

## 2차전지의 등가모델에 관한 연구

강대수\*, 유정봉\*\*, 전호익\*\*\*  
\*공주대학교 정보통신공학부  
\*\*공주대학교 전기전자제어공학부  
\*\*\*혜전대학교 전자공학과  
e-mail:jbyou@kongju.ac.kr

### A Study on the Equivalent model of Secondary Battery

Dea-Soo Kang\*, Jeong-Bong You\*\*, Ho-Ik Jeon\*\*\*  
\*Dept. of Information & Telecommunication Eng. Kongju National University  
\*\*Dept. of Electrical & Electronics & Control Eng. Kongju National University  
\*\*\*Dept. of Electrical Eng. Heyjeon College

#### 요약

최근에 2차전지의 사용량이 점차 늘고 있고, 2차전지를 사용하는 장치들이 대폭 증가하고 있다. 2차전지를 사용하고 있는 장치들에서 2차전지를 충전하고, 방전할 때 폭발하는 경우가 빈번하게 발생하고 있다. 2차전지를 충전하고 방전할 때 2차전지를 관리하는 기술에 문제가 되며, 2차전지의 상태를 감시하여 폭발을 미연에 방지할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 2차전지의 상태를 관리하기 위해 2차전지의 등가모델에 관해 연구를 한다.

#### 1. 서론

2차전지는 사용자가 지속적으로 충전을 하여 사용할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 최근에 2차전지의 사용량이 대폭적으로 증가하고 있다. 2차전지는 무정전 시스템(UPS), ESS(Energe Storage System), 전기 자동차 및 모바일 기기, 태양광 발전장치 등 다양하게 사용되고 있고, 동력원으로써 중요한 역할을 하게 되었다. 2차전지를 이용해 높은 전압을 얻기 위해서는 직렬로 연결하는 경우가 종종 있다. 그런데 직렬로 연결하였을 경우에는 하나의 셀 상태가 불량할 경우에는 전체적인 전력 공급에 문제가 발생하며, 화재의 위험까지 나타나게 된다. 이러한 셀의 상태를 관리할 때에는 2차전지의 전압, 전류, 임피던스, 온도와 같은 파라미터 측정을 통해, 충전상태(SOC, State of Charge)와 건강상태(SOH, State of Health)를 관리하게 된다.

2차전지중에 리튬이온 배터리를 사용하고 있는 전기기기들이 많이 늘어나고 있는데, 이 2차전지는 충전시에 과충전에 의한 폭발사고가 종종 발생하고 있으며, 완전 방전에 의해 2차전지를 폐기해야 되는 상황도 발생하는 경우가 있다. 또한 셀의 자체 불량에 의해 전체 시스템에 문제를 일으키는 경우가 있어, 불량 셀에 대한 추출을 할 수 있는 기술이 필요하게 된다. 셀의 불량을 알아내기 위해서는 셀의 전압과 전류, 임피던스 및 온도를 측정하여 정상값과 비교하여 진단을 해야 한다. 이러한 진단을 통해 셀의 SOC와 SOH의 상태를 알아내게 되는

것이다.

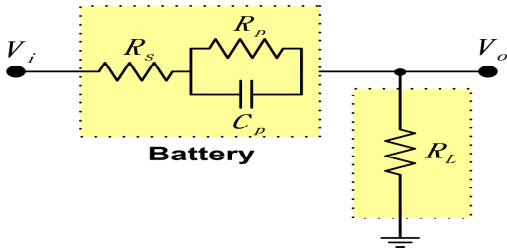
본 연구에서는 2차전지의 SOC 와 SOH를 관리하기 위해 2차전지의 등가모델을 살펴보고, 2차전지의 전달함수를 통해 2차전지의 SOC와 SOH의 상태를 관리할 수 있는 방안을 연구한다.

