

## 다이나믹 무정전전원장치 제어 방법

곽철훈, 박경선, 정창훈, 권대근, 박준석, 변득수\*  
(주)맥스컴, BLK 에너지 앤 파워

### A Study on the control method of DYNAMIC UPS

C.H Kwak, K.S Park, C.H. Chung, D.K Kwon, J.S Park, D.S Byun\*  
MAXCOM, BLK Energy & Power, Inc.

#### Abstract

현재 고도의 정보화 사회에서는 계측기 및 정보통신 기기의 발달로 정확한 신뢰성이 요구되고 있으나, 정전이나 순간적 전압강하와 같은 전력장애의 요인은 산업에 막대한 영향을 미치므로 경제적 손실 등의 치명적인 피해를 준다. 이 문제를 해결하는 방안으로 무정전전원장치(UPS : Uninterruptible Power Supply)의 필요성이 요구되는 현실입니다. 그러나 UPS를 사용함으로써 문제점도 야기되고 있는 주요 원인은 배터리의 불량과 교체에 따른 환경적인 문제가 대두되고 있는 현상입니다. 문제점을 해소하기 위한 방안으로 축전지없이 정전을 보상하는 방식을 채택시 축전지 설치장소 확보, 운영관리, 교체 등에 따른 경제적 손실을 크게 줄일 수 있으며, 또한 축전지 미사용으로 인한 환경공해 문제가 해결 할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 UPS 장비의 효율성과 신뢰성 모두가 향상되고 또한 장비의 연간 유지보수 비용 절감 및 환경 공해로부터 문제를 해소 할 수 있는 다이나믹 무정전전원장치(Dynamic Uninterruptible Power Supply)의 필요성이 대두되고 있는 실정입니다.

#### 1. 서 론

현재고도의 정보화 사회에서는 컴퓨터의 보급과 계측 장비 및 정보통신 기기의 발달로 인하여 정확한 신뢰성이 요구되고 있으나, 정전이나 순간전압 강하와 같은 전력장애의 대부분 요인으로 산업기기에 대한 영향으로 경제적 손실 등의 치명적인 피해를 준다. 이러한 문제의 주요원인은 전압강하 및 입력측에 과도한 돌입전류(Inrush current)로 인하여 전압의 유효성분과 무효성분의 합이 정상상태로 유지되어 있을 경우에 역률개선 및 고조파 성분의 개선 효과를 갖게 된다. 그 영향으로는 컴퓨터, 통신네트워크, 반도체 공장, 산업전반에 걸쳐 있다. 이로 인해 전원의 신뢰성 및 전력의 품질, 전력을 안정 공급이 요구되며, 또한 전원의 이상현상이 짧은 시간 동안 발생하는 경우에도 그 피해는 매우 심각하기 때문에 전원 이상현상에 대비한 무정전전원장치(UPS : Uninterruptible Power Supply)의 필요성이 요구되고 있는 추세이다. 그러므로 정보화 시스템을 전원 교란으로부터 보호하기 위한 전원 안정화 장치의 중요성이 요구되고 있는 실정입니다. 따라서 이러한 현상을 대비하기 위하여 무정전전원장치(UPS)의 도입이 필요하다. 또한 정상 운전 상태 하에서 Dynamic UPS System은 상용 전력을 조절하며 상용 공급 전원으로 부터 발생하는 spikes, sag 등의 단전을 제거하는 강력한 필터 작용을 하고 있다.

따라서 24시간 무순단으로 전원을 공급 할 수 있는 전원장치인 UPS의 중요성이 요구되며, 또한 부하의 대형화로 인하여 급격한 부하 변동에 대처 할 수 있는 대형 UPS의 필요성이 대두되고 있으며, 그로인한 부하조건 및 운영체계의 문제해소와 배터리를 사용함으로써, 환경

적측면과 공간 및 축전지 교체시 경제적 부담에 따른 손실이 발생하고 있습니다.

