(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0086835
(43) 공개일자 2020년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 9/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 9/062 (2013.01)
Y02B 70/3225 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0003100
(22) 출원일자 2019년01월10일
심사청구일자 2019년01월10일

(71) 출원인
충북대학교 산학협력단
충청북도 청주시 서원구 충대로 1 (개신동)
(72) 발명자
김재언
충청북도 청주시 서원구 예체로 68, 103동 1403호(사직동, 청주푸르지오캐슬아파트)
고재훈
광주광역시 북구 서암대로143번길 31(신안동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김정현

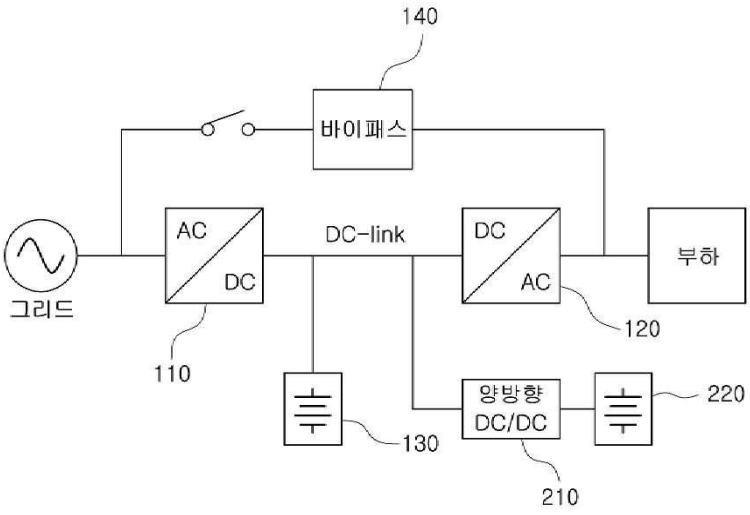
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **UPS를 이용한 수용가 부하 관리 시스템**

(57) 요 약

본 발명의 수용가 부하 관리 시스템은, 전력을 공급하는 계통으로부터 충·방전 전력을 지령받아 AC 전원을 DC 전원으로 변환하기 위한 AC/DC 컨버터, 상기 AC/DC 컨버터의 출력단과 연결된 DC-링크를 통해 DC 전압을 공급받아, 일정한 크기와 주파수를 갖는 교류전압을 공급하는 정전압 정주파수 제어를 수행하여, 수용가 부하에 안정적인 AC 전압을 공급하기 위한 DC/AC 인버터, 상기 DC-링크 단에 연결되어 충전과 방전을 수행하기 위한 제1 배터리, 상기 DC-링크 단에 연결되어 수용가 부하에 공급되는 전원을 관리하기 위한 양방향 DC/DC 컨버터 및 상기 양방향 DC/DC 컨버터에 연결되어 충전과 방전을 수행하기 위한 제2 배터리를 포함한다. 본 발명에 의하면 기존 UPS의 PCS를 활용함으로써, 적은 비용으로 ESS의 부하 관리 기능과 UPS의 비상 전원 기능을 갖춘 시스템을 구축하여, 수용가 부하 관리를 구현할 수 있다는 효과가 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
Y04S 20/222 (2013.01)
(72) 발명자
최태성
전라북도 익산시 동서로63길 25, 107동 205호(어양동, e편한세상 어양)
류제창
충청북도 청주시 흥덕구 백봉로 148, 가동 503호(봉명동)
이정훈
충청남도 아산시 배방읍 연화로51번길 11-6, 206동 304호(더팰리스 2)
채홍문
충청북도 청주시 서원구 쌍샘로107번길 12, 105동 1301호(모충동, 금호타운)
이홍원
충청북도 청주시 흥덕구 가로수로1308번길 42, 1동 606호(가경동, 신라아파트)
전승규
충청북도 청주시 흥덕구 풍산로156번길 47(복대동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2018-B-G040-010100
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 사회맞춤형 산학협력선도대학(LINC+) 육성사업(산학협력 고도화형)
연구과제명 대학원 융합 캡스톤 디자인
기 여 율 1/1
주관기관 충북대학교 산학협력단
연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

전력을 공급하는 계통으로부터 충·방전 전력을 지령받아 AC 전원을 DC 전원으로 변환하기 위한 AC/DC 컨버터;

상기 AC/DC 컨버터의 출력단과 연결된 DC-링크를 통해 DC 전압을 공급받아, 일정한 크기와 주파수를 갖는 교류 전압을 공급하는 정전압 정주파수 제어를 수행하여, 수용가 부하에 안정적인 AC 전압을 공급하기 위한 DC/AC 인버터;

상기 DC-링크 단에 연결되어 충전과 방전을 수행하기 위한 제1 배터리;

상기 DC-링크 단에 연결되어 수용가 부하에 공급되는 전원을 관리하기 위한 양방향 DC/DC 컨버터; 및

상기 양방향 DC/DC 컨버터에 연결되어 충전과 방전을 수행하기 위한 제2 배터리를 포함하는 수용가 부하 관리 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

수용가 부하에서 전기를 최대로 사용하는 시간대를 최대부하 시간대라 하고, 상대적으로 전기를 적게 사용하는 시간대를 경부하 시간대라고 할 때,

최대부하 시간대에 상기 제2 배터리의 SOC(State of Charge)가 방전 종지 전압 이상인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 수용가 부하의 유효 전력을 추종 출력하는 부하 추종 제어 모드를 수행하는 것을 특징으로 하는 수용가 부하 관리 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

경부하 시간대에 상기 제2 배터리의 SOC가 충전 종지 전압 미만인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 시스템에 입력되는 유효전력을 정격전력으로 추종 입력하여 상기 제2 배터리가 충전되도록 하는 제2 배터리 충전 제어 모드를 수행하는 것을 특징으로 하는 수용가 부하 관리 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

정전이 발생하고 상기 제2 배터리의 SOC가 방전 종지 전압 이상인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 DC-링크 전압을 상기 제1 배터리의 충전 종지 전압 이상으로 전압 일정 제어를 함으로써, 상기 제2 배터리의 전력을 수용가 부하로 공급하는 DC-링크 전압 일정 제어 모드를 수행하는 것을 특징으로 하는 수용가 부하 관리 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

정전이 발생하고 상기 제2 배터리의 SOC가 방전 종지 전압 미만인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 상기 제1 배터리의 전력이 수용가 부하로 공급되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 수용가 부하 관리 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무정전 전원 장치(UPS, Uninterruptible Power Supply)에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 UPS를 이용한 수용가 부하 관리 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 무정전 전원 장치(UPS, Uninterruptible Power Supply)는 상용전원의 일부를 배터리에 저장하여, 상용전원의 이상 현상이 발생할 경우에 배터리에서 전력을 공급하여 인버터에서 부하측에 교류전원을 공급하는 장치이다. 즉, 평상시 교류(AC)전원을 직류(DC)로 변환하여 배터리에 저장하고 있다가 교류전원의 정전, 순간정전, 전압변동 등의 비상 상황이 발생될 때, 배터리에 저장되어 있던 직류전원을 인버터를 통하여 다시 교류전원으로 변환해주는 장치이다. 이와 같은 무정전 전원 장치는 발전소, 통신사, 방송국, 병원 등 고도의 전원공급 안정성이 요구되는 다양한 분야에 사용되고 있다.

