

새로운 電磁 시컨스에 의한 2相 HB형 Linear Stepping Motor의 진동 억제에 관한 연구

이상호* 원규식** 서진우*** 오충석**** 이경호**** 전선근* 강인수*
*삼척산업대학교 **대구기술대 ***구미기술대 ****영남대학교

A Study on Vibration Suppression of 2-phase HB Linear Stepping Motor with New Exciting Sequence

LEE.S.H* WON.K.S** SEO.J.W*** OH.H.S**** LEE.K.H**** JEON.S.K* KANG.I.S*
*Samchok Nat'l Univ.. **Taegu ***Gumi Polytechnic College.. ****Yeungnam Univ.

Abstract - A Linear Stepping Motor (LSM) can operate in an open loop control mode similarly to a rotary stepping motor. However, the LSM has a large transient vibration, and it sometimes causes the miss-step.

In this paper, a new vibration suppression method using an energy stored in winding inductance and induced voltage of the LPM is proposed.

1. 서 론

리니어 스텝 모터(Linear Stepping Motor: 이하 LSM이라 한다)는 회전형 스텝 모터(Rotary Stepping Motor)와 같이 개루프 제어(Open loop control)로도 정확한 위치제어가 가능하므로 제어회로를 간단히 할 수 있으며, 또한 다른 리니어 모터(Linear Motor)에 비해 작은 입력에서 큰 추력을 가진다. 특히 운동 변환 기구 없이 입력 신호에 따라 선형적인 변위를 발생시키는 디렉트 드라이브(Direct Drive)방식의 전동기이다.¹⁾

따라서 LSM은 자동반송장치, 의료기기, OA, FA 용융 등에 다양하게 사용되고 있다. 그러나 LSM은 운전시, 구조적인 큰 진동으로 인하여 공진현상(불안정한 현상) 및 미스 스텝(miss-step)이 발생함으로서 추력이 급격히 떨어질 때가 있고, 최악의 경우 역전이 일어나기도 한다.²⁾⁻⁵⁾ 여기에 대응하기 위해 본 연구에서는 권선 인덕턴스에 저장된 에너지와 LSM의 유도전압을 이용하는 새로운 진동억제 방법을 제시하고자 한다.

2. LSM의 구조

그림 1은 본 연구에서 사용한 2相 4극형 LSM기본 구조이다.

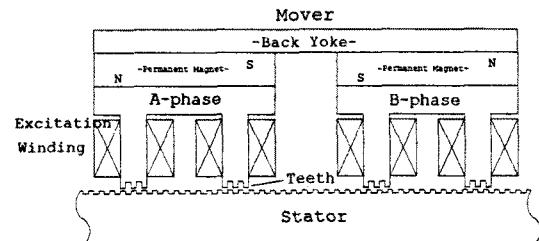


그림 1. LSM의 구조

3. LSM의 진동억제

3-1 진동억제의 원리

그림 2는 권선 인덕턴스에 저장된 에너지와 LSM의 유도전압을 이용한 진동억제 방법을 나타낸다.

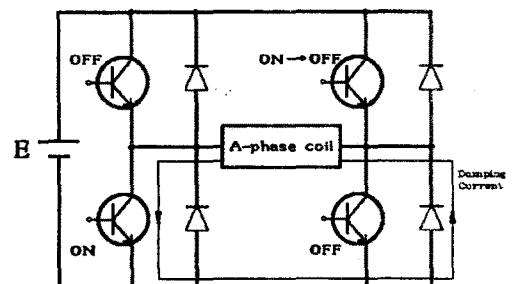
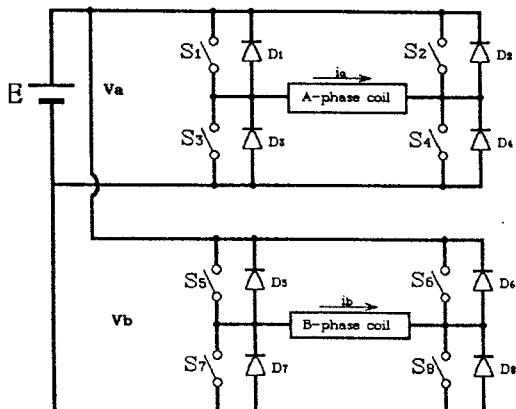
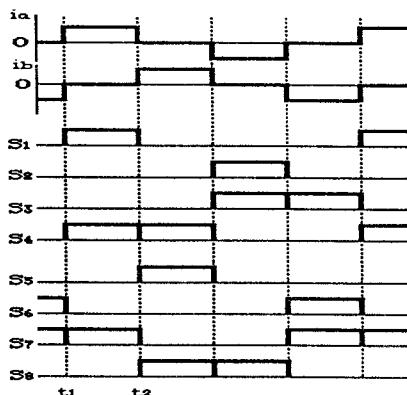


