

DC Arc 검출장치에 대한 연구

A Study of DC Arc Detection Device

반기중, 남문현, 김낙교

Ban Gi Jong, Kim Lark Kyo, Nam Moon Hyun

Abstract - DC Arc Fault Current is an electric discharge which is occurred in two opposite electrode. In this paper, DC arc detection device is designed for the display of DC arc fault current which is occurred in the local electric network with DC Power. This DC arc is one of the main causes of electric fire. Arc fault in electrical network has the characteristics of low current, high impedance and low frequency. DC Arc current detection device is designed for the display of arc fault current which has the modified arc characteristics.

Key Words : Arc , DC Arc, Arc sensor

1. 장 서 론

첨단산업의 발달과 더불어 전기의 사용은 더욱 늘어나고 있으며, 각종 분야에서 여러 가지 형태로 사용되어지고 있다. 최근에는 DC 전기를 사용하는 분야도 매우 폭넓게 증가하고 있다. 특히 자동차, 선박, 항공기등에서 폭넓게 사용되고 있고, 산업용 설비에서도 다양하게 사용하고 있다.

최근들어 자동차의 사용이 폭발적으로 증가하고 있으며 국내의 경우에 매년 5000여건이 넘는 자동차 화재 사고가 발생하고 있다. 이에 따라 자동차 화재 사고를 줄이기 위한 방법에 대한 연구가 필요하다. 그러나, 자동차 화재사고 방지에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있지 않는 상황이다. 본 논문에서는 DC 전기를 사용하는 분야에서 발생할 수 있는 전기 화재를 줄이기 위한 방법으로서, 전기 화재의 주요 원인으로 분석되고 있는 아크전류 검출에 관한 연구를 진행하였다.

연구에서는 60A의 정격을 갖는 DC Power Supply를 사용하고 부하는 4.7A와 7.3A의 두가지 경우에 대하여 DC 아크 특성 실험을 하였다. DC 아크의 경우 AC 전원에서 발생하는 아크와는 다른 형태를 보여준다. 아크 발생시 AC 아크의 경우 수 kHz까지 고조파가 발생하나 DC 아크의 경우 낮은 주파수 영역을 가지고 있음을 볼 수 있다.

일반적으로 아크는 직렬아크와 병렬아크, 접지 아크등으로 구분하나 DC 아크의 경우 직렬아크에 한하여 실험을 실시하였다. 현재까지 국내를 비롯하여 국외에서도 DC 아크에 대한 연구는 거의 진행되고 있지 않으며, 근래에 와서, 누전을 검

출할 수 있는 장치와, 단락, 서지 등을 검출하고 보호해주는 장치들이 있음에도 불구하고 전기에 의한 화재등 피해가 줄

어 들지 않음으로써 아크 방전에 대한 연구가 활성화 되고 있다. 전기로 인한 피해사례를 보면 아크방전에 의한 화재 발생건수가 계속적으로 증가하고 있다. 표 1은 2002년부터 2005년까지 국내에서 발생한 자동차의 화재 발생현황을 나타낸다. 표에서와 같이 자동차의 화재는 줄어들지 않고 있으며 자동차의 노후화에 따라 점차 늘어날 것으로 예상된다.

현재 AC 전원의 경우에는 일반적으로 GFCI(Ground Fault Circuit Interrupter)가 개발되어 사용되고 있으나, DC 전원에서의 응용은 없는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 DC 전원을 주로 사용하는 장비및 현장에서 발생할 수 있는 아크에 의한 전기 화재를 줄이기 위한 방법으로 DC 아크를 검출하는 방법에 대하여 연구하였다.

표 1. 자동차 화재 발생현황

구분	'02	'03	'04	'05	증감율
건 수	5,794	6,049	6,012	5,884	0.1%
사망(명)	60	274	74	74	60.0%
부상(명)	99	324	130	100	27.6%
재산피해(백만원)	12,901	17,212	13,745	12,092	2.9%

저자 소개

* 반기중 : 건국大學 전기공학科 工博

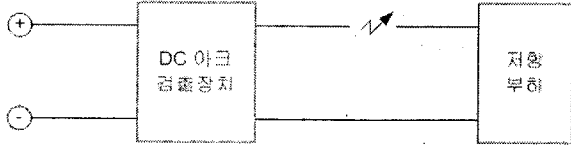
** 남문현 : 건국大學 전기學科 助教授 · 工博

*** 김낙교 : 건국大學 전기學科 助教授 · 工博

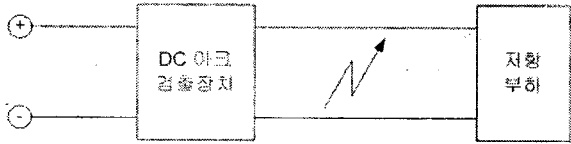
2. 장 본 론

2.1 DC 아크 전류의 종류 및 특징

일반적인 전기 사용시 발생하는 아크방전의 형태는 여러 가지로 나타나고 있으나 여기서는 직렬형 DC 아크와 병렬형 DC 아크 두가지로 분류하였다. 그림 1에 2가지의 DC 아크의 발생형태를 나타내었다.



