

無停電 電源 시스템의 選定과 運用

金世東

韓國建設技術研究院 先任研究員

1. 無停電 電源의 必要性

근래에 들어 電子通信技術의 發展과 각종 뉴 미디어의 實用化로 高度 情報通信器機 및 컴퓨터의 보급이 확대되고 있으며, 各種 業務의 電算化, 事務自動化, 工場自動化, 尖端試驗裝備의 설치로 인하여 컴퓨터 및 尖端電子裝備의 使用이 급증하고 있다.

이와 같이 하이테크(High Technologies) 중심으로 급속히 발전되고 있는 現代社會의 輿件은 電氣品質에 대한 요구수준이 높아지고 瞬間電壓降下나 瞬間停電 등에도 특별한 對策을 요구하고 있다.

특히, On-line Computer System과 같이 瞬間이라도 停電을 허용하지 않는 負荷器機 등은 交流電源의 無停電化를 필요로 하며 이와 같은 기기는 電源의 質面에서 일정 이상의 定電壓과 定周波特性을 요구하고 있다.

電氣의 品質이 강조되는 理由는 컴퓨터는 물론 각종 첨단 전자기기들이 복잡하고 정밀한 電子回路로 구성되어 조그만 電壓變動이나 停電事故

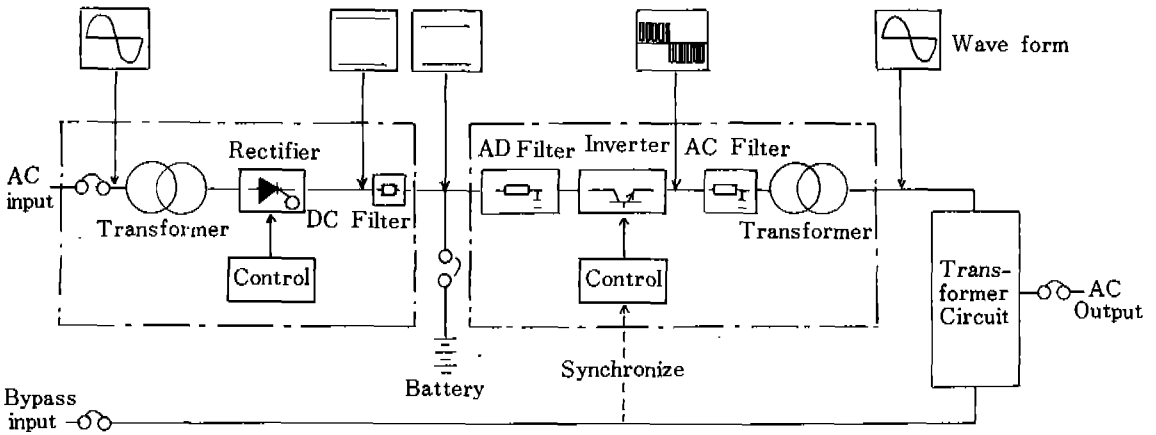
에도 電子回路가 誤作動을 일으키거나 파괴될 수 있기 때문이다.

최근 常用電源의 供給信賴度는 매우 개선되었으나 電力系統에는 落雷 등의 天災地變과 電力設備의 自然劣化 등으로 인하여 電氣事故를 완전히 防止하기는 어렵다.

따라서 On-line Computer System과 같이 일반적으로 공급되는 交流電源의 各種 障害(電壓降下, Noise, Surge, Sag, 停電 등)에 아주 민감한 負荷器機가 있을 경우에는 高信賴性 安定化된 電源供給이 절실히 요구되고, 無停電 電源裝置의 設置가 필수적이며 電源設備 計劃時 電源供給 信賴도와 質 向上을 고려한 無停電 電源 시스템의 最適 構成이 요구된다.

2. 無停電 電源 시스템의 概要

無停電 電源裝置(Uninterruptible Power Supply 또는 Constant Voltage Constant Frequency)는 常用電源이 停電되어도 중단없이 안정된 定電壓, 定周波數의 交流電力을 부하에



(그림 1) 무정전 전원 시스템의 구성

공급하는 장치이다.