이러한 문제점을 해소하기 위한 방안으로 무축전지 정전보상 방식을 적용시 축전지 설치장소 확보, 운영관리, 교체 등에 따른 경제적 손실을 크게 줄일 수 있으며, 또한 축전지 미사용으로 인한 환경공해 문제가 해결 할 수 있다. 또한 장비의 연간 유지보수 비용이 저렴하고 장비의 효율성과 신뢰성 모두가 향상되는 다이나믹 무정전전원장치(Dynamic Uninterruptible Power Supply)의 필요성이 대두되고 있는 실정입니다.

#### 2. 다이나믹 UPS의 원리

상시 운전동안 부하전력은 상용전원에 의해 공급된다. 인덕터는 기준 발전기에 의해 교류출력 전압을 기준 전압과 비교하여 피드백 제어로 일정 전압으로 유지 한다. 여기서 그림1은 다이나믹 UPS의 기본 회로도이다. Dynamic UPS시스템은 Static UPS와 함께 발전기를 조합한 형태로 구성되어 있으며, 양질의 전원을 부하에 공급하는 장치로서 전력용 반도체 소자의 스위칭에 의한 Static UPS의 출력 파형과 비교하면 상대적으로 고조파 함유율이 적은 양질의 전원을 얻을 수 있으며, 또한 과도응답특성이 매우 양호하다. 그리고 Dynamic UPS는 회로 구성방법에 따라 비상용 발전기 전원을 겸용으로 적용하여 사용 할 수 있다.

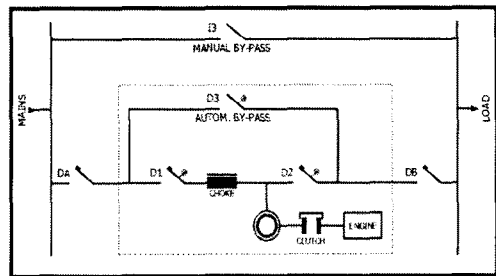


그림 1. 다이나믹 UPS의 회로도

#### 2.1 정상운전시 모드

상용전원을 공급받아 Chock panel를 거쳐 전력변환 없이 직접 부하에 전원을 공급한다. 그리고 Stator-Alternator의 회전자는 내부 회전자에 있는 60HZ 4극 교류원전과 동일 방향으로 회전하며, 내부 회전자가 1800RPM 속도로 회전하고 외부 회전자는 내부 회전자와 1800RPM만큼의 속도차가 있어야 하므로 회전수는 3600RPM으로 회전하는 동기 발전기로 운전된다.

Stator-Alternator의 외부회전자는 3600RPM의 속도로 시스템의 최소화 및 신뢰성을 향상시키는데 적합하도록 구성되어 있다. Electro Magnetic Clutch는 디플렉전과

Accu-rotor의 내부 회전자와 완전 분리되어 있으며 정상운전시 동기발전기와 결합되어 있는 Chock는 부하로 공급되는 전압을 조정하여 안정화하는 역할을 하게 되며 전류에 대해서는 유도저항성 전류 보상이 역할을 하게 된다. 이때 내부회전자의 유도전력 방식은 기존 방식과 달리 브러쉬 레스(Brush less) Type으로 역사이타를 이용하여 계자전류를 공급하므로 시스템 안정성 및 신뢰성이 향상 되고 접점 요소가 감소한다.

### 2.2 비상운전시 모드

주 개폐기와 Stato-Alternator의 3상 AC 공급회로 개폐기는 상용전원이 차단되거나 규정치 이하의 전압, 주파수 및 불균등한 상전압이 공급될 때 차단된다. 동시에 디젤엔진이 기동되며 Stato-Alternator의 외부회전자에 의하여 내부 회전자를 정속도로 회전하도록하여 이와 직결된 동기발전기는 무순단으로 양질의 교류 전력을 공급하므로 정전시에도 무정전 상태로 계속 이상 없이 운전된다. 동기발전기의 일정한 출력주파수를 유지하기 위하여 Stato-Alternator의 DC 권선은 콘트롤회로에 의하여 제어 되어진다.

