

전기화재 아크·스파크검출기 특성평가에 관한 연구

Analysis of Characteristics of Electrical Arc Spark Detector

정용기* · 신호섭* · 지철근* · 김영수*

(Chung-Yong Ki · Shin-Hyo sub Cjee-Chol Kon · Kim-Young Soo)

Abstract

An arc/spark detector (ASD) was developed is to early detect wire failures and insecure connections that may lead to fire in residents and commercial and industrial facilities. A detailed circuit design for ASD implementation along with prototype product is reported. The tests of ASD, which were successful in phase identification, in many different arc/spark locations under different loadings, and in false alarm probability, showed the ability and capability of the state-of-the-art detector in the electric fire hazard prevention.

검출기” 개발은 시기적절한 연구개발이며, 전기아크로 인한 화재의 조기예측으로 전기화재를 미연에 방지함으로써, 국민 재산과 인명 보전에 큰 역할이 기대되는 바이다.

1. 서론

우리나라 전기화재는 전체 화재건수의 약 37[%]로 큰 비중을 차지하고 있다. 또한 전기 화재의 연간 발생률은 7.6[%]씩 증가되고 있다. 총 화재 발생 증가율이 7[%]를 넘고 있어 전기설비분야와 소방분야에서 심각한 문제로 부각되고 있다.

이 연구에서는 “전기화재 아크·스파크검출기”에 대한 실제 현장적용을 위한 특성평가를 실시하고 이를 토대로 전기설비와 소방분야 관련법규·기준의 보완 방안을 제안하고자 한다.

전기화재의 유형별 주요원인을 분류하면 합선이나 과부하로 인한 과전류, 절연불량에 의한 배선의 누전 및 지락에 의한 과전류와, 접촉 불량이나 배선과 타 물건의 접촉에 의한 아크, 스파크 현상 등 세 가지로 분류 가능하다. 이에 대한 대비책으로 앞의 두 가지 원인에 대해서는 과전류 차단기, 누전차단기 설치 등의 회로차단기 등으로 방지되지만 전기화재의 조기 경보방식인 아크, 스파크에 의한 화재 대비책은 아직까지 실용화되지 않고 있다.

2. 본론

2-1 전기화재 아크·스파크검출기의 동작기준 및 근거

아크가 발생할 경우 다음 세가지 경우의 특성을 보이는데 첫째, 아크가 발생할 경우 Frequency Band 중 특정 대역사이 주파수 성분이 정상상태일 경우보다 수배 이상 증가하는 현상이 발생된다.

아크 및 스파크는 전선 또는 전기설비가 손상되거나 전기설비의 설치과실, 작동과실 등 여러 원인에 의해 발생할 수 있으며 이러한 아크와 스파크가 발전하여 전기화재에 이르게 된다.

둘째, 지속적 아크(Stable Arc)가 발생할 경우 전류 실효값이 정상상태 실효값 보다 감소하는 현상이 발생한다.

그러나 이에 대응하는 구체적이고 기술적인 개발이 등한시 되고 있는 현실에 “전기화재 아크·스파크

셋째, 지속적 아크가 발생 할 경우 그림 2처럼 두 전극간의 공극사이에서 방전으로 인한 영점 부근 (Zero-crossing point) 지연현상(Shoulder)이 발생한

다.

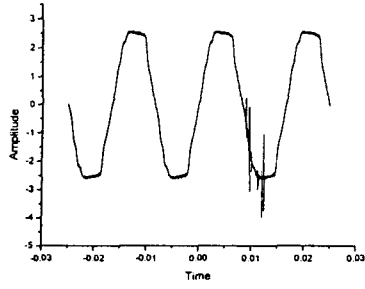


그림 1 순간적 아크(Unstable Arc)

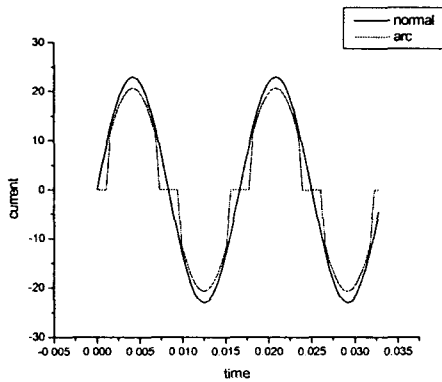


그림 2 지속적 아크(Stable Arc)

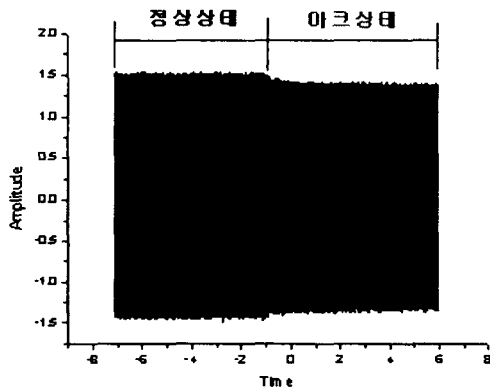


그림 3. 계측신호(정상상태/아크상태)

