

전류 커패시터의 재충전이 용이한 DC 반도체 차단기

송승민, 김진영, 최승수, 김인동
부경대학교

A DC Solid-State Circuit Breaker with Easy Recharging Capability of Commutation Capacitor

Seung-Min Song, Jin-Young Kim, Seung-Soo Choi, In-Dong Kim
Pukyong National University

ABSTRACT

DC 전송과 민감 부하가 발달함에 따라 안정적인 전력을 공급하기 위해서 신속한 차단이 가능한 DC 차단기가 요구된다. 이러한 배경으로 본 연구에서는 신속한 차단과 전류 커패시터를 쉽게 재충전할 수 있는 구조가 간단한 새로운 DC SSCB를 제안한다. 제안하는 DC SSCB는 단락사고를 모의하여 시뮬레이션을 통해 동작특성을 검증한다. 본 논문에서 연구한 DC SSCB는 향후 DC 그리드 시스템의 설계 및 구현에 활용될 것으로 기대된다.

1. 서론

DC 전송과 민감 부하가 발달함에 따라 안정적인 전력을 공급하기 위해서 DC 차단기가 요구된다.^[1] 사고의 최대 전류에 도달한 뒤에 차단이 되는 기계식 차단기에 비해 SSCB는 1 [ms] 이내에 차단이 가능하여 사고의 피해를 예방할 수 있다.

기존의 DC SSCB는 전류 커패시터의 전압을 유지하기 위해 제어 복잡해지는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 신속한 차단이 가능하며 간단한 제어로 전류 커패시터의 재충전이 용이한 DC SSCB를 제안한다. 제안하는 DC SSCB는 가정용 DC 전송으로 적합한 380 [V], 5 [kW]급으로 설계하고 단락사고를 모의하여 시뮬레이션과 실험을 통해 동작 특성을 검증한다.

2. 제안하는 DC SSCB

2.1 제안하는 DC SSCB

그림 1은 본 연구에서 제안하는 DC SSCB 회로이며 그림 2는 시간에 따른 DC SSCB의 각 동작모드를 나타낸다. 제안한 DC SSCB의 동작은 충전모드, 정상모드, 차단모드, 재충전모드로 나뉜다. 충전모드에서는 사고 차단 시 사용되는 전류 커패시터를 충전하게 되고, 정상모드에서는 SCR S_1 을 통해 부하로 에너지가 전달된다. 사고가 발생하면 차단모드가 시작되고 사고전류가 신속하게 차단이 된다. 재충전모드에서는 전류 커패시터를 재충전하게 된다. 커패시터의 재충전이 완료되면 사고의 재차단이 가능하므로 SSCB는 재투입 동작을 할 수 있다.

제안하는 DC SSCB는 커패시터의 충전을 위한 별도의 제어 요구되지 않아서 제어가 간단하다. 전류 커패시터는 과충전되지 않고 항상 일정한 전압을 유지하므로 신뢰도가 보장된다.

