

무정전전원장치(UPS)의 기술동향

황 계 영
한국전기연구소 기술지원실

1. 서 론

고도정보화사회의 발전과 동반하여 컴퓨터에 의한 데이터 처리의 온라인화와 각종 OA·FA 시스템까지 여러 종류의 정보처리가 광범위한 분야에서 구사되고 있다. 그리하여 통신 시스템의 입체적응용에서 그의 기능도 더욱더 고도화되고 있다. 그러나 이러한 기기들이 한순간 정지하면 사회적으로 중대한 사태를 일으키게 된다. 이를 위하여 컴퓨터 자신은 이것을 동작하기 위하여 신뢰성을 높이는 전원설비가 먼저 필요한데 이것이 무정전전원장치(UPS: Uninterruptible Power System)이다.

전력계통의 수준이 매우 높다 하더라도 낙뢰에 의한 순시전압 저하 및 사고에 의한 단시간의 전압저하, 큰 시동시에 나타나는 순간적인 전압감하 등은 피할 수 없는 상황이다. 이와 같이 인간으로서 감당할 수 없는 한순간의 전원공급의 정지는 컴퓨터 등의 정보기기에 치명적인 장애를 주고, 데이터 처리의 중단 및 내부 데이터의 파손 등이 발생한다. 또한 금융기관 등 통화, 증권, 상품 등을 취급하는 시설에서는 국제적인 사업을 하므로 24시간 휴무없이 가동되어야 한다. 이를 위

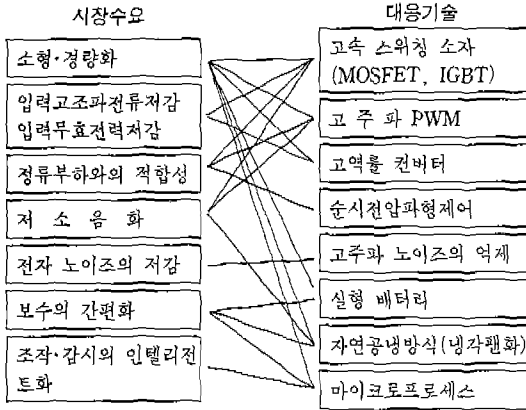
하여 여기에 사용되는 컴퓨터가 정지하게 되면 전 세계적으로 혼란이 일어난다. 또한 방송센터에서 영상 및 음성의 송출이 정지되면 사회적으로 큰 영향을 줄 것이다. 이렇게 한순간이라도 정전이 허락되지 않는 기관의 설비에 전원을 공급하기 위하여 무정전전원장치가 사용된다.

무정전전원장치는 보통 일정전압, 일정주파수의 정현파교류전압을 출력하는 신뢰성이 높은 장치이다. 전용으로 쓰는 전기실에 설치된 수천kVA의 대용량의 것에서 OA기기용의 사용실내에서 사용되는 수십~수kVA의 중소용량의 UPS 및 미니UPS와 여기에 퍼스널컴퓨터에 사용되는 1kVA까지 각종 정격 장치가 제작되어 사용되고 있다.

2. 기술동향

가. 소용량 UPS의 기술동향

미니UPS는 어느 정도 전문적인 분야에서 사용되는 중·대용량 UPS와는 달리 광범위하고 범용적으로 사무실 및 현장에서 사용되고 있다. 그 결과 미니UPS에 대한 시장 수요는 다양하여 본래의 무정전기능보다 더 다양한 여러 가지의 기능을 구비



〈그림 1〉 시장 수요와 대응기술과의 관련

하게 되었다.

그림 1은 시장 수요와 이것을 실현하기 위한 최근의 기술과의 관련을 나타내는 것으로 여기에서 고속 스위칭 소자(MOSFET, IGBT 등)의 출현과 이것을 사용하는 고주파제어기술의 진보가 시장 수요에 크게 기여하였다. 또한 최근에는 무소음화와 보수의 간편화를 위하여 냉각 팬을 제거한 자연공냉방식을 채용한 미니UPS가 출현하기 시작하였다.

