

(43) 공개일자 2024년08월07일

- (71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한
국기술교육대학교내)
- (72) 발명자
노대석
충청남도 천안시 서북구 봉서산1길 35, 111동 30
1호(쌍용동, 파크밸리동일하이빌)
- 한병길
경기도 성남시 분당구 서현로321번길 11(서현동)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김민태

(54) 발명의 명칭 **시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템**

5kV급 특고압-저압 직류 배전(Medium Voltage-Low Voltage Direct Current, MV-LVDC) 독립형 마이크로그리드 시스템의 안정적인 운용을 위하여 사고가 발생할 경우 사고전류의 방향과 보호기기의 TCC(Time vs Current Curve) 특성곡선을 고려한 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템이 개시된다. 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템은, 주 태양광모듈 및 LVDC 선로를 포함하는 주 발전원부; ESS, 보조 태양광모듈 및 EV용 충전기를 포함하는 보조 발전원부; MVDC 선로를 포함하고, 상기 MVDC 선로를 통해 상기 주 발전원부와 상기 보조 발전원부를 연결하는 선로부; 및 상기 MVDC 선로측 사고, 상기 LVDC 선로측 사고 및 상기 수용가 부하측 사고 시나리오별로 상기 주 발전원부, 상기 보조 발전원부 및 상기 선로부에 구비되는 보호기기의 동작을 제어하는 컨트롤러를 포함한다.

(72) 발명자

김지명

경기도 용인시 수지구 용구대로 2720, 205동 102호(죽전동, 현암마을동성2차아파트)

김윤호

충청남도 천안시 동남구 병천면 가전8길 91, 다운빌라 B동 304호

이나경

충청남도 천안시 동남구 병천면 가전6길 19-1, 남향빌 302호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180490
과제번호	20206910100090
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	PCS경쟁력강화핵심기술개발
연구과제명	PCS-EES 연계시스템 이상징후 사전감지 및 위험요인 분석 핵심기술개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국전기연구원
연구기간	2020.05.01 ~ 2024.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415180915
과제번호	20213030160080
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	신재생에너지핵심기술개발(전력)
연구과제명	에너지 소비대체율 50% 달성을 위한 신재생에너지기반 융복합형 마을단위 마이크로
그리드 실증 기술개발	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(주)유에너지
연구기간	2021.11.01 ~ 2024.10.31

청구범위유예 : 있음

임시명세서출원 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

주 태양광모듈 및 LVDC 선로를 포함하는 주 발전원부;

ESS, 보조 태양광모듈 및 EV용 충전기를 포함하는 보조 발전원부;

MVDC 선로를 포함하고, 상기 MVDC 선로를 통해 상기 주 발전원부와 상기 보조 발전원부를 연결하는 선로부; 및

상기 MVDC 선로측 사고, 상기 LVDC 선로측 사고 및 상기 수용가 부하측 사고 시나리오별로 상기 주 발전원부, 상기 보조 발전원부 및 상기 선로부에 구비되는 보호기기의 동작을 제어하는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 주 발전원부는 상기 주 태양광모듈에 순차적으로 연결된 제1 MCCB, 제1 DC/DC 컨버터 및 제1 CTR을 더 포함하고,

상기 보조 발전원부는 상기 ESS에 순차적으로 연결된 제1 퓨즈, ACB, 제2 DC/DC 컨버터 및 제2 CTR과, 상기 보조 태양광모듈에 순차적으로 연결된 제2 MCCB, 제3 DC/DC 컨버터 및 제3 MCCB과, 상기 EV용 충전기에 순차적으로 연결된 제4 MCCB, 제1 DC/AC 인버터 및 제5 MCCB과, 상기 수용가 부하에 순차적으로 연결된 제6 MCCB, 제2 DC/AC 인버터 및 제7 MCCB와, 상기 제3 MCCB, 상기 제5 MCCB 및 상기 제7 MCCB 각각에 공통으로 순차적으로 연결된 제8 MCCB, 제4 DC/DC 컨버터 및 제3 CTR을 더 포함하고,

상기 선로부는 상기 MVDC 선로의 일단과 상기 주 발전원부에 연결된 제2 퓨즈 및 상기 MVDC 선로의 타단과 상기 보조 발전원부에 연결된 제3 퓨즈를 더 포함하고,

상기 주 발전원부의 상기 태양광모듈에서 유입되는 제1 사고전류에 대한 MVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제2 퓨즈를 가장 먼저 동작시키고, 상기 제1 CTR 및 상기 제1 MCCB의 순서대로 동작시키는 것을 특징으로 하는 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 ESS에서 유입되는 제2 사고전류에 대한 MVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제1 퓨즈를 가장 먼저 동작시키고, 상기 제2 CTR 및 상기 ACB의 순서대로 동작시키는 것을 특징으로 하는 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 ESS에서 유입되는 사고전류에 대한 LVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제1 퓨즈를 동작시키는 것을 특징으로 하는 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 주 태양광모듈에서 유입되는 제1 사고전류와 상기 보조 태양광모듈에서 유입되는 제3 사고전류에 대한 LVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 ACB를 가장 먼저 동작시키고, 상기 제2 CTR, 상기 제3 퓨즈 및 상기 제2 MCCB의 순서대로 동작시키는 것을 특징으로 하는 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 보조 태양광모듈에서 유입되는 제3 사고전류에 대한 수용가 부하측의 설비를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제4 MCCB와 상기 제5 MCCB를 순서대로 동작시킨 후 상기 제3 MCCB를 동작시키는 것을 특징으로 하는 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 사고가 발생할 경우 사고전류의 방향과 보호기기의 TCC(Time vs Current Curve) 특성곡선을 고려한 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근, 신재생에너지전원의 도입 및 DC 부하의 증가, 소비자의 고품질/고신뢰성 전력공급 요구 등으로 인하여, 특고압 직류 배전(Medium Voltage Direct Current, MVDC) 계통에 대한 관심이 급증하고 있지만, 국내외적으로 아직 실증단계에 머물러 있는 실정이다. 특히, 배전선로, 차단기, 애자 등과 같은 MVDC용 설비들은 개발 단계에 있어 상용화된 제품이 거의 없으며, MVDC 배전망을 구축하는데 많은 어려움이 발생하고 있다.
- [0003] 따라서, 기존의 AC 배전계통에서 사용되는 기기 및 선로를 이용하여, MVDC 배전망에 적용하기 위한 실증 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나, 기존의 AC 배전설비들을 MVDC 배전망에 적용할 경우, 컨버터 및 선로와 같은 고가의 MVDC 배전설비들을 사고 발생 시 보호하지 못할 가능성이 있으므로, MVDC 배전망의 안정적인 운용을 위한 보호협조 운용방안이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 대한민국공개특허 제10-2022-0069596호(2022. 05. 27.)(배전 계통의 고장 구간 분리 방법 및 장치)
- (특허문헌 0002) 대한민국등록특허 제10-3398168호(2021. 09. 03.)(마이크로 스마트 그리드 시뮬레이터용 마이크로 보호기기 및 구동 방법, 인공 고장 발생 장치 및, 성능 평가 시스템)
- (특허문헌 0003) 대한민국등록특허 제10-1431047호(2014. 08. 21.)(독립형 DC 마이크로그리드를 위한 협조적 드롭 제어 장치 및 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에 착안한 것으로, 본 발명의 목적은 5kV급 특고압-저압 직류 배전(Medium Voltage-Low Voltage Direct Current, MV-LVDC) 마이크로그리드의 안정적인 운용을 위하여 사고가 발생할 경우 사고전류의 방향과 보호기기의 TCC(Time vs Current Curve) 특성곡선을 고려한 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위하여 일 실시예에 따른 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템은, 주 태양광모듈 및 LVDC 선로를 포함하는 주 발전원부; ESS, 보조 태양광모듈 및 EV용 충전기를 포함하는 보조 발전원부; MVDC 선로를 포함하고, 상기 MVDC 선로를 통해 상기 주 발전원부와 상기 보조 발전원부를 연결하는 선로부; 및 상기 MVDC 선로측 사고, 상기 LVDC 선로측 사고 및 상기 수용가 부하측 사고 시나리오별로 상기 주 발전원부, 상기 보조 발전원부 및 상기 선로부에 구비되는 보호기기의 동작을 제어하는 컨트롤러를 포함한다.
- [0007] 일 실시예에서, 상기 주 발전원부는 상기 주 태양광모듈에 순차적으로 연결된 제1 MCCB, 제1 DC/DC 컨버터 및 제1 CTR을 더 포함하고, 상기 보조 발전원부는 상기 ESS에 순차적으로 연결된 제1 퓨즈, ACB, 제2 DC/DC 컨버터 및 제2 CTR과, 상기 보조 태양광모듈에 순차적으로 연결된 제2 MCCB, 제3 DC/DC 컨버터 및 제3 MCCB과, 상기 EV

용 충전기에 순차적으로 연결된 제4 MCCB, 제1 DC/AC 인버터 및 제5 MCCB과, 상기 수용가 부하에 순차적으로 연결된 제6 MCCB, 제2 DC/AC 인버터 및 제7 MCCB와, 상기 제3 MCCB, 상기 제5 MCCB 및 상기 제7 MCCB 각각에 공통으로 순차적으로 연결된 제8 MCCB, 제4 DC/DC 컨버터 및 제3 CTR를 더 포함하고, 상기 선로부는 상기 MVDC 선로의 일단과 상기 주 발전원부에 연결된 제2 퓨즈 및 상기 MVDC 선로의 타단과 상기 보조 발전원부에 연결된 제3 퓨즈를 더 포함하고, 상기 주 발전원부의 상기 태양광모듈에서 유입되는 제1 사고전류에 대한 MVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제2 퓨즈를 가장 먼저 동작시키고, 상기 제1 CTR 및 상기 제1 MCCB의 순서대로 동작시킬 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 상기 ESS에서 유입되는 제2 사고전류에 대한 MVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제1 퓨즈를 가장 먼저 동작시키고, 상기 제2 CTR 및 상기 ACB의 순서대로 동작시킬 수 있다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 ESS에서 유입되는 사고전류에 대한 LVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제1 퓨즈를 동작시킬 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 주 태양광모듈에서 유입되는 제1 사고전류와 상기 보조 태양광모듈에서 유입되는 제3 사고전류에 대한 LVDC 선로를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 ACB를 가장 먼저 동작시키고, 상기 제2 CTR, 상기 제3 퓨즈 및 상기 제2 MCCB의 순서대로 동작시킬 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 보조 태양광모듈에서 유입되는 제3 사고전류에 대한 수용가 부하측의 설비를 보호하기 위하여, 상기 컨트롤러는 상기 제4 MCCB와 상기 제5 MCCB를 순서대로 동작시킨 후 상기 제3 MCCB를 동작시킬 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 ACB, 상기 제1 내지 제8 MCCB들은 정격전류의 40~100%에서는 장한시보호 기능, 정격전류의 150~1000%에서는 단한시보호 기능과 순시보호 기능을 갖고, 정격전류의 20~100%에 해당하는 지락보호 기능을 가질 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 제1 내지 제3 퓨즈들은 상기 MVDC 선로, 상기 LVDC 선로 및 상기 ESS를 보호하기 위해 신속하게 동작할 수 있는 반한시 특성을 가질 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 제1 내지 제3 CTR들은 8kA에서는 100ms 이내, 20kA에서는 20ms 이내로 동작하여 보호를 수행하는 단한시 특성을 가질 수 있다.

