(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월12일
(11) 등록번호 10-1200033
(24) 등록일자 2012년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02H 7/06 (2006.01) *H02P 9/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0089061
(22) 출원일자 2011년09월02일
심사청구일자 2011년09월02일
(56) 선행기술조사문헌
JP2000156936 A
KR100961171 B1

(73) 특허권자
한국전력공사
서울특별시 강남구 영동대로 512 (삼성동)
(72) 발명자
김정운
대전광역시 유성구 전민로 71, - 107동 406호 (전민동, 삼성푸른아파트)
전명렬
대전광역시 유성구 배울1로 13, 대우푸르지오 21 2동 1501호 (관평동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이상목, 강철중, 조영신, 이범일, 김윤배

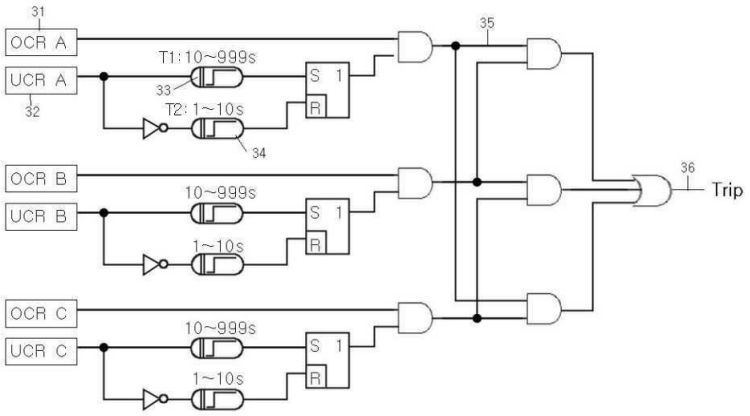
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 김호진

(54) 발명의 명칭 **발전기 비동기투입 보호장치**

(57) 요 약

본 발명은 발전기를 전력계통에 병입 시 비동기투입으로 인해 발생되는 고장전류를 제거하여 전력설비를 보호하기 위한 발전기 비동기투입 보호장치에 관한 것으로, 전류가 없는 상태 또는 아주 작은 전류 이하에서 동작되는 저전류 계전기의 출력 신호를 설정된 시간 동안 지속적으로 출력되도록 하는 신호와 비동기 고장전류에 의해 동작되는 과전류 계전기의 출력신호를 앤드 로직신호로 구성하고, 상기 출력신호를 단상 또는 3상으로 적절하게 구성하여 록아웃 계전기(Lock-out-Relay)에 인가되도록 설계 제작된 발전기 비동기투입 보호장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

안성균

대전광역시 유성구 문지로 105, 한전전력연구원 엔지니어링센터 (문지동)

최문규

대전광역시 유성구 전민로 71, - 108동 403호 (전민동, 삼성푸른아파트)

허민철

대전광역시 유성구 배울2로 78, 운암네오미아 601동 804호 (관평동)

특허청구의 범위

청구항 1

발전기를 전력계통에 병입시 비동기투입으로 인해 발생되는 고장전류를 제거하여 전력설비를 보호하기 위한 발전기 비동기투입 보호장치에 있어서,

발전기 비동기투입 시 전류가 없는 상태 또는 설정된 전류 이하에서 동작되는 저전류 계전기의 동작신호를 설정된 시간동안 지속하여 신호를 출력하기 위한 시지연소자 T1 및 시지연소자 T2;

과전류계전기를 이용하여 과전류 발생 여부를 검출하기 위한 CT 센서; 및

설정된 시간동안 지속하여 출력되는 저전류 신호와 과전류계전기에서 출력되는 신호를 입력신호로 하여 앤드 논리회로로 구성하되,

앤드 논리회로를 단상 또는 3상으로 구성함을 특징으로 하는 발전기 비동기투입 보호장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

