

가동 평판 철심형 LOA의 구동 특성

장석명, 이대한, 권철, 박노희
충남대학교

Driving Characteristic for Moving flat core LOA

S.M. Jang, D.H. Lee, C. Kwon, N.H. Park
Chung-Nam National Univ.

Abstract - This paper deals with the dynamic characteristics of flat core LOA. The LOA system was represented by the voltage equation of coil and the mechanical equation of motion. Also, driving system was simply composed voltage source inverter and generates square-wave. It is measured that dynamic characteristic vary as square-wave.

1. 서 론

직선 왕복운동 액추에이터 (Linear Oscillating Actuator, LOA)는 정현파 또는 구형파의 교번 전압을 인가하여 가동체가 직접 직선 왕복운동을 할 수 있는 힘을 발생시켜 왕복운동이 가능하도록 하는 장치를 말한다. 기존에는 직선운동을 얻기 위해 회전형 모터에 각종 기어, 벨트, 체인, 캠 등의 기계적 변환기구를 이용, 회전운동을 직선운동으로 변환시킴으로 인해 시스템이 복잡해지고, 부피나 중량이 커지므로 생산비나 유지보수 등의 경제적 비용뿐만 아니라 에너지 효율성 면에서도 좋지 않다. LOA는 이러한 단점들을 극복할 수 있는 효과적인 방안으로서 이것을 리니어 구동시스템에 응용할 경우 각종 기계적 변환기구가 필요 없게 되어, 시스템의 구조를 간단히 할 수 있고 경량성, 유지보수, 생산비 등의 비용면에서 유리해진다. 코일 가동형은 영구자석 또는 전자석을 고정자로 하고, 코일에 직류전류를 흘려 자기력에 의한 추력을 발생시키는 LOA로 정밀도 및 제어응답성이 좋으므로 컴퓨터 자기헤드 제어장치, 프린트 헤드 제어장치 등의 미세 정밀 제어 시스템의 구동에 적합하다.

본 논문에서 평판 철심 가동형은 전자석을 고정자로 하고 철심을 가동자로 하는 구조이다. 고정자와 가동자 사이의 자기력에 의한 힘으로 설계한 평판 철심 LOA를 이용한 구동 드라이브 구성 및 함수 발생기를 제작하였다. 그리고 주파수에 따른 동특성 전류, 전압을 측정하였다.

2. 평판 철심 가동형 LOA와 모델링

2.1 구동원리

그림 1은 평판 철심 가동형 LOA의 단면을 나타낸 것이다. 그림에서 고정자는 원통형으로 내·외 자극으로 구성되어 있고, 가동자를 중심으로 양측에 위치해 있으며 고정자의 내·외 자극 사이의 슬롯에는 자극을 여자시키기 위한 코일 권선이 감겨져 있다. 고정자 사이에는 일정 공극 간격을 두고 가동자가 위치해 있고, 가동자의 중심은 축에 대하여 좌우로 자유로이 움직일 수 있도록 베어링 구조로 되어 있다. 가동자 양 측면에는 가동자가 베어링 축의 중심에 위치할 수 있도록 스프링이 받치고 있다. 그림 2는 고정자극을 여자시키기 위한 A, B 코일의 입력 전류 파형을 나타낸 것이다. 그림 1에서 권선 A

에만 전류 i 를 인가하고 권선 B에는 전류를 인가하지 않을 때, A측 고정자만이 자화되어 전자석이 되므로 자속은 A자극에서만 발생하고, 이때 A측 고정자와 가동자 사이에 상호 자기력이 작용하여 가동자가 A측 방향으로 이동하게 된다. 가동자가 A측으로 직선 운동을 시작하여 끝날 때 권선 A의 전류를 차단함과 동시에 권선 B에 전류를 인가하면, A측의 자속은 사라지고 B측 고정자에서만 자속이 발생하므로 B측 고정자와 가동자 사이에 자기력이 작용하여 가동자는 B측으로 이동하게 된다. 이와 같이 A측과 B측 권선의 여자 전류를 일정 시간 간격에 따라 반복적으로 On/Off 시키면 고정자는 위와 같은 원리에 의해 좌우 왕복 운동을 하게된다.