발명의 효과

[0015] 이러한 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템에 의하면, 보조 발전원부에 구비되는 ESS에서 유입되는 사고전류에 대한 MVDC 선로나 LVDC 선로의 보호, 주 발전원부 또는 보조 발전원부의 태양광모듈에서 유입되는 사고전류에 대한 LVDC 선로의 보호, 보조 발전원부의 태양광모듈에서 유입되는 사고전류에 대한 수용가 부하측 설비의 보호 등과 같은 다양한 시나리오별로 보호기기의 동작을 제어하므로써 마이크로그리드를 안정적으로 운용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

도 2a, 도 2b 및 도 2c는 도 1에 도시된 태양광발전원용 제1 DC/DC 컨버터를 설명하기 위한 회로들이다.

도 3a 및 도 3b는 도 1에 도시된 ESS용 양방향 DC/DC 컨버터를 설명하기 위한 회로도들이다.

도 4a 및 도 4b는 도 1에 도시된 부하공급용 제4 DC/DC 컨버터를 설명하기 위한 회로도들이다.

도 5a 및 도 5b는 도 1에 도시된 수용가용 DC/AC 인버터를 설명하기 위한 회로도들이다.

도 6a, 도 6b 및 도 6c는 도 1에 도시된 보호기기를 설명하기 위한 회로도들이다.

도 7은 MV-LVDC 독립형 마이크로그리드 시스템의 MVDC 선로에서 사고 발생시 사고전류의 흐름을 나타낸 도면이다.

도 8은 MVDC 사고지점에 대한 보호를 위한 TCC특성곡선이다.

도 9는 MV-LVDC 독립형 마이크로그리드 시스템의 ESS용 배터리와 DC/DC 컨버터 사이의 LVDC 선로에서 사고 발생

시 사고전류의 흐름을 나타낸 도면이다.

도 10은 LVDC 사고지점에 대한 보호를 위한 TCC특성곡선이다.

도 11은 MV-LVDC 독립형 마이크로그리드 시스템의 수용가 부하(EV charger)와 인버터 사이의 AC측 선로에서 사고 발생시 사고전류의 흐름을 나타낸 도면이다.

도 12은 수용가부하(AC)측 사고지점에 대한 보호를 위한 TCC특성곡선이다.

도 13는 상정 사고조건을 설명하기 위한 도면이다.

도 14a, 도 14b 및 도 14c는 F2에서 사고 발생시 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 설명하기 위한 도면이다.

도 15a, 도 15b 및 도 15c는 F6에서 사고 발생시 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 설명하기 위한 도면이다.

도 16a, 도 16b 및 도 16c는 F11에서 사고 발생시 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- [0019] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0020] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0021] 또한, 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 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.
- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 시나리오별 보호기기의 운용 기능을 갖는 독립형 마이크로그리드 시스템(또는 국소 전력공급시스템)은 주 발전원부(100), 보조 발전원부(200), 선로부(300) 및 컨트롤러(400)를 포함한다. 본 실시예에서, 주 발전원부(100), 보조 발전원부(200) 및 선로부(300) 각각에는 보호기기로서 각종 MCCB들, 각종 ACB들, 각종 퓨즈들 및 각종 CTR들을 포함한다.
- [0024] 주 발전원부(100)는 주 태양광모듈(110), 제1 MCCB(120), 제1 DC/DC 컨버터(130) 및 제1 CTR(140)을 포함한다. 여기서, 제1 MCCB(120) 및 제1 CTR(140)은 보호기기를 정의한다. 주 태양광모듈(110)은 1.15MW급 태양광전원을 생산한다. 태양광전원은 750V의 LVDC 선로에 연계되고, 승압용 제1 DC/DC 컨버터(130)를 이용해 5kV의 MVDC로 승압하여, 선로부인 5kV급 MVDC 선로를 통해 ESS 및 부하로 전력을 공급한다. 제1 CTR(140)은 특정한 온도영역에서 온도가 상승함에 따라 급격히 전기저항이 감소되는 저항체이다.
- [0025] 보조 발전원부(200)는 ESS(210), 제1 퓨즈(212), ACB(214), 제2 DC/DC 컨버터(216), 제2 CTR(218), 보조 태양광모듈(220), 제2 MCCB(222), 제3 DC/DC 컨버터(224), 제3 MCCB(226), EV용 충전기(230), 제4 MCCB(232), 제1

DC/AC 인버터(234), 제5 MCCB(236), 수용가 부하(240), 제6 MCCB(242), 제2 DC/AC 인버터(244), 제7 MCCB(246), 제8 MCCB(250), 제4 DC/DC 컨버터(252), 제3 CTR(254)를 포함한다. 여기서, 제1 퓨즈(212), ACB(214), 제2 CTR(218), 제2 MCCB(222), 제3 MCCB(226), 제4 MCCB(232), 제5 MCCB(236), 제6 MCCB(242), 제7 MCCB(246), 제8 MCCB(250), 제3 CTR(254)은 보호기기를 정의한다.

[0026] 본 실시예에서, ESS(210)에 제1 퓨즈(212), ACB(214), 제2 DC/DC 컨버터(216) 및 제2 CTR(218)이 순차적으로 연결되고, 제2 CTR(218)은 선로부(300)에 연결된다. 또한, 보조 태양광모듈(220)에 제2 MCCB(222), 제3 DC/DC 컨버터(224) 및 제3 MCCB(226)가 순차적으로 연결되고, 제3 MCCB(226)는 제8 MCCB(250)에 연결된다. 또한, EV 용 충전기(230)에 제4 MCCB(232), 제1 DC/AC 인버터(234) 및 제5 MCCB(236)가 순차적으로 연결되고, 제5 MCCB(236)는 제8 MCCB(250)에 연결된다. 또한, 수용가 부하(240)에 제6 MCCB(242), 제2 DC/AC 인버터(244) 및 제7 MCCB(246)가 순차적으로 연결되고, 제7 MCCB(246)는 제8 MCCB(250)에 연결된다.

[0027] 여기서, ESS(210)는 1.5MWh급의 전원을 저장한다. ESS(210)는 ESS용 양방향 제2 DC/DC 컨버터(216)를 사용하여 전압을 750V/5kV로 변환하여, 태양광전원으로부터 발전된 잉여전력을 저장하거나 저장된 전력을 부하공급용 DC/DC 컨버터(252)와 제1 DC/AC 인버터(234)를 통해 EV용 충전기(230)에 공급하거나 부하공급용 DC/DC 컨버터(252)와 제2 DC/AC 인버터(244)를 통하여 수용가 부하(240)에 공급한다. 태양광모듈은 100kW급 태양광전원을 생산한다. EV 충전기나 공장 수용가인 부하에는 400kW급의 전원이 공급된다.

[0028] 선로부(300)는 MVDC 선로(310), MVDC 선로(310)의 일단과 주 발전원부(100)에 연결된 제2 퓨즈(320) 및 MVDC 선로(310)의 타단과 보조 발전원부(200)에 연결된 제3 퓨즈(330)를 포함하고, 주 발전원부(100)와 보조 발전원부(200)를 연결한다. 여기서, 제2 퓨즈(320) 및 제3 퓨즈(330)는 보호기기를 정의한다. MVDC 선로(310)는 예컨대 2.4km의 공장을 가질 수 있다.

[0029] 콘트롤러(400)는 MVDC 선로측 사고, LVDC 선로측 사고 및 수용가 부하측 사고 시나리오별로 주 발전원부(100), 보조 발전원부(200) 및 선로부(300)에 구비되는 보호기기의 동작을 제어한다.

[0030] 구체적으로, 콘트롤러(400)는, ESS(210)에서 유입되는 제2 사고전류에 대한 MVDC 선로를 보호하기 위하여, 제1 퓨즈(212)를 가장 먼저 동작시키고, 제2 CTR(218) 및 ACB(214)의 순서대로 동작시킨다.

[0031] 또한 콘트롤러(400)는, ESS(210)에서 유입되는 사고전류에 대한 LVDC 선로를 보호하기 위하여, 제1 퓨즈(212)를 동작시킨다.

[0032] 또한 콘트롤러(400)는, 주 태양광모듈(100)에서 유입되는 제1 사고전류와 보조 태양광모듈(200)에서 유입되는 제3 사고전류에 대한 LVDC 선로를 보호하기 위하여, ACB(214)를 가장 먼저 동작시키고, 제2 CTR(218), 제3 퓨즈(330) 및 제2 MCCB(222)의 순서대로 동작시킨다.

[0033] 또한 콘트롤러(400)는, 보조 태양광모듈(200)에서 유입되는 제3 사고전류에 대한 수용가 부하측의 설비를 보호하기 위하여, 제4 MCCB(232)와 제5 MCCB(236)를 순서대로 동작시킨 후 제3 MCCB(226)를 동작시킨다.

[0034] 도 2a, 도 2b 및 도 2c는 도 1에 도시된 태양광전원용 제1 DC/DC 컨버터를 설명하기 위한 회로들이다.

[0035] 도 2a에는 최대 전력점 추정제어 회로도가 도시된다. 최대 전력점 추정제어 회로는 태양광모듈의 출력 전압과 전류를 이용해 최대 전력점을 추종한다.

[0036] 도 2b에는 제1 DC/DC 컨버터(130)(도 1에 도시됨)의 주회로도가 도시된다.

[0037] 도 2c에는 정전력 제어기가 도시된다. 정전력 제어기는 아웃터 루프(outer loop)와 inner 루프(inner loop)로 구성되는데 아웃터 루프는 추종된 최대 전력점을 바탕으로 현재의 출력전력과 이전 출력전력의 오차값에 대해 PI 제어를 수행한다. 또한, inner 루프는 아웃터 루프의 PI 제어기 출력 값과 센싱된 전류의 오차 값에 대해 PI 제어를 수행하며, 제어기 출력값은 삼각파와 비교를 통해 IGBT의 듀티비를 조절한다.

[0038] 도 3a 및 도 3b는 도 1에 도시된 ESS용 양방향 DC/DC 컨버터를 설명하기 위한 회로도들이다.

[0039] 도 3a에는 ESS용 양방향 제2 DC/DC 컨버터(216)(도 1에 도시됨)의 메인 회로도가 도시된다.

[0040] 도 3b에는 ESS용 양방향 제2 DC/DC 컨버터(216)의 정전압 제어기의 회로도가 도시된다. ESS용 양방향 제2 DC/DC 컨버터(216)는 EMS의 지령에 따라 태양광전원의 출력이 수용가 부하보다 크면 충전모드를 수행하고, 작아지면 방전모드로 운용된다. 제2 DC/DC 컨버터(216)의 정전압 제어기는 아웃터 루프(outer loop)와 inner 루프(inner loop)로 구성되어, 5kV MVDC 선로의 정전압 제어를 위하여, 목표전압인 5kV와 출력 전압의 오차에 대해 PI 제어

를 수행한다.

