

大規模 UPS시스템

1. 머리말

高度情報化社會는 이미 現實 世界에 돌입하고 있으며, 그 基盤이 되고 있는 컴퓨터시스템을 중심으로 한 情報通信시스템은 산업분야에서 가정에 이르기까지 여러 분야에 다양하게 침투되어 있다. 현대 사회에서 만약 컴퓨터시스템이 정지된다면 경제·사회활동은 혼란을 일으키고 그 영향이 매우 광범위하게 미칠 것이라는 것은 주지하는 바와 같다.

고도정보화 사회에서 컴퓨터시스템에 대한 안전 대책은 필요불가결한 조건이다. 대규모이며 고도의 情報通信시스템을 갖춘 “電算센터”에서는 고도의 안전대책을 강구하고 있으며 금융기관이나 공공기관 등을 중심으로 수많은 것이 운용되고 있다.

電算센터에서의 안전대책중에서 컴퓨터시스템용 無停電電源裝置(Uninterruptible Power Supply: UPS)는 가장 중요한 설비의 하나로 되어 있으며 고도의 電源供給信賴性和 24시간·365일의 전원공급이 요구되고 있다.

본고에서는 電算센터에서의 大規模UPS시스템에 대한 시스템構成例를 중심으로 시스템構築, 시스템

構築機器에 대한 고려와 유의점 등을 소개한다.

2. UPS시스템에 요구되는 事項과 基本條件

電算센터에서의 UPS시스템의 최대사명은 안정된 電力을 연속적으로 공급하는 데 있다. 이러한 관점을 중심으로 電算센터에서 UPS시스템에의 요구사항과 기본조건을 그림 1에 표시한다.

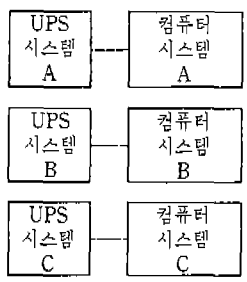
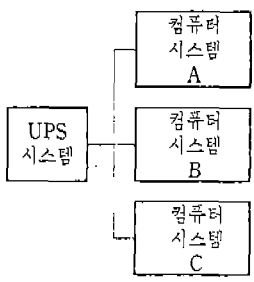
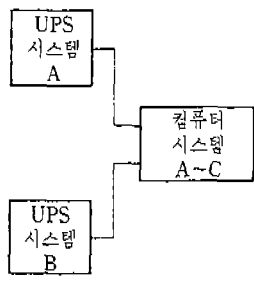
3. 컴퓨터시스템과 UPS시스템

