

# 직류 무정전 전원공급 장치 개발

한태희\*, 이지현\*, 김지홍\*, 김희중\*  
LS Electric\*

## A Development of DC Uninterruptible Power Supply

Tae Hee Han\*, Ji Heon Lee\*, Ji Hong Kim\*, Hee Jung Kim\*  
LS Electric\*

### ABSTRACT

최근 화석연료의 고갈과 환경에 대한 우려로 고효율 에너지 변환 연구가 진행되고 있으며, 최근 이러한 Trend에 맞춰서 국내의 적으로 전력을 효율적으로 사용하기 위해 DC 배전에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.[1] 본 논문에서는 DC배전의 추세에 맞춰, 고품질과 고효율의 에너지를 DC 부하에 공급 할 수 있는 DC UPS에 대한 연구 개발을 수행하였다.

표1 500kW DC UPS 하드웨어 사양

Rate Power	500 kW	Power Factor	>0.99
Grid Voltage	440Vac	DC Bus	650Vdc
Grid Current	656Aac	Battery Voltage	407~560Vdc
Frequency	60Hz	Battery Current	877~1,225Adc
절체시간	<4msec	AC/DC 효율	>98%
과부하내량	130% 10분	DC/DC 효율	>98%
과부하내량	150% 1분	Bypass 효율	>99%

### 1. 서론

무정전전원 장치(UPS)는 중요부하에 안정적으로 전원을 공급하기 위한 장비로, 계통에서의 사고가 발생해도 부하에 안정적으로 전원을 공급하는 장치를 의미한다.

최근 모터부하, 의료장비, 네트워크 장비의 대한 비중과 중요도가 커졌으며, 계통사고가 발생하여 불안정한 전원 공급을 받거나 전원공급이 중단되면 막대한 금전적 손실뿐만 아니라 인명적인 피해도 발생하게 된다. 이러한 사고를 예방하기 위해서는 부하특성에 적합한 UPS를 선정하여야 한다. 직류 무정전 전력공급 장치(DC UPS)는 DC 부하에 안정적으로 직류전원을 공급하기 위한 장치이다. 따라서 본 논문의 2장에서는 500kW 급의 DC UPS의 구성을, 3장에서는 DC UPS의 통신구조와, 4장에서는 운영방안에 대해서 제시하였다.

