



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0174561
(43) 공개일자 2023년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02H 7/22 (2006.01) H01H 47/00 (2006.01)
H02H 9/00 (2006.01) H02P 1/26 (2006.01)
H02P 29/024 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02H 7/222 (2013.01)
H01H 47/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0075660
(22) 출원일자 2022년06월21일
심사청구일자 2022년06월21일

(71) 출원인
삼어스코 주식회사
경기도 의왕시 이미로 40(포일동, 인덕원아이티밸리, 제씨동, 제씨하1층, 제씨비109호)
(72) 발명자
김영준
서울특별시 서초구 서운로 138, 1901호 (서초동, 서초동아타워)
(74) 대리인
특허법인 신우

전체 청구항 수 : 총 5 항

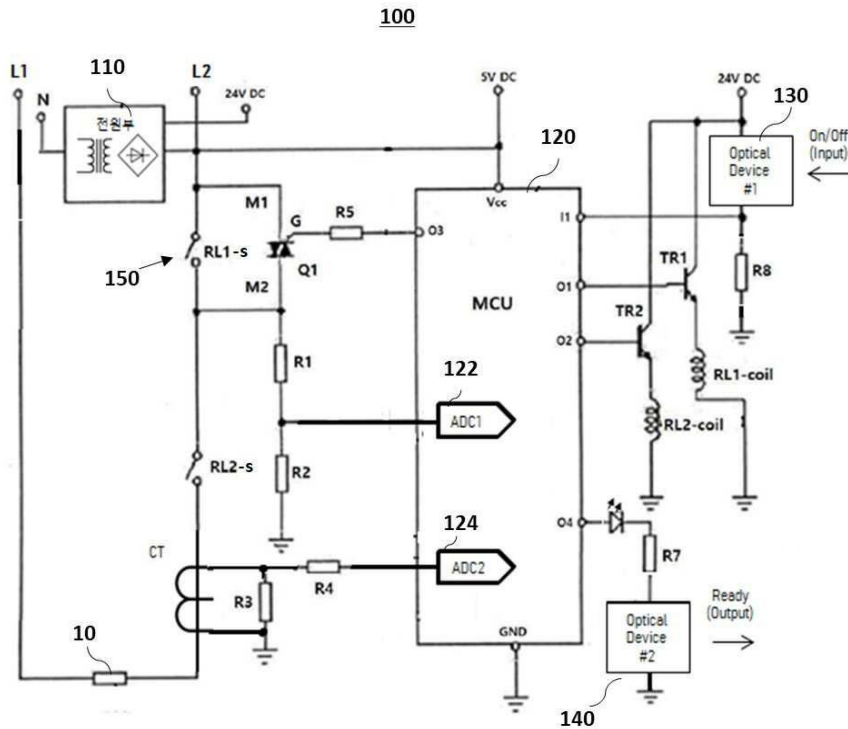
(54) 발명의 명칭 전류비 증감제어 기능을 갖는 직입 기동용 하이브리드 스타터

(57) 요약

본 발명의 실시예는 교류부하의 직입기동 시 트라이액의 급격한 전류 증감을 제한하고 단락사고로부터 하이브리드 릴레이 접점을 보호할 수 있는 직입 기동용 하이브리드 스타터를 개시한다.

개시된 하이브리드 스타터는 서로 병렬 연결된 제1 릴레이와 트라이액으로 이루어져 제어신호에 따라 교류전원을 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



부하에 연결 혹은 차단하기 위한 하이브리드 릴레이와, 부하전류의 변동비를 감지하여 부하를 보호하기 위한 전류 변류기와, 하이브리드 릴레이와 직렬 연결되어 하이브리드 릴레이 고장 및 초기값 설정 시 교류전원을 부하에서 차단하고 이 후에는 제어신호에 따라 교류전원을 부하에 연결 혹은 차단하기 위한 제2 릴레이와, 부하전원을 온 혹은 오프하기 위한 신호 입력수단과, 트립이나 레디 상태를 출력하기 위한 신호 출력수단과, 상기 신호 입력수단으로부터 입력된 신호와 상기 전류 변류기로부터 감지된 부하전류와 상기 하이브리드 릴레이의 양단 전압을 감지하여 기동시 정상이면 상기 신호 출력수단에 레디 상태를 표시하고, 단락이 검출되면 상기 신호 출력수단으로 트립 신호를 출력하도록 상기 하이브리드 릴레이와 제2 릴레이를 제어하는 마이크로 컨트롤 유닛을 포함하는 것이다.

(52) CPC특허분류

H02H 9/001 (2013.01)

H02P 1/26 (2013.01)

H02P 29/027 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 병렬 연결된 제1 릴레이와 트라이액으로 이루어져 제어신호에 따라 교류전원을 부하에 연결 혹은 차단하기 위한 하이브리드 릴레이;

부하전류를 감지하여 부하를 보호하기 위한 전류 변류기(CT);

릴레이 양단전압 또는 단락보호전압 감지회로;

상기 하이브리드 릴레이와 직렬 연결된 제2 릴레이;

부하전원을 온 혹은 오프하기 위한 신호 입력수단;

트립이나 레디 상태를 출력하기 위한 신호 출력수단; 및

상기 신호 입력수단으로부터 입력된 신호와 상기 하이브리드 릴레이의 양단 전압을 감지하다가 기동 시 입력전압이 감소하여 미리 설정된 단락보호 동작전압이 확인되면 트라이액 게이트 전류를 인가하고 감지된 전류를 통해 단락사고로 인한 고장 전류가 예측되면 트라이액 전류의 위상반전 이전에 게이트 전류를 차단하여 보호 트립하고, 고장 전류가 예측되지 않으면 상기 전류 변류기로부터 감지된 부하전류를 지속적으로 감지하다가 영점전류에서 상기 하이브리드 릴레이의 점점 전환을 유도하고 트라이액의 급격한 전류비 증가(dI/dt , $(dI/dt)_c$)을 제한하는 마이크로 컨트롤 유닛을 포함하는 직입 기동용 하이브리드 스타터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 마이크로 컨트롤 유닛은

전원인가 시 초기값 설정단계에서 교류전원의 반주기(T)를 미리 지정하고,

제 2 릴레이가 오픈된 상태에서 제1 릴레이 온(RL1 ON) 명령을 통해 제1 트랜지스터(TR1)를 턴온시키고, 실제 제1 릴레이의 점점(RL1-s)이 온되기까지의 시간을 카운트하여 '오퍼레이팅 타임(T_o)'으로 설정하며,

제1 릴레이 오프(RL1 OFF) 명령을 내리고, 실제 제1 릴레이의 점점(RL1-s)이 오프되기까지의 시간을 카운트하여 '릴리즈 타임(T_r)'으로 설정하는 것을 특징으로 하는 직입 기동용 하이브리드 스타터.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 마이크로 컨트롤 유닛은

기동 시 제1 코일전압 지연시간($T_{d1} = T - T_o$)을 통해 트라이액에서 릴레이로의 점점 전환을 영점전류에 동기화시켜 트라이액의 급격한 전류비 감소($(dI/dt)_c$)를 제한하고 정지 시에는 제2 코일전압 지연시간($T_{d2} = T - T_r$)을 통해 릴레이에서 트라이액으로의 점점 전환을 영점전류에 동기화시켜 트라이액의 급격한 전류비 증가(dI/dt)를 제한하고, 점점 전환이 완료되면 부하전류 위상과 비교하여 상기 제1, 2 코일전압 지연시간(T_{d1} , T_{d2})을 각각 보정하여 차기 기동 정지 시 영점전류 동기화를 최적화하는 것을 특징으로 하는 직입 기동용 하이브리드 스타터.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 마이크로 컨트롤 유닛은

기동 정지 시 트라이액 DC 게이트 전류 인가 시간은 하이브리드 점점 전환이 이뤄지는 영점전류보다 $T/6$ 시점 앞서 인가하기 시작하여, 영점전류보다 $T/6$ 시점 지연시켜 총 $2T/6$ 시점으로 고정하고 DC 전원회로의 효율을 최적화시킨 것을 특징으로 하는 직입 기동용 하이브리드 스타터.