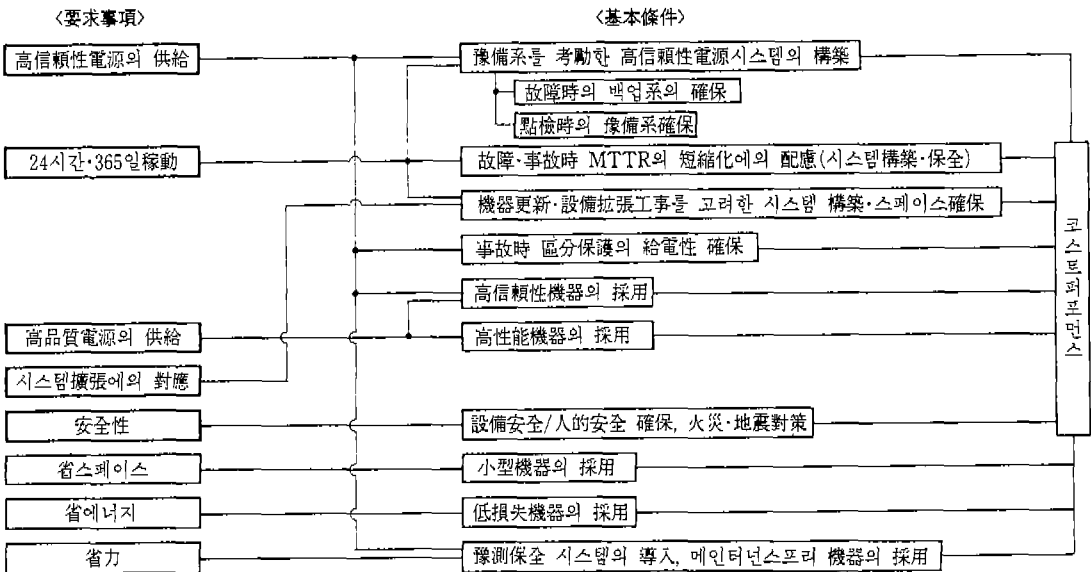
3.1 컴퓨터시스템과 UPS시스템의 構成

UPS가 컴퓨터시스템용의 電源設備인 이상 컴퓨터시스템의 運用을 충분히 파악한 후에 시스템을 構築할 필요가 있다. 표 1에 컴퓨터시스템의 構成과 UPS시스템 構成의 組合에서 고려할 사항과 특징을 표시한다.

실제 시스템構築時에는 컴퓨터시스템의 相互連系 등으로 인하여 명확히 구분할 수 없는 케이스도 많다. 또 UPS시스템으로서도 특히 超大規模인 경우에는 1시스템으로서의 규모에 제약은 받는 케

<표 1> 컴퓨터시스템의 구성과 UPS시스템의 구성

	方式 A	方式 B	방식 C
構成例			
구 성	컴퓨터시스템 區分別로 UPS시스템으로 한 1:1對應 方式	各 컴퓨터시스템 共通의 UPS시스템方式	하나의 컴퓨터 시스템에 複數의 UPS시스템으로부터 供給하는 方式
特 徵	컴퓨터 시스템도 原則적으로 各各 獨立된 運用인 경우 相互間의 影響이 無으므로 全體의 信賴性은 높다. 따라서 컴퓨터시스템別 獨立性이 重要하다.	UPS시스템의 停止로 컴퓨터 시스템全體가 停止한다. 따라서 電氣의 協調·維持補修性에 대한 고려를 明確히 할 必要가 있다.	UPS시스템內의 1시스템의 停止로 컴퓨터 시스템 全體가 運用停止되는 경우는 바람직하지 못하다. UPS 시스템중 1시스템이 停止되더라도 나머지 컴퓨터시스템의 運用이 可能한 경우에는 方式A와 같은 레벨이라고 생각할 수 있다.



<그림 1> UPS시스템의 要求事項과 基本條件

이수도 있다. 이와 같은 현실론에 의하여 반드시 표 1과 같이 명확히 구분되지 않는 예도 발생하지만 가능한 한 방식 A를 지향한 시스템構築이 대전제가 된다.

또 각 電算室의 플로어마다 등 어떤 일정한 에어리어單位로 전원설비를 구분하는 케이스도 있지만, 이 경우에도 컴퓨터시스템측의 시스템區分을 충분히 고려한 에어리어區分이어야 하는 것이 조건이 된다.

3.2 UPS시스템의 規模

컴퓨터시스템側에 공급하는 電壓은 일반적으로 200V 정도(3相)의 저압전원이 요구된다. 이 때문에 UPS나 UPS로부터 電算室까지의 전원간선 등의 電流容量의인 제약으로 UPS의 1시스템當 일반적으로 2,000~2,500kVA 정도가 한계라고 생각된다.

1시스템當 電源용량을 보다 대규모로 하기 위하여 UPS출력전압을 400V 등으로 하여 5,000kVA 정도로 하는 예도 있다. 이 경우에는 電算室측에 변압기를 설치함으로써 컴퓨터시스템에서 요구되는 전압으로 변환할 필요가 있기 때문에 電算室측에서의 변압기설치 스페이스, 荷重, 發熱대책, 점검 및 고장대책 등을 충분히 고려할 필요가 있다.

3.3 컴퓨터시스템容量과 UPS시스템容量

UPS시스템容量은 당연히 컴퓨터시스템이 요구하는 전원용량을 공급할 필요가 있으나 電算센터의 건설계획시점에서는 이 컴퓨터시스템이 요구하는 전원용량이 명확하지 않은 경우가 많다. 따라서 UPS시스템容量은 電算室의 바닥면적과 단위면적당의 必要電力에 의하여 결정하는 것이 일반적이다.