비정상적인 신호유입에 의해 순간적으로 저전류 요소가 동작하여 비동기투입 보호장치가 오동작하는 것을 방지하기 위하여, 설정된 시간동안 저전류 출력신호를 지속적으로 저지하다가 출력되도록 하기 위한 시지연소자 T1을 구비한 발전기 비동기투입 보호장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 앤드 논리회로의 최종 출력신호는 3상중 2상 이상이 로직신호 1 이 출력되면 출력 릴레이를 통해 차단기를 트립시키도록 구성됨을 특징으로 하는 발전기 비동기투입 보호장치.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 시지연소자 T2는 저전류 복귀신호를 1초~10초 사이에서 설정된 시간동안 저지하여 저전류 출력 신호가 설정된 시간동안 지속적으로 출력되도록 구성됨을 특징으로 하는 발전기 비동기투입 보호장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 시지연소자 T1은 10초~999초 사이에서 설정된 시간동안 지연되도록 구성됨을 특징으로 하는 발전기 비동기투입 보호장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 앤드논리회로에서 시지연소자 T1은 R-S 플리플롭의 S단자에 연결되며, 상기 시지연소자 T2는 R-S 플리플롭의 R단자에 연결되도록 구성하고, 상기 시지연소자 T2 전단에는 인버터 소자가 설치된 구성됨을 특징으로 하는 발전기 비동기투입 보호장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 CT 센서는 변압기 여자돌입전류에 의한 오동작을 방지하기 위하여 발전기 측에 설치 사용함을 특징으로 하는 발전기 비동기투입 보호장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 발전기를 전력계통에 병입 시 비동기투입으로 인해 발생되는 고장전류를 제거하여 전력설비를 보호하기 위한 발전기 비동기투입 보호장치에 관한 것으로, 전류가 없는 상태 또는 아주 작은 전류 이하에서 동작되는 저전류 계전기의 출력 신호를 설정된 시간 동안 지속적으로 출력되도록 하는 신호와 비동기 고장전류에 의해 동작되는 과전류 계전기의 출력신호를 앤드 로직신호로 구성하고, 상기 출력신호를 단상 또는 3상으로 적절하게 구성하여 록아웃 계전기(Lock-out-Relay)에 인가되도록 설계 제작된 발전기 비동기투입 보호장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 발전기를 계통에 연계하기 위해서는 전력계통과 발전기 간의 전압, 주파수, 위상 등 여러 가지 요소들이 정확하게 일치된 상태에서 계통 병입 되어야 한다.

[0003] 그러나 이러한 요소들이 정확하게 일치되지 않으면 발전기 측으로 큰 고장전류가 유입되어 발전기 및/또는 변압기 등의 전력설비가 소손된다.

[0004] 비동기 고장시 보호장치와 관련된 종래기술은 계통병입 차단기의 접점감시와 고장전류를 통해 확인하였으며, 보다 구체적으로, a) 비동기 고장을 가정할 경우에는 계통병입 차단기가 투입되는 순간(차단기 상태 변화) 고장전류가 발생하는데 이때 차단기 접점변화를 설정된 시간동안 출력되는 신호와 고장전류 신호를 감지하여 차단기를 트립(Trip)시켜 고장을 제거하고 설비를 보호한다. b) 차단기 투입(Close)시 상태변화 감시용 보조접점 동작시간은 일정시간 지연되며 이로 인해 보호장치의 순시동작이 지연되어 전력설비 소손우려와 설비수명이 감소하는 문제점이 있다. c) 차단기의 보조접점은 시간이 지날수록 노후로 인해 부동작 또는 오동작 가능성이 있어 본 보호장치의 신뢰성을 저해하는 문제점이 있다.

[0005] 본 발명은 이를 방지하기 위해 비동기고장 발생시 차단기 접점의 지연동작 또는 오? 부동작 우려가 있는 차단기 접점 사용을 배제하고, 전류요소만을 이용하여 종래기술의 문제점을 해결하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하려는 과제는 발전기 단자로부터 전류를 입력받아 계통병입 순간 비동기 고장이 발생할 경우에, OCR 및 UCR을 이용한 비동기투입 보호알고리즘을 적용하여 고장을 신속하게 제거함으로써 전력설비를 보호하고 전력계통을 안전하게 운전할 수 있도록 하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명 과제의 해결 수단은 발전기를 전력계통에 병입시 비동기투입으로 인해 발생되는 고장전류를 신속하게 제거하여 전력설비를 보호하기 위한 것으로, 발전기 비동기투입 시 전류가 없는 상태 또는 설정된 값(아주 작은 전류) 이하에 동작되는 저전류 계전기의 신호를 설정된 시간동안 지속하여 출력시키는 시지연소자와, 과전류 계전기의 동작에 의해 출력되는 신호를 앤드 로직회로(AND Logic)로 구성한 비동기투입 보호장치를 구현하는데 있다.

