



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월22일
(11) 등록번호 10-1718303
(24) 등록일자 2017년03월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 7/483 (2007.01)

(52) CPC특허분류
H02M 7/483 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0032996

(22) 출원일자 2015년03월10일

심사청구일자 2015년03월10일

(65) 공개번호 10-2016-0109129

(43) 공개일자 2016년09월21일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020120079754 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 2 항

(73) 특허권자

한밭대학교 산학협력단

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(72) 발명자

강필순

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

박진수

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

(74) 대리인

특허법인 플러스

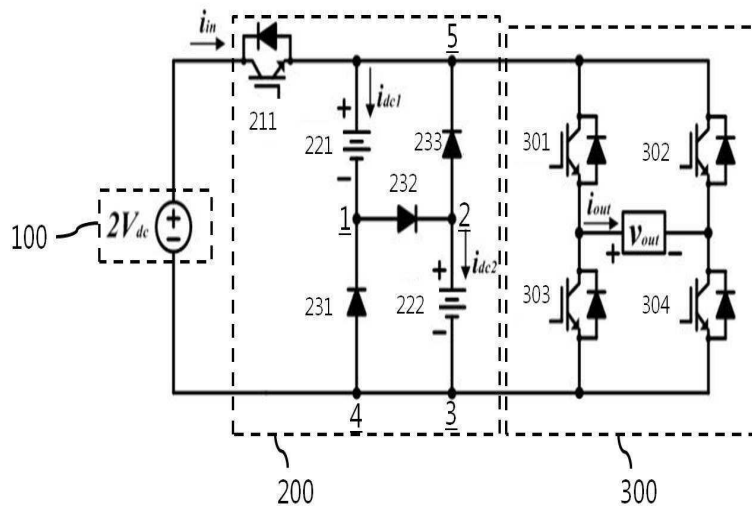
심사관 : 남배인

(54) 발명의 명칭 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터

(57) 요약

본 발명은 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 단일 DC 입력 전압원(100), 상기 단일 DC 입력 전압원(100)과 메인 스위칭부(300)의 사이에 개재 구비되어, 포함되어 있는 소자들의 구동에 따라 멀티레벨 출력 전압을 변압하여 출력하는 보조 회로부(200) 및 상기 보조 회로부(200)의 양단에 연결되는 다수 개의 스위칭 소자를 포함하여, 상기 보조 회로부(200)에서 인가되는 출력신호를 캐스케이드 방식의 H-브릿지(Cascaded H-bridge)를 통해 상기 스위칭 소자의 상보적 동작시 멀티레벨 출력 전압의 극성을 결정하여 출력하는 메인 스위칭부(300)를 포함하는 것을 특징으로 하는 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(56) 선행기술조사문헌

KR1020130061011 A

M. Thiagrajan et al. "Multilevel Inverter For PV System Employing MPPT Technique". IJERT. 2012.

G.S. Arun Kumar et al. "H-Bridge Multilevel Inverter to Obtain Quality Power". IJAREEIE. 2014.

KR1020120079754 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A1A2053509

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자 지원사업

연구과제명 모터 권선의 인덕턴스와 멀티레벨회로구조를 이용한 전기자동차용 일체형 충전·구동시스

템

기여율 1/1

주관기관 한밭대학교 산학협력단

연구기간 2014.11.01 ~ 2017.04.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

단일 DC 입력 전압원(100);

상기 단일 DC 입력 전압원(100)과 메인 스위칭부(300)의 사이에 개재 구비되어, 포함되어 있는 소자들의 구동에 따라 멀티레벨 출력 전압을 변압하여 출력하는 보조 회로부(200); 및

상기 보조 회로부(200)의 양단에 연결되는 다수 개의 스위칭 소자를 포함하여, 상기 보조 회로부(200)에서 인가되는 출력신호를 캐스케이드 방식의 H-브릿지(Cascaded H-bridge)를 통해 상기 스위칭 소자의 상보적 동작시 멀티레벨 출력 전압의 극성을 결정하여 출력하는 메인 스위칭부(300);

를 포함하며,

상기 보조 회로부(200)는

스위치(211), 제 1 및 제 2 배터리(221, 222), 제 1 내지 제 3 다이오드(231 내지 233)를 포함하여 구성되고,

상기 스위치(211)는 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 일단 및 상기 메인 스위칭부(300)의 일단 사이에 배치되어,

상기 제 1 배터리(221)는 상기 스위치(211)의 타단 및 제 1 다이오드(231)의 일단과 제 2 다이오드(232)의 일단 사이의 제 1 노드(1)에 각각 연결되고,

상기 제 2 배터리(222)는 제 2 다이오드(232)의 타단과 제 3 다이오드(233)의 타단 사이의 제 2 노드(2) 및 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단과 메인 스위칭부(300)의 타단 사이의 제 3 노드(3)에 각각 연결되고,

상기 제 1 다이오드(231)는 상기 제 1 노드(1) 및 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단과 메인 스위칭부(300)의 타단 사이의 제 4 노드(4)에 각각 연결되고,

상기 제 2 다이오드(232)는 상기 제 1 노드(1) 및 상기 제 2 노드(2)에 각각 연결되고,

상기 제 3 다이오드(233)는 단일 DC 입력 전압원(100)의 일단과 메인 스위칭부(300)의 일단 사이의 제 5 노드(5) 및 상기 제 2 노드(2)에 각각 연결되고,

상기 메인 스위칭부(300)의 멀티레벨 출력 전압은 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단의 전위를 기준으로 출력되도록 상기 메인 스위칭부(300)의 다수 개의 스위칭 소자 중에서 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단과 연결된 적어도 하나의 스위칭 소자가 도통하는 것을 특징으로 하는 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 메인 스위칭부(300)는

상기 제 1 내지 제 4 스위치(301 내지 304)를 포함하여 구성되며,

상기 제 1 스위치(301)의 타단과 상기 제 3 스위치(303)의 일단은 서로 연결되고, 상기 제 1 스위치(301)의 일단은 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)의 타단에 연결되고, 상기 제 3 스위치(303)의 타단은 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단에 연결되며,

상기 제 2 스위치(302)의 타단과 상기 제 4 스위치(304)의 일단은 서로 연결되고, 상기 제 2 스위치(302)의 일

단은 상기 제 1 스위치(301)의 일단에 연결되고, 상기 제 4 스위치(304)의 타단은 상기 제 3 스위치(303)의 타단에 연결되는 것을 특징으로 하는 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다수 개의 다이오드, 스위치 및 직병렬 결합 구조의 복수 개의 배터리로 구성되는 보조 회로와 단일 DC 입력 전압원을 H-bridge 모듈의 입력으로 제공함으로써, 출력전압 레벨수를 증가시킬 수 있는 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 멀티레벨 인버터는 태양광 및 전기 자동차 등 DC 전압으로 이루어진 시스템을 계통에 연결하기 위해 AC 전압으로 변환하는 산업 전반적인 분야에서 응용되고 있다. 낮은 DC 입력 전압을 스위칭을 통해 직렬 연결함으로써 높은 전압을 출력할 수 있고, 출력 레벨이 증가할수록 정현파에 가깝게 출력하기 때문에 왜곡률이 감소하여 양질의 AC 전압을 얻을 수 있다.

[0003] 멀티레벨 인버터는 여러 개의 스위치 소자를 이용하여 낮은 전압을 합성하여 출력 전압을 형성하는 방식으로, 스위칭되는 전압의 크기가 작아 dv/dt에 의한 영향이 작아지며 EMI/EMC(전자파 간섭/적합성) 등의 문제 역시 감소된다.

[0004] 허나, 다양한 장점에도 불구하고 멀티레벨 인버터는 다수의 스위치를 이용한다는 점에서 기본적인 단점을 가지고 있으며, 특히, 전압 레벨이 증가할수록 스위치의 개수도 비례하여 증가하고, 스위치를 구동하기 위한 구동회로 역시 증가하므로, 회로적인 복잡성 및 비용증가로 이어지며, 스위치 소자의 제어가 복잡해지는 단점이 있다.

[0005] 또한, 전압 레벨이 증가할수록 멀티레벨 인버터의 종류에 따라 스위치 이외에 추가적으로 클램핑 다이오드, 플라이 커패시터 독립된 DC 전압원을 필요로 한다.

