

고효율 무정전전원장치

정보네트워크산업이 급속히 발전, 보급되는 가운데 그 전원인 무정전전원장치(Uninterruptible Power Supply: UPS)에 대해서도 여러 가지 요구가 나오고 있다. 특히 최근에는 고신뢰성화·소형화·저가격화에 더하여 리닝코스트 저감과 지구온난화 방지를 연결한 개념의 성(省)에너지화를 목적으로 하는 전력변환효율의 향상에 대한 요구가 강해지고 있다. 이번에 이러한 요구에 응하기 위하여 미쓰비시電機는 상시상용(常時常用) 급전방식을 채용하여 HSS(High Speed Switch) 회로와 쌍방향 컨버터회로를 개발하여, 고효율이며 급전신뢰성이 높은 MPC(Multiple Power Compensator) 방식의 UPS를 개발하였다.

이에 의하여 전력변환효율을 90%에서 98%(100kVA에서)로 대폭 개선함과 동시에 종래의 상용급전방식 UPS의 결점이었던 상용전원 이상시의 급전계통 전환시간을 부하기기에 영향을 미치지 않는 2밀리초(秒)까지 단축시켜 전환시에도 순간 단전됨이 없이 부하급전을 계속할 수 있도록 하였다. 또한 통상의 급전시에는 쌍방향 컨버터에 입력전류가 고조파보상기능을 갖게 하여 입력역률 0.99를 달성하였다.

1. 머리말

UPS의 급전방식에는 상시인버터 급전방식과 상시상용 급전방식이 있다. 상시인버터 급전방식은 상시인버터로 부하급전하는 방식으로 입력전원의 상태와는 무관하게 안정된 급전이 가능하나, 전력변환회로에 의한 전력손실이 발생한다. 한편 상시상용 급전방식은 전력변환회로를 통하지 않고 부하급전하는 방식으로, 전력손실은 적으나 상용전원 이상시에 급전경로를 상용전원에서 인버터로 전환할 필요가 있어, 그 전환기간에 급전이 순간단전되어 버린다. 이번에 개발한 MPC방식 UPS는 다음과 같은 기술개발로 상시상용 급전방식이면서 상용전원 이

상시에도 안정된 급전을 실현한 장치이다.

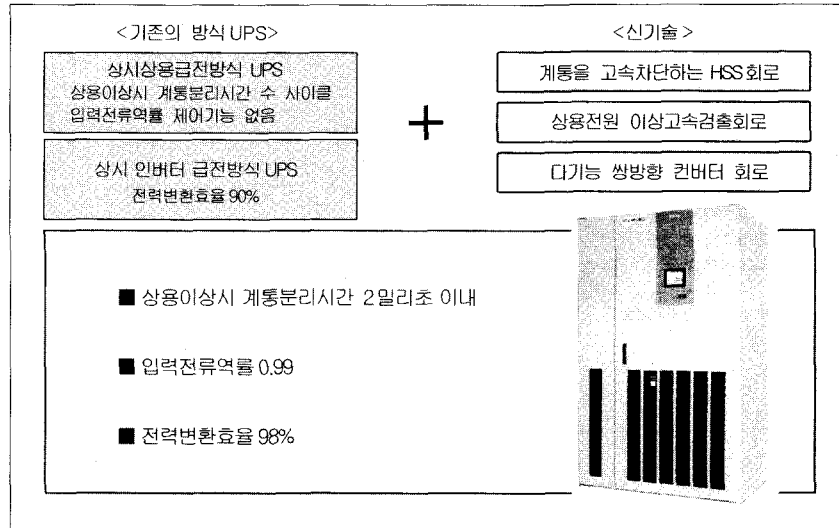
- 필요한 기능을 해치지 않으면서 고효율화할 수 있는 구성 → MPC방식
- 무순간단전 급전경로 전환기술

이하에 이번에 개발한 MPC방식 UPS의 구성과 특징을 소개함과 동시에 운전특성을 기술한다.

2. 고효율화에 최적한 主回路構成 (MPC방식 UPS)

가. 일본 국내의 電源事情

일본 국내의 전원 안정도는 높은 편으로 통상운전상태



<MPC방식 UPS의 특징과 외관>

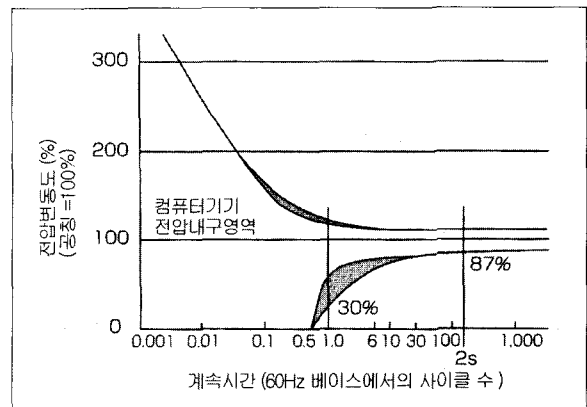
상시상용급전방식 UPS에 HSS회로와 쌍방향컨버터회로와 고속상용전원 이상검출회로를 적용하여 상용전원 이상시의 계통분리시간 2밀리초(秒) 이하, 입력전류역률 0.99, 전력변환효율 98%를 실현하였다. 사진은 MPC방식 UPS의 200kVA 쌍방향컨버터의 외관이며 사이즈는 폭 1,200mm×깊이 750mm×높이 1,900mm이다.