(1) 소형·경량화

설치장소가 전기실에서 컴퓨터실 및 사무실로 바뀌고, 설치 스페이스의 확보와 함께 반입법도 문제가 되어 장치의 소형화·경량화가 요구되고 있다. 소형, 경량에는 고주파화수법이 가장 유효하므로 이것에 의하여 절연 트랜스, 리액터, 콘덴서 등의 UPS구성품은 대폭적으로 소형, 경량화가 가능해졌다. 고주파화를 위하여 고속스위칭 소자에서는 먼저 바이폴러 트랜지스터에서 수십배의 고주파화가 가능한 MOSFET(금속산화막 Gate 전계효과 트랜지스터)를 적용하여 대폭적으로 소형, 경량화를 실현할 수 있다. 여기에 최근에는 MOSFET와 바이폴러 트랜지스터 쌍방의 이점을 살려 대응화하기 쉬운 고속 스위칭 소자로서 IGBT(절연 Gate형 바이폴러 트랜지스터)가 실용화되어 이것의 적용이 진행되고 있다.

(2) 입력특성의 개선

입력전원측에서 보면 UPS는 정류부하에서 고조파전류를 유출하여 역률이 낮은 것이 문제였다. 이 문제는 12상 전류 등 다상정류방식의 도입으로 상당히 개선되었으며 최근에는 고역률 컨버터의 도입으로 현저하게 개선 효과를 얻었다. 고역률 컨버터는 종래의 다이오드, 사이리스터에서 MOSFET, IGBT 등의 고속스위칭 소자를 사용하여 이것을 On/Off 제어하는 것으로 입력전류파형을 정현파로 정형하는 것과 동시에 입력파형과 동위상으로 하는 것이 가능하다.

(3) 출력특성의 개선

부하기의 입력부에서도 반도체 소자에 의한 정류회로가 사용되므로 입력전류의 고조파가 문제가 되었다. 즉 UPS의 출력측에서 흐르는 전류가 피크의 큰 왜형파(歪型波) 전류가 되어 이것에서 UPS의 출력전압파형이 찌그러지는 문제가 발생하게 되는데 이를 해결하기 위하여 종전의 UPS에서는 정격용량의 50~70% 정도까지에서 부하를 제어하여 접속하였으나 최근에는 고주파 PWM방식으로 순시전압형 제어를 부가하여 이 문제를 해결하였다. 순시전압파형제어는 기준 정현파신호와 출력전압의 Feedback신호를 직접 비교하므로 고속에서 출력전압의 찌그러지는 것을 수정하는 방식이다.

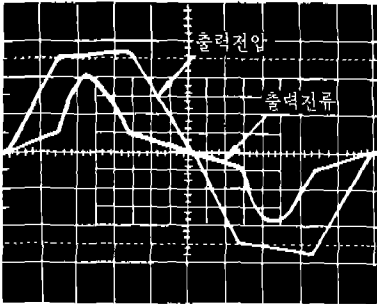
그림 2는 UPS의 출력전압파형의 예를 나타낸 것으로 (a)는 종전의 UPS 경우이고 (b)는 순시전압파형 전압제어방식을 도입한 UPS 경우를 나타낸 것이다.

(4) 저소음화

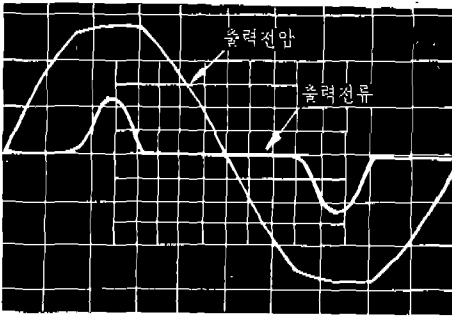
미니UPS는 사람들이 근무하는 컴퓨터실 및 사무실에 설치하게 되므로 운전소음의 저감에 대한 요구가 강하게 대두되고 있다. UPS 소음의 원인은 트랜스, 리액터의 철심 및 권선에서의 전자음(電磁音)과 강제공냉용의 냉각팬의 소리가 주원인으로 되어 있다. 전자음에 대하여는 고주파화기술의 진보에 의하여 스위칭주파수를 가청주파수 이

