



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0133647
(43) 공개일자 2021년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/18 (2019.01) G05F 1/70 (2006.01)
H02M 3/335 (2006.01) H02M 7/5387 (2007.01)

(52) CPC특허분류
H02J 3/18 (2019.02)
G05F 1/70 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0052512
(22) 출원일자 2020년04월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
송실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)

(72) 발명자
박중후
서울특별시 동작구 서달로 91, 104동 1204호(흑석동, 흑석한강센트레빌2차)
전영태
경기도 시흥시 은행로 93-1, 416동 303호(은행동, 시흥은행 대우 푸르지오아파트)

(74) 대리인
특허법인 정안

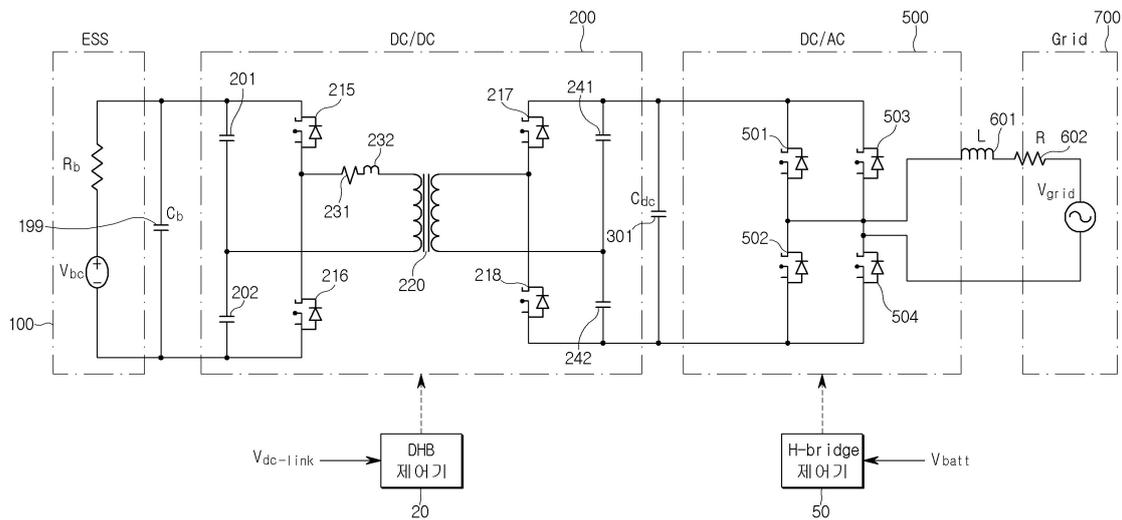
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및 전력 제어 장치

(57) 요약

본 발명의 전력 제어 장치는, 전력 계통에 연결되어 계통에 유효전력과 무효전력을 공급해주는 전력 제어 장치로서, 직류 입력단 커패시터의 직류 전력을 절연된 상태로 디씨 링크 커패시터의 직류 전력으로 변환하는 양방향 절연형 DC/DC 컨버터; 상기 디씨 링크 커패시터의 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 계통에 유효전력과 무효전력으로 공급하는 브리지형 DC/AC 인버터; 상기 디씨 링크 커패시터의 전압값으로 상기 DC/DC 컨버터의 동작을 제어하는 DC/DC 제어기; 및 상기 직류 입력단쪽의 전압값으로 상기 DC/AC 인버터의 동작을 제어하는 DC/AC 제어기를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H02M 3/33584 (2013.01)

H02M 7/5387 (2013.01)

Y02E 40/10 (2020.08)

명세서

청구범위

청구항 1

전력 계통에 연결되어 계통에 유효전력과 무효전력을 공급해주는 전력 제어 장치로서,
직류 입력단 커패시터의 직류 전력을 절연된 상태로 디씨 링크 커패시터의 직류 전력으로 변환하는 양방향 절연형 DC/DC 컨버터;
상기 디씨 링크 커패시터의 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 계통에 유효전력과 무효전력으로 공급하는 브리지형 DC/AC 인버터;
상기 디씨 링크 커패시터의 전압값으로 상기 DC/DC 컨버터의 동작을 제어하는 DC/DC 제어기; 및
상기 직류 입력단쪽의 전압값으로 상기 DC/AC 인버터의 동작을 제어하는 DC/AC 제어기를 포함하는 전력 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 DC/DC 컨버터는,
절연 변압기를 구비하며 하프 브리지 구조를 가진 DAB(Dual-active-bridge) 컨버터인 전력 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 DC/AC 인버터는,
4개의 스위치 소자들을 구비한 H-bridge 인버터인 전력 제어 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 DC/AC 제어기는,
상기 직류 입력단에 연결된 배터리의 전압값과 기준 전압값의 차이를 비교하는 비교기;
상기 비교기의 비교 결과로 기준 유효 전류값을 출력하는 전압 제어기;
상기 기준 유효 전류값과 기준 무효 전류값으로 출력전압비를 출력하는 전류 제어기; 및
상기 출력전압비에 따라 상기 DC/AC 인버터의 스위치 소자를 위한 PWM 신호를 생성하는 PWM 생성기를 포함하는 전력 제어 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 DC/DC 제어기는,

상기 디씨 링크 커패시터의 전압값과 기준 전압값의 차이를 비교하는 비교기;
 상기 비교기의 비교 결과로 위상값을 출력하는 전압 제어기; 및
 상기 위상값에 따라 상기 DC/DC 컨버터의 스위치 소자를 위한 PWM 신호를 생성하는 PWM 생성기를 포함하는 전력 제어 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 DC/DC 컨버터는,
 하기 수학식에 따른 전달식을 가지는 전력 제어 장치.

$$P_o = \frac{V_i V_o}{N8\pi^2 L f} \phi(\pi - \phi)$$

(여기서, P_o : 출력 전력, V_i, V_o : 입, 출력 전압, N : 변압기 권선비, L : 인덕턴스, f: 스위칭 주파수, ϕ : 제어 위상임)

