

## 산업용 축전지 최적 관리시스템 개발

민병권, 류승표, 신현주  
현대중공업(주) 기계전기연구소

### The Development of an Optimal Management System for Industrial Batteries

Byoung-Gwon Min, Seung-Pyo Ryu, Hyun-Joo Shin

**Abstract** - Some defective cells in the battery bank of power systems using batteries result in deterioration of the performance of the total battery bank. Consequently, the battery bank can't perfectly back up the system in occurrence of any power problems and the overcharge of defective cells may lead to their explosion or the occurrence of fire.

The developed battery management system in this study enables operators to telemeter and analyze internal resistance, voltages, currents, and temperatures of batteries at remote sites through a PC, so they can detect defective cells before the occurrence of power problems. And adoption of this system ensures extension of battery life.

#### 1. 서 론

각종 산업용 설비의 PCS(Power Conditioning System), 통신설비, 석유화학 플랜트, 대체에너지 시스템 및 기타 중요한 설비들은 상용전원의 전원 장애에 대비하고, 전원에 대한 신뢰성을 확보하기 위하여 축전지가 필수적으로 사용되고 있다. 그러나 이러한 설비나 시스템에서 백업용으로 사용되는 축전지뱅크에서 일부 셀에 불량 발생하면 전체 축전지뱅크의 기능이 저하되어 전원 장애가 발생할 때에 시스템을 적절히 백업하지 못하는 문제가 발생하여 부하에 커다란 손실을 가져올 수 있다. 또한 불량 축전지가 과충전되면 축전지가 폭발하여 화재가 발생할 우려가 있다. 그리고 이들 시스템에서 특히 PCS는 축전지뱅크의 전압이 통상 DC120V 이상일 경우가 많으므로, 축전지 점검을 위하여 모든 축전지 셀을 수동으로 점검하고, 불량 축전지를 교체할 경우 작업이 복잡하고 특히 감전의 위험성도 있다.

이와 같은 관리상의 문제점을 해결함으로써 축전지를 최적으로 관리하여 수명을 연장시키고 전원 시스템의 신뢰성을 향상시키기 위하여 본 시스템을 개발하였다.

개발한 축전지 관리시스템에서는 축전지의 내부저항, 전압, 전류, 온도를 검출하여 분석함으로써 불량 축전지를 사전에 감지하여 교체할 수 있도록 하여 전원 장애에 대한 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있도록 하였다.

#### 2. 시스템 및 하드웨어 구성

##### 2.1 전체 시스템 구성

본 시스템은 축전지의 상태를 원격지에서 감시하여 축전지에 문제가 발생하였을 때, 결함이 있는 축전지를 신속히 판별하여 문제를 해결할 수 있도록 하기 위한 BMS (Battery Management System) PC 프로그램과 축전지의 전압, 전류, 내부저항 및 온도 정보를 수집하고 정보 요구 신호에 따라 그 정보를 송신하는 축전지 인터페이스 I/O 보드로 구성된다.

특히 기존의 방식에서는 불량 축전지를 검출하기 위하여 축전지를 강제로 방전시켜 축전지의 상태를 확인하였으나, 강제 방전 없이도 축전지의 상태를 확인할 수 있는 내부저항측정법을 사용하여 축전지의 상태를 완벽히 판별할 수 있도록 개발하였다. 전체 시스템 구성도는 그림 2.1과 같다.

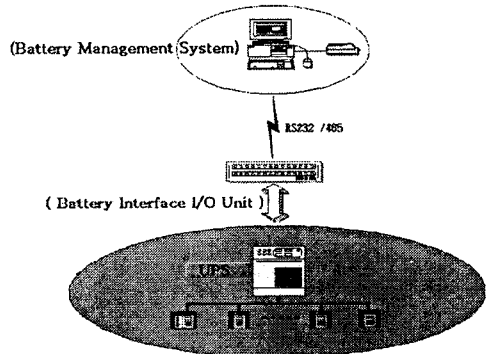


그림 2.1 전체 시스템 구성도

##### 2.2 하드웨어 구성

###### 2.2.1 BMS의 구성

BMS의 구성은 표 2.1과 같다

표 2.1 BMS의 구성

구분	규격
CPU	Pentium II 100MHz 이상
메모리	16MB 이상
인터페이스 보드	Intel Express Pro/10/Modem
화면 해상도	슈퍼 VGA급 이상
운영 체제	Window 98

###### 2.2.2 인터페이스 I/O 유니트의 구성

축전지 인터페이스 I/O 유니트의 회로 구성도는 그림 2.2와 같고, 대별하여 제어부, 입·출력부, 메모리부로 구성되어 있다.

