

통신 전기설비 전기화재 예방을 위한 아크 스파크 검출기의 적용 방안

Charles J. Kim
Howard University, Washington, DC

김희동
한국의외국어대학

황충상
새턴정보통신

Application of an Arc Spark Detector for Prevention of Electric Fires in Communication Facilities

Charles J. Kim
Howard University

Hee-Dong Kim
Hankuk University of Foreign Studies

C. S. Hwang
Saturn Information & Communication

Abstract - 통신 전기설비에서 발생하는 전기화재의 주된 원인은 아크 및 스파크에 있으며, 조기경보의 원리는 스파크 및 아크의 검출에 있다. 이러한 원리에 의한 상용화 제품인 ASD(아크스파크검출기)의 원리를 소개하고, 무인분기 국사에 대한 적용방안을 제시하였으며, 하나의 무인국사에서 단독 설치후 시험한 결과를 소개하였다.

1. 서론

전기화재로 인한 전화 통신 시설의 재해는 통신의 불통, 사설경비업체의 경보장치 불통, 지역의 금융기관의 입출금 및 관공서 민원서류 발급업무가 마비되고 전자상거래가 중단되는 등의 광범위한 피해를 야기시키고 있다.

다수의 전화 및 통신설비에서 발생한 화재의 원인은 누전으로 통상 알려져 있으나, 기존의 누전경보기나 누전차단기(ELB) 및 과전류차단기(MCB)가 설치되었음에도 불구하고 화재는 계속되고 있다. 전기화재를 일으키는 주원인이 아크나 스파크라는 것은 이미 많은 연구를 통하여 밝혀진 바 있다[1, 2, 3]. 전기화재를 사전에 예방하고, 화재로 진행되기 전에 조기에 그 징후를 검출하기 위해서는 아크나 스파크의 검출이 무엇보다 중요한 과제이다. 참고문헌[4]에서는 아크와 스파크에 의한 화재 발생의 원인을 설명하고, 아크 전류와 전압을 기본 변수로 하여 고주파, 고조파 등을 이용한 아크 스파크의 검출 논리를 다루고, 이러한 검출논리를 적용하여 제품으로 상용화한 새턴정보통신의 ASD(Arc Spark Detector)의 설계 및 제작과정을 소개하고 있다.

본 논문에서는 상용화된 ASD에 대한 제품의 원리를 간략히 설명하고, 통신 전기 설비에 대한 적용 방안을 제시하며, 아울러 무인분기국사에 대한 실적용 사례를 보고하는데 그 목적이 있다. 먼저 통신망 전원 감시 시스템에 대하여 간략히 알아본 후에 자국의 전기설비를 알아보고, 자국에 대한 ASD의 적용 방안과 시험 설치후의 시험결과를 기술하였다.

2. 통신망 전원 설비

2.1 통신망 전원 집중감시시스템

현재 전화 시스템은 지역별로 전화국을 두어 지역의 사용자를 하나의 통신시스템으로 묶고, 전화국과 전화국을 연결하여 전국의 사용자 사이에 통신이 가능하도록

망이 구성되어 있다.

지역으로 나누어 운영하는 집중관리시스템은 2중 감시 시스템을 적용하고 있는데, 1차적으로 전화국 감시시스템, 2차적으로 전화국 몇 곳을 감시/제어하는 PMC (Power Management Center) 감시시스템 구조이다. 그림 1에서 보듯, 이 시스템은 집중관리장치, 모국감시제어장치, 자국감시장치로 구성되는데 집중관리장치는 전화국을 감시하는 여러 대의 모국감시제어장치를 총괄하여 감시/제어하게 되면 모국감시제어장치는 다시 자국감시장치들과 연결되어 자국 전원설비의 감시제어를 수행한다.