청구항 7

계통에 대한 무효전력 보상을 위한 에너지를 저장하는 에너지 저장장치;
 계통에 무효전력 보상을 위한 교류 전력을 공급하는 그리드 출력단;
 상기 에너지 저장장치와 상기 그리드 출력단 사이의 디씨 링크단;
 상기 에너지 저장장치에서 출력되는 직류 전력을 상기 디씨 링크단의 전압값에 따라 변환하여 상기 디씨 링크단으로 공급하는 DC/DC 컨버팅 블록; 및
 상기 디씨 링크단으로 공급된 직류 전력을 상기 에너지 저장장치의 전압값에 따라 교류로 변환하여 상기 그리드 출력단으로 제공하는 DC/AC 컨버팅 블록을 포함하는 계통 연계형 에너지 저장 시스템을.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 DC/DC 컨버팅 블록은,
 상기 에너지 저장장치에서 출력되는 직류 전력을 절연된 상태로 디씨 링크단의 직류 전력으로 변환하는 DC/DC 컨버터; 및
 상기 디씨 링크단의 전압값으로 상기 DC/DC 컨버터의 동작을 제어하는 DC/DC 제어기를 포함하는 계통 연계형 에너지 저장 시스템을.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 DC/DC 컨버터는,
 절연 변압기를 구비하며 하프 브리지 구조를 가진 DAB(Dual-active-bridge) 컨버터인 계통 연계형 에너지 저장

시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 DC/AC 컨버팅 블록은,

상기 디씨 링크단의 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 계통에 유효전력과 무효전력으로 공급하는 DC/AC 인버터; 및

상기 에너지 저장장치의 배터리 전압값으로 상기 DC/AC 인버터의 동작을 제어하는 DC/AC 제어기를 포함하는 계통 연계형 에너지 저장 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

입력단 커패시터를 더 포함하는 계통 연계형 에너지 저장 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

디씨 링크 커패시터를 더 포함하는 계통 연계형 에너지 저장 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및 이를 이용하여 계통의 무효 전력을 보상하도록 전력 변환 동작을 제어하는 전력 제어 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 계통에 연계된 에너지 저장 시스템은 배터리와 충방전 전력변환기로 구성되어, 계통에 대하여 잉여 전력을 저장하고 부족 전력을 공급하는 방식으로, 부하의 순간적인 증감 및 발전량이 일정치 않은 신재생에너지 발전 수단으로 인한 전력 수요공급 불균형을 완화하며, 특히, 계통의 무효 전력을 보상하는 용도로 사용된다.

[0004] 도 1은 종래 기술에 의한 양방향 벡-부스트 컨버터를 사용한 ESS 시스템을 도시한 회로도이다.

[0005] 종래기술의 계통 연계형 에너지 저장 시스템은 충방전 전력변환기로서 Two-stage 형태를 가진 것이 일반적이다.

[0006] 기본적인 Two-stage 계통연계 시스템은 도 1 과 같이 비절연형 양방향 벡-부스트 컨버터를 사용하는 것이다. 양방향 벡-부스트 컨버터를 통해 승압과 강압 동작이 가능하며 ESS의 전류 제어와 전압 제어가 가능하다. 하지만 승압 또는 강압 하나의 동작만 가능하므로 제어할 수 있는 전압의 한계가 존재한다. 또한, 변압기가 없는 회로로 계통과 ESS 단이 절연되어 있지 않아 누설전류 등 안전상 문제가 발생한다.

[0007] 이러한 단점들로 인해, 최근 절연기능이 있는 토폴로지를 DC 단에 사용하고 있다. 이 경우 변압기를 사용하여 절연기능, 즉 누설전류를 억제하는 기능을 제공하며, 전압의 출력 가능 범위가 넓어진다. 인버터로는 DC-link 전압과 계통의 필요에 따라 계통 전류를 제어하고 절연 기능이 있는 DC-DC 컨버터 통해 ESS의 출력을 제어한다.

[0008] 이러한 제어 방식은 DC-link 커패시터가 감당하는 에너지가 높아 용량이 큰 전해 커패시터가 필요하므로 가격,

신뢰성, 크기 면에서 불리한 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개공보 10-2015-0008767호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 디씨 링크 커패시터의 용량을 절감하면서도 무효 전력 보상 효율이 우수한 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및 전력 제어 장치를 제공하고자 한다.

[0012] 본 발명은 비교적 저렴한 비용으로 절연 기능을 확보하는 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및 전력 제어 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 측면에 따른 전력 제어 장치는, 전력 계통에 연결되어 계통에 유효전력과 무효전력을 공급해주는 전력 제어 장치로서, 직류 입력단 커패시터의 직류 전력을 절연된 상태로 디씨 링크 커패시터의 직류 전력으로 변환하는 양방향 절연형 DC/DC 컨버터; 상기 디씨 링크 커패시터의 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 계통에 유효전력과 무효전력으로 공급하는 브리지형 DC/AC 인버터; 상기 디씨 링크 커패시터의 전압값으로 상기 DC/DC 컨버터의 동작을 제어하는 DC/DC 제어기; 및 상기 직류 입력단쪽의 전압값으로 상기 DC/AC 인버터의 동작을 제어하는 DC/AC 제어기를 포함할 수 있다.

[0015] 여기서, 상기 DC/DC 컨버터는, 절연 변압기를 구비하며 하프 브리지 구조를 가진 DAB(Dual-active-bridge) 컨버터일 수 있다.

[0016] 여기서, 상기 DC/AC 인버터는, 4개의 스위치 소자들을 구비한 H-bridge 인버터일 수 있다.

[0017] 여기서, 상기 DC/AC 제어기는, 상기 직류 입력단에 연결된 배터리의 전압값과 기준 전압값의 차이를 비교하는 비교기; 상기 비교기의 비교 결과로 기준 유효 전류값을 출력하는 전압 제어기; 상기 기준 유효 전류값과 기준 무효 전류값으로 출력전압비를 출력하는 전류 제어기; 및 상기 출력전압비에 따라 상기 DC/AC 인버터의 스위치 소자를 위한 PWM 신호를 생성하는 PWM 생성기를 포함할 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 DC/DC 제어기는, 상기 디씨 링크 커패시터의 전압값과 기준 전압값의 차이를 비교하는 비교기; 상기 비교기의 비교 결과로 위상값을 출력하는 전압 제어기; 및 상기 위상값에 따라 상기 DC/DC 컨버터의 스위치 소자를 위한 PWM 신호를 생성하는 PWM 생성기를 포함할 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 DC/DC 컨버터는, 하기 수학적식에 따른 전달식을 가질 수 있다.

