

단상 SRM의 여자구간에 따른 평균 토크 측정

김용현\*, 이은웅\*, 이종한\*, 이현우\*, 김준호\*  
 충남대학교 \*

Measuring the Average Torque according to Exciting Region of Single Phase SRM

Yong-Heon Kim\*, Eun-Woong Lee\*, Jong-Han Lee\*, Hyeon-Woo Lee\*, Jun-ho Kim\*  
 Chungnam National University\*

**Abstract** - There are many elements that affect the average torque of the single phase SRM. It is related with the stator and rotor pole arcs, the dwell angle of the exciting current, the turn on/off angle, etc.. Most of all, the turn on/off angle is affect the design procedure of the driving and control circuit. So, in this study, it is intend to analyze the effect that the variations of the turn on/off angle affects the average torque. and then this analyses will be used to design the control driver of the single phase SRM.

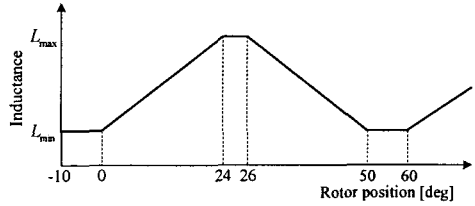


그림 1 시작기의 인덕턴스 파형

1. 서 론

단상 스위치드 릴럭턴스 모터(SRM)은 구조가 간단하기 때문에 제작비용과 유지보수비가 절감되는 장점이 있어 유체부하 구동원이나 가전기에 많이 사용되는 단상 유도 전동기의 대체용으로 연구되고 있다. 또한, 단상 SRM은 다상 SRM에 비해 구동회로의 스위칭 소자수가 적어 회로가 간단하고, 고정자의 모든 극이 동시에 단일 스위칭 펄스로 여자되어 단위체적당 에너지 이용율이 높은 장점이 있다[1].

단상 SRM에서 회전자와 고정자의 극호비, 스위칭 전류의 여자구간, 턴온/오프각 등이 평균토크 특성에 가장 많은 영향을 준다.

본 연구에서는 선행 연구를 통해 팬 구동용으로 설계 제작된 디스크형 단상 SRM의 평균 토크 특성을 구하기 위해 여자구간의 변화에 대한 평균 토크의 영향을 분석하여 단상 SRM의 제어회로 설계를 위한 연구 자료로 사용하고자 한다.

2. 시작기의 여자구간과 평균 토크 측정

선행연구[2]에서 단상 SRM의 시작기는 고정자 극호의 크기가 26°, 회전자 극호의 크기가 24° 이므로 최대 인덕턴스구간의 크기는 2° 이고, 최소 인덕턴스 구간의 크기는 10° 이다. 그러므로, 이론적으로 시작기를 여자시킬 수 있는 구간은 -5° ~25° 사이가 된다.

본 논문에서 회전자 극호와 고정자 극호가 서로 접하기 시작하는 위치를 0° 로 기준 잡았을 때 그림 1과 같은 시작기의 인덕턴스 파형이 예측된다.

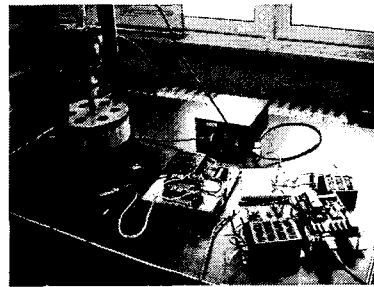


그림 2 토크 측정을 위한 장치

그림 1의 시작기의 인덕턴스 파형에서 이론적으로 여자시킬 수 있는 구간이 -5° ~25° 이므로, 단상 SRM이 턴 온(turn on)되었다가 턴 오프(turn off) 되는 구간을 나타내는 도통각(Dwell angle)의 최대 범위는 -5° ~25° 가 된다[3][4].

그림 2는 토크를 측정하기 위한 실험 장치이다. IGBT를 스위칭 소자로 사용하였으며, IGBT 양단에는 환류 다이오드를 설치하여 턴 온/오프 시에 유기되는 기전력을 전원으로 환원시켰다. 시작기의 축에는 엔코더를 설치하였고 엔코더의 기준각(0°)을 고정자와 회전자가 접하기 시작하는 부분으로 설정하였다. DSP 보드에는 도통각(Dwell angle)에 따른 온/오프 위치가 프로그램 되어 있다. 실험장치 전원은 단상 220V 전원을 변환한 48V 정전원을 사용하였고, DSP에서는 엔코더로부터 회전자의 위치를 받아 턴 온/오프각 신호를 여자구간에 맞추어 출력되도록 하였다. 본 실험에서는 도통각에 따른 토크를 측정하기 위하여 시작기의 턴 온/오프되는 각도인 -5° ~25° 사이의 각을 1° 간격으로 변화시키면서 각각의 변화 구간에 대해 측정장비에 나타나는 평균 토크값을 측정하였다[3][4].

