

입력전압 변동에 강인한 배터리 정전류제어기

안준재¹, 김우준¹, 이우현¹, 나혜영¹, 박성미², 박성준^{1†}
 전남대학교¹, 한국승강기대학교²

Battery Constant Current Controller Resistant to Input Voltage Fluctuations

Jun-Jae An¹, Woo-Jun Kim, Woo-Hyun Lee¹, Hye-Young Na¹, Seong-Mi Park², Sung-Jun Park^{1†}
 Chonnam National University¹, Korea Lift College²

ABSTRACT

가정용 배터리 충전시스템에서 출력은 배터리에 연결되어 있어 출력전압 전압변동이 매우 적으며, 입력은 계통전원에 연결되어 있다. 특히 단상 전원을 사용하는 소용량 충전기의 입력에는 120[Hz] 성분의 리플이 존재하며, 이로인하여 정전류제어를 DC/DC 컨버터 충전전류에도 동일한 주파수 성분의 리플이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 DSP를 이용한 피크전류제어기를 구현함으로써 입력전압의 변동에 영향이 적은 정전류제어기를 제안한다. 또한 Psim 시뮬레이션을 통한 분석으로 제안된 토폴로지의 타당성을 검증하였다.

1. 서 론

최근 전기자동차, 휴대용 전자기기, 에너지 저장시스템 등 다양한 분야에서 배터리의 사용이 급속도로 확산되고 있다. 이러한 배경에는 배터리의 고용량화, 고출력화, 경량화 등의 기술 발전이 큰 역할을 하고 있다. 또한, 에너지 효율과 친환경 정책의 확산으로 인해 더욱 주목받고 있는 분야이다. 이에 따라 배터리 충전 시스템의 중요성도 함께 대두되며, 효율적이고 안전한 충전 과정이 요구된다. 특히, 배터리 충전기의 정전류제어 기술은 배터리의 성능과 수명을 결정하는 중요한 요소로 인식되고 있다. 배터리 충전기의 입력은 일반적으로 계통 전원에 연결되어 있으며, 소용량 충전기의 경우 단상 전원을 사용한다. 이때, 계통 전원에서 발생하는 120[Hz] 성분의 리플이 입력에 영향을 미치게 된다. 이러한 리플은 DC/DC 컨버터를 거치며 정전류제어에도 영향을 주어 출력 전압의 안정성을 저해할 수 있기 때문에, 입력전압의 변동에도 정전류로 제어하는 연구가 필요하다.

본 논문에서는 DSP를 이용한 피크전류제어기를 구현하여 입력전압의 변동에 독립적인 정전류제어기를 제안하며, 이를 통해 계통 전원의 변동에도 안정적인 출력 전압을 유지할 수 있고, 배터리 충전 과정에서의 성능 향상과 수명 연장이 기대된다. 제안된 정전류제어기는 성능과 안전성을 동시에 고려하여 충전시스템의 전반적인 품질을 높일 수 있는 기술이다. 또한, Psim 시뮬레이션을 통해 제안된 토폴로지의 타당성을 검증하였다. 이를 통해 제안된 정전류제어기의 효과성과 안정성이 입증되었다. 시뮬레이션 결과를 바탕으로 실제 시스템에서의 적용 가능성과 성능 개선에 대한 기대를 제시하며, 더욱 실용적인 배터리 충전기 설계하고자 한다.