[0003] 또한, 에너지저장장치(ESS, Energy Storage System)는 발전소에서 과잉 생산된 전력을 저장했다가 필요한 시기에 전력을 공급하여 에너지 효율을 높이는 시스템으로, 전력계통에 직접 연결되어 전력부하 평준화, 전력계통 안정화, 전력예비력 확보, 신재생에너지 출력보정 등 다양한 기능을 수행한다.

[0004] UPS는 에너지 저장장치(ESS, Energy Storage System)와 유사하게 전력 변환장치(PCS, Power Conditioning System)와 배터리로 구성되어 있다. UPS와 ESS의 가장 큰 차이점은 UPS가 정전 상황 등의 비상 상황에서만 동작하는 반면, ESS는 상시 동작이 가능하다는 점이다. 따라서 고가의 UPS 배터리에 저장된 에너지는 비상시에만 이용할 수 있어 배터리 투자비용 대비 이용률이 매우 낮다. 만약 UPS와 ESS를 통합하여 구축한다면 PCS의 가격을 줄이고 배터리의 이용률을 높일 수 있다.

[0005] 이처럼, 수많은 UPS와 ESS가 전 세계적으로 보급되었으며, 지속적인 시장 성장이 예상되는 상황에서, 기존 UPS의 적은 배터리 사용률과 ESS의 모드 절체에 따른 전력품질 문제를 보완하고자 UPS와 ESS의 기능을 결합한 하이브리드 ESS-UPS 시스템에 대한 연구·개발이 진행 중이다. 이러한 연구 방향에 따라 앞으로 소규모 수용가나 일반 가정에서도 ESS를 활용할 수 있도록 하는 방안이나 에너지 정책이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 10-2016-0128706

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, UPS를 이용하여, 별도의 통신없이 독립적으로 운전할 수 있는 수용가 부하 관리 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 수용가 부하 관리 시스템은, 전력을 공급하는 계통으로부터 충·방전 전력을 지령받아 AC 전원을 DC 전원으로 변환하기 위한 AC/DC 컨버터, 상기 AC/DC 컨버터의 출력단과 연결된 DC-링크를 통해 DC 전압을 공급받아, 일정한 크기와 주파수를 갖는 교류전압을 공급하는 정전압 정주파수 제어를 수행하여, 수용가 부하에 안정적인 AC 전압을 공급하기 위한 DC/AC 인버터, 상기 DC-링크 단에 연결되어 충

전과 방전을 수행하기 위한 제1 배터리, 상기 DC-링크 단에 연결되어 수용가 부하에 공급되는 전원을 관리하기 위한 양방향 DC/DC 컨버터 및 상기 양방향 DC/DC 컨버터에 연결되어 충전과 방전을 수행하기 위한 제2 배터리를 포함한다.

[0011] 수용가 부하에서 전기를 최대로 사용하는 시간대를 최대부하 시간대라 하고, 상대적으로 전기를 적게 사용하는 시간대를 경부하 시간대라고 할 때, 최대부하 시간대에 상기 제2 배터리의 SOC(State of Charge)가 방전 종지 전압 이상인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 수용가 부하의 유효 전력을 추종 출력하는 부하 추종 제어 모드를 수행할 수 있다.

[0012] 그리고, 경부하 시간대에 상기 제2 배터리의 SOC가 충전 종지 전압 미만인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 시스템에 입력되는 유효전력을 정격전력으로 추종 입력하여 상기 제2 배터리가 충전되도록 하는 제2 배터리 충전 제어 모드를 수행할 수 있다.

[0013] 그리고, 정전이 발생하고 상기 제2 배터리의 SOC가 방전 종지 전압 이상인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 DC-링크 전압을 상기 제1 배터리의 충전 종지 전압 이상으로 전압 일정 제어를 함으로써, 상기 제2 배터리의 전력을 수용가 부하로 공급하는 DC-링크 전압 일정 제어 모드를 수행할 수 있다.

[0014] 그리고, 정전이 발생하고 상기 제2 배터리의 SOC가 방전 종지 전압 미만인 경우, 상기 양방향 DC/DC 컨버터는 상기 제1 배터리의 전력이 수용가 부하로 공급되도록 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 의하면 기존 UPS의 PCS를 활용함으로써, 적은 비용으로 ESS의 부하 관리 기능과 UPS의 비상 전원 기능을 갖춘 시스템을 구축하여, 수용가 부하 관리를 구현할 수 있다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 온-라인 UPS의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수용가 부하 관리 시스템의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수용가 부하 관리 시스템에서 양방향 DC/DC 컨버터의 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수용가 부하 관리 기능을 갖는 양방향 DC/DC 컨버터의 제어 블록도이다.

도 5는 본 발명의 시뮬레이션에서 시간대별 요금제에 따른 전체 수용가 부하 관리 시스템의 유효전력을 도시한 그래프이다.

도 6은 도 5의 시뮬레이션에서 DC-링크 전압 파형을 도시한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 시뮬레이션에서 최대부하 시간대의 정전에 따른 전체 수용가 부하 관리 시스템의 유효전력을 도시한 그래프이다.

도 8은 도 7의 시뮬레이션에서 DC-링크 전압 파형을 도시한 그래프이다.

도 9는 본 발명의 시뮬레이션에서 경부하 시간대의 정전에 따른 전체 수용가 부하 관리시스템의 유효전력을 도시한 그래프이다.

도 10은 도 9의 시뮬레이션에서 DC-링크 전압 파형을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "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, 부

품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 갖는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0020] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0021] 본 발명은 UPS(Uninterruptible Power Supply)를 이용한 수용가 부하 관리 시스템에 대한 것이다.

