

마이크로그리드를 위한 Thyristor Circuit Breaker의 구현

김진영*, 김슬기*, 김인동*, 노의철*, 김흥근**
 부경대 전기공학과*, 경북대학교 전기공학과**

Implementation of Thyristor Circuit Breaker for Microgrid Applications

Jin Young Kim*, Seul Gi Kim*, In Dong Kim*, Eui Cheol Nho*, Heung Geun Kim**
 Pukyong National Univ.*, Kyungpook National Univ.**

ABSTRACT

마이크로그리드는 분산전원 또는 계통의 Sag/Swell 및 단락 사고, 지락사고 등으로 인한 정전 발생 시에 사고 지점을 제외한 독립운전이 가능해야 한다. 따라서 사고 발생지점을 신속하게 분리할 수 있는 기술이 필요하다. 이러한 배경으로 본 연구에서는 신속하게 사고지점을 차단하는 고속차단 시스템(TCB: Thyristor Circuit Breaker)을 제안한다. 도통손실이 작고 경제적인 Thyristor를 이용하여 25 [kVA]급 TCB 시스템을 제작하고 사고를 모의하여 사고 발생 시의 TCB 시스템 동작특성에 대해 연구한다.

1. 서 론

현대 사회는 일반 수용가에도 민감한 부하들이 널리 보급되어 높은 전력품질이 요구된다. 기존의 기계식 차단기는 상용전원의 3 cycle 부터 차단이 가능하여 신속한 차단이 불가능하므로 사고로 인한 피해 방지가 어렵다. 하지만 반도체 차단기는 1/4 cycle 이내로 차단이 가능하여 사고최대전류 보다 낮은 전류에서 차단되므로 사고의 피해를 줄일 수 있다. 반도체 차단기에 사용되는 반도체 스위칭 소자에는 여러 가지가 있으나 SCR을 사용하는 것이 도통손실이 매우 작고 경제적이다.^{[1][2]}

이러한 배경으로 본 연구에서는 SCR을 이용하여 마이크로

그리드에 적용이 가능한 25 [kVA]급의 TCB를 설계하고 모의 사고 발생 시의 TCB 시스템 동작특성에 대해 연구한다.

2. Thyristor Circuit Breaker 특성

2.1 TCB의 회로구성

그림 1은 TCB 시스템의 회로도이며, 표 1은 시스템을 구성하는 각 소자의 파라미터이다. 정상 운전 시에는 각 상의 양방향 main SCR이 도통되어 부하로 에너지가 전달되며, 사고가 발생하게 되면 병렬로 구성되어 있는 auxiliary SCR이 ON이 되어 충전되어진 C에 의해 main SCR이 신속하게 차단되어 진다.

표 1. 3상 TCB 각 소자의 파라미터

Handling Power	3 phase, 25[kVA], 220[V], 60Hz
SCR(Main)	1200[V], 128[A]
SCR(Auxiliary)	1200[V], 128[A]
Varistor(Main SCR 보호용)	500[V]
Varistor(충전전압 제어용)	120[V]
Diode(충전회로용)	1200[V]
C (충전회로용)	250uF, 440[V]

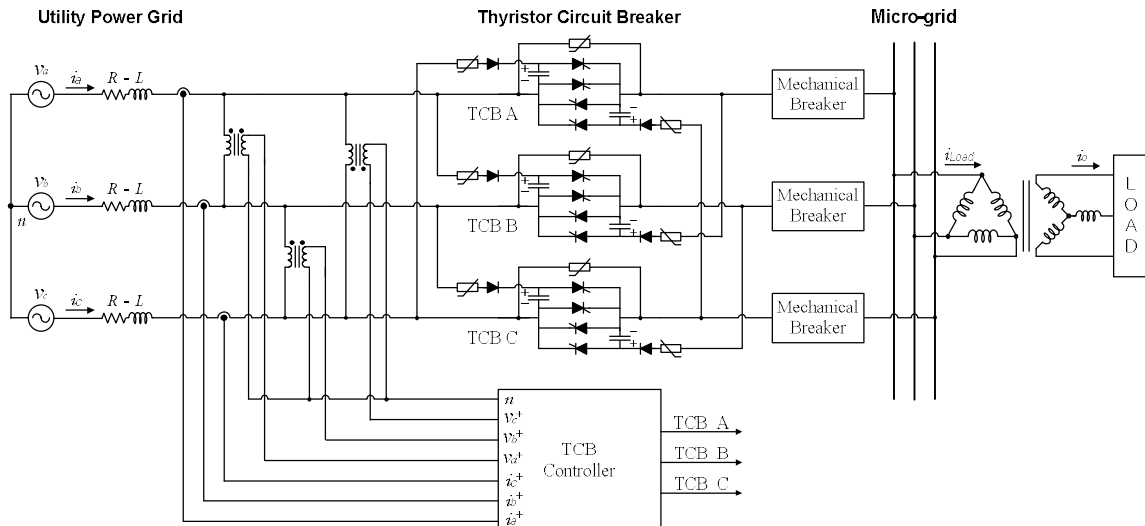


그림 1. 3상 TCB 회로도 및 제어기

2.2 TCB의 동작특성

계통사고의 원인에는 전압의 Sag/Swell등 여러 가지가 있으나 본 실험에서는 Sag 발생 시 시스템의 동작특성을 연구하기 위하여 다음과 표 2와 같은 조건으로 실험하였다.

