



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월09일
(11) 등록번호 10-2508013
(24) 등록일자 2023년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/335 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/33561 (2013.01)
H02M 3/33569 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2022-0078745
(22) 출원일자 2022년06월28일
심사청구일자 2022년06월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020200056275 A*
US20210155100 A1*
KR101883562 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
정지훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
윤창우
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 9 항

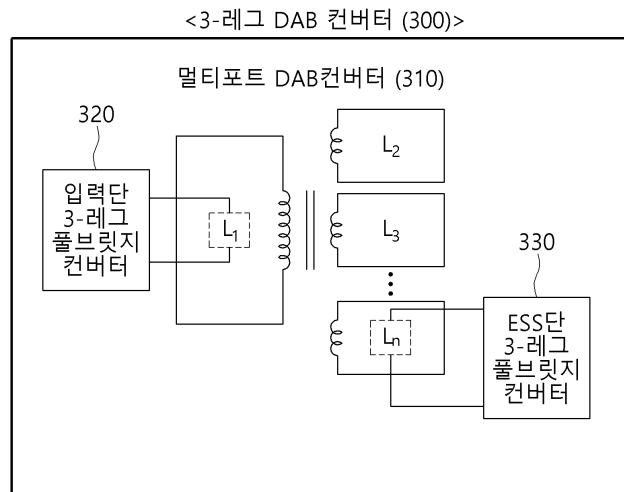
심사관 : 이준건

(54) 발명의 명칭 3-레그 폴브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 및 멀티포트 컨버터 운영방법

(57) 요약

3-레그 폴브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 및 멀티포트 컨버터 운영방법이 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 폴브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터는, 입력 포트와, n 개(상기 n 은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터; 상기 입력 포트의 인덕터 L_1 과 결합되는 입력단 3-레그 폴브릿지 컨버터; 및 상기 n 개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터 L_n 와 결합되는 ESS단 3-레그 폴브릿지 컨버터를 포함 할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H02M 3/33576 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180800
과제번호	2019381010001A
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	지능형LVDC(저압직류)핵심기술개발
연구과제명	(세부1) 수용가용 LVDC 전원공급 및 분산전원 연계용 핵심기기 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인텍전기전자(주)
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

1차측 인덕터 L_1 를 포함하는 입력 포트와, 2차측 인덕터($L_2 \sim L_n$)를 각각 포함하는 n 개(상기 n 은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터;

상기 인덕터 L_1 과 병렬로 결합되고, 3개의 상단 스위치(S_1, S_3, S_5)와, 3개의 하단 스위치(S_2, S_4, S_6)를 포함하여 구성되는 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터; 및

상기 n 개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 인덕터 L_n 와 병렬로 결합되고, 3개의 상단 스위치(P_1, P_3, P_5)와, 3개의 하단 스위치(P_2, P_4, P_6)를 포함하여 구성되는 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터를 포함하고,

Grid Connected Mode 일 때, 상기 입력 포트에서 상기 n 개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지하기 위해,

상기 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는,

스위치 S_1, S_6 와 스위치 S_2, S_5 를 상보적으로 On/Off 동작하고, 스위치 S_3, S_4 를 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 비활성화하고,

상기 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는,

스위치 P_1, P_2 를 off로 유지하고, 스위치 P_3, P_4, P_5, P_6 를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 활성화하는,

3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때,

상기 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는,

상기 인덕터 L_1 을 활성화하여 전력 전달 경로를 형성 함으로써, 상기 폴트로부터 전력 장치를 보호하는,

3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때,

상기 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는,

스위치 S_2, S_4 를 On으로 유지하고, 스위치 S_1, S_3, S_5, S_6 를 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 활성화하

고,

상기 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는,

스위치 P3, P4를 off로 유지하고, 스위치 P1, P2, P5, P6를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 비활성화하는,

3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

상기 n 이 3일 때 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n 이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작하는,

3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터.

청구항 7

1차측 인덕터 L_1 를 포함하는 입력 포트와, 2차측 인덕터($L_2 \sim L_n$)를 각각 포함하는 n 개(상기 n 은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터를 마련하는 단계;

상기 인덕터 L_1 에, 3개의 상단 스위치(S1, S3, S5)와, 3개의 하단 스위치(S2, S4, S6)를 포함하여 구성되는, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터를 병렬로 결합하는 단계;

상기 n 개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 인덕터 L_n 에, 3개의 상단 스위치(P1, P3, P5)와, 3개의 하단 스위치(P2, P4, P6)를 포함하여 구성되는, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터를 병렬로 결합하는 단계;

Grid Connected Mode 일 때, 상기 입력 포트에서 상기 n 개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지하기 위해,

상기 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터에서, 스위치 S1, S6와 스위치 S2, S5를 상보적으로 On/Off 동작하고, 스위치 S3, S4를 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 비활성화하는 단계; 및

상기 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터에서, 스위치 P1, P2를 off로 유지하고, 스위치 P3, P4, P5, P6를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 활성화하는 단계

를 포함하는, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때,

상기 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터에서, 상기 인덕터 L_1 을 활성화하여 전력 전달 경로를 형성 함으로써, 상기 폴트로부터 전력 장치를 보호하는 단계

를 더 포함하는, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때,

상기 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터에서, 스위치 S2, S4를 On으로 유지하고, 스위치 S1, S3, S5, S6을 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 활성화하는 단계; 및

상기 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터에서, 스위치 P3, P4를 off로 유지하고, 스위치 P1, P2, P5, P6를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 비활성화하는 단계

를 더 포함하는, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 멀티포트 DAB컨버터는,

상기 n이 3일 때 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작하는,

3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법.

청구항 13

제7항, 제10항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력전자(Power Electronics) 기술을 기반으로 하는 양방향 DC/DC 컨버터 중 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하며 전력 동조화 현상을 해결하기 위한, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 및 멀티포트 컨버터 운영방법에 관한 것이다.

[0002] 특히, 본 발명은, QAB 컨버터의 입력포트인 포트(port) 1과, 부하포트 중 포트 4 각각에 3-Legs Full Bridge 회로를 적용하여 QAB 컨버터를 구현 함으로써, 폴트 상황에 대응 가능하며 릴레이나 추가적인 컨버터 회로 없이 전력 비동조화 현상을 해결하는 구성을 포함하고 있다.

배경 기술

[0003] 최근에는 고전압 DC(Direct Current) 배전망 개발 필요성이 각광받고 있는 실정이다.

[0004] 고전압 DC 배전망은, AC 전력망에 비해 표피효과 및 리액턴스 성분이 없어 효율이 좋으며, 태양광, 풍력 등 출력이 직류인 신재생 에너지와 활용할 수 있다는 장점이 있다.

[0005] 고전압 DC 배전망 기술은, 에너지의 효율적 활용을 위해 신재생에너지와 스마트 그리드의 고성능 전력 기술로서, 활발하게 진행되고 있다.

[0006] QAB(Quad-Active-Bridge) 컨버터는, 여러 DC 전력기술 토폴로지 중 전기적 절연을 가지며 변압기 양단의 위상 차이를 이용하여 양방향 전력전달이 가능한 다수의 DAB 컨버터를 이용할 수 있다.

[0007] QAB 컨버터는 구조적으로 하나의 변압기에 여러 포트가 연결되어 있다.

[0008] QAB 컨버터는 포트 간 에너지 전달을 위해 변압기 양단에 인덕터가 모두 배치될 수 있다.