이 단위면적당의 必要전력은 종래 1평방미터당 0.4~0.7kVA 정도가 일반적이었으나 최근 컴퓨터機器의 하드웨어性能의 향상으로 1평방미터當 1.0kVA 정도로 UPS시스템容量을 계획하는 케이스가 증가하고 있다.

電算센터 전체의 UPS 시스템容量으로서는 中小規模시스템에서는 200kVA 정도부터 超大規模시스템에서는 합계 10,000kVA를 넘는 케이스까지 다양하다.

3.4 UPS시스템의 複數構成

이상과 같은 각종 조건 때문에 電算센터에서의 UPS시스템은 특히 大規模인 경우에는 1시스템이 아니라 複數의 시스템으로 구성되는 케이스가 많다. UPS시스템의 複數構成에서는 UPS시스템에서부터 電源幹線을 포함한 컴퓨터시스템까지 종합적인 電源시스템으로서의 신뢰성향상이란 관점에서 시스템相互間을 連繫하는 것이 일반적이다.

4. 大規模 UPS시스템의 構成例

電算센터에서 大規模UPS시스템의 構成例를 그림 2에 표시한다. 이 UPS시스템의 規模와 運用상 기본적으로 고려해야 할 사항을 다음에 든다.

4.1 UPS시스템 容量

컴퓨터시스템측에서 필요한 電力容量을 장래의 소요전력의 증가를 포함하여 최대 5,000kVA 정도로 想定한 것이다.

이에 대하여 UPS시스템은 1시스템當 최대부하용량을 2,400kVA(운용개시 당초는 1,800kVA)로 하고, 이것을 2시스템으로 하여 합계 4,800kVA(운용개시 당초는 3,600kVA)의 최대전력용량으로

하고 있다.

4.2 電算室의 運用과 UPS시스템으로 부터의 供給形態

電算室은 運用개시 당초에는 2층에서 4층까지의 運用으로 최종적으로는 5층도 電算室로서 運用하는 것이다.

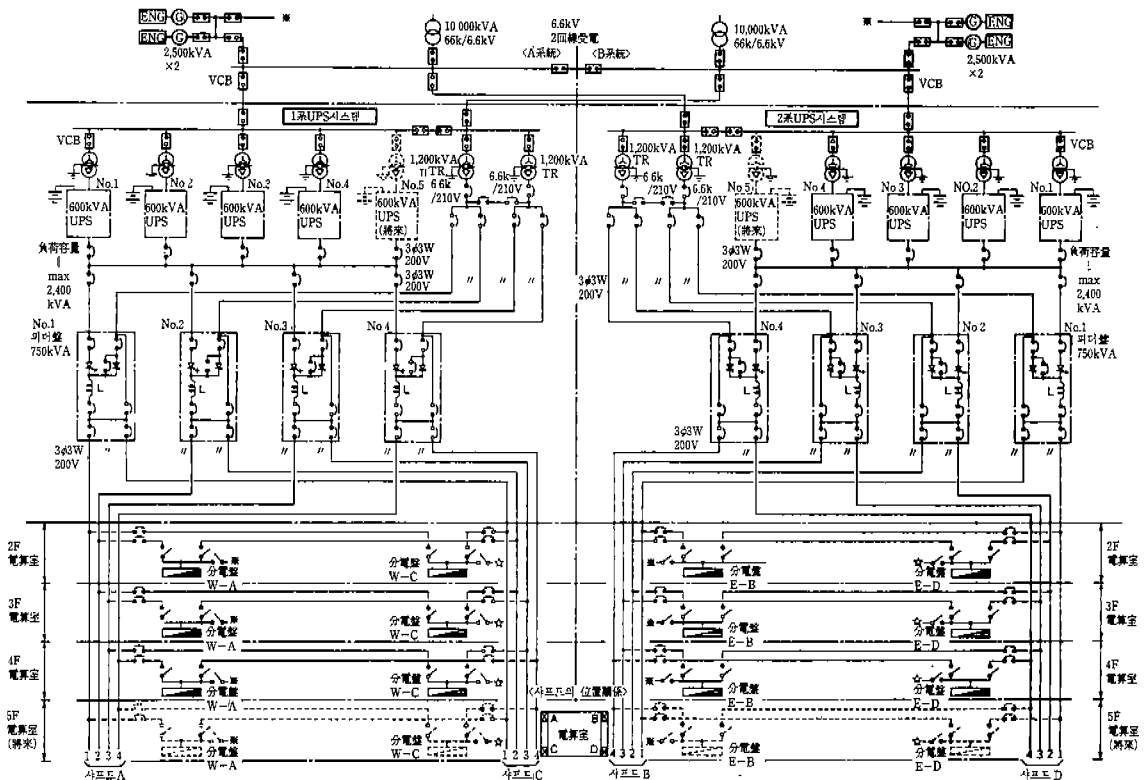
이에 대하여 UPS시스템으로부터는 運用개시 당초에는 1,800kVA×2시스템으로 2층 전산실에서 4층 전산실까지 공급하고, 최종시점에서는 2,400kVA×2시스템으로 2층 전산실에서 5층 전산실까지 공급하는 것으로 되어 있다.

