



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0102878
(43) 공개일자 2008년11월26일

(51) Int. Cl.

H02P 25/16 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0049900

(22) 출원일자 2007년05월22일

심사청구일자 2007년05월22일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이상빈

서울특별시 강남구 논현동 229-15 동천 테라스 502호

윤장호

서울특별시 노원구 상계7동 주공아파트 611동 702호

(74) 대리인

김정식

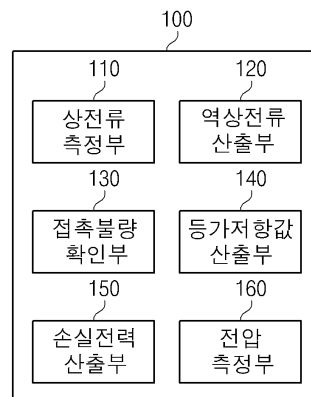
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치,방법, 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한프로그램을 기록한 매체

(57) 요약

3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치, 방법, 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 매체가 개시된다. 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치는 상전류 측정부, 역상 전류 산출부, 및 접촉 불량 검출부를 포함한다. 상전류 측정부는 3상 교류 전동기의 상전류를 측정하고, 역상 전류 산출부는 측정된 상전류를 이용하여 역상 전류 산출하며, 접촉 불량 검출부는 역상 전류가 존재하는 경우 역상 전류와 소정의 대응관계에 있는 상전류의 상을 접촉 불량이 발생한 상으로 확인한다. 이러한 구성에 의해 전동기를 멈추지 않고 기기의 운전 중에 접촉 불량 검출을 수행할 수 있으며, 많은 계산량을 요구하지 않으면서도 간단하게 접촉 불량 존재 여부뿐만 아니라 접촉 불량 위치까지 확인할 수 있게 된다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

3상 교류 전동기의 상전류를 측정하는 상전류 측정부;

상기 측정된 상전류를 이용하여 역상 전류 산출하는 역상 전류 산출부; 및

상기 역상 전류가 존재하는 경우 상기 역상 전류와 소정의 대응관계에 있는 상전류의 상을 접촉 불량에 발생한 상으로 확인하는 접촉 불량 확인부를 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 역상 전류와 상전류를 이용하여 상기 접촉 불량에 의한 증가 저항값을 산출하는 증가 저항값 산출부를 더 포함하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 상전류와 상기 증가 저항값을 이용하여 상기 접촉 불량에서 발생하는 손실 전력을 산출하는 손실 전력 산출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치.

청구항 4

3상 교류 전동기 전원의 중성점과 3상 교류 전동기의 중성점 사이의 전압을 측정하는 전압 측정부;

상기 전압이 존재하는 경우 상기 3상 교류 전동기의 상전류를 측정하는 상전류 측정부; 및

상기 측정된 전압과 동일한 위상각을 가지는 상전류 상을 접촉 불량에 상으로 확인하는 접촉 불량 확인부를 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 전압과 상기 상전류를 이용하여 상기 접촉 불량에 의한 증가 저항값을 산출하는 증가 저항값 산출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 증가 저항값과 상기 상전류를 이용하여 상기 접촉 불량에 의한 손실 전력을 산출하는 손실 전력 산출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 방법.

청구항 7

3상 교류 전동기의 상전류를 측정하는 단계;

상기 측정된 상전류를 이용하여 역상 전류 산출하는 단계; 및

상기 역상 전류가 존재하는 경우 상기 역상 전류와 소정의 대응관계에 있는 상전류의 상을 접촉 불량에 발생한 상으로 확인하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 역상 전류와 상전류를 이용하여 상기 접촉 불량에 의한 증가 저항값을 산출하는 단계를 더 포함하는 3상 교류

전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 상전류와 상기 등가 저항값을 이용하여 상기 접촉 불량에서 발생하는 손실 전력을 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 방법.

