



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0127032
(43) 공개일자 2018년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02H 3/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02H 3/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0062327

(22) 출원일자 2017년05월19일

심사청구일자 2017년05월19일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)

(72) 발명자

김인동

부산광역시 해운대구 좌동순환로 217번길 19, 31
0동 401호

김진영

부산광역시 동래구 온천천로319번가길 25-5

송승민

부산광역시 사상구 백양대로 880, 우신아파트 11
0동 201호

(74) 대리인

이철희

전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 N상 교류 전원에서 사고 전류를 차단하기 위한 반도체 차단기 및 그 회로

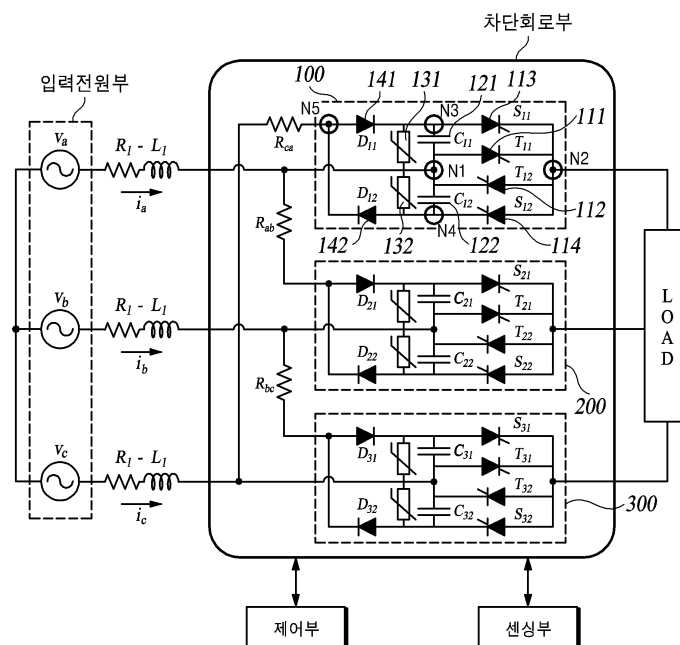
(57) 요약

사고 전류를 차단하기 위한 반도체 차단기 및 그 회로를 개시한다.

본 실시예의 일 측면에 의하면, N(N≥2)상 교류전원에서 N개의 차단부를 구비하여 전력 계통의 사고 발생 시 사고 전류를 차단하는 차단장치에 있어서, 상기 차단부는, 어느 한 상의 교류전원(이하, '제1 교류전원')과 부하

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



사이에 연결되어 상기 제1 교류전원에서 상기 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제1 메인 스위치; 상기 제1 교류전원과 상기 부하 사이에 연결되어 상기 부하에서 상기 제1 교류전원 방향(이하, '제2 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제2 메인 스위치; 상기 제1 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제1 방향의 사고 전류를 차단하는 제1 보조부; 및 상기 제2 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제2 방향의 사고 전류를 차단하는 제2 보조부를 포함하되, 상기 제1 보조부는 제1 보조 스위치 및 상기 제1 교류전원과 상기 제1 보조 스위치 사이에 위치하는 제1 커패시터를 포함하고, 상기 제2 보조부는 제2 보조 스위치 및 상기 제1 교류전원과 상기 제2 보조 스위치 사이에 위치하는 제2 커패시터를 포함하되, 상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드 및 상기 제2 커패시터와 상기 제2 보조 스위치 사이의 노드는 상기 제1 교류전원과 다른 상의 교류전원(이하, '제2 교류전원')과 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 차단장치를 제공한다.

명세서

청구범위

청구항 1

$N(N \geq 2)$ 상 교류전원에서 N 개의 차단부를 구비하여 전력 계통의 사고 발생 시 사고 전류를 차단하는 차단장치에 있어서, 상기 차단부는,

어느 한 상의 교류전원(이하, '제1 교류전원')과 부하 사이에 연결되어 상기 제1 교류전원에서 상기 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제1 메인 스위치;

상기 제1 교류전원과 상기 부하 사이에 연결되어 상기 부하에서 상기 제1 교류전원 방향(이하, '제2 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제2 메인 스위치;

상기 제1 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제1 방향의 사고 전류를 차단하는 제1 보조부; 및

상기 제2 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제2 방향의 사고 전류를 차단하는 제2 보조부를 포함하되,

상기 제1 보조부는 제1 보조 스위치 및 상기 제1 교류전원과 상기 제1 보조 스위치 사이에 위치하는 제1 커패시터를 포함하고,

상기 제2 보조부는 제2 보조 스위치 및 상기 제1 교류전원과 상기 제2 보조 스위치 사이에 위치하는 제2 커패시터를 포함하되,

상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드 및 상기 제2 커패시터와 상기 제2 보조 스위치 사이의 노드는 상기 제1 교류전원과 다른 상의 교류전원(이하, '제2 교류전원')과 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 교류전원에서 상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드 방향으로의 다이오드; 및

상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드에서 상기 제2 교류전원 방향으로의 다이오드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 커패시터와 병렬로 연결된 제1 배리스터 및 상기 제2 커패시터와 병렬로 연결된 제2 배리스터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 메인 스위치 및 상기 제1 보조 스위치는 제1 방향의 SCR이고, 상기 제2 메인 스위치 및 상기 제2 보조 스위치는 제2 방향의 SCR인 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 차단장치는 제어부를 더 포함하되,

상기 제어부는 제1 방향의 전력 공급 중 전력 계통의 사고 발생 시 상기 제1 보조 스위치를 턴온시키고,

상기 제1 보조 스위치가 턴온되면 상기 제1 커패시터에 의한 역 바이어스 전압이 제1 메인 스위치 양단에 인가됨으로써 제1 메인 스위치가 턴오프되어 사고 전류가 차단되는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 차단장치는 제어부를 더 포함하되,

상기 제어부는 제2 방향의 전력 공급 중 전력 계통의 사고 발생 시 상기 제2 보조 스위치를 턴온시키고,

상기 제2 보조 스위치가 턴온되면 상기 제2 커패시터에 의한 역 바이어스 전압이 제2 메인 스위치 양단에 인가됨으로써 제2 메인 스위치가 턴오프되어 사고 전류가 차단되는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

사고 전류가 차단된 후 상기 제1 교류전원과 상기 제2 교류전원의 전압 차이에 의해 상기 제1 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

사고 전류가 차단된 후 상기 제1 교류전원과 상기 제2 교류전원의 전압 차이에 의해 상기 제2 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 9

$N(N \geq 2)$ 상 교류전원에서 전력 계통의 사고 발생 시 사고 전류를 차단하는 차단회로에 있어서, 상기 차단회로는,

어느 한 상의 교류전원(이하, '제1 교류전원')에 연결된 제1 노드;

부하에 연결된 제2 노드;

상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 부하에 대하여 상기 제1 교류전원에서 상기 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제1 메인 스위치;

상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 부하에 대하여 상기 부하에서 상기 제1 교류전원 방향(이하, '제2 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제2 메인 스위치;

상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제1 방향의 사고 전류를 차단하기 위한 제1 보조 스위치;

상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제2 방향의 사고 전류를 차단하기 위한 제2 보조 스위치;

상기 제1 교류전원과 상기 제1 보조 스위치 사이에 위치하는 제1 커패시터

상기 제1 교류전원과 상기 제2 보조 스위치 사이에 위치하는 제2 커패시터

상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이에 있는 제3 노드;

상기 제2 커패시터와 상기 제2 보조 스위치 사이에 있는 제4 노드;

상기 제1 교류전원과 다른 상의 교류전원(이하, '제2 교류전원')에 연결된 제5 노드를 포함하되,

상기 제3 노드 및 상기 제4 노드는 상기 제5 노드와 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제5 노드와 상기 제3 노드 사이에 연결된, 상기 제5 노드에서 상기 제3 노드 방향으로의 다이오드; 및

상기 제5 노드와 상기 제4 노드 사이에 연결된, 상기 제4 노드에서 상기 제5 노드 방향으로의 다이오드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 커패시터와 병렬로 연결된 제1 배리스터 및 상기 제2 커패시터와 병렬로 연결된 제2 배리스터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 제1 메인 스위치 및 상기 제1 보조 스위치는 제1 방향의 SCR이고, 상기 제2 메인 스위치 및 상기 제2 보조 스위치는 제2 방향의 SCR인 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제5 노드는 상기 제1 교류전원과 상기 제2 교류전원 사이의 선간전압을 수신하는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 14

제9항에 있어서,

제1 메인 스위치, 제2 메인 스위치, 제1 보조 스위치 및 제2 보조 스위치가 턴오프되면, 상기 제1 교류전원과 상기 제2 교류전원의 전압 차이에 의해 상기 제1 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 15

제9항에 있어서,

제1 메인 스위치, 제2 메인 스위치, 제1 보조 스위치 및 제2 보조 스위치가 턴오프되면, 상기 제1 교류전원과 상기 제2 교류전원의 전압 차이에 의해 상기 제2 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 16

제9항에 있어서,

제1 메인 스위치, 제2 메인 스위치, 제1 보조 스위치 및 제2 보조 스위치가 턴오프되면, 상기 제5 노드를 경유하는 전류에 의해 상기 제1 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 17

제9항에 있어서,

제1 메인 스위치, 제2 메인 스위치, 제1 보조 스위치 및 제2 보조 스위치가 턴오프되면, 상기 제5 노드를 경유하는 전류에 의해 상기 제2 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단회로.

청구항 18

단상 교류전원에서 전력 계통의 사고 발생 시 사고 전류를 차단하는 차단장치에 있어서,

상기 단상 교류전원의 일단과 부하 사이에 연결되어 상기 단상 교류전원의 일단에서 상기 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제1 메인 스위치;

상기 단상 교류전원의 일단과 상기 부하 사이에 연결되어 상기 부하에서 상기 단상 교류전원의 일단 방향(이하, '제2 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제2 메인 스위치;

상기 제1 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제1 방향의 사고 전류를 차단하

는 제1 보조부; 및

상기 제2 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제2 방향의 사고 전류를 차단하는 제2 보조부를 포함하되,

상기 제1 보조부는 제1 보조 스위치 및 상기 단상 교류전원과 상기 제1 보조 스위치 사이에 위치하는 제1 커패시터를 포함하고,

상기 제2 보조부는 제2 보조 스위치 및 상기 단상 교류전원과 상기 제2 보조 스위치 사이에 위치하는 제2 커패시터를 포함하되,

상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드 및 상기 제2 커패시터와 상기 제2 보조 스위치 사이의 노드는 상기 단상 교류전원의 타단과 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 단상 교류전원의 타단에서 상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드 방향으로의 다이오드; 및

상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드에서 상기 단상 교류전원의 타단 방향으로의 다이오드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 차단장치는 제어부를 더 포함하되,

상기 제어부는 제1 방향의 전력 공급 중 전력 계통의 사고 발생 시 상기 제1 보조 스위치를 턴온시키고,

상기 제1 보조 스위치가 턴온되면 상기 제1 커패시터에 의한 역 바이어스 전압이 제1 메인 스위치 양단에 인가됨으로써 제1 메인 스위치가 턴오프되어 사고 전류가 차단되며,

사고 전류가 차단된 후 상기 단상 교류전원의 전압에 의해 상기 제1 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단장치.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 차단장치는 제어부를 더 포함하되,

상기 제어부는 제2 방향의 전력 공급 중 전력 계통의 사고 발생 시 상기 제2 보조 스위치를 턴온시키고,

상기 제2 보조 스위치가 턴온되면 상기 제2 커패시터에 의한 역 바이어스 전압이 제2 메인 스위치 양단에 인가됨으로써 제2 메인 스위치가 턴오프되어 사고 전류가 차단되며,

사고 전류가 차단된 후 상기 단상 교류전원의 전압에 의해 상기 제2 커패시터가 자연 충전되는 것을 특징으로 하는 차단장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예는 N상 교류 전원에서 사고 전류를 차단하기 위한 반도체 차단기 및 그 회로에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 현대 사회는 산업의 발전과 더불어 데이터 센터, 원자력 발전소 시설 등 전력 품질에 민감하게 반응하는 부하들이 널리 보급되고 있다. 게다가 강풍, 낙뢰, 폭설 등의 자연 현상에 민감한 분산 전원이 보급되는 추세이므로

안정적인 전력 공급 기술이 요구된다.