[0009] 도 1은 QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.

[0010] 도 1(a)는 Four-Port QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.

[0011] 도 1(b)는 일부 포트의 인덕터를 제거한 형태의 등가 인덕턴스 회로도이다.

- [0012] 도 1(a)와 같이, Four-Port QAB 컨버터는, 하나의 변압기에 다수의 출력 포트가 연결되어 있고, 모든 출력 포트 간 권선이 연결되어 있어, 권선 간 커플링 현상을 발생시킬 수 있다.
- [0013] Four-Port QAB 컨버터는, 권선 간 커플링 현상으로 인해, 임의의 출력 포트의 부하 변동이 다른 부하 포트에 영향을 미치는 전력 동조화 현상을 발생시킬 수 있다.
- [0014] 전력 동조화 현상은, 의도하지 않은 전력 전달 현상으로, 시스템의 다이내믹 반응성을 감소시키고 출력 전압 제어를 어렵게 만드는 단점으로 작용할 수 있다.
- [0015] 이를 해소하고자, 도 1 (b)와 같이, 개선된 Four-Port QAB 컨버터는, 변압기 1차 측 인덕터를 제거하여, 출력 포트 간 전력 전달 경로를 없애 전력 동조화 현상을 막을 수 있다.
- [0016] 도 2는 기존의 Four-Port QAB 컨버터를 설명하기 위한 도이다
- [0017] 도 2(a)에서는 Grid-connected mode의 전력 흐름 방향(화살표)을 표현하고, 도 2(b)는 Islanding mode의 전력 흐름 방향(화살표)을 설명한다.
- [0018] Four-Port QAB 컨버터는 도 2(a)와 같이, 입력단으로부터 전력을 공급받아 정상적으로 동작하는 Grid-Connected Mode일 때, 1차측 인덕터가 없어도 전력 공급이 가능하다.
- [0019] 다만, 도 2(b)와 같이 입력단에 Open/Short처럼 Fault(사고) 상황이 발생하여 입력단이 아닌 출력 포트에 연결된 ESS로부터 전력을 전달하는 Islanding Mode로 전환될 시, Four-Port QAB 컨버터는 전력을 전달하기 위해 1차측 인덕터를 필요로 할 수 있다.
- [0020] Islanding Mode의 필요에 의해, 1차 측 인덕터가 존재함에 따라, Four-Port QAB 컨버터는 해당 토폴로지에 전력 동조화 현상이 발생한다는 단점이 존재한다.
- [0021] 따라서, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능한 컨버터의 개선된 모델의 개발이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0022] 본 발명의 실시예는, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고, 릴레이나 추가적인 컨버터 회로 없이 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 3-레그 폴브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 및 멀티포트 컨버터 운영방법을 제공하는 것을 해결과제로 한다.
- [0023] 또한, 본 발명의 실시예는, 추가적인 회로나 컨버터 없이 3-Legs Full-Bridge 형태로 스위칭 Modulation을 통해 전력 비동조화 현상을 달성하는 것을 목적으로 한다.
- [0024] 또한, 본 발명의 실시예는, 기계적인 소자인 릴레이 회로 및 추가 컨버터 부착 없이, Full-Bridge 구조 형태로 높은 전력 밀도를 달성하는 것을 목적으로 한다.
- [0025] 또한, 본 발명의 실시예는, 3-Legs DAB 컨버터를 통해 Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여, 시스템의 안정도를 향상하는 것을 목적으로 한다.
- [0026] 또한, 본 발명의 실시예는, Full-Bridge와 동일한 구조로 제어 자유도가 같으며 ZVS를 달성하는 것을 목적으로 한다.
- [0027] 또한, 본 발명의 실시예는, QAB 컨버터에 적용된 Port1과 Port4의 3-Legs DAB 컨버터의 Switching Modulation을 통해, Fault 사고에서도 장치 보호 및 일정하게 부하로 전력을 공급하는 것을 목적으로 한다.
- [0028] 또한, 본 발명의 실시예는, 스위치와 인덕터의 LC 공진에 대한 영향을 적게 발생하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0029] 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 폴브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터는, 입력 포트와, n 개(상기 n 은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터; 상기 입력 포트의 인덕터 $L1$ 과 결합되는 입력단 3-레그 폴브릿지 컨버터; 및 상기 n 개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터 L_n 와 결합되는 ESS단 3-레그 폴브릿지 컨버터를 포함할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 폴브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법은, 입력 포트

와, n 개(상기 n 은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터를 마련하는 단계; 상기 입력 포트의 인덕터 $L1$ 에, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터를 결합하는 단계; 및 상기 n 개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터 L_n 에, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터를 결합하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 일실시예에 따르면, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고, 릴레이나 추가적인 컨버터 회로 없이 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 및 멀티포트 컨버터 운영방법을 제공 할 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명에 의해서는, 추가적인 회로나 컨버터 없이 3-Legs Full-Bridge 형태로 스위칭 Modulation을 통해 전력 비동조화 현상을 달성 할 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명에 의해서는, 기계적인 소자인 릴레이 회로 및 추가 컨버터 부착 없이, Full-Bridge 구조 형태로 높은 전력 밀도를 달성 할 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명에 의해서는, 3-Legs DAB 컨버터를 통해 Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여, 시스템의 안정도를 향상 할 수 있다.
- [0035] 또한, 본 발명에 의해서는, Full-Bridge와 동일한 구조로 제어 자유도가 같으며 ZVS를 달성 할 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명에 의해서는, QAB 컨버터에 적용된 Port1과 Port4의 3-Legs DAB 컨버터의 Switching Modulation을 통해, Fault 사고에서도 장치 보호 및 일정하게 부하로 전력을 공급 할 수 있다.
- [0037] 또한, 본 발명에 의해서는, 스위치와 인덕터의 LC 공진에 대한 영향을 적게 발생 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 QAB 컨버터의 등가 인덕턴스 회로도이다.
- 도 2는 기존의 Four-Port QAB 컨버터를 설명하기 위한 도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 4는 QAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.
- 도 5는 3-레그 DAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.
- 도 6은 포트 1에서의 스위칭 Modulation을 나타낸다.
- 도 7은 인덕터와 스위치와의 병렬회로를 설명하기 위한 도이다.
- 도 8은 3-레그 DAB 컨버터의, Grid Connected Mode에서의 동작을 설명하기 위한 도이다.
- 도 9는 Grid Connected Mode 일 때의 Port 1과 Port 4의 스위칭 모듈레이션을 설명하기 위한 도이다.
- 도 10은 3-레그 DAB 컨버터의, Islanding Mode에서의 동작을 설명하기 위한 도이다.
- 도 11은 Islanding Mode일 때의 Port 1과 Port 4의 스위칭 모듈레이션을 설명하기 위한 도이다.
- 도 12는 3-레그 DAB 컨버터의 실험 사진이다.
- 도 13은 3-레그 DAB 컨버터의 시뮬레이션 파형도이다.
- 도 14는 3-레그 DAB 컨버터에 의한 전력 비동조화를 확인하기 위한 도이다.
- 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에

