

## DSP를 이용한 무정전전원장치 개발

김동욱, 신현주, 류승표, 민병권  
현대중공업(주) 기전연구소

### Development of UPSs Using DSP

D.U.Kim, H.J.Shin, S.P.Ryu, B.G..Min  
Electro Mechanical Research Institute  
Hyundai Heavy Industries CO.,LTD

#### ABSTRACT

This paper describes the implementation of UPS system controlled by the DSP. The digital techniques have been used to overcome the problems of UPS system controlled by analog control circuits. By developing these systems using the digital technique we could increase the reliability and improve the electrical characteristics. And we designed and developed the system which is able to control UPSs and to monitor errors, statuses and actual values transmitted from UPS through internet.

The UPSs also impose high demands on battery life time, reliability and energy-efficiency. These requirements can only be met by employing sophisticated battery management system(BMS).

Therefore, a highly accurate, universal and inexpensive measuring system for BMS was developed.

#### 1. 서 론

무정전전원장치(UPS : Uninterruptible Power Supply)는 전원장애시에도 양질의 무정전 전원을 부하하기에 공급하는 장치로서, 무정전의 양질의 전원을 필요로 하는 모든 곳에 필수적으로 사용되며, 최근 정보통신기기의 폭발적 증가, 컴퓨터 보급의 확산과 자동화 확장 추세에 따라 수요가 크게 증가하고 있으며 그 중요성이 높아가고 있고 부하 특성 또한 다양화 되어가고 있다. 따라서 UPS도 부하조건 및 특성에 관계없이 정전압 정주파수의 전원공급뿐만 아니라 부하조건에 관계없이 우수한 출력특성이 요구되고 있다. 그러나 UPS 제어의 기본이된 아날로그제어 방식은 몇가지의 문제점을 가

지고 있다. 즉, 많은 소자에 소요되는 비용, 환경 변화에 따른 드리프트현상, 주기적인 보정 및 감시 전송의 한계성 등이다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 제어회로에 기능 및 속도가 우수한 DSP 와 EPLD 및 기타 디지털 소자를 사용하여 제어회로를 완전 디지털화하고 각종 제어변수나 제어상수를 소프트웨어로 설정함으로써 파라미터 설정용 가변저항과 아날로그 값 계측용 CT나 PT를 최소화하였다. 따라서 파라미터를 변경할 때 하드웨어의 변경 없이 소프트웨어에서 설정치만 변경하면 되므로 시스템의 유연성을 확보하였고, 설정치가 불변하여 시스템의 안정성이 향상되었다.

그리고 정류부, 인버터부, 바이패스부로 나뉘어져있던 제어보드를 1-Board화하여 신뢰성 증대를 도모하였고, 인버터 효율, THD 특성, 부하 급변에 대한 응답특성 향상 등 전기적 특성도 크게 향상되었다. 또한 SNMP를 지원할 수 있도록 개발하여 별도의 하드웨어 추가 없이 인터넷을 통한 원격 감시제어기능을 수행할 수 있도록 하였으며, 축전지의 손상을 미리 감지함으로써 일부 축전지의 손상으로 전체 축전지에 미치는 영향을 방지 하여 축전지가 비상전원으로서 Back-Up Time을 신뢰성 있게 보장하는 역할을 하는 BMS(Battery Management System)도 개발하였다.

#### 2. 시스템 구성

##### 2.1 전력회로

개발된 UPS의 주 전력회로는 AC입력과 DC단 및 축전지를 포함한 정류부와 IGBT 스택, 변압기, AC 필터를 포함한 인버터부 및 인버터 출력과 바이패스 출력을 제어하는 Static 스위치부로 크게 3 부분으로 나눌 수 있으며, 고장시 수리를 목적으로 Manual Bypass부도 구성되어 있다. 정류부는 인버터부에 DC전압을 공급함과 동시에 충전기로서 동

작하여 정상동작 중에도 축전지를 부동시킨다.

