

# UPS의 保全과 리뉴얼

## 1. 머리말

無停電電源裝置(Uninterruptible Power Supply : UPS)는 1960년대 이후 公共性이 높은 은행 등의 온라인시스템이나 각종 플랜트制御 등의 백업電源으로 사용되어 왔다. 당초의 UPS는 사이리스터인 버터식으로서, 도입후의 적절한 保全에 의하여 신뢰성을 유지해 오고 있으나 設備全體의 耐用壽命에 이르러 이미 경신된 것도 많다. 그러나 1970년대 후반에 도입되어 아직 가동중에 있는 것에 대하여는 設備의 리뉴얼이 과제로 되어 있다.

여기서 말하는 리뉴얼이란 老朽化되어 壽命期에 이른 設備의 更新(리플레이스)과 동시에 최신기술을 적용한 電源시스템을 도입함으로써 신뢰성·효율·기능·특성이 향상되고 유지보수성이 우수한 시스템으로 바꾸는 近代化(모더니이즈)를 종합적으로 실현하는 것이다.

## 2. UPS에서의 保全

### 2.1 保全에 의한 信賴性 確保

UPS는 電力半導體를 주체로 한 電力變換部, 이것을 제어하기 위한 制御回路 등 다수의 부품으로 구성되어 있다. 또 電解콘덴서 등 일정 수명을 갖

는 부품도 포함하고 있다. 특히 고신뢰성이 요구되는 UPS에서는 이러한 점에서 運轉信賴性을 유지하기 위하여 部品の 고장이나 수명이 다하기 전에 적절한 保全으로 사고를 미연에 방지하는 豫防保全이 중요하다.

### 2.2 維持·補修 點檢

豫防保全中에서 기본적 활동의 하나인 維持補修點檢의 예를 표 1에 표시한다. 통상 메이커의 서비스部門에서 실시하는 일이 많지만 巡回點檢 등 유지측에서 실시하고 있는 경우도 있다.

#### (1) 巡回點檢

가동중인 裝置의 운전상태를 점검한다.

#### (2) 普通點檢

裝置를 단시간 정지하여 部品の 點檢이나 裝置·시스템의 運轉試驗을 실시한다.

#### (3) 精密點檢

裝置 또는 시스템을 정지시켜 보다 상세하게 각 부를 點檢하고 청소·덧조이기·부품교환·운전시험 등을 행한다.

普通點檢이나 精密點檢에서 負荷에의 無停電整

〈표 1〉 UPS裝置 定期點檢項目表 例

點檢項目	精密點檢	普通點檢	巡回點檢
1. 目視點檢			
1.1 主回路部品			
(1) 케미콘, 오일콘덴서의 팽창, 액누설, 變色有無	○	○	-
(2) 抵抗, 트랜스, 리액터類의 變色, 變形, 異臭, 기타 異常 有無	○	-	-
(3) 各部조임部의 이완, 變色有無, 點檢 및 덧조이기	○	-	-
(4) 絶緣物의 틈, 균열有無 點檢	○	-	-
1.2 制御回路			
(1) 카드내 部品(基板, 트랜지스터, IC, 抵抗, 콘덴서類) 過熱, 變色 有無	○	-	-
(2) 노이즈 킬러용 다이오드, 콘덴서는 異常 없는가	○	○	-
(3) 計器類의 零點 기타 指示不良 有無	○	○	○
(4) 커넥터部의 點檢	○	-	-
1.3 전반적인 清掃	○	-	-
2. 絶緣抵抗測定	○	○	-
3. 制御回路點檢(試驗으로 制御回路만 運轉하는 것으로 한다)			
(1) 制御電源出力 點檢	○	○	-
(2) 起動시퀀스 點檢	○	○	-
(3) 整流器 게이트펄스 및 인버터게이트펄스波形 點檢	○	-	-
4. 運轉試驗(單機)			
(1) 起動, 停止 5회 以上 實施 및 브레이크類의 트립機構의 確認	○	○	-
(2) 시퀀스保護連動試驗 및 表示回路의 確認試驗	○	○	-
(3) 停電試驗을 行한다.	○	○	-
(4) 無負荷로 各部 單位의 電壓 및 波形 체크	○	○	-
(5) 運轉中 振動을 주어 異常有無 確認	○	○	-
5. 出力轉換試驗	○	○	-
6. 기타			
(1) 運轉狀況調査 및 記錄	○	○	○
(2) 稼働品 및 附屬品의 保管狀況 調査	○	○	○
(3) 運轉中의 振動, 異臭發生 有無調査	○	○	○

備가 고려되어 있지 않는 시스템에서는 일정시간 負荷에의 給電停止가 필요하게 된다.