- [0041] 도 4a 및 도 4b는 도 1에 도시된 부하공급용 제4 DC/DC 컨버터를 설명하기 위한 회로도들이다.
- [0042] 도 4a에는 수용가측의 전압을 제어하는 제4 DC/DC 컨버터(252) (도 1에 도시됨)의 메인 회로도가 도시된다. 상기한 메인 회로에는 스위칭 시 발생하는 전류 리플을 줄이기 위해 L-C 필터가 설치된다.
- [0043] 도 4b에는 제4 DC/DC 컨버터(252)의 정전압 제어기의 회로도가 도시된다. 상기한 정전압 제어기는 아웃터루프(outer loop)와 이너 루프(inner loop)로 구성되어, 0.75kV의 지령치와 센싱된 전압의 오차값에 대해 PI 제어를 수행한다.
- [0044] 도 5a 및 도 5b는 도 1에 도시된 수용가용 DC/AC 인버터를 설명하기 위한 회로도들이다.
- [0045] 도 5a에는 저압측의 EV 충전기에 연결된 제1 DC/AC 인버터(234) (도 1에 도시됨) 및 수용가 부하측에 연결된 제2 DC/AC 인버터(244) (도 1에 도시됨) 각각에 구비되는 메인 회로도가 도시된다. 상기한 메인 회로는 일반적인 6개의 스위치와 L-C필터, 등으로 구성된다.
- [0046] 도 5b에는 제1 DC/AC 인버터(234) 및 제2 DC/AC 인버터(244) 각각에 구비되는 정전압 제어기의 회로도가 도시된다. 상기한 정전압 제어기의 A부분은 목표전압과 현재 출력전압을 비교하여 오차 값을 산정하고, 상기한 정전압 제어기의 B부분은 오차 값에 대하여 각각 PI제어를 수행한다. 또한 상기한 정전압 제어기의 C부분은 목표로 하는 전압의 파형, 주파수 및 위상을 결정하는 역할을 수행하고, 상기한 정전압 제어기의 D부분은 삼각파의 반송파를 출력한다. 또한 상기한 정전압 제어기의 E부분은 기준파와 반송파를 비교하여 PWM신호로 변환하는 역할을 수행한다.
- [0047] 도 6a, 도 6b 및 도 6c는 도 1에 도시된 보호기기를 설명하기 위한 회로도들이다.
- [0048] 도 6a에는 도 1에 도시된 각종 MCCB 및 각종 ACB의 회로도가 도시된다. 상기한 MCCB 및 ACB의 경우, 보호기기 특성을 적용하여 장한시 특성의 A 부분과 단한시 및 순시특성의 B부분으로 나뉘어 구성한다.
- [0049] 도 6b에는 도 1에 도시된 퓨즈의 회로도가 도시된다. 상기한 퓨즈의 경우, 반한시 특성곡선을 사용하여 TCC 특성곡선과 유사하게 모델링을 수행한다.
- [0050] 도 6c에는 도 1에 도시된 CTR의 회로도가 도시된다. 상기한 CTR의 경우, 일정 시간동안 기준값 이상의 사고전류가 유입될 경우 동작을 수행하도록 모델링한다.
- [0051] 도 6a, 도 6b 및 도 6c를 참조하면, 각종 MCCB, ACB, 퓨즈 및 CTR과 같은 보호기기는 제조사에서 제공하는 정정치를 바탕으로 반한시 특성곡선인 아래의 수식 (1)을 이용하여 모델링을 수행한다.

[0052] [수식 1]

$$t(I) = \left(\frac{A}{M(I)^P - 1} + B \right)$$

- [0053]
- [0054] 여기서, $M(I)$ 는 픽업 전류의 배수로 표시되는 전류이고, A, B, P는 선택한 곡선의 특성을 제공하기 위한 상수이다.
- [0055] 그러면, 이하에서, 마이크로그리드용 보호기기의 동작에 대해서 설명한다.
- [0056] 먼저, MVDC 선로 사고 시 마이크로그리드용 보호기기의 동작에 대해서 설명한다.
- [0057] 도 7은 MV-LVDC 독립형 마이크로그리드 시스템의 MVDC 선로에서 사고 발생시 사고전류의 흐름을 나타낸 도면이다. 도 8은 MVDC 사고지점에 대한 보호를 위한 TCC특성곡선이다. 도 1에 도시된 독립형 마이크로그리드 시스템에서 도면부호를 제거하여 도 7을 도시하였으므로, 설명에 있어서 사용되는 도면부호는 도 1에 도시된 도면부호를 참조한다.
- [0058] 도 7을 참조하면, 사고발생 지점으로 흐르는 전류는 주 발전원부(100)의 태양광전원(110)에서 유입되는 제1 사고전류(①)과, 보조 발전원부(200)의 ESS(210)에서 유입되는 제2 사고전류(②), 보조 발전원부(200)의 태양광전원(220)에서 유입되는 제3 사고전류(③)으로 구성된다. 이때, MVDC(Medium Voltage Direct Current) 선로에서 발생하는 사고전류 특성은 사고전류를 공급하는 전원에서 가까운 거리에 위치하고, 다수의 컨버터에 설치된 DC

링크 커패시터의 순간적인 방전으로 인해 높은 사고전류가 발생할 수 있다.

[0059] 따라서, MVDC 선로를 보호하기 위하여, MVDC 선로 양단에 설치된 퓨즈는 제1 사고전류(①)과 제2 사고전류(②), 제3 사고전류(③)를 합친 값을 고려하여 적절한 용량으로 선정되어야 한다. 따라서, MVDC 선로에서 사고가 발생한 경우에 대한 보호기기의 TCC 특성곡선은 도 8과 같이 나타낼 수 있는데, 도 8의 (a)는 제1 사고전류(①)에 대한 보호기기의 TCC 특성곡선으로, MVDC 선로를 보호하기 위하여 가장 먼저 MVDC 선로용 퓨즈(230A)가 동작하고, CTR(400A, 800A), MCCB(150kW, 500kW) 순서대로 보호기기가 동작하는 것을 나타낸다. 또한, 도 8의 (b)는 제2 사고전류(②)에 대한 TCC 특성곡선으로, MVDC 선로를 보호하기 위하여 가장 먼저 MVDC 선로용 퓨즈(230A)가 동작하고, CTR(800A), ACB(500kW) 순서대로 보호기기가 동작하는 것을 나타낸다. 한편, 제3 사고전류(③)은 사고전류를 공급하는 전원의 크기가 상대적으로 작고 사고지점으로부터 먼 거리에 위치하여 여기서는 고려하지 않는다.

[0060] 이하에서, LVDC 선로 사고 시 마이크로그리드용 보호기기의 동작에 대해서 설명한다.

[0061] 도 9는 MV-LVDC 독립형 마이크로그리드 시스템의 ESS용 배터리와 DC/DC 컨버터 사이의 LVDC 선로에서 사고 발생 시 사고전류의 흐름을 나타낸 도면이다. 도 10은 LVDC 사고지점에 대한 보호를 위한 TCC특성곡선이다. 도 1에 도시된 독립형 마이크로그리드 시스템에서 도면부호를 제거하여 도 9를 도시하였으므로, 설명에 있어서 사용되는 도면부호는 도 1에 도시된 도면부호를 참조한다.

[0062] 도 9를 참조하면, 사고발생 지점으로 흐르는 전류는 주 발전원부(100)의 태양광전원(110)에서 유입되는 제1 사고전류(①)과, 보조 발전원부(200)의 ESS(210)에서 유입되는 제2 사고전류(②), 보조 발전원부(200)의 태양광전원(220)에서 유입되는 제3 사고전류(③)으로 구성된다. 이때, LVDC(Low Voltage Direct Current) 선로에서 발생하는 사고전류의 특성은 사고전류를 공급하는 ESS용 배터리에 근접한 선로에서 발생한 ESS용 배터리 외부단락으로 인하여 높은 사고전류가 공급될 수 있다. 따라서, 배터리를 보호하기 위하여 설치된 ESS 퓨즈는 사고전류②를 차단하기 위한 용량으로 선정되어야 한다. 또한, 태양광전원으로부터 사고구간을 분리하기 위하여 DC ACB는 제1 사고전류(①)과 제3 사고전류(③)을 고려하여 선정되어야 한다. 따라서, LVDC 선로에서 사고가 발생한 경우에 대한 보호기기의 TCC 특성곡선은 도 10과 같이 나타낼 수 있다. 여기서, 사고전류②에 대한 보호는 ESS용 제1 퓨즈(212)가 담당하며, 제1 사고전류(①)과 제3 사고전류(③)에 대한 보호는 가장 먼저 ACB(214)가 동작하고, 제2 CTR(218), 제3 퓨즈(330) 및 제1 MCCB(120)가 순서대로 동작하는 것을 나타낸다.

[0063] 이하에서, 수용가 부하(AC)측 사고 시 마이크로그리드용 보호기기의 동작에 대해서 설명한다.

[0064] 도 11은 MV-LVDC 독립형 마이크로그리드 시스템의 수용가 부하(EV charger)와 인버터 사이의 AC측 선로에서 사고 발생 시 사고전류의 흐름을 나타낸 도면이다. 도 12은 수용가부하(AC)측 사고지점에 대한 보호를 위한 TCC특성곡선이다. 도 1에 도시된 독립형 마이크로그리드 시스템에서 도면부호를 제거하여 도 11을 도시하였으므로, 설명에 있어서 사용되는 도면부호는 도 1에 도시된 도면부호를 참조한다.

[0065] 도 11을 참조하면, 사고발생 지점으로 흐르는 전류는 주 발전원부(100)의 태양광전원(110)에서 유입되는 제1 사고전류(①)과, 보조 발전원부(200)의 ESS(210)에서 유입되는 제2 사고전류(②), 보조 발전원부(200)의 태양광전원(220)에서 유입되는 제3 사고전류(③)으로 구성된다. 여기서, 제1 사고전류(①)과 제2 사고전류(②)는 사고지점에서 먼 거리에 위치할 뿐만 아니라, 다수의 컨버터를 통과하여 비교적 사고전류가 작기 때문에 고려하지 않고, 사고지점에서 가까운 제3 사고전류(③)에 대해서만 고려하기로 한다.

[0066] 즉, 수용가 설비를 보호하기 위하여 설치된 제4 MCCB(232)는 제3 사고전류(③)을 고려하여 적절한 용량을 선정해야 한다. 따라서, 수용가 부하(EV charger)(230)와 제1 DC/AC 인버터(234) 사이의 AC측 선로에서 사고가 발생한 경우에 대한 TCC 특성곡선은 도 12과 같이 나타낼 수 있다. 여기서, 제3 사고전류(③)에 대한 보호는 제1 DC/AC 인버터(234)와 설비를 보호하기 위하여 사고지점에서 가장 가까운 제4 MCCB(232)와 제5 MCCB(236)가 순서대로 동작하고 그 후 제4 DC/DC 컨버터(252)에 설치된 제8 MCCB(250)가 동작한다.

[0067] 한편, 도 2 내지 도 6c에서 모델링을 바탕으로 MVDC 독립형 마이크로그리드 시스템의 사고해석을 위한 시뮬레이션 조건은 표 1과 같다.

