

Development of RCD Auxiliary Trip Device by using High Precision Current Sensor

곽동걸[†]
(Dong-Kurl Kwak)

Abstract - Nowadays the diversity and large-capacity of electric appliances are strong effect on electrical fires augment in an alarming way. But, as the inactive response characteristics of the existing RCD (Residual Current protective Device) used on low voltage power distribution lines, so control of overload and electric short circuit faults, major causes of electrical fires, are not enough. Therefore this paper is confirmed the unreliability of the existing RCD by electrical faults simulation and is proposed a auxiliary trip device of RCD by using a high precision current sensor (namely, reed switch) for the prevention of electrical disasters in low voltage power distribution lines caused by overload or electric short circuit faults. The sensitive reed switch in the proposed ATD (auxiliary trip device) exactly detects the increased magnetic flux with the overload or the short current caused by a number of electrical faults, and then rapidly cuts off the existing RCD. The proposed auxiliary trip device of RCD is confirmed the excellent characteristics in response velocity and accuracy in comparison with the conventional circuit breaker through various operation performance analysis. The proposed ATD can also prevent electrical disaster, like as electrical fires, which resulted from the malfunction and inactive response characteristics of the existing RCD.

Key Words : Circuit Breaker, RCD, Reed Switch, Electrical Fire, Electric Short Circuit Faults, Overload Faults

1. 서론

오늘날 전기제품들의 다양화, 대용량화와 더불어 전기재해로 인한 인명 및 재산피해도 증가하고 있는 실정이다. 전기화재를 비롯한 전기재해의 발생을 방지하기 위하여 다양한 종류의 보호기들이 개발되어 있으나, 국내의 전기화재 발생은 여전히 높은 비율을 차지하고 있다[1-3]. 보호기기의 개발과 적용에는 기기의 성능, 비용, 현장적용의 수월성 등이 고려되나, 무엇보다도 현재의 전기재해를 획기적으로 저감시킬 수 있는 기기 및 장치의 성능확보가 중요할 것으로 고려된다. 1998년부터 2007년까지의 국내 전기화재 발생현황을 보면, 그림 1에서 나타난 바와 같이 발생건수는 1998년의 10,897에서 연평균 0.78%가 감소하여 2007년에는 9,091건이 발생한 것으로 나타났다[4, 5]. 2001년도 34.3%를 기점으로 점차 점유율이 감소하는 추세로 2006년도에는 29.5%로써 21년만에 30%이하의 점유율을 차지하였다. 상기 도표에서 2007년의 화재건수가 전년대비 50.7% 증가한 사유는 전년의 경우 소형 가스폭발, 지역 임야화재 및 기타 소규모 화재를 화재건수로 산정하지 않았으나, 2007년부터 국가화재분류체계 개선에 의하여 화재건수로 산정되었기 때문이다.

이러한 전기화재의 비중이 줄어들고 있는 있지만, 여전히 점

유율 1위를 차지하는 것을 볼 때[4], 전기화재를 예방하여 전체 화재건수를 줄이는 것이 화재로부터 국민을 보호하는 중요한 정책수단이 됨을 알 수 있다. 더욱이 국내 소방분야는 소방전기설비의 화재감지설비와 소방기계설비의 화재진압설비에만 중점적으로 다루고 있어 전기화재를 사전에 방지하기 위한 장치개발 등 근본적 대책 강구에는 크게 미흡한 실정이다. 2007년도의 전기화재의 원인별 비율을 분석해 보면, 그림 2와 같이 전기화재는 총 9,091건이 발생하여 이중 단락사고에 의한 화재가 전체의 57.7%인 5,241건이었으며, 다음으로 과부하에 의한 전기화재가 1,199건으로 13.2%를 점유하였고, 접촉불량으로 933건(10.9%)이 발생하였다[5]. 따라서 단락사고와 과부하 사고가 거의 대다수 전기화재의 요인인 것을 알 수 있다.

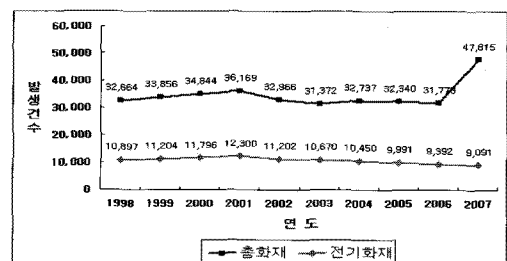


그림 1 최근 10년간 전체화재에 대한 전기화재의 비교분석
Fig. 1 Relationship total fires and electric fires during the last ten years

