

계통에 유입된 서지 양과 횡수에 따른 Varistor 성능에 관한 연구

김 동 진 · 여 인 식 · 이 기 식
단 국 대 학 교

A study on varistor ability according to surge quantity and count into the distribution system

Dong-Jin Kim · In-sik Yeo · Ki-sik Lee
Dankook Univ.

Abstract - 현대 산업에서 정밀기기와 정보기기의 사용이 증가되면서 전력품질의 중요성이 강조되고 있다. 또한 건축물 뇌 보호 관련 규정이 KS C IEC 62305로 개정되면서 선택사항에 불과했던 내부 뇌 보호 시스템 서지보호기(SPD)의 설치가 의무화되었다. 그런데 사용자들이 실제 이용하고 있는 서지보호기를 현장에 적용하였을 때 많은 문제점이 드러났다. 첫째, 서지보호기를 설치 후 제대로 작동 하는지 동작 상태를 파악할 수 없고 단지 낙뢰가 몇 번 유입되었는지의 카운터 기능의 시각적 판단만 가능하다. 또한 시간이 지나면서 서지보호기의 특성 변화 파악이 불가능하다. 설치 후 제 성능을 얼마나 발휘하는 가를 알 수 없고 LAMP에 의해 SPD의 소손 여부만을 판단할 수 있어 SPD의 교체시기를 알 수 없다. 이런 문제점을 해결하기 위해서는 서지보호기에 유입되는 서지크기, 유입경로 및 횡수를 통한 서지보호소자의 성능에 대한 대책 마련을 가능케 하여 바람직한 서지보호 및 적용이 가능토록 하고자 한다.

1. 서 론

KS C IEC 62305에 의해 서지보호기 설치는 더 이상 선택사항이 아니라 필수사항이 되었다. KS C IEC 62305-4에 의거, 규정에 맞는 등급을 설치하고 설치 후에도 정기적으로 검사와 유지관리가 이루어져야 한다. 그러나 현재 설치되고 있는 서지보호기는 사용자가 정상 작동 여부를 확인하기 어렵다. 또한 설치 후에도 서지의 유입 경로 파악을 할 수 없어 정확한 대처가 이루어지지 않고 있다. 그리고 시간에 따른 SPD의 특성 변화를 파악 할 수 없어 교체시기 예측이 불가능하다. 따라서 SPD의 잔여 수명을 예상할 수 없어 유지보수에 많은 인력과 비용, 시간을 투자하고 있는 실정이다. 이로 인해 과다 서지보호기 설치가 이루어지거나 적절치 못한 내부 뇌 보호 시스템을 수립하게 되어 기기보호의 본래 목적을 달성하지 못하고 있다. 따라서 고장시기를 예측하고 판단하는 기술 및 SPD의 특성 경년 변화를 파악하기 위해 실시간으로 서지의 발생 시기, 크기, 유입 경로 등의 데이터의 확보가 필요하다. 따라서 사용자가 쉽게 고장유무 파악, 정확한 원인 분석을 통해 능동적 대책 마련과 규정에 맞는 경제적인 검사 및 유지 보수를 가능케 하도록 계통에 유입되는 서지전류와 유입횡수에 따른 서지보호기의 보호소자(바리스터)의 상태측정을 연구하여 전력계통 및 중요 보호기기의 효율적 적용 및 유지관리에 실질적 도움이 되고자 한다.

2. 본 론

2.1 현 서지 보호기술 문제점

현재 사용되고 있는 서지보호기술은 설치 후에도 많은 문제점을 발생시킨다. 첫째, 정상 동작 상태 확인이 불가능하다. 현 서지보호기 기술의 고장 여부 판단은 퓨즈의 특성을 이용한 방식이다. 고장유무는 서지보호소자 중 하나인 MOV(Metal Oxide Varistor)의 수명이 다하는 것을 LAMP를 통해 알리는 것이다. 그러나 80% 이상이 퓨즈와 MOV의 파손으로 고장이라 판단되고 이를 LAMP를 통한 고장 경고를 알림으로 인해 고장 판단의 신뢰도가 매우 낮다. 따라서 서지 피해 발생 시 사용자는 제품의 정상적인 동작 상태 파악이 어렵다. 둘째, 서지보호기로 들어오는 서지의 특성을 파악 할 수 없다.

