\lambda_{qr}^e = p\lambda_{qr}^e = 0, \quad p\lambda_{dr}^e = 0, \quad \lambda_{dr}^e = L_m i_{ds}^e \quad (3)$$

식(3)의 조건을 가지면 자속분 전류를 가진축은 0 이되고, 토크분 전류를 가진축은 식(4)와 같은 식으로 간소화 된다.

$$0 = \frac{L_m}{\tau_r} i_{qs}^e - \hat{\omega}_{sl} \lambda_{dr}^e \quad (4)$$

$$\tau_r = \frac{L_m i_{qs}^e}{\hat{\omega}_{sl} \lambda_{dr}^e} \quad (5)$$

간소화된 식(4)를 시정수로 정리하면 식(5)와

같이 정리된다.

하지만 측정된 각속도의 결과로는 정상상태의 판단이 정확하지 않으므로 운전시 변동이 많은 회전자 저항이 포함되지 않은 역기전력 식(6)을 이용해 정상상태를 일정 구간에서 유지되면 시정수를 추정한다.

$$pe_{qs}^e = \omega_r \frac{L_m}{L_r} \lambda_{dr}^e \quad (6)$$

### 3. 모델링 및 실험

본 시스템에서 Fig.1과 같이 시스템을 구성하고 간접벡터제어의 기본적인 수식에 의한 슬립 및 각속도를 추정하였다.

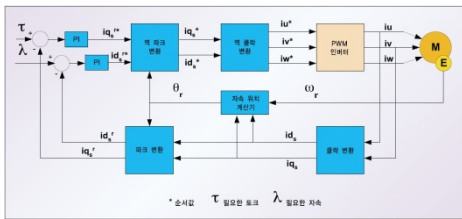


Fig. 1 System configuration for indirect vector control system

Fig. 3은 시정수가 계산되어 추정된 슬립 및 시정수의 변동에 의해 값이 재 추정된 슬립의 추정된 결과값이다.

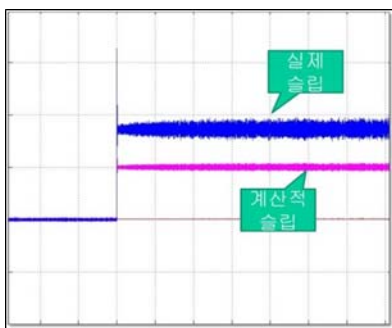


Fig. 3 Parameter estimation of rotor's resistor

분당 1500 회전수에서 일정한 부하를 입력하고 변동된 회전자 저항의 시정수에 대한 추정 값은 관성에 의한 오차를 제외하고 일정하게 추정되었다.

### 4. 결론

유도전동기의 효율적인 운전을 위해서 필 수적으로 추정되어야 하는 슬립은 온도센서를 사용하지 않고 추정하기 위한 방법 중 간접 벡터제어는 속도추정기를 이용하므로 복잡한 알고리즘을 필요로 하는 시스템을 간소화 할 수 있다.

하지만 정상상태 운전을 항시 하는 환경이 아니므로 과도상태 및 온도의 변화에도 시정수를 추정할 수 있는 시스템을 구성해야 한다.

### 참고문헌

1. Byung-Gun Park, Rae-young Kim, and Dong-Seok Hyun, "Fault Diagnosis Using Recursive Least Square Algorithm for Permanent Magnet Synchronous Motor Drive," ECCE Asia May 30-June 3, 2011.
2. 김상훈, "DC 및 AC 모터 제어," 북두출판사, 2008.
3. 노의철, 정규범, 최남섭, "전력전자공학," 문운당, 2008.
4. 조운현, "전동기 제어 이론," 다솜출판사, 2008.