[0008] 본 발명 과제의 또 다른 해결 수단은 통상 계통병입 순간 전류는 초기부하 설정 값(2~4%)만큼 전류가 흐르게 되며, 비동기 투입 시는 매우 큰 고장전류가 발생하게 되는 데 이러한 현상을 정확히 감지할 수 있도록 구성된 발전기 비동기투입 보호장치를 구현하는데 있다.

[0009] 본 발명 과제의 또 다른 해결 수단은 대용량 발전기의 계통병입시 전압, 전류 등의 실측자료 분석과, 비동기 고장사례 분석 및 RTDS(Real Time Digital Simulator) 시뮬레이션을 통해 저전류계전기와 과전류계전기의 동작을 위한 설정(Setting)값과 시 지연소자에 의하여 지연시켜야 할 설정(Setting)값을 설정하고, 앤드로직회로 구성시에 3상중 2상 이상이 동작되면 최종 발전기 차단기 트립(Trip) 신호가 송출되도록 구성된 발전기 비동기투입 보호장치를 구현하는데 있다.

발명의 효과

[0010] 발전기 계통병입 시 동기계전기의 불량이나, 동기회로 구성오류 등의 문제로 인해 비동기투입이 간혹 발생하고 있다. 일단 비동기 투입이 발생하면 큰 고장전류로 인해 주변압기의 탱크파열, 권선소손 및 터빈 축 비틀림 등 전력설비 소손과 발전정지에 의한 경제적 손실이 막대하다.

[0011] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위하여 발전기 단자로부터 측정된 UCR과 계통병입 순간 비동기 고장이 발생시 나타나는 OCR을 이용하여 발전기가 비동기 상태에서 투입되더라도 저전류와 과전류계전기 출력신호를 이용하여 고장을 신속하게 제거함으로 안전하게 발전기를 운전할 수 있는 유리한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 발전소 계통 구성과 비동기투입시 고장전류를 개략적으로 도시한 것이다.

도 2는 본 발명이 적용되는 일반적인 발전소의 구성도를 나타낸 것이다

도 3은 본 발명에 따른 로직회로 구성도를 나타낸 것이다.

도 4는 비동기투입 보호계전기의 CT 센서 사용 구성도이다.

도 5는 본 발명에 사용된 비동기 고장전류를 캡쳐한 화면이다.

도 6은 본 발명에 따른 비동기투입보호 알고리즘을 적용한 보호계전기의 표시부 화면을 캡쳐한 것이다.

<도면부호에 대한 간단한 설명>

21 : 345kV 모선의 Tie 차단기

22: 345kV 모선의 #2 BUS측 차단기

23: GCB(Generator circuit breaker)

24: 발전기 단자 CT(Current Transformer)

31: OCR A(A상 Over Current Relay)

32: UCR A(A상 Under Current Relay)

33: 발전기 정지시 UCR 동작시 지연출력을 위한 시지연소자

34: 발전기 병입시 UCR 동작신호가 지연복귀를 위한 시지연소자

35: 발전기 비동기투입 고장을 감지하는 알고리즘 출력신호

36: 발전기 비동기투입 고장 감지 알고리즘이 3상중 2상 이상 동작시 출력신호 생성함

41, 42: 비동기투입 보호장치의 CT 센서 설치 위치

51: 발전기 비동기투입 보호계전기

52: 발전기 비동기투입 보호계전기 디스플레이 화면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 살펴본다.

[0014] 본 발명은 계통병입 순간을 CT(Current Transformer)의 전류변화를 감지하여 검출 확인한다. 발전기 운전이 정지되면 발전기 단자전류는 “0” 이 되어 UCR이 동작한다. UCR이 동작되면 시지연소자에 의해 일정시간 후 플리플롭이 세트(SET) 되어 로직신호 1 이 출력된다.

[0015] 이 상태에서 계통병입 순간 비동기 고장이 발생하면, 고장전류에 의해 OCR이 동작된다. 이때 OCR신호와 UCR신호가 동시에 동작되면 차단기가 트립(Trip)되어 전력설비의 소손을 방지하도록 구성되어 있다.

