

PF궤도회로에서의 서지보호장치 특성연구

A study on the characteristics of SPD from PF track circuit

김종기† 김선호*
Kim, Jong-ki Kim, Sun-ho

ABSTRACT

According to the Korea standard (KS)'s definition through 'KSC IEC 61643-1(2007)', A SPD(Surge Protective Device) is an appliance designed to protect electrical devices from voltage spikes and the principal components used to reduce or limit high voltages can include one or more of the nonlinear components. 4 type of those nonlinear components are utilized in accordance with Korea standard's IEC regulation. The SPD is installed the place(in and out side of installation for protecting damage due to the inflow of light surge) which we need by combination of nonlinear components. In this study, the analysis based on the characteristics of SPD from PF track circuit are discussed.

1. 서론

궤도회로장치는 레일을 전기회로로 이용하여 열차 운행에 따라 차량의 차축에 의해 양쪽 레일의 전기적 회로가 단락되어 열차 또는 차량의 위치를 검지하고 차상속도코드를 전송함으로써 지상신호방식 및 차상신호방식에 있어 철도신호설비를 직접 또는 간접적으로 제어하는데 그 목적이 있다[1]. 궤도회로장치중 PF궤도회로장치는 일반적으로 직류 전철구간에 진입하는 열차 유무를 검지하기 위한 목적으로 만들어진 궤도회로장치를 말한다.

서지보호장치(SPD Surge Protective Device)는 과도한 과전압을 제한하고 서지 전류를 전환하기 위한 장치를 말하며, 최소한 1개의 비선형 부품을 포함하고 있다[2]. 이 장치의 기능은 낙뢰에 의해 배전계통으로 전파되는 과도과전압 및 설비 내의 기기에서 발생하는 개폐 과전압에 대해 전자기기를 보호 하는 임무를 수행하여야 한다. 또한 이 장치는 도로관리시스템, ITS설비, 정수장관리시스템, 하수처리관리시스템, CCTV감시시스템, 무선중계시스템 자동화생산시스템, 무선중계국 등 유무선방식의 전자기기시스템 등에 설치하여 위 시스템들의 고유기능을 수행할 수 있도록 뇌서지로부터의 보호기능을 수행한다. 특히, 한국철도공사, 한국철도시설공단, 6대 도시철도건설 및 운영기관의 전기, 통신, 신호제어시스템 분야에 활용하여 뇌서지로 인한 장애를 사전에 예방하여 열차안전운행에 기여하는 장치이다.

본 논문은 PF궤도회로(Track Circuit)에서 사용되고 있는 서지보호장치 결선회로 모델을 조사 및 분석 등을 통하여 뇌서지 유입에 따른 특성을 분석한 결과에 관하여 논한다.

† 정회원, 한국철도기술연구원, 철도산업발전연구실, 책임연구원

E-mail : jkkim@krri.re.kr

TEL : (031)460-5445 FAX : (031)460-5799

* 비회원, (주)한국서지연구소, 대표이사

2. 본론

2.1 PF궤도회로(Power Frequency Track Circuit)장치 구성과 기능

본 논문에서는 유절연 단궤조방식의 상용주파수(60Hz) 교류전압을 사용하여 본선의 분기구나 차량기지 구내에서의 열차를 검지하고 연동장치로 궤도점유정보를 전송하는 노선에서 설계된 기술자료의 내용을 분석하고, 그 개선에 관하여 논하고자 한다.