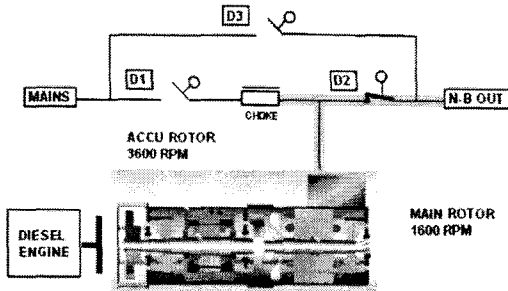


그림 2. 비상운전시 구성도

그림2에서 비상운전시의 구성도를 보여주고 있다. Stato-Alternator의 외부회전자의 회전이 3600RPM에서 1800RPM으로 서서히 감속 되는 과정에서 디젤엔진은 기동이 완료된다. 디젤엔진이 정지된 상태에서 1800RPM 까지 정상 운전으로 도달하는 시간은 2.5-3sec 이내에 이루어진다.

### 2.3 정전시 운전모드

디젤엔진은 정전을 인식과 동시에 기동용 배터리를 이용하여 기동을 하며 또한 클러치는 정전후 1.5sec에 자동으로 투입이 되어 기동중인 엔진의 가속도를 한층 더 빠르게 정속도까지 끌어올린다. 이때 기동용 배터리로 기동이 실패할 경우도 Stato-Alternator의 회전력(Forced start)으로 엔진을 기동 시키므로 기동 실패는 있을 수 없다.

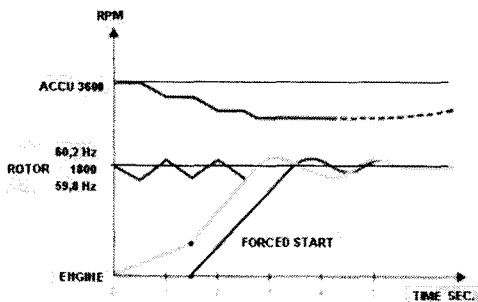


그림 3. 정전시 엔진 정상 기동도달소요시간

그림3은 정전상태에서 엔진이 기동하는 방식을 설명한 것이며, 디젤 엔진이 정속도로 운전 할 때부터 구동 에너지원 된다. 또한 정전으로 인하여 회전수가 감소된 Accu-rotor는 정상속도인 3600rpm까지 회전수를 회복하게 된다. 동기발전기에서 공급되는 양질의 교류전원을 정전시 제한 없이 계속운전을 할 수 있는 큰 장점을 가지고 있다.

### 2.4 복전시 운전모드

양질의 상용전원이 다시 공급되면 자동적으로 주개폐기는 페로 되고 상용전원을 공급받아 Chock를 거쳐 전력변환 없이 직접 부하에 전력을 공급하며, 정상 운전 상태를 유지한다. 이때 클러치는 디젤 엔진과 Stato-Alternator를 분리시키고 디젤엔진은 미리 정해놓은 시간 (3-5분)동안 공회전 후에 정지한다.

### 2.5 병렬 운전구성

병렬운전은 부하의 특성을 고려하여 Back-up 개념으로 구성하는 방법과 부하의 중설로 인하여 장비를 추가하여 설치하는 방법이 있고 병렬 운전시에는 총부하를 각각의 장비가 균일하게 분담하고 운전중인 병렬기기 중 1대의 장비에 고장 발생시에는 부하에 장애없이 잔여 장비에서 고장기기가 공급하던 부하를 분할하여 공급한다. 만약, 잔여 장비에서 Over load로 인하여 부하를 수용하지 못할 경우에는 무순단 바이패스로 전환하여 부하측에 전원을 공급한다. 병렬시스템은 동일한 기종으로 최대 N대까지 병렬로 구성할 수 있으나 설치 현장의 여건 및 조건을 고려하면 최대 8대가 적절한 병렬 수량이 된다.

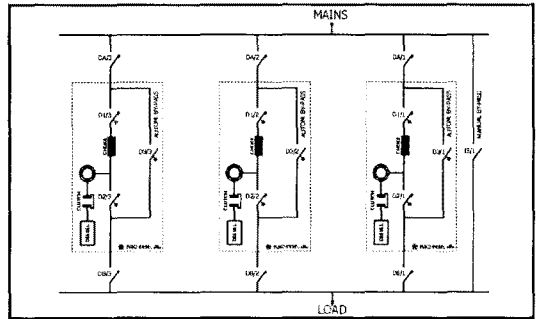


그림 4. 병렬운전 시스템 구성도

#### 3.1 디젤엔진 (DIESEL ENGINE)

상용전원이 차단되거나, 규정치 이하의 전압, 주파수 및 불균등한 상전압으로 인하여 주차단기가 차단될 때 디젤엔진의 동력으로 동기발전기를 운전한다.

