

자속·토크 맵을 이용한 유도 전동기의 간접 벡터 제어 연구

조 경 재¹⁾·이 현 석¹⁾·진 현 지¹⁾·이 근 호²⁾

국민대학교 자동차모빌리티대학원¹⁾·국민대학교 자동차공학과²⁾

Study on Indirect Vector Control of Induction Motor using Flux-Torque MAP

GyungJae Cho¹⁾ · HyunSeok Lee¹⁾ · HyeonJi Jin¹⁾ · GeunHo Lee²⁾

Graduate School of Automotive Engineering at Kookmin University¹⁾, College of Automotive Engineering at Kookmin University²⁾

Key words : Indirect Vector Control(간접 벡터 제어), Flux Controller(자속 제어기), Flux-Torque Map(자속 · 토크 맵), Induction Motor(유도 전동기)

이근호, E-mail: motor@kookmin.ac.kr

환경 문제로 인하여 세계적으로 자동차 온실가스와 대기 오염물질 배출을 제한하는 규제를 강화하고 친환경 차량 의무 판매 제도를 실시하고 있다. 이에 따라 기존의 화석 연료를 사용하는 엔진 차량에서 친환경 동력원을 사용하는 차량의 비율이 증가하고 있다. 친환경 차량의 동력원으로는 주로 효율이 높고 출력 밀도가 좋은 영구자석 동기전동기를 이용하지만, 최근 전동기 제작 기술의 발전과 제어 기술 향상으로 인하여 고출력 차량에서 유도 전동기의 에너지 효율 및 출력 밀도가 영구자석 동기전동기에 못지않게 우수함을 보인 바가 있다. 또한, 유도 전동기는 구조적 단순성과 영구자석을 사용하지 않는 장점으로 인해 유도 전동기의 고성능 제어가 주목받고 있다.

유도 전동기의 제어 방식 중 간접 벡터 제어는 제어 변수 계산 시 유도 전동기의 파라미터를 활용하기 때문에 파라미터 변동으로 인한 시스템 불확실성이 발생할 수 있다. 이는 동일한 토크 지령에 대해 일정한 토크를 유지하지 못하는 문제로 이어진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 속도 · 토크 맵을 사용하여 최적의 전류 지령을 출력하는 방식으로 제어가 이루어진다. 그러나 배터리를 사용하는 시스템에서는 속도 · 토크 맵도 배터리 전압 변동에 따라 모터의 운전 영역이 변동되는 문제를 피할 수 없다. 반면, 자속 · 토크 맵은 속도와 DC-Link 전압을 모두 고려하여 자속을 축으로 구성됨으로써 DC-Link 전압의 변동에 효과적으로 대응할 수 있으며, 맵 구성에 소요되는 시간도 절약할 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 지게차 시스템에 적용되는 자속 · 토크 맵을 기반으로 한 유도전동기의 간접 벡터 제어 기법을 제안하고, 동시에 유도 전동기의 동적 성능을 향상시키는 기법을 제안하고자 한다. 이를 위해 자속 · 토크 맵을 구성하고, 제어 응답성 향상을 위한 자속 제어기를 지게차 시스템에 적용하여 유효성을 검증하고 분석하였다.

이 논문은 2024년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (‘과제번호 20019138’ , 시장자립형 3세대 xEV산업육성사업)

이 논문은 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0020536, 2024년 산업혁신인재성장지원사업)