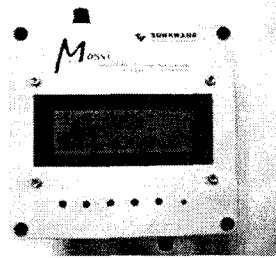
침입하는 서지의 크기, 시기, 유입경로 등을 알 수 없어 SPD의 특성 변화를 알 수 없다. 따라서 문제 발생 시 정확한 원인 분석과 효과적인 대책을 수립할 수 없다. 셋째, 법적으로 규정하고 있는 서지보호기의 검사 및 유지 관리가 어렵다. 서지 유입 여부를 확인하기 어렵고 단지 횡수만 카운터 가능하여 유지, 보수에 많은 인력과 비용이 든다. 또한 서지에 대한 데이터가 기록되지 않으므로 규격에 맞는 설치를 했는지의 적합성을 알 수 없다. 실제 적용되어지고 있는 서지보호기는 카운터내장 된 것으로 서지의 종류를 판단 및 구분하지 못하므로 실제적으로 서지 양(10, 15, 20, 25kA 등) 및 유입시기, 횡수 등의 구분이 필요하며 체계적으로 관리되어야 한다.

2.2 서지 양과 횡수에 따른 varistor 성능 측정

서지보호기의 중요소자인 바리스터는 서지의 유입에 의한 그 양과 횡수에 따라 소자의 성능이 저하되어 보호대상이 되는 주요 기기 또는 회로를 보호하는데 한계를 내포하고 있다. 서지보호기의 보호소자인 바리스터의 성능을 유지하려면 서지 양과 횡수에 따른 적절한 교체가 바람직하다.

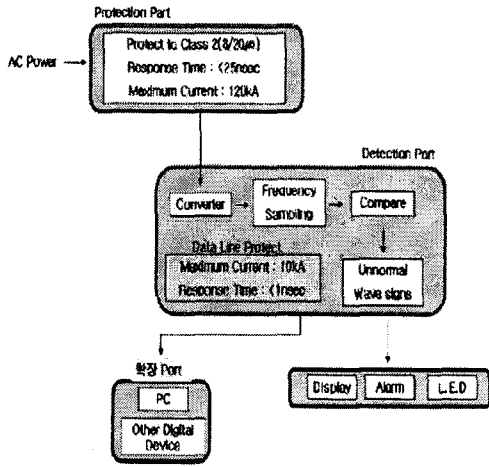
2.2.1 서지 상태측정기의 구성

서지보호기(SPD)의 기능을 수행하는 것으로는 모듈(Module)과 SPD를 두 가지로 나눌 수 있다. Module은 단지 유입되는 서지에 대한 데이터 축적이 가능하여 이 자료를 수신기에 전달한다. 이 방법은 현재 설치되어 있는 서지보호기를 교체 할 수 없기 때문에 모듈기능을 추가하는 것으로 LCD 패널을 장착하여 간편하게 모니터링 할 수 있게 돕는다.



<그림 1> 모듈방식을 활용한 서지보호기

SPDM은 Protection Part(보호부분)와 Detection Part(감지기 부분)로 구분한다. 기기에 위험을 초래하는 서지는 보호부분에서 자체적으로 보호한다. 보호부분은 모듈형으로 제작하여 서지보호기 손상 시 모듈만 교체 가능하여 유지 보수에 경제적이다. 그리고 후단에는 감지기 기능을 하는 MCU(Micro Control Unit)를 장착하여 서지에 대한 특성파악과 소자 상태를 확인하여 고장 여부를 LCD 패널을 통해 보여주어 사용자가 쉽게 판단 할 수 있게 한다.



