

대규모 무정전 전원공급 시스템의 구성방안

The Configurations of the large scale UPS system

\*

송 언 빈  
윤 병 도

한국건설기술연구원  
중 앙 대 학 교

ABSTRACT

The need of UPS (Uninterruptible Power Supply) system is dramatically increasing with the increased use of computers, telecommunication system, building automation system, and office automation system in office buildings.

The consequence of the power failure is very disastrous in intelligent office buildings. Thus, the necessity of large scale UPS system with generator is increasing. In this study, the configurations of large scale UPS system are reviewed and analyzed. The design guide and technical considerations of high reliability system are presented.

1. 서론

여러가지 사무자동화 기기와 정보통신 기기의 보급, 전산시설의 확대 등으로 사무소 건물의 무정전 전원공급 필요성은 더욱더 높아지고 있다.

사무소 건물이나 각종 산업시설의 경우 24시간 연속적으로 전원공급이 필요한 경우도 있으며 컴퓨터 시스템에 의한 각종 전산시설과 관리시설은 일정한 전압 및 주파수 범위에서 전원공급이 이루어져야만 안전한 동작을 보장할 수 있다.

대개 컴퓨터 시스템으로 이루어진 부하의 경우 전압변동은 정격값의  $\pm 1\%$  이내, 파형 왜율은 5~10% 이하가 되어야만 안전한 동작을 보장할 수

있다. (5) 사무소 건물의 경우 컴퓨터 시스템을 이용한 사무 자동화 설비, 건물자동화 설비, 정보통신설비들이 급속히 증가하고 있기 때문에 이러한 새로운 설비들에 대한 무정전 전원공급(UPS: Uninterruptible Power Supply) 시스템 시설이 급속히 증가하고 있다. 사무소 건물은 정보화 건물로 변화되고 있으며 이러한 정보화 건물에서 순시 전압저하 또는 상용전원의 정전에 따라 각종 사무처리용 컴퓨터 시스템과 방재 및 안전 시스템 등의 기능마비로 인하여 그 경제적 손실은 막대하게 된다. 무정전 전원공급 시스템은 상용전원의 정전시에도 원천하게 동작하여야 하므로 높은 신뢰성이 보장되어야 한다.

자가 발전기와 결합된 대규모 무정전 전원공급 시스템의 효과적인 구성방안과 기술적 문제점들을 검토하여 신뢰성이 높은 시스템 구성방안을 알아보하고자 한다.

2. 시스템의 구성방안

상용전원의 정전이나 순시 전압저하 등에 대비하여 단시간 정전에 대비한 경우에는 축전지를 사용하지만 장시간 정전에 대비하기 위해서는 자가발전기와 연결시켜야 한다. 최근 인텔리전트 빌딩의 등장으로 배선계통에 무정전 전원공급 시스템을 자가발전기와 연계시킬 필요성이 높아지고 있다. 건물내에 컴퓨터부하가 소규모 용량이던 단위기로 하여 그 설비에만 무정전 전원 공급 시스템을 시설하는 것이 좋지만 무정전 전원 공급용량이 대규모화 하던가 장시간의 정전에도 안

정하게 전원을 공급하여야 한 인버터 빌딩에서는 대규모 전원공급 계통화 하는 것이 무정전 전원 품질을 높일 뿐만 아니라 경제적 측면에서도 유리하게 된다. 그림 1은 자가발전기를 가진 대규모 무정전 전원공급 시스템의 기본 구성도이다. 그림 2는 대규모 무정전 전원공급 시스템의 동작순서도를 나타낸 것이다.

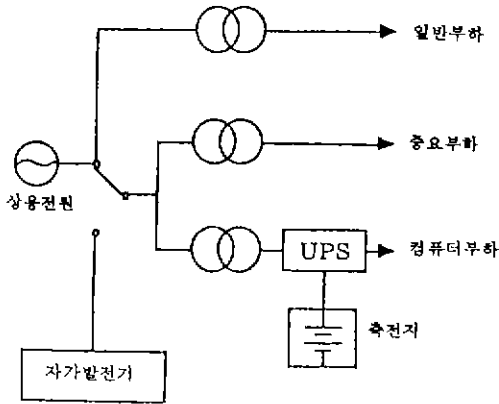


그림 1. 대규모 시스템의 기본구성도

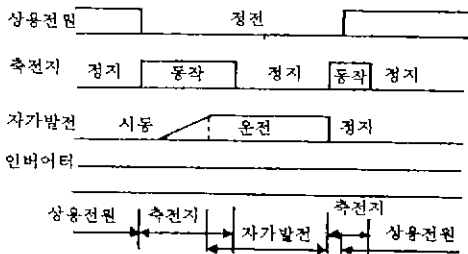


그림 2. 동작순서도

무정전 전원공급 시스템의 계통구성시에는 다음과 같은 점을 면밀히 검토하여야 한다.

