

유도전동기의 센서리스 속도제어

서영수*, 차광훈*, 이상훈*
*명지대학교

Sensorless Speed Control of Induction Motor

Young-Soo Seo*, Kwang-Hun Cha*, Sang-Hun Lee*
*Myong-Ji University

Abstract - A sensorless controller of induction motor has several advantage availability in a harsh environment. In this paper, the speed information is driving from the currents and the estimated stator flux. To obtain the estimated stator flux, this study is using the Estimator. The simulation results show that the proposed scheme has activity over a wide speed range and good response to load variations

1. 서론

유도전동기는 구조가 간단하고 보수가 용이하며 가격이 저렴할 뿐만 아니라 정속도 운전으로서 성능이 매우 양호하다. 이와 같은 특징을 가진 유도전동기를 제어하기 위해서 유도전동기의 고정자전류를 자속성분과 토오크 성분으로 분리하여 제어함으로써 직류전동기와 같은 제어특성을 얻을 수 있다.

유도전동기의 벡터 제어를 위해서는 정밀한 회전속도의 측정이 필수적으로 요구되고 있다. 그러나 산업용분야에서는 설치환경, 가격 등의 제약과 검출기 자체가 전동기에 직결되어야 하고 제어기와 멀리 떨어져 있으므로 제어에 있어서 여러 가지 문제를 야기시키는 경우가 많으므로 센서없는 속도제어에 대한 관심이 고조되고 있다.

본 연구에서는 이러한 센서리스제어를 실현하기 위해 단자전압과 저항강하의 차로 구한 유도 기전력을 적분하여 얻은 자속성분과 유도전동기의 입력전류를 이용하는 속도연산기를 사용하여 회전자속도를 추정하였다.[1-2] 그러므로써 검출기를 이용할 경우에 발생할 수 있는 여러 가지 문제점을 감소시킬 수 있다.

한편, 본 논문에서는 속도연산기를 사용한 알고리즘을 제한하였고, 시뮬레이션과 실험을 통하여 제안된 제어시스템의 타당성을 확인하였다.

2. 속도 연산기

속도검출기가 없는 유도전동기를 제어하기 위하여 고정 좌표계에서 유도전동기의 등가회로를 표현하면 그림 1과 같다.[3-4]

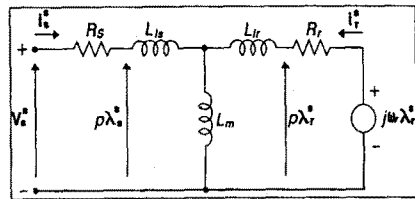


그림 1. 유도전동기의 등가회로

여기서 고정자 전압방정식과 쇄교자속은 다음과 같이 표현된다.

$$v_s^s = R_s i_s^s + \frac{d \lambda_s^s}{dt} \quad (1)$$

$$v_r^s = R_r i_r^s + \frac{d \lambda_r^s}{dt} - j\omega_r \lambda_r^s$$

$$\lambda_s^s = L_s i_s^s + L_m i_r^s \quad (2)$$

$$\lambda_r^s = L_r i_r^s + L_m i_s^s$$

회전자 속도 ω_r 을 구하기 위해서는 회전자 전류를 알아야 하지만 직접 회전자 전류를 측정할 수 없다. 그러나 식 (1)과 식 (2)를 이용하면 고정자 쇄교자속과 고정자 전류만으로 회전자 전류식을 유도할 수 있고, 이를 이용하면 원하는 회전자 전류를 얻을 수 있다.

$$i_r^s = \frac{1}{L_m} (v_r^s - R_r i_r^s) - \frac{L_s}{L_m} i_s^s \quad (3)$$

$$= \frac{1}{L_m} (\lambda_r^s - L_r i_r^s)$$

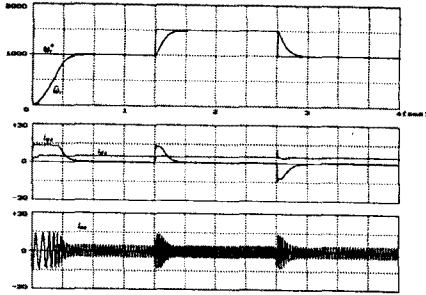
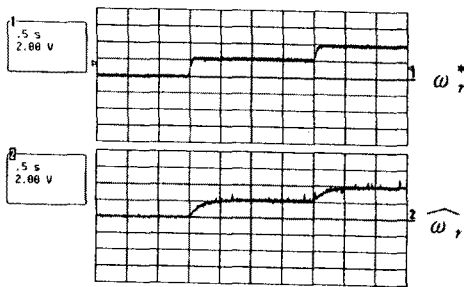


그림 4. 기준 속도 변화에 대한 속도 응답 특성
(무부하, 1000 → 1500 → 1000[rpm])

그림 4는 기준속도 변화에 대한 시스템의 속도응답특성을 알아보기 위한 시뮬레이션으로, 전동기를 무부하 상태에서 기준속도 1000[rpm]으로 스텝 기동하고, 1500[rpm], 1000[rpm]으로 기준속도가 변화함에 따라 시스템의 응답특성을 시뮬레이션한 파형이다. 제안한 방법이 우수한 응답특성을 나타냄을 확인할 수 있다.

5. 실험 및 결과

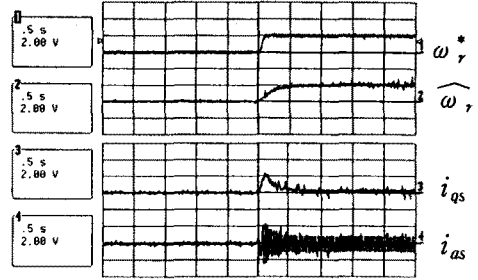
본 연구에서 제안한 속도연산기를 사용한 속도추정 알고리즘의 성능을 확인하기 위하여 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 전동기는 2[HP], 220[V], 60[Hz], 4극이며, 정격속도는 1710[rpm]인 3상 농형 유도전동기이다.



Speed : 600[rmp/div], Time : 0.5[s/div]

그림 5. 기준속도 변화에 대한 추정속도
(무부하, 0 → 600 → 1200[rpm])

그림 5는 유도전동기를 무부하 상태에서 기준속도 600 [rpm]으로 스텝 기동하고, 다시 1200[rpm]으로 기준속도가 변화할 경우의 속도응답으로서 양호한 속도응답을 나타내고 있다.



Speed:600[rpm/div], i : 8[A/div], Time:0.5[s/div]

그림 6. 속도변화시 토오크분 전류 및 상전류
(무부하, 0 → 600[rpm])

그림 6은 유도전동기를 무부하 상태에서 기준속도를 600 [rpm]으로 하였을때 경우 토오크분 전류 및 상전류의 실험파형이다.

6. 결론

본 연구에서는 속도 검출기가 없는 유도전동기의 제어 방법을 제안하였다. 본 실험장치에 의하여 실험을 수행한 결과, 전동기에 입력되는 전압 및 전류에 대한 정보만으로 비교적 정확한 속도를 추정하여 양호한 속도제어를 할 수 있음을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Toshiyuki Kanmachi, etc., "Sensor-Less Speed Control of an Induction Motor", IEEE, pp.22-27, 1995
- [2] A.Bettini "Comparison of Different Schemes without Shaft Sensors for Field Oriented Control Drives", IEEE, pp.1579-1588, 1994
- [3] B.K.Bose "POWER ELECTRONICS AND AC DRIVES", pp.271-276, 1987
- [4] Ion Boldea and Syed A.Nasar, "VECTOR CONTROL OF AC DRIVES, pp.33-43, 1992