선형직류모터의 특성 모니터링 시스템 구현

강동희° , 김성수 , 노채균 , 김동희 , 서진우 , 이상호
°영남대학교 전기공학과, °°구미기능대학교 전기과, °°°대우중공업(주) 공기자동화본부 연구개발 5팀

System Construction for Monitoring Characterristic of Linear DC Motor

Dong-Hee Kang° , Seong-Soo Kim , Chae-Kyun Noh , Dong-Hee Kim , Jin-Woo Seo , Sang-Ho Lee
Dept.of Electrical Engineering Yeungnam University °,Kumi Polytechnic College °°,Daewoo Heavy Industries

Abstract - Application of Linear DC Motor is spreading fast in OA and FA systems due to simplicity in structure, high-speed operetion and high-precision positioning. In this paper, we have measured and monitored some characteristics of Linear DC Motor. We used LabVIEW software to construct Linear DC Motor Monitoring system.

1. 서 론

기존의 선형시스템은 회전운동을 직선운동으로 변환시키기 위하여 볼 스크류나 랙 피니온 등과 같은 별도의 추가장치가 필요하나 선형직류모터는 코일과 자석의 전자기적인 성질을 이용하여 모터 자체에서 직접 직선운동을 얻을 수 있는 시스템이다.

선형직류모터는 구조가 간단하여, 고속동작과 정밀 위치결정이 가능하기 때문에 OA 및 FA 분야에서의 적용범위가 확산되고 있으며, 연구 또한 활발하게 진행되고 있다. 그러나 선형직류모터는 상전류와 자속밀도의 분포 및 자극검출 오차, 지지기구의 마찰 등에 의해 추력리플이 발생함으로써 추력리플을 최소화하기 위한 노력이 요구된다.

따라서, 정밀 위치 결정용 선형직류모터 시스템의 구현을 위하여 추력및 역기전력, 코일전류, 자속밀도 등과 같은 파라메터들을 직접 측정하여 설계시 고려된 수치들과 비교 분석할 필요가 있다.

이에 보다 효율적인 선형직류모터의 파라메터 측정방법을 제시하고자 한다.

본 논문에서는 선형직류모터의 특성을 살펴보기 위하여 가우스메타로 직접 자속을 측정하여, 선형직류모터의 공극자속밀도를 구하고, 입력전류와의 관계에 의해 선형직류모터의 추력을 로드셀을 이용하여 구하였다.

Linear Scale을 이용하여 선형직류모터의 이동거리를 구하였다.

또한 이러한 모든 양들을 측정하기 위해, 구동시스템과 Data Acquisition Board를 하나의 시스템에서 모두 처리하고, 그 양을 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템을 구축하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 시험기 구성

선형직류모터의 특성실험을 위해 Windows 98 환경의 PC에서 National Instrumentst사의 프로그램 언어인 LabVIEW Software를 이용하였으며, 각 센서 신호를 Adventech사의 PCL-812PG(Data Acquisition Board)를 사용하여 실시간 모니터링 시스템을 구축하였다.

2.1.1 선형직류모터 구성

그림 1.은 실험에 사용된 선형직류모터의 형상을 나타내며, 표 1.은 그 사양을 나타내었다.

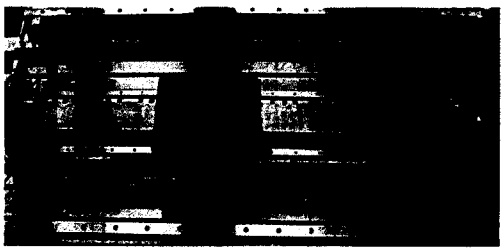

그림 1. 선형직류모터의 형상

항 목	제 원
Maximun Speed	2m/s
Maximun Acceleration	3G
Magnet Material	Nd-Fe-B
Repeatability	±1㎛
Position accuracy	10㎛
Number Of Phase	3Ø
Continuous force	21.37Kgf
Phase Connection	Y

표 1. 선형직류모터의 사양

2.1.2 측정장치 구성

그림 2.는 전체적인 측정장치를 나타내며, 추력, 자속밀도, 전류, 위치등과 같은 특성파라메터를 측정할 수 있도록 구성하였다.

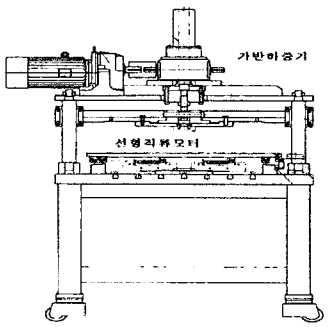

그림 2. 측정장치

(1) 전기량 측정부분

그림 3.에 전기량(상전류,상전압)을 측정하여, 그 데이타를 DAQ Board로 읽어들이기 위해 C.T, P.T 및 필터부로 이루어진 시스템 구성부분을 나타내었다.

