

능동 필터 기능을 갖는 무정전전원장치의 정적 스위치 제어

(Static Switch Control of UPS with Active Filter Function)

홍현문* · 전병석** · 김종근** · 이상훈*** · 김재식*** · 민완기****

(Hyun-Mun Hong, B · S Jeon, J · G Kim, S · H Lee, J · S Kim, Y · G Min)

* 동해대학교 전기전자공학과, ** 충북대학교, *** POSCON, **** 조선이공대학

Abstract

In this literature, when the utility line is normal, the Off-Line UPS operates as an active power filter to compensate the reactive power from a load, and when the utility line is in outage, the Off-Line UPS operates as in single phase inverter to supply an active and reactive power to the load.

An additional static switch in UPS was used to decrease an transient state during these mode changes. And the result shows that the transient state disappeared.

1. 서 론

Off-Line UPS는 1개의 전력변환기가 배터리 충전을 위한 AC/DC 기능과 인버터동작을 위해 DC/AC기능을 하므로 소형이며 경제적이고 효율이 높다는 장점이 있다. 이러한 장점으로 인해 Off-Line UPS는 컴퓨터용 무정전 전원장치 시장에서 급격히 성장해 왔으나 상용 계통 고장시 배터리 방전전력 모드로 전환할 때 무정전 전환이 불가능하여 부하로 공급되는 전압에 짧은 시간 동안 불안정 과도상태가 존재하게 된다.

이 글에서는 기존의 예비전원장치의 기능을 가지면서 전원계통과 직접 연계된 부하로부터 발생되는 고조파 및 무효전력을 전력변환장치가 보상하는 전력용 능동필터 기능을 갖는 무정전 전원장치를 제안하였다. 또한 이러한 Off-Line UPS에서의 모드변환시 발생하는 불안정 과도상태를 없애기 위해 부가적인 스테틱스위치를 사용하였다.

기존에 스테틱 스위치를 절체하는 기준은 일정한 전압범위를 설정해 놓은 다음 입력전압이 그 범위를 벗어나게 되면 절체를 했었다. 그러나 여기에서 단점은 상용전원으로부터의 입력전압이 일단 매우 짧은 시간동안 설정된 전압범위를 조금만 넘기더라도 절체가 행해져 입력전압에 과도상태를 발생시키므로 이런상태가 자주 발생한다면 부하에 전압,전류 스트레스를 유기하여 시스템에 나쁜 영향을 초래하였다.

본 논문에서는 스테틱스위치를 절체하는 기준으로 CBEMA(The Computer Business Equipment Manufacturer's Association)곡선을 응용한다. 이 곡선은 부하에 공급되는 전압의 실효치변화량과 부하가 오동작없이 동작하는 시간에 대한 것이며, 부하의 관점에서 볼 때 입력전압의 변화하는 크기에 따라 부하가 오동작을 하거나 동작을 멈추기까지 걸리는 시간이 달라진다는 의미를 갖는다. UPS를 사용하는 목적이 부하가 오동작을 하지 않도록 안정한 전원을 공급하는 것이라 할 때 UPS의 스테틱스위치를 절체하는 타이밍은 부하가 오동작을 일으키기 바로 전을 한계로 잡으면 된다. 부하가 컴퓨터라 할 때 이 한계를 정해놓은 것이 CBEMA 곡선이다. 이 곡선을 스테틱스위치의 제어에 적용했을 때 기존의 방법과 비교하여 불필요한 스위치 절체가 없어졌고, 또 스위치 절체가 이루어졌을 때 부하의 관점에서 무정전절체를 이루어졌음을 알 수 있었다.

2. 실험 방법

2.1. 능동 필터 모드

그림1은 제안된 다기능 UPS 시스템이다. 크게 양방향 컨버터와 축전지, 상용전원측과 전력변환장치쪽에 연결된 스테틱스위치 부분으로 나눌 수 있다.

