

# Cascaded H-bridge 멀티레벨인버터의 모듈화 특성 개선과 동일 수명 보장을 위한 스와핑 스위칭 패턴

김선필, 최진성, 김한태, 강필순  
한밭대학교

## Swapping switching pattern for improving modular characteristics and ensuring the same aging of cascaded H-bridge multilevel inverter

Kim Sun pil, Choi Jin sing, Kim han tae, Kang Feel soon  
Hanbat national university

### ABSTRACT

Cascaded H bridge 멀티레벨인버터의 스위칭 패턴을 기본과 생성을 위한 저주파 동작과 파형 개선 목적의 고주파 PWM 스위칭 패턴으로 구분하여 스위칭 손실을 감소시킬 수 있지만 입력단의 DC 독립전압원은 각 H bridge 모듈이 담당하는 출력전압의 레벨에 따라 용량의 차이가 발생한다. 이는 각 H Bridge 모듈 스위치의 전류 스트레스 차이를 의미하며, 이로 인해 H bridge 모듈별 수명 차이를 발생시킨다. 본 논문에서는 용량 차이에 따른 모듈 특성 개선과 인버터 수명 문제를 해결하기 위하여 기존의 다중 반송파 정현 펄스폭 변조방식에 스와핑 스위칭 방법을 적용하여 Cascaded H bridge 멀티레벨 인버터에 적용함으로써 스위칭 손실 개선과 함께 각 H bridge 별 담당 부하 전력을 동일하게 하여 동일 전류 정격 스위치의 사용을 가능하게 한다. 제안된 스와핑 스위칭 패턴을 PD, POD, APOD 방식으로 구현하고 이론적 분석과 시뮬레이션을 통해 타당성을 검증한다.

### 1. 서 론

Cascaded H bridge 멀티레벨 인버터는 H bridge 모듈의 출력을 다단 결합하여 출력전압의 레벨 수를 증가시켜 사인파에 근접한 출력전압을 생성시키는 인버터이다. 직렬로 연결된 낮은 전압의 장치들을 이용하여 높은 전압을 생성이 가능하고, 또한 출력 전압의 다중 레벨을 형성함으로써 우수한 품질의 출력전압을 얻을 수 있다. 그러나 출력레벨이 높아질수록 스위치 소자의 개수가 증가하고 다수의 독립된 DC 전압 원을 필요로 한다는 단점이 있다. 이런 문제를 해결하기 위해, 펄스 폭 변조 기법(PWM)이 사용되었다. PWM 스위칭 기법은 THD 개선효과가 있지만, 스위칭 주파수가 증가될수록 높은 스위칭 손실이 발생한다. 이 문제를 완화하기 위해 2대의 H bridge 멀티레벨 인버터에 적용 가능한 변형된 스위칭 패턴이 제안 되었다. 하나의 모듈에서 PWM 동작을 하고, 다른 하나의 모듈에서 기본 주파수 동작을 함으로써 PWM 동작으로 인하여 발생하는 스위칭 손실을 완화 시켰다.<sup>[1]</sup> 그러나 하나의 모듈에서 PWM 동작을 하기 때문에, 스위치의 전류 스트레스로 인한 모듈별 스위치의 수명 차이가 발생하게 된다.

본 논문에서는 동일한 스위치 수명을 보장하는 스와핑 스위칭 패턴을 제안한다. 그리고 타당성 검증을 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다.

### 2. 제안하는 스와핑 스위칭 패턴

그림 1은 제안하는 스와핑 스위칭 패턴을 적용한 PD 방식 스위칭 패턴을 나타낸 그림이다. 레퍼런스파가 0보다 큰 영역에 있을 때 하나의 모듈은 고주파 PWM 동작을 하게 되고 다른 모듈은 기본과 생성을 위한 저주파 동작을 하게 된다. 반대로 레퍼런스파가 0보다 작은 영역으로 가게 되면, 이전 고주파 PWM 동작을 하던 모듈은 저주파 동작을 하고, 남은 모듈이 고주파 PWM 동작을 하게 된다. 각 모듈은 반주기 마다 서로의 동작을 바꾸어 하기 때문에 스위칭 손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 각 모듈의 스위치에서 생길 수 있는 스위치 수명 차이 또한 보완된다.