5. UPS시스템의 構成機器와 시스템 構築

5.1 풀IGBT式 UPS

UPS單體는 기본적으로는 交流→直流→交流의 電力變換裝置이며 UPS의 기술적 변천은 電力變換을 위한 전력용 반도체素子와 그 制御技術의 변천이라 하여도 과언이 아니다.

근년에는 이 電力半導體素子에 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)를 사용하여 瞬時波形制御 등을 高速制御함으로써 종래의 바이폴러트랜지스터나 사이리스터 素子를 사용한 UPS와 비교



〈그림 2〉 大規模UPS시스템의 構成例

하여 대폭적인 高性能化 등이 도모되고 있다.

특히 최근에는 直流→交流變換(逆變換: 인버터)部 뿐만 아니라 交流→直流變換(順變換: 컨버터)部에도 IGBT+瞬時波形制御방식을 채용한 소위 “풀IGBT式”의 UPS가 주류로 되어 있으며, 컴퓨터시스템에 크게 관련되는 UPS출력성능의 향상 뿐만 아니라 交流→直流電力變換器의 큰 과제였던 交流入力側의 高調波電流의 발생이나 力率低下가 배제되었다.

또 전술한 것과 같은 超大規模UPS시스템에 대응하도록 UPS單體容量으로서도 1,000kVA를 넘는, 미쓰비시電機에서는 1,400kVA의 裝置도 제품화되었다.

이 최신의 UPS는 상품명 “MELUPS9200”으로서 실용화되어 있으며 1990년에 IGBT式 UPS를 單體容量으로 600kVA까지 시리즈化하고 IGBT式 UPS의 표준 사양을 확립한 MELUPS9100의 획기적 高性能을 더욱 발전시킨 機種으로서 시장에서 대단히 높은 평가를 받고 있다.

5.2 UPS시스템의 並列冗長運轉方式

電算시스템에서의 UPS시스템은 시스템 信賴性의 향상이란 점에서 並列冗長운전방식이 일반적으로 채용되고 있다.

並列冗長운전방식이란 複數臺의 UPS를 상시並列運轉시켜 병렬 운전중 어느 1대의 UPS가 고장 등으로 정지하여도 나머지 건전한 UPS로 컴퓨터시스템에 필요한 全電源容量을 공급할 수가 있는 것이다. 또한 더욱 신뢰성을 향상시키는 관점에서 2대의 UPS의 고장 등에 의한 정지시에도 컴퓨터시스템에 필요한 전전원용량을 공급하는 방식으로 하는 경우도 있다.

並列冗長운전방식에서의 시스템信賴性은 시스템 내 1대의 고장 즉 冗長이 되어 있지 않는 동안의

運轉臺數에 거의 반비례하기 때문에 1시스템내의 並列運轉대수가 많아질수록 저하한다. 따라서 1시스템에서의 並列運轉대수는 시스템의 信賴性 면에서도 一定臺數 이하로 제약하여야 하며 일반적으로 시스템의 運轉開始당초는 최대 4대, 최종형태로는 최대 6대 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한 2대의 UPS의 고장 등에 의한 정지시에도 컴퓨터시스템에 필요한 전전원용량을 공급하는 방식에서는 병렬운전대수를 증가시켜도 시스템信賴性의 유지 가능하다.

