

마이크로 전원에서의 적용을 위한 연속전지 충전 패턴에 관한 기초 연구

김성현*, 이계병**, 손광명*
 동의대학교 전기공학과*, 고려대학교 전자전기공학과**

Study on Charging Pattern of lead-acid Battery for Micro-Source

Sung-Hyun Kim*, Kye-B. Lee**, Kwang M. Son*
 Dept. of Electrical Eng., DongEui Univ.*, School of Electrical Eng., Korea Univ.**

Abstract - This paper shows the IUa charging characteristics of charging pattern for industrial lead-acid battery.

PSCAD/EMTDC simulation model is developed for studying the IUa charging characteristics for micro-source, and control the charging current and charging voltage for each section of IUa charging pattern

1. 서 론

연속전지는 충전 시의 전지의 온도, 사용기간에 따른 전지의 상태인 SOH(State Of Health) 등 전지의 충전 조건에 따라 다른 충전 특성을 보인다[1-3].

현재 국내에서 사용되고 있는 충전기는 입력 교류전압의 변동에 대응하고, 안정된 상태에서 축전지를 충전하기 위해서 IU(정전류, 정전압) 충전 패턴을 이용하고 있다. 그러나 IU(정전류, 정전압) 패턴은 정전류 제어에서 정전압 제어로 전환하는 시점에서의 순간 최대 충전 용량에 맞추어 충전기를 설계해야 하므로 충전기의 이용률이 낮으며, 충·방전 시 발생하는 축전지 셀(Cell) 간의 황산의 농도가 달라지는 전해액의 성층화를 해소하기 힘든 단점이 있다[4].

본 논문에서는 마이크로 전원내 연속전지를 적용하기 위해서 연속전지에 사용되는 여러 충전 패턴 중 IU 패턴에서 개선된 IUa(정전류, 정전압, 정전류-자동정지) 패턴을 나타내었고, 상용 프로그램인 PSCAD/EMTDC를 이용하여 IUa 충전 패턴을 가진 시뮬레이션 모델을 구현하여 IUa 각 구간에서의 충전 특성 시뮬레이션 결과를 나타내었다.

2. 본 론

2.1 IUa 충전 패턴

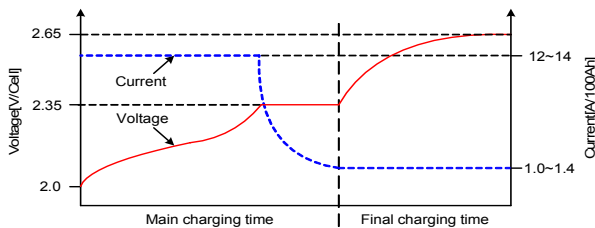
IUa 충전 패턴은 IU(정전류, 정전압) 패턴에서 전해액의 성층화를 해소하기 위해 충전 말기에 Ia(정전류-자동정지) 패턴을 추가한 형태이다[4].

I(정전류)구간에서는 충전기가 전지로 주입되는 충전 전류를 일정하게 제어하는 구간으로 주입된 충전 전류만큼 전지의 충전 전압은 상승하게 된다[2,3,5].

U(정전압)구간에서는 I(정전류)구간의 충전을 마친 후 전지의 충전 전압을 일정하게 유지하면서 충전한다[4-6].

Ia(정전류-자동정지) 구간은 충전의 마지막 구간으로서 충전 종료 조건이 될 때까지 작은 충전 전류를 전지로 주입한다. 충전 종료 조건이 발생하면 충전기는 충전을 자동 정지하여 충전을 종료한다[2,3,5].

ZVEI(German Electrical and Electronic Manufacturers Association) 규격에서의 Valved Regulated(Gel type) 전지의 IUa 충전 패턴을 그림 1에 나타내었다[6].



<그림 1> Valved Regulated(Gel type) 전지의 IUa 충전 패턴

그림 1에서 Valved Regulated(Gel type) 전지의 각 구간에서 제어되는 충전 전류 및 충전 전압은 다음과 같다.

