

UPS 신뢰성 향상을 위한 IHTS 개발

정현철, 현동석

한양대학교

IHTS development for Uninterruptible power supply at UPS fault

H. C. Jeong, D. S. Hyun

ABSTRACT

본 논문은 무정전 전원공급장치(UPS : Uninterruptible Power Supply System)에서 출력이 중단되는 상황을 최종 출력단에서 감지하여, 첫째 고장 영향의 확산을 차단하고, 둘째 부하에 무정전의 전원공급을 실시할 수 있도록 하는 고속절환장치에 관한 것이다. 본 시스템은 기존 UPS 시스템이 가지고 있는 출력 전원을 검출하여 기준전압 범위에서 벗어나면 절체 시키는 일반적인 방식이 아니라, 별도의 시스템을 UPS와 독립적으로 구성하여 UPS 내부 사고시 고장이 부하와 계통상에도 영향을 주는 현상을 차단하기 위하여 절체 시점에서의 이상적인 점접 상태를 고려하고, UPS의 모든 제어시스템이 불가능한 시점에서도 부하의 연속성을 보장할 수 있도록 구성된 독립제어 고속절환장치 개발에 관한 논문이다.

1. 서론

최근 산업현장에서 중요한 부하의 전원공급 연속성을 보장하기 위하여 무정전 전원공급장치 (UPS)를 사용하게 되며 UPS는 그 자체로 예비전원을 보유하고 있고, BYPASS 라인을 보유하고 있어 정전시나 UPS시스템의 장애에 대비하게 된다. 본 논문에서는 기존의 UPS시스템에서 Bypass 절체를 위한 제어기능의 문제점을 살펴보고 UPS의 제어기능 고장을 포함하여 Critical한 이상상황이 발생하여도 부하의 전원공급에는 이상이 없도록 하고, 일반적인 절체 시스템에서 문제가 되고 있는 UPS 내부 단락 사고시 고장이 부하와 계통상에도 영향을 주는 현상도 방지 할 수 있도록 한 UPS 독립제어 고속절환 시스템에 관한 내용을 기술하고자 한다.

2. 통신산업 현장에서 운용중인 UPS의 문제점

현재 산업현장에서 운용되는 일반적인 형태의 UPS 는 Bypass 를 가지고 있고 UPS 의 내부적인 장애가 발생되거나 외부적인 순간 과부하가 발생되면 부하에 전원공급에는 이상이 없도록 하기 위하여 Inverter 출력전압을 검출하거나 일부의 경우에는 MC2 후단의 최종 출력단에서 출력과형을 검출하여 MC2 차단기를 차단시키고 Bypass 단의 SCR 을 조작하여 도통을 시킴과 동시에 MC3 차단기도 ON 시키게 된다. 그런데 이러한 계통으로 구성된 UPS 계통에서 만일 최종 출력단 MC 등의 기계적인 결함으로 차단되는 경우, 최종 출력단의 TR 이상인 경우, Main Controller 가 정상적인 기능을 못하는 경우 출력전압의 연속성을 보장하지 못한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 첫째, Inverter 출력단의 전압을 검출하여 기준전압 이하로 떨어지는 경우 Bypass 를 시켜주는 주는 방법을 채택하지만.

- a) Inverter 는 정상적인 상태인데, 최종 출력단 MC의 기계적인 결함으로 인한 Open
- b) Inverter 출력단에 TR1과 고조파 필터용 리액터, Condenser 등이 설치된 경우에는 그림 2-2 a) 파형과 같이 인버터 출력전압이 일정값 이하로 소멸될 때까지 기다린 후에 검출하게 되어 전환명령이 늦게 된다.