- [0004] 전력 계통의 사고는 전선의 접촉에 의해 빈번하게 발생되는데, 사고 발생 시 사고 전류가 신속하게 차단되지 않으면 사고 전류가 급격하게 증가하여 과대 전류에 민감한 부하를 손상시키고, 심할 경우 전기 화재를 동반하게 되므로 큰 피해가 발생하게 된다. 그리고 강풍, 수목 등이 원인이 되는 짧은 시간의 접촉 사고의 경우에는 오랜 시간 동안 차단 상태로 유지된다면 2차적 경제적 손실이 발생하므로, 사고 전류의 차단 후 전력을 빠르게 공급하여야 한다. 이러한 이유로 차단기에는 재투입 동작과 재차단 동작을 반복 수행해야 하는 동작책무 조건(IEC-62271-100)이 규정되어 있다. 따라서 우수한 전력 품질을 위해 단락 사고를 판별하여 신속하게 사고 전류를 차단하고 정상 동작을 위해 재투입하는 사고 전류 차단기가 필수적으로 요구된다.
- [0005] 차단기의 종류에는 기계식 차단기와 반도체 차단기(Solid-State Circuit Breaker: SSCB)가 있다. 기계식 차단기는 물리적 구조로 인하여 수십 ms가 지난 후에야 사고 전류의 차단이 가능하여 신속한 차단이 불가능하므로, 민감 부하의 피해 방지가 어렵다. 이에 비해 반도체 차단기(SSCB)는 수 ms 이내의 짧은 시간에 사고 전류의 차단이 가능하므로, 사고 최대 전류보다 매우 낮은 전류에서 차단이 되어 사고 발생 시 피해를 줄일 수 있다.
- [0006] Christoph Meyer와 Rik W. De Doncker는 2006년에 발표된 논문 'Solid-State Circuit Breaker Based on Active Thyristor Topologies' (IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 21, NO. 2, MARCH 2006)에서 반도체 차단기의 기본 구조를 제안하였다.
- [0007] Christoph Meyer와 Rik W. De Doncker가 제안한 반도체 차단기는 커패시터에 충전된 전하를 이용하여 사고 전류를 차단한다. 동 반도체 차단기는 커패시터를 충전하기 위한 별도의 제어가 필요하므로, 사고 전류가 차단되었다가 전력이 재투입된 직후 다시 전력 사고가 발생하는 경우에는 사고 전류의 신속한 재차단이 이루어지지 못하는 문제가 있었다.
- [0008] 본 발명자는 상기 문제를 해결하기 위하여 사고 전류가 차단되어 있는 동안 커패시터의 자연 충전이 이루어지는 반도체 차단기 구조를 고안하여 한국 특허 제10-1636479호(2016.06.29)에 등록하였다.
- [0009] 그러나 한국 특허 제10-1636479호에 개시된 반도체 차단기는 부하에서 전원 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하는 경우에는 커패시터의 충전에 일부 스위치의 스위칭 제어가 요구되는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 실시예에 의하면, 사고 전류가 차단되었다가 전력이 재투입된 직후 다시 전력 사고가 발생하는 경우에도 사고 전류의 신속한 재차단이 가능한 반도체 차단기를 제공한다.
- [0011] 또한 본 실시예에 의하면, 지락 사고가 발생한 경우에도 커패시터의 신속한 재충전 및 사고 전류의 재차단이 가능한 반도체 차단기를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 실시예의 일 측면에 의하면, $N(N \geq 2)$ 상 교류전원에서 N 개의 차단부를 구비하여 전력 계통의 사고 발생 시 사고 전류를 차단하는 차단장치에 있어서, 상기 차단부는, 어느 한 상의 교류전원(이하, '제1 교류전원')과 부하 사이에 연결되어 상기 제1 교류전원에서 상기 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제1 메인 스위치; 상기 제1 교류전원과 상기 부하 사이에 연결되어 상기 부하에서 상기 제1 교류전원 방향(이하, '제2 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제2 메인 스위치; 상기 제1 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제1 방향의 사고 전류를 차단하는 제1 보조부; 및 상기 제2 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제2 방향의 사고 전류를 차단하는 제2 보조부를 포함하되, 상기 제1 보조부는 제1 보조 스위치 및 상기 제1 교류전원과 상기 제1 보조 스위치 사이에 위치하는 제1 커패시터를 포함하고, 상기 제2 보조부는 제2 보조 스위치 및 상기 제1 교류전원과 상기 제2 보조 스위치 사이에 위치하는 제2 커패시터를 포함하되, 상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드 및 상기 제2 커패시터와 상기 제2 보조 스위치 사이의 노드는 상기 제1 교류전원과 다른 상의 교류전원(이하, '제2 교류전원')과 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 차단장치를 제공한다.
- [0013] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, $N(N \geq 2)$ 상 교류전원에서 전력 계통의 사고 발생 시 사고 전류를 차단하는 차단회로에 있어서, 상기 차단회로는, 어느 한 상의 교류전원(이하, '제1 교류전원')에 연결된 제1 노드; 부하에

연결된 제2 노드; 상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 부하에 대하여 상기 제1 교류전원에서 상기 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제1 메인 스위치; 상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 부하에 대하여 상기 부하에서 상기 제1 교류전원 방향(이하, '제2 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제2 메인 스위치; 상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제1 방향의 사고 전류를 차단하기 위한 제1 보조 스위치; 상기 제1 노드와 상기 제2 노드 사이에 연결되어 있고, 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제2 방향의 사고 전류를 차단하기 위한 제2 보조 스위치; 상기 제1 교류전원과 상기 제1 보조 스위치 사이에 위치하는 제1 커패시터 상기 제1 교류전원과 상기 제2 보조 스위치 사이에 위치하는 제2 커패시터 상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이에 있는 제3 노드; 상기 제2 커패시터와 상기 제2 보조 스위치 사이에 있는 제4 노드; 상기 제1 교류전원과 다른 상의 교류전원(이하, '제2 교류전원')에 연결된 제5 노드를 포함하되, 상기 제3 노드 및 상기 제4 노드는 상기 제5 노드와 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 차단회로를 제공한다.

[0014] 본 실시예의 또 다른 측면에 의하면, 단상 교류전원에서 전력 계통의 사고 발생 시 사고 전류를 차단하는 차단 장치에 있어서, 상기 단상 교류전원의 일단과 부하 사이에 연결되어 상기 단상 교류전원의 일단에서 상기 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제1 메인 스위치; 상기 단상 교류전원의 일단과 상기 부하 사이에 연결되어 상기 부하에서 상기 단상 교류전원의 일단 방향(이하, '제2 방향')으로 공급되는 전력을 제어하는 제2 메인 스위치; 상기 제1 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제1 방향의 사고 전류를 차단하는 제1 보조부; 및 상기 제2 메인 스위치에 병렬로 연결되어 상기 전력 계통의 사고 감지 시 상기 제2 방향의 사고 전류를 차단하는 제2 보조부를 포함하되, 상기 제1 보조부는 제1 보조 스위치 및 상기 단상 교류전원과 상기 제1 보조 스위치 사이에 위치하는 제1 커패시터를 포함하고, 상기 제2 보조부는 제2 보조 스위치 및 상기 단상 교류전원과 상기 제2 보조 스위치 사이에 위치하는 제2 커패시터를 포함하되, 상기 제1 커패시터와 상기 제1 보조 스위치 사이의 노드 및 상기 제2 커패시터와 상기 제2 보조 스위치 사이의 노드는 상기 단상 교류전원의 타단과 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 차단장치를 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 실시예에 의하면, 전력 계통의 사고 전류 차단 후에 모든 커패시터가 별도의 제어 없이 자연 충전되므로, 동작책무에 의한 재투입과 재차단을 신속하게 수행할 수 있다.

[0016] 본 실시예에 의하면, 부하가 연결되지 않은 차단기 최초 투입 시에, 별도의 스위칭 동작 없이 모든 커패시터가 자연 충전되므로, 차단기 최초 투입 직후 전력 계통의 사고가 발생하더라도 사고 전류의 차단이 가능하다.

[0017] 본 실시예에 의하면, 지락 사고를 포함하는 모든 종류의 전력 계통 사고에 대응할 수 있다.

[0018] 본 실시예에 의하면, 사고 전류 차단 과정에서 커패시터가 방전되더라도 별도의 스위칭 동작 없이 커패시터가 자연적으로 재충전되므로, 차단기의 신뢰도가 높다.

[0019] 본 실시예에 의하면, 부하에 전력을 공급할 때에만 스위치를 동작시키면 되고 커패시터 충전 시에는 스위치를 동작시키지 않아도 되므로, 차단기의 제어가 간단하다.

[0020] 본 실시예에 의하면, 전원 전압이 정격 전압보다 높아지는 경우 커패시터에 충전된 전하가 배리스터를 통해 방전되어 항상 커패시터의 전압이 일정하게 유지되므로 스위치의 전류 용량이 작아도 되고 차단기의 수명도 길다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 종래 기술로서 한국 특허 제10-1636479호에 개시된 반도체 차단기의 회로도이다.

도 2는 종래 기술로서 한국 특허 제10-1636479호에 개시된 반도체 차단기의 사고 전류 차단 후 커패시터 충전 과정을 예시한 회로도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기가 3상 교류전원에 연결된 경우를 예시한 회로도이다.