- 계통에서 인버터 고장 등에 대비한 전환 시간 결정
  - 필수적인 부하에 대한 역률, 최대돌입전류 등을 도표화하고 교류부하를 계산한다.
  - 무정전 전원공급 시스템의 방식을 선정한다.
  - 인버터에서 공급할 부하량과 정전시간에 대비한 축전지 및 자가발전기 연결성을 검토한다.
  - 각종 보호장치를 선정한다.
- 부하의 동작상태에 지장이 없도록 전환시간을

정하여야 한다. 전환시간이란 인버터의 고장, 보수 점검 등에 대비하여 하나의 전원공급계통 (무정전 전원공급 시스템에서 바이패스선) 으로 전환하는데 따른 시간을 의미한다. 전환 스위치로 정지형 전환 스위치를 채택한 경우 약 1/8 사이클 정도 전원공급 단절이 발생하는 경우가 있다. 이러한 전환시간은 정지형 스위치에 따라 약 1/4 사이클인 경우도 있으므로 부하의 특성을 고려하여 선정하여야 한다.

일체의 무전압 상태나 주파수 변동을 허용할 수 없는 부하가 있을 때는 두대의 단위로 병렬 무정전 전원공급 시스템을 구성하여야 한다.

일반적으로 일반부하는 일반동력과 조명용으로 구분되고 컴퓨터와 같은 중요한 부하에 대해서는 무정전 전원공급 시스템으로 구분하여 구성하게 된다.

이 경우에 장시간 정전에 대응하기 위하여 자가용 발전기가 연결된 무정전 전원공급 시스템을 구성하여야 한다.

특별히 전원공급의 신뢰성을 높여야 할 경우에는 세대의 단위로 무정전 전원공급 시스템을 병렬로 구성하고 정상운전상태에서 두대를 병렬 운전하고 한대를 예비용으로 운전할 수 있도록 구성한다.

### 3. 기술적 고려사항

#### 3.1 고조파 전류의 영향

무정전 전원공급 시스템의 인버터는 직류전력을 교류전력으로 변환해야 하므로 스위칭에 의한 출력측에 고조파가 필연적으로 함유하게 된다. 따라서 인버터는 고조파 전류원으로 작용하여 상용전원계통 및 부하계통에도 영향을 미치게 되는데 과도한 고조파 전류의 유입으로 계통에 연결된 콘덴서에 과전류로 인한 과열과 각종 전자 제어장치의 오동작 원인이 된다. 그림 3은 무정전 전원공급 시스템의 등가회로를 나타낸 것이다. 그림 3에서 고조파 전류원은 인버터가 된다.  $I_{in}$ 은 전원측에 유입되는 고조파 전류이고  $I_{out}$ 은 다른 부하측에 전달되는 고조파 전류이다. 여기서,  $Z_1$ 은 선로 임피던스,  $Z_2$ 은 다른 부하 임피던스,  $Z_3$ 은 UPS의 임피던스를 나타낸다.

무정전 전원공급 시스템에서 발생된 고조파 전류는 선로의 용량성 및 유도성 임피던스로 인하여 공진현상이 발생하게 되는데 이렇게 되면

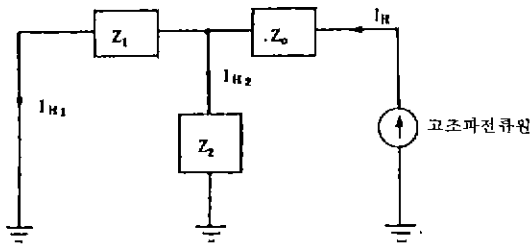


그림 3. 등가회로

$I_{H1}$ ,  $I_{H2}$ 는 대단히 큰 값이 될 우려가 있다. 공진현상이 발생하면 고주파 전류는 증폭되며 전력용 콘덴서, 변압기, 발전기, 전동기, 각종 조명설비에는 과도한 전류가 흘러 기기의 과열, 소손이 발생할 우려가 있다. 그림 4는 공진현상의 발생을 나타낸 것이다.

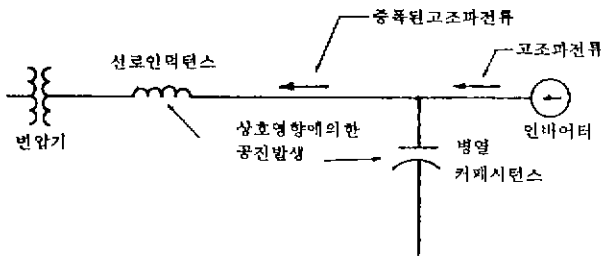


그림 4. 공진현상 발생 계통도

### 3.2 영상전류의 영향

무정전 전원공급 시스템의 인버터에서 발생하는  $\frac{dv}{dt}$ 는 선로 및 기기의 대지정전용량으로 인하여  $C \frac{dv}{dt}$ 의 전류를 흐르게 한다. 이 전류를 영상전류라 부른다. 인버터가 있는 계통에

