

축 방향 자속 영구자석 동기전동기의 신뢰성 확보를 위한 모터 제어 시스템

수준에서의 턴간 단락 고장 진단

이 승 환¹⁾ · 김 재 완¹⁾ · 이 준 호¹⁾ · 김 남 수^{*1)}

건국대학교 기계설계학과¹⁾

Inter-turn Short Circuit Fault Diagnosis at the Motor Control System Level to Ensure Reliability of Axial Flux Permanent Magnet Synchronous Motor

Seunghwan Lee¹⁾ · Jaewan Kim¹⁾ · Junho Lee¹⁾ · Namsu Kim^{*1)}

Department of Mechanical Design, Konkuk University, Seoul, Korea¹⁾

Key words : Axial flux permanent magnet synchronous motor(축 방향 자속 영구자석 동기전동기), Inter-turn short circuit(턴간 단락), Fault diagnosis(고장 진단), Urban air mobility(도심항공교통)

교신저자, E-mail: nkim7@konkuk.ac.kr

기존 영구자석 동기전동기와 다르게 축 방향 자속을 사용하는 동기전동기는 크기와 무게 대비 높은 효율을 가진다. 이러한 특징 때문에 축 방향 자속 영구자석 동기전동기를 도심항공교통(UAM)에 적용하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 하지만 UAM에서의 모터 고장은 품질 문제를 넘어 인명피해로 이어질 수 있으며 이러한 측면에서 해당 모터의 신뢰성에 대한 연구는 필수 불가결하다. 턴간 단락 고장은 모터에서 발생할 수 있는 전기적 고장 중 가장 빈번하게 발생하는 고장으로 다른 전기적 고장의 시발점이 될 수 있는 고장이다. 본 연구에서는 코일의 단락 턴 수에 따라 고장의 심각도를 구분하였으며 그에 따른 모터 제어 시스템 수준에서의 시뮬레이션을 통해 상전류를 분석하였다. ANSYS Maxwell을 통해 단락 상태를 구현하고 그에 따른 전기적 파라미터를 추출했으며 추출한 데이터를 제어 시스템이 구현된 Matlab/Simulink 모델에 적용하여 상전류 데이터를 취득하였다. A상전류 데이터의 결과를 그림 2와 같이 나타내었다. 고장 심각도에 따라 상전류 공급 주파수의 3차 고조파 성분이 증가하는 것을 확인하였고, 추가적으로 공급 주파수 주변에 회전 주파수 배수만큼의 Sideband 성분이 발생함이 확인되었다. 고장자 권선의 전류에는 시간 및 공간 고조파가 포함되기에 단락이 발생했을 시 모터의 3상 불균형으로 인해 공급 주파수의 3차 고조파가 발생했으며, 자속 밀도의 불균형한 분포로 인하여 Sideband 성분이 발생한 결과를 보이게 된다.

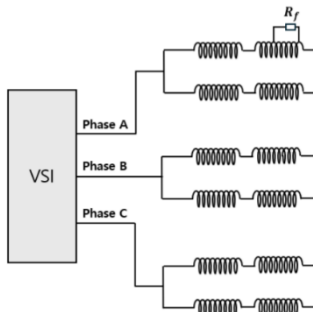


Photo. 1 Inter-turn short circuit fault configuration of two parallel windings on Phase A of AFPM synchronous motor for UAM

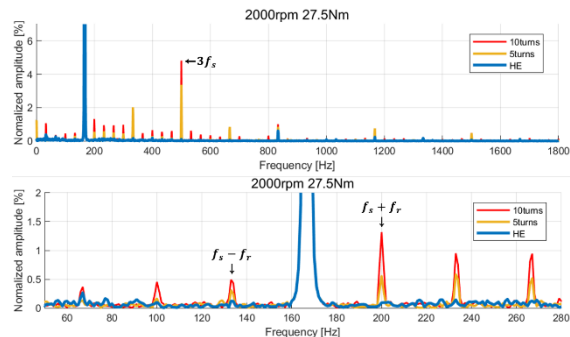


Photo. 2 FFT spectrum of the current signal corresponding to HE, 5 turns short and 10 turns short at 2000rpm and 27.5Nm

후기 : 본 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (1415187771)