



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0122148
(43) 공개일자 2022년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/18 (2019.01) G06Q 50/06 (2012.01)
H02J 3/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 3/18 (2019.02)
G06Q 50/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0026390
(22) 출원일자 2021년02월26일
심사청구일자 2021년02월26일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이재형
서울특별시 동대문구 왕산로19가길 16, 406호
장길수
서울특별시 중랑구 신내로21길 16, 513동 503호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김홍석

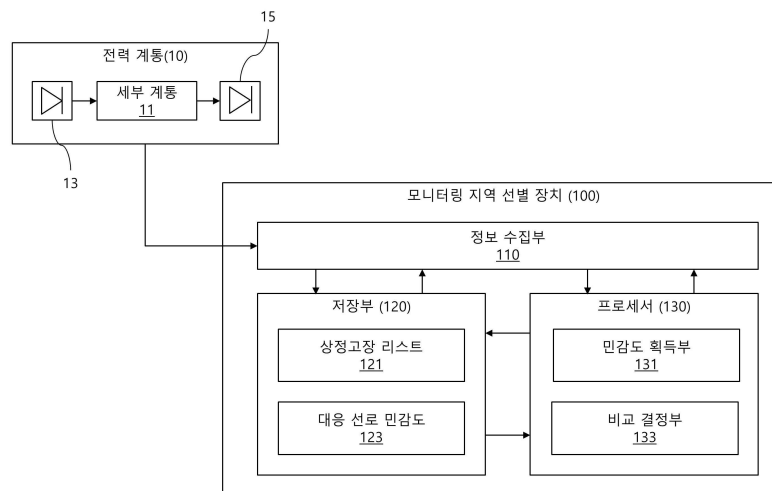
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 임베디드 HVDC의 모니터링 지역 선별 장치 및 방법

(57) 요약

모니터링 지역 선별 장치 및 방법에 관한 것으로, 모니터링 지역 선별 장치는 초고압 직류 송전 방식의 양 말단 사이의 적어도 하나의 선로에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부 및 상기 정보를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전의 유효 전력 지령 수치 변화에 따른 적어도 하나의 선로의 민감도를 획득하고, 상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02J 3/36 (2013.01)
Y02E 40/10 (2020.08)
Y02E 60/60 (2020.08)

윤민한

서울특별시 노원구 섭발로 265, 5동 1310호

(72) 발명자

김우성

서울특별시 강남구 삼성로85길 11, 101동 2104호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116478
과제번호	2017K1A4A3013579
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	해외우수기관유치(R&D)
연구과제명	한-미 연구재단 신 전력기술 국제 산학협력 연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711119430
과제번호	2020R1A4A1019405
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	에너지 전환 환경에서의 통합 유연전력시스템 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.07.01 ~ 2021.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

초고압 직류 송전 방식의 양 말단 사이의 적어도 하나의 선로에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부; 및

상기 정보를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전의 유효 전력 지령 수치 변화에 따른 적어도 하나의 선로의 민감도를 획득하고, 상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 프로세서;를 포함하는 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전 영향력을 획득하고, 상기 초고압 직류 송전 영향력 및 상기 적어도 하나의 선로에 대한 열적 한계 용량을 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 초고압 직류 송전 영향력을 상기 적어도 하나의 선로의 열적 한계 용량으로 나눈 몫을, 미리 정의된 선별 참조 값과 비교하고, 상기 몫이 상기 선별 참조 값보다 큰 경우, 상기 적어도 하나의 선로를 모니터링 대상으로 결정하는 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 초고압 직류 송전 영향력은, 상기 적어도 하나의 선로의 민감도 및 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 승산의 실수 배를 포함하는 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전 영향력을 획득하고, 상기 적어도 하나의 선로에 대한 선로 수용력을 획득하고, 상기 초고압 직류 송전 영향력 및 상기 선로 수용력을 비교하고, 비교 결과에 따라서 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 적어도 하나의 선로에 대한 초고압 직류 송전 영향력이 상기 적어도 하나의 선로에 대한 선로 수용력보다 크면 상기 적어도 하나의 선로를 모니터링 대상으로 결정하는 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전 영향력은, 상기 적어도 하나의 선로에 영향을 주는 최대 조류량을 포함하되, 상기 최대 조류량은 적어도 하나의 선로의 민감도와 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격을 조합하여 획득된 것인 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 적어도 하나의 선로의 열적 한계 용량 및 미리 정의된 선별 참조 값을 조합하여 상기 적어도 하나의 선로에 대한 선로 수용력을 획득하는 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 초고압 직류 송전 영향력은, 적어도 하나의 상정고장에 대응하여 획득된 것인 모니터링 지역 선별 장치.

청구항 10

초고압 직류 송전 방식의 양 말단 사이의 적어도 하나의 선로에 대한 정보를 수집하는 단계;

상기 정보를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전의 유효 전력 지령 수치 변화에 따른 적어도 하나의 선로의 민감도를 획득하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계;를 포함하는 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계는,

상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전 영향력을 획득하는 단계; 및

상기 초고압 직류 송전 영향력 및 상기 적어도 하나의 선로에 대한 열적 한계 용량을 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계;를 포함하는 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 초고압 직류 송전 영향력 및 상기 적어도 하나의 선로에 대한 열적 한계 용량을 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계는,

상기 초고압 직류 송전 영향력을 상기 적어도 하나의 선로의 열적 한계 용량으로 나눈 몫을, 미리 정의된 선별 참조 값과 비교하는 단계; 및

상기 몫이 상기 선별 참조 값보다 큰 경우, 상기 적어도 하나의 선로를 모니터링 대상으로 결정하는 단계;를 포함하는 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 초고압 직류 송전 영향력은, 상기 적어도 하나의 선로의 민감도 및 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 승산의 실수 배를 기반으로 연산 되어 획득된 것인 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 초고압 직류 송전 영향력 및 상기 적어도 하나의 선로에 대한 열적 한계 용량을 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계는,

상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전 영향력을

획득하는 단계;

상기 적어도 하나의 선로에 대한 선로 수용력을 획득하는 단계;

상기 초고압 직류 송전 영향력 및 상기 선로 수용력을 비교하는 단계;

비교 결과에 따라서 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계;를 포함하는 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 비교 결과에 따라서 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계는,

상기 적어도 하나의 선로에 대한 초고압 직류 송전 영향력이 상기 적어도 하나의 선로에 대한 선로 수용력보다 크면 상기 적어도 하나의 선로를 모니터링 대상으로 결정하는 단계;를 포함하는 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전 영향력은, 상기 적어도 하나의 선로에 영향을 주는 최대 조류량을 포함하되, 상기 최대 조류량은 적어도 하나의 선로의 민감도와 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격을 조합하여 획득된 것인 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 적어도 하나의 선로에 대한 선로 수용력은, 상기 적어도 하나의 선로의 열적 한계 용량 및 미리 정의된 선별 참조 값을 조합하여 획득된 것인 모니터링 지역 선별 방법.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 초고압 직류 송전 영향력은, 적어도 하나의 상정고장에 대응하여 획득된 것인 모니터링 지역 선별 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 임베디드(Embedded) HVDC의 모니터링 지역 선별 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전력 계통이란 광범위한 또는 협소한 지역에 걸쳐 분포된 전기 시설이나 선로 들의 전기적 연계를 의미한다. 전력 계통은 전기 에너지를 생산하는 발전단과, 전기 에너지를 소비하는 부하단과, 발전단 및 부하단을 연결하는 송전 선로나 변전소 등을 포함할 수 있는데, 전기 에너지의 원활한 생산 및 공급을 위해 전력 계통에 대한 적절한 유지 및 관리가 요청된다. 이를 위해 전력 계통은 지속적으로 모니터링 되어야 한다. 그러나, 근자에 전력 계통의 비대화되면서 이러한 모니터링은 많은 인력과 자원을 요구하며, 이는 전력 계통 유지 관리 비용의 증가를 야기하고 있다. 또한, 최근에는 태양열 발전소나 풍력 발전소 등과 같이 신재생에너지원이 점차로 증가하고 있는데, 이들 신재생에너지원은 발전량이 가변적이고 불안정하여 전력 계통 관리의 어려움을 증가시키고 있다. 뿐만 아니라, 수동적 AC 설비 위주의 전력 계통에 능동형 DC 설비가 증가하면서 DC 설비의 운전점을 계통 운영자가 설정해줘야 하는 필요성이 증가하였고, 이 과정에서 모니터링의 중요성이 증가하였다. 이에 따라 상대적으로 저비용으로, 적절하면서도 안정적으로 전력 계통을 모니터링하기 위한 요구가 증가하고 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 전력 계통 중에서 임베디드(Embedded) HVDC의 효율적, 안정적 운영을 위하여 모니터링이 필요하거나 또는 상대적으로 더 필요한 송전 선로 또는 지역을 적절하게 선별함으로써, 전력 계통을 보다 안정적으로 효율적으로 운영할 수 있게 하는 모니터링 지역 선별 장치 및 모니터링 지역 선별 방법을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 상술한 과제를 해결하기 위하여 모니터링 지역 선별 장치 및 방법이 제공된다.