표 2. 3상 TCB의 실험 파라미터

선간전압	3 phase, 220[V], 60Hz
상전류	5 [A]
Sag 전압	90 [V]

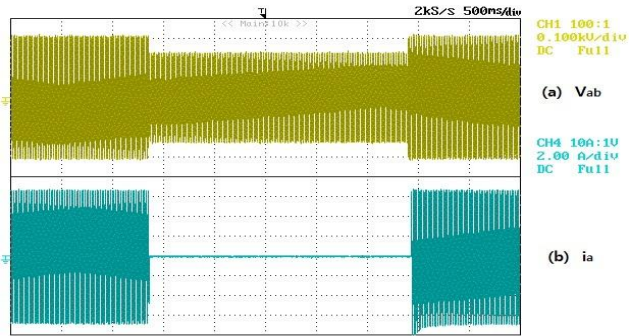


그림 2. Sag 발생 시 선간전압 Vab 및 부하전류 ia

그림 2는 Sag 발생 시 선간전압과 부하전류를 나타낸다. Sag가 발생하여 TCB 시스템에 의해 차단이 되었다가 정상운전 시 복구 되는 것을 확인 할 수 있다.

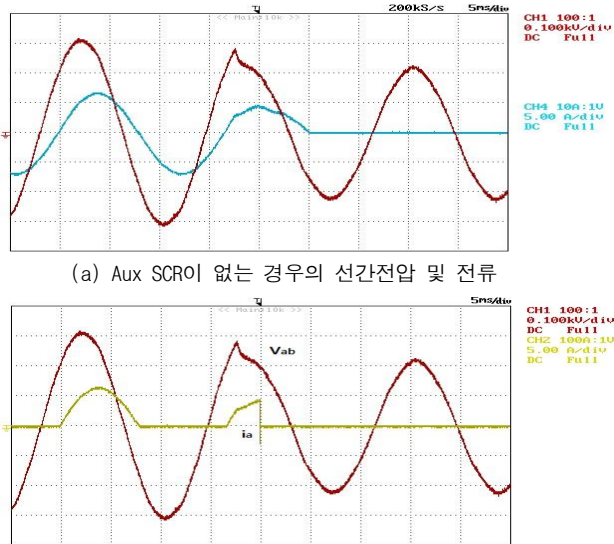
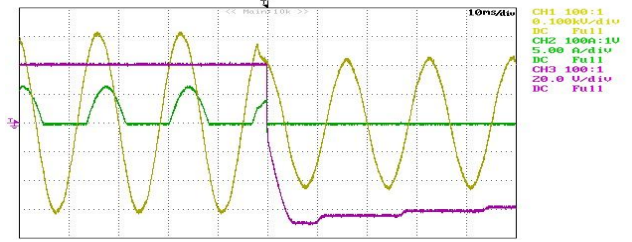
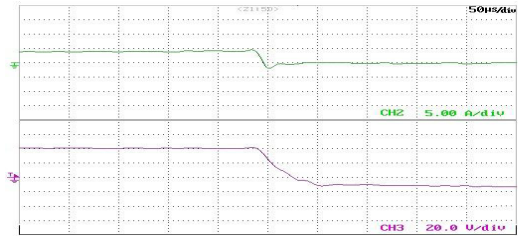


그림 3. Sag 발생 시 선간전압 Vab 및 부하전류 ia

그림 3은 Aux SCR의 유무에 따른 선간전압과 전류 파형이다. (a)는 Aux SCR이 없으므로 Main SCR이 즉시 차단되지 못하여 상전류가 0 [A]이 될 때 차단이 된다. 따라서 최악의 경우 8 [ms]의 차단구간을 가지므로 사고의 피해가 커지게 된다. 하지만 그림 3 (b)는 Aux SCR가 턴온이 되어 C에 의해 Main SCR이 즉시 턴오프 되므로 상전류가 즉시 차단되는 것을 알 수 있다.



(a) Sag 발생 시 선간전압, 부하전류 및 C 전압



(b) Sag 발생 시 부하전류 및 C 전압 확대 파형

그림 4. Sag 발생 시 선간전압, 부하전류 및 C 전압

그림 4 (a)는 Sag 발생 시 선간전압 Vab, 부하전류 ia 및 a 상 상단의 C 전압 파형이다. 그림 4 (b)는 C의 전압이 40[V]에서 0 [V]가 되기까지의 시간이 50 [us]가 소요 되는 것을 보여 준다. 50 [us]는 main SCR의 턴오프 시간(tq)보다 충분히 크기 때문에 부하전류가 차단되는 것을 확인 할 수 있다. 하지만 C의 용량이 작을 때는 0 [V]가 되기까지의 시간이 main SCR의 턴오프 시간보다 작게 되므로 부하 전류는 차단되지 못하고 main SCR을 통해 다시 흐르게 된다.

3. 결론

본 논문에서는 계통과 마이크로그리드에 적용하기 위한 25 [kVA]급 TCB에 대해 연구 하였다. SCR은 턴오프를 위해 전류회로를 필요로 하지만 도통손실이 매우 작고 경제적이므로 TCB를 구성하기에 적합한 소자이다. 따라서 SCR로 구성된 TCB를 구현하고, Sag 발생 시의 차단특성을 살펴보았다. 3상 단락사고 및 단상지락 사고 시의 TCB 동작특성은 추후 연구할 예정이다. 본 논문에서 연구한 TCB의 설계 및 동작특성은 향후 마이크로그리드 시스템의 설계 및 구현에 활용될 것으로 기대된다.

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.
(No. 2007 P EP HM 04 0000)

참고 문헌

- [1] Christoph Meyer, "Solid State Circuit Breakers and Current Limiters for Medium Voltage Systems Having Distributed Power Systems" IEEE Trans, Power Electron, vol 19. no5, pp.1333 1340, Sep. 2004
- [2] Christoph Meyer, "Solid State Circuit Breaker Based on Active Thyristor Topologies" IEEE Trans, Power Electron, vol 21 no2, pp 450 458, Mar 2006