청구항 5

S, T, R 삼상 중 어느 한 상에 연결된 제1 하이브리드 스타터;

S, T, R 삼상 중 상기 제1 하이브리드 스타터가 연결된 상과 120도 지연된 다른 한상에 연결된 제2 하이브리드 스타터; 및

상기 제1 하이브리드 스타터의 신호 출력수단을 상기 제2 하이브리드 스타터의 신호 입력수단으로 연결하고, 상기 제2 하이브리드 스타터의 신호 출력수단을 상기 제1 하이브리드 스타터의 신호 입력수단으로 연결하고

제 1, 2 하이브리드 스타터는 상기 청구항 1항의 단락보호 동작을 순차적으로 각각 수행하다가 어느 하나의 하이브리드 스타터가 트립될 경우, 다른 하이브리드 스타터에 트립신호를 전달하여 상기 제1 하이브리드 스타터와 상기 제2 하이브리드 스타터가 함께 트립되도록 된 직입 기동용 하이브리드 스타터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하이브리드 스타터의 개폐 접점에 적용되는 하이브리드 릴레이 보호에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 교류부하의 직입기동 시 입력전압 위상 및 부하전류 감지를 통해 트라이액의 급격한 전류비 증감(Critical rate of current rise and decrease, dI/dt and $(dI/dt)_c$)을 제한하고 단락사고로부터 하이브리드 릴레이 접점을 보호하기 위한 직입 기동용 하이브리드 스타터에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로, 교류 전동기는 큰 기동전류에 의해 전동기에 열적인 손상이 올 수 있고 사용해야 하는 차단기의 용량이 커지는 등의 문제점이 있기 때문에 기동시 전압을 낮춰주는 다양한 감전압 기동법을 사용하고 있다. 이러한 기동법으로는 리액터 기동, Y- Δ 기동, 소프트 스타터 등이 있다. 직입 기동(전전압 기동)은 모터의 정격전압으로 바로 기동하는 방식으로서, 이때 발생하는 기동전류는 정격전류의 5~8배 수준이고 기동토크는 정격토크의 100~200% 수준이므로, 기동시간이 짧은 반면 전압강하 또는 높아진 토크로 인한 기계적 손상여지가 많아 10 마력 이하의 모터에 주로 사용된다.

[0004] 직입 기동 교류기기의 전원제어용 릴레이로는 기계식 릴레이와 반도체 릴레이(Solid state relay, SSR), 전자접촉기(Magnetic contactor), 그리고 하이브리드 릴레이(Hybrid relay) 등이 있다. 반도체 릴레이는 기계식 릴레이와 다르게 움직이는 접점을 포함하지 않으나 전류에 비례하는 내부 발열로 인해 별도의 방열회로를 포함하는 전자 스위치로 무 접점 릴레이라고 부른다. 전자접촉기는 기계식 릴레이와 같이 전자석에 의해 접점을 동작시키거나 접점 내구성이 높아 산업용 모터부하에 주로 사용되고, 기계식 릴레이에 비하여 소음 및 진동이 많은 편이다.

[0005] 하이브리드 릴레이는 기계식 릴레이와 반도체 릴레이를 병렬로 결합하되 소프트 스타터와 달리 직입기동 또는 정격전압 기동에 사용되므로 삼상전원 연결 시에도 2상만 연결하여 제어할 수 있다는 특징이 있다. 제어방식과 관련하여 보다 두드러진 특징은 기계식 접점의 이동 중인 매우 짧은 시간(수 ms)에 한해 반도체 릴레이가 온/오프 되는 원리이므로 반도체 접점 내부 발열 없이도 병렬 연결된 기계식 접점의 불꽃(arc)은 감소되고, 소음 및 진동이 제한적이며 접점수명은 전자 접촉기의 수 배 이상 연장될 수 있다. 따라서 하이브리드 릴레이는 전기적 노이즈(EMI)없이 부하전류 제어가 용이하고 발열이 없어 별도의 방열판이 필요 없으므로 기계식 릴레이와 반도체 릴레이 기술의 장점만을 포함하는 기술이다.