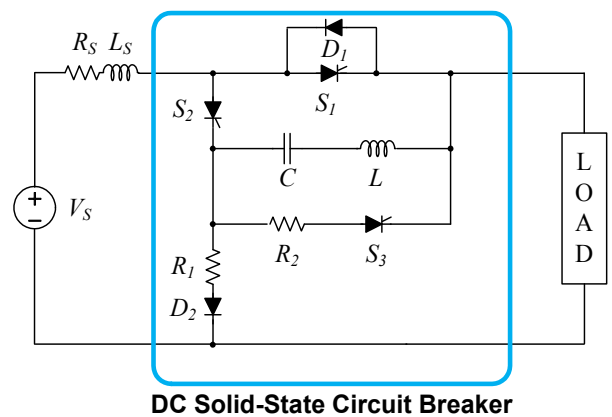


Fig. 1 Proposed DC Solid State Circuit Breaker

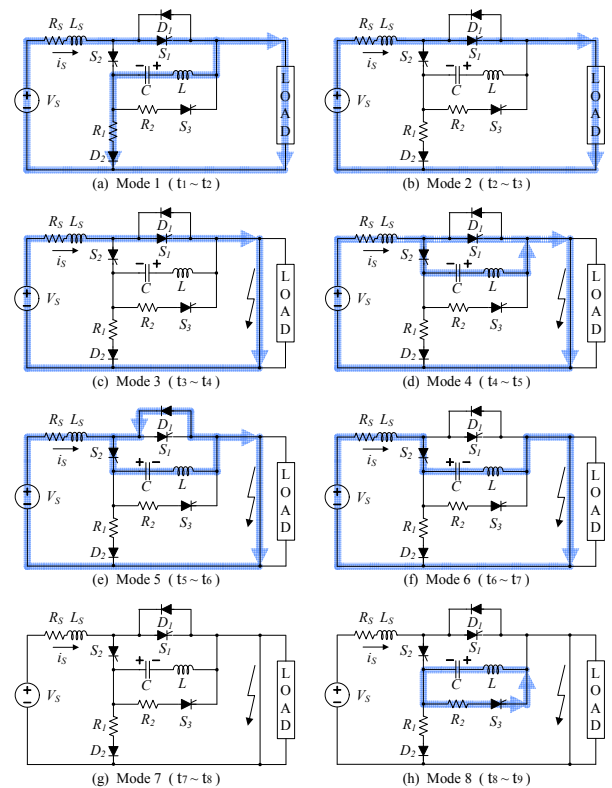


Fig. 2 Operating mode of the proposed DC SSCB

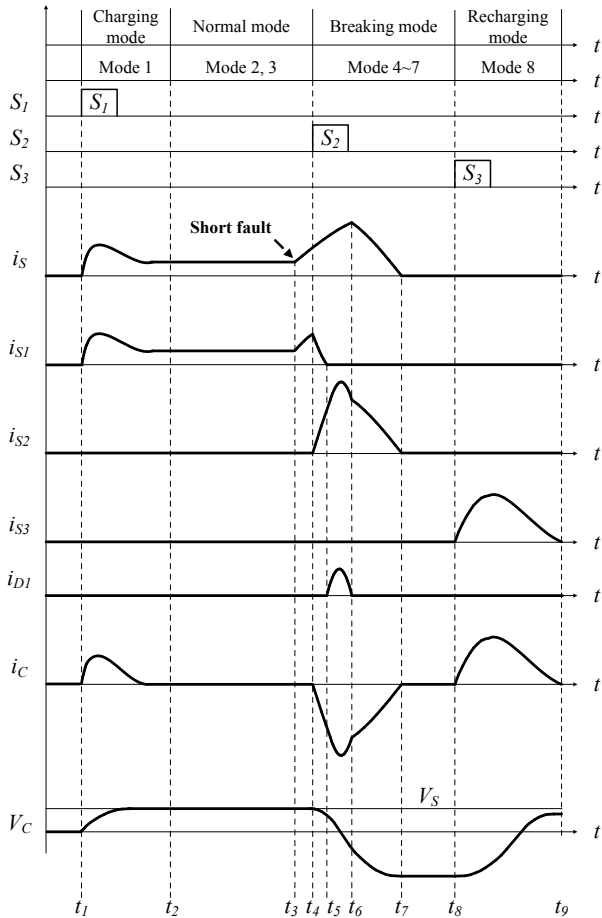


Fig. 3 Operating waveform of the proposed DC SSCB

그림 3은 모드에 따른 각 소자의 파형을 나타낸다.