[0005] 모니터링 지역 선별 장치는, 초고압 직류 송전 방식(HVDC)의 양 말단 사이의 적어도 하나의 선로에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부 및 상기 정보를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전의 유효 전력 지령 수치 변화에 따른 적어도 하나의 선로의 민감도를 획득하고, 상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0006] 모니터링 지역 선별 방법은, 초고압 직류 송전 방식의 양 말단 사이의 적어도 하나의 선로에 대한 정보를 수집하는 단계, 상기 정보를 기반으로 상기 적어도 하나의 선로에 대해서 초고압 직류 송전의 유효 전력 지령 수치 변화에 따른 적어도 하나의 선로의 민감도를 획득하는 단계 및 상기 적어도 하나의 선로의 민감도를 이용하여 상기 적어도 하나의 선로의 모니터링 대상 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 상술한 모니터링 지역 선별 장치 및 방법에 의하면, 전력 계통 중에서 모니터링이 필요하거나 또는 상대적으로 더 필요한 송전 선로 또는 지역을 적절하게 선별함으로써, 전력 계통을 보다 안정적으로 효율적으로 운영할 수 있게 된다.

[0008] 상술한 모니터링 지역 선별 장치 및 방법에 의하면, 보다 적절하면서도 일관적으로 초고압 직류 송전 계통에 대한 모니터링 지역을 결정할 수 있게 되고, 이에 따라 전력 계통의 운영의 효율성 및 안정성을 추구할 수 있게 되어 비용 절감 및 운영의 신뢰성 향상을 동시에 이룰 수 있는 장점도 얻을 수 있다.

[0009] 상술한 모니터링 지역 선별 장치 및 방법에 의하면, 계통 내의 모든 정보를 확보할 필요가 없어지므로, 데이터 취득 및 처리에 대한 부담이 저감되고, 인력 및 자원의 불필요한 낭비를 절감할 수 있는 경제적 효과도 얻을 수 있다.

[0010] 상술한 모니터링 지역 선별 장치 및 방법에 의하면, 초고압 직류 송전 방식에 의해 영향 받을 수 있는 범위를 사전에 파악하여 기존 전력 시스템에 미칠 수 있는 영향을 보다 용이하고 정확하게 분석할 수 있게 되고, 전력 계통의 계획 시, 전력 계통(일례로 교류 전류 시스템)에 가중될 수 있는 부담을 사전에 파악할 수 있게 되며, 또한 다른 초고압 직류 송전 방식의 계통이 추가 설치되는 경우, 상호 간에 영향을 미칠 수 있는 범위를 조기에 파악하여 이들에 대한 적절한 운영 전략을 구축할 수 있는 효과도 얻을 수 있다.

[0011] 상술한 모니터링 지역 선별 장치 및 방법에 의하면, 전력 배분 계수(PTDF: Power Transfer Distribution Factors)를 기반으로 모니터링 대상이 되는 선로 및/또는 지역을 결정하므로 신재생에너지원의 불확실성 등과 같은 계통 조건에 영향을 받지 않고 대체적으로 일정하게 모니터링 대상을 선별할 수 있게 되는 효과를 얻을 수 있으며, 이에 따라 미래 계통의 복잡성에도 불구하고 보다 단순화된 계통의 운영이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 모니터링 지역 선별 장치의 일 실시예에 대한 블록도이다.

도 2는 전력 계통의 일례를 도시한 도면이다.

도 3은 전압형 초고압 직류 송전 계통의 일례를 도시한 도면이다.

도 4는 전압형 초고압 직류 송전 계통의 일례에 대한 등가 표현을 도시한 도면이다.

도 5는 전력 계통에서 선택된 모니터링 지역의 일례를 도시한 도면이다.

도 6은 모니터링 지역 선별 방법의 제1 실시예에 대한 흐름도이다.

도 7은 모니터링 지역 선별 방법의 제2 실시예에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 명세서 전체에서 동일 참조 부호는 특별한 사정이 없는 한 일반적으로 동일 구성요소를 지칭한다. 이하에서 사용되는 '부'가 부가된 용어는, 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라 하나의 '부'가 하나의 물리적 또는 논리적 부품으로 구현될 수도 있고, 복수의 '부'가 하나의 물리적 또는 논리적 부품으로 구현될 수도 있으며, 하나의 '부'가 복수의 물리적 또는 논리적 부품들로 구현될 수도 있다. 또한, 명세서 전체에서 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 어떤 부분과 다른 부분에 따라서 물리적 연결을 의미할 수도 있고, 또는 전기적으로 연결된 것을 의미할 수도 있다. 어떤 부분이 다른 부분을 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 부분 이외의 또 다른 부분을 제외하는 것이 아니며, 설계자의 선택에 따라서 또 다른 부분을 더 포함할 수 있음을 의미한다. 아울러 제1이나 제2 등의 용어는 하나의 부분을 다른 부분으로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 특별한 기재가 없는 이상 이들이 반드시 순차적인 표현을 의미하는 것은 아니다. 또한, 단수의 표현은 문맥이나 기술 내용 상 명백하게 예외가 있거나 논리적 모순이 생기지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0014] 이하 도 1 내지 도 5를 참조하여 모니터링 지역 선별 장치의 일 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [0015] 도 1은 모니터링 지역 선별 장치의 일 실시예에 대한 블록도이고, 도 2는 전력 계통의 일례를 도시한 도면이다.
- [0016] 모니터링 지역 선별 장치(100)는, 일 실시예에 있어서, 전력 계통(10) 내의 다수의 송전 선로 중에서 모니터링 대상이 될 하나 또는 둘 이상의 선로를 선별(스크리닝, screening)함으로써, 전체 전력 계통(10) 중에서 선별된 선로를 포함하는 하나 또는 둘 이상의 모니터링 대상 지역을 선별 및 결정(스크리닝)할 수 있도록 마련된 것일 수 있다. 모니터링 지역 선별 장치(100)는, 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 일방으로 또는 쌍방으로 명령이나 데이터 등을 송신할 수 있는 정보 수집부(110)와, 저장부(120)와, 프로세서(130)를 포함하여 설계된 것일 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 의하면, 전력 계통(10)은 초고압 직류 송전(HVDC: High-Voltage Direct Current) 기술을 기반으로 구축된 전력 그리드 계통(송전 관련 장치 및 선로 등을 포함 가능함)을 포함할 수 있다. 초고압 직류 송전은 대량으로 직류를 발전단에서 부하단으로 송전하는 시스템으로, 교류 전류를 송전하는 경우와 상이하게 무효 전력의 보상 등이 불필요한 장점이 있다. 초고압 직류 송전 방식에서는 전송단(발전소이나 변전소 등)에서는 생산된 교류 전류를 직류 전류로 변환하고, 직류 전류를 수신한 수신단(배전단이나 부하 등)은 직류 전류를 교류로 변환하고 필요에 따라 변환한 교류 전류를 부하단에 송전하도록 마련된다. 일 실시예에 의하면, 초고압 직류 송전은 전압형 초고압 직류 송전(VSC-HVDC: Voltage Source Converter-HVDC) 및 전류형 초고압 직류 송전(LCC-HVDC: Line Commutated Converter HVDC) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 전압형 초고압 직류 송전은 펄스폭 변조(PWM: Pulse Width Modulation)를 통해 교류 전류를 직류로 변환하여 송전하는 방식으로 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT: Insulated Gate bipolar Transistor)를 이용한다. 전류형 초고압 직류 송전은 사이리스터를 이용하여 교류를 직류로 변환하여 송전한다. 전압형 초고압 직류 송전 기술은 전류형 초고압 직류 송전 기술과는 상이하게 교류 시스템에 대하여 그리드 서비스를 제공하는 역할을 할 수 있다. 전압형 초고압 직류 송전 기술을 이용하는 경우, 전력 계통(10)은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 양 말단(13, 15)과, 양 말단(13, 15) 사이의 전력 계통(11, 이하 세부 계통)을 포함하여 마련된 것일 수 있다. 여기서, 세부 계통(11)은 적어도 하나의 전력 설비(일례로 모선, 변전소 및/또는 배전 장치 등)와 둘 이상의 노드를 상호 연결하는 송전 선로 등을 포함할 수 있다. 각각의 설비나 송전 선로에는 설비 또는 송전 선로에 대한 정보를 수집하기 위한 적어도 하나의 센서(전류계나 전압계 등)가 설치될 수 있으며, 적어도 하나의 센서는 독립적으로 또는 종속적으로 정보를 수집하고 수집한 정보를 유선 또는 무선 통신 네트워크를 통해 모니터링 지역 선별 장치(100)로 전송할 수 있다.
- [0018] 정보 수집부(110)는 전력 계통(10), 구체적으로는 세부 계통(11) 및 세부 계통(11)의 양 말단(13, 15) 중 적어도 하나로부터 모니터링 선로 또는 지역 선별을 위한 정보를 수신하고 수신한 정보를 저장부(120) 및/또는 프로세서(130)로 전달할 수 있다. 정보 수집부(110)는 유선 또는 무선 통신 네트워크를 통해 필요한 정보를 획득 및 수집할 수 있으며, 무선 통신 모듈(랜 카드 등) 또는 무선 통신 모듈(안테나, 아날로그 디지털 변환기, 증폭기 및/또는 통신 칩 등)을 포함할 수 있다. 여기서 무선 통신 네트워크는, 근거리 통신 네트워크 및 원거리 통신 네트워크 중 적어도 하나를 포함할 수 있되, 근거리 통신 네트워크는, 예를 들어, 와이파이(Wi-Fi), 와이파이 다이렉트(Wi-Fi Direct), 블루투스(Bluetooth), 저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy), 지그비(zigbee)