[0006] 이에 따라, 다수의 출력전압 레벨을 생성하기 위한 멀티레벨 인버터 회로 구성에서 가능한 적은 수의 소자로 회로를 구성하는 것은 매우 중요하며, 양질의 출력전압을 생성시키는 인버터의 구조 관점에서 최소의 소자 수로 최대 개수의 출력전압 레벨 생성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0007] 멀티레벨 인버터는 회로의 구조적 특징에 따라, Diode-clamped 멀티레벨 인버터, Flying-capacitor 멀티레벨 인버터 및 Cascaded H-bridge 멀티레벨 인버터로 구분된다.

[0008] Diode-clamped 멀티레벨 인버터의 구조는 도 1의 a)에 도시되어 있으며, 고조파 성분이 매우 낮고 모든 소자들이 기본 주파수로 스위칭되기 때문에, 인버터 효율이 높으며 제어가 간단한 장점이 있지만, 레벨수가 높을수록 다수의 다이오드가 필요하다는 단점이 있다.

[0009] Flying-capacitor 멀티레벨 인버터의 구조는 도 1의 b)에 도시되어 있으며, Diode-clamped 멀티레벨 인버터와 비슷한 구조이나, 다이오드 대신 커패시터를 이용함으로써, 내부 전압 레벨이 여유를 얻을 수 있어 안정적인 전원 공급이 가능하지만, 레벨수가 올라갈수록 제어가 복잡해지고 다수의 커패시터가 필요하며, 구조상 모듈화시키기 어렵기 때문에, 확장에 어려움이 따른다.

[0010] 또한, 다수의 커패시터 전압의 불균형 문제로 인해 제어가 복잡하다는 단점도 있다.

[0011] Cascaded H-bridge 멀티레벨 인버터의 구조는 도 1의 c)에 도시되어 있으며, 다수의 H-bridge 모듈을 직렬로 연결한 구조로, 기존의 클램핑 다이오드나 플라이 커패시터가 불필요하다.

[0012] 이에 따라, 최소의 소자로 구성이 가능하며, 모듈화를 통한 확장 및 제어가 용이하고, 구조상 전압 불균형이 발생하지 않는다.

[0013] 하지만, Cascaded H-bridge 멀티레벨 인버터는 독립된 DC 전압원을 이용하기 때문에, 전압레벨이 증가할수록 그

에 비례하여 독립된 DC 전압원 역시 증가하게 되며, 일반적으로 신재생 에너지 분야를 제외한 일반 산업용 응용 분야에서는 다수의 독립된 DC 전압원을 확보하는데 어려움이 따르므로 사용에 제약이 있다.

[0014] 국내등록특허 제10-1312589호("멀티레벨 인버터 및 그 인버터의 구동 방법", 이하 선행문헌 1)에서는 역률 제어가 가능한 DC 링크 스위치를 갖는 멀티레벨 인버터 및 그 인버터의 구동 방법을 개시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 국내 등록 특허 제10-1312589호(등록일자 2013.09.23.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 다수 개의 다이오드, 스위치 및 직병렬 경합 구조의 복수 개의 배터리로 구성되는 보조 회로와 단일 DC 입력 전압원을 H-bridge 모듈의 입력으로 제공함으로써, 출력전압 레벨수를 증가시킬 수 있는 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터는, 단일 DC 입력 전압원(100), 상기 단일 DC 입력 전압원(100)과 메인 스위칭부(300)의 사이에 개재 구비되어, 포함되어 있는 소자들의 구동에 따라 멀티레벨 출력 전압을 변압하여 출력하는 보조 회로부(200) 및 상기 보조 회로부(200)의 양단에 연결되는 다수 개의 스위칭 소자를 포함하여, 상기 보조 회로부(200)에서 인가되는 출력신호를 캐스케이드 방식의 H-브릿지(Cascaded H-bridge)를 통해 상기 스위칭 소자의 상보적 동작시 멀티레벨 출력 전압의 극성을 결정하여 출력하는 메인 스위칭부(300)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 이 때, 상기 보조 회로부(200)는 스위치(211), 제 1 및 제 2 배터리(221, 222), 제 1 내지 제 3 다이오드(231 내지 233)를 포함하여 구성되며, 상기 스위치(211)는 단일 DC 입력 전압원(100)의 일단 및 메인 스위칭부(300)의 일단 사이에 배치되고, 상기 제 1 배터리(221)는 상기 스위치(211)의 타단 및 제 1 다이오드(231)의 일단과 제 2 다이오드(232)의 일단 사이의 제 1 노드(1)에 각각 연결되고, 상기 제 2 배터리(222)는 제 2 다이오드(232)의 타단과 제 3 다이오드(233)의 타단 사이의 제 2 노드(2) 및 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단과 메인 스위칭부(300)의 타단 사이의 제 3 노드(3)에 각각 연결되고, 상기 제 1 다이오드(231)는 상기 제 1 노드(1) 및 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단과 메인 스위칭부(300)의 타단 사이의 제 4 노드(4)에 각각 연결되고, 상기 제 2 다이오드(232)는 상기 제 1 노드(1) 및 상기 제 2 노드(2)에 각각 연결되고, 상기 제 3 다이오드(233)는 단일 DC 입력 전압원(100)의 일단과 메인 스위칭부(300)의 일단 사이의 제 5 노드(5) 및 상기 제 2 노드(2)에 각각 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 메인 스위칭부(300)는 상기 제 1 내지 제 4 스위치(301 내지 304)를 포함하여 구성되며, 상기 제 1 스위치(301)의 타단과 상기 제 3 스위치(303)의 일단은 서로 연결되고, 상기 제 1 스위치(301)의 일단은 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)의 타단에 연결되고, 상기 제 3 스위치(303)의 타단은 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단에 연결되며, 상기 제 2 스위치(302)의 타단과 상기 제 4 스위치(304)의 일단은 서로 연결되고, 상기 제 2 스위치(302)의 일단은 상기 제 1 스위치(301)의 일단에 연결되고, 상기 제 4 스위치(304)의 타단은 상기 제 3 스위치(303)의 타단에 연결되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터는 다수 개의 다이오드, 스위치 및 직병렬 결합 구조의 복수 개의 배터리로 구성되는 보조 회로와 단일 DC 입력 전압원을 H-bridge 모듈의 입력으로 제공함으로써, 용이하게 출력전압 레벨수를 증가시킬 수 있는 효과가 있다. 특히, 기존의 5-레벨 출력 멀티레벨 인버터보다 스위치가 최대 2개 감소하여 비용절감 및 스위칭 손실저감이 가능한 장점이 있다.
- [0021] 이 때, 보조 회로에 포함되어 있는 스위치 동작에 따라 단일 DC 입력 전압원이 직렬 또는 병렬로 결합되도록 제어할 수 있다. 이를 통해서, 직렬 결합 시 출력 전압 크기 증가, 병렬 결합시 전류용량 증가하는 효과가 있다.
- [0022] 더불어, PD(Phase Disposition), POD(Phase Opposite Disposition), APOD(Alternative Phase Opposite Disposition) 변조기법을 적용할 때, 변조비 0.4-1.0 구간에서 THD가 5% 미만을 만족하기 때문에 양질의 전압을 얻을 수 있는 장점이 있다.
- [0023] 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터는 단일 DC 입력 전압원과 절연이 되는 상황의 경우에도, 보조 회로부에 구비되어 있는 배터리를 활용하여 V_{dc} 레벨 출력 유지가 가능한 장점이 있다.
- [0024] 또한, 셀 단위로 모듈화가 가능하여 모듈을 추가함으로써, 출력전압 레벨확장에 매우 유용하며, 모듈로 구성되어 있으므로 유지보수 측면에서도 간편한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일반적인 멀티레벨 인버터의 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 3 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에서 보조 회로부의 동작 제어에 따른 전류 흐름을 나타낸 실시예이다.
- 도 8 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 각각의 변조기법(PD, POD, APOD)을 적용한 후 스위칭 패턴을 나타낸 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 각 스위칭 파형을 나타낸 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 각 스위칭 양단의 전압 및 전류 파형을 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 예시 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터를 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 또한, 명세서 전반에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0027] 이 때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0028] 도 2 및 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 구조를 나타낸 도면이며, 도 3 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 보조 회로부의 동작 제어에 따른 전류 흐름을 나타낸 실시예이다.