〈표 1〉 대표적인 시판 미니 UPS의 종류와 특징

운전방식	출력용량	출력파형	정전전환	정전보상	가 격	용 도
상시 인버터 급전(UPS)	1~10(kVA)	정현파전압	무순단	10분간	저렴	Off컴퓨터용 OA단말용 FA단말용
상시 상용급전(SPS)	0.2~1(kVA)	방형파 전압	1/100초 이하	3분간	대단히 저렴	퍼스널컴퓨터용 워드프로세서



(a) 종전 UPS의 경우



(b) 순시전압과형제어를 도입한 UPS의 경우

〈그림 2〉 UPS출력전압/전류파형 예

상으로 높이는 것이 용이하므로 청각적으로 소음을 없애는 것이 가능하다. 또한 냉각팬에 대하여는 저손실 스위칭 기술의 진보 등으로 발생손실이 저감되어 저소음 타입의 냉각팬이 사용되고 있다. 여기에다 최근에는 대폭적인 저손실화와 냉각효율의 향상에 의하여 항상 인버터급전방식으로 된 냉각팬을 없앤 무소음화를 실현한 미니UPS가 나왔다.

(5) 電磁 노이즈의 저감

Electronics 응용기기, 오디오, 비디오기기 등

의 보급과 함께 이것들 각각이 설치된 UPS에서는 전자 노이즈의 저감이 필요하며 특히 사무실에 설치된 미니UPS에서는 VCCI(정보처리장치 등 전파장해자주규제협회의)규제의 제거 등 충분한 저노이즈화가 요구되고 있다. 고주파변환회로부 자체의 저노이즈화와 많은 주파수지역에서 노이즈 흡수효과가 있어 소형으로 경제적인 고성능 Filter의 개발이 필요하다.

(6) 유지보수의 간편화

종전 UPS에서는 배터리의 보수가 번거로운 작업이었는데 미니UPS에서는 일반적으로 실드형 배터리가 도입되어 補水, 비중측정, 균등충전 등이 불필요하게 되었으며 수명이 다할 때까지 배터리는 무보수로 사용이 가능하였다. 이에 반하여 배터리의 열화상황의 파악은 곤란해지므로 정확한 수명 판정수법의 확립 및 수명도달 정보의 발신 등이 요구되고 있다.

또한 냉각팬도 유수명부품으로 정기적인 교환보수가 필요하다. 여기에서 냉각팬을 사용한 강제공냉방식으로는 먼지의 흡입과 퇴적에 의한 트러블을 방지하기 위하여 UPS내부에 있는 UPS의 통풍공부에 부착되어 있는 Air Filter의 정기적인 청소작업이 필요하게 되었다. 이것에 대하여 앞에서 기술한 바와 같이 냉각팬을 제거한 자연공냉방식의 미니UPS가 출현하여 무보수화에 많이 접근하였다.

(7) 조작·감시 기능의 인텔리전트화

최근 들어 UPS의 보급과 함께 전기지식이 없는 사람이 관리하는 경우가 증가하고 있다. 이를 위

하여 누구나 간단하고 안전하게 조작 가능한 것과 UPS 자신이 감시, 진단기능을 갖는 것이 요망되고 있다. 최근의 UPS에서는 마이컴에서 조작순서를 기억하여 원터치로 운전/정지를 가능하게 하고 여기에 센서와 마이컴을 조합한 각종 전기량의 모니터 링크, 고장진단, 조작Guidance 등이 가능한 기능을 가진 설비가 등장하였다.

나. 중·대용량 UPS의 기술동향

(1) 서론

최근의 시장동향, 부하의 특징, 사회적인 배경에서 UPS의 제품개념은 다음과 같이 3가지로 볼 수 있다.