그림 1은 무정전 전원 시스템의 기본적인 회로구성을 나타낸 것이며, 교류전원을 直流電源으로 변환하는 整流器와 直流電源을 일정주파수, 일정전압의 교류전원으로 변환하여 부하에 공급하는 Inverter, 直流電源을 축적시키기 위한 蓄電池로 구성되며, 이 외에 시스템의 고장, 보수 시 부하에 대한 電力供給을 개폐할 수 있는 靜止形 切換 스위치와 出力端의 전압파형의 歪率을 개선시키기 위해서 L, C 필터가 추가된다.

無停電 電源 시스템은 상시에는 교류전원을 받아 整流器를 통하여 직류전원으로 변환시키고 다시 인버터에 의해 교류전원으로 변환하여 安定된 定電壓 定周波數의 電源을 부하기에 공급한다. 그러나 常用電源이 停電되면 이를 감지하여 蓄電池로부터 充電된 직류전원이 공급되어 負荷에 無瞬斷으로 安定된 전원을 공급한다.

최근 電力用素子の 開發 및 스위칭 기술의 진보로 무정전 전원 시스템을 비롯한 安定化電源裝置는 高效率, 低騒音, 發熱減少, 完全 無接點化, 大容量化되고 있으며, 高信賴度 安定性 및 經濟性を 고려한 製品를 개발, 공급하고 있다. 현재 UPS 장치의 용량도 數 kVA의 小形裝置에서 單機容量 1,200kVA 정도의 大形裝置까지

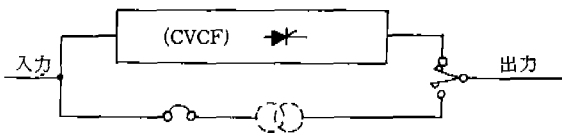
標準적으로 製作되고 있으며, 온라인 전자계산기용 전원, 사무자동화기기용 전원, 각종 제어 시스템용 전원, 計裝設備用 전원, 기타 비상용 전원으로 널리 이용되고 있다.

3. UPS의 種類와 構成方式

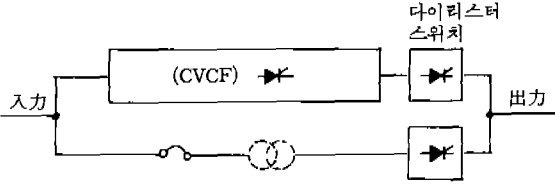
무정전 전원장치 UPS는 整流器, 蓄電池, 인버터 등으로 구성되는 定電壓 定周波機能을 가진 電源裝置이며, 축전지의 접속방식, 인버터 회로방식, 전원 시스템 구성방식에 따라 다음과 같이 분류한다.

축전지 접속방식에는 浮動充電方式과 直流 스위치方式이 있고, 인버터 回路方式에는 多重 인버터 방식과 초퍼+인버터 방식, PWM (Pulse Width Modulation) 인버터 방식이 있다. 그리고 電源 시스템 構成方式에 따라 常用 瞬斷轉換方式, 常用 無瞬斷轉換方式, 並列餘裕方式이 있다.

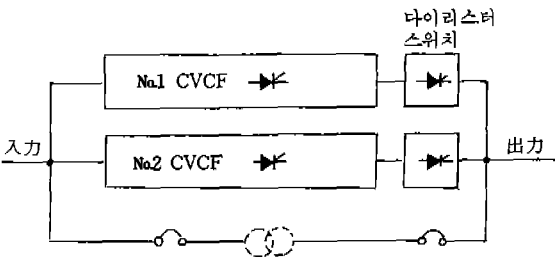
최근 無停電電源 시스템의 給電信賴性を 높이기 위해 並列餘裕方式을 비롯한 여러 방식이 실용화되고 있으며, 停電時의 業務重要度, 負荷의 重要度, 負荷容量, 用途 등에 따라 經濟성과 信賴性を 고려한 적합한 무정전 전원 시스템의 구성방식을 선정해야 한다.



