

dSPACE를 사용한 Line Interactive UPS의 제어알고리즘 개발

유태식, 김두환, 김효성
공주대학교 전기전자제어공학부

Development of control algorithm for line interactive UPS using dSPACE

Taesik Yu, Duhwan Kim, Hyosung Kim
School of EE and Control Engineering, Kongju National University

ABSTRACT

1kW~10kW급의 UPS 토폴로지로서 Line Interactive UPS가 많이 사용되고 있다. Line Interactive UPS는 Single Stage의 AC/DC 변환기 구조를 갖으며 정상상태에서는 적은 전류로 DC측 에너지 저장장치의 충전상태를 유지만 하면 되므로 운전 효율이 높고 가격이 저렴하다. 그러나 고성능의 전류/전압 제어기술이 요구되므로 제품화하는데 어려움이 많다.

본 논문에서는 MATLAB Simulink와 연동하여 간단히 다양한 제어알고리즘을 구현 할 수 있는 dSPACE 장비를 사용하여 실험 장치를 구축하고 Single Stage UPS의 제어알고리즘을 구현하였다.

I. 서론

UPS(Uninterruptible Power Supplies)는 전력 계통에 정전이 발생할 경우 부하에 연속적인 전원을 공급해주는 장치이다. UPS 방식에는 On-Line 방식 Off-Line 방식으로 크게 나누어 진다.

On-Line UPS는 계통전원과 주요 부하 사이에 직렬구조로 배치되어 인버터가 상시 동작한다. 계통이 정상시에 교류전원을 공급 받아 내장된 배터리 충전 및 인버터를 통한 전력공급을 하고, 비상시에는 배터리에너지를 사용하여 인버터를 통하여 무순단으로 중요부하에 전력을 공급한다. 이 방식은 입력 전압의 변동에 관계없이 출력 전압을 일정하게 유지할 수 있지만 항상 인버터를 통해 전력이 공급 되므로 효율이 낮고 대체로 가격이 비싼 단점을 갖는다.

Off-Line UPS는 계통전원과 병렬로 중요 부하에 배치되며 인버터는 정상상태에서는 대기상태에 있다. 계통이 정상시에는 교류전원을 사용하다가 정전이 발생할 경우에 인버터로 절체하여 중요부하에 전력을 공급한다. 이 방식은 정전이 발생할 경우에만 인버터를 통해 전력을 공급하는 방식이기 때문에 On-Line 방식에 비해 효율이 좋지만, 정전시에 스위치를 통해 전원단에서 UPS로 연결되므로 절체 타임이 발생하여 순간적인 전원의 끊어짐이 발생한다.

Line Interactive UPS는 Off-Line UPS의 순단 문제를 보완하면서도 높은 운전 효율을 갖는다. Line Interactive UPS는 Single Stage의 AC/DC 변환기 구조를 갖으며 정상상태에서는 적은 전류로 DC측 에너지 저장장치의 충전상태를 유지만 하면 되므로 운전 효율이 높고 가격이 저렴하다. 또한 전원측의 전류 고조파를 제거할 수 있는 장점이 있다. 그러나 구현을 위해서는 현대의 제어이론을 적용한 고성능 제어기술의 개발이 요구된다.

본 논문에서는 이러한 고성능의 제어기술을 보다 쉽고, 빠르게 개발하기 위하여 MATLAB Simulink와 연동하여 간단히 다양한 제어 알고리즘을 구현 할 수 있는 dSPACE 장비를 사용하여 실험 장치를 구축하였다. 기존의 dSPACE 장비는 전압, 전류 센싱시 전압과 전류의 중간값을 센싱하지 못하므로 제어시 정확한 기본값을 읽지 못하여 제어에 어려움이 있었다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 전용의 중간값 측정 장비를 개발하여 dSPACE에서도 정확한 기본값의 측정을 가능 하도록 함으로써 고성능의 제어기술을 보다 쉽게 구현할 수 있었다. 이 시스템을 이용하면 여러 가지 다양한 인버터 제어알고리즘을 개발하는 기간을 단축할 수 있을 것으로 기대된다.

II. Line Interactive UPS

Line Interactive UPS는 그림 1과 같이 Static Switch, 초크 Coil, 인버터, 배터리로 구성되어 있다. 정전 시에는 Static Switch가 열려 주 전력을 끊고, 배터리의 전원을 이용하여 부하에 전력을 공급하여 준다.

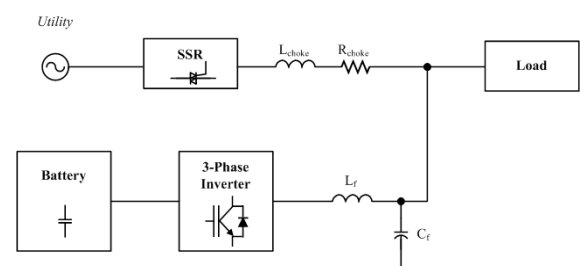


그림1 Line Interactive UPS

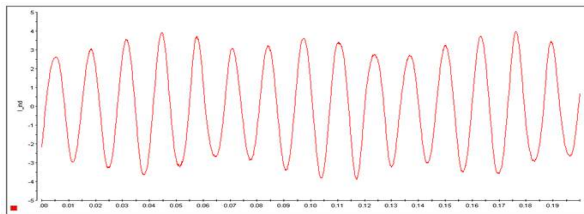
III. dSPACE를 위한 중간값 측정 장비

MATLAB Simulink는 전력전자 분야의 Simulation Tool로서 많이 사용되고 있다. 하지만 구현하기 위해서는 DSP로 프로그램을 구현해야 하기 때문에 검증하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하다.