[0006] 한편, 하이브리드 스타터는 상기 하이브리드 릴레이 회로를 사용하되 CT 변류기와 같은 별도의 전류감지 회로를 더해 과전류를 포함한 다양한 전류고장으로부터 부하 측을 보호하도록 구성한 것이다. 특히, 산업용 모터에 사용되는 하이브리드 모터 스타터는 단락보호 유형에 따라 그 사용환경이 구분될 수 있는데, 보다 상세하게는 단락사고로 인한 차단기(MCB) 동작 후 또는 모터 스타터의 과전류 보호 시 내부 릴레이 접점소손(IEC60947-4)에 관한 것으로, 타입 1은 재사용을 요구하지 않으나 타입 2는 이를 요구하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) KR 10-1369032 B1
- (특허문헌 0002) KR 10-1029924 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 종래의 하이브리드 릴레이는 전기적 노이즈(EMI)나 기계식 접점 불꽃(아크)이 감소하는 장점에도 불구하고 제어 방식의 한계로 정격전류의 6-7배에 이르는 기동전류 내성이 요구되는 산업용 AC 모터에는 그 적용이 어려운 실정이다. 즉, 하이브리드 릴레이의 접점 전환 시 또는 온/오프 시 트라이액 전류 변동비(dI/dt)는 높은 기동전류로 인해 급격히 증가할 수 있고, 잦은 기동/정지나 릴레이 바운싱(Bouncing) 등의 이유로 짧은 주기 안에 접점 전환이 반복되어 발생하면 트라이액의 전기적 특성이 저하되어 아크 제어 기능이 감퇴할 수 있다. 특히, 단락 기동 중 외부 차단기(MCB) 또는 퓨즈(Fuse)의 동작지연으로 인해 트라이액에 고장전류가 인가되고 전류 변동비가 사양이 요구하는 임계치를 초과하거나 최대허용전류(정격전류의 약 10배)를 넘게 되면 트라이액의 영구적 손상이 발생하고, 트립 복귀 시 재사용이 불가하므로 모터 스타터의 단락보호유형 타입 2 요구사항을 만족할 수 없게 된다.
- [0010] 또한, 하이브리드 릴레이를 AC 모터에 적용하기 어려운 다른 이유는 다음과 같다. 트라이액의 급격한 전류 변동비를 감소하기 위해 주로 사용되는 옵티컬 트라이액(Opto-traic)과 RC 스누버(Snubber)회로의 조합은, 트라이액의 급격한 전압 변동비(dV/dt)c로 인한 오 동작으로부터(False turn-on) 트라이액을 보호하기 위한 것이나 하이브리드 릴레이와 같이 병렬 연결된 기계식 릴레이의 순간적인 접점 전환 시 기계식 릴레이 접점 양단의 전기적 노이즈(EMI) 및 불꽃(Arc)을 옵티컬 트라이액의 동작지연시간 또는 게이트 전류 지연시간 동안 온전히 차단할 수 없으므로 사용 목적인 아크 없는 개폐기능을 충족하기 어렵게 된다.
- [0011] 본 발명은 이러한 종래의 문제점을 해소하기 위해 제안하는 것으로, 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 하이브리드 릴레이 온 시 입력전압 위상감지를 통해 단락사고로 인한 고장전류를 미리 예측하여 트라이액을 급격한 전류비 증가로부터 보호하고, 이 후 릴레이 접점 전환은 안정적인 DC 트라이액 게이트 전류를 영점전류에서 지연시간 없이 인가하여 트라이액의 급격한 전류비 증감(dI/dt & (dI/dt)c)을 제한하여 전기적 노이즈(EMI)가 전혀 없이 아크 없는 개폐를 구현하며, 나아가 모터 스타터의 단락보호유형 타입 2를 만족시킬 수 있는 직입 기동용 모터 스타터를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 실시예는 교류부하의 직입기동 시 트라이액의 급격한 전류 증감(Critical rate of current rise and decrease, dI/dt and (dI/dt)c)을 제한하고 단락사고로부터 하이브리드 릴레이 접점을 보호할 수 있는 직입 기동용 하이브리드 스타터를 개시한다.
- [0014] 개시된 하이브리드 스타터는 서로 병렬 연결된 제1 릴레이와 트라이액으로 이루어져 제어신호에 따라 교류전원을 부하에 연결 혹은 차단하기 위한 하이브리드 릴레이와, 부하전류의 변동비를 감지하여 부하를 보호하기 위한 전류 변류기와, 제어신호에 따라 하이브리드 릴레이 고장 또는 초기값 설정시 교류전원을 부하로부터 차단하기 위한 제2 릴레이와, 부하전원을 온 혹은 오프하기 위한 신호 입력수단과, 트립이나 레디 상태를 출력하기 위한 신호 출력수단과, 상기 신호 입력수단으로부터 입력된 신호와 상기 전류 변류기로부터 감지된 부하전류와 상기 하이브리드 릴레이의 양단 전압을 감지하여 기동시 정상이면 상기 신호 출력수단에 레디 상태를 표시하고, 단락이 검출되면 상기 신호 출력수단으로 트립 신호를 출력하며, 상기 하이브리드 릴레이 온 시 미리 설정된 입력전압과형의 낮은 시점에서 감소된 단락전류를 인가하고 단락사고로 인한 고장 전류를 미리 예측하여 급격한 전류비 증가로부터 상기 트라이액을 보호하고, 문제가 없을 경우에는 안정적인 DC 트라이액 게이트 전류를 영점전류에서 지연시간 없이 상기 트라이액의 게이트에 인가하여 릴레이 접점 전환시 트라이액의 급격한 전류비 증감(dI/dt & (dI/dt)c)을 제한하도록 상기 하이브리드 릴레이와 제2 릴레이를 제어하는 마이크로 컨트롤 유닛을 포함하는 것이다.
- [0015] 상기 마이크로 컨트롤 유닛은 전원인가 시 초기값 설정단계에서 교류전원의 반주기(T)를 저장하고, 제1 릴레이 온(RL1 ON) 명령을 통해 제1 트랜지스터(TR1)를 턴온시키고, 실제 제1 릴레이의 접점(RL1-s)이 온되기까지의 시

간을 카운트하여 '오퍼레이팅 타임(T_o)'으로 설정하며, 제1 릴레이 오프(RL1 OFF) 명령을 내리고, 실제 제1 릴레이의 접점(RL1-s)이 오프되기까지의 시간을 카운트하여 '릴리즈 타임(T_r)'으로 설정하는 것이다.

[0016] 상기 마이크로 컨트롤 유닛은 접점 전환 시 제1 코일전압 지연시간($T_{d1} = T - T_o$) 또는 제2 코일전압 지연시간($T_{d2} = T - T_r$)을 보정하여 차기 기동 정지 시 영점전류 동기화를 최적화하는 것이다.

[0017] 상기 마이크로 컨트롤 유닛은 기동 정지 시 트라이액 게이트 전류 인가 주기를 영점전류의 반주기(T)보다 $T/6$ 시점 앞서 인가하고, 반주기(T)보다 $T/6$ 시점 지연시켜 총 $2T/6$ 시점으로 고정하여 DC 전원회로의 효율을 최적화시킨 것이다.

[0018] 또한, 개시된 다른 실시예의 하이브리드 스타터는, S, T, R 삼상 중 어느 한상에 연결된 제1 하이브리드 스타터와, S, T, R 삼상 중 상기 제1 하이브리드 스타터가 연결되지 않는 다른 어느 한상에 연결된 제2 하이브리드 스타터와, 상기 제1 하이브리드 스타터의 신호 출력수단을 상기 제2 하이브리드 스타터의 신호 입력수단으로 연결하고, 상기 제2 하이브리드 스타터의 신호 출력수단을 상기 제1 하이브리드 스타터의 신호 입력수단으로 연결하여 어느 하나의 하이브리드 스타터가 트립될 경우, 다른 하이브리드 스타터에 트립신호를 전달하여 상기 제1 하이브리드 스타터와 상기 제2 하이브리드 스타터가 함께 트립되도록 된 것이다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예에 따르면, 교류부하의 직입기동 시 입력전압 및 부하전류 위상 감지를 통해 트라이액의 급격한 전류 증감(Critical rate of current rise and decrease, dI/dt and $(dI/dt)_c$)을 제한하고, 단락사고로부터 하이브리드 릴레이 접점을 보호할 수 있는 효과가 있다.

[0021] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 하이브리드 릴레이 온 시 입력전압 위상감지를 통해 단락사고로 인한 고장전류를 미리 예측하여 트라이액을 급격한 전류비 증가로부터 보호하고, 이 후 릴레이 접점 전환은 안정적인 DC 트라이액 게이트 전류를 영점전류에서 지연시간 없이 인가하여 트라이액의 급격한 전류비 증감(dI/dt & $(dI/dt)_c$)을 제한하여 온전히 아크 없는 개폐를 구현하며, 나아가 모터 스타터의 단락보호유형 타입 2를 만족시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 도시한 개략도,
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터의 동작 절차를 도시한 순서도,
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 단상 모터에 적용한 예의 동작 타이밍도,
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 3상 모터에 적용한 예,
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 3상 모터에 적용한 예의 정상 동작시 타이밍도,
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 3상 모터에 적용한 예의 단락 기동시 타이밍도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명과 본 발명의 실시예에 의해 달성되는 기술적 과제는 다음에서 설명하는 본 발명의 바람직한 실시예들에 의하여 보다 명확해질 것이다. 다음의 실시예들은 단지 본 발명을 설명하기 위하여 예시된 것에 불과하며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것은 아니다.

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 도시한 개략도이다.