청구항 10

3상 교류 전동기 전원의 중성점과 3상 교류 전동기의 중성점 사이의 전압을 측정하는 단계;

상기 전압이 존재하는 경우 상기 3상 교류 전동기의 상전류를 측정하는 단계; 및

상기 측정된 전압과 동일한 위상각을 가지는 상전류 상을 접촉 불량의 상으로 확인하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 전압과 상기 상전류를 이용하여 상기 접촉 불량의 등가 저항값을 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 등가 저항값과 상기 상전류를 이용하여 상기 접촉 불량에 의한 손실 전력을 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 방법.

청구항 13

제 7 내지 12항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <5> 본 발명은 전기 설비 검출 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 삼상 교류 전동기의 전력 공급 회로의 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <6> 도 1은 전력 분배 시스템에서 3상 교류 모터의 기본적인 전력 공급회로를 나타내는 도면이다.
- <7> 전동기의 전력 공급 회로는 전원과 전동기 터미널 사이의 회로를 말하는 것으로, 도 1에 도시된 바와 같이, 차단 스위치(disconnect switches), 회로 차단기(circuit breakers), 퓨즈(fuses), 오버로드 릴레이(overload relays), 터미널 블록(terminal blocks), 러그 연결(lug connections) 등을 포함한다.
- <8> 회로의 구성 요소들을 연결하는 연결부에서의 접촉 저항은 고저항(high-R) 연결부에서의 열과부하(thermal overloading)를 야기할 수 있으며, 연결부에서의 국부 가열은 전력 전달의 실패를 초래할 수 있다.
- <9> 그러나 전동기의 설치나 유지 관리시에 아무리 철저한 검사를 하더라도, 전기적, 열적, 기계적, 또는 환경적 효과와 같이 다양한 요인에 의해, 발생하는 고저항 연결부를 완벽하게 방지할 수는 없다.
- <10> 고저항 연결부의 검출을 위한 종래의 방법으로는 전동기의 유지 보수 관리자가 육안으로 일일이 직접 접촉 불량을 확인하는 방법이나, 전동기를 멈추고 전압 측정 장치를 이용하여 전원과 전동기 사이의 전압 강하를 측정함으로써 접촉 불량률의 존재를 확인하는 방법이 사용되고 있다.

<11> 이 외에도, 적외선 카메라를 이용하여 접촉 불량에 의해 온도가 올라간 부분을 찾아 접촉 불량을 확인하는 방법이나, 뉴럴 네트워크(Neural networks)를 이용하여 연산에 의해 접촉 불량을 확인하는 방법 등도 사용되고 있다.

<12> 그러나 이러한 방법들은 전동기를 작동을 멈추고 검출을 수행하여야 하거나, 많은 계산량이 요구되는 문제점을 가지고 있으며, 그렇지 않은 경우에도 전압 불평형의 존재만으로 접촉 불량을 검출하기 때문에 접촉 불량의 위치와 전력 손실은 알 수가 없었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<13> 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 전동기를 멈추지 않고 기기의 운전 중에 수행할 수 있으며, 많은 계산량을 요구하지 않고 간단하게 접촉 불량의 정도와 위치, 및 전력 손실을 알아낼 수 있는 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<14> 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 1 태양에 따른 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치는 상전류 측정부, 역상 전류 산출부, 및 접촉 불량 확인부를 포함한다. 상전류 측정부는 3상 교류 전동기의 상전류를 측정하고, 역상 전류 산출부는 측정된 상전류를 이용하여 역상 전류 산출하며, 접촉 불량 검출부는 역상 전류가 존재하는 경우 역상 전류와 소정의 대응관계에 있는 상전류의 상을 접촉 불량이 발생한 상으로 확인한다.

<15> 이러한 구성에 의해 전동기를 멈추지 않고 기기의 운전 중에 접촉 불량의 검출을 수행할 수 있으며, 많은 계산량을 요구하지 않으면서도 간단하게 접촉 불량의 존재 여부뿐만 아니라 접촉 불량의 위치까지 확인할 수 있게 된다.

<16> 접촉 불량 검출 장치는 역상 전류와 상전류를 이용하여 접촉 불량의 등가 저항값을 산출하는 등가 저항값 산출부를 더 포함할 수 있다. 등가 저항값을 산출함으로써 접촉 불량의 존재 여부, 및 위치는 물론 접촉 불량의 정도까지 알 수 있게 된다.