#### 2. 2차전지의 등가회로

##### 2.1 등가모델

2차전지는 전해질 및 양극, 음극과 관련된 특유의 화학 구조로 구성되어 밀폐되어있다. 따라서 이러한 밀폐된 2차전지의 상태를 육안으로 진단하기는 매우 어렵다. 2차전지의 SOC 와 SOH를 진단하기 위해서는 전기적 신호를 인가하여 출력되는 결과를 통해 2차전지의 내부 특성을 파악하는 방법이 있다. 전기적 해석을 위해 저항, 인덕터, 커패시터 등의 파라미터들로 구성된 배터리의 등가 모델이 필요하며, 보편적으로 사용되는 Randles 등가 모델<sup>[8]</sup>을 이용한 방법이 있다. 임피던스를 측정할 수 있는 회로는 그림 1에 나타내었다.

$R_s$ 는 배터리의 전해질 및 외부 접촉 등의 상태에 따른 저항이며 SOH에 직접적인 영향을 미치는 파라미터이고,  $R_p$ 는 배터리 내부 전극의 전리현상에 의한 저항 성분이며,  $C_p$ 는 배터리 용량에 관련하여 SOC에 영향을 미치는 파라미터이다. Randles 모델은 파라미터가 적어 비교적 계산이



[그림 1] Randles 2차전지 등가모델

빠르며 본 연구에서는 배터리 등가 모델의 저항 성분들과 비슷한 값을 갖고 교류신호에 대해 부하로 작용하는 유도성 부하를 사용하여 배터리에 대한 위상 전달 함수 특성이 보다 잘 반영되게 하고, 유도성 부하와 배터리의 내부 커패시턴스 성분과의 공진 효과를 통해 주파수 대역을 향상 시키게 된다.

### 2.2 전달함수

2차전지의 전달함수를 측정하기 위해서는 그림 1에서 제시된 등가모델을 기준으로 하고, 이에 대한 전달함수는 식(1)에 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 H(\omega) &= \frac{R_L}{R_s + R_p \parallel X_{C_p} + R_L} \\
 &= \frac{(j\omega)(CR_p R_L) + R_L}{(j\omega)(CR_s R_p + CR_p R_L) + R_s + R_p + R_L} \quad (1)
 \end{aligned}$$

식 (1)에서는  $R_p$ 와  $C_p$ 가 병렬로 연결되어 있고, 이 소자와  $R_s$ 가 직렬로 연결되어 있다. 그런 상태에서 전달함수는  $\frac{V_o}{V_i}$ 가 되기 때문에 식(1)을 얻게 된다.

### 3. 결론

본 연구에서 2차전지의 SOC와 SOH를 관리하기 위해 측정해야되는 파라미터인 전압, 전류, 임피던스, 온도등의 값을 얻기위해 전달함수를 이용하는 방법으로 2차전지의 등가모델을 제시하고, 전달함수를 제시하였다. 일반적인 전기기기에서는 이러한 2차전지의 모델을 통해 파라미터를 얻기위해서는 문제가 발생하지 않는다. 2차전지를 사용하고 있는 전기기기 및 가다를 시스템등에서 관리하기 용이하게 되었다.

본 연구에서 제시된 방법이 일반적이지만, 유도성 부하가 있는 전기기기에서는 향상된 방법을 제시하는 것이 좀 더 정확한 파라미터를 얻을 수 있다. 향후 유도성 부하를 갖는 2차전지의 등가모델 및 전달함수에 대한 연구과제의 필요성이 제기

된다.

#### 참고문헌

- [1] 강대수, 유정봉, (2018), “전달 함수 추정에 의한 배터리 SoC 측정”, 대한전자공학회논문지 제55권 제3호, PP117-222
- [2] 최경수, (2019), “SOH 측정을 위한 2차 전지와 유도성 부하의 공진 위상분별에 관한 연구”, 공주대학교 대학원 석사 학위 논문
- [3] 김영진, 길형준, 김성주, 김재형, (2016), “IQ 복조 기법을 이용한 광대역 접지 임피던스 측정기의 설계 및 구현”, 한국안전학회지, Vol.31 No.6, PP19-25
- [4] 류강열, 이종필, 김태진, 유동욱, 송의호, 민병덕, (2007), “FFT를 이용한 위상추종 방법” 전력전자학회 논문지, 제13권 제 3호, PP206-212
- [5] 오승모, “전기 화학 제 2판”, 자유아카데미, 2014