- [0029] 도 2 내지 도 7을 참조로 하여 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터를 상세히 설명한다.
- [0030] 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터는 도 2에 도시된 바와 같이, 단일 DC 입력 전압원(100), 보조 회로부(200) 및 메인 스위칭부(300)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터를 통해서, 기존의 캐스케이드 방식의 H-브릿지(Cascaded H-Bridge) 멀티레벨 인버터와 비교하여, 단일 DC 입력 전압원과 H-브릿지 모듈인 메인 스위칭부 사이에 보조 회로를 개재 구비하여, 스위치 개수가 상대적으로 감소하고 이로 인한 비용절감 및 스위칭 손실저감이 가능한 장점이 있습니다.
- [0032] 각 구성에 대해서 자세히 알아보자면,
- [0033] 상기 단일 DC 입력 전압원(100)은 태양전지와 같은 DC 전압원이거나 풍력발전과 같이 교류의 상용전원을 제공받아, DC 전압으로 변환하여 출력할 수 있으며, DC 전압을 출력하기 위하여, 상기 단일 DC 입력 전압원(100)은 입력되는 교류 전원을 정류하기 위한 정류부(미도시) 및 상기 정류부에서 출력되는 전압을 평활하는 평활회로부(미도시)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0034] 상기 보조 회로부(200)는 스위치(211), 제 1 및 제 2 배터리(221, 222), 제 1 내지 제 3 다이오드(231 내지 233)를 포함하여 구성되며, 상기 단일 DC 입력 전압원(100)과 상기 메인 스위칭부(300)의 사이에 개재 구비되어, 포함되어 있는 상기 스위치(211), 제 1 및 제 2 배터리(221, 222), 제 1 내지 제 3 다이오드(231 내지 233) 소자들의 구동에 따라 멀티레벨 출력 전압을 변압하여 출력할 수 있다.
- [0035] 여기서, 상기 제 1 배터리(221)(V_{dc1})와 제 2 배터리(222)(V_{dc2})는 서로 동일한 전압을 갖고 있으며, 상기 단일 DC 입력 전압원(100)($2V_{dc}$)은 상기 제 1 배터리(221)(V_{dc1})와 제 2 배터리(222)(V_{dc2})의 직렬 결합의 전압과 같다.
- [0036] 다시 말하자면, 하기의 수식과 같은 조건을 만족하는 것이 바람직하다.
- [0037] $2V_{dc} = V_{dc1} + V_{dc2}$ 단, $V_{dc1} = V_{dc2}$
- [0038] 상기 스위치(211)는 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 일단 및, 상기 메인 스위칭부(300)의 일단 사이에 배치되는 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 제 1 배터리(221)는 상기 스위치(211)의 타단 및, 상기 제 1 다이오드(231)의 일단과 상기 제 2 다이오드(232)의 일단 사이의 제 1 노드(1)에 각각 연결되고,
- [0040] 상기 제 2 배터리(222)는 상기 제 2 다이오드(232)의 타단과 상기 제 3 다이오드(233)의 타단 사이의 제 2 노드(2) 및, 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단과 상기 메인 스위칭부(300)의 타단 사이의 제 3 노드(3)에 각각 연결되는 것이 바람직하다.
- [0041] 또한, 상기 제 1 다이오드(231)는 상기 제 1 노드(1) 및, 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단과 상기 메인 스위칭부(300)의 타단 사이의 제 4 노드(4)에 각각 연결되고,
- [0042] 상기 제 2 다이오드(232)는 상기 제 1 노드(1) 및, 상기 제 2 노드(2)에 각각 연결되고,
- [0043] 상기 제 3 다이오드(233)는 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 일단과 상기 메인 스위칭부(300)의 일단 사이의 제 5 노드(5) 및, 상기 제 2 노드(2)에 각각 연결되는 것이 바람직하다.
- [0044] 상기 메인 스위칭부(300)는 상기 보조 회로부(200)의 양단에 연결되는 다수 개의 스위칭 소자를 포함하며, 상기 보조 회로부(200)에서 인가되는 출력신호를 캐스케이드 방식의 H-브릿지(Cascaded H-Bridge)를 통해 상기 스위

칭 소자의 상보적 동작시 멀티레벨 출력 전압의 극성을 결정하여 출력할 수 있다.

- [0045] 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 입력 전압원과 배터리 직렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에서 사용되는 스위칭 소자들은 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT, Insulated Gate Bipolar Transistor)로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0046] 자세히 알아보자면, 상기 메인 스위칭부(300)는 제 1 내지 제 4 스위치(301 내지 304)를 포함하여 구성되며, 상기 제 1 내지 제 4 스위치(301 내지 304)는 가장 높은 전압레벨인 V_{dc} , $-V_{dc}$ 및 출력전압의 극성을 결정하는 일을 수행할 수 있다.
- [0047] 상기 제 1 스위치(301)의 타단과 상기 제 3 스위치(303)의 일단은 서로 연결되어 있으며, 상기 제 1 스위치(301)의 일단은 상기 보조 회로부(200)에 포함되어 있는 상기 스위치(201)의 타단과 연결되어 있으며, 상기 제 3 스위치(303)의 타단은 상기 단일 DC 입력 전압원(100)의 타단에 연결되는 것이 바람직하다.
- [0048] 상기 제 2 스위치(302)의 타단과 상기 제 4 스위치(304)의 일단은 서로 연결되어 있으며, 상기 제 2 스위치(302)의 일단은 상기 제 1 스위치(301)의 일단에 연결되어 있으며, 상기 제 4 스위치(304)의 타단은 상기 제 3 스위치(303)의 타단에 연결되는 것이 바람직하다.
- [0049] 여기서, 상기 제 1 스위치(301)의 타단과 상기 제 3 스위치(303)의 일단이 서로 연결되어 있는 노드와, 상기 제 2 스위치(302)의 타단과 상기 제 4 스위치(304)의 일단이 서로 연결되어 있는 노드에 양단이 연결되어 있는 부하로의 출력전압 V_{out} 은 상기 보조 회로부(200)의 동작 제어에 따라 상이한 전류 흐름으로 상이한 출력 전압을 갖게 되며 아래에서 도 3 내지 도 7을 참고하여 설명한다.
- [0050] 제 1 실시예 Output Voltage Level = $V_{dc1} = V_{dc2}$
- [0051] 도 3은 출력전압 V_{out} 이 V_{dc} 일 때의 전류의 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0052] 도 3과 같이, 출력전압 V_{out} 이 V_{dc} 일 때, 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)는 Turn-off 상태이며, 제 1 다이오드(231)와 제 3 다이오드(233)는 on 상태이며, 제 2 다이오드(232)만이 off 상태로 제어하게 된다.
- [0053] 이 경우, 제 1 배터리(221)와 제 2 배터리(222)가 서로 병렬 연결되기 때문에, 배터리 전류의 2배를 출력으로 전달하게 된다.
- [0054] 상기 메인 스위칭부(300)의 제 1 스위치(301)와 제 4 스위치(304)가 turn-on 상태가 되어 출력단에 V_{dc} 의 출력 전압이 형성된다.
- [0055] 제 2 실시예 Output Voltage Level = $2V_{dc}$
- [0056] 도 4는 출력전압 V_{out} 이 $2V_{dc}$ 일 때의 전류의 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0057] 도 4와 같이, 출력전압 V_{out} 이 $2V_{dc}$ 일 때, 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)는 Turn-on 상태로 제어함으로써, 상기 단일 DC 입력 전압원(100)과 출력전압의 레벨이 동일하게 되어 출력단에 $2V_{dc}$ 의 출력전압이 형성된다.
- [0058] 또한, 제 1 다이오드(231)와 제 3 다이오드(233)는 off 상태가 되고, 제 2 다이오드(232)는 on 상태가 되면서, 제 1 배터리(221)와 제 2 배터리(222)가 직렬 결합되어 상기 단일 DC 입력 전압원(100)과 병렬 결합 구조를 갖게 된다.
- [0059] 이 때, 상기 단일 DC 입력 전압원(100)은 V_{dc} 레벨 출력으로 인해 소모된 제 1 배터리(221)와 제 2 배터리(222)의 에너지를 충전하는 동작을 수행하게 되며,
- [0060] 상기 메인 스위칭부(300)는 제 1 실시예와 동일하게, 제 1 스위치(301)와 제 4 스위치(304)가 turn-on 상태가

되어 출력단에 $2V_{dc}$ 의 출력전압이 형성된다.