[†] 교신저자, 정회원 : 강원대 방재전문대학원 조교수 · 공박

E-mail dkkwak@kangwon.ac.kr

접수일자 : 2009년 5월 13일

최종완료 : 2009년 6월 15일

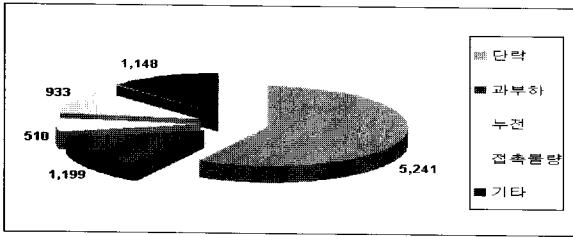


그림 2 2007년도 전기화재의 분석결과
Fig. 2 Analysis results of electrical fires in 2007

특히 전기화재의 위험성은 이러한 1차적인 원인보다는 이들 사고에서 동반되는 아크(electric arc)나 스파크(spark)에 의한 주변 가연물질로 확대되는 2차적 영향에 의한 화재가 대다수이다[2, 3, 5]. 가정이나 산업현장 등의 저압 배전계통에 있어, 단락사고와 누전사고를 방지하기 위해 배선용차단기 및 누전차단기를 사용하여 방지하도록 전기설비기술기준으로 정하고 있으며, 최근에 기준화된 “과부하겸용 누전차단기(RCD, Residual Current protective Device)”의 설치가 대중화되어 있다. 이들 RCD는 누전과 과전류사고를 감지하여 차단하는 장점은 있으나, 직접적인 전기화재의 위험요소인 단락 및 과부하사고에 의한 아크나 스파크 현상에 대한 차단기능은 거의 없는 것으로 분석된다[6-8]. 이것은 분전반에 적용되는 각종 차단기 및 RCD의 경우 정격차단시간이 30 [ms] (국내, KS C 4613)로 정해져 있어, 더욱 짧은 폭의 레벨로 주기적으로 발생하는 아크나 스파크를 감지하지 못하기 때문이다. 그리고 이들 기존 차단기들의 동작메커니즘이 과전류트립 전자(electromagnetic)방식이나 바이메탈(bimetal) 열동방식의 구조에 의해 동작되므로 그 동작 속응성과 신뢰성에 문제점을 가진다.

이러한 문제점들을 개선하기 위해 본 논문에서는 고정밀 전류센서(리드스위치)를 이용한 RCD 보조트립 장치를 개발함으로써 저압 배전선로에서의 단락 및 과부하사고로 인한 전기재해를 방지하고자 한다. 고정밀 전류센서로 사용된 리드스위치는 각종 전기사고에서 수반되는 아크 및 스파크 전류에 의한 배전선로의 상승된 자속을 정밀 감지한 후, 기 설치된 RCD를 누전으로 인식시켜 신속히 RCD를 차단시키는 신개념의 제어구조를 가진다. 다양한 동작특성 분석을 통해 제안한 RCD 보조트립 장치의 우수성을 입증하고, 기존 RCD의 빈번한 오동작과 비신뢰성, 저조한 응답특성으로 인한 각종 전기사고 및 전기화재를 방지하고자 한다.

2. RCD의 동작성능 분석

2.1 RCD의 주요 특성분석

가정이나 산업현장 등 교류 600[V] 이하의 저압 배전계통에는 과부하사고와 누전사고를 방지하기 위해 과부하겸용 누전차단기(RCD)를 설치하고 있다. RCD는 기존의 누전차단기에 과부하사고를 검출 차단하는 제어회로부를 부가한 구조로써, 누전은 물론 배전계통의 과전류사고에 대해서도 보호기능을 가지게 된다. 표 1은 기존의 주택 분전반용 저압 배전선로에 사용되는 RCD의 주요 사양을 나타낸다[9]. RCD의 내부구조는 지락검출장치, 트립장치, 개폐기구로 구성되

어 있다. 그림 3은 RCD의 지락전류 검출에 대한 개략도를 나타낸다. 정상상태에서는 그림 3(a)와 같이 유입전류 I_1 에 의한 자속과 유출전류 I_2 에 의한 자속이 같게 되어 자속(ϕL)의 상쇄로 인한 누전검출부가 동작하지 않으나, 계통 이상 시에는 그림 3(b)와 같이 영상변류기의 유입 및 유출 전류가 지락전류(I_g)만큼 차이를 발생하고 이에 따른 자속 불균형으로 인한 누전검출부에 유도전압이 발생한다. 발생된 유도전압은 누전검출부와 연결된 차단기 트립코일에 전류를 흘려 보내어 차단기를 동작시키는 제어 알고리즘을 형성한다. 이러한 RCD들의 지락검출장치로 사용되는 영상변류기(ZCT, Zero Current Transformer)는 고정밀로 제작되어 누전 및 지락사고에 대해 그 신뢰성이 우수하며 표 1과 같이 정격감도전류가 15[mA]/30[mA]로 정해져 사용된다.