(a) 商用 瞬斷轉換方式



(b) 商用 無瞬斷轉換方式



(c) 並列餘裕方式

〈그림 2〉 無停電 電源 시스템의 構成例

그림 2는 대표적인 전원 시스템의 구성 방식을 나타낸 것이며, 이들 방식의 개요를 들면 다음과 같다.

(1) 常用瞬斷轉換方式

常用瞬斷轉換方式는 항상 1대의 CVCFC에 의해 負荷에 給電하며 CVCFC 故障時에는 出力側의 스위치가 자동적으로 바이패스 측으로 切替됨으로써 給電을 계속하는 방식이다.

이 방식은 양질의 바이패스 電源이 공급되며, 故障時의 轉換瞬斷(0.2~0.5초 정도)이 부하 용량 허용 가능한 경우에는 가장 간단하며 信賴性이 높은 방식이다.

(2) 常用無瞬斷轉換方式

常用無瞬斷轉換方式는 CVCFC 故障時의 轉換을 無瞬斷으로 하며 전환기기로는 다이리스터

스위치를 사용한다. 또 轉換時의 CVCFC 側과 바이패스 側의 電壓位相을 맞추기 위해 CVCFC는 상시 바이패스 電源으로 同期運轉한다.

이 방식은 信賴性이 높은 良質의 바이패스 電源이 가능한 경우는 다음 並列餘裕方式과 같은 特性, 信賴性이 높으므로 최근 많이 채용되고 있는 방식이다.

(3) 並列餘裕方式

並列餘裕方式은 大形 電子計算機 시스템의 電源으로 가장 많이 채용되는 방식이다. 2대의 CVCFC를 상시 並列運轉하며, 1대의 CVCFC 故障時는 고장난 CVCFC를 分離하고 나머지 1대의 CVCFC로 負荷 供給을 계속한다.

이 방식은 가장 信賴性이 높은 방식으로 CVCFC 장치를 1대씩 추가함으로써 電源容量 증가가 가능하므로 電子計算機 증설에 대응하기 쉬운 방식이다.

4. 無停電 電源 시스템의 選定과 運用

가. 시스템의 檢討와 方式의 選定

無停電 電源 시스템을 결정할 때에는 먼저 負荷條件, 入力電源條件, 入力電源條件을 포함한다. 다음의 사항을 검토한 후 시스템의 방식을 선정한다. 아울러 停電時에 情報處理業務의 重要度, 負荷의 重要度, 經濟性과 信賴性을 고려하여야 한다.

(1) 無停電 電源 시스템에 접속하는 重要負荷 選定

(2) 長時間 停電補償을 위한 非常用 自家發電 裝置의 必要性

UPS는 蓄電池를 Backup으로 하여 重要負荷에 瞬斷없이 無停電 電源을 공급하게 되지만, UPS는 수 분에서 수 시간의 短時間 停電補償裝置이므로 이 사이에 負荷側의 停電處理를 행할 필요가 있다. 長時間 停電補償을 위해서는 自家發電裝置의 설치가 요구된다.

우선 負荷表中에서 On-line Computer System 과 같은 瞬斷을 허용하지 않는 重要負荷와 自家發電裝置의 起動時間(대략 1분) 정도는 停電이 허용되는 重要負荷, 그리고 一般負荷로 구분하고, 미리 설치될 情報通信器機 및 컴퓨터 시스템의 負荷條件 및 特性을 파악하여 어느 정도의 信賴性 있는 電源을 필요로 하는가를 확인하여 시스템을 계획하는 것이 중요하다.

無停電電源裝置를 선택하는 경우 중요한 것은 小容量 UPS를 多數 사용함으로써 Backup System의 故障 리스크를 分散시키든가 또는 하나의 大容量 器機에 綜合하는 對策이 바람직할 것이다. 아울러, UPS의 負荷側 및 電源側에의 영향에 대해서도 검토한다.