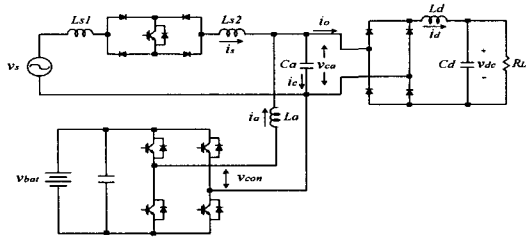


그림 1. UPS의 시스템 구성도
Fig 1. The system configuration of UPS

상용전원이 정상인 경우 부하에서 필요로 하는 전력은 기본적으로 상용전원으로부터 공급받는다. 이 경우에 비선형 부하특성에 기인하여 상용전원에는 고조파 및 무효전력이 발생하여 상용전원전압이 이상적인 정현파라 할지라도 상용전원전류는 고조파가 포함되고 위상이 지연된다. 따라서, 상용전원전류를 전압전압과 동상의 정현파로 유지하기 위하여 부하에서 요구하는 고조파 및 무효전력을 전력변환장치로부터 보상받을 수 있도록 전력변환장치는 전력용 능동필터모드로 동작한다. 전력변환장치가 전력용 능동필터로 동작하는 경우에는 전력변환장치의 교류 출력측에는 무효전력만이 흐르게 되므로 전력변환장치에서의 손실을 무시하면 전력변환장치의 직류측 커패시터 양단의 전압은 평균적으로 일정하다. 그러나 전력변환장치의 스위칭 소자에서의 손실과 계통선에서의 손실과 배터리의 손실등을 고려한다면 직류측 전압은 전력변환장치의 동작에 따라서 점점 감소하게 된다. 따라서, 전력변환장치의 제어동작이 정상적으로 이루어질 수 있으려면 직류전압을 일정하게 유지하여야 하는데 이를 위하여 상용전원으로부터 유효전력을 공급받는다.

2.2. 제안된 능동 필터 모드의 정적 스위치 제어

능동전력필터 모드에서 인버터모드로 전환할 때 상용전원전압과 인버터 출력전압의 위상과 주파수를 미리 일치시키기 위해 그림2, 그림3, 그림4과 같은 회로구성을 하였다.

상용전원이 정상일 때 PWM컨버터는 능동전력필터로 동작하여 부하에 필요한 무효전력을 공급하고 있다. 상용전원에서 전압변동발생시 PWM 컨버터쪽의 스택 스위치를 개방하여 무부하상태의 인버터모드로 동작시킨다. 이때 스위치가 개방되어 있는 동안 무효전력보상은 이루어지지 않는다. 상용전원측의 전압변동이 CBEMA 곡선에서 허용하는 범위를 벗어나게 되면 스위치 절체가 이루어진다. 이때 상용전원측 스택 스위치가 개방되어 전

원을 차단하고 PWM 컨버터측 스택 스위치는 단락시켜서 정류기를 부하로 하고 동작하게 된다. PWM 컨버터의 출력전압과 위상은 상용전원의 그것과 일치하고 있어야 한다.

일단 절체가 행해지고 나면 인버터의 출력전압은 정상상태의 전압이 아니므로 순간적으로 정상상태에 도달하려면 과도상태를 겪게 된다. 그러므로 제한된 시간내에 정상상태에 도달하도록 그림과 같은 소프트 스위칭방식을 사용한다.

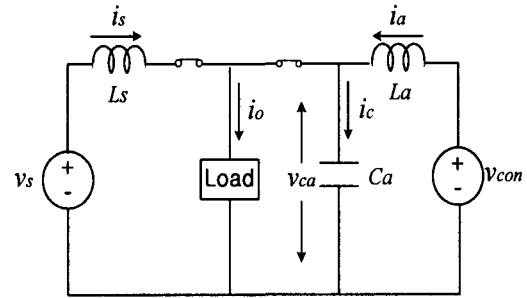


그림2. APF로서 도통시 정상모드
Fig 2. In normal mode, conducting as an APF

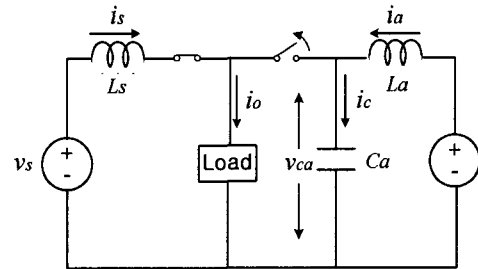


Fig 3. When voltage deviation happens, ready to conduct as an inverter

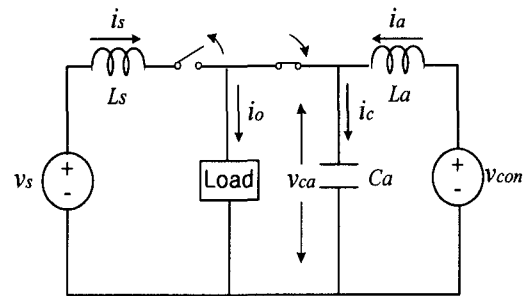


Fig 4. After cutting utility voltage, conducting as an inverter

3. 모의실험

그림 5,6은 기존의 스위치 절체방법 사용할 때 과도현

상을 모의 실험한 것이다. 실험에서 부하입력전류와 부하입력전압에 과도현상이 존재함을 알 수 있다.