[0020]
$$P_o = \frac{V_i V_o}{N8\pi^2 Lf} \phi(\pi - \phi)$$

[0021] (여기서, P_o : 출력 전력, V_i, V_o : 입, 출력 전압, N : 변압기 권선비, L : 인덕턴스, f : 스위칭 주파수, ϕ : 제어 위상임)

[0023] 본 발명의 다른 측면에 따른 계통 연계형 에너지 저장 시스템은, 계통에 대한 무효전력 보상을 위한 에너지를 저장하는 에너지 저장장치; 계통에 무효전력 보상을 위한 교류 전력을 공급하는 그리드 출력단; 상기 에너지 저장장치와 상기 그리드 출력단 사이의 디씨 링크단; 상기 에너지 저장장치에서 출력되는 직류 전력을 상기 디씨

링크단의 전압값에 따라 변환하여 상기 디씨 링크단으로 공급하는 DC/DC 컨버팅 블록; 및 상기 디씨 링크단으로 공급된 직류 전력을 상기 에너지 저장장치의 전압값에 따라 교류로 변환하여 상기 그리드 출력단으로 제공하는 DC/AC 컨버팅 블록을 포함할 수 있다.

- [0024] 여기서, 상기 DC/DC 컨버팅 블록은, 상기 에너지 저장장치에서 출력되는 직류 전력을 절연된 상태로 디씨 링크단의 직류 전력으로 변환하는 DC/DC 컨버터; 및 상기 디씨 링크단의 전압값으로 상기 DC/DC 컨버터의 동작을 제어하는 DC/DC 제어기를 포함할 수 있다.
- [0025] 여기서, 상기 DC/DC 컨버터는, 절연 변압기를 구비하며 하프 브리지 구조를 가진 DAB(Dual-active-bridge) 컨버터일 수 있다.
- [0026] 여기서, 상기 DC/AC 컨버팅 블록은, 상기 디씨 링크단의 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 계통에 유효전력과 무효전력으로 공급하는 DC/AC 인버터; 및 상기 에너지 저장장치의 배터리 전압값으로 상기 DC/AC 인버터의 동작을 제어하는 DC/AC 제어기를 포함할 수 있다.
- [0027] 여기서, 입력단 커패시터를 더 포함할 수 있다.
- [0028] 여기서, 디씨 링크 커패시터를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 상기 구성을 가진 본 발명의 사상에 따른 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및/또는 전력 제어 장치를 실시하면, 디씨 링크 커패시터의 용량을 절감하면서도 우수한 무효 전력 보상 효율을 달성할 수 있는 이점이 있다.
- [0031] 본 발명의 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및/또는 전력 제어 장치는, 비절연형 DC-DC 컨버터를 절연형으로 대체할 수 있는 이점이 있다.
- [0032] 본 발명의 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및/또는 전력 제어 장치는, 소자수 감소에도 신뢰성을 확보할 수 있는 이점이 있다.
- [0033] 본 발명의 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및/또는 전력 제어 장치는, 배터리단 커패시터의 증가로 고승압시 유리한 이점이 있다.
- [0034] 본 발명의 계통 연계형 에너지 저장 시스템 및/또는 전력 제어 장치는, 절연형 DC-DC 컨버터가 사용되는 대부분의 분야, 예컨대, 계통연계형 태양광, 풍력, 연료전지 시스템 분야 뿐만 아니라 절연을 필요로 하는 모든 일반 가전기기의 AC-DC 전력변환기에 사용 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 종래 기술에 의한 양방향 벡-부스트 컨버터를 사용한 에너지 저장 시스템을 도시한 회로도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연형 컨버터를 갖는 에너지 저장 시스템을 도시한 회로도.
- 도 3은 절연형 양방향 컨버터가 구비된 ESS에 대한 종래기술에 의한 컨버터/인버터 제어기의 블록선도.
- 도 4는 절연형 양방향 컨버터가 구비된 ESS에 대한 본 발명의 사상에 의한 컨버터/인버터 제어기의 블록선도.
- 도 5는 본 발명에서 제안하는 제어 방식의 배터리로 계통에 유효전력을 공급하는 파형을 예시한 파형도.
- 도 6은 본 발명에서 제안하는 제어 방식의 배터리 CV 충전 파형을 예시한 파형도.
- 도 7은 본 발명에서 제안하는 제어 방식의 배터리 CC 충전 파형을 예시한 파형도.
- 도 8은 기존 제어를 방식으로 배터리 전력이 계통으로 공급되는 동작 파형을 예시한 파형도.
- 도 9는 DC-link 커패시터를 추가한 기존 방식의 동작 파형을 예시한 파형도.
- 도 10은 본 발명에서 제안하는 방식을 이용한 무효전력 공급 파형을 예시한 파형도.
- 도 11은 본 발명에서 제안하는 방식을 이용한 무효전력 흡수 파형을 예시한 파형도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 본 발명을 설명함에 있어서 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되지 않을 수 있다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0038] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 연결되어 있거나 접속되어 있다고 언급되는 경우는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해될 수 있다.
- [0039] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0040] 본 명세서에서, 포함하다 또는 구비하다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로서, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [0041] 또한, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연형 컨버터를 갖는 계통 연계형 에너지 저장 시스템을 도시한 회로도이다.
- [0044] 도시한 계통 연계형 에너지 저장 시스템은, 계통에 대한 무효전력 보상을 위한 에너지를 저장하는 에너지 저장장치(100); 계통에 무효전력 보상을 위한 교류 전력을 공급하는 그리드 출력단(700); 상기 에너지 저장장치(100)와 상기 그리드 출력단(700) 사이의 디씨 링크단; 상기 에너지 저장장치(100)에서 출력되는 직류 전력을 상기 디씨 링크단의 전압값에 따라 변환하여 상기 디씨 링크단으로 공급하는 DC/DC 컨버팅 블록(200, 20); 및 상기 디씨 링크단으로 공급된 직류 전력을 상기 에너지 저장장치(100)의 전압값에 따라 교류로 변환하여 상기 그리드 출력단(700)으로 제공하는 DC/AC 컨버팅 블록(500, 50)을 포함할 수 있다.
- [0045] 여기서, 상기 DC/DC 컨버팅 블록(200, 20)은, 상기 에너지 저장장치에서 출력되는 직류 전력을 절연된 상태로 디씨 링크단의 직류 전력으로 변환하는 DC/DC 컨버터(200); 및 상기 디씨 링크단의 전압값으로 상기 DC/DC 컨버터의 동작을 제어하는 DC/DC 제어기(20)로 구성될 수 있다.
- [0046] 마찬가지로, 상기 DC/AC 컨버팅 블록은(500, 50), 상기 디씨 링크단의 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 계통에 유효전력과 무효전력으로 공급하는 DC/AC 인버터(500); 및 상기 에너지 저장장치의 배터리 전압값으로 상기 DC/AC 인버터의 동작을 제어하는 DC/AC 제어기(50)로 구성될 수 있다.
- [0047] 상기 디씨 링크단은 도시한 바와 같이 디씨 링크 커패시터(301)로 구현될 수 있다. 즉, 상기 디씨 링크 커패시터(301)를 매개하여 상기 DC/DC 컨버터(200)와 상기 DC/AC 인버터(500)가 연결된다.
- [0048] 한편, 상기 에너지 저장장치(100)와 상기 DC/DC 컨버터(200)도 입력단 커패시터(199)를 매개하여 연결될 수 있다.
- [0049] 한편, 상기 그리드 출력단(700)과 상기 DC/AC 인버터(500) 사이에는 인덕터(601)가 매개될 수 있다.
- [0051] 사이트에 ESS와 충방전 전력변환기는 구분되어 설치될 수 있음을 감안하면, 도 2의 구성들 중 상기 DC/DC 컨버팅 블록(200, 20) 및 DC/AC 컨버팅 블록(500, 50)을 충방전 전력변환을 위한 별도의 전력 제어 장치로 구분할 수 있다.
- [0052] 상술한 관점에서 구분된 본 발명의 사상에 따른 전력 제어 장치는, 전력 계통에 연결되어 계통에 유효전력과 무효전력을 공급해주는 전력 제어 장치로서, 직류 입력단 커패시터(199)의 직류 전력을 절연된 상태로 디씨 링크 커패시터(301)의 직류 전력으로 변환하는 양방향 절연형 DC/DC 컨버터(200); 상기 디씨 링크 커패시터(301)의 직류 전력을 교류 전력으로 변환하여 계통에 유효전력과 무효전력으로 공급하는 브리지형 DC/AC 인버터(500); 상기 디씨 링크 커패시터(301)의 전압값으로 상기 DC/DC 컨버터(200)의 동작을 제어하는 DC/DC 제어기(20); 및