- [0061] 제 3 실시예 Output Voltage Level = 0
- [0062] 도 5는 출력전압 V_{out} 이 0 일 때의 전류의 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0063] 도 5와 같이, 출력전압 V_{out} 이 0 일 때, 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)는 Turn-off 상태로 제어하고, 상기 메인 스위칭부(300)의 제 1 스위치(301)와 제 2 스위치(302)가 turn-off 동작을 하게 되고, 제 3 스위치(303)와 제 4 스위치(304)가 turn-on 동작을 하게 된다.
- [0064] 이를 통해서, 입력단의 전압 및 전류 에너지가 출력단으로 전달되지 않아 출력단에 0의 출력전압이 형성된다.
- [0065] 제 4 실시예 Output Voltage Level = $-V_{dc}$
- [0066] 도 6은 출력전압 V_{out} 이 $-V_{dc}$ 일 때의 전류의 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0067] 도 6과 같이, 출력전압 V_{out} 이 $-V_{dc}$ 일 때, 제 1 실시예와 동일하게 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)는 Turn-off 상태이며, 제 1 다이오드(231)와 제 3 다이오드(233)는 on 상태이며, 제 2 다이오드(232)만이 off 상태로 제어하게 되나, 상기 메인 스위칭부(300)의 스위치 소자의 동작을 반대로 제어함으로써, 출력단에 $-V_{dc}$ 의 출력전압이 형성된다.
- [0068] 즉, 상기 메인 스위칭부(300)의 제 1 스위치(301)와 제 4 스위치(304)가 turn-off 동작을 하게 되고, 제 2 스위치(302)와 제 3 스위치(303)가 turn-on 동작을 하게 된다.
- [0069] 제 5 실시예 Output Voltage Level = $-2V_{dc}$
- [0070] 도 7은 출력전압 V_{out} 이 $-2V_{dc}$ 일 때의 전류의 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0071] 도 7과 같이, 출력전압 V_{out} 이 $-2V_{dc}$ 일 때, 제 2 실시예와 동일하게 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)는 Turn-on 상태로 제어함으로써, 제 1 다이오드(231)와 제 3 다이오드(233)는 off 상태가 되고, 제 2 다이오드(232)는 on 상태가 되면서, 제 1 배터리(221)와 제 2 배터리(222)가 직렬 결합되어 상기 단일 DC 입력 전압원(100)과 병렬 결합 구조를 갖게 된다.
- [0072] 다만, 제 2 실시예와 상기 메인 스위칭부(300)의 스위치 소자의 동작을 반대로 제어함으로써, 출력단에 $-2V_{dc}$ 의 출력전압이 형성된다.
- [0073] 즉, 상기 메인 스위칭부(300)의 제 1 스위치(301)와 제 4 스위치(304)가 turn-off 동작을 하게 되고, 제 2 스위치(302)와 제 3 스위치(303)가 turn-on 동작을 하게 된다.

[0074] 제 1 실시예 내지 제 5 실시예를 참고로 한 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 대한 출력전압 레벨과 스위칭 함수 S_{ω_j} 에 관한 식은 하기의 수식과 같이 나타낼 수 있다.

[0075] $Q1 \ \&\& \ Q4 = ON,$ $S_{\omega_j} = 1$

[0076] $S_w \ \&\& \ Q1 \ \&\& \ Q4 = ON,$ $S_{\omega_j} = 2$

[0077] $Q3 \ \&\& \ Q4 = ON, \quad S\omega_f = 0$

[0078] $Q2 \ \&\& \ Q3 = ON, \quad S\omega_f = -1$

[0079] $S_w \ \&\& \ Q2 \ \&\& \ Q3 = ON, \quad S\omega_f = -2$

[0080] 이를 통해서, 출력전압 레벨에 대한 관계식을 하기의 수식과 같이 정의할 수 있다.

[0081] Output Voltage Level = $S\omega_f * V_{dc}$

[0082] 여기서, $S\omega_f \in 1, 2, 0, -1, -2$ 임.

[0083] 더불어, 하기의 표 1은 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 출력전압에 따른 상기 보조 회로부(200)의 스위치(211)의 동작 상태와, 상기 메인 스위칭부(300)의 제 1 내지 제 4 스위치(301 내지 304)의 동작 상태를 정리한 표이다.

표 1

[0084]

출력전압 (Vout)	동작 상태				
	스위치 (201)	제 1 스위치 (301)	제 2 스위치 (302)	제 3 스위치 (303)	제 4 스위치 (304)
Vdc	0	1	0	0	1
2Vdc	1	1	0	0	1
0	0	0	0	1	1
-Vdc	0	0	1	1	0
-2Vdc	1	0	1	1	0

[0085] 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 의한 출력전압에 PWM 스위칭을 하지 않을 경우, 출력전압 레벨간 전압차에 따른 저차 고조파로 인해 5% 미만의 THD를 만족하기가 어렵기 때문에, PD(Phase Disposition), POD(Phase Opposite Disposition), APOD(Alternative Phase Opposite Disposition) 방식의 변조기법에 의한 스위칭 패턴을 사용하는 것이 바람직하다.

[0086] 도 8 내지 도 10은 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터에 각각의 변조기법을 적용한 후 스위칭 패턴을 나타낸 도면이다.

[0087] 도 8 내지 도 10과 같이, 상기 보조 회로부(200)의 스위치(201)와 상기 메인 스위칭부(300)의 제 1 스위치(301), 제 2 스위치(302)는 반송파와 같은 주파수로 스위칭하게 되며, 제 3 스위치(303), 제 4 스위치(304)는 기본파와 같은 주파수로 스위칭하게 된다.

[0088] 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터는 기준파의 한 주기 동안 5개의 모드로 나눌 수 있고, 각 실시예에 따라 하기의 수식과 같이 나타낼 수 있다.

[0089] Mode 1

$$0 < \omega t < \theta_1 \text{ and } \theta_2 < \omega t < \pi$$

[0090]

[0091] Mode 2

$$\theta_1 < \omega t < \theta_2$$

[0092]

[0093] Mode 3

$$0, \pi, 2\pi$$

[0094]

[0095] Mode 4

$$\pi < \omega t < \theta_3 \text{ and } \theta_4 < \omega t < 2\pi$$

[0096]

[0097] Mode 5

$$\theta_3 < \omega t < \theta_4$$

[0098]

[0099] 변조지수를 기본파와 반송파의 진폭 및 개수에 따라 상이하하며, 하나의 기본파와 두 개의 반송파에 대한 관계식은 하기의 수식과 같다.

$$M_a = \frac{A_F}{2A_M}$$

[0100]

[0101] 여기서, A_F 는 기본파의 진폭,

[0102] A_M 은 반송파의 진폭이다.

[0103] 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터는 변조비 M_a 가 0.5 이하일 경우, 3-레벨 출력전압을 형성하며, 변조비 M_a 가 0.5 이상일 경우, 5-레벨 출력전압을 형성하게 된다.

[0104] 일 예를 들자면, 변조비 M_a 가 0.5 이하일 경우, 스위칭 각은 하기의 수식과 같다.

$$\theta_1 = \theta_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$\theta_3 = \theta_4 = \frac{3\pi}{2}$$

[0105]

[0106] 또한, 변조비 M_a 가 0.5 이상일 경우, 스위칭 각은 하기의 수식과 같다.

$$\theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{A_F}{A_M}\right)$$

$$\theta_2 = \pi - \theta_1$$

$$\theta_3 = \pi + \theta_1$$

$$\theta_4 = 2\pi - \theta_1$$

[0107]

[0108] 도 11 및 도 12는 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터의 타당성을 검증하기 위해 PSIM 기반 컴퓨터 시뮬레이션을 수행한 결과에 따른, 각 스위치의 파형, 출력 전압 및 전류 파형이다.

[0109] 도 11 및 도 12에 나타난 바와 같이, 본 발명의 단일 입력 전압원과 배터리 직병렬 결합을 이용한 멀티레벨 인버터는 종래의 멀티레벨 인버터에 비해 스위치 3개를 다이오드로 대체하여 하나의 모듈을 감소시키는 효과가 있으며, 감소된 스위치 개수만큼 스위칭 손실의 저감 효과와 비용 절감 효과가 있다.

[0110] 또한, 스위칭에 따라 단일 DC 입력 전압원의 전기 에너지 저장과, 부하의 V_{dc} 레벨을 제어하는 복수 개의 배터리를 추가함으로써, 입력단과 절연되더라도 부하측에 에너지 전달을 용이하게 할 수 있는 효과가 있다.

[0111] 즉, 다시 말하자면, 본 발명의 단일 입력 전압원을 갖는 멀티레벨 인버터는 기존의 Cascaded H-bridge 멀티레벨 인버터를 통해서 5-레벨의 출력전압을 생성하기 위해서, 12개의 스위치가 필요한 반면에, 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 단일 입력 전압원을 갖는 멀티레벨 인버터는 출력전압레벨 수를 그대로 유지하면서도 스위치 3개를 다이오드로 대체하여 하나의 모듈을 감소시킴으로써 스위칭 손실의 저감 효과와 비용 절감 효과를 기대할 수 있다.