並列冗長運轉方式은 컴퓨터시스템의 增強으로 必要電源容量이 증가한 경우에도 UPS시스템內의 병렬운전대수의 증가로 대응할 수 있기 때문에 확장성이 높은 방식이다.

또한 그림 2의 시스템構成例인 경우 운전개시 당초는 600kVA UPS 4대 並列冗長運轉으로 1시스템당 최대공급가능부하용량은 1,800kVA, 최종형태에서는 5대並列冗長運轉으로 1시스템당 최대공급가능부하용량은 2,400kVA 구성이 된다.

5.3 UPS시스템出力系の 構成

UPS出力系の 구성은 전술한 並列冗長운전방식에 더하여 바이패스電源(일반적으로 商用電源)과의 無瞬斷轉換을 하는 방식이 일반적이다.

바이패스電源과의 無瞬斷轉換方式은 並列冗長운전방식을 더욱 백업하는 목적외에 컴퓨터시스템측에서의 사고 등으로 UPS의 耐量 이상의 過電流가 생길 경우 連續給電性의 향상과 시스템點檢時의 바이패스給電 등을 목적으로 널리 채용되고 있다.

구체적인 無瞬斷轉換方式으로서의 UPS出力 一括하여 행하는 방식이 일반적이지만 표 2에 표시하는 것과 같이 통상의 無瞬斷轉換方式과 마찬가지로의 방식을 UPS出力의 分岐피더마다 행하는 방식(표 2의 B)이나 또 UPS出力의 分岐피더마다

“過電流遮斷+바이패스無瞬斷轉換”으로 함으로써
 分岐피더마다 區分保護性能을 높인 方式(표 2의
 A)이 있다. 大規模시스템에서는 이 分岐피더마다
 過電流遮斷+바이패스無瞬斷轉換으로 한 方式이
 많이 채용되기 시작하였다.

또 UPS시스템出力에서부터 컴퓨터시스템까지의
 電源幹線도 2重化, UPS시스템의 連繫, 電流幹線의
 布設루트의 물리적인 분리 등이 행해지고 있다.

그림 2의 UPS시스템構成例에서 出力系の 고려
 사항은 다음과 같다.

(1) UPS시스템의 각 分岐피더에 過電流遮斷+바이
 패스無瞬斷轉換方式을 채용하고 각 分岐피더의
 區分確保性能을 높이고 있다.

(2) UPS시스템에서부터 컴퓨터시스템까지의 電

源幹線을 2重化(본선/예비선)하고 각각의 布設루
 트도 분리(개별전원사프트)함으로써 전원간선의
 사고시에도 連續給電性을 높이고 있다.

(3) 두개의 UPS시스템간을 電算室측에서 연락함
 으로써 한쪽의 UPS시스템停止時의 컴퓨터시스템
 에의 相互電力供給을 가능케 하고 있다.

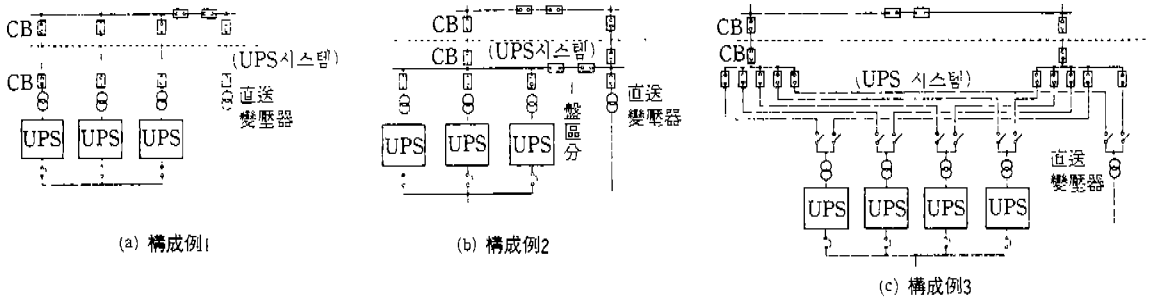
(4) UPS出力系の 電壓을 200V로 함으로써 電算
 室측에서의 대응량 變압기의 설치에 따른 각종 배
 려가 필요없게 되었다.

