

지능제어기법에 의한 충전제어 장치의 개발

김동완, 황기현**, 이상철***

*동명대학 전기전자계열, **부산대학교 컴퓨터 및 정보통신 연구소**, 동서울대학 전기과***

Development of Charging Control Device Using the Intelligent Control Method

Dong-Wan Kim, **Gi-Hyun Hwang**, ***Sang-Cheol Lee***

Tongmyong College*, Pusan National University**, Dong Seoul College***

Abstract - In this research, we detect the charge state within 0.1~0.3[A] and develop the intelligent digital charge device by applying a fine pulse signal using PWM inverter and Proportional-Integral(PI) controller which uses micro -processor and intelligent technique. The ripple rate is within $\pm 1\%$, and the indicator error rate of full charge state is within $\pm 1\%$, and the voltage stability is within $\pm 0.1[V]$, and the accuracy of voltage detect is 48[V] and $\pm 0.5[V]$ in the reference of 100[A].

1. 서 론

현재 산업분야에서 사용되고 있는 배터리(지게차, 전동대차 등) 등은 수시로 충전기에 의하여 사용되는 약 60[V]의 직류전원공급장치에 의하여 충전을 받아야한다. 이 경우 충전기는 충전상태의 미세한 검지장치, 과충전의 방지장치, 충전시의 전압의 역류현상의 방지, 급충전의 필요시 자동 급충전 지시장치, 양질의 전원공급장치 등의 기능을 가져야 축전지의 수명연장과 작업중단의 방지 및 에너지절약과 경제적 효율성을 가져올 수 있다.

기존의 일반적인 충전기는 대부분 계전기 방식으로 limit level을 기준으로 충전상태를 검지하고, 이를 PI제어기에 의하여 제어한 후 SCR에 의해 전원을 공급하고 있으므로 진동성분을 가지는 전원을 공급하게 되어 축전지의 수명단축, 폐축전지의 다량배출 등 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 충전기는 회로 구성상, 대부분 대형화 형태로 이루어져 있기 때문에 전체 구성을 위한 단가 자체가 고가형으로 되어 있다. 반면 정밀도는 아주 낮은 레벨로 이루어져 있으며, 고장 시에도 수리비용이 많이 소요된다.

일반적으로 축전지의 수명은 충전·방전의 횟수에 따라 그 수명이 좌우되며, 특히, 충분한 충전이나 방전이 이루어지지 않은 상태에서 추가로 충전이나 방전을 행할 경우에는 수명이 단축된다. 또한 축전지에 대한 자가진단 기능이 없으므로 충전상태에 대한 정도를 확인할 수가 없으며, 축전지의 잔류상태의 인식미비로 인한 운전불능 상태까지 초래함으로써 운용에 많은 불편을 겪고 있다. 기존의 충전제어장치는 아주 낮은 형태의 기술로

이루어져 있고 유틸리티 카 등의 불연속적인 작업운용으로 인한 작업 능력의 저하 및 비경제적인 요소들이 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

따라서 본 논문에서는 충전상태의 검출을 0.1-0.3[mA]의 범위까지 정확히 검출하는 반도체소자를 이용한 저가형 및 고성능 디지털 충전장치를 개발하였다. 이러한 디지털 충전장치는 마이크로 프로세서와 지능제어기법을 이용한 비례-적분 제어기로 PWM 인버터에 미세한 펄스신호를 가하여 미세 진동이 없는 양질의 전원을 공급함으로써 충전기의 제어장치를 소형화하고 그 기능을 고성능화하며, LCD에 의한 전원공급 상태의 감시기능과 충전상태 및 급충전요구 상태 등을 표시하는 기능을 가진 충전기를 개발하여 축전지의 수명연장과 효율적인 사용에 의한 에너지Saving, 연속운전을 통한 경제적 효과를 얻을 수 있다.

2. 본 론

2.1 기술개발의 목적

본 논문은 기존의 충전기가 가지고 있는 문제점을 해결하기 위해서 충전상태의 검출전류가 0.1-0.3[mA]의 범위까지 정확하게 검출되도록 고기능·저가형 전자회로를 이용하여 설계하였다. 또한 마이크로 프로세서와 지능제어기법을 이용한 비례-적분 제어기로 PWM 인버터에 미세한 펄스신호를 가하여 리플율(ripple ratio)이 $\pm 1\%$ 이내로 미세 진동이 없는 양질의 전원을 공급하고, 만충전 상태의 오차율이 $\pm 1\%$ 이내, 전압안정도가 $\pm 0.1V$, 전압검출의 정확성이 $\pm 0.5V$ 이내인 지능형 디지털 충전기를 개발하고자 한다. LCD를 장착하여 전원공급 상태의 감시기능과 충전상태 및 급충전 요구상태를 표시하는 기능을 부가함으로써 충전상태의 효율적 운용이 가능하며, 양질의 전원으로 충전함으로써 축전지의 수명연장과 효율적인 사용에 의한 Energy saving 및 연속운전을 통한 경제적 효과가 가능하도록 한다. 또한 충전기의 디지털화를 통한 성능개선 및 고기능·저가형 충전기를 개발하였다.

