



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0138418
(43) 공개일자 2010년12월31일

(51) Int. Cl.

G01R 31/08 (2006.01) G01R 19/02 (2006.01)

G01R 27/02 (2006.01) G01R 31/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0056950

(22) 출원일자 2009년06월25일

심사청구일자 2009년06월25일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

이병준

서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교 전기공학

한상욱

서울특별시 구로구 구로3동 1274 신성미소지움APT
104동 606호

(74) 대리인

특허법인주원

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 전력 계통 전압 안정도 감시 시스템, 방법, 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 매체

(57) 요약

전력 계통 전압 안정도 감시 시스템, 방법, 및 상기 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 개시된다. 전압 안정도 감시 시스템은 데이터 측정부, 전압 안정도 판단부를 포함한다. 데이터 측정부는 송전 선로 상의 미리 설정된 측정 지점에서의 측정 지점 전압, 전류를 측정하고, 전압 안정도 판단부는 측정된 전압, 전류를 이용하여 측정 지점에서의 부하단측 등가 임피던스를 산출하고, 송전 선로 상의 미리 설정된 송전 지점과 측정 지점 사이의 선로 임피던스를 이용해 송전 지점에서의 전압, 전류를 산출하고, 송전 지점의 전압, 전류, 및 미리 설정된 발전단의 전압을 이용하여 송전 지점에서의 발전단측 등가 임피던스를 산출하고, 발전단측 등가 임피던스, 및 선로 임피던스를 이용하여 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스를 산출하며, 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스와 부하단측 등가 임피던스의 비율을 이용하여 미리 설정된 기준에 따라 측정 지점에서의 전압 안정도를 산출한다. 이와 같은 구성에 의하면, 측정 지점의 데이터 측정값으로 송전 지점의 데이터를 산출하기 때문에 파라미터의 추정이 불필요하므로, 전력 계통 안정도를 해석에 오차가 줄어들게 되고, 파라미터 추정을 위한 데이터 축적 시간이 필요없으므로 실시간으로 전력 계통의 전압 안정도를 감시할 수 있게 된다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0710042

부처명 전력기반조성사업센터(전력산업기반기금)

연구관리전문기관

연구사업명 전력산업연구개발

연구과제명 i-PIU와 WAMS 기반의 실시간 전압안정도 계통해석 기술 개발

기여율

주관기관 한전케이디엔(주)

연구기간 2008년 09월 01일~2009년 08월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

송전 선로 상의 미리 설정된 측정 지점에서의 측정 지점 전압, 전류를 측정하는 데이터 측정부;

상기 측정된 전압, 전류를 이용하여 상기 측정 지점에서의 부하단측 등가 임피던스를 산출하고,

상기 송전 선로 상의 미리 설정된 송전 지점과 상기 측정 지점 사이의 선로 임피던스, 및 상기 측정 지점 전압, 전류를 이용해 상기 송전 지점에서의 전압, 전류를 산출하고,

상기 송전 지점의 전압, 전류, 및 미리 설정된 발전단의 전압을 이용하여 상기 송전 지점에서의 발전단측 등가 임피던스를 산출하고,

상기 발전단측 등가 임피던스, 및 상기 선로 임피던스를 이용하여 상기 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스를 산출하며,

상기 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스와 부하단측 등가 임피던스의 비를 이용하여 미리 설정된 기준에 따라 상기 측정 지점에서의 전압 안정도를 판단하는 전압 안정도 판단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 계통 전압 안정도 감시 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 데이터 측정부는 복수의 송전 선로에 대해 각각 개별 측정 지점 전압, 및 개별 측정 지점 전류를 측정하고,

상기 전압 안정도 판단부는 상기 개별 측정 지점 전압의 평균을 측정 지점 전압으로, 상기 개별 측정 지점 전류의 합을 측정 지점 전류로 각각 이용하는 것을 특징으로 하는 전력 계통 전압 안정도 감시 시스템.