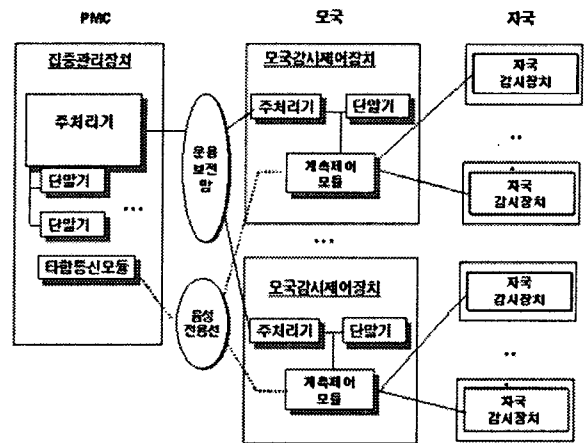


그림 1. 통신망 전원 집중감시 시스템 구성도

이 집중관리시스템은 계층적으로 연결된 전화국의 전원 설비를 감시하고 제어하는 관리 시스템으로 집중국, 모국, 자국으로 계층적으로 연결된 각각의 전화국에 설치된 전원설비에 대해 이상 상태의 감시, 전원 값에 대한 측정, 발동 발전기와 수배전 시설에 대한 자동 제어 등의 기능을 수행한다. 집중관리시스템은 최하단의 자국의 전원감시 또는 제어신호를 모국의 모국감시제어장치, 집중국의 집중관리장치와 연계하여 전원관리시스템의 분산제어, 데이터 수집처리와 관련된 모든 정보와 제어수단을 제공할 수 있도록 구성되어 있다.

2.2 자국 전기 설비

전화국은 사용자망을 관리하고, 유효 신호를 유지하기 위해서 셀 지역 곳곳에 중계시설을 두고 있다. 이곳

을 기지국이라 하며, 관리 인원을 최소화하기 위해 사람이 상주하지 않는 무인기지국으로 활용하고 있다. 이 무인기지국에 대하여 본 아크스파크검출기 ASD를 설치 적용한 사례가 있어, 이 무인기지국에 대하여 좀더 상세히 설명하기로 한다.

일반적으로 통신시설의 전기 설비는 크게 3 가지로 구분되는데, UPS, 배터리, AVR, 자가발전설비를 포함한 전원설비, 공기조, 환기장치, 배연장치를 포함한 공조설비, 각종 소화장치, 방재 감시반을 포함하는 방재설비로 나눌 수 있다. 그림 2 에 한국통신 무인 기지국의 전기 시스템의 한 예를 나타내었다.

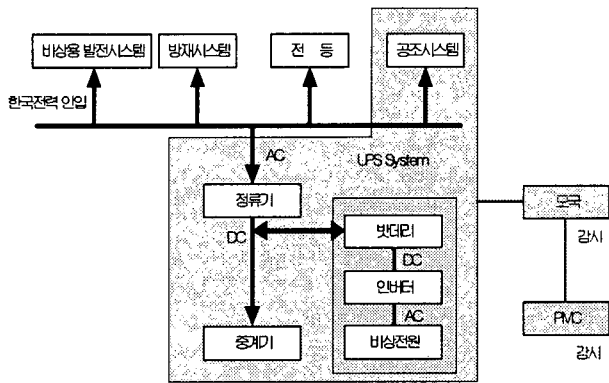


그림 2, 무인기지국의 전기시스템

무인국사의 전기시설을 보면, 일반 전기 인입을 받아 중계시스템을 운용하기 위해 정류장치를 설치하고 있다. 또한, 정전이나 비상시를 대비하여, 발전시스템 및 배터리를 두어, 비상시에도 통신을 사용할 수 있도록 시스템을 구비하고 있으며, 중계기의 과열 및 동파를 방지하기 위한 공조시스템, 화재의 진행을 막기 위한 소방시스템, 일반 전등/전열 시스템으로 구성되어 있다.

전원 집중 감시시스템에서는 그림 2에서 칠해진 부분의 입출력 단자가 모뎀 및 감시센터로 전달되고 또한 제어되도록 연결되어 있다. 즉, 공조설비의 상태와 정류기 기 직류전원장치의 상황이 전체적으로 하나의 시스템에 의하여 제어되고 있는 것이다.