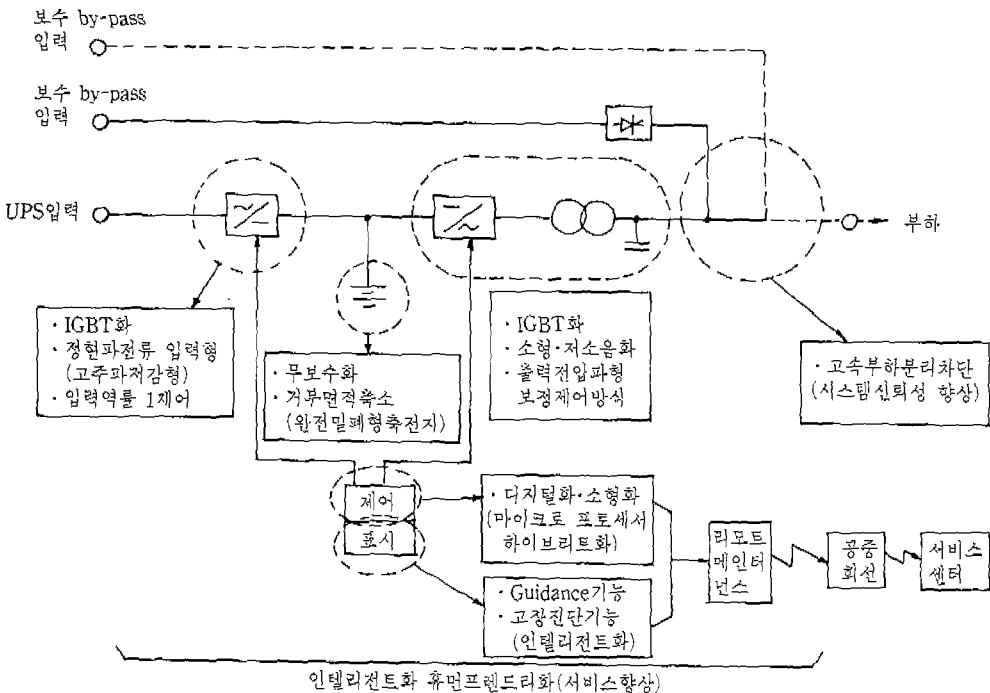
- 전원의 질 향상
전원계통 및 부하기기와 협조, 고신뢰성을 유지하면서 부하기에 양질의 안정적인 전원을 공급하는 제품
- 사용이 용이한 전원

시스템에서 조작, 보수가 용이한 제품
· 합리적이며 경제적인 시스템 전원
부하설비에 요구되는 중요도, 신뢰도에 대응하여 합리적·경제적인 시스템이 가능한 제품
그림 3은 앞에서 제시한 첫번째와 두번째의 개념에 대응한 UPS의 기술동향을 제시한 것이다.
최근의 기술동향은 고품, 고성능화와 리모트 메인터넌스 등에 의한 보수성의 향상이 특징으로 나타나고 있다.

(2) 고품질화, 고성능화

(가) 출력 전압파형 보정제어

컴퓨터 등 UPS부하 특유의 펄스상의 전류가 요인이 되어 UPS 출력전압파형의 흔들림이 부하에 악영향을 미치는 것이다. 수년전부터 PWM제어(Pulse Width Modulation)기술과 파워 트랜지스터 등의 자기소호소자의 출현에 의거 UPS출력전압파형을 정상시에 正弦波로 Control한 「출력전압



<그림 3> UPS의 기술동향

파형보정제어방식]이 도입되었다. 이 제어는 상용 주파수(50Hz 또는 60Hz)수준의 UPS출력전압파형을 미세하게 수정하는 방식으로 최근에는 고속 스위칭소자(IGBT 등)의 실용화로 섬세하게 수정되어 가고 있다.

(나) 순시 출력전압 변동

인버터의 고주파화 및 PWM제어에 의한 파형조정형용 AC필터 용량의 저감에서 부하의 급격한 변동에 대한 응답성이 개선되었다. 100% 부하변동에 대하여 종전에 $\pm 10\%$ 였던 순시출력전압변동이 $\pm 5\% \sim 7\%$ 까지 개선되었다.

