

3상 4선식 배선의 중성선에 탈락시 부하 전압 상승 방지를 위한 중성선 보상기에 관한 연구

김현우 · 백동현*
경민대학교 · 경원대학교*

A study on the neutral line compensator for prevention of rising at load voltage instantly when disconnect the neutral line in 3phase 4 line system

Kim Hyun Woo · Baek Dong Hyun
Kyungmin University · Kyungwon University

요 약

3상 4선식 배선 라인에서 중성선이 탈락할 경우 부하측의 중성선에 연결된 일부의 부하측 전압은 급상승하게 되고 이로 인한 피해가 많으므로 본 연구에서는 배전라인의 점검 시 또는 접촉 불량에 의하여 발생할 수 있는 중성선의 탈락을 순간 감지하고 이를 보상하여 별도로 중성선을 생성하여 새로운 중성선을 순간 제공함으로써 중성선 탈락에 의한 피해를 최대한 억제하고자 하는 것이다. 이로 인하여 부하측의 전압상승에 의한 전기적 재해를 사전에 미리 예방이 가능한 효과도 있게 된다.

1. 연구개발 배경 및 필요성

과거부터 현재까지 화재가 발생할 경우 전기화재가 차지하는 비중은 매우 크고 이러한 현상은 최근 들어 감소 추세에 있기는 하나 아직 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 그 중 2010년에 분석한 표1.1의 자료에 의하면 화재에 이르게 한 발화기기 중 배전반 등과 같은 배선기구 및 기기 등의 문제로 인하여 발생된 화재 건수가 가장 큰 요인 중의 하나를 차지하고 있음을 알 수 있다. 이러한 화재 발생원인에는 3상 4선식 배선 방식을 채택하고 있는 것에 기인된 문제가 포함되어 있음을 알 수 있다. 국내 전력 계통의 배선 방식은 3상 4선식 배선 선로를 통해 변전소로부터 공장이나, 빌딩 등과 같은 대형 규모의 수용가에 직접 전력을 공급하거나 2차 변압기를 통해 소규모 공장 및 가정에 전력을 공급하고 있다. 이러한 전력을 공급하는 설비가 배전반이다.

3상4선식 배전계통은 Y 결선, Δ 결선 및 V 결선 등으로 결선되어, R, S, T 상의 3상 전력선과 중성선(N상)으로 구분되어 전력을 공급하게 된다.

이때 중성선은 3상 4선식 선로에서 각 상의 한 쪽 선로를 공통(common)으로 결선한 선을 의미한다.

표.1.1 2010년도 발화기기별 화재발생 건 수

구분	계	전년대비			척도
		계	증감	증감률	
계절용기기	548	884	-336	-0.38	
생활기기	138	221	-83	-0.38	
주방기기	231	332	-101	-0.3	
영상.음향기기	177	212	-35	-0.17	
사무기기	10	41	-31	-0.76	
조명.간판	697	1,103	-406	-0.37	
배선/배선기구	1,393	2,159	-766	-0.35	
전기설비	692	1,038	-346	-0.33	
산업장비	154	235	-81	-0.34	
농업용장비	20	57	-37	-0.65	
의료장비	4	11	-7	-0.64	
상업장비	13	34	-21	-0.62	
차량.선박부품	1	5	-4	-0.8	
기타	124	150	-26	-0.17	
미상	5,222	2,912	2,310	0.79	

3상 4선식 배선방식의 특징은 단상부하와 3상 부하가 혼합되어 사용될 수 있는 특징이 있으며 이때 중성선에는 불평형 전류가 흐를 수 있으며 최근에는 비선형 부하의 증가로 중성선에 더 많은 영상 전류가 흐르게 된다. 중성선에 흐르는 영상 전류는 중성선에 과도한 영향을 주게 되고 이 영향에 의해 도체의 과열 등으로 붓싱 부분이 파과되거나 중성선이 단선될 수 있다.