그림 2. 진동 억제의 원리

3-2 진동억제 励磁 시컨스



(a) 구동회로



(b) 励磁 시컨스

그림 3. 진동억제를 위한 새로운 1相 励磁 시컨스

그림3의 (a)는 구동회로를 나타내며, (b)는 본 연구에서 제시한 진동억제를 위한 새로운 1相 励磁 시컨스를 나타낸다. 종래의 1相 励磁 구동시 스위칭 순서는 $S_1, S_4 \Rightarrow S_5, S_8 \Rightarrow S_2, S_3 \Rightarrow S_6, S_7$ 와 같이 순차적으로 동시에 터온, 터오프 하였으나, 진동 억제를 위한 새로운 1相 励磁 구동시 스위칭 순서는 $S_1, S_4, S_7 \Rightarrow S_4, S_5, S_8 \Rightarrow S_2, S_3, S_8 \Rightarrow S_3, S_6, S_7$ 와 같이 순차적으로 동시에 터온, 터오프하게 된다. 따라서 퀸션 인더턴스에 저장된 에너지를 효과적으로 free-wheeling시킴으로서 진동억제를 위한 제동력과 고속운전시에는 등가 2相 励磁 구동이 가능하므로 고속 영역에서는 특성이 좋을것으로 사료된다.

4. 실험 및 고찰

4-1 진동특성

본 연구에서는 LSM의 응용 기술에 관한 연구에 있어서 가장 큰 장애 요인 즉 전동기 운전시 발생하는 진동을 레이저측정기 (OFV-3001)를 이용하여 1스텝 응답 특성을 측정 비교하였다. 그림 4는 무부하시 종래의 1相 励磁 구동시 1스텝 응답 특성을 나타내며, 그림 5는 무부하시 새로운 1相 励磁 시컨스에 의한 구동시 1스텝 응답 특성을 나타낸다. 진동 측정 결과 최대 오버슈트(Maximum overshoot)는 종래의 1相 励磁 구동시 1.1[V], 새로운 1相 励磁 구동시 0.7[V]이고, 언더슈트(Undershoot)는 종래의 1相 励磁 구동시 0.9[V], 새로운 1相 励磁 구동시 0.6[V]이며, 또한 정정시간(Settling time)은 종래의 1相 여자구동시 270[ms], 새로운 1相 여자구동시 150[ms]이다. 따라서 상기의 진동 특성을 비교 검토한 결과 새로운 1相 励磁 구동시가 종래의 1相 여자시보다 훨씬 우수하였다.

