

CAI 방식의 서지상태측정 기술 연구

(A study on surge state measurement with CAI method)

김동진* · 김광호

(Dong-Jin Kim* · Kwang-Ho Kim)

Abstract

고도의 정보화 사회로 대부분 반도체 소자로 이루어진 전기전자기기가 널리 보급되었다. 이러한 전자부품은 저전압에서 구동되고 있어 낮은 전압의 서지라도 오동작을 일으키거나 파괴될 수 있다. 이와 같이 정보통신기기는 물론 가전기기를 둘러싼 환경은 뇌 서지에 매우 취약하여 뇌 보호 대책의 필요성이 높아지고 있다. 뇌 보호 관련 규정이 KS C IEC 62305로 개정되면서 선택사항에 불과했던 내부 뇌보호 시스템인 서지보호기(SPD)가 필수사항이 되었다. 그런데 사용자들이 실제 현장에 설치하였을 때 많은 문제점이 발생되고 있다. SPD가 제대로 작동 하는지의 동작 상태와 경년에 따른 SPD의 특성 변화를 알 수 없다. 현재 SPD 기술은 단순한 LAMP에 의한 SPD의 소손 여부와 낙뢰 유입 횟수만 알 수 있을 뿐이다. 따라서 서지보호기에 유입되는 서지의 특성을 파악하여 대책 마련을 가능케 하여 규격에 적합한 서지보호 및 적용을 실현하고자 한다.

1. 서론

내부 뇌 보호 시스템의 중요성이 높아지고 있는 가운데 KS C IEC 62305의 개정으로 서지보호기 설치가 필수불가결이 되었다. 뿐만 아니라 62305-4에 의거, 규정에 맞는 등급의 SPD를 설치해야 할 뿐만 아니라 설치 후에도 정기적으로 검사와 유지관리가 이루어져야 한다. 그러나 현 서지보호기 기술의 SPD는 설치하여도 정상적으로 작동되고 있는지의 여부를 확인하기 어렵다. 또한 유입되는 서지의 특성 파악이 불가능하여 SPD의 특성변화를 알 수 없다.

이로인해 교체시기를 예측할 수 없으며 LAMP에 의해 제대로 된 성능 발휘 여부가 아니라 SPD가 소손됐는지 안됐는지의 판단만 가능하다. 그래서 유지보수에 많은 시간, 비용, 인력 등이 투자되며 적절히 못한 내부 뇌 보호 시스템이 이루어지게 되는 경우가 발생하여 SPD의 설치 목적에 미치지 못하고 있는 실정이다.

따라서 유입되는 서지의 카운터 기능과 더불어 유입 경로, 크기 등의 데이터를 확보하여 사용자가 고장 유무 파악, 경년에 따른 특성 변화를 알 수 있어 경제적인 검사 및 유지보수와 전력계통 및 중요 보호기기에의 피해시 능동적인 대책 마련과 규격에 적합한 SPD 적용을 가능케 하는 기술이 요구되고 있다. 이를 위해 서지보호 소자 중 하나인 바리스터의 상태 측정을 연구하여 CAI (Conservation Ampere the Impulse risk) 방식을 적용한 서지상태측정기술에 대해 논하고자 한다.

2. 본론

2.1. 현 서지보호기 기술동향 및 문제점

현 서지보호기는 설치 후에 몇 가지 문제점이 발생되고 있다.

첫째, SPD 설치 후 정상 작동 여부를 사용자가 알 수 없다. 과연 제대로 작동 되는지 파악 할 수 없으며 알 수 있는 것은 카운터 기능이 있을시, 낙뢰 유입 횟수만 알 수 있을 뿐이다.