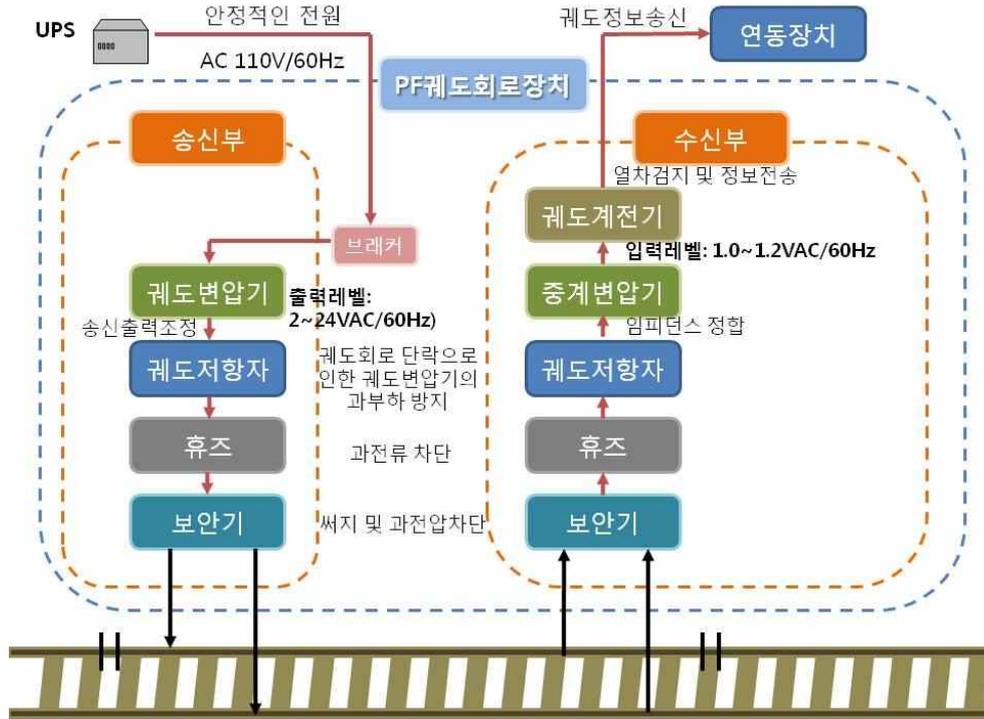


그림1. PF궤도회로의 구성(예)

PF궤도회로장치의 구성(그림1참조)은 교류전원을 이용한 궤도회로로서 궤도변압기, 중계변압기, 궤도저항자, 휴즈, 보안기, 궤도계전기, 브래커 등으로 구성되며 주요기능은 다음과 같다.

구성품 명칭	주요기능
궤도변압기	선로의 상태 및 길이에 따른 송신출력 조정이 가능하다.
중계변압기	궤도계전기의 자기포화를 일으킬 수 있는 선로변의 DC추진전류가 궤도계전기로 유입되는 것을 차단 및 임피던스 정합이 되도록 구성한다.
궤도저항자	열차가 궤도를 점유하고 있을 때 단락회로 전류에 의한 궤도변압기의 과열이나 열화를 방지한다. 열차 또는 차량의 차축에 의하여 궤도회로를 단락하였을 경우, 이에 의해 전원이 단락하여 전원장치에 과대한 단락 전류가 흐르는 것을 방지하고 궤도변압기의 단락을 방지하여 궤도변압기를 보호한다. 또한 2원형 궤도계전기의 회전 역율각 위상을 조정한다.
휴즈	레일 절손에 의한 추진 전류증가 또는 최대 추진전류로부터 궤도변압기 및 계전기 변압기를 보호한다.
보안기	서지 전류 인입을 최소화 및 궤도회로 구성품으로의 과전압을 차단한다.
궤도계전기	궤도회로내의 열차 검지 및 궤도 점유 정보를 전송한다.
브래커	PF궤도회로장치의 과부하 또는 단락 등에 의한 궤도회로 소손 방지

2.2 PF케도회로 모델별 다이어그램 및 SPD 뇌서지 보호특성 실험

PF케도회로에서 서지보호장치를 구성한 다이어그램의 내용을 조사하여 그림 2, 3, 4에 표시하였다. 각각의 그림에서 뇌서지로부터의 보호를 위하여 서지보호장치(보안기)가 구성되어 있다. 모델 'A'는 바리스터, 모델 'B'는 바리스터와 가스방전관의 조합, 모델 'C'는 가스방전관으로 구성하여 서지보호장치를 구성하고 있다.

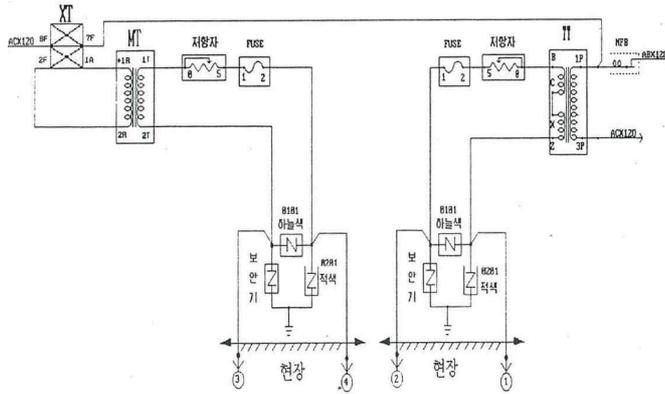


그림2. 'A'모델 PF케도회로 다이어그램[3]

