

# 태양광-풍력 발전 겸용 MIC 개발

김춘성, 이상혁, 이용재, 이상훈\*, 박성준  
전남대학교, 한국승강기대학\*

## Solar-wind Hybrid Generation MIC Development

Chun-Sung Kim, Yong-Jae Lee, Sang Hyeok Lee, Sang Hun Lee\*, Sung Jun Park  
Chonnam National University, Korea Lift College

### ABSTRACT

현재 학계에서는 신재생 에너지에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중 태양광과 풍력이 큰 비중을 차지하고 있다. 본 논문에서는 Push-Pull 컨버터를 기초한 전류형 PWM 인버터를 제안하고 계통 연계가 가능한 회로로의 타당성을 검증하였다. 스위칭 소자 중 Push-Pull 컨버터부의 두 개의 스위치만 PWM(Pulse Width Modulation)을 행하고 계통과 연결된 Full-Bridge의 스위치는 계통의 극성을 판단하여 Auto-ZCS(Zero Current Switching)가 가능하도록 설계하였다.

### 1. 서론

태양광 및 풍력에너지 자원은 그 자원이 무한하고 환경에 미치는 영향이 없어 최근 많은 연구가 이루어지고 있다. 때문에 소형 태양광 및 풍력에 대한 수요가 급증하고 있으며 이에 적합한 전력변환기 개발이 절실히 요구되고 있다.<sup>[1][2]</sup>

본 논문에서는 250[W]급 태양광 및 풍력발전 겸용 MIC로서 1차측 입력단에 Push-Pull 형태를 취하는 전류형 PWM 인버터를 제안하고 PSIM을 이용한 시뮬레이션을 통하여 제안된 전력 변환기의 타당성을 검증하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 전류형 PWM 인버터의 특성

태양광과 정유기를 통해 출력된 풍력발전의 전압은 직류이기 때문에 계통의 연계를 위해서는 직류를 교류로 변환하는 별도의 인버터를 필요로 하게 된다. 회로 방식으로는 전압형 인버터와 전류형 인버터가 있고 전류형 인버터의 경우 직류전원을 일정하게 유지하기 위해서 큰 리액터를 필요로 하는 단점이 있다.

장점으로는 태양전지 자체가 전류제한기의 기능을 갖고 이를 전류형 인버터에서 활용할 수 있기 때문에 안정성 면에서 우수하다. 또한 부하단락 및 인버터 사고 시 돌입전류에 대한 걱정이 없으며 계통 전압에 비해 출력전압이 낮아도 무방하다는 장점이 있다.

#### 2.2 제안된 전류형 PWM 인버터

그림 1은 제안하는 Push-Pull 컨버터를 기반으로 한 전류형 PWM 인버터를 보여준다.

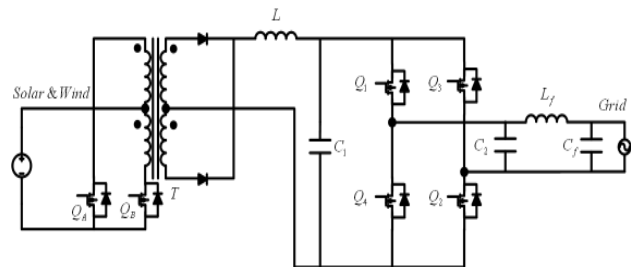


그림 1. 제안된 전류형 PWM 인버터  
Fig. Proposed Current-Source PWM Inverter

제안하는 회로는 2개의 PWM 스위치와 계통과의 연계시 출력방향을 설정하는 4개의 스위치, 그리고 변압기와 출력단 LC필터를 포함하는 구조를 지닌다. Push-Pull 컨버터의 스위치  $Q_A$ 와  $Q_B$ 는 PWM 스위칭을 하고 계통과 접속된 Full-Bridge의 스위치  $Q_1 \sim Q_4$ 는 ZCS가 가능한 구조로 이루어져 있으며 계통의 극성을 판단하여 출력 방향만을 결정하므로 PWM 방식에 비해 스위칭 손실을 저감할 수 있다.