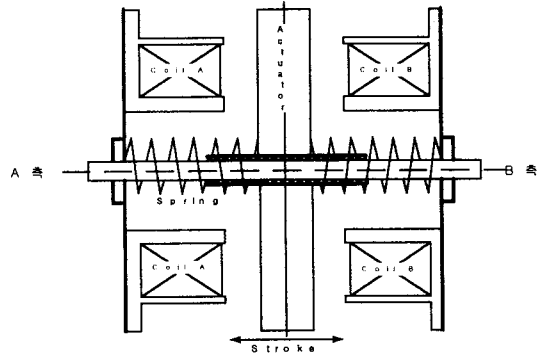


그림 1. 평판 철심 가동형 LOA 모델

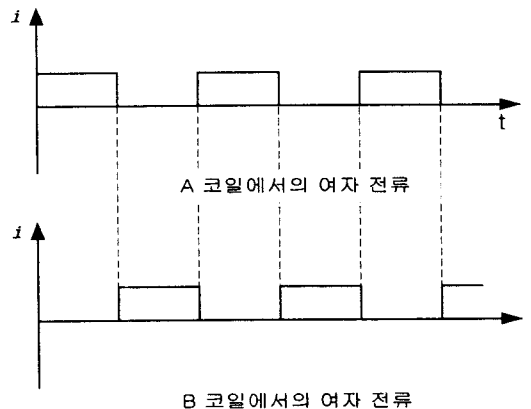


그림 2. A, B 각 코일에서의 여자 전류 파형

3.3 입력 주파수에 따른 변위 특성

그림 5은 입력 주파수 변화에 따른 가동자의 변위 특성을 나타낸 것이다. 시뮬레이션에서 입력전압으로 구형 펄스를 사용하였고 가동자는 $x=0$ 중심에서 출발한다. 1 [Hz]에서는 시스템의 진동이 감쇄하면서 안정영역으로 접어든다. 특히 0.5 [Hz]에서는 더욱 안정화된 특성을 보이고 있다. 그러나 2 [Hz]에서는 시스템이 안정화되기 전에 다음 단계 펄스가 입력되므로 불안정한 특성을 보이는데 이러한 불안정 특성은 주파수가 높을수록 더욱 심화된다. 따라서 LOA가 안정적 특성을 가지기 위해서는 주파수가 적어도 1 [Hz]이상이 되어야함을 알 수 있다.

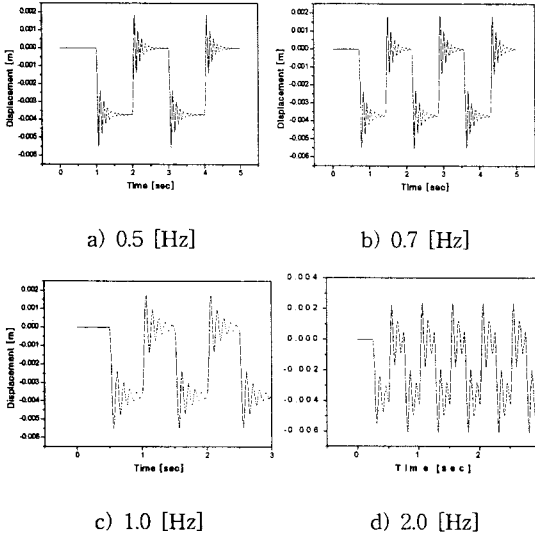


그림 6. 주파수별 가동자의 변위 특성

4. 구동 및 계측 시스템

4.1 시스템 구성

파워 MOSFET의 장점을 이용해 열적으로 안정되고, 스위칭 전원이 고 주파수에 용이하며 전압구동이므로 회로가 간단하다. 발진 또는 스위칭, 스피드의 정합 등을 포함하여 약간의 주의를 요하지만 직·병렬 접속이 가능하다. 이러한 잇 점을 고려해서 회로를 구성하였다. 그림6 은 전체적인 평판 철심 가동형 LOA Block Diagram 이다.

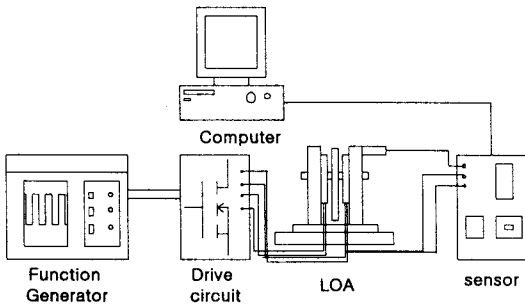


그림 7. LOA Block Diagram

4.2 전압 및 전류 파형

본 연구에서 다룬 가동 평판 철심 LOA는 구동드라이브 전원을 +12로 하고 MOSFET의 공급전압을 0V ~ +24V로가변하고, TIMER555를 이용한 주파수를 0 Hz ~ 20 Hz 가변함으로써, 전압, 전류를 얻을 수가 있었다. 그림에서는 주파수를 6Hz로 하고 전압을 24V로 인가 했을 때 전압과 전류를 측정된 결과이다. 그림 7는 전압 값이고, 그림 8은 전류 값이다.

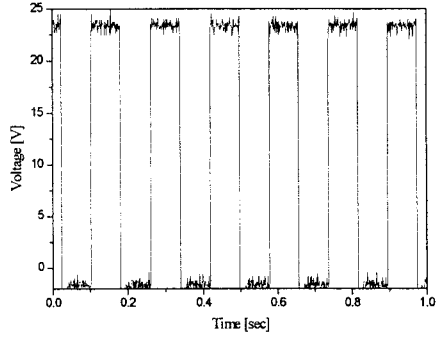


그림 8. 한 상의 전압 파형

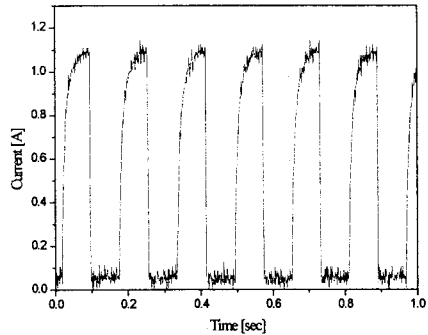


그림 9. 한 상의 전류 파형

5. 결론

본 논문에서는 평판 철심 가동형 직선 왕복 액츄에이터에 대하여 이론적 해석 및 전압, 운동 방정식, 상태 방정식 해석을 통하여 특성을 비교 분석한 결과를 가지고 구동드라이브를 제작하여 전압, 전류를 주파수 6Hz 일때의 전압을 측정된 결과 전압은 +24V 일 때 전류는 1.23A의 데이터 값을 얻었다.

[참고 문헌]

- [1] Robert Boylested, Louies Nashelsky, "Electronic Devices and Circuit Theory Fifth Edition" Prentice Hall, P.773-776
- [2] Cheng-Huan Yang and Syed A. Nasar, "A Permanent Magnet Linear Oscillatory Motor For The Total Artificial heart", Electric Machines and Power Sys Hemisphere Pub. Corp, p.381-p.395, 1988