

절연 저항의 측정 오차를 감소시키기 위한 절연 저항 이상치 제거 알고리즘에 관한 연구

홍종필, 팜반칸, 양현철, 김창준

충북대학교, 전기공학부

jphong@chungbuk.ac.kr

A Study on Noise-induced Error Resistance Removal Algorithm to Improve Accuracy in IMD Device

Hong Jong Phil, Pham Van Khanh, Yang Hyeon Cheol, Kim Chang Jun

Chungbuk Univ.

요약

본 논문에서는 절연 감시 장치와 계통 간의 절연 저항의 측정 오차를 감소시키는 방법을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 현재 주기의 절연 저항의 측정 값과 이전 주기의 절연 저항의 측정 값을 비교하여 미리 설정해둔 수치보다 클 시 절연 저항 계산에 포함하지 않고 다음 주기로 넘어가게 된다. 이를 통해 전력선의 절연 상태를 확실하게 감시함이 가능하게 한다.

I. 서론

최근 DC 계통의 이점으로 전기 접지 시스템 중 저압 배전계통 IT 접지 시스템의 사용이 증가하고 있다[1]. 그러나 IT 시스템은 1차 절연부에서 절연 파괴에 의한 감전 및 화재사고 발생 위험이 존재한다. 따라서 계통의 절연상태를 파악하고 화재를 방지하기 위한 목적으로 절연 감시 장치 설치를 규정화하고 있다[2]. 절연 감시 장치는 계통의 절연 상태를 실시간으로 감시하여 화재를 예방한다. 그러므로 절연 감시 장치는 정확한 절연 상태를 측정하는 것이 필수적인데, 이를 위해선 절연 저항 계산 시 출력 전압의 정상상태 영역의 값을 이용해야 한다.

본 논문은 과도 상태 구간임에도 정상 상태 구간으로 판별되는 오류를 개선함으로써 절연 저항의 측정 오차를 감소시키는 방법을 제안한다.

II. 본론

본 논문에서는 절연 감시 장치에서 노이즈에 의해 발생하는 측정 오차를 감소 시키는 방법을 제안한다. 그림1은 절연 감시 장치의 구조를 나타내고 있다. 절연 감시장치는 테스트 신호를 인가하는 신호 생성기, 인가된 신호가 계통을 통해 절연 감시 장치로 입력되는 신호 입력기, 절연저항 계산에 필요한 신호값을 검출하는 신호 검출부, 검출된 신호를 이용하여 절연저항 계산 및 절연 상태를 측정하는 신호 처리부로 구성된다.

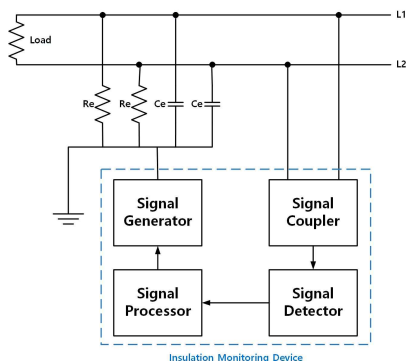


그림1. 절연 감시 장치의 구조도

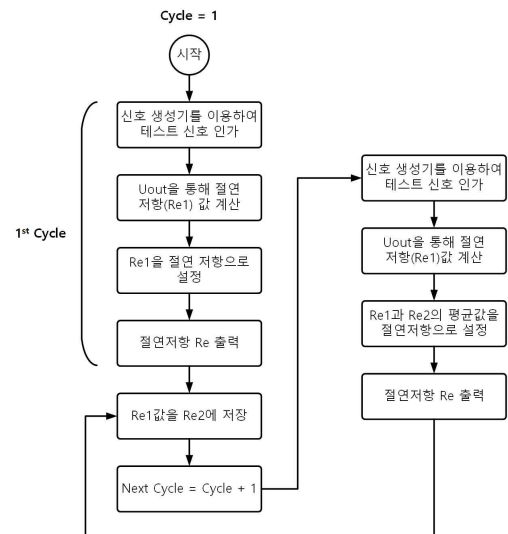


그림 2. 기존 절연 저항 계산 알고리즘 순서도

그림2에서는 기존의 절연 저항 계산 알고리즘을 보여준다. 기존 절연 저항 계산 알고리즘에선 신호 생성기에서 일정한 주기를 가진 펄스 신호를 인가하여 각 주기별로 절연 저항을 계산한 뒤, 첫 주기를 제외한 주기에서 현재 주기와 이전 주기의 평균값을 이용하여 절연 상태를 측정한다.

절연 상태 측정 시 신호 처리부는 절연저항 계산을 위해 각 주기에서 기울기를 이용한 정상상태 판별을 진행하는데 이 과정에서 인가받은 신호의 외부 노이즈 및 내부 노이즈에 의한 영향으로 과도 상태를 정상 상태로 잘못 판별하게 되는 경우가 발생하게 된다. 이 경우 과도상태에서의 신호를 이용하여 절연저항을 계산하게 되고 시간에 따른 변화율이 일정하지 않은 과도상태의 특성 때문에 계산된 절연저항의 정확도가 현저히 줄어든다. 또한 절연 상태 측정 시 이전 주기와 평균값을 이용하는 알고리즘을 이용함에 따라서 현재 주기에서 뿐 아니라 다음 주기가 계산 될 때에도 영향을 주어 총 2주기 동안 정확한 절연 상태 측정이 불가능하게 되고 따라서 정확한 사고 발생 지점 확인에 어려움이 생긴다.