대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

- [0040] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0041] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0042] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터의 구성을 도시한 블록도이다.
- [0044] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터(이하, '3-레그 DAB 컨버터(300)'라 약칭함)는, 멀티포트 DAB컨버터(310), 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320), 및 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)를 포함하여 구성 할 수 있다.
- [0045] 멀티포트 DAB컨버터(310)는 입력 포트와, n 개(상기 n 은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성할 수 있다. 여기서, 입력 포트는 컨버터의 1차측을 의미하고, 부하 포트는 컨버터의 2차측을 의미할 수 있다.
- [0046] 멀티포트 DAB컨버터(310)는, 상기 n 이 3일 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n 이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작할 수 있다.
- [0047] 상기 n 이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터(310)는 입력 포트에 1차측 인덕터(L_1)를 포함 할 수 있다.
- [0048] 상기 n 이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터(310)는 3개의 부하 포트를 구비하고, 이들 3개의 부하 포트 각각으로 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)를 포함할 수 있다. 또한, 멀티포트 DAB컨버터(310)는 3개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 2차측 인덕터(L_4)를 ESS 포트 인덕터로 결정 함으로써, 입력 포트에 폴트가 발생하는 Islanding Mode 동작 시, 상기 결정된 ESS 포트 인덕터를 통해 ESS(Energy Storage System)로부터 전력을 공급 받는 나머지 부하 포트에 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0049] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는 상기 입력 포트의 인덕터 L_1 과 결합될 수 있다. 즉, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는 멀티포트 DAB컨버터(310)의 입력 포트에서, 1차측 인덕터(L_1)와 병렬적으로 결합되어 배치될 수 있다.
- [0050] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는, 3개의 상단 스위치(S_1 , S_3 , S_5)와, 3개의 하단 스위치(S_2 , S_4 , S_6)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0051] 또한, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는, 상기 n 개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터 L_n 와 결합될 수 있다. 즉, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는 ESS 포트 인덕터로 결정되는 ESS 포트의 인덕터(L_n)를 선택적으로 활성화/비활성화 하는 역할을 할 수 있다.
- [0052] ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는, 3개의 상단 스위치(P_1 , P_3 , P_5)와, 3개의 하단 스위치(P_2 , P_4 , P_6)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0053] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)와 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는, 멀티포트 DAB컨버터(310)의 mode 전환에 따라, 스위치들($S_1 \sim S_6$, $P_1 \sim P_6$)에 대한 규정된 On/Off 동작을 하여, 부하 포트로의 전력 공급이 원활하게 이루어지도록 지원할 수 있다.
- [0054] Grid Connected Mode에서, 입력 포트인 Port 1에 결합되는 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는 On

동작하고, ESS 포트인 Port 4에 결합되는 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는 Off 동작하여, Port 1에서, 부하 포트인 Port 2, 3, 4 각각으로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.

- [0055] Islanding Mode에서, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는 Off 동작하고, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는 On 동작하여, ESS 포트를 통해 ESS로부터, 부하 포트인 Port 2, 3로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0056] 보다 구체적으로, Grid Connected Mode 일 때, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지하기 위해, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는, 스위치 S1, S6와 스위치 S2, S5를 상보적으로 On/Off 동작하고, 스위치 S3, S4를 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 비활성화할 수 있다. 인덕터 L_1 의 비활성화를 통해, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는 On 동작할 수 있다.
- [0057] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는, 스위치 S1, S6와 스위치 S2, S5를 서로 토글(toggle) 시켜 On/Off 동작하고, 스위치 S3, S4를 Off 동작하여, Grid Connected Mode 시의 전력 동조화 현상을 억제 할 수 있다.
- [0058] 또한, Grid Connected Mode 일 때, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는, 스위치 P1, P2를 off로 유지하고, 스위치 P3, P4, P5, P6를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 활성화 할 수 있다. 인덕터 L_n 의 활성화를 통해, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는 Off 동작할 수 있다.
- [0059] 즉, Grid Connected Mode에서, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는 인덕터 L_1 을 비활성화하여 Off 동작하고, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는, 인덕터 L_4 를 활성화하여 On 동작 함으로써, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지할 수 있다.
- [0060] 전력 동조화 현상은 멀티포트 DAB컨버터(310)가 구조적으로 하나의 변압기에 여러 포트가 연결되고 있어, 권선 간 커플링 현상으로 인해 의도하지 않은 전력을 발생시켜 시스템의 다이내믹 반응성을 감소시키고 출력 전압 제어를 어렵게 만드는 현상을 지칭할 수 있다.
- [0061] 또한, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는, 상기 인덕터 L_1 을 활성화하여 전력 전달 경로를 형성 함으로써, 상기 폴트로부터 전력 장치를 보호할 수 있다.
- [0062] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)는, 스위치 S2, S4를 On으로 유지하고, 스위치 S1, S3, S5, S6를 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 활성화 할 수 있다.
- [0063] 또한, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는, 스위치 P3, P4를 off로 유지하고, 스위치 P1, P2, P5, P6를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 비활성화할 수 있다.
- [0064] ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)는, 비활성화되는 인덕터 L_n 을 ESS 부하 포트에 정함으로써, ESS 포트 인덕터 L_n 에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트에 전달되도록 할 수 있다.
- [0065] 3-레그 DAB 컨버터(300)는 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터(320)의 Off 동작과, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터(330)의 On 동작을 통해, Islanding Mode 시 ESS 포트 인덕터로부터, 이전에 생산되어 저장했던 전력을 공급해 에너지 효율을 높일 수 있다.
- [0066] 본 발명의 일실시예에 따르면, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고, 릴레이나 추가적인 컨버터 회로 없이 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 및 멀티포트 컨버터 운영방법을 제공 할 수 있다.
- [0067] 또한, 본 발명에 의해서는, 추가적인 회로나 컨버터 없이 3-Legs Full-Bridge 형태로 스위칭 Modulation을 통해 전력 비동조화 현상을 달성 할 수 있다.
- [0068] 또한, 본 발명에 의해서는, 기계적인 소자인 릴레이 회로 및 추가 컨버터 부착 없이, Full-Bridge 구조 형태로 높은 전력 밀도를 달성 할 수 있다.
- [0069] 또한, 본 발명에 의해서는, 3-Legs DAB 컨버터를 통해 Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여, 시스템의 안정도를 향상 할 수 있다.
- [0070] 또한, 본 발명에 의해서는, Full-Bridge와 동일한 구조로 제어 자유도가 같으며 ZVS를 달성 할 수 있다.

