

모션 전압을 이용한 SCR Type 고속 DC 차단기 연구

주홍주*, 김수연*, 강성용*, 김국현*, 박성미**, 박성준*
전남대학교*, 한국승강기대학교**

Study on SCR Type High Speed DC Circuit Breaker Using Bus Voltage

Hong Ju Ju*, Soo Yeon Kim*, Kuk Hyeon Kim*, Seong Yong Kang*, Seong Mi Park**,
Sung Jun Park*
Chonnam University*, Korea Lift College**

ABSTRACT

태양광 발전의 DC 전압 출력 및 케이블을 이용한 해상풍력 발전과 같은 신재생 에너지 이용이 증대되고 있다. 또한, 에너지의 전력전송 대용량화에 따른 기존의 AC 전력전송 방식을 개선한 DC 전력전송에 대한 연구가 활발히 연구되고 있다. DC 전력전송은 송전선로의 원거리화 및 절연내력의 저감과 같은 장점이 있으나, 전류 차단 시 큰 아크로 인하여 고속차단기 구성이 매우 어렵다는 단점이 있다. 최근에는 DC 전력전송에 있어서 큰 과제인 고속차단을 위해 전자식 차단기에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이러한 전자식 차단기를 구성할 경우 차단기 투입 시 큰 돌입전류와 입출력 절연저항이 기존 차단기보다 낮아지는 단점으로 인해 매우 큰 아크가 발생한다. 본 논문에서는 고 전압 대 전류에 적합하고 피크성 전압/전류에 강한 소자인 SCR을 이용한 전자식 DC 차단기 연구를 진행하였다. .

1. 서 론

최근 지구 온난화 방지 및 설치가 쉬운 장점으로 인하여 차세대 에너지원인 태양광 발전 시스템을 이용한 DC 전력망 구축이 주목 받고 있다.^[1] 이러한 DC 계통의 시스템에서 설비 및 기기의 안전성을 확보하기 위해 고장전류에 대한 차단기술과 누설전류에 대한 안정적인 보호기술에 대한 연구가 이루어지고 있다.^[2] 단락 및 시스템 사고 발생 시 대표적인 회로 차단 기술은 Fuse와 차단기이지만 Fuse는 일회성이라는 단점으로 인해 재 투입이 가능한 차단기를 사용하여 회로를 차단하고 있다. DC 전력망에서 DC 차단기는 종류도 한정적이지만 그 가격도 매우 고가이다. 이러한 이유로 산업체에서는 기존 AC 차단기를 대체하여 사용하고 있다.^[3] 하지만 고장 검출 방식과 기계식 접점을 개폐해서 TRIP 동작을 하다 보니 개폐 속도의 한계가 발생한다. 최근에는 이러한 단점을 개선하기 위해 전자식 DC 차단기에 대한 연구가 이루어지고 있다. 하지만 전자식 DC 차단기를 구성할 경우 차단기 투입 시 큰 돌입전류와 입출력 절연저항이 기존 차단기 보다 낮아지는 단점으로 인해 매우 큰 아크가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 단점을 개선하기 위해 고 전압 대 전류에 적합하고 피크성 전압/전류에 강한 소자인 SCR을 이용한 전자식 DC 차단기를 제안하고 시뮬레이션을 통해 그 타당성을 검증한다.

2. 본 론

2.1. 기존 배선용 차단기

배선용 차단기는 그림 1과 같이 과전류 값에 반비례한 동작 시간을 갖는 한시트립과 과전류가 흘렀을 경우에 지연 없이 차단기를 개방시키는 순시트립 특성을 가지고 있다. 하지만 기존 배선용 차단기의 경우 고장 전류가 정격 전류의 수십 배 이상 되어야만 수십 ms 이내 차단이 가능하여 전력을 공급받는 부하 부에 전기적 과손이 발생하는 경우가 빈번하다. 또한 한시 차단 시 Trip 발생 시간이 정확하지 않아 정확한 전류 조건에 의한 Trip이 불가능 하다는 단점이 있다.

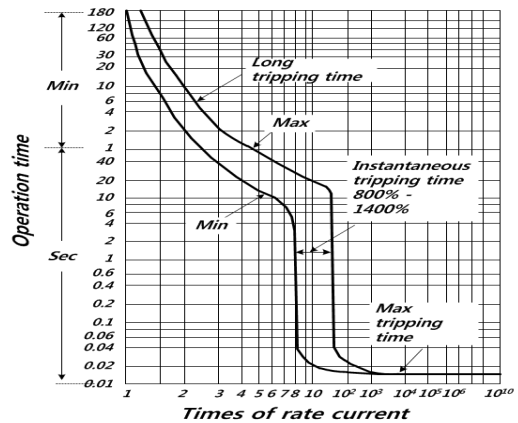


그림 1 기존 차단기 동작 특성
Fig. 1 Breaker operating characteristics

차단 시간 및 아크 발생을 보완하고 자가 진단, 원격 모니터링 등 추가적인 스마트 기능을 제공하여 전력의 고신뢰도화에 대응할 수 있는 전자식 차단기가 요구되고 있다.

2.2 제안된 전자식 DC 차단기

그림 2는 본 연구에서 제안하는 SCR을 이용한 전자식 DC 차단기 회로도이다. 제안된 전자식 DC 차단기는 SCR을 이용하여 구성하였고 차단을 위한 별도의 강제전류회로를 구성하여

전원의 투입 및 차단이 이뤄지도록 구성하였다. 또한, 마이크로 프로세서를 이용하여 Switch의 ON/OFF 시간을 10[us] 이내를 제한함으로써 투입 및 차단 시 순간적인 돌입전류를 제한하였다.