이러한 무인국사에 있어서의 방재 시스템의 기본 목적 화재가 일단 일어나면 신속히 검출하여 관리자에게 통보하는 것으로, 이는 화재이후의 사후대책이라고 하겠다. ASD를 사용하면 전기화재에 관한 한 사전예방이 되므로 기존의 소화장비와 전기예방대책을 종합적으로 운영하면 훨씬 신뢰성 높은 재해예방책이 될 수 있다.

3. 전기 스파크 아크 검출기 (ASD)의 적용

3.1 ASD의 원리

ASD의 아크 스파크 검출 주요 변수는 전압과 전류이며, 구체적으로 전류와 전압의 고주파성분과 피크치 그리고 전류에서의 고조파 성분의 유무에 따라 스파크 및 아크에 대한 검출 결정을 내리게 된다. 그림 3에 나타낸

바와 같은 전압 전류의 비선형성 [5]과, 그림 4에 나타낸 바와 같은 전압파형에서의 임펄스성 성분 [6], 그리고 그림 5에 표시한 바와 같은 아크 스파크시의 전압 및 전류 성분에 일반적으로 분포하는 고주파 성분[6] 을 주요 변수로 하여 ASD가 경보를 발생하게 된다. ASD는 기존의 과전류 차단기나 누전차단기 또는 누전경보기에 의하여 검출이 되지 않는 현상을 CT, PT에 의하여 입력된 전류와 전압의 파형분석, 필터링, 주파수 분석등에 의하여 검출하여 주위의 인화물이나 가연성물질에 착화를 시킬수 있는 스파크와, 자체로 고열을 발생하는 아크를 사전 검출하여 통신설비에 대한 전기화재를 미연에 방지하는데 큰 의의가 있다.

새턴정보통신에서는 이러한 원리를 제품화하여 사용가능한 ASD를 개발하고 특허를 획득한 바 있으며 현재 10여 개소의 주요 전기 시설에 설치한 바 있으며, 특히 한국 통신의 무인 국사에 설치하여 실적용을 하고 있다.

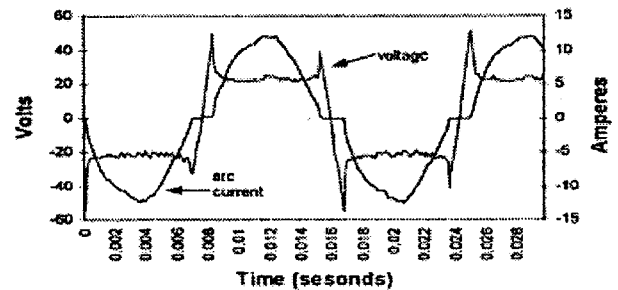


그림 3. 아크 전압 전류 파형

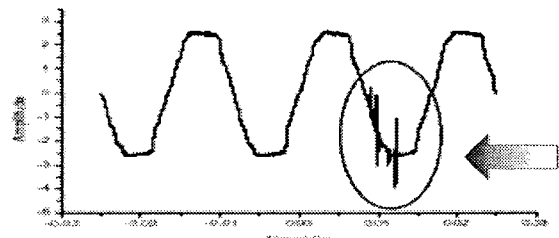


그림 4. 스파크 전압 파형

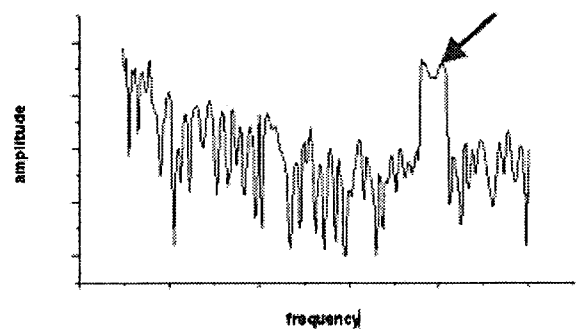


그림 5. 아크 스파크의 고주파 성분

새턴정보통신의 ASD 설치주요시설에는, 롯데백화점 잠실점, 두산타워빌딩, 한국통신무선국사, 신한은행전산실, 신동아건설 모델하우스 등이 있다.