정류기는 사이리스터 정류기와 PWM 컨버터의 두 종류가 있으며 사용자의 선택에 따라 정류기의 구성이 결정된다. 사이리스터 정류기는 가격적인 면에서 우수하나 입력측에 고조파 성분이 많이 포함되며, PWM 정류기는 고조파측면에서는 우수하나 제어회로가 복잡하고 가격적인 측면에서 고가이다. 인버터부는 양질의 AC출력을 부하에 공급할 수 있도록 AC 필터를 포함하고 있으며 주전원 정전시 축전지로부터 DC전원을 공급받아 정전시에도 순간정전 없이 축전지 용량에 따라 일정시간 부하에 전력을 공급한다. Static 스위치부에서는 인버터 전압과 상용 바이패스 전압이 항상 동기가 되도록 제어하여 정상시 인버터 전압이 부하에 공급되다가 인버터에 고장이 발생하면 순간 없이 바이패스 전압으로 절체시키는 역할을 한다. Fig. 2.1은 전력회로의 주회로 구성도를 나타낸다.

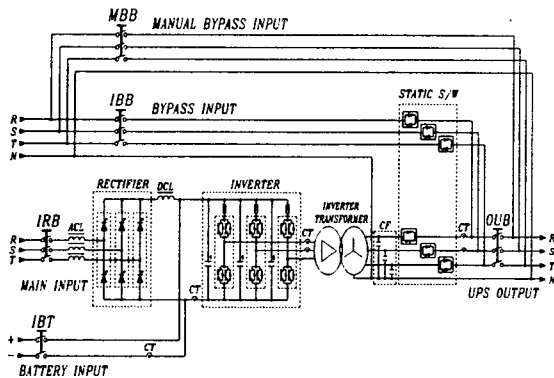


그림 2.1 주회로 구성

## 2.2 시스템 제어부

UPS의 제어부는 정류부 제어, 인버터부 제어 및 바이패스부 제어로 구성되어 있으며 기존의 아날로그 제어와는 달리 디지털 제어를 하여 시스템을 제어한다. 그러나 시스템을 디지털로 구현할 경우에 제어기의 빠른 동작을 위해서 고속연산을 수행할 수 있는 제어기가 필요하며, 본 연구에서는 저가의 TMS320C31을 주 제어 소자로 하여 고속 연산이 가능하도록 제어기를 설계하였으며 내부로직을 EPLD로 구현하여 사용목적에 따라 제어기를 용이하게 수정할 수 있도록 하였다. 또한 높은 절연내력을 갖는 각종 아날로그, 디지털 입출력 포트 및 보호 회로 등을 제어보드에 구비하였다. 개발된 제어보드는 사진 2.1과 같다.

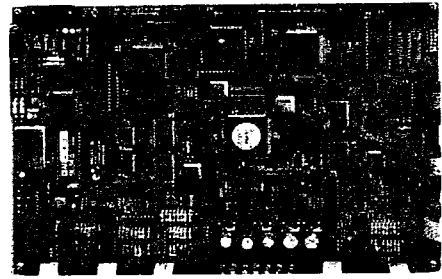


사진 2.1 제어 보드

## 2.3 시스템 소프트웨어

시스템 제어에 사용된 소프트웨어는 고급언어인 C언어로 프로그램되어 있으며, 수행되는 모든 소프트웨어는 인터럽트로 처리된다.

정류부의 인터럽트 루틴은 제어치설정 및 출력전압 일정 제어 루틴, 정류부의 동작정보 및 고장정보를 수집 저장하는 루틴, 통신 프로그램 루틴, 아날로그 데이터를 취득하는 루틴으로 구성되어 있다. 또한 인버터부의 인터럽트 루틴은 인버터의 게이트 제어를 위한 PWM 제어 루틴, 아날로그 데이터 취득 루틴, 고장정보 및 동작 정보를 저장하는 루틴, 제어치 설정 및 출력전압 일정제어 루틴, 인버터부와 By Pass간의 동기를 제어를 위한 루틴으로 구성되어 있다.