#### 3.2 전자식 클러치 (ELECTRO MAGNETIC CLUTCH)

클러치는 디젤엔진과 Stato-Alternator 사이에 장착되어 있으며 정전시나 입력전원의 허용범위(전압 및 주파수)를 벗어난 경우 디젤엔진으로부터 동력을 전달 받아 출력전압과 주파수를 정상적으로 유지시켜서 부하운전에 지장을 주지 않도록하며 디젤엔진 기동시 가속도를 한층 빠르게 정속도 까지 도달하도록 도와주며 배터리로 엔진 기동이 실패시에도 엔진을 기동시켜 부하에 전원을 공급하는데 지장이 없도록 하고 있다.

#### 3.3 고조파 억제기능

그림5에서와 같이 임계부하와 부하측에 발생하는 고조파 전류 성분을 Chock와 Stato-Alternator를 이용하여

고조파량을 감소시켜 출력측에 발생하는 역류분을 상쇄시킨다.

$$I_r = \frac{5}{(30+5)} \times I_t$$

$$I_s = \frac{5}{(30+5)} \times I_t$$

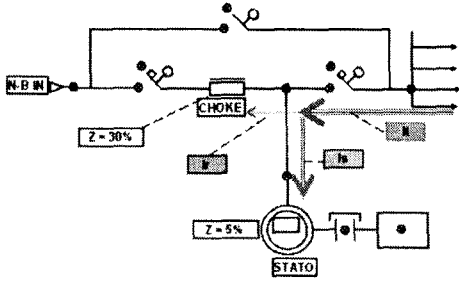


그림 5. 고조파 억제기능

### 3.4 에너지 저장장치(ACCU-ROTOR)

Accu-rotor는 클러치와 동기발전기 사이에 장착되어 있으며 상용전원이 차단되면 디젤엔진이 부하를 넘겨받는 사이에 Accu-rotor의 운동 에너지를 전기 에너지로 변환시켜 양질의 전원을 공급하는데 지장이 없도록하며 부하의 과도현상에도 보상을 하는 기능을 가지고 있다.

### 3.5 동기발전기(ACMACHINE)

동기발전기는 정전 시 본 Dynamic UPS의 전기에너지의 근원이 되는 부분으로 정상 운전 시에는 Chock와 결합하여 Filter 기능을 하여 부하에 양질의 전원을 공급하도록 한다. 동기발전기는 부하 과도현상을 보상하는 기능을 갖고 있다.

표1 다이나믹 UPS의 특성

항 목	특 성			
용 량	100KVA ~ 2200KVA			
일 반 특 성	사용정격	100 % 연속사용		
	종합효율	96 % 이상		
입 력	상 수	3상 4선식		
	정격전압	380 / 220VAC		
	전압변동	정격 ± 10%		
주 파 수	주파수	60Hz ± 5%		
	역 류	0.98 Lag		
출 력	구 분	정상운전시	비상운전시	
	상 수	3상 4선식		
	정격전압	380 / 220VAC		
	전압변동 범위	±1% 이내 (MAIN S/W ON) ±5% 이내 (MAIN S/W OFF)		
	출력전압조정	±5%		
	주 파 수 변 동	상전 주파수	±0.2%(MAIN ON)	
		동일(허용범위내)	±1%(MAIN OFF)	
	파형왜율	THD 2% 이하 (Linear 부하시)		
	과 부 하 내 랑	on main : 110% 1시간,		
		125% 10분, 150% 2분		
단락전류 내 랑	인입단 3배, 출력단 17~20배			

### 3.6 제어모듈(CONTROL MODULE)

제어 판넬은 전력모듈을 감시, 조정하며 Dynamic UPS의 구성품중 일부로서 상용 전원 및 Dynamic UPS에서 부하측으로 공급되는 전력을 조절하고 관리하는 기능을 한다. 제어 판넬에는 입력전원 판넬, 제어용 판넬과 Check 판넬로 구성되어진다.