3.2 ASD의 주요 기능

ASD의 주요 기능을 살펴보기로 하자. ASD는 그래픽 LCD를 사용하여 다양한 형식의 정보 제공하며, 실시간 측정 결과를 LCD, LED를 통하여 정보를 제공한다. 그리고 이상발생시 Buzzer를 통한 메시지 전달이 추가되며, 다양한 통신방식 구성을 통한 폭넓은 호환성을 제공하고 있다. 그림 6에 ASD의 외관을 나타내었다.

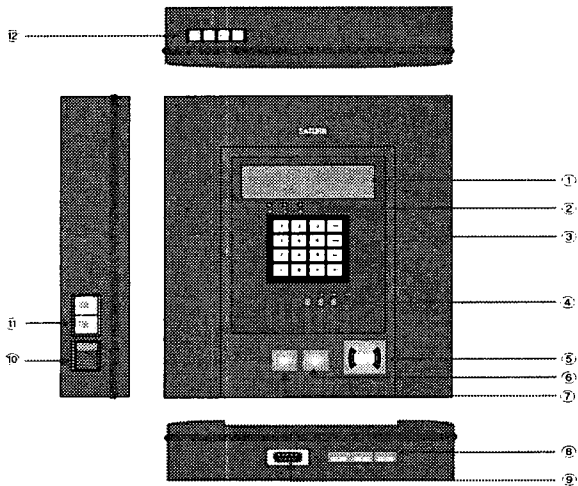


그림 6. ASD의 외관 구성

각 부의 구성과 기능은 다음과 같다.

- ① LCD
- ② 상구분 LED (R, S, T Phase)
- ③ Key Pad
- ④ 강중약 구분 LED (High, Mid, Low)
- ⑤ Speaker
- ⑥ Reset Button
- ⑦ Test Button
- ⑧ Relay Point
- ⑨ DB 9 (RS-232 Port)
- ⑩ Power ON/OFF Button
- ⑪ Auto Dial Jack
- ⑫ 3 Phase 접속부

3.2 ASD의 설치 적용 방법

ASD를 분기국사에 연결하는 방법은 앞서 그림 2에 나타낸 바와 같이 전기시스템의 전단부에 설치하여 전체 전선에 대한 예방감시를 하는 것이다. 즉, 그림 7과 같이 분전반의 인입단에 연결하여 아크, 스파크를 검출하고 이 결과를 기존의 감시체계에 연결하는 방법이 있다. 또한 중앙통신 운영국 등에서 별도의 통신설비를 통하여 ASD의 결과를 종합적으로 감시하는 방법은 그림 8에서 처럼, 전용선을 통한 모뎀, LAN을 이용한 인터넷 방식을 사용할 수 있다.

무인국사와 같이 하나의 분전반만 있을 경우에는 이와 같은 단독 설치 및 감시 통신 시스템의 구성으로 ASD를 설치한다. 중앙통신 운영국 등과 같이 전체감시 및 기타 운영센터에서 다수의 분전반이 있을 경우에는 그림

9와 같이 다수의 ASD를 RS-485방식 등과 같이 멀티드롭의 형식으로 연결하여 종합적으로 처리하도록 설치할 수 있다. 그리하여 전체적인 감시상태를 중앙방재장치와 연결 모니터링 시스템으로 활용이 가능하다.