## 3. 감시 제어 시스템

UPS의 감시 시스템은 시스템 본체에서 감시할 수 있는 시스템과 원격에서 감시할 수 있는 시스템으로 구성되며, 원격감시 시스템은 인터넷 웹기반의 감시시스템으로 구성되어 있다. UPS의 감시 구성도는 그림 3.1과 같다.

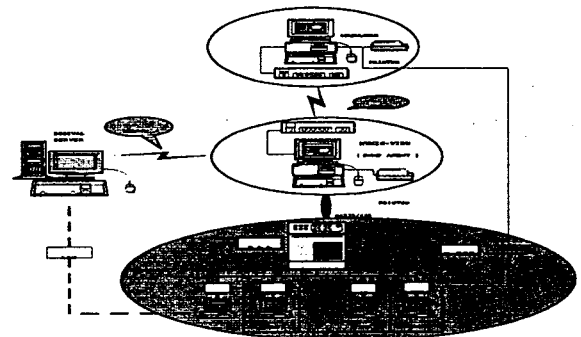


그림 3.1 전체 시스템 구성도

### 3.1 FPD(Front Panel Display)

FPD 감시제어에서는 UPS 각 부분의 정보수집 및 분석, 모니터링, 자기고장진단 기능을 갖추어 시스템의 효율적인 운영을 도모하고 고장시 문제를 시

간, 원인별로 기억하고 있을 뿐만 아니라 프린터로 출력하여 고장 원인 파악 및 처리에 신속히 대처할 수 있다. 본 연구에서는 UPS 각 부분의 정보를 주 제어보드와의 통신을 통해서 수집하는 시스템으로 구성되어 있으며 사진 3.1은 개발된 감시제어 전면판이다.

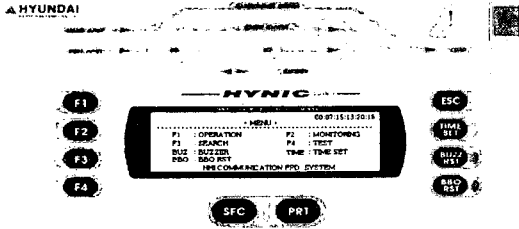


Fig. 3.1 감시제어 Panel

### 3.2 인터넷 웹 기반의 감시제어 구성

본 시스템은 중앙감시를 위한 관리자(Manager)와 UPS의 실측값과 고장, 상태 등의 정보를 송수신하는 UPS를 제어하는 대리인(Agent)으로 구성된다. 사용된 통신 프로토콜은 SNMP(Simple Network Management Protocol)이다.

SNMP는 Management station, Management agent, Management Information Base(MIB), Management Protocol로 구성되어 있으면 이들 요소들의 기능을 기술하면 아래와 같다.

1. Management Station : agent와 통신하여 관리자에게 Network Management 시스템에 대한 인터페이스를 제공하는 기능을 한다.
2. Management agent : Host, bridge, router, bridge/router, terminal server와 같은 장치로 네트워크 관리 기능을 수행하기 위하여 네트워크 관리 Station이 요청하는 것에 응답하여야 한다.
3. Management Information Base(MIB) : 관리자(Manager)와 대리인(Agent) 사이에 특정한 정보를 주고받는 것이 네트워크 관리의 기본인데 이때 관리되어야 할 정보나 자원을 객체라 하는데 이러한 객체들을 모아놓은 집합체를 MIB이라고 한다.
4. Management Protocol : Management Station과 Management Agent를 연결시키는 이 Protocol이 바로 SNMP이다.

#### 3.2.1 관리자(Manager)

Windows에서 사용할 수 있도록 되어있으며 마이크로소프트사의 윈도우 응용 프로그램 툴인 Visual C++6.0 (이하 VC)을 이용하여 프로그램 하였으며 GUI(Graphics User Interface)환경 하에서 시스템의 감시 및 제어를 용이하게 한다. VC는 객체지향적인 특징인 캡슐화, 추상화, 상속성을 이용할 수 있도록 Object Class Library인

MFC4.0을 지원하는데 향후 프로그램 수정 및 버전 향상 시에 적합하다. 그림 3.2는 Management 화면이다.

