

병렬 부하를 갖는 DC배전 시스템을 위한 Voltage Bus Conditioner의 향상된 적응제어

이병헌*, 장한솔*, 나재두**, 김영석*
 인하대학교*, 인하공업전문대학**

An improved adaptive control technique for the Voltage Bus Conditioner with parallel loads in the DC Power Distribution System

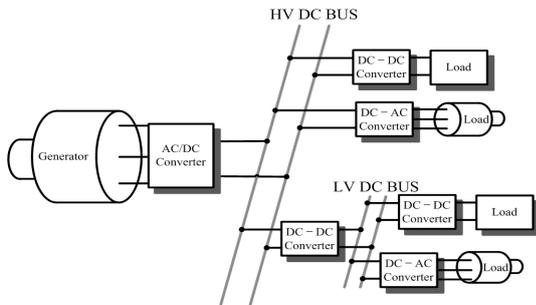
Byung-Hun Lee*, Han-sol Chang*, Jae-Du La**, Young-Seok Kim*
 Inha University*, Inha Technical College**

ABSTRACT

In DC Power Distribution System(DC PDS), a bus voltage instability is occurred by multiple parallel loads. The Voltage Bus Conditioner(VBC) is used to mitigate the DC bus voltage transient. An adaptive controller of the VBC is designed and the simulation result of the controller is verified by PSIM simulation package for the proposed control technique.

1. 서론

DC PDS는 사용지점에 위치한 다수의 DC/DC 컨버터가 부하에 알맞은 전압을 공급할 수 있고, 고효율, 모듈화의 용이성 등의 장점으로 전기 자동차, 항공기, 군사 시스템, 신재생 에너지 등 광범위하게 사용되고 있다.^[1] <그림 1. 1>은 DC PDS의 구조를 나타낸다. 이러한 DC PDS에서 빠른 주파수로 on/off 하는 부하는 DC 시스템의 불안정 현상을 초래하고 다른 부하의 정상적인 동작을 방해한다.^[2]



<그림 1.1 DC PDS의 구조>

이러한 DC PDS의 DC BUS에 VBC를 병렬로 연결함으로써 부하의 변동에 따른 전력 시스템의 전압을 안정화 하고 과도 상태를 완화 시킬 수 있다.^[3]

2. 본론

2.1 제안된 컨버터

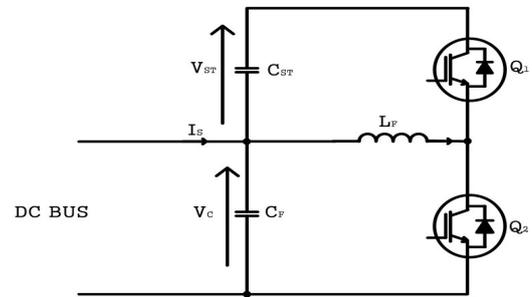
<그림 2.1>은 VBC 회로를 나타낸다. 두 개의 스위치 Q_1 과 Q_2 는 서로 반전되어 대칭적으로 동작하며 스위치의 정상상태 듀티비는 스위치 Q_2 를 기준으로 다음과 같다.^[3]

$$D = \frac{V_{ST}}{V_{ST} + V_C} \quad (1)$$

2.2 적응 제어기법

VBC의 제어는 버스 전압의 과도를 완화하기 위한 주 제어

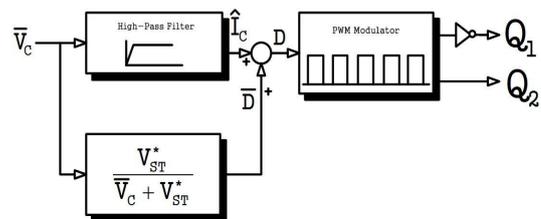
와 저장장치의 전압을 일정하게 유지 하기위한 보조 제어로 나뉘어진다..