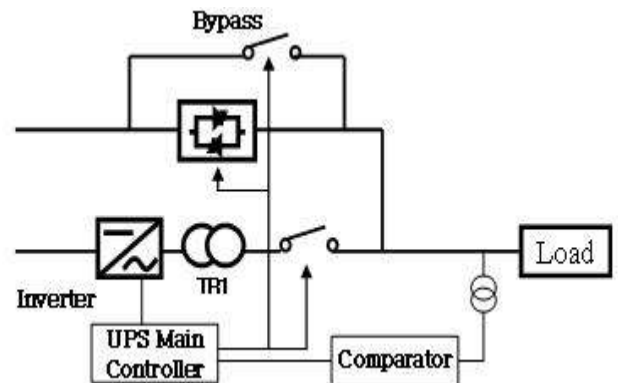


그림2-1 UPS 출력전원 검출 및 제어구성도

둘째, 일부 UPS 에서는 상기와 같은 문제점을 개선하고자 그림 2-1 와 같이 구성하고 최종 출력단에서 전원품질을 검출하고, 비교기를 통하여 기준전압과 비교한 다음 Bypass 에 전환명령을 주는 방식을 채택하여 운용하였다. 그런데 이 경우에도 UPS 의 제어부 고장등으로 인하여 Main Board 또는 Controller 등의 장애나 제어 전원이 차단되는 경우에는 전허 기능을 수행하지 못하는 사례가 빈번하게 발생되었다. 그림 2-2 “b” 의 파형은 UPS 의 Main Board 가 소손된 것을 가정하여 제어전원을 차단 했을때 발생된 파형이다.

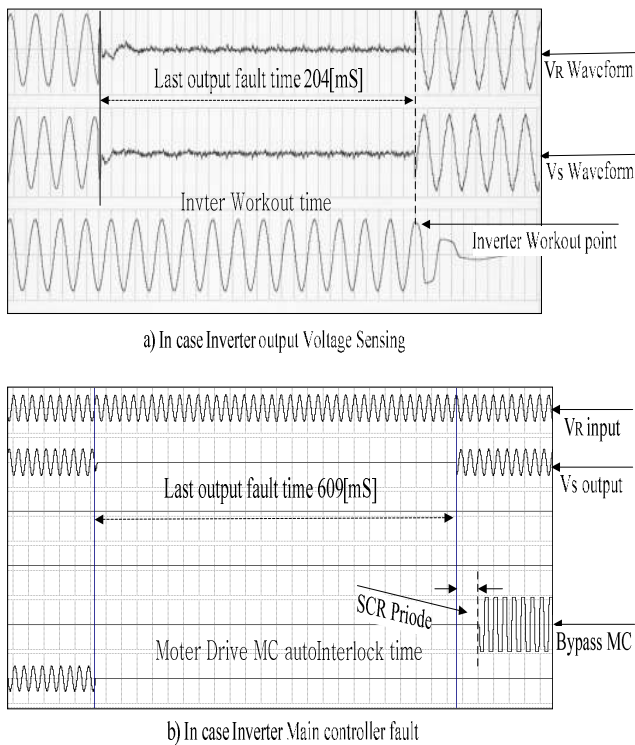


그림 2-2 UPS 이상장애 상황시 출력 파형

세번째 경우는 통신전원시스템에 가장 큰 피해를 준 사례 중 하나이다. 그림 2-1 에서 최종 출력단 MC2 가 소손되어 제어 불능상태인 경우이다. 이는 Inverter IGBT 가 소손되면서 단락전류가 발생되었고 이로 인하여 MC2 접점이 녹아서 붙어 버린 상태에서 Main controller 에서는 MC2 차단 명령과 동시에 Bypass 라인의 STS 와 MC3 투입을 명령하였다 그 결과 부하의 모든 시스템은 물론이고 Bypass 라인 계통상에 연계된 모든 시설에도 장애를 발생시킨 사고가

발생되었다. 이러한 현상은 일반적인 UPS 의 절차이며 그림 2-3 와 같이 중첩되는 파형구간을 볼수 있다.

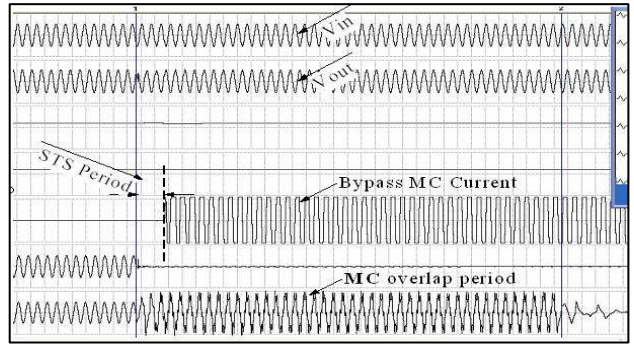


그림 2-3 중첩구간파형으로 인한 중첩구간

특히 이러한 사고 유형에는 현재까지 방지 대책이 없이 발생시 마다 부하전원공급 중단이 발생 하였다.