둘째, 시간이 지나면서 SPD의 특성 변화를 알 수 없다. 유입되는 서지의 특성 파악을 할 수 없어 시간 경년에 따른 성능발휘도 알 수 없고 단지 서지보호소자 중 하나인 MOV(Metal Oxide Varistor)의 수명이 다하는 것을 LAMP를 통해 알리는 것으로 고장 유무만을 판단할 수 있다. 그러나 이 방법은 80% 이상이 퓨즈와 MOV 파손이 고장이라 판단되어 알림으로써 고장 판단 신뢰도가 낮은 실정이다.

셋째, 법적으로 규정하고 있는 서지보호기의 검사 및 유지 관리가 어렵다. 유입되는 서지의 특성을 알지 못하여 정확한 원인 분석과 능동적인 대처가 불가능하여 유지, 보수에 많은 인력과 비용과 시간이 소모되고 있다. 또한 서지에 대한 데이터가 기록되지 않으므로 과연 설치 환경에 맞게 SPD 등급 선정을 하고 규격에 맞게 설치했는지의 적합성을 알 수 없다.

따라서 실제 적용되는 서지보호기는 서지의 종류를 판단하거나 구분하지 못하므로 유입되는 서지의 양, 횟수, 유입시기 등을 파악하고 이 데이터를 관리를 할 수 있

는 방법이 요구된다.

2.2. CAI 방식의 서지상태측정

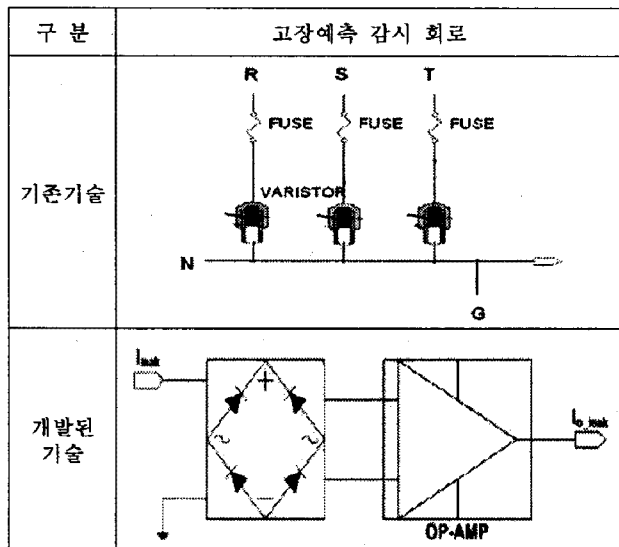
유입되는 서지의 특성 중 하나인 서지 양과 횟수에 따라 보호소자의 성능이 결정된다. 보호할 수 있는 한계량을 넘어서면 성능이 급격히 저하되어 주요 기기나 회로를 보호할 수 없다. 따라서 보호소자 중 하나인 바리스터에 유입되는 서지 양과 횟수에 따라 경년 변화를 파악하는 CAI 방식의 서지상태측정 기술을 적용하여 SPD의 적절한 교체시기를 예측한다.

2.2.1 CAI 방식 서지상태측정 기술

CAI 방식의 서지상태측정 기술은 첫째, 서지보호시스템 고장 예측 가능하다. 기존 기술은 서지보호 소자 중 하나인 MOV 소손시 전류 도통으로 퓨즈 손상에 의해 고장유무를 판단하였다. 하지만 퓨즈가 불량이어도 SPD가 고장이라는 판단이 80% 이상이 넘어 신뢰도가 매우 낮았다. 이 기술을 유입되는 서지에 따른 MOV 소자의 특성 변화에 따라 소자의 잔여수명을 예측하여 사용자가 고장 여부를 쉽게 판단할 수 있게 하는 것이다. 나아가 외부에서 측정시에는 내부 뇌 보호 시스템을 점검하는 계측기로도 활용할 수 있다.