- [0071] 또한, 본 발명에 의해서는, QAB 컨버터에 적용된 Port1과 Port4의 3-Legs DAB 컨버터의 Switching Modulation을 통해, Fault 사고에서도 장치 보호 및 일정하게 부하로 전력을 공급 할 수 있다.
- [0072] 또한, 본 발명에 의해서는, 스위치와 인덕터의 LC 공진에 대한 영향을 적게 발생 할 수 있다.
- [0073] 도 4는 QAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.
- [0074] 도 4(a)에서는 양방향 전력 전달이 가능한 Dual-Active-Bridge(DAB) 컨버터에서, 다수의 포트를 갖도록 확장된 멀티포트 컨버터인 Quad-Active-Bridge(QAB) 컨버터를 나타낸다.
- [0075] 도 4(b)에서는 입력 포트인 포트 1과 ESS 포트인 포트 4 각각에 3-Legs Full Bridge 회로(410, 420)를 적용하여 개선시킨 QAB 컨버터를 나타낸다.
- [0076] 포트 1에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로(410)는 상하단의 스위치 각 3개 S1, S3, S5 / S2, S4, S6을 포함하여 구성할 수 있다.
- [0077] 포트 4에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로(420)는 상하단의 스위치 각 3개 P1, P3, P5 / P2, P4, P6을 포함하여 구성할 수 있다.
- [0078] QAB 컨버터는, 양방향 전력전달이 가능한 전력변환 토폴로지로서, 다양한 분산전원, 에너지저장장치(ESS), 태양광(PV)와 같은 신재생에너지 등의 다른 부하들과 연결이 가능하다.
- [0079] QAB 컨버터는, 부하의 갑작스러운 전력 변환이 생기더라도 인덕터를 선택적으로 동작하도록 만든 비동조화 구조가 적용되었기 때문에, 다른 분산 전원 포트에 영향을 미치지 않으므로 시스템의 안정성을 향상시킬 수 있다.
- [0080] 도 5는 3-레그 DAB 컨버터를 예시하여 설명하기 위한 도이다.
- [0081] 도 5와 같이, 본 발명에 따른 3-레그 DAB 컨버터(300)는, 폴트(Fault)에 대응 가능한 토폴로지를 구현하기 위해, 3-Legs Full Bridge 회로(510, 520)를 입력 포트(Port 1)와 부하 포트 중 ESS 포트(Port 4) 각각에 적용할 수 있다.
- [0082] 3-레그 DAB 컨버터(300)는 추가적인 회로나 컨버터 없이, 3-Legs Full-Bridge 형태로 스위칭 Modulation을 통해 전력 비동조화 현상을 달성할 수 있다.
- [0083] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Common Leg 없이 Full Bridge와 동일한 형태로 동작하여, DoF(Degree of Freedom, 6축 자유도) 역시 동일할 수 있다.
- [0084] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Full Bridge 형태이기 때문에 사용되는 스위치로 ZVS(Zero Voltage Switching)를 달성할 수 있다.
- [0085] ZVS는 높은 입력전압과 스위칭 주파수에서 스위치의 손실을 줄일 수 있는 한 가지 솔루션일수 있다.
- [0086] 도 6은 포트 1에서의 스위칭 Modulation을 나타낸다.
- [0087] 도 6(a)는 Grid-Connected Mode에서의 스위칭 Modulation을 보여준다.
- [0088] Grid-Connected Mode에서, 포트 1에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로의 스위치 S1/S6와 S2/S5는 상보적으로 On/Off 동작을 토글하며 수행하고, 스위치 S3/S4는 0(off)를 유지할 수 있다.
- [0089] 도 6(b)는 Islanding Mode에서의 스위칭 Modulation을 보여준다.
- [0090] Islanding Mode에서, 포트 1에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로의 스위치 S2/S4는 1(on)을 유지하고, S1/S3/S5/S6은 0(off)를 유지할 수 있다.
- [0091] 3-레그 DAB 컨버터(300)는 Grid-Connected Mode와 Islanding Mode에 맞게, 도 6과 같이 스위칭 On/Off를 조절하여 전력 비동조화 현상을 달성할 수 있다.
- [0092] 도 7은 인덕터와 스위치와의 병렬회로를 설명하기 위한 도이다.
- [0093] 인덕터와 스위치와의 병렬회로에서는, 스위치를 On 하면 인덕터는 비활성(Off)되고, 반대로 스위치를 Off 하면 인덕터는 활성(On) 될 수 있다.
- [0094] 인덕터와 스위치와의 병렬회로는, 도 7과 같이 인덕터와 스위치 2개를 병렬로 만들어 인덕터를 활성/비활성 하고 있다.

- [0095] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, 이러한 인덕터와 스위치와의 병렬회로를 활용하여, 공진에 대한 영향을 적게 할 수 있다.
- [0096] 도 8은 3-레그 DAB 컨버터의, Grid Connected Mode에서의 동작을 설명하기 위한 도이다.
- [0097] 도 8에 도시한 바와 같이, Grid Connected Mode에서, 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Input Port인 Port 1에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로를 On 동작하고, EES Port인 Port 4에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로를 off 동작 함으로써, Port 1에서, Port 2, 3로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0098] 이때, Port 1의 인덕터 L_1 은 비활성화되고, Port 4의 인덕터 L_4 는 활성화되어, 입력 포트에서 부하 포트에 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0099] 도 9는 Grid Connected Mode 일 때의 Port 1과 Port 4의 스위칭 모듈레이션을 설명하기 위한 도이다.
- [0100] Grid Connected Mode일 때, 전력은 Port 1에서 나머지 Port 2, 3, 4로 흐른다.
- [0101] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Port 1에 대해 스위치 S3과 S4를 Off 시켜 인덕터 L_1 을 비활성화하고, 나머지 스위치 S1, S2, S5, S6를 상보적으로 동작을 하여 전력을 부하 포트에 전달한다.
- [0102] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Port 4에 대해 스위치 P1과 P2를 off 시켜 인덕터 L_4 를 활성화하고, 나머지 스위치 P3, P4, P5, P6를 상보적으로 동작하여 전력이 전달되도록 할 수 있다.
- [0103] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Port 2와 Port 3에 대해, 기존의 DAB 컨버터와 동일하게 스위치 4개로 상보적인 On/Off 동작을 수행할 수 있다.
- [0104] 도 10은 3-레그 DAB 컨버터의, Islanding Mode에서의 동작을 설명하기 위한 도이다.
- [0105] Islanding Mode에서, Input Port인 Port 1은 사고(accident) 등으로 폴트가 발생하여 입력 전압 V_{in} 이 0인 상태이다.
- [0106] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Input Port인 Port 1에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로를 Off 동작하고, EES Port인 Port 4에 적용되는 3-Legs Full Bridge 회로를 on 동작시켜, EES Port를 통해 ESS로부터, Port 2, 3로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0107] 도 11은 Islanding Mode일 때의 Port 1과 Port 4의 스위칭 모듈레이션을 설명하기 위한 도이다.
- [0108] Islanding Mode 일 때, 3-레그 DAB 컨버터(300)는, 포트 1에 대해, 스위치 S2, S4만 On 동작하고 나머지 스위치 S1, S3, S5, S6를 Off 동작하여, 인덕터 L_1 을 활성화하여 전력 전달 Path를 형성할 수 있다.
- [0109] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, 포트 4에 대해 스위치 P3과 P4를 Off 동작하여 인덕터 L_4 를 비활성화하고, 스위치 P1, P2, P5, P6를 상보적인 동작하여 전력이 전달되도록 할 수 있다.
- [0110] 도 12는 3-레그 DAB 컨버터의 실험 사진이다.
- [0111] 도 12에서는 3-Legs DAB 컨버터(300)에 관한 시뮬레이션 회로도들을 예시한다.
- [0112] 3-레그 DAB 컨버터(300)는 총 2개의 Full-Bridge 포트, 2개의 3-Legs Full Bridge 컨버터 포트, 1개의 변압기를 포함하여 회로를 구성할 수 있다.
- [0113] 표 1에서는 3-레그 DAB 컨버터(300)의 시뮬레이션 스펙을 정리한다.

표 1

변수	권수 비	입력 전압 (포트 1)	출력전압 (Load 1,2 +ESS 포트)	출력전 력	Fault 발생	Step1	Step2
값	1:1:1: 1	380V	380V	3kW	0.7s	0.5s	0.9s

[0114]

[0115] 도 13은 3-레그 DAB 컨버터의 시뮬레이션 파형도이다.