나. 負荷容量과 UPS 出力容量

UPS의 出力容量을 결정할 때에는 負荷의 容量과 그 特性을 파악하는 것이 필요하다. 負荷의 容量에는 定常時容量과 突入容量이 있으며, 일반적으로 Computer Maker의 負荷表에 所要電力으로 표시되어 있다. 이 값은 UPS의 連續定格容量, 短時間 過負荷耐量, 瞬時電壓變動率의 特性에 영향을 준다.

또한 컴퓨터 시스템과 같은 부하에는 整流器 負荷가 많아 負荷電流中에는 高調波量이 많고 이것이 波形歪率 및 피크 電壓에 영향을 준다. 따라서 이와 같은 사항을 검토하여 UPS의 出力容量을 결정한다.

(1) 定常時容量과 突入容量

컴퓨터의 負荷表에 표시되어 있는 定常時容量의 合計가 UPS의 定格容量 이내로 되어야 한다.

UPS 定格容量 \geq 負荷의 定常時容量의 合計 負荷에 따라서는 起動時에 定常時容量 이상의 突入電流가 흐르는 경우도 있으므로 이와 같은 경우는 突入容量으로 표시한다. 突入容量에 의한 負荷의 急變에 의해서 瞬時電壓變動이 발생한다.

일반적으로 UPS의 性能은 定格容量의 50%

急變時 瞬時電壓變動은 $\pm 10\%$ 정도의 性能을 가지고 있기 때문에 最大突入容量은 定格容量의 50% 이하로 하여야 한다.

또한 定常時負荷容量과 突入負荷容量을 합한 값이 UPS의 短時間 過負荷耐量을 초과해서는 안된다.

定格容量의 50% \geq 突入容量의 最大値

短時間過負荷容量 \geq 定常時負荷容量 + 突入 負荷容量

따라서, 負荷急變을 저감시키기 위해서는 컴퓨터 起動時 負荷를 몇개 그룹으로 분할하여 時間差를 두고 起動하는 順次投入方式을 검토한다.

(2) 非線形負荷

컴퓨터 시스템과 같은 부하에는 整流器 負荷가 많으므로 負荷電流中에는 高調波量이 많고 電流波高值가 일반부하에 비하여 높다. 그래서 裝置容量에 여유율을 고려하는 것이 필요하며, 3相 負荷의 경우 1.2~1.5배, 單相負荷의 경우 1.3~2배의 餘裕가 필요하다.

다. 停電補償時間과 蓄電池容量

蓄電池로 인한 停電補償時間은 5~10분의 경우가 많다. 短時間中에 大電流를 放電하기 위해서는 高率放電形의 蓄電池가 이용되며, 鉛蓄電池에서는 HS形, 알칼리 蓄電池에서는 AHH形, AH形이 많이 사용된다.

蓄電池容量을 선정하기 위해서는 停電補償 時間 및 基準電池溫度를 결정해야 한다.

停電補償時間은 교류입력 정전시의 UPS 운전 계속시간이며, 負荷의 重要度, 非常用發電機의 有無에 따라 결정되지만, 일반적으로 非常用發電機가 설치될 경우에는 5분, 설치되지 않을 경우는 10~30분으로 하는 경우가 많다.

그리고 축전지는 일반적으로 주위온도가 저하되면 實容量이 감소하는 성질이 있다. 基準電池溫度는 일반적으로 5℃가 많지만, 寒冷地에서는 -5℃, 빌딩내에 空調設備가 있을 경우에는 25℃로 하는 경우도 있다.

蓄電池의 容量算出方法은 다음과 같다.

$$C = \frac{1}{L} \left\{ K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1}) \right\}$$

여기에서

C : 25°C에 있어서 定格放電率 換算容量 (Ah)

L : 保守率 (0.8로 한다)

K_n : 容量換算時間 (h)

I_n : 放電電流 (A)

라. 入力容量의 決定

交流入力側은 UPS의 所要 最大入力電力 이 상의 設備容量을 확보해야 한다. 일반적으로 入力容量 算出方法은 직류 스위치 방식과 浮動充電方式에 따라 다르며 다음과 같이 산정한다.