청구항 3

전력 계통 전압 안정도 감시 시스템이 송전 선로 상의 미리 설정된 측정 지점에서의 측정 지점 전압, 전류를 측정하는 단계;

상기 측정된 전압, 전류를 이용하여 상기 측정 지점에서의 부하단측 등가 임피던스를 산출하는 단계;

상기 송전 선로 상의 미리 설정된 송전 지점과 상기 측정 지점 사이의 선로 임피던스, 및 상기 측정 지점 전압, 전류를 이용해 상기 송전 지점에서의 전압, 전류를 산출하는 단계;

상기 송전 지점의 전압, 전류, 및 미리 설정된 발전단의 전압을 이용하여 상기 송전 지점에서의 발전단측 등가 임피던스를 산출하는 단계;

상기 발전단측 등가 임피던스, 및 상기 선로 임피던스를 이용하여 상기 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스를 산출하는 단계; 및

상기 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스와 부하단측 등가 임피던스의 비를 이용하여 미리 설정된 기준에 따라 상기 측정 지점에서의 전압 안정도를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 계통 전압 안정도 감시 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 측정 지점 전압은 복수의 송전 선로에 대해 각각 측정된 개별 측정 지점 전압의 평균값이고, 상기 측정 지점 전류는 상기 복수의 송전 선로에 대해 각각 측정된 개별 측정 지점 전류의 합인 것을 특징으로 하는 전력 계통 전압 안정도 감시 방법.

청구항 5

제 3 또는 4항의 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램을 기록한 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전력 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전력 시스템의 안정도를 파악하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 전력 회사는 실계통을 운용함에 있어 계통의 안정도를 해석하기 위해 전력조류계산법을 이용한다. 그 대표적인 예가 정상상태에서의 모션전압 감도해석과 전압붕괴점 계산이다.

[0003] 조류계산을 기본으로 하는 전압안정도 해석기법의 하나인 모션전압의 감도해석방법에서는, 관심 모션에서 미소한 무효전력(Q) 변동에 대한 미소한 전압(V)의 변동을 나타내는 감도치를 계산한다.

[0004] V-Q 감도치가 양의 값이면 전압안정도는 안정함을 나타내며, 그 감도치가 작을수록 모션전압은 더 강건하다. 전압안정도가 감소하면, V-Q 감도치는 상승하며 전압붕괴점에서는 무한대의 값을 갖는다. 만약, 이 값이 음의 값을 갖는다면, 전압안정도 측면에서 불안정함을 나타낸다.

[0005] 다른 하나의 전압안정도 해석기법인 전압붕괴점을 계산하는 기법에서는, 전압 붕괴점은 전력계통 송전선로가 전송할 수 있는 최대 전력전송점이며, 전압이 붕괴되는 점이다. 계산된 전압붕괴점과 현재의 계통 운전점과의 거리는 전압안정도 마진(margin)으로 사용하기도 한다. 전압 붕괴점 계산은 미리 부하량과 발전량을 알 수 없기 때문에 시나리오를 상정해서 계산된다.

[0006] 조류계산법을 이용하기 위해서는 전력계통에 관련된 모든 데이터가 입력으로 주어져야 한다. 송전선로의 임피던스 데이터는 미리 준비될 수 있고, 송전선로의 토폴로지(topology)에 따라 변경될 수 있다. 그러나, 발전량에 대한 데이터와 부하량에 대한 데이터는 실시간으로 변화하는 계통조건을 반영하기 위해서 직접 측정되어 전송되어야 한다.

[0007] 여기서, 수백 또는 수천의 모션으로 이루어진 계통에서 모든 모션의 발전량과 부하량의 측정이 불가능한 것이 문제이다. 따라서, 중요 모션의 발전량과 부하량, 그리고 전압 등을 측정하여 측정되지 않은 모션의 상태를 추정하게 된다. 이렇게 미리 알고 있는 데이터, 측정된 데이터, 그리고 추정된 데이터로 구성된 데이터는 조류계산 프로그램에 입력되어 사용되며, 계산주기는 십 여분 이상이다.

[0008] 상기와 같은 종래의 전압안정도 해석기법은 전력계통 전압안정도 향상을 위해서 단지 중요한 모션에서 측정된 부분 데이터만으로 전압을 감시할 수 없으며, 실계통 전압특성이 그대로 반영되지 않는 문제점이 있다. 또한, 거의 실시간으로 계통 전압을 감시할 수 없으며, 과도상태에서도 모션의 전압건전성을 나타낼 수 없는 문제점이 있다.