[0068] [표 1]

	item	specification
PV	capacity[kW]	100, 150, 500
	voltage[kV]	0.75
battery	capacity[kW/Mwh]	500/1.5
	voltage[kV]	0.75
	internal inductance[uH]	0.634
	Internal resistance[mΩ]	7.75
customer load	EV charger load[kWh]	150
	factory load[kW]	250
	AC load voltage[kV]	0.38
DC/DC converter	capacity[kW]	100, 150, 500
	voltage[kV]	0.75/5
DC/AC inverter	capacity[kW]	250
	voltage[kV]	0.75/0.38
MVDC fuse	rated current[A]	230 ~ 350
	rated cut-off capacity[kA]	30
CTR	rated current[A]	400 ~ 800
	rated cut-off capacity[kA]	2.5 ~ 8
MCCB	rated current[A]	800 ~ 1600
	rated cut-off capacity[kA]	10
ACB	rated current[A]	800 ~ 2500
	rated cut-off capacity[kA]	40
ESS fuse	rated current[A]	880 ~ 1300
	rated cut-off capacity[kA]	50

[0069]

[0070]

표 1을 참조하면, 태양광전원의 용량은 100, 150 및 500kW이며, ESS용 배터리인 ESS의 용량은 500/1.5kW/MWh이고, 내부 인덕턴스는 0.634mH, 내부 저항은 7.75mΩ이다. 또한, 수용가 부하는 150kW의 전기자동차 충전기와 250kW의 공장부하로 이루어져 있으며 전압은 AC 380V이다. 한편, 태양광전원용 DC/DC 컨버터의 용량은 100, 150, 500kW이며, ESS용 양방향 DC/DC 컨버터의 용량은 500kW이고 부하공급용 DC/DC 컨버터의 용량은 500kW이다. 그리고, 수용가용 DC/AC 인버터의 용량은 250kW이며 전압은 0.75/0.38kV이다. 또한, 선로부의 MVDC 지중선로의 선종은 TFR-CV/95mm²이며 공장은 2.4km이고, 선로 저항과 커패시턴스 및 인덕턴스는 각각 0.46Ω, 0.533uF, 0.533mH를 산정된다.

[0071]

한편, 주 발전원부와 보조 발전원부의 수전단과 MVDC 지중선로와 연결되는 MVDC 선종은 CU/XLPE 95mm²이며, 공장은 각각 1.4, 0.8km이고 선로 저항은 각각 270.2, 154.4mΩ으로 산정된다. 한편, 주 발전원부측 LVDC 선종은 CU/TFR-CV 70mm²이며 공장은 0.2km이고 선로저항은 53.6mΩ이다. 또한, ESS측 LVDC 선종은 CU/TFR-CV 300mm²이며 공장은 0.2km이고 부하측 LVDC 선종은 CU/TFR-CV 120mm²이고 공장은 0.01km으로 각각의 선로 저항은 0.601, 1.53mΩ으로 산정된다. 한편, 5kV MVDC 선로 보호를 위한 MVDC 퓨즈와 CTR은 각각 230 ~ 350A, 400 ~ 800A의 정격전류와 30kA, 2.5 ~ 8kA의 정격차단전류 특성을 가지며, 750V LVDC 선로 보호를 위한 MCCB, ACB, ESS 퓨즈의 정격전류는 각각 800 ~ 1,600A, 800 ~ 2,500A, 880 ~ 1,300A를 가지며, 정격차단전류는 각각 10kA, 40kA, 50kA의 차단용량을 가진다.

[0072]

또한, 상정 사고조건은 도 13과 같이 나타낼 수 있다.

[0073]

도 13는 상정 사고조건을 설명하기 위한 도면이다.

[0074]

도 13를 참조하면, F1은 주 발전원부의 고압측 선로 사고이고, F2와 F3는 MVDC 지중선로의 사고를 나타낸다. 또

한, F4는 보조 발전원부의 ESS 고압측 선로 사고이고, F5는 ESS DC측의 CTR(contactor)과 DC/DC 컨버터 사이의 사고이며, F6은 DC/DC 컨버터와 ESS 사이의 사고를 나타낸다. 한편, F7은 보조 발전원부의 ESS와 수용가 사이의 MVDC 선로 사고이고, F8은 CTR과 LVDC용 DC/DC 컨버터 사이의 사고이며, F9는 보조 발전원부의 태양광전원의 LVDC측 사고를 나타낸다. 또한, F10, F12는 DC MCCB와 DC/AC 인버터 사이의 사고이고, F11과 F13은 DC/AC 인버터와 부하 사이의 사고를 상정한 것이다.

- [0075] 한편, 상술된 시뮬레이션 조건을 바탕으로 주 발전원부에 인접한 MVDC 선로지점(F2)에서 단락사고가 발생한 경우에 대하여, 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 나타내면 도 14a, 도 14b 및 도 14c와 같다.
- [0076] 도 14a, 도 14b 및 도 14c는 F2에서 사고 발생시 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0077] 도 14a는 사고지점(F2)으로 흐르는 전체 사고전류의 크기 및 방향을 나타내며, 제1 사고전류(①)은 PV1, PV2, PV3의 DC/DC 컨버터 정격용량(500kW/500kW/150kW)의 1.25배인 0.83kA, 0.83kA, 0.25kA의 사고전류가 각각 사고 지점(F2)으로 공급됨을 알 수 있다. 또한, 제2 사고전류(②)와 제3 사고전류(③)은 ESS측에서 공급하는 0.83kA, 부하공급용 DC/DC 컨버터측에서 공급하는 0.05kA가 각각 사고지점(F2)으로 유입됨을 알 수 있다.
- [0078] 도 14b는 사고지점(F2)으로 흐르는 전체 사고전류의 파형을 나타내며, 초기 과도상태 시 DC/DC 컨버터 내부의 필터용 C성분에 의해 방전되는 전류를 포함하여 최대 3.86kA의 사고전류가 발생함을 알 수 있다.
- [0079] 도 14c는 보호기기 동작에 의한 사고전류 특성을 나타내는데, 사고 발생 후 주 발전원부에 인접한 퓨즈 1은 약 1.2[ms]에 동작하고, 보조 발전원부에 인접한 퓨즈 2는 2.3[ms]에 동작하여 사고구간이 분리됨을 알 수 있다. 따라서, MVDC 선로 양단에 설치된 퓨즈가 가장 먼저 동작하여 MVDC 선로를 보호하고 사고 구간을 분리하여, 수용가의 정전을 방지할 수 있음을 알 수 있다.
- [0080] 한편, 보조 발전원부의 ESS용 배터리측의 LVDC 선로지점(F6)에서 단락사고가 발생한 경우에 대하여, 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 나타내면 도 15a, 도 15b 및 도 15c와 같다.
- [0081] 도 15a, 도 15b 및 도 15c는 F6에서 사고 발생시 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0082] 도 15a는 사고지점(F6)으로 흐르는 전체 사고전류의 크기 및 방향을 나타내며, 제1 사고전류(①)은 주 발전원부의 태양광전원에서 공급하는 0.34kA, 제3 사고전류(③)은 보조 발전원부의 태양광전원에서 공급하는 0.17kA가 각각 사고지점(F6)으로 유입됨을 알 수 있다. 또한, 제2 사고전류(②)는 ESS용 배터리의 외부단락으로 인하여 28.9kA의 높은 사고전류가 사고지점(F6)으로 공급됨을 알 수 있다.
- [0083] 도 15b는 사고지점(F6)으로 흐르는 전체 사고전류의 파형을 나타내며, ESS용 배터리측 외부단락으로 인해 발생하는 전류를 포함하여 최대 35.3kA의 사고전류가 발생함을 알 수 있다.
- [0084] 도 15c는 보호기기 동작에 의한 사고전류 특성을 나타내는데, ESS 퓨즈는 사고 발생 후 약 1.4[ms]에 동작하고, 컨버터 내부의 DC ACB는 50[ms]에 동작함을 알 수 있다. 따라서, ESS 퓨즈가 가장 먼저 동작하여 ESS용 배터리를 보호하고 사고구간을 분리할 수 있음을 알 수 있다.
- [0085] 한편, 수용가 부하측 AC 선로지점(F11)에서 단락사고가 발생한 경우에 대하여, 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 나타내면 도 16a, 도 16b 및 도 16c와 같다.
- [0086] 도 16a, 도 16b 및 도 16c는 F11에서 사고 발생시 사고전류 및 보호기기의 동작특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0087] 도 16a는 사고지점(F11)으로 흐르는 전체 사고전류의 크기 및 방향을 나타내며, 제1 사고전류(①)은 주 발전원부의 태양광전원에서 공급하는 1A, 제2 사고전류(②)는 보조 발전원부의 ESS용 배터리에서 공급하는 126A가 각각 사고지점으로 유입됨을 알 수 있다. 또한, 제3 사고전류(③)은 보조 발전원부의 태양광 전원에서 공급하는 0.17kA의 사고전류가 사고지점(F11)으로 유입됨을 알 수 있다.
- [0088] 도 16b는 사고지점(F11)으로 흐르는 전체 사고전류의 파형을 나타내며, 최대 1.9kA의 사고전류가 발생함을 알 수 있다.
- [0089] 도 16c는 보호기기 동작에 의한 사고전류의 특성을 나타내는데, 사고지점(F11)에 가까운 AC MCCB는 사고 발생 후 약 18[ms]에 동작하여 사고 구간을 분리하여, 수용가 설비를 보호할 수 있음을 알 수 있다.
- [0090] 이상에서 설명된 바와 같이, 본 발명에 따르면 보조 발전원부에 구비되는 ESS에서 유입되는 사고전류에 대한 MVDC 선로나 LVDC 선로의 보호, 주 발전원부 또는 보조 발전원부의 태양광모듈에서 유입되는 사고전류에 대한 LVDC 선로의 보호, 보조 발전원부의 태양광모듈에서 유입되는 사고전류에 대한 수용가 부하측 설비의 보호 등과

같은 다양한 시나리오별로 보호기기의 동작을 제어하므로써 마이크로그리드를 안정적으로 운용할 수 있다.

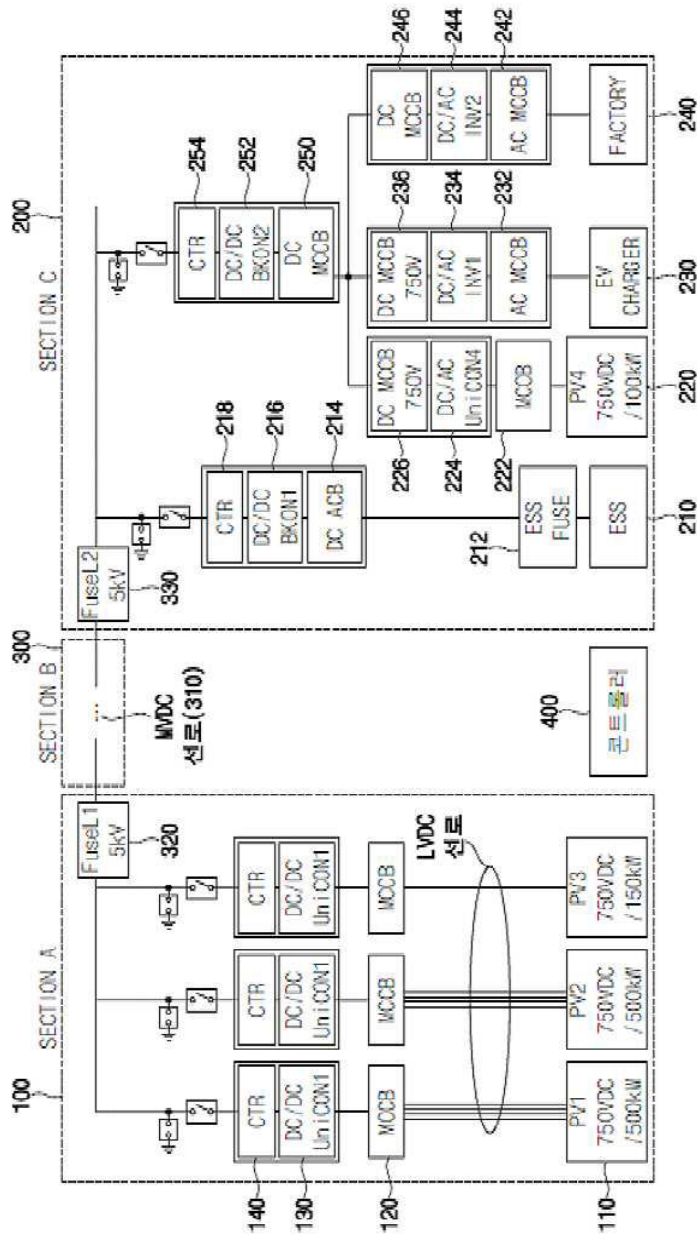
[0091] 이상에서는 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