2.2 기술개발 중요성

기존의 일반적인 충전기는 대부분 계전기(Relay) 방식으로 한계 값을 기준으로 충전상태를 검지하고, 이를 비례-적분 제어기에 의하여 제어한 후 사이리스터에 의해 전원을 공급하는 방식을 사용하고 있다. 그러므로 상기 기존의 일반적인 충전기는 진동성분을 가지는 전원을 공급하기 때문에 축전지의 수명단축, 폐축전지의 다량배출 등 많은 문제점이 제기되고 있다.

이는 종래 기술 자체가 계전기 방식에 의존하여 충전상태를 검지하고, 이것을 사이리스터에 의해 전원을 공급하므로 교류를 직류로 변환하는 과정에서 진동성분을 가지게 된다. 이러한 충전기는 회로 구성상, 대부분 대형화 형태로 이루어져 있기 때문에 전체 구성을 위한 단가 자체가 고가형으로 되어 있다. 반면 정밀도는 아주 낮은 레벨로 이루어져 있으며, 고장 시에도 수리비용이 많이 소요된다.

일반적으로 축전지의 수명은 충전·방전의 횟수에 따라 그 수명이 좌우되며, 특히, 충분한 충전이나 방전이 이루어지지 않은 상태에서 추가로 충전이나 방전을 행할 경우에는 수명이 단축된다. 그런데도 불구하고 축전지에 대한 자가진단 기능이 없으므로 충전상태에 대한 정도를 확인할 수가 없으며, 축전지에 남아있는 잔류상태의 인식미비로 인한 운전불능 상태까지 초래함으로써 운용에 많은 불편을 겪고 있다. 이는 기존의 방식이 아주 낮은 형태의 기술로 이루어져 있으므로 해서 유틸리티 카 등이 불연속적인 작업운용으로 말미암아 작업 능력의 저하 및 비경제적인 요소들이 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

본 논문에서 개발하고자 하는 고성능 디지털 충전장치는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서 충전상태의 검출전류가 0.1~0.3[A]의 범위까지 정확하게 검출되도록 고기능·저가형 전자회로로 설계함으로써 검출의 정밀도가 뛰어나며, 이를 저가형 마이크로 프로세서인 PIC16C74A와 지능기법인 유전알고리즘을 이용하여 비례-적분 제어기를 설계하였기 때문에 PWM 인버터가 미세한 펄스신호를 가함으로써 리플율(ripple ratio)이 $\pm 1\%$ 이내로 미세 진동이 없는 양질의 전원을 공급하고, 만충전 상태의 오차율이 $\pm 1\%$ 이내, 전압안정도가 $\pm 0.1V$, 전압검출의 정확성이 $\pm 0.5V$ 이내인 디지털 충전장치를 개발하였다. 또한 LCD를 장착하여 전원공급 상태의 감시기능과 충전상태 및 급충전 요구상태를 표시하는 기능을 부가함으로써 충전상태의 효율적 운용이 가능하며, 양질의 전원으로 충전함으로써 축전지의 수명연장과 효율적인 사용에 의한 에너지 saving 및 연속운전을 통한 경제적인 효과가 가능하도록 한 것으로, 본 개발의 목적은 충전기의 디지털화를 통한 성능개선 및 고기능·저가형 충전기를 제공하는데 있다.

2.3 기술개발 내용과 범위

기존의 일반적인 충전기는 limit level을 기준으로 충전상태를 검지하고 이를 비례-적분 제어기에 의하여 제어

한 후 사이리스터에 의해 전원을 공급하는 것이 일반적이다. 따라서, 진동성분을 가지는 전원을 공급하기 때문에 축전지의 수명단축, 폐축전지의 다량배출 등 많은 문제점이 제기되고 있다. 따라서 본 논문에서 개발한 고성능 디지털 충전기는 충전상태의 검출전류가 0.1~0.3[mA]의 범위까지 정확하게 검출되도록 고기능·저가형 전자회로로 설계함으로써 검출의 정밀도가 뛰어나며, 이를 마이크로 프로세서와 지능기법을 이용하여 비례-적분 제어기를 설계하였고, PWM 인버터가 미세한 펄스신호를 가하여 미세 진동이 없는 양질의 전원을 공급하고, LCD를 사용하여 전원공급 상태에 대한 감시기능과 충전상태 및 급충전 요구상태까지 표시할 수 있는 고기능성 충전기를 개발하였다.