<17> 또한, 접촉 불량 검출 장치는 상전류와 등가 저항값을 이용하여 접촉 불량에서 발생하는 손실 전력을 산출하는 손실 전력 산출부를 더 포함할 수 있다. 손실 전력을 산출함으로써 전동기 효율을 증가나, 접촉 불량에 의한 화재나 갑작스런 공장의 정전 사태를 예방에 필요한 정보를 얻을 수 있게 된다.

<18> 본 발명의 2 태양에 따른 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치는 전압 측정부, 상전류 측정부, 및 접촉 불량 확인부를 포함한다. 전압 측정부는 3상 교류 전동기 전원의 중성점과 3상 교류 전동기의 중성점 사이의 전압을 측정하고, 상전류 측정부는 전압이 존재하는 경우 3상 교류 전동기의 상전류를 측정하며, 접촉 불량 확인부는 측정된 전압과 동일한 위상각을 가지는 상전류 상을 접촉 불량의 상으로 확인한다.

<19> 아울러, 상기 장치를 방법의 형태로 구현한 발명과, 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 매체가 청구된다.

<20> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

<21> 도 2는 본 발명에 따른 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치의 일 실시예의 개략적인 블록도이다.

<22> 도 2에서, 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치(100)는 상전류 측정부(110), 역상 전류 산출부(120), 접촉 불량 확인부(130), 등가 저항값 산출부(140), 손실 전력 산출부(150), 및 전압 측정부(140)를 포함하고 있다.

<23> 상전류 측정부(110)는 3상 교류 전동기의 상전류를 측정한다. 역상 전류 산출부(110)는 측정된 상전류를 이용하여 역상 전류 산출하며, 접촉 불량 확인부(130)는 역상 전류가 존재하는 경우 역상 전류와 소정의 대응관계에 있는 상전류의 상을 접촉 불량이 발생한 상으로 확인한다.

<24> 이러한 구성에 의해 전동기를 멈추지 않고 기기의 운전 중에 접촉 불량의 검출을 수행할 수 있으며, 많은 계산량을 요구하지 않으면서도 간단하게 접촉 불량의 존재 여부뿐만 아니라 접촉 불량의 위치까지 확인할 수 있게 된다.

<25> 등가 저항값 산출부(140)는 접촉 불량 검출 장치는 역상 전류와 상전류를 이용하여 접촉 불량량의 등가 저항값을 산출한다. 등가 저항값을 산출함으로써 접촉 불량량의 존재 여부, 및 위치는 물론 접촉 불량량의 정도까지 알 수 있게 된다.

<26> 도 3은 전력 공급회로에서 한 상에 발생한 접촉 불량량을 등가 저항으로 나타낸 도면이다. 도 3의 전동기의 전력 공급회로에서, 한 상에 접촉 불량량이 발생한 것을 저항(R_{HR})으로 표시되어 있다.

<27> 손실 전력 산출부(150)는 상전류와 등가 저항값을 이용하여 접촉 불량량에서 발생하는 손실 전력을 산출한다. 손실 전력을 산출함으로써 전동기 효율을 증가나, 접촉 불량에 의한 화재나 갑작스런 공장의 정전 사태를 예방에 필요한 정보를 얻을 수 있게 된다.

<28> 도 4는 본 발명에 따른 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치의 사용을 위한 실험 세트의 도면이다. 도 4에서, 전원의 중성점을 잡아주기 위해 동일한 크기를 갖는 저항 3개를 도 3과 같이 Y결선 시켜 중성점 g를 잡아주었다.

<29> 역상 전류는 도 4에서 두 상의 전류(I_{as} , I_{bs})를 측정하여 역상 전류 구하는 식(1)에 대입하여 계산할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} \tilde{I}_{sp} \\ \tilde{I}_{sn} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \tilde{I}_{as} \\ \tilde{I}_{bs} \\ -\tilde{I}_{as} - \tilde{I}_{bs} \end{bmatrix} \quad (1)$$

<31> 여기서 a는 e^{j120° 를 나타낸다.

