

UPS의 납축전지 관리 시스템

Lead - acid battery management system in UPS

임영철*, ° 변성천*, 김의선**, 장영학***

* 전남대학교 전기공학과

** 서남대학교 전기공학과

*** 목포대학교 전기공학과

Young-Cheol Lim* , ° Sung-Chun Byun*, Eur-Sun Kim**, Young-Hak Chang***

* Dept. of Electrical Engineering, Chonnam National University

** Dept. of Electrical Engineering, Seonam National University

*** Dept. of Electrical Engineering, Seonam National University

Abstract - To manage lead-acid battery efficiently and to use it longer in UPS, the state of charge(SOC) indicator of the battery is needed. So a new approach to developing battery SOC indicator for UPS is discussed in this paper. This method to determining SOC by combining the available data of discharge characteristics of a battery with neural networks(NN) is presented. The 3-layered NN with back propagation algorithm has been used. Exprement results show that the proposed method is appropriate as SOC indicator of the battery.

1. 서 론

사회가 고도 정보화사회로 발전함에 따라, 더욱 더 정보통신 시스템이 중요도가 높아지고, 이런 시스템이 신뢰성있게 동작할 수 있도록, 고품질의 전원을 공급할 수 있는 UPS에 대한 요구가 증가하고 있다. 그리고, 정보통신 시스템이 분산처리 시스템이나 다 운 사이장화됨에 따라, 전원용량이 소용량화되고 사 용자가 일반화되는 추세이다.

UPS는 정전의 백업뿐만 아니라 순간적인 정전에 대한 보상을 목적으로 주로 사용되고 있다. 이런 UPS의 비상전원장치로 납축전지가 사용되는데, 이 전지는 잔존용량과 온도에 의해 여러 가지 영향을 받는다. 온도가 올라가면, 비중이 증가하고 황산용액 에 의한 전극의 부식이 심화되어 납축전지의 수명을 단축시키고, 온도가 내려가면, 잔존용량이 감소하여 백 업시 용량부족을 초래할 수 있다. 온도에 의해서 축

전지의 충전전압이 달라지는데, 이를 잘못 설정하면, 과충전하면 가스가 발생하고 축전지의 전해액 감소 한다. 이런 원인 때문에, 메인テナンス 프리화 ,고신뢰 화 ,축전지의 장수명화를 실현하기 위해서 전지의 잔 존용량을 정확하게 알 필요가 있다. 일반적으로 잔존 용량(SOC)을 측정하는 방법에는 전해액의 비중을 측 정하는 비중계법, 전지가 무부하 상태에서 전압을 측 정하는 개로전압 측정법, 초기 설정된 전체 납축전지 의 용량에서 방전된 전류의 양을 감산해서 잔존용량 을 계산하는 축적전류계법 등이 있는데, 아래와 같은 문제점을 가지고 있다.

- (1) 비중계법 : 납축전지가 안정화된 상태에서 잔 존용량을 가장 정확하게 나타낼 수 있으나, 빈 번히 변동하는 부하에는 사용할 수 없다.[1-2]
- (2) 개로전압 측정법 : 전압이 안정화되는 시간이 필요하여, 급변하는 부하에는 적합하지않다.[1]
- (3) 축적전류계법 : 초기 용량을 정확히 설정해야 할 뿐 아니라, 오차의 축적으로 인해 시간이 경과함에 따라 많은 오차를 유발한다.[3-5]

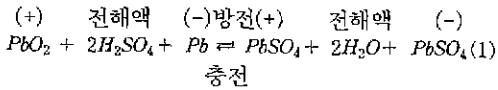
따라서, 본 연구에서는 방전특성곡선을 구하고, 여 기서 계산된 단자전압, 방전전류와 잔존용량에 관한 데이터를 다층 신경회로망에 학습시킨다. 이렇게 학 습된 신경회로망을 이용하여 납축전지의 전압, 전류 를 계측함으로써, 초기 잔존용량에 무관하고, 부하가 변하는 상태에서도 정확하게 잔존용량을 산출해내는 신경회로망을 이용한 잔존용량계를 제안한다.[6]

기존의 잔존용량계중의 하나인 개로전압 측정법과 본 연구에서 제안한 방법을 비교하므로써 타당성을 입증하였다.