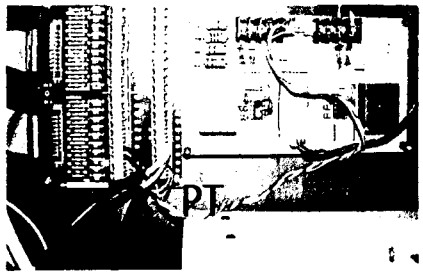

그림 3. 전기량 측정부분

(2) 공극자속밀도 측정부분

그림 4.에 공극에서의 자속을 측정하기 위하여 가우스메터를 이용한 부분을 나타내었으며, 전구간에 대한 자속분포를 측정하였다.

그림 4. 공극자속밀도 측정부분

(3) 추력 측정부분

그림 5.에 추력을 측정하기 위하여 Load Cell을 이용한 부분을 나타내었다.

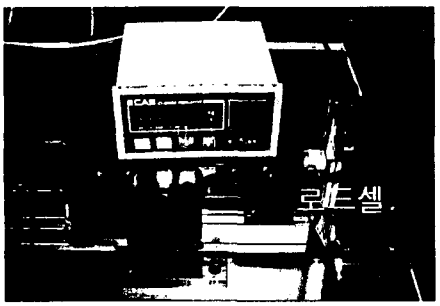

그림 5. 추력 측정부분

(4) 위치검출 측정부분

그림 7.에 위치검출은 이동자부위에 Linear Scale을 장착하여 위치를 측정한 부분을 나타내었다.

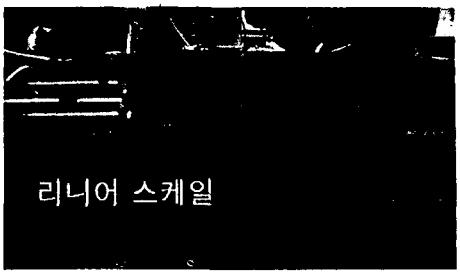

그림 7. 위치검출부분

2.2 LabVIEW를 이용한 모니터링 시스템의 블럭도

그림 8.에 모니터링 시스템 블록 다이어그램을 나타내며, 측정을 위한 부분, 계산을 위한 부분, 모니터링을 위한 3부분으로 구성되어 있다.

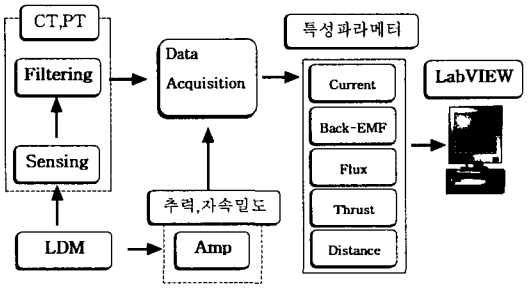

그림 8. 모니터링 시스템 블록다이어그램

2.2.1 LabVIEW를 이용한 모니터링

Data Acquisition Board를 이용하여 선형직류모터의 파라메터를 측정하여 LabVIEW Software를 이용하여 모니터링 하였다.
LabVIEW를 이용한 화면구성은 파라메터 측정 모니터링 부분과 LabVIEW Software의 Diagram부분을 나타내었다.

(1) 파라메터 측정 모니터링부분

그림 9.에 전류, 공극자속밀도, 추력, 위치의 변화를 모니터링할 수 있도록 구성한 모니터링 시스템부분을 나타내었다.

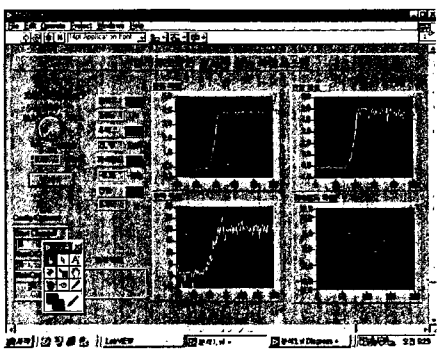

그림 9. 파라메터 측정 모니터링

(2) LabVIEW Software Diagram부분

그림 10.에 파라메터 측정모니터링 부분을 구성하기 위한 Diagram을 나타내었다.