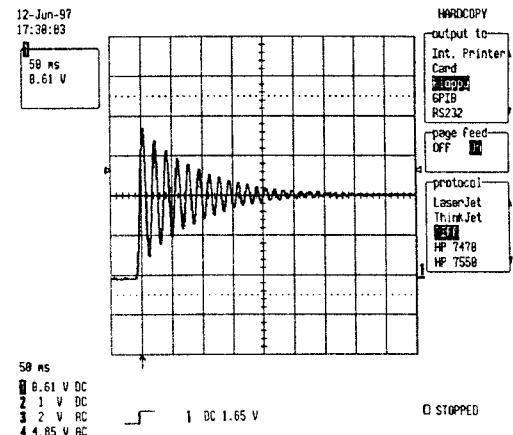


그림 4. 1相 励磁 구동시 1스텝 응답특성

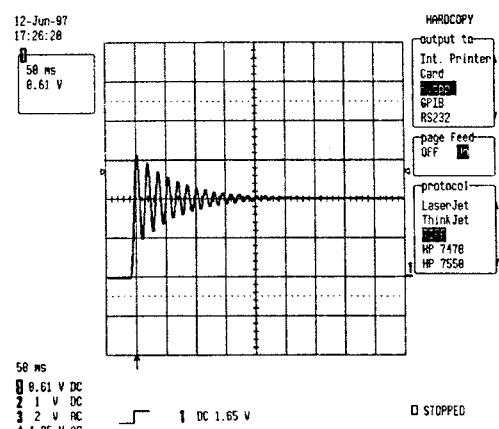


그림 5. 새로운 1相 励磁 구동시 1스텝 응답특성

4-2 動推力 특성

본 연구에서는 LSM을 일정한 주파수로 구동하면서 서서히 부하를 증가했을 시, 전동기가 동기 운전 할 수 있는 최대 추력을 동축력이라 한다. 그림 6은 Force gauge를 사용하여 동축력을 측정한 것이며, 측정결과 종래의 1상여자 구동시보다 새로운 1상 动磁 구동시가 훨씬 우수하였다.

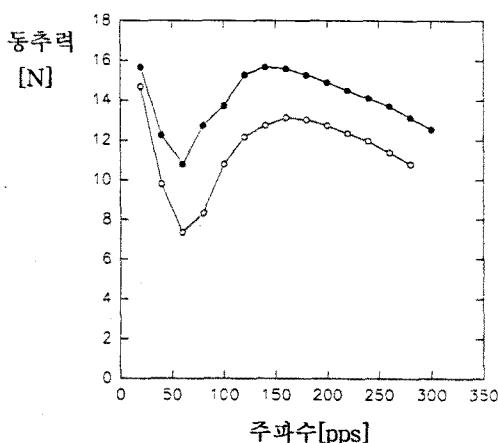


그림 6. 입력 주파수에 대한 动推力

5. 결론

본 연구에서는 권선 인덕턴스에 저장된 에너지와, LSM의 유도전압을 이용한 새로운 1상 动磁 시컨스를 설계 및 제작하여 종래의 1상 여자와 비교 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 진동특성(1스텝 응답특성)은 새로운 1상 动磁 구동시가 종래의 1상 여자구동시 보다 최대오버슈트는 36% 감소하였고, 언더슈트는 33% 감소하였으며, 특히 정정시간은 45% 짧게 됨으로써 훨씬 우수하였다.

2. 动推力 특성 역시 새로운 1상 动磁 구동시가 종래의 1상 구동시보다 우수 하였다.

따라서 상기의 결과는 차후 LSM의 진동특성 및 동특성 개선을 위한 구동회로 구성에 중요한 자료가 될것으로 사료된다.

[참 고 문 현]

- [1] Kenjo T., Sugawara A., "Stepping motor and their microprocessor controls", Oxford University Press, pp. 49-58, 1994

[2] Minor, E., "A circuit for controlling mid-frequency resonance in permanent-magnet step motors", IMCS, pp 205-212, 1980

[3] S.H.LEE, D.Y.JUNG etc., "Two-double 1-2-phase drive of 4-phase stepping motor", PEMC'96, vol. 2, pp 637-639, 1996

[4] Leenhouts, A. C., "Higher frequency step motor switching cuts eddy current losses and RFI, Protects drive circuit", PCIM, vol.12, pp. 52-55, 1986

[5] Leenhouts, A. C., "The art and practice of step motor control", Intertec Communications Inc., pp. 41-46, 1987