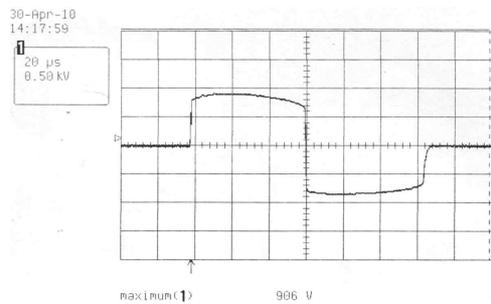


그림3 'A'모델 서지보호장치의 뇌서지 보호특성 실험

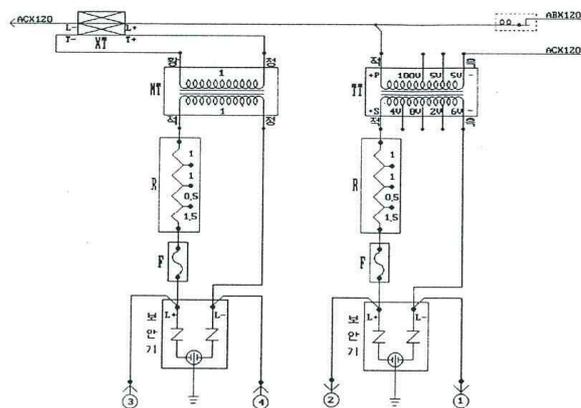


그림4. 'B'모델 PF케도회로 다이어그램[3]

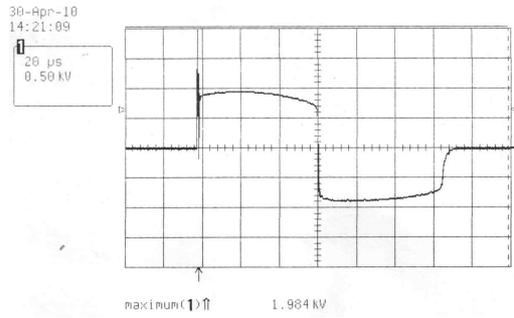


그림5 'B'모델 서지보호장치의 뇌서지 보호특성 실험

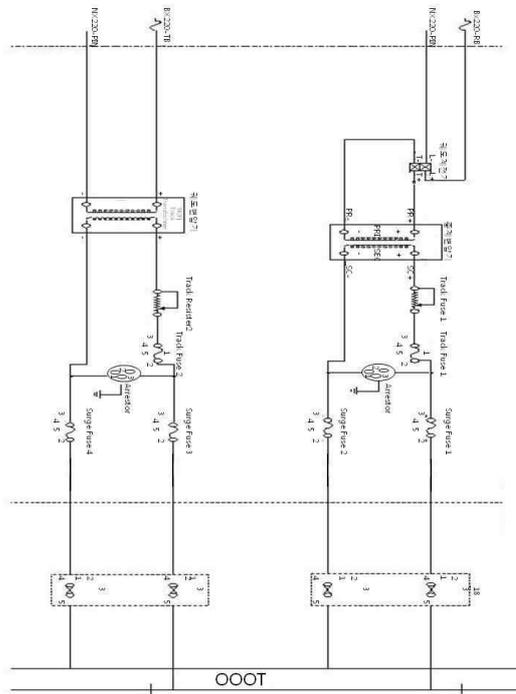


그림6. 'C'모델 PF케도회로 다이어그램

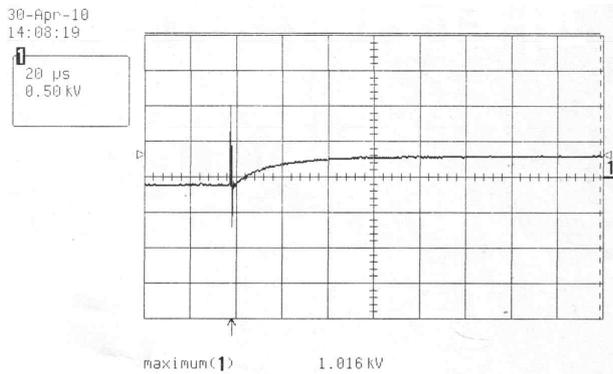


그림7 'C'모델 서지보호장치의 뇌서지 보호특성 실험

2.3 뇌서지 유입에 따른 PF케도회로의 안정화 방안

각종 제어설비가 뇌서지로부터의 안정된 동작을 수행하기 위해서는 제어설비의 성능이 유입되는 뇌서지의 크기에 견디는 손상한계전압을 강화시키는 방안과 적절한 서지보호장치(SPD)를 제어설비의 입출력단에 부가적으로 설치하는 방안 등이 있다. 본 논문에서는 후자의 방안이 설계된 PF케도회로에 관한 것이므로 이에 대한 제한적인 내용으로 기술하고자 한다.

앞의 3개모델 PF케도회로 다이어그램에서 사용하고 있는 서지보호장치 종류가 모두 다르다. 'A'모델은 전압제한형 SPD, 'B'모델은 조합형 SPD, 'C'모델은 전압스위칭 SPD(방전형보안기 등)을 사용하고 있다. 만일 무인운전을 하는 철도시스템(경량전철 등)에 'C'모델의 PF케도회로를 사용할 경우 PF케도회로 송신단에 방전개시전압을 초과하는 뇌서지가 유입될 경우 어레스터(보안기)가 순간적으로 도통 상태가 될 때 케도변압기측 휴즈가 용단되어 무인운전에 지장을 줄 수 있다. 수신단에 서지유입시의 내용도 이와 유사하다.

