

옥내 배전선로용 아크차단기 개발에 관한 연구

곽동걸, 최정규, 박영직, 김진환, 손재현*
강원대학교, *강릉영동대학

A Study on Development of Arc Fault Circuit Interrupter Used in House Distribution Line

Dong Kurl Kwak, Jung Kyu Choi, Young Jic Park, Jin Hwan Kim, Jae Hyun Son*
Kangwon National University, *Gangneung Yeongdong College

ABSTRACT

This paper proposes an arc fault circuit interrupter (AFCI) using the distorted voltage wave in electric arc faults. It perceives a voltage instantaneously at the time of voltage drop, and occurrence. It is an AFCI of the new concept which operates with high reliability. The primary reason of electric fire is arc and spark. It prevents an electric fire or an electric leakage accident with quick responsiveness. Earth Leakage Circuit Breaker(ELB), Molded_case Circuit Breaker(MCCB) or Residual Current Protective Device(RCD) can not cut off electric arc or spark to be a major factor of electrical fire. This theory will be able to intercept an arc or a spark, which occurrence with periodic. Consequently It raises a reliability and validates a practicality of RCD.

1. 서론

최근 국민들의 생활의 질이 높아지면서 전기사용이 증가하여 전기로 인한 사고 발생 확률이 높아지고 있다. 또한 오래된 건물의 옥내 및 옥외 전기 배선은 전기발생 확률이 높고 있는 주범이며 그 이유는 배선의 노후 되어 사고를 발생하기도 하지만 전기사용 증가로 1973년 110V에서 220V로 승압하였지만 옥내배선들은 110V로 사용하던 배선의 굵기가 적용되어 있어 전기 발열이 많이 발생하여 전선에 무리한 힘을 가하여 전선의 피복에 변형을 촉진시킨다. 또한 국민들의 전기화재에 대한 안전불감증이 심각한 수준에 도달하여 있는 것을 인식하지 못하고 있는 실정이다.

소방방재청의 통계자료 중 2012년 전국 화재통계자료에 따르면 총 화재건수 총 43,249건 중 첫 번째로 안전불감증으로 발생한 부주의 사고가 20,247건으로 46.81%로 가장 많았으며 두 번째가 10,488건으로 24.25%로 전기적 요인으로 발생건수가 많았다^[1]. 또한 전기화재는 아크나 스파크에 의하여 주변 가연 물질에 확산되어 화재가 확산되는 것이 대부분이다^[2].

전기화재의 예방에 있어서 단락사고와 누전사고를 방지하기 위하여 배선용차단기(MCCB), 누전차단기(ELB)를 설치하여 전기화재를 방지하도록 전기설비기술기준으로 정하고 있으며, 최근에는 과부하검용 누전차단기(RCD)의 설치가 대중화되어 있다. 이런 RCD는 누전과 과전류사고를 감지하여 차단하는 성능은 우수하나 전기화재의 주된 원인이 되는 아크나 스파크에 대

한 차단기능은 거의 없는 것으로 분석되었다. 이것의 원인은 배전계통에 사용되는 각종 차단기들은 정격차단시간이 30ms로 정해져 있어 더욱 짧은 폭의 아크나 스파크를 감지 못하여 신뢰성과 응답성에서 문제를 가진다^[2].

이러한 문제점들을 개선하기 위하여 본 논문에서는 사고전압의 파형을 감지하여 순간적인 전압감쇄를 감지하여 차단기를 동작시키는 전압 센싱형 아크차단기를 제안하여 내구성과 신뢰성 및 응답성이 우수한 차단기를 제안하고자 한다.

2. 제안한 전압 센싱형 아크차단기

2.1 전압 센싱형 아크차단기의 회로구성

본 논문에서 전기화재에 주된 요인이 되는 아크나 스파크를 감지하여 기존의 RCD를 작동 시키는 전압 센싱형 아크차단기를 개발하여 기존의 문제점을 개선하고 보완하고자 한다. 제안된 전압 센싱형 아크차단기는 응답성이 우수한 반도체 스위칭 소자를 이용하여 고속 고정밀의 차단기로써 아크나 스파크 발생시 전압감쇄를 감지하여 접지와 강제적인 단락회로를 구성하여 과부하검용 누전차단기(RCD)를 강제적으로 작동하여 신속히 전기를 차단하여 전기로 발생하는 사고를 방지하는 역할을 하게 된다.