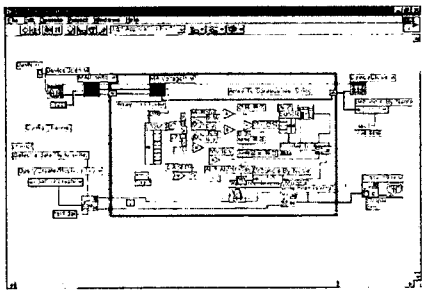

그림 10. LabVIEW Software Diagram

2.3 실험결과

2.3.1 전류

속도에 따른 상전류의 변화를 측정하였으며, 그림 11.에 0.1m/s 구동시 인가되는 상전류의 파형을 나타내었다. 이때 측정한 전류값은 0.3A의 결과를 얻었다.

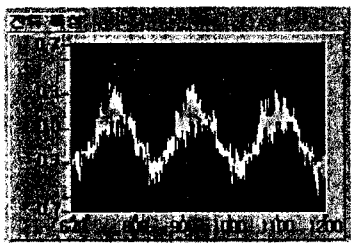

그림 11.전류측정치

2.3.2 자속밀도

가우스 센서를 이용하여 고정자의 자속밀도를 측정하였으며, 그림 12.에 공극에서의 자속밀도 분포를 나타내었다. 이때 측정한 자속밀도의 값은 $B_{max}=7.2kG$ 의 결과를 얻었다.

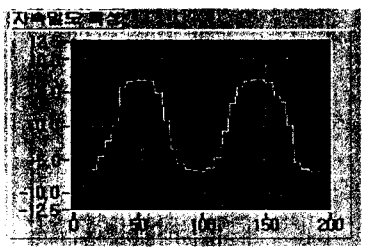

그림 12.자속밀도 측정치

2.3.3 추력

로드셀을 이용하여 정추력을 측정하였으며, 이론적인 추력과 비교하기 위해 추력을 계산하면 식(1.1)과 같다.

$$F = n \cdot t \cdot B \cdot l \cdot i \qquad (1.1)$$

여기서 F;추력, n;유효도체부 수, t;코일권선
B;자속밀도, l;코일유효부 길이, i;인가전류

식(1.1)에서 이론 추력치는

$$F = n \cdot t \cdot B \cdot l \cdot i$$
$$= 196 \times 16 \times 0.72[T] \times 0.05[m] \times 2[A]$$
$$= 225.792[N] = 23.04[Kgf]$$

이 된다.
그림 13.과 그림 14.에 추력과 전류의 파형을 나타내었으며, 측정결과는 전류 4A인가시 각코일에 흐르는 전류는 2A로 이때 21.37Kgf의 추력을 얻을 수 있었다.
이론치와 측정치를 비교하였을 때 7%정도의 오차가 발생하였다. 이것은 손실에 따른 오차라고 사료되며, 앞으로 유한요소해석을 통하여 재 검토할 계획이다.

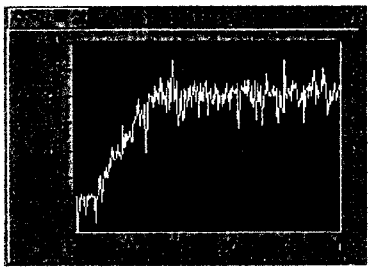

그림 13. 추력측정치

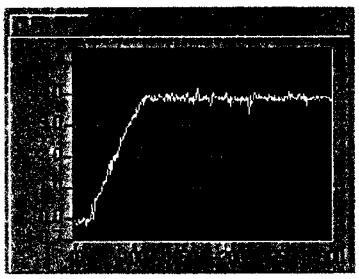

그림 14. 전류 측정치

3. 결 론

선형직류모터에 입력되는 전기량을 측정하기 위하여 CT와 PT를 제작하였으며, 공극에서의 자속밀도를 측정하기 위하여 가우스메터를 이용한 측정시스템을 구성하였다. 그리고 로드셀을 이용하여 추력을 측정하여 이론치와 비교하였다.
또한 이들 데이타를 Data Acquisition Board를 이용하여 디지탈 값으로 변환한 후 LabVIEW 소프트웨어를 이용하여 실시간으로 동시에 모니터링할 수 있는 환경을 구축하였다.
이를 바탕으로 선형직류모터의 특성을 실제 실험을 통하여 검증할 수 있었고, 특성을 나타내는 파라메터를 실시간 계측함으로써 실시간에 대한 특성 비교 및 분석이 가능하였으며,향후 설계기술, 성능평가기술, 고속/고정밀 제어 기술등에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

[1] 山田 ·, "Linear Motors and Their Applications", 電氣學會, 1984.
[2] S.A.NASAR, "Linear Motion Electric Machines" John Wiley&Sons,Inc. 1976.
[3] National Instruments, "LabVIEW User Manual". 1998.
[4] National Instruments, "G Programming Reference Manual", 1998.