

수배전반에 적용된 내진 자동 복귀 시스템에 관한 연구

최원목*, **차재석***, 손완식*, 윤태성*, 안호균*, 안한열**, 문성춘**
 창원대*, 나산전기산업**

A Study of Seismic Automatic Return System Applied to the Distributing Board

Won-Mook Choi*, Jae-Seock Cha*, Wan-Sic Son*, Tae-Sung Yoon*, Ho-Gyun Ahn*, Han-Yeul Ahn**, Sung-Chun Mun**
 Changwon National University*, NASAN ELECTRIC INDUSTRIES CO**

Abstract - 본 논문에서는 수배전반에 적용되는 내진 자동 복귀 시스템에 대해 연구 하고 그에 따라 시스템을 구성하였다. 내진 시험을 통해 내진 장치의 자동 복귀 시스템이 동작함을 검증하였다.

본 논문의 내진 장치는 수배전반을 지지하는 내진 마운트와 내진마운트의 기구부를 구동하는 내진 자동 복귀 시스템으로 구성되어 있고, 내진 자동 복귀 시스템은 내진마운트 기구부 구동을 위한 모터 드라이버와 지진 측정을 위한 3축 가속도 센서부 및 제어부로 구성되어 있다.[6][7][8]

1. 서 론

고도의 정보화 사회의 확대에 수반하여 전력의 안정공급의 중요성은 더욱 더 높아지고 있다. 전력의 안정공급을 위하여 전기설비의 신뢰성에 대한 요구는 계속 증가하고 있으며 순간의 정전도 허용되지 않고 있다.[1]

최근 세계의 여러 지역에서 발생한 지진에 의한 피해가 발생되고 있으며 대규모의 지진은 주요 도시에 전력을 공급하는 많은 전력설비에 큰 피해를 일으켜왔다. 이러한 지진의 사례로는 1994년 미국의 노스리지 지진, 1995년 일본의 고베 지진, 1999년 터키의 이즈미 지진과 대만의 치치 지진을 들 수 있다. 이러한 지진으로 인하여 직접적인 전력설비의 피해액은 각각의 지진에 대하여 수 억 달러에 이르는 것으로 보고되고 있다.[2]

지진으로 인한 전력시스템의 손상은 일반 구조물의 손상과 달리 단일 구조물의 피해로 끝나는 것이 아니라 전력계통상의 단절을 의미하므로 그 파급효과가 구조물의 피해와는 다른 측면이 있다. 또한 전력 시설물 낙하, 이동 등으로 인한 설비 피해 및 전기화재, 인명피해 등 심각한 제 2의 피해가 발생을 할 수 있다.[3][4]

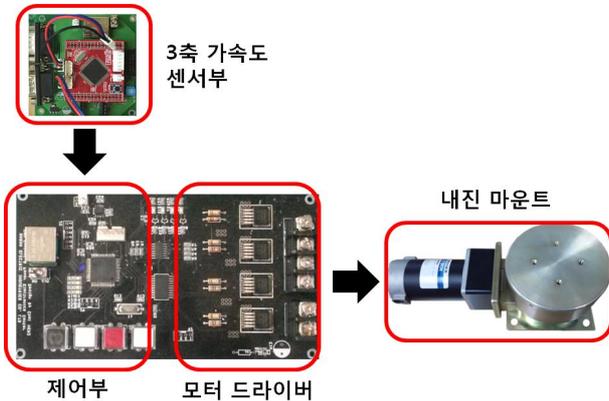
따라서 이들 전력설비들을 지진으로부터 보호하기 위한 방안을 수립하는 것이 점차적으로 중요하게 되었고, 지진의 발생 가능성과 재해의 증폭 및 파급효과를 생각할 때 지진에 대한 사전 대비가 필요함이 자명하다. 지진에 의한 피해를 경감시키기 위한 연구가 필요하다. 실제로 이들 전력설비의 대부분은 초기 설계단계에서 낮은 수준의 지진에 대하여 내진설계를 하거나, 이를 설계에 반영치 않았기 때문에 지진에 대하여 매우 약한 내진성능을 보유하고 있는 것이 사실이다.[2]

현재 국내에는 2008.03.28일에 지진재해대책법이 제정이 되었고 각 부처별 세부적으로 그에 대한 대책을 강구하고 있다.[5] 하지만 전기설비에 관한 내진설계 부분은 구체적인 기준이 제시되고 있지 않으며, 그에 따라 내진설계 및 시공이 되지 않고 있는 실정이다.

본 논문에서는 수배전반에 적용하는 내진 장치의 자동 복귀 시스템에 관해 연구한다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

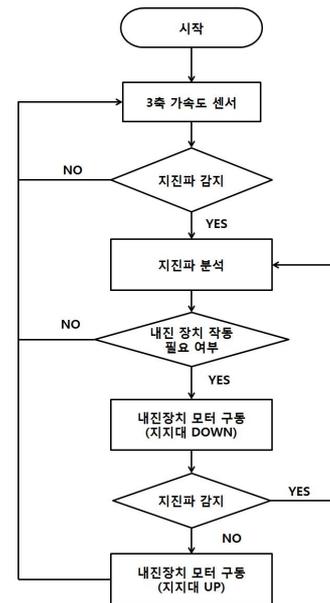


< 그림 1 > 시스템 구성도



< 그림 2 > 내진 마운트의 지지대 및 스프링

수배전반 내진장치의 기능은 마운트의 스프링에 의해 구현된다. 평상시에는 마운트의 지지대가 수배전반을 지지한다. 지진파가 감지되면 지지대는 아래로 내려가게 되며, 수배전반은 스프링에 의해서만 지지된다. 이 스프링에 의해 충격이 흡수 된다.