통신, 캔(CAN) 통신, 알에프아이디(RFID: Radio-Frequency IDentification) 및/또는 엔에프씨(NFC: Near Field Communication) 등의 통신 기술을 기반으로 구현된 네트워크를 포함할 수 있고, 원거리 통신 네트워크는, 예를 들어, 3GPP, 3GPP2, 와이브로 또는 와이맥스 계열 등의 이동 통신 표준을 기반으로 구현된 이동 통신 네트워크를 포함할 수 있다.

[0019] 저장부(120)는 모니터링 지역 선별 장치(100)의 동작에 필요한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장부(120)는 프로세서(130)의 연산 처리에 따라 획득된 적어도 하나의 선로에 대한 초고압 직류 송전 영향력, 적어도 하나의 선로에 대한 선로 수용력, 초고압 직류 송전 영향력에 열적 한계 용량을 나눈 결과 값 및/또는 비교에 따라 선별된 선로나 지역에 대한 정보를 일시적 또는 비일시적으로 저장할 수 있다. 또한, 실시예에 따라, 저장부(120)는, 적어도 하나의 상정고장(contingency)을 포함하는 상정고장 리스트(121)와, 상정고장 리스트(121)의 각각의 상정고장에 대응하여 정의된 적어도 하나의 대응 선로 민감도(123)를 더 저장할 수도 있다. 여기서, 적어도 하나의 상정 고장은 사전에 예측되거나 고려된 것일 수 있다. 상정고장은 전력계통(10)에서 발생할 수 있는 가상의 단일 또는 다중의 전력 설비 고장을 의미한다. 이와 같은 상정고장이 전력계통(10) 또는 세부 계통(11) 내에 발생한 경우, 전력계통(10) 또는 세부 계통(11)에 포함된 적어도 하나의 선로 개방에 따라 전력계통(10) 또는 세부 계통(11)의 토폴로지(topology)가 변경되고, 이는 후술하는 선로의 민감도(Π^1_P, DC)를 변경하는 원인이 된다. 대응 선로 민감도(123)는 이와 같은 상정고장 각각에 기인하여 상이하게 주어지는 선로의 민감도(Π^1_P, DC)를 사전에 또는 사후에 미리 정의한 것이다. 상정고장 리스트(121) 및 민감도(123) 중 적어도 하나는 사용자나 설계자가 모니터링 지역 선별 장치(100)에 직접 조작하여 입력된 것일 수도 있고, 메모리 장치 등으로부터 전달받은 것일 수도 있고, 및/또는 다른 정보 처리 장치로부터 유무선 통신 네트워크를 통해 수신한 것일 수도 있다.

[0020] 또한, 저장부(120)는 설계자에 의해 직접 작성되거나, 메모리 장치나 광 기록 매체(optical media) 등으로부터 수신 및 갱신되거나, 또는 유무선 통신 네트워크를 통해 접속 가능한 전자 소프트웨어 유통망을 통하여 획득 또는 갱신된 적어도 하나의 프로그램(애플리케이션, 앱 또는 소프트웨어 등으로 지칭 가능함)을 저장할 수도 있다. 프로그램은 프로세서(130)에 의해 호출되어 선로나 지역의 결정 처리를 위해 이용될 수 있다. 저장부(120)는, 예를 들어, 주기억장치 및 보조기억장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 주기억장치는 롬(ROM) 및/또는 램(RAM)과 같은 반도체 저장 매체를 이용하여 구현된 것일 수 있고, 보조기억장치는, 플래시 메모리 장치, SD(Secure Digital) 카드, 솔리드 스테이트 드라이브(SSD, Solid State Drive), 하드 디스크 드라이브(HDD, Hard Disc Drive), 광 기록 매체, 자기 드럼, 자기 테이프, 광자기 디스크 및/또는 플로피 디스크 등과 같이 데이터를 영구적 또는 반영구적으로 저장 가능한 적어도 하나의 저장 매체를 이용하여 구현될 수 있다.

[0021] 필요에 따라서, 상술한 모니터링 지역 선별 장치(100)는 사용자, 설계자 또는 다른 정보 처리 장치(미도시) 등으로부터 명령, 지시, 데이터 또는 프로그램 등을 수신하기 위한 입력부(미도시)를 더 포함할 수도 있고, 및/또는 사용자나 설계자가 필요로 하는 정보(예를 들어, 프로세서(130)의 처리에 의한 선로(들)의 선별 결과 또는 선별된 선로(들)를 포함하는 적어도 하나의 지역에 대한 정보(즉, 지역 선별 결과) 등)를 시각적 또는 청각적으로 외부로 출력하거나 또는 다른 정보 처리 장치(미도시) 등으로 전송하기 위한 출력부(미도시) 등을 더 포함하는 것도 가능하다. 여기서, 입력부 및 출력부는 실시예에 따라 모니터링 지역 선별 장치(100)와 일체형으로 통합되어 또는 물리적으로 분리 가능하게 마련된 것일 수 있다. 입력부는, 예를 들어, 키보드, 마우스, 태블릿, 터치 스크린, 터치 패드, 트랙 볼, 트랙패드, 스캐너 장치, 영상 촬영 모듈, 동작 감지 센서, 감압 센서, 근접 센서, 데이터 입출력 단자 또는 통신 모듈(일례로 랜 카드, 근거리 통신 모듈 또는 이동통신 모듈 등) 등을 포함할 수 있고, 출력부는, 예를 들어, 디스플레이, 프린터 장치, 스피커 장치, 영상 출력 단자, 데이터 입출력 단자 또는 통신 모듈 등을 포함할 수 있다.

[0022] 프로세서(130)는, 모니터링을 수행할 선로 또는 지역의 선별 및 결정 과정을 수행할 수도 있다. 이 경우, 프로세서(130)는 저장부(120)에 저장된 프로그램을 실행하여 소정의 연산 처리나 제어 동작을 수행함으로써 모니터링 대상인 선로 또는 지역을 결정할 수도 있다. 프로세서(130)는, 실시예에 따라서, 중앙 처리 장치(CPU: Central Processing Unit), 마이크로 컨트롤러 유닛(MCU: Micro Controller Unit), 애플리케이션 프로세서(AP: Application Processor), 전자 제어 유닛(ECU: Electronic Controlling Unit) 및/또는 각종 연산 처리가 가능한 다른 전자 장치 등을 포함할 수 있다. 이들 전자 장치는, 예를 들어, 하나 또는 둘 이상의 반도체 칩 등을 이용하여 구현된 것일 수 있다.