[0112] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 도면에 의해 설명되었으나 이는 본발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것 일 뿐, 본 발명은 상기의 일 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0113] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술되는 특허 청구 범위뿐 아니라 이 특허 청구 범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

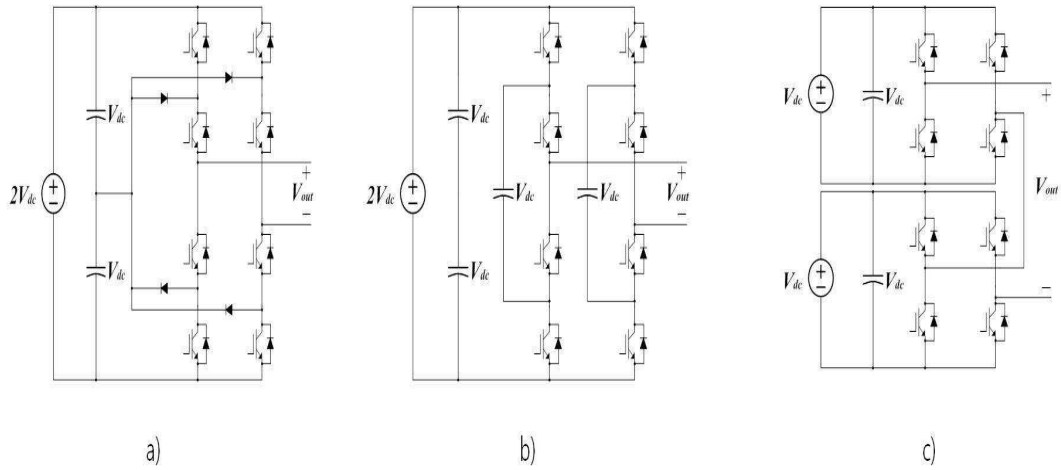
부호의 설명

[0114]

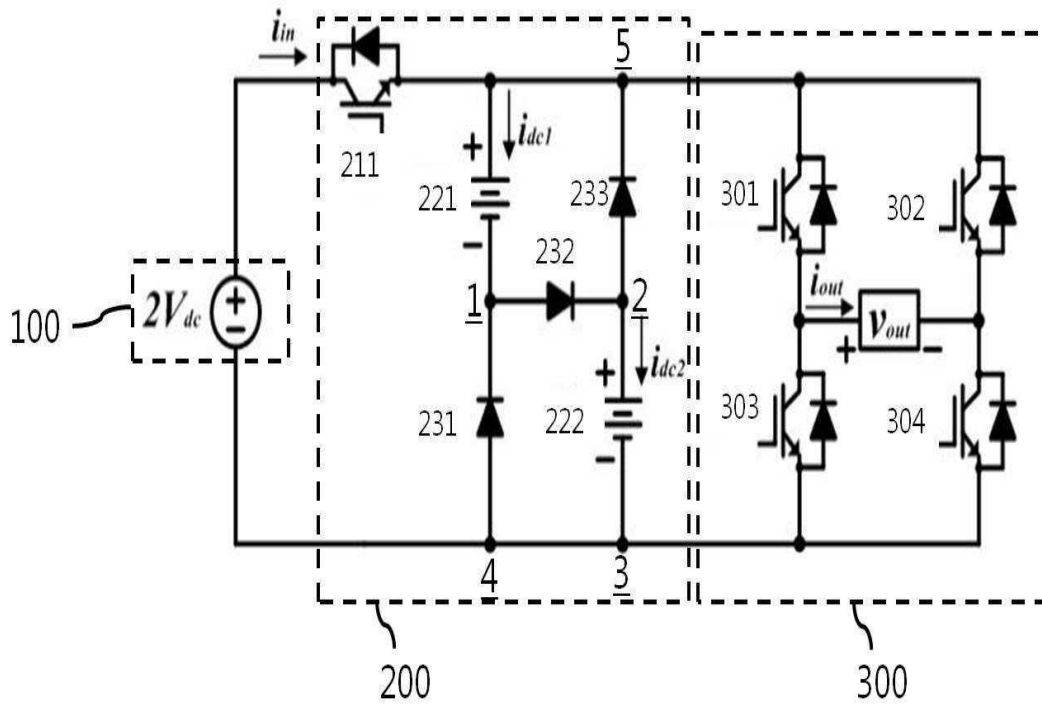
- 100 : 단일 DC 입력 전압원
- 200 : 보조 회로부
- 211 : 스위치
- 221 : 제 1 배터리
- 222 : 제 2 배터리
- 231 : 제 1 다이오드
- 232 : 제 2 다이오드
- 233 : 제 3 다이오드
- 300 : 메인 스위칭부
- 301 : 제 1 스위치
- 302 : 제 2 스위치
- 303 : 제 3 스위치
- 304 : 제 4 스위치