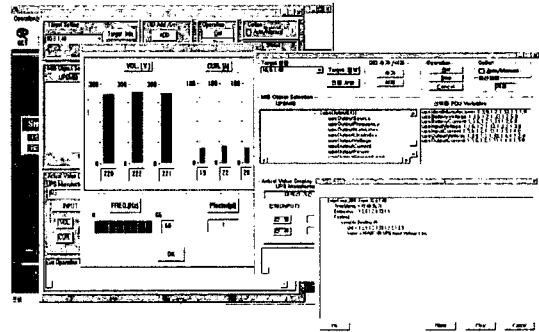


그림 3.2 Management 화면

#### 3.2.2 대리인(Agent)

대리인은 관리자와 마찬가지로 Windows에서 사용하도록 되어있으며 GUI 환경 하에서 UPS의 감시 및 제어를 용이하게 한다. 그림 3.3은 Agent 화면이다.

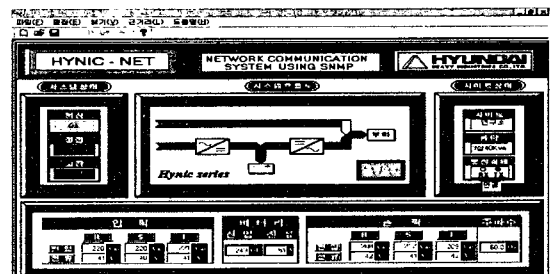


그림 3.3 Agent 화면

### 3.3 BMS(Battery Management System)

본 시스템은 원격지에서 축전지의 전압, 전류, 온도 등을 일정한 시간 간격으로 항상 감시하여 축전지의 손상을 미리 감지함으로써 일부 축전지의 손상으로 전체 축전지에 미치는 영향을 방지 하여 축전지가 비상전원으로서 Back-Up Time을 신뢰성 있게 보장하는 역할을 하는 시스템이다. 그림 3.4는 BMS 화면이다.

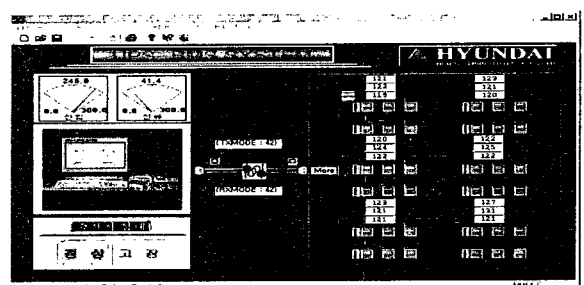


그림 3.4 BMS 화면

#### 4. 시스템 사양 및 외관사진

개발된 제품의 사양은 표 4.1과 같으며, 사진 4.1은 삼상 100kVA의 외관이며, 사진 4.2는 단상 30kVA의 외관이다.

표 4.1 개발제품 사양

전 기 적 특 성	입 력	정격 전압	220Vac, 380Vac	
		전압 변동 범위	±10%	
		상 수	3상 3선식	
		역률	지상 0.8 ~ 1	
		주파수	60Hz ±5%	
		전류 제한	100 ~ 125% (조정 가능)	
	출 력	정격 출력	10kVA~100kVA	
		정격 전압	3상 208/120Vac, 380/220Vac	
		전압 변동 범위	±1%	
		전압 조정 범위	±5%	
		주파수	50Hz / 60Hz ±0.5%	
		과도전압 변동범위	±8%	
		과도 응답 속도	50msec 이내	
과부하 내량		120% (10분)		
성 능	부하 역률	0.8Lag		
	파형 왜율	3% 이내		
일 반 특 성	DC	전압 범위	189Vdc~460Vdc	
		제어방식	순변환부	위상제어, PWM 제어
			역변환부	PWM 제어
	제어부		Full 디지털제어	
	인버터효율	95% 이상		
	통신방식	RS232/485, SNMP		
	소음	65db 이하		
	냉각방식	강제풍랭식		
	Option	병렬운전, 12Pulse 정류기		