에서의 전압변동은 진폭(振幅)으로는 ±10% 이내, 주파수변동으로는 ±0.2Hz 이내이다. 그러나 송배전선에서의 뇌해(雷害)와 설해(雪害)에 의한 순간전압강하, 사고에 의한 정전 등의 전원장해가 연 수회~수십회 정도 발생하여 부하기에 악영향을 주고 있다.

의 상용전원에서는 부하기에 악영향을 미치는 일은 없고, 1년에 수회 발생하는 순간전압강하·정전시에 순시적으로 UPS 급전을 할 수 있으면 된다는 것을 알 수 있다. 따라서 일본국내의 전원사정에 맞는 고효율의 UPS 구성이란, 상시에는 상용전원으로 부하에 전력을 공급함으

나. 負荷機器의 電源仕様

컴퓨터 등으로 대표되는 부하기는 장치전원부에 정류회로를 내장하여 직류전원으로 동작하기 때문에 주파수변동에 강하고 또 다소의 전압변동에도 문제없이 운전할 수 있다. 그림 1은 IEEE Std.446-1987에 기재된 컴퓨터의 전압허용범위이며 이 그림에서 전압강하 100%라도 0.5사이클 이내의 변동이면 부하기는 악영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.



<그림 1> 컴퓨터의 전압허용 범위

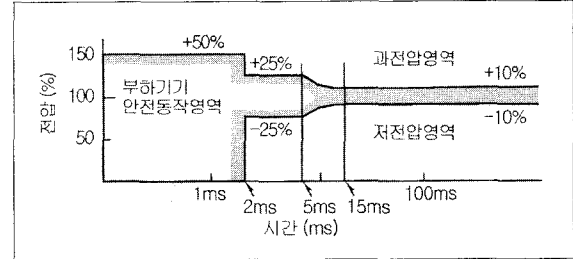
다. 고효율에 최적한 主回路 構成

전원사정과 부하기의 전원사양을 고려해 볼 때 통상

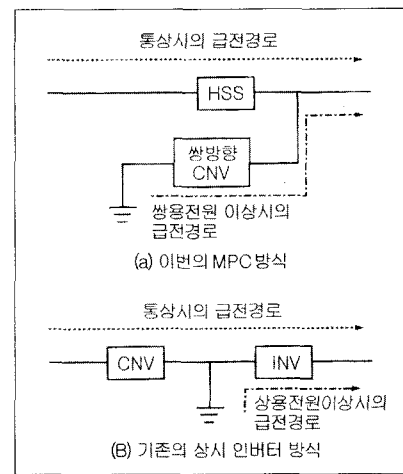
로써 전력변환효율을 향상시키고 상용전원 이상시에는 사고가 발생한 상용전원계통을 순시에 부하로부터 분리하여 UPS에서 부하에 전력을 공급하도록 하는 구성이다.

여기서 이 순시동작 동안에 발생하는 전압변동이 문제가 되는데, 그림 1에 표시하는 동작범위를 충분히 만족하는 범위라면 문제가 없다. 그림 2는 도쿄(東京)電力과의 공동연구에 의하여 결정한 순시전압강하의 정의를 기재한 부하기의 안전동작영역으로 범위가 부하기가 안전동작할 수 있는 영역이다. 이것은 그림 1에서 표시하는 동작범위보다 더 안전사이드로 설정한 것으로 어떠한 부하기이라도 문제가 발생하지 않도록 한 것이다.

이 순시분리기능을 갖는 상시상용 급전방식의 UPS에 상시인버터급전 UPS의 입력고역률 기능을 갖게 한 장치가 이번에 개발한 MPC방식 UPS이다.



〈그림 2〉 부하기의 안전동작영역



〈그림 3〉 UPS의 회로구성

3. MPC방식 UPS의 主回路構成

그림 3의 (a)는 이번에 개발한 MPC방식으로 그림 (b)의 종전의 상시인버터 급전방식 UPS와 비교하여 그 동작을 설명한다. 그림의 (a)에서 HSS는 고속차단스위치로 메커니컬스위치가기 때문에 도통(導通)손실이 거의 0이다. 또 그림 중의 쌍방향컨버터회로는 배터리충전·방전제어를 고속으로 전환할 수 있는 쌍방향 전력변환회로이다. 이 회로방식에 의하여 통상의 급전에서는 종래의 상시인버터 급전방식 UPS와 같이 전력변환회로 컨버터, 인버터를 통하지 않고 HSS 경유로 전력을 공급할 수 있기 때문에 획기적인 고효율을 실현할 수 있다. 또 이 쌍방향 컨버터회로는 통상운전시, 축전지를 충전함과 동시에 입력전류의 고조파보상이나 무효전류를 보상하는 기능을 갖고 있으며 바로 다기능전원장치이다.