[0026] 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터(100)는 도 1에 도시된 바와 같이, DC 전원부(110), ADC1(122)과 ADC2(124)가 내장된 마이크로 컨트롤 유닛(MCU; 120), 제1 릴레이(RL1), 트라이액(Q1), 제2 릴레이(RL2), 전류 변류기(CT), 제1 트랜지스터(TR1), 제2 트랜지스터(TR2), 제1 옵티컬 디바이스(130), 제2 옵티컬 디바이스(140)로 구성되어 L1 라인과 L2 라인으로 입력되는 단상 교류전원을 단상 부하(10)에 연결한다.

여기서, 제1 릴레이(RL1)와 트라이액(Q1)은 하이브리드 릴레이(150)를 구성하고, ADC1(122)은 하이브리드 릴레이 양단 전압 감지용 Analog-to-Digital 모듈이며, ADC2(124)는 부하전류 감지용 Analog-to-Digital 모듈이다.

- [0027] 도 1을 참조하면, DC 전원부(110)는 L2선로와 뉴트럴(N) 선로에 연결되어 교류(AC)전원을 입력받아 24V DC, 5VDC를 출력하고, 단상 부하(10)는 일단이 L1선로와 연결되고 타단이 제2 릴레이 접점(RL2-s)과 제1 릴레이 접점(RL1-s)을 통해 L2 선로와 연결되며, 전류 변류기(CT)는 L2 선로에 흐르는 부하전류를 감지하여 ADC2(124)로 전달할 수 있도록 되어 있다.
- [0028] 하이브리드 릴레이(150)는 서로 병렬로 연결된 제1 릴레이(RL1)와 트라이액(Q1)으로 구성된다. 제1 릴레이(RL1)는 릴레이 코일(RL1-coil)과 릴레이 접점(RL1-s)을 포함하는 기계식 릴레이로서, 제1 트랜지스터(TR1)가 턴온되면 24V DC 전압에 의해 제1 릴레이 코일(RL1-coil)이 여자되어 릴레이 접점(RL1-s)이 연결되고, 제1 트랜지스터(TR1)가 턴오프되면 릴레이 코일(RL1-coil)이 소자되어 릴레이 접점(RL1-s)이 차단되도록 되어 있다. 제1 릴레이 접점(RL1-s)의 양단에는 트라이액(Q1)의 메인 터미널(M1,M2)이 병렬로 연결되어 있고, 트라이액의 게이트(G)는 MCU(120)의 출력단자(O3)와 연결되어 있다. 이러한 하이브리드 릴레이(150)의 접점 상태(전압)는 저항(R1,R2)을 통해 ADC1(122)으로 전달되어 MCU(120)가 인식할 수 있도록 되어 있다.
- [0029] 제2 릴레이(RL2)는 릴레이 코일(RL2-coil)과 릴레이 접점(RL2-s)을 포함하는 기계식 릴레이로서, 제2 트랜지스터(TR2)가 턴온되면 24V DC 전압에 의해 제2 릴레이 코일(RL2-coil)이 여자되어 릴레이 접점(RL2-s)이 연결되고, 제2 트랜지스터(TR2)가 턴오프되면 릴레이 코일(RL2-coil)이 소자되어 릴레이 접점(RL2-s)이 차단되도록 되어 있다.
- [0030] 제1 옵티컬 디바이스(130;Optical device 1)는 외부 Start/Stop 입력 신호용 광 디바이스로서, 컨트롤 패널의 기동 스위치(미도시)로부터 ON/OFF 신호를 광신호로 입력받아 MCU(120)의 입력단자(I1)로 전달하고, 제2 옵티컬 디바이스(140; Optical device 2)는 외부 Ready 출력 신호용 광 디바이스로서 MCU(120)의 출력단자(O4)에 연결되어 시동준비(Ready) 광신호를 컨트롤 패널로 출력한다. 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스타터(100)를 3상 부하에 사용할 경우에는 제2 옵티컬 디바이스(140)의 광출력이 다른 제 2 하이브리드 스타터의 제1 옵티컬 디바이스(130)의 광입력 회로와 직렬로 연결되어 제 1 하이브리드 스타터 트립시 함께 동작 정지할 수 있다.
- [0031] 제1 트랜지스터(TR1)는 MCU(120)의 제어에 따라 제1 릴레이(RL1)를 구동하기 위한 것이고, 제2 트랜지스터(TR2)는 MCU(120)의 제어에 따라 제2 릴레이(RL2)를 구동하기 위한 것이다.
- [0032] 마이크로 컨트롤 유닛(MCU;120)은 다음에 자세히 설명하는 바와 같이 하이브리드 릴레이 온 시 입력전압 위상감지를 통해 단락사고로 인한 고장 전류를 미리 예측하여 급격한 전류비 증가로부터 트라이액(Q1)을 보호하고, 안정적인 DC 트라이액 게이트 전류를 영점전류에서 지연시간 없이 트라이액 게이트(G)에 인가하여 릴레이 접점 전환시 트라이액의 급격한 전류비 증감(dI/dt & (dI/dt)c)을 제한하여 온전히 아크 없는 개폐를 구현하며, 이에 따라 모터 스타터의 단락보호유형 타입 2를 만족시킬 수 있도록 한다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터의 동작 절차를 도시한 순서도로서, 도 2a는 전원 인가시 파라미터를 산출하고 기동하는 동작 절차를 도시한 순서도이고, 도 2b는 정지시 동작 절차를 도시한 순서도이다.
- [0034] 먼저, 본 발명의 실시예에서는 MCU(120)가 제1 트랜지스터(TR1)를 온시키기 위한 신호(RL1 ON 명령)를 출력한 후 실제 제1 릴레이 접점(RL1-s)이 연결되어 부하 전원이 온되기까지의 시간을 '오퍼레이팅 타임(To; operating time)'이라고 정의하고, MCU(120)가 제1 트랜지스터(TR1)를 오프시키기 위한 신호(RL1 OFF 명령)를 출력한 후 실제 제1 릴레이 접점(RL1-s)이 차단되어 부하 전원이 오프되기까지의 시간을 '릴리즈 타임(Tr; release time)'이라고 정의한다.
- [0035] 도 2a를 참조하면, 교류전원이 입력되어 DC 전원부(110)에 의해 제어회로에 전원이 공급되면, MCU(120)가 ADC1(122)을 통해 선로 L1의 하이브리드 릴레이 상태 전압을 모니터링한다(S101,S102). 모니터링 결과 일정시간(예컨대, 입력주파수 1주기) 동안 전압이 감지되지 않으면, 제 1 릴레이(RL1), 제 2 릴레이(RL2) 및 트라이액(Q1)이 오프 상태(0V)이므로 오퍼레이팅 타임(To)과 릴리즈 타임(Tr)과 같은 파라미터 산출절차를 수행한다.
- [0036] 오퍼레이팅 타임(To) 파라미터 산출단계(S103)에서는 MCU(120)가 제1 릴레이 온(RL1 ON) 명령을 통해 제1 트랜지스터(TR1)를 턴온시키고, 이후 실제 제1 릴레이의 접점(RL1-s)이 온되어 ADC1(122)의 전압이 Vcc가 되기까지의 시간을 카운트하여 '오퍼레이팅 타임(To)'이라는 파라미터로 내장 메모리에 저장한다.
- [0037] 이어 릴리즈 타임(Tr) 파라미터 산출단계(S104)에서는 MCU(120)가 제1 릴레이 오프(RL1 OFF) 명령을 내리고, 실

제 1 릴레이의 접점(RL1-s)이 오프되어 ADC1(122)의 전압이 0V가 되기까지의 시간을 카운트하여 '릴리즈 타임 (Tr)'이라는 파라미터로 내장 메모리에 저장한다.