<32> A상에 접촉 불량량이 있다고 가정하고 나타낸 도 2를 가지고 3상 교류 모터의 모델링을 하여 모터의 역상 성분을 계산하면 다음식과 같이 간단히 나타낼 수 있다.

$$\tilde{I}_{sn} = -\frac{R_{HR}}{3Z_n} \tilde{I}_{as} \quad (2)$$

<34> 여기서 Z_n 은 역상 임피던스이다. 만일 B상과 C상에 접촉 불량량이 있으면 역상 전류는 각각 (3), (4)로 표현할 수 있다.

$$\tilde{I}_{sn} = -R_{HR} a^2 \tilde{I}_{bs} / 3Z_n \quad (3)$$

$$\tilde{I}_{sn} = -R_{HR} a \tilde{I}_{cs} / 3Z_n \quad (4)$$

<37> 위 식(2) 내지 (4)를 통해 역상 전류는 접촉 불량(R_{HR})에 비례하여 증가한다는 것을 알 수 있다. 역상 전류의 크기를 통해 접촉 불량량의 존재를 알 수 있고 역상 전류의 각도를 이용하여 접촉 불량량이 발생한 상의 위치를 다음과 같이 파악할 수 있다.

$$\angle \tilde{I}_{sn} = \begin{cases} -\angle \tilde{I}_{as} - \angle Z_n & (\text{Fault in phase A}) \\ 240^\circ - \angle \tilde{I}_{bs} - \angle Z_n & (\text{Fault in phase B}) \\ 120^\circ - \angle \tilde{I}_{cs} - \angle Z_n & (\text{Fault in phase C}) \end{cases} \quad (5)$$

<39> (5)는 (2) 내지 (4)의 식을 각도에 관해서만 표현한 식으로 두 상의 전류를 통해 (1)로부터 계산되어진 역상 전류의 각도와 (5)에서 나타낸 세 개의 식 중에 일치하는 상의 식을 찾아 고장이 난 상을 파악할 수 있다. 고장이 난 상을 파악하면, 접촉 불량량의 심각성은 (6)으로부터 계산할 수 있다.

$$R_{HR} = \begin{cases} \left| -3Z_n \tilde{I}_{sn} / \tilde{I}_{as} \right| & (\text{Fault in phase A}) \\ \left| -3Z_n \tilde{I}_{sn} / a^2 \tilde{I}_{bs} \right| & (\text{Fault in phase B}) \\ \left| -3Z_n \tilde{I}_{sn} / a \tilde{I}_{cs} \right| & (\text{Fault in phase C}) \end{cases} \quad (6)$$

<41> 전압 측정부(160)는 3상 교류 전동기 전원의 중성점과 3상 교류 전동기의 중성점 사이의 전압을 측정하는데, 이

때, 상전류 측정부(110)는 전압이 존재하는 경우 3상 교류 전동기의 상전류를 측정하고, 접촉 불량 확인부(130)는 측정된 전압과 동일한 위상각을 가지는 상전류 상을 접촉 불량의 상으로 확인한다.

<42> 영상 전압(V_{sz})이동을 이용하여 접촉 불량 확인하는 방법은 다음과 같다. 먼저, 영상 전압은 전원의 중성점(g)과 모터의 중성점(s)의 전위차 V_{gs} 를 측정하여 얻을 수 있다.

<43> A상에 접촉 불량이 있다고 가정하고 나타낸 도 2를 가지고 3상 교류 모터의 모델링을 하여 모터의 영상 성분을 계산하면 다음식과 같이 간단히 나타낼 수 있다.

$$\tilde{V}_{sz} = \tilde{V}_{gs} = \frac{R_{HR}}{3} \tilde{I}_{as} \quad (7)$$

<45> 만일 B상과 C상에 접촉 불량이 있으면 영상 전압은 각각 (8), (9)로 나타난다.

$$\tilde{V}_{gs} = R_{HR} \tilde{I}_{bs} / 3 \quad (8)$$

$$\tilde{V}_{gs} = R_{HR} \tilde{I}_{cs} / 3 \quad (9)$$

<48> (7) 내지 (9)의 식을 각도에 관해서 표현하면 영상 전압의 각도를 이용해 쉽게 접촉 불량인 상을 파악할 수 있다.

