

IGBT를 이용한 다기능 무정전전원 공급장치(UPS)개발

김동욱, 신현주, 김연풍, 백병산, 류승표, 민병권, 최상덕
현대중공업(주) 중앙연구소 중전기부문

DEVELOPMENT OF MULTI-FUNCTIONAL UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY USING INSULATED GATE BIPOLAR TRANSISTORS

D. U. KIM, H. J. SHIN, Y. P. KIM, B. S. BAEK, S. P. RYU, B. G. MIN, S. D. CHOI
HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD. CENTRAL RESEARCH CENTER
INDUSTRIAL & POWER SYSTEMS

ABSTRACT

Resent research activities and technical trends for UPS(UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY) are reviewed. There are increasing demands for UPS to get more useful performance. This needs are high-efficiency, high-confidency, high-quality, low-cost, self-diagnosis, maintenance-free, and a wide variety of options. These can be satisfied with high-technology and optimal system coordination.

In this paper, according to these demands, a newly developed UPS and a wide variety of options are introduced. Also, the data related are presented.

1. 서론

무정전 전원장치(UPS:Uninterruptible Power Supply)는 전압변동 및 순간정전등 불규칙한 상용전원을 수전하여 예고 정전 또는 사고정전시 연속적인 전원을 부하측에 공급하고 순간정전 및 과도전압 발생시 또는 Noise 및 Surge 발생시 기기를 보호하며 전압변동등에 의한 기기의 오동작을 방지하기 위하여 정전압, 정주파수, 무정전의 양질의 전원을 부하 기기에 공급하는 장치이다. UPS의 용도로는 컴퓨터시스템, 통신장비, 방송국, 병원, 은행, 대규모 사무실, 항공관제탑, 위성지구국, 각종 플랜트의 계장등 안정된 전원을 필요로 하는 모든곳에 필수적으로 사용되며 최근 컴퓨터 보급의 확산과 자동화 확장 추세에 따라 그 중요성이 날로 높아가고 있으며 수요가 크게 증가하고 있다.

본 논문에서는 최근 UPS의 기술 동향을 고찰하고 스위칭 전력 소자로서 IGBT를 채용하여 소음을 크게 줄이고 조작판에 마이크로 프로세서를 채용하여 사용하기에 편리하고 여러 가지 기능을 추가하여 개발한 UPS에 대하여 기술한다.

2. UPS의 기술 동향

최근의 UPS 기술동향은 대용량화 및 전원의 저조파화, 조작·표시의 인텔리전트화, 저소음화, 소형·경량화, 무정지화등으로 특징 지을수 있다.

2.1. 대용량화 및 전원의 저조파화

컴퓨터 시스템의 용량중대로 병렬운전없이 1000KVA이상까지 출시되고 있고 전원 고조파 문제에서는 중·대용량에서는 12펄스화, 중·소용량에서는 정류부를 PWM화하여 전원 고조파를 크게 줄이고 입력 역률을 1.0으로 유지되도록 제어한다.

2.2. 조작·표시의 인텔리전트화

단순히 전압, 전류, 주파수의 계측뿐만아니라 운전조건 순서, 정전 및 이상 발생시간, 일시, 내용의 표시등 가이던스 기능과 자기고장 진단기능을 갖도록 설계된다.

2.3. 저소음화, 소형·경량화

스위칭주파수를 가청주파수 이상으로 올려 소음을 크게 줄이고 또한 고주파화에따라 인버터 변압기나 필터가 고주파용으로 되어 소형·경량화가 가능하게 되었다.

2.4. 고성능화

DSP와 마이크로 프로세서, EPLD, ASIC등을 사용하여 회로를 디지털화하고 소프트웨어에 의한 제어 기술을 이용하여 출력전압파형의 보정제어, 통신 기능에의한 원격유지보수, 순시전압 변동개선, 조작·표시기능 강화등 여러가지 기능이 가능하게 되었다.

2.5. 무정지화

중요한 부하를 위해 Hot Standby방식이나 여유 병렬운전(Redundancy Parallel Operation)을 사용하여 무정지화를 추구하고 보수 바이패스 라인을 설치 하기도 한다.

3. 개발내용

3.1. 주회로

단상 UPS의 주회로는 그림1과 같고 삼상 UPS의 주회로는 그림2와 같다. 단상, 삼상 공히 삼상교류전원을 입력으로 사용하며 정류기부는 자연전류(Natural Commutation)방식에 의한 사이리스터 위상제어 정류기로서 출력전압을 일정하게 유지하며 인버터부에 직류전압을 공급한다.

단상의 경우 인버터부는 IGBT를 이용한 이중 인버터 방식을 채택하였다. 이는 60°의 위상차를 갖는 인버터 두개를 출력변압기 T₁, T₂의 조합으로 제3고조파를 제어함으로써 필터의 설계가 용이하여 파형개선에 효과적이다.

삼상의 경우 인버터부는 IGBT를 이용한 12펄스 인버터 방식으로 전기각이 30°의 위상차를 갖는 인버터 두개를 출력 변압기 T₁, T₂의 조합으로 6펄스 인버터 방식에서 나타날수 있는 저차고조파를 제거함으로써 후단필터 설계가 용이하여 파형개선에 매우 효과적이다.