전기화재의 주요 요인이 되는 단락 및 과부하사고에 대한 기존 RCD의 특성곡선을 그림 4에 나타낸다[9].

표 1 RCD의 주요 사양

Table 1 Principal specification of RCD

정격전압 [V]	110 / 220	정격차단전류 [kA]	1.5 / 2.5
정격전류 [A]	15 / 30	정격감도전류 [mA]	15 / 30
동작시간 [sec]	0.03	Trip 방식	전자식 / 열동식
보호기능	누전 · 과부하 겸용	취득규격	KSC 4613

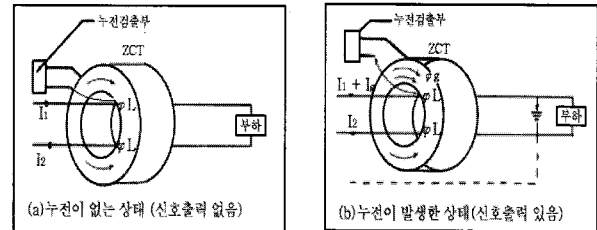


그림 3 RCD의 지락전류 검출에 대한 개략도

Fig. 3 Summary diagrams of ground current detection in RCD

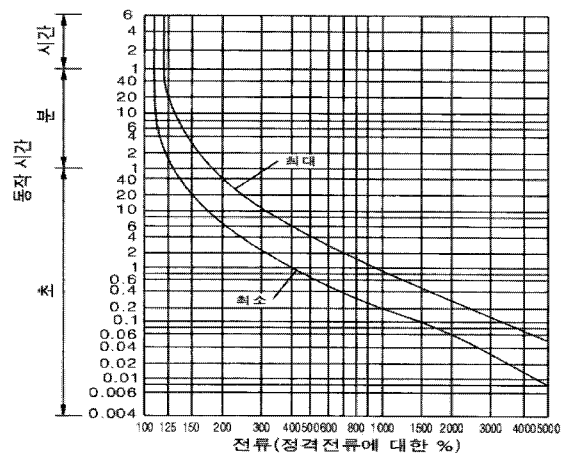


그림 4 RCD의 동작특성 곡선

Fig. 4 Operating characteristic curve of RCD

단락사고의 일례로써 상승된 고장전류(정격전류의 200~500%)에 대한 차단동작속도가 그림 4에서 평균 약 2초~15초로 나타나는 매우 지연된 응답특성을 가진다. 이것은 단락사고나 과부하사고에 의한 아크 및 스파크 전류에 대해 차단 보호범위와 응답속도가 저조한 것으로 각종 전기재해의 원인으로 된다. 더욱이 배전선로에 사용되는 RCD들은 육내 전기공급 분전반 인입선에 설치되어 있어 복잡한 배전시스템의 부하측 종단과의 내선거리가 길다. 대부분의 단락이나 과부하로 인한 전기재해가 부하단에서 발생하는 것을 감안할 때, 차단장치와의 선로거리가 먼 경우 선로저항의 증가에 따른 차단기의 정확한 감지가 미미하여 오동작의 요인이 된다. 그리고 단락사고 및 과부하사고에 대한 이들 RCD들의 동작 메커니즘을 살펴보면, 과전류트립 전자방식이나 바이메탈 열동방식의 구조에 의해 동작되므로 배전선로가 길어질 경우 그 동작 속속성과 신뢰성에 문제점을 가진다. 그 결과 기존 RCD들은 단락 및 과부하사고에 의한 많은 전기화재 및 전기재해의 피해사태들이 증대되고 있다[6-8].

상기의 분석검토들로부터, 기존 RCD들은 지락(접지)사고에 대해서는 매우 우수한 동작성능을 가지지만, 전기재해와 관련된 단락 및 과부하사고에서 수반되는 아크나 스파크 현상에 대해 빈번한 오동작과 비신뢰성, 저조한 응답특성을 가지는 것으로 분석된다.

2.2 RCD의 동작특성 및 검토

전기화재의 요인이 되는 단락사고나 과부하사고에 대해 기존 RCD의 동작성능을 분석하기위하여 그림 5에 성능분석 블록도를 나타낸다.