그림 1. 고장 예측 감시 회로

Fig 1. A monitoring circuit of failure forecasting

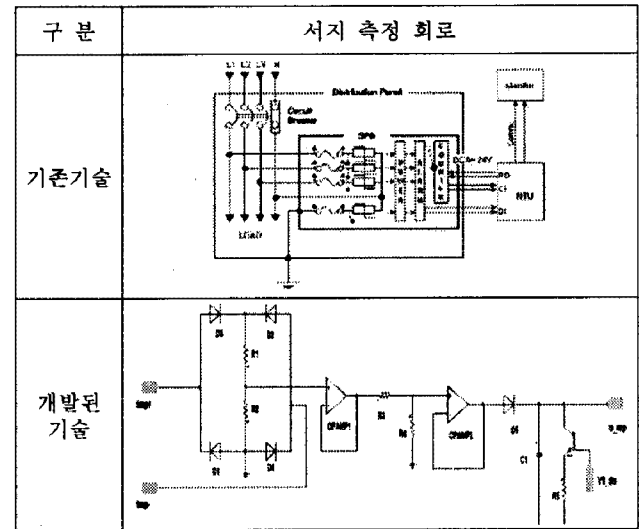


둘째, CAI 방식 서지 측정회로 기술은 서지 침입횟수, 침입크기, 시간, 유입경로, 잔여 수명 파악, 동작 상태등의 측정이 가능하다. 기존 기술은 R, S, T상에 각각 CT를 설치하여 외부에서 유입되는 서지 횟수만을 측정하였다. 이 기술을 MCU(Micro Control Unit) 소자를 사용하여 유입되는 서지에 대한 특성을 파악하여 데이터를 추적, 출력할 수 있다. 또한 마이크로세크로 유입되는 서지의 피크 전압을 필요한 시간동안 유지할 수

있도록 서지 클램핑 강제방전회로를 구성하여 서지의 크기를 측정한다. 이로 인해 사용자가 원하는 서지 크기 측정이 가능하며 서지에 대한 정보 확인도 가능하다. 뿐만 아니라 전력선을 통한 유입인지등의 서지 유입경로를 알 수 있어 서지에 의한 피해를 능동적으로 대처할 수 있다.

그림 2. 서지 측정 회로

Fig 2. Surge measurement circuit



셋째, 네트워크와 PC를 연결하여 중앙감시 제어 시스템을 구성할 수 있다. MCU 사용으로 사용자의 요구에 따라 출력되는 데이터를 중앙으로 전송하여 관리할 수 있는 시스템 구축이 가능하다. 이는 정밀기기의 사용 증가로 전력품질의 중요성이 높아지고 있는 현 시점에서 전력 감시 시스템으로도 활용할 수 있다.

2.2.2 CAI 방식 서지상태측정기 구성

SPD 기능을 하는 측정기는 모듈(Module)과 SPDm 두 가지이다. 모듈(Module)은 단지 유입되는 서지에 대한 데이터만 추적하여 수신기로 전달하는 역할을 한다. 이것은 현재 설치되어 있는 많은 SPD를 교체할 수 없을 시 사용하는 것으로 모듈기능만 추가하여 LCD 패널을 장착하여 간편하게 상태를 파악할 수 있다.

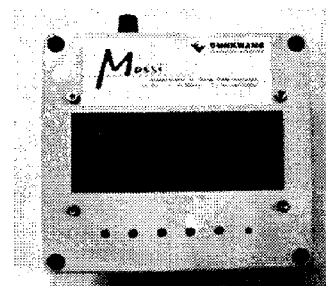


그림 3. 서지보호기 - Module 방식

Fig 3. Surge protective device - Module

SPDm은 보호부분(Protection Part)과 감지기 부분

(Detection Part)로 나뉘며 기기에 피해를 주는 유입서지는 보호부분에서 자체적으로 보호한다. 보호부분은 모듈형으로 제작하여 서지 보호기 손상 시 모듈만 교체할 수 있어 유지 보수에 경제적이다. 그리고 후단의 감지기 부분은 MCU(Micro Control Unit)로 서지에 대한 특성을 파악할 수 있어 보호소자의 상태 확인이 가능하며 고장여부를 LCD 패널을 통해 보여주어 사용자가 쉽게 판단할 수 있게 한다.