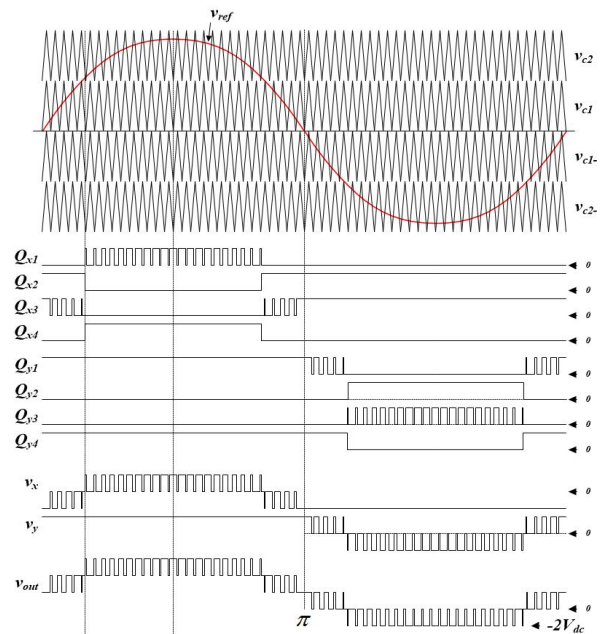


그림 1 PD방식을 적용한 제안하는 스와핑 스위칭 패턴  
Fig. 1 Proposed swapping switching pattern applying PD method

### 3. 시뮬레이션

본 논문에서 제안하는 스위칭 패턴의 타당성을 검증하기 위

해, PSIM을 통하여 제안하는 스와핑 스위칭 패턴을 PD, POD, APOD방식에 적용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 회로는 두 대의 인버터 모듈을 이용하여 구성하고 각 모듈의 입력전압의 크기는 DC 100[V], 스위칭 주파수는 20[kHz]로 설정하였다.