상기 직류 입력단쪽의 전압값으로 상기 DC/AC 인버터(500)의 동작을 제어하는 DC/AC 제어기(50)를 포함할 수 있다.

[0053] 구체적으로 살펴보면, 도시한 DC/DC 컨버터(200)는, 절연 변압기를 구비하며 하프 브리지 구조를 가진 DAB(Dual-active-bridge) 컨버터이다. 즉, 도시한 DC/DC 컨버터(200)는, 중심에 절연 변압기(220)를 구비하며, 절연 변압기(220)의 1차측에 2개의 스위치 소자(215, 216) 및 2개의 스위치 소자 대체용 커패시터(201, 202)를 구비하며, 절연 변압기(220)의 2차측에 2개의 스위치 소자(217, 218) 및 2개의 스위치 소자 대체용 커패시터(241, 242)를 구비한다. 절연 변압기(220)의 1차측 및/또는 2차측에는 저항(231) 및 인덕터(232)를 구비할 수 있다. 도시한 상세 회로 구성은 예시에 불과하며, 이에 한정하지는 않는다. 예컨대, 풀 브리지 구조를 가진 DAB(Dual-active-bridge) 컨버터로 대체될 수 있으며, 이 또한 본 발명의 권리범위에 속함은 당연하다.

[0054] 구체적으로 살펴보면, 상기 DC/AC 인버터(500)는, 4개의 풀 브리지 스위치 소자들(501 ~ 504)을 구비하는 H-bridge 인버터 구성을 가진다. 도시한 상세 회로 구성은 예시에 불과하며, 이에 한정하지는 않는다.

[0056] 도 2에 도시한 전력 제어 장치는, 절연기능을 가진 DC-DC 스위칭 컨버터 중 최소한의 소자를 사용하는 Dual half bridge(DHB) converter를 DC 단에 적용하며, 위상천이기법(phase-shift)을 통해 전력을 제어한다. 즉, 도시한 전력 제어 장치는, Two-stage 계통연계 시스템으로 DC-AC 인버터로 H-bridge 인버터를 사용하고, 절연형 DC-DC 컨버터로 DHB 컨버터를 사용한다.

[0057] DC/AC 인버터(500) 제어를 통해 디씨 링크 전압이 아닌 ESS의 전압 전류를 제어하여, 디씨 링크가 감당하게 되는 에너지를 감소에 따른 디씨 링크 커패시터(301)의 용량을 감소시킬 수 있다.

[0058] 같은 구조를 사용하는 기존의 회로들은 인버터를 통해 DC-link 전압을 제어하며 DHB 컨버터를 통해 ESS 단의 전압을 제어한다.

[0059] 본 발명에서는 에너지저장장치를 배터리로 가정하며, 인버터를 통해 ESS 단인 배터리의 전압과 전류를 제어하여 CC-CV 모드 동작이 가능하다. DHB DC/DC 컨버터(200)는 DC-link의 전압을 제어한다. 계통에 의한 리플 에너지는 ESS단으로 전달되기 때문에 DC-link 커패시터(301)의 용량 감소가 가능하다.