<그림 2.1 제안된 컨버터 회로>

VBC의 제어법칙으로 듀티비는 컨버터의 정상상태 듀티비, 외란에 의한 필터 커패시터의 전류변화의 두 개의 항으로 구분 될 수 있다.

$$D = \bar{D} + \rho \hat{I}_C \quad (2)$$



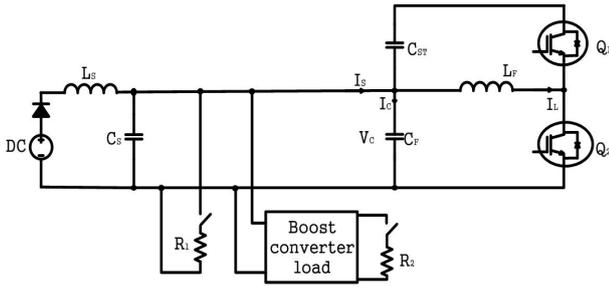
<그림 2.2 VBC의 제어 블록 다이어그램>

<그림 2.2>는 고역 필터를 사용한 VBC의 제어 블록 다이어그램을 나타낸다. 커패시터 전압 \bar{V}_C 는 필터 커패시터로부터 직접 측정되어 지고 커패시터 전류 I_C 는 버스전압 \bar{V}_C 를 고역 필터를 추정하여 얻어질 수 있다. 필터를 이용한 전류 추정은 센서의 개수를 감소시킬 수 있다. 고역 필터를 적용한 적응제어기는 다음과 같이 표현 될 수 있다.^[4]

$$D = \frac{V_{ST}^*}{\bar{V}_C + V_{ST}^*} + 2\pi f_c C_{FP} \frac{s}{s + \omega_c} \bar{V}_C \quad (3)$$

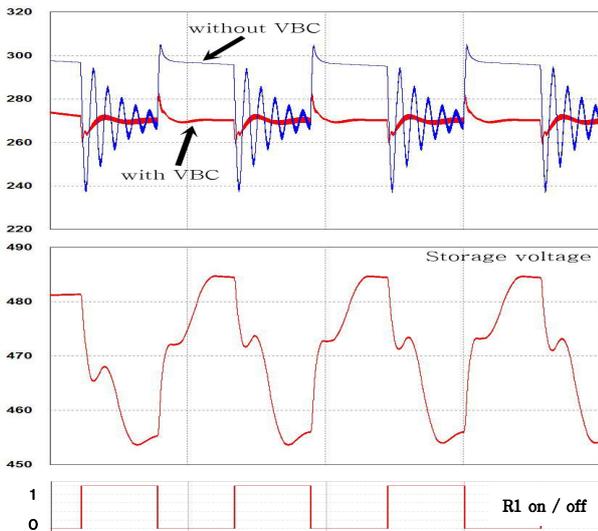
2.3. 모의 실험

VBC의 스위칭 주파수는 20[kHz] 이며 대역 필터의 cut off 주파수는 스위칭 주파수의 1/10 인 2[kHz]로 선정하였다. 회로의 파라미터는 <표 1>과 같다. 부하는 90[Hz], 50% 듀티비로 on/off를 반복한다.