도 4는 SCR(Silicon Controlled Rectifier)의 강제 턴오프 방법을 설명하기 위한 회로도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 커패시터가 충전되는 경로를 예시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기의 동작 과정을 예시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기가 도 6에 예시된 동작을 수행하는 중 각 스위치의 ON/OFF 상

태, 각 선간전압, 각 부에 흐르는 전류 및 각 커패시터에 인가되는 전압을 예시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기의 도 6에 예시된 동작 중 각 커패시터에 인가되는 전압을 상세히 설명한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기를 2상 교류전원에 연결할 경우를 예시한 회로도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기를 단상 교류전원에 연결할 경우를 예시한 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 본 발명의 일 실시예를 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되어 있더라도 가능한 한 동일한 부호를 사용하고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 일 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그에 대한 상세한 설명을 생략한다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예의 구성요소를 설명함에 있어서 제1, 제2, i), ii), a), b) 등의 부호를 사용할 수 있다. 이러한 부호는 그 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위한 것일 뿐 그 부호에 의해 해당 구성요소의 본질, 차례, 순서 등이 한정되는 것은 아니다. 본 명세서에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함' 또는 '구비'한다고 할 때, 이는 명시적으로 반대되는 기재가 없는 한 해당 부분이 다른 구성요소를 추가하는 것을 배제하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. '~부', '모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 '하드웨어', '소프트웨어' 또는 '하드웨어와 소프트웨어의 결합'으로 구현될 수 있다.
- [0024] 도 1은 종래 기술로서 한국 특허 제10-1636479호에 개시된 반도체 차단기의 회로도이다.
- [0025] 도 1에 도시된 것과 같이 종래 기술에 따른 전원공급장치는 입력전원부, 차단회로부, 센싱부 및 제어부를 포함한다.
- [0026] 입력전원부는 1상 교류전원(Va), 2상 교류전원(Vb) 및 3상 교류전원(Vc)을 포함하며, 부하에 3상 교류 전력을 공급한다.
- [0027] 차단회로부는 제1 차단부, 제2 차단부 및 제3 차단부를 포함하며, 전력 계통의 사고 발생 시 커패시터에 충전된 전압을 이용하여 사고로 인해 야기되는 사고 전류를 신속하게 차단한다.
- [0028] 센싱부는 전원공급장치의 전류와 전압을 센싱하여 센싱 결과를 제어부에 제공한다.
- [0029] 제어부는 반도체 차단기의 스위칭 제어를 수행하고, 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 전력 계통의 사고의 발생 여부 및 각 커패시터의 충전 여부를 판단한다.
- [0030] 이하, 종래 기술에 따른 반도체 차단기의 사고 전류 차단 과정을 설명한다.
- [0031] 1상 교류전원(Va)에서 부하 방향(이하, '제1 방향')으로 전력이 공급되는 중에 제어부가 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 단락 사고가 발생하였다고 판단하면, 제어부는 제1 차단부의 제1 보조 스위치(S11)를 턴온한다. 제1 보조 스위치(S11)가 턴온되면 제1 커패시터(C11)에 충전된 전압에 의해 제1 메인 스위치(T11)의 양단에 제1 방향에 대한 역 바이어스 전압이 인가되고, 그 결과 제1 메인 스위치(T11)가 강제로 턴오프된다.
- [0032] 부하에서 1상 교류전원(Va) 방향(이하, '제2 방향')으로 전력이 공급되는 중에 제어부가 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 단락 사고가 발생하였다고 판단하면, 제어부는 제1 차단부의 제2 보조 스위치(S12)를 턴온한다. 제2 보조 스위치(S12)가 턴온되면 제2 커패시터(C12)에 충전된 전압에 의해 제2 메인 스위치(T12)의 양단에 제2 방향에 대한 역 바이어스 전압이 인가되고, 그 결과 제2 메인 스위치(T12)가 강제로 턴오프된다.
- [0033] 제2 차단부 및 제3 차단부도 제1 차단부와 동일한 방식으로 사고 전류를 차단한다.
- [0034] 반도체 차단기는 사고 발생 시 커패시터에 충전된 전압을 이용하여 메인 스위치를 턴오프하므로, 사고 전류 차단 과정에서 커패시터가 방전된다. 예컨대 1상 교류전원(Va)에서 전력이 제1 방향으로 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하면 사고 전류 차단 과정에서 제1 커패시터(C11)가 방전되고, 반대로 1상 교류전원(Va)에서 전력이 제2 방향으로 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하면 사고 전류 차단 과정에서 제2 커패시터(C12)가 방전된다.
- [0035] 사고 전류 차단 과정에서 커패시터가 방전된 직후에 다시 사고가 발생하면 사고 전류를 차단할 수 없다. 따라서

사고 전류를 차단하였다가 다시 사고가 발생하기 전에 신속하게 커패시터를 충전하여야 한다. 종래 기술에 따른 반도체 차단기는 사고 전류 차단 직후 신속하게 커패시터를 재충전할 수 있는 회로 구조를 제안하였다.

- [0036] 도 2는 종래 기술로서 한국 특허 제10-1636479호에 개시된 반도체 차단기의 사고 전류 차단 후 커패시터 충전 과정을 예시한 회로도이다.
- [0037] 도 2는 1상 교류전원(Va)에서는 제1 방향으로, 2상 및 3상 교류전원에서는 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 사고 전류가 발생하여 사고 전류가 차단된 상태를 도시한 것이다. 도 2에서 화살표로 표시한 부분은 사고 전류가 차단된 상태에서 커패시터가 충전되는 경로를 도시한 것이다.
- [0038] 1상 교류전원(Va)에서 제1 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하고, 제1 차단부에 의해 제1 방향의 사고 전류가 차단된 후에 제1 보조 스위치(S11)가 턴오프되면, 1상 교류전원(Va)과 3상 교류전원(Vc) 사이의 선간전압 Vac은 제1 차단부의 제1 커패시터(C11)를 충전하는 데 사용된다. 구체적으로, 선간전압 Vca가 (+)일 때(즉, Vac가 (-)일 때) 제1 커패시터(C11)가 자연 충전된다.
- [0039] 2상 교류전원(Vb)에서 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하고, 제2 차단부에 의해 제2 방향의 사고 전류가 차단된 후에 제2 보조 스위치(S22)가 턴오프되면, 1상 교류전원(Va)과 2상 교류전원(Vb) 사이의 선간전압 Vab은 제2 차단부의 제2 커패시터(C22)를 충전하는 데 사용된다. 제2 커패시터(C22)가 충전되는 경로에 제2 메인 스위치(T22)가 있으므로, 선간전압 Vab가 (+)일 때(즉, Vba가 (-)일 때) 제2 메인 스위치(T22)를 턴온시켜야만 제2 커패시터(C22)를 충전시킬 수 있다. 구체적으로, 1상 교류전원(Va)과 2상 교류전원(Vb) 사이의 선간전압이 배리스터의 통전 전압보다 커진 후 통전전압으로 다시 하강한 시점에서 제2 메인 스위치(T22)를 턴온시킴으로써 제2 커패시터(C22)를 충전시킬 수 있다.
- [0040] 3상 교류전원(Vc)에서 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 발생한 사고 전류가 차단된 후 제2 커패시터(C32)가 충전되는 과정도, 2상 교류전원(Vb)에서 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 발생한 사고 전류가 차단된 후 제2 커패시터(C22)가 충전되는 과정과 동일하므로 자세한 설명을 생략한다.
- [0041] 정리하면, 종래 기술에 의하면, 제1 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하면, 사고 전류가 차단된 상태에서 별도의 제어 없이 제1 커패시터(C11, C21, C31)가 충전되므로 커패시터의 신속한 충전이 가능하다.
- [0042] 그러나 종래 기술에서 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하면, 사고 전류가 차단되어 있는 상태에서 적절한 타이밍에 제2 메인 스위치(T12, T22, T32)를 턴온시켜야만 제2 커패시터(C12, C22, C32)가 충전되므로, 커패시터 충전에 별도의 제어가 필요하고, 그로 인해 커패시터의 신속한 충전이 어려운 문제가 있었다.
- [0043] 또한 종래 기술에서 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 발생한 사고가 지락 사고인 경우, 제2 메인 스위치(T12, T22, T32)를 턴온시키더라도 접지로 인하여 선간전압에 의한 전류가 제2 커패시터(C12, C22, C32)를 통과하지 않으므로, 지락 사고에 대해서는 제2 커패시터(C12, C22, C32)를 충전시킬 수 없는 문제가 있었다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기는 새로운 회로 구조를 고안하여 상술한 문제점을 해결하였다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기가 3상 교류전원에 연결된 경우를 예시한 회로도이다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기가 3상 교류전원에 연결된 것을 예시하고 있으나, 본 발명에 따른 반도체 차단기는 $N(N \geq 1)$ 상 교류전원에 연결될 수 있다. 다만 설명의 편의를 위하여 본 발명에 따른 반도체 차단기가 3상 교류전원에 연결된 경우를 중심으로 설명한다.
- [0047] 도 3에 도시된 것과 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 전원공급장치는 입력전원부, 차단회로부, 센싱부 및 제어부를 포함한다. 입력전원부를 제외한 차단회로부, 센싱부 및 제어부가 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기, 곧, 사고 전류 차단장치를 구성한다.
- [0048] 입력전원부는 1상 교류전원(Va), 2상 교류전원(Vb) 및 3상 교류전원(Vc)을 포함하며, 부하에 3상 교류 전력을 공급한다.
- [0049] 차단회로부는 제1 차단부(100), 제2 차단부(200) 및 제3 차단부(300)를 포함하며, 전력 계통의 사고 발생 시 커패시터에 충전된 전압을 이용하여 사고로 인해 야기되는 사고 전류를 신속하게 차단한다.
- [0050] 센싱부는 전원공급장치의 전류와 전압을 센싱하여 센싱 결과를 제어부에 제공한다.