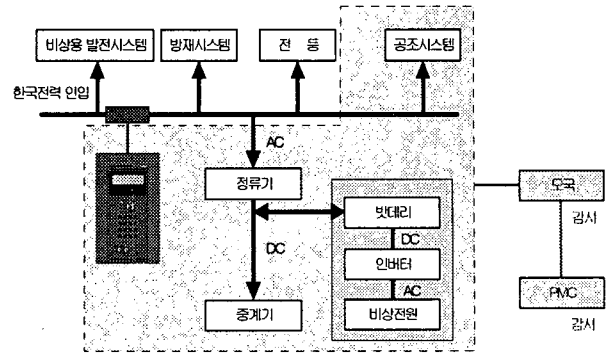


그림 7. 무인국사에 대한 ASD 설치 방법

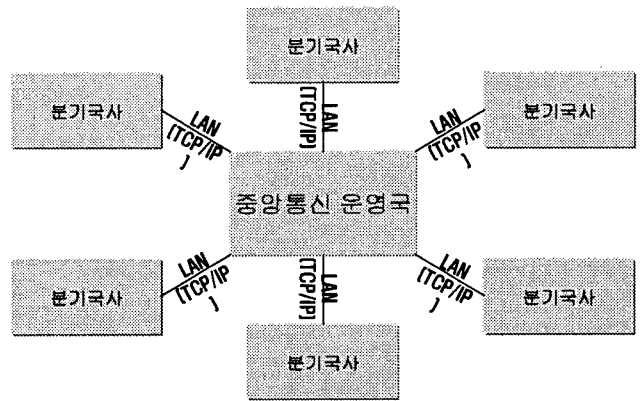


그림 8. 스파크아크검출 경보시스템

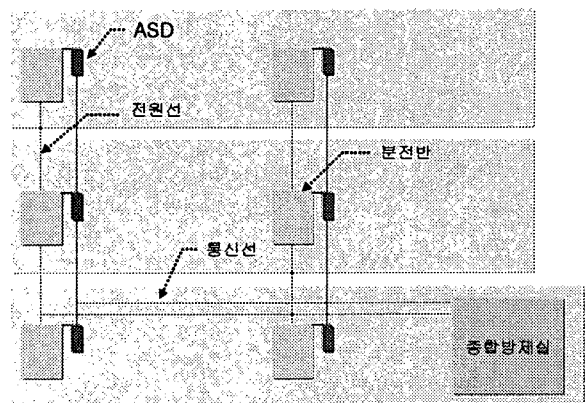


그림 9. 중앙통신운영국에서의 ASD설치에

3.3 ASD의 실적용 사례

2002년 7월 현재, 3곳에 걸쳐 ASD를 한국통신의 무인 분기국사에 실적용 하였다. 첫 국사는 한국 통신 분당 소재 무인 분기국사에서 2001년 7월 -8월 에 이루어 졌으며 2001년 10월 부터는 한국 통신 광주 소재 우산, 삼리 무인 분기국사에서 실시하였다. 그리고 3차는 2002

년 1 - 3월에 한국 통신 여주 소재 오학 무인 분기국사에서 실시하여, 정상적인 동작을 확인하였고, 전기설비가 양호한 상태임을 확인하였고, 무인분기국사와 전화국과의 통신(SUP 16/8)에 전기화재 이상징후 검출장치 연계 시험 결과 양호한 상태 확인하였다.

아래에 가장 최근에 설치한 여주 오학무인 국사에서의 실적용 장면을 보였다. 그림 10은 ASD와 전기감시시스템인 SUP16/8 및 소화장치인 Halon Gas장치와의 Realy On/Off를 통한 연계도이며, 그림 11은 분전반에 대한 ASD의 결선도이다.