[0009] 이와 같은 문제점을 해결하기 시도로서, 중요 모션에 설치되어 설치된 모션의 데이터를 실시간으로 측정하는 페이지 측정 장치(Phaser Measurement Unit: PMU)를 이용하는 방법이 개발되었다.

[0010] 실시간 페이지 측정장치를 이용하면 조류계산을 이용한 전압안정도 해석의 데이터 문제를 해결할 수 있다. 실시간 페이지 측정장치는 계통으로부터 데이터를 측정하여 전압의 실효값을 계산하고 분석하여 전압안정도 위험지수를 계산한 후, 상기 데이터를 인터넷 또는 통신장비로 전송한다.

[0011] 중요 모션에 각각 설치된 실시간 페이지 측정장치에서 측정된 시계열 모션 전압값을 분석함으로써 종래의 조류계산을 이용한 방법과 같이 모든 모션에 대한 측정된 발전량과 부하량 데이터를 구성하지 않아도 된다. 실제로 측정된 시계열 데이터를 분석하기 때문에 운전 중인 계통 특성이 그대로 반영되며, 정확한 전압안정도 감시를

수행할 수 있다.

- [0012] 이러한 방법은 ABB사의 특허인 "Voltage instability predictor (VIP)--method and system for performing adaptive control to improve voltage stability in power systems"에서 소개된 방법이 대표적인 것이다.
- [0013] 이 방법은 한 지역에서의 실시간 전압, 전류 데이터를 이용하여 계통의 전압 불안정 성을 예측하는 알고리즘으로서, 계통의 Z_{app} (절대임피던스)와 Z_{th} (테브닌등가임피던스)를 구하여, 둘의 비(Ratio)를 관찰하여 계통의 전압 불안정 여부를 판단한다.
- [0014] 일반적으로 Z_{app} 와 Z_{th} 가 같아지는 지점이 계통의 최대 전력 전달 지점(Maximum Power Transfer)으로써 Z_{th}/Z_{app} 가 1이 되면 계통이 불안정한것으로 판단한다.
- [0015] 계통이 정상상황에 있을경우, Z_{app} 가 Z_{th} 가 월등하게 커 Z_{th}/Z_{app} 는 거의 0에 가까운 값에 나오게 된다. 하지만 계통이 불안정 상황으로 갈수록 Z_{th}/Z_{app} 는 점점커져서 1에 가까워 지게 되고 1이되면 최종적으로 계통이 붕괴하게 된다는 이론이다
- [0016] 도 1은 측정 지점에서의 부하단측 등가임피던스인 Z_{app} 와 송전단측 등가 임피던스인 Z_{th} 를 도시한 개략적인 회로도이다.
- [0017] 도 1에서 확인할 수 있는 바와 같이, Z_{app} 는 측정된 데이터로 부터 바로 계산이 가능하지만, Z_{th} 의 경우에는 측정된 데이터를 축적하여 파라미터 추정기법(ex. Least Square Solution)을 사용하여 계산하게 된다.
- [0018] 이 경우, 전송 선로의 한곳에서 데이터를 측정하여 이를 바탕으로 파라미터 추정을 하는데, 이 파라미터 추정 과정은 작은수의 방정식으로 더 많은 미지수를 찾아내는 방법으로써(예를 들어 두개의 방정식으로 4개의 파라미터를 추정), 어느 정도의 데이터 축적이 되어야만 추정이 가능하며, 추정이 되더라도 오차가 크게 발생할 가능성이 존재한다. 따라서 실시간으로 전압안정도를 감시하는데에 있어 문제점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0019] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 실시간으로 전력 계통의 전압 안정도를 감시할 수 있으면서도 오차가 작은 전력 계통 전압 안정도 감시 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- [0020] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 전압 안정도 감시 시스템은 데이터 측정부, 전압 안정도 판단부를 포함한다. 데이터 측정부는 송전 선로 상의 미리 설정된 측정 지점에서의 측정 지점 전압, 전류를 측정하고, 전압 안정도 판단부는 측정된 전압, 전류를 이용하여 측정 지점에서의 부하단측 등가 임피던스를 산출하고, 송전 선로 상의 미리 설정된 송전 지점과 측정 지점 사이의 선로 임피던스, 및 측정 지점 전압, 전류를 이용해 송전 지점에서의 전압, 전류를 산출하고, 송전 지점의 전압, 전류, 및 미리 설정된 발전단의 전압을 이용하여 송전 지점에서의 발전단측 등가 임피던스를 산출하고, 발전단측 등가 임피던스, 및 선로 임피던스를 이용하여 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스를 산출하며, 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스와 부하단측 등가 임피던스의 비율을 이용하여 미리 설정된 기준에 따라 측정 지점에서의 전압 안정도를 산출한다. 이와 같은 구성에 의하면, 측정 지점의 데이터 측정값으로 송전 지점의 데이터를 산출하기 때문에 파라미터의 추정이 불필요하므로, 전력 계통 안정도를 해석에 오차가 줄어들게 되고, 파라미터 추정을 위한 데이터 축적 시간이 필요없으므로 실시간으로 전력 계통의 전압 안정도를 감시할 수 있게 된다.
- [0021] 데이터 측정부는 복수의 송전 선로에 대해 각각 개별 측정 지점 전압, 및 개별 측정 지점 전류를 측정하고, 전압 안정도 산출부는 개별 측정 지점 전압의 평균을 측정 지점 전압으로, 개별 측정 지점 전류의 합을 측정 지점 전류로 각각 이용하여 전압 안정도를 판별할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 보다 광범위한 영역에 대해 보다 정확한 전력 시스템의 안정화를 파악할 수 있게 된다.
- [0022] 아울러, 상기 시스템을 방법의 형태로 구현한 발명과 그 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 판독 가능한 프로그램이 개시된다.

