

독립 운전을 위한 DAB 컨버터의 전압 제어

허윤재*, 이교범*
아주대학교

Voltage Control of a DAB Converter for Islanded Operation

Yoon-Jae Heo*, Kyo-Beum Lee*
Ajou University*

ABSTRACT

본 논문은 LVDC 배전망에서 독립 운전을 위한 컨버터의 전압 제어에 대하여 다룬다. LVDC 배전망에 전력을 효율적으로 사용하기 위해서 양방향의 전력전달이 용이한 DAB 컨버터는 많이 사용한다. 다만, 상위 계통에서 사고가 발생하더라도 독자적으로 운영이 필요한 상황이 발생한다. 전압이 인가되지 않은 독립 운전의 경우 DC 버스 측의 전원 공급이 필요하다. 따라서, 전원공급에 필요한 전압을 인가하는 소프트 스타트를 활용한 독립운전을 위한 전압 제어가 필요하다.

본 논문에서는 전압이 인가되지 않은 독립 운전을 위한 전압 제어를 제안하고, 50kW급 DAB 컨버터의 실험 결과를 바탕으로 제안된 전압 제어를 검증하였다.

1. 서 론

최근 기후변화에 대응하기 위한 탄소 중립이 대두되는 가운데 전 세계적으로 분산전원이 확대되고 있다. 특히, 태양광 및 에너지 저장 장치 등의 직류 출력 특성을 갖는 분산전원과 LVDC 배전망의 연계는 변환 단계에 따른 효율 증가 및 신뢰성 향상 등의 장점으로 많은 관심과 연구가 가속화되고 있다. 이러한 LVDC 배전망의 확산에 있어 안정적인 운영 시스템의 위한 연구개발은 필수적이다.^[1] LVDC 배전망의 가장 큰 특징 중 하나는 상위 계통에서 치명적인 사고가 발생하더라도, 독립운전을 통해 독자적으로 LVDC 배전망내 수요공급을 유지할 수 있다는 점이다. 이러한 LVDC 배전망의 독립 운전 기능은 전통적인 전력계통에서 불가능했던 기능으로, 최근 이와 관련하여 많은 연구가 진행되고 있다.^[2]

LVDC 배전망에서 에너지 저장시스템과 양방향 전력전송을 위해 사용되는 컨버터는 Dual Active Bridge(DAB) 컨버터가 널리 사용되고 있다. DAB 컨버터의 경우 1차측과 2차측이 풀 브릿지로 구성되어 있으며, 1차측과 2차측의 위상 차이를 통해 양방향으로 전력을 전달한다. DAB 컨버터의 독립운전의 경우 높은 돌입전류를 발생하게 된다. 이러한 높은 전류는 전력반도체 소자를 과손시키는 문제를 발생한다.^[3]

본 논문에서는 소프트 스타트를 활용한 독립 운전 전압 제어를 제안한다. 50kW급 DAB 컨버터의 시제품 제작 및 시험을 통해 제안하는 소프트 스타트 알고리즘을 검증한다.

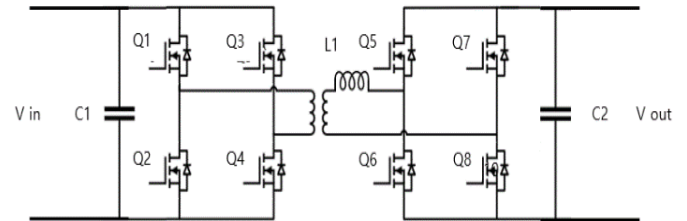


그림1 DAB 컨버터 회로도
Fig.1 Circuit of DAB Converter

2. DAB 컨버터의 전압 제어

2.1 소프트 스타트 알고리즘

독립운전 상황에서 입력측 전압을 이용하여 출력측 전압 제어하기 위해 구성된 소프트 스타트 알고리즘을 제안한다. 그림1과 같이 초기 상태에서 풀 브릿지의 위상 변이에 의한 컨버터의 유효 듀티를 증가한 후 2차측에 전압이 인가되면 유효 듀티를 낮춰 출력측 전압 제어하는 단계로 구성된다.

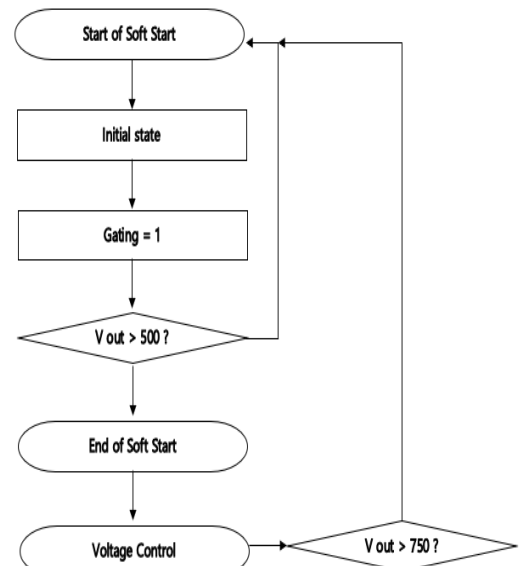


그림2 제안하는 알고리즘 순서도
Fig.2 Proposed algorithm.

1.2 실험 결과 및 검증

소프트 스타트를 이용한 전압 제어의 알고리즘을 검증하기 위해 50kW급 DAB 컨버터의 시제품을 그림2와 같이 구성하였다. DAB 사양은 표1과 같다.