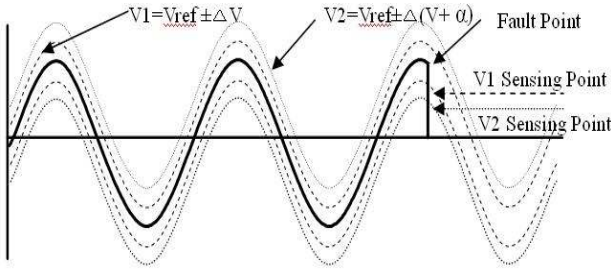
3. UPS - IHTS (uninterruptible power supply- Isolation control high speed transfer switch) 시스템 개발

가. 기준전압 범위 설정

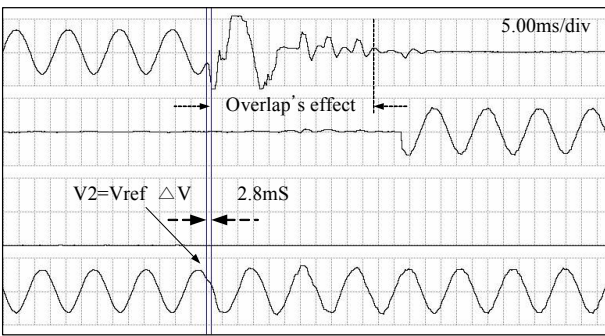
일반적인 UPS 는 최종 출력단에서 전원품질을 감시하여 출력 값이 일정 범위에서 벗어나는 경우 바이패스로 절체시킨다. 즉 출력전원의 전압 파형을 지속적으로 감시하면서 일정값의 기준전압 범위를 설정하여 파형이 기준전압에 미달되는지 여부를 비교기를 통하여 판단하고 부족하다고 판단되면 Bypass 로 절체 해주게 되는데, 이때의 기준전압을 일반적으로 $V1 = V_{ref} \pm \Delta V$ 값으로 설정하게 된다. UPS-IHTS 또한 이러한 동작특성은 유사한데, 그림 3-3 과 같이 구성된 상태에서, 그림 3-1 의 파형과 같이 IHTS 는 $V2 = V_{ref} \pm (\Delta V \pm \alpha)$ 로 기준값 대비 좀더 넓은 범위의 비교값을 선정하여, 통신전원시스템에서의 절체시간 기준값인 4ms 범위보다 넓은 $1/4 \sim 2/4$ [Cycle], 4.16~8.32[mS] 범위가 될수 있도록 설정하고, 기존의 제어시스템이

그림 3-1 일반 UPS 와 IHTS 기준전압 설정차 예

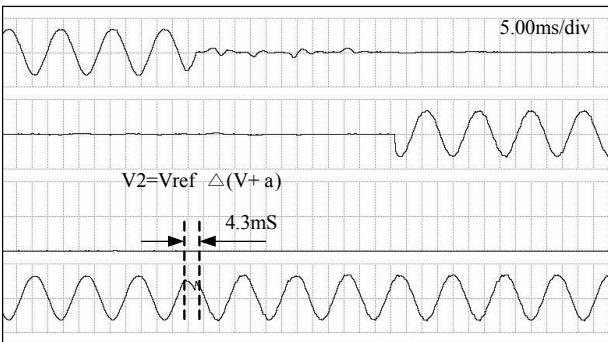
$V = V_{ref} \pm \Delta V$ 값의 범위를 초과하여도 절체하지 않는 경우인 $V = V_{ref} \pm (\Delta V \pm \alpha)$ 범위에서 MC2 차단기를 차단시킨다. 통신전원장치의 절체 시간 기준값은 서버장비, FDSU 광전송장비, TDX 계열의



교환장비를 대상으로 시험해본 결과 계통상의 리액턴스 성분과 콘덕턴스 성분에 더하여 내부의 잔류전하 등으로 인하여 릴레이 점접방식으로 구성된 STS 의 12[mS]까지는 시스템 운용에 별다른 문제를 발생시키지 않았다.



