

# MIC용\_Push-Pull 컨버터의 연구

황정구, 김영수, 임영철, 남해곤, 박성준  
전남대학교

## Study of Push-Pull Converter for MIC application

J.G. Hwang, Y.S. Kim, Y.C. Lim, H.G. Nam, S.J. Park  
Chonnam National University

### ABSTRACT

본 논문에서는 Push Pull 방식의 DC/DC 컨버터를 기초한 새로운 MIC 토폴로지를 제안한다. Push Pull 컨버터의 변압기의 중간탭에 스위치를 추가하여 입력전류량을 제어하고 인버터는 Unfolder 형태로 스위칭하여 계통과 연계한다. 제안된 토폴로지는 PSIM 시뮬레이션을 통하여 MIC에 적합한 회로임을 검증하였다.

### 1. 서론

최근 석유 고갈과 이산화탄소 배출 규제 등으로 신재생에너지의 활용이 늘어나고 있다. 태양전지의 용량 및 어레이 구성을 용이하게 하기 위하여 태양전지 모듈마다 PCS를 설치하는 MIC가 개발되어 이용되고 있다.<sup>[1]</sup>

보통의 태양광 MIC는 태양광 모듈의 입력전압을 이용하여 계통에 연계해야 하므로 승압이 필수이다. 승압을 위한 컨버터로는 전압원과 전류원 컨버터가 있다. 이 컨버터들의 공통점은 DC전압을 승압컨버터를 통해 높은 DC전압으로 승압시킨후에 인버터의 스위칭을 통해서 계통에 연계할 수 있는 교류전압으로 만드는 점이다. 이 경우에 인버터의 스위칭을 고주파수로 하는 경우 손실이 커지는 단점이 있다. 이에 본 논문에서는 Push Pull 방식의 DC/DC 컨버터를 기초하여 새로운 MIC토폴로지를 제안하고 PSIM 시뮬레이션을 통하여 제안된 회로의 타당성을 검증하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 Push-Pull 방식의 전압원 전류원 컨버터

Push Pull 방식의 전압원과 전류원 컨버터를 그림 1,2에 나타내었다. PV 모듈을 입력으로 사용하는 경우 그 내부 등가회로가 전류원의 형태를 나타내므로 전압원 컨버터 보다는 전류원 컨버터가 더 유리하다. 그러므로, 본 논문에서는 전류원 Push Pull 컨버터를 기준으로 설계하였다.

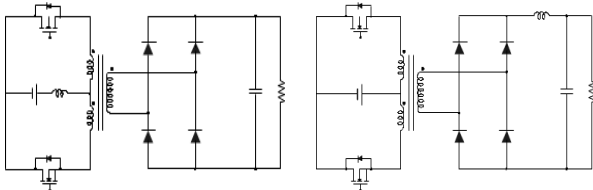


그림1 전류원 Push-Pull 컨버터  
Fig.1 Current Push-Pull Converter

그림2 전압원 Push-Pull 컨버터  
Fig.2 Voltage Push-Pull Converter

#### 2.2 제안된 MIC 기본회로

제안된 MIC를 설명하기 위한 기본회로를 그림 3에 나타내었다. 기존 전류원 Push Pull 컨버터에서 변압기의 중간탭에 보조스위치를 추가하여 입력전류의 제어를 가능하게 하였다. 또한 전류원인 인덕턴스를 누설Lk로 대체하여 전체 시스템의 크기를 축소하였다. 출력단에는 다이오드와 콘덴서를 이용한 반파정류 회로형 배압회로를 사용하여 1차측의 누설Lk1과 2차측의 공진탱크C2가 전체 한 주기에서 반주기동안 공진하며 Lk2와 C1이 나머지 반주기동안 공진하게 된다.<sup>[2]</sup>

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{k1} \cdot C_2}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{k2} \cdot C_1}} \quad (1)$$

Push Pull의 2개의 스위칭은 서로 상보적으로 동작하며 (1)식의 공진주파수보다 낮은 주파수에서 동작하고 MIC의 특성상 보통의 태양광 모듈이 25V 60V의 출력전압을 가지고 있고 또 최소전압에서 계통연계 해야 하므로 변압기의 권선비를 1 : 15로 설계하였다.