[0116] 도 13에서는, Grid Connected Mode에서의, 3-레그 DAB 컨버터(300)의 시뮬레이션 파형을 보여준다.

[0117] 도 13에서, 실선은 포트 1을, 점선은 로드 1을, 굵은 실선은 로드 2를, 굵은 점선은 ESS를 나타낸다.

[0118] 3-레그 DAB 컨버터(300)는, Input Port 1으로부터 3개의 다른 부하 포트로, 각 1kW씩 총 3kW 전력을 전달할 수 있다.

[0119] Input Port 1의 인덕터 전류는 인덕터와 스위치를 병렬로 연결되었을 때 보다, LC 공진에 대한 영향이 적어, 파형이 깨짐 없이 나타날 수 있다.

[0120] 도 14는 3-레그 DAB 컨버터에 의한 전력 비동조화를 확인하기 위한 도이다.

[0121] 도 14(a)에 의해서는 Grid-Connected Mode에서의, Step Load시 전력 비동조화를 확인할 수 있다.

[0122] 도 14(b)에 의해서는 Islanding Mode에서의, Step Load시 전력 비동조화를 확인할 수 있다.

[0123] 도 14에서는 Load1 부하를 1 kW에서 500 W, 및 500W에서 1kW로 변동시 다른 부하로의 영향을 확인한다.

[0124] Step Load는 특정 부하가 흐르다 특정 시간이 되면 부하의 크기가 변동하는 시뮬레이션이다.

[0125] 도 14에서 Load1의 부하를 1kW에서 500W와 500W에서 1kW로 변경하는 시뮬레이션을 하였지만 Load2의 출력전압은 변동없이 일정함을 확인할 수 있다.

[0126] 이하, 도 15에서는 본 발명의 실시예들에 따른 3-레그 DAB 컨버터(300)의 운영 흐름을 상세히 설명한다.

[0127] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법을 도시한 흐름도이다.

[0128] 3-레그 DAB 컨버터(300)에서, 입력 포트와, n개(상기 n은 2 이상의 자연수)의 부하 포트를 포함하여 구성하는 멀티포트 DAB컨버터를 마련한다(1510). 여기서, 입력 포트는 컨버터의 1차측을 의미하고, 부하 포트는 컨버터의 2차측을 의미할 수 있다.

[0129] 멀티포트 DAB컨버터는, 상기 n이 3일 TAB(Triple-Active-Bridge)컨버터로 동작하고, 상기 n이 4일 때 QAB(Quadruple-Active-Bridge)컨버터로 동작할 수 있다.

[0130] 상기 n이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터는 입력 포트에 1차측 인덕터(L_1)를 포함 할 수 있다.

[0131] 상기 n이 4일 때의 멀티포트 DAB컨버터는 3개의 부하 포트를 구비하고, 이들 3개의 부하 포트 각각으로 2차측 인덕터(L_2 , L_3 , L_4)를 포함할 수 있다. 또한, 멀티포트 DAB컨버터는 3개의 부하 포트 중 최하단에 배치되는 ESS 포트의 2차측 인덕터(L_4)를 ESS 포트 인덕터로 결정 함으로써, 입력 포트에 폴트가 발생하는 Islanding Mode 동작 시, 상기 결정된 ESS 포트 인덕터를 통해 ESS(Energy Storage System)로부터 전력을 공급받는 나머지 부하

포트로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.

- [0132] 또한, 3-레그 DAB 컨버터(300)에서, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터를, 상기 입력 포트의 인덕터 L_1 과 결합한다(1520). 단계(1520)은 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터를, 멀티포트 DAB컨버터의 입력 포트에서, 1차측 인덕터(L_1)와 병렬적으로 결합하여 배치하는 과정일 수 있다.
- [0133] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 3개의 상단 스위치(S1, S3, S5)와, 3개의 하단 스위치(S2, S4, S6)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0134] 또한, 3-레그 DAB 컨버터(300)에서, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터를, 상기 n개의 부하 포트 중 ESS 포트의 인덕터 L_n 와 결합한다(1530). 단계(1530)는, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터를 통해, ESS 포트 인덕터로 결정되는 ESS 포트의 인덕터(L_n)를 선택적으로 활성화/비활성화 하는 과정일 수 있다.
- [0135] ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 3개의 상단 스위치(P1, P3, P5)와, 3개의 하단 스위치(P2, P4, P6)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0136] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터와 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 멀티포트 DAB컨버터의 mode 전환에 따라, 스위치들(S1~S6, P1~P6)에 대한 규정된 On/Off 동작을 하여, 부하 포트로의 전력 공급이 원활하게 이루어지도록 지원할 수 있다.
- [0137] Grid Connected Mode에서, 입력 포트인 Port 1에 결합되는 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는 On 동작하고, ESS 포트인 Port 4에 결합되는 ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는 Off 동작하여, Port 1에서, 부하 포트인 Port 2, 3, 4 각각으로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0138] Islanding Mode에서, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는 Off 동작하고, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는 On 동작하여, ESS 포트를 통해 ESS로부터, 부하 포트인 Port 2, 3로 전력 공급이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0139] 보다 구체적으로, Grid Connected Mode 일 때, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지하기 위해, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 스위치 S1, S6와 스위치 S2, S5를 상보적으로 On/Off 동작하고, 스위치 S3, S4를 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 비활성화할 수 있다. 인덕터 L_1 의 비활성화를 통해, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는 On 동작할 수 있다.
- [0140] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 스위치 S1, S6와 스위치 S2, S5를 서로 토글시켜 On/Off 동작하고, 스위치 S3, S4를 Off 동작하여, Grid Connected Mode 시의 전력 동조화 현상을 억제 할 수 있다.
- [0141] 또한, Grid Connected Mode 일 때, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 스위치 P1, P2를 off로 유지하고, 스위치 P3, P4, P5, P6를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 활성화 할 수 있다. 인덕터 L_n 의 활성화를 통해, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는 Off 동작할 수 있다.
- [0142] 즉, Grid Connected Mode에서, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는 인덕터 L_1 을 비활성화하여 Off 동작하고, ESS 단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 인덕터 L_n 을 활성화하여 On 동작 함으로써, 상기 입력 포트에서 상기 n개의 부하 포트로의 전력 전달시 전력 동조화 현상을 방지할 수 있다.
- [0143] 전력 동조화 현상은 멀티포트 DAB컨버터가 구조적으로 하나의 변압기에 여러 포트가 연결되고 있어, 권선 간 커플링 현상으로 인해 의도하지 않은 전력을 발생시켜 시스템의 다이내믹 반응성을 감소시키고 출력 전압 제어를 어렵게 만드는 현상을 지칭할 수 있다.
- [0144] 또한, 입력 포트에 폴트(Fault)가 발생하는 Islanding Mode 일 때, 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 상기 인덕터 L_1 을 활성화하여 전력 전달 경로를 형성 함으로써, 상기 폴트로부터 전력 장치를 보호할 수 있다.
- [0145] 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 스위치 S2, S4를 On으로 유지하고, 스위치 S1, S3, S5, S6을 Off로 유지 함으로써, 상기 인덕터 L_1 을 활성화 할 수 있다.
- [0146] 또한, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 스위치 P3, P4를 off로 유지하고, 스위치 P1, P2, P5, P6를 상보적으로 On/Off 동작 함으로써, 상기 인덕터 L_n 을 비활성화할 수 있다.
- [0147] ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터는, 비활성화되는 인덕터 L_n 을 ESS 부하 포트에 정함으로써, ESS 포트 인덕터 L_n

에 저장되는 전력이, 나머지의 부하 포트에 전달되도록 할 수 있다.