(1) 直流 스위치 方式

직류 스위치 方式의 경우는 UPS 본체분 W_1 과 충전기분 W_2 의 용량을 확보해야 한다.

$$W_1 = \frac{W_0 \cdot \cos \phi}{\eta \cdot \cos \phi_{IN}} \text{ [kVA]}$$

여기에서 W_0 : 出力容量 [kVA]

$\cos \phi$: 負荷力率

η : 綜合效率

$\cos \phi_{IN}$: 入力力率 (다이오드 全波整 流方式의 경우 0.95)

充電器의 入力容量은

$$W_2 = \frac{V_{DC} \cdot I_{DC}}{\eta_{AC} \cdot \cos \phi_{IN}} \text{ [kVA]}$$

여기에서 V_{DC} : 均等充電時의 直流電壓

I_{DC} : 直流電流

η_{AC} : 順變換效率

$\cos \phi_{IN}$: 入力力率 (電源電壓의 變動 範圍 $\pm 10\%$ 를 고려하면 0.8정도이다)

(2) 浮動充電方式

浮動充電方式의 入力容量은

$$W = \frac{V_{DC} \cdot (I_{INV} + I_{BATT})}{\eta_{AC} \cdot \cos \phi_{IN}} \text{ [kVA]}$$

여기에서 V_{DC} : 均等充電時의 直流電壓

η_{AC} : 順變換效率

$\cos \phi_{IN}$: 入力力率

I_{INV} : 인버터에 흐르는 電流

I_{BATT} : 蓄電池에 흐르는 電流

浮動充電方式은 直流 스위치方式의 充電器 入力容量 산정방법과 같지만, 直流電流 I_{DC} 는 I_{INV} 와 I_{BATT} 의 合한 전류값이며, 이 때문에 直流 스위치方式에 비해 入力容量이 증가하게 된다.

마. 入力, 出力側에 대한 留意點

(1) 整流器負荷의 對策

整流器負荷는 正弦波의 電流와 다른 高調波成分을 함유한 電流이며, 이것으로 인하여 裝置의 出力波形이 歪形으로 나타나고, 整流器負荷側과 電源과의 사이에 無效電力이 發生한다.

따라서 高調波 필터를 삽입하여 高調波 成分에 대해서는 電源側의 임피던스를 줄이는 方法이 고려된다. 일반적으로 제 3, 제 5, 제 7 調波 정도의 低次高調波 成分에 대해서는 共振 필터가 삽입된다.

(2) 突入電流의 制限

突入電流는 變壓器, 콘덴서 등의 회로의 개폐기를 투입했을 때 볼 수 있듯이 순간적으로 定格電流의 수~수십 배가 되는 大電流가 흐르다가 즉시 정상상태로 복귀되는 過度電流를 말하며 이와 같은 大電流가 순간적으로 흐르면 電磁力에 의한 코일의 절단, 코일의 온도상승 등의 문제가 야기되므로 突入電流를 완화할 필요가 있다.

變壓器의 勵磁突入電流를 포함해서 交流側에서 對應하는 경우는 리액터 등에 의한 限流回路가 필요하다.

(3) 負荷不平衡에 의한 電壓不平衡

UPS의 電壓制御는 3相 一括制御되며, 이 중에서 1相에 부하가 집중되면 3相間의 電壓이 不平衡하게 나타난다.

따라서 시스템 운용상 문제점이 야기되므로

가능한한 各相에 平衡을 유지할 필요가 있다.

(4) 交流入力電源에 대한 留意點

UPS도 交流入力側에서 볼 때 整流器負荷이므로 앞에서 언급한 바와 같이 整流器負荷에 대한 對策을 강구해야 하며, 아울러 UPS의 入力電源을 信賴性이 높은 給電方式으로 구성하는 것이 바람직하다.

UPS 入力電源과 바이패스側 入力은 다른 系

統으로 配電하고, 바이패스 電源은 가능한 良質의 電源으로 引出하며 動力負荷와 同一系統은 피한다.