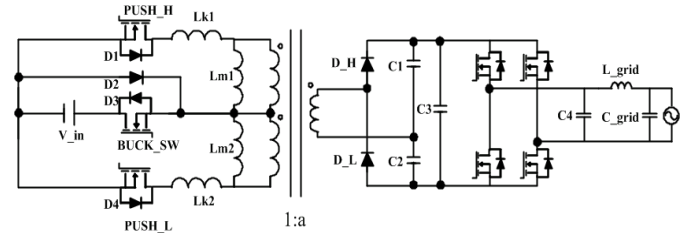


그림 3 제안된 MIC 회로  
Fig. 3 Proposed MIC Circuit

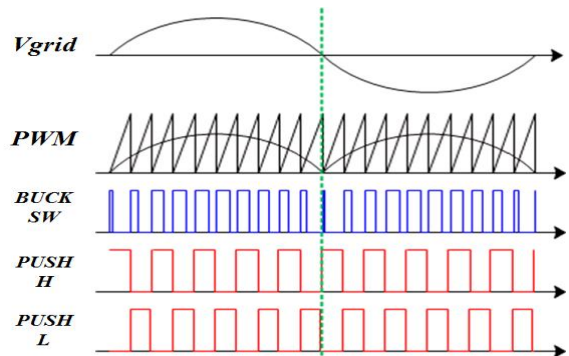
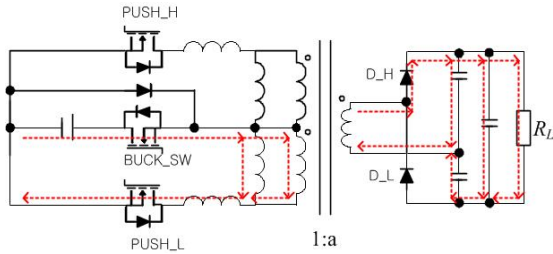


그림 4 보조스위치 PWM 생성  
Fig. 4 PWM Generator for Sub Switch

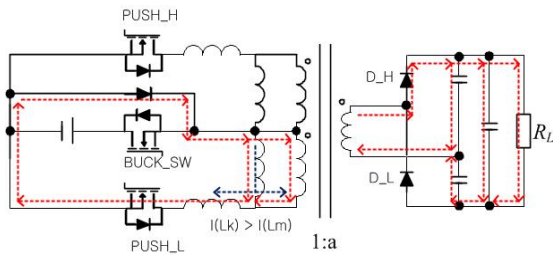
정류된 사인파를 생성하기 위하여 추가된 보조 스위치에 입력되는 게이트 PWM신호를 만드는 과정을 그림4에 나타내었다. 정류된 Sine파를 PWM신호의 Reference값으로 설정하므로 승압컨버터의 출력 또한 정류된 Sine파의 형태로 나타나게 된다.

### 2.3 동작모드

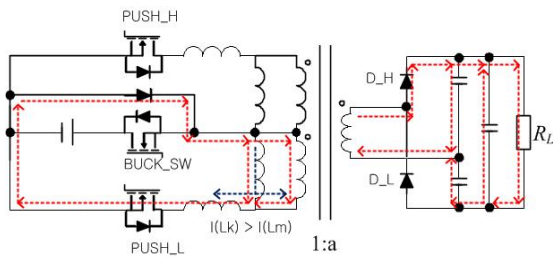
모든 Mode는 정상상태에서 해석하였다.