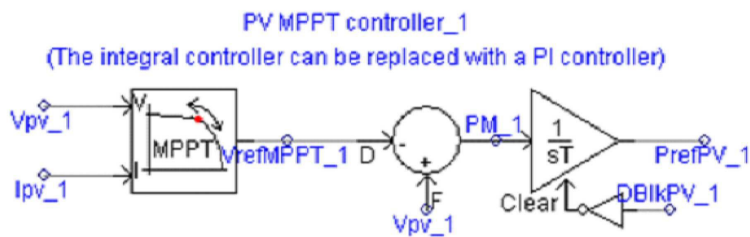
[0092]	100 : 주 발전원부	110 : 주 태양광모듈
	120 : 제1 MCCB	130 : 제1 DC/DC 컨버터
	140 : 제1 CTR	200 : 보조 발전원부
	210 : ESS	212 : 제1 퓨즈
	214 : ACB	216 : 제2 DC/DC 컨버터
	218 : 제2 CTR	220 : 보조 태양광모듈
	222 : 제2 MCCB	224 : 제3 DC/DC 컨버터
	226 : 제3 MCCB	230 : EV용 충전기
	232 : 제4 MCCB	234 : 제1 DC/AC 인버터
	236 : 제5 MCCB	240 : 수용가 부하
	242 : 제6 MCCB	244 : 제2 DC/AC 인버터
	246 : 제7 MCCB	250 : 제8 MCCB
	252 : 제4 DC/DC 컨버터	254 : 제3 CTR
	310 : MVDC 선로	300 : 선로부
	320 : 제2 퓨즈	330 : 제3 퓨즈
	400 : 컨트롤러	