- [0148] 3-레그 DAB 컨버터(300)는 입력단 3-레그 풀브릿지 컨버터의 Off 동작과, ESS단 3-레그 풀브릿지 컨버터의 On 동작을 통해, Islanding Mode 시 EES 포트 인덕터로부터, 이전에 생산되어 저장했던 전력을 공급해 에너지 효율을 높일 수 있다.
- [0149] 본 발명의 실시예에 따르면, 폴트(Fault) 상황에 대응 가능하고, 릴레이나 추가적인 컨버터 회로 없이 전력 비동조화가 적용된 멀티포트 컨버터 토폴로지를 구현하는, 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 및 멀티포트 컨버터 운영방법을 제공 할 수 있다.
- [0150] 또한, 본 발명에 의해서는, 추가적인 회로나 컨버터 없이 3-Legs Full-Bridge 형태로 스위칭 Modulation을 통해 전력 비동조화 현상을 달성 할 수 있다.
- [0151] 또한, 본 발명에 의해서는, 기계적인 소자인 릴레이 회로 및 추가 컨버터 부착 없이, Full-Bridge 구조 형태로 높은 전력 밀도를 달성 할 수 있다.
- [0152] 또한, 본 발명에 의해서는, 3-Legs DAB 컨버터를 통해 Grid Connected Mode와 Islanding Mode에서 전력 비동조화 현상을 달성하여, 시스템의 안정도를 향상 할 수 있다.
- [0153] 또한, 본 발명에 의해서는, Full-Bridge와 동일한 구조로 제어 자유도가 같으며 ZVS를 달성 할 수 있다.
- [0154] 또한, 본 발명에 의해서는, QAB 컨버터에 적용된 Port1과 Port4의 3-Legs DAB 컨버터의 Switching Modulation을 통해, Fault 사고에서도 장치 보호 및 일정하게 부하로 전력을 공급 할 수 있다.
- [0155] 또한, 본 발명에 의해서는, 스위치와 인덕터의 LC 공진에 대한 영향을 적게 발생 할 수 있다.
- [0156] 실시예에 따른 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드 뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0157] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0158] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 3-레그 풀브릿지 컨버터가 적용된 멀티포트 컨버터 운영 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0159] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0160]

300 : 3-레그 DAB 컨버터

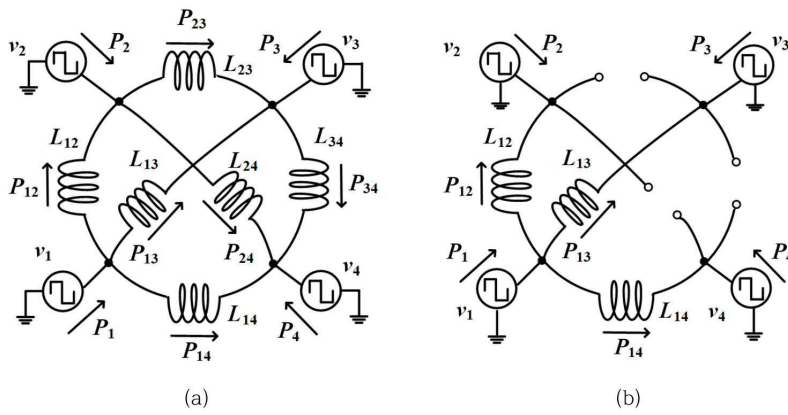
310 : 멀티포트 DAB컨버터

320 : 입력단 3-레그 폴브릿지 컨버터

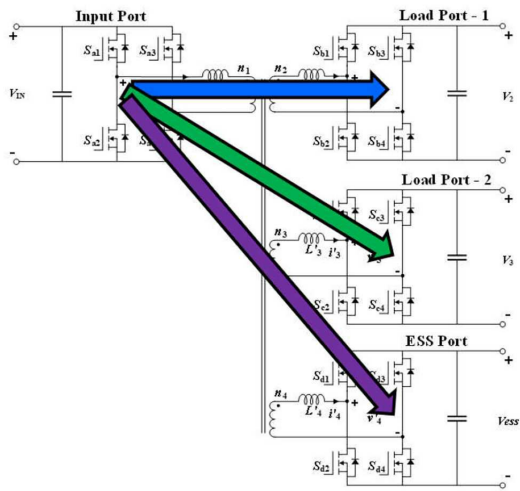
330 : ESS단 3-레그 폴브릿지 컨버터

도면

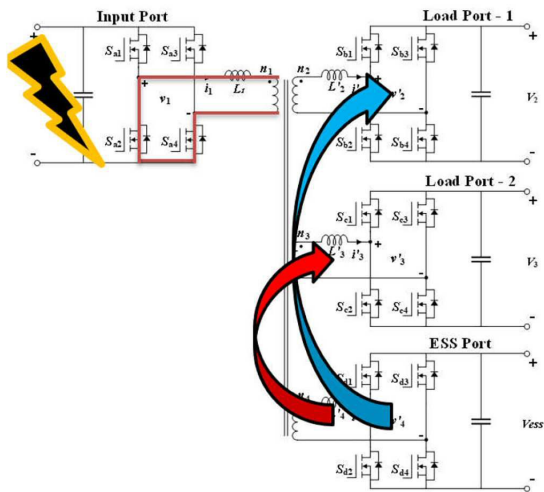
도면1



도면2

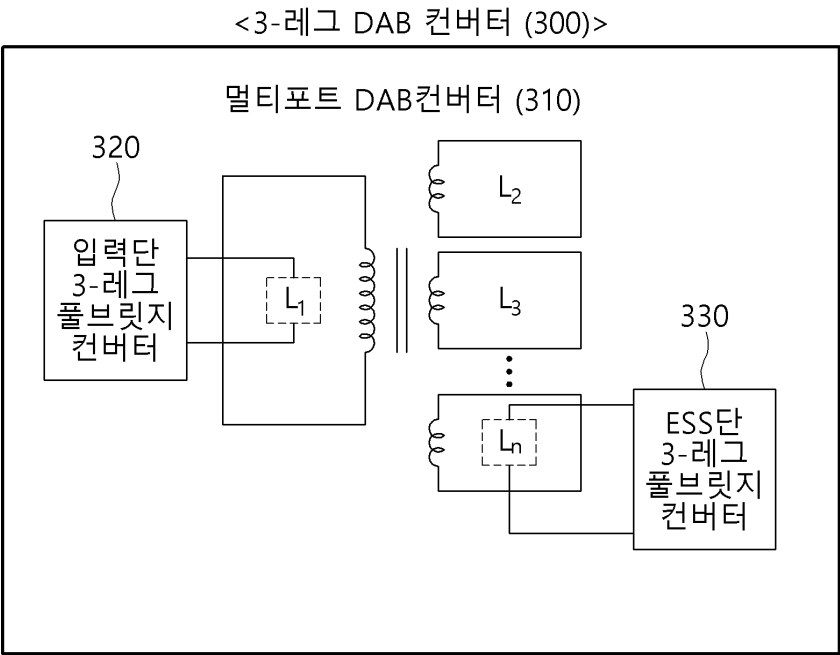


(a)