壽命部品으로는 주로 電解콘덴서(교환기준 8년), 냉각팬(교환기준 2년: 사이리스터式 UPS의 경우), 蓄電池(교환기준 7년: HS形鉛蓄電池의 경우) 등이 있으며 定期交換이 필요하다. 이 이외의 部品에 대하여서도 定期點檢과 그 결과에 의한 保全이 필요하나 사용부품전체의 열화와 신뢰성을 고려할 때 본고에서 대상으로 하는 UPS 裝置의 耐用壽命은 15년이다.

상기와 같은 점검내용은 UPS의 信賴性維持를

위한 豫防保全으로서 중요하다. 그러나 각종 온라인시스템 등에서 24시간·365일의 運用이 요구되는 시스템에서는 유지보수를 위한 設備의 정지를 계획하는 것 그 자체가 어렵고 또한 정지시간도 가능한 한 짧게 하여야 한다.

최근의 製品이나 시스템에서는 이 점을 고려하여 點檢·調整項目의 低減이라든가 모니터링機能에 의한 計測監視의 自動化 등 保全性 향상이 기도되고 있다. 또 모니터링시스템에서는 고장시의 각부 波形記錄 등 事後保全時의 MTTR(Mean Time To Repair: 평균수리시간) 단축을 도모하고 있다.

### 2.3 시스템運用上的 保全項目

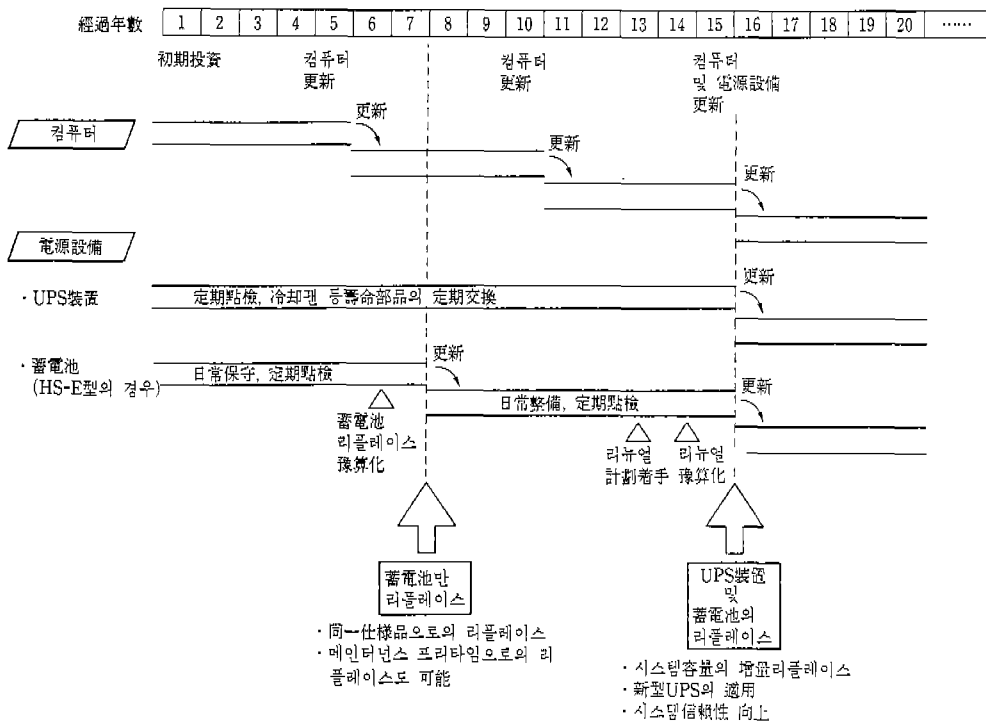
機器自體의 保全도 중요하지만 UPS導入 후의 負荷機器의 증설이나 경신에 따른 UPS와의 容量·特性·運用面 등의 매칭에 대해서도 정기점검시 등에 체크할 필요가 있다. 당초 新設設備로서 계획된 시점에서는 일반적으로 정상적인 부하용량에 대하여 20~30%의 여유를 보고 UPS의 용량을 선정하고 있는 경우가 많으나 부하가 그후 증가된다든지 새로운 機種으로 경신된다든지 하는 경우에는 皮相容量(kVA) 뿐만 아니라 力率이나 피크電流 등에 대하여서도 확인할 필요가 있다. 컴퓨터를 비롯한 電子機器에서는 시스템全體에서 차지하는 整流器負荷의 비율이 높아지는 경향이고, 力率이나 피크電流 등이 UPS 도입 당초보다 높게 되어 있는