[0023] 도 3은 전압형 초고압 직류 송전 계통의 일례를 도시한 도면이고, 도 4는 전압형 초고압 직류 송전 계통의 일례에 대한 등가 표현을 도시한 도면이다.

[0024] 일 실시예에 의하면, 프로세서(130)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 민감도 획득부(131)와 비교 결정부(133)를 포함할 수 있다.

[0025] 민감도 획득부(131)는 유효전력 지령치 변화에 관한 적어도 하나의 선로(1)의 민감도($\Pi^1_{P,DC}$)를 연산할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 민감도 획득부(131)는 유효 전력(active power)만을 분석하여 초고압 직류 송전 영향력(M^1_{DC})을 획득할 수도 있다. 보다 구체적으로, 도 3에 도시된 바를 참조하면, 통상 초고압 직류 송전 기반의 전력 계통(10, 11, 예를 들어, 전압형 초고압 직류 송전 계통)은 일 말단(13, 정류단)에서 타 말단(15, 인버터단)으로 조류(P_DC)가 적어도 하나의 선로(1)을 통해 흐른다. 이러한 초고압 직류 송전 계통의 양 말단(13, 15)은, 부하(LOAD)와 가변적 교류 전류 전송 시스템(FACTS: Flexible AC transmission system)을 이용하여 도 4에 도시된 바와 같이 등가적으로 표현될 수 있다. 여기서, 부하(LOAD)는 초고압 직류 송전 계통에 걸친 유효 전력의 흡수와 방출을 포함하고, 가변적 교류 전류 전송 시스템(FACTS)은 무효 전력(reactive power)을 포함할 수 있다. 그런데, 통상적으로 무효 전력은 전체적인 전력 계통(10, 11)에 대한 영향이 상대적으로 매우 작은 경향이 존재한다. 그러므로 부하(LOAD)의 유효 전력에 대한 분석만으로도 초고압 직류 송전에 대한 전력 계통(10, 11)의 민감도를 적용 가능한 수준으로 획득할 수 있게 된다.

[0026] 초고압 직류 송전 계통의 양 말단(13, 15)은 각각 양의 부하 및 음의 부하로 표현될 수 있는데, 양 말단(13, 15)의 전력 배분 계수를 이용하면 적어도 하나의 선로(1)의 민감도($\Pi^1_{P,DC}$)는 양 말단(11, 12)에서의 민감도의 차이를 기반으로 정의될 수 있다. 일 실시예에 의하면, 민감도 획득부(131)는 하기의 수학식 1을 기반으로 연산을 수행함으로써 적어도 하나의 선로(1)의 민감도($\Pi^1_{P,DC}$)를 획득할 수도 있다.

[0027] [수학식 1]

$$\Pi^1_{P,DC} = \Phi^1_{rec} - \Phi^1_{inv}$$

[0029] 수학식 1에서, Φ^1_{rec} 는 선로(1)에 대한 정류단(13)의 전력 배분 계수를 의미하고, Φ^1_{inv} 는 선로(1)에 대한 인버터단(15)의 전력 배분 계수를 의미한다. $\Pi^1_{P,DC}$ 는 초고압 직류 송전의 유효 전력 지령 값 변화에 대한 해당 선로(1)의 민감도를 의미한다.

[0030] 일 실시예에 있어서, 적어도 하나의 선로(1)의 민감도($\Pi^1_{P,DC}$)는, 적어도 하나의 상정고장(일례로 상정고장 리스트(121)에 포함된 상정고장)에 대응하는 적어도 하나의 대응 선로 민감도(123)를 포함할 수도 있다. 적어도 하나의 대응 선로 민감도(123)는 예측 또는 고려된 하나 이상의 상정고장에 따라 하나 이상의 선로(1)가 개방되었다고 가정하고, 이러한 가정 하에서 토폴로지가 변화된 적어도 하나의 전력 계통(11, 12)을 기반으로 연산된 것일 수 있다. 적어도 하나의 대응 선로 민감도(123)는 사전에 상술한 수학식 1을 이용하여 계산된 것일 수 있다.

[0031] 도 5는 전력 계통에서 선택된 모니터링 지역의 일례를 도시한 도면이다.

[0032] 비교 결정부(133)는, 도 5에 도시된 바와 같이 적어도 하나의 선로 민감도($\Pi^1_{P,DC}$)를 기반으로 전력 계통(10), 일례로 세부 계통(11) 내의 적어도 하나의 선로(1)를 모니터링 대상으로 선별 및 결정할 수 있으며, 모니터링 대상으로 결정한 선로(1)를 기반으로 모니터링 대상이 되는 지역(17, 19)을 선별 및 결정할 수 있다.

[0033] 일 실시예에 있어, 비교 결정부(133)는, 초고압 직류 송전에 따라 분석 대상이 되는 적어도 하나의 선로(1)에 미치는 영향(M^1_{DC} , 이하 초고압 직류 송전 영향력이라 칭함)과, 해당 선로(1)의 수용 능력(M^1_{ref} , 이하 선로 수용력이라 칭함)을 상호 비교하여 모니터링 대상이 되는 선로 및 지역(17, 19)을 결정할 수도 있다. 이 경우, 비교 결정부(133)는 하기의 수학식 2를 이용하여 모니터링 대상이 되는 선로 및 지역(17, 19)을 결정할 수도 있다.

[0034] [수학식 2]

$$M^1_{DC} \geq M^1_{ref}$$

[0036] 즉, 비교 결정부(133)는, 만약 적어도 하나의 선로(1)의 초고압 직류 송전 영향력(M^1_{DC})이 해당 선로(1)의 선로 수용력(M^1_{ref}) 보다 큰 지 판단하고(실시예에 따라 동일 여부를 더 판단할 수도 있음), 초고압 직류 송전 영향력(M^1_{DC})이 선로 수용력(M^1_{ref}) 보다 크면(실시예에 따라 양자가 동일한 경우를 포함 가능함), 해당 선로(1)를 모니터링 대상 선로로 결정할 수 있다. 반대로 만약 적어도 하나의 선로(1)의 초고압 직류 송전 영향력(M^1_{DC})이 해당 선로(1)의 선로 수용력(M^1_{ref}) 보다 작은 지 여부를 판단하고(실시예에 따라 동일 여부를 더

판단할 수도 있음), 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC})이 선로 수용력(M^l_{ref}) 보다 작다면(실시예에 따라 양자가 동일한 경우를 포함 가능함), 해당 선로(1)는 모니터링 대상 선로가 아닌 것으로 판단할 수 있다. 다시 말해서, 선로 수용력(M^l_{ref})이 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC})보다 큰 선로(1)를 모니터링 대상에서 제외할 수 있다.

[0037] 여기서, 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC})은, 일 실시예에 있어서, 초고압 직류 송전에 의해 해당 선로(1)에 미칠 수 있는 최대 조류량을 기반으로 정의 또는 결정된 것일 수 있다. 이 경우, 적어도 하나의 선로(1)의 최대 조류량은 해당 선로(1)의 민감도($\Pi^l_{P,DC}$)를 이용하여 획득될 수 있다. 상세하게는, 해당 선로(1)에 영향을 주는 최대 조류량은, 수학적 1 기반의 연산을 통해 획득된 적어도 하나의 선로(1)에 대한 민감도($\Pi^l_{P,DC}$)와 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격(P_{reated})을 기반으로 획득된 것일 수 있으며, 예를 들어, 하기의 수학적 3에 기재된 바와 같이 민감도($\Pi^l_{P,DC}$) 및 유효 전력 정격(P_{reated})의 곱을 통해 계산된 것일 수도 있다.

[0038] [수학적 3]

[0039]
$$M^l_{DC} = c \cdot P_{reated} |\Pi^l_{P,DC}|$$

[0040] 즉, 최대 조류량은 적어도 하나의 선로(1)의 민감도($\Pi^l_{P,DC}$) 및 해당 선로(1)의 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격(P_{reated})의 승산에 대해 실수 배 c 를 부가함으로써 획득된 것일 수 있다. 여기서 c 는 유효전력 정격에 부가되는 실수 값으로, 예를 들어 설계자나 사용자 등의 선택에 따라 2로 주어질 수 있으며, 최대 조류량은 유효전력 정격의 2배수를 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC})에 곱함으로써 연산된 것일 수도 있다. 그러나, 실수 c 는 이에 한정되는 것은 아니다. 설계자나 사용자는 선로(1)의 종류나 계통(10, 11)의 환경이나 상황 등에 따라서 실수 c 를 임의적으로 결정할 수 있다.