- [0051] 제어부는 반도체 차단기의 스위칭 제어를 수행하고, 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 전력 계통의 사고의 발생 여부 및 각 커패시터의 충전 여부를 판단한다.
- [0052] 이하, 제1 차단부(100)를 예로 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 차단회로의 구조를 자세히 설명한다.
- [0053] 제1 메인 스위치(111)는 1상 교류전원(Va)에서 부하 방향으로 공급되는 전력을 제어하며, 바람직하게 제1 메인 스위치(111)는 1상 교류전원(Va)과 부하 사이에 연결된 방향성 스위치이다. 예컨대 제1 메인 스위치(111)는 1상 교류전원(Va)에서 부하 방향으로의 SCR(Silicon Controlled Rectifier) 스위치이다.
- [0054] 제2 메인 스위치(112)는 부하에서 1상 교류전원(Va) 방향으로 공급되는 전력을 제어하며, 바람직하게 제2 메인 스위치(112)는 1상 교류전원(Va)과 부하 사이에 연결된 방향성 스위치이다. 예컨대 제2 메인 스위치(112)는 부하에서 1상 교류전원(Va) 방향으로의 SCR(Silicon Controlled Rectifier) 스위치이다. 제1 메인 스위치(111)와 제2 메인 스위치(112)는 병렬로 연결되어 있다.
- [0055] 제1 메인 스위치(111)를 강제로 턴오프시키기 위한 제1 보조부는 제1 메인 스위치(111)와 병렬로 연결되어 있다. 제1 보조부는 제1 커패시터(121) 및 제1 보조 스위치(113)를 포함하는데, 제1 커패시터(121)와 제1 보조 스위치(113)는 직렬로 연결되어 있고, 제1 커패시터(121)는 1상 교류전원(Va) 측에, 제1 보조 스위치(113)는 부하 측에 위치한다. 제1 커패시터(121)와 제1 보조 스위치(113) 사이의 노드(N3)는 3상 교류전원(Vc)에 연결되어 있다.
- [0056] 제2 메인 스위치(112)를 강제로 턴오프시키기 위한 제2 보조부는 제2 메인 스위치(112)와 병렬로 연결되어 있다. 제2 보조부는 제2 커패시터(122) 및 제2 보조 스위치(114)를 포함하는데, 제2 커패시터(122)와 제2 보조 스위치(114)는 직렬로 연결되어 있고, 제2 커패시터(122)는 1상 교류전원(Va) 측에, 제2 보조 스위치(114)는 부하 측에 위치한다. 제2 커패시터(122)와 제2 보조 스위치(114) 사이의 노드(N4)는 3상 교류전원(Vc)에 연결되어 있다.
- [0057] 제1 커패시터(121)와 제1 보조 스위치(113) 사이의 노드(N3)와 3상 교류전원(Vc) 사이에는 3상 교류전원(Vc)에서 노드(N3) 방향으로의 다이오드가 연결되어 있어, 1상 교류전원(Va)과 3상 교류전원(Vc)에 의한 선간전압(Vca)이 제1 커패시터(121)에 공급될 때, 노드(N3) 방향이 (+)가 되도록 한다.
- [0058] 제2 커패시터(122)와 제2 보조 스위치(114) 사이의 노드(N4)와 3상 교류전원(Vc) 사이에는 노드(N4)에서 3상 교류전원(Vc) 방향으로의 다이오드가 연결되어 있어, 1상 교류전원(Va)과 3상 교류전원(Vc)에 의한 선간전압(Vca)이 제1 커패시터(121)에 공급될 때, 노드(N4) 방향이 (-)가 되도록 한다.
- [0059] 제1 배리스터(131)가 제1 커패시터(121)에 병렬로 연결되어 제1 커패시터(121)의 과충전을 방지할 수 있다. 제1 배리스터(131)는 그 양단에 인가되는 전압이 증가함에 따라 저항이 감소하는 특성을 가지는 소자로 구성될 수 있으며, 그를 통해 제1 커패시터(121)의 과충전을 방지한다.
- [0060] 제2 배리스터(132)가 제2 커패시터(122)에 병렬로 연결되어 제1 커패시터(121)의 과충전을 방지할 수 있다. 제2 배리스터(132)는 그 양단에 인가되는 전압이 증가함에 따라 저항이 감소하는 특성을 가지는 소자로 구성될 수 있으며, 그를 통해 제2 커패시터(122)의 과충전을 방지한다.
- [0061] 도 4는 SCR(Silicon Controlled Rectifier)의 강제 턴오프 방법을 설명하기 위한 회로도이다.
- [0062] SCR을 턴오프시키는 방법에는 양극 전류 차단법과 강제 전환법이 있다. 양극 전류 차단법은 직렬 스위치를 개방시키거나 병렬 스위치를 단락시켜 애노드 전류를 0으로 만듦으로써 SCR을 오프시키는 것이다. 한편, 강제 전환법은 SCR내의 순방향 전류의 반대 방향으로 전류가 흐르도록 하여 SCR을 강제로 오프시키는 것이다. 도 4(a)와 같이 스위치가 개방되어 있으면 SCR은 도통 상태에 있게 된다. 이 때 도 4(b)와 같이 스위치를 닫아 순방향 전류와 반대 방향의 전류를 흘리면 SCR은 강제로 오프된다.
- [0063] 도 3의 제1 커패시터(121)가 노드(N3) 방향이 (+)가 되도록 충전되어 있는 상태에서 제1 보조 스위치(113)를 턴온시키면, 부하에서 1상 교류전원(Va) 방향으로 전류가 흐르며 제1 메인 스위치(111)가 강제로 턴오프된다. 또한 도 3의 제2 커패시터(122)가 노드(N4) 방향이 (-)가 되도록 충전되어 있는 상태에서 제2 보조 스위치(114)를 턴온시키면, 1상 교류전원(Va)에서 부하 방향으로 전류가 흐르며 제2 메인 스위치(112)가 강제로 턴오프된다.
- [0064] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 커패시터가 충전되는 경로를 예시한 도면이다.
- [0065] 종래 기술의 경우 일부 커패시터가 충전되는 경로에 스위치가 존재함으로 인하여 커패시터 충전 시 별도의 스위치 제어가 요구되었다. 도 1에 도시된 것과 같이, 종래 기술의 반도체 차단기에서 부하에서 각 교류전원 방향으

로 전력이 공급될 때 전력 계통의 사고가 발생하면, 사고 전류 차단 과정에서 우측에 있는 제2 커패시터(C12, C22, C32)가 방전되는데, 제2 커패시터(C12, C22, C32)가 충전되는 경로에는 제2 메인 스위치(T12, T22, T32)가 있으므로, 제2 커패시터(C12, C22, C32)를 충전하기 위해서는 제2 메인 스위치(T12, T22, T32)를 별도로 턴온시키는 제어를 수행하여야 하였다.

- [0066] 도 2의 사례를 보면, 제2 커패시터(C22, C32)가 충전되는 경로에 제2 메인 스위치(T22, T32)가 있음으로 인해, 제2 커패시터(C22, C32)를 충전시키기 위하여 제2 메인 스위치(T22, T32)를 적절한 타이밍에 턴온시켜야 하였다.
- [0067] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 커패시터가 충전되는 경로를 예시한 도면이다. 도 5에 도시된 것과 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기는 커패시터가 충전되는 경로에 스위치가 존재하지 않는다. 그로 인하여 사고 전류 차단 후 커패시터가 재충전되는 과정에서 별도의 스위치 제어가 불필요하여 제어가 간단해지고 커패시터의 충전이 신속하게 이루어질 수 있다.
- [0068] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기의 동작 과정을 예시한 도면이다.
- [0069] 도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 커패시터의 최초 충전 과정을 예시한 도면이다.
- [0070] 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기는 부하를 연결하기 전에 각 상의 전원을 온(ON)시키거나, 부하를 연결한 후에 모든 스위치를 턴오프한 상태에서 각 상의 전원을 온(ON)시키면, 도 6a에 표시된 경로를 따라 모든 커패시터(C11, C12, C21, C22, C31, C32)가 충전된다.
- [0071] 이처럼 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기는 부하 연결 전에 모든 커패시터를 충전시킬 수 있으므로, 부하 연결 즉시 전력 사고가 발생하더라도 사고 전류의 차단이 가능하다.
- [0072] 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 전력이 정상적으로 공급되는 과정을 예시한 도면이다.
- [0073] 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기는 각 상마다 차단부가 연결되어 있으며, 각 상의 교류전원에서 부하 방향, 곧, 제1 방향으로 공급되는 전력을 제어하는 SCR 스위치와, 부하에서 각 상의 교류전원 방향, 곧, 제2 방향으로 공급되는 전력을 제어하는 SCR 스위치를 포함한다.
- [0074] 도 6b에서 1상 교류전원(Va)은 제1 방향의 전력($V_a > 0$)을 공급하고 있고, 제1 방향의 전원 공급을 위하여 메인 스위치(T11)가 턴온되어 있다. 2상 교류전원(Vb)은 제2 방향의 전력($V_b < 0$)을 공급하고 있고, 제2 방향의 전원 공급을 위하여 메인 스위치(T22)가 턴온되어 있다. 3상 교류전원(Vc)은 제2 방향의 전력($V_c < 0$)을 공급하고 있고, 제2 방향의 전원 공급을 위하여 메인 스위치(T32)가 턴온되어 있다.
- [0075] 도 6c는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 단락 사고가 발생한 순간을 예시한 도면이고, 도 6d는 단락 사고가 발생한 직후 사고 전류가 차단되는 과정을 예시한 도면이다.
- [0076] 제1 차단부에서는 1상 교류전원(Va)에서 부하 방향, 곧, 제1 방향으로 전력이 공급되고 있고, 제2 차단부에서는 부하에서 2상 교류전원(Vb) 방향, 곧, 제2 방향으로 전력이 공급되고 있으며, 제3 차단부에서는 부하에서 3상 교류전원(Vc) 방향, 곧, 제2 방향으로 전력이 공급되고 있는 중에 단락 사고가 발생하였다.
- [0077] 센싱부는 전원공급장치의 전류와 전압을 센싱하고, 센싱 결과를 제어부에 제공한다. 제어부는 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 단락 사고가 발생하였다고 판단하고, 제1 차단부의 제1 보조 스위치(S11), 제2 차단부의 제2 보조 스위치(S22) 및 제3 차단부의 제2 보조 스위치(S32)를 턴온시킨다.
- [0078] 제1 차단부의 제1 보조 스위치(S11)가 턴온되면 제1 커패시터(C11)에 충전된 전압에 의해 제1 메인 스위치(T11)의 양단에 제1 방향에 대한 역 바이어스 전압이 인가되어 제1 메인 스위치(T11)가 턴오프된다.
- [0079] 제2 차단부의 제2 보조 스위치(S22)가 턴온되면 제2 커패시터(C22)에 충전된 전압에 의해 제2 메인 스위치(T22)의 양단에 제2 방향에 대한 역 바이어스 전압이 인가되어 제2 메인 스위치(T22)가 턴오프된다.
- [0080] 제3 차단부의 제2 보조 스위치(S32)가 턴온되면 제2 커패시터(C32)에 충전된 전압에 의해 제2 메인 스위치(T32)의 양단에 제2 방향에 대한 역 바이어스 전압이 인가되어 제2 메인 스위치(T32)가 턴오프된다.
- [0081] 각 차단부에서 각 상의 전류 방향에 맞는 보조 스위치가 턴온되면 커패시터에 충전된 전압에 의해 메인 스위치가 턴오프된다. 전력선은 자체 저항 및 인덕턴스를 가지는데, 도 3에서 R_l 은 전력선의 저항, 곧 선로저항을 의미하고, L_l 은 전력선의 인덕턴스, 곧 선로인덕턴스를 의미한다. 결과적으로 각 상의 전원과 부하 사이에 선로저항,

선로인덕턴스 및 커패시터에 의한 RLC 직렬회로가 형성되어 전류가 감소되어 사고 전류가 차단된다.