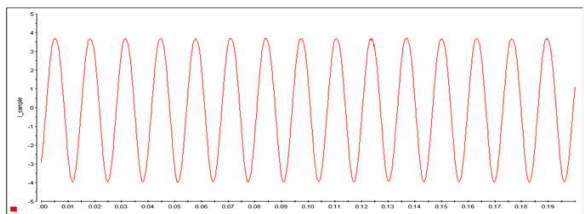
그러나 dSPACE 장비를 이용하면 MATLAB Simulink로 작성한 제어 알고리즘을 바로 실행할 수 있어, 빠른 시간내에 알고리즘을 검증할 수 있기 때문에 다양한 분야에서 사용되고 있다.

Line Interactive UPS 시스템과 같이 고성능 제어 알고리즘이 필요한 인버터 시스템에서는 정확한 전압 및 전류를 검출해야 한다. 그러나 기존의 dSPACE는 검출시점이 고정되지 않고 유동함으로써 그림 2와 같이 검출이 잘못 되어 제어가 불안해 질 수 있다.

정확한 검출을 하기 위해서는 PWM의 중간값에서 센싱을 해야 한다. 그래서 그림 3과 같이 dSPACE에서 나오는 PWM을 MCU를 이용하여 중간 값을 측정 후 Sample and Hold IC를 사용하여 전압, 전류를 정확히 센싱 할 수 있는 중간값 측정 장비를 개발하였다.



(a) 직접 전류 센싱시



(b) 중간값 측정장비를 이용한 센싱시

그림 2 전류 센싱 비교



그림 3 중간값 측정 장비

IV. MATLAB Simulink를 이용한 제어 알고리즘 구현

Line Interactive UPS 제어 알고리즘을 구현하기 위해 그림 4와 같이 MATLAB Simulink를 이용하여 제어 알고리즘을 구현하였다. MATLAB Simulink로 시뮬레이션을 통하여 검증 후 dSPACE 장비를 이용하여 바로 실험을 해 볼 수 있다.

그림 5는 실제 실험을 통하여 Line Interactive UPS의 정전시 부하측에 일정한 전압을 공급하여 주는 파형을 보인다.

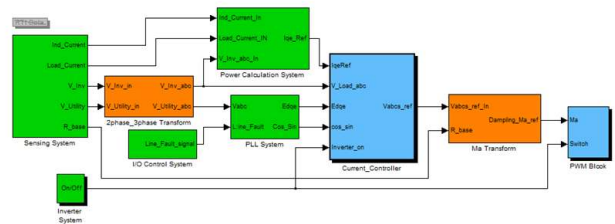


그림 4 MATLAB Simulink를 이용한 제어 알고리즘

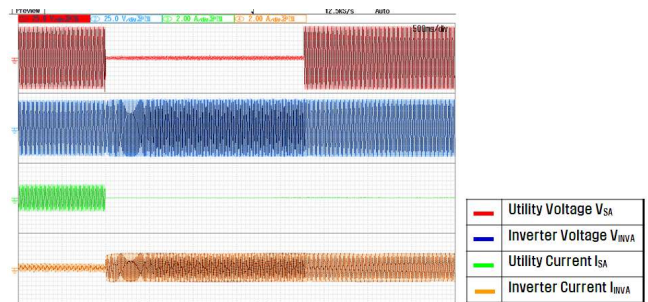


그림 5 Line Interactive UPS 정전시 파형

V. 결론

본 논문에서는 Line Interactive UPS 시스템을 MATLAB Simulink를 이용하여 제어 알고리즘을 구성하고 dSPACE 장비를 이용하여 구현하였다.

기존의 dSPACE 장비는 Ripple이 큰 전류, 전압 검출시 정확한 기본값을 측정하기 어렵기 때문에 중간값 측정 장비를 개발하여 PWM의 중간에서 검출하여 정확한 기본값을 측정하도록 하였다. 이 장비를 이용하면 다양한 고성능 인버터 제어 알고리즘을 쉽고 빠르게 구현할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 지준근, 김효성, 설승기, 김경환, "델타변환 방식의 삼상 라인 인터랙티브 무정전전원장치의 성능 시험", 2004년 전력전자학술대회, pp. 72-76.
- [2] Hyosung Kim, Taesik Yu, Sewan Choi, "Indirect Current Control Algorithm for Utility Interactive Inverters in Distributed Generation", IEEE Transactions on Power Electronics, Vo 23, pp. 1342-1347, 2008.
- [3] <http://www.mdstec.com>