[0041] 실시예에 따라, 수학적 3에서의 민감도($\Pi^l_{P,DC}$)는 대응 선로 민감도(123)일 수도 있다. 이 경우, 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC})는 하나 또는 둘 이상의 대응 선로 민감도(123) 각각에 대응하여 획득될 수 있다. 즉, 하나 또는 둘 이상의 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC})이 획득될 수 있다. 하나 또는 둘 이상의 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC})는, 하나 또는 둘 이상의 대응 선로 민감도(123) 각각마다 대응하는 하나 또는 둘 이상의 최대 조류량을 수학적 3 등을 기반으로 연산함으로써 획득될 수도 있다.

[0042] 수학적 2의 선로 수용력(M^l_{ref})은 해당 선로(1)의 부하율을 이용하여 결정 또는 정의된 것일 수 있다. 적어도 하나의 선로(1)의 부하율은 해당 선로(1)의 열적 한계 용량(S^l_{MVA})을 포함할 수 있다. 이를 수학적으로 표현하면, 하기의 수학적 4와 같이 주어질 수 있다.

[0043] [수학적 4]

[0044]
$$M^l_{ref} = S^l_{MVA} \alpha_{\omega}$$

[0045] 여기서, α_{ω} 는 선별 참조 값으로, 초고압 직류 송전 방식이 영향을 줄 수 있는 최대 조류량에 대한 선로(1)의 여분을 의미할 수 있다. 선별 참조 값(α_{ω})은 사용자나 설계자 등에 의해 필요에 따라 사전에 또는 사후에 정의된 값일 수 있다. 일 실시예에 따르면, 선별 참조 값(α_{ω})은 정상 상태에서 선로(1)의 최대 부하수준에 대한 신뢰도 기준을 기반으로 결정된 것일 수 있다. 이와 같은 선별 참조 값(α_{ω})은 후술하는 바와 같이 모니터링 선로나 지역(17, 19)을 선별하는데 있어서 기준 값으로 이용될 수 있다.

[0046] 다른 실시예에 의하면, 비교 결정부(133)는 적어도 하나의 선로(1)에 대한 초고압 직류 송전 영향력(M^l_{DC}) 및 해당 선로(1)의 열적 한계 용량(S^l_{MVA})을 기반으로 연산된 값을 선별 참조 값(α_{ω})을 비교함으로써 모니터링 대상이 되는 선로 및 지역(17, 19)을 결정할 수도 있다.

[0047] 보다 구체적으로 수학적 3 및 수학적 4를 수학적 2에 대입하고, 양변을 정리면 상술한 수학적 2는 하기의 수학적 5로 표현될 수 있다.

[0048] [수학적 5]

[0049]
$$\frac{c \cdot P_{reated} |\Pi^l_{P,DC}|}{S^l_{MVA}} \geq \alpha_{\omega}$$

[0050] 다시 말해서, 비교 결정부(133)는 수학적 5에 기재된 바와 같이 적어도 하나의 선로(1)의 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격(P_{reated})의 실수 배(즉, c 를 곱한 값)와 해당 선로(1)의 민감도($\Pi^l_{P,DC}$) 간의 승산 결과를,

해당 선로(1)의 열적 한계 용량($S^1_{L_MVA}$)으로 나눈 후, 나누어 획득한 값을 선별 참조 값(α_{ω})과 비교하고, 비교 결과에 따라서 전력 계통(10, 11) 내의 모든 또는 일부의 선로 또는 지역 중에서 적어도 하나의 선로(1) 또는 지역을 모니터링 대상(17, 19)으로 결정할 수 있다. 보다 상세하게는 비교 결정부(133)는 적어도 하나의 선로(1)에 대한 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격(P_{rated})의 실수배와 민감도($\Pi^1_{L_DC}$) 간의 승산 결과에 열적 한계 용량($S^1_{L_MVA}$)을 나눈 값이 선별 참조 값(α_{ω})보다 크면(필요에 따라 동일한 경우를 포함할 수도 있음), 해당 선로(1)를 모니터링 대상 선로로 결정하고, 반대로 적어도 하나의 선로(1)에 대한 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격(P_{rated})의 실수배와 민감도($\Pi^1_{L_DC}$) 간의 승산 결과에 열적 한계 용량($S^1_{L_MVA}$)을 나눈 값이 선별 참조 값(α_{ω})보다 작으면(실시예에 따라 동일한 경우를 포함할 수도 있음), 해당 선로(1)를 모니터링 대상 선로로 결정하지 않을 수 있다. 이런 의미에서 선별 참조 값(α_{ω})은 모니터링 대상 선로 또는 지역(17, 19)의 결정 과정에서 기준 값으로 이용될 수 있다. 이에 따라 전체적인 전력 계통(10) 및/또는 하나의 세부 계통(11)의 모든 또는 일부의 선로(1) 중에서 일부는 모니터링 대상으로 선정되고 다른 일부는 모니터링 대상으로 선정되지 않을 수 있다. 경우에 따라 전체적인 전력 계통(10) 및/또는 하나의 세부 계통(11)의 모든 선로가 모니터링 대상으로 선정되는 것도 가능하다.

[0051] 실시예에 따라, 하나 또는 둘 이상의 대응 선로 민감도(123) 각각에 대응하는 하나 또는 둘 이상의 초고압 직류 송전 영향력($M^1_{L_DC}$)이 획득된 경우라면, 비교 결정부(133)는, 일 실시예에 따르면, 수학적 2에 기재된 바와 같이 모든 또는 일부의 초고압 직류 송전 영향력($M^1_{L_DC}$) 각각을 해당 선로(1)의 선로 수용력(M^1_{ref})과 비교하여 모니터링 대상이 되는 선로(1) 및/또는 지역(17, 19)을 선정할 수도 있다. 또한, 비교 결정부(133)는, 다른 일 실시예에 따르면, 수학적 5에 표현된 바와 같이 모든 또는 일부의 대응 선로 민감도(123)에 유효 전력 정격(P_{rated})의 실수배를 승산한 후, 승산 결과를 해당 선로(1)의 열적 한계 용량($S^1_{L_MVA}$)을 나눈 후, 나누어 획득한 값과 선별 참조 값(α_{ω})을 상호 비교하여 모니터링 대상이 되는 선로(1) 및/또는 지역(17, 19)을 선정하는 것도 가능하다.

[0052] 비교 결정부(133)는 상술한 바와 같이 전력 계통(10, 11) 내의 모든 또는 일부의 선로 중에서 모니터링 대상이 되는 선로가 하나 이상 선별 및 결정되면, 선별 및 결정된 하나 이상의 선로를 조합하여 전력 계통(10, 11) 내의 모든 또는 일부의 구역으로부터 모니터링 대상이 되는 구역(17, 19)을 선별 및 결정할 수도 있다. 전체적인 전력 계통(10) 또는 세부 계통(11) 내에서 선택된 모니터링 대상이 되는 구역(17, 19)은 단수일 수도 있고 또는 도 5에 도시된 바와 같이 복수일 수도 있다. 상황에 따라 모니터링 대상이 되는 구역(17, 19)은 서로 중첩될 수도 있고, 중첩되지 않을 수도 있다. 또한, 모니터링 대상이 되는 구역(17, 19)은 하나의 전체적인 전력 계통(10) 및/또는 하나의 세부 계통(11)에 속할 수도 있고, 또는 다수의 전체적인 전력 계통(10) 및/또는 다수의 세부 계통(11)에 걸쳐 있을 수도 있다. 또한, 경우에 따라서 전체적인 전력 계통(10) 또는 세부 계통(11) 모두가 모니터링 대상이 되는 구역으로 결정될 수도 있다.