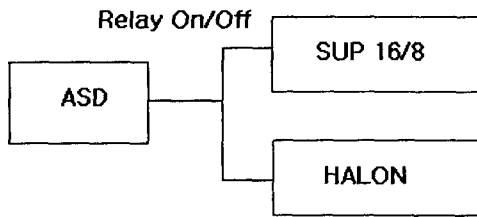


그림 10. 전기감시 및 소화장비와의 연계

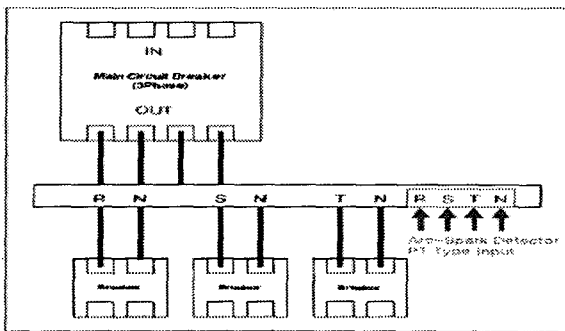


그림 11. ASD의 분전반 결선도

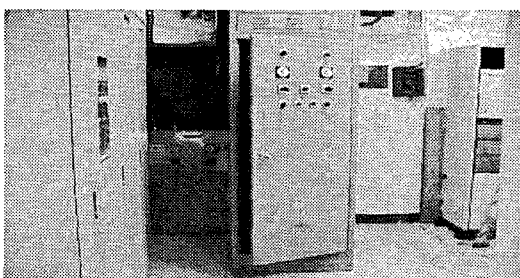


그림 12. 설치된 ASD

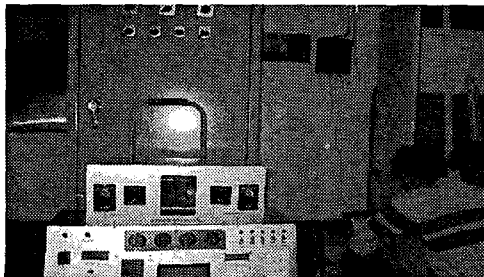


그림 13. 아크 스파크 발생 시험 장면

그림 13은 새턴정보의 아크 스파크 발생기에 의하여 아크 및 스파크를 ASD에 의하여 시험하는 장면이다. 그림 14는 새턴정보에서 개발한 모니터링 시스템의 화면을 나타내고 있다.

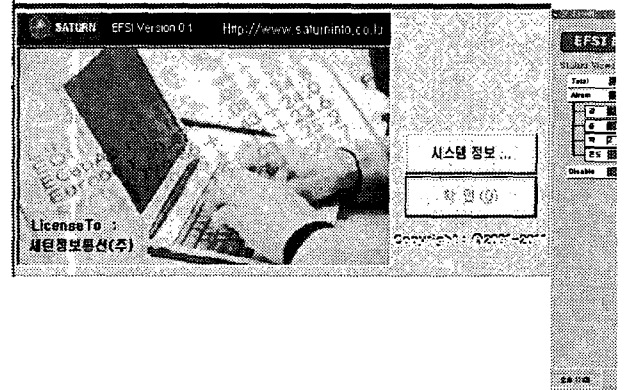


그림 14. 모니터링 화면

4. 결 론

전화국 및 통신 전기설비에서 발생하는 전기화재는 기존의 차단기나 ELB에 의하여 검출이 불가능하여 주요 원인인 아크와 스파크를 검출하는 ASD를 소개하였고 ASD의 유무인 국사에 대한 설치 및 운영방안을 제시하였다. 아울러 한국통신의 무인국사에 대한 실적용 사례를 소개하였다. ASD의 설치에 의하여 전기 배선상의 상태를 체계적으로 상시 점검하고, 분석하여, 전기화재 이상징후를 사전에 파악하여, 전기화재로 인한 인적 물적 피해를 최소화 할 수 있기를 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Charles Kim, "AN ARC/SPARK DETECTION SYSTEM AS AN EARLY WARNING INDICATOR OF ELECTRIC FIRE HAZARD," Howard University Research Report, June 2002.
- [2] L. E. Smith and D. McCoskrie, "What Causes Wiring Fires in Residence?" Fire Journal, January/February 1990.
- [3] John Brooks and Gary Scott, "Arc Fault Circuit Interrupters for Aerospace Applications," Society of Automotive Engineers Conference, 1999.
- [4] C. J. Kim, 김희동 "통신전기설비 잔기화재 요인 분석 및 조기 검출 방안," 집필중
- [5] George D. Gregory, "The Arc Fault Circuit Interrupter An Emerging Product," IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 34, No. 5, Sep/Oct. 1998.
- [6] 새턴정보통신 보고서, "중저압 전기시스템에 있어서의 스파크 아크에 대한 실측 보고서," 2001.