$$\angle \tilde{V}_{gs} = \angle \tilde{I}_{s, \text{faulty phase}} \quad (10)$$

<50> 전원의 중성점(g)과 모터의 중성점(s)의 전위차 V_{gs} 를 측정하여 얻은 영상 전압의 각도와 (10)로부터 계산되어진 각도와 일치한 상의 식을 찾아 고장이 난 상을 파악할 수 있다. 고장이 난 상을 파악하면, 접촉 불량의 심각성은 (11)으로부터 계산할 수 있다.

$$R_{HR} = |3\tilde{V}_{gs}| / |\tilde{I}_{s, \text{faulty phase}}| \quad (11)$$

<52> 또한, (12)를 이용하여 접촉 불량에 의한 전력 손실을 계산할 수 있다.

$$P_{HR} = R_{HR} |I_{s, \text{faulty phase}}|^2 \quad (12)$$

<54> 이와 같이, 접촉 불량에 의한 전력 손실을 계산할 수 있으므로 유지보수를 적절히 함으로써 효율을 증가시킬 수 있고 접촉 불량에 의한 화재 위험을 줄이고 또한, 갑작스런 공장의 정전 사태를 예방할 수 있다.

발명의 효과

<55> 본 발명에 의하면, 전동기를 멈추지 않고 기기를 운전 중에 간단히 두상 전류를 측정하여 역상 전류를 계산하거나 한 개의 전압을 측정하여 영상 전압을 얻음으로써 많은 계산량을 요구하지 않고 간단하게 접촉 불량의 심각성과 위치 그리고 전력 손실을 알아낼 수 있게 된다.

<56> 본 발명이 비록 일부 바람직한 실시예에 의해 설명되었지만, 본 발명의 범위는 이에 의해 제한되어서는 아니 되고, 특허청구범위에 의해 뒷받침되는 상기 실시예의 변형이나 개량에도 미쳐야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 전력 분배 시스템에서 3상 교류 전동기의 전력 공급회로를 도시한 개략적인 도면.

<2> 도 2는 본 발명에 따른 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치의 일 실시예의 개략적인 블록도.

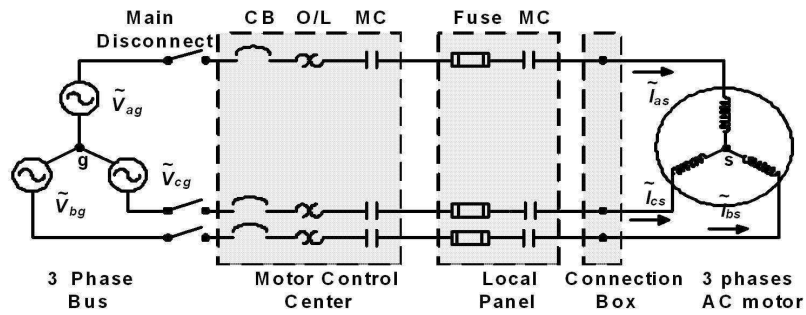
<3> 도 3은 전력 공급회로에서 한 상에 발생한 접촉 불량을 저항으로 나타낸 도면.

<4> 도 4는 본 발명에 따른 3상 교류 전동기 전력 공급 회로의 접촉 불량 검출 장치의 사용을 위한 실험 세트의 도

면.

도면

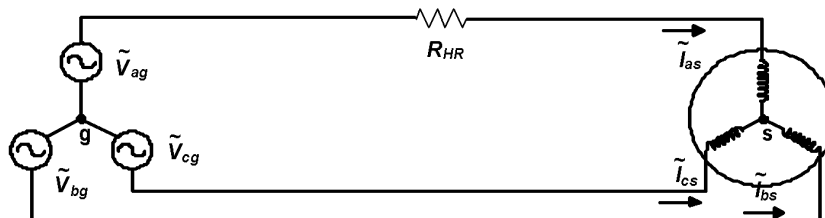
도면1



도면2



도면3



도면4