[0060] DHB DC/DC 컨버터(200)는 절연 기능을 갖는 다른 양방향 컨버터 중 최소한의 소자를 사용하며, 위상천이를 이용 변압기 인덕터 양단의 전압 차이를 발생시켜 인덕터의 흐르는 전류를 조절한다. 전달식은 하기 수학적 1d과 같고 입력전압과 전달할 전력은 인버터에 의해 결정되므로 위상을 조정하여 출력전압 제어가 가능하다.

수학식 1

[0061]
$$P_o = \frac{V_i V_o}{N8\pi^2 Lf} \phi (\pi - \phi)$$

[0063] 상기 수학식 1에서, P_o : 출력 전력, V_i, V_o : 입, 출력 전압, N : 변압기 권선비, L : 인덕턴스, f: 스위칭 주파수, ϕ : 제어 위상이다.

[0064] 다른 관점으로 정리하면, 도시한 DC/DC 컨버터(200)는 디씨 링크단 전압($V_{dc-link}$)으로 제어되어, 디씨 링크 커패시터(301)로 입력되는 리플을 절감하며, 도시한 DC/AC 인버터(500)는 배터리 전압(V_{batt})으로 제어되어, 그리드(계통 부하)의 수요량과 ESS(100)의 공급량의 상호 조정으로 리플을 절감하는 바, 종래 기술 대비 디씨 링크 커패시터(301)에서 발생하는 리플을 크게 절감할 수 있다. 이는 디씨 링크 커패시터(301)가 불필요한 여유(margin) 용량을 가지지 않게 하여, 디씨 링크 커패시터(301)의 용량 절감을 달성한다.

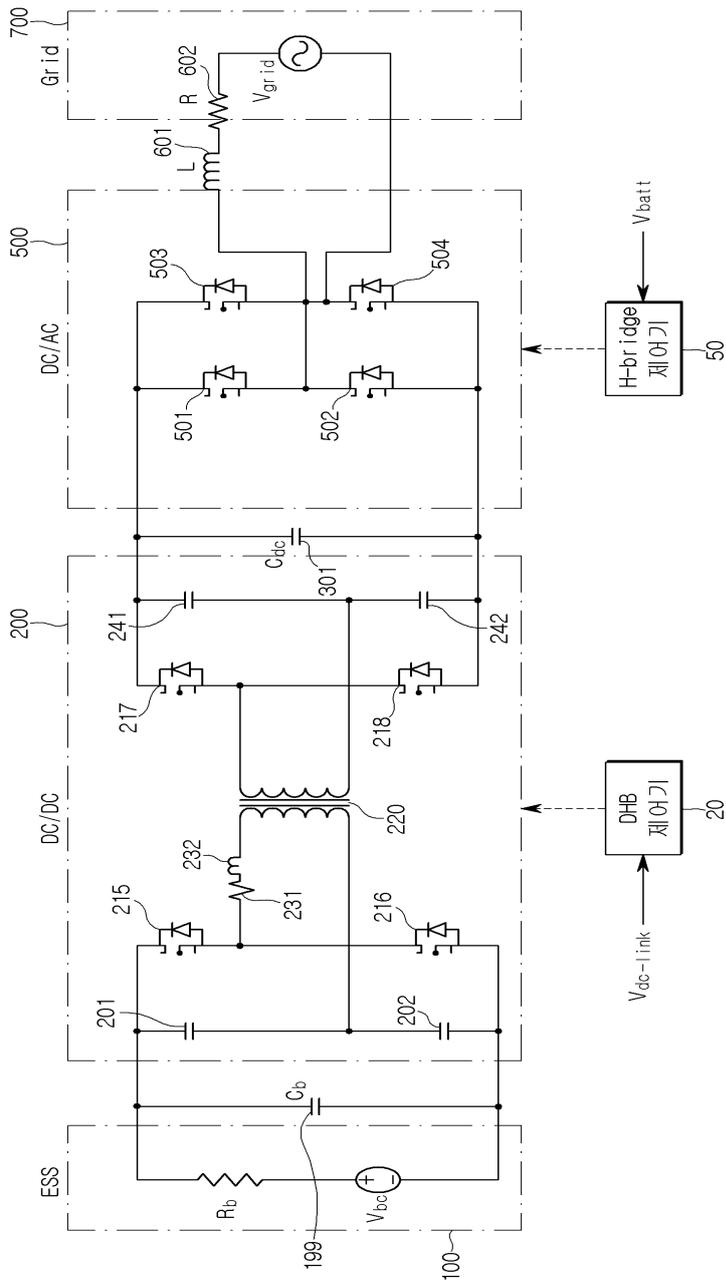
[0066] 도 3은 절연형 양방향 컨버터가 구비된 ESS에 대한 종래기술에 의한 컨버터/인버터 제어기의 블록선도이다.

[0067] 도 4는 절연형 양방향 컨버터가 구비된 ESS에 대한 본 발명의 사상에 의한 컨버터/인버터 제어기의 블록선도이

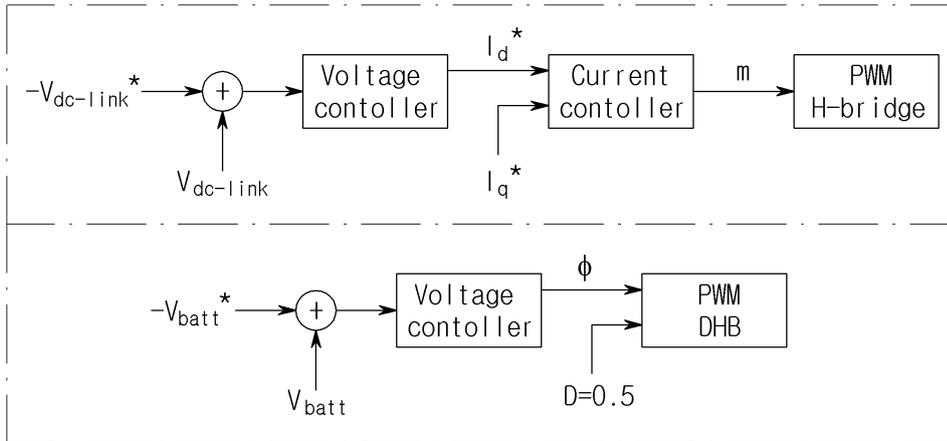
다.