도면

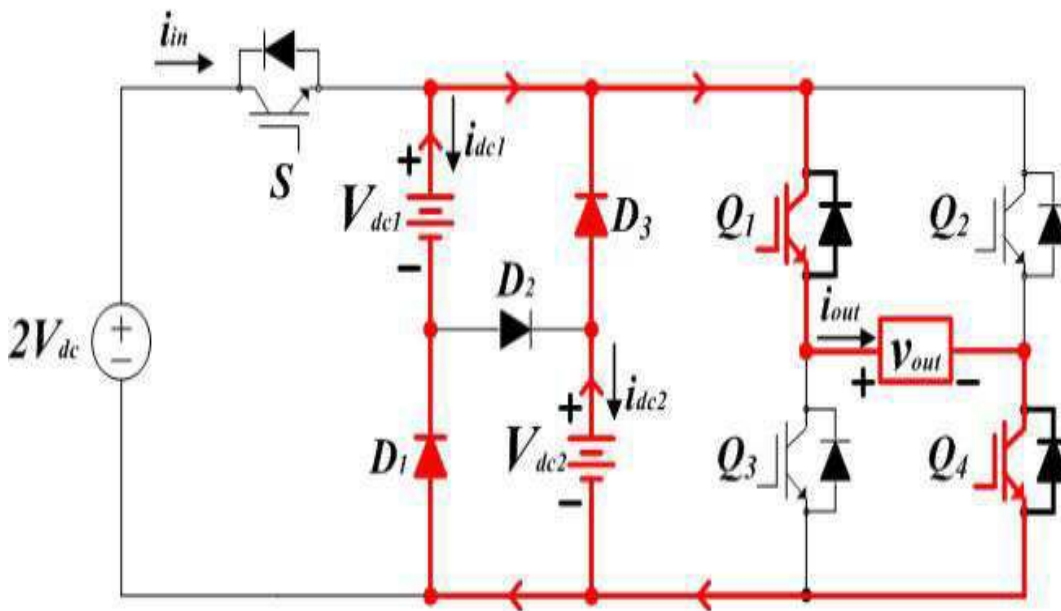
도면1



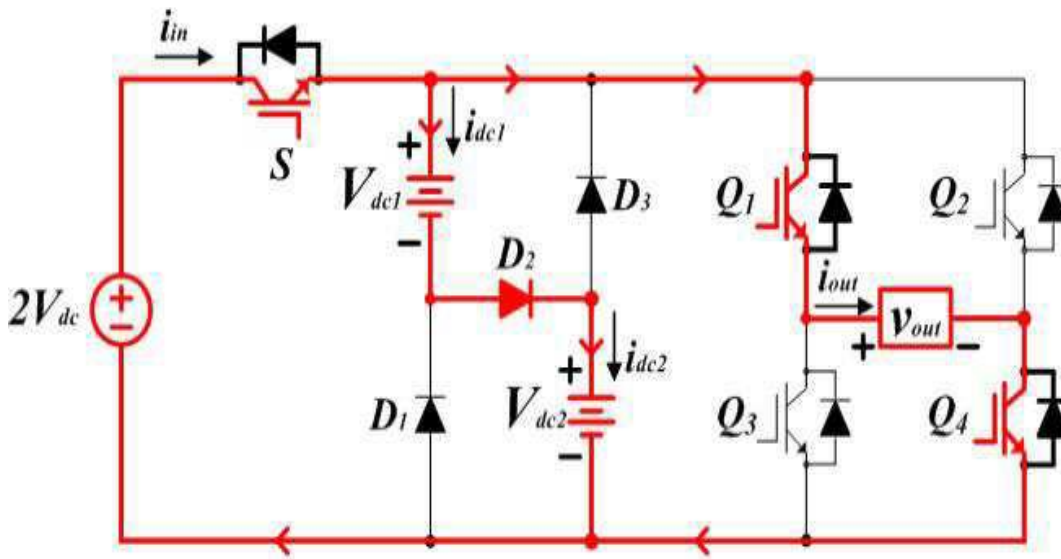
도면2



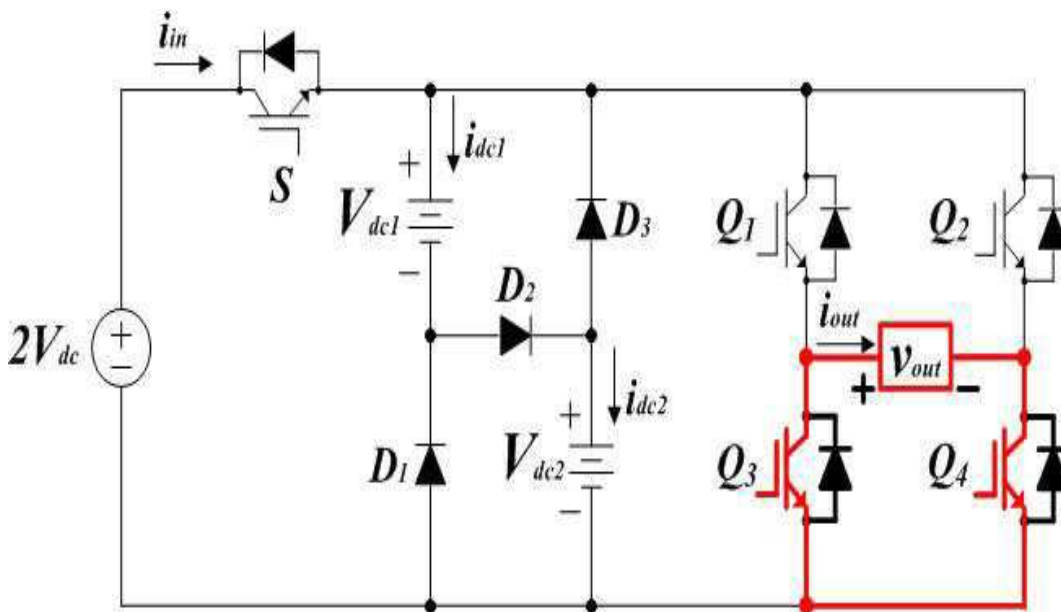
도면3



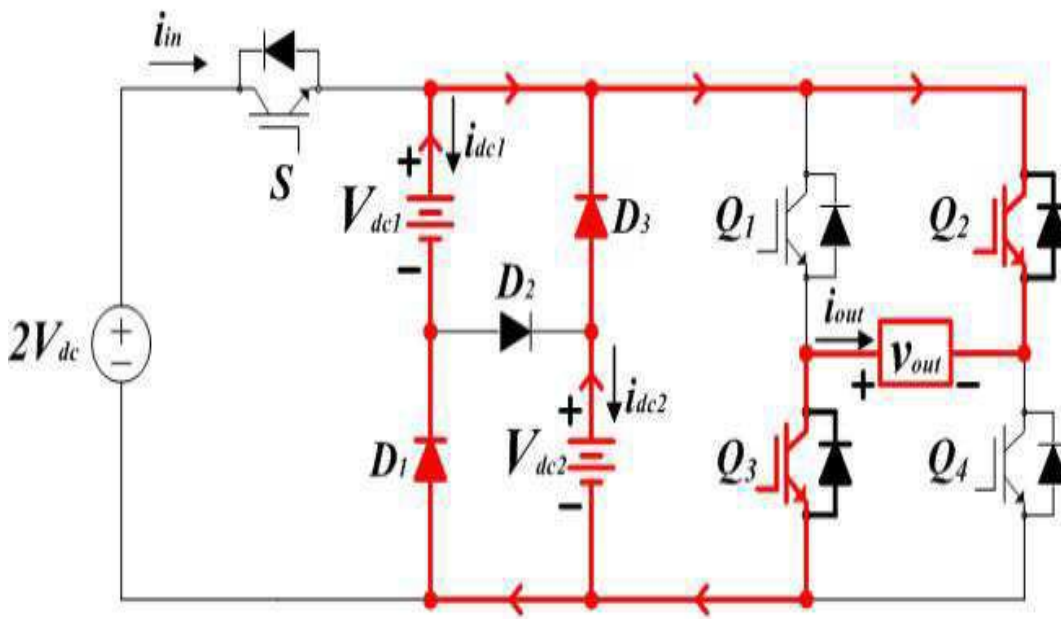