[0022] 도 1은 온-라인(On-line) UPS의 구성도이다.

[0023] 도 1을 참조하면, 온라인 UPS는 AC/DC 컨버터(110), DC/AC 인버터(120), 제1 배터리(130), 바이패스부(140)를 포함한다.

[0024] 평상 시, UPS의 AC/DC 컨버터(110)는 DC-링크(link) 일정 전압 제어를 수행하고, DC/AC 인버터(120)는 정전압·정주파수(CVCF, Constant Voltage Constant Frequency) 제어를 수행함으로써, 부하(load)에 전원을 공급한다. 이때, 제1 배터리(130)는 별도의 충전기나, 내부의 DC/DC 컨버터로 충전된다.

[0025] 정전 시, UPS의 DC-링크 전압은 내부의 DC/DC 컨버터에 의한 전압이나 배터리 전압으로 결정되며, DC/AC 인버터(120)는 계속 정전압·정주파수 제어를 수행하여 부하에 전원을 공급한다.

[0026] 바이패스(bypass)부(140)는 전력계통(Gid)의 전력이 부하에 바이패스하도록 하는 기능을 수행한다.

[0027] 본 발명은 이러한 UPS의 DC-링크 단에 양방향 DC/DC 컨버터와 제2 배터리를 추가하여 수용가 부하 관리 시스템을 구축한다.

[0028] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 수용가 부하 관리 시스템의 구성도이다.

[0029] 도 2를 참조하면, 본 발명의 수용가 부하 관리 시스템은 AC/DC 컨버터(110), DC/AC 인버터(120), 제1 배터리(130), 양방향(Bidirect) DC/DC 컨버터(140), 제2 배터리(140) 등을 포함한다.

[0030] AC/DC 컨버터(110)는 전력을 공급하는 계통(Grid)으로부터 충·방전 전력을 지령받아 AC 전원을 DC 전원으로 변환하는 역할을 한다.

[0031] DC/AC 인버터(120)는 AC/DC 컨버터(110)의 출력단과 연결된 DC-링크를 통해 DC 전압을 공급받아, 일정한 크기와 주파수를 갖는 교류전압을 공급하는 정전압 정주파수 제어를 수행하여, 수용가 부하에 안정적인 AC 전압을 공급하는 역할을 한다.

[0032] 제1 배터리(130)는 DC-링크 단에 연결되어 충전과 방전을 수행한다.

[0033] 양방향 DC/DC 컨버터(210)는 DC-링크 단에 연결되어 수용가 부하에 공급되는 전원을 관리한다.

[0034] 제2 배터리(220)는 양방향 DC/DC 컨버터(210)에 연결되어 충전과 방전을 수행한다.

[0035] 본 발명에서 양방향 DC/DC 컨버터(210)는 평상시 시간대별 요금제에 따른 수용가 부하 관리를 수행하고, 정전시 제2 배터리(220)에 저장된 에너지를 부하에 공급하도록 한다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에서 수용가 부하에서 전기를 최대로 사용하는 시간대를 최대부하 시간대라 하고, 상대적으로 전기를 적게 사용하는 시간대를 경부하 시간대라고 정의하기로 한다.

[0037] 본 발명에서 정전이 발생하지 않고 최대부하 시간대에 제2 배터리(220)의 SOC(State of Charge)가 방전 종지 전압(discharge final voltage) 이상인 경우, 양방향 DC/DC 컨버터(210)는 수용가 부하의 유효 전력을 추종 출력하는 부하 추종 제어 모드를 수행한다.

[0038] 그리고, 정전이 발생하지 않고 경부하 시간대에 제2 배터리(220)의 SOC가 충전 종지 전압(charge final voltage) 미만인 경우, 양방향 DC/DC 컨버터(210)는 시스템에 입력되는 유효전력을 정격전력으로 추종 입력하여 제2 배터리(220)가 충전되도록 하는 제2 배터리 충전 제어 모드를 수행한다.

[0039] 그리고, 정전이 발생하고 제2 배터리(220)의 SOC가 방전 종지 전압 이상인 경우, 양방향 DC/DC 컨버터(210)는 DC-링크 전압을 제1 배터리(130)의 충전 종지 전압 이상으로 전압 일정 제어를 함으로써, 제2 배터리(220)의 전력을 수용가 부하로 공급하는 DC-링크 전압 일정 제어 모드를 수행한다.

[0040] 이때, 정전이 발생하고 제2 배터리(220)의 SOC가 방전 종지 전압 미만인 경우, 양방향 DC/DC 컨버터(210)는 제1 배터리(130)의 전력이 수용가 부하로 공급되도록 제어한다.

[0041] 이제 본 발명의 설명의 편의를 위하여, DC/DC컨버터(210)를 LM 컨버터라 하고, 제2 배터리(220)를 LM 배터리로 명명하기로 한다.

[0042] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수용가 부하 관리 시스템에서 양방향 DC/DC 컨버터의 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

[0043] 도 3에서, SOC는 LM 배터리의 전압 상태이고, SOC_{min}은 LM 배터리의 방전 종지 전압이고, SOC_{max}는 LM 배터리의 충전 종지 전압을 나타낸다.

[0044] 본 발명의 일 실시예에서 도 3에서 S301 단계에서 정전을 감지하는 방식은 DC-링크 전압이 제1 배터리(130)의 충전 종지 전압으로 내려가면, 이를 정전으로 감지하는 방식으로 구현될 수 있다.

[0045] 도 3을 참조하면, 시간대별 요금제, 정전 감지 여부, LM 배터리의 충전 상태에 따라서 LM 컨버터의 제어 모드가 결정된다. 각 모드에 대한 설명은 다음과 같다.

[0046] * 모드 1(부하 추종 제어 모드): 정전이 감지되지 않고(S301), 최대부하 시간대(S309), LM 배터리의 SOC가 방전 종지 전압 이상인 경우(S311), LM 컨버터가 비상 부하의 유효전력을 추종 출력함으로써 부하 관리 기능을 수행한다(S313). 이때, 다음 수학식 1과 같이 비상 부하의 유효전력은 대부분 LM 배터리가 감당하며, 손실에 의한 전력은 전력계통에서 가져온다.