중성선이 단선될 경우 3상 4선의 중성선과 결합된 단상 부하측 및 3상 부하측은 접속된 부하의 임피던스 크기에 따라 심하게 불평형에 이를 수 있으며 이로 인한 사고가 매우 빈번히 발생되고 있는 실정이다. 또한 임피던스가 큰 쪽의 누전 차단기가 파손될 수 있으며, 중성선과 전압 측 선로에 연결된 엘리베이터, 생활용 기기인 약전기기 등의 부하가 과전압에 의해 소손 또는 화재와 폭발 등의 위험에 노출될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 중성선 선로상의 과도한 전류에 의한 영향 및 관리자의 부주의에 의한 비정상적인 중성선의 탈락 및 단선을 순간적으로 검출하여 별도로 준비된 중성선으로 대체 할 수 있도록 함으로서 중성선 단선에 따른 예기치 않은 사고를 예방하고자 하며 이 장치와 관련된 연구를 진행한다.

2. 중성선 대체 공급시스템의 원리 및 구조

1) 중성선 단선 회로

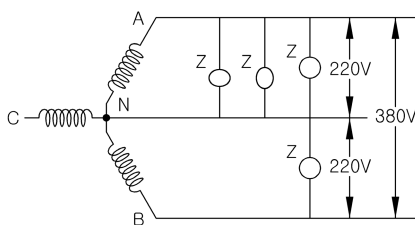


그림1. 정상적인 3상 및 단상 공급회로

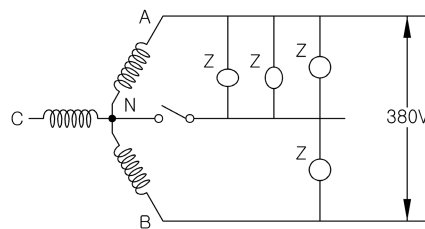


그림2. 중성선 단선 회로

그림1.은 3상4선식 회로에서의 정상적인 회로로서 R,S,T 3상 부하에 380[V]의 전압이 인가되고 더불어 단상 부하에 중성선과 연결되어 220[V]가 연결되어 있다.

그림2.는 그림1.의 결선에서 중성선이 단선될 경우 부하에 가해지는 회로이다. 이 경우 단상 부하 및 3상 부하에는 임피던스 크기에 따라 크거나 작은 전압이 걸리는 불평형 전압이 인가되어 전기화재의 원인이 될 수 있는 상황이 발생된다.

2) 제안하는 시스템 구조

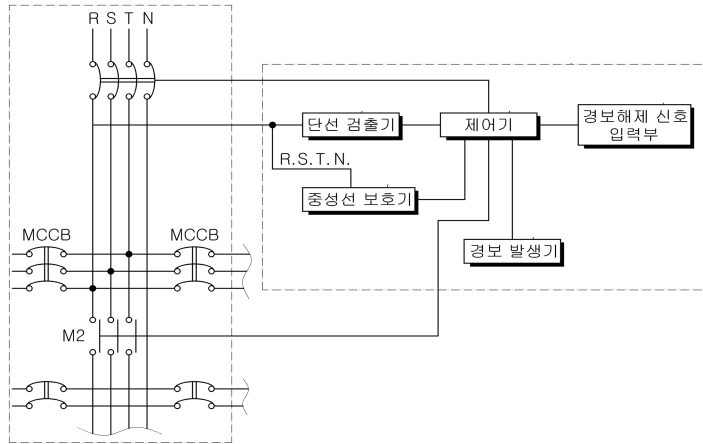


그림3. 제안하는 시스템 구조

그림3.은 본 연구에서 제안하는 시스템의 구조도로서 그림3.의 단선 검출기에서 중성선의 단선여부를 순시적으로 감시하게 되며, 단선 발생시 이를 제어기에 통보하고 제어기는 main선로의 R,S,T상과 연결된 중성선 보호장치의 반도체 스위치(SSR)에 기동 신호를 인가하게 되고 이때 단선된 중성선은 대체 중성선으로 결선되게 된다. 동시에 경보신호가 발생되어 관리자에게 통보할 수 있는 기능을 갖는다.