<그림 2> SPDM 개략도

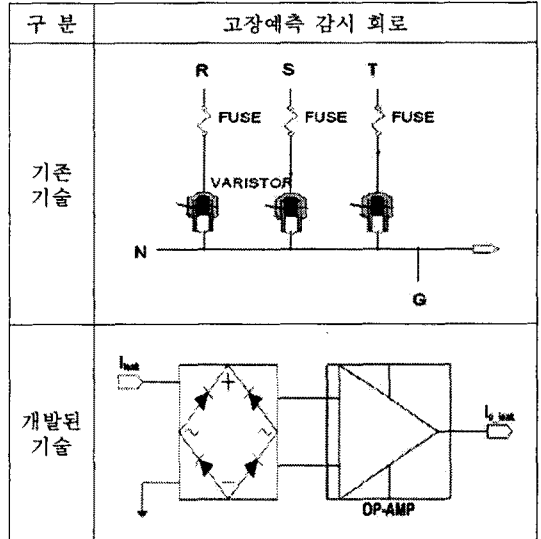
SPDM도 원격 감시가 가능한 시스템을 구성하여 수신기를 중앙에 설치하여 고장 여부를 한 눈에 알아 볼 수 있도록 한다. 나아가 각 수배전반에 수신기(e-MOSSI System)를 설치하여 차후 서지에 대한 정보 뿐 아니라 전력품질을 감시, 제어하도록 한다. 또한 기존 네트워크를 활용하여 수신기와 수신기를 연결하여 전국의 서지보호시스템을 감시하는 것으로 확장할 수 있다.

2.2.2 서지 상태측정 기술

서지 상태측정 기술은 첫째, 서지보호시스템 고장예측을 가능케 하는 것이다. 기존기술은 서지보호소자 MOV 손상 시 전류가 도통되어 퓨즈(Fuse)의 손상으로 고장유무를 판단하였다. 그런데 퓨즈가 불량이어도 서지보호기가 고장으로 판단되는 경우가 80%이상으로 신뢰도는 현저히 낮다.

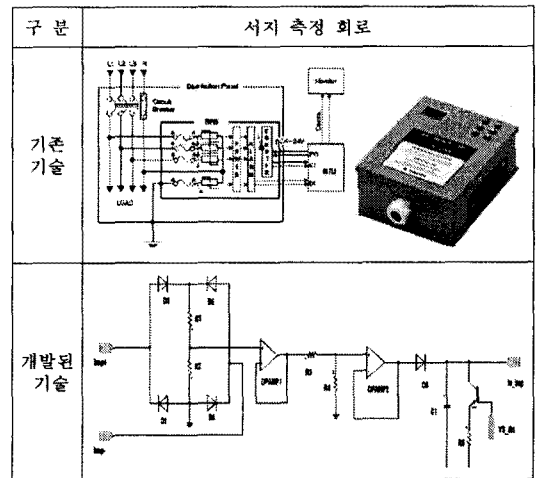
이것을 서지 상태측정 기술을 통해 MOV 소자는 특성에 따라 일정량의 전류 값을 발생시킨다. 이 전류 값을 고장판단, 회로에 통과시켜 소자의 잔여수명을 측정하는 것이다. 따라서 보호소자 잔여수명, 특성 잔존상태 파악이 가능하며 사용자가 쉽게 고장 여부를 판단할 수 있다. 나아가 특성 전류 값을 외부에서 측정할 시에는 내부 뇌 보호 시스템을 점검하는 제측기기도 활용할 수 있다.

둘째, 서지 측정회로 기술로 서지 침입횟수, 침입크기, 시간, 유입경로, 잔여수명 파악, 동작상태 측정, 침입경로 파악, 침입 시간 측정 등이 가능하다. 기존기술은 R, S, T상에 각각 CT를 설치하여 외부에서 유입되는 서지의 횟수만 측정 가능하였다. 이는 사용자가 원하는 서지 크기 측정이 불가능한 기술이다. 그러나 서지 상태 측정기술은 MCU(Micro Control Unit)소자를 사용하여 유입되는 서지에 대한 특성을 파악하여 데이터를 측정, 출력할 수 있다. 또한 마이크로초단위로 유입되는 서지의 피크전압을 필요한 시간동안 유지할 수 있도록 서지 클램핑 강제방전회로를 구성한다. 이것은 서지의 크기를 측정할 수 있는 방법으로 사용자가 차후 서지에 대한 정보 확인이 가능하다. 뿐만 아니라 접지선을 통하여 서지가 반동되었는지 전력선을 통한 유입인지 등 서지 유입 경로를 파악할 수 있어 서지에 의한 피해를 능동적으로 대처할 수 있도록 한다.