[0047] [수학식 1]

[0048] $$P_{\text{비상부하}} = P_{UPS\ \text{입력(계통)}} + P_{LM\text{배터리 방전량}}$$

[0050] * 모드 2(LM 배터리 충전 제어 모드): 정전이 감지되지 않고(S301), 경부하 시간대(S315), LM 배터리의 SOC가 충전 종지 전압 미만인 경우(S317), LM 컨버터가 UPS의 입력 유효전력을 UPS의 정격전력으로 추종 입력함으로써 LM 배터리 충전 기능을 수행한다(S319). 이때, 다음 수학식 2와 같이 UPS의 입력 유효전력이 UPS의 정격 전력과 같아짐으로써, 전력계통에서 수용가 부하와 LM 배터리에 전원을 공급한다.

[0051] [수학식 2]

[0052] $$P_{UPS\ \text{정류기 정격}} = P_{UPS\ \text{입력(계통)}} = P_{\text{비상부하}} + P_{LM\text{배터리 충전량}}$$

[0054] * 모드 3(DC-링크 전압 일정 제어 모드): 정전이 감지되고(S301), LM 배터리의 SOC가 방전 종지 전압 이상인 경우(S303), LM 컨버터가 DC-링크 전압을 기존 UPS 배터리의 충전 종지 전압 이상으로 전압 일정 제어를 수행함으로써, LM 배터리의 에너지를 비상 부하로 공급한다(S305). 이때, 다음 수학식 3과 같이 LM 배터리가 비상 부하를 모두 감당한다.

[0055] [수학식 3]

[0056] $$P_{\text{비상부하}} = P_{LM\text{배터리 방전량}}$$

[0057] 여기서, 정전이 감지되고(S301), LM 배터리의 SOC가 방전 종지 전압 미만인 경우(S303), 제1 배터리(130)를 방전시켜서 부하에 전원을 공급한다(S307).

[0059] * 모드 4(LM 컨버터 대기 모드): LM 배터리의 SOC가 허용범위를 벗어나거나, 최대부하 또는 경부하 시간대가 아

닌 기타 시간대에 동작 대기하는 모드이다(S321). 이때, 다음 수학식 4와 같이 전력계통에서 비상 부하에 전원을 공급한다.

[0060] [수학식 4]

[0061] $$P_{비상부하} = P_{UPS\ 입력(계통)}$$

[0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 수용가 부하 관리 기능을 갖는 양방향 DC/DC 컨버터의 제어 블록도이다.

[0064] 도 4에서 I_{batt}는 LM 배터리의 출력 전류이고, P_{out_batt}는 LM 컨버터의 출력 전력이고, P_{rated_Rect}는 UPS 정류기의 정격 전력이고, P_{in_Rect}는 UPS 정류기의 입력 전력이고, P_{out_inv}는 UPS 인버터의 출력 전력을 나타낸다.

[0065] 도 4를 참조하면, 본 발명의 LM 컨버터의 제어는 전류제어 기반의 전압제어, 전력제어로 구성되어 있으며, 제어기의 모드는 총 네 가지로 다음과 같다. 즉, 모드 1(부하 추종 제어), 모드 2(LM 배터리 충전 제어), 모드 3(DC-링크 전압 일정 제어), 모드 4(LM 컨버터 동작 대기)이다. 이때, 동작 대기 모드는 LM 컨버터의 모든 IGBT 스위치가 오픈(Open)되는 경우이며, 나머지 제어 모드는 도 3의 LM 컨버터 제어 알고리즘에 따라 선택된다.

[0067] 본 발명의 UPS를 이용한 수용가 부하 관리 시스템에 대한 모의 시뮬레이션을 진행하였고, 이를 위한 수용가 부하 관리 시스템의 사양은 다음과 같다.

[0068] 대상 온-라인 UPS의 정격 3[kVA], DC-link 전압 155[Vdc], LM 컨버터의 정격 3[kW], 비상 부하는 유도성 부하 2.5[kVA] / 역률 0.866이다.

[0069] 이하의 그래프에서 P_rect는 UPS의 AC/DC 컨버터 입력 유효전력이고, P_Load는 UPS의 DC/AC 인버터 출력 유효전력이고, P_batt_LM은 LM 배터리 출력 전력이고, P_batt_UPS는 UPS 배터리 출력 전력이다. 여기서 UPS 배터리는 제1 배터리(130)를 나타낸다.

[0070] 도 5는 본 발명의 시뮬레이션에서 시간대별 요금제에 따른 전체 수용가 부하 관리 시스템의 유효전력을 도시한 그래프이고, 도 6은 도 5의 시뮬레이션에서 DC-링크 전압 파형을 도시한 그래프이다.

[0071] 도 5 및 도 6의 시뮬레이션에서 시나리오는 기타 시간대(최대부하, 경부하가 아닌 시간) → 경부하 시간대 → 기타 시간대 → 최대부하 시간대로 진행하였다.

[0072] 도 5 및 도 6에서 보는 바와 같이, 시뮬레이션 결과, LM 컨버터의 제어 알고리즘과 제어기에 따라서 큰 과도현상 없이 제어됨을 확인할 수 있다.

[0073] 도 7은 본 발명의 시뮬레이션에서 최대부하 시간대의 정전에 따른 전체 수용가 부하 관리 시스템의 유효전력을 도시한 그래프이고, 도 8은 도 7의 시뮬레이션에서 DC-링크 전압 파형을 도시한 그래프이다.

[0074] 도 7 및 도 8의 시뮬레이션에서 시나리오는 기타 시간대(최대부하, 경부하가 아닌 시간) → 최대부하 시간대 → 최대부하 시간대(정전) → 최대부하 시간대로 진행하였다.

[0075] 도 7 및 도 8에서 보는 바와 같이, 시뮬레이션 결과, 10.0초에 정전이 발생하고, DC-링크 전압이 UPS 배터리의 충전 종지 전압으로 내려가는 10.33초에 부하 추종 제어 모드(모드1)에서 DC-링크 전압 일정 제어 모드(모드3)로 변경되며, 정전이 종료된 후, DC-링크 전압이 155[V]로 올라감에 따라서 다시 부하 추종 제어 모드(모드1)로 바뀌어 동작함을 확인할 수 있다.

[0076] 도 9는 본 발명의 시뮬레이션에서 경부하 시간대의 정전에 따른 전체 수용가 부하 관리시스템의 유효전력을 도시한 그래프이고, 도 10은 도 9의 시뮬레이션에서 DC-링크 전압 파형을 도시한 그래프이다.