###### (1) 제어부

제어부는 신뢰성 및 제어기능의 확장성을 고려하여 TMS320C31 DSP와 EPLD를 사용하여 완전 디지털화 하였다. 제어부에는 DSP가 내장되어 Relay와 센서를 통한 실측값 검출과 검출된 실측값을 비교, 분석하여 고장을 진단하고 저장하도록 구성되어 있으며, 통신 기능을 통하여 외부에서 PC나 감시패널에서 고장상태를 감시할 수 있도록 설계하였다.

EPLD는 시스템에 사용되는 모든 제어 로직을 수행한다. EPLD는 EPF8452-160을 사용하여 DSP 제어 신호 발생, 전압, 내부저항 등의 실측값 검출을 위한 선택 신호, 온도, 전류 검출신호를 발생시킨다.

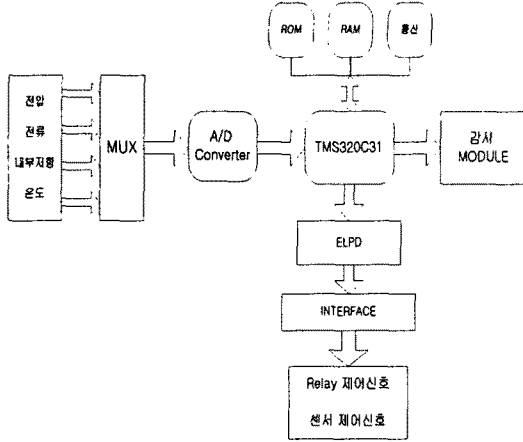


그림 2.2 인터페이스 I/O의 회로 구성도

(2) 입·출력부

입·출력부는 축전지로부터 전압, 전류, 내부저항 및 온도의 실측값 및 고장이나 상태를 입력받는 입력부와 그 입력정보를 감시 모듈을 통해 표시하고 직렬통신, LAN 및 모뎀을 통하여 같은 정보를 송신하는 출력부로 구성되며 그림 2.3은 개략적인 구성도이다.

실측값변환에 사용되는 A/D 변환기는 12 Bit 컨버터 이고 변환 시간은 1.6μsec이다.

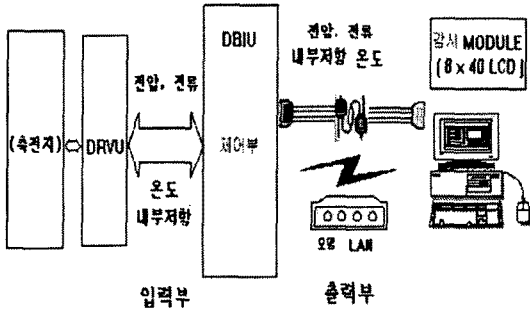


그림 2.3 입·출력 구성도

(3) 메모리부

인터페이스 I/O 보드에 사용한 메모리는 표 2.2와 같으며 검출된 실측값 및 통신 송·수신 정보를 일시 저장하기 위한 SRAM, 고장내용 및 시간을 저장하기 위한 NVRAM 그리고 전체 프로그램이 들어있는 ROM으로 구성된다.

표 2.2 인터페이스 I/O의 메모리 규격

구 분	규 격
SRAM	K6R1016C16-TC12
NVRAM	DS1642-120
ROM	27C512

2.2.3 디지털 릴레이보드(DRVU)의 구성

디지털 릴레이 보드는 실측값을 검출하기 위한 보드로서 인터페이스 I/O 보드의 실측값 선택신호에 따라 축전지의 전압, 전류, 내부저항 등의 실측값을 인터페이스 I/O 보드에 전송한다

3 소프트웨어의 구성

3.1 BMS PC 프로그램

BMS PC 프로그램은 Windows 환경에서 사용할 수 있도록 되어있으며, Inprise사의 윈도우 응용 프로그램 툴인 C++ Builder를 이용하여 프로그램 하였다. 그리고 GUI(Graphics User Interface)환경 하에서 시스템의 감시 및 제어를 용이하게 할 수 있도록 하였다. C++ Builder는 다양한 Library로 인해 향후 프로그램 수정 및 버전 향상 시에 적합하다. 전체 소프트웨어 흐름도를 그림 3.1에 나타내었다.