도면4



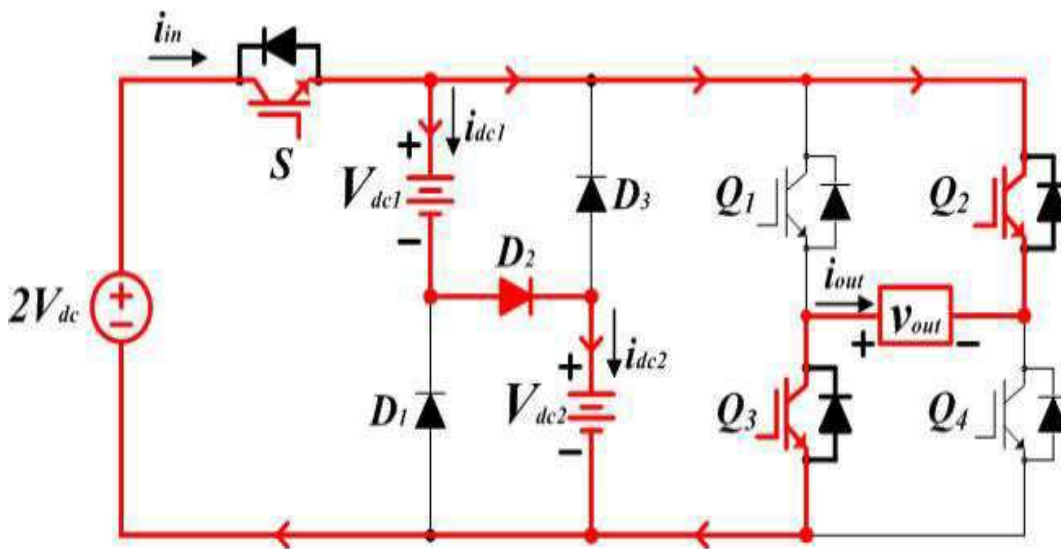
도면5



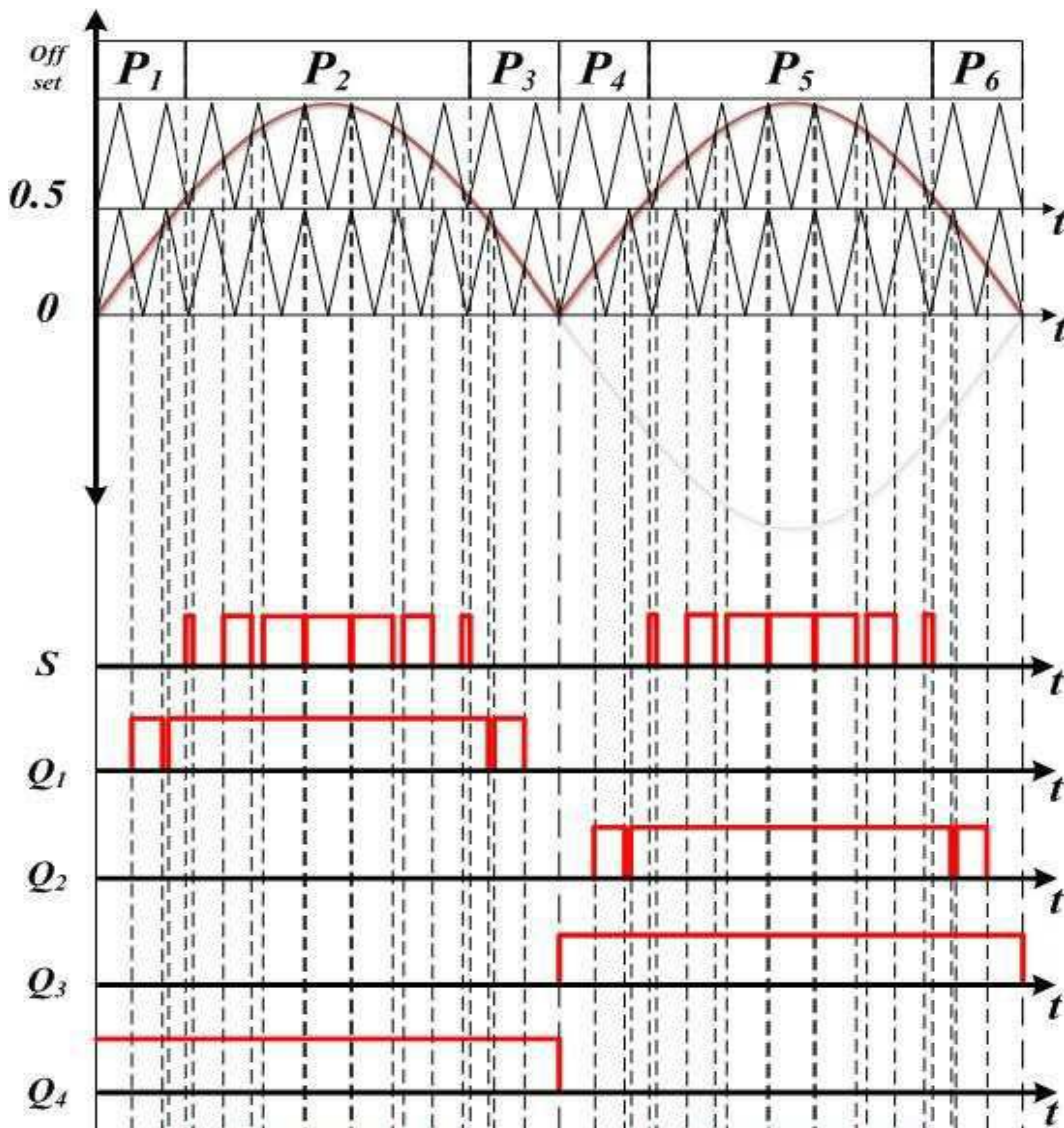
도면6



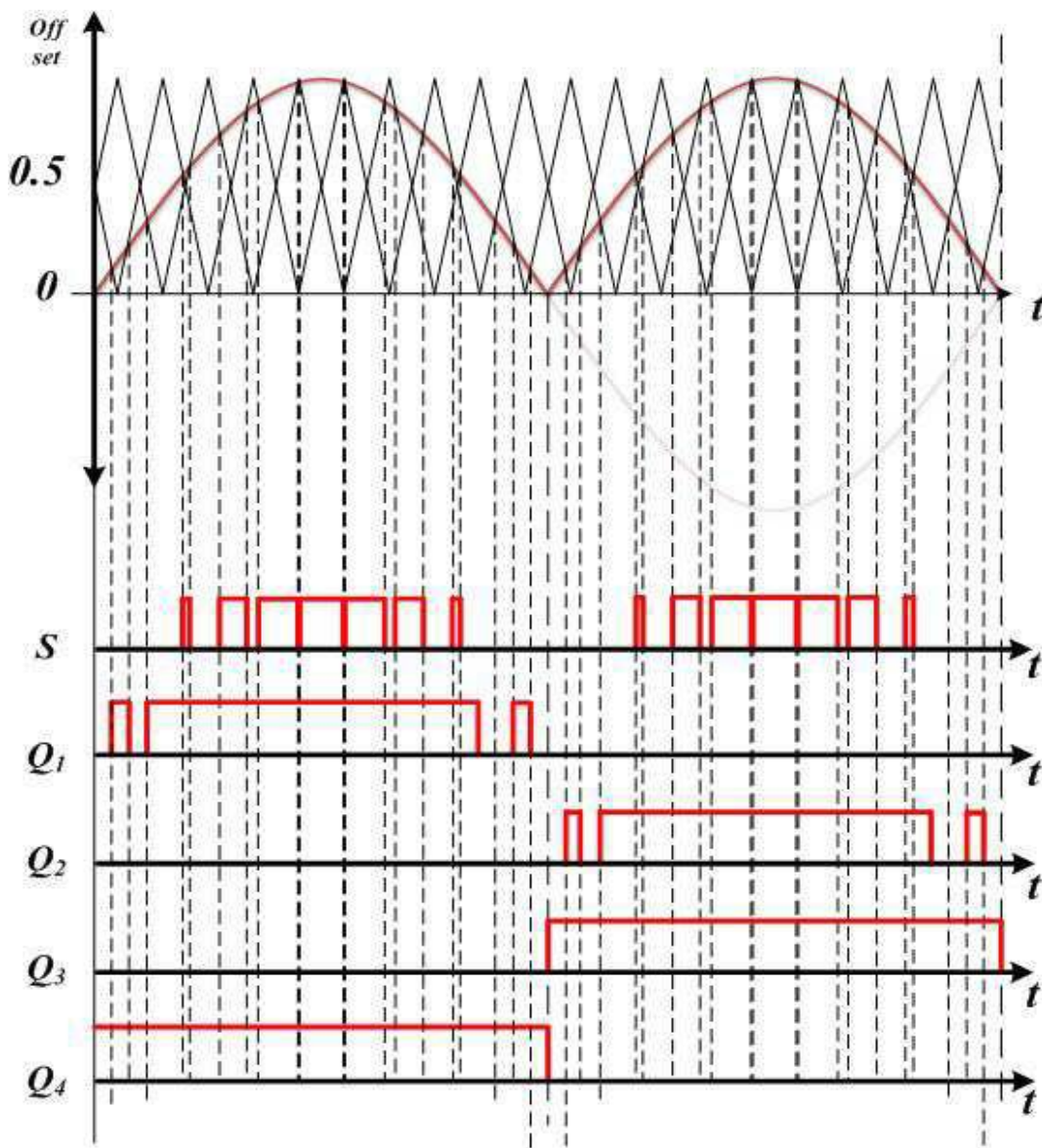
도면7