5.4 UPS시스템 交流入力系の 構成

그림 3에 UPS시스템의 交流入力 構成의 몇가지
 例를 들었다.

<표 2> UPS出力系에 있어서의 피더마다 無瞬斷轉換方式 比較

	A: 피더마다 過電流遮斷+바이패스 無瞬斷 轉換方式	B: 過電流時·一括 無瞬斷 轉換方式
시스템 構成例		
피더保護 對 應	<ul style="list-style-type: none"> · 피더의 過電流事故時(短絡等)에는 該當피더를 UPS側 遮斷스위치(*포스)에 의하여 高速遮斷함과 同時에 바이패스側으로 無瞬斷轉換한다. · 따라서 事故피더 以外는 UPS給電을 繼續할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 피더에서의 過電流事故時(短絡等)에는 全피더 一括하여 바이패스側에 無瞬斷轉換한다(UPS側 遮斷스위치가 없기 때문에 UPS全體의 過電流檢出로 된다). · 따라서 特定피더의 事故時에도 全피더가 바이패스 給電으로 된다.
UPS 出力系의 點 檢	· 피더單位로 整備바이패스給電에 의한 實施가 可能(該當 피더만 바이패스側에서 給電, 다른 피더는 UPS에서 給電可能).	· 同 左
設置面積	· 一括 無瞬斷 轉換方式에 比하여 多少增	· 피더遮斷·無瞬斷 轉換方式에 比하여 多少減
總合評價	특히 피더事故時의 連續給電性·시스템信賴性의 向上을 目的으로 最近에는 이 方式을 採用하는 例가 增加하고 있으며 今後 主流가 될 方式	피더過電流時에는 全피더를 바이패스側에 無瞬斷轉換하는 方式, 設置스페이스·經濟性 問題가 解決되는 경우에는 시스템信賴性 向上이란 點에서 過電流遮斷+바이패스 無瞬斷 轉換方式을 採用하는 케이스가 增加하고 있다.



〈그림 3〉 UPS交流入力系の 構成例

機器의 고장, 전원간선의 사고 등의 대책은 물론 電氣設備의 法定點檢時(일반적으로 연간 1회)의 連續電源供給(24시간·365일 대응)을 충분히 고려한 방식일 것이 필요하다.

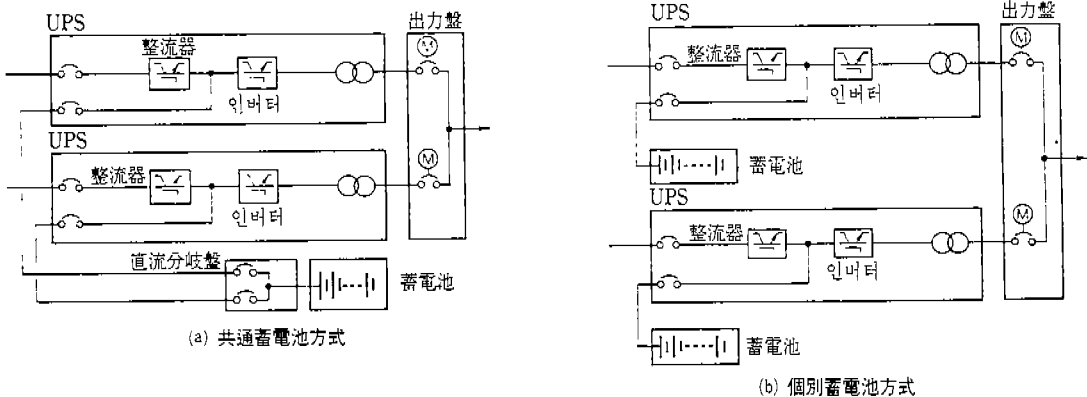
그림 2의 UPS시스템構成例에서의 交流入力系는 그림 3의 構成例2의 방식이며 일반적으로는 이 방식이 가장 많이 채용된다.