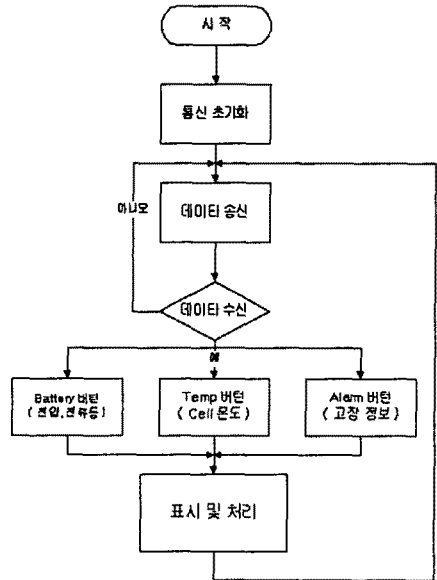


그림 3.1 BMS 소프트웨어 흐름도

3.2 메뉴별 기능

BMS의 주 화면은 그림 3.2와 같이 3개의 메뉴와 3개의 버튼 그리고 그 톨바로 구성되어 있으며, 각 메뉴의 동작에 따라, 통신 관련 작업(초기화, 연결, 중지)을 수행하고 축전지 정보(전압, 전류, 내부저항 및 온도)를 감시할 수 있으며 또한, 고장이 발생하면 DataBase로 고장내용이 저장되고 DataBase Table로 고장 내용을 알 수 있도록 개발하였다.

(1) Communication(C) 메뉴 기능

통신기능 처리를 위한 메뉴로서 통신 초기화 기능을 수행하며 통신 연결 및 종료 기능을 수행할 수 있다.

통신 초기화 화면에서는 통신의 포트, 전송 속도, 데이터 길이, 정지 비트, 패리티, 통신 연결방법 등 통신 포트의 환경을 설정한다.

(2) PhoneBox(P)메뉴 기능

통신 연결 방법을 모뎀으로 설정하면 데이터 송·수신 대상의 전화번호 설정이 필요한데 이 기능에서는 전화번호를 추가, 수정, 삭제 및 설정하는 화면을 나타낸다. 전화번호를 수정한 후 설정버튼을 누르면 그림 3.2

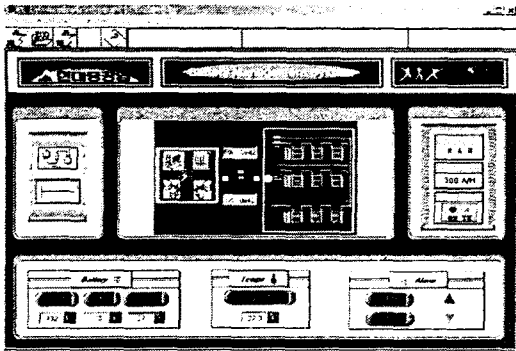


그림 3.2 BMS의 주화면

BMS 주화면의 우측에 설정된 전화번호가 표시된다.

(3) 축전지버튼 기능

통신이 초기화되면 인터페이스 I/O 보드로부터 축전지의 실측값을 수신하여 축전지의 전압, 전류, 내부저항 및 온도를 표시할 수 있다.

(4) Temp버튼 기능

I/O 보드로부터 수신된 축전지의 실측값 중 Cell의 그룹별 온도를 분석하여 온도계 상자를 사용하여 표시하는 화면이다.

(5) Alarm버튼 기능

수신된 축전지의 실측값들을 분석하여 축전지의 상태를 Shape 상자와 Rectangle 상자를 사용하여 표시하고, 요일별로 발생한 고장시간 및 내용을 저장하여 그 내용을 분석할 수 있다.

3.3 인터페이스 I/O 소프트웨어

인터페이스 I/O 소프트웨어는 TI사의 C-Compiler를 사용하여 프로그램 하였다. 흐름도는 그림 3.3과 같은 프로그램의 구성은 크게 다음과 같이 구성되어 있다.