2. 배터리 정전류제어기

2.1 정전류제어기 모델링

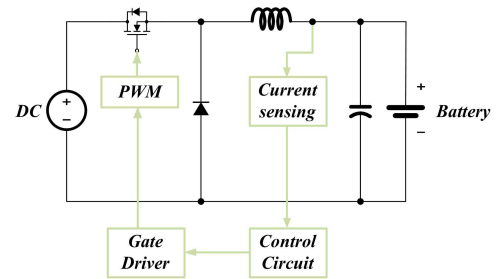


그림 1 일반적인 배터리 충전 정전류제어 블록도

Fig. 1 Block diagram general battery charging constant current control

그림 1은 일반적인 배터리 정류 제어기법^[1]이 적용되는 블록도입니다. 제어기는 충전전류를 센싱하여 PWM 신호에 의해 일정한전류를 제어한다. 이 경우 입력전압의 리플이 존재하는 경우 제어기의 속응성에 따라 충전전류에도 리플 성분이 존재하게 된다. 이를 보상하기 위한 일반적인 보상기법은 전향제어기를 추가하는 것이다. 전향제어기를 추가하는 경우 전압의 노이즈가 존재하는 경우 충전전류의 변동이 매우 크므로 시스템 안정성에는 치명적인 약점이 있다. 따라서 시스템 안정성을 증대시키면서 충전전류 리플을 제어할 수 있는 연구가 절실히 필요하다.

2.2 제안하는 정전류제어 동작모드

그림 2는 본 논문에서 제안하는 DSP를 이용한 디지털 피크전류제어기 구성도이다. 피크전류제어를 행하기 위해서는 전류 지령치와 실제전류를 비교할 수 있는 구성부이다. 그림 2(a)에서 보는 바와 같이 전류 지령치는 SPI 통신을 이용한 16-bit DA를 사용하였으며, Hall 센서 타입 계측전류와 비교기를 통하여 피크전류가 도달하는 시점을 검출하였다. 또한 비교기 출력은 DSP의 trap-zone interrupt 소스 원으로 사용되도록 trap_zone 단자에 연결하였다.

그림 2(b)는 디지털 피크전류 제어기의 동작신호를 나타내고 있다. DSP에서는 스위치 온 트리거 신호 및 최대 PWM 신호를 PWM 비교 레지스터에 설정하면 PWM 단자출력에는 스위치 온 신호가 발생한다. 스위치 온에 의해 인덕터 전류는 증가하고 이 전류가 지령전류가 되는 순간 비교기에 의해서 DSP에 trap-zone 인터럽트가 발생하여 PWM 출력을 강제로 Low

로하여 스위치를 오프하게 된다. 이러한 동작을 DSP의 스위칭 주기에 동기되어 반복적으로 수행함으로써 피크전류제어를 행할 수 있게 된다.