[0077] 도 9 및 도 10의 시뮬레이션에서 시나리오는 기타 시간대(최대부하, 경부하가 아닌 시간) → 경부하 시간대 → 경부하 시간대(정전) → 경부하 시간대로 진행하였다.

[0078] 도 9 및 도 10에서 보는 바와 같이, 시뮬레이션 결과, 10.0초에 정전이 발생하고 DC-링크 전압이 UPS 배터리의 충전 종지 전압으로 내려가는 10.03초에 LM 배터리 충전 제어 모드(모드2)에서 DC-링크 전압 일정 제어 모드(모드3)로 변경되며, 정전이 종료된 후, DC-링크 전압이 155[V]로 올라감에 따라 다시 LM 배터리 충전 제어 모드

(모드2)로 바뀌어 동작함을 확인할 수 있다.

[0080] 이상 본 발명을 몇 가지 바람직한 실시예를 사용하여 설명하였으나, 이들 실시예는 예시적인 것이며 한정적인 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 본 발명의 사상과 첨부된 특허청구범위에 제시된 권리범위에서 벗어나지 않으면서 다양한 변화와 수정을 가할 수 있음을 이해할 것이다.

부호의 설명

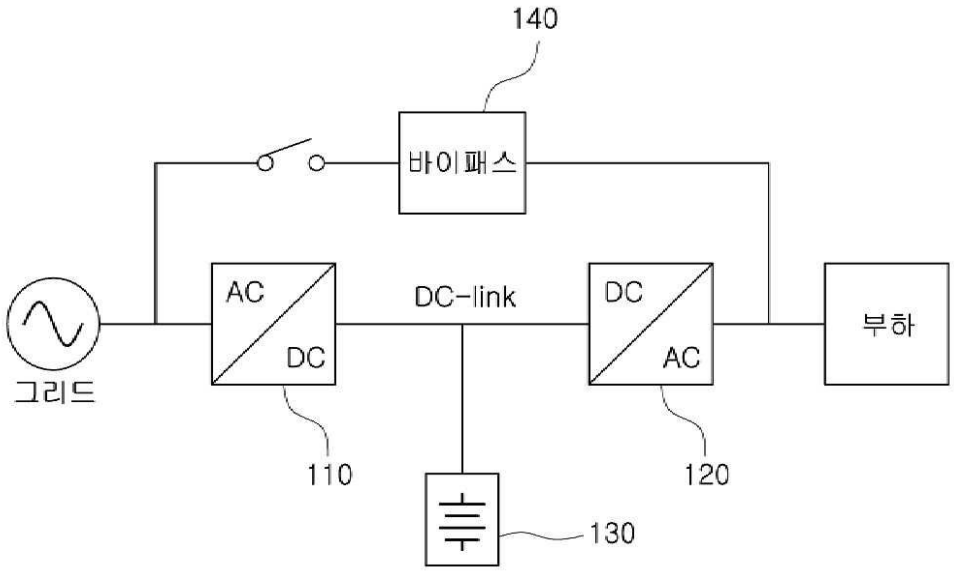