효 과

[0023] 본 발명에 의하면, 측정 지점의 데이터 측정값으로 송전 지점의 데이터를 산출하기 때문에 파라미터의 추정이 불필요하므로, 전력 계통 안정도를 해석에 오차가 줄어들게 되고, 파라미터 추정을 위한 데이터 축적 시간이 필요없으므로 실시간으로 전력 계통의 전압 안정도를 감시할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

[0025] 도 2는 본 발명에 따른 전력 시스템 안정화 감시 시스템의 개략적인 블록도이다.

[0026] 도 2에서, 전압 안정도 감시 시스템(100)은 데이터 측정부(110), 전압 안정도 판단부(120)를 포함한다.

[0027] 데이터 측정부(110)는 송전 선로 상의 미리 설정된 측정 지점에서의 측정 지점 전압, 전류를 측정한다. 이때, 데이터 측정부(110)는 실시간으로 송전 선로 상의 데이터를 측정하며, PMU를 채용하는 것이 바람직할 것이다.

[0028] 도 3은 도 2의 전압 안정도 감시 시스템이 전압 안정도를 감시하는 송전 선로의 개략적인 등가 회로도이다.

[0029] 도 3에서, 측정 지점 전압, 및 측정 지점 전류는 각각 V_2 , 및 I_2 로 표기 되어 있다.

[0030] 먼저, 전압 안정도 판단부(120)는 측정된 전압, 전류(V_2 , I_2)를 이용하여, 식(1)에서와 같이, 측정 지점에서의 부하단측 등가 임피던스(Z_l)를 산출한다.

$$\overline{Z_l} = \frac{\overline{v_2}}{\overline{i_2}} \quad (1)$$

[0032] 여기서 부하단측 등가 임피던스(Z_l)는, 도 1, 및 식 (2)에서 확인할 수 있는 바와 같이, Z_{app} (절대임피던스)이다.

$$\overline{Z_{app}} = \overline{Z_l} \quad (2)$$

[0034] 이어서, 전압 안정도 판단부(120)는 송전 선로 상의 미리 설정된 송전 지점과 측정 지점 사이의 선로 임피던스 (Z_s , Z_T), 및 측정 지점 전압, 전류(V_2 , I_2)를 이용해 송전 지점에서의 전압, 전류(V_1 , I_1)를 산출한다. 송전 지점 전압, 전류(V_1 , I_1)는 식(3), 및 식(4)의 관계를 이용하여 구할 수 있다.