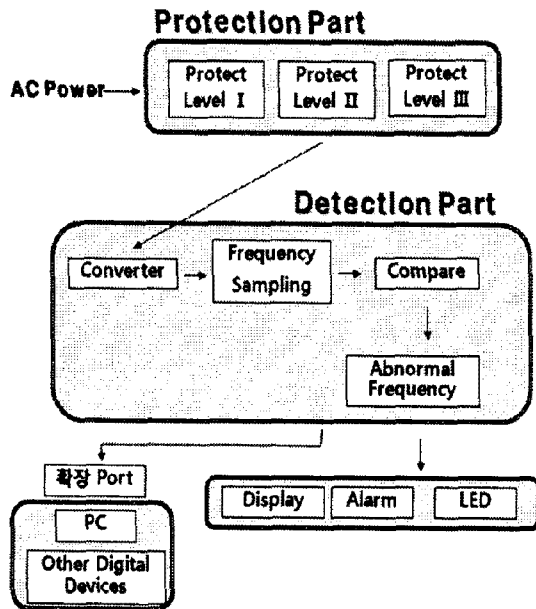


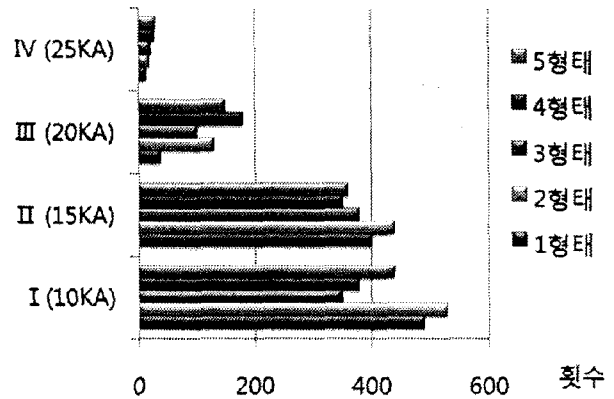
그림 4. 서지보호기 - SPDm 방식
Fig 4. Surge protective device - SPDm

2.3. 서지상태측정 실험 결과

서지가 유입되면, 보호소자의 특성상 절연이 매우 느리게 변화하다가 어느 순간에 급격히 나빠져 SPD의 교체 시기 판단이 매우 힘들다. 이것은 서지보호기 주요 소자인 MOV가 비선형인 전류, 전압 특성을 가지고 있기 때문이다. 따라서 SPD의 잔존 수명 여부를 알기 위해 유입 서지의 양과 횟수에 따라 MOV 소자의 클램핑 전압 한계점을 확인하는 실험을 하였다.

표 1. 서지 양과 횟수에 따른 MOV 성능 측정치
Table 1. MOV ability according to surge amount and count

규격별 인가 서지	MOV 소손 한계점 (횟수)				
	1형태	2형태	3형태	4형태	5형태
I 10kA	490	530	350	380	440
II 15kA	400	440	380	350	360
III 20kA	140	130	102	180	150
IV 25kA	15	20	22	29	30



실험에 사용한 MOV의 클램핑 전압은 400V이며, Max. peak current는 8/20의 10kA의 소자를 사용하였다. 그리고 이 소자에 10kA, 15kA, 20kA, 25kA의 서지를 가하여 클램핑 전압의 한계점을 찾아 소손 여부를 파악하여 SPD의 교체 시점을 예측한다. 실험결과, 유입된 서지가 해당 MOV 소자의 피크 전류값 이상 시, 소자의 절연이 급격히 파괴되는 것을 알 수 있었다. 따라서 서지 유입 횟수와 양에 의해 MOV 소자의 소손 한계점을 알 수 있었으며 이를 이용해 SPD의 잔존 수명을 예측할 수 있다.