<그림 3> 고장 예측 감시회로

셋째, 네트워크와 PC를 연결하여 중앙 감시제어 시스템을 구성할 수 있는 기술이다. 고성능 MCU 사용으로 사용자의 요구에 따라 출력되는 데이터를 중앙으로 전송하여 관리할 수 있는 시스템을 구축, 전력품질을 체크할 수 있다. 정밀기기의 사용 증가로 전력품질의 중요성이 높아지고 있는 현재, 고가의 전력감시 시스템을 이용할 수 없는 건축물 또는 설비에 활용할 수 있다. 또한 소형 제작을 하여 아주 작은 공간만이 요구될 수 있게 경제적, 공간적으로 이점이 있도록 한다.



<그림 4> 서지 측정회로

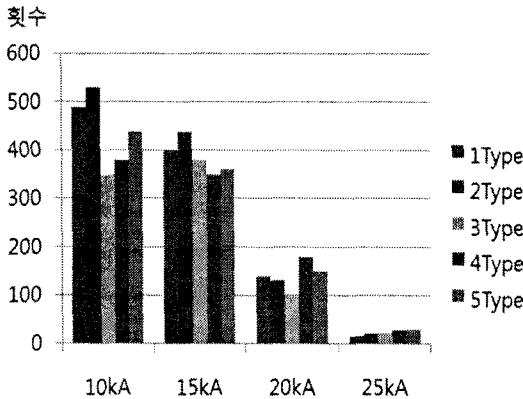
2.2.3 varistor 성능에 관한 실험 결과

기존 서지보호기는 서지에 노출되는 경우, 절연특성이 매우 느리게 변화하며, 어느 순간에 급격히 나빠지기 때문에 보호기의 교체 유무 판단이 매우 힘들었다. 그 이유는 비선형 특성을 가진 서지보호기의 주요 소자인 MOV가 비선형인 특성을 가지고 있기 때문이다. 따라서 서지보호기의 수명 진단을 위해 유입 서지 크기와 횟수에 따라 MOV 소자의 클램핑 전압의 한계점을 확인하는 실험을 하여 교체 시점을 정하였다.

실험에 사용한 MOV는 34S111K로 Clamping voltage는 400V, Max. Peak current는 8/20의 10kA로 10kA, 15kA, 20kA, 25kA의 서지를 가한 후 MOV 클램핑 전압의 소손 한계점을 측정하였다.

〈표 1〉 서지 양과 횡수에 따른 바리스터 성능 측정치

규격별 인가서지		Varistor 소손 한계점 (횡수)				
		1Type	2Type	3Type	4Type	5Type
1군	10kA	490	530	350	380	440
2군	15kA	400	440	380	350	360
3군	20kA	140	130	102	180	150
4군	25kA	15	20	22	29	30



실험결과, 유입된 서지가 해당 MOV소자의 Peak current 이상 시, MOV가 급격히 열화가 되어 소손되는 것을 알 수 있다. 따라서 서지 유입 횡수와 양에 의해 MOV 소자의 소손 여부를 파악할 수 있으며 SPD의 잔존 수명을 예측할 수 있다.

2.2.4 적용 시 파급효과

'KS C IEC 62305'로 기술 단일화와 더불어 전력품질의 중요성이 대두되고 있는 현재, 서지양과 횡수에 따른 상태 측정기법은 경제적, 산업적, 기술적으로 파급 효과가 크다.

기술적으로는 MCU 소자 사용으로 서지측정기기, 전력품질 측정기기, 휴대용 SPD 동작상태 감시 등으로 사용될 수 있다. 실용화되면 고장유무 판단을 정확히 알 수 있어 국내 서지 보호 시스템의 신뢰도 향상에 기여할 것이다. 경제적으로는 건물 내에 있는 SPD 유지 및 진단에 소요되는 인력과 시간을 획기적으로 줄일 수 있다. 큰 기지국에는 배전반이 수십~수백 개가 설치되어 있다. 이 배전반 2차 보호를 위한 내부 뇌 보호 시스템인 SPD는 수십~수백 개가 들어간다. 많은 SPD를 현재는 일일이 검사하므로 소요시간 및 인력비용 많이 든다. 이런 문제점을 서지상태측정법으로 IT와 접목하여 중앙 감시 시스템이 된다면 획기적으로 인적 자원 절감 효과를 가져 올 뿐만 아니라 경제적으로 큰 이득을 볼 수 있다.