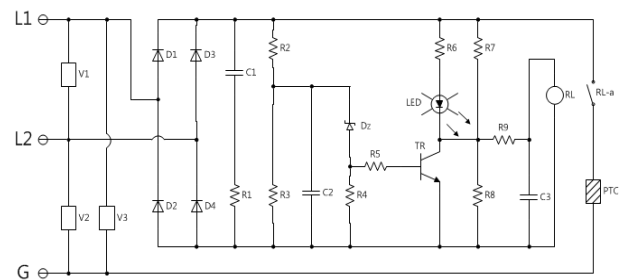


그림 1 제안한 전압 센싱형 아크차단기 구성도

2.2 전압파형감지형 아크차단기의 동작원리

제안한 전압 센싱형 아크차단기는 단상 전압선로 양단(L₁, L₂)과 접지선(G)에 결선되어 설치된다. 동작원리를 살펴보면, 초기상태로 브릿지 다이오드(D₁, D₄)를 통하여 직류전원이 공급이 되며, 전압감쇄를 신속히 감지하기 위하여 리플성분이 많이 포함된 직류전원으로 공급된다. 정상상태에서는 R₂와 R₃의 분압에 의해 R₃에 걸리는 전압이 C₂에 충전되어 있다. 이 전압이

제너다이오드의 제너전압(V_Z)보다 높아서 제너다이오드는 턴 온되고 전류는 R_4 , R_5 로 흐르게 된다. R_5 로 흐른 전류가 트랜지스터 TR의 베이스에 인가되어 TR은 턴 온 상태를 유지한다. 또한 트랜지스터의 턴 온에 의해 R_8 , R_9 에 흐르는 전류는 없다. 그리고 LED는 점등하면서 정상상태를 나타내게 된다.

그러나 전기사고에 의한 아크나 스파크의 발생으로 전압감쇄현상이 일어나면 R_3 에 걸리는 전압이 제너다이오드의 제너전압보다 낮아지게 되면서 제너다이오드는 턴 오프하게 되고 따라서 R_5 , R_4 에 흐르는 전류도 없어지게 되고, 트랜지스터 TR은 턴 오프하게 된다. 이로 인해 R_6 , R_7 에 흐르는 전류는 R_8 , R_9 로 흐르게 되고 릴레이 RL을 여자시키게 된다. RL의 접점인 RL a가 작동하게 되면서 접지(G)와 강제적인 단락상태를 구성하게 되어 기존에 설치된 RCD가 작동하는 일련의 동작원리를 가진다.

V_1 , V_2 , V_3 는 서지보호용 배리스티이고 R_1 은 리플 발생용 저항이며 PTC서미스터는 단락될 때 접지전류의 상승을 방지하고 과열을 방지하여 회로를 보호하는 목적으로 사용되었다.

여기서, 전압 센싱 설정용으로 사용된 제너다이오드의 제너전압의 선정은 화재발생 위험이 높은 단락사고 발생할 때 아크 및 스파크의 전류에 의한 순간전압강하를 고려하여 통상적인 통계에 의거하여 50V 이상인 점을 감안하여 25V~40V로 선정할 수 있다.

2.3 전압 센싱형 아크차단기의 동작특성분석

제안된 전압 센싱형 아크차단기에 사용된 주요 소자들은 회로정수는 표 1에 주어진다. 또한 실제 분석에 사용된 RCD는 일반적인 KS C 4613에 준하는 단상 2선식 220V, 전격감도 전류 30mA, 정격동작시간 30ms, 정격전류 30mA, 정격차단용량 1.5kA의 RCD를 사용하였다.