常用電源의 長時間 停電에 對備하여 非常用發電機를 설치할 경우 UPS 入力電流中の 高調波電流에 의한 發電機 過熱에 대해 留意해야 한다.

바. 設置環境에 대한 留意點

UPS裝置는 半導體(다이리스터, 트랜지스터



臟病은 알콜이 아니라 비타민 C 결핍 때문

□英國産業뉴스 제공

오래 전부터 지나친 알콜 섭취가 그 원인인 것으로 알려져 있던 臍臟(臍臟)질환이, 알고 보니 단순히 비타민C의 결핍에서 오는 병인 것 같다는 이야기다.

이같은 발견은 조운 브러겐자 박사가 잉글랜드 서북부의 맨체스터 로열병원에서 10년 동안 연구한 결과로 얻은 것이다. 이 여의사는 영국 臍臟학회 회장이기도 하다.

브러겐자 박사는 臍臟병이 많이 번지고 있는 인도 남부에서 한동안 연구한 적이 있다. 인도에서나 영국에서나, 그는 많은 환자들, 특히 젊은 환자들 가운데서 알콜이 관련 요소가 아니라는 것을 발견했다. 그 대신 브러겐자 박사는 다른 원인을 찾기 시작했으며, 그리하여 환자들 이 체내에 들어 가면 화학적으로 알콜과 똑같이 작용하는 물질에 노출된다는 것을 알게 된 것이다. 많은 경우 환자들은 경유, 휘발유, 아세톤, 트리클로로에틸렌(무색의 유독액체, 溶劑, 抽出劑, 클리닝 등에 사용한다) 등의 냄새를 흡입한 경력이 있었다.

排氣가스도 원인

여의사는 설명했다. “직업과 관련된 경우도 있었고, 아이들이 날마다 디젤기관차의 차고 곁에서 놀았다든가, 날마다 장시간 자전거를 타고 혼잡한 도로로 학교에 다니면서 배기가스를 많이 마셨다든가 하는 경우도 있었다.”

연구를 계속한 결과 그같은 노출의 영향이 臍臟활동의 수준과 형태를 변화시킨다는 것을 더 알게 되었다.

태어날 때 臍臟은 광범한 기능을 하지만, 차츰 소화효소와 인슐린만을 전문으로 생산하게 되고, 노폐물을 걸러는 일은 간장이 떠맡는다.

브러겐자 박사는 계속했다. “해로운 물질을 흡입한다는 것은, 그 물질이 간장을 통하지 않고 직접 臍臟에 가서 부딪친다는 것을 의미한다. 그러면 臍臟은 지용성(脂溶性) 화합물이 인 알콜과 같은 물질을 수용성(水溶性) 화합물로 바꾸는 작업을 다시 맡게 되는데, 이 과정에서 산소 유리(遊離) 화학기(化學基)와 잠재적인 유독물질을 위험할 정도로 과다하게 臍臟에서 만들어낼 수 있는

것이다.”

브러겐자 박사는 다시, 그렇다면 그같은 유해물질을 흡입한 사람 가운데 왜 일부만 臍臟병에 걸리는가 하는 이유를 켄 결과, 섭취하는 음식물 중에 비타민C와 메티오닌이 결핍되어 있는 것이 그 주요한 요소라는 것을 발견하게 된 것이다. 이 둘은 다 산화방지제로 알려져 있으며, 세포를 산소유리기로부터 보호해 준다.

효과적 치료법

브러겐자 박사는 인정했다. “처음 우리는 이것이 대답이 될 수는 없다. 이렇게 간단할 리가 없다고 생각했다. 그러나 혈액검사가 그 결과를 가져다 주었다.”

환자에게 정제로 된 비타민C와 메티오닌을 여분으로 투여하면서 조절된 시험을 계속한 끝에, 이 치료법은 효과적일뿐 아니라 저렴하다는 것을 확인했다.

臍臟병은 심한 통증을 일으킬뿐 아니라 때로는 치명적일 수도 있다. 그것은 오래 전부터 “거의 치료할 수 없는” 상태라고 간주되어 왔었다.