PWM 스위치  $Q_A$ 에 한하여 모드는 세 부분으로 나눌 수 있으며, 이 때 소자는 모두 이상적이라 가정하고 출력이 Positive인 경우만을 고려한다. 그림 2는 스위치  $Q_A$ 와  $Q_B$ 에 인가된 신호와 인덕터 L에 흐르는 전류 파형을 나타낸다.

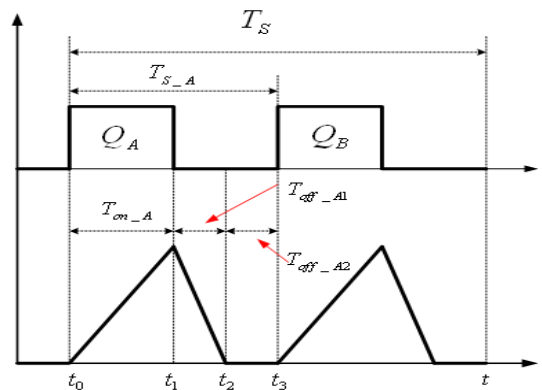


그림 2.  $Q_A$ 의 신호 및 인덕터 전류  
Fig.  $Q_A$  Gate Signal and Inductor Current

모드 1( $t_0 - t_1$ ):  $t_0$ 지점에서 스위치  $Q_A$ 가 도통되면 변압기 2

차측으로 전류가 유도되고 인덕터 L의 전류는 식 (1)과 같이 선형적으로 증가한다.

$$i_L = \frac{v_{in}}{L}(t - t_0) \quad (1)$$

$Q_A$  스위치의 도통구간  $T_{on-A}$ 의 인덕터 전류는 식 (2)와 같이 표현 가능하다.

$$I_{Lpeak} = \frac{v_{in}T_{on}}{L}, T_{on} = (t_1 - t_0) \quad (2)$$

**모드 2**( $t_1 - t_2$ ):  $Q_A$  스위치가 off되면 인덕터 L에 반대의 극성이 유도되며 소스로서 동작하게 된다. 이 때  $I_{Lpeak}$  전류가 모두 출력측으로 전달되어 모드 1에서 축적된 에너지가 부하로 전달된다.

**모드 3**( $t_2 - t_3$ ): 모든 PWM스위치가 off상태로 에너지의 전달이 없는 구간이다.

입력 인덕터에 전류가 불연속이므로 계통에 지속적인 전류 공급을 위해서 회로와 계통 사이에 Low-pass Filter를 사용하게 된다.

### 3. 시뮬레이션 및 결과

제안하는 전류형 PWM 인버터의 계통연계시 타당성을 검증하기 위하여 PSIM을 통하여 시뮬레이션 하였고 그림 3과 같다.