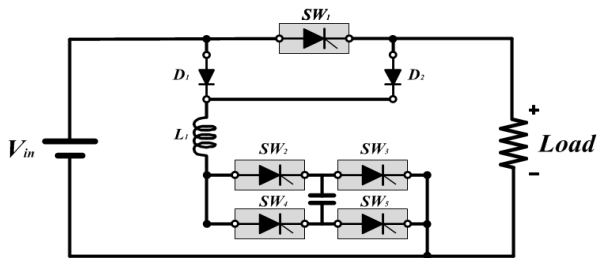
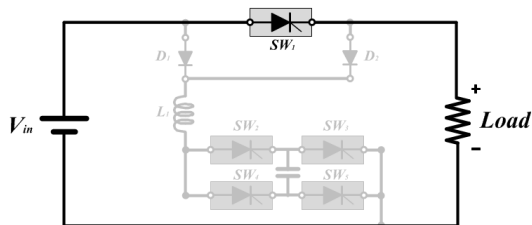
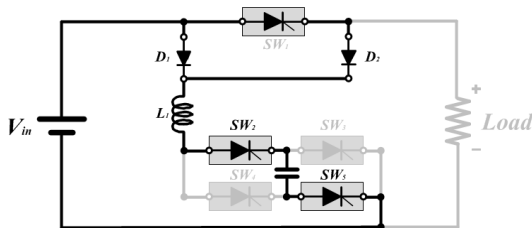


그림 2 SCR DC 차단기 회로도
Fig. 2 SCR DC Breaker circuit breaker

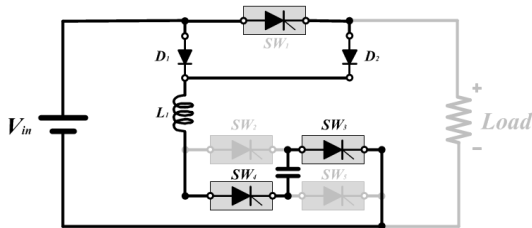
그림 3은 DC 차단기의 동작모드를 나타낸다. 전원 투입 모드, 전원 차단모드로 구분되며 차단모드는 Commutation 회로를 사용함으로써 2중 차단이 가능하여 전류차단 실패를 최소화 하였다.



a. 전원 투입 모드



b. 전원 차단 모드 1



c. 전원 차단 모드 2

그림 3 SCR 타입 DC 차단기 동작 모드
Fig. 3 SCR Type DC Breaker circuit breaker

2.3 전자식 DC 차단기 시뮬레이션

그림 4는 본 연구에서 제안한 SCR DC 차단기의 시뮬레이션 회로도이다. 입력 전원 DC 50[V], 부하 1[Ω]으로 설계하여 회로를 구성하였고 전원 투입 및 차단 실험이 가능하도록 Switch ON/OFF 시퀀스를 구성하였다.

그림 5는 시뮬레이션 결과 파형이다. 실험 결과에서 보여지듯이 SW1을 ON 함과 동시에 100 [us] 이내에 부하로 에너지가 전달되었고 차단 시퀀스가 Start 한 시점에서 1 [ms] 이내에 차단이 되는 것을 확인 할 수 있다.

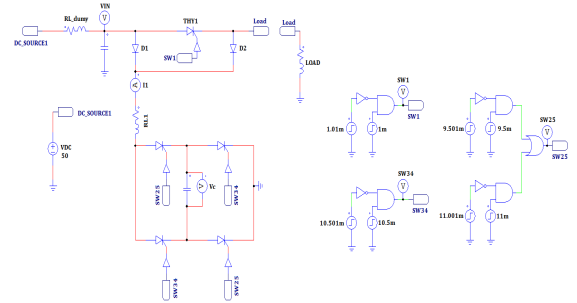


그림 4. SCR DC 차단기 시뮬레이션 회로
Fig. 4. SCR DC breaker Simulation circuit

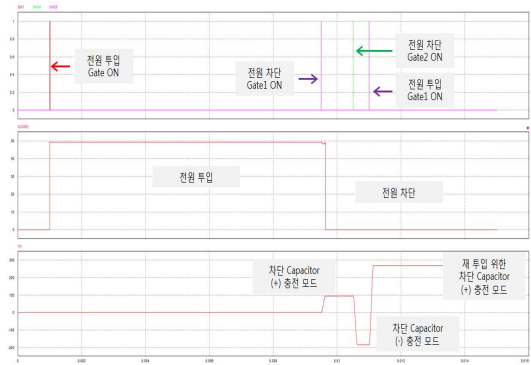


그림 5 SCR DC 차단기 시뮬레이션 결과
Fig. 5 SCR DC breaker simulation result

DC 전력망에서 설비 및 기기의 안전성을 확보하기 위해 고장전류에 대비한 차단기술이 필수적이다. 본 연구에서는 고전류에 강인한 SCR을 이용하여 기존 차단기에서 문제가 되었던 차단기 개폐속도 및 아크를 개선할 수 있는 전자식 DC 차단기를 제안하고 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

이 논문은 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 지역주력산업 육성사업으로 수행된 연구결과입니다.
(No. R0003348)

참 고 문 헌

[1] Hyosung Kim, "DC distribution systems and circuit breaking technology", The Journal of the Korean Institute of Power Electronics, Vol. 15, No. 5, pp. 40-46, 2010. 10.
[2] T.Babasaki, T.Tanaka, Y.Nozaki, T.Aoki, F.Kurokawa, "Developing of Higher Voltage Direct Current Power feeding Prototype System", INTELEC 2009. 31stInternational, pp. 1-5, 2009. .