- [0068] 도 3에 도시한 컨버터 및 인버터 제어기는 일반적인 컨버터/인버터 제어 방법을 따르며, 그에 따라, 배터리 쪽에 연결된 DC/DC 컨버터는 배터리 전압(V_{batt})으로 제어되며, 그리드(계통) 쪽에 연결된 DC/AC 인버터는 디씨 링크단 전압($V_{dc-link}$)으로 제어된다.
- [0069] 반면, 본 발명의 사상에 따른 도 4에 도시한 컨버터 제어기 및 인버터 제어기에 의해, 도 2의 DC/DC 컨버터(200)는 디씨 링크단 전압($V_{dc-link}$)으로 제어되며, 도 2의 DC/AC 인버터(500)는 배터리 전압(V_{batt})으로 제어된다.
- [0070] 도 3의 기존 방식의 경우 디씨 링크단의 전압을 인버터로 제어하며, C_{dc} 가 담당해야 하는 전력 성분은 인버터에 의해 결정되며 전력이 클수록 리플 감쇄를 위해 큰 용량의 커패시터가 필요하다. 배터리 전압은 DHB 컨버터에 의해 제어한다.
- [0071] 도 4의 본 발명이 제안하는 방식의 경우 배터리 전압(V_{batt})을 DC/AC 인버터(500)를 통해 제어하고, DHB가 디씨 링크단 전압($V_{dc-link}$)을 제어하므로 기존의 방식대비 상대적으로 전압 제어기 대역폭을 크게 할 수 있어 빠른 제어가 가능하며 리플 성분을 줄여 디씨 링크(DC-link) 커패시터(301)의 용량을 줄일 수 있다.
- [0072] 도 4의 구성에 따른 상기 DC/AC 제어기(50)는, 상기 직류 입력단에 연결된 배터리의 전압값(V_{batt})과 기준 전압값(V_{batt}^*)의 차이를 비교하는 비교기; 상기 비교기의 비교 결과로 기준 유효 전류값(I_d^*)을 출력하는 전압 제어기; 상기 기준 유효 전류값(I_d^*)과 기준 무효 전류값(I_q^*)으로 출력전압비(m)를 출력하는 전류 제어기; 및 상기 출력전압비(m)에 따라 상기 DC/AC 인버터의 스위치 소자를 위한 PWM 신호를 생성하는 PWM 생성기를 포함할 수 있다. 여기서, 출력전압비(m)는 $V_o(\text{출력전압}) = mV_i(\text{입력전압})$ 식을 구성하기 위한 것이다.
- [0073] 마찬가지로 도 4의 구성에 따른 상기 DC/DC 제어기(20)는, 상기 디씨 링크 커패시터의 전압값($V_{dc-link}$)과 기준 전압값($V_{dc-link}^*$)의 차이를 비교하는 비교기; 상기 비교기의 비교 결과로 위상값(ϕ)을 출력하는 전압 제어기; 및 상기 위상값에 따라 상기 DC/DC 컨버터의 스위치 소자를 위한 PWM 신호를 생성하는 PWM 생성기를 포함할 수 있다. 여기서, 소정의 고정된 가중치(D)를 적용할 수 있다.
- [0075] 다음, 시뮬레이션 과형으로 제안하는 제어 방식과 기존 방식의 동작 예시를 살펴보고, 배터리 충전을 위한 CC-CV 모드 동작도 확인하겠다.
- [0076] 도 5는 본 발명에서 제안하는 제어 방식의 배터리로 계통에 유효전력을 공급하는 과형을 예시한다.
- [0077] 도 5는 제안하는 제어 방식으로 배터리가 계통에 전력을 공급하는 경우의 과형이며 배터리의 전력이 계통으로 잘 전달 되는 것을 확인할 수 있다. 배터리 전압은 5% 미만의 리플이며 별도의 DC-link 커패시터 없이 10%의 리플값을 갖는다.
- [0079] 도 6은 본 발명에서 제안하는 제어 방식의 배터리 CV 충전 과형을 예시한다.
- [0080] 도 7은 본 발명에서 제안하는 제어 방식의 배터리 CC 충전 과형을 예시한다.
- [0081] 도 6 및 도 7은 제안하는 제어 방식으로 CC-CV 모드 충전 동작 과형을 나타낸다. 계통에서의 전력이 배터리에 저장된다.
- [0083] 도 8은 기존 제어 방식으로 배터리 전력이 계통으로 공급되는 동작 과형을 예시한다.
- [0084] 도 8의 경우 기존의 제어 방식을 사용한 동작의 예시이다. 도 5 경우와 같이 배터리에서 계통에 전력을 공급하는 경우이다. 도 5의 예시와 도 8의 예시 모두 배터리단과 DC-link 단에 동일한 커패시터를 사용하였다. 일반적인 전력조정장치에서 DC-link 단의 전압리플은 10% 내외로 유지된다. 하지만 동일 커패시터 용량으로 제안하는 방식의 경우(도 5) DC-link 전압이 10% 내의 전압 리플을 유지하는 반면 기존 방식의 리플은 50% 이상의 리플값을 갖는다. 이로 인해 인버터 출력 전력 또한 영향을 받는 것을 알 수 있다.