(다) 저입력 고조파전류, 고입력 역률

UPS의 입력측에서는 교류를 직류로 변환하는 컨버터가 사용되는데 이것에서 입력 고조파 전류를 전원측에 흘려 보내 전원전압을 찌그러지게 하여 자가용 발전기의 내부를 가열하는 요인이 되고 있다. 이를 위하여 컨버터를 12상 정류방식으로 하는 등 입력 고조파 전류를 저감하는 대책이 되

며 자가용 발전기에 대해서는 UPS입력용량의 2~3배 정도의 용량을 준비하는 등의 대응을 하고 있다. 최근에는 1000kVA급의 대용량UPS까지 IGBT소자 사용 컨버터로(PWM제어의 원리를 이용)입력전류를 正弧波狀으로 제어하여 고조파 성분을 대부분 없애고 저입력 고조파전류형의 UPS가 제품화되었다.

(래) 부하 고속 분리 차단방식

대규모 병렬 시스템에서는 부하계통의 구분 및 급전 루트의 확보를 위하여 출력간선을 수개의 급전선으로 설계한 것이 많이 있다. 이러한 시스템에서는 일부의 부하로 단락 등에서 병렬모선의 대폭적인 전압변동 및 시스템 Down에 이르지 않으므로 부하고속분리차단방식이 도입되고 있다.

그림 4는 시스템의 구성예를 나타낸 것이다.

(3) 유지보수성의 향상

(가) 조작지도(Guidance)기능

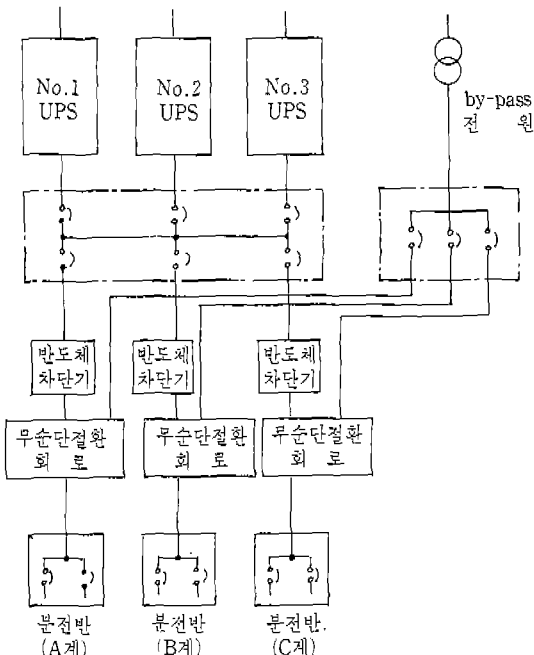
최근 시장이 확대되어감에 따라 운전조작을 하는 User가 전문적인 전기기술자가 아니더라도 UPS의 시동 순서가 LCD(액정표시기)에 지시되므로 운전지식이 없이도 안전하게 운전할 수 있다.

(나) 고장진단기능

고장발생시의 원인을 단시간에 추정하고 복구를 신속하게 하기 위해 장치하는데, 만일 고장이 발생한 경우 고장 내용과 발생순서, 고장발생 전후의 주요부분의 파형이 기억되어 Synchroscope에서 재현이 가능하므로 원인 파악 및 고장부위를 쉽게 발견할 수 있다.