일이 있기 때문이다. 또 負荷側의 增量이나 機器構成·運用方法의 변화 등에 의하여 당초의 시스템으로는 불편함이 발생하는 경우가 있으므로 이런 점에서도 負荷를 포함한 시스템全體로서의 保全管理가 필요하다.

UPS의 부하가 되는 시스템에 비하여 UPS 자체의 更新週期가 긴 경우에는 특히 保全活動을 통하여 이들의 데이터나 문제점을 기초로 적시에 대책을 강구함과 동시에 UPS의 리뉴얼時에 쓸모가 있도록 할 필요가 있다. 그림 1에 컴퓨터와 電源設備의 更新例를 표시한다.

### 3. 大容量 UPS의 變遷

1960년대에 静止型 UPS가 개발된 당초부터 현



<그림 1> 컴퓨터와 電源設備의 更新例

재에 이르기까지 大容量 UPS 製品과 이들 製品에 적용되고 있는 주요 半導體라든가 回路方式의 變遷을 표 2에 표시한다. UPS의 제품개발은 인버터에 적용되는 電力半導體와 이것을 제어하는 制御用半導體의 발전과 더불어 진전되어 왔다. 특히 1980년대 이후 스위칭을 위한 轉流回路가 필요했던 사이리스터에 대신하여 바이폴러트랜지스터나

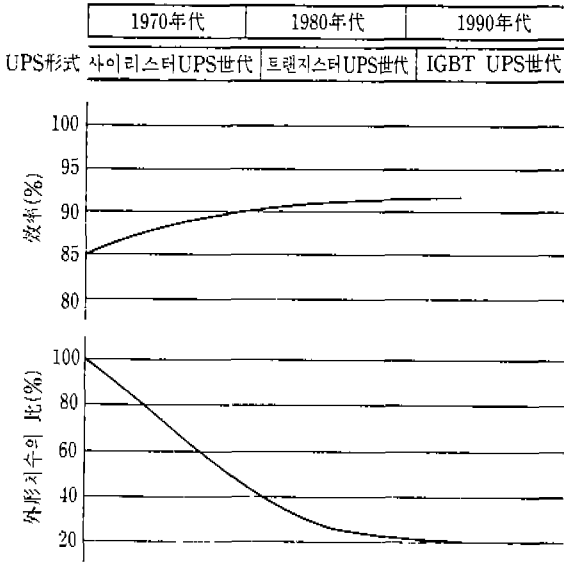
IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 등 自己消弧形素子가 개발된 것과 디지털制御를 채용한 것에 의하여 電力變換部의 스위칭周波數를 kHz 오더로 高周波化할 수 있게 되었다. 이것에 의하여 電力變換效率의 향상, 出力特性的 향상(電壓變動이나 電壓歪가 적음), 入力特性的 향상(高力率, 高調波電流레스), 小型化, 低騒音化가 급속

〈표 2〉 大容量 UPS의 變遷

구 분	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대
UPS 형식 (製品名)	FC형	FC·E·FC·F·FC·K형	NC-A형 (MELUPS)	FC-L형 (MELUPS8600) NC-L·NC-N형 (MELUPS9100·9200)
인버터 素子		사이리스터 (強制轉流回路付)	바이폴러 트랜지스터 (自己消弧形)	IGBT (自己消弧形)
(整流器) 컨버터 方式		다이오드 6相 整流 (組合하여 多相化한 케이스 있음)	사이리스터 12相 整流	IGBT 高力率 컨버터 (高調波레스)
배터리充電器		別置 充電器 方式	內藏 充電 器 方式	整流器/充電器 兼用方式
制御回路素子		트랜지스터	디스크리트 IC·LSI	마이크로프로세서·DSP
並列制御方式		別個制御方式 (共通發振器2Out of 3冗長方式)	完全個別制御方式 (UPS間에 共通의 制御回路가 없음)	
기 타		램프表示	LED表示	디지털모니터링 메인터넌스모니터 遠隔온라인모니터