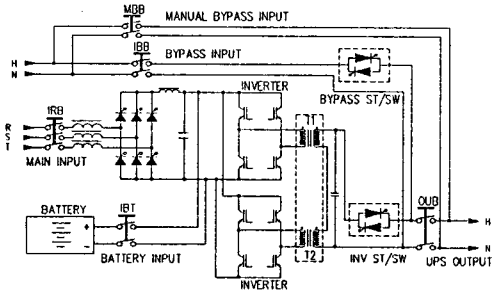


그림1. 단상전력회로 구성도

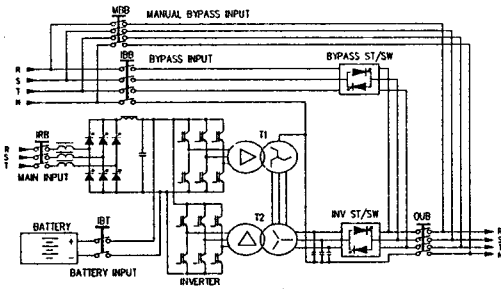


그림2. 삼상전력회로 구성도

인버터 출력단과 부하사이에는 부하측에 의한 인버터 손상을 방지하기 위해 보호용 스위치가 설치되어 있으며 바이패스부 스위치와 함께 시스템 절체를 자동적으로 수행한다.

바이패스부는 인버터에 이상이 발생할때 정지형 반도체 스위치를 통해 순간없이 상용전원을 부하에 공급하며 이상원인이 해소되면 인버터부로 자동절체된다. 매뉴얼 바이패스는 UPS시스템을 부하측과 완전 분리시키는역활을 하며 시스템의 유지보수시 사용된다.

3.2. 특징 및 선택사항 기능

3.2.1. 하드웨어 자기고장 진단기능

각 제어보드에 각기 다른 기능을 가진 LED가 부착되어 있어 각 보드의 이상유무를 용이하게 판별할수 있고 이상이 있을 경우 LED에 의해 회로의 이상 발생 부분을 쉽게 찾아낼수 있어 운전 및 유지보수에 편리하다.

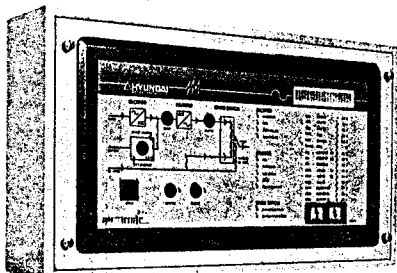


그림3. 원격감시제어 PANEL

3.2.2. 원격감시제어Panel (Remote Monitoring & Control Panel)

RS-485통신방식을 이용하여 UPS설치장소에서 떨어져있는 사무실등에서 원격감시제어Panel을 통해 UPS의 운전상태를 감시할 수있고 UPS의 운전 조작도 가능하다. UPS와 Panel간의 최대 통달거리는 1.2km이다. (그림3)

3.2.3. UPS와 PC통신 기능

RS-485통신방식을 이용하여 PC로 UPS를 원격제어 및 감시가 가능하다. UPS와 PC통신을 위한 인터페이스 회로의 블럭도는 그림4와 같이 어드레스 선택회로, 보오레이드 선택회로, 데이터 송수신회로, 데이터 변환회로등으로 구성되어있다. (그림4)

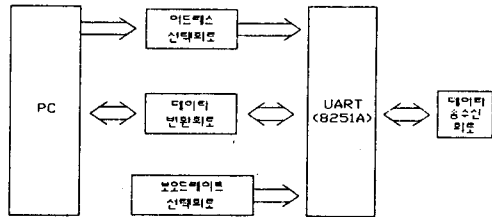


그림4. UPC 구성도

통신 프로그램의 흐름도는 그림5와 같으며 이용한 루틴은 감소키 감시루틴, 증가키 감시루틴, Lock키 감시루틴, 수신데이터 처리루틴등 4부분으로 구분할수 있다.

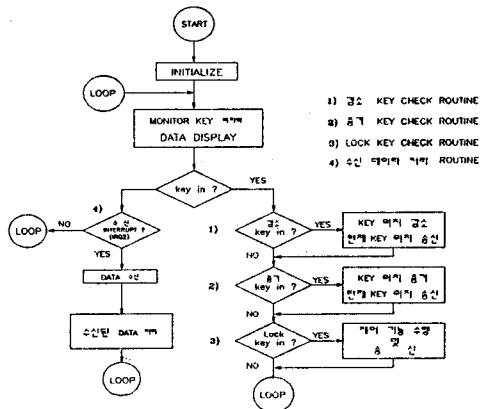


그림5. UPC 흐름도

3.2.4. Hot Standby기능

Hot Standby제어회로는 2대의 UPS를 병렬로 연결하여 시스템을 구성할 경우에 사용하는것으로 주된 기능은 시스템의 인버터부가 동기가 이루어지도록 동기클럭을 발생하고 인버터부의 master, slave부와 바이패스부의 우선순위를 결정하는 기능을 가지고 있다.

