

# 배터리 전압추정에 의한 단일충전

박민영\*, 이상혁\*, 임상길\*, 박성준\*  
전남대학교\*

## A Single Mode Battery Charger

M.Y. Park\*, S.H. Lee\*, S.K. LIM\*, S.J. Park\*  
CHONNAM UNIVERSITY\*

### ABSTRACT

현재의 배터리 충전기는 보편적으로 CC-CV 충전방법을 사용하면서 배터리의 과충전에 대해 안정적인 제어를 한다. 하지만 충전말기의 CV 모드는 배터리 충전이 느려 시간이 많이 낭비된다. 본 논문은 CC 단일형 충전을 하면서 과충전의 우려는 DFT를 사용하여 배터리 내부전압을 추정하면서 내부 알고리즘에 의해 배터리 내부전압이 설정값이 되었을 경우 충전을 종료하면서 CV 충전으로 낭비되는 시간을 줄인다. 이를 시뮬레이션을 통하여 그 타당성을 확인한다.

### 1. 서론

최근 지구 온난화 대책의 추진을 위하여 전기 자동차(EV), 플러그인 하이브리드카(PEV) 등의 차세대 자동차나 태양광 발전, 풍력 발전 등의 재생가능 에너지, 그리고 차세대 전력망(스마트 그리드)이 주목을 받고 있다.[1]~[2] 그러한 가운데 배터리-충전기는 차세대 자동차의 동력원이나 재생 가능 에너지의 출력 평준화 잉여 전력 저장, 스마트그리드의 구축 등으로 중요한 역할을 담당하고 있다. 배터리를 활용한 시스템은 산업이나 생활에서의 다양한 사회 시스템 편리성, 경제성, 환경 부하 등을 크게 바꿀 가능성을 내재하고 있어 차세대 산업 전략에 빠질 수 없는 존재이며 그 필요성이 더욱 더 높아지고 있는데 이의 조속한 상용화를 위해서는 핵심 에너지원인 배터리 뿐 아니라 이를 충전하기 위한 고효율 충전기 기술은 필수적이다. 기본적 배터리 충전 조건은 충전 속도 향상이 가능하고 배터리의 특성에 적합하지만 과충전하지 않아야 한다. 본 논문은 일반적인 CC-CV 충전을 사용하지 않고 CC 단일 모드 충전을 사용하여 배터리의 충전하고 DFT를 사용하여 배터리의 내부 전압을 추정하고 배터리의 충전을 완료함으로써 CV충전이 낭비하는 시간을 줄이고 설계에 따라 급속 충전기로서의 역할을 할 수 있는 CC 단일 모드 배터리 충전기를 제안한다.

### 2. 본론

일반적으로 배터리의 전기화학적 동적 특성은 전류의 크기, 배터리 SOC 및 내부온도 등의 영향을 받는다. 이러한 배터리의 동적 특성은 Randle 회로와 유사한 RC회로의 1개 또는 2개의 조합으로 이루어진 등가모델로 표현된다.

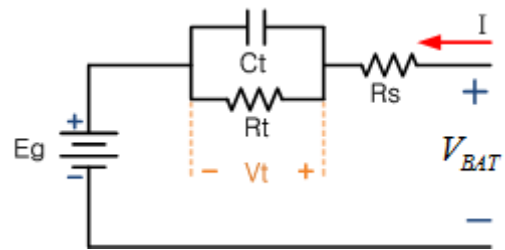


그림 1 배터리 등가회로  
Fig. 1 Equivalent circuit diagram of a battery

그림 1는 배터리의 내부저항  $R_s$ , 분극현상을 나타내는 충전 방전 전류에 의한 이온화 손실저항  $R_t$  및 이중층의 커패시턴스  $C_t$  를 등가 전기회로로 나타낸다.

배터리 개방회로전압(Open Circuit Voltage)  $E_g$  는 무부하 정상상태의 배터리 단자전압이며, 배터리 내의 잔존 에너지 용량 즉, SOC의 비선형 함수로 표현된다. 등가모델로부터 단자전압  $V_{BAT}$ 는 식 (1)과 같다.[3]

$$V_{BAT} = E_g(SOC) + iR_s + v_t \quad (1)$$

본 논문의 CC 단일형 충전전압은 120[Hz]의 고조파가 포함되어 내부 파라미터  $R_s$ ,  $R_t$ ,  $C_t$  와 배터리 내부전압  $E_g$ 에 각각 다른 영향을 미친다. 그러므로  $R_s$ ,  $R_t$ ,  $C_t$ 를 합성 임피던스로 등가화 한다.

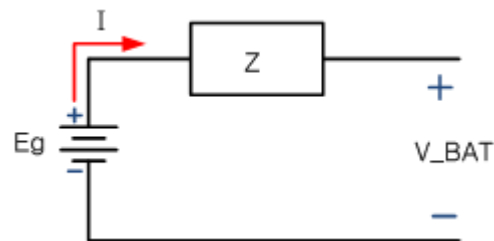


그림 2 임피던스로 등가화 시킨 배터리 등가회로  
Fig. 2 Equivalent battery circuit of the impedance Z

그림 3과 같이 등가화한 임피던스 Z는 DFT를 이용하여 전압 전류의 위상을 가지고 추출해낼 수 있으며 추출한 임피던스를 가지고 배터리의 내부 전압을 추정할 수 있다. 이와 같이

내부 전압을 추정하면서 CC 단일 모드로 충전할 수 있다는 것을 시뮬레이션으로 증명하고자 한다.

### 3. 시뮬레이션

그림 3은 CC 단일 모드형 충전기 회로로 구성되었으며 회로의 특징은 전원과 직렬로 연결된 콘덴서의 용량으로 배터리의 충전 전류의 크기를 설정할 수 있게 구성되어 있다.