[0016] 발전기가 정상운전 중 고장이 발생했다면 고장전류로 인해 OCR은 동작하지만 사전에 부하전류에 의해 UCR은 복귀되고, 이 신호는 플리플롭을 리세트(RESET)시켜 트립신호 출력을 저지하도록 구성되었음으로 비동기 보호장치는 동작하지 않는다.

[0017] 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 발전기 비동기투입 보호장치는 비동기투입 시 전류가 없는 상태 또는 설정된

값(아주 작은 전류) 이하에 동작되는 저전류 계전기의 동작신호를 설정된 시간후에 출력되는 시지연소자 T1를 통해 동작하는 플리플롭(R-S)의 세트(Set) 출력신호와, 과전류 계전기 동작에 의한 출력신호를 입력신호로 하는 앤드 로직회로가 포함된 발전기 비동기투입 보호 알고리즘으로 구성하되, 상기 앤드 로직회로를 단상 또는 3상으로 적절하게 구성하여 록아웃 계전기를 동작시키도록 구성되어 있다. 본 발명에 따른 구체적인 실시 예를 살펴본다.

[0018] <실시 예>

[0019] 본 발명에 따른 구체적인 실시 예를 도면에 기초하여 살펴본다.

[0020] 도 1은 계통과 발전기의 개략적인 구성과 비동기투입시 고장전류를 도시한 것이다.

[0021] 도 2는 본 발명이 적용되는 일반적인 발전소 구성과 비동기보호를 위한 전류감지용 CT(24)를 나타내고 있다.

[0022] 통상 계통병입 시는 발전기 단자전압 확립 후 1차 계통의 00CB(21) 또는 72CB(22)를 먼저 투입하고 최종적으로 GCB(23)을 투입함으로서 계통병입이 이루어진다. 이때 00CB(21) 또는 72CB(22)를 투입 시 변압기에는 여자돌입전류가 발생되며 여자돌입전류에 의하여 보호계전기가 오동작하는 문제점이 있다. 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위한 기술적 구성을 구비하고 있다.

[0023] 본 발명에서는 전류를 감지하는 CT 센서(24)를 발전기 측에 설치 사용함으로서 변압기 여자돌입전류에 의한 오동작을 방지할 수 있다. 왜냐하면 변압기가 가압될 때는 GCB(23)가 오프(off)된 상태임으로 발전기 측에는 전류가 흐르지 않는다.

[0024] 도 3은 본 발명에 따른 발전기 비동기투입 보호 알고리즘이 적용된 로직회로 구성도를 나타낸 것이다.

[0025] 본 발명은 계통병입 순간 감시를 CT센서의 전류변화를 이용하여 확인한다. 발전기가 운전 정지되면 발전기 단자전류는 "0"이 되어 UCR(under current relay)이 동작한다. UCR이 동작되면 시지연소자 T1에 의해 설정된 시간후 플리플롭이 세트(SET)되어 로직신호 1 이 출력된다.

[0026] 발전기 계통병입 시 비동기투입을 가정하면 큰 고장전류로 인해 발전기 비동기투입 보호장치의 OCR A(31) 요소가 동작되고, UCR A(32) 요소는 초기에 저전류로 동작하고 있다가 복귀되지만, 시지연소자 T2(34, Timer)에 의해 1초 내지 10초 사이에서 설정된 시간동안 플리플롭을 통해 UCR 신호가 지속적으로 출력됨으로, OCR신호와 UCR신호가 동시에 출력되어 앤드 로직에 연결되고 B상과 C상도 동일한 알고리즘으로 구성된다.

[0027] 상기의 앤드 로직 출력신호는 3상중 2상 이상이 로직 1 신호가 출력되면 도 3의 앤드 로직회로의 최종 출력신호는 록아웃 릴레이(Lock out Relay)를 통해 차단기를 트립(Trip)시키도록 구성되어 있다.

[0028] 발전기 정상운전 중 외부고장이 발생했다면, 고장전류로 인해 OCR이 동작될 수 있지만, 사전에 부하전류에 의해 UCR은 복귀되고, 이 신호는 플리플롭을 리세트(RESET)시켜 트립을 위한 앤드로직회로의 출력신호가 '0' 이 되어 발전기 비동기 보호장치는 동작하지 않는다.