3.2.5. 12펄스 정류기

정류기 2개를 병렬로 사용(30° 위상차)함으로써 정류된 DC전압의 리플전압, 전류를 원하는 값으로 제어하여 축전지의 수명을 연장시키며 입력전류가 계단파형이 되도록하여 입력 고조파를 대폭 저감시킬수 있도록 설계하였다. (5.7·17·19고조파 제거)

3.2.6. 축전지 부스트 충전장치(Battery Boost Charger)

축전지 부스트 충전장치는 교류입력상태 및 축전지 충전상태를 감시하여 축전지가 항상 완전 충전되도록 제어하여 축전지의 수명을 연장시키기 위한 기능을 갖는다. 이상적인 충전 사이클이 프로그램된 EPROM에 의해 단계별로 부스트 충전되도록 제어되며 3~21시간(선택가능)의 프로그래머블 타이머에 의해 정격 용량으로 충전되도록 제어된다.

3.2.7. 시스템 보호기능

부하에 과부하등 이상이 발생하였을 경우나 어떤 요인에 의해 일정시간내에 인버터 출력에서 바이패스 출력으로 3번 연속 절체되면 시스템 보호를 위해 인버터 출력으로 복귀되지 않고 경고음과 동시에 바이패스 출력으로 계속 동작한다. (리셋트 스위치에 의해 인버터로 절체되고 경고를 중지)

3.2.8. 축전지 백업시간 표시기능

상용전원이 정전이되어 축전지에 의해 부하에 전력을 공급할 경우 축전지에 의해 백업가능한 시간을 전면 조작판의 LCD에 표시하여 준다. 이 기능을 구현한 소프트웨어 흐름도는 그림6과 같다.

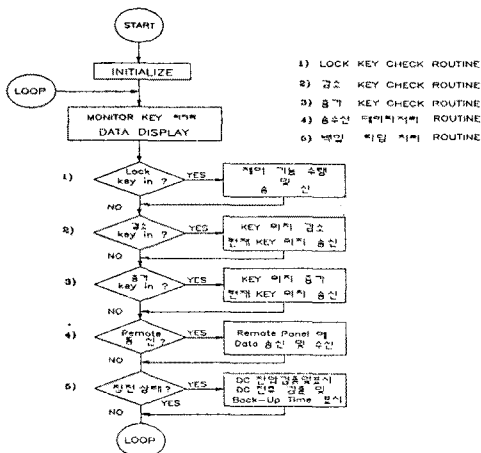


그림6. 백업타임 소프트웨어

3.2.9. 정류부의 PWM컨버터

정류부에 DSP를 채용하여 PWM제어 방식을 적용하였다. (그림7) 입·출력전압, 전류를 검출하여 입력전압과 전류의 위상차가 거의 없도록 위상제어함으로써 역률을 1.0이되도록 하고 동시에 입력전류의 고조파를 크게 저감시켰다. 정류부의 반도체 소자는 IGBT를 채용하였다.

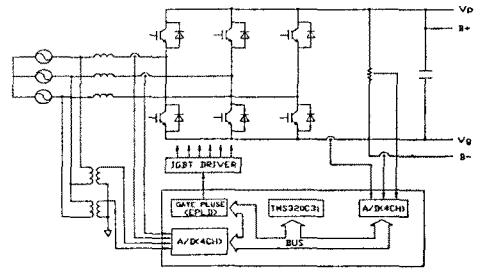


그림7. PWM CONVERTER의 블럭도

3.2.10. 병렬운전기능

병렬운전기능은 시스템을 최대 6대까지 연결할 수 있도록 하여 고신뢰성의 대용량 UPS를 구성할 수 있도록 설계하였다. 이 운전기능의 제어는 부하측의 전력을 유효전력과 무효전력으로 분리하여 유효전력은 위상차제어, 무효전력은 전압으로 제어되도록 하였다.

4. 결론

현재 UPS의 개발동향은 정전 및 전압, 주파수 변동등에 대비하는 기본기능은 물론이고 사용자에게 사용하기가 편리한 여러가지 다양한 기능을 개발하여 제공하고 있다.

본 논문에서는 UPS의 기술동향에 대하여 기술하고, 제어회로와 운전·조작부에 DSP와 마이크로 프로세서를 이용하고 정류부와 인버터부에 스위칭 소자로서 IGBT를 채용한 개발 UPS의 전력회로와 여러가지 다양한 기능 및 특징에 대하여 기술하였다. 따라서 위와같은 다기능을 가진 본 개발UPS는 사용자의 다양한요구를 충분히 만족시킬 것으로 기대되며 추가개발중인 부가기능으로서의 운전조작 가이드기능, 고장일시·시간·고장내용기록, 정전일시·시간·정전기간기록 및 통신망에 의한 원격 유지·보수기능등이다.

5. 참고문헌

- [1] John G. Kassakian et al., "Principles of power electronics," Addison Wesley Publishing Company, INC, 1991.
- [2] 定由征次 "無停電電源裝置(UPS)導入實戰 가이드," 電氣書院, 1989.
- [3] TEXAS INSTRUMENTS "TMS320C3X USER'S GUIDE," 1993.