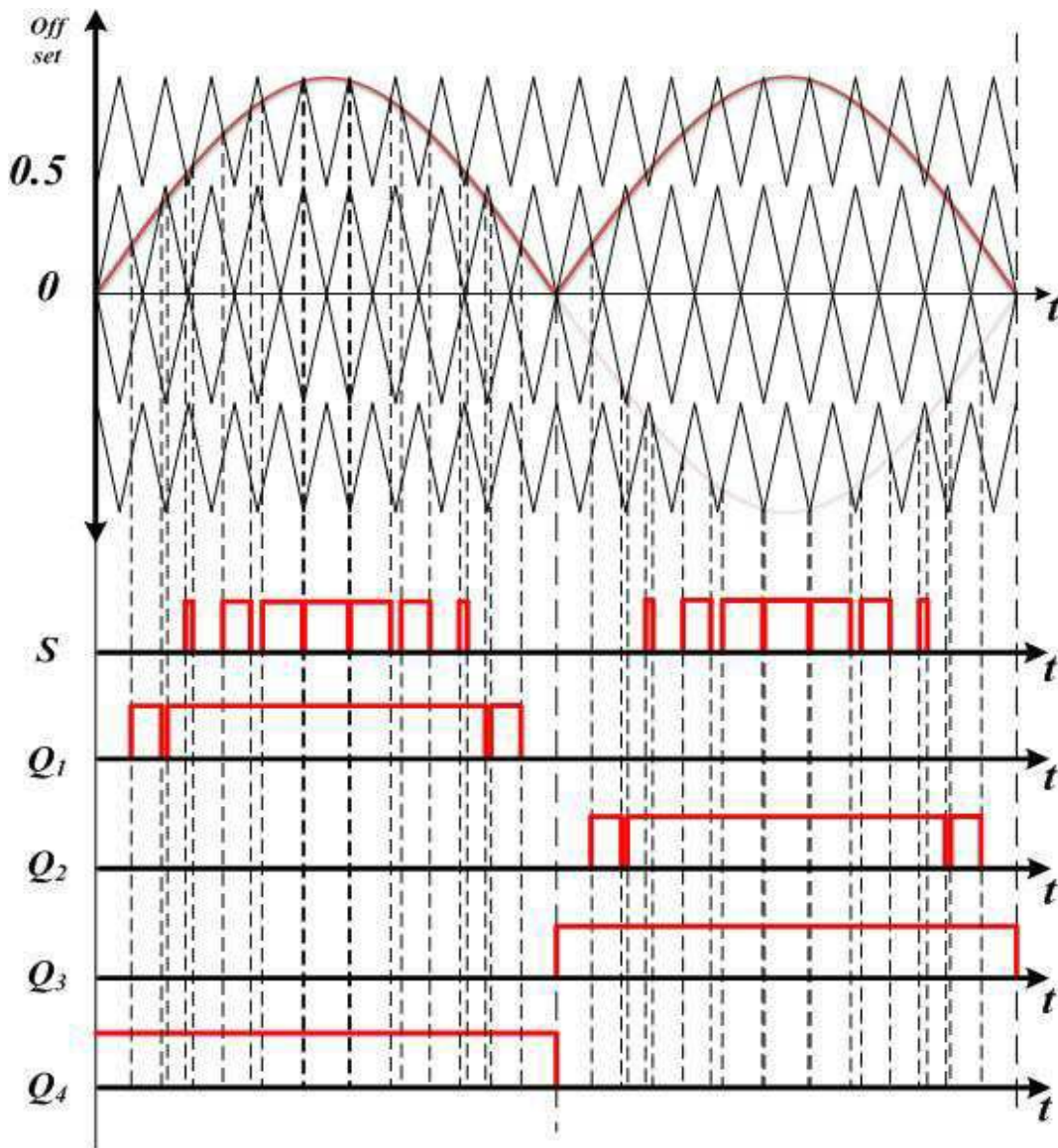
도면8



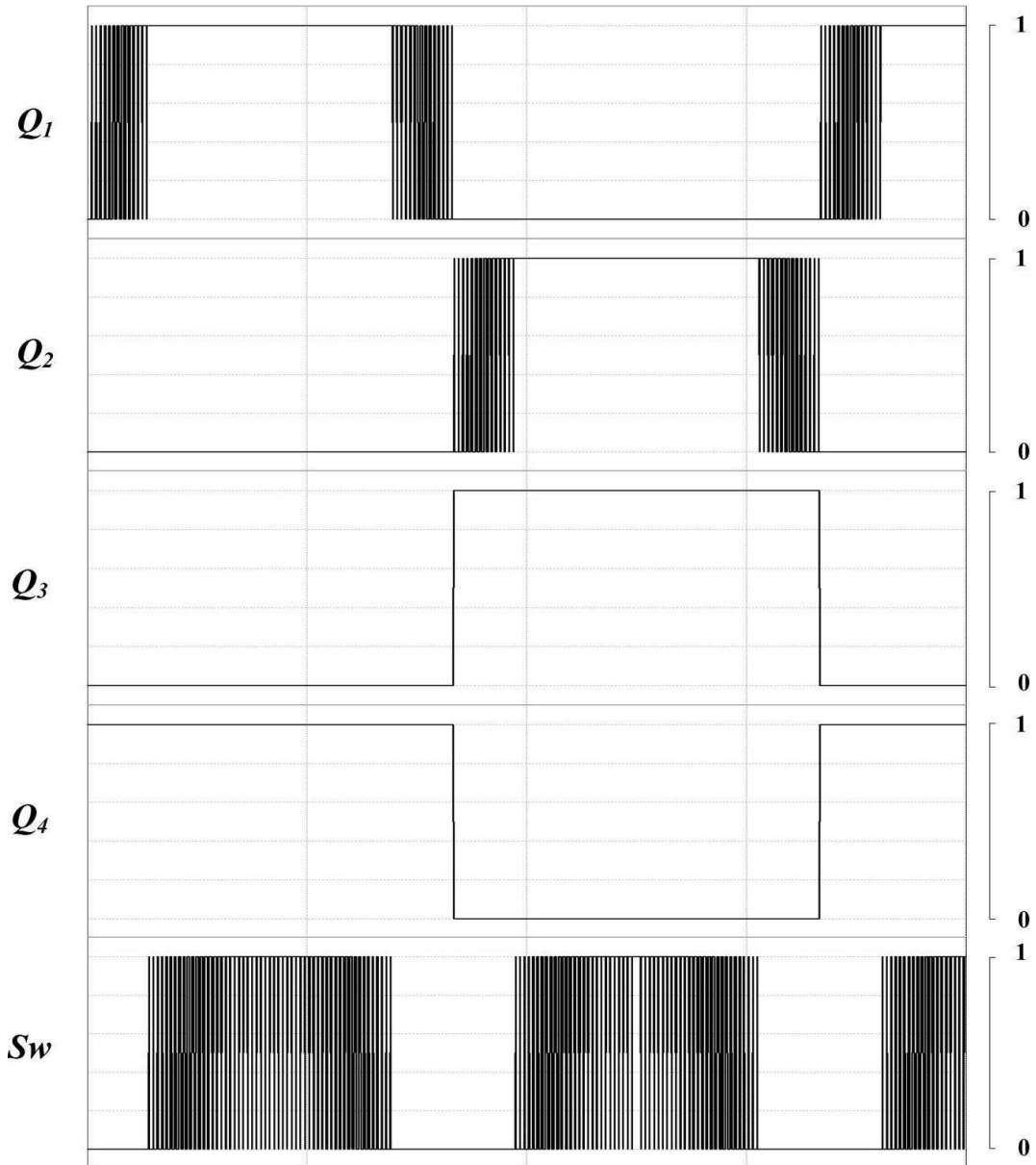
도면9



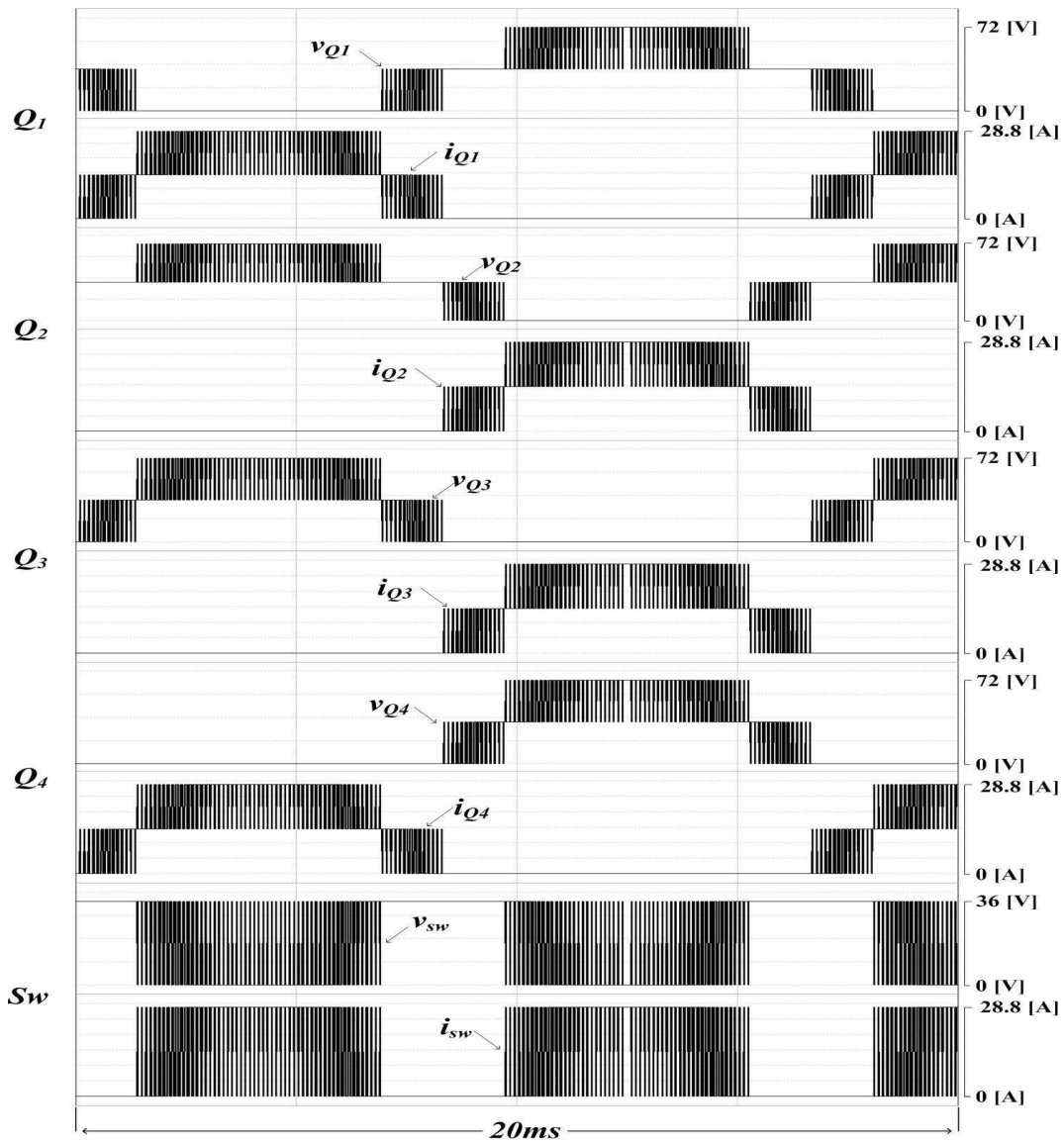
도면10



도면11



도면12



도면13