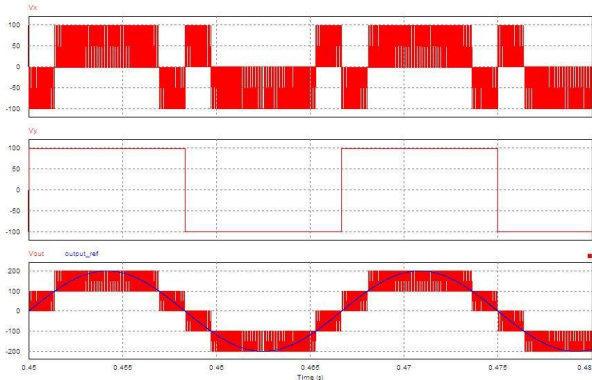


그림 2 제안된 PD 방식 스위칭 패턴  
Fig. 2 Proposed PD method switching pattern

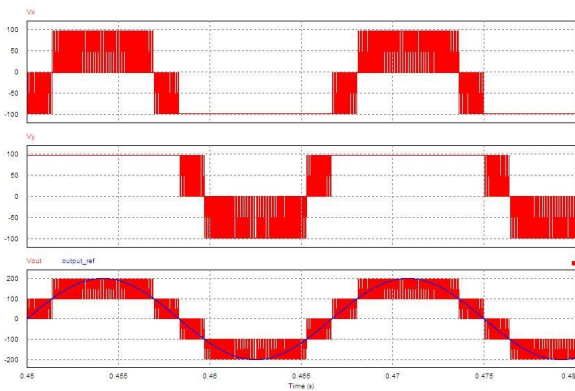


그림 3 제안된 PD 방식 스와핑 스위칭 패턴  
Fig. 3 Proposed PD method swapping switching pattern

그림 2는 이전에 제안된 PD 방식 스위칭 패턴을 적용한 시뮬레이션 결과이다. 하나의 모듈이 고주파 PWM 동작을 수행하고 출력전압이 75.129[V], 다른 하나의 모듈은 저주파 동작을 수행하고 출력전압의 크기가 97.942[V], 총 출력전압 142.376[V]를 갖는다. 그림 3은 제안하는 PD 방식 스와핑 스위칭 패턴을 적용한 시뮬레이션 결과이다. 반주기마다 각 모듈이 동작하는 역할을 바꾸고 있음을 알 수 있으며, 각 모듈 출력전압 87.273[V], 총 출력전압이 142.376[V]였다. 총 출력전압의 크기는 같지만, 이전에 제안된 스위칭 패턴은 하나의 모듈에서 고주파와 PWM동작을 지속적으로 담당하기 때문에 저주파 동작을 수행하는 모듈의 스위치에 비해 수명이 짧음을 알 수 있다. 반면에 스와핑 스위칭 패턴을 적용한 경우, 각 모듈이 반주기마다 역할을 바꾸어 동작을 하기 때문에 각 모듈의 스위치들은 동일한 스트레스를 받게 되어, 스위치 수명에 차이가 없음을 알 수 있다.

그림 4와 그림 5는 각 APOD와 POD의 방식에 스와핑 스위칭 패턴을 적용하여 수행한 시뮬레이션 결과로 PD방식의 스와핑 스위칭 패턴과 같은 결과를 얻는다.

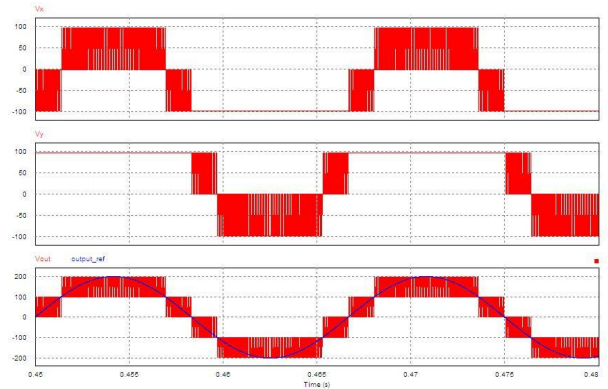


그림 4 제안된 APOD 방식 스와핑 패턴  
Fig. 4 Proposed swapping switching pattern applying APOD method

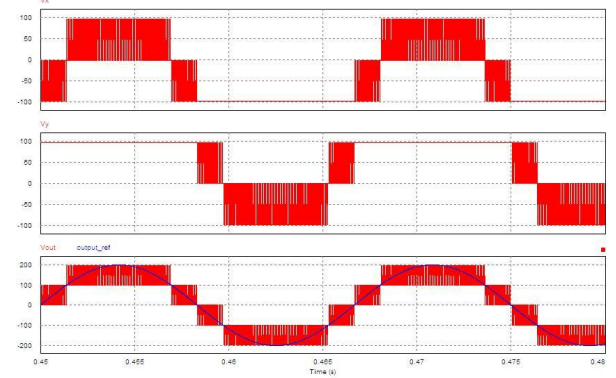


그림 5 제안된 POD 방식 스와핑 패턴  
Fig. 5 Proposed swapping switching pattern applying POD method

#### 4. 결 론

본 논문에서는 Cascaded H bridge 멀티레벨 인버터의 모듈화 특성 개선과 동일 수명 보장을 위한 스와핑 스위칭 패턴을 제안하였다. 제안하는 스와핑 스위칭 패턴은 다중 반송파 정현 펄스폭 변조기법에 적용하여 인버터의 THD 효율을 높이고, 각 모듈의 스위치가 동일한 수명을 갖게 한다. 제안된 스와핑 스위칭 패턴의 검증에 위해, PSIM을 이용한 시뮬레이션을 통하여 타당성을 검증하였다.

이 논문은 한밭대학교의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

#### 참 고 문 헌

- [1] 김선필, 정보창, 강필순 "Cascaded H bridge 멀티레벨인버터의 효율적인 스위칭 패턴", 대한전기학회학술대회논문집, pp. 1167 1168, 2011.