〈표 3〉 UPS裝置의 性能比較

區分	項 目	사이리스터 UPS 세대	IGBT UPS 세대	유저측의 메리트
UPS 出力	過渡電壓變動	50%↔80% 負荷急變에서 ±8~10% 이하	0↔100% 負荷急變에서 ±5% 이하	負荷의 On-Off에 의한 出力電壓의 變動이 대단히 적다.
	電壓波形歪率	線形負荷에서 5% 이하	線形負荷에서 2.5% 이하 100%整流器部下에서 5% 이하	컴퓨터의 負荷는 歪電流의 比率이 많지만 出力電壓에의 歪影響이 대단히 적다.
	電壓不平衡率	30% 負荷不平衡에서 ±3% 이하	100% 負荷不平衡에서 ±2% 이하	單相負荷에 의한 3相 不平衡에 대하여 강하다.
	過負荷耐量	100% 連續運	125% 10분, 150% 1분	負荷의 起動電流 등, 過負荷에 강하다.
UPS 入力	高調波電流 含有率	(6相 整流) 25~30%	5% 이하	高調波레스·高力率人力으로 되어, 受配電設備에의 高調波 影響이 거의 없다.
	入力 力率	(다이오드整流器) 93~95% (사이리스터 整流器) 75~88%	98% 이상	



〈그림 2〉 UPS 裝置의 效率·外形치수의 變遷例

히 진전되었다.

#### 4. 리뉴얼에 의한 메리트

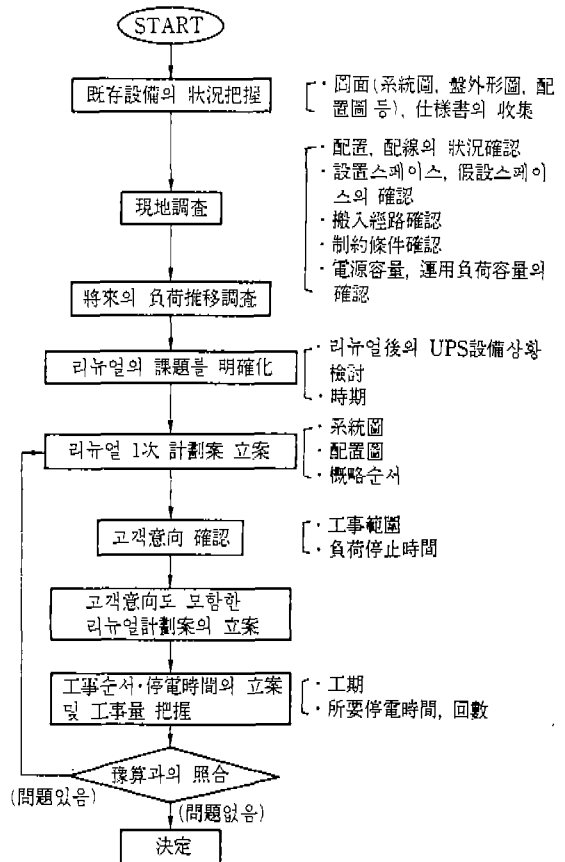
그림 2에 200kVA 클래스의 UPS 效率向上, 外形치수小型化에 대한 변천을 표시한다. 효율향상은 러닝코스트의 低減, 小型化에 의하여 동일 스페이스로서 增量리프레이스나 잉여스페이스의 他用途活用 등이 가능하게 된다. 표 3에 사이리스터 UPS와 최신형의 IGBT UPS의 성능비교를 나타낸다. 出力特性的 향상에 의하여 負荷와의 매칭에 있어서 제약조건이 완화되고 入力特性的 향상에 의하여 受電側設備와의 협조가 쉬워진다.

또 시스템 면에 있어서도 負荷側 過電流時 바이패스轉換의 대응이라든가 부하에 給電을 계속하면서 整備可能하다든가 또 모니터링시스템에 의한 유지보수의 省力化 등 사이리스터인버터時代에는 거의 실현되지 못했던 機能을 設備의 리뉴얼을 기

회로 실현이 가능하게 된다.

일렉트로닉스機器인 UPS의 리뉴얼은 最新型的의 機種으로 更新함으로써 유지보수의 省力化나 통상의 UPS보다 짧은 피치로 增設·更新되는 負荷機器와의 매칭을 지체없이 하기 위해서도 중요하다고 할 수 있다.