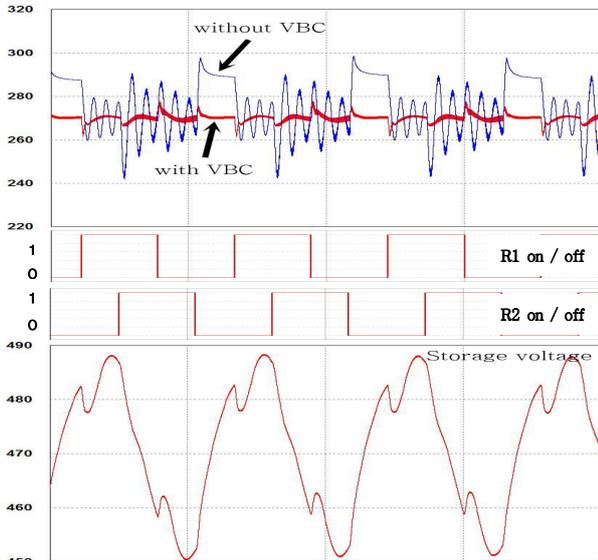


<그림 2.3 모의 실험 회로>

2.3.1 저항과 컨버터가 동시 동작하는 경우



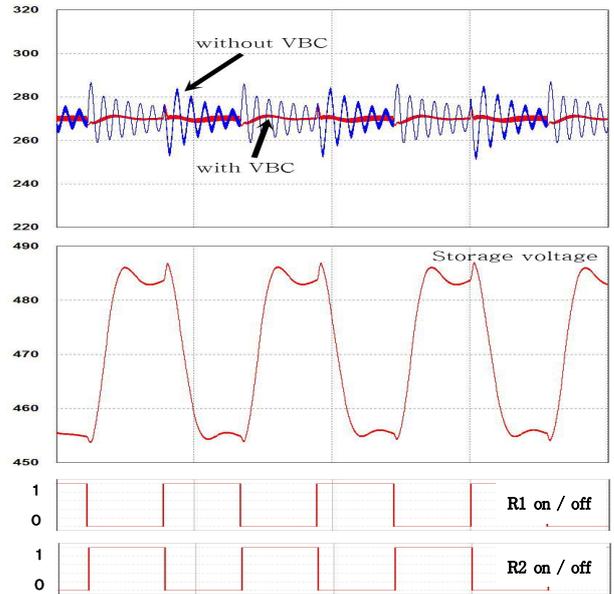
2.3.2 저항과 컨버터가 90도의 위상차로 동작하는 경우



2.3.3 저항과 컨버터가 반전되어 동작하는 경우

모의 실험을 통해 저항과 컨버터가 부하로 작용하는 경우에 발생하는 버스 전압의 과도 현상이 완화됨을 확인할 수 있다. 부하가 서로 반전되어 동작하는 경우 버스 전압의 계속적인 공진이 발생하게 되는데 VBC를 회로에 병렬로 연결함으로써 발생하는 전압의 불안정 현상이 완화되는 것을 모의 실험을 통해

확인할 수 있다.



Parameter	Value	Unit
DC	270	V
L_S	400	μH
C_S	50	μF
C_{ST}	100	μF
C_F	1.5	μF
L_F	900	μH
부하	저항	1.5[kW]
	컨버터(350[V])	1.5[kW]

<표 1. 회로의 파라미터>

3. 결론

DC배전 시스템에서 부하가 on/off 되는 경우 DC버스에 VBC를 적용함으로써 선로상에 발생하는 전압의 불안정 현상을 완화할 수 있고 이는 DC배전 시스템에서 전압품질을 개선시키고 안정도를 향상 시킨다고 볼 수 있다.

본 연구는 지식 경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 육성지원 사업의 연구 결과로 수행되었음.(NIPA-2011-C1090-1100-0007)

참고 문헌

- [1] Shiguo Luo, Issa Batarseh, "A review of distributed power systems Part I : DC distributed power system", Aerospace and Electronics Systems Magazine, 20, 5-16, 2005
- [2] Claudio Rivetta, Ali Emadi, Geoffrey A. Williams on, Ranjit Jayabalan, Babak Fahimi, "Analysis and control of a buck DC-Dc converter operating with constant power load in sea and undersea vehicles", industry applications conference, vol.2, 1146-1153, 2004
- [3] 나재두, "전력 시스템을 위한 Active damping device", 전기학회 논문지 P, 제 58권 2호 116 ~ 121, 2009
- [4] 나재두, "축소된 캐패시터 스토리지를 갖는 Voltage Bus Conditioner의 향상된 적응제어", 전기학회 논문지 P, 제 60권 제 1호 13 ~ 18, 2011.