

자기부상 제어기 실시간 모니터링 시스템 개발

천종민, 김종문, 김석주, 김춘경, 권순만
한국전기연구원

Development of Real Time Monitoring System for Magnetic Levitation Controller

Jong-Min Cheon, Jong-Moon Kim, Seog-Joo Kim, Choon-Kyoung Kim and Soonman Kwon
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - 본 논문은 자기부상 제어기를 위한 모니터링 시스템 개발을 다루고 있다. 본 모니터링 시스템으로 자기부상 제어용 Man-Machine Interface를 구축하여 부상 안정성을 평가할 수 있다. 이는 각종 센서들로부터 감지되어 온 부상 갭과 가속도 그리고 제어 전류 등의 상태를 확인할 수 있으며 제어 계인들을 업로드하고 제어 계인들을 재설정하여 제어기를 다운로드할 수 있는 통합 모니터링 시스템이다.

1. 서 론

본 논문에서는 다루는 자기부상 시스템은 두 물체 사이의 공극을 일정하게 유지시키도록 자력으로 대상체를 부상시켜서 비접촉으로 추진 또는 회전시키는 시스템이다. 그 응용 분야로는 자기부상열차, 플라이 휠 그리고 더 넓은 범위로 클린룸 이송장치 등의 반도체 장비 등이 있다[1],[2].

특히 자기부상열차는 기존 바퀴식 열차에 비하여 소음 및 진동이 매우 작아 친환경적이면서 동시에 선로의 곡률반경이 작고, 가파른 경사에도 뛰어난 성능을 보이는 등 많은 장점이 있어 독일과 일본 등에 의하여 초고속 및 중저속 자기부상열차가 상업운전을 시작한 상황이다.

독일과 일본은 이미 상당한 기술이 축적되었기 때문에 상업화 운전이 가능했지만, 우리나라는 아직 연구 경험이 그리 많지 않고 상업 운전에 필요한 기술력이 아직까지는 충분하다고 볼 수 없다. 그러나 자기부상열차의 핵심 부분인 부상제어 시스템에 대하여는 국내의 한국전기연구원에서 10여년 이상 연구를 지속했으며 상당한 기술 수준에 올라 있다. 본격적인 상업화를 위해서는 그동안 연구해 온 기술을 완벽하게 보완하여 안전성 및 신뢰도를 최고 수준까지 올리는 과제가 남았다.

자기부상열차는 차량, 궤도, 신호 및 통신 그리고 전력 시스템 등으로 이루어져 있고, 부상제어기, 센서, 초퍼 및 DC/DC 등으로 이루어진 부상제어 시스템은 차량 시스템에 속한다. 이 부상제어 시스템이 차량에서 차지하는 단가의 비율은 약 10%이지만 실제로 부상제어 시스템이 차량에서 차지하는 기술적인 비중은 이보다 훨씬 크다.

운전자가 차량의 부상 특성 및 초퍼의 동전 상태를 파악하고 하부시스템의 고장 여부를 원활히 확인하기 위해서는 차량의 착지 시나 부상 중의 차량 상태를 감시 및 진단할 필요가 있는데 이를 위하여 Man-Machine Interface로 자기부상 제어기 실시간 모니터링 시스템을 개발하게 되었다[3].

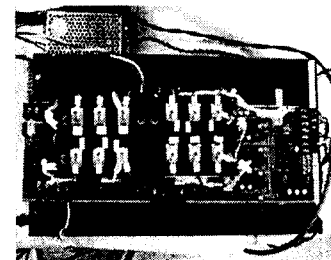
2. 본 론

2.1 자기부상 제어기 구조

상업용 자기부상열차는 승객을 실어 나르기 때문에 안전성, 신뢰성, 승차감 및 성능이 매우 중요하며, 그 중 부상제어 시스템은 최고의 신뢰도가 요구되므로 이중화 자기부상 제어기를 설계하여 신뢰도를 크게 향상시켰다[4]. 제어기는 제어 및 감시, 진단을 동시에



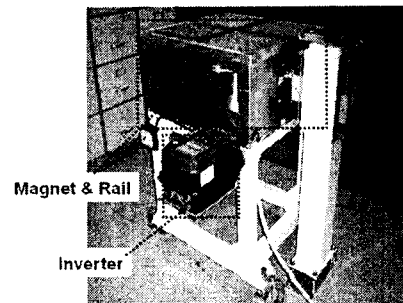
〈그림 1〉 Fault-Tolerant 자기부상 제어기



〈그림 2〉 Fault-Tolerant 초퍼 시스템

수행하기 위하여 고속 연산용으로 Texas Instrument사의 DSP(Digital Signal Processor)인 TMS320VC33을 기반으로 설계하였다. 그림 1에서는 Fault-tolerant 자기부상 제어기를 보여 준다.

그림 2에서는 역시 이중화된 Fault-Tolerant 초퍼 시스템을 보여 주고, 그림 3에서는 자기부상 제어기의 성능 검증을 위한 Test Bed를 보여준다.