[0035]

$$\overline{Z_s} = \frac{\overline{v_1}}{\overline{i_1} - \overline{i_2}} \quad (3)$$

[0036]

$$\overline{Z_T} = \frac{\overline{v_1} - \overline{v_2}}{\overline{i_2}} \quad (4)$$

[0037]

[0038] 본 발명에서와 같이, 전송 선로 한쪽의 전압 및 전류를 알고 있고, 선로의 임피던스를 알고있다면 위 식을 이용하여 반대쪽의 전압 및 전류를 계산 해 낼 수 있다. 일반적으로 계통의 선로 임피던스는 순간적으로 잘 변화하지 않으므로 위의 사항을 적용하여 적은 수의 측정 위치로부터 더 많은 정보를 얻어 낼 수 있다.

[0039] 이어서, 전압 안정도 판단부(120)는 송전 지점의 전압, 전류(V_1, I_1), 및 미리 설정된 발전단의 전압(E_g)을 이용하여 송전 지점에서의 발전단측 등가 임피던스(Z_g)를 산출한다. 여기서, 발전단 전압(E_g)는 일반적으로 1.0pu이다.

[0040] 이어서, 전압 안정도 판단부(120)는 발전단측 등가 임피던스(Z_g), 및 선로 임피던스를 이용하여, 식(5)에서와 같이, 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스(Z_{th})를 산출한다.

$$\overline{Z_{Th}} = \overline{Z_T} + \frac{1}{\frac{1}{\overline{Z_g}} + \frac{1}{\overline{Z_s}}} \quad (5)$$

$$\overline{E_{Th}} = v_2 \frac{\overline{Z_{Th}} + \overline{Z_{app}}}{\overline{Z_{app}}} \quad (6)$$

[0043] 마지막으로, 전압 안정도 판단부(120)는 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스(Z_{th})와 부하단측 등가 임피던스(Z_l)의 비율을 이용하여 미리 설정된 기준에 따라 측정 지점에서의 전압 안정도를 판단한다.

[0044] 일반적으로 Z_{app} 와 Z_{th} 가 같아지는 지점이 계통의 최대 전력 전달 지점(Maximum Power Transfer)으로서 Z_{th}/Z_{app} 가 1이 되면 계통이 불안정한것으로 판단한다.

[0045] 계통이 정상상황에 있을경우, Z_{app} 가 Z_{th} 가 월등하게 커 Z_{th}/Z_{app} 는 거의 0에 가까운 값에 나오게 되지만, 계통이 불안정 상황으로 갈수록 Z_{th}/Z_{app} 는 점점커져서 1에 가까워 지게 되고 1이되면 최종적으로 계통이 붕괴하게 된다는 이론에 의한 판단이다.

[0046] 그러나, 안정도 판단 기준은 시스템 관리자에 의해, 1이 아닌 0과 1사이의 다른 값으로도 설정될 수 있고, 0과 1 사이에서 여러 단계로 설정될 수도 있다.

[0047] 이와 같은 구성에 의하면, 측정 지점의 데이터 측정값으로 송전 지점의 데이터를 산출하기 때문에 파라미터의 추정이 불필요하므로, 전력 계통 안정도를 해석에 오차가 줄어들게 되고, 파라미터 추정을 위한 데이터 축적 시간이 필요없으므로 실시간으로 전력 계통의 전압 안정도를 감시할 수 있게 된다.

[0048] 위 알고리즘은 한곳에서만 전압, 전류를 측정하더라도 계산해 낼 수 있지만, 계통의 여러 곳에서 정보를 취득하면 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있다. 여러곳의 정보를 이용하여 하나의 결과를 내므로써 계통 광역을 감시할 수 있게된다.

[0049] 이에 따라, 데이터 측정부(120)는 복수의 송전 선로에 대해 각각 개별 측정 지점 전압, 및 개별 측정 지점 전류를 측정하고, 전압 안정도 산출부(120)는 개별 측정 지점 전압의 평균을 측정 지점 전압으로, 개별 측정 지점 전류의 합을 측정 지점 전류로 각각 이용하여 전압 안정도를 판별할 수 있다.