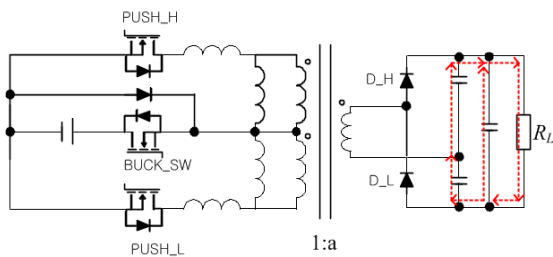
Mode 1 : BUCK\_SW [ON], PUSH\_L [ON], D\_H [ON]



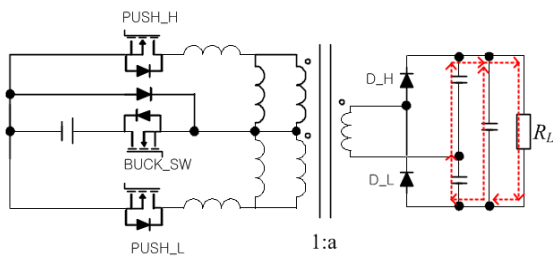
Mode 2 : BUCK\_SW [OFF], PUSH\_L [ON], D\_H [ON]



Mode 3 : BUCK\_SW [OFF], PUSH\_L [ON], D\_H [ON]



Mode 4 : BUCK\_SW [OFF], PUSH\_L [ON], D\_H [OFF]



Mode 5 : BUCK\_SW [OFF], PUSH\_L [OFF], D\_H [OFF]

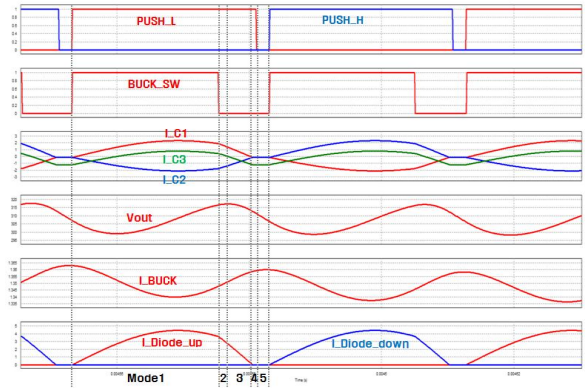


그림 5 모드분석  
Fig. 5 Mode Analysis

그림 5를 통해서 Push Pull 스위치의 ON/OFF시점에서 ZCS로 동작함을 확인할 수 있다.

### 2.5 시뮬레이션 및 파형

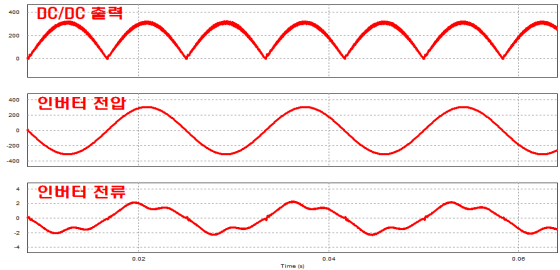


그림 6 인버터 전압 전류 파형  
Fig. 6 Inverter voltage and current waveforms

계통 연계시의 인버터의 전압과 전류파형을 그림 6에 나타내었다. 승압컨버터의 출력전압이 직류의 형태가 아닌 정류된 사인파의 형태로 나타나며 인버터의 스위칭을 Unfolder로 구현 하므로써 계통에 연계 되었음을 증명하였다.

### 3. 결론

본 논문에서는 기존 Push Pull 전류원 컨버터를 기초한 새로운 MIC토폴로지를 제안하였다. LC공진 특성을 이용한 Soft Switching이 가능하고 또한 인버터의 스위칭 동작이 단순한 Unfolder로서 구현되기 때문에 인버터의 스위칭 손실을 저감할 수 있다. 시뮬레이션 결과 계통에 연계할 수 있고 MIC에 적합한 회로임을 검증하였다.

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

### 참고 문헌

[1] Satoshi Miyawaki, Jun ichi Itoh, Kazuki Iwaya, "A High Efficiency Isolated DC/DC Converter Using Series Connection on Secondary Side", Power Electronics Conference (IPEC) 2010 International, Sapporo, 2010, pp. 620-625.  
[2] 송성근, 박성준, 김대경, 신덕식 "Push Pull을 이용한 소프트 스위칭 DC/DC 컨버터" 대한전기학회 학술대회 논문집, 989-990. 2009년