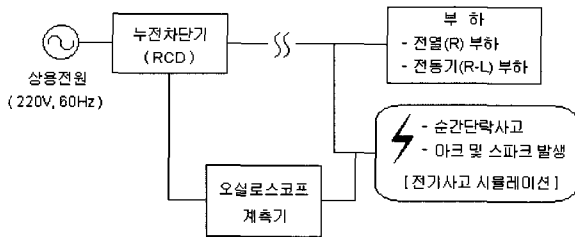


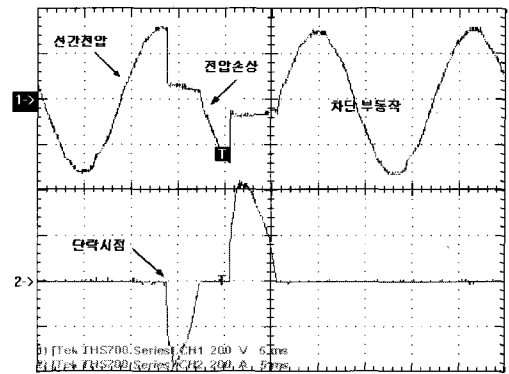
그림 5 RCD의 성능분석 블록도

Fig. 5 Block diagram for performance analysis of RCD

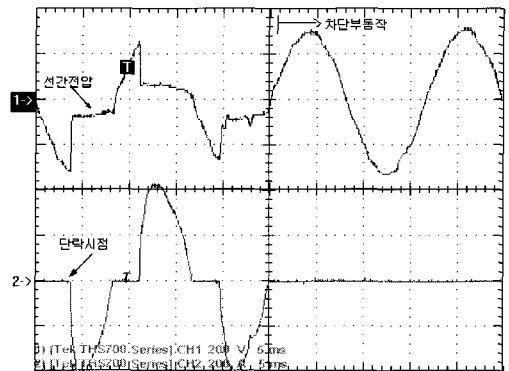
실측에 사용된 RCD는 한국산업규격(KS C 4613)에 준하여 제작된 인증제품으로, 단상 2선식 110/220[V], 정격전류 30[A], 정격감도전류 30[mA], 정격동작시간 30[ms]의 과부하 겸용 고감도형 누전차단기를 사용하였다. 그림 6(a), (b)는 단락사고에 의한 아크전류 발생에 대한 RCD의 동작유무를 확인하기위한 분석파형으로써 인위적인 사고발생 시뮬레이터를 통해 측정된 결과이다. 본 실험을 위한 인위적인 아크 발생 시뮬레이터는 AC 220[V] 선간에 탄소저항(색저항) 6.8[kΩ]/0.25[W]를 순간 단락시켜 저항체의 순간적인 파손에 의해 발생되는 불꽃방전으로 유도하였다.

그림 6(a)의 RCD의 성능분석결과에서 순간 아크전류(최대치 400[A], 아크 폭 12[ms])의 매우 큰 전류가 흘렀으나 RCD의 차단이 불가능하였다. 또한 그림 6(b)에서도 순간 아크전류(최대치 400[A], 아크 폭 21[ms])의 사고전류가 흘렀

으나 RCD는 동작되지 않았다. 이것은 RCD의 차단동작시간(30[ms])보다 더욱 짧은 폭의 아크전류에 대해 차단이 불가능한 것을 알 수 있다. 또한 전기사고에 대한 이상(고장)전류를 분석해보면, 이상전류의 순시최대치는 크나 그 실효치가 적으며, 생성 주기가 매우 짧아 RCD의 차단기능이 상실되는 결과를 가져온다. 이는 저압 배전시스템에 사용되는 차단기들은 제어방식이 열동식/전자식 구조로써, 열동식의 경우 이상전류의 실효치가 적으면 발열량($H=0.24 I^2 R t$)이 적어 차단동작이 실패되고, 전자식의 경우 이상전류의 주기가 짧으면 트립 코일의 여자가 불가능하여 차단기능이 상실된다.



(a) Case 1 (아크전류 최대치 400[A], 아크 폭 12[ms])



(b) Case 2 (아크전류 최대치 400[A], 아크 폭 21[ms])