- 초기화 루틴 : 통신, LCD
- Timer 루틴 : Key Scan 및 실측값 검출 (7초)
- 외부 인터럽트 루틴 : 작업에 따른 데이터 송·수신
- 데이터 표시 루틴 : 감시 모듈에 표시

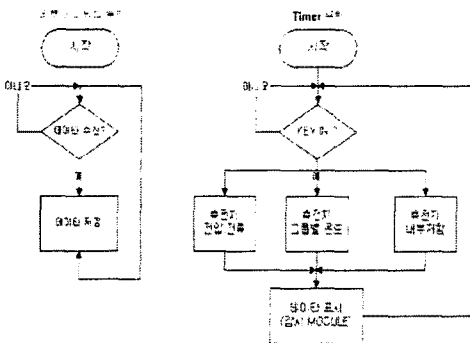


그림 3.3 인터페이스 I/O의 소프트웨어 흐름도

3.4 BMS와 인터페이스 I/O와의 통신 프로토콜

BMS는 통신이 초기화된 후 7초마다 명령을 I/O에게 송신하면 I/O는 그 명령에 따라 응답을 하는 형식으로 되어 있다. 상호간의 통신 데이터 형태는 표 3.1과 같으며 STX, ETX는 02H, 03H로서 각각 송수신 데이터블록의 시작과 끝을 나타낸다. TEXT0는 각각의 명령마다 송신하는 명령번호를 나타내고 송신하는 데이터(TEXT1 .... TEXTn)를 포함하고 있다.

표 3.1 송수신 데이터 형태 및 제어코드

STX	TEXT	EXT	BCC1	BCC2
-----	------	-----	------	------

명령번호에 따라 송수신하는 데이터블록의 길이가 결정되어 있으며 길이가 맞지 않을 경우 재전송을 요구한다.

BCC1과 BCC2는 데이터블록의 체크섬을 나타내며 데이터블록 내용의 오류를 검사한다. BCC1과 BCC2의 계산방법은 데이터의 번호가 홀수, 짝수인 경우로 나누어져 계산된다. BCC가 틀릴 경우에도 수신자는 재전송을 요구하게 된다.

4. 제작 및 실험

본 연구에서 개발한 축전지관리시스템의 성능을 확인하기 위하여 그림 4.1과 같이 실험장치를 구성하여 실험을 하였다. 실험결과 구현한 컴퓨터 화면에서 축전지의 각종 데이터 검출, 축전지 불량 상태 판별 등 양호한 결과를 얻었다.

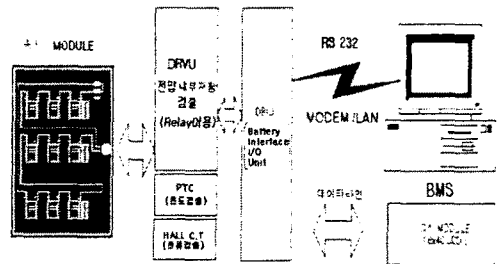


그림 4.1 실험장치의 구성

5. 결론

본 개발에서는 전원장대에 대비하기 위한 백업용 산업용 축전지를 최적으로 관리하여 수명을 연장시키고 설비의 신뢰성을 향상시키기 위하여 축전지 최적 관리장치(BMS)를 개발하였다. 개발한 BMS에서는 PC에서 RS232/485 통신을 통하여 축전지의 전압, 전류, 온도, 내부저항을 검출하여 분석함으로써 불량 축전지를 사전에 판별 및 교체하여 축전지를 설치한 설비의 신뢰성을 향상시키도록 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Martin Hornung, Michael Braun, "A Charging and Charge Equalization System for Series Connected Batteries", University Karlsruhe, Elektrotechnisches Institut, Germany.
- [2] Herman L.N. Wiegman, R.D. Lorenz, "High Efficiency Battery State Control and Power Capability Prediction", University of Wisconsin - Madison.
- [3] Andreas Lohner et al., "Development of a High Accurate, Universal and Inexpensive Measuring System for Battery Management Systems", Institute for Power Electronics and Electrical Drives, Aachen University of Technology, Germany.
- [4] Glenn Alber "Predicting Battery Performance Using Internal Cell Resistance", AlberCorp
- [5] James L. Conger, "Windows API Bible", Waite Group Press, 1992
- [6] 이상엽, "Visual C++ Programming Bible ver4.xx", 1995
- [7] Charls Petzold, "Programming Windows 95", Microsoft press, 1996