마지막으로 법적 조항에 의무적으로 서지보호기를 설치해야 하고 이를 정기적으로 유지 및 관리하여 기술 문서를 작성해야 한다. 측정되는 데이터로 효율적으로 관리 할 수 있으며 고장 예측 및 잔존 수명 파악으로 고장에 따른 정확한 원인 파악과 능동적인 대책을 가능케 한다.

3. 결 론

본 논문에서는 현재 설치되고 있는 서지보호기의 실제 적용 시 발생하는 문제점에 대한 해결방안으로 전력계통에 유입되는 서지 양과 유입횡수에 따른 바리스터 성능에 관한 연구 및 서

지 상태측정기술에 대해 논하였다. 기존은 Fuse와 MOV 파손에 의한 LAMP 작동으로 고장유무의 판단 기술이었다. 이를 보호소자의 플래핑 전압 한계점을 서지 양과 횡수에 따라 성능이 급격히 저감됨을 알 수 있었다. 이로인해 소손여부 시점을 파악하여 SPD 수명이 예측 가능하다. 더불어 단순 서지 침입 횡수만을 알 수 있는 것에서 나아가 서지 침입크기, 시간, 유입경로, 동작 상태 등을 파악 할 수 있다. 이것은 사용자의 상황에 모듈 방식과 SPD 방식으로 선택 가능하다.

마지막으로 이런 특성 등을 DB화하여 네트워크 시스템을 통한 중앙감시를 가능케 하여 서지보호기의 설치 및 유지보수를 효율적 관리할 수 있어 안정적인 내부 뇌 보호 시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 산업표준협회 심의, "KS C IEC 62305" 건축물 등의 뇌 보호 시스템 - 제1부: 일반원칙, 제2부: 위험성관리, 제3부: 구조물의 물리적 손상 및 인명위험, 제4부: 구조물 내부의 전기 전자시스템, 한국표준협회, 2007.11.30.
- [2] IEEE Std 142-1991, "Grounding of Industrial and Commercial Power System", IEEE Green Book
- [3] KS C IEC 61643-12, "저압배전계통의 서지 보호 장치, 제12부 : 선정 및 지침", 2003
- [4] KS C IEC 61643-1, "저압배전계통의 서지 보호 장치, 제1부 : 성능 및 시험방법", 2003
- [5] R. B. Standler, Protection of Electronic Circuits from Overvoltages, John Wiley & Sons, 1989
- [6] IEC 61643-1, Surge Protective devices connected to low-voltage power distribution system-Performance requirements and testing methods, 2002
- [7] ITU-T K.66, Protection of customer premises from overvoltages
- [8] William C. Hart & Edgar W. Malone, "Lightning and lightning protection"
- [9] Martzloff F. D., Matching Surge Protective Devices to their Environment, IEEE Transactions, 1985
- [10] UL 1449-2000, Transient Voltage Surge Suppressor
- [11] IEEE C62.62-2000, IEEE Standard Test Specifications for Surge Protective Devices for Low Voltage AC Power Circuits
- [12] J.J.Lee, K. O'Brien and M.S Cooper, "Second-breakdown characteristics of metal-oxide varistors", L. Appl. Phys. 48(3) 1252, 1997
- [13] H. Tomomuro and Y. Terasaki, "Degradation mechanism of ZnO varistors", Jpn. J. Appl. Phys., 18(8) 1653, 1979
- [14] R. W. Sillars, et al., "Silicon carbide non-ohmic resistor", Proc. I.E.E., 93(pt 1), 385, 1964
- [15] J. D. Horden, et al., "Metal-oxide varistor : A new way to suppress transient protection." Electronics, 45, 91, 1972 fig