

마이크로그리드 단락선로 분리를 위한 새로운 전류/전압 비율 계전기 제안

고현욱¹, 송명진¹, 조철현¹, 고재하³, 박성미², 박성준¹
 전남대학교¹, 한국승강기대학교², 호남대학교³

Proposal of a New Current/Voltage Ratio Relay for Separation of Micro-Grid Short Circuit

Hyeon-Uk Go¹, Myeong-Jin Song¹, Chul-Hyun Jo, Jae-Ha Go³, Seong-Mi Park²,
 Sung-Jun Park^{*1}

Chonnam National University¹, Korea Lift College², Honam University³

ABSTRACT

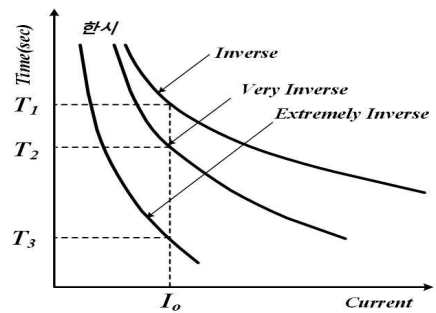
다수의 발전기원으로 구성된 마이크로 그리드시스템에서 전력계통의 단락 사고는 전체 전력계통의 정전을 유발하는 큰 단점이 있다. 따라서 중요 부하는 UPS 시스템으로 정전에 대한 대책을 강구하고 있으나, 무정전 유지 시간에는 한계가 있다. 트리구조, 환형구조 및 그물망 구조의 전력계통에서 선로 단락사고가 발생한 경우, 단락선로만을 계통에서 분리하는 것은 매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 마이크로그리드 단락 선로분리를 위한 새로운 전류/전압 비율계전기를 제안한다. 또한 제안된 방식을 시뮬레이션을 통하여 그 타당성을 검증하였다.

1. 서론

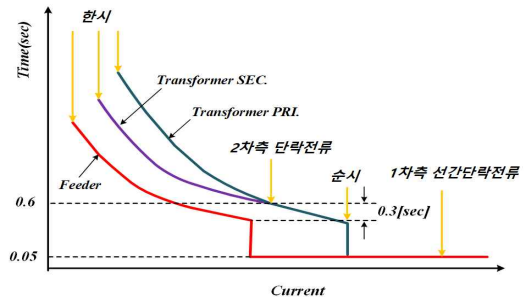
최근 군전력이 무인화, 자동화, IOT화 함에 따라 이에 대응할 수 있는 전력공급 시스템에 마이크로그리드 수준으로 확대되고 있다. 특히 군작전 시에는 다양한 환경에서 전력공급 시스템을 구축하여야 하고, 군 지휘소에는 무정전 전력공급이 매우 중요하다. 이러한 경우 다수의 발전기에 의해 원형망으로 마이크로 그리드 시스템을 구축하는 것이 일반적이다. 이러한 시스템에서 폭격 등으로 전력전송망에 단락이 발생하는 경우 신속한 단락 구간 제거가 매우 중요하다. 따라서 원형전력망에서 단락이 발생한 경우 단락지점의 차단기가 우선적으로 차단할 수 있는 보호계전기가 절실히 필요하다. 본 논문에서는 이러한 목적을 달성하기 위해 새로운 전류/전압 비율계전기 제안한다.

2. 보호 협조용 과전류 계전기

평상시의 부하전류에 비해서 고장전류가 큰 전력계통에 보호 협조용으로 과전류 계전기(OCR)는 장치가 간단하고 가격이 싸기 때문에 일반적으로 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 OCR은 고장전류의 크기 만에 의해 계전장치의 동작시간으로 적용상의 제약이 많다. 특히 군작전용 전력공급 시스템과 같이 전원용량이나 전력계통의 구성이 변하는 경우, 계통의 단락비가 변하게 되어 고장전류의 크기가 변하게 되어 계전기를 재설정하여야 하는 단점이 있다. 계통의 단락비에 따라 적절한 OCR의 한시 특성을 택하여야 하며, 한시특성은 크게 그림 1(a)와 같이 Inverse, Very Inverse, Extremely Inverse 방식을 채용하고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 동일한 과전류(I_0)에서 계전기 동작시간은 $T_1 > T_2 > T_3$ 로 상이하게 나타난다. 일반적인 수전설비 보호 협조용으로 OCR의 위치에 따라 차단기 특성곡선은 그림 1(b)와 같다.



