

약계자 영역에서 유도 전동기의 고정자 자속 기준 최대 토크 운전을 위한 전압 제어 기법

김홍주, 유재성, 원충연, 김은집*, 조현규*, 김상훈**
성균관대학교, 프레스토라이트아시아*, 강원대학교**

Voltage Control Strategy for Maximum Torque Operation of Stator-Flux-Oriented Induction Machine Drive in the Field-Weakening Region

H.J. Kim, J.S. Yu, C.Y. Won, E.J. Kim*, H.K. Jo*, S.H. Kim**
Sungkyunkwan Univ., Prestolite Asia Ltd.*, Kangwon Univ.**

ABSTRACT

In this paper, voltage control strategy for maximum torque operation of stator flux-oriented induction machine drive in the field-weakening region is proposed. In a conventional stator flux-oriented (SFO) induction machine drive system of the maximum torque capability cannot be obtained. The field-weakening method is used to vary the stator-flux reference in proportion to the inverse of the rotor speed. The proposed algorithm, based on the voltage control strategy, ensures the maximum torque operation over the field-weakening region. The proposed algorithm, voltage control strategy for maximum torque operation of capability, which is insensitive to the variation of machine parameters in the field-weakening region. The proposed algorithm is verified by simulation.

1. 서 론

벡터 제어 유도전동기는 속도의 증가와 함께 자속 분 전류를 감소시킴으로써 쉽게 자속을 감소시킬 수 있기 때문에 스피드라이너 전기 자동차와 같이 정 출력 운전이 매우 중요시되는 응용분야에서 많이 적용되고 있다.

본 논문은 약계자 영역에서 고정자 자속 기준 유도 전동기의 최대 토크 운전을 위한 전압 제어 기법을 제안하였다. 기존의 고정자 자속 기준 제어 방식에서 약계자 운전은 전통적으로 $1/\omega_r$ 방법을 사용함으로써 최대 토크 운전을 하지 못하였다. 제안된 알고리즘은 전압 제어기를 기본으로 약계자 영역에서 최대 토크 운전을 하였다. 제안한 알고리

즘은 최대 토크 발생을 위한 최적의 기준 전압을 제어하는 것으로 전동기 상수에 관한 정보 없이도 약계자 영역에서 최대 토크 운전이 가능하다.^{[1],[2],[6]} 시뮬레이션으로 제안된 알고리즘의 타당성을 검증하였다.

2. 본 론 ^{[1],[2],[3]}

고정자 자속 기준 벡터제어인 경우, 유도전동기의 전압방정식은 동기 회전 좌표계에서 고정자 전류와 자속 및 슬립 등으로 다음 식과 같이 표현된다.^[6]

$$v_{ds}^e = R_s i_{ds}^e + \sigma L_s \frac{di_{ds}^e}{dt} - \frac{r_r}{L_r} \lambda_{ds}^e - \omega_{st} \sigma L_s i_{qs}^e \quad (1)$$

$$v_{qs}^e = R_s i_{qs}^e + \sigma L_s \frac{di_{qs}^e}{dt} + \omega_r \lambda_{ds}^e + \omega_{st} \sigma L_s i_{ds}^e \quad (2)$$

여기서, $R_s = r_r + r_r \frac{L_m^2}{L_r^2} + \frac{r_r}{L_r} \sigma L_s$, $\tau_r = \frac{L_r}{r_r}$

위의 전압 방정식은 고정자와 회전자에서의 전압 및 자속 방정식을 이용하여 얻을 수 있다.

고정자 저항에서 전압강하는 무시한다. 게다가 $\sigma L_s \frac{di_{ds}^e}{dt}$, $\frac{r_r}{L_r} \lambda_{ds}^e$ 부분의 전압은 약계자 영역에서 상대적으로 적으므로 고려하지 않는다.

$$v_{ds}^e = -\omega_{st} \sigma L_s i_{qs}^e \quad (3)$$

$$v_{qs}^e = \omega_{st} \sigma L_s i_{ds}^e + \omega_r \lambda_{ds}^e \quad (4)$$