[0038] 그리고 제 1, 2 릴레이(RL1, RL2) 및 트라이액(Q1)의 접점 상태가 모두 정상이면, MCU(120)가 시동준비(Ready) 출력 신호용 제2 옵티컬 디바이스(Optical device 2;140)을 온(On)시키고, 기동 준비 상태로 전환한다(S105).

[0039] 기동준비 상태에서 기동 스위치가 온되어 제1 옵티컬 디바이스(Optical device 1;130)의 입력신호(On)가 확인 되면, MCU(120)는 제2 트랜지스터(TR2)를 턴온시켜 제 2 릴레이(RL2)를 여자시키고, ADC1(122)을 통해 입력전압 파형이 감소하는 것을 확인한 후, 하이브리드 릴레이의 단락보호전압(Short circuit protective voltage, 예: 7~12V) 확인시점까지 기다린다(S108). 여기서, 단락보호전압은 단락상태에서의 회로 임피던스를 고려하여 보호 동작 시 트라이액의 급격한 전류비 증가 임계치(dI/dt)기준을 초과하지 않게 미리 설정할 수 있으나 회로 임피던스 확인이 어려울 경우, 트라이액 게이트 전류 인가시간이 입력전압 파형의 영점전압 시점보다 최대한 가까우 나 빠른 시점에 종료되도록 설정한다.

[0040] ADC1(122)을 통해 단락보호전압이 확인되면, MCU(120)는 단락 여부를 확인하기 위해 트라이액 게이트 전류(Gc 1)를 매우 짧은 주기(예, 100μs)에 한해 인가하고, ADC2(124)로 순간적인 전류 상승치를 확인하여 회로 임피던스 또는 정상파형(Full sine wave)에서의 최대전류를 산출한다(S109). 이 때 트라이액 게이트 전류(Gc1)는 부하전류의 위상반전 이 전에 차단하는데, 이 것은 고장전류가 입력전압 사인파형이 수 V 이하인 상태에서는 위상 반전이 발생시점까지 회로 인덕턴스(L)에 의해 지연되는 특성(Time constant(τ) = Inductance(μH) / Resistance(m-ohm)을 이용한 것으로, 부하전류(I)는 다음 수학적 식 1과 같이 계산된다.

수학적 식 1

[0041]
$$I = \frac{V}{R} (1 - e^{-Rt/L})$$

[0042] 예컨대, 단락보호전압(V)=12V, 400V 변압기 저항(R)=5m-ohm, 인덕턴스(L)=0.1mH, 트라이액 게이트전류 인가시간 =100uS, 전류비 상승 임계치 dI/dt = 50A/us 일 경우, 실제 감지전류 I는 다음 수학적 식 2와 같이 12A로 임계치인 50A보다 낮게 된다,

수학적 식 2

[0043]
$$I = \frac{12}{0.005} (1 - e^{-0.005 \cdot 0.0001 / 0.0001}) = 2400 (1 - 0.995) = 12A (<<50A)$$

[0044] 만일 산출된 최대전류(V/R)가 미리 설정된 보호전류치를 초과할 경우, 바로 트립하고 하이브리드 스타터(100)는 OFF 상태를 유지한다(S115,S116). 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스타터(100)를 3상 전동기에서 사용할 경우에는 나중에 자세히 설명하는 바와 같이 2개의 하이브리드 스타터(100-1,100-2)를 사용하므로 제2 옵티컬 디바이스(Optical device 2;140)의 기동준비(Ready) 신호출력을 정지시키고, LED가 소등하면서 위상각이 120도 지연되는 상에 연결된 다른 하이브리드 스타터의 제1 옵티컬 디바이스(Optical device 1(Start/Stop;130)에 정지신호가 입력되게 하여 제 1, 2 하이브리드 스타터(100-1,100-2) 모두 트립 상태를 유지하게 한다.

[0045] 한편, 산출된 최대전류(12A)가 상기 실시예와 같이 미리 설정된 허용전류(50A) 미만일 경우, 영점 전압에서 트라이액 게이트 전류(Tc2)를 짧은 주기 동안 다시 인가하여 트라이액(Q1)을 온시키고, 제1 코일전압 지연시간 (Td1 = T-To, 여기서 'T는 반주기') 후 RL1 ON 명령으로 제1 트랜지스터(TR1)를 턴온시켜 제1 릴레이 코일 (RL1-coil)을 여자시킨다(S111,S112). 만일, 입력전압의 반 주기(T)가 오퍼레이팅 시간(To)보다 작을 경우, 그 차이만큼 먼저 RL1 코일(RL1-coil)을 여자시킨다. 본 발명의 실시예에서는 이해의 편의를 위해 반주기(T)가 오퍼레이팅 타임(To)보다 크거나 같은 것으로 가정한다. 이후 저장된 오퍼레이팅 타임(To)에 따라 반 주기 후 영점전류 근사치에서 부하전류는 트라이액(Q1)에서 제 1 릴레이 접점(RL1-s)으로 전환되어 정상 운전을 시작하게 된다. 이와 같이 영점전류 근사치에서 전환이 이루어지므로 트라이액 전류는 급격한 전류비 감소 임계치 (dI/dt)c를 초과하지 않게 된다.

[0046] 이 때, MCU(120)는 트라이액 전류의 위상반전을 감지하고 있었으므로 차기에는 이전에 비해 영점전류에 가까운

시점에 하이브리드 점점 전환이 이뤄지도록 제1 코일전압 지연시간($Td1=T-To$)을 보정한다(S113).

[0047] 그리고 부하전류 공급이 제 1 릴레이 점점(RL1-s)으로 전환되면, 트라이액을 오프시켜 정상 운전을 시작하게 된다(S114).

[0048] 다른 한편, 트라이액 DC 게이트 전류($Gc3$) 인가시간은 전원부(110)의 소모전력과 상관이 있어 최소화할 필요가 있는데, 삼상전원 연결 시 하이브리드 릴레이의 순차적 상 개입에 의한 전류위상변화(저항부하의 경우 최대 30도 진상, $-T/6$)를 보상하기 위해 입력전압의 반 주기보다 $T/6$ 이전($T - T/6$)시점부터 게이트 전류를 인가하기 시작한다. 그리고 게이트 전류 인가주기는 기계식 릴레이 점점 바운싱(Bouncing)을 고려하여 최소시간을 미리 설정할 수 있다. 단, 모터와 같은 인덕티브 부하의 전류지연 또는 불평형 전류 등을 고려하여 ($T+T/6$) 시점까지 총 $2T/6$ (예컨대, 전원주파수가 60Hz인 경우 2.8ms)시간으로 초기값을 설정할 수 있다. 그러나 잦은 기동 정지가 필요한 현장에 사용되거나 기계식 릴레이의 마모(Mechanical fatigue)로 인해 점점 바운싱(Bouncing) 회수가 증가하는 경우, 트라이액(Q1)의 급격한 전류비 변동은 시간을 두고 반복 누적되고 전기적 특성저하로 이어질 수 있다. 예를 들어, 트라이액에서 기계식으로의 점점 전환 시점이 영점전류위상에서 다소 빠르거나 느려 트라이액 전류 감소비(dI/dt)_c가 임계치를 초과하면 트라이액 전압 변동비(dV/dt)_c의 특성저하로 인해 트라이액은 게이트 전류가 없어도 부하전류 차단 시점까지 강제 온 상태를 유지할 수 있고(False trun on), 정지 시 하이브리드 릴레이의 부하전류 차단 기능이 일시적으로 상실 되어 직렬 연결된 제 2 릴레이(RL2) 점점에 아크가 발생하게 된다. 따라서 MCU(120)는 매 기동 시마다 트라이액 전류의 위상반전을 감지하여 차기에는 이전에 비해 영점전류에 가까운 시점에 하이브리드 점점전환이 이뤄지도록 상기 코일전압 지연시간($T-To$)을 보정하는 것이다.