2.2 제안하는 DC SSCB의 시뮬레이션 결과

표 1 시스템 파라미터

Table 1 System Parameter

Parameters	Specification
Power rating	5 [kW], 380 [Vdc]
Full load Current	13.1 [A]
Line impedance R_s, L_s	50 [mΩ], 100[uH]
Range of trip setting	13.1 [A] → 50 [A]
Short fault switch resistance	100 [mΩ]
L	25 [uH]
C	100 [uF]
R_1	50 [Ω]
R_2	0.2 [Ω]

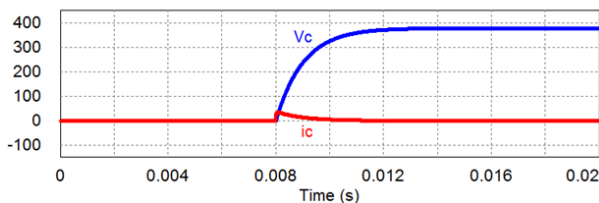


Fig. 4 V_C and i_C simulation waveform of charging mode

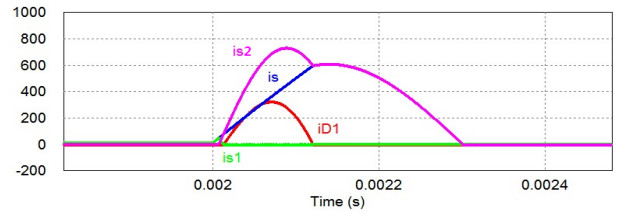


Fig. 5 i_S, i_{S1}, i_{S2} and i_{D1} simulation waveform of breaking mode

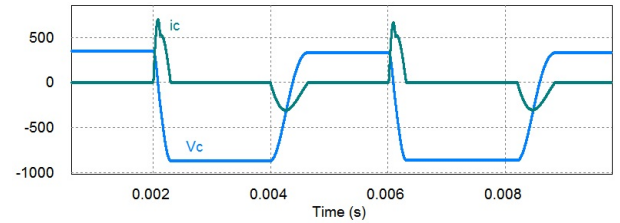


Fig. 6 V_C and i_C simulation waveform of operating duty

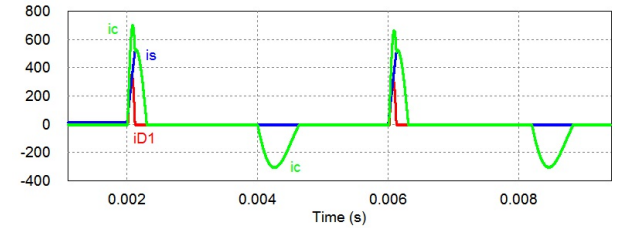


Fig. 7 i_S, i_C and i_{D1} simulation waveform of operating duty

그림 4는 충전모드의 전류 커패시터 전압과 전류파형이며 그림 5은 차단모드 동작 시 각 소자의 전류파형이다. 그림 6과 그림 7은 단락사고가 발생하여 SSCB가 차단, 재충전, 재투입, 재차단, 재충전 동작을 순서대로 수행할 시 각 소자의 전류파형과 전류 커패시터의 전압 파형이다. 그림 5-7을 통해 제안하는 DC SSCB는 재투입과 재차단 동작이 원활하게 이루어지는 것을 확인할 수 있다.

3. 결론

DC 그리드의 높은 전력품질을 위해서는 DC SSCB는 필수 요소이다. 본 연구에서는 신속한 차단이 가능하며 추가회로 없이 전류 커패시터의 재충전이 용이한 DC SSCB를 제안한다. 제안하는 DC SSCB는 가정용 DC 전송으로 적합한 380[V], 5 [kW]급으로 설계하고 단락사고를 모의하여 시뮬레이션을 통해 동작특성을 검증하였다. 본 논문에서 연구한 DC SSCB는 향후 DC 그리드 시스템의 설계 및 구현에 활용될 것으로 기대된다.

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2016년)에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] A. Sannino, G. Postiglione, and M.H. Bollen, "Feasibility of a DC Network for Commercial Facilities," IEEE Trans. on Industry Applications, vol. 39, no. 5, pp. 1499-1507, Sep-Oct. 2003.