표 1 전압 센싱형 아크차단기의 주요 소자 회로정수

다이오드	600V, 50W	C1, C2	2.2 μ F, 250V
제너다이오드	40V, 0.5A	반도체 RL	24V, 3A
C3	10 μ F, 50V	TR	NPN, 1W
PTC	1k Ω , 10W	입력전압	220V, 60Hz

모의 전기사고발생 시뮬레이션에 의해서, 그림 2는 제안한 전압과형 센싱형 아크차단기를 설치하지 않은 경우로써, 누전차단기가 작동하지 않아 전기가 계속해서 흐르는 것을 확인할 수 있다. 그림 3은 제안한 전압 센싱형 아크차단기를 설치한 경우로써, 전기사고발생에 따른 우수한 차단 동작성능을 보여준다. 그러므로 제안한 아크차단기는 각종 전기사고에 의한 전기화재를 예방할 수 있으며, 또한 제어원리가 간단하고 반도체 제어소자들의 고속, 고정밀에 의하여 소형·경량으로 제작할 수 있어 설치의 용이한 점이 주어진다. 이에 각종 전기를 사용하는 전기기기에 내장하여 전기사고를 예방할 수 있고 옥내에 설치된 매입형 콘센트나 주변에 많이 사용하는 멀티콘센트 형식으로 제작이 가능한 장점이 주어진다.

3. 결론

본 논문은 옥내 배전선로의 전기화재 주요원인이 되는 아크 및 스파크 발생에 대한 기존의 RCD의 문제점을 해결하기 위

하여 전압 센싱형 아크차단기를 제안하였다. 제안한 아크차단기는 반도체 스위칭 소자를 이용 설계하여 신속한 응답성과 고신뢰성을 가지는 특징을 나타내었다. 그리고 사고발생 시 강제적인 단락회로를 유도하여 기존의 RCD를 차단시키는 제어원리를 가졌다. 또한 제안한 아크차단기는 언제 어디서든 용이하게 장착 할 수 있는 장점으로 각종 전기사고를 예방할 수 있을 것으로 예상된다.

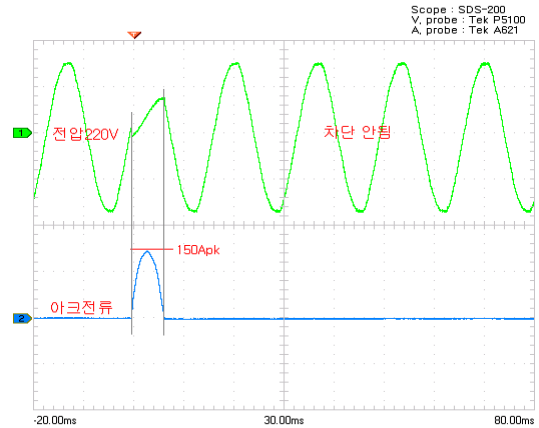


그림 2 기존 RCD의 동작성능 파형

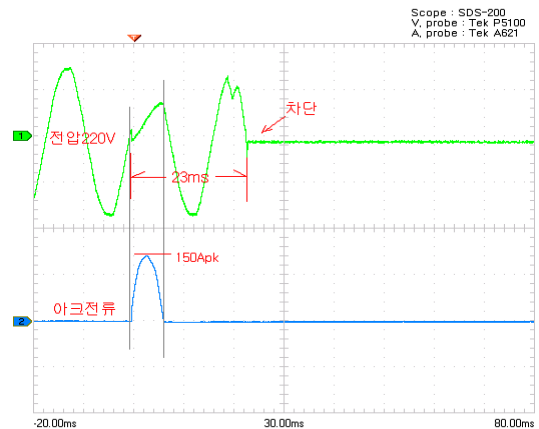


그림 3 제안한 아크차단기의 동작성능 파형

본 연구는 2012년도 중소기업청 산학연공동기술개발 지원사업으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 소방방재청, “화재통계연보”
- [2] D. K. Kwak, “Development of RCD Auxiliary Trip Device by using High Precision Current Sensor”, Trans. of KIEE, Vol. 58, No. 8, pp. 1532-1537, 2009.