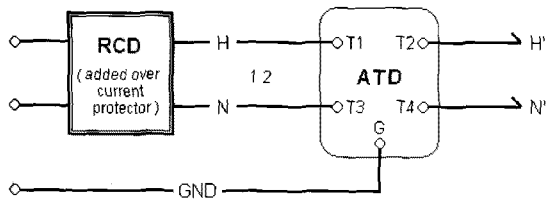
그림 6 기존 RCD의 동작성능 분석파형

Fig. 6 Operation performance waveforms of conventional RCD

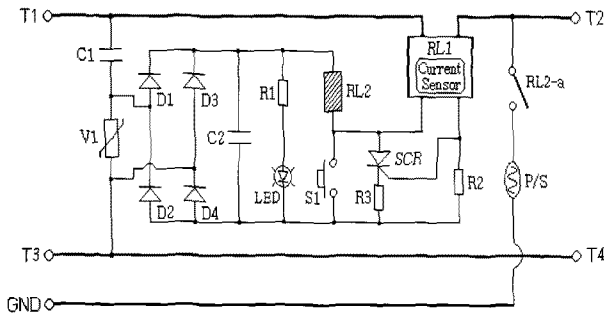
3. 고정밀 전류센서를 이용한 RCD 보조트립 장치

3.1 보조트립 장치의 회로구성 및 동작원리

본 논문에서는 전기화재의 요인이 되는 단락 및 과부하사고에 의한 아크나 스파크를 감지하여 기존의 RCD를 트립시키는 보조 제어장치를 개발하여 기존 RCD의 문제점을 개선하고자 한다. 단상 저압 배전시스템에 대한 제안한 RCD 보조 트립 장치를 그림 7에 나타낸다. 그림 7(a)는 RCD와 보조 트립 장치(ATD)의 결선도를 나타내며, 그림 7(b)는 고정밀 전류센서를 이용한 보조트립 장치의 회로도도를 나타낸다.



(a) RCD와 보조트립 장치의 결선도



(b) 제안한 보조트립 장치의 회로도

그림 7 제안한 보조트립 장치의 구성
Fig. 7 Construction of proposed auxiliary trip device

기존의 RCD와 5단자의 보조트립 장치는 그림 7(a)와 같이 높은 전압선(H, H'), 중성선(N, N') 그리고 접지(GND) 선간에 결선되며, 단락 및 과부하사고 등 각종 전기사고 발생시에 보조트립 장치는 이상전류를 검출하고 접지를 통해 큰 전류를 흘려 보내 기설치된 RCD로 하여금 누전으로 인식시켜 차단기를 트립시키는 구조를 가진다.

제안한 RCD 보조트립 장치의 회로구성은 그림 7(b)와 같이 전원공급단자 T1과 T3, 부하 출력단자 T2와 T4 및 접지단자 G에 구성되고, 내부회로는 보조트립 장치의 직류 전원 공급을 위한 분압용 커패시터 C1, 써지(surge)보호용 배리스터(varistor) V1, 정류용 브릿지 다이오드 D1~D4, 평활용 커패시터 C2, 이상전류를 검출하는 고정밀 전류센서용 리드스위치(reed switch) RL1, RCD를 동작시키기 위한 전력용 릴레이 RL2와 RL2-a, 보조장치 동작유무와 초기화를 위한 리셋스위치 S1, 반도체 스위치 SCR, 릴레이 접점보호용 폴리머 스위치(P/S, Polymer Switch)로 구성된다. 또한 제어시스템의 전원공급은 표시등(LED)에 의해 확인된다.

제안한 보조트립 장치의 동작원리를 살펴보면, 초기상태로 브릿지 다이오드를 통하여 직류전원이 제어시스템에 공급되고 있으며 정상상태의 경우, 선로의 낮은 자속으로 인한 리드스위치의 내부접점이 오프(off) 상태로 되어 반도체 스위치 SCR 또한 오프(off)로써, 통상적인 입력전원이 부하단으로 공급되는 정상상태를 유지한다.

그리고 단락사고 및 과부하사고 등의 이상전류가 발생할 경우, 높은 전류값에 의해 리드스위치 RL1의 코일에 전류값에 상응한 큰 자속이 발생하여 리드스위치 접점이 온(on)된다. 이에 의해 반도체 스위치 SCR이 온(on)되고 전력용 릴레이 RL2가 여자(excitation)된다. 전력용 릴레이 RL2-a 접점의 턴-온으로 인한 전압선로와 접지(GND)간에 강제적인 단락회로가 형성되어 기존 RCD로 하여금 누전으로 인식시

키게 한다. 통상 동작감도전류가 15~30[mA]에서 정밀하게 동작하는 RCD는 큰 값의 강제적인 단락 접지전류에 의해 신속하게 차단기를 동작시키는 결과를 가져온다.

상기의 동작원리와 같이, 제안한 RCD 보조트립 장치는 접지전류 감지에 대해 우수한 동작특성을 가지는 기존 RCD의 장점을 최대한 이용한 참신한 제어기법으로, 각종 전기사고 발생시에 고정밀 전류센서용 리드스위치에 의해 이상전류를 감지한 후 강제적으로 지락사고를 발생시켜 큰 전류값의 접지전류를 기존 RCD에 흘려 계통을 차단시키는 신개념의 트립장치라 할 수 있다.

3.2 고정밀 전류센서용 리드스위치의 구조 및 특성

제안한 보조트립 장치의 고정밀 전류센서로 사용된 리드스위치의 구조를 그림 8에 나타낸다. 리드스witch는 선로전류의 크기에 대한 자속을 검출하여 특정치 이상의 자속에 대해 접점을 동작시키는 구조이며, 스위치의 응답속도가 수 [μs]~수[ms]로 매우 양호한 특성을 가진다.