[0050] 여러곳으로부터 전압 및 전류를 취득하고 이를 이용하여 하나의 작은 축약계통으로 축약하는 것으로서, 이를 위해, 한지역에 있는 전압은 평균을 취하고, 전류는 합을 하여 계산하는 것이다.

[0051] 도 4는 복수의 전송 선로를 하나의 등가 전송 선로로 단순화하여 도시한 도면이다.

[0052] 도 4에서, 두 영역 사이의 복수의 전송 선로가 하나의 등가 전송 선로로 대체되어 있다. 등가 전송 선로 상의 전압은 복수의 전송 선로에서 각각 측정된 전압의 평균값이고, 등가 전송 선로 상의 전류는 복수의 전송 선로

각각에서 측정된 전류의 합이다.

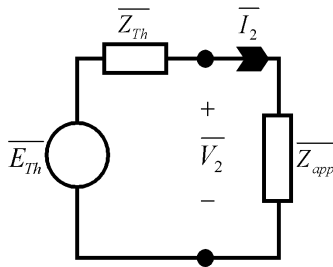
- [0053] 이와 같은 구성에 의하면, 보다 광범위한 영역에 대해 보다 정확한 전력 시스템의 안정화를 파악할 수 있게 된다.
- [0054] 본 발명에서는 측정된 데이터로 부터 Z_{th} 와 Z_{app} 를 모두 바로 계산하여 최대 전력 전달 법칙에 적용하여 계통의 전압 안정성 여부를 판단한다.
- [0055] 일반적으로 전력계통의 선로 임피던스는 모두 알고 있기 때문에, 한 모선(bus)에서 전압과 전류를 측정하면 반대쪽 모선의 전압과 전류를 계산 할수 있다.
- [0056] 따라서 한곳의 전압, 전류를 측정하면 두곳의 전압, 전류값을 알게 된다. 이 양쪽 전압, 전류 데이터를 이용하여 Z_{th} 와 Z_{app} 를 계산하고 Z_{th} 와 Z_{app} 값의 비(Ratio)를 관찰함으로써 계통의 전압 안정성을 판별하게된다.
- [0057] 도 5는 본 발명에 따른 전압 안정도 감시 방법을 수행하기 위한 개략적인 흐름도이다.
- [0058] 도 5에서, 먼저, 송전 선로 상의 미리 설정된 측정 지점에서의 측정 지점 전압, 전류를 측정하고(S110), 측정된 전압, 전류를 이용하여 상기 측정 지점에서의 부하단측 등가 임피던스를 산출한다(S120).
- [0059] 이어서, 송전 선로 상의 미리 설정된 송전 지점과 상기 측정 지점 사이의 선로 임피던스를 이용해 상기 송전 지점에서의 전압, 전류를 산출하고(S130), 송전 지점의 전압, 전류, 및 미리 설정된 발전단의 전압을 이용하여 송전 지점에서의 발전단측 등가 임피던스를 산출하며(S140), 발전단측 등가 임피던스, 및 선로 임피던스를 이용하여 상기 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스를 산출한다(S150).
- [0060] 마지막으로, 측정 지점에서의 송전단측 등가 임피던스와 부하단측 등가 임피던스의 비를 이용하여 상기 측정 지점에서의 전압 안정도를 판단한다(S160).
- [0061] 전력 계통의 실시간 데이터 측정을 위해, 실시간 데이터 측정장치인 PMU를 사용하여야 하지만, 이 장치는 가격이 비싸 충분하게 설치하기가 어렵다.
- [0062] 따라서, 한정된 지역정보만을 이용하여 실시간으로 광역의 전압 안정도를 감시해야한다. 또, 한정된 지역정보만을 사용 할 수 있으므로, 이를 이용하여 최대한 많은 정보를 이끌어 내야한다.
- [0063] 종래에는 한정된 지역 정보만을 이용하는 대신 부족한 데이터는 추정을 통해 구했다. 하지만, 데이터 추정을 위해서는 시간이 많이 필요하고, 또 오차가 많이 발생했다.
- [0064] 본 발명에서는, 측정된 데이터를 이용해 다른 지역의 데이터를 산출해 낸다. 일반적으로 전력 계통의 선로 임피던스는 모두 알고 있기 때문에, 한 모선(bus)에서 전압과 전류를 측정하면 반대쪽 모선의 전압과 전류를 계산 할수 있다.
- [0065] 따라서 한곳의 전압, 전류를 측정하면 두곳의 전압, 전류값을 알게 된다. 이 양쪽 전압, 전류 데이터를 이용하여 Z_{th} 와 Z_{app} 를 계산하고 Z_{th} 와 Z_{app} 값의 비(Ratio)를 관찰함으로써 계통의 전압 안정성을 판별하게된다.
- [0066] 본 발명은 파라미터 추정 기법을 사용하지 않으므로써 오차를 확연히 줄이며, 데이터 축적이 필요없으므로 실시간으로 전압 안정도를 감시하는데 훨씬 적합하다.
- [0067] 또한, 한곳의 데이터 만이 아닌 여러곳의 데이터를 측정하여 광역의 전압안정도를 감시 할 수 있다. 또한 여러곳의 데이터를 이용하므로써 오차 또한 줄여 나가게된다.
- [0068] 본 발명은 한정된 지역 정보만을 가지고, 실시간으로 광역 전압안정도를 감시하여 계통의 광역 정전을 방지할 뿐만 아니라 전기 품질 향상등에 도 큰 효과를 가져올 것으로 기대된다.
- [0069] 또한, 국내 전력 계통의 실시간 안정화 제어기술 자립의 효과가 있다. 전기연구원의 자료에 의하면 정전 등 전기품질 저하비용 감소 연간 5천억원, 수도권 전압 불안정에 의한 정전 방지 비용 1,000MW에 약 1천억원, 신규발전투자 절감 연간 1조원, 송배전 손실감소 연간 200억원으로 알려지고 있다.
- [0070] 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