(a) 직렬형 아크 방전

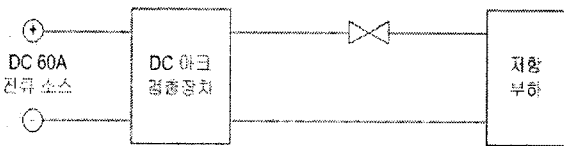


(b) 병렬형 아크 방전

그림 1 아크방전의 발생 형태

그림 1에서 발생빈도가 높은 아크는 병렬 아크이며 병렬성 아크방전에 의한 화재의 위험성이 가장 높다. 병렬 아크의 경우 열의 발생이 급격하게 증가하고 전선의 피복이 탄화하는 현상으로 나타난다.

그림 2는 직렬 DC아크 실험을 하기 위하여 제작한 실험장치이다. 아크 방전현상을 재현하기 위하여 제작한 아크방전 발생장치는 Anode는 동을 이용하고 Cathode는 카본을 이용하여 아크 방전현상의 발생이 용이하도록 하였다.



(a)



(b)

그림 2 아크 발생 장치(UL1699 규정)

2.2 DC 아크 검출장치 설계

DC전원에서 발생하는 아크전류를 검출하는 방법으로는 전류 센서를 이용하는 방법이 가장 보편적이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 CT형 전류 센서를 이용하여 전류를 검출하였다. 그림 3은 DC 아크의 검출에 관한 블록도를 나타낸다. 전류 검출센서에서 아크를 검출하고 검출된 아크 신호에서 아크 주파수를 검출하고 프로세서를 이용하여 아크로 인식할 수 있도록 하고 디스플레이를 통하여 경보를 할 수 있도록 하였다.

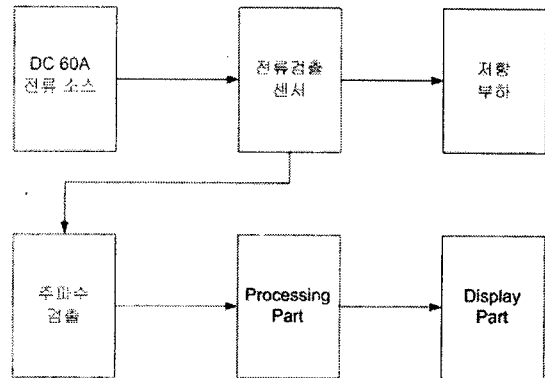


그림 3 DC 아크 검출 블록도

3. 장 결론

본 논문에서는 DC 아크를 검출하고 처리 하기 위한 방법에 대해 연구하였다. 실험장치는 크게 아크 발생장치와 아크를 검출할 수 있는 센서 및 검출된 신호를 처리할 수 있는 회로 부분으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 검출된 신호를 처리하여 디스플레이를 통하여 결과를 나타낼 수 있도록 하였으며 전류를 차단할 수 있도록 하였다.

그림 4에서 그림 6은 DC 전원에서 아크 발생장치를 이용하여 검출한 DC 아크 전류를 나타낸다. 그림 4는 2.9A의 부하에 의한 특성을 나타내며 그림 5는 4.7A의 부하에 의한 전류 특성을 나타내며 그림6은 7.3A의 저항 부하에서 발생하는 아크 전류에 대한 특성을 나타낸다.