[0029] 종래기술은 계통병입 순간을 차단기 접점 감시를 통해 확인하였으며, 보다 구체적으로, a) 비동기 고장을 가정할 경우에는 계통병입 차단기가 투입되는 순간(차단기 상태 변화) 고장전류가 발생하는데 이때 차단기 접점변화를 설정된 시간동안 출력되는 신호와 고장전류 신호를 감지하여 차단기를 트립(Trip)시킨다. b) 차단기 투입(Close)시 상태변화 감시용 보조접점 동작시간은 일정시간 지연되며 이로 인해 보호장치의 순시동작이 지연되어 전력설비 소손 우려와 설비수명이 감소하는 문제점이 있다. c) 차단기의 보조접점은 시간이 지날수록 노후로 인해 부동작 또는 오동작하는 경우가 있어 보호장치의 신뢰성을 저해하는 문제점이 있다.

[0030] 이러한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 기술적 구성을 구체적으로 살펴본다. 비동기투입으로 인한 고장사례와 RTDS(real time digital simulator) 시뮬레이션을 통해 분석한 결과 비동기 고장전류는 도 5에서와 같이 초기에 고장전류가 가장 크게 나타남으로 신속하게 고장전류를 감지하여 순시로 고장을 제거하여야 한다.

[0031] 이러한 신속성을 충족하기 위해서 본 발명에서는 도 2의 회로도와 같이 CT센서를 사용하여 전류만을 취득하여 고장을 판별함으로서 신속하고 정확하게 고장을 감지하고, 순시트립(5Cycle 이내)이 가능하도록 구성하였다.

[0032] 도 3에서, UCR 신호와 관련하여, 상기 시지연소자 T1은 R-S 플리플롭의 S단자에 연결되며, 상기 시지연소자 T2는 R-S 플리플롭의 R단자에 연결되도록 구성하고, 상기 시지연소자 T2 전단에는 인버터 소자가 설치된 구성으로 이루어져 있다.

[0033] 시지연소자 T1(33, Timer)은 정상 운전 중 어떤 원인에 의해 순간적으로 저전류 요소가 동작되어 비동기투입 보

호장치가 오동작하는 것을 방지하기 위하여 사용되었으며, 설정된 시간동안 저전류 출력신호를 시지연소자를 통해서 저지한다.

[0034] 보호장치와 관련하여 OCR(과전류계전기) 요소는 발전기 병입 시 발전기의 정격전류 이상 흐르지 않으므로 정격전류에서 동작하지 않도록 그 이상의 값(1.0배 ~ 1.5배)으로 설정하는 것이 바람직하다.

[0035] UCR(저전류 계전기) 요소의 저전류 설정 값은 통상 발전기가 정지되어 있으면 전류는 0[A]이나 주위 전자계 영향으로 약간 있을 수 있는 정도이므로 발전기 병입시 초기 부하전류 이하 값으로 설정하는 것이 바람직하다.

[0036] 시지연소자 T1(33)은 발전기 정지 후 충분한 시간여유를 위해 충분한 시간으로 10초~999초로 설정하고, 시지연소자 T2(34)는 1~10초 사이의 값으로 설정하는 것이 바람직하다.

[0037] 도 4는 전류감지를 위해 CT 센서가 설치되는 위치를 나타낸 것이다.

[0038] 본 발명에 따른 CT 센서는 발전기 측의 것을 사용하여야 하며, 발전기 양단(41, 42) 어느 쪽을 사용해도 무방하다.

[0039] 도 5는 본 발명에 사용된 비동기 고장전류를 캡쳐한 화면이며, 초기에 전류가 가장 큼을 알 수 있다.

[0040] 도 6은 비동기투입보호 알고리즘을 적용한 보호계전기의 표시부의 화면을 캡쳐한 것이다.

