

# 정전류 모드용 배터리 등가회로 추정기법

박성미\*, 임상길\*\*, 박성준\*\*

한국승강기대\*, 전남대\*\*

## Battery Parameter Estimation Method for Constant Current Charging Mode

Seong-Mi Park\*, Sang-Kil Lim\*\*, Sung - Jun Park\*\*

Korea Lift College\*, Chonnam National University\*\*

### ABSTRACT

최근 휴대폰 등 DC 가전기기의 증대와 에너지 시간 이동이 가능한 저장장치를 겸비한 스마트그리드 출현으로 에너지를 저장하는 장치의 수요가 증가하고 있다. 본 논문에서는 충전시간이 많이 소요되는 정전압 충전 방식을 제거하고 정전류 충전방식으로만 배터리 충전을 완료할 수 있는 충전기법을 제안한다. 이를 위해 정전류 충전에 필요한 배터리 파라미터를 실시간으로 추정하여 배터리 전압을 추정할 수 있는 간략화된 알고리즘을 제안한다.

### 1. 서론

석유자원 고갈 및 온실가스로 인한 지구 온난화 등 환경 문제가 세계적인 이슈로 대두되면서 화석 에너지원에 의존하는 시대에서 신재생에너지원으로 전환하는 패러다임으로 전환되고 있다. 전기를 생산하는 측면에서 신·재생에너지를 이용하는 부분에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으며 신재생에너지의 불규칙한 출력을 대응하기 위해 에너지를 저장하고 안정화된 출력을 계통으로 보내는 방법으로 배터리가 대안이 되고 있다.<sup>[1][2]</sup> 본 논문에서는 충전시간을 단축을 위해 정전류 충전 방식만으로 충전을 완료하기 위해 정전류용 배터리 간략화 모델링을 제한하고 그 파라미터 추정기법을 제안하였다.

### 2. 실시간 배터리 모델링 및 충전기법

#### 2.1 정전류 충전용 배터리 모델링

배터리 내부전압(VOCV)과 SoC는 서로 선형관계가 있으며 정전류 충전 시 내부전압 추정을 위한 등가회로는 그림 1과 같이 간략화 모델로 사용할 수 있다. 그림 1의 내부 등가저항은 직류성분에 대한 저항 값으로 충전모드에서 배터리의 내부 전압을 추정하기 위해서는  $R_T$ 에 대한 정보만 있으면 단자전압과 전류검출에 의해 내부전압 값을 계산할 수 있다. 본 논문에서는 배터리 저항  $R_T$  값과 내부전압 값에 대한 정보를 얻기 위해 2레벨의 정전류 모드기법을 제안한다. 만일 2레벨 정전류 모드에서 각각의 단자전압 및 전류에 대한  $R_T$ 는 아래와 같이 정의 된다.

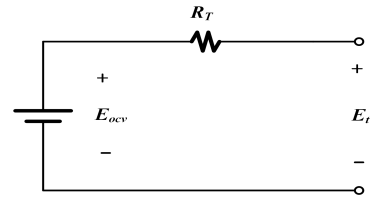


그림 1 CC 모드의 등가 회로 모델  
Fig. 1 Equivalent circuit model for CC Mode

$$R_T = \frac{V_1 - V_2}{I_1 - I_2} \quad (1)$$

이때 배터리 내부전압은 아래 식과 같이 정의된다.

$$E_{ocv} = V_1 - R_T I_1 = V_2 - R_T I_2 \quad (2)$$

2레벨 정전류 충전모드에서 레벨 1은 기존 정전류 충전과 같으며 레벨 2는 배터리의 파라미터를 실시간으로 추종하기 위해 추가한 모드이다.

#### 2.2 배터리 충전방식

그림2와 같이 전류 정전압 충전은 배터리의 성능에 나쁜 영향은 없으면서 과충전을 방지하기 위해 사용되며 충전 초기에는 정전류 충전을 하면서 배터리의 충전시간을 단축시키고 충전 말기의 시점에서 정전류 충전 모드에서 정전압 충전 모드로 전환하여 충전함으로써 배터리의 과충전을 방지한다. 배터리 충전과정은 일반적으로 다음과 같은 단계를 거치게 된다. 단계 1에서 정전류(CC: Constant current) 충전으로 배터리의 전압을 높인다. 이 과정에서 배터리는 70% 정도까지 충전이 된다. 단계 2에서 정전압(CV: Constant voltage) 충전으로 배터리가 포화 상태가 되면서 충전 전류는 서서히 감소한다. 이 부분은 배터리가 대부분 충전되는 일반적인 과정이다. 전압이 한계점에 다다르고, 전류가 정격 전류의 3% 이하로 떨어지거나 수평을 유지한다. 그림3과 같이 정전류 충전은 충전 초기부터 완료까지 항상 일정한 전류로 충전하는 충전방법으로 정전류 충전의 충전전류의 값을 몇으로 설정하는가에 따라 충전 완료까지의 시간이 다르며 정전류를 크게 설정하면 충전 완료까지의 시간은 짧으며 작게 설정하면 길어진다. 정전류 충전법은

일반 충전법과 급속 충전법 2가지로 분류할 수 있고, 일반 충전법은 배터리를 낮은 전류로 장시간 충전하는 방법으로 급속 충전법에 비해서 충전 효율이 좋으며, 충전전류는 배터리 용량(Ah)의 0.1[C] ~ 0.2[C] 사이로 선택하는 것이 바람직하다. 급속 충전법은 높은 전류로 단시간에 충전하며 충전효율이 낮고 배터리에 손상을 줄 수 있어 제한적인 경우만 사용된다.