도면

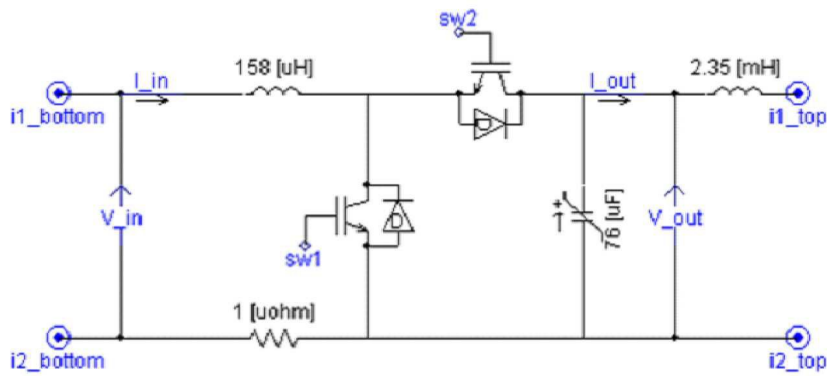
도면1



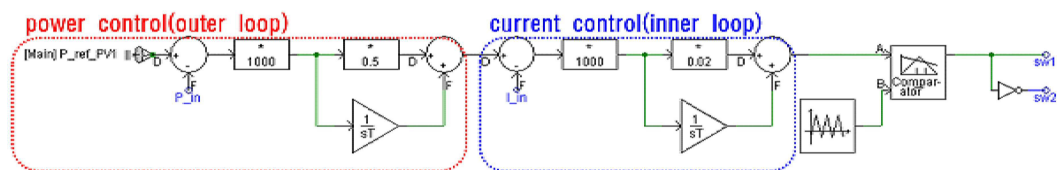
도면2a



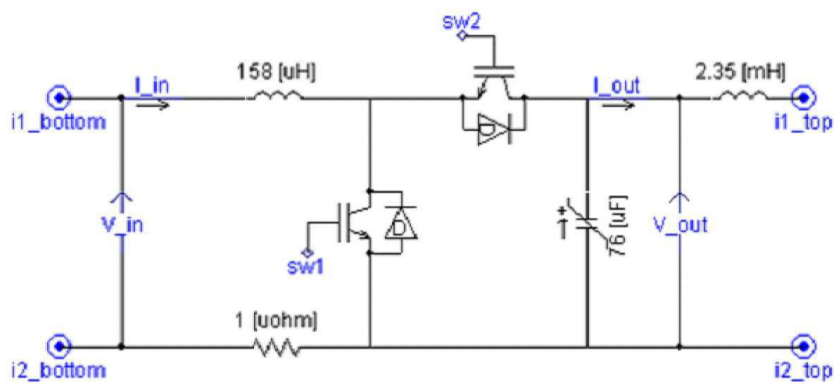
도면2b



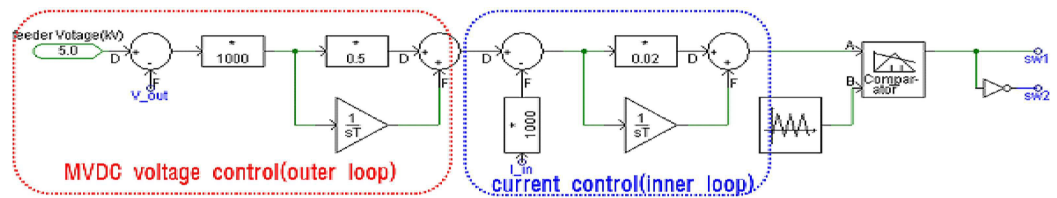
도면2c



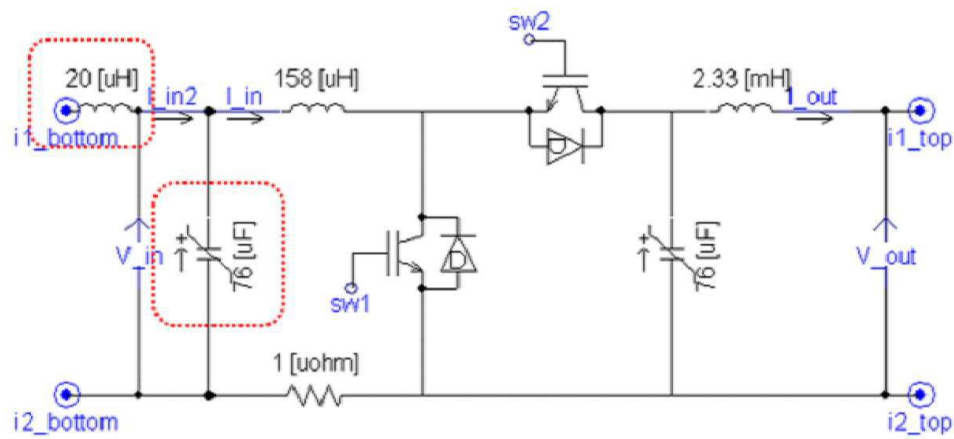
도면3a



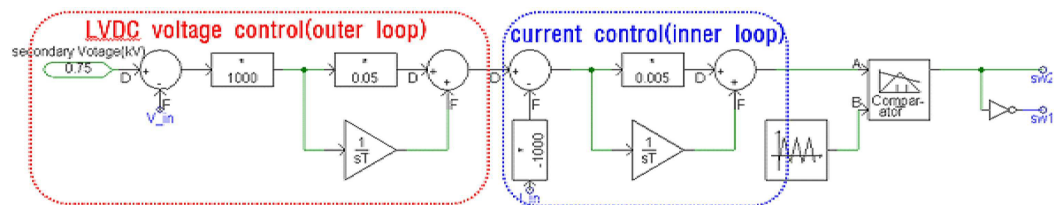
도면3b



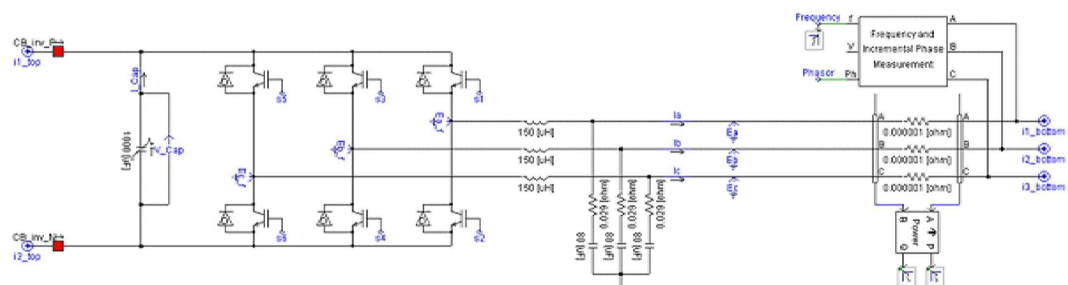
도면4a



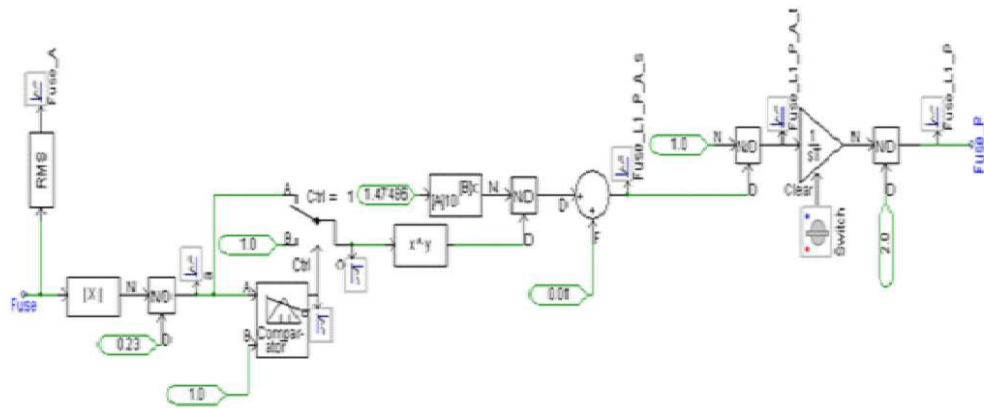
도면4b



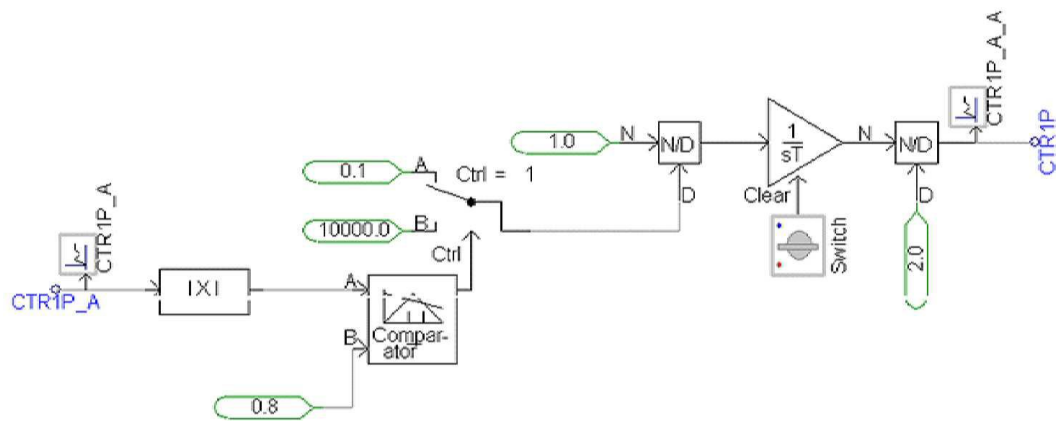
도면5a



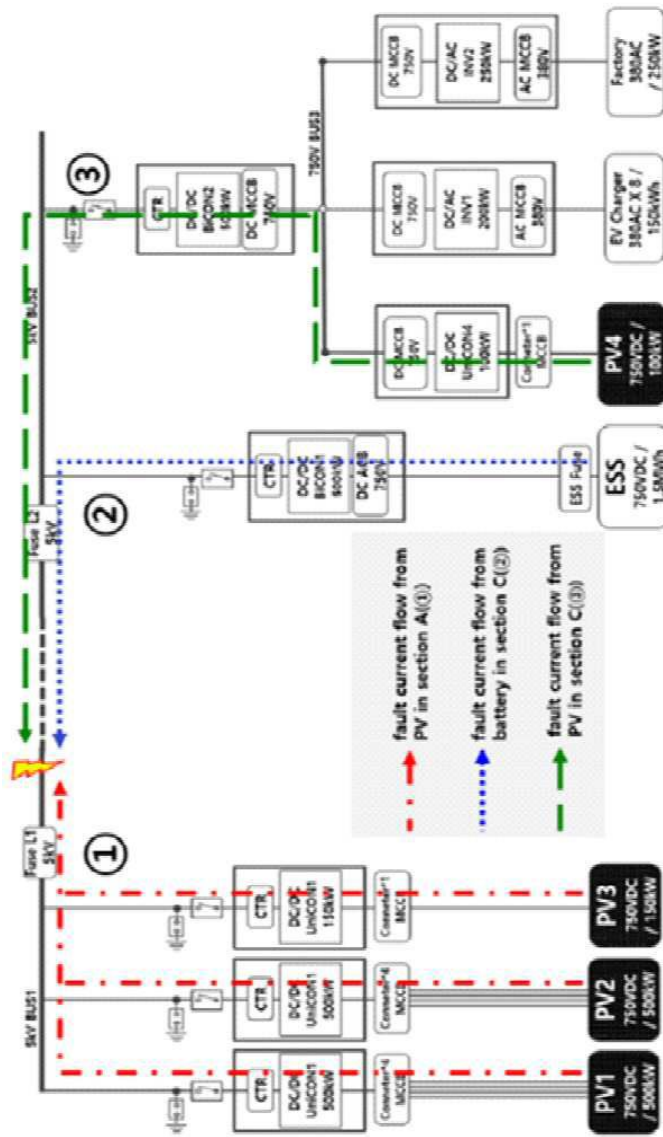
도면6b



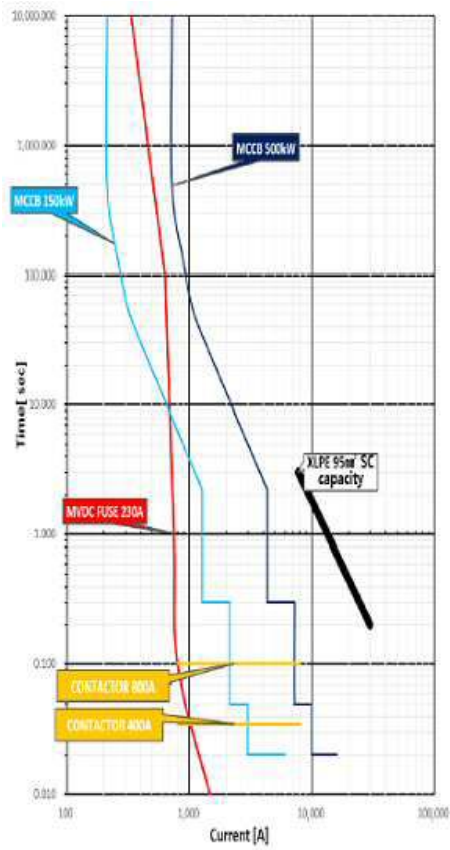
도면6c