그림 7은 제안된 스위치 절체방법 사용할 때 과도현상을 보여지고 있다. 부하입력전압의 끊어짐과 부하입력전류에서의 과도현상이 없어졌음을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문은 무정전 전원장치에 전력용 능동필터기능을 추가하여 기능들이 다양한데, 부하공급전원을 절체할 때 제안한 스위치 절체방식으로 무정전절체가 가능함을 보였고, 무정전절체가 가능함으로 대용량화의 가능성을 확인하였다.

참고 문헌

- (1) S. Mazumdar, et. al., " Bus Transfer Practices at nuclear plants " IEEE Power Delivery, Vol. 6, No. 4, 1438 - 1443, 1991
- (2) J.W.Schwartzberg, et. al., " 15kV Medium Voltage Static Transfer Switch " IEEE, 2515 - 2520, 1995
- (3) Don O. Koval, et. al., " Frequency and Duration of Voltage Sags and Surges At Industrial Sites - Canadian National Power Quality Survey " IEEE IAS annual meeting, 2189 - 2196, 1997
- (4) G. Yalcnkaya, et. al., " Characterization of Voltage Sags in Industrial Distribution Systems " IEEE IAS annual meeting, 2197 - 2204, 1997
- (5) " IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications " An American National Standard Std 446-1987, 69 - 88
- (6) E. Persson, et. al., " Adaptive Tolerance Band Current Control of Standby Power Supply Proved Load Current Harmonic Neutralization " IEEE, 1992
- (7) H.Y. Chun, et. al., " 인버터 시스템과 상용전력계통과의 병렬운전에 관한 연구 " 전기학회 논문지 제41권 4호, 369 - 378, 1992
- (8) J.H. Choi, et. al., " Control Strategy of Bidirectional UPS with the Performance of Active Power Filter " EPE, 125 - 130, 1997

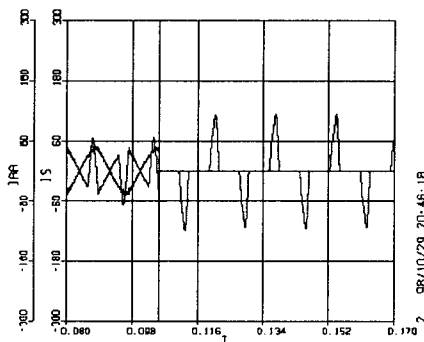


Fig 5. Output current of the APF and utility current when static switch transfer

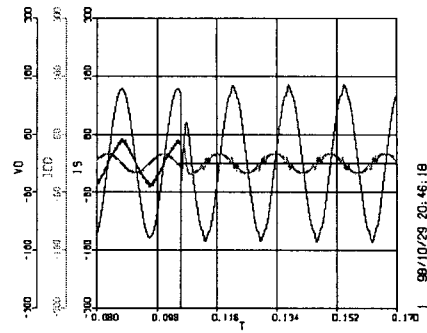


Fig 6. Load input voltage and utility current when static switch transfer

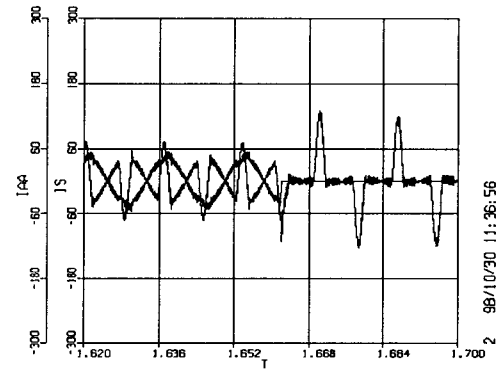


Fig 7. Output current of the APF and utility current when static switch transfer