[0049] 도 2b를 참조하면, 정상운전 중 부하전류를 ADC2(124)를 통해 지속적으로 감지하다가 제1 옵티컬 디바이스(Optical device 1; 130)를 통해 Off 신호(STOP 명령)가 입력되거나 트립(Trip)이 발생되면, MCU(120)는 영점 전류에서 미리 저장된 릴리징 타임(Tr)에 따라 제2 코일전압 지연시간($Td2 = T-Tr$) 이후, RL1 OFF 명령으로 제1 트랜지스터(TR1)를 턴오프시켜 제1 릴레이 코일전원을 차단하고, 이어지는 영점전류에서 부하전류를 제 1 릴레이 점점에서 병렬 연결된 트라이액(Q1)으로 바이패스시키기 위해 영점전류 $T/6$ 이전($T - T/6$)시점부터 ($T+T/6$) 시점까지 총 $2T/6$ 시간동안 게이트 전류($Gc3$)를 인가하여 트라이액(Q1)을 턴 온시키고(S201~S203) 트라이액 전류의 급격한 전류비 증가(dI/dt)를 제한한다(S204). 만일 이 때 트라이액 전류 증가비 (dI/dt)가 임계치를 초과하면 트라이액은 영구적 손상이 발생할 수 있다. 따라서 기동 시와 마찬가지로 제2 코일전압 지연시간($Td2=T-Tr$)을 보정하고, 트라이액(Q1)이 오프되어 트라이액 전류가 차단되면 제2 릴레이(RL2)를 개방한다(S205~S207).

[0050] 한편, 정상운전 중 단락이 발생하여 부하전류가 트라이액 최대전류 임계치를 초과하면, 외부 차단기(MCB)가 동작하고, 부하전류가 안정되는 시점까지(예컨대, 최대 100ms) 기다린 후 트립한다(S211~S214). 따라서 외부 차단기 동작전류는 트라이액 최대전류 임계치 보다 낮아야 한다.

[0051] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 단상 모터에 적용한 예의 동작 타이밍도로서, (A)는 하이브리드 릴레이 점점 전압(H.R contact voltage;ADC1)을 도시한 파형도이고, (B)는 상 전류(Phase current;ADC2)를 도시한 파형도이며, (C)는 트라이액 점점 상태(Triac contact Status;Q1)를 도시한 파형도이고, (D)는 트라이액 게이트 전류(Triac gate current;G)를 도시한 파형도이며, (E)는 제1 릴레이 점점의 상태(Relay contact Status;RL1)를 도시한 파형도이고, (F)는 제1 릴레이 코일의 전압(Relay coil Voltage;RL1)을 도시한 파형도이다.

[0052] 도 3을 참조하면, 전원이 온되면 MCU(120)는 ADC1(122)을 통해 하이브리드 릴레이(HR) 점점의 전압이 감소하는 것을 모니터링하다가 도 3의 (A)와 같이 단락보호전압(Short circuit protective voltage)이 확인되면, 도 3의 (D)와 같이 단락여부를 검출하기 위해 매우 짧은 주기(수십 uS)의 트라이액 게이트 전류($Gc1$)를 인가하고, ADC2(124)로 순간적인 전류 상승치를 확인하여 정상파형(Full since wave)에서의 최대전류를 산출하여 단락여부를 판단한다. 이 때 트라이액 게이트 전류 인가시간은 위상반전이 발생하기 이전에 차단한다.

[0053] 단락이 검출되지 않으면, MCU(120)는 도 3의 (D)와 같이 영점 전압에서 트라이액 게이트 전류($Gc2$)를 짧은 주기 동안 다시 인가하고, 코일전압 지연시간($Td1=T-To$, 여기서 T는 반주기) 후 제1 트랜지스터(TR1)를 구동하여 제1 릴레이 코일(RL1-coil)을 여자시키며, 이에 따라 제1 릴레이 점점(RL1-s)이 도 3의 (E)와 같이 To 시간 후 영점 전류 위치에서 온되게 한다. 이때, 영점전류 이전 $T/6$ 시점에 트라이액 게이트(G)에 전류를 인가한 후 영점전류 이후 $T/6$ 시점까지 지속되게 하여 전원부(110)의 효율을 개선시킨다. 즉, 트라이액(Q1) DC 게이트 전류 인가시간은 전원부 소모전력과 상관이 있어 최소화할 필요가 있는데, 본 발명의 실시예에서는 부하 타입에 따른 순차적 상 개입에 의한 전류위상변화(예컨대, 저항부하의 경우 최대 30도 진상, $-T/6$)를 보상하기 위해 입력전압의 반 주기보다 $T/6$ 이전($T-T/6$)시점부터 게이트 전류를 인가하기 시작한다. 그리고 게이트 전류 최소인가시간은

릴레이 바운싱 시간 또는 모터와 같은 인덕티브 부하의 전류지연 등을 고려하여 (T+T/6) 시점까지 총 2T/6 (예컨대, 전원주파수가 60Hz인 경우 2.8ms)시간으로 초기값을 설정할 수 있다.

