

이중화 마그네트 드라이브

이제윤

(주)이투에스

DUAL MAGNETIC DRIVE

Yi Jeyoon

E2S - Electrical Engineering System

Abstract - 자기부상열차의 부상제어 및 마그네트의 전류 출력을 담당하는 마그네트 드라이버(MDU)는 자기부상열차의 운전에 직접적인 영향을 미치며, 가장 안정적으로 운용되어야 할 시스템이다. 보다 안정적인 운전을 위해서는 Master와 Stand-by 간의 상호 보완적인 감시 시스템이 필요하며, 이것은 있을 수도 있는 사고를 미연에 방지할 중요한 목표이다. 이를 이루기 위해서는 부상제어기의 디지털/아나로그 회로에서부터 초퍼구성을 이르기까지 모든 부분에서 이중화가 고려되어야 하며, 특히 이중화 제어기는 상호감시라는 측면에서 접근하여, 고속으로 연산하는 제어기에서 이중화의 상대방 제어기 의와의 연동이 필요하며, 초퍼의 이중화는 Hot-Backup의 관점에서 완전하게 독립된 두 개의 초퍼가 최소한의 불연속 제어요소를 가지고 절제되어야 하는 점이다. 이중화 마그네트 드라이브는 이러한 요소들을 만족시키며 최상의 안정성을 고려한 시스템이라 할 수 있으며 이후 실용화 단계에서 필요한 기술을 내포하고 있다.

1. 서 론

자기부상열차의 핵심요소기술인 부상시스템에서, 부상제어기는 궤도의 레일에 대한 일정공극을 유지하며 부상시켜야 하고, 고속 운전 시에도 레일의 상황에 따라 동적으로 일정공극을 유지하기 위해 고속으로 자기부상열차 주변에서 발생하는 모든 상황을 감지하고 처리하여야 한다. 기존의 저속용 연구용 부상제어기의 보드 설계 기준으로 이러한 여건을 만족시킬 수 없을 뿐 아니라 적합하지도 않다. 아울러 갈수록 고속 및 안정적인 운전을 가능케 하는 국제적인 기술동향에 발맞춰서 고성능의 부상제어기의 필요성이 증대되고 있다. 부상제어기는 자기부상열차로부터 얻어지는 공극센서신호, 가속도 센서 신호 및 코일 전압·변압신호, 전류·변류 신호 등의 외/내부 아나로그 신호를 고속으로 취득하여 디지털화하는 신호 입력단과 이러한 신호들을 필터링 하여

제어기가 원하는 신호만을 뽑아내는 전처리부, 취득한 데이터를 고속으로 연산 가능하게 하는 주 제어모듈, 통신 및 외부제어신호 입력모듈, 이중화 하드웨어구성, 전원공급장치, PWM신호 입, 출력장치, 초퍼 드라이버, 전력연결을 위한 자기 컨택트 등으로 구성된다.

2. 본 론

2.1 이중화 마그네트 드라이브

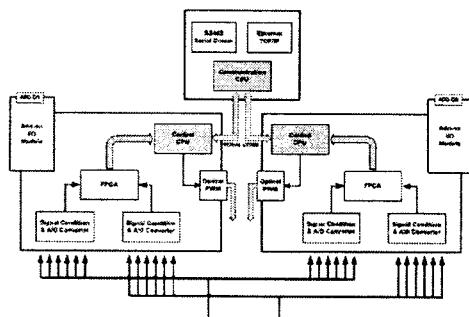
마그네트 드라이브는 직접적으로 자기부상열차를 부상시키고 그 부상력을 일정하게 유지하도록 하는 장치이므로, 고속으로 운전하는 자기부상열차가 기능상의 문제가 발생할 경우를 충분히 대비할 필요성이 존재한다. 이것은 마그네트 드라이브의 큰 두 부분, 즉 자기부상 제어부와 초퍼부를 각각 이중화 시킴으로써 만족된다.

2.2 이중화 자기부상 제어기

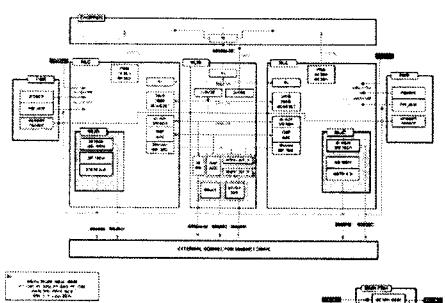
실용화 자기부상 열차는 부상제어의 안정성과 처리속도를 개선하고 고속주행 및 노면 상태불량에 대해 충분한 절연내력을 확보하고 내구성을 확보하기 위해 이중화 구성을 갖추고 고속 DSP를 사용하며 고정밀 신호처리 필터의 다중구성과 EMI/EMC 내환경 특성을 개선하고, 전원 공급장치의 안정화와 마그네트 드라이브로의 단순화 정밀화를 확보하여 실용화 사업화를 위주로 하는 핵심기술개발이다.