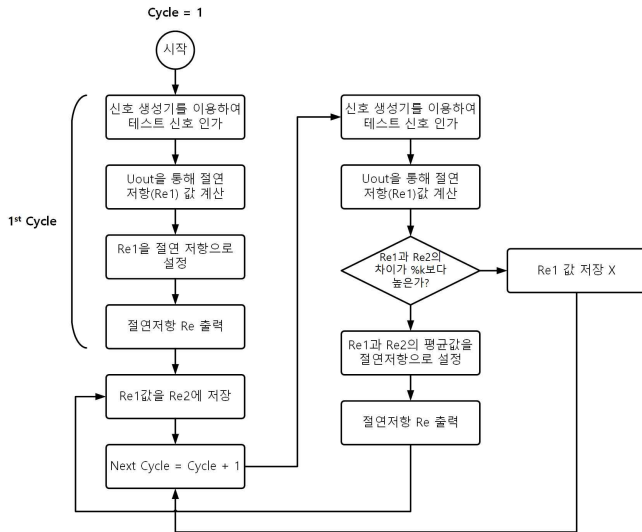


그림3. 제안하는 알고리즘의 순서도

그림 3은 본 논문에서 제안하는 이상치 제거 기법이 적용된 알고리즘이다. 절연 상태 측정 단계에서 현재 주기와 이전 주기의 차이가 미리 설정해둔 값인 k% 이상일 경우 현재 주기에서 정상상태 판별에 문제가 생겼다고 가정하고 절연 상태 측정에서 제외된 뒤 다음 주기의 절연 저항 계산값으로 대체한다.

기존 알고리즘과 제안하는 알고리즘의 비교분석을 위하여 MATLAB과 SIMULINK를 이용하여 절연 감시 장치를 구현 한 뒤 각 알고리즘을 적용시켜 시뮬레이션을 진행했다.

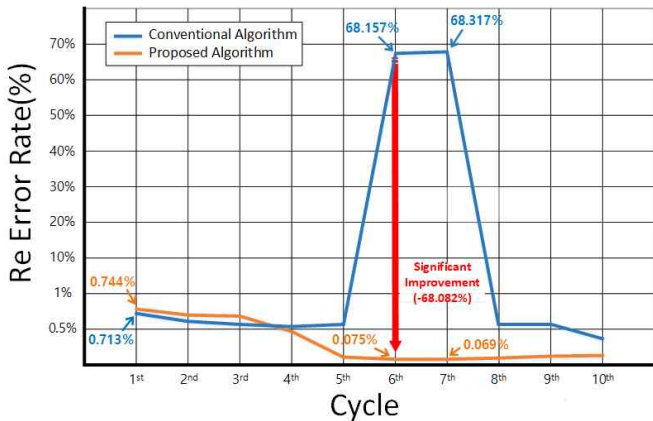


그림4. 제안 알고리즘과 기존 알고리즘 오차율 그래프

주기	절연 저항 계산 오차율	
	기존 알고리즘	제안하는 알고리즘
1	0.713 %	0.744 %
2	0.638 %	0.661 %
3	0.549 %	0.659 %
4	0.530 %	0.491 %
5	0.541 %	0.166 %
6	68.157 %	0.075 %
7	68.317 %	0.069 %
8	0.558 %	0.070 %
9	0.557 %	0.111 %
10	0.430 %	0.156 %

표1. 제안 알고리즘과 기존 알고리즘 오차율

그림 4와 표1은 기존 알고리즘과 제안하는 이상치 제거 알고리즘을 적용한 시뮬레이션 결과 비교 그래프 및 절연 저항 계산 오차율 표이다. 기존 알고리즘의 경우 6번째 주기에서 정상상태 판별 오류가 발생해 이전 주기 중 최대 오차율인 0.713%보다 약 67%증가한 68.157%가 측정되었으며 이는 다음 주기도 영향을 주어 7번째 주기에서도 68.317%의 오차율이 측정되는 것을 확인할 수 있다. 제안하는 알고리즘을 적용했을 때에는 전체 10주기에서 최대 오차율 0.744%로 기존 알고리즘에서 정상상태 판별 오류 때문에 높은 오차율을 보이는 주기를 제거함으로써 전체 오차율이 개선되는 것을 확인할 수 있었다.

III. 결론

논문에서는 IT 집적 시스템에서 사용할 수 있는 절연 감시 장치에 적용되는 절연 저항 측정 오차를 개선하는 방법을 제안하였다. 제안하는 절연 감시 장치에서 측정된 절연 저항의 예비 값이 이전 주기의 절연 저항 예비 값과 비교해 차이가 일정 수준 이상이면 절연 저항 산출에서 제외함으로써, 절연 저항 계산 값 10회 평균 오차율이 13.619% 까지 개선된다. 이로 인해 IT 집적 시스템의 1차 절연부에서 절연 파괴에 의한 감전 및 화재사고 등의 문제가 발생 시 빠르게 대처하여 계통과 기기를 보호할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 지역지능화혁신인재양성사업(IITP-2024-2020-0-01462, 50%)과 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구임(No. 2020R1A6A1A12047945, 50%)

참고 문헌

- [1] 박건우, “저압 DC 배전기술 현황 및 전망”, Journal of Electrical world Monthly magazine, pp. 61-67 2014.
- [2] 국가 기술 표준원, “전기 용품 안전 기준 KC 60364-4-41”, 2015, (<http://www.kats.go.kr/>)