그리고 토크 측정 장비의 D/A 단에서 출력되는 평균 토크 파형을 오실로스코프를 사용하여 측정하였다.

그러나 토오크 측정 장비의 D/A 단자에서 나오는 평균 토오크 파형에서는 많은 노이즈가 검출되어, 본 실험에서는 오실로스코프의 필터링 기능을 이용하여 토오크 측정 장치에 출력되는 노이즈를 제거한 후 단상 SRM의 평균 토오크 파형을 측정하였고, 입력된 전류파형도 같이 측정하였다.

### 3. 실험 결과 및 분석

도통각(Dewell angle)을  $-5^{\circ} \sim 25^{\circ}$  하였을 때 계측기에 측정된 평균 토오크는  $0.16[Nm]$ 이고, 도통각  $-4^{\circ} \sim 24^{\circ}$  일 때 측정된 평균 토오크는  $0.12[Nm]$ 이었다. 그리고 도통각  $-3^{\circ} \sim 23^{\circ}$  일 때 평균 토오크는  $0.10[Nm]$ , 도통각  $-2^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 에서는  $0.09[Nm]$ 로 평균 토오크가 계속적으로 감소하였다. 그리고 도통각  $-1^{\circ} \sim 21^{\circ}$ 에서는 평균 토오크가  $0.09[Nm]$ 로 변화가 없음을 확인하였다. 도통각  $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 에서는 평균 토오크가  $0.12[Nm]$ 로 증가함을 확인하였고, 도통각  $1^{\circ} \sim 19^{\circ}$ 에서는 평균 토오크가  $0.11[Nm]$ 로 감소하였고, 도통각  $-2^{\circ} \sim 18^{\circ}$ 에서는 평균 토오크가  $0.11[Nm]$ 로 변화가 없음을 확인하였다.