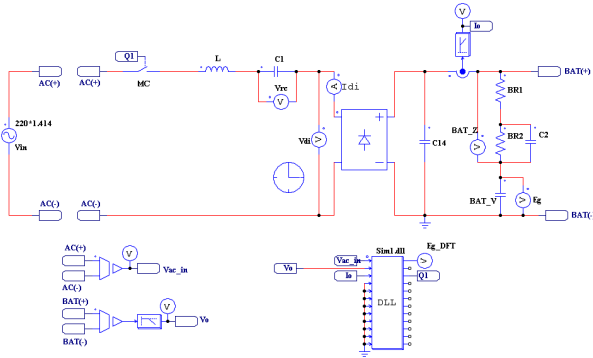


그림 3 PSIM 배터리 회로

Fig 3 PSIM schematic of Battery Charger

본 논문이 배터리 내부전압을 추정하기 위한 배터리를 임피던스로 등가화 하였는데 그림 4로 배터리 내부 임피던스와 에너지원 Eg에 영향이 다름을 확인 할 수 있다.

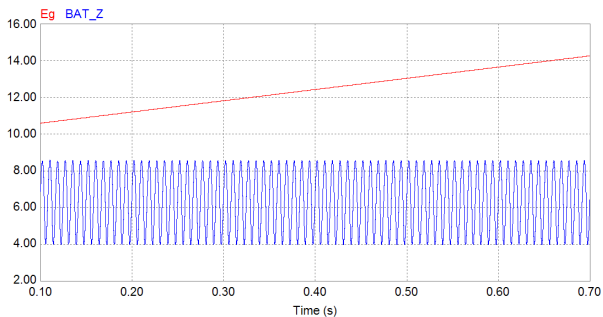


그림 4 배터리 내부 임피던스 및 에너지원 Eg

그림 4 Waveform of Internal impedance Z and energy Eg

그림 5는 DFT를 이용하여 배터리 내부전압 Eg를 추정하는 것을 볼 수 있다.

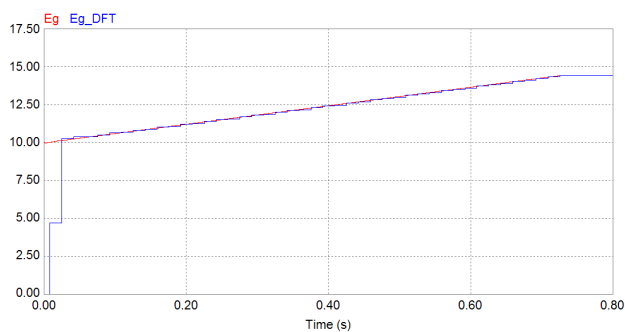


그림 5 배터리 내부전압 추정

Fig 5 The Inside voltage estimation of battery

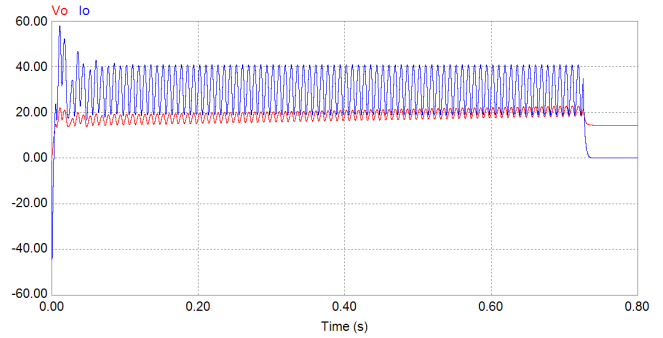


그림 6 배터리의 충전 전압 및 충전 전류 파형

Fig 6 The voltage and current waveform of battery charger output

그림 6은 배터리의 충전 전류 및 전압으로 정전류로 충전이 됨을 볼 수 있으며 그림 5에서와 같이 배터리의 내부전압을 추정하다가 배터리의 내부전압이 완전충전전압이 되었을 경우 MC를 열어 자동으로 충전을 종료하게 된다. 이로서 배터리는 과충전의 우려가 사라지면서 CV 모드 충전으로 낭비되는 시간을 줄일 수 있다는 것을 알 수 있다.

### 4. 결론

기존의 배터리 충전방식인 CC-CV 충전방식은 CV 모드 충전시 충전 속도가 매우 저하되는데도 불구하고 배터리의 과충전을 방지하기 위해 사용했다. 이와같은 문제점을 본 논문은 CC 단일 모드로 배터리를 충전하면서 빠른 충전 속도를 가지고 배터리의 과충전에 대한 우려는 DFT를 사용하여 배터리의 내부전압을 추정함으로써 배터리의 내부전압이 설정한 값이 되면 자동으로 배터리 충전을 종료하게 함으로써 배터리의 과충전 우려는 없어지며 CV 충전으로 낭비되는 시간을 절약하여 설계 용량에 따라 급속 충전기로서의 역할을 할 수 있다는 것을 PSIM을 사용하여 증명하였다.

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단에 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

### 참고 문헌

- [1] Xu, "Automotive Power Electronics Opportunities and Challenges", International Conference on Electric Machines and Drives, pp 260~262, 1999.
- [2] FA Wyczek, "Hybrid Electric Vehicles year 2000 status", IEEE Aerospace and Electronics Systems Magazine, Vol 16, no 3, pp 15~19, Mar 2001.
- [3] H.G. Kim, S.J. Heo, G.B. Kang "Modeling and State Observer Design of HEV Li ion Battery" The Transactions of the Korean Institute of Power Electronics, Vol. 13, No. 13, pp 360 368, 2008