

DFT를 이용한 영구 자석 모터 드라이버의 오토 튜닝 기법

강성현, 박성준
전남대학교

Auto-tuning technique of permanent magnet motor driver using DFT

Seong Hyun Kang, Sung Jun Park
Chonnam National University

ABSTRACT

전력 사용량이 증가하면서 고효율의 기기 드라이버가 요구되고 있다. 산업 부하의 경우 대부분 유도성 부하에 의한 전력 소모가 가장 크다. 따라서 유도성 부하 드라이버의 효율이 중요시 되고 있다. 이에 고효율의 전동기 드라이버가 요구되고 있다. 모터를 효율적으로 제어하기 위해서는 제어하는 모터의 특성을 파악하는 것이 중요하다. 산업용 모터의 경우 다양한 용량의 모터가 존재하기 때문에 하나의 제어기로 다양한 모터를 제어하기는 어렵다. 본 논문에서는 DFT를 이용 모터 특성을 파악하여 상이한 용량의 모터를 효율적으로 제어하는 방식을 제안하려 한다.

1. 서 론

일반적으로 산업용 모터의 경우 대용량 모터로, 모터의 크기 및 질량이 크다. 때문에 제어시 관성에 의한 외란이 발생한다. 따라서 제어를 설계할 경우, 모터의 전기적 파라미터 뿐만 아니라, 모터의 질량적 파라미터까지 고려하여 제어를 설계해야 한다. 전기적 파라미터의 경우 열에 의한 약간의 저항값의 변화만 있지만, 질량적 파라미터의 경우, 모터의 부하에 따라 변하므로 정량적으로 제어를 설계하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 모터의 출력값을 DFT를 이용하여 지속적으로 추정하여 모터의 전달함수를 추정하여 제어를 설계하는 방법을 제안하고, PSIM 및 Matlab을 이용한 시뮬레이션을 통하여 타당성을 검증하였다.

2. 본 론

2.1 모터 전달함수 추정 방법

그림 1은 일반적인 단위게환 2차시스템 블록선도이다. 여기서 $R(s)$ 는 입력신호 $Y(s)$ 는 출력신호를 나타내며, $G_{PID}(s)$ 는 제어기 $H(s)$ 는 모터의 파라미터를 나타낸다.

여기서 $H(s)$ 를 식 (1)과 같이 가정하고, P제어(비례 제어)만 한다면 페루프 전달함수 $G(s)$ 는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.^[1]

$$H(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\zeta\omega_n)} \quad (1)$$

$$G(s) = \frac{K_p\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n + K_p\omega_n^2} \quad (2)$$

단, K_p 는 제어기 상수

전달함수 $G(s)$ 를 이용하여 주파수, 체동계수 등 중요 데이터 값을 얻을 수 있다.^[2]

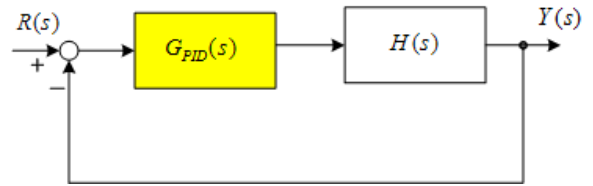


그림 1 2차시스템 블록선도
Fig. 1 Second-order system block diagram

2.2 시뮬레이션

그림 2는 PSIM을 이용한 시뮬레이션 회로도이다. 각 부분에 대한 설명은 아래와 같다.

- ① 모터드라이버용 인버터
- ② 속도 및 위치 추적을 위한 엔코더
- ③ C++과 연계하기 위한 DLL
- ④ BLDC모터
- ⑤ 홀센서 및 인버터 출력전압 센싱부

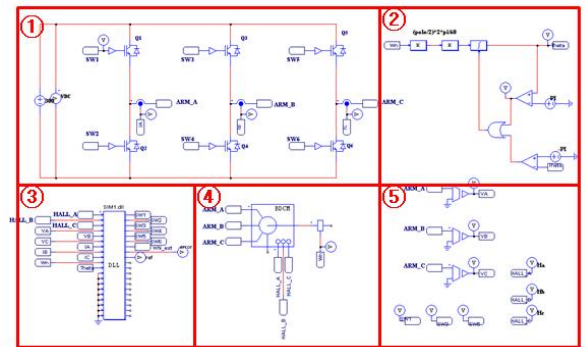


그림 2 시뮬레이션 회로도
Fig. 2 Simulation circuit

그림 3은 그림 2의 시뮬레이션 결과 파형이다. 위 부분은 모터의 속도를 나타낸 파형이고, 아래 부분은 위치에 대한 결과 파형이다. Matlab을 이용하여 푸리에 변환을 하기 위하여 정확한 푸리에 변환을 위해 위치 결과 파형에서 과도 상태를 제외한 부분을 추출하여 DFT를 수행하였다.