3. 실험결과

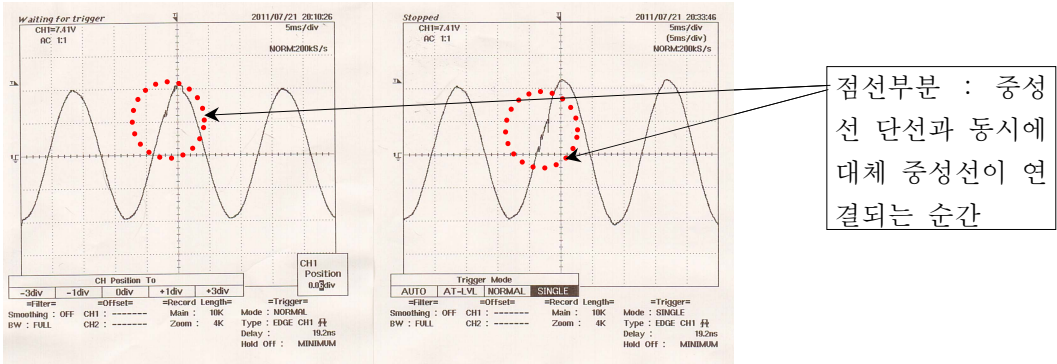


그림4. 중성선 대체 장치 동작 순간 파형

그림4.는 3상4선식 회로에서 중성선이 단선되는 순간 본 시스템이 동작하여 중성선이 대체되는 순간으로서 부하에는 아무 영향을 미치지 않고 있음을 나타내고 있으며, 그림5.는 그림4의 동작 순간을 보다 상세히 관찰한 그림으로서 원만한 동작이 이루어짐을 알 수 있으며, 본 시스템이 동작하는 시간을 나타내는 것으로서 약 1[ms]안에 검출 및 스위칭 동작이 이루어지는 것을 알 수 있으므로 중성선 시스템이 정상 동작을 하고 단선시에도 부하에 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

그림5의 오른쪽 파형은 그림5의 왼쪽 파형의 Time/div를 확장해 놓은 그림으로서 보다 상세히 동작시간을 알 수 있다.

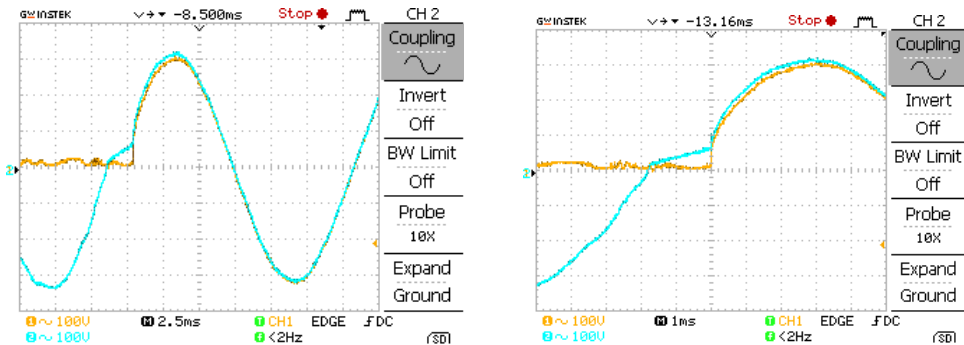


그림5. 중성선 대체 장치 파형

4. 결 론

본 연구에 의한 결과 3상4선식 배선에서 중성선 단선 및 탈락시 중성선 제어 장치에 의해 순시적으로 검출하여 대체 하였으며 약 5[ms]안에 중성선이 대체되어 부하에는 약간의 전압 흔들림 있었으나 부하에 아무 영향이 없었음을 입증하였다. 따라서 본 중성선 대체 장치가 원활히 동작하고 있으며 제어기도 잘 동작하고 있음을 확인할 수 있으며 현장 적용시 전기화재 예방에 큰 효과를 얻을 수 있을 것이라 분석된다.

참고 문헌

- 1) 최충석, 김현우의 “전기화재공학”, 동화기술 pp. 185-195
- 2) C.s. Choi et al, "Flame Spread and Damaged Properties of RCD Cases 표 Tracking" IEEJ Trans. PE, Vol. 127, No1, pp. 321-326, 2007
- 3) 김동욱의 “ 원적외선 히터에서 출화된 화재의 원인 분석” 한국화재소방학 논문지, Vol57P, No2 pp91-96, 2008