본 논문에서 개발한 마이크로프로세서(PIC16C74A)에 의한 고성능 디지털 충전장치의 전체구성도는 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 보는 것처럼 디지털 충전장치는 다음과 같이 5부분으로 시스템이 구성되어진다.

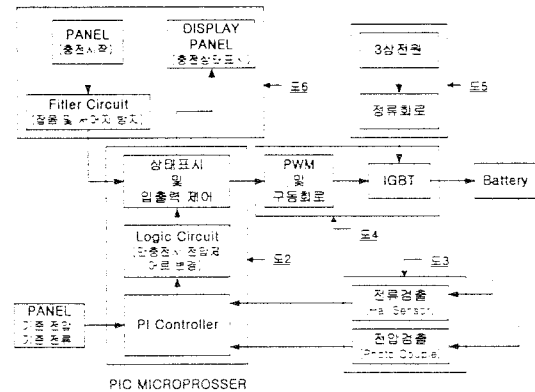


그림 1 디지털 충전장치의 전체 구성도

1) 디지털 충전장치의 입출력제어신호를 수행하는 마이크로 프로세서부

입력신호로서 충전개시신호와 패널부의 기준전압, 기준신호와 전압 및 전류검출 회로부의 검출신호를 입력하고, 출력신호로서 상기 충전조작부에 상대표시신호와 펄스폭 변조 파형 발생 및 구동회로부에 내보내는 입출력 제어신호를 출력하기 위해 연산을 수행하는 부분이다.

2) 전압 및 전류 검출회로부

그림 2는 디지털 충전장치의 전압 및 전류 검출회로부를 나타내었다. 배터리의 충전전류 및 충전전압을 검출하여 배터리의 충전상태를 검출하는 부분이다. 축전지의 정밀한 충전을 위한 포토커플러(photo couple) 및 홀센서(hall sensor)를 이용한 전압 및 전류 검출부는 충전상태를 검출하는 장치이다.

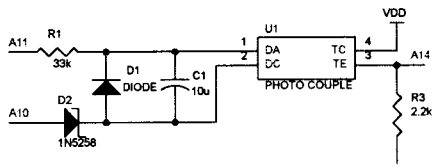


그림 3 전압 및 전류 검출회로

3) 펄스폭 변조 및 구동회로부

제어신호에 의해 PWM 인버터에서 발생하는 충전신호는 PIC에서 나온 제어명령에 의해 펄스폭 변조파형을 만들어 축전지에 공급하는 장치로 그림 3에 나타내었다. PWM 인버터는 교류 제어를 위해 펄스폭을 미세하게 조정하여 대상에 가해지는 전압 또는 전류의 평균치를 제어하는 방법이며, PWM은 변조파와 기준신호를 통하여 출력파형의 주기 내 펄스를 복수개로 분할해서, 각각의 펄스폭을 제어함으로써 출력파형의 제어와 파형개선(저차고조파의 저감)을 행하게 된다.

4) 정류회로부

3상전원을 정류하여 펄스폭 변조파형 발생 및 구동회로부에 보내는 정류회로부는 그림 4에 나타내었다. 입력전원에 대한 정류를 정밀하게 설계함으로써 전압안정도가 $\pm 0.1V$ 이내로 정밀하게 이루어지도록 하였으며, 축전지의 전원으로 공급되게 된다.

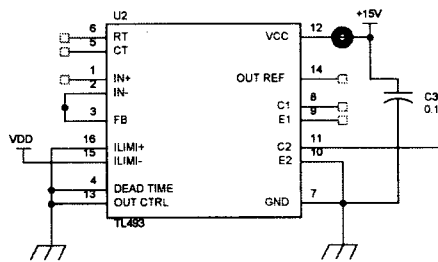


그림 3 펄스폭 변조회로

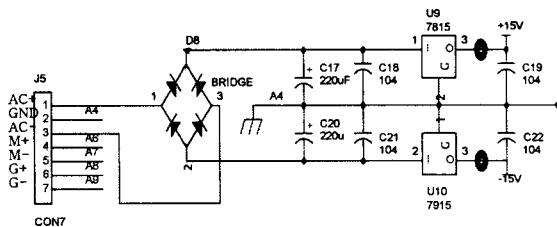


그림 4 정류회로부

5) 충전조작부

충전시작부 및 충전상태를 표시하는 충전상태표시부를 포함하는 충전조작부이다. 충전상태의 표시 및 충전장치의 잡음과 서어지를 방지하는 부분은 충전장치에 가해지는 외부 잡음과 노이즈의 방지장치와 충전상태를 표시하는 장치이다. 디지털 충전장치를 소형화하기 위해 보드

