

스마트 전력모듈을 사용한 100 kVA 급 인버터 개발

정윤이*, 정규범**, 이주광***, 정교범****
(주)루비*, 우석대학교**, 한국기술교육대학교***, 홍익대학교****

Development of 100 KVA Inverter Using Smart Power Module

Euney Jung*, Gyu Bum Joung**, Ju Kwang Lee***, and Gyo Bum Chung****
Ruby Co., Ltd.*, Woosuk Univ.**, Korea Univ. of Technology and Education*** and Hongik Univ.****

ABSTRACT

This paper presents a new smart power module for 100[kVA] inverter. In the inverter, the three smart modules are used and those are installed at the each pole of the inverter. Each module receives the switching functions from the inverter main controller, and generates duty ratio for IGBTs' switching of the pole. For the reliable operation of the inverter, CAN communication is used for transferring the switching functions from the main controller to the modules. Experiments verify the performance of the smart power module installed in 100[KVA] inverter.

1. 서론

스마트 전력모듈은 많은 응용분야의 인버터 및 컨버터 설계에서 전체 시스템의 간단한 구성을 가능하게 할 뿐만 아니라, 모듈 내부에 스위치 드라이브를 내장하고 있어서 많이 사용되고 있다^[1-4]. 특히, 소자의 과전류, 과전압으로 인한 트립과 모듈 온도의 과열과 같은 요인으로부터 자체적으로 소자를 보호할 수 있어서 신뢰성이 요구되는 분야에서 많은 사용이 되고 있다^[1-3].

본 논문에서 개발된 새로운 개념의 스마트 전력모듈은 DSP를 내장하고 있어서 트립발생, 온도보호 및 과전류 보호 등을 자체적으로 처리할 수 있으며, 제어용 메인보드와 통신이 가능하다. 본 논문에서 통신의 신뢰성 향상을 위해서 CAN 통신을 채택하였다. 교환되는 데이터는 스마트 모듈에서 신뢰성 향상을 위하여 에러 발생여부를 체크한다.

개발된 스마트 전력모듈 3개를 사용하여 100[kVA]급 3상 인버터를 제작하였다. 인버터의 메인 제어기 보드는 3개의 스마트 전력모듈에 스위칭 함수(듀티비)를 전송하고, 각 모듈의 DSP는 전송받은 데이터를 PWM 스위칭 신호로 재생하여 인버터 제어에 적용하였다. 모듈 및 인버터의 실험결과는 새로운 스마트 전력모듈이 신뢰성있게 동작함을 검증한다.

2. 새로운 스마트 전력모듈

그림 1은 개발된 스마트 전력모듈의 개념도를 나타낸다.

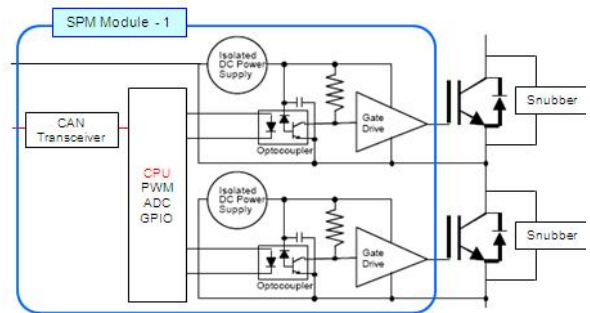


그림 1 개선된 스마트 전력모듈
Fig. 1 An improved smart power module

스마트 전력모듈의 내부에는 DSP(32bit Cortex Ma. 80 MHz 256KB flash, 64KB RAM)이 내장되어 있어서, 메인 제어기와 CAN 통신을 통하여 인버터 동작에 필요한 데이터를 교환한다. 교환된 데이터는 신뢰성 향상을 위하여 에러 체크를 실시한다. 또한, IGBT 스위치 폴의 전류 트립 및 온도 등 스위치의 보호를 자체적으로 처리한다. 특히 각 스위치 폴에 대한 스위칭 함수 즉 듀티비를 CAN 통신을 통하여 전송하며, DSP에서 데이터를 처리하여 스위치의 On/Off를 제어한다.

그림 2는 스마트 전력모듈의 데이터 교환을 나타낸다. 첫번째 파형은 CAN 통신의 데이터이다. 원내부의 파형은 1개의 데이터 전달을 나타낸다. 데이터는 3상 인버터의 3개의 폴에 대한 8 bit로 구성된 3개의 듀티비와 주소 비트를 포함한 CAN 통신에서 필요한 63비트를 포함하여 87 비트로 구성된다. 그림 2 아래의 3개 파형은 인버터 3개의 폴에 대하여 모듈내의 DSP에서 CAN통신으로 전송된 데이터를 이용하여 처리된 3개의 듀티비를 나타낸다. 듀티비는 인버터에 맞추어 5[kHz]의 스위칭 주파수를 보인다. CAN 통신은 1[Mbps]의 스피드가 요구

되므로 3상 인버터의 경우, 9[kHz]까지 스위칭이 가능하다. 그림 2는 제안된 스마트 모듈이 CAN 통신을 통하여 전송된 데이터의 듀티비를 성공적으로 처리하고 있음을 보여준다.