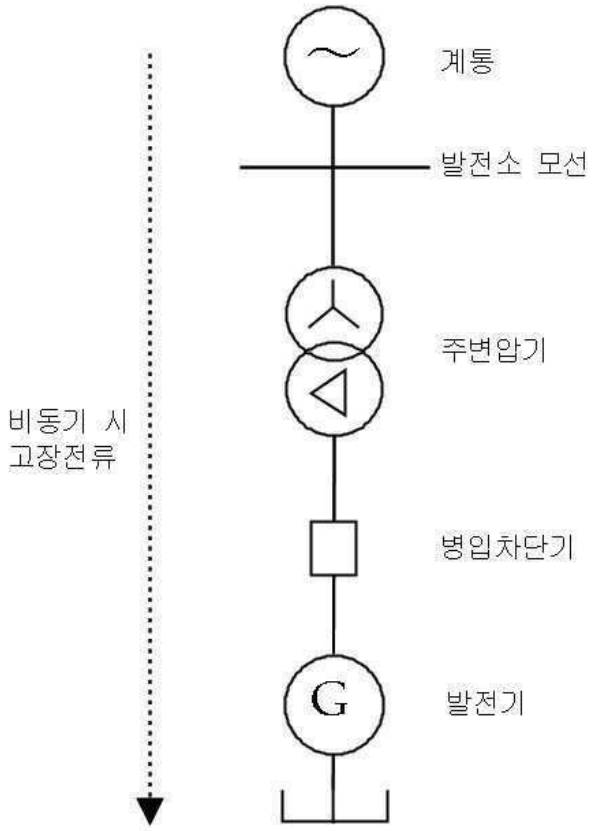
[0041] 비동기투입보호 알고리즘과 관련하여 발전소 계통병입 시 실계통 자료를 취득, 분석하고 RTDS(Real Time Digital Simulator) 시뮬레이션을 통해 비동기 보호 알고리즘의 신뢰성을 검증 후 보호계전기를 설계 제작하였다.

산업상 이용가능성

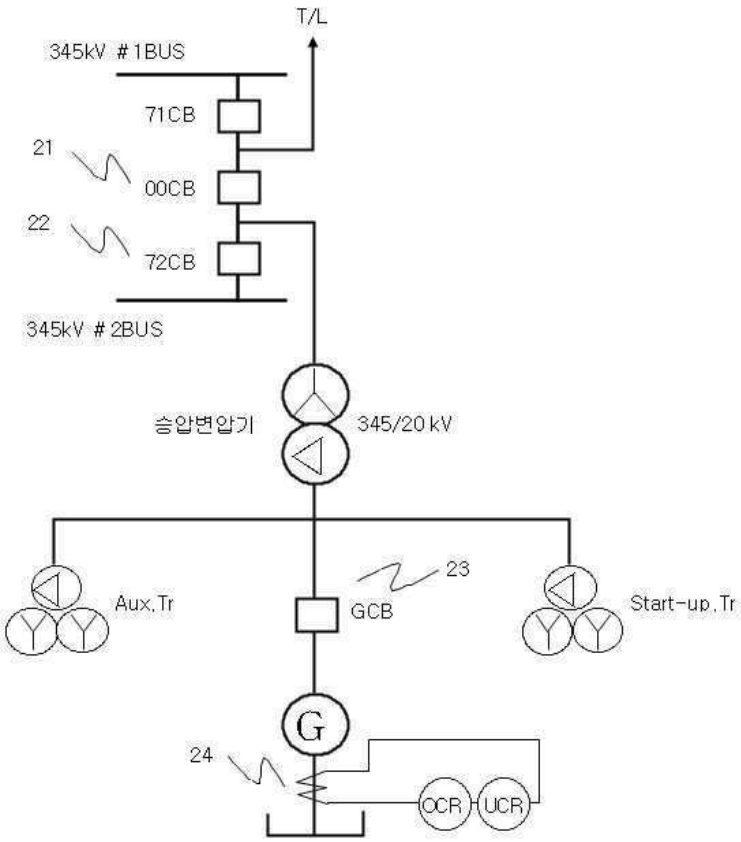
[0042] 본 발명은 발전기를 전력계통에 병입시 비동기투입으로 인해 발생되는 고장전류를 제거하여 전력설비를 보호하기 위한 보호장치에 관한 것으로, 발전기 비동기투입 시 전류가 없는 상태 또는 아주 작은 전류 이하에 동작되는 저전류 계전기의 동작신호를 설정된 시간 동안 지속하여 출력되는 신호와 과전류계전기 동작에 의한 출력신호를 입력으로 하는 앤드 로직신호로 구성된 발전기 비동기투입 보호 알고리즘이 적용되고, 상기 출력신호를 단상 또는 3상을 적절하게 구성하여 록아웃 계전기에 인가 되도록 구성된 발전기 비동기투입 보호장치를 제공하여 발전설비를 보호할 수 있으므로 산업상 이용가능성이 높으며, 평택기력발전소 적용(11년7월)을 시작으로 국내 발전소에 적용될 예정이다.