< 그림 3 > 제어 알고리즘

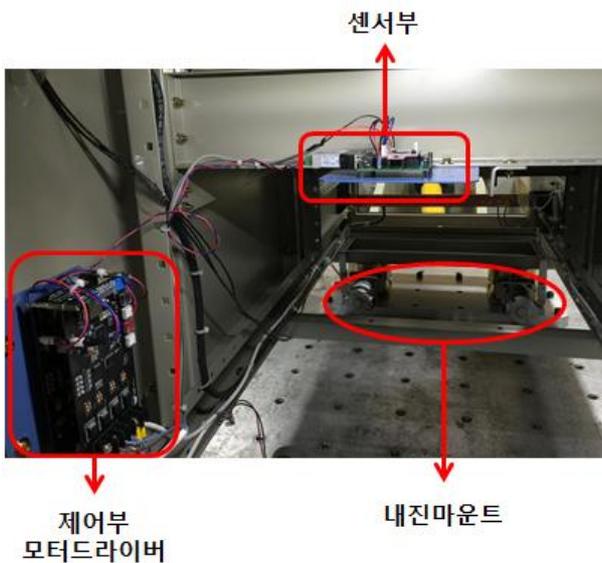
지진데이터는 3축 가속도 센서에 의해 측정되고 데이터를 전달 받은 제어부는 상태를 판단한다. 지진이 감지되면 모터 드라이버를 통해 모터를 구동하여 스프링이 수배전반을 지지할 수 있도록 한다. 이후 지진파가 감지되지 않으면 마운트의 지지대가 수배전반을 지지할 수 있도록 복귀를 시킨다.

내진 마운트에 적용된 모터는 24V 60W급 DC MOTOR로 내진 마운트와 결합 되고, 마운트는 4개 1조로 수배전반을 지탱한다. 사용한 3축 가속도 센서는 최대 측정 가속도 2G/6G 모드로 선택적으로 구동 가능하며, 3-Axis Analog Data Output(X, Y, Z)을 낸다. 따라서 센서 데이터를 얻기 위해 제어부의 MCU측에 Analog to Digital Converter(ADC) 기능 구현 및 이후 데이터 처리 루틴이 필요하다. 제어에 사용한 MCU는 ATmega128(8bit)을 사용하였으며, 모터 드라이버는 DC MOTOR의 정/역회전이 가능한 Full-Bridge로 구성하였다.

2.2 수배전반 내진 시험



〈그림 4〉 수배전반 내진 시험



〈그림 5〉 수배전반에 설치된 내진 장치

한국 에스지에스(주) 기흥시험소에서 제시된 내진 시험절차에 따라 내진시험을 실시하였고, 요구되는 성능을 물리적인 손상 없이 정상상태를 유지하였음을 통해 내진 자동 복귀 시스템이 올바르게 동작하였음을 알 수 있었다.

3축 가속도 센서를 통해 감지된 지진파를 기준으로 내진 마운트 지지대의 상/하 상태를 결정하고, 모터 구동을 통해 자동 복귀 장치가 동작하여 수배전반을 지진파로부터 보호 할 수 있음을 검증하였다.

〈표 1〉 공진 시험 결과

구분	좌우(X)		전후(Y)		상하(Z)	
	TOP	MID	TOP	MID	TOP	MID
1차공진 주파수 (Hz)	3.41	15.13	7.81	7.81	18.55	18.55
가속도 배율 (g/g)	2.59	3.48	7.09	3.87	8.68	9.94

3. 결 론

본 논문에서는 수배전반에 적용되는 내진 자동 복귀 시스템에 대해 연구 하고 그에 따라 시스템을 구성하였다. 3축 가속도 센서를 이용해 지진파를 감지하였고, 측정된 지진 데이터를 통해 내진 마운트의 상태를 결정하였다. 내진 마운트의 구동은 제작한 모터드라이버 및 모터를 통해 이루어지도록 하였다. 내진 시험을 통해 제작한 내진 장치의 자동 복귀 시스템이 동작함을 검증하였다.

[감사의 글]

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(산학연협력 기술개발사업(연구마을), 과제번호: C0247500)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 선중호, 김광화, 홍정기, 최영준, 신양섭, 이윤희, "변전설비 유지보수를 위한 신뢰성평가기술", 대한전기학회 전기설비전문위원회 춘계학술대회 논문집, 2006
- [2] 장정범, 김정기, 황경민, 함경원, 박진완, 이찬욱, "변압기의 내진성능 향상을 위한 마찰진자 면진장치의 시험 연구", 한국지진공학회 논문집, 제12권 제2호, pp. 1~8, 2008
- [3] 김민규, 전영선, 최인길, 오금호, "고장수목을 이용한 변전소의 지진 취약도 분석", 한국지진공학회 논문집, 제13권 제2호, pp. 47~58, 2009
- [4] 김기현, 이상익, 배석명, 조성국, "건축물에 시설되는 수변전설비의 내진설계 검토사항 및 설계 방안에 대한 고찰"
- [5] 범제처, "지진재해대책법", 법률 제9001호, 2008
- [6] 최훈, 배헌덕, "MEMS형 가속도 센서를 이용한 지진 데이터 취득 시스템의 설계 및 구현", The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 61 No. 6, pp. 851~858, 2012
- [7] A. G. Hafez, T. A. Khan, T.Kohda, "Earthquake onset detection using spectro-ratio on multi-threshold time-frequency sub-band," Journal of Digital Signal Processing, issue 19, Elsevier, pp.118-126, 2009.
- [8] Y. M. Wu and H. Kanamori, "Development of an earthquake early warning system using real-time strong motion signals," Sensors, 8, pp.1-9, 2008.