를 만드는데 보드에 사용된 소자들은 모두 약전소자(약 5V 내외)이므로 전원이 가해져 충전장치가 동작할 때 상호간에 서로 영향을 주게된다. 따라서 이의 방지가 필요하고 이를 위해 photo coupler를 이용하여 전체 회로는 정확히 동작하고 상호간에는 서로 영향이 미치지 않도록 보드를 만들었다. 또한 충전기의 상태를 정확히 디스플레이 함으로서 사용자가 충전기의 상태를 수시로 확인하여 불필요한 에너지의 낭비를 막고 에너지의 절약에 기여할 수 있도록 한다. 이러한 디스플레이 기능에 대한 제어는 PIC에 내장된 프로그램에 의해 이루어지며 디스플레이는 LCD라는 액정화면으로 나타나도록 하였다.

3. 결론

3.1 활용전망 및 분야

개발하고자 하는 지능형 고성능 디지털 충전장치는 기존의 획일적인 기본구조를 탈피하여 소형이면서 고성능을 지닌 충전기를 저가형으로 사용할 수 있으며, 충전기에 대한 고급기술을 보유할 수 있으며 다음의 같은 분야에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

- 편의성과 효율성을 가진 디지털 충전기의 개발을 통해 국내 중소, 대기업의 유틸리티카 등에서의 활용이 기대된다.
- 여러 가지 형태의 유틸리티 카 (예 : 전기자동차, 골프카, 지게차, 전동대차 등)와 무정전 전원공급장치 (UPS), 고정밀 통신기기, 태양에너지를 이용한 축전 설비 등 Energy saving 기기의 분야에 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

3.2 기술적 파급효과

본 논문에서 개발한 저가형 및 고성능 디지털 충전장치의 개발에 따른 기술적 파급효과는 다음과 같다.

- 마이크로프로세서(PIC계열)에 고성능 디지털 충전장치와 관련된 기술력 확보
- 지능기법을 이용한 PI제어기에 의한 고성능 충전용 PWM 제어기술 확보
- 디지털 충전장치의 표시장치의 개발에 따른 신뢰성 확보
- 전기자동차의 상용화와 에너지 saving기기의 일반화에 대비한 고성능 충전기술의 축적

3.2 경제적 파급효과

본 논문에서 개발한 저가형 및 고성능 디지털 충전장치의 개발에 따른 경제적 파급효과는 다음과 같다.

- 양질의 전원으로 충전함으로써 축전지의 수명연장과 에너지 saving과 연속운전을 통한 경제적인 효과가 기대된다.

- 저가형 및 고성능 디지털 충전기의 개발에 따른 수입 대체 및 수출과급 효과가 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] K. Krishnakumar, David E. Goldberg, "Control System Optimization Using Genetic Algorithms", *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Vol. 15, No. 3, pp. 735 - 740, May - June, 1992
- [2] A. Varšek, T. Urbančič, and B. Filipič, "Genetic Algorithm in Controller Design and Tuning", *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 23, No. 5, pp. 1330 - 1339 Sept./Oct. 1993
- [3] D. A. Linkens, H. O. Nyongesa, "Genetic algorithms for fuzzy control : Part1 : Offline system development and application", *IEE Proc. Control Theory Appl.*, Vol. 142, No. 3, pp. 161 - 176, May, 1995
- [4] D. A. Linkens, H. O. Nyongesa, "Genetic algorithms for fuzzy control : Part2 : Online system development and application", *IEE Proc. Control Theory Appl.*, Vol. 142, No. 3, pp. 177 - 185, May, 1995
- [5] Jinwoo Kim, Yoonkeon Moon, Bernard P. Zeigler, "Designing Fuzzy Net Controllers Using Genetic Algorithms", *IEEE Control System*, pp 66 - 72, June, 1995
- [6] Abdollah Homaifar, Ed McCormic, "Simultaneous Design of Membership Functions and Rule Sets for Fuzzy Controllers Using Genetic Algorithms", *IEEE Trans. on Fuzzy Systems*, Vol. 3, No. 2, pp. 129 - 139, May, 1995
- [7] Daihee Park, Abraham, "Genetic-Based New Fuzzy Reasoning Models with Application to Fuzzy Control", *IEEE Trans. on Fuzzy Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 24, No. 1, pp. 39 - 47, Jan., 1994
- [8] X. Qi and F. Palmieri, "Theoretical Analysis of Evolutionary Algorithms with an Infinite Population Size in Continuous Space", *IEEE Trans. on Neural Network*, Vol. 5, No. 1, pp. 102 - 119, Jan., 1994