- [0082] 도 6e 및 6f는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 커패시터의 전압이 배리스터에 의해 안정화되는 과정을 예시한 도면이다.
- [0083] 도 6g는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 사고 전류가 차단된 후 커패시터가 자연 충전되는 과정을 예시한 도면이다.
- [0084] 1상 교류전원(Va)에서 제1 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하면 제어부가 제1 차단부의 제1 보조 스위치(S11)를 턴온시킨다. 제1 보조 스위치(S11)가 턴온되면 제1 메인 스위치(T11)가 강제로 턴오프 되고, 1상 교류전원(Va)과 부하 사이에 RLC 직렬회로가 형성되어 전류가 감소되어 사고 전류가 차단된다.
- [0085] 제1 차단부에 의해 제1 방향의 사고 전류가 차단된 후에 제1 보조 스위치(S11)가 턴오프되면, 1상 교류전원(Va)과 3상 교류전원(Vc) 사이의 선간전압 Vac에 의해 제1 커패시터(C11)가 충전된다. 구체적으로, 선간전압 Vca가 (+)일 때(즉, Vac가 (-)일 때) 제1 커패시터(C11)가 별도의 스위칭 제어 없이 충전된다.
- [0086] 2상 교류전원(Vb)에서 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하면 제어부가 제2 차단부의 제2 보조 스위치(S22)를 턴온시킨다. 제2 보조 스위치(S22)가 턴온되면 제2 메인 스위치(T22)가 강제로 턴오프 되고, 2상 교류전원(Vb)과 부하 사이에 RLC 직렬회로가 형성되어 전류가 감소되어 사고 전류가 차단된다.
- [0087] 제2 차단부에 의해 제2 방향의 사고 전류가 차단된 후에 제2 보조 스위치(S22)가 턴오프되면, 1상 교류전원(Va)과 2상 교류전원(Vb) 사이의 선간전압 Vab에 의해 제2 커패시터(C22)가 충전된다. 구체적으로, 선간전압 Vab가 (-)일 때(즉, Vba가 (+)일 때) 제2 커패시터(C22)가 별도의 스위칭 제어 없이 충전된다.
- [0088] 3상 교류전원(Vc)에서 제2 방향으로 전력이 공급되는 중에 전력 계통의 사고가 발생하면 제어부가 제2 차단부의 제2 보조 스위치(S32)를 턴온시킨다. 제2 보조 스위치(S32)가 턴온되면 제2 메인 스위치(T32)가 강제로 턴오프 되고, 3상 교류전원(Vc)과 부하 사이에 RLC 직렬회로가 형성되어 전류가 감소되어 사고 전류가 차단된다.
- [0089] 제3 차단부에 의해 제2 방향의 사고 전류가 차단된 후에 제2 보조 스위치(S32)가 턴오프되면, 2상 교류전원(Vb)과 3상 교류전원(Vc) 사이의 선간전압 Vbc에 의해 제2 커패시터(C32)가 충전된다. 구체적으로, 선간전압 Vbc가 (-)일 때(즉, Vcb가 (+)일 때) 제2 커패시터(C32)가 별도의 스위칭 제어 없이 충전된다.
- [0090] 도 6h는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기에서 단락 사고가 해결되기 전에 전력이 재투입되어 다시 사고 전류가 발생하는 과정을 예시한 도면이고, 도 6i는 충전된 커패시터에 의해 사고 전류가 재차단되는 과정을 예시한 도면이며, 도 6j는 방전된 커패시터가 재충전되는 과정을 예시한 도면이다.
- [0091] 도 6h, 도 6i 및 도 6j의 동작 과정은 도 6c, 도 6d 및 도 6g와 비교했을 때 전력 계통의 사고가 발생한 순간의 각 상의 전력 공급 방향만 상이할 뿐 구체적인 차단 및 충전 과정은 대동소이하므로, 자세한 설명을 생략한다.
- [0092] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기가 도 6에 예시된 동작을 수행하는 중 각 스위치의 ON/OFF 상태, 각 선간전압, 각 부에 흐르는 전류 및 각 커패시터에 인가되는 전압을 예시한 도면이다.
- [0093] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기의 도 6에 예시된 동작 중 각 커패시터에 인가되는 전압을 상세히 설명한 도면이다.
- [0094] 도 8(a)는 최초 충전 과정($t_0 \sim t_5$)에서 나타나는 상 전류 i_a , i_b , i_c 와 각 커패시터에 인가되는 전압을 예시한 도면이다.
- [0095] 도 8(b)는 사고 전류가 차단된 상태에서 커패시터가 자연 충전되는 과정($t_{10} \sim t_{13}$)에서 나타나는 상 전류 i_a , i_b , i_c 와 각 커패시터에 인가되는 전압을 예시한 도면이다.
- [0096] 도 8(c)는 재투입과 재충전 동작 과정($t_{13} \sim t_{18}$)에서 나타나는 상 전류 i_a , i_b , i_c 와 각 커패시터에 인가되는 전압을 예시한 도면이다.
- [0097] 본 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 본 실시예의 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.
- [0098] 본 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 따라서 본 실시예에 의하여 본 발명의 권리범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등하거나 균등하다고 인정되는 모든 기술적 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되

어야 한다.

- [0099] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기를 2상 교류전원에 연결할 경우를 예시한 회로도이다.
- [0100] 도 9에 나타난 것과 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기를 2상 교류전원에 연결할 경우에는 2개의 교류전원, 즉, 1상 교류전원(Va) 및 2상 교류전원(Vb)에 의해 전원이 공급되므로, 차단부도 2개로 구성된다. 회로의 구조 및 작동 원리는 3상 교류전원에 연결된 반도체 차단기와 실질적으로 동일하므로 구체적인 설명을 생략한다.
- [0101] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기를 단상 교류전원에 연결할 경우를 예시한 회로도이다.
- [0102] 도 10에 나타난 것과 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기를 단상 교류전원에 연결할 경우에는 차단부가 1개이다. 회로의 구조 및 작동 원리는 상술한 3상 교류전원에 연결된 반도체 차단기와 유사하나, 선간전압을 이용할 수 없고 단상 교류전원 자체의 전압을 이용하여 커패시터를 충전하여야 한다는 점에서 차이가 있다. 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 차단기가 단상 교류전원에 연결된 경우를 설명한다.
- [0103] 제1 메인 스위치(T11)는 단상 교류전원(Va)의 일단과 부하 사이에 연결되어 단상 교류전원(Va)의 일단에서 부하 방향으로 공급되는 전력을 제어한다.
- [0104] 제2 메인 스위치(T12)는 단상 교류전원(Va)의 일단과 부하 사이에 연결되어 부하에서 단상 교류전원(Va)의 일단 방향으로 공급되는 전력을 제어한다.
- [0105] 제1 메인 스위치(T11)를 강제로 턴오프시키기 위한 제1 보조부는 제1 메인 스위치(T11)와 병렬로 연결되어 있다. 제1 보조부는 제1 커패시터(C11) 및 제1 보조 스위치(S11)를 포함하는데, 제1 커패시터(C11)와 제1 보조 스위치(S11)는 직렬로 연결되어 있고, 제1 커패시터(C11)는 단상 교류전원(Va)의 일단 측에, 제1 보조 스위치(S11)는 부하 측에 위치한다. 제1 커패시터(C11)와 제1 보조 스위치(C11) 사이의 노드는 단상 교류전원(Va)의 타단에 연결되어 있다.
- [0106] 제2 메인 스위치(T12)를 강제로 턴오프시키기 위한 제2 보조부는 제2 메인 스위치(T12)와 병렬로 연결되어 있다. 제2 보조부는 제2 커패시터(C12) 및 제2 보조 스위치(S12)를 포함하는데, 제2 커패시터(C12)와 제2 보조 스위치(S12)는 직렬로 연결되어 있고, 제2 커패시터(C12)는 단상 교류전원(Va)의 일단 측에, 제2 보조 스위치(S12)는 부하 측에 위치한다. 제2 커패시터(C12)와 제2 보조 스위치(S12) 사이의 노드는 단상 교류전원(Va)의 타단에 연결되어 있다.
- [0107] 제1 커패시터(C11)와 제1 보조 스위치(S11) 사이의 노드와 단상 교류전원(Va)의 타단 사이에는 단상 교류전원(Va)의 타단에서 노드 방향으로의 다이오드가 연결되어 있어, 단상 교류전원(Va)의 전압이 제1 커패시터(C11)에 공급될 때 노드 방향이 (+)가 되도록 한다.
- [0108] 제2 커패시터(C12)와 제2 보조 스위치(S12) 사이의 노드와 단상 교류전원(Va)의 타단 사이에는 노드에서 단상 교류전원(Va)의 타단 방향으로의 다이오드가 연결되어 있어, 단상 교류전원(Va)의 전압이 제2 커패시터(C12)에 공급될 때 노드 방향이 (-)가 되도록 한다.
- [0109] 단상 교류전원(Va)에 연결된 반도체 차단기는 센싱부 및 제어부를 포함한다. 센싱부는 전원공급장치의 전류와 전압을 센싱하여 센싱 결과를 제어부에 제공한다. 제어부는 반도체 차단기의 스위칭 제어를 수행하고, 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 전력 계통의 사고의 발생 여부 및 각 커패시터의 충전 여부를 판단한다.
- [0110] 단상 교류전원(Va)의 일단에서 부하 방향으로 전력이 공급되는 중에 제어부가 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 단락 사고가 발생하였다고 판단하면, 제어부는 차단부의 제1 보조 스위치(S11)를 턴온한다. 제1 보조 스위치(S11)가 턴온되면 제1 커패시터(C11)에 충전된 전압에 의해 제1 메인 스위치(T11)의 양단에 제1 방향에 대한 역 바이어스 전압이 인가되고, 그 결과 제1 메인 스위치(T11)가 강제로 턴오프된다.
- [0111] 제1 방향의 사고 전류가 차단된 후에 제1 보조 스위치(S11)가 턴오프되면, 단상 교류전원(Va)의 전압에 의해 제1 커패시터(C11)가 충전된다. 구체적으로, Va가 (+)일 때 제1 커패시터(C11)가 자연 충전된다.
- [0112] 부하에서 단상 교류전원(Va)의 일단 방향으로 전력이 공급되는 중에 제어부가 센싱부로부터 제공받은 센싱 결과에 기초하여 단락 사고가 발생하였다고 판단하면, 제어부는 차단부의 제2 보조 스위치(S12)를 턴온한다. 제2 보조 스위치(S12)가 턴온되면 제2 커패시터(C12)에 충전된 전압에 의해 제2 메인 스위치(T12)의 양단에 제2 방향에 대한 역 바이어스 전압이 인가되고, 그 결과 제2 메인 스위치(T12)가 강제로 턴오프된다.