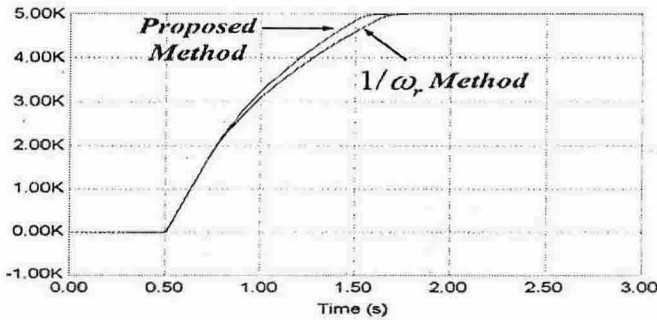


그림. 2. 속도 파형
Fig. 2. Speed waveforms

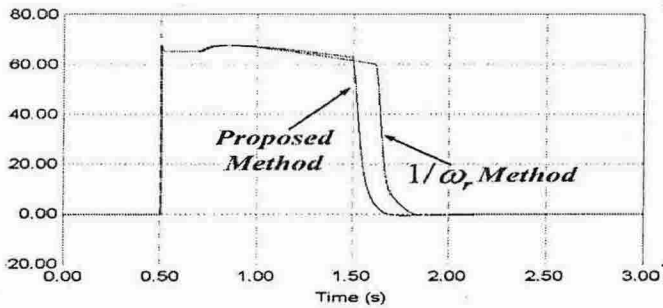


그림. 3. q축 전류 파형
Fig. 3. q-axis current waveforms

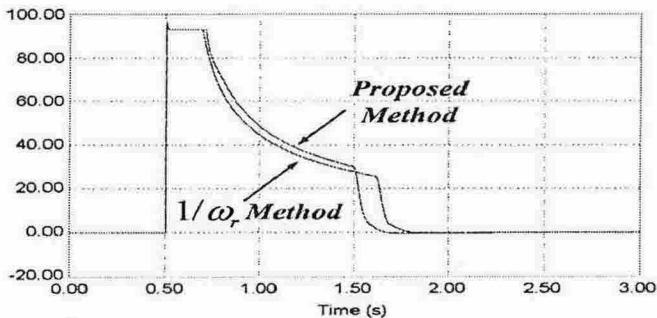


그림. 4. 토크 파형
Fig. 4. Torque waveforms

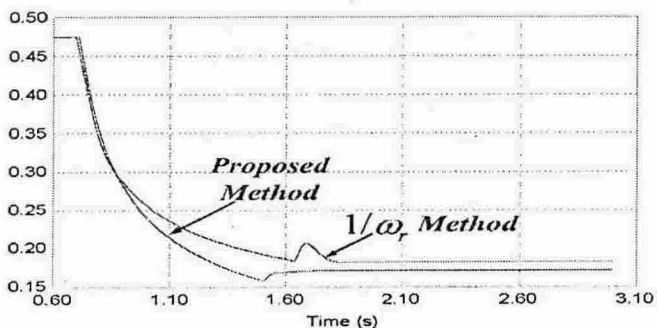


그림. 5. 자속 파형
Fig. 5. Flux waveforms

동일한 속도 지령 5,000[rpm]에 제안된 기법은 기존의 $1/\omega_r$ 방법보다 빠르게 속도를 추정하는 것을 볼 수 있으며, 전류 파형에서도 이를 나타내고 있

다. 토크 파형은 기존의 방법보다 큰 값을 갖는 것을 볼 수 있다. 그러므로 더 빨리 가속이 되고 있다. 자속 파형은 기존의 방법에서 불필요한 자속 성분이 줄어드는 것을 확인 할 수 있다.

7. 결론

기존의 고정자 자속 기준제어 방법에서는 약계자 영역에서 최대 토크 운전을 하지 못하였다.

본 논문에서는 약계자 영역에서 고정자 자속 기준 유도 전동기의 최대 토크 운전을 위한 전압 제어 방법을 제안하였다.

제안한 알고리즘은 최대 토크 발생을 위한 최적의 기준 전압을 제어하는 것으로 전동기 상수에 관한 정보 없이도 약계자 영역에서 최대 토크 운전이 가능함을 시뮬레이션으로 확인하였다.

본 연구는 산업 자원부 (2004-0635-000) 지원으로 연구되었음.

참고 문헌

- [1] Myoung-Ho Shin, Dong-Seok Hyun, Soon-Bong Cho, "Maximum Torque Control of Stator-Flux-Oriented Induction Machine Drive in the Field-Weakening Region", IEEE Trans on Industrial Applications, Vol. 38, NO. 1, January/February 2002.
- [2] Sang-Hoon Kim, Seung-Ki Sul, "Voltage Control Strategy for Maximum Torque Operation of an Induction Machine in the Field-Weakening Region", IEEE Trans on Industrial Electronics, Vol. 44, August 1997.
- [3] X. Su, R. De Donker, D. W. Novotny. "Stator Flux Orientation Control of Induction Machines in the Field Weakening Region", IEEE IAS Annual Meeting Conf. Rec., 1988.
- [4] X. Xu, D. W. Novotny. "Selection of the Flux Reference for Induction Machine Drives in the Field Weakening Region", in IEEE Trans. on Ind. Appl. IA-28(6). 1992.
- [5] S. H. Song, Jong-Woo Choi, Seung-Ki Sul. "Transient Torque Maximizing Strategy of Induction Machine in Field Weakening Region", IEEE Power Electronics Specialists Conference '98. 1998.
- [6] 설승기, "전기기기제어론", 도서출판 브레인 코리아, pp. 329-349.
- [7] 김상훈, "약계자 영역에서 유도 전동기의 최대 토크 운전," 서울대학교 공학박사 학위 논문 1994. 8.
- [8] 신명호, "약계자 영역에서 유도 전동기의 고정자 자속 기준 제어의 최대 토크 운전," 한양대학교 공학박사 학위 논문 2001. 6.