또한 본고에서는 컴퓨터시스템과 직결한 부분의 UPS시스템로서의 領域을 기술하고 있으나 광의의 UPS시스템에서는 電算센터의 變換전설비 및 비상용 자가발전설비의 連動도 포함한 시스템構築이 필요하다.

5.5 UPS시스템의 直流回路方式

UPS시스템의 直流回路方式 構成例를 그림 4에 표시한다. UPS시스템의 直流回路方式으로서는 UPS의 1시스템에 대하여 1群의 蓄電池設備를 설치하는 “共通蓄電池方式”(1群으로서는 複數組의 축전지로 하는 경우도 많다)과 1시스템의 UPS마다 1대의 축전지를 설치하는 “個別蓄電池方式”로 대별된다.

UPS시스템내의 共通回路를 극력 回避함으로써 시스템 신뢰성의 향상이란 관점에서 個別蓄電池方式이 채용되는 케이스가 증가하고 있으나 蓄電池群



〈그림 4〉 UPS直流回路의 構成例

〈표 3〉 주요蓄電池의 比較

	MSE形 鉛蓄電池	HS形 鉛蓄電池(실形)	AHH形 알칼리蓄電池(실形)
期待壽命 (年)	7~9	5~7	12~15
初期投資額 (%)	100	70~90	200~300
設置스페이스 (%)	100	100~200	90~120
單電池의 容量範圍	150~3,000Ah(10時間率)	30~2,500Ah(10時間率)	100~1,000Ah(1時間率)
維持補修性	베인터던스프리 (右記事項모두 不要)	· 液面체크, 補水 · 比重測定 · 均等充電 · 觸媒栓의 交替	· 液마감 4~5년 1회 · 活性化充電 4~5 1회 · 液面 체크 · 比重測定 · 均等充電 · 觸媒栓의 交替
密閉化와 가스發生	完全密閉(陰極흡수式) · 가스發生 거의 없음	觸媒栓 · 多少의 가스 發生 있음 · 壽命取替 必要	觸媒栓 · 多少의 發生 있음 · 壽命교체 必要
自己放電率 (20°C)	0.1%/日 이하	0.5~1%/日	1%/일
公稱電壓	2.0V/셀	2.0V/셀	1.2V/셀
充電電壓	浮動: 2.23V/셀 均等: 不要	浮動: 2.18V/셀 均等: 2.30V/셀	浮動: 1.36V/셀 均等: 1.47V/셀

이 분산됨으로써 設置스페이스나 경제성 등의 면에서 이점이 있기 때문에 비용 대 효과를 충분히 검토한 후에 결정할 필요가 있다.

그림 2의 UPS시스템構成例에서는 個別蓄電池方式을 채용하고 있다.

5.6 UPS시스템의 蓄電池

電算센터 蓄電池의 停電補償時間으로서는 電算센터내에 설치되는 비상용자가발전설비의 商用電源의 정전에서 급전까지의 시간 지연에 대응하는 것으로서 일반적으로는 5분~10분간 정도가 많이 채용된다.

자가발전의 起動·電壓確立時間은 통상 1분간 이하이지만 실제로 자가발전에서부터 UPS에 급전되기까지의 시간은 자가발전의 기동삼체(溢滯), 자가발전의 複數台설치시 並列同期投入시간, 配電系에서의 순차투입시간 등에 대한 고려도 필요하다.

이상과 같은 電算센터내에서의 UPS上位系の 구

성에 기인하는 문제외에 商用電源의 정전이 단시간 사이에 여러 회 발생하는 케이스도 예상하여 10분간 이상의 정정보상시간으로 하는 경우도 있으나 전술한 바와 같이 일반적으로는 5~10분간 정도의 정정보상시간이 많이 채용되고 있다.

大規模UPS시스템에서 주요 蓄電池의 종류를 표 3에 표시하는 바, 大規模UPS시스템用으로서는 주로 유지보수성, 경제성 및 設置스페이스 면에서 MSE形 鉛蓄電池가 채용되고 있다.