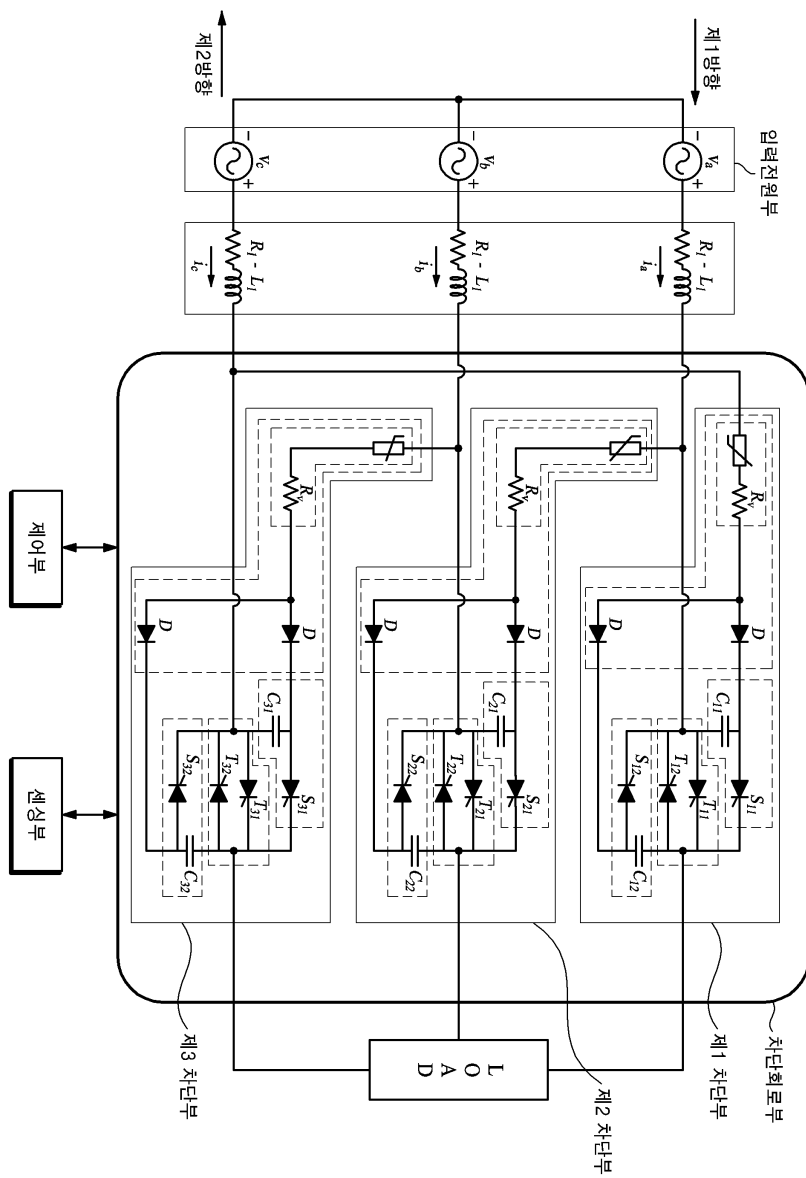
- [0113] 제2 방향의 사고 전류가 차단된 후에 제2 보조 스위치(S12)가 턴오프되면, 단상 교류전원(Va)의 전압에 의해 제2 커패시터(C12)가 충전된다. 구체적으로, Va가 (-)일 때 제2 커패시터(C12)가 자연 충전된다.
- [0114] 본 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 본 실시예의 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.
- [0115] 본 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 따라서 본 실시예에 의하여 본 발명의 권리범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등하거나 균등하다고 인정되는 모든 기술적 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

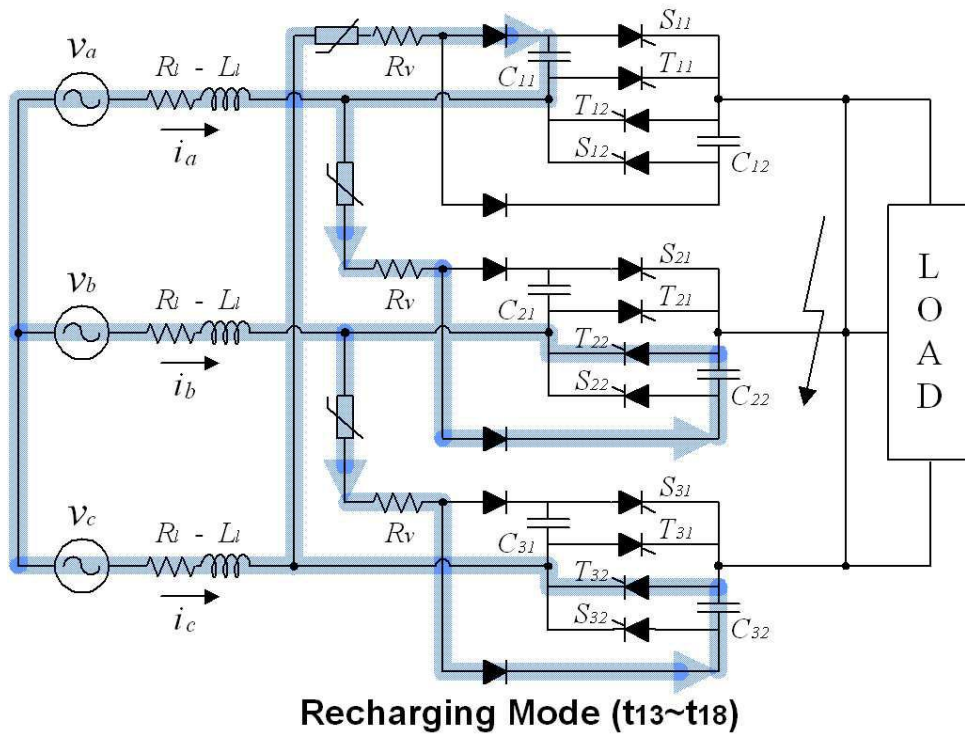
- [0116] 100: 제1 차단부 111: 제1 메인 스위치
112: 제2 메인 스위치 113: 제1 보조 스위치'
114: 제2 보조 스위치 121: 제1 커패시터
122: 제2 커패시터 131: 제1 배리스터
132: 제2 배리스터 141: 제1 다이오드
142: 제2 다이오드 200: 제2 차단부
300: 제3 차단부