### 2. DC UPS의 개요

#### 2.1 DC UPS의 구성

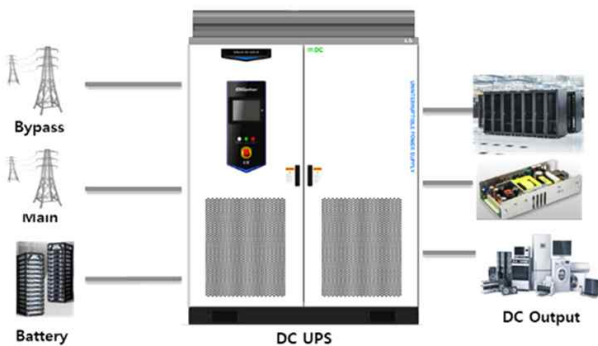


그림1 DC UPS 제품 외형도

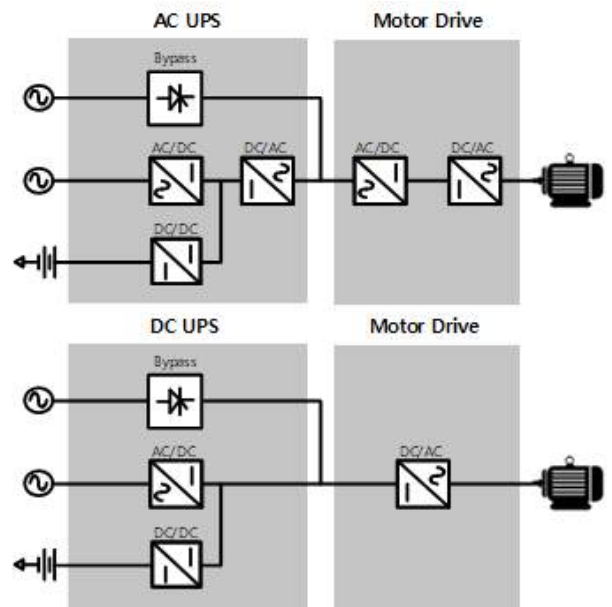


그림2 AC UPS와 DC UPS의 비교

그림2는 부하가 모터 부하인 경우를 가정하여, AC UPS와 DC UPS의 비교도이며, AC UPS는 경우 AC/DC와 DC/AC를 거쳐서 모터드라이브의 AC/DC와 DC/AC 통해서 4-Stage로 모터에 에너지를 공급하게 되어, 효율적인 측면에서도 불리하게 된다. DC UPS의 경우 AC/DC를 거쳐, DC/AC를 모터드라이브에 DC를 직접 공급하여, 효율과 신뢰성 등에 대해서 이점을 제공할 수 있다.

기본적으로 보호체계가 잘 되어있는 AC와 달리, DC UPS의 경우 DC를 부하에 직접 공급하는 구조이므로, 효율성과 신뢰성을 높이기 위해서는 단락 또는 지락사고에 따른 사고보호 대책이 가장 중요한 요소로 적용되게 된다.[2]

### 2.1.1 AC/DC Converter

AC/DC Converter는 계통전압을 이용해서 직류전압을 만드는 역할을 한다. 계통단의 필터사이즈를 최소화하고 스위칭 주파수를 줄이기 위해서 3레벨 방식을 적용하였다. 정상동작 시 계통 전력을 DC 부하로 공급하는 역할을 한다. 이러한 정상 상황 동작에서 AC/DC 컨버터는 역률 및 고조파 제어 기능을 수행하며, 항상 계통 상태를 모니터링 하고 있어야 한다.

전압/주파수 이상 또는 과전류 상황 등의 계통 사고가 발생하는 경우 이를 감지하고 시스템에 이상이 없도록 차단 및 복전에 대한 제어를 수행한다.

### 2.1.2 DC/DC Converter

DC/DC 컨버터의 경우에는 배터리의 에너지를 이용해 직류 배전 선로에 에너지를 공급하는 장치이다. 배터리의 충/방전 기능을 위해, 기본적으로 양방향 동작과 배터리의 전류 리플을 고려하여, Interleaved DC/DC 방식을 적용하였다. 배터리 상태와 배전 선로 전압을 상시 감시하여, UPS 동작 및 배터리의 SoC(State of Charge)를 지속적으로 관리한다.

UPS의 가장 핵심적인 기능은 AC계통 사고 또는 AC/DC 컨버터의 사고 상황 시 안정적으로 부하에 에너지를 공급하는 것으로, 해당 상황이 발생하지 않았을 경우에는 배터리에 에너지를 최대 충전상태로 유지하며, 배터리를 보호하기 위해 이상 및 과전류가 발생하지 않도록 관리한다.

### 2.1.3 Bypass Converter

Bypass 컨버터의 경우 다이오드 정류기와 SCR로 구성되어 있으며, AC/DC와 DC/DC 사고 시 마지막으로 리턴던시 개념으로 부하에 에너지를 공급하게 된다. 또한 AC/DC 또는 DC/DC 유지 보수 시에 사용된다.

## 3. DC UPS의 운영 방안

### 3.1 DC UPS 시스템 통신 구조

그림3은 시스템의 통신 구조에 대한 대략적인 그림이다. 제어는 각 전력변환 장치의 고유 제어기를 통해서 제어되며, Master 제어기가 모든 시퀀스를 관리하며, 계통 측에 상황 및 컨버터의 상태를 파악하여 상태별 동작 지령명령을 수행한다. Master 제어기는 DC/DC제어기에게 CAN통신을 통해서 동작 지령을 송신하며, GPIO를 통해 동작 상태를 수신한다. 각 제어기는 앞서 설명한 제어를 수행하며 입/출력에 연결되어 있는 보호기기 및 초기 충전, 방전 회로를 구동한다.