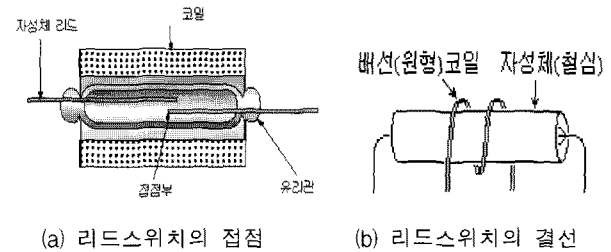


그림 8 리드스위치의 구성
Fig. 8 Configuration of reed switch

리드스위치의 내부자속은 배선코일의 권선수, 전류, 철심의 크기와 투자율에 의해 정해진다. 자속의 세기는 식 (1)의 비오-사바르(Biot-Savart) 법칙을 이용하여 구할 수 있다.

$$dH = \frac{Idl \sin\theta}{4\pi r^2} [AT/m] \quad (1)$$

여기서, dH 는 자계의 세기, I 는 선로의 전류, dl 은 도체의 미소길이, r 는 임의의 한 점과의 거리, θ 는 전류의 방향과 임의의 한 점과 이루는 각도이다. 위 식을 이용하여 리드스위치의 자계의 세기는 다음 식으로 구해진다.

$$H = \int_0^{2\pi a} \frac{NI dl \sin\theta}{4\pi a^2} = \frac{NI}{4\pi a^2} \int_0^{2\pi a} dl = \frac{NI}{2a} [AT/m] \quad (2)$$

여기서, N 는 권선수이고 a 는 원형코일의 반경이다. 또한 리드스위치의 자속밀도 B 는 다음으로 주어진다.

$$B = \mu H = \frac{\mu NI}{2a} [Wb/m^2] \quad (3)$$

여기서, μ 는 투자율(permeability)이다. 만약 자성체 내부의 매질이 공기인 경우 공기의 투자율 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} [H/m]$ 로 주어진다. 위 식들을 이용하여 이상전류의 크기에 따른 리드스위치의 선경과 감도전류 설정 및 배선코일의 권선수를 결정할 수 있다.

3.3 제안한 RCD 보조트립 장치의 동작특성 분석

제안한 RCD 보조트립 장치에 사용된 소자들의 회로정수를 표 2에 주어진다. 또한 실측 분석에 사용된 RCD는 저압 배전계통에 일반적으로 사용되는 KS C 4613에 준하여 제작된 단상 2선식 110/220[V], 정격전류 30[A], 정격감도전류 30[mA], 정격동작시간 30[ms], 정격차단용량 1.5[kA]의 과부하점용 고감도형 누전차단기를 사용하였다.

표 2 제안한 보조트립 장치의 회로정수

Table 2 Circuit parameters of proposed auxiliary trip device

공급전압	AC220V / 60Hz	리드스위치 RL1	200~250AT
커패시터 C1	470nF / AC250V	전력용 릴레이 RL2	24V, 50A
배리스터 V1	33V, 30W	반도체 스위치 SCR	60V, 1A
다이오드 D1~D4	$V_{rr}=600V, 50W$	폴리머 스위치 P/S	1.6k Ω (단편)
커패시터 C2	220 μ F / 50V 전해질	R1, R2	1k Ω , 0.5W

리드스위치는 외부 자계의 간섭을 없애기 위해 원통형 PVC 사정체를 적용시켰고, 리드스위치의 감도전류 설정값은 이상전류의 크기를 감안하여 약 250[AT]을 기준하고 2[turn]으로 설계하였다. 그리고 화재의 위험성이 저조한 유도성 부하의 개폐시나 뇌임펄스성 써지(충격파) 등 주기가 2[ms]이하의 속류성 전기신호에 대해서 RCD의 오동작을 방지하기 위해 전력용 릴레이의 동작시간이 3[ms]~5[ms]인 소자로 선정하였다. 그림 9는 제작한 RCD 보조트립 장치의 외형을 나타낸다. 회로구성이 간단하여 소형·경량으로 제작되고 설치의 용이한 장점이 있다. 또한 제안한 RCD 보조트립 장치는 기술적 제어원리가 간단하며 리드스위치의 고속 고정밀 응답특성을 이용한 구조로 설계되어 신뢰성이 증대된다.