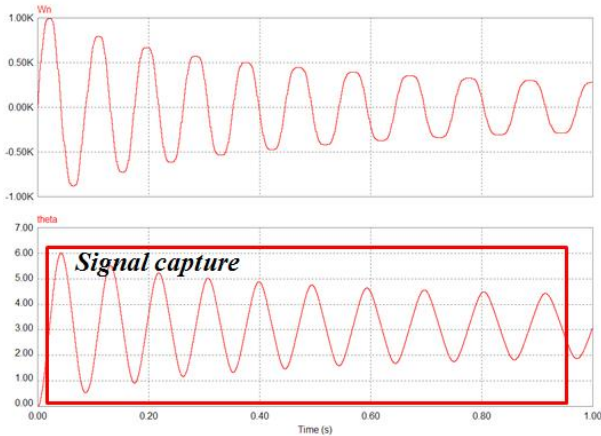


그림 3 PSIM 시뮬레이션 결과 파형
Fig. 3 PSIM simulation waveforms

그림 4는 Matlab을 이용하여 추정한 DFT 파형이다. 이 파형을 이용하여 추정한 파라미터 값 및 파라미터 값을 이용한 PID계수는 표 1과 같다.

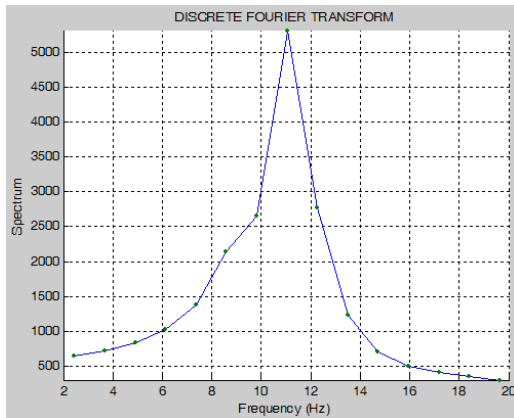


그림 4 DFT 추정 결과 파형
Fig. 4 DFT estimation waveform

표 1 2차 시스템의 파라미터 값 및 PID제어 상수
Table 1 The estimated value of the Second-order system parameters and PID control constant

Parameter			Control constant		
Exact frequency	Exact Damping Constant	Exact Mode Magnitude	P Gain	I Gain	D Gain
11.14430Hz	1.077	2.679	1	0.01	0.02

그림 5는 새로 설계된 제어기를 이용한 결과 파형으로 기존의 P제어기를 이용한 것 보다 응답 속도 및 오버슈트에 대하여 향상된 제어가 되는 것을 확인 할 수 있다.

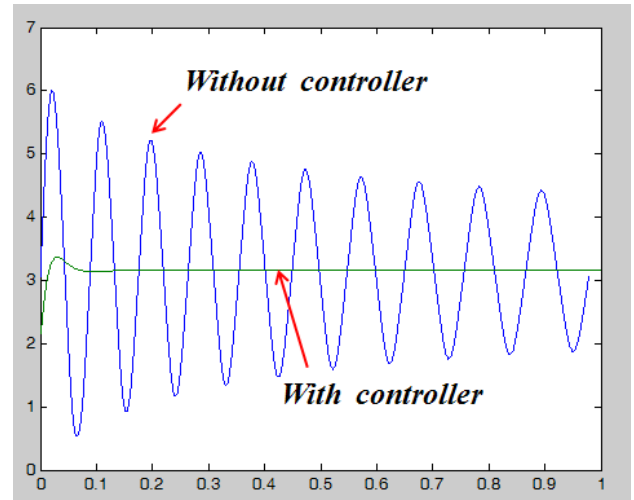


그림 5 PID제어기 투입 후 시간응답 파형
Fig. 5 Time response waveform with PID controller

3. 결 론

본 논문에서는 영구자석형 모터의 시스템을 2차시스템으로 간주하여 DFT를 이용하여 얻어진 데이터를 이용하여 모터를 제어하는 방법에 대하여 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법에는 다음과 같은 제약이 따른다.

- 모터의 관성이 너무 작을 경우 모터의 특성을 추정하기가 어렵다. 따라서 소형 모터 보다는 산업용 대형 모터에 적합하다.
- 모터의 2차 시스템을 추정하기 위해서는 일정한 데이터가 필요하기 때문에, 모터의 제어기를 설계하기 전 일정량 운전이 필요하다. 또한, 모터의 부하가 변동될 경우에 2차 시스템의 상수들이 변동되므로 즉각적인 반응속도를 내기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다.

본 논문의 파라미터 추정에 많은 도움을 주신 전남대학교 심관식 박사님께 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

[1] Farid Golnaraghi, Benjamin C. Kuo, Automatic control System: ninth Edition, WILEY Publishing Company, Inc. pp. 128 131, 2010.
[2] 심관식, 안현진, 남해곤, 임영철, 김의선 “이산 푸리에변환을 이용한 모델링과 제어기 설계 방법”, 한국조명전기설비학회논문지, vol26, No2 pp34 43, 2012.