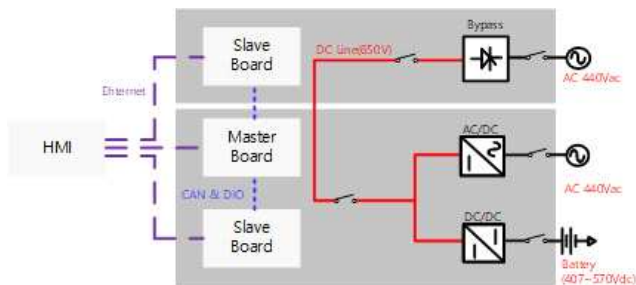


그림3 DC UPS의 통신구조

각 전력 변환 장치는 이더넷 통신을 통해서 HMI와 연결되

며, 현재 동작 시퀀스 표시, 상태 감시, 조작 기능을 지원한다.

## 4. DC UPS의 운영 방안

### 4.1 DC UPS의 운영방안

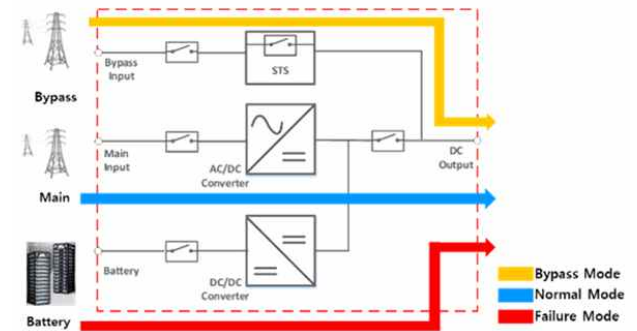


그림4 DC UPS의 운전모드

DC UPS의 경우에는 그림 4와 같이 정상운전모드와 Bypass모드, 고장 운전 모드등 크게 3가지 운전모드로 동작한다.

### 4.2 정상운전모드

주 계통에 이상이 없을 때 AC/DC 컨버터를 통해 계통에서 출력으로 전력이 공급한다. 평상 시 계통사고를 판단하고 모드 전환을 대기하며, DC/DC 컨버터에 배터리를 상시 충전시킨다.

### 4.3 Bypass 운전모드

컨버터 고장 또는 수동 절체 시 STS를 통해 바이패스 계통에서 DC 출력으로 전력을 공급하며, 고속 절체를 통해 출력에 무슨 단 전력 품질을 유지한다.

### 4.4 고장운전모드

주 계통 사고 시 DC/DC 컨버터를 통해 배터리의 전력을 DC 출력으로 공급한다. 동작 중 계통 사고가 해제되면 다시 정상운전 모드로 복전 되면 배터리 완전 방전 시에는 바이패스로 절체 또는 동작을 멈춘다.

## 5. 결론

본 논문에서는 DC UPS의 구성과, 그리고 동작 모드별 운영방안에 대해서 제시 하였다. 최근 고효율, 고품질의 에너지라는 추세에 맞춰 DC에 대한 관심이 증가되고 있으며, 개발 된 DC UPS가 여러 DC 어플리케이션에 적용 될 수 있을 것으로 기대하고 있다.

## 참고 문헌

- [1] 최성호, 남준현, 강용진, 김병삼, 문성철, 박경호, 정교범. (2015). UPS 시장의 세계 동향 분석. 대한전기학회 학술대회 논문집, 609-610.
- [2] 김수환, 최규완, 문종필, 김태훈, 조진태, 김주용. (2016). Bipolar-LVDC Microgrid 고장 분석에 관한 연구. 대한전기학회 학술대회 논문집, 524-525.