II. 납축전지

1. 납축전지

납축전지는 양극판(PbO₂), 음극판(Pb)과 전해액(H₂SO₄)으로 구성되어있는데, 충·방전시 화학반응을 살펴보면 식(1)과 같다.



2. 납축전지의 잔존용량과 온도특성

온도가 25℃일 때, 용량과 비중과의 관계는 표 1과 같다. 표 1에서 볼 수 있듯이 비중과 잔존용량은 선형적인 관계가 있다.

표 1 용량과 비중과의 관계

비중 (25℃)	방전전기량(%)	잔존용량(%)
1.280	0	100
1.230	25	75
1.180	50	50
1.130	75	25
1.080	100	0

비중과 온도에 관한 관계는 식(2)와 같다.

$$S_{25} = S_t + 0.0007(t-25) \quad (2)$$

여기서 S₂₅ : 기준온도 25℃에서의 비중으로 환산한 값

S_t : 임의의 온도 t℃에서 측정된 비중

t : 비중 측정시 전해액의 온도[℃]

표 1과 식(2)을 비교해 보면, 납축전지의 비중이 일정하더라도, 온도가 올라가면 잔존용량이 증가하고, 반대로 온도가 내려가면, 잔존용량이 감소한다.

3. 납축전지의 방전특성곡선

일정한 부하전류로 방전시켰을 때, 방전율에 따라 납축전지의 단자전압이 비선형적으로 변화한다. 방전전류를 다르게 하면, 방전시간과 방전종지전압이 변하게 되지만, 일반적인 곡선형태는 유지한다. 납축전지의 특성을 학습시키기 위해서 방전 특성 곡선을 이용하였고, 신경회로망의 학습데이터로서 입력데이터는 방전전류, 단자전압을 사용하였으며, 출력데이터는 잔존용량을 사용하였다. 그림 1은 온도를 25℃로 설정하고, 방전전류를 0.5C에서 2.6C까지 변화시킬 때의 방전 특성 곡선이다

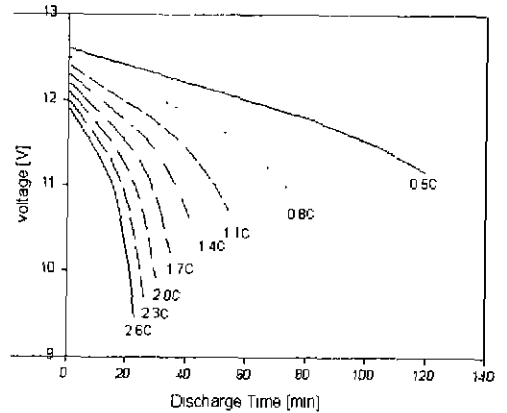


그림 1. 납축전지의 방전 특성.

III. 신경회로망을 이용한 잔존용량계

납축전지의 비선형 특성때문에 납축전지는 모델링하기 어렵다. 그래서, 납축전지의 잔존용량을 수식적으로 계산하기 어렵기 때문에, 신경회로망을 이용하여 납축전지를 학습시켜 잔존용량을 알아내는 방법을 이용하였다. 이 방법은 방전 특성 곡선을 이용하여 단자전압, 방전전류 및 잔존용량과의 관계를 구하였다. 그리고, 그림 2과 같이 방전전류와 단자전압은 신경망의 입력 데이터로, 잔존용량은 출력데이터로 하여 10000회 정도 학습을 시킨다. 이렇게 학습된 신경회로망은 입력층과 은닉층사이의 가중치와 은닉층과 출력층 사이의 가중치가 적절하게 조절된다. 학습이 완료된 상태에서 전류와 전압을 신경회로망에 입력하면, 학습에 의해서 조절된 가중치에 의해서 잔존용량을 산출한다. 납축전지의 특성을 표현하기 위해서, 은닉층에 약 30개의 신경소자를 사용하였다.

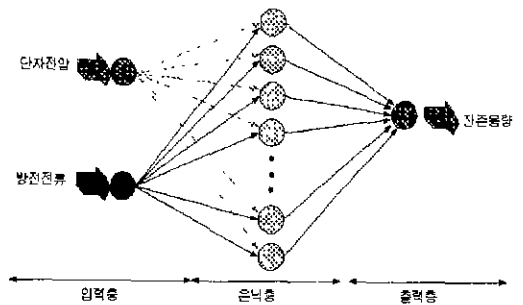


그림 2. 신경회로망의 구조.

