

PMa-SynRM에서의 온도 변화에 따른 토크 보상 자속 테이블 생성 기법

박 주 연¹⁾ · 백 산 욱²⁾ · 김 소 램²⁾ · 김 준 희³⁾ · 이 근 호⁴⁾

국민대학교 자동차모빌리티대학원¹⁾, (재)자동차융합기술원²⁾, (주)디아이씨³⁾, 국민대학교 자동차융합대학⁴⁾

Generating Magnetic Flux Table According to Temperature Changes of Permanent Magnet Assistant Synchronous Reluctance Motor

Juyeon Park¹⁾ · SanUk Baek²⁾ · SoRam Kim²⁾ · Jun hee Kim³⁾ · GeunHo Lee⁴⁾

Graduate School of Automobile Mobility at Kookmin University¹⁾,
Jeonbuk Institute of Automotive convergence Technology²⁾, DAE-IL Corporation³⁾, College of Automotive Engineering⁴⁾

Key words : PMa-SynRM(영구자석 보조 동기 릴럭턴스 전동기), Temperature(온도), Look-up table(룩업 테이블)

* 이근호, E-mail: motor@kookmin.ac.kr

중국의 희토류 수출량은 2025년 6월 7742톤(t)이던 희토류 수출량은 8월 5791t으로 6월 대비 8월 약 25% 감소하였다. 이는 EV 구동용으로 주로 사용되는 영구자석 동기전동기의 제작 가격 상승의 요인이 되었다. 한국 또한 희토류의 내수 수입량을 중국에 의존하고 있는 상황으로, 중국 자원 공급망으로부터의 독립이 시급하다.

이러한 상황에서 동기형 릴럭턴스 모터(SynRM)에 영구자석을 적절하게 삽입하여 SynRM의 단점을 개선한 영구자석형 동기 릴럭턴스 전동기 (PMa-SynRM : Permanent Magnet Assistant Synchronous Reluctance Motor)는 릴럭턴스 토크뿐 아니라 마그네틱 토크도 활용할 수 있어 대체 전동기로 주목받고 있다. 그러나 PMa-SynRM은 기존 IPMSM에 비해 낮은 출력밀도를 가지기 때문에, IPMSM을 대체하기 위해서는 효율 향상을 위한 대응책이 필요하다.

HEV 및 EV과 같은 시스템에서 사용되는 전동기의 경우 광범위한 온도 영역에서 구동된다. 온도 상승에 따라 동일 운전 영역에서 토크 출력이 저하되고 이로 인해 운전 효율이 감소하는 결과를 초래한다. 이를 해결하기 위해 주로 두 가지 방법을 이용하는데, 첫 번째 방법은 실시간 인덕턴스 추정을 이용하는 방법으로 연산량이 많고 구현이 복잡하다는 단점이 있다. 두 번째 방법은 테이블을 이용한 제어 방식으로, 기존의 자속-토크 룩업 테이블은 연산량이 적고 구현이 간단하지만, 특정 온도 범위에서 측정된 데이터 기반으로 작성되기 때문에 온도 변화에 따라 출력 토크가 변동하는 한계가 있다.

따라서 본 논문에서는 온도에 따른 파라미터 변동 특성을 분석하고, 여러 온도 영역에서 테이블을 사용하여 온도에 따라 토크 제어 최적화를 실시하였다. 이에 따라 토크 제어 정밀도를 비교/분석하고, PMa-SynRM의 출력 개선 여부를 확인하였다.

※ 이 논문은 산업통상자원부가 지원한 ‘시장자립형 3세대 xEV산업육성 사업’으로 지원을 받아 수행된 연구 결과입니다.
[과제명: 희토류 영구자석 사용량 저감을 위한 PMaSynRM 기반 전기구동모듈 기술 개발 / 과제고유번호: 20019138]