[0053] 상술한 모니터링 지역 선별 장치(100)는, 하나의 정보 처리 장치를 이용하여 또는 둘 이상의 정보 처리 장치를 조합 이용하여 구현될 수 있다. 여기서, 하나 또는 둘 이상의 정보 처리 장치는, 예를 들어, 데스크톱 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 서버용 컴퓨터 장치, 스마트 폰, 태블릿 피씨, 스마트 시계, 두부 장착형 디스플레이(HMD: Head Mounted Display) 장치, 내비게이션 장치, 휴대용 게임기, 개인용 디지털 보조기(PDA: Personal Digital Assistant), 디지털 텔레비전, 셋 톱 박스, 인공 지능 음향 재생 장치(인공 지능 스피커), 가전 기기(냉장고 또는 세탁기 등), 유인 이동체(승용차, 버스나 이륜차 등의 차량 등), 무인 이동체(로봇 청소기 등), 유인 비행체, 무인 비행체(드론 등), 가정용 또는 산업용 로봇, 산업용 기계, 전자 칠판, 전자 광고판 또는 자동 입출금기(ATM: Automated Teller Machine) 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 설계자나 사용자 등은 상황이나 조건에 따라서 상술한 장치 이외에도 정보의 연산 처리 및 제어가 다양한 장치 중 적어도 하나를 상술한 모니터링 지역 선별 장치(100)로 고려 및 적용할 수 있다.

[0054] 이하 도 6 및 도 7을 참조하여 모니터링 지역 선별 방법의 여러 실시예에 대해서 설명하도록 한다.

[0055] 도 6은 모니터링 지역 선별 방법의 제1 실시예에 대한 흐름도이다.

[0056] 도 6에 도시된 바에 의하면, 먼저 적어도 하나의 전체적인 전력 계통 또는 전체적인 전력 계통에 속하는 적어도 하나의 세부 계통에 대한 정보가 수신 및 입력될 수 있다(400). 여기서, 전력 계통은 초고압 직류 송전 기술 기반의 전력 그리드 계통을 포함할 수 있으며, 초고압 직류 송전은 전압형 초고압 직류 송전 및 전류형 초고압 직류 송전 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 전력 계통 또는 세부 계통은 하나 이상의 설비나 송전 선로를 포함할 수 있으며, 전력 계통 또는 세부 계통에 대한 정보는, 이들 설비나 송전 선로에 설치된 센서로부터 획득된 후, 유무선 통신 네트워크를 통해 전달된 것일 수 있다.

- [0057] 순차적으로 전력 계통 또는 세부 계통 내의 적어도 하나의 선로에 대한 민감도가 획득될 수 있다(402). 적어도 하나의 선로에 대한 민감도는 구체적으로 정류단의 전력 배분 계수 및 인버터단의 전력 배분 계수의 차이를 통해 획득된 것일 수 있다.
- [0058] 적어도 하나의 선로에 대한 민감도가 획득되면, 실시예에 따라서 민감도를 기반으로 초고압 직류 송전 영향력 및 선로 수용력 간의 비교 처리가 수행되거나 및/또는 민감도를 기반으로 획득된 초고압 직류 송전 영향력 및 해당 선로(1)의 열적 한계 용량 간의 비율과 선별 참조 값 간의 비교 처리가 수행될 수 있다(404).
- [0059] 여기서, 적어도 하나의 선로에 대한 초고압 직류 송전 영향력은, 예를 들어, 해당 선로의 최대 조류량을 포함할 수 있다. 최대 조류량은 적어도 하나의 선로에 대한 민감도를 이용하여 결정된 것일 수 있고, 민감도는 상술한 바와 같이 초고압 직류 송전 계통의 양 말단의 전력 배분 계수를 기반으로 획득된 것일 수 있다. 보다 구체적으로 최대 조류량은 획득된 적어도 하나의 선로에 대한 민감도와 해당 선로의 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격을 조합하여 획득될 수 있으며, 예를 들어, 해당 선로의 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 실수 배와 해당 선로의 적어도 하나의 선로의 민감도를 곱하여 획득된 것일 수 있다. 또한, 선로 수용력은 해당 선로의 부하율을 포함할 수 있다. 선로의 부하율은 선별 참조 값 및 해당 선로의 열적 한계 용량의 곱을 통해 구해진 것일 수 있다. 여기서 선별 참조 값은 사용자나 설계자 등에 의해 사전에 또는 사후에 설정된 것일 수 있다. 초고압 직류 송전 영향력 및 선로 수용력은 비교 전에 연산 처리를 통해 동시에 또는 순차적으로 획득될 수 있고, 초고압 직류 송전 영향력 및 선로 수용력이 각각 획득되면, 순차적으로 이들 간에 비교가 수행될 수 있다. 초고압 직류 송전 영향력 및 선로 수용력 간에 비교는 상술한 수학적 2와 같이 초고압 직류 송전 영향력 및 선로 수용력 간의 직접 비교를 통해 수행될 수도 있다.
- [0060] 한편, 다른 실시예에 따른 초고압 직류 송전 영향력 및 해당 선로의 열적 한계 용량 간의 비율과 선별 참조 값 간의 비교는, 먼저 분석 대상이 되는 선로에 대한 초고압 직류 송전 영향력(일례로 최대 조류량)을 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 실수 배와 해당 선로의 민감도 간의 승산을 통해 획득하고, 획득한 승산 결과를 해당 선로의 열적 한계 용량으로 나누고, 나누어 획득한 값을 사용자 또는 설계자에 의해 미리 선택된 선별 참조 값과 비교함으로써 수행될 수 있다. 초고압 직류 송전 영향력 및 해당 선로의 열적 한계 용량 간의 비율과 선별 참조 값 간의 비교는 상술한 수학적 5와 같이 수학적으로 표현될 수 있다.
- [0061] 비교 결과에 따라 전체 전력 계통 및/또는 세부 계통 내의 모든 또는 일부의 송전 선로 중에서 모니터링 대상이 되는 선로가 선택되거나 및/또는 모든 또는 일부의 지역 중에서 모니터링 대상이 되는 선로가 선별될 수 있다(406).
- [0062] 일 실시예에 의하면, 수학적 2에 기재된 바와 같이 적어도 하나의 선로의 초고압 직류 송전 영향력 및 해당 선로의 선로 수용력의 비교 결과, 만약 적어도 하나의 선로의 초고압 직류 송전 영향력이 선로 수용력보다 크다면(실시예에 따라 동일을 포함할 수 있음), 해당 선로는 모니터링 대상 선로로 결정될 수 있다. 반대로 만약 초고압 직류 송전 영향력이 선로 수용력 보다 작다면(실시예에 따라 동일을 포함 가능함), 해당 선로는 모니터링 대상 선로가 아닌 것으로 판단되고, 모니터링 대상 선로에서 제외된다. 다른 실시예에 의하면, 수학적 5에 표현된 바와 같이 적어도 하나의 선로에 대한 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 실수배와 민감도 간의 승산 결과에 열적 한계 용량을 나눈 값이 선별 참조 값보다 크면(실시예에 따라 동일을 포함할 수도 있음), 해당 선로는 모니터링 대상 선로로 판정될 수 있다. 반대로 적어도 하나의 선로에 대한 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 실수배와 민감도 간의 승산 결과에 열적 한계 용량을 나눈 값이 선별 참조 값보다 작은 것으로 판단되면(실시예에 따라 동일을 포함 가능함), 해당 선로를 모니터링 대상 선로로 결정되지 않으며, 및/또는 모니터링 대상 선로에서 제외된다. 결과적으로 전체적인 전력 계통 하나의 세부 계통의 모든 또는 일부의 선로 중에서 초고압 직류 송전에 따른 영향력(최대 조류량)이 선로의 수용력보다 큰 모든 또는 일부의 선로가 모니터링 대상으로 선정되게 된다.
- [0063] 이에 따라 취약한 선로나 지역이 선별 모니터링 대상이 되어 모니터링을 위한 인력이나 자원의 낭비를 방지할 수 있어 비용 절감을 유도할 수 있게 되고, 아울러 계통의 유지 및 관리의 편의성을 증가시킬 수 있게 된다.
- [0064] 도 7은 모니터링 지역 선별 방법의 제2 실시예에 대한 흐름도로, 상정고장을 반영하여 모니터링 지역을 선별하는 방법을 도시한 것이다.
- [0065] 도 7에 도시된 바와 같이 먼저 적어도 하나의 전체적인 전력 계통에 대한 정보 및/또는 전체적인 전력 계통에 속하는 적어도 하나의 세부 계통에 대한 정보가 모니터링 지역 선별 장치에 입력될 수 있다(420). 여기서, 전력 계통은 상술한 바와 같이 초고압 직류 송전 기술 기반의 전력 그리드 계통을 포함할 수 있으며, 초고압 직류 송

전은 전압형 초고압 직류 송전 및 전류형 초고압 직류 송전 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상술한 전력 계통 또는 세부 계통에 대한 정보는, 전력 계통이나 세부 계통에 마련된 센서가 획득한 후, 유무선 통신 네트워크를 통해 전달한 것일 수 있다.