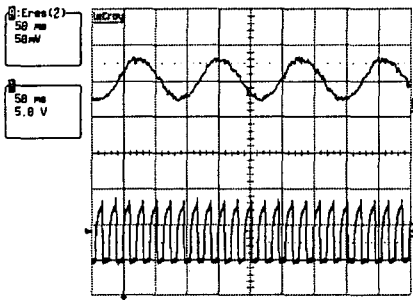


그림 3.  $-5^{\circ} \sim 25^{\circ}$  에서 평균 토오크와 전류 파형

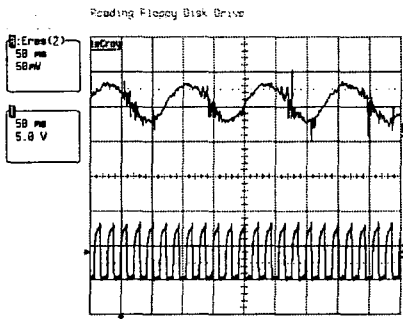


그림 4.  $-4^{\circ} \sim 24^{\circ}$  에서 평균 토오크와 전류 파형

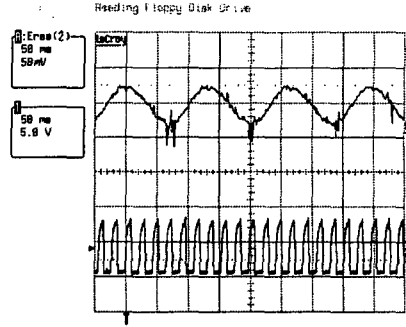


그림 5.  $-3^{\circ} \sim 23^{\circ}$  에서 평균 토오크와 전류 파형

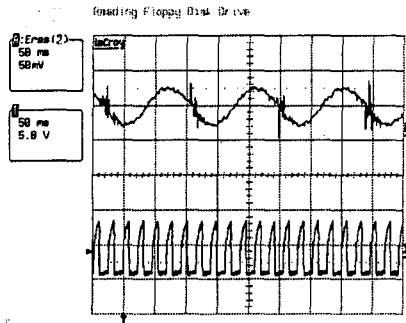


그림 6.  $-2^{\circ} \sim 22^{\circ}$  에서 평균 토오크와 전류 파형

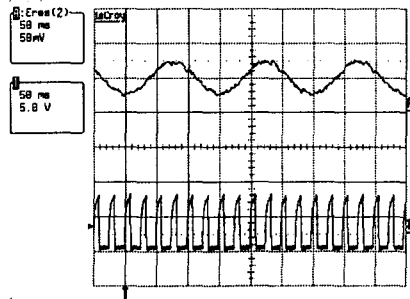


그림 7.  $-1^{\circ} \sim 21^{\circ}$  에서 평균 토오크와 전류 파형

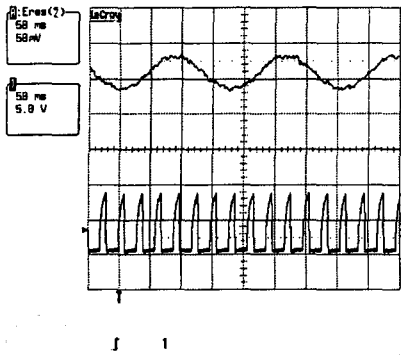


그림 8. 0° ~20° 에서 평균 토오크와 전류 파형

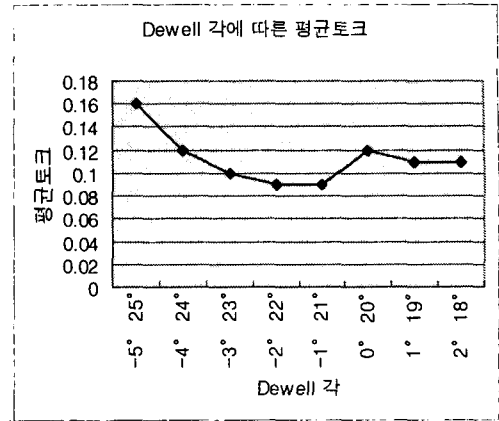


그림 11. 도통각 변화에 따른 평균 토오크

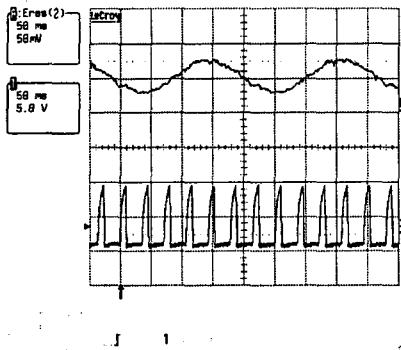


그림 9. 1° ~19° 에서 평균 토오크와 전류 파형

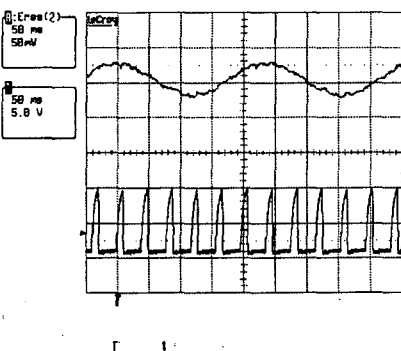


그림 10. 2° ~18° 에서 평균 토오크와 전류 파형

이상의 측정결과로부터 도통각 변화에 따른 평균토오크의 변화를 나타내면 그림 11과 같다. 실험을 통해 도통각이 최대 여자구간인 -5° ~25° 에서 평균 토오크가 가장 크고, -2° ~22° 와 -1° ~21° 에서 평균 토오크가 작은 것을 실험을 통해서 확인하였다.

#### 4. 결 론

여자구간이 선행연구에서 제작한 단상 SRM의 평균토오크에 미치는 영향을 분석하여 최대 여자구간인 -5° ~25° 에서 평균토오크가 가장 크고, -2° ~22° 와 -1° ~21° 에서 평균토오크가 작은 것을 실험을 통해서 확인 하였다. 그리고 앞으로 본 실험의 자료를 단상 SRM의 드라이버(driver)제작에 필요한 여자구간을 선정하는데 참조 하고자 한다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 이충원,이중한,이은용,오영용, "Disk형 단상 SRM의 기본 특성 해석을 위한 자화 곡선 측정", 대한전기학회 춘계학술대회 논문집, pp.91-93, 2003.4
- [2] 김준호,이은용,이충원,서정민,김건목, "영구자석 기동장치가 회전자 돌극형 단상 SRM의 평균 토오크에 미치는 영향", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.1030-1032, 2003.7
- [3] 여상경,이은용,이민영, "단상 SRM의 여자구간에 따른 구동특성", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.912-914, 2002.7
- [4] 김준호,이은용,조현길,이승민,이화수, "영구자석 기동장치가 회전자 돌극형 단상 SRM의 무부하 속도에 미치는 영향", 대한전기학회 추계학술대회 논문집, pp.73-75, 2002.11