일반적으로 방전형 보안기는 방전개시전압 이하에서는 개방 상태에 있다가 방전개시전압을 초과하는 Surge가 유입되면 순간적으로 도통 상태가 되어 전류가 Surge Protector로 흘러 전압이 강하되며, Surge가 제거되면 다시 원래의 개방상태로 돌아가는 특성이 있으나, PF케도와 같이 전력이 포함된 경우에는 전원공급이 끊길 때 까지 아크방전을 지속한다. 따라서 PF케도회로 보호용 서지보호장치의 적용은 'C'모델의 형식으로 적용되어서는 곤란하다. 'B'모델의 경우 조합형 SPD로 구성하였지만, 바리스터에 직렬로 접속한 어레스터는 동작속도가 늦고 잔류전압이 큰 문제가 있으며, 선간(L+~L-) 전압이 'A'모델에 비하여 월등히 높을 수 밖에 없는 한계를 가지고 있다. 따라서 무인운전의 안정성과 중단 없는 운전을 고려하여 'A'모델과 같은 전압제한형 SPD 형식을 고려할 필요가 있겠다.

3. 결론

열차제어설비가 낙뢰에 의해 발생하는 뇌서지 등으로 부터 자유롭기 위해서는 열차제어설비로 유입되는 뇌서지전압의 크기에 견디어야 한다. 하지만 열차제어설비는 낮은 전압으로 동작하여야 하는 첨단설비이면서 옥외에 설치되는 현실적인 제약조건을 갖고 있다. 이러한 제약조건을 극복하는데 도움을 주는 것이 서지보호장치이다.

서지보호장치는 열차제어설비가 파괴되지 않을 정도로 서지전압(이상전압)을 감소시켜야 함은 물론, 뇌서지로 인한 오동작을 예방 하여야 한다. 이는 서지제한전압이 보호대상설비의 손상한계전압보다 충분히 작아 열차제어설비가 보호됨을 의미한다. 열차제어설비의 일부인 PF케도장치 구성회로중 서지보호장치 보호특성 실험의 결과를 통하여 PF케도와 같이 전력이 포함된 경우, 케도회로에 서지유입시 전원공급이 끊길 때 까지 아크방전이 지속될 수 있으므로 전압스위칭SPD의 사용보다는 전압제한형 SPD의 사용을 검토함으로써 무인운전 등의 열차제어시스템이 유지보수의 번거로움을 해소할 수 있으며, 오동작 현상들을 최소화 할 수 있음을 알 수 있었다.

이처럼 서지보호장치가 외부로부터 유입되는 서지의 크기를 열차제어설비의 손상한계전압 뿐 아니라 오동작을 예방할 수준으로 충분하게 보장하여 준다면 열차의 운행은 안정적으로 구현 될 수 있을 것이다. 향후 지속적으로 연구되어야 할 분야의 기술과제로는 각종 열차제어설비류의 손상한계전압의 설계에 관한 연구와 다양한 열차제어설비의 뇌서지로부터 성능을 보호하기 위한 서지보호장치의 성능시험기법 및 활용기법에 관한 연구 등이다[9]. 본 연구결과는 산업기술연구회 “2009 맞춤형기술서비스프로그램”사업중 상시기술지원과제 수행을 통하여 얻어진 결과이다.

참고문헌

1. 한국철도시설공단, “철도설계편람(신호편, 상권)” pp.5-1, 2004.
2. 한국표준규격(KS). “저전압 배전 계통의 서지보호장치-제1부:성능 및 시험방법, KSC

- IEC 61643-1(2007)” . pp.2, 2007.
3. 서울특별시지하철공사. “신호실무교재(1)” pp.330-331,
 4. 한국표준규격(KS). “저전압 서지보호장치의 부품-제311부:가스방전관규정, KSC IEC 61643-311(2008)” . pp.3, 2008.
 5. 한국철도표준규격(KRS). “보안기, KRS SG 0061 - 08R” . pp.10, 2006.
 6. 한국조명전기설비학회지, “ZnO 바리스터와 가스방전관의 V-I특성”, pp.356~359, 2006.
 7. (주)한국서지연구소, "접지, 피뢰침의 이해와 낙뢰피해 예방대책", pp.48~56, 2009.
 8. 한국철도기술연구원 “중양선 전자연동장치 낙뢰피해 예방대책 연구”pp.59~98, 2001.10
 9. “UL1449 Surge Protective Devices”,Underwriters Laboratories, June 1. 2009