- [0054] 이후, 제1 옵티컬 디바이스(Optical device 1;130)를 통해 오프(Off) 신호가 입력되면, MCU(120)는 운전 중 부하전류를 ADC2(124)를 통해 지속적으로 감지하다가 도 3의 (F)와 같이 영점전류에서 릴리즈 타임(Tr)을 뺀 제2 코일전압 지연시간(Td2 = T-Tr) 이후 제1 트랜지스터(TR1)를 턴오프시켜 제1 릴레이 코일전원을 차단하고, 도 3의 (D)와 같이 입력전압의 반주기보다 T/6 이전(T-T/6)시점부터 게이트 전류를 인가하여(T+T/6) 시점까지 총 2T/6(예컨대 전원주파수가 60Hz인 경우 2.8ms)시간 동안 게이트 전류를 유지시킨다.
- [0055] 이에 따라 전동기 정지(STOP)시에도 영점전류에서 제 1 릴레이 접점(RL1-s)에서 병렬 연결된 트라이액(Q1)으로 부하전류를 바이패스시켜 아크 발생과 트라이액 전류의 급격한 전류비 증가(dI/dt)를 제한할 수 있다.
- [0056] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 3상 모터에 적용한 예로서, S상에 제 1 하이브리드 스타터(100-1)가 연결되어 있고, T상에 제 2 하이브리드 스타터(100-2)가 연결되어 있다. 본 발명의 실시예에서는 S상과 T상에 제 1 및 제 2 하이브리드 스타터(100-1,100-2)가 각각 연결된 것으로 설명하나 R, S상 또는 T, R상에 제 1 및 제 2 하이브리드 스타터(100-1,100-2)를 각각 순서대로 연결해도 동작 특성에는 차이가 없다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 3상 전동기(20)의 U권선은 릴레이를 통해 R 상에 연결되고, V권선은 제1 하이브리드 스타터(100-1)를 통해 S 상에 연결되며, W 권선은 제2 하이브리드 스타터(100-2)를 통해 T상에 연결되어 있다. 또한 하이브리드 스타터(100)를 3상에 사용할 경우에는 제1 하이브리드 스타터(100-1)의 옵티컬 디바이스 2(140)의 출력이 제2 하이브리드 스타터(100-2)의 옵티컬 디바이스 1(130)의 입력으로 연결되고, 제2 하이브리드 스타터(100-2)의 옵티컬 디바이스 2(140)의 출력이 제1 하이브리드 스타터(100-1)의 옵티컬 디바이스 1(130)의 입력으로 연결되어 어느 하나의 하이브리드 스타터가 트립될 경우 다른 하이브리드 스타터도 트립되어 제1 하이브리드 스타터(100-1)와 제2 하이브리드 스타터(100-2)가 모두 트립될 수 있도록 되어 있다.
- [0058] 즉, 제1 하이브리드 스타터(100-1)에서 산출된 최대전류가 미리 설정된 보호전류를 초과할 경우, 제1 하이브리드 스타터(100-1)는 트립됨과 아울러 OFF 상태로 전이되면서 제2 옵티컬 디바이스(Optical device 2;140)의 기동준비(Ready) 신호출력을 정지시키고, LED가 소등되면서 위상각이 120도 지연되는 상에 연결된 제 2 하이브리드 스타터(100-2)의 제1 옵티컬 디바이스(Optical device 1;130)에 트립(Off)신호가 입력되게 한다. 이에 따라 제 1, 2 하이브리드 스타터(100-1,100-2)는 모두 트립 상태로 전이된다.
- [0059] 이와 같이 제1 하이브리드 스타터(100-1)와 제2 하이브리드 스타터(100-2)의 동작은 어느 하나의 하이브리드 스타터에서 트립이 발생할 경우, 다른 하이브리드 스타터도 함께 트립시킨다는 점을 제외하고는 앞서 설명한 단상 실시예의 하이브리드 스타터(100)의 동작과 동일하므로 더 이상의 설명은 생략하기로 한다.
- [0060] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 3상 모터에 적용한 예의 정상 동작시 동작 타이밍도로서, (A)는 S상과 T상의 전류 파형을 도시한 것이고, (B)는 제1 하이브리드 스타터의 트라이액 접점 상태를 도시한 것이며, (C)는 제1 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이고, (D)는 제1 하이브리드 스타터의 제1 릴레이 접점의 상태를 도시한 것이다. 또한 (E)는 제2 하이브리드 스타터의 트라이액 접점 상태를 도시한 것이고, (F)는 제2 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이며, (G)는 제2 하이브리드 스타터의 제1 릴레이 접점의 상태를 도시한 것이다.
- [0061] 도 5를 참조하면, 제1 하이브리드 스타터(100-1)와 제2 하이브리드 스타터(100-2)는 단락보호전압이 감지되면, 매우 짧은 주기의 제1 게이트 전류(Gc1)를 인가하여 단락여부를 체크한 후 시동시 단락이 발생되지 않을 경우에는 바로 이어서 매우 짧은 주기의 제2 게이트 전류(Gc2)를 인가하여 영점전압에서 스위칭이 이루어지게 하고, 반주기(T)보다 T/6 앞서 게이트 전류(Gc3)를 인가한 후 반주기(T)보다 T/6 이후까지 인가하여 게이트 전류(Gc3)의 주기가 2T/6가 되게 한다.
- [0062] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 직입 기동용 하이브리드 스타터를 3상 모터에 적용한 예의 단락 기동시 동작 타이밍도로서, (A)는 S-R 단락(S-R shorted), T-R 단락(T-R shorted), S-T 단락(S-T shorted)에 의한 트립시 전류 파형을 도시한 것이고, (B)는 S-R 단락(S-R shorted)시 제1 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이며, (C)는 S-R 단락(S-R shorted)시 제2 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이다. (D)는 T-R 단락(T-R shorted)시 제1 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이고, (E)는 T-R 단락(T-R shorted)시 제2 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이다. 또한 (F)는 S-T 단락(S-T shorted)시 제1 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이고,

(G)는 S-T 단락(S-T shorted)시 제2 하이브리드 스타터의 트라이액 게이트 전류 파형을 도시한 것이다.

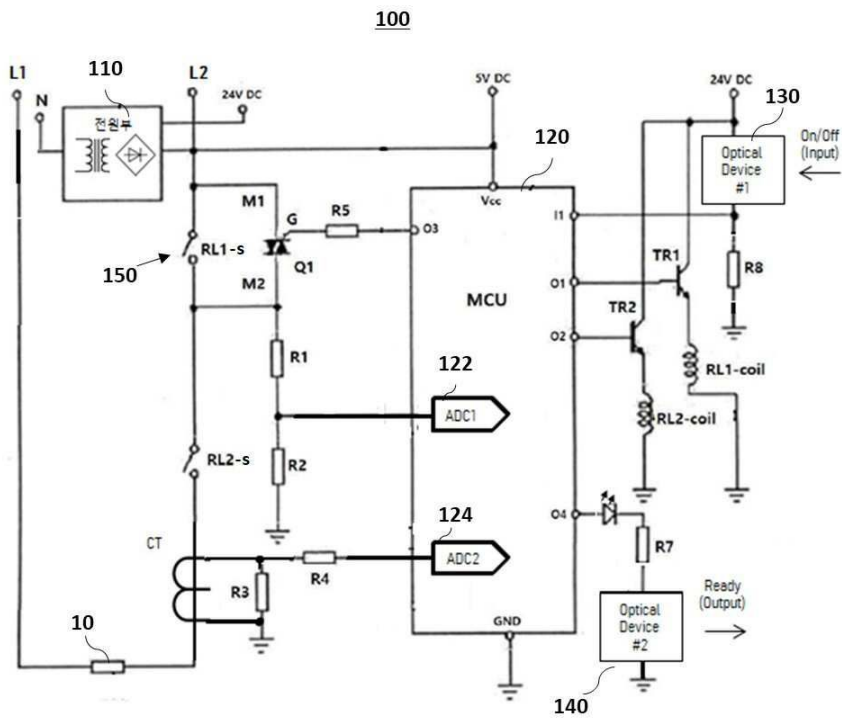
- [0063] 도 6을 참조하면, 제1 하이브리드 스타터(100-1)는 S 상에 연결되어 있고, 제2 하이브리드 스타터(100-2)는 T 상에 연결되어 있다.
- [0064] S-R 단락(S-R shorted)시 제1 하이브리드 스타터(100-1)는 도 6의 (B)와 같이 트라이액 게이트 전류(Gc1)를 통해 S-R 단락을 검출하게 되고, 이에 따라 제1 하이브리드 스타터(100-1)가 트립되면서 제2 옵티컬 디바이스(140)-제1 옵티컬 디바이스(130) 간의 트립 신호 전달을 통해 제2 하이브리드 스타터(100-2)도 트립시킨다.
- [0065] T-R 단락(T-R shorted)시 제1 하이브리드 스타터(100-1)는 도 6의 (D)와 같이 트라이액 게이트 전류(Gc1)를 통해 단락을 검출하지 못해 트라이액 게이트 전류(Gc2)를 인가하게 되나 제2 하이브리드 스타터(100-2)가 도 6의 (E)와 같이 트라이액 게이트 전류(Gc1)를 통해 T-R 단락을 검출하게 되고, 이에 따라 제2 하이브리드 스타터(100-2)가 트립되면서 제2 옵티컬 디바이스(140)-제1 옵티컬 디바이스(130) 간의 트립 신호 전달을 통해 제1 하이브리드 스타터(100-1)도 트립시킨다.
- [0066] S-T 단락(S-T shorted)시 제1 하이브리드 스타터(100-1)는 도 6의 (F)와 같이 트라이액 게이트 전류(Gc1)를 통해 단락을 검출하지 못해 트라이액 게이트 전류(Gc2)를 인가하게 되나 제2 하이브리드 스타터(100-2)가 도 6의 (G)와 같이 트라이액 게이트 전류(Gc1)를 통해 S-T 단락을 검출하게 되고, 이에 따라 제2 하이브리드 스타터(100-2)가 트립되면서 제2 옵티컬 디바이스(140)-제1 옵티컬 디바이스(130) 간의 트립 신호 전달을 통해 제1 하이브리드 스타터(100-1)도 트립시킨다.
- [0068] 이상에서 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