IV. 실험장치 구성

1. 실험장치

1.1 충방전장치

방전특성곡선을 얻기 위하여 일정한 부하전류로 방전하는 역할과 납축전지가 임의의 전류로 방전할 수 있도록 하는 장치이다.

1.2 센서부

축전지로부터 방전되는 전류를 계속하기 위하여 LA25P를 사용하였고, 계속된 신호는 A/D 컨버터(PCI-2-428W)의 입력으로 보내지며, 오프셋과 이득을 조정, 증폭하게된다.

1.3 A/D 컨버터

A/D 컨버터로는 Burr-brown사의 PCI-2-428W를 사용하였다. 이 컨버터는 12bit resolution과 100 kHz의 샘플링타임을 갖는다. 축전지의 단자전압과 방전전류를 계속하여 PC로 데이터를 전달한다.

1.4 PC (486DX-100)

A/D 카드를 제어하여 전압과 전류를 계속하고, 이 계속된 값을 신경회로망에 입력하여 잔존용량을 산출한다. 사용자의 편의를 위하여 윈도우즈상에서 도표 또는 그래픽 화면으로 보여준다.

1.5 시험 대상

시험 대상으로 현재 기술된 자동차에 사용되는 납축전지를 사용하였는데, 이 축전지는 12V, 45AH의 정격을 가지고 있다.

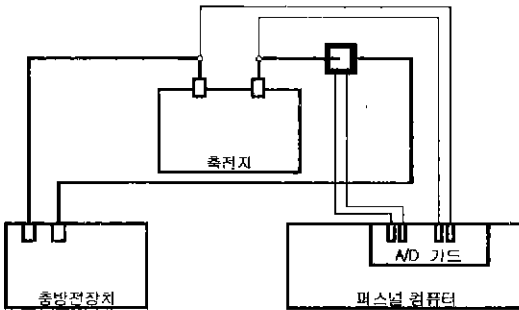


그림 3 실험장치 구성도

2. 소프트웨어

프로그램이 그래픽 기능이 우수한 비주얼베이직을 사용되었고, 프로그램의 구성은 다음과 같이 3부분으로 구성되어 있다.

1. A/D 카드를 이용하여 전압과 전류를 계속하는 부분
2. 계속된 값을 이용하여, 신경회로망에 적용하여 잔존용량을 산출하는 부분
3. 전압, 전류와 잔존용량을 화면에 그려주는 부분

V. 실험 및 결과

납축전지를 급변하는 전류로 방전시켰을때, 신경망에 의해서 학습된 잔존용량계가 잔존용량을 잘 추종하는지를 실험하였다. 실험은 다음과 같은 절차에 의해서 실행되었다. 1시간동안 전류를 임의의 방전비로 방전시키고나서, 이후 1시간동안 방전을 중지하는 과정을 반복하였다. 기준이 되는 SOC를 결정하기 위해서 방전이 중지되고나서 납축전지가 안정화된 상태, 즉 방전중지후 1시간이 경과후, 개로전압을 측정하였다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 오차가 5% 범위 이내에 있었다.

VI. 결 론

비중계법 혹은 개로전압 측정법에 의한 잔존용량 측정법은 납축전지가 안정화되기까지 기다려야 한다는 문제점이 있고, 축전전류계법은 초기 납축전지 용량을 알아야 한다는 문제점 때문에, UPS에 사용하기가 곤란하다. 여기서 제안된 신경회로망을 이용한 잔존용량계는 초기 설정이라는 문제와 부하 사용 유무와 관계없이 사용할 수 있다는 장점과 함께 다음과 같은 특징이 있다.

1. 잔존용량값을 알고자 할 때만 순간적으로 단자전압과 방전전류를 계속하면 되므로, 하드웨어의 부담을 줄일 수 있다.
2. 실험에 의하면, 은닉층에 30개 정도의 신경소자로 구성하여도 납축전지의 특성을 표현가능하므로, 적은 메모리로 구현할 수 있어서, 하드웨어의 부담을 줄일 수 있다.

잔존용량계를 UPS의 납축전지에 적용함으로써 다음과 같은 성능을 발휘할 수 있다.