도면

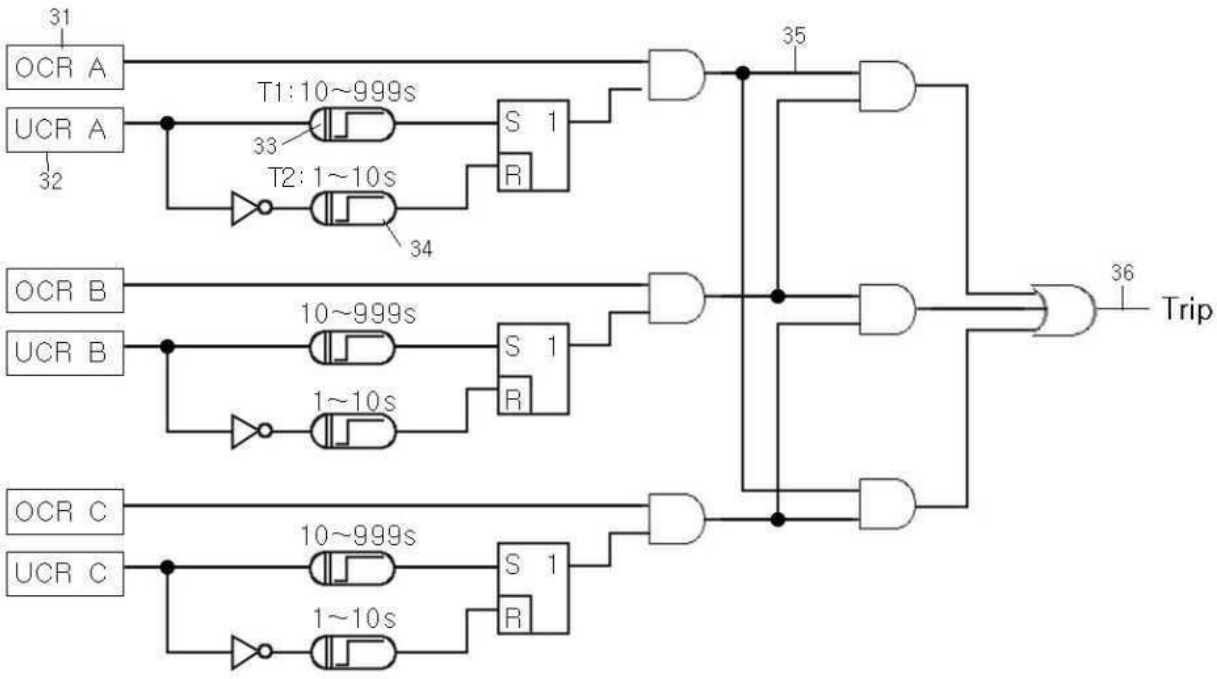
도면1



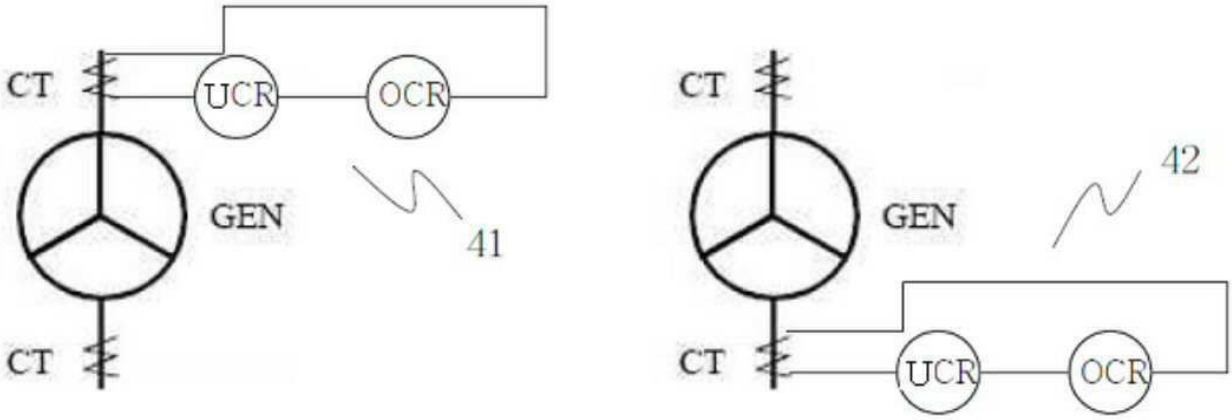
도면2


T/L
345kV #1BUS
71CB
21
00CB
22
72CB
345kV #2BUS
승압변압기
345/20 kV
Aux.Tr
23
GCB
Start-up.Tr
G
24
OCR
UCR