a) $V_2 = V_{ref} \Delta V$, unInstall the UPS-IHTS



b) $V_2 = V_{ref} \Delta(V + \alpha)$, Install the UPS-IHTS

그림 3-2 IHTS, $V_2 = V_{ref} \pm \Delta(V + \alpha)$ 절체 파형

나. 이상상태조건 설정

IHTS 는 Bypass 단으로 절체해도 부하에 문제가 없는지 판단하는 이상상태 조건부와 UPS-Main Board 장애를 대비한 독립된 3 중화 전원을 별도로 공급한다. IHTS 의 동작 특징은 Bypass 단의 전원품질상태를 사전에 파악한 상태에서 MC2 가 정확하게 차단된 상태, 즉 절체가 가능한 이상상태 조건으로 판단되면 그 결과를 바탕으로 IHTS 가 Bypass 단의 STS 의 SCR 을 Turn on 시키고 이어서 MC3 도 Turn on 시키게 된다. 세부적인 동작절차는

그림 3-3 에서와 같이 구성된 상태에서 UPS-Inverter 출력이 중단되면 Bypass 단의 STS 가 동작하기에 앞서, UPS-Inverter 출력 MC-2 동작상태를 전기적인 방법과 기계적인 방법으로 검출하고 절체를 해도 부하에는 이상이 없다고 판단되면 STS 를 Turn on 시키고 그보다 반응 속도가 늦은 MC3 가 동작하여 MC-3 루트를 통하여 부하에 전원을 공급하게 된다.

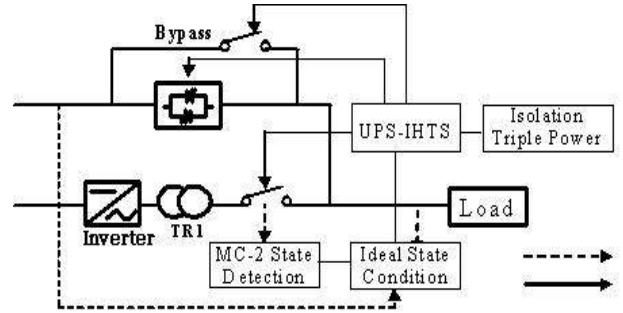
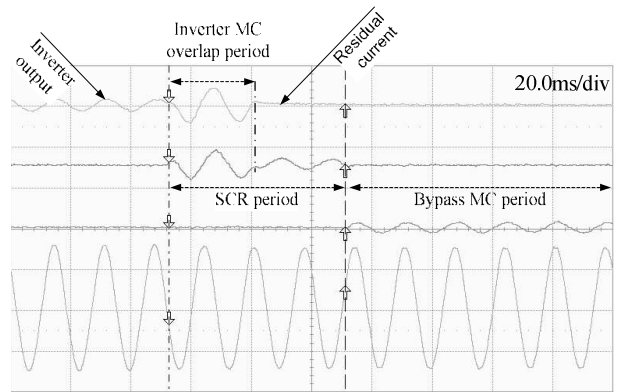


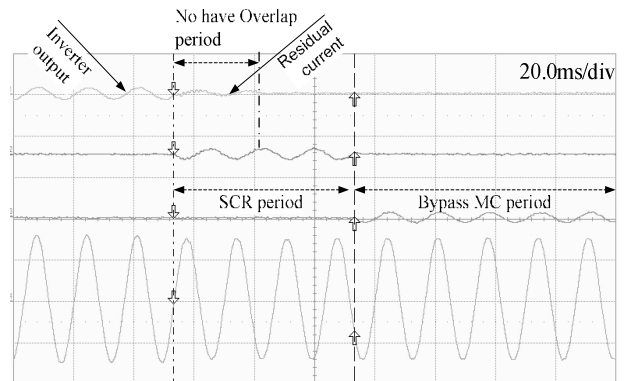
그림 3-3 UPS-IHTS 구성도



a) Did not install the IHTS, have the overlap period

그림 3-4 이상상태조건부 기능시험 파형

이렇게 구현하게 되면 그림 3-2 “a” 와 그림 3-4 “a” 같이 발생되던 중첩구간이 3-2 “b” 와 그림 3-4 “b” 와 같이 중첩 구간이 없이 UPS-Inverter와 Bypass가 완전하게 Inter lock이 구성되어 UPS의 단락 사고 시에도 전체 배전계통에 영향을 최소화하고 복구 비용 및 시간을 줄일 수 있다.



b) the IHTS install and using Ideal State Condition