1. 사용자에게 UPS로 전원을 공급할 수 있는 시간을 정확하게 알려줄 수 있다.
2. 잔존용량을 적절하게 조절함으로써 황산에 의한 전극부식을 방지하여 납축전지의 수명을 연

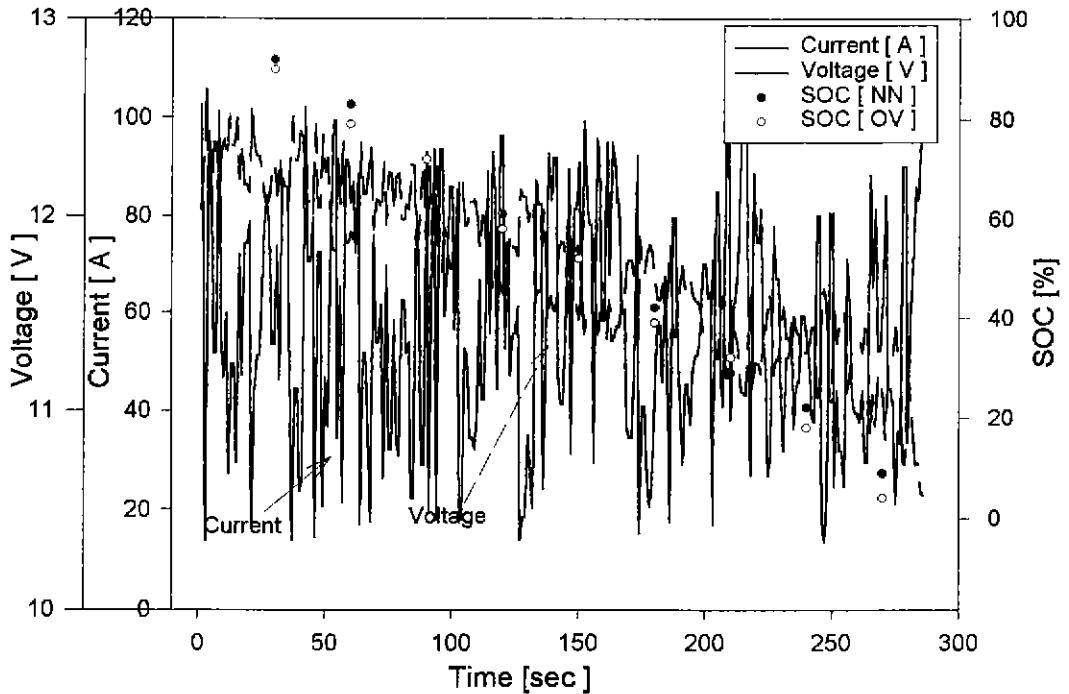


그림 4 신경회로망에 의한 잔존용량과 개로전압 측정법에 의한 잔존용량과의 비교

장시킬 수 있다.

3. 충전전압을 가변시킴으로써, 과충전에 의해 발생하는 전해액의 감소를 방지할 수 있다.

본 연구는 한국과학재단지정 전남대 고품질 전기전자부품 및 시스템 연구센터의 연구비지원에 의해 연구되었습니다.

[참고문헌]

[1] James H.Aylor, "A Battery State-of-Charge Indicator for Electric Wheelchairs", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.39, No.5, October 1992.
 [2] R. Weiss, J. Appelbaum, "Battery State of Charge Determination in Photovoltaic Systems", Electrochem. Soc. Vol.129, no.9, pp.1928-33, 1982.
 [3] C.Armenta-Deu, T.Donaire "Statistical Analysis of the Error Function in the Determination of the State-of-charge in Lead/acid Batteries.", J. Power

Sources (Switzerland), Vol.39, no.1, pp.95-105, 1992.
 [4] J.H Aylor and K.L Short, "A Microcomputer-based Battery Monitor," Proc. 1985 RESNA Conf., Memphis, TM June 24-28, 1985.
 [5] Minoru Kitagawa, Hiroshi Shibuya, Jun Takenara, Nao Kasagi, Norihiro Okubo, "Development of Battery State of Charge Indicator for Electric Vehicles", Technical Research Center, pp. 293-302, 1993.
 [6] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning internal representations by error propagation", Parallel Distributed processing, vol. 2, pp. 318-362, MIT Press, Cambridge, 1987
 [7] H.Duval, "Computer model of the lead/acid starter battery in automobiles", Journal of Power Source, 53 (1995), pp. 351-357