

# 신재생에너지원용 부스트 컨버터의 인덕터 기생저항에 따른 충방전기 설계 영향

박선재, 박종후, 전희중  
송실대학교

## Influence of the Parasitic Resistance of the Boost Converter on the Charger/Discharger Controller Design for Renewable Energy System

Sun Jae Park, Joung Hu Park, Hee Jong Jeon  
Soongsil University

### ABSTRACT

스마트 그리드 산업으로 인하여 신재생에너지의 활용이 증시되고 있는 시점에서 신재생에너지를 더욱 효율적이고 안정적으로 사용하기 위해서는 에너지 저장장치의 필요성이 부각되고 있다. 신재생 에너지를 사용하기 위한 부스트 컨버터와 충방전기를 설계시 일반적으로 시뮬레이션을 통해 설계를 하게 된다. 이때, 인덕터와 커패시터를 이상적인 소자라고 생각하고 시뮬레이션 하거나, 실제 하드웨어와 같이 인덕터와 커패시터에 기생하는 저항을 포함시켜 시뮬레이션을 하게 된다. 본 논문에서는 신재생 에너지를 계통에 사용할 수 있도록 저전압 상태에서의 신재생 에너지원 출력전압을 승압시켜 인버터를 사용할 수 있도록 만들어 주는 부스트 컨버터의 인덕터를 이상적인 경우와 기생저항이 포함된 경우 각각의 조건하에서 충방전기와 연결하였을 경우 충방전기의 설계에 어떠한 영향을 주는지를 알기 위해 부스트 컨버터의 출력 임피던스 수식을 통해 분석한 MATLAB과 PSIM을 통해 시뮬레이션을 하여 증명하였다.

### 1. 서 론

현재 스마트 그리드로 인하여 신재생에너지산업이 활성화되고 있는 시점에서, 신재생에너지 시스템을 구성하고 있는 전력 변환장치 즉, PCS(Power Conditioning System)의 개발이 적극적으로 진행되고 있다. 대표적인 신재생 에너지원으로 태양광 발전과 풍력 발전, 연료전지 등이 있는데, 이 세 가지 에너지원의 공통된 특징으로는 저전압으로 발전을 한다는 것이다. 위의 특징을 가진 에너지원을 계통으로 연결하여 실생활에 사용할 수 있도록 만들기 위해서는 저전압으로 발전된 전력을 부스트 컨버터를 이용하여 인버터가 동작할 수 있는 범위까지 승압을 시켜야한다.<sup>[1]</sup>

또한 신재생 에너지를 효율적으로 사용하기 위해서는 에너지 저장장치가 필요하게 된다. 에너지 저장장치를 사용하기 위해서 충방전기를 부스트 컨버터와 병렬로 연결하여야 하는데, 이때 충방전기의 설계를 위해 부스트 컨버터의 설계에 따라 충방전기의 설계에 어떠한 영향을 미치는지를 알아야 한다. 따라서 본 논문은 부스트 컨버터의 제어기를 설계할 경우 인덕터를 이상적으로 둔 것과 기생저항을 넣어 실제 하드웨어와 같이 설계를 할 경우 충·방전기의 설계시 어떠한 영향을 줄 수 있는지를 부스트 컨버터의 출력임피던스를 계산하여 증명하였다.<sup>[2]</sup>

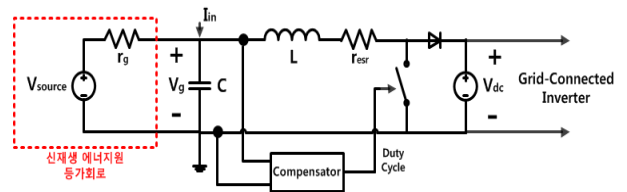


그림 1 신재생 에너지를 포함하는 부스트 컨버터의 등가 구성도  
Fig. 1 Equivalence Organization of Boost Converter including New & Renewable Energy Source