[0066] 이어서 사전에 마련된 적어도 하나의 상정고장에 대응하는 적어도 하나의 민감도 중에서 제1 상정고장($i=1$)에 대응하는 제1 민감도가 획득될 수 있다(422). 적어도 하나의 상정고장은 모니터링 지역 선별 장치의 저장부에 리스트의 형태로 저장된 것일 수 있으며, 이에 대응하는 적어도 하나의 민감도 역시 이와 동일하게 또는 상이하게 저장부에 저장된 것일 수 있다. 상정고장 리스트 및 적어도 하나의 민감도는 사용자, 설계자 또는 다른 정보 처리 장치에 의해 미리 정의 및 획득된 것일 수도 있으며, 필요에 따라 갱신될 수 있다. 적어도 하나의 민감도는 총 M 개가 마련되어 있을 수 있다(M 은 1 이상의 자연수).

[0067] 이어서 획득된 제1 민감도를 이용하여 미리 정의된 비교 처리가 수행될 수 있다(424). 구체적으로 예를 들어, 제1 민감도를 기반으로 연산된 초고압 직류 송전 영향력과 선로 수용력을 상호 간에 비교할 수도 있고, 및/또는 소정의 선별 참조 값을, 제1 민감도를 기반으로 연산된 초고압 직류 송전 영향력과 해당 선로의 열적 한계 용량에 의해 획득된 값을 상호 간에 비교할 수도 있다. 상술한 바와 같이 초고압 직류 송전 영향력은 제1 민감도를 이용하여 결정된 최대 조류량을 이용하여 연산된 것일 수 있고, 선로 수용력은 해당 선로의 부하율일 수 있다. 또한, 제1 민감도를 기반으로 연산된 초고압 직류 송전 영향력과 해당 선로의 열적 한계 용량에 의해 획득된 값은 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 실수 배와 해당 선로의 민감도 간의 승산 결과를 해당 선로의 열적 한계 용량으로 나눈 값을 포함할 수 있다.

[0068] 순차적으로 비교 결과에 따라 적어도 하나의 선로 또는 지역이 모니터링 대상으로 선정되어 추가될 수 있다(426). 구체적으로 예를 들어, 적어도 하나의 선로의 초고압 직류 송전 영향력이 해당 선로의 선로 수용력보다 크거나 및/또는 하나의 선로에 대한 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 실수배와 민감도 간의 승산 결과에 열적 한계 용량을 나눈 값이 선별 참조 값보다 크면(실시예에 따라 동일을 포함할 수도 있음), 해당 선로는 모니터링 대상 선로로 판정될 수 있다. 모니터링 대상 선로가 판정되면, 이에 대응하여 모니터링 대상 지역도 선별될 수 있다. 반대로 만약 초고압 직류 송전 영향력이 선로 수용력 보다 작거나 및/또는 초고압 직류 송전의 유효 전력 정격의 실수배와 민감도 간의 승산 결과에 열적 한계 용량을 나눈 값이 선별 참조 값보다 작다면(실시예에 따라 동일을 포함 가능함), 해당 선로는 모니터링 대상 선로로 결정되지 않고 모니터링 대상 리스트에 추가되지 않는다.

[0069] 설계자나 사용자가 결정하거나 또는 미리 정의된 바에 따라서 N 개의 민감도에 대해 비교 및 모니터링 대상의 선정이 반복 수행될 수 있다(428, 430). 여기서, N 은 적어도 하나의 민감도는 총 개수 M 보다 작거나 또는 M 과 동일할 수 있다($N \leq M$). 다시 말해서, 기 마련된 모든 민감도의 모두 또는 일부의 민감도(제1 내지 제 N 민감도)에 대해서 순차적으로 각각의 상정고장에 대응하는 선로 또는 지역이 모니터링 대상으로 선별 및 결정될 수 있다. 보다 구체적으로 제 i 상정고장에 대응하는 제 i 민감도가 다시 선택되고(422), 제 i 민감도에 따라서 초고압 직류 송전 영향력이 연산 되고, 이어서 초고압 직류 송전 영향력이 선로 수용력과 비교되거나 및/또는 초고압 직류 송전 영향력을 열적 한계로 나눈 값이 선별 기준 값과 비교될 수 있다(424). 그리고, 비교 결과에 따라서 각각의 상정고장에 대응하는 선로 또는 지역이 모니터링 대상으로 선별 및 결정될 수 있다(426).

[0070] 상술한 실시예에 따른 모니터링 지역 선별 방법은, 컴퓨터 장치에 의해 구동될 수 있는 프로그램의 형태로 구현될 수 있다. 여기서 프로그램은, 프로그램 명령, 데이터 파일 및 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 프로그램은 기계어 코드나 고급 언어 코드를 이용하여 설계 및 제작된 것일 수 있다. 프로그램은 상술한 방법을 구현하기 위하여 특별히 설계된 것일 수도 있고, 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 각종 함수나 정의를 이용하여 구현된 것일 수도 있다. 또한, 여기서, 컴퓨터 장치는, 프로그램의 기능을 실현 가능하게 하는 프로세서나 메모리 등을 포함하여 구현된 것일 수 있으며, 필요에 따라 통신 장치를 더 포함할 수도 있다. 상술한 모니터링 지역 선별 방법을 구현하기 위해 작성된 프로그램은, 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기록 매체는, 예를 들어, 솔리드 스테이트 드라이브(SSD), 롬, 램 또는 플래시 메모리 등과 같은 반도체 저장 장치, 하드 디스크나 플로피 디스크 등과 같은 자기 디스크 저장 매체, 콤팩트 디스크나 디브이디 등과 같은 광 기록 매체, 플롭티컬 디스크 등과 같은 자기-광 기록 매체 및 자기 테이프 등 컴퓨터 등의 호출에 따라 실행되는 특정 프로그램을 저장 가능한 적어도 한 종류의 물리적 장치를 포함할 수 있다.

[0071] 이상과 같이 모니터링 지역 선별 장치 및 방법의 일 실시예에 대해 설명하였으나, 모니터링 지역 선별 장치 및 방법은 오직 상술한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 상술한 실시

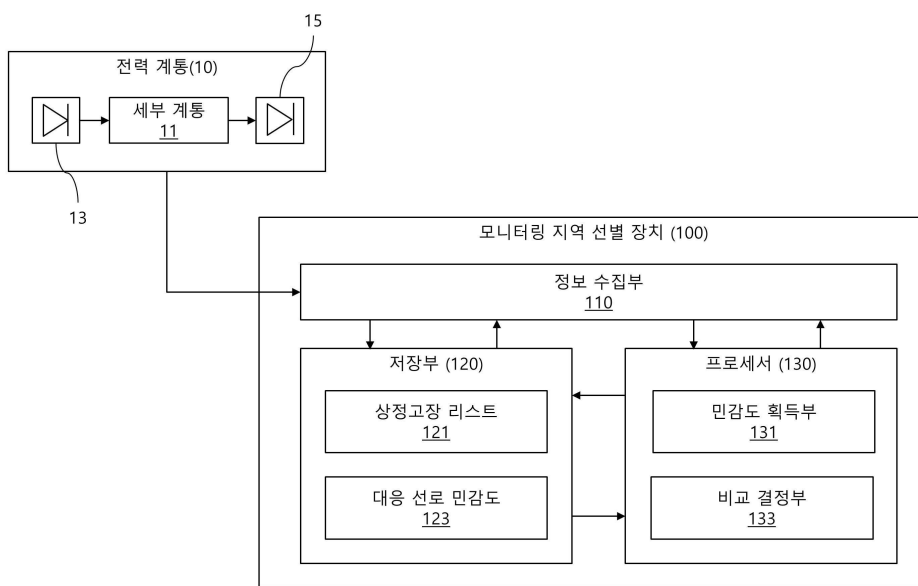
예를 기초로 수정 및 변형하여 구현 가능한 다양한 장치나 방법 역시 상술한 모니터링 지역 선별 장치 및 방법의 일 실시예가 될 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 또는 치환되더라도 상술한 모니터링 지역 선별 장치 및 방법의 일례일 수 있다.