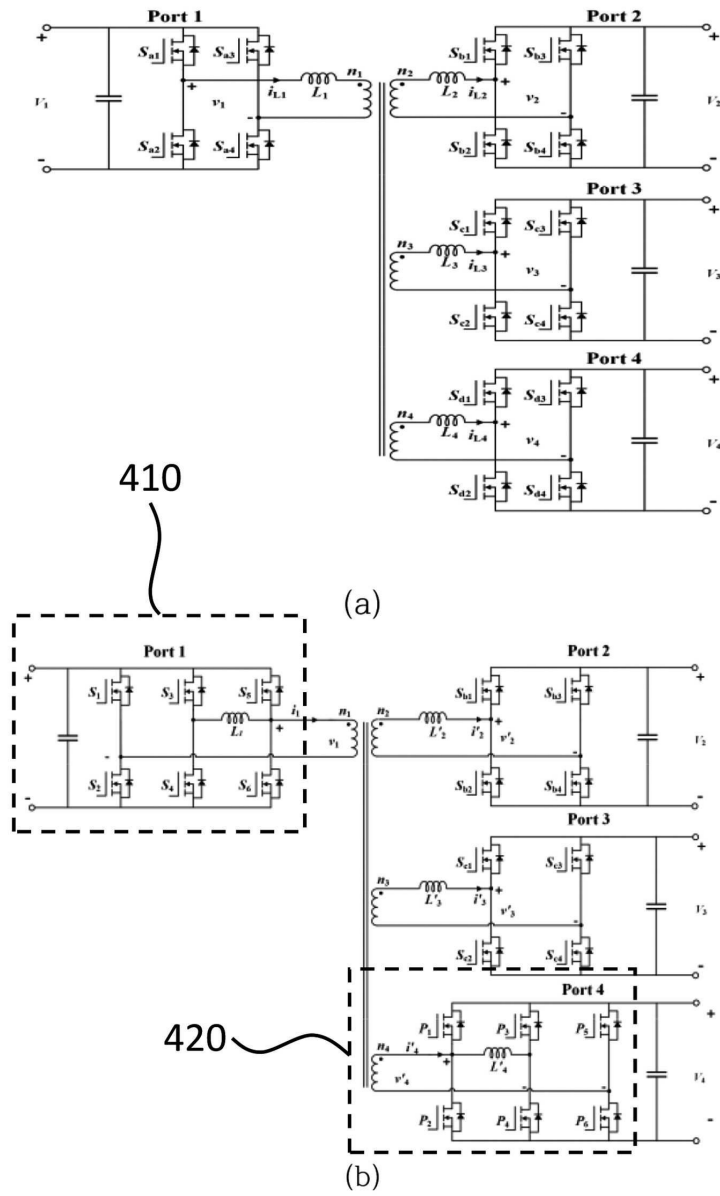


(b)