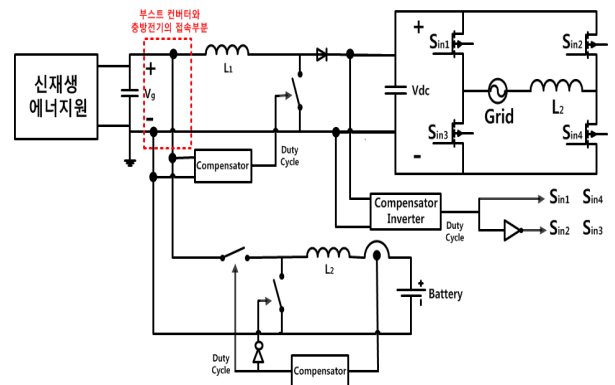


그림 2 신재생 에너지를 포함하는 부스트 컨버터와 충 방전기의 연결 회로도  
Fig. 2 Connect Circuit of Boost Converter including New & Renewable Energy Source and Charger/Discharger

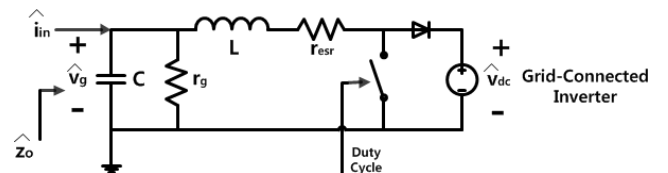


그림 3 신재생 에너지를 포함하는 부스트 컨버터의 출력임피던스  
Fig. 3 Output Impedance of Boost Converter including New & Renewable Energy Source

## 2. 본 론

### 2.1 회로의 구성

그림 1은 신재생 에너지 시스템에서의 부스트 컨버터의 등가회로이다. 신재생 에너지원에서의 출력 전압을 센싱하고 Closed Loop를 적용한 전압 유지를 위해 보상기를 사용함으로써 알맞은 듀티비로 조절하여 일정한 출력전압을 유지할 수 있게 설계되어있다. 또한 계통 쪽의 DC전압은 인버터가 제어할 수 있으므로 정전압 상태로 유지시키는 방식을 나타낸다.

또한 그림 2와 같이 에너지 저장장치를 사용하기 위해서 충·방전기를 신재생 에너지원의 출력측과 부스트 컨버터 입력측에 각각 병렬로 연결한다. 이때 충방전기의 설계시 부스트 컨버터에 대한 영향을 보기 위해서 그림 3과 같이 부스트 컨버터의 출력 임피던스의 계산이 필요함을 알 수 있다.

### 2.2 소신호 모델링

컨버터의 제어를 위해서는 소신호 모델링이 필요하다. 소신호 모델링이란, 비선형적인 신호에서의 동작에 작은 신호의 전압을 일정하게 흔들어서 선형적인 동작으로 해석을 가능하도록 하는 방식이다. 출력 임피던스는 제어를 가능하게 하는  $I_{in}$ 의 전류를 작은 값으로 흔들어서 주었을 경우  $V_g$ 의 값의 흔들리는 정도를 나타낸 것이다. 소신호 모델링으로 식 (1)과 같이 계산된다.

$$\hat{z}_o = \frac{\hat{v}_g}{\hat{i}_{in}} = \frac{\frac{1}{C}s + \frac{r_{esr}}{LC}}{s^2 + \left(\frac{1}{r_g C} + \frac{r_{esr}}{L}\right)s + \left(\frac{1}{LC} + \frac{r_{esr}}{r_g LC}\right)} \quad (1)$$

식 (1)은 기생저항이 존재할 경우의 부스트 컨버터의 출력 임피던스식이다. 주파수에 대한 판별법인 Bode Plot을 사용하기 위해 라플라스 변환으로 계산하였다. 식 (1)에  $r_{esr}$ 를 0을 넣어 계산하면 기생저항이 존재하지 않는 경우의 계산이 된다.