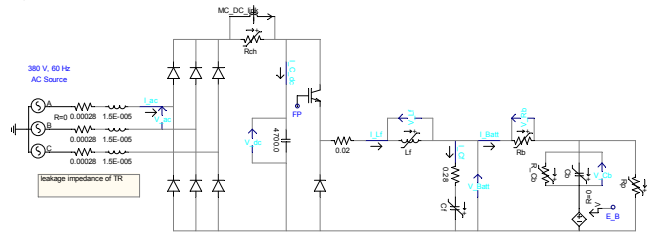
- I(정전류)구간 충전 전류 : 12~14A/100Ah
- U(정전압)구간 충전 전압 : 2.35V/Cell
- Ia(정전류-자동정지)구간 충전 전류 : 1~1.4A/100Ah

2.2 IUa 충전기 시뮬레이션 모델

2.2.1 충전기 회로도

그림 2에 PSCAD/EMTDC로 구현한 IUa 충전 패턴을 가진 충전기 시뮬레이션 모델의 회로도를 나타내었다.

충전기 시뮬레이션 모델은 48[V], 400Ah 용량을 기준으로 구성하였다.



<그림 2> 충전기 회로도

그림 2에서 각 기호는 다음과 같다.

- MC_DC_link : 충전 저항 제어를 위한 Magnetic Contact
- Rch : 충전 저항
- Lf : low-pass 필터 L
- Cf : low-pass 필터 C
- Rb : 전지 내부 저항
- Cb : 전지의 전압 상승을 보기 위한 커패시터
- R_Cb : 커패시터 방전 저항
- E_B : 전지 내부 기전력
- Rp : 충전 전류 조절을 위한 병렬저항

여기서, 전지 내부 저항 Rb는 세방전지 사의 'VGS420' 모델의 극판당 내부 저항을 참고하여 설정 하였다[7].

2.2.2 변압기 임피던스 선정

실제 주상 변압기의 %Z를 이용하여 그림 2에서의 전원 입력 측의 주상 변압기 임피던스 Z를 구하였다. 파라미터는 다음과 같다.

- %Z = 2.54%
- $S_B = 10$ [kVA], Base 전력
- $V_B = 220$ [V], Base 전압
- $R_t = X_t \times 5\%$

위 파라미터들을 이용하여 식 (1)과 같이 Z_B 를 구할 수 있다.

$$Z_B = \frac{V_B^2}{S_B} = \frac{220^2}{10000} = 4.84[\Omega] \quad (1)$$

%Z와 식 (1)을 이용하여 식 (2)를 구할 수 있다.

$$X_\ell = \frac{\%Z}{Z_B} = \frac{0.0254}{4.84} = 5.2479[\text{m}\Omega] \quad (2)$$

식 (2)에서 각 주파수 ω 로 나누면 식 (3)과 같이 L_ℓ 을 구할 수 있다.

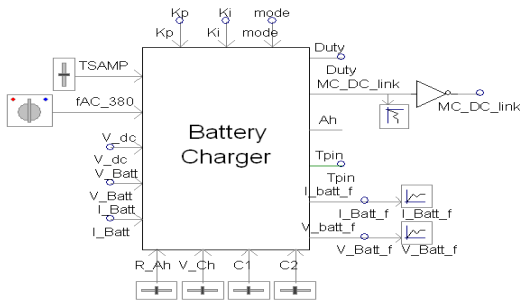
$$L_\ell = \frac{X_\ell}{\omega} = \frac{5.2479 \times 10^{-3}}{377} \approx 15[\mu\text{H}] \quad (3)$$

R_ℓ 은 식(4)와 같다.

$$R_\ell = X_\ell \times 0.05 \approx 0.28[\text{m}\Omega] \quad (4)$$

2.2.3 Battery Charger Controller

그림 3에 PSCAD/EMTDC에서 구성한 Battery Charger Controller를 나타내었다.



〈그림 3〉 Battery Charger Controller

그림 3의 Battery Charger Controller는 IUa(정전류, 정전압, 정전류-자동정지) 패턴으로 제어되도록 구성하였다. 표 1에 각 구간에서 제어되는 충전 전압과 충전 전류의 파라미터를 나타내었다.