(다) 리모트 메인テナンス 시스템

UPS와 24시간 체제보수전문회사의 서비스센터와의 사이를 공중회선으로 결합, 보통때는 운전상황 데이터에 의한 예측보전과 운전상황의 파악을, 만일의 고장 발생시에는 곧 고장시의 상황 데이터를 서비스센터에 전송하는 방식으로 복구를 단시



<그림 4> 부하고속분리차단방식 시스템 구성예

〈표 2〉 시스템의 기능

기능분류	항 목
예측보전	<ul style="list-style-type: none"> 온도감시 제어전원감시 부하분담감시 파형감시 → 이상시 자동전송
일상관리	<ul style="list-style-type: none"> 일보, 월보작성 입력전압기록 수명부품시간관리
고장진단	<ul style="list-style-type: none"> 각부 파형의 기록, 재생 Gate Pattern의 기록, 재생 다발이상의 발생순서기록, 재생 이상발생시의 각부 동시기록, 재생 고장 발생시 자동 전송

간에 하는 시스템을 가동하였다.

중전에는 정기점검시에 설비 진단을 하였지만 본 시스템은 항상 진단이 가능하므로 이용자는 설비에 대하여 안심할 수 있으며 리모트 메인テナンス 시스템은 비교적 새로 시도한 방법이다.

㉔ 배터리의 무보수화

배터리는 상용 정전시에 UPS의 입력전원이 되

〈표 3〉 UPS의 용도 예

UPS 방식	시스템 용도 예	용량(kVA)			
		1	10	100	1000
다중회로전방식	-수처리 계량시스템				
	-화학·가스설비 등의 계량시스템				
	-의료 시스템				
	-빌딩감시 시스템				
	-방송설비				
	-터널조명				
	-도로교통 시스템				
	-배전계통제어 시스템				
	-연구용 컴퓨터 전원				
	-공장시험전원				
병렬회로전방식	-은행·금융기관 온라인 시스템				
	-대형방송 시스템				
	-Totalizator 시스템				
	-공항조명				

는 것으로서 고신뢰성이 요구된다. 충전의 배터리는 신뢰성 유지를 위하여 액면의 체크, 補水, 균등충전 등의 보수를 필요로 하였다. 수년전부터

... 경수로형 원전 ...

원자로는 우라늄 235가 핵분열을 하면서 전기를 만들 수 있는 에너지를 발생시키는 곳으로서 화력발전의 보일러와 같이 발전소의 심장부이다. 원자로는 그 사용목적, 감속재, 냉각재, 연료종류 등에 따라 여러 종류로 나눌 수 있으나 전세계 발전용 원자로 중 약 90%를 경수로가 차지하고 있다.

가압경수로(PWR : Pressurized Water Reactor)

가압경수로란 냉각재와 감속재로서 보통 물(경수)을 사용하며 이 물이 노(爐)내에서 끓지 않도록 152기압으로 높은 압력을 가한 원자로를 말한다.

이 원자로는 연료로 약 3%의 저농축우라늄을 사용하는데, 원전 연료봉 사이를 지나가는 냉각수가 원전연료내에서 핵분열시 발생하는 열을 증기발생기로 전달하게 된다. 가압경수로는 열을 발생시키는 1차 계통인 원자로와 전기를 생산하는 2차 계통이 분리되어 있어 사고 발생시 방사능의 확산을 막는 장점을 지니고 있다.

'93년말 현재 전세계에서 가동중인 원자로중 약 63%를 차지하고 있는 대표적인 원자로로서 우리나라도 9기 중 월성1호기를 제외한 8기가 이 노형이다.

가압경수로는 안전성과 경제성이 뛰어난 것으로 알려지고 있는데, 미국에서 기술을 도입한 우리나라는 이제 기술이 축적되어 우리나라 실정에 맞는 한국형 표준원자로(100만 kW급)를 개발하여 준공이 임박한 영광 3,4호기부터 건설중에 있다.

비등수로형(BWR : Boiling Water Reactor)

비등수로형 원자로는 가압경수로형 원자로보다 먼저 실용화된 원자로로서 냉각재, 감속재가 가압경수로형과 같은 경수(물)이며, 사용연료도 약 3%의 저농축우라늄을 사용한다. 가압경수로형과 다른점은 노내 압력을 높이지 않아 냉각재가 원자로내에서 끓어서 수증기로 변하며 이 수증기가 직접 터빈을 돌려서 전기를 생산한다.