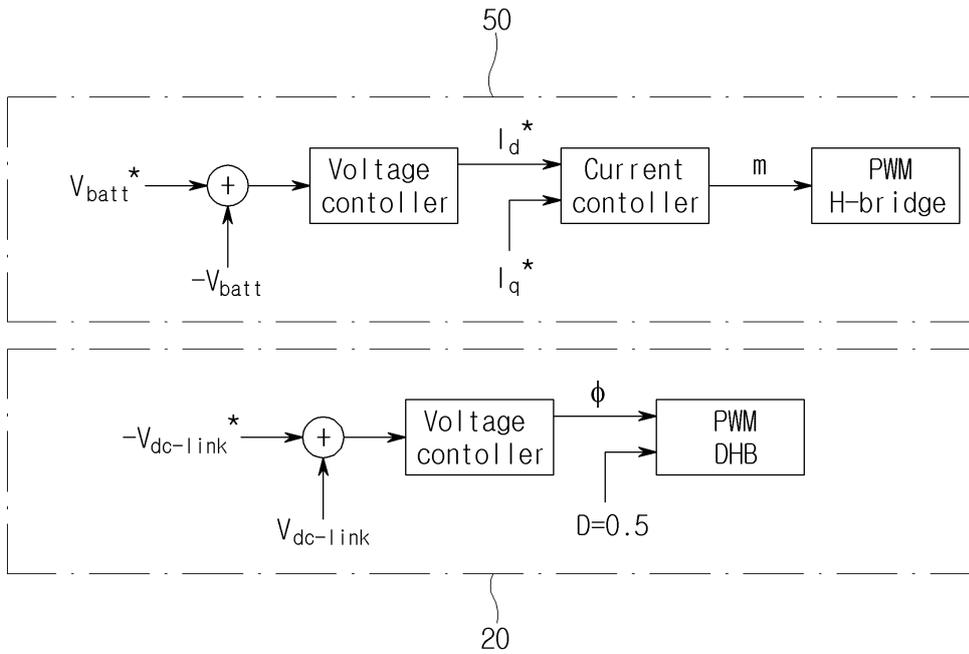
도면2



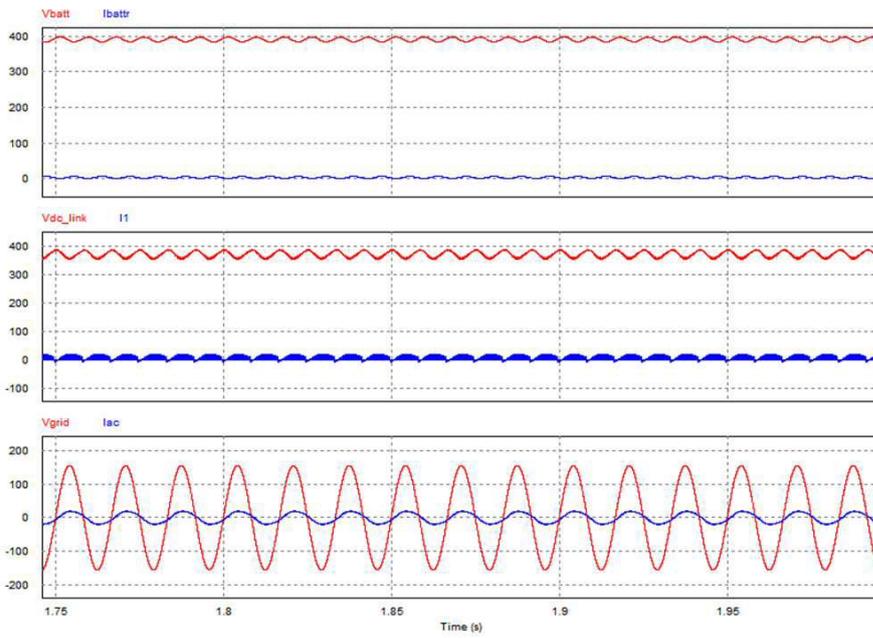
도면3



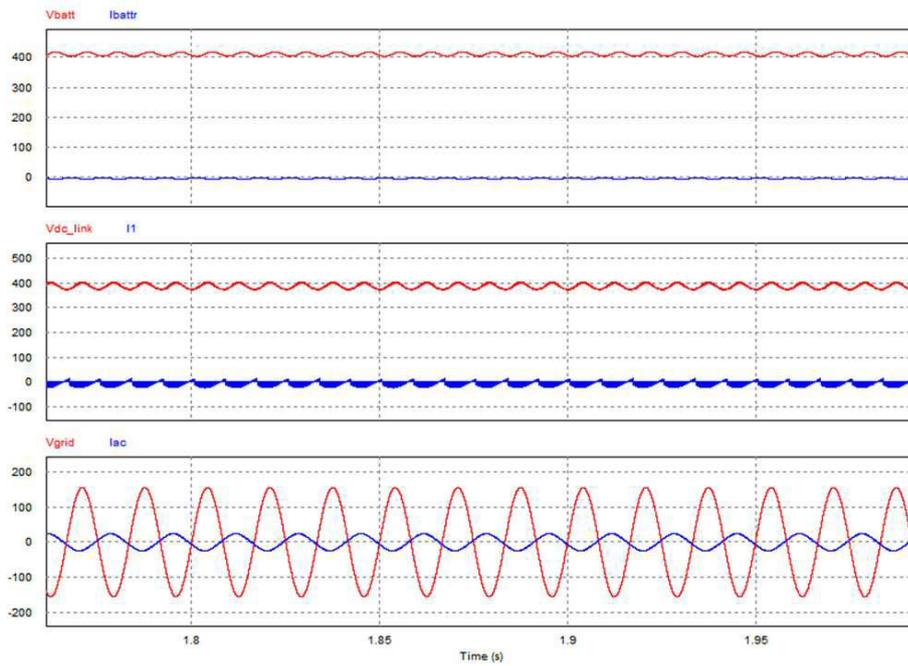
도면4



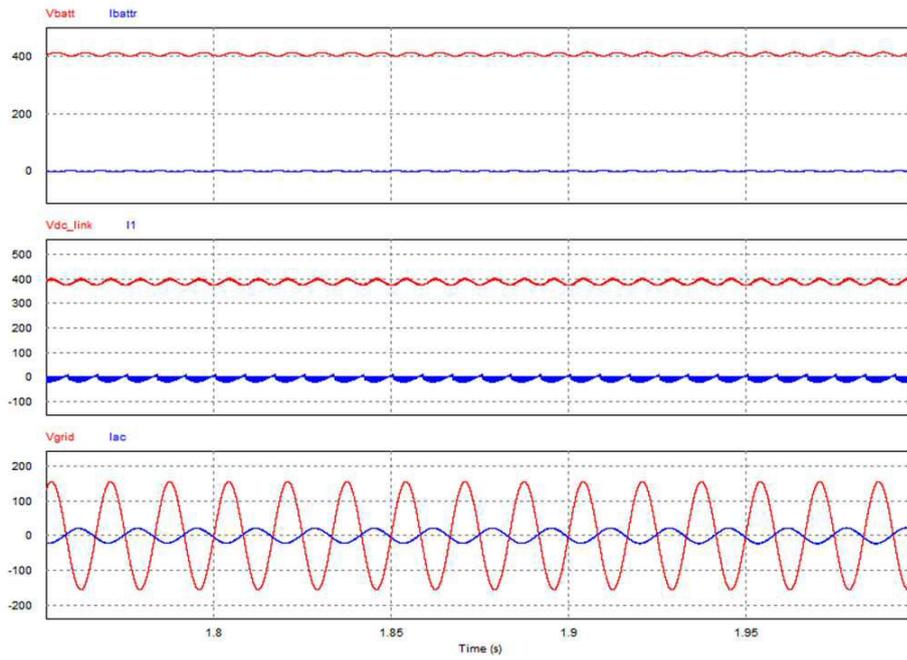