2.4. CAI 방식 적용 시 파급효과

'KS C IEC 62305' 제정으로 기술규격의 단일화와 전력품질 및 유지의 중요성이 대두되고 있다. 이에 서지 특성인 서지 양과 횟수에 따른 CAI 방식의 서지상태측정 기술은 경제적, 산업적, 기술적으로 파급 효과가 크다.

기술적으로, MCU소자의 사용으로 서지 측정기기, 전력품질 측정기기, SPD 동작 상태 감시 등으로 사용될 수 있다. 또한 실용화시 고장유무 판단을 정확히 할 수 있어 국내 서지 보호 시스템의 신뢰도를 크게 향상시킬 것으로 기대된다. 경제적으로는, 건물 내에 있는 SPD의 유지 및 진단에 소요되는 인력과 시간을 획기적으로 줄일 수 있다. 일일이 검사하는 수동적인 방식에서 CAI 방식을 적용한 서지상태측정 기술을 IT와 접목하여 중앙 감시 시스템을 구성한다면 능동적인 검사를 가능케하여 인적 자원을 크게 절감시킬 수 있다. 마지막으로 의무적인 SPD의 설치와 정기적인 유지 및 관리를 측정되는 데이터로 효율적으로 관리할 수 있다. 이로 인해 고장 예측 및 잔존 수명을 파악하여 고장에 따른 정확한 원인 파악을 가능케 한다.

3. 결론

본 논문에서는 현재 설치되고 있는 SPD의 설치 시 발생하는 문제점을 파악하고 이에 대한 해결방안으로

유입되는 서지 특성인 서지 양과 유입횟수에 따라 MOV의 성능을 파악하는 CAI 방식의 서지상태측정 기술에 대해 논하였다. 기존은 MOV의 단순 파손에 의한 LAMP에 의한 고장 판단 기술이었다. 이를 보호소자의 클램핑 전압 한계점을 서지 양과 횟수에 따라 성능 저감으로 인한 소손여부 시점을 파악하여 SPD의 수명을 예측하는 기술이다. 또한 단순 서지 침입 횟수만을 알 수 있는 것에서 서지 침입크기, 시간, 유입경로, 동작 상태 등을 파악할 수 있으며 이를 모듈 방식 또는 SPDM 방식을 설치 환경에 따라 선택하여 구성할 수 있다. 마지막으로 이런 서지 특성을 DB화하여 네트워크 시스템을 통한 중앙 감시 기능을 추가하여 유지 보수를 효율적으로 할 수 있게 되어 안정적인 내부 뇌 보호 시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] KS C IEC 61643-12, "저압배전계통의 서지 보호 장치, 제 12부 : 선정 및 지침", 2003
- [2] KS C IEC 61643-1, "저압배전 계통의 서지 보호 장치, 제1 부 : 성능 및 시험방법", 2003
- [3] R. B. Standler, "Protection of Electronic Circuits from overvoltage", John Wiley & Sons, 1989
- [4] ITU-T K.66, "Protection of customer premises from over voltage"
- [5] William C. Hart & Edgar W. Malone, "Lightning and Lightning protection", L, Appl. Phys. 48(3) 1252, 1997
- [6] "Second-breakdown characteristics of metal-oxide varistors" J.J.Lee, K. O'Brien and MS Cooper
- [7] IEEE Std 142-1991, "Grounding of Industrial and Commercial Power system", IEEE Green book
- [8] 산업표준협회 심의, "KS C IEC 62305" 건축물 등의 뇌 보호 시스템 - 제1부 : 일반원칙, 제2부 : 위험성 관리, 제3부 : 구조물의 물리적 손상 및 인명 위험, 제4부 : 구조물 내부의 전기 전자 시스템, 한국표준협회, 2007.11.30.
- [9] UL 1449-2000, "Transient voltage surge suppressor"
- [10] IEEE C62.62-2000, "IEEE Standard Test specifications for surge protective device for low voltage AC power circuits"
- [11] "Metal Oxide Varistor : A new way to suppress transient protection", J. D. Horden, 45,91,1972