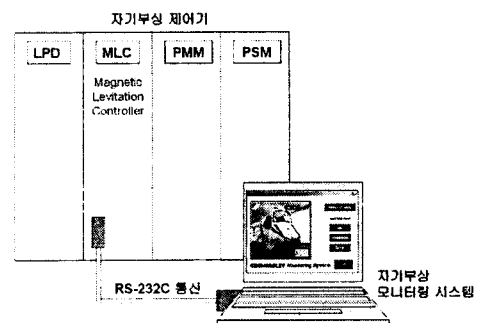


〈그림 3〉 자기부상 시험 Test Bed

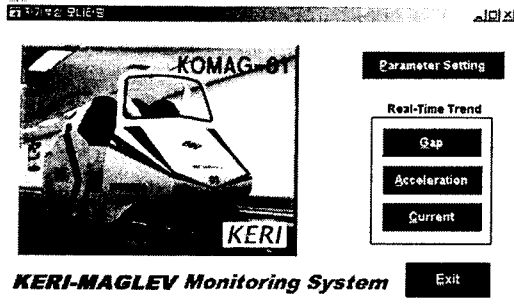
2.2 모니터링 시스템 구조

전체 구조는 모니터링 시스템이 구축된 PC와 자기부상 제어기가 RS-232C 통신으로 연결된 형태이며 제어기에서는 직렬 통신을 위하여 UART로 NS16C552를 사용한다.

모니터링 시스템은 LabWindows/CVI를 사용하여 설계하였고, 이를 통하여 사용자는 부상 갭과 가속도 그리고 제어 전류 등을 실시간으로 확인하여 부상 제어 상태를 감시할 수 있다. 그리고 제어를 위한 PID 제어 계인값들을 조절할 수 있도록 현재의 PID 제어 계인 값들의 업로드하여 확인하고 모니터링 시스템에서 직접 조절한 PID 제어 계인 값들을 제어기로 다운로드할 수 있다. 그림 4에서는 전체 모니터링 시스템의 구조를 간략하게 보여주고 있다.

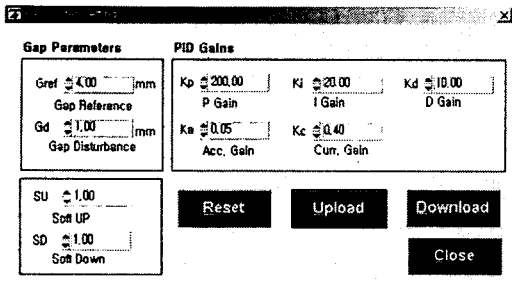


〈그림 4〉 자기부상 모니터링 시스템 구조



<그림 5> 자기부상 모니터링 시스템 메인 화면

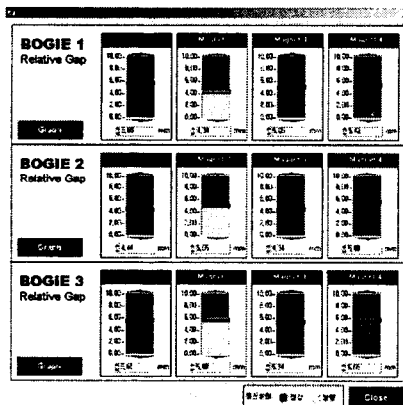
그림 5에서는 자기부상 모니터링 시스템의 메인 화면을 보여주고 있다. 여기서 'Parameter Setting'을 선택하면 PID 제어 게인값들의 업로드 및 다운로드가 가능하며 부상 갭 지령치와 disturbance 등을 줄 수 있고 Soft 착지 및 부상에 관한 파라미터들을 설정할 수 있다.



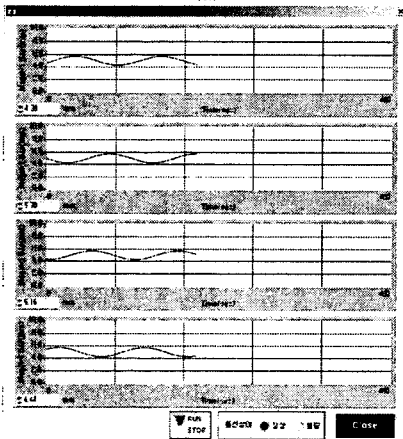
<그림 6> 자기부상 모니터링 파라미터 설정 화면

그림 5의 메인 화면에서 'Real-Time Trend' 중 각 항목을 선택하면 실시간으로 해당 모니터링 정보의 변화 trend 및 그래프를 볼 수 있다.

그림 7에서는 부상 갭을 보여 주는데 세 개의 대차(bogie) 각각의 네 개의 마그넷에 대한 모니터링 결과들이다.



(a)



(b)

<그림 7> 부상 갭 모니터링 화면 (a) 변화 trend, (b) 그래프

3. 결 론

본 논문에서는 자기부상열차의 주요 부분인 자기부상 시스템을 제어하는 자기부상 제어기 용 실시간 모니터링 시스템 개발을 소개하였다. 이 시스템을 통하여 운전자는 차량의 부상 특성 및 초퍼의 통전 상태 등을 파악하고 하부시스템의 고장 여부를 원활히 확인할 수 있으므로 차량의 착지 시나 부상 중의 차량 상태를 모니터링하고 부상 안정성을 평가할 수 있다. 사용자의 쉽고 편리한 Man-Machine Interface를 위해서 LabWindows/CVI를 사용하여 자기부상 모니터링 시스템을 구축하여 RS-232C 통신으로 실시간 모니터링 및 제어게인 조절이 가능하도록 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] P.K. Shinha, Electromagnetic suspension: dynamics and control. Stevenage, U.K. Peregrinus, 1987.
- [2] 김종문 외 2명, "자기부상 시스템의 강인한 부상제어기 구현", 대한전기학회 추계부분학술대회 논문집, pp. 653~656, 2000.
- [3] 천종민 외 4명, "원자로 제어봉구동장치 제어시스템용 이벤트 기록 방법", 정보 및 제어 학술회의 논문집, pp.552~554, 2003.
- [4] 김준경 외 3명, "원자로 제어봉 구동장치 제어시스템용 전력제어기 개발", 정보 및 제어 학술회의 논문집, pp. 575~579, 2003.