부호의 설명

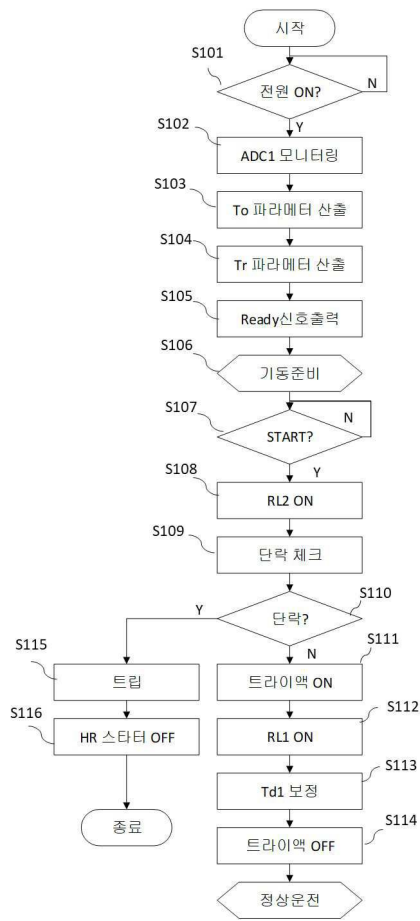
- [0070] 10: 단상 부하 20: 3상 부하
- 100, 100-1, 100-2: 하이브리드 스타터 110: 전원부
- 120: 마이크로 컨트롤 유닛(MCU) 122: ADC1
- 124: ADC2 130: 제1 옵티컬 디바이스
- 140: 제2 옵티컬 디바이스 150: 하이브리드 릴레이

도면

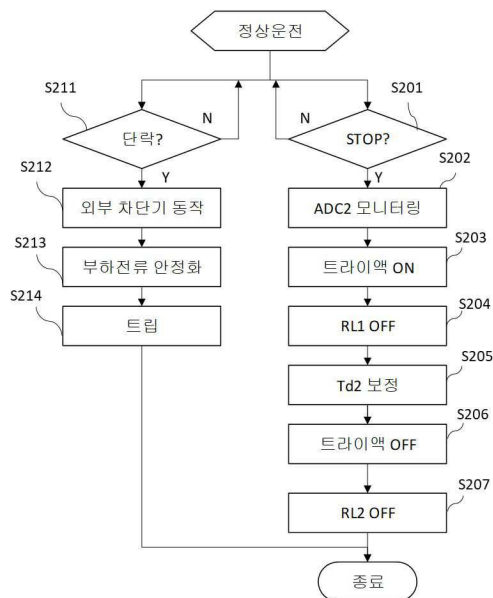
도면1



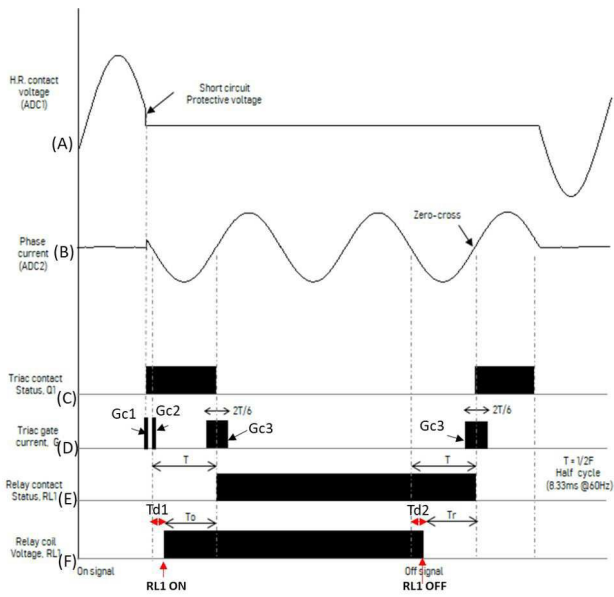
도면2a



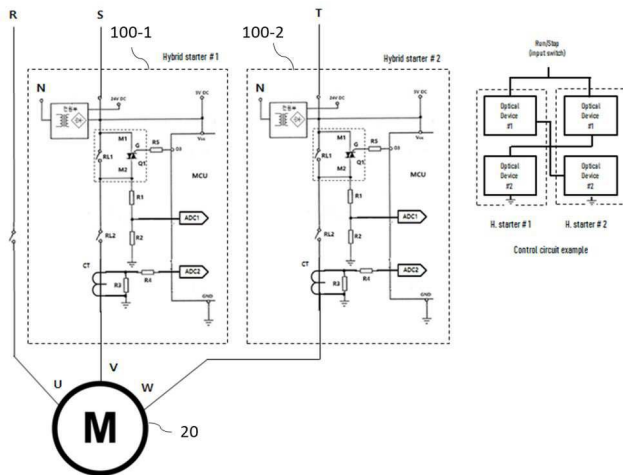
도면2b



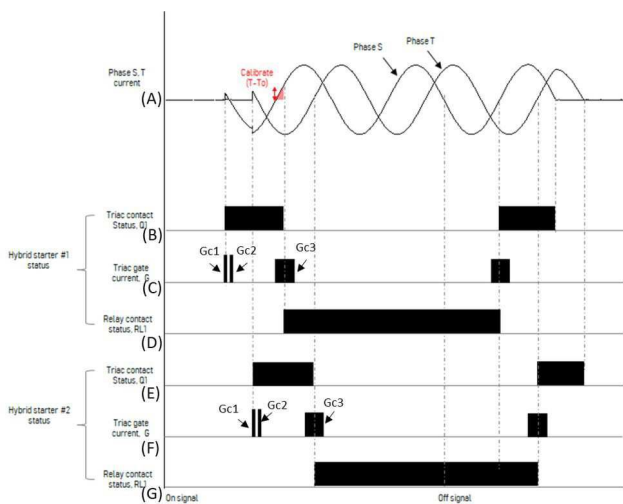
도면3



도면4



도면5



도면6