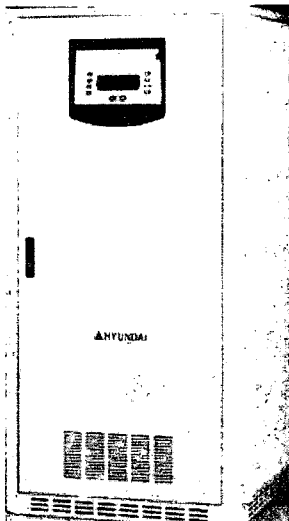


사진 4.1  
삼상 100kVA 외관

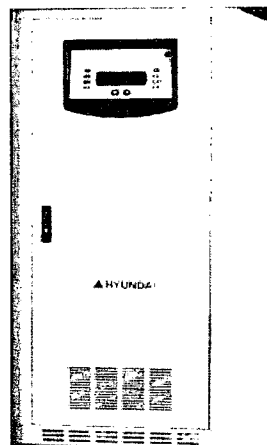


사진 4.2  
단상 30kVA 외관

#### 5. 결 론

본 연구에서는 기존 UPS의 아날로그 제어회로에서 기능 및 속도가 우수한 DSP 와 EPLD 및 기타 디지털 소자를 사용하여 제어회로를 완전 디지털화하여 신뢰성을 향상시키고 전기적 특성을 개선한 UPS를 개발하였다. 개발한 시스템의 주요특징은 다음과 같다.

- 1) Dual DSP, EPLD의 사용으로 제어회로를 완전 디지털화하여 회로의 단순화
- 2) 정류기, 인버터 및 바이패스 제어회로의 1-보드화로 생산성 향상 및 신뢰성 증대
- 3) 실시간 PWM 방식으로 부하 불평형 특성, 인버터 효율 향상 및 THD 특성 양호
- 4) DSP에 의한 신속 제어로 부하급변에 대한 응답 특성 향상
- 5) 편리한 MMI 기능과 파라미터의 S/W 설정으로 시스템의 유연성과 안정성 확보
- 6) 우수한 통신 기능과 SNMP를 지원할 수 있도록 개발하여 별도의 H/W 추가 없이 인터넷을 통한 원격 감시, 제어 기능 보유
- 7) BMS 개발로 UPS용 Battery 보호 등이다.

본 연구를 수행하여 개발한 UPS는 고기능, 고신뢰성, 저가격화 및 미려한 외관 등으로 국외 경쟁사에 대한 기술 및 가격 경쟁력을 확보하였으므로 해외시장에 적극 진출할 예정이다..

#### 참 고 문 헌

- [1] Mukul C. Chandorkar., "Control of Parallel Connected Inverters in Standalone ac Supply System", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 29, No. 1, pp. 136~143, 1993.
- [2] Michael A. Boost et al., "State-of-the-Art Carrier PWM Techniques: A Critical Evaluation" IEEE Trans. on Industry Applications, VOL.24, No 2, pp. 271 ~ 280, March/Appil 1988.
- [3] Atsuo Kawamura, et al., "Disturbance Observer Based Fully Digital Controlled PWM Inverter for CVCF Operation", IEEE Trans. on Power Electronics, Vol. 9 No. 9, pp. 473~480, Electronics, 480, September 1994.
- [4] Shoichi Kawachi, et al., "Microprocessor-Based Robust Digital Control for UPS with Three-Phase PWM Inverter", IEEE Trans. on Power Electronics, Vol. 10, No. 2, pp. 196~204, March 1995.
- [5] David Perkins, " Understanding SNMP MIBs", Prentice Hall PTR, 1997.
- [6] James D. Murray, " Windows NT SNMP", O'Reilly & Associates, 1998.