

영구자석 동기 전동기의 제어 기법

Permanent Magnet Synchronous Motor's control technique

Researcher 윤태용, 전자공학과 (dyd1503@ajou.ac.kr),
 민운기, 전자공학과 (dnsr113@ajou.ac.kr),
 이인호, 전자공학과 (leeinho46@ajou.ac.kr)

Professor 이교범, 전자공학과

4차 산업혁명
 혁신선도대학사업
 산업박람회



ABSTRACT

- 영구자석 동기 전동기(PMSM)은 영구자석에 의해 발생하는 자속으로 토크를 발생시킨다. 이 전동기를 제어하기 위한 기법 중 직접적으로 토크를 제어하는 DTC(Direct Torque Control) 기법과, 전압 벡터를 제어하는 FOC(Field Oriented Control) 기법이 존재한다.

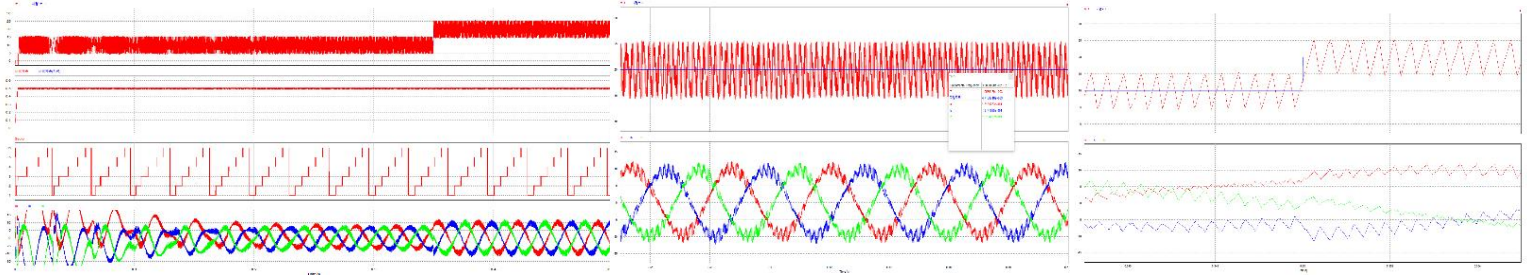
- 영구자석 동기 전동기를 제어하는 두 기법의 제어 변수, 제어 방식, 전교조파왜율(THD), 토크 리플 등을 비교하고, 시뮬레이션을 통해 그 특성이 어떻게 나타나는지 연구, 분석한다.

OBJECTIVES

1. DTC 기법의 시뮬레이션을 통해 지령 토크에 따른 전류 위상각 추종에 소요되는 시간과 추종값의 정확도에 대해 분석한다.
2. FOC 기법의 시뮬레이션을 통해 전류 인가에 따라 토크가 간접적으로 제어되고, PI 전류 제어기의 알고리즘을 사용함으로써 발생하는 응답 특성을 파악한다.
3. 직접 토크 제어(DTC) 기법과 벡터 제어(FOC) 기법의 각 특성을 파악하고 그에 따른 상대적인 장단점을 비교 분석한다.