(a) 한시특성곡선



(b) 부분별 과전류계전기

그림 1 과전류 계전기의 특성곡선

Fig. 1 Characteristic curve of overcurrent relay

그림에서 알 수 있듯이 각 OCR의 한시 특성을 다르게 사용함으로써 계전기 동작치 이상의 전류에 대해서는 상이한 일정한 시간 후에 동작하는 것으로 전원으로부터의 거리에 따라 계전기 동작시간을 정하는데 전원에서 먼 곳부터 동작시간을 빠르게 한다.

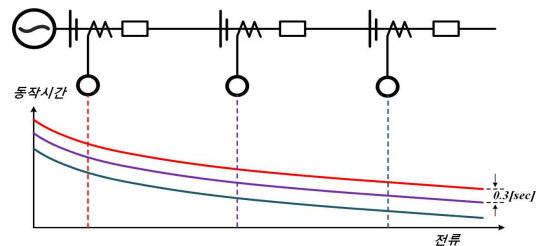


그림 2 단락지점 분리를 위한 거리에 따른 계전기 특성

Fig. 2 Relay characteristics according to distance for separating short circuit points

그림 2는 단락 지점 분리를 위한 전력선로의 거리에 따라 계전기 특성을 나타낸 것이다. 만일 그림 2와 같이 각 배전점

의 OCR 계전기를 0.3[sec]단위로 시간 축 이동을 한 것으로 설정하면, 단락 지점의 앞단 계전기까지만 동작하여 단락 지점이 전 지역에 전력을 공급할 수 있다. 이러한 방식은 전원 측에 가까운 지점에서 단락이 발생하는 경우 단락 지점 이후 지역에는 전력을 공급할 수 없는 단점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 대안은 원형 구조 전력망 구성이다.

3. 제안된 전류/전압 비율 계전기

트리구조, 환형구조 및 그물망 구조의 전력계통에서 균작전용 전력공급 시스템과 같이 전원용량이나 전력계통의 구성이 변하는 경우, 단락 선로만을 계통에서 분리하기 위해 본 논문에서는 그림 4와 같은 전류전압 비율 계전기를 제안하고 그 특성은 그림 4와 같다고 가정한다.

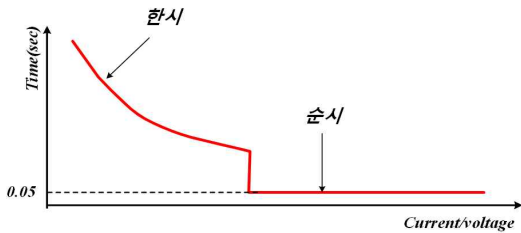


그림 3 제안된 전류전압 비율 계전기 특성곡선
Fig. 3 Characteristic curve of the proposed current-voltage ratio relay

