

# RFB 용 Dual-Buck Inverter 전압제어 품질 향상에 관한 연구

최중묵, 조영훈, 최규하  
건국대학교 전기공학과

## Analysis of voltage controller of Dual-Buck Inverter using Redox Flow Battery

Jung-Muk Choe, Younghoon Cho, Gyu-Ha Choe  
Konkuk University

### ABSTRACT

This paper proposes advanced RFB PCS for islanded environment. To accommodate islanded system, power conditioning needs voltage control authority changing. Dualbuck inverter topology is designed for the high efficiency. In order to reduce voltage error the repetitive controller is used in this paper. The control performance has been verified with computer simulation.

### 1. 서론

최근 에너지 저장장치 분야에서 슈퍼커패시터, superconducting magnetic energy storage (SMES), 리튬기반 배터리, sodium sulphur battery (NAS) 그리고 redox flow battery (RFB) 등의 전지가 개발되고 있다. 이러한 직류 전원 소스를 교류 전원으로 사용하기 위해서는 인버터가 필요하다. 듀얼벅 인버터는 기존 풀브리지 인버터보다 스위치 개수가 절반이다[1]. 이는 효율과 가격경쟁력에서 이점이 있다. 본 논문에서는 듀얼벅 인버터를 이용하여 인버터 교류전압제어를 한다. 이는 RFB를 이용하여 독립 전원을 만들기 위함이다. 인버터의 전압제어 에러를 줄이기 위해 반복제어기를 사용하였고 이를 시뮬레이션을 통하여 검증 하였다.

### 2. 듀얼벅 인버터 설계

#### 2.1 듀얼벅 인버터 회로

듀얼벅 인버터 회로는 그림 1 과 같다. 하프 브리지 구조이기 때문에 입력 직류 전압의 절반을 이용하여 변조가 가능하다. 두개의 필터 인덕터가 스위치 후단에 사용되며 각 레그에는 하나의 MOSFET와 다이오드가 사용된다. 스위칭은 도통구간은 양쪽이 아닌 하나씩만을 사용한다. 출력 전류 지령치가 윗상일때는 스위치  $Simv1$  만을 사용하고 반대의 경우  $Simv2$  만을 사용한다.

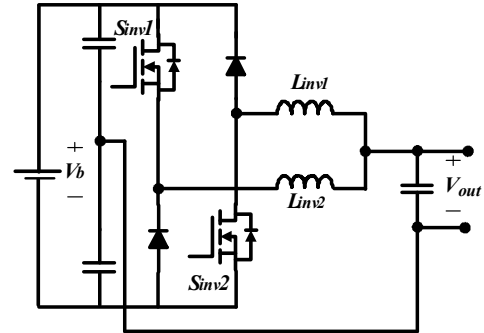


Figure 1. Circuit of Dualbuck inverter

#### 2.2 전압 전류 제어기 설계

제어기의 구조는 전압제어기와 전류제어기로 구성된 이중루프로 설계 되었으며 전압제어 에러를 보상하기 위해 반복제어기가 추가되었다. 이는 그림 2와 같다.

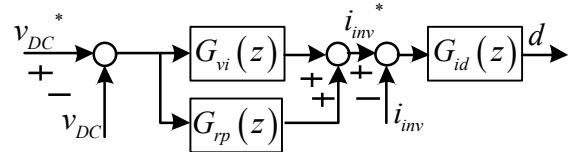


Figure 2. Controller diagram of repetitive dual loop

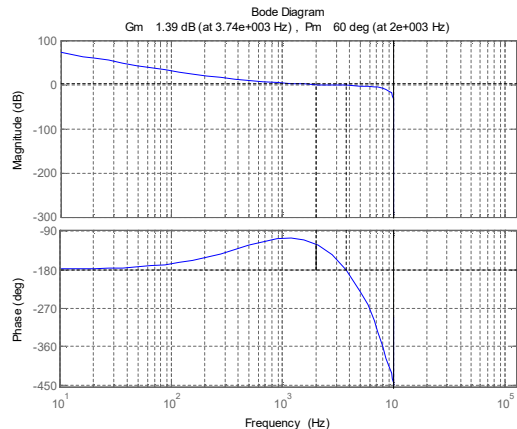


Figure 3. Frequency response of  $Ti(z)$

그림 3은 전류 제어를 이용하여 보상한 인버터 전류모델이다. 대역폭 2kHz에서 위상여유 60도를 확인할 수 있다. 그림 4는 전압 제어를 이용하여 보상한 인버터 전압 모델이다. 대역폭 1kHz에서 위상여유 120도를 확인할 수 있다.

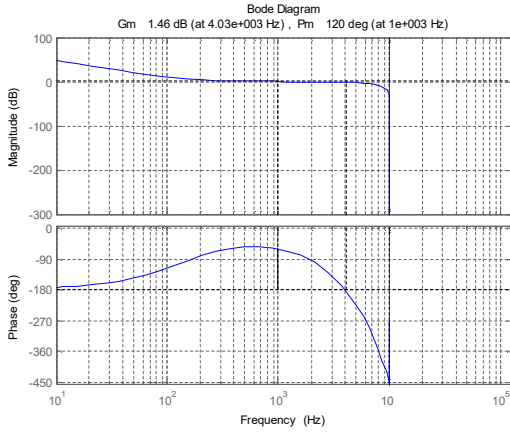


Figure 4. Frequency response of  $Tv(z)$

### 2.3 반복 제어기 설계

반복제어기 설계는 다음과 같다[2].