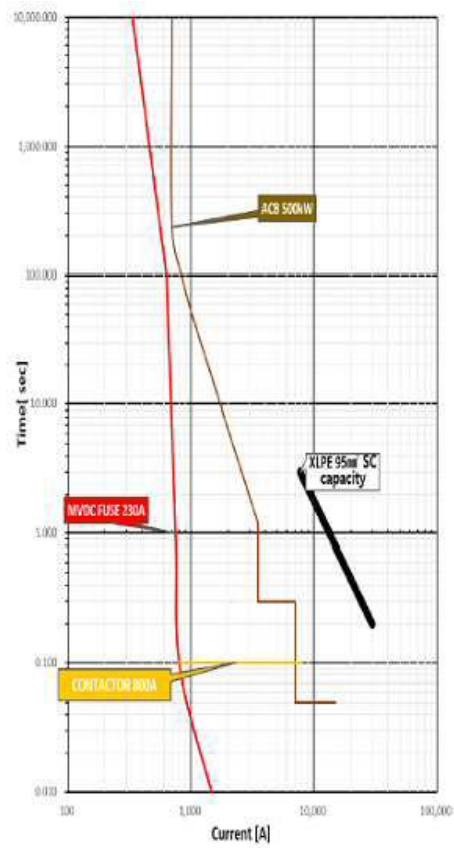
도면7



도면8

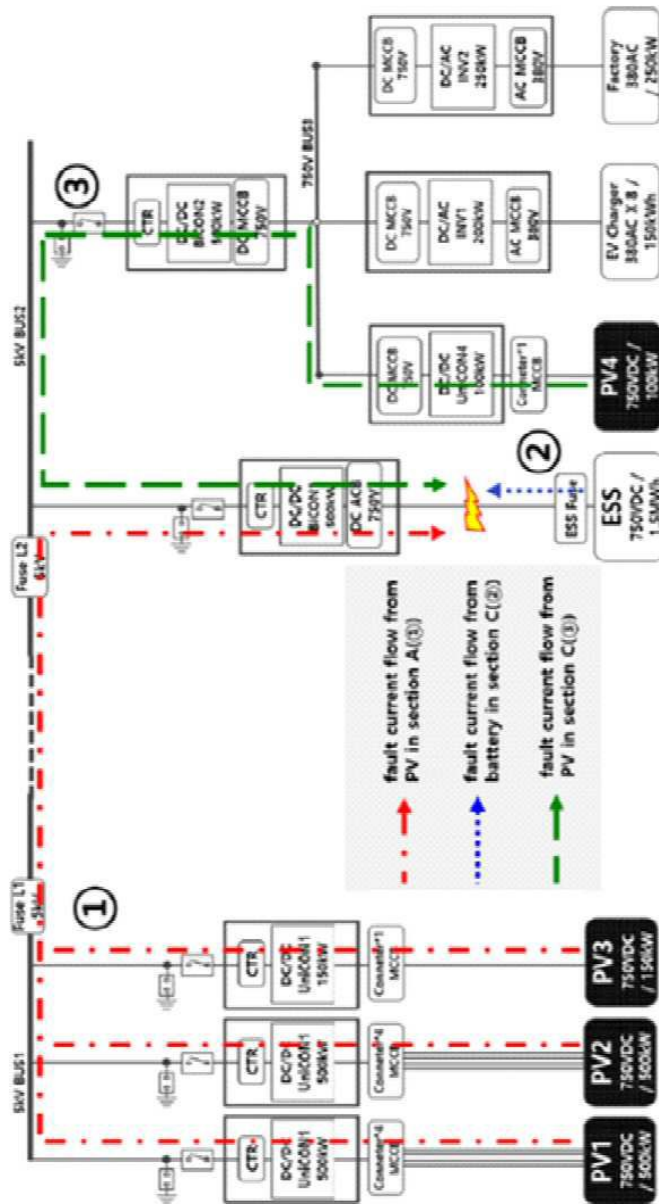


(a) 사고전류 ①에 대한
보호기기의 TCC 곡선

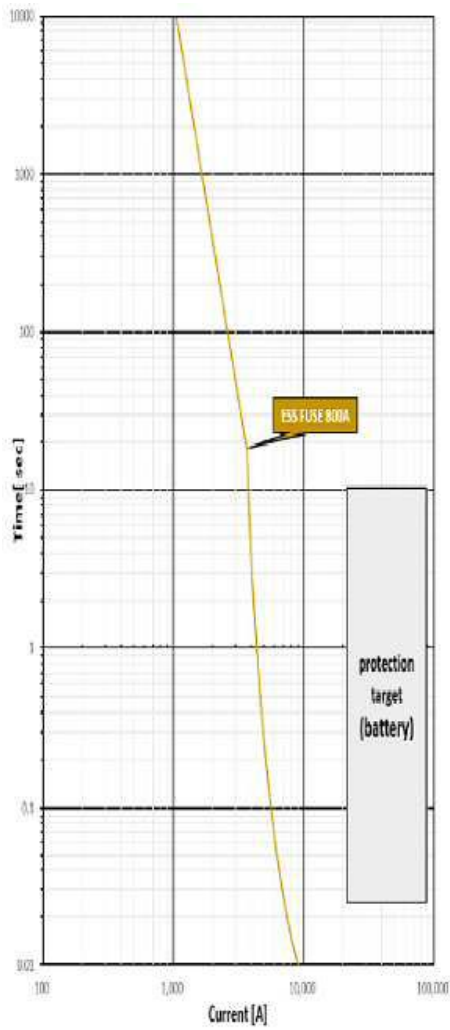


(b) 사고전류 ②에 대한
보호기기의 TCC 곡선

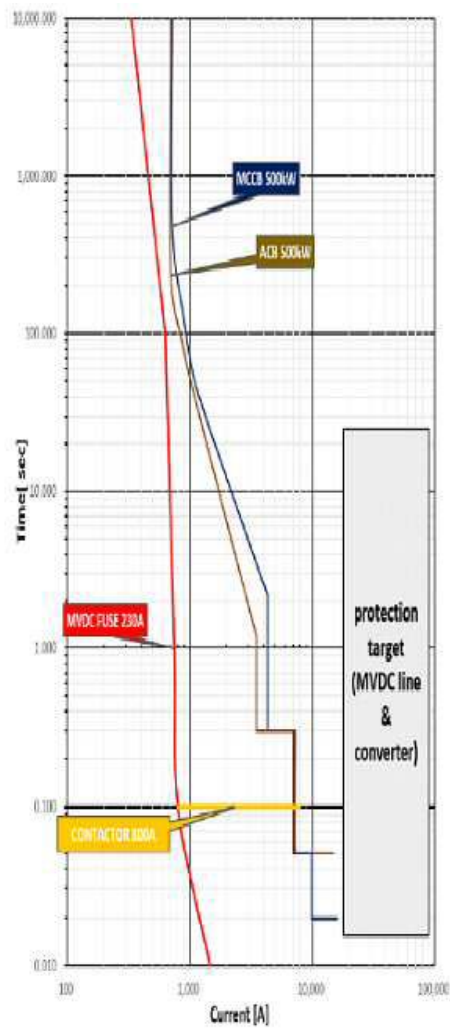
도면9



도면10

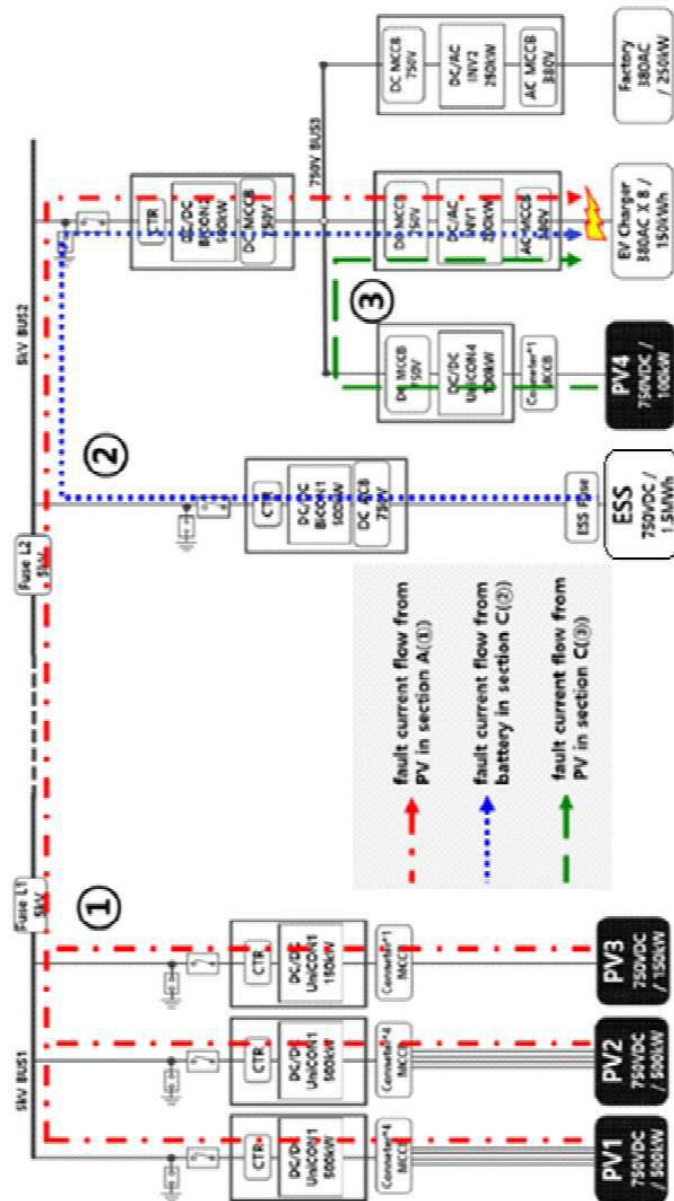


(a) 사고전류 ②에 대한
보호기기의 TCC 곡선

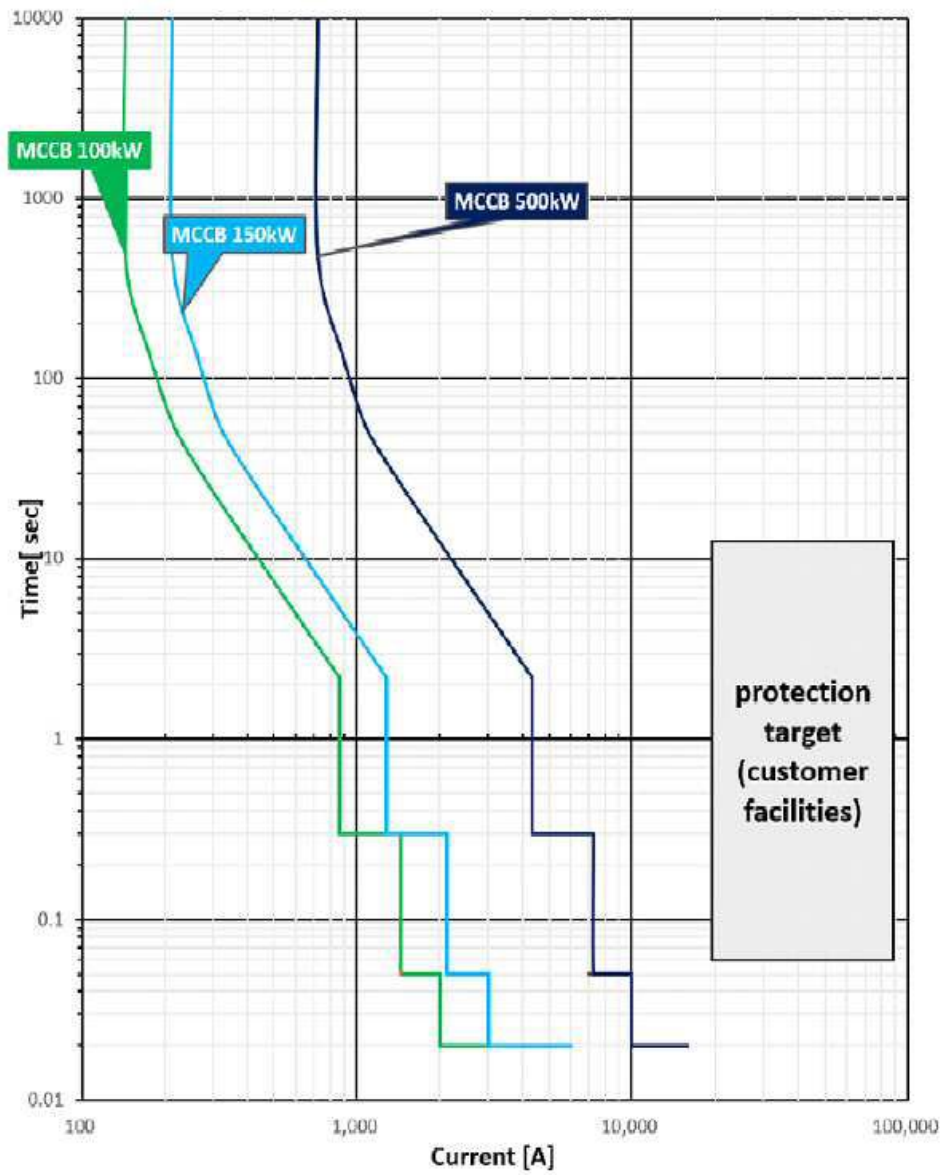


(b) 사고전류 ①과 ③에 대한
보호기기의 TCC 곡선

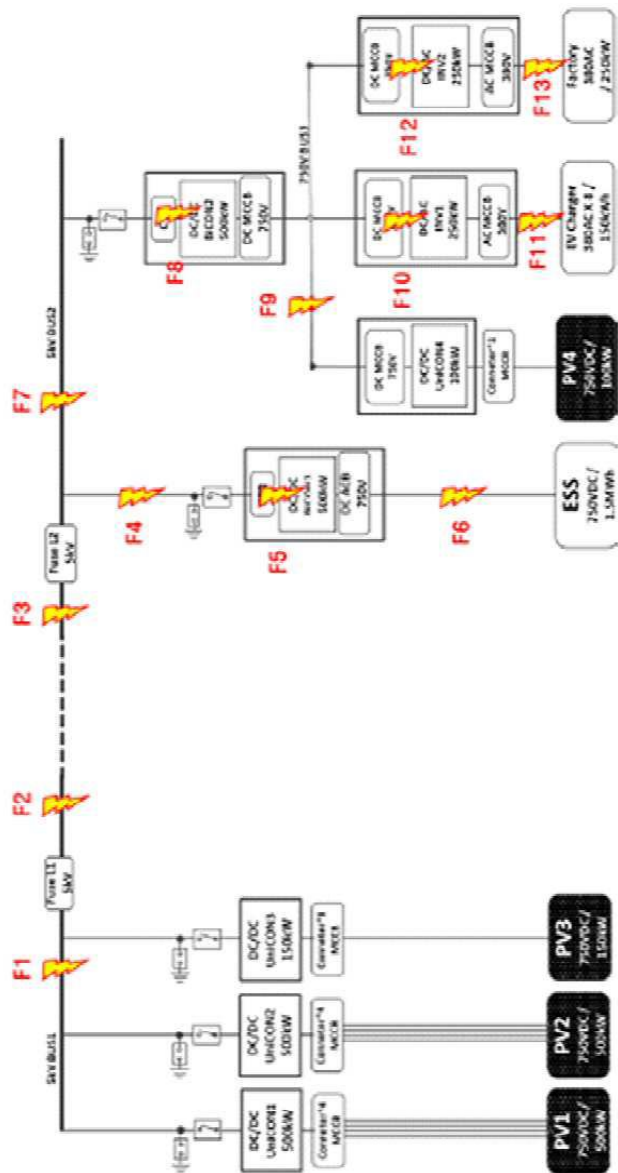
도면11



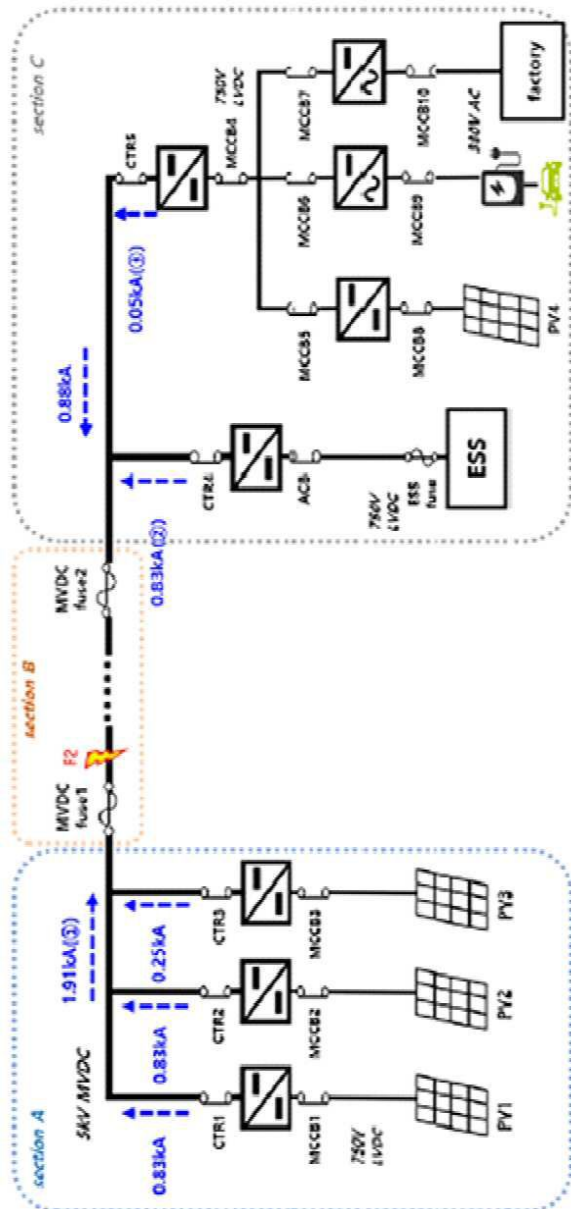
도면12



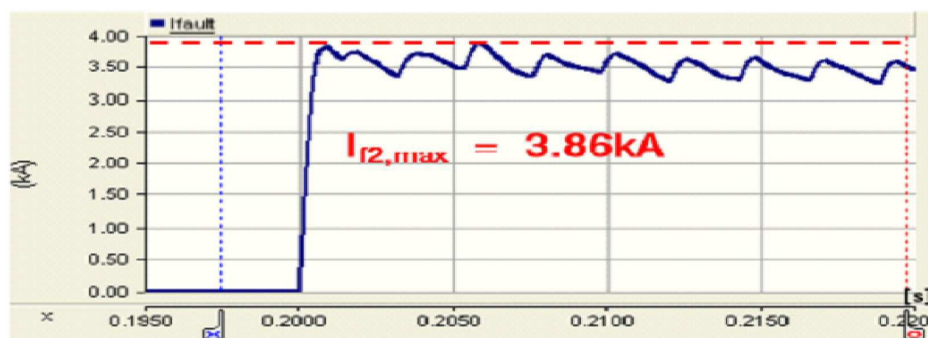
도면 13



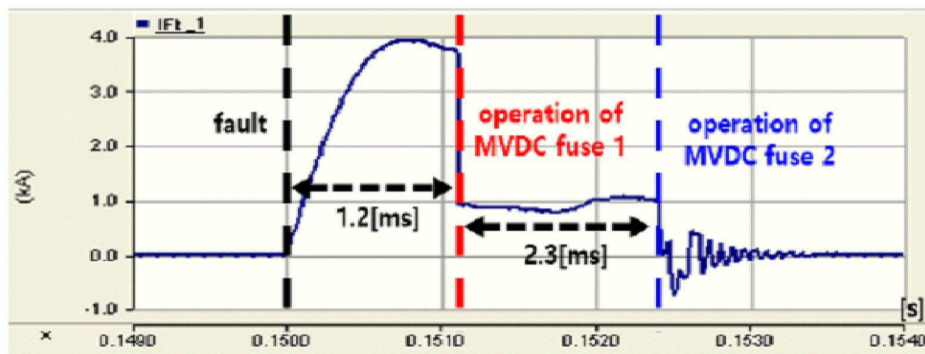