[0081] 110 AC/DC 컨버터 120 DC/AC 인버터

130 제1 배터리 210 양방향 DC/DC 컨버터

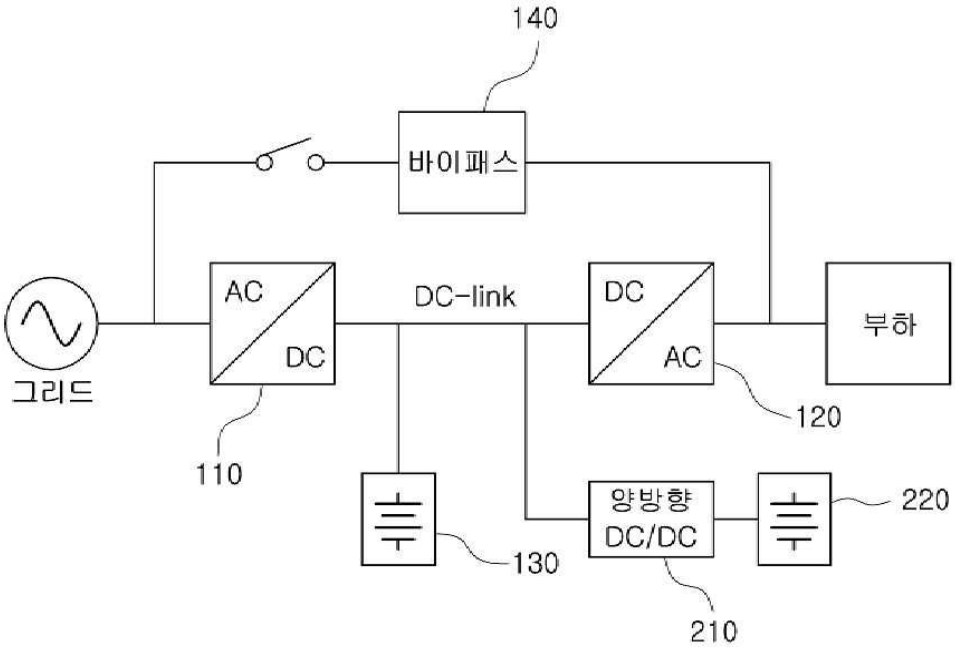
220 제2 배터리

도면

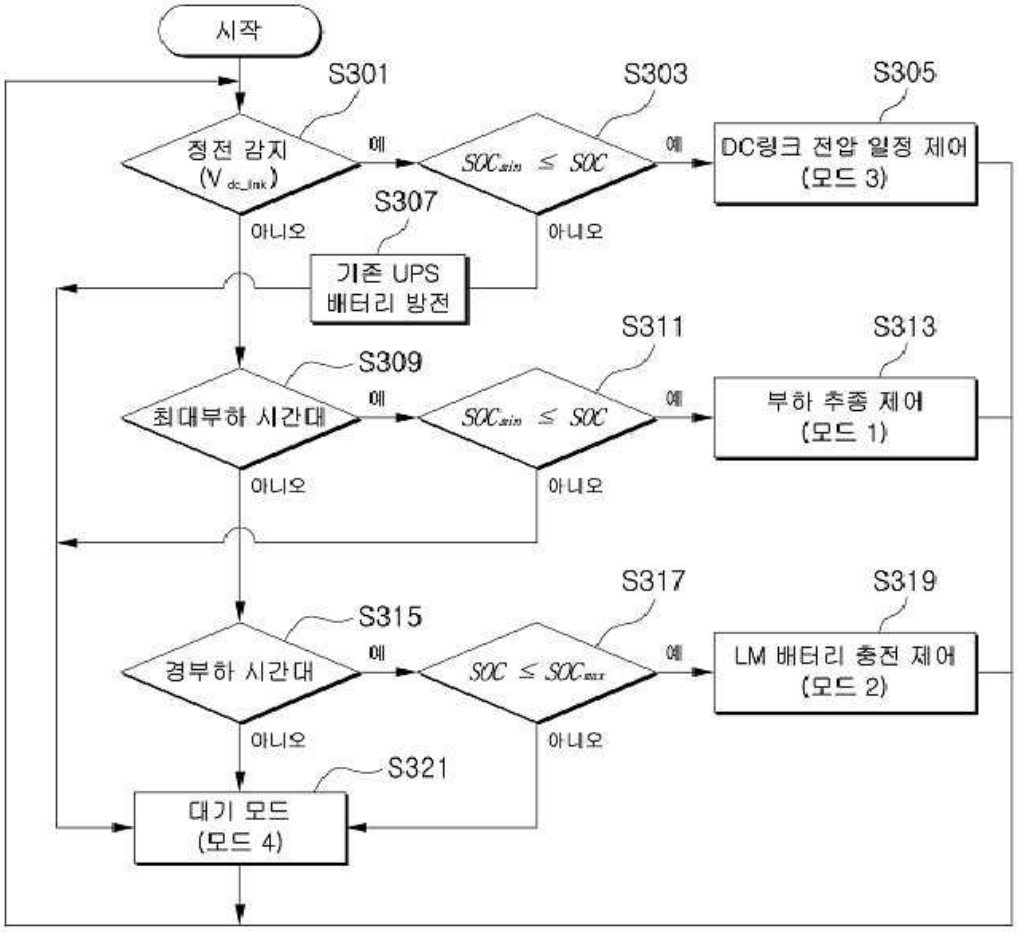
도면1



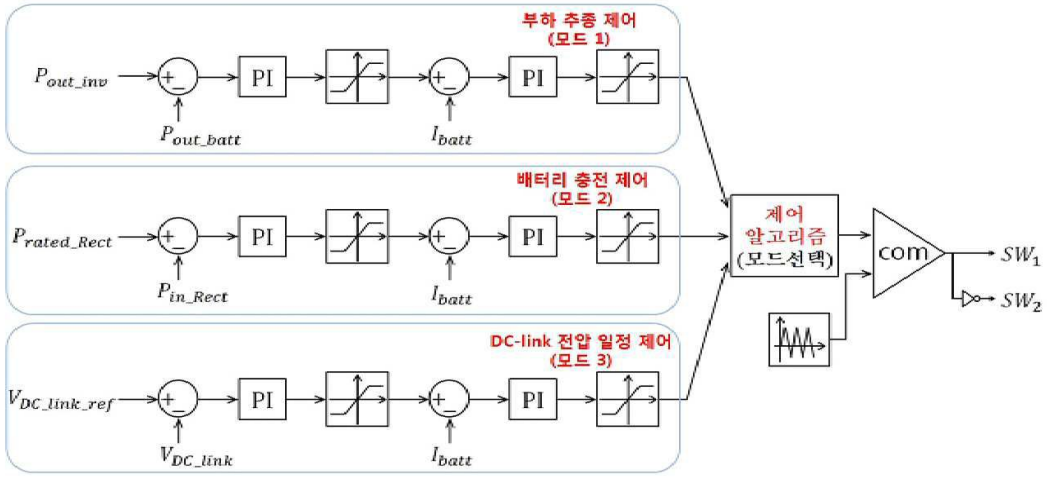
도면2


140
바이패스
AC
DC
그리드
110
DC-link
DC
AC
120
부하
130
양방향
DC/DC
210
220

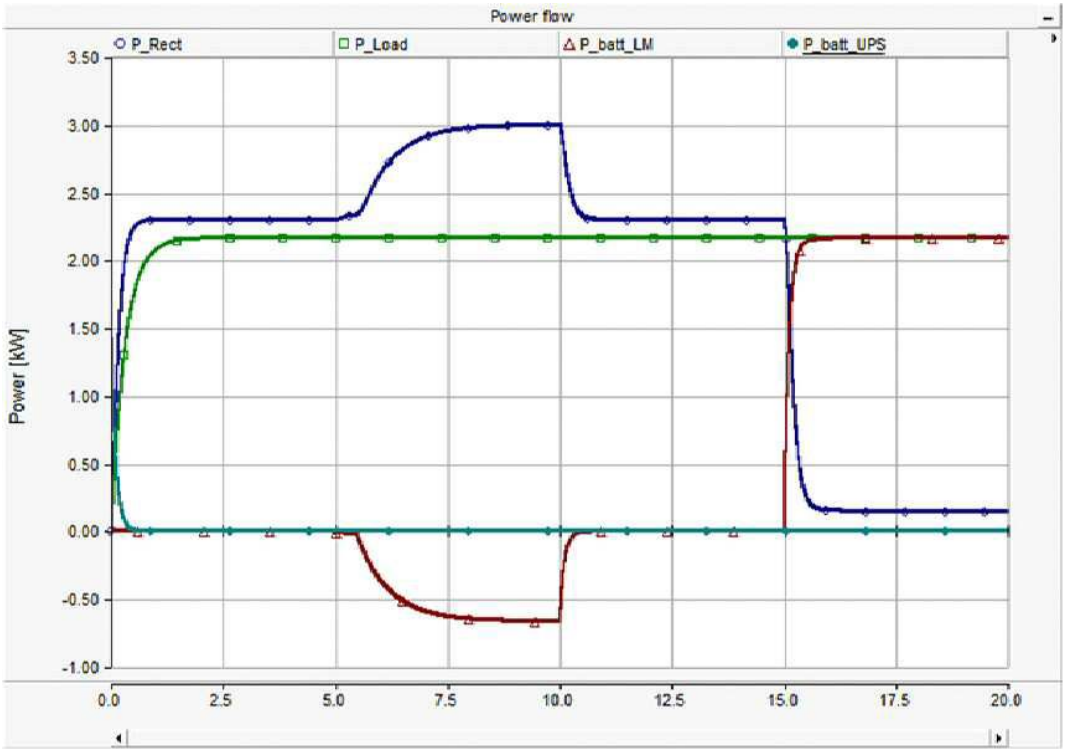
도면3


시작
S301
정전 감지
(V_{dc_link})
예
S303
$SOC_{min} \leq SOC$
예
S305
DC링크 전압 일정 제어
(모드 3)
아니오
아니오
S307
기존 UPS
배터리 방전
S309
최대부하 시간대
예
S311
$SOC_{min} \leq SOC$
예
S313
부하 추종 제어
(모드 1)
아니오
아니오
S315
경부하 시간대
예
S317
$SOC \leq SOC_{max}$
예
S319
LM 배터리 충전 제어
(모드 2)
아니오
아니오
S321
대기 모드
(모드 4)