6. UPS시스템의 維持管理

6.1 豫防保全과 點檢

UPS시스템의 고신뢰성을 유지하기 위해서는 豫防保全이 중요한 요소가 된다. 일반적으로는 日常點檢외에 유지와의 사이에 年間整備契約을 체결하여 연간 2~3회의 점검 및 정기적 부품교환 등을 실시하고 있다.

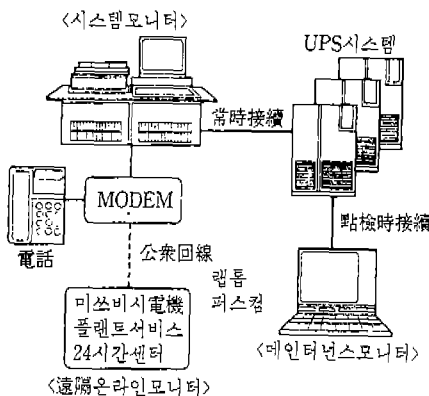
다만 24시간~365일의 전원공급이 요구되고 있는 상황하에서의 시스템의 點檢은 점검시의 시스템停止範圍나 시스템停止時間에 제약을 받기 때문에 쉬운 일은 아니다. 이 때문에 점검시에 있어서의 停止範圍, 그 백업方式, 停止可能時間 등을 충분히 고려한 시스템이 구축되고 있다.

6.2 監視·制御方式

UPS로서의 綜合信賴性 향상을 위하여는 시스템의 動作信賴性은 물론 그 유지보수성이나 감시·제어방식의 정비도 중요한 요소이다.

그림 5에 최근 채용예가 많은 UPS시스템에 特化한 高度監視시스템인 “UPS모니터링시스템”의 構成例를 표시한다. UPS모니터링시스템은 각 UPS의 造作가이던스 등의 각종 맨머신인터페이스機能, 각종의 유지보수情報의 記憶機能 등을 갖고 있다. 유지보수情報는 UPS의 디스플레이상의 表示외에 메인터넌스 모니터에 의한 점검시의 데이터收集과 解析이나 시스템모니터에 의한 高度의 데이터處理에 의한 常時監視가 가능하게 되어 있다.

특히 최근에는 “遠隔온라인모니터”로서 유저와 24시간 대응의 베이커 서비스據點과의 사이를 공



〈그림 5〉 UPS모니터링시스템의 構成例

중회선으로 연결하여 故障發生시의 신속한 대응이 가능토록 함과 동시에 遠隔에서의 정기적인 운전 데이터 확인에 의한 豫防保全도 가능하게 되어 있다.

또 UPS 시스템을 포함한 電源시스템 전체를 위한 中央監視設備나, 전산실측에서의 UPS시스템용의 監視·制御盤 등도 동시에 설치된다.

6.3 UPS시스템의 更新

UPS는 그 용도상 다른 電氣機器 이상의 신뢰성이 요구되는 것은 명백하며 이런 관점에서 일반적으로 15년을 壽命更新時期로 보고 있다.

실제의 更新時期로서는 설비용량의 부족에 의한 增量更新의 예도 많으나 전산센터에서의 24시간·365일 전원공급의 관점에서 보아 更新을 고려한 시스템構築은 물론 更新스페이스의 확보 등도 중요한 요소이다.

7. 맺음말

大規模UPS시스템에 대해서 요구되는 機能, 信賴性 등의 條件은 構成機器單體技術의 향상만으로 달성될 수 있는 것은 아니고 컴퓨터시스템 등도 포함한 시스템 全體가 유기적으로 결합되어 있는 것이 필수적이다. 이런 의미에서 본고에서는 미쓰비시電機의 大規模UPS시스템의 풍부한 실적에 바탕을 두고 전산센터에서의 UPS 시스템을 構築하는 바람직한 방법을 중심으로 소개하였지만 금후의 컴퓨터시스템의 變遷과 UPS技術의 진보를 기초로 하여 보다 집대성하여 갈 생각이다.

이 원고는 日本 三菱電機技報를 번역, 전재한 것입니다. 本稿의 著作權은 三菱電機(株)에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.