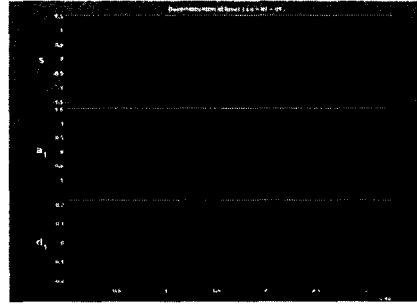


그림 4 계측신호 B - 주파수 분석

2-2 아크 및 스파크 발생과 전기화재

아크 및 스파크 발생원인은 대체로, 공사시 구부러진 전선이나, 사용 중 손상된 전선, 접촉부의 느슨한 조임, 노출된 전선, 가열된 전선 등, 접촉 불량 또는 절연불량으로 아크, 스파크가 발생한다.

이 때 발생하는 아크는 전자가 절연공간을 통과할 때 나타나는 빛을 동반하는 방전현상으로, 그 중심의 온도는 5,000~15,000[°C]정도로 고온이다. 아크 에너지는 아크의 중심부에 강한 압력을 가한다. 아크 근처의 열과 방출되는 기체에 노출되는 물질들은 발화할 수도 있다.

또한 전극이 녹아서 생긴 금속파편들이 떨어져 이러한 물질들로 인하여 발화 할 수 있다. 다시 말해서 제어 불가능한 아크 현상은 직접적인 화재요인이 될 수 있다.

우리나라 전기화재는 전체 화재건수의 약 37%의 큰 비중을 차지하고 있으며 또한 전기화재의 연간 발생률은 7.6%씩 증가되고 있고, 총 화재 발생 증가율 7%를 넘고 있어 전기설비분야와 소방분야에서 심각한 문제로 부각되고 있다. 화재는 국민 생명과 재산 피해는 물론 국가 경제에 미치는 영향이 크다.

표 1에 우리나라 과거 10년간의 전기화재주요 통계를 나타낸다.

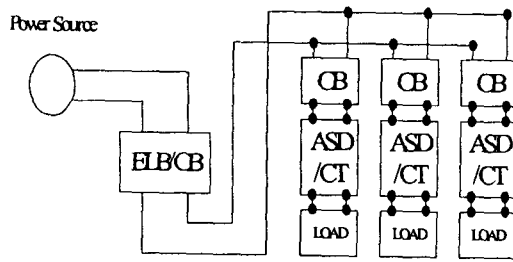


그림 10 세대분전반과 ASD CT Type 연계회로

그림 10와 같이 연계될 경우 세대분전반의 분기회로별로 감시가 가능하며, 세대분전반의 CB가 보호하지 못하는 부분(Blind Region)과 현상을 ASD가 감시 보호 할 수 있으며, 사고 발생시 분기된 회로별로 사고 회로와 건전(무사고)회로를 구분할 수 있다.

2-4 AFCI와 ASD의 특성 비교

전기아크 탐지기인 AFCI(Arc Fault Circuit Interrupter)와 국내의 ASD(Arc Spark Detector)의 기능, 감지대상 및 요구목적등의 특성을 비교한 것을 아래 표 1, 2에 나타내었다.

표 2 AFCI(Arc Fault Circuit Interrupter) 특성

| | |
|------|--|
| 명칭 | AFCI |
| 내용 | Arc Fault Circuit Interrupter |
| 기능 | 저압 배전선 상에서 아크 사고가 발생할 경우 이를 감지하여 선로 차단 |
| 감지대상 | 지속적 아크(Stable Arc) |
| 목적 | 전기화재 예방 |
| 요구목적 | 전기화재의 징후(아크/스파크)를 검출하는 장치 |
| 기기분류 | 전기설비 차단기류 |
| 용량 | 15[A]이하 |
| 동작검출 | Trip at fault or after fault |
| 시점 | fault : stable arc |
| 입력변수 | 고주파수 성분 |
| 장치회로 | 아날로그 회로 |
| 프로세서 | 없음 |