등), 捲線類(變壓器, 리액터), 콘덴서, 抵抗類 등으로 구성되어 있으므로 이들의 損失에 의해 자체에서 發熱하므로 충분한 換氣를 해야 한다.

UPS裝置의 周圍溫度는 일반 電氣器機와 마찬가지로 40℃ 이하로 유지하여야 하지만 信賴性을 고려하여 空氣調和機를 설치하고 周圍온도를 30℃이하에서 유지될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

사. 保護機能과 狀態表示

(1) 保護機能

入出力의 狀態에 따라서 裝置를 보호하는 기능에는 入力電壓 異常時와 出力 過電流時 보호하는 기능이 있다.

入力電壓이 일정 이하로 저하하면 장치는 安定한 運轉을 유지할 수 없기 때문에 停電으로 판단하여 蓄電池電源으로 轉換되며, 또한 入力電壓이 일정 이상이 되면 部品の 耐壓面에서 위험을 초래하기 때문에 入力側의 배선용차단기를 트립하고 蓄電池電源으로 전환하여 장치를 보호한다.

그리고, 出力側에 過電流가 흐를 시에는 인버터 전원을 중단시켜 일정전류 이상 흐르지 않도록 검토하고, 過電流의 발생 원인이 短絡事故로 인한 것인지 突入電流로 인한 것인지 원인을 알 수 없을 경우에는 일단 바이패스측의 常用電源으로 無瞬斷 切替하여 부하에 계속해서 電力을 공급할 수 있도록 검토한다.

(2) 狀態表示

UPS장치는 運轉狀態와 故障內容 등이 표시되고, 아울러 외부의 監視裝置에 信號를 送出한다.

運轉狀態를 표시하는 것에는 運轉, 停止, 交流入力 受電, 蓄電池運轉, 直送給電, 故障 등이 있다.

故障內容에는 배선용차단기 트립, 퓨즈 斷線, 交流出力電壓 異常, 過電流, 交流入力電壓 異常, 直流電壓 低下, 蓄電池液面 低下, 蓄電池溫度

異常 등을 표시한다.

아. 保守點檢과 交換部品

裝置의 性能과 品質를 유지하고 信賴度 높은 安定된 運轉을 확보하기 위해서는 定期的인 保守點檢과 壽命를 고려한 部品の 早期 交換이 중요하다.

정기적인 交換이 요구되는 것은 機械的인 稼動部를 가지는 것, 퓨즈 등의 消耗品, 電解 콘덴서 등이 있다.

5. 맺음말

최근 高度情報化社會의 進전에 따라 各種 情報通信器機 및 事務自動化, 빌딩 自動化, 工場自動化用 컴퓨터 시스템의 導入이 증가되고 있으며, 이와 같이 現代社會의 機能이 日進無雙으로 發展됨으로써 電源設備의 停電, 故障, 異常이 발생할 경우 社會에 미치는 영향은 이루 말할 수 없다.

따라서, 앞에서 記述한 바와 같이 信賴性과 安全性이 요구되는 負荷設備에 대해서는 완벽한 電源供給 시스템의 構成이 요구되며, On-Line Computer System과 같이 순간이라도 停電을 허용하지 않는 負荷設備에는 無停電電源裝置를 설치하는 것이 가장 효과적이다. 다만 UPS는 價格이 高價이므로 트라이포트方式이나 플라이휠方式, 直列形 瞬間電壓補償器 등을 사용하거나 메모리 保護方式, 停電檢出裝置 등을 적용하여 피해를 완전히 방지하지는 못하더라도 경감시키는 방안을 검토할 필요가 있다.

특히 소형 컴퓨터와 事務自動化 또는 家庭自動化(Home Automation)에 필요한 電源裝置로서 1kVA 이하의 소형 UPS에 대한 시장이 확대되고 있다.

앞으로 UPS 裝置의 小形化, 輕量, 高效率化, 價格의 저렴화가 이루어져야 하며, 負荷器機의 特性에 따른 無停電 電源 시스템의 最適構成 및 設計技法의 技術개발이 요청된다.