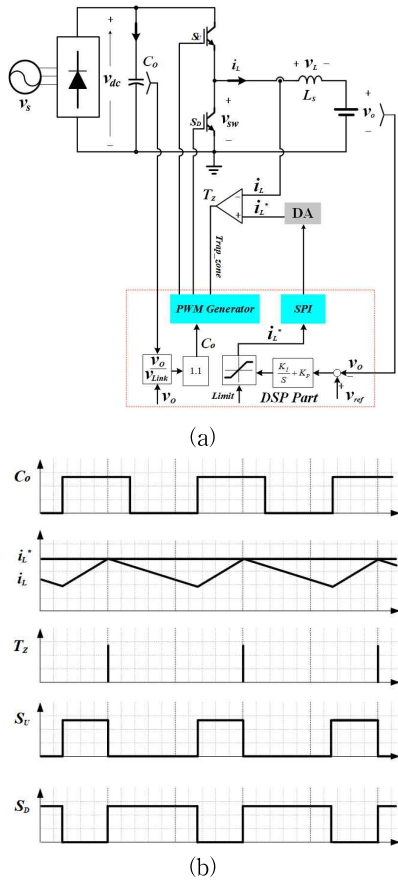


그림 2 제안하는 배터리 충전 정전류제어 블록도
Fig. 2 Block diagram proposed battery charging system

3. 시뮬레이션

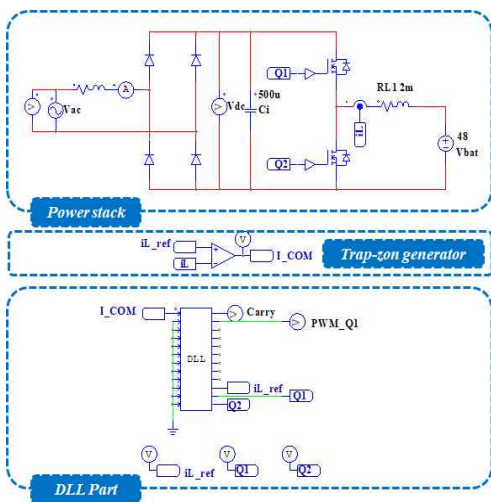


그림 3 Psim 시뮬레이션 회로도
Fig. 3 Psim simulation circuit diagram

제안하는 배터리 정전류제어기의 시뮬레이션 회로도는 그림 3과 같다. 입력전압은 220[Vrms], 배터리 전압은 48[V]로 설정

하고, 배터리 충전정격 전류를 20[A]로 하였다. 그림 4는 전류 지령치를 10[A] 및 20[A]로 변경 시 충전특성을 나타낸 파형이다. 그림에서 보듯이 정류단 출력전압은 285[V]에서 310[V]로 변동이 있으나 충전전류 피크치는 변동 없이 일정함을 알 수 있었다. 그림 4(b)는 지령전류 변동 시 충전전류의 추종특성을 분석하기 위한 파형으로 180[usec]의 양호한 추종특성을 보임을 알 수 있었다.

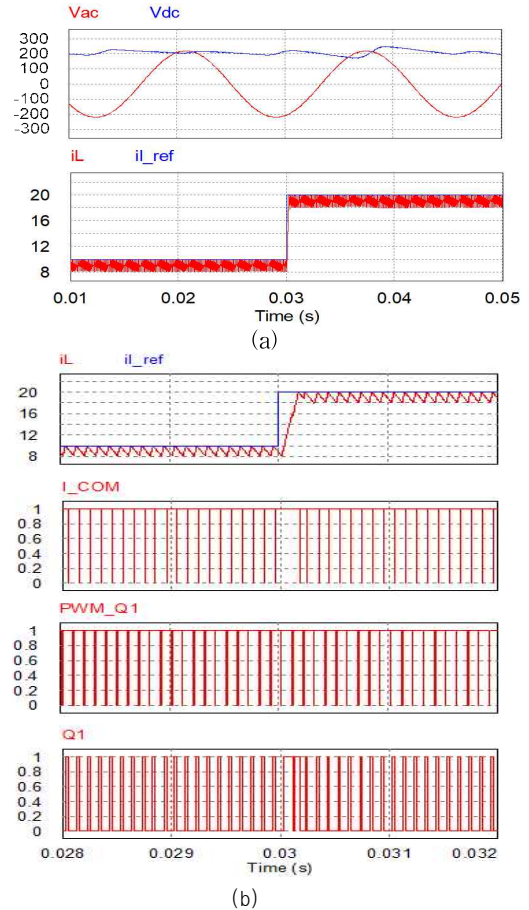


그림 4 Psim 시뮬레이션 결과
Fig. 4 Psim simulation results

4. 결 론

본 논문에서는 입력전압 변동에 강인한 새로운 배터리 정전류제어기 구성도를 제안하였고, 제안된 정전류제어기법은 SMPS 용으로 사용되는 피크제어기를 DSP와 결합하여 디지털 전류를 설계하였다. 또한 PSIM 시뮬레이션을 통해 그 타당성을 검증하였다.

본 연구는 2023년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(No. 20214000000560)

참 고 문 헌

- [1] S. -Y. Chen and J. -J. Chen, "Study of the Effect and Design Criteria of the Input Filter for Buck Converters With Peak Current-Mode Control Using a Novel System Block Diagram," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 55, no. 8, pp. 3159-3166, Aug. 2008, doi: 10.1109/TIE.2008.920547.