우리나라에는 없으며 미국과 일본에서 운전중으로 전세계 원전중 약 23%를 차지한다.

〈표 4〉 UPS의 용량계열과 용도의 개요

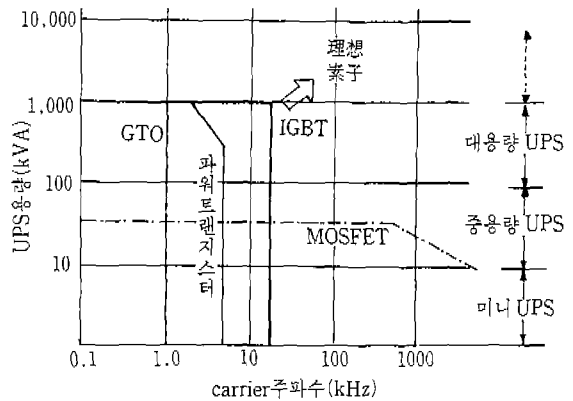
계열	출력용량(kVA)					설치장소	주요용도
	1	10	100	500	1000		
미니 UPS (소용량 UPS)	1 2 3 5 7.5 10 ▽▽▽▽▽					· 사무실 · 컴퓨터실	- VAN, LAN 등 네트워크의 단말시스템 - 슈퍼, 체인점과 POS 단말시스템 - 각종 OA기기, FA기기
중용량 UPS	10 20 30 50 75 ▽▽▽▽▽					· 컴퓨터실 · 전기실	- 화학, 발전 등 각종 설비의 제장, 제어시스템 - 병원에서 각종 의료 및 관리 시스템 - 제조업에서 각종 자동생산 시스템
	10 20 30 50 75 ▽▽▽▽▽						
대용량 UPS			100 200 300 400 500 600 1000 ▽▽▽▽▽			· 전기실	- 금융기관의 온라인 시스템 - 항공관제 시스템 - 신문, TV, 라디오 등 보도관련 시스템

완전 밀폐형으로 보수를 필요로 하지 않는 연속전지(MSE)가 도입되었으며 최근에는 중전의 Type 보다 보수를 하지 않는 Type을 적용하는 경우가 많아지고 있다.

3. 적용분야

석유화학설비 및 의료 시스템, 빌딩감시 시스템 등에서는 일반적으로 단순한 구성의 단계무순단전환 시스템이 많으며, 금융기관 온라인 시스템 및 컴퓨터 센터, 대형방송시스템 등 대규모 고신뢰 시스템에 대하여는 병렬시스템이 적용된다. 표 3은 UPS의 적용예를 나타낸 것이다.

UPS의 용도는 100W급의 퍼스널컴퓨터에서 수천kVA를 초과하는 대형 컴퓨터시스템까지 광대하며 UPS단기용량에는 수백VA에서 1000kVA 정도까지가 시판되고 있다. 표 4는 용량계에 의한 UPS의 일반적 구분과 용도의 개요를 나타낸 것이다. 이 중에서 미니UPS는 OA, FA, LA, SA 등의 소형컴퓨터를 주축으로 한 시스템구축에 대응하는 기종으로 개발된 것으로 출력용량은 수백VA~10kVA 정도의 범위로서 약 10분까지의 정전에 대응 가능한 배터리를 내장한 것이 주류를 이루고 있으며, 설치장소는 일반적으로 사무실에서 사용



〈그림 5〉 각종 By-Pass UPS로의 적용

되고 있다.

중용량UPS는 10~75kVA 정도의 출력용량범위로 사무실 컴퓨터 및 중규모의 컴퓨터 시스템으로 사용되고 설치장소는 중전에는 전기실에 이용되었으나 최근에는 장치가 소형화되어 컴퓨터실에 설치하는 경우가 증가되고 있다.

대용량UPS는 100~1000kVA의 출력용량 범위로서 대형 금융기관의 사무센터의 컴퓨터용에 이러한 대용량기를 병렬운전하는 것으로, 2000kVA 또는 4000kVA초대형 UPS시스템을 구성하고 있다.