〈표 1〉 구간 별 충전 전류 및 전압 파라미터

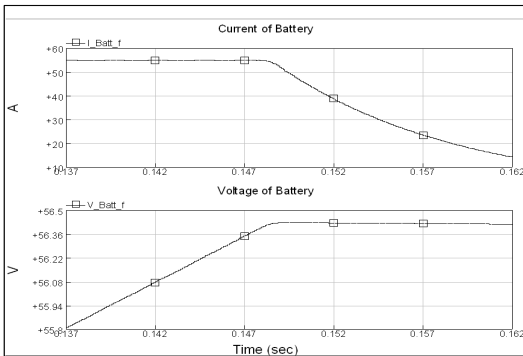
구간	I(정전류)구간	U(정전압)구간	Ia(정전류-자동정지) 구간
제어 파라미터	전류	전압	전류
설정치	0.14C=56[A]	2.35V/Cell=56.4[V]	0.014C=5.6[A]

2.3 시뮬레이션 결과

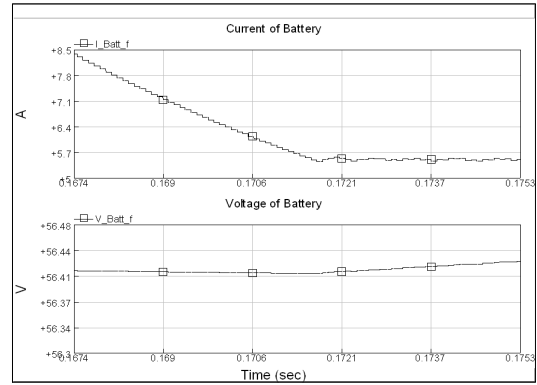
IUa 충전 패턴에서 모드가 변하는 시점에서의 충전 전류 및 충전 전압을 그림 4와 5에 나타내었다.

그림 4는 I(정전류)구간에서 U(정전압)구간으로의 모드 전환이 되는 시점의 충전 전류와 충전 전압을 나타낸 것이고, 그림 5는 U(정전압)구간에서 Ia(정전류-자동정지)구간으로의 모드 전환이 되는 시점의 충전 전류와 충전 전압을 나타낸 것이다.

그림 4와 5에서 표 1에서 설정한 충전 전류 및 충전 전압으로 일정하게 제어됨을 확인할 수 있다.



〈그림 4〉 U(정전압)구간으로의 모드 전환 시 충전 전류 및 충전 전압



〈그림 5〉 Ia(정전류-자동정지)구간으로의 모드 전환 시 충전 전류 및 충전 전압

3. 결 론

본 논문에서는 연축전지의 여러 충전 패턴 중 하나인 IUa(정전류, 정전압, 정전류-자동정지) 충전 패턴을 나타내었다. 상용 프로그램인 PSCAD/EMTDC를 이용하여 IUa 충전 패턴을 가진 시뮬레이션 모델을 구현하여 IUa 충전 패턴의 각 구간에서의 충전 특성을 시뮬레이션 하였다.

시뮬레이션 결과, IUa 충전 패턴 각 구간에서 미리 설정한 충전 전류와 충전 전압으로 제어됨을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 “지식경제부 전력IT기술개발사업(R-2005-1-396-001)”의 지원으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박윤호, 전순용, 서보혁, “산업용 연축전지의 충전특성실험에 근거한 축전효율 개선 알고리즘”, 대한전기학회 논문지, 49권, 8호, pp.432-441, 2000.8
- [2] 손영대, 고한범 역, “전지의 기초”, 성안당 ISBN 89-315-2199-5, 2000
- [3] 세방전지 주식회사, “연축전지개론”, 2002
- [4] 변영복, 구태근, 김은수, 조기연, 김동희, 변동환, “디지털방식 다중제어 충전기 개발”, 한국조명·전기설비학회 논문지, 15권, pp. 55-60, 2001
- [5] NB Co. “newmax VRLA Batteries-Technical Manual”, 2003.8
- [6] ZVEI, “Charger assignments for traction batteries in vented(PzS) and in valve regulated(PzV) design”, April, 2004
- [7] 세방전지 주식회사, “VGS 전지 내부 저항”