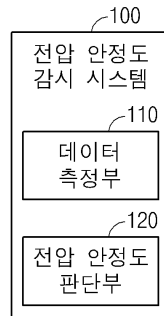
- [0071] 도 1은 측정 지점에서의 부하단측 등가임피던스인 $\overline{Z_{app}}$ 와 송전단측 등가 임피던스인 $\overline{Z_{th}}$ 를 도시한 개략적인 회로도.
- [0072] 도 2는 본 발명에 따른 전력 계통 전압 안정화 감시 시스템의 개략적인 블록도.
- [0073] 도 3은 도 2의 전압 안정도 감시 시스템이 전압 안정도를 감시하는 송전 선로의 개략적인 등가 회로도.
- [0074] 도 4는 복수의 전송 선로를 하나의 등가 전송 선로로 단순화하여 도시한 도면.
- [0075] 도 5는 본 발명에 따른 전력 계통 전압 안정도 감시 방법을 수행하기 위한 개략적인 흐름도.

도면

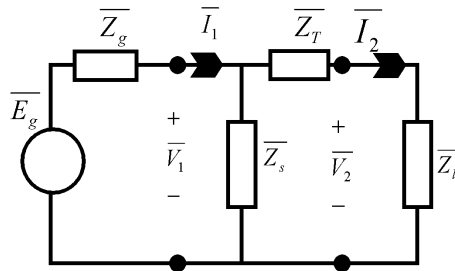
도면1



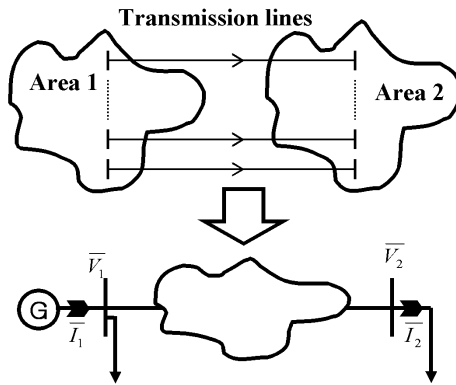
도면2



도면3



도면4



도면5