제어판넬 (CONTROL PANEL)은 입·출력 상태표시 계기류, 선택 스위치류, 운전 상태 표시, 시스템 상태 표시, 시스템 이상 표시등을 나타내고 있으며 원격제어 기능(RS232C)에 의해 원격제어 및 입력 전원의 역률을 0.98까지 개선하는 역률보상기가 내장되어 있다.

그리고 입력 역류고조파 성분이 5%이하로 감소시키는 Dynamic UPS System을 적용시 부하단의 안정도 및 신뢰성을 향상 시킨다. 출력전압에 일그러짐이 발생하는 비정현과 부하전류를 본질적으로 유발하지 않는 시스템으로서, 고조파를 발생하는 부하를 출력단에 사용할 때는 물론이고, 입력 전원측에서 인입되는 모든 고조파도 Blocking Filter로 제거된다.

높은 단락전류 용량(정격전류의 10배)은 시스템의 신뢰성과 직접적인 관련이 있는 중요한 부분이다. 높은 단락전류 용량은 정상운전 동안 부하측에 단락이 발생했을 경우 즉시 바이패스 회로로 절체하여 입력전원을 제어하며, 단락이 발생한 그룹의 회로 차단기를 차단 시킨다.

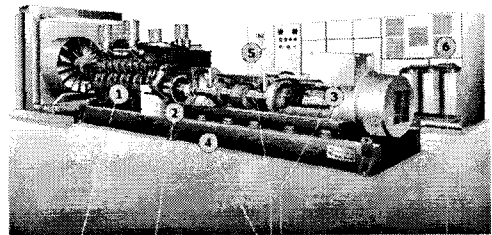


그림 6. 시스템 구성도

## 4. 결 론

UPS 시스템은 상용 전원의 공급에 어떠한 문제들이 발생되더라도 항상 부하 측의 모든 중요한 시스템에는 무순단의 양질의 전력이 공급되고 있음을 볼 수 있으며, 또한 전력의 고장으로 인한 사고 시에 Dynamic UPS System은 어떠한 전력 장애시에도 무순단으로 안전한 전력을 부하에 공급하게 된다.

현재의 Dynamic UPS System은 기존의 방식과 달리 무정전 전원 공급 장치로서 최소한의 부품으로 구성되어 있으며 대용량의 배터리 뱅크는 전혀 필요로 하지 않는다. Dynamic UPS System은 유지 관리비용이 저렴하며 적은 유지 보수가 장점이다.

중전의 기기 또는 시스템의 신뢰도(Reliability)나 가동율(Availability)에 비해 UPS의 보수점검에도 중요 부하로의 전력공급이 가능 하도록 구축하였으며, 안전성(Safety) 및 보전성을 배려한 시스템으로 구성되었다.

UPS용량에 준하는 발전기를 기본적으로 내장하고 있으므로 정지형 UPS, 축전지, 비상 발전기 등을 개별적으로 설치하는 번거로움이 해소된다. 설치면적이 절약되고 원격제어 및 입력전원의 역률을 0.98까지 개선하는 효과가 있고, 입력 역류고조파 성분이 5%이하로 감소시키는 Dynamic UPS System을 적용시 부하단의 안정도 및 신

뢰성이 향상 됩니다.

그러므로 부하용량 증가와 적용범위의 확대 및 완벽한 신뢰성이 요구되는 장비에 Dynamic UPS System의 적용이 증가하고 있으며 또한 그에 대한 관심이 높아지고 있다. Dynamic UPS System은 기존의 Static UPS System과 비상용 발전설비 기술을 접목함으로써 보다 완벽한 형태의 전원설비 시스템으로 부각 되었으며 공항의 관제설비, Intelligent 빌딩, 컴퓨터에 의한 대형 네트워크 시스템 및 각종 산업분야에 이르기까지 신뢰성이 요구되는 곳으로 그 적용범위가 점점 확대되고 있습니다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] (주) 맥스컴 “기술 자료” 참조
- [2] Euro-Diesel “ Catalogue” 참조