부호의 설명

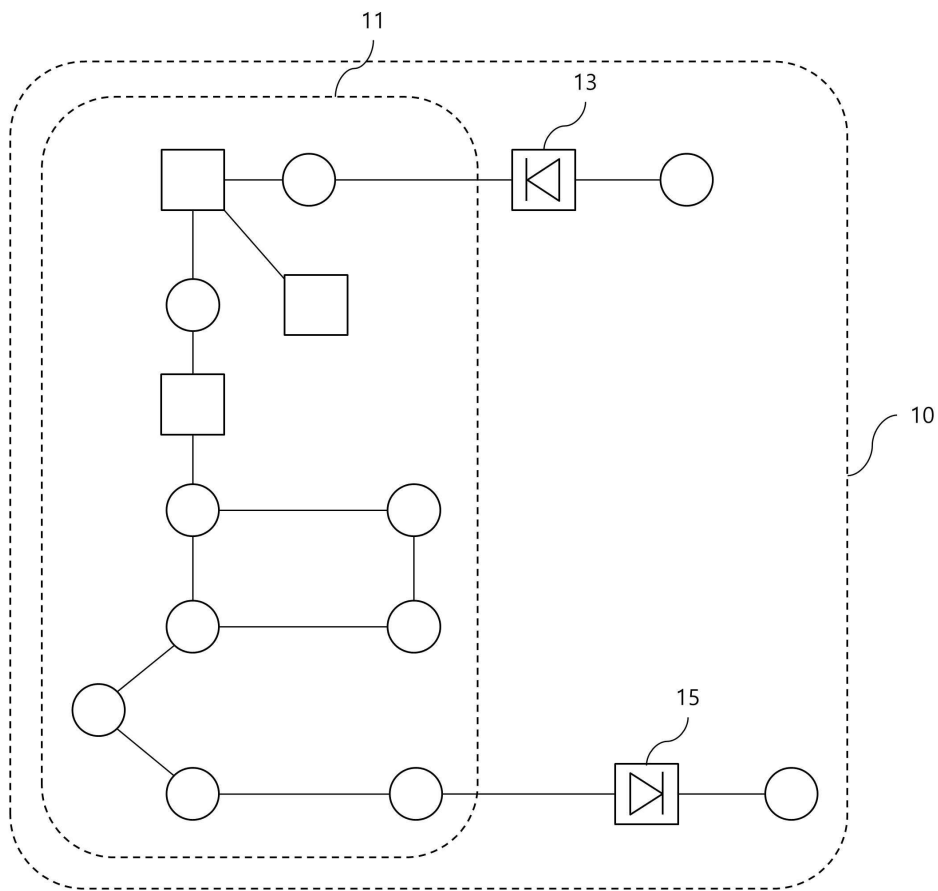
100: 모니터링 지역 선별 장치 101: 입출력부
120: 저장부 130: 프로세서

도면

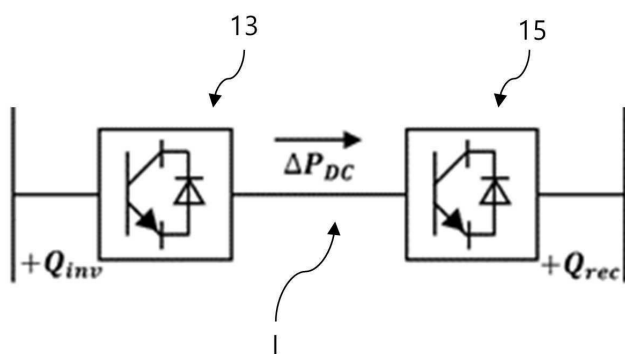
도면1



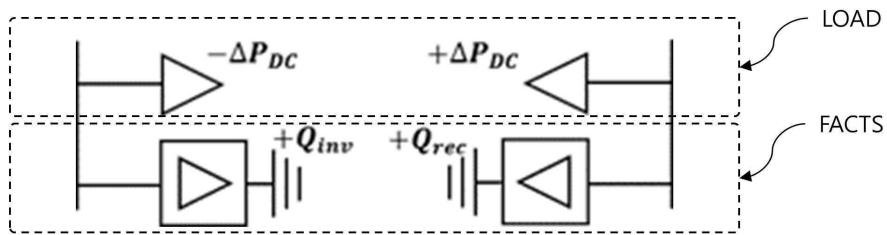
도면2



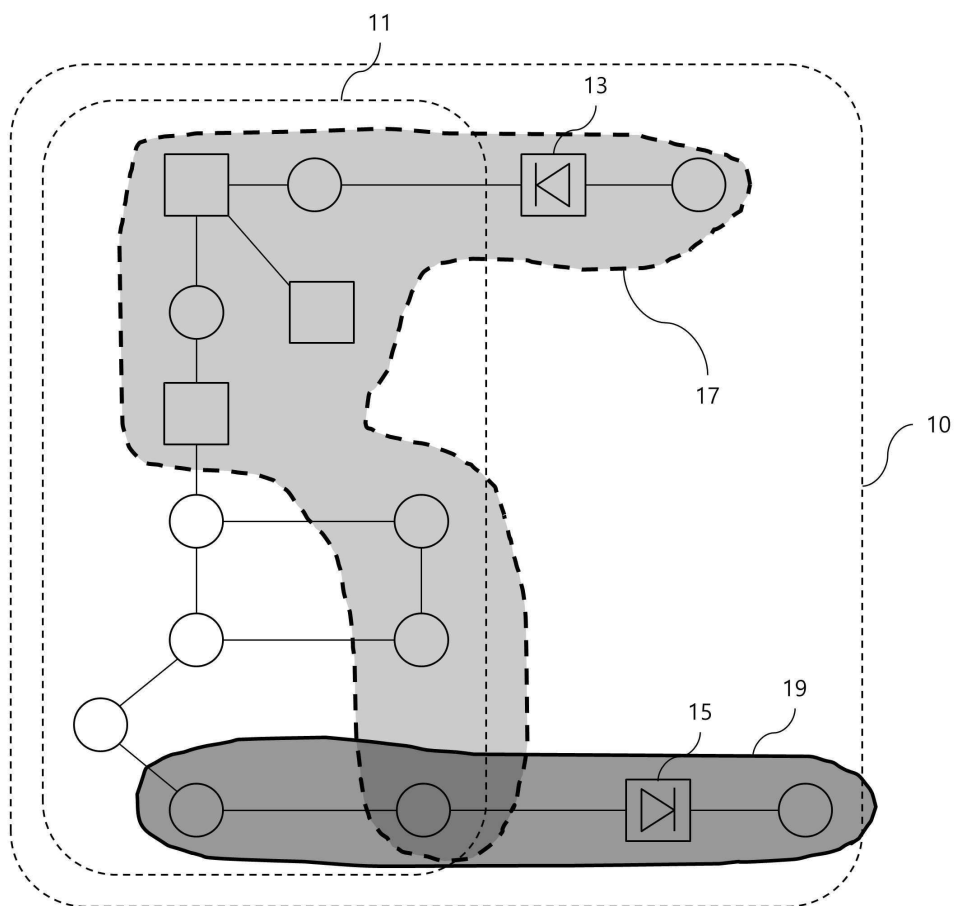
도면3



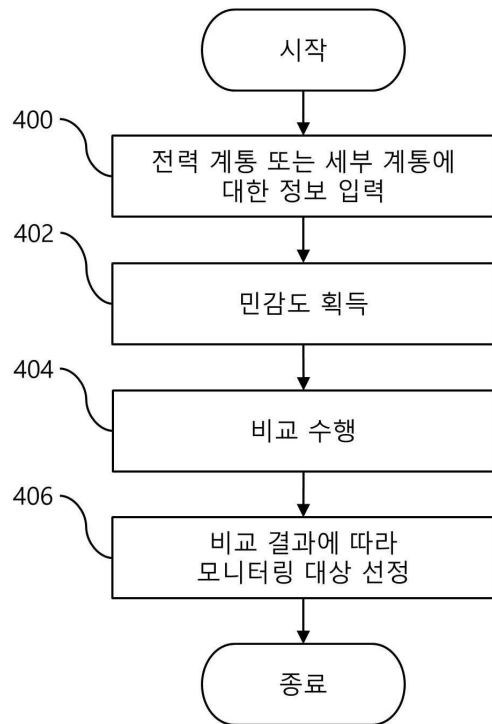
도면4



도면5



도면6



도면7