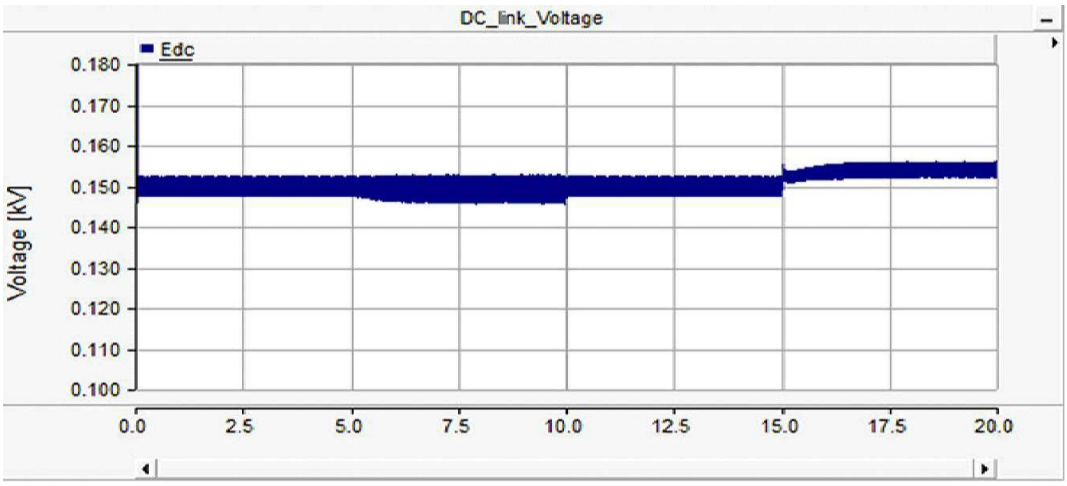
도면4


부하 추종 제어
(모드 1)
P_{out_inv}
PI
PI
P_{out_batt}
I_{batt}
배터리 충전 제어
(모드 2)
P_{rated_Rect}
PI
PI
P_{in_Rect}
I_{batt}
DC-link 전압 일정 제어
(모드 3)
$V_{DC_link_ref}$
PI
PI
V_{DC_link}
I_{batt}
제어
알고리즘
(모드선택)
com
SW_1
SW_2

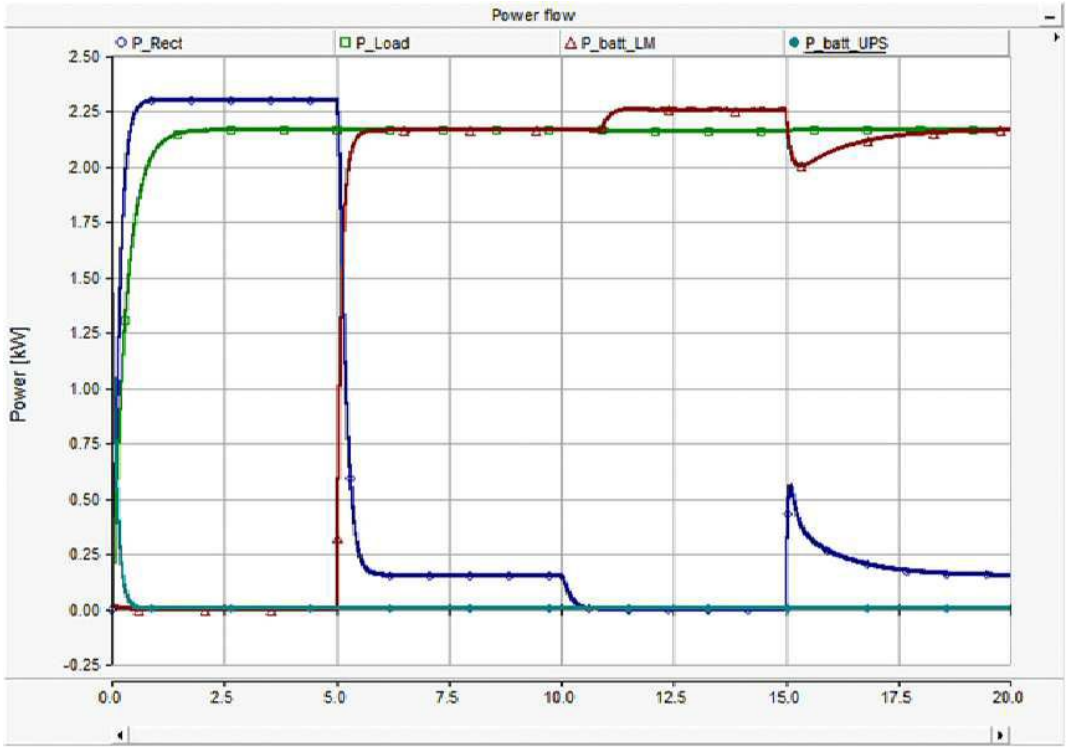
도면5


Power flow
P_Rect
P_Load
P_batt_LM
P_batt_UPS
Power [kW]
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
-0.50
-1.00
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
15.0
17.5
20.0