RESULTS

DTC

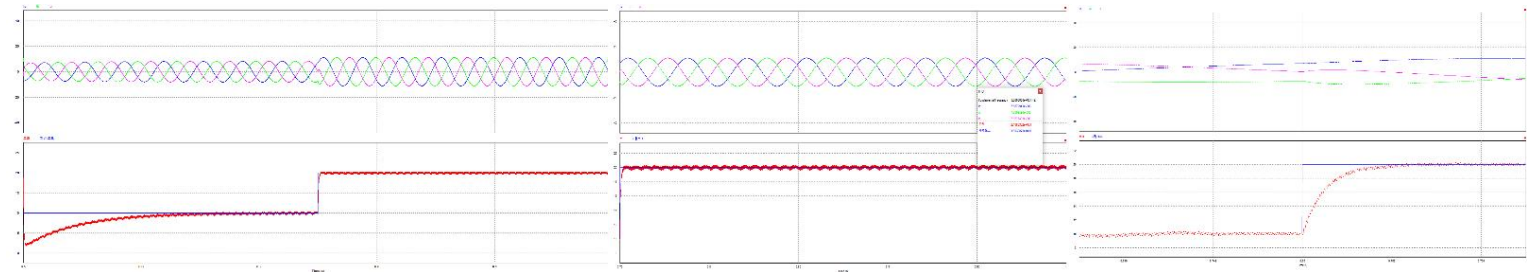


▲ 0~0.5초 토크(red),지령(blue)/쇄교자속(red),지령(blue)/sector/상전류

▲ 0.35~0.5초 (토크,지령토크/상전류) THD 13% / 토크리플 큼

▲ 0.345~0.355초 (토크,지령토크/상전류) rising time : 1/22 [div]

FOC

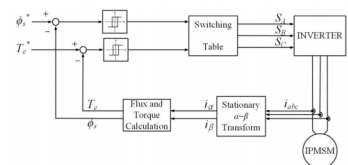


▲ 0.5~1초 상전류 /토크(red),지령(blue)

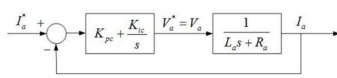
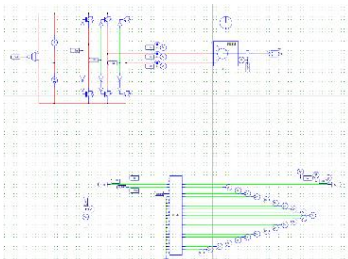
▲ 0.75~1초 (상전류 /토크,지령토크) THD 0.7% / 토크리플 작음

▲ 0.745~0.755초 (상전류/토크,지령토크) rising time : 1 [div]

METHODOLOGY



▲ DTC block diagram 히스테리시스 제어기 이용



▲ FOC전류제어기 block diagram PI 전류제어기 이용

제어 종류	t<0.35	0.35<t<0.5	0.5<t<0.75	0.75<t<1
torque_ref [Nm]	10	20	10	20
Id_ref [A]	미사용	0	미사용	0
전압보상유무	OFF			
Vdc	600V			
차단도파수	HPF : 5 [Hz]			
전류제어기	전류제어기 : 2000 [rad/s]			
속도 인덕턴스	0.01317 [H]			
고정자 저항	0.0156 [ohm]			
가속 밴드폭	0.349 [ohm]			
토크 밴드폭	0.005 [Nm]			
토크 리플(허용)	5 [Nm]			
속도 수	0.5 [Hz]			
pole 수	6			
회전 속도	600 rpm			

▲ circuit design

▲ using parameters

CONCLUSIONS

DTC

- 0~0.35초 구간에 10[Nm], 0.35~0.5초 20[Nm]
- 0~0.2초 초기구간은 고정자 쇄교자속의 위상각에 대해 누적된 값을 사용하므로 본래의 위상각을 찾는데 시간이 소요 -> 초기 상전류가 적절치 못함
- 고정자 저항만이 parameter로 사용되기 때문에 다른 parameter에 대해 신경쓰지 않아도 토크의 추종이 가능 -> 빠른 응답특성이 나타남
- 고정자 쇄교자속과 토크에 대해 히스테리시스 제어기 사용으로 인해 밴드갭만큼의 오차가 지속적으로 발생 -> 큰 토크리플과 THD 발생

FOC

- 0.5~0.75초 구간에 10[Nm], 0.75~1초 20[Nm]
- PI 전류제어기에는 모터의 인덕턴스 등 다양한 parameter들이 포함되어 있어 지령토크를 추종하는 데 긴 시간이 소요 -> 느린 응답특성이 나타남
- PI 전류제어기는 steady state error의 누적값이 작다는 강점이 존재하여 지령값과의 오차가 적음 -> 토크리플과 THD가 작음

※ 두 제어기법은 각각의 장단점이 극명하고 뚜렷
 -> 사용되는 모터, 부하의 요구조건에 따라 적절한 제어 방법 사용