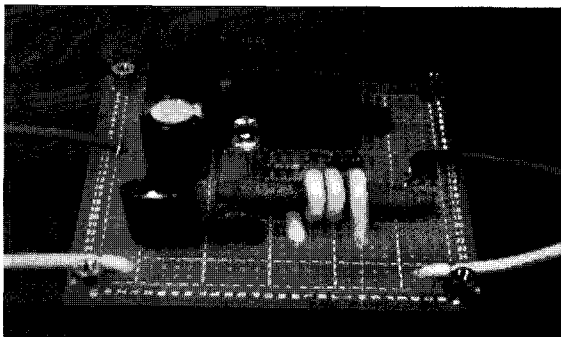
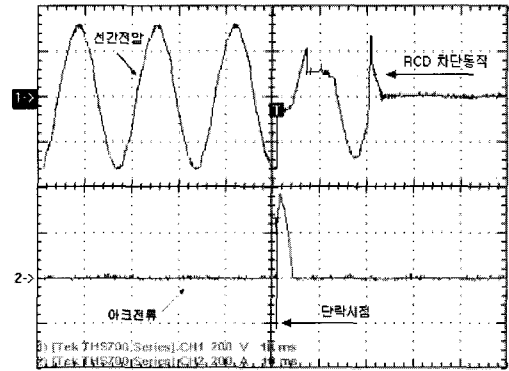


그림 9 제작한 보조트립 장치의 외형도
Fig. 9 Photograph of the manufactured auxiliary trip device

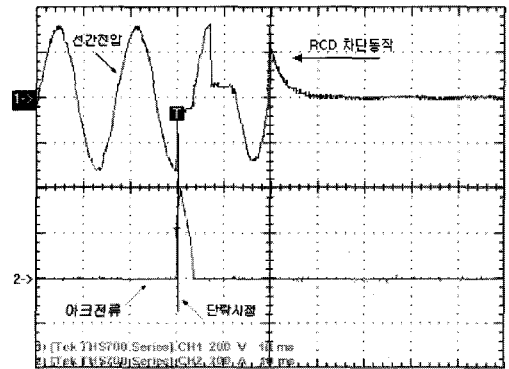
그림 10과 그림 11은 단락 및 과부하사고에 대한 제안한 RCD 보조트립 장치의 동작성능을 확인하기 위한 분석파형으로써 인위적인 사고발생 시뮬레이터를 통해 측정된 결과이다. 본 실험을 위한 인위적인 단락 및 과부하사고에 의한 아크발생 시뮬레이터는 상기 기존 RCD 성능분석에서 사용

된 것과 같이 AC 220[V] 선간에 탄소저항(색저항) 6.8[k Ω]/0.25[W]를 순간 단락시켜 저항체의 순간적인 파손에 의해 발생하는 불꽃방전으로 유도하였다.

그림 10은 선간전압과 아크전류에 대한 분석파형으로, 그림 10(a)는 순간단락에 의한 최대치 약 380[A], 아크 폭 5[ms]의 아크전류에 대한 분석파형이고, 그림 10(b)는 최대치 약 400[A], 아크 폭 4[ms]의 아크전류에 대한 분석파형이다. 두 경우 모두 단락사고에 의한 임펄스성 아크전류에 대해 제안한 RCD 보조트립 장치는 약 20[ms]의 차단동작시간으로 기존의 RCD를 차단시키는 양호한 동작을 보였다.



(a) 선간전압과 아크전류 (case 1)



(b) 선간전압과 아크전류 (case 2)

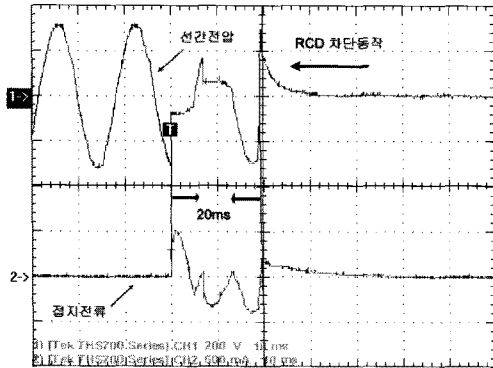
그림 10 제안한 보조트립 장치의 동작성능 분석파형 (1)

Fig. 10 Operation performance waveforms of proposed auxiliary trip device (1)

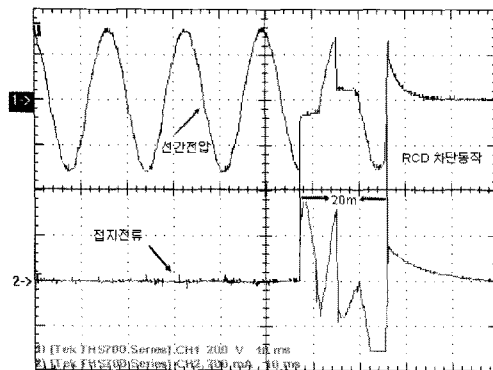
그림 11은 선간전압과 접지전류에 대한 동작파형으로, 단락사고 시뮬레이터에 의해 이상전류가 검출되어 전력용 릴레이 RL2-a 접점을 통해 강제적인 단락 접지전류를 발생시키는 경우로써 그림 11(a)는 약 500[mA]의 접지전류가 발생한 경우이고 그림 11(b)는 380[mA]의 접지전류를 발생한 경우이다. 두 경우 모두 제안한 RCD 보조트립 장치는 기존 RCD의 동작감도전류 30[mA]보다 더욱 큰 접지전류를 흘려 보내어 차단기를 트립시키는 양호한 차단동작을 보였으며, 제안한 보조트립 장치의 고속, 고정밀의 동작에 의해 약 20[ms]의 차단동작시간으로 기존 RCD를 차단시켰다.