표 3 ASD(전기화재 아크·스파크검출기) 특성

| | |
|------|--|
| 명칭 | ASDI |
| 내용 | Arc Spark Detector |
| 기능 | 저압 배전선 상에서 전기화재 징후들(아크 스파크)을 검출하고 그 정도를 단계적으로 (잠재적 전기화재 징후의 정도) 경보하는 장치 |
| 감지대상 | 지속적아크(stable arc) 순간적 아크,스파크(unstable arc, spark) |
| 목적 | 전기화재 예방 |
| 요구목적 | 기존의 차단기류(누전, 과전류 등)은 전기화재의 징후인 아크와 스파크를 감지하거나 검출하지 못함. 따라서 전기화재의 징후(아크/스파크)를 검출하는 장치가 요구되었음. |
| 기기분류 | 전기설비 차단기류 소방 방재 기기류 |
| 용량 | 용량에 관계없이 적용 가능 1차 전류센서로 용량 선정 |
| 동작검출 | alarm before fault |
| 시점 | fault : arc, spark, ...fire |
| 입력변수 | 전류, 전압 실효값 전류, 전압 고주파 성분 온도 등 |
| 장치회로 | 아날로그 입력회로 디지털 회로 |
| 프로세서 | 마이크로 컨트롤러 사용 |

3. 결론

전기화재 예지를 위한 원리를 전기화재 발생요인에서 구하였고, 이를 이용하여 전기화재 징후를 검출하는 시스템을 개발한 것으로, 기존의 전류차단기(OCR)와 누전차단기(ELB)가 감지하지 못하는 아크와 스파크 현상을 감지하였다.

이원리는 과부하 검출, 스파크 및 아크검출에 의한 접촉 불량 및 절연문제 검출 그리고 분전반이나 판넬의 온도상승을 감시하고 경보를 발하는 장치로서, 이전에는 없었던 아크 및 스파크에 의한 전기화

재의 예지기능을 갖춘 전기화재 아크·스파크검출기이다. 이 방식은 전기화재의 조기발견으로 전기아크에 의한 화재를 원천봉쇄 하는 대비책으로 매우 우수한 시스템을 실용화 하는데 만전을 기한 장치로서 평가할 수 있다.

이미 개발되어 미국에서 실용화되고 있는 전기 스파크 검출기인 AFCI와의 특성을 비교한바 ASD는 감지 범위가 넓고, 동작 검출시점, 입력변수, 프로세스 등이 더욱 민감하고 정확성이 높으며 신뢰성이 우수한 제품으로 평가 되었다.

이 제품의 신뢰성을 높이기 위해 앞으로 국내의 공인된 국제 시험기관(UL 등)이나 국내 공인 시험기관의 인증을 받을 필요가 있는 것으로 사료된다. 관련 법규, 기준 등에 대한 내용 보완될 경우 전기화재 아크·스파크검출기의 활용도는 매우 클것이며 전기화재를 사전에 예방하는데 큰 효과가 기대된다.

나아가 전기화재 아크·스파크검출기의 관련법규 및 기준의 내용을 제정하기 위해서는 공식기관의 시험인정 조치가 취해져야만 관련기관과 수요자 측면에서 혼란을 피할 수 있다.

참고문헌

- (1) George E. George, Gary W. Scott, "The Arc-Fault Circuit Interrupter : An Emerging Product", IEEE Transaction on Industry Application, 1998
- (2) George E. George, Gary W. Scott, "The Arc-Fault Circuit Interrupter : An Emerging Product", IEEE, 1998
- (3) Xia Yibin, 卍 Li, David Chan Tat Wai, "DSP IMPLEMENTATION OF WAVELET ANAYSYS FILTER BANK FOR HIGH IMPEDANCE FAULT DETECTION", IEEE, 1998
- (4) A. E. Emanuel, J. A. Orr, "An IMPROVED METHOD OF THE ARC VOLTAGE-CURRENT CHARACTERISTIC", IEEE 2000
- (5) 김창중, "전기화재 현황과 조기검출을 위한 대책", 한국조명·전기설비학회, 추계학술대회 논문집, pp.77-82, 1994년 11월 12일
- (6) 김창중, "전기화재 현황과 조기검출을 위한 대책", 한국조명·전기설비학회, 추계학술지, 논문 9-4-4, 제4호, pp375-381, 1995년 8월
- (7) 김창중, "저기화재의 분석과 규명", 한국조명·전기설비학회논문지, 제9권 제2호, pp.10(98)-16(104), 1995년 4월
- (8) 김창중, "전기화재의 징후검출 및 정상부하 특성과의 구분", 한국조명·전기설비학회 학술발표회 논문집, pp.75-79, 1995년 11월

- (9) C.J. Kim, B.D. Russell, "Harmonic Behavior During Arcing Fault on Power Distribution Feeder". Electric Power Systems Research, Vol. 14, No. 3, pp219-225, June 1998
- (10) C.J Kim, B. D. Russell, Watson, K, "A parameter-based process for welecting high impedance fault detection techniques using decision making under incomplete knowledge", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 5 Issue. 3, pp.1314-1320, July 1990
- (11) Mark W. Earley et. al., "Arc-Fault Circuit Interrupter Protection", NEC 2002 Handbook 210.12, pp. 81-82, 2002