도면14a



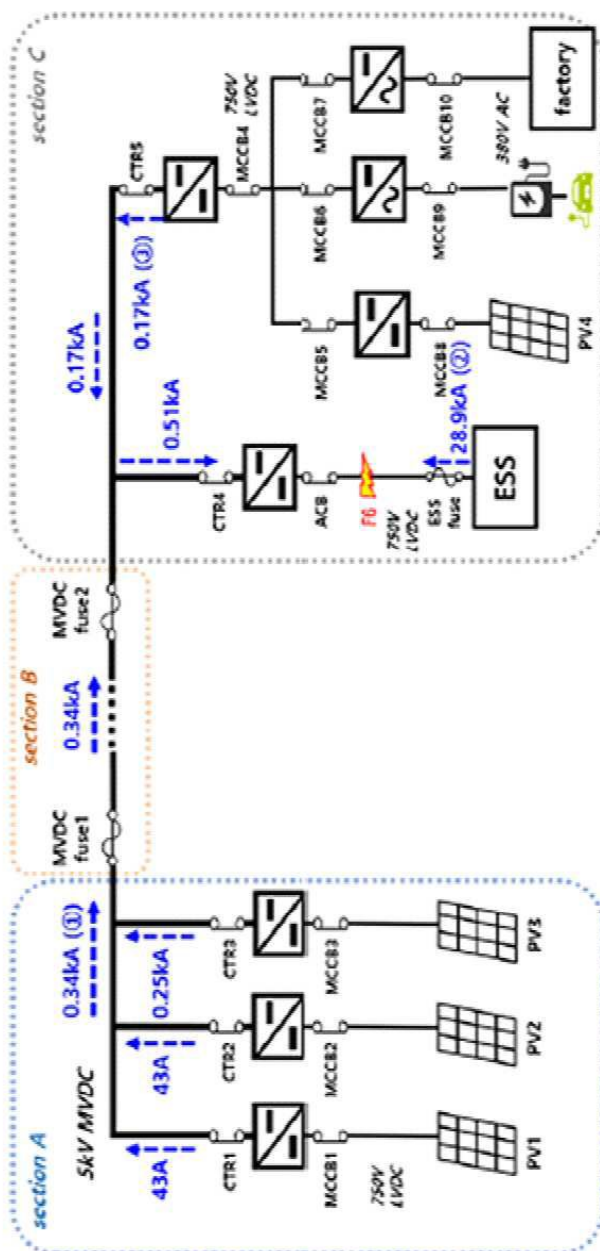
도면14b



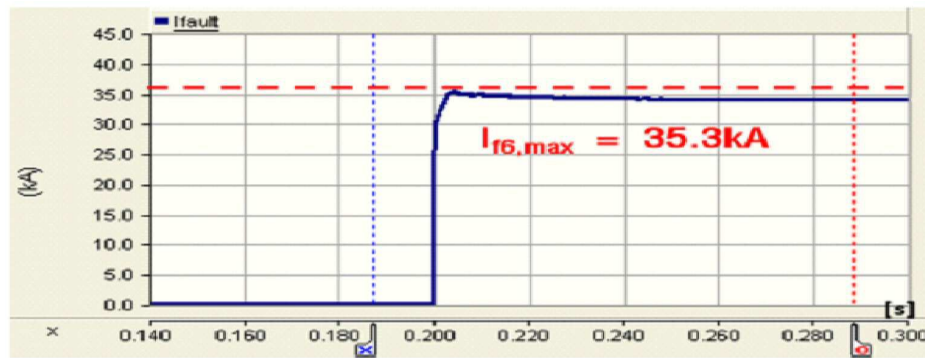
도면14c



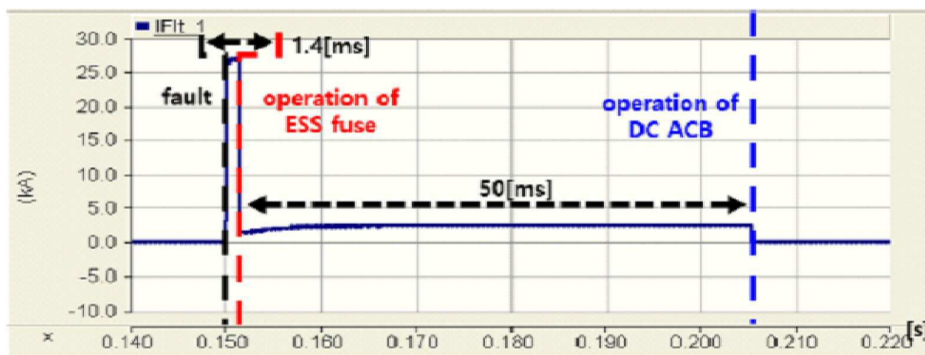
도면15a



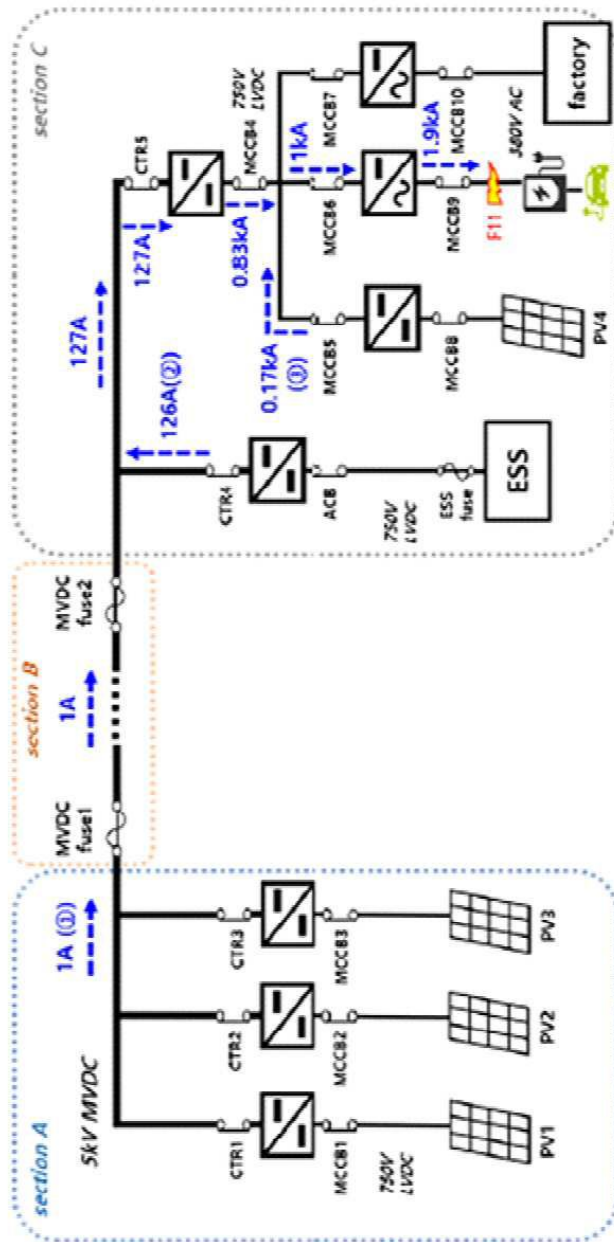
도면15b



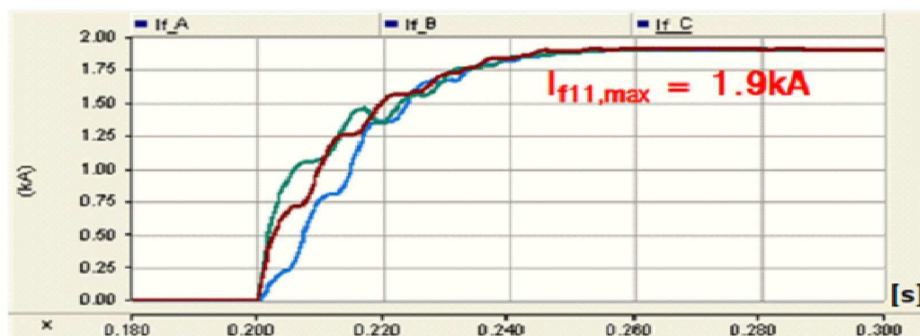
도면15c



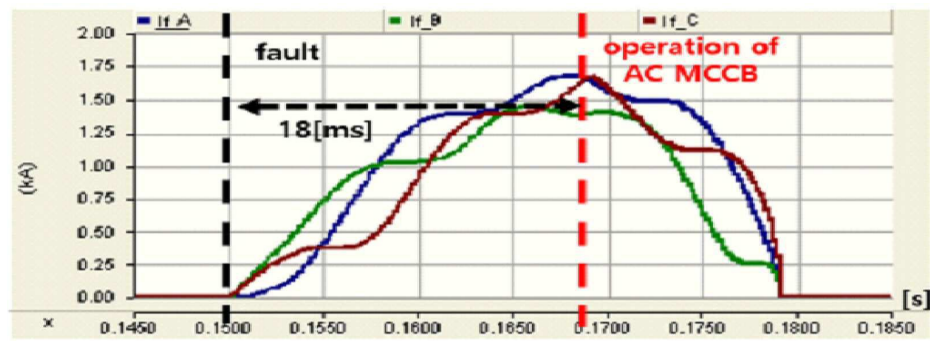
도면16a



도면16b



도면16c



임시명세서(첨부)



아이콘을 더블 클릭하시면 임시명세서 파일이 열립니다.

본 공보 PDF는 첨부파일을 가지고 있습니다. Acrobat Reader PDF뷰어를 제공하지 않는 브라우저(크롬, 파이어폭스, 사파리 등)의 경우 첨부파일 열기가 제한되어 있으므로 Acrobat Reader PDF뷰어 설치 후 공보 PDF를 다운로드 받아 해당 뷰어에서 조회해주시기 바랍니다.