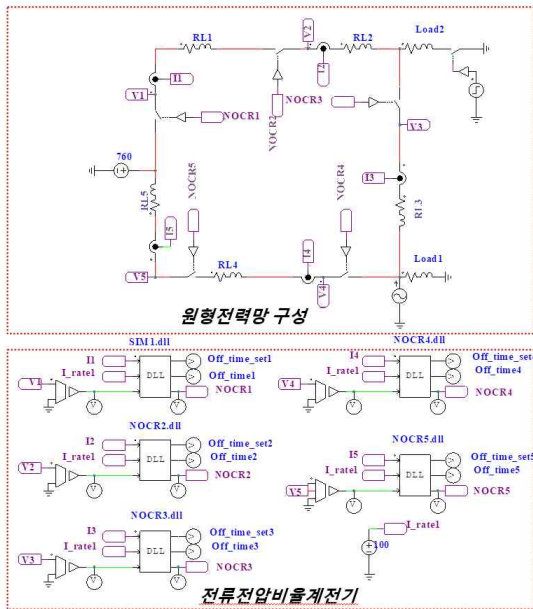


그림 4 시뮬레이션 회로도
Fig. 4 Simulation circuit diagram

그림 4는 시뮬레이션 회로도로서 총 5개의 제안된 전류전압 비율 계전기로 구성되어 있으며, 각 선로는 R-L로 등가화하였다. 동작 후 1초에서 1[옴]에 단락 사고가 발생한 것으로 가정하고, 제안된 알고리즘의 타당성을 검증한다.

그림 5는 시뮬레이션 결과로 한시 특성이 각각 상이하게 나타나며 단락 부분의 한시 기간이 적음을 알 수 있다. 그 결과 전류전압 비율계전기 #2, #3이 차단되어 단락회로부터 분리됨을 알 수 있다.

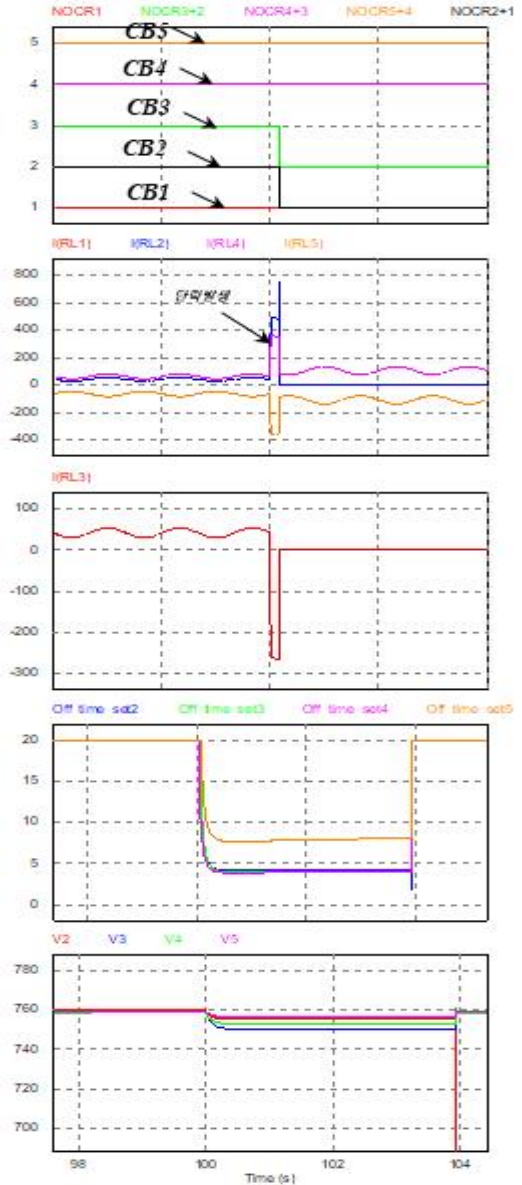


그림 5 시뮬레이션 결과
Fig. 5 Simulation result

4. 결론

본 논문에서는 트리구조, 환형구조 및 그물망 미니마이크로 그리드에서 단락 사고 발생 시 단락 지점을 신속히 제거함으로써 전체 전력망의 전력전송의 안정성을 높이기 위해 새로운 전류/전압 비율계전기 제안하였다. 또한 DC전력망에 대하여 시뮬레이션을 행하여 제안된 방식의 타당성을 검증하였다.

본 연구는 2021년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(No. 20214000000560)

참고 문헌

[1] 김진수(Jin-Su Kim),박진현(Jin-Hyeon Park),조보현(Bo-Hyeon Cho),문원식(Won-Sik Moon),조성민(Sung-Min Cho),and 김재철(Jae-Chul Kim). "PSCAD를 이용한 상시 루프배전시스템의 보호 계전기 모델." 대한전기학회 학술대회 논문집 2011.7 (2011): 406-407.