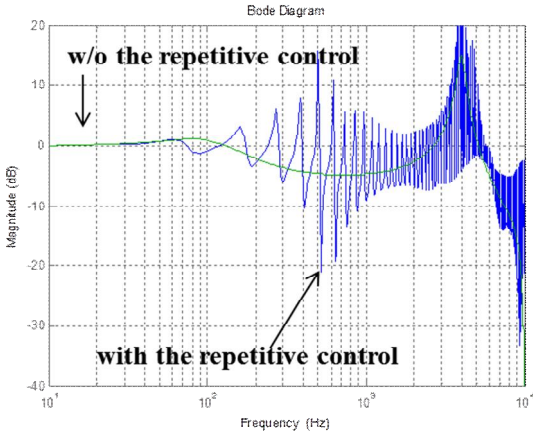


Figure 5. Frequency responses of  $Ge(z)$

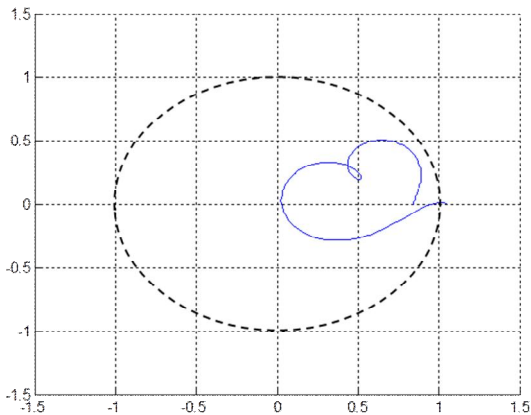


Figure 6. Trajectories for the roots of  $H(z)$

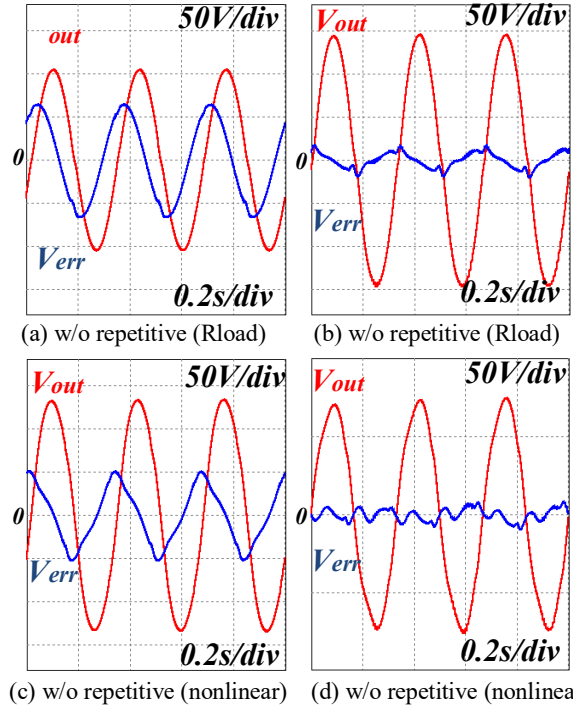


Figure 7. Simulation result of Dualbuck inverter output voltage and voltage error.

그림 5는 전압제어기가 반복제어기를 사용했을 때와 하지 않았을 때의 주파수 응답이다.  $q(z)$ 는 0.95 고정 값을 사용하였고 제어주기는 50us이고 한 주기는 16.6ms 이므로 배열은 334개를 사용하였다. 그림6은 반복제어기가 z-domain 단위 원안에 포함 되어 시스템이 stable 임을 확인하는 그림이다.

### 3. 시뮬레이션 결과

Dualbuck inverter의 출력 전압통하여 제어기의 성능을 확인하였다. 그림 7의 시뮬레이션 결과에서  $V_{err}$ 의 실효치는 (a) 45V, (b) 9.6V 이다. 위 결과에서 700W 저항부하를 사용했다. 부하는 RC 정류 부하를 사용하였고 비선형 부하 결과는 (c) 32V, (d) 7.9V 에러가 나타났다.

### 4. 결론

Dualbuck inverter 시뮬레이션을 통하여 전압에러가 75%이상 감소함을 확인하였다. 이후 독립형의 센서위치에 따른 연구와 계통연계형의 전류제어기에 반복제어기를 추가하는 연구가 계속 될 예정이다.

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2013R1A1A2013256)

### 참고 문헌

- [1] P. Sun, C. Liu, J.S.Lai, C. L. Chen, "Cascade Dual Buck Inverter with Phase-Shift Control," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 27, no. 4, pp. 2067–2077, Apr. 2012.
- [2] Y. Cho, J.S. Lai, "Digital Plug-In Repetitive Controller for Single-Phase Bridgeless PFC Converters," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 28, no. 1, pp. 165–175, Jan. 2013.