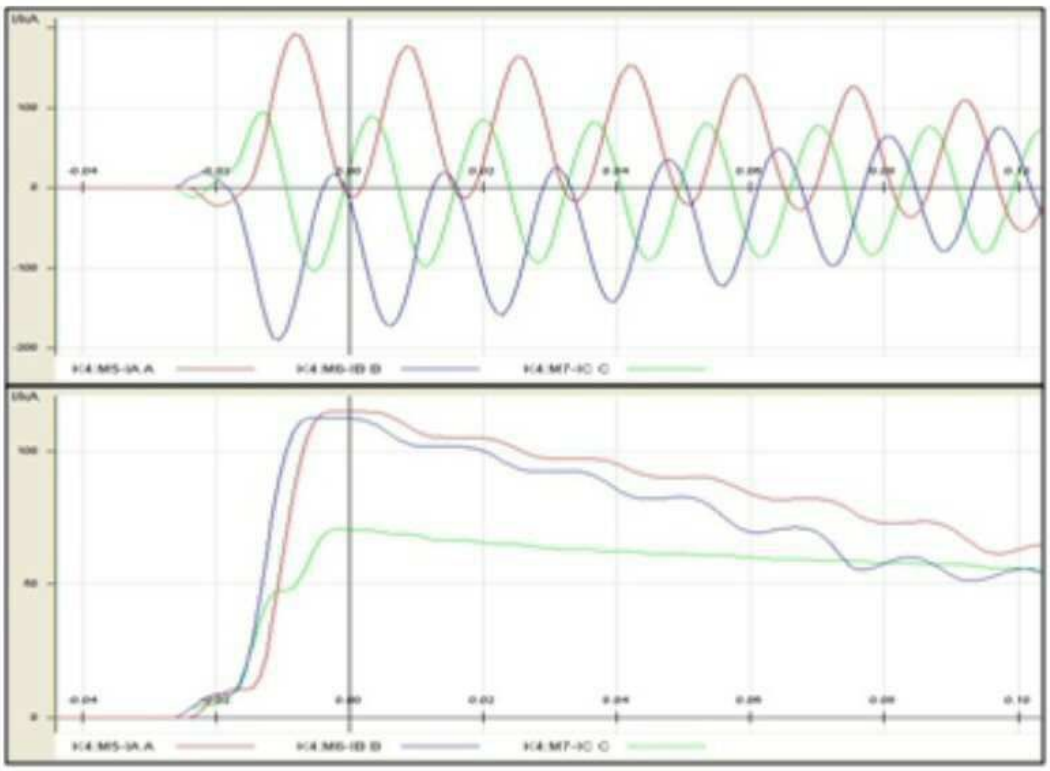
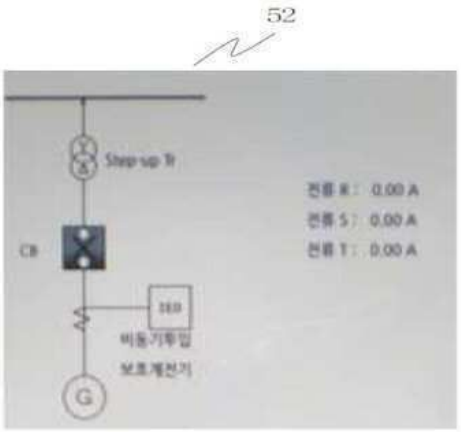
도면3


31
OCR A
UCR A
32
T1: 10~999s
33
T2: 1~10s
34
S 1
R
35
OCR B
UCR B
10~999s
1~10s
OCR C
UCR C
36
Trip

도면4



도면5



도면6