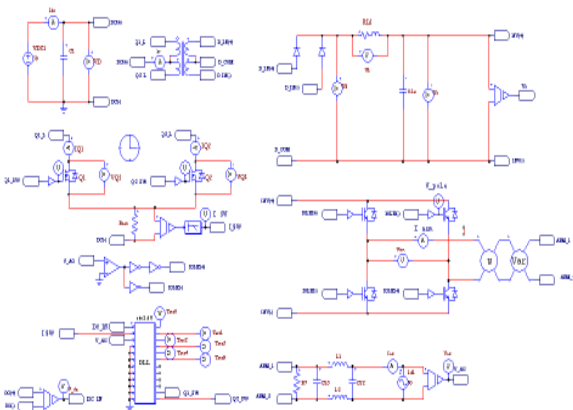
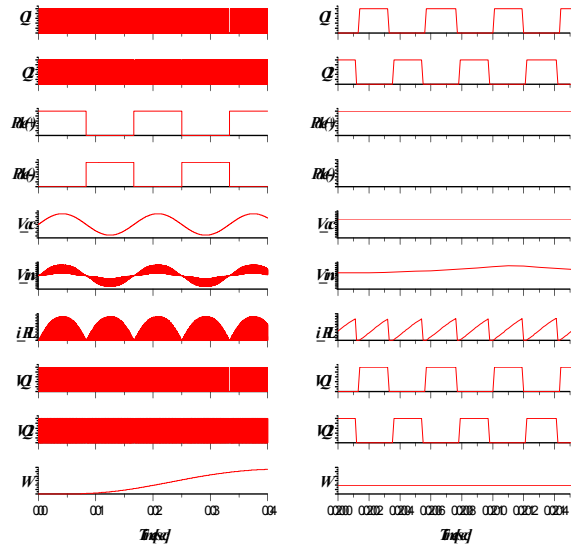


그림 3. 제안된 전류형 PWM인버터의 시뮬레이션  
Fig. Simulation of Proposed Current PWM Inverter

구성은 태양광 및 풍력발전 DC입력부에 Push-Pull 컨버터와 계통연계를 위한 AC변환부의 Full-Bridge로 구성되며, 전류가 불연속 모드로 동작하기 때문에 계통에 연속적인 전류공급을 위한 Low-pass Filter와 각 스위치의 게이팅 신호를 위한 DLL 블록으로 구성된다. 모든 소자는 이상적이라 가정하고 Sampling Frequency는 23k[Hz], Switching Frequency는 46k[Hz]로 산정하였으며, 변압기의 턴수비는 1:15이다.

그림 4의 (a)는 Push-Pull 컨버터부 두 개의 Gating 신호와 Full-Bridge의 스위칭을 위한 계통 극전압을 보여주며, 계통 전압과 Full-Bridge의 암 전압이 동기 되는 것을 파형을 통해 알 수 있다. 또한 직류링크의 L에 흐르는 전류와 Push-Pull 컨버터부의 스위치에 인가되는 전압, 그리고 계통에 전달되는 전력을 보여주고 있다.

그림 4의 (b)는 (a)의 파형을 확대한 파형으로서 DC Link단의 L에 전류가 불연속으로 전달되는 것을 볼 수 있고 이때 스위치의 on-off 동작을 보여주고 있다.



(a) (b)  
그림 4. 시뮬레이션의 부분별 동작파형  
Fig. The Waveform of Simulation at Each Part

그림 5는 계통과 연결된 Full-Bridge의 스위치에 인가되는 게이팅 신호와 전류의 파형이다. ZCS가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

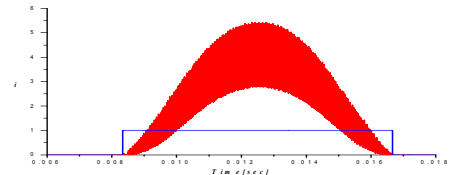


그림 5. ZCS 스위칭 파형  
Fig. The Waveform of ZCS

### 4. 결론

본 논문에서는 250[W]급 전류형 PWM 인버터를 제안하고, 계통연계를 위한 회로로서의 타당성을 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 계통측 Full-Bridge의 스위칭시 ZCS가 이루어짐을 확인하였고 입력 전압이 최대 50[V]에서 250[W]의 전력을 계통측에 공급함을 확인하였다.

### 참고 문헌

[1] 권완성, 김영식, 이영진, 한동화, 바이사, 정병환, 신우석, 최규하, “연료전지시스템용 Push-Pull 컨버터의 손실 해석”, 전력전자학회 논문집, pp. 103 - 105, 2008.10  
[2] Michihiko Nagao, and Koosuke Harada, “Power Flow of Photovoltaic System using Buck-Boost PWM Power Inverter”, IEEE/PEDS, pp.144-149, 1997.