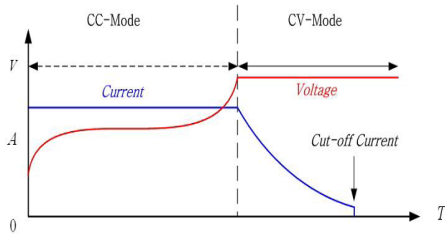


그림 2 CC-CV 모드 충전의 특성 곡선.  
Fig. 2 Characteristic curves of CC-CV mode charging.

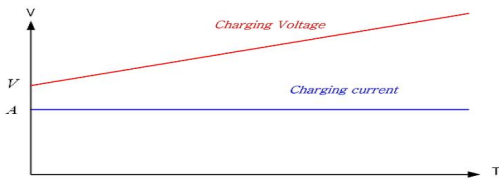


그림 3 CC 모드 충전의 특성 곡선.  
Fig. 3 Characteristic curves of CC mode charging.

그림 4는 2레벨 단일 CC모드를 갖는 제안된 충전기 시스템 구성도를 나타내고 있다. 그림에서 보는바와 같이 그리드 전압영점을 계측하여 배터리에 인가되는 전압 전류를 윈도우 필터를 사용하여 리플을 제거하였으며, Timer2를 이용하여 2레벨 정전류 제어를 구성하였으며, 딜레이 함수에 의해 전류 레벨변동 시 콘텐서의 영향을 제거하였다. 또한 식(1) 및 식(2)에 의해 추정된 배터리 내부전압과 설정된 내부전압이 일치하는 경우 전원을 분리하도록 하였다.

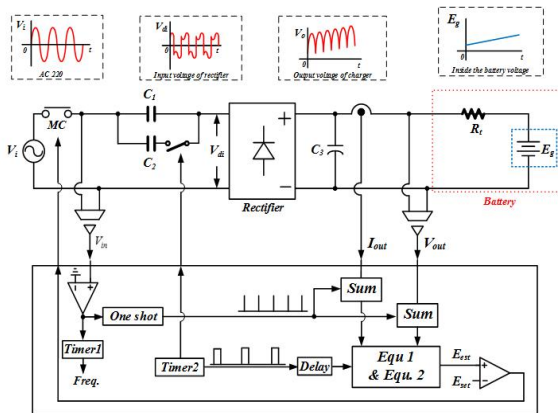


그림 4 단일 CC 모드로 배터리 충전기 구성.  
Fig. 4 Configuration of battery charger with a single CC-mode.

### 3. 시뮬레이션 결과

그림 5(a)는 2레벨 정전류 모드시 배터리 단자에 입력되는 전압 차이이며, 그림 5(b)는 2레벨 정전류 모드시 배터리 단자에 입력되는 전류 차이이다. 그림 5(c)는 추정된 저항 값으로 설정한 4[Ω]과 일치함을 알 수 있다. 그림 5(d)는 배터리 내부전압과 추정된 전압으로 모드 전환시 마다 양호하게 추정함을 알 수 있다.

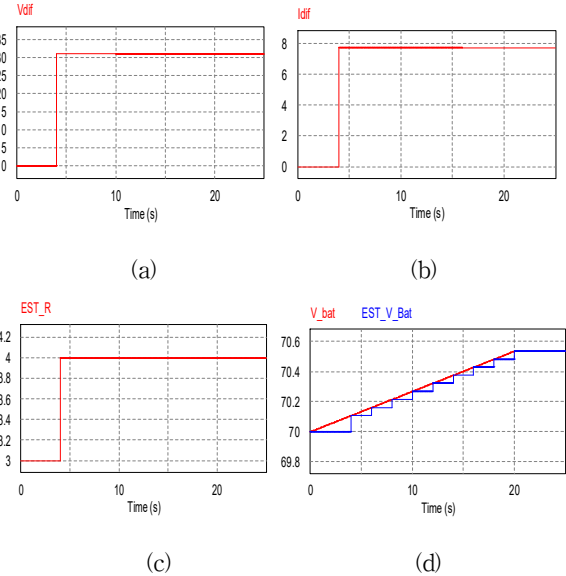


그림 5 시뮬레이션 결과  
Fig. 5 Simulation Circuits

### 4. 결론

본 논문은 에너지 저장장치로 배터리를 사용하는 경우 효율적인 충전을 위한 정전류 충전에 필요한 간략화 등가를 기초로 하여 단일 정전류 충전방식으로만 배터리를 충전할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 또한 저가형 충전장치를 이용한 시뮬레이션을 통하여 그 타당성을 검증하였다.

본 연구는 중소벤처기업부와 한국산업기술진흥원의 “지역 특화산업육성사업(R&D, 과제번호 R0006295)”으로 수행된 연구결과입니다.

### 참고 문헌

[1] Y.J Lee, D.h Han, C.H.Ban., J.M. Eun, K.H. Choi, “A Study on the Grid Connected Battery Charge System”, Power Electronics Annual Conference, pp. 367-368, Nov. 2010.  
[2] Yuh Shyan Hwang “New Compact CMOS Li Ion Battery Charger Using Charge Pump Technique for Portable Applications” IEEE TRANSACTIONS. Apr 2007