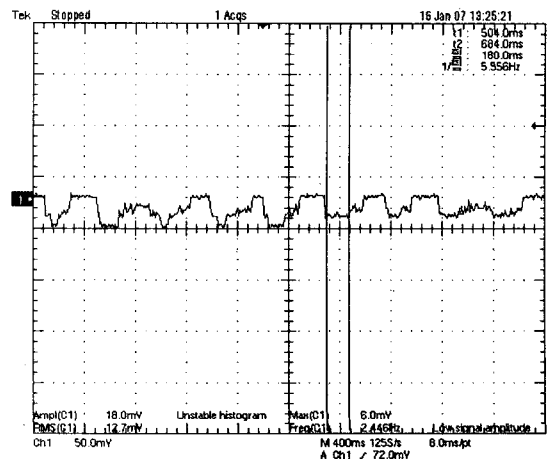


그림 4 2.9A의 저항부하에 의한 DC 아크전류 특성

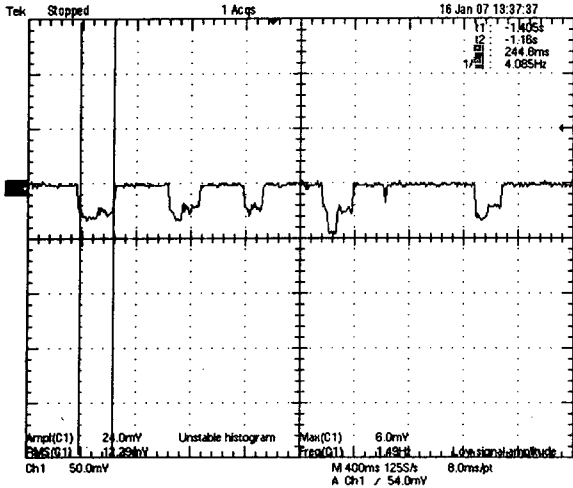


그림 5 4.7A 부하에 의한 DC 아크 특성

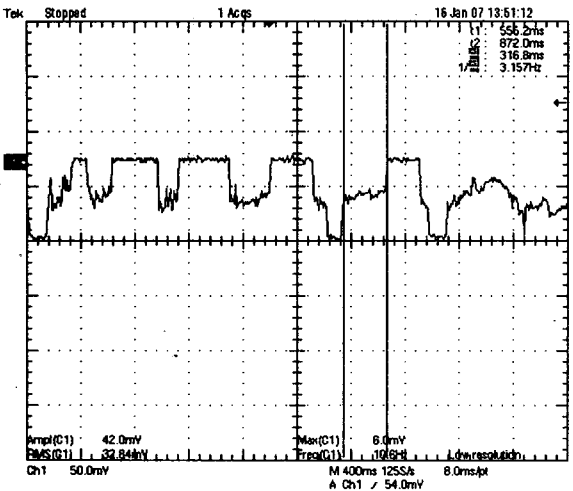


그림 6 7.3A의 부하에 의한 DC 아크 특성

DC 아크전류는 DC 전류의 특성에서 전류값이 낮아지면서 AC 전원의 아크에서 발생하는 Shoulder가 마찬가지로 생성되는 것을 볼 수 있다. 그러나 슬터에서의 주파수는 교류 전원에 비해 훨씬 낮게 발생하는 것을 확인 하였다.

그림 4와 5, 6에서의 DC 아크전류의 주파수는 10Hz 미만으로 나타나고 있다.

전기 회로계에는 여러 가지 아크방전과 유사한 신호가 존재한다. 일반적으로 아날로그회로를 이용하여 아크전류 신호를 검출 할 때는 일회성 아크방전, 아크형태의 신호 및 전기 화재의 원인이 될 수 있는 아크신호를 구분하기가 쉽지 않다. 그러므로 아크방전 전류 제어를 위해서는 새로운 개념에서 제어기를 설계하여야 한다. 또한, 일반적으로 사용되어지는 각종 전기 기구에서 발생하는 아크방전 형태의 신호와 전기 도선에서 발생하는 아크방전 전류를 구분 할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 DC 전원에서 발생하는 아크전류를 검출하고 검출 결과를 나타낼 수 있도록 시스템을 설계하였다. 아크의 결과는 아크전류의 발생회수에 의해 3회 이상 연속적으로 아크전류가 발생하는 경우 아크로 인식하도록 프로세서를 설계하였다. 향후에는 아크전류에 의해 화재의 위험성을

인식하는 경우 전류를 차단할 수 있는 시스템도 설계 가능하다. 또한 전원을 차단하지 않고 위험 인자를 제거할 수 있는 방법에 대한 연구도 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] "Standard for electrical safety requirements for employee workplaces", NAPA 70E, 2000.
- [2] David Dini, "Arc Fault Circuit Interrupter", 2002.
- [3] "Arc Fault Circuit Interrupters - Type and Performance Considerations", Underwriters Laboratory Inc., 2001.
- [4] "Arc Fault Testing and Arc Fault Scenarios", Underwriters Laboratory Inc., 2002.
- [5] 반기종, 김낙교, "전기화재 방지를 위한 아크 고장전류 차단기 설계", 전기학회, 55D, 5호, pp.220-225, May. 2006.
- [6] 반기종, 김낙교, "센서없는 아크방전전류 검출 제어알고리즘 설계", 전기학회, 55D, 6호, pp.220-225, June. 2006.