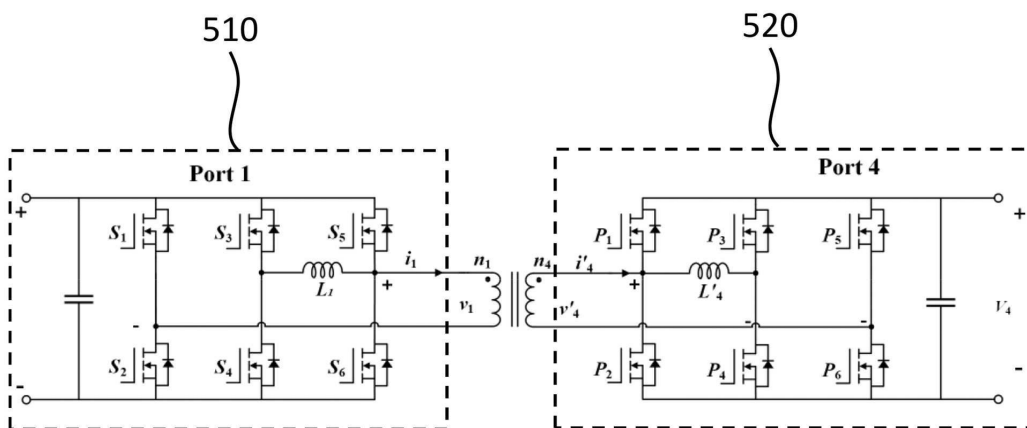
도면3



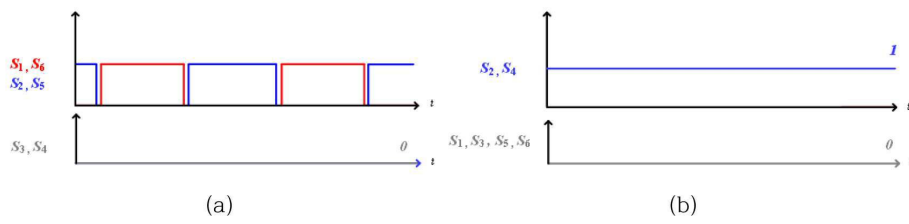
도면4



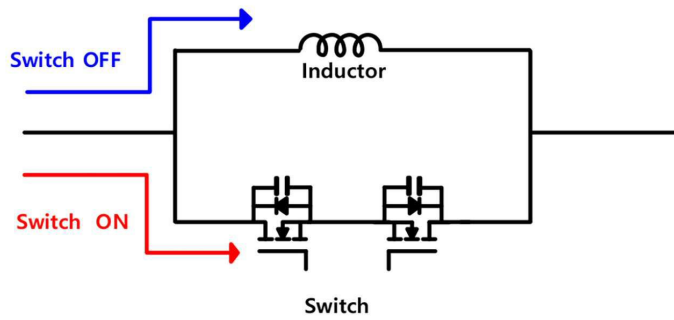
도면5



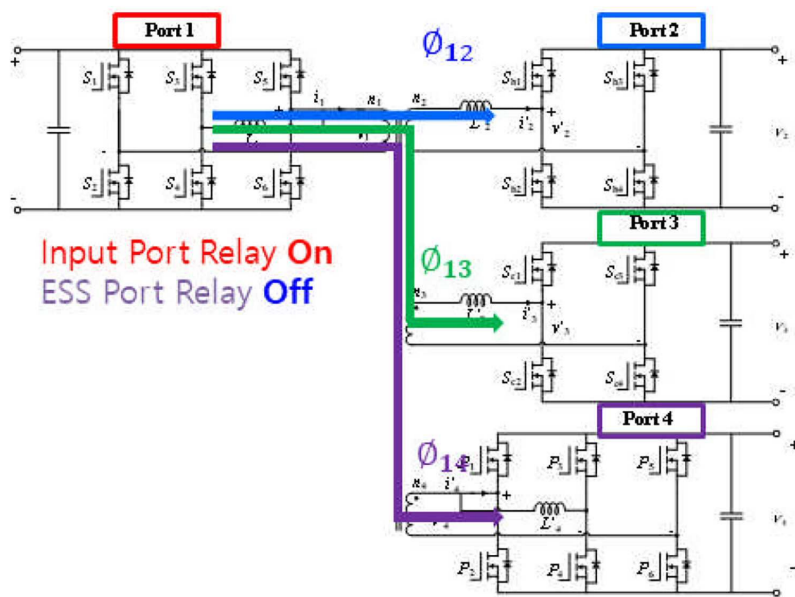
도면6



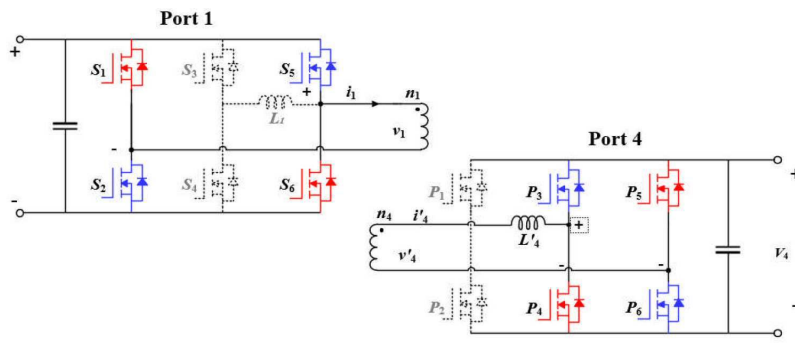
도면7



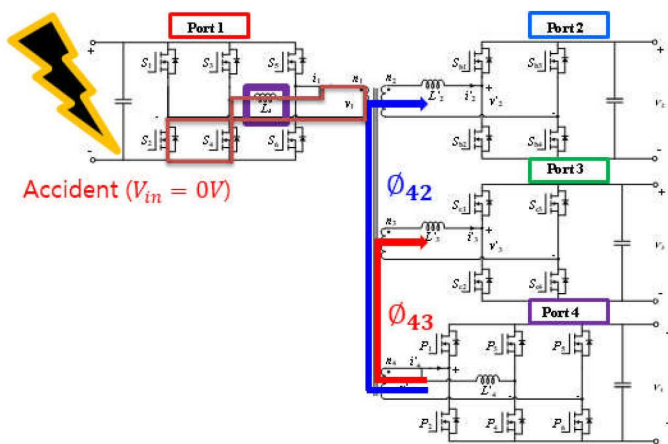
도면8



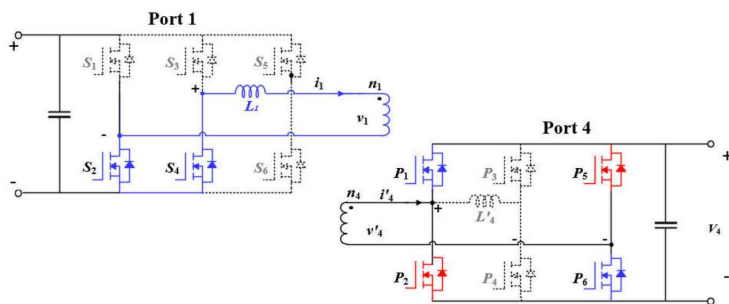
도면9



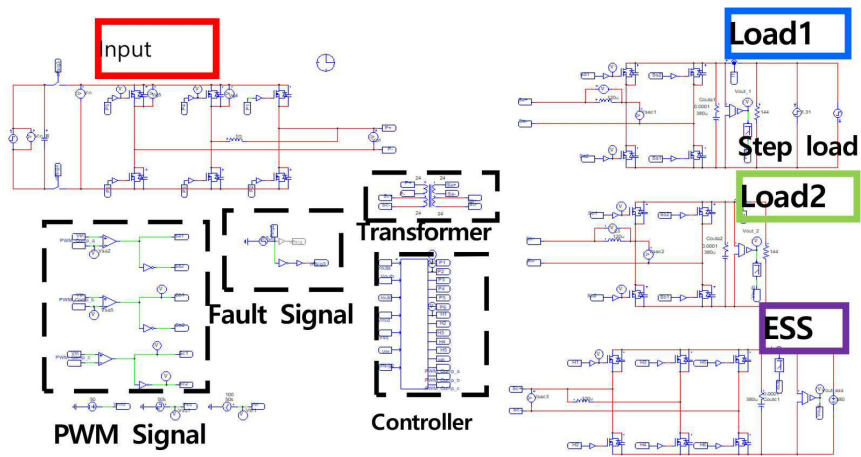
도면10



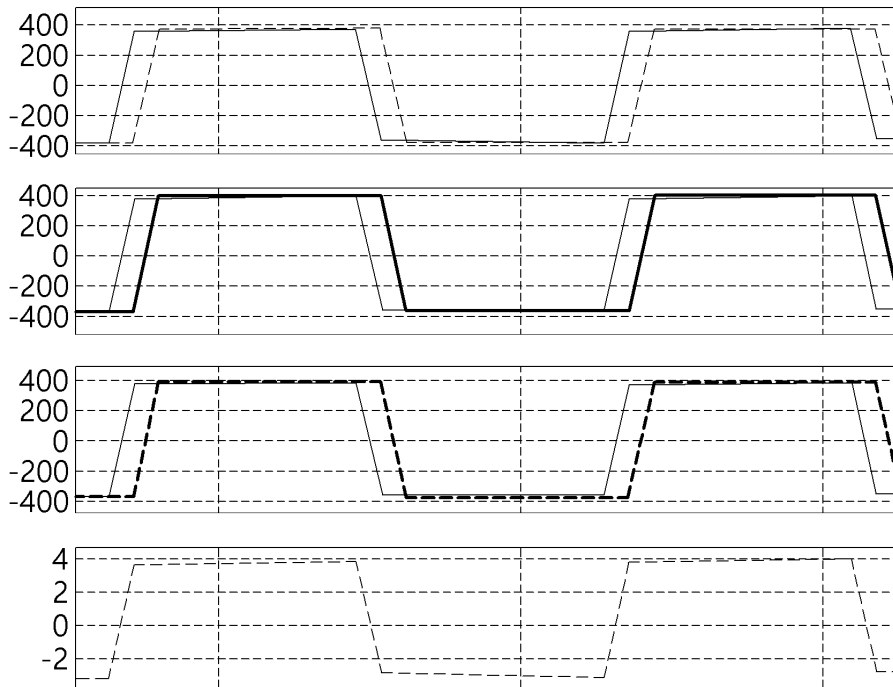
도면11



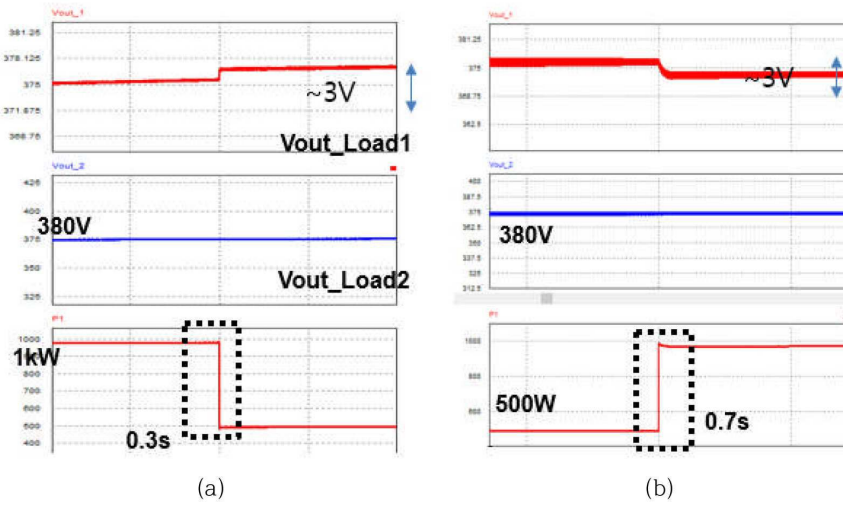
도면12



도면13



도면14



도면15