### 2.3 시뮬레이션

2.2절에서의 소신호 모델링을 통해 MATLAB으로 계산하여 시뮬레이션을 통해 나타낸 Bode Plot과 실제 시스템 모의 시뮬레이션인 PSIM을 통한 Bode Plot을 비교하여 검증하였다. 시뮬레이션을 위해 표 1을 통해 소자들의 값을 나타내었고, 그림 4와 5의 Bode Plot으로 나타내었다.

표 1 부스트 컨버터의 소자 값  
Table 1 Element of Boost Converter

$L$	1.4 [mF]	$V_g$	66 [V]
$C$	2200 [uF]	$V_{dc}$	320 [V]
$r_{esr}$	0.3 [ $\Omega$ ]	$f_{sw}$	50 [kHz]

그림 4와 그림 5를 비교하였을 경우 왼쪽 그림에서의 MATLAB 시뮬레이션 결과와 PSIM 시뮬레이션 결과가 같음을 알 수 있다. 이 Bode Plot의 결과로 볼 때, 기생저항이 존재하게 됨으로서 저주파영역에 영점이 발생하는 것을 보였고, 부

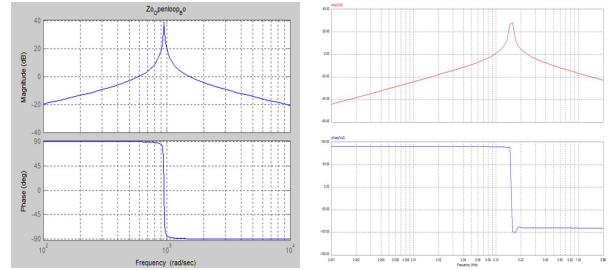


그림 4 기생 저항을 포함하지 않는 부스트 컨버터의 출력 임피던스 Bode Plot  
Fig. 4 Bode Plot of Output Impedance for Boost Converter including Parasitic Resistance

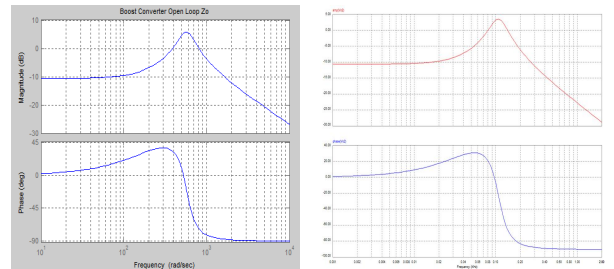


그림 5 기생 저항을 포함하는 부스트 컨버터의 출력 임피던스 Bode Plot  
Fig. 5 Bode Plot of Output Impedance for Boost Converter including Parasitic Resistance

스트 컨버터에 기생저항이 존재함으로써 충·방전기에 더욱 큰 영향을 줄 수 있음을 확인하였다. 따라서 충·방전기의 설계를 할 경우 부스트 컨버터에 대한 영향을 보기 위해서는 부스트 컨버터의 기생저항을 넣어서 설계해야만 한다.

## 2. 결 론

본 논문은 부스트 컨버터의 인덕터의 기생저항이 존재할 경우와 존재하지 않을 경우의 충방전기의 설계에 미치는 영향에 대해서 검증하였다. 부스트 컨버터의 기생저항으로 인해 저주파에 제로가 존재함에 따라 충·방전기의 동작에 영향을 많이 준다는 것을 보여준다. 따라서 충·방전기를 연계하는 시스템에서 부스트 컨버터를 설계를 할 경우 부스트 컨버터의 기생저항을 무시해서는 안된다는 것을 검증하였다.

This work was supported by the Human Resource Development Project of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Ministry of Knowledge Economy, Republic of Korea (No. 20104010100610).

## 참 고 문 헌

- [1] B.M Hasaneen, Adel A. Elbaset Mohammed, " Design and Simulation of DC/DC Boost Converter", Proceeding of the IEEE, pp. 335 - 340, 2008.
- [2] Alberto Reatti, Luca Pellegrini, and M.K. Kazimierczuk, "Impact of Boost Converter Parameters on Open Loop Dynamic Performance for DCM", Proceedings of the IEEE, pp. 513 - 516, 2002.