도면

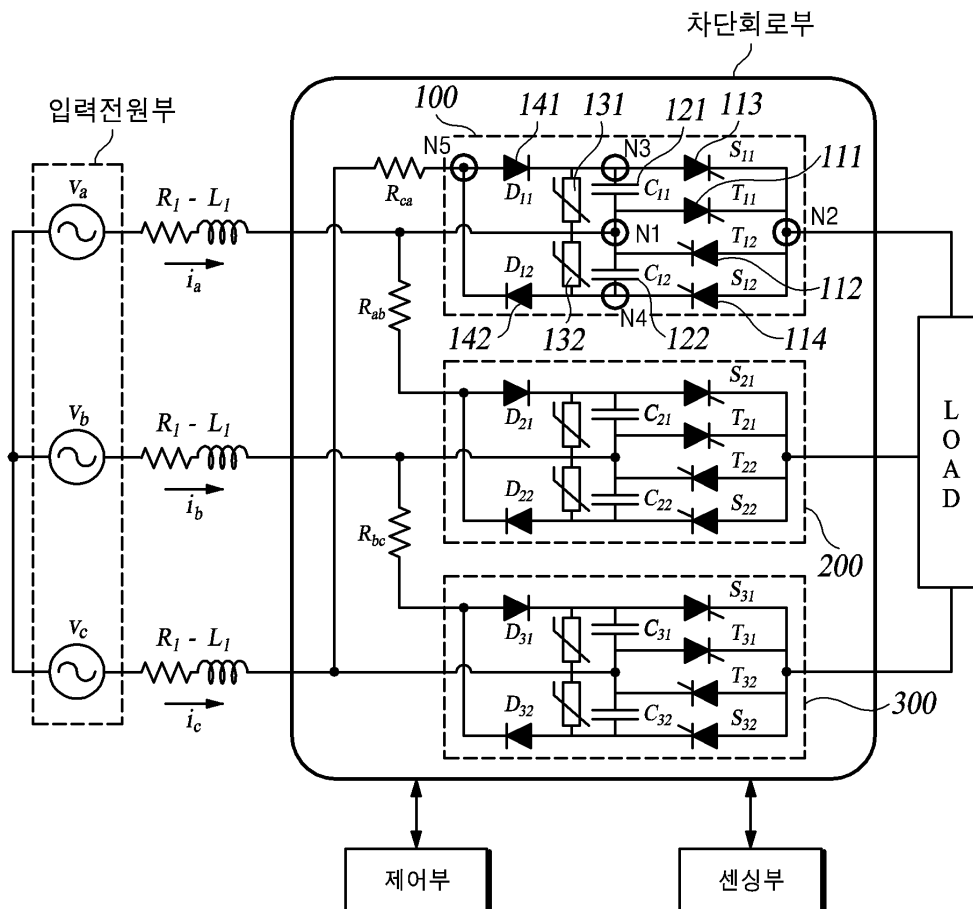
도면1



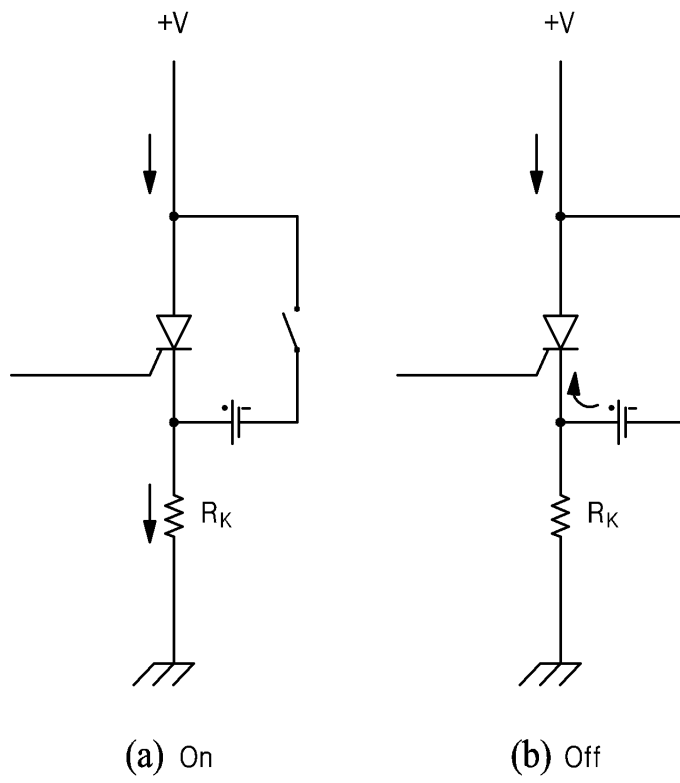
도면2



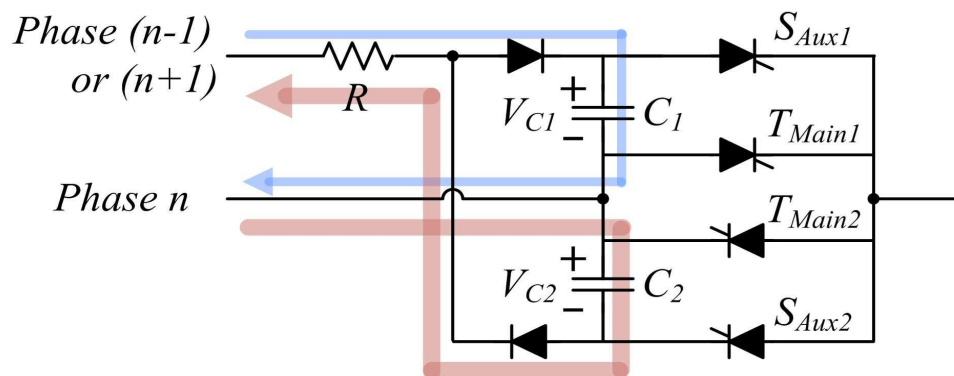
도면3



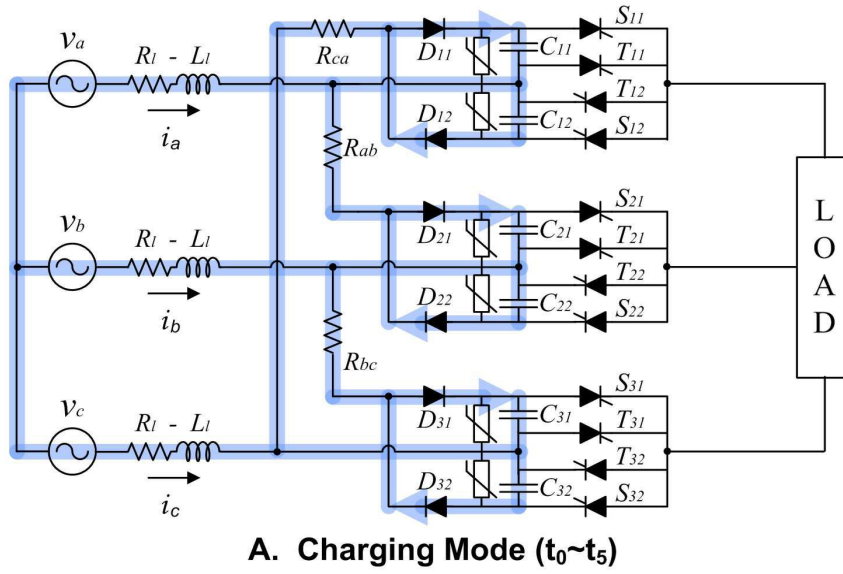
도면4



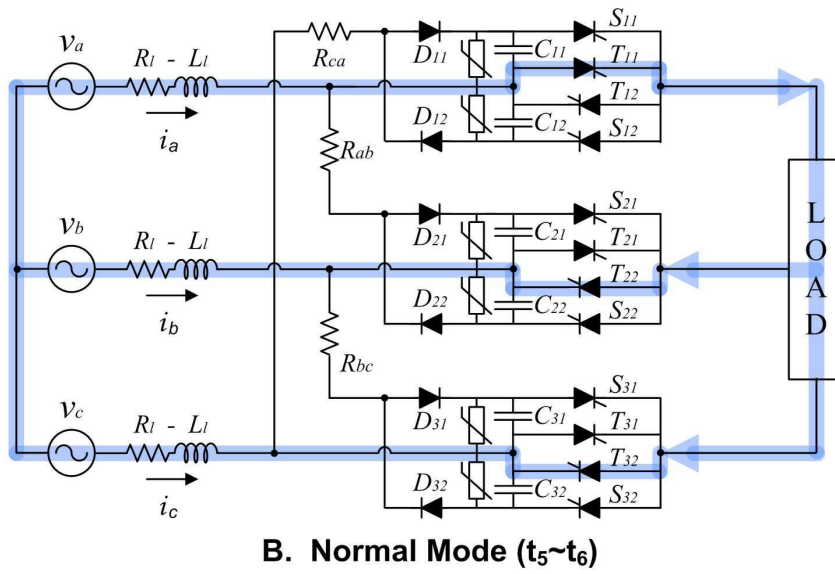
도면5



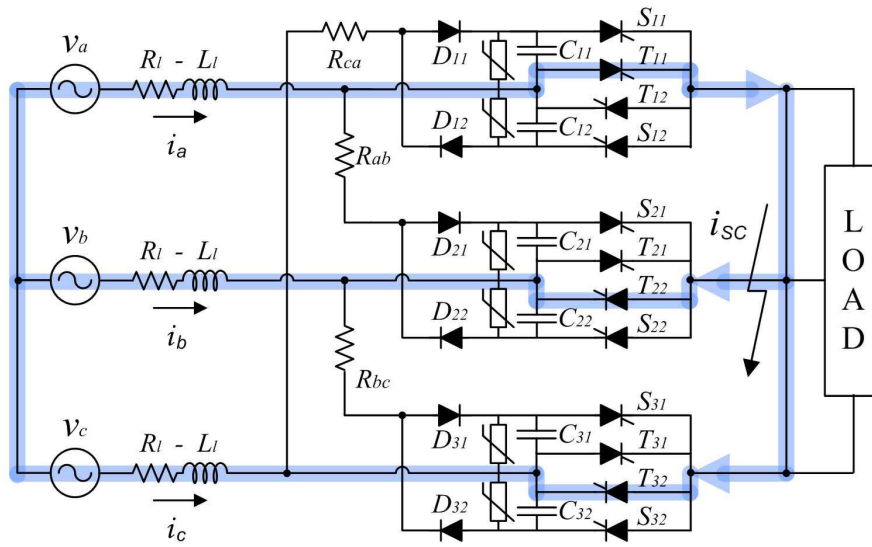
도면6a



도면6b

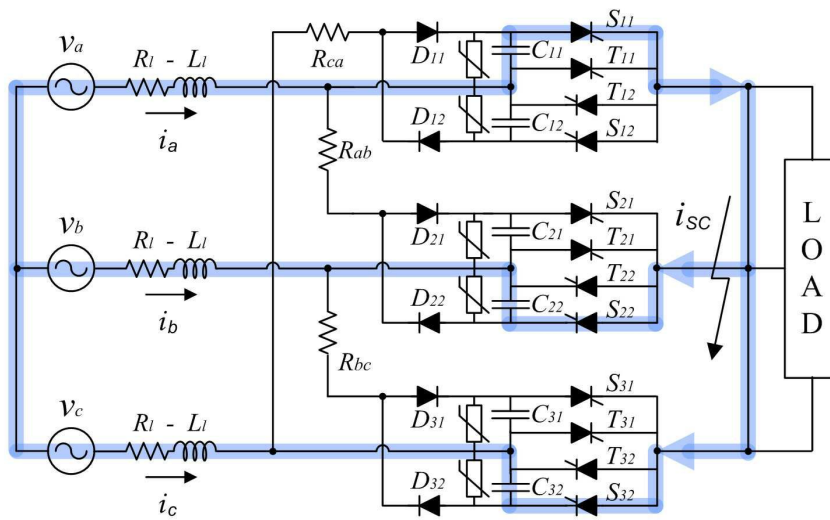


도면6c



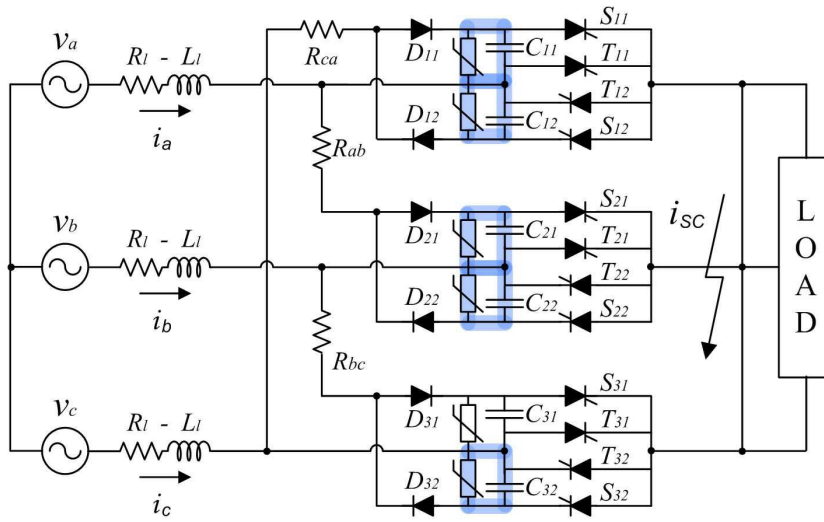
C. Normal Mode (short fault : $t_6 \sim t_7$)

도면6d



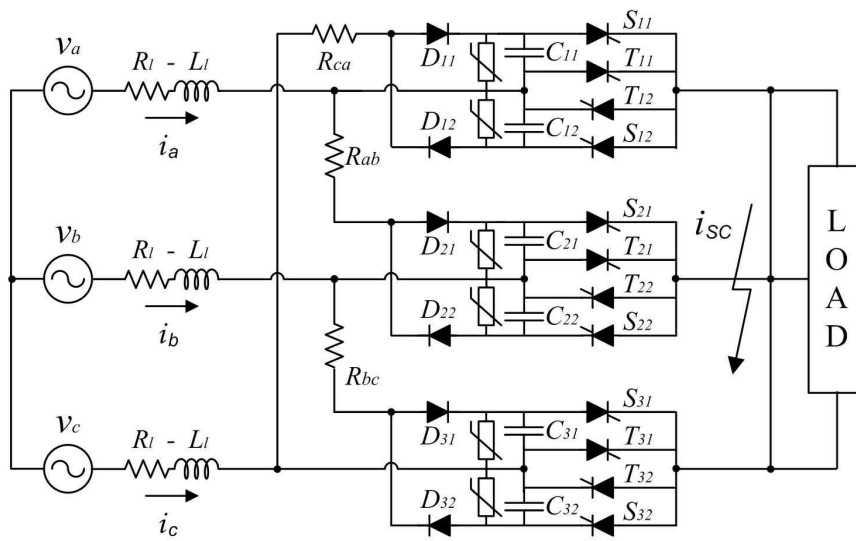
D. Breaking Mode ($t_7 \sim t_8$)

도면6e



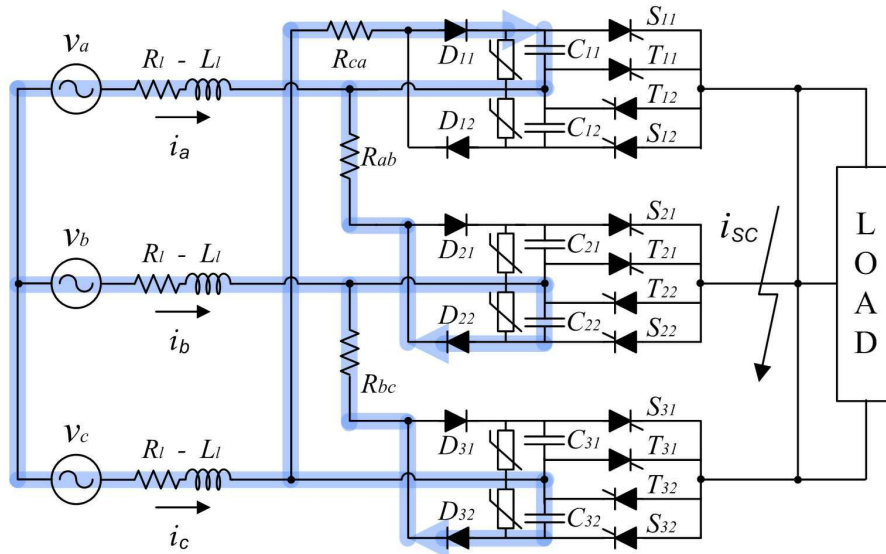
E. Breaking Mode ($t_8 \sim t_9$)