도면5



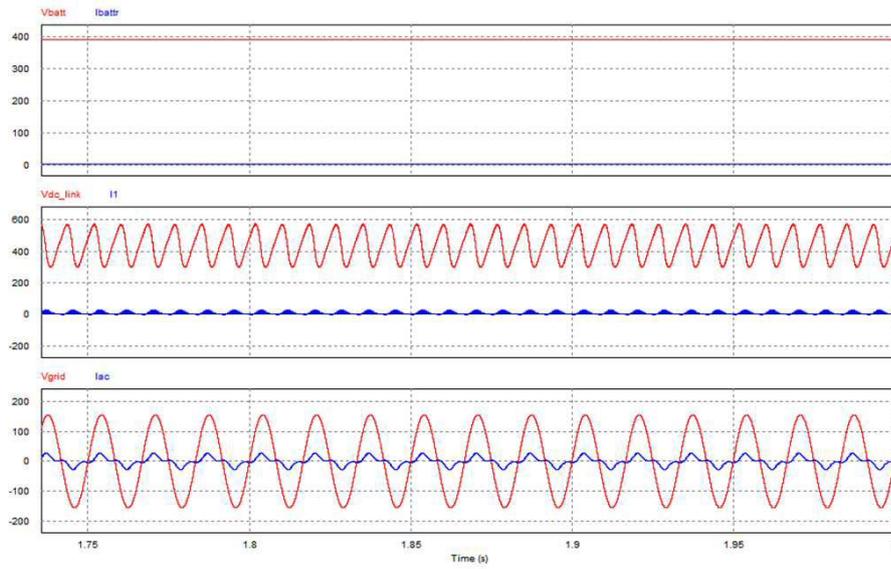
도면6



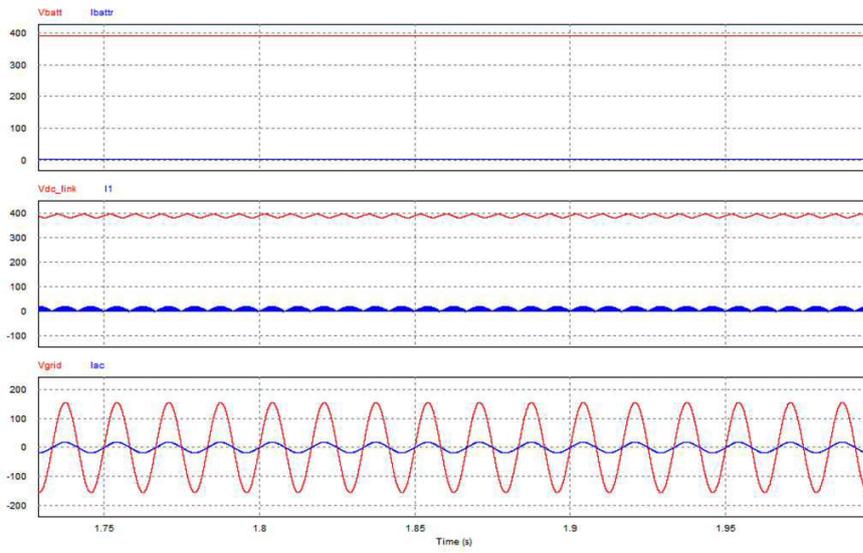
도면7



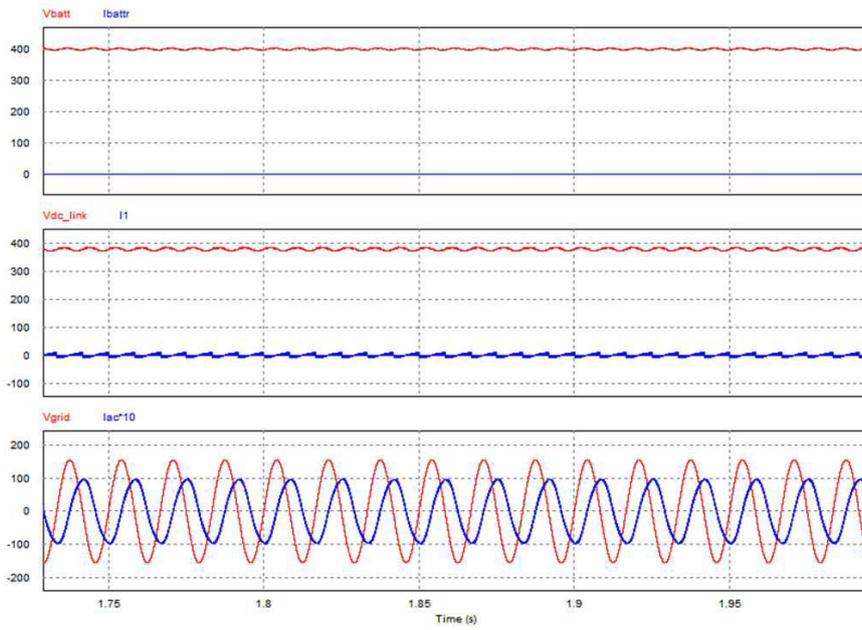
도면8



도면9



도면10



도면11