또한 전동기부하 등 기동전류가 흐르는 부하인 경우, 상시인버터 급전방식 UPS에서는 인버터의 급전한계를

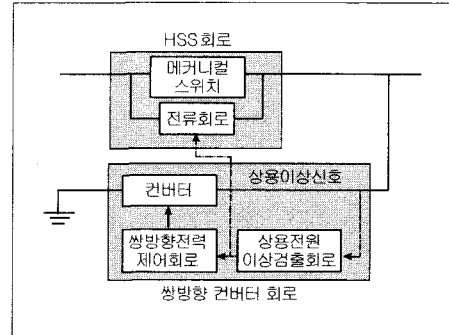
초과하는 과부하가 되면 전압이 떨어져 버리지만(또는 전압이 떨어지는 것을 회피하기 위해서는 과부하전류를 공급하기 위한 바이패스회로의 추가가 필요), MPC방식 이면 상용전원의 파워에서 기동전류를 흘릴 수 있으므로 전동기부하에도 가장 적합하다.

4. 無瞬斷給電經路 전환기술

HSS회로는 Off지령에 따라 약 1밀리초(秒)로 Off 동작하는 메커니컬스위치와 Off시에 스위치의 접점간에 발생하는 아크전류를 말소(Cancel)시키는 전류회로(轉流回路)로 구성된다. 쌍방향컨버터회로는 상용전원 이상검출회로와 쌍방향 전력제어회로와 컨버터로 구성된다.

그림 4에 있어서 상용전원 이상검출회로에서 상용전원의 이상을 검출하면 HSS회로와 쌍방향 전력제어회로에 상용이상신호를 출력하여 그 신호에 따라 HSS회로는 메커니컬 스위치를 Off시킴과 동시에 전류회로를 동작시켜 스위치간에 발생하는 아크전류를 말소시킨다. 이 일련의 동작에 의하여 상용계통을 고속으로 분리할 수가 있다. 한편 쌍방향컨버터는 상용이상신호에 의하여 상용전원과의 연계운전모드에서 인버터운전모드로 고속으로 전환한다.

또한 이 상용전원의 이상검출은 오(誤)검출방지를 위해 약 0.6밀리초의 검출확인시한이 있다. 그후 HSS 회로의 스위치의 동작에 0.8밀리초가 걸리고 차단이 종료되고 그후 다시 인버터전압이 복구될 때까지 약 0.6밀리초가 걸리기 때문에 전체의 전환동작시간이 2밀리초가 된다.

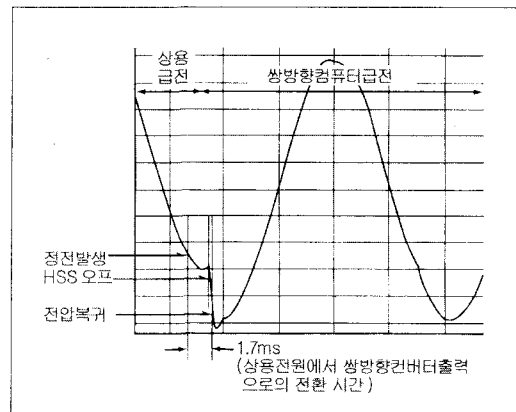


〈그림 4〉 MPC방식 UPS의 내부구성

5. 운전특성

그림 5는 정전시의 출력전압파형으로 전원이상 발생에서 인버터급전까지의 소요시간이 2밀리초 이내로 완료되고 있음을 알 수 있다.

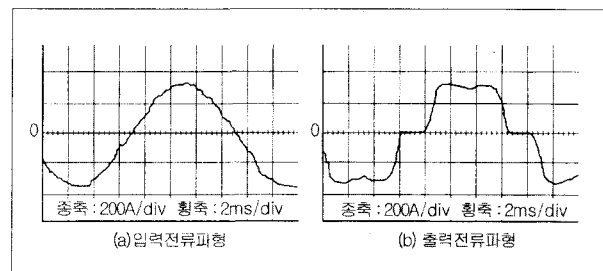
그림 6의 (a)는 콘덴서 입력부하시의 입력전류파형이고 그림의 (b)는 그때의 출력전류파형이다. 이 두 그림에서 콘덴서인풋부하에 있어서도 입력전류도 쌍방향 컨버터의 동작에 의하여 고조파 성분이 억제된 정현파전류로 됨을 알 수가 있다.



〈그림 5〉 정전시의 장치출력전압파형

6. 맺음말

이번에 개발한 MPC방식 UPS는 도쿄電力과의 공동 개발로 획기적인 고효율화를 달성하였다. MPC방식 UPS의 용도는 종래의 UPS 시장은 물론 수초 정도의 순시전압강하 보상만을 필요로 하는 시장에도 가장 적합하다. 앞으로 여러 가지 용도에의 적용을 위해 개척해 나갈 생각이다. ■



〈그림 6〉 콘덴서인풋시의 파형

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.