동일조건에서 측정된 상기 기존의 RCD와 제안한 RCD 보조트립 장치의 동작특성 분석결과들을 검토하면, 기존

RCD의 경우 전기화재의 요인이 되는 단락 및 과부하사고에 의한 아크 및 스파크성 전류에 대해 동작불능과 비신뢰성을 보였으나, 제안한 RCD 보조트립 장치는 사고 발생을 감지한 후 약 20[ms]에서 계통을 차단시키는 동작성능을 보였다. 또한 제안한 보조트립 장치는 여러 차례의 사고 시뮬레이터를 실행한 결과 모두 양호한 차단동작과 높은 신뢰성을 보였다.



(a) 선간전압과 접지전류 (case 1)



(b) 선간전압과 접지전류 (case 2)

그림 11 제안한 보조트립 장치의 동작성능 분석파형 (II)
 Fig. 11 Operation performance waveforms of proposed auxiliary trip device (II)

4. 결 론

본 논문에서는 저압 배전계통의 전기화재의 주요원인이 되는 단락 및 과부하사고, 선로노후 및 접속·접촉 불량에 의한 아크 및 스파크발생에 대해 기존의 차단기로는 차단이 불가능한 문제점을 해결하기위한 RCD 보조트립 장치를 개발하여 제안하였다. 제안한 RCD 보조트립 장치는 각종 전기사고가 발생할 경우 이상전류를 검출하고 접지를 통해 강제적으로 단락 접지전류를 흘려 보내어 기존의 RCD로 하여금 누전으로 인식시켜 차단기를 트립시키는 참신한 제어기법으로 설계되었다. 이상전류의 검출에는 고정밀의 응답특성과 내구력이 우수한 리드스위치를 사용하여 보조장치의 신뢰성을 증가시켰다. 또한 제안한 RCD 보조트립 장치는 여러 차례의 사고발생 시뮬레이터에 의한 실측분석을 통해 그 실용성이 입증되었으며, 제어장치의 구조와 제어방식이

간단하여 소형·경량으로 설계제작이 가능하였고 이에 따른 제작비용의 감소와 설치의 용이한 장점이 부여되었다. 이러한 실용성으로 인해 제안한 RCD 보조트립 장치는 배압형 콘센트나 외부의 멀티콘센트 또는 각종 전기·전자기기 및 통신기기 등에 적용되어 각종 전기사고를 예방할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] B. C. H. Steele, "Electronic Ceramics", Elsevier Applied Science, pp. 29, 1991.
- [2] 새턴정보통신 부설연구소, "부하별 아크, 스파크 사고 데이터 및 분석 보고서", 2002.
- [3] R. N. Anderson, "What Came First? The Arc Bead or the Fire?", EC&M 100, pp. 20-21, 2001.
- [4] 행정자치부, "2007년도 화재통계연보", 2007.
- [5] 한국전기안전공사, "전기재해 통계분석", 2008.
- [6] V. Babrauskas, "Fire due to Electric Arcing: Can 'Cause' beads be distinguished from 'Victim' beads by physical or chemical testing?", Fire and Materials, Interscience Communications Ltd., pp. 189-201, 2003.
- [7] 최충석 외, "고감도형 누전차단기 접점의 스위칭에 따른 아크 비산 특성", 한국화재소방학회논문지, Vol. 19, No. 2, pp. 63-68, 2005.
- [8] 최규하 외, "차단기류 오동작 분석을 위한 전원왜형장치 설계 및 개발", 전력전자학회논문지, Vol. 11, No. 5, pp. 480-488, 2006.
- [9] (주)제일전기공업, (주)LS산전, "누전차단기 및 배선용 차단기 기술자료", 2006.

저 자 소 개



곽 동걸 (郭東杰)

1964년 11월 11일생. 1990년 경남대 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1991년 한국전기연구소 기술원. 1998~2007년 한중대 전기전자공학과 조교수. 2007~현재 강원대 방재전문대학원 조교수.

Tel : 033-570-6823

E-mail : dkkwak@kangwon.ac.kr