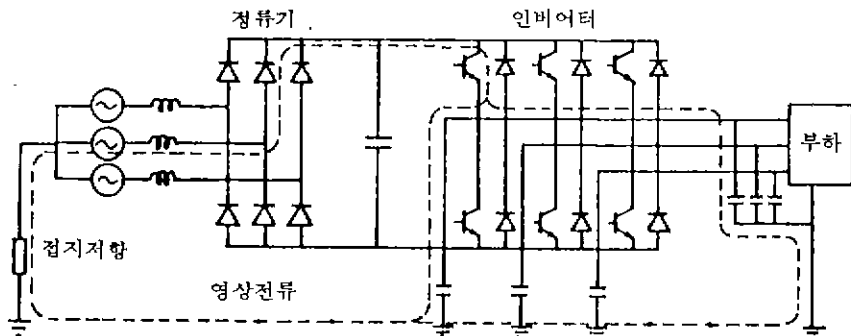


그림 5. 영상전류의 흐름

필터가 있게 되는데 이 필터용 콘덴서를 통하여 영상전류가 흐르기 때문에 누전차단기와 같이 감도가 예민한 기기들은 오동작하게 된다. 고주파 영상전류는 고주파 잡음의 발생원이 되어 유도장애의 원인이 된다.

그림 5는 영상전류의 흐름 통로를 나타낸 것이다.

### 3.3 돌입전류의 영향

인버터에 부하를 연결하면 첫 반주기에는 정격전류의 약 27% 정도 떨어지며 다음 반주기에서  $\pm 10\%$  정도 유지되고 50 msec 이후  $\pm 2\%$ 까지 회복된다. 이러한 과도응답이 길게 진행되면 전압 편차를 발생시키는 원인이 된다. 또한 정지형 스위치는 동작시 2 msec 정도의 무전압상태가 일어나게 된다.

대형 컴퓨터에서 2 msec 정도의 무전압 시간으로 반주기에서 30% 정도의 전압강하에 대해서 여유가 있다. 무정전 전원공급 시스템에서 과도응답은 반주기에서 30% 정도 떨어지면 다음 반주기에서는  $\pm 10\%$  정도 회복되어야 한다.

무정전 전원공급 시스템에서는 평활 정류부하가 있기 때문에 부하 투입시에 반주기~반주기 사이에 정상시 피고치의 약 15배 정도의 돌입전류가 흐른다. 따라서 인버터의 과부하내량은 크게 잡아야 한다.

이 돌입전류는 다이리스터와 같은 소자를 사용한 인버터는 전류실제 현상을 가져온다. 출력 전압의 과도변동이 크게 되면 계장기기들을 오동작하게 할 수도 있다.

4. 결 론

참 고 문 헌

각종 산업시설이나 사무소 건물에는 각종 전산 시설, 정보통신시설, 제어용 컴퓨터를 이용한 관리시설이 급속히 증가하고 있다. 이러한 시설의 전원공급은 순시전압저하와 정전에 대비하여야 하므로 무정전 전원공급 시스템으로 이루어지고 있다. 무정전 전원공급 시스템은 상용전원의 품질을 높이기 위한 목적으로 사용되고 있다. 따라서 장시간 정전에 대비할 경우에는 자가 발전기와 연결된 무정전 전원공급 시스템을 구성하여야 한다.

오늘날 각종 산업시설이나 사무소 건물은 24시간 연속적으로 무정전 전원공급이 필요한 부하들이 증가하고 있으며 특히 높은 신뢰도 향상방안이 중요한 과제이다. 신뢰성의 높은 대규모 무정전 전원 공급 시스템은 단위기기를 병렬운전 방식으로 구성하며 부하의 중요도에 따라 두대의 단위기 또는 세대의 단위기를 병렬로 구성할 수 있다. 무정전 전원공급 시스템의 대규모화에 따라 발생하는 고조파 전류, 영상전류, 돌입전류에 대한 대책이 마련되어야 신뢰성이 높은 무정전 전원공급이 가능하게 된다. 따라서 보다 효과적인 시스템 구성방안과 기술적 고려사항들을 제시하였다.

1. Dick Troberg, "Hands-on approach to solving harmonic problems, "EC & M, pp. 32-35, 1990.
2. Howard G. Murrphy, "Clean Power for Mechanical Equipment, " HPAC, pp. 55-58, 1990.
3. Robert J. Lawrie, "Power system design for Ultra Reliability, " EC & M, pp. 55-64, 1990.
4. Robert J. Lawrie, "Electrical System for dependable Computer power", EC&M, pp. 59-90, 1970.
5. Energy Systems specifications, 1990.
6. La Marche Specifications, 1990.
7. Toshiba Specifications, 1990.