아래 그림에서의 이중화 제어기는 완전히 독립된 두 개의 제어기가 각각 완전한 정보 수집과 제어 출력을 계속하면서 주와 예비를 담당하게 하여, '주'로 동작하고 있던 제어기가 스스로 생각하기에 문제가 있다라고 판단하면 '예비'가 불연속적인 제어주기가 없이 연속해서 그 기능을 이어가도록 구성되었다.

따라서 각각의 제어기는 서로간의 아나로그 및 디지털 신호로 통신하여 그 전현성을 유지할 필요가 있다.



<그림 1> 이중화 제어기의 구성

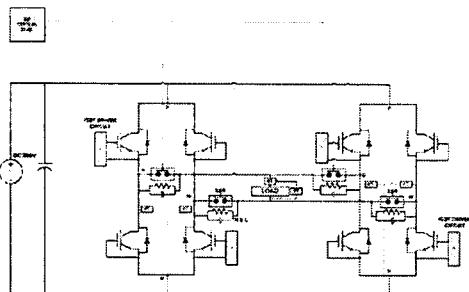


<그림 2> 이중화 제어기의 신호 구성

2.3 이중화 초퍼

초퍼회로는 자기부상제어기의 실제 구동을 담당하는 부분으로 제어기에서 제공하는 PWM신호를 입력받아서 IGBT 스위칭 소자를 구동하며, 구동중에 발생하는 OC(Over Current)등의 고장신호를 제어기로 이송하는 역할도 담당하며, 안정적인 전류공급을 위한 정밀급의 노이즈 감쇄기능과 이중화된 신호를 입력받아 하나의 구동신호로 재편성하는 보팅기 기능이 필수적이며, 스위칭 소자를 구동시에 발생하는 대량의 노이즈를 최대한 차폐하여 제어기에 미치는 영향을 최소화 하는 방안이 연구된다. 또한 이러한 정밀한 전류제어의 방식에 따라서 대용량의 IGBT의 경우 그 크기와 부피 때문에 이중화 할 수 있는 방법이 모호한것이 사실이다.

하지만 초퍼의 전력소자는 대부분의 경우 그 보호회로에 의해서 외란에 노출될 경우가 많지 않지만, 핵심적인 전력소자인 IGBT의 경우 모듈로 사용할 경우 내부적인 회로에서도 동작불량을 유발 시킬수 있는 점이 있다. 이러한 동작 불량에 대비한 이중화 초퍼의 구성은 아래의 그림과 같다.



<그림 3> 이중화 초퍼의 구성

이중화 초퍼의 기본적인 개념은 실시간 절체에 의한 Hot-Backup이며 이러한 절체가 이루어 지기 위해서는 초퍼의 각 모듈에 대해서 전압강하의 감시가 필요하며, 그것은 전력소자인 IGBT의 건전성을 평가하기 위한 것 이기도 한 것이다. 실시간 절체는 같은 전력소자인 고속의 MOSFET의 병렬연결로 이루어지고, 스위칭은 단위 제어기에서 간단하게 제어가 가능한 저압의 SSR로 동작 시킨다. 이때 제어주기 단위에서 불연속면을 제거하기 위한 방법 중 하나로 각 SSR로 연동되는 MOSFET에 R과 C로 구성된 Surge Suppressor를 장착하는 방법이 있다.

3. 결 론

자기부상열차의 부상을 담당하는 마그네트 드라이버의 안정성을 극대화 하는 방법중 가장 유용한 방법인 이중화는 그 구성분인 제어기와 초퍼를 각각 독립적인 이중화로 구성함으로서 감시와 백업을 동시에 수행하는 것이다. 이러한 구성으로 인해서 자기부상열차의 각각의 제어기는 제어 및 부상을 수행함에 있어서 안정성과 유지보수시의 우수성을 지니게 되고 나아가 국제시장에서의 경쟁력에 있어서 좋은 장점이 될 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] M.H Rashid, Power Electronics, 3rd, 2004