즉 UPS의 리뉴얼은 사용기간중 적절한 保全을 실시하여 신뢰성의 유지를 도모하고 제품전체로서의 耐用壽命에 이른 것을 更新한다는 것 외에 새로운 제품이나 시스템을 적용함으로써 保全性·效率·機能·特性 등의 향상을 도모한다는 의미가 있



〈그림 3〉 리뉴얼 工事의 計劃순서와 檢討內容例

다. 이러한 종합적인 관점에서 UPS의 경우 15년 이내의 全體更新(리뉴얼)을 推獎하고 있다.

### 5. 리뉴얼의 計劃순서와 유의점

UPS는 온라인컴퓨터용의 예와 같이 연속가동이 일반적이기 때문에 리뉴얼에 임하여 정전작업이 빈번히 이루어질 수 없는 특성이 있다. 그림 3에 리뉴얼의 計劃순서와 檢討내용의 예를 든다. 負荷機器를 포함한 UPS시스템의 運用條件·將來計劃 등의 과제를 명확히 한 다음에 設置스페이스·工期·停電作業量·豫算 등의 制約條件을 가미하고 양자의 밸런스를 취한 리뉴얼計劃을 추진하는 것이 중요하다. 또 UPS의 1차측 설비인 수배전설비나 자가발전설비, UPS의 2차측 설비인 分電盤, 또한 UPS 시스템과 이들 설비를 연결하는 配電系統 등과 협조가 이루어지는 계획이 필요하다.

### 6. 리뉴얼의 計劃例

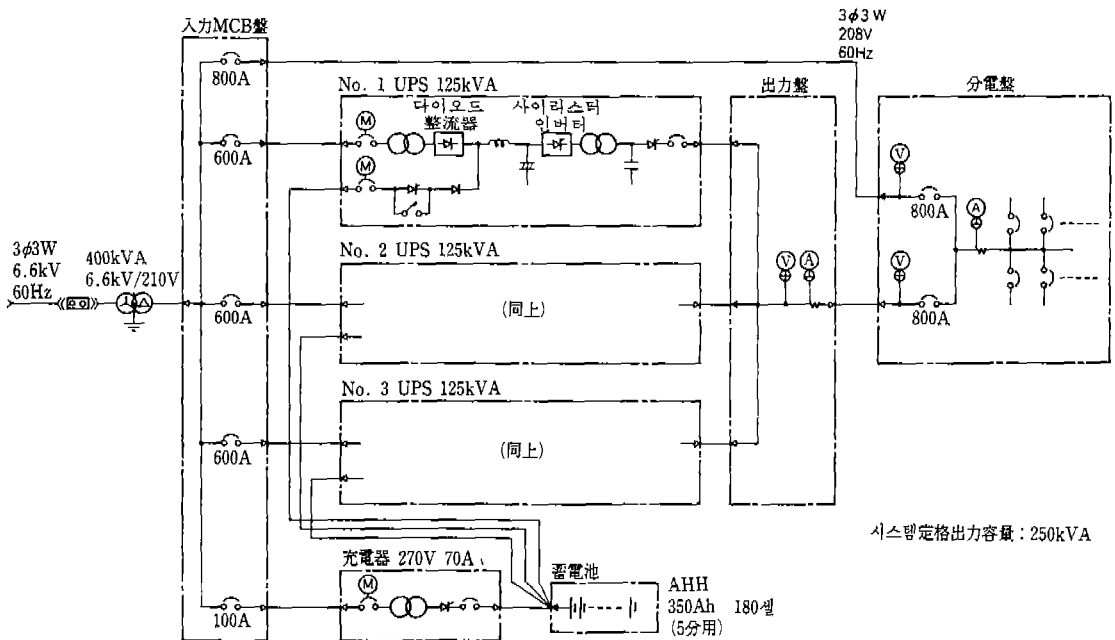
그림 4에 既設設備의 現狀系統例를, 그림 5에 리뉴얼計劃의 系統例를 표시한다. 이 계획에서는 最新機種(MELUPS 9200)으로 바꿈으로써 入出力特性的 향상에 더하여 다음의 3가지를 실시하고 있다.