그림 2 스마트 전력모듈 데이터 교환
Fig. 2 Data exchanging of smart power module

3. 스마트 전력모듈의 인버터 적용

개발된 스마트 전력모듈을 이용하여 100[kVA] 3상 인버터를 제작하여 실험을 수행하였다. 그림 3은 인버터 시스템 구성도이다.

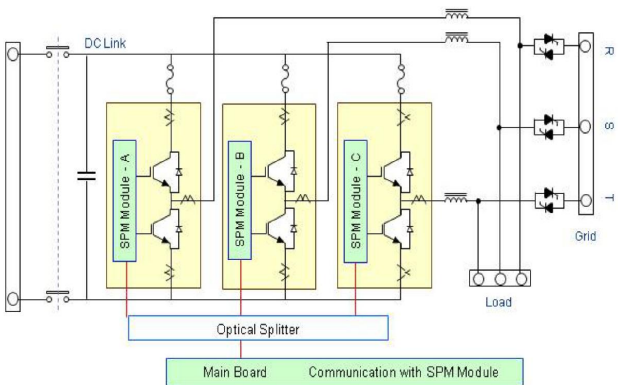


그림 3 3개의 스마트모듈로 구성된 3상 인버터
Fig. 3 3 phase inverter using 3 smart power modules

인버터 출력단은 계통연계형으로 부하와 계통사이에 Static Switch를 설치하였다. 시스템의 사양은 DC 전압 480[V], DC 커패시터 4700[uF], 출력전압 380[V], AC 인덕터 0.5[mH], IGBT는 FF50R12ME4이고 스위칭주파수는 5[kHz]이다. 메인보드와 스마트 전력모듈은 양방향 CAN 광통신을 통하여 IGBT의 SVPWM 스위칭을 위한 듀티비를 전송하며 전력모듈내의 DSP는 IGBT 스위칭 신호를 발생한다.

그림 4는 3상 인버터의 AC 고조파 필터단의 출력전압 파형을 나타낸다. 3상 출력전압은 예상파형과 유사하게 제어됨을 알 수 있다.

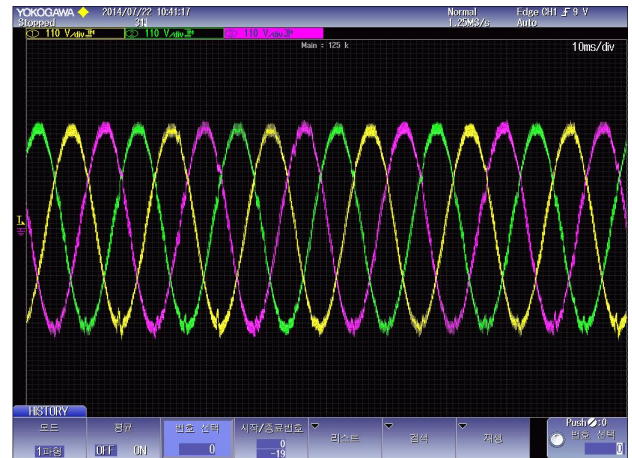


그림 4 3상 인버터의 고조파가 제거된 출력전압 파형
Fig. 4 Output voltage waveforms of 3 phase inverter with AC harmonic filter

4. 결론

본 연구는 DSP를 내장한 새로운 개념의 스마트 전력모듈을 개발하였다. 개발된 전력모듈은 트립발생, 온도보호 및 과전류 보호 등을 자체적으로 처리할 수 있으며, 메인 제어기 보드와 CAN 통신을 통하여 신뢰성 있는 데이터의 교환을 할 수 있다. 교환되는 데이터는 스마트 모듈에서 신뢰성 향상을 위하여 에러의 발생여부를 체크한다. 개발된 모듈은 100[kVA]급 인버터에 사용되었고, 실험을 통하여 성능을 검증하였다.

본 연구는 산업통상자원부 산업융합원천기술개발사업의 일환(과제번호10043465)으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Tae sung Kwon, and Sung il Yong, "The new smart power module for up to 1 kW Motor Drive Application," Journal of Power Electronics, Vol. 9, No. 3 May 2009, pp. 464-471.
- [2] Fairchild semiconductor, "Smart power module motion SPM user's guide applications.
- [3] Nader Barsoum, Lyndy Wong Sze Lin, "Implementation of a small size electronics power module for motor control," Global Journal of Technology & Optimization Vol. 3, 2012.
- [4] Soren Bakhoj Kjar, "Design and control of an Inverter for Photovoltaic Application," Aalborg university Denmark, 2005.