표 1 DAB 컨버터 사양

Table 1 DAB Converter parameters

Parameter	Value
정격 부하	50kW
Input Voltage	470V
Output Voltage	750V
C1	2,200uF
C2	1,220uF
L1	17.6uH
Switch Frequency	20kHz

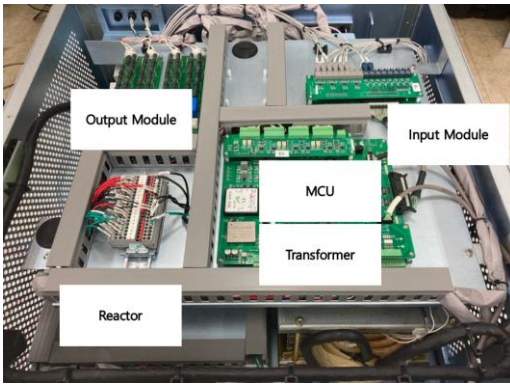


그림2 DAB 컨버터 실험 세트

Fig.2 DAB Converter Set

그림3은 정격 전압 사양에서의 DAB 전압제어를 보여준다. 입력전압은 470V, 출력전압 750V 조건에서 실험을 수행하였다. 제안하는 소프트 스타트 알고리즘을 적용하여 동작하는 것을 확인하였다.

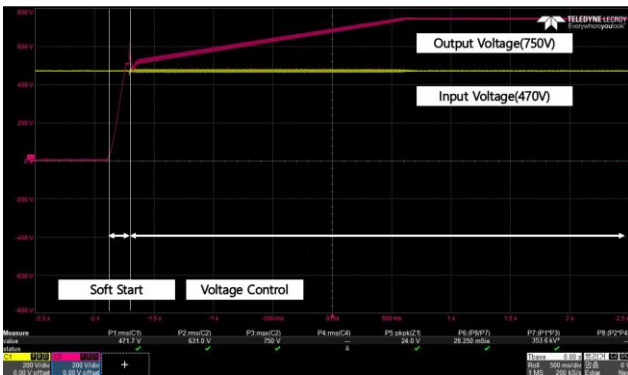


그림3 소프트 스타트 적용된 전압 제어 - 입력 470V

Fig.3 Soft start applied voltage control - Input 470V

그림4는 430V 입력 조건에서 소프트 스타트를 적용하여 750V 출력 전압 제어하는 것을 확인하였다.

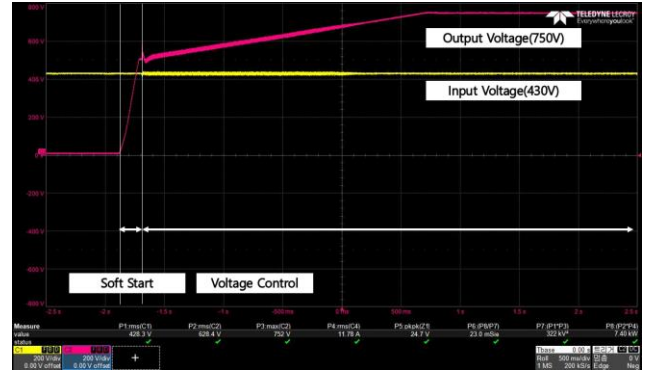


그림4 소프트 스타트 적용된 전압 제어 - 입력 430V

Fig.4 Soft start applied voltage control - Input 430V

그림5는 500V 입력 조건에서 소프트 스타트를 적용하여 750V 출력 전압 제어하는 것을 확인하였다.

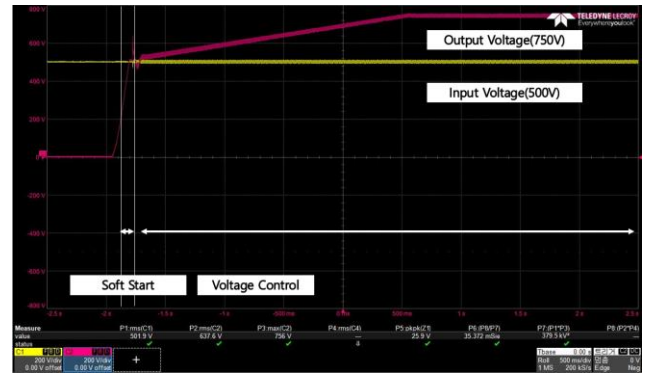


그림5 소프트 스타트 적용된 전압 제어 - 입력 500V

Fig.5 Soft start applied voltage control - Input 500V

전압이 인가되지 않은 출력 전압 상황에서 정격 입력 전압 470V에서 750V 출력 전압 제어를 확인하였다. 정격 이하의 입력 전압 430V 및 정격 이상의 입력 전압 500V에서 750V 출력 전압 제어를 확인하였다.

3. 결론

본 논문에서는 소프트 스타트를 활용한 독립 운전 전압 제어를 제안하였다. 50kW급 DAB 컨버터의 시제품 제작 및 시험을 통해 제안하는 소프트 스타트 알고리즘을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] S. H. U. Choi, "FCL operation plan for protection cooperation in LVDC distribution network", Proceedings of the KIEE Conference pp. 189-190, 2022 May
- [2] S. Y. Lee, "Unit Commitment of a Microgrid Considering Islanded Operation Scenarios", The Transactions of Institute of Electrical Engineers, Vol. 67, No. 1, pp. 708-714, 2018.
- [3] B. W. Kwak, "Inrush Current Reduction Technology of Dual Active Bridge Converter for Low Voltage Battery System for DC Micro Grid", Proceedings of the KIPE Conference, pp. 4-5, 2019 July