(1) 增量리플레이스

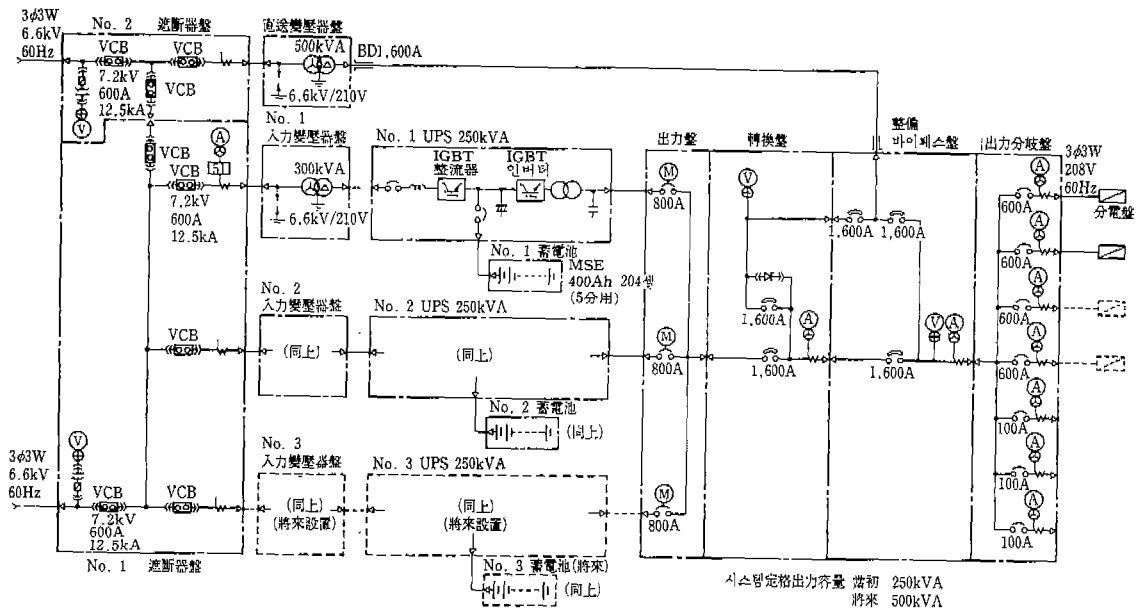
現狀시스템 3×125kVA 並列冗長시스템(시스템定格容量 250kVA)에 대하여 리뉴얼案에서는 장래의 負荷增加를 고려하여 당초 2×250kVA(시스템定格容量 250kVA), 장래 3×250kVA(시스템定格容量 500kVA)로 하고 있다.

(2) 電源供給信賴性的 향상

並列冗長運轉에 더하여 商用바이패스에 의한 無



<그림 4> 既設現狀系統例



<그림 5> 리뉴얼 計劃系統例

瞬斷轉換回路를 裝備하여 시스템으로서의 신뢰성을 1단계 향상시킴과 동시에 만일의 부하측 過電流에 대해서도 商用바이패스側に 無瞬斷轉換함으로써 부하측의 運用도 포함한 전원공급의 신뢰성을 향상시키고 있다. 또 入力系統도 UPS系와 商用바이패스系 공히 高壓入力を 2重系로 하여 신뢰성을 높이고 있다.

(3) 維持補修性的 향상

完全個別制御方式(표 2 참조)의 채용으로 UPS 1대씩 補修가 가능함과 동시에 轉換盤의 整備時에는 整備바이패스回路로 負荷給電(商用)을 하므로 無停電整備가 가능하다. 蓄電池는 UPS 個別로 장비하는 個別蓄電池方式을 채용하여 UPS 1대씩 整備와 連動하여 정기점검이 가능하다. 또한 축전지에는 MSE形陰極吸收式 실형鉛蓄電池를 채용함으로써 日常의 整備는 필요하지 않게 되었다.

7. 맺음말

静止型 UPS의 30년에 걸친 각종 분야에서의 도입·운용경험으로부터 UPS를 포함한 전원설비로서의 신뢰성을 유지하기 위한 保全이나 리뉴얼의 중요성이 증가하고 있다. 이를 위하여는 각 設備별로 사용조건이나 사용환경에 맞는 적절한 保全과 運用, 將來計劃을 고려한 리뉴얼이 필요하다.

UPS는 技術革新이 빠른 제품으로 수배전설비 등 다른 電源設備보다 更新周期가 짧다. 도입후의 保全이나 리뉴얼이 쉽도록 고려한 제품의 開發과 시스템計劃, 메이커로서 保全體制의 충실, 리뉴얼에 임하여서의 엔지니어링 協力 등에 가일층의 노력을 경주하고자 한다.

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.