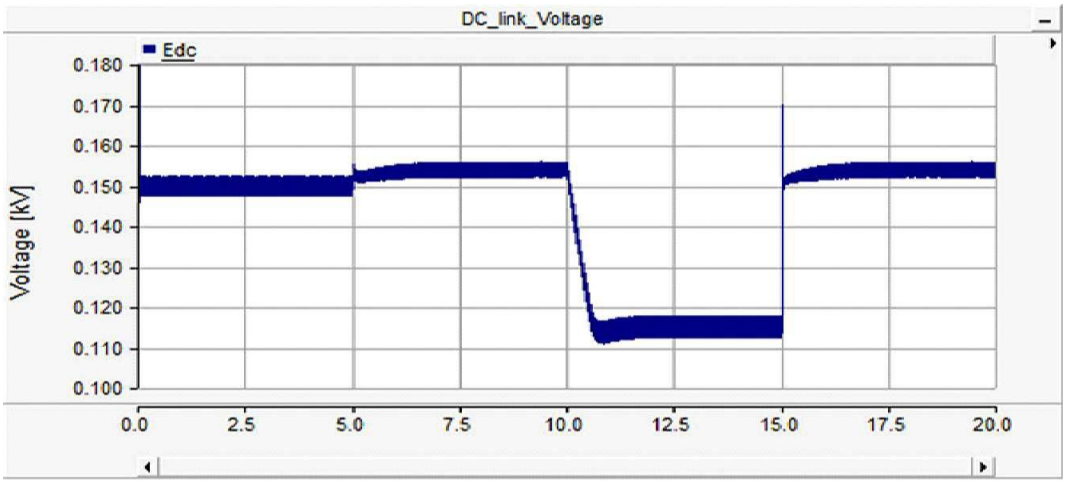
도면6


DC_link_Voltage
Edc
Voltage [kV]
0.180
0.170
0.160
0.150
0.140
0.130
0.120
0.110
0.100
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
15.0
17.5
20.0

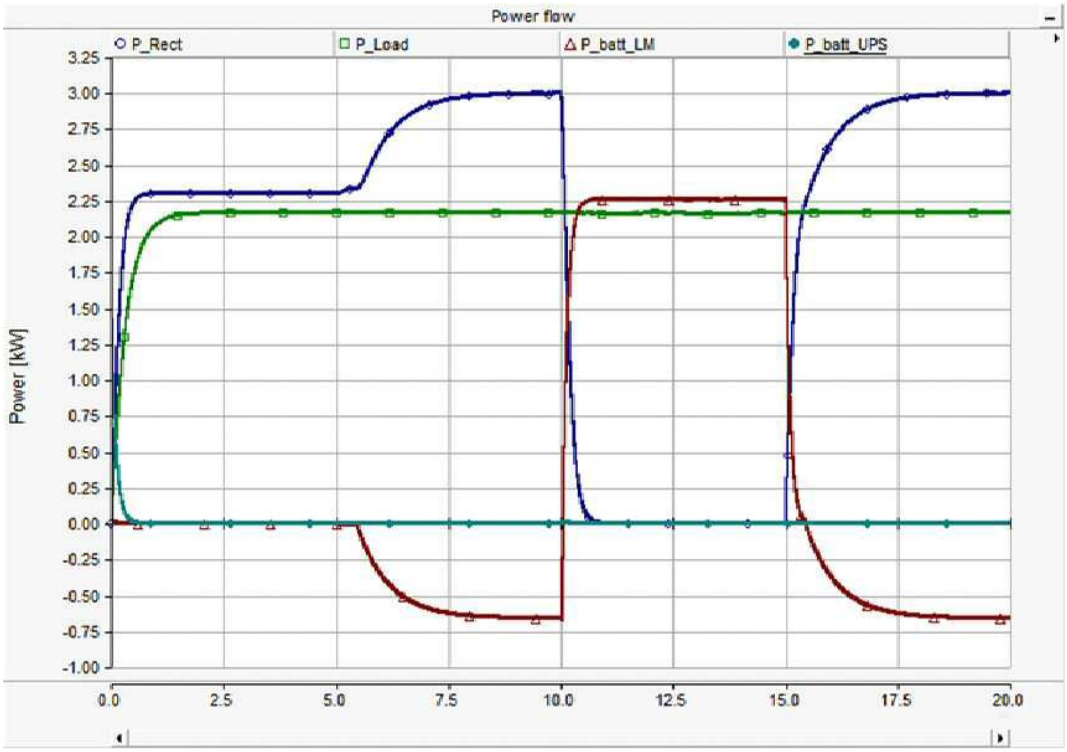
도면7


Power flow
P_Rect
P_Load
P_batt_LM
P_batt_UPS
Power [kW]
2.50
2.25
2.00
1.75
1.50
1.25
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
-0.25
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
15.0
17.5
20.0

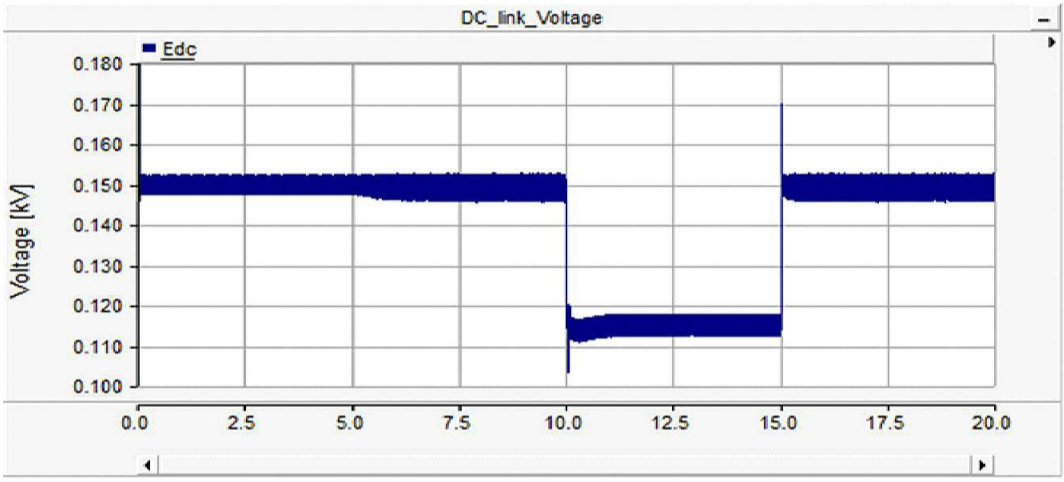
도면8


DC_link_Voltage
Edc
Voltage [kV]
0.180
0.170
0.160
0.150
0.140
0.130
0.120
0.110
0.100
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
15.0
17.5
20.0

도면9


Power flow
P_Rect
P_Load
P_batt_LM
P_batt_UPS
Power [kW]
3.25
3.00
2.75
2.50
2.25
2.00
1.75
1.50
1.25
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
-0.25
-0.50
-0.75
-1.00
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
15.0
17.5
20.0

도면10


DC_link_Voltage
Edc
Voltage [kV]
0.180
0.170
0.160
0.150
0.140
0.130
0.120
0.110
0.100
0.0
2.5
5.0
7.5
10.0
12.5
15.0
17.5
20.0