도면6f



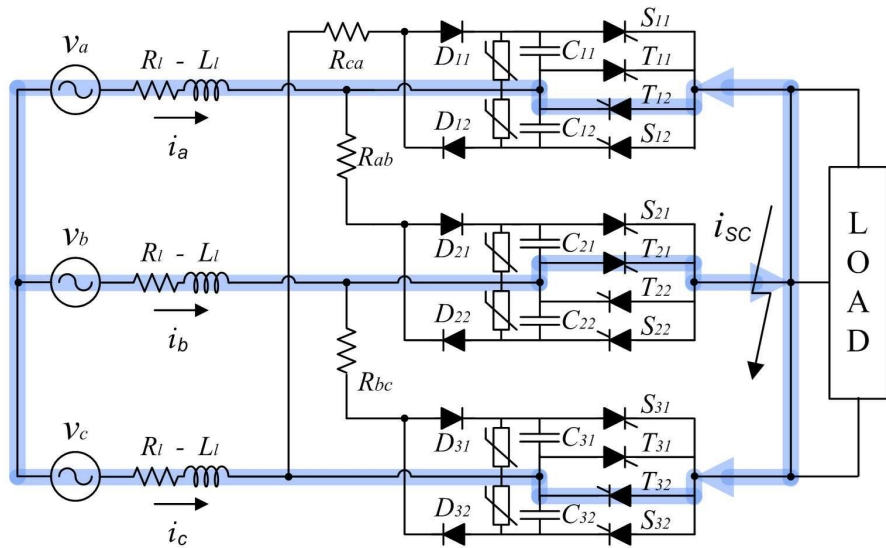
F. Breaking Mode ($t_9 \sim t_{10}$)

도면6g



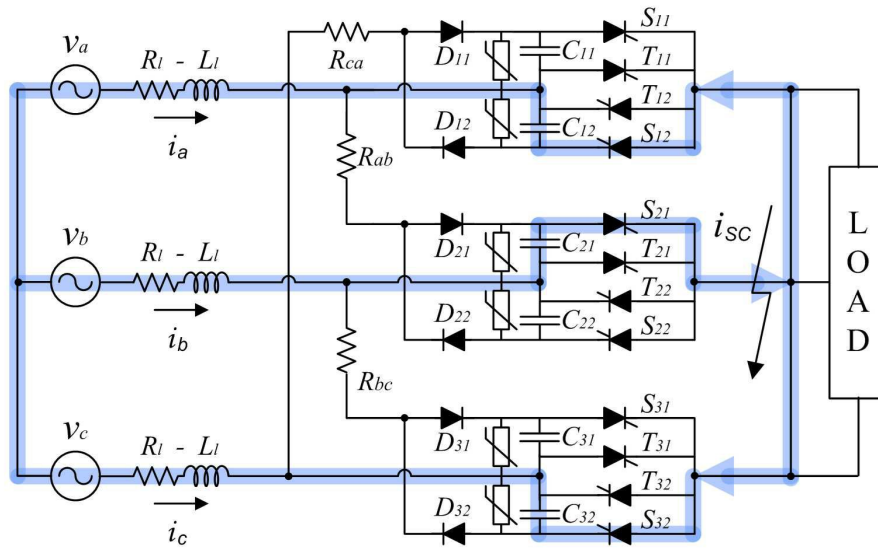
G. Recharging Mode (t₁₀~t₁₃)

도면6h



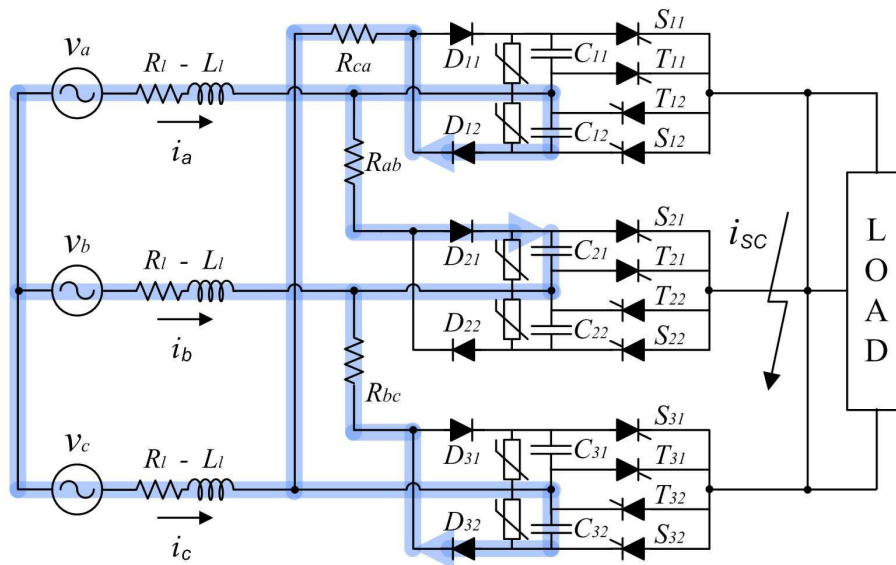
H. Reclosing Mode (t₁₃~t₁₄)

도면6i



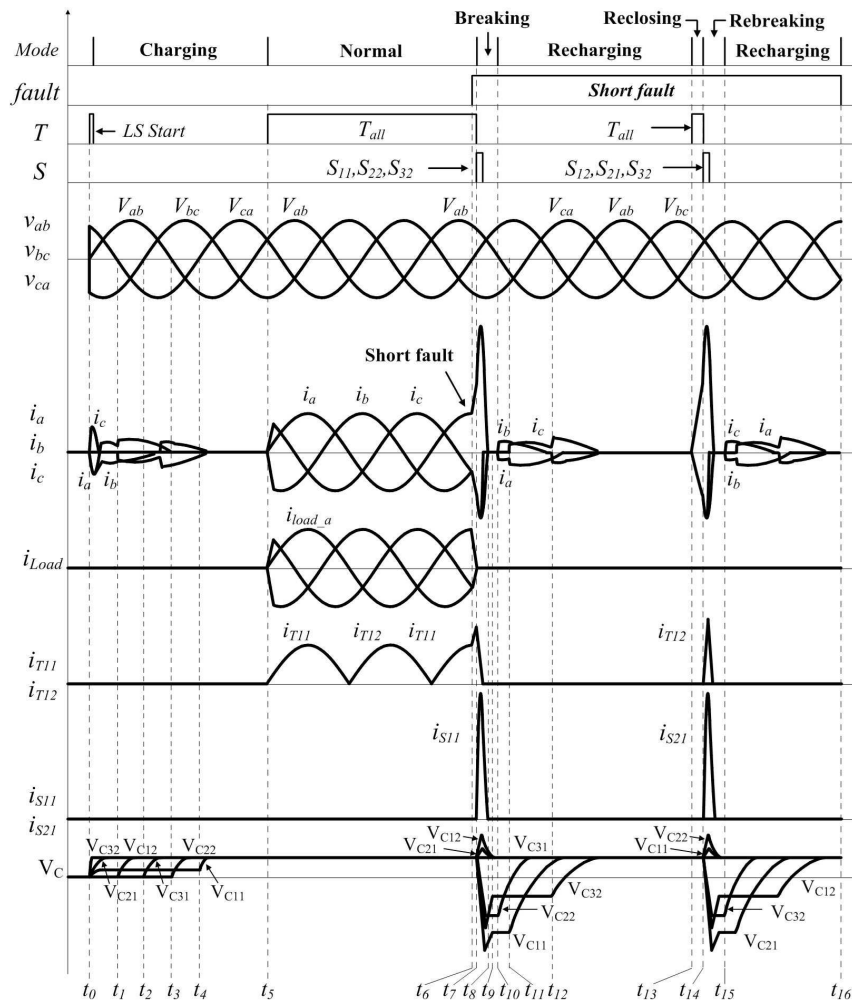
I. Rebreking Mode ($t_{14} \sim t_{15}$)

도면6j

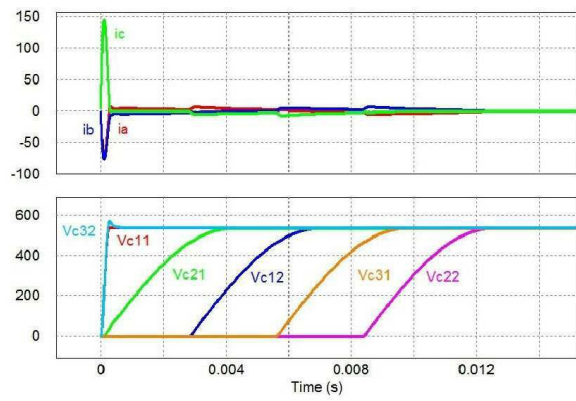


J. Recharging Mode ($t_{16} \sim t_{17}$)

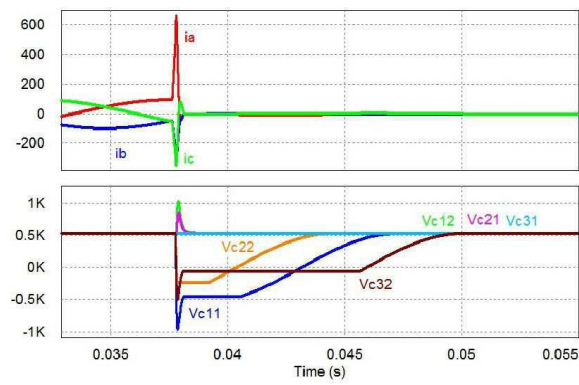
도면7



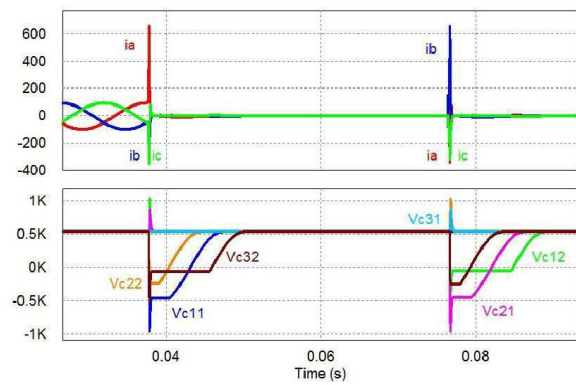
도면8



(a)

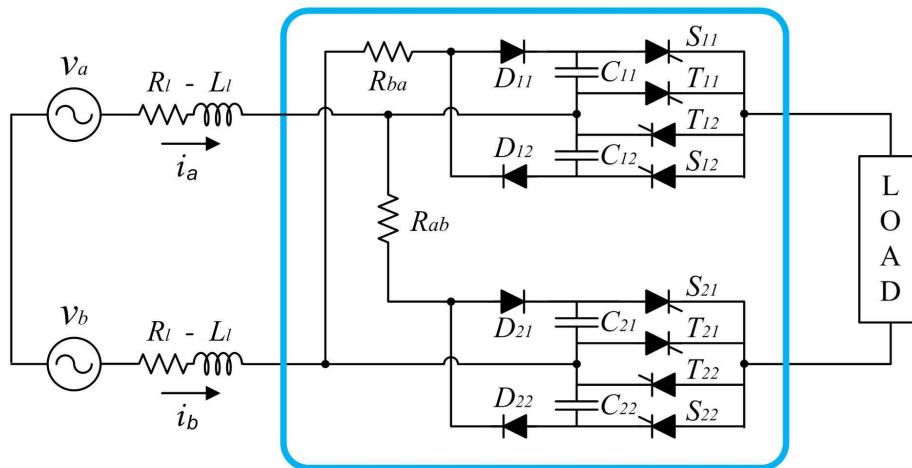


(b)



(c)

도면9



도면10

