(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
H02J 3/38 (2006.01)
F03D 7/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0092290
(43) 공개일자 2006년08월22일

(21) 출원번호 10-2006-7014726(분할)
(22) 출원일자 2006년07월21일
(62) 원출원 특허10-2004-7004573
원출원일자 : 2004년03월27일
심사청구일자 2004년03월27일
번역문 제출일자 2006년07월21일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2002/010627
(87) 국제공개번호 WO 2003/030329
국제출원일자 2002년09월21일
국제공개일자 2003년04월10일

(71) 출원인 우벤 알로이즈
독일 오리히주 디-26607 아게스트라세 19

(72) 발명자 우벤 알로이즈
독일 오리히주 디-26607 아게스트라세 19

(74) 대리인 이세진

심사청구 : 없음

(54) 풍력 발전소의 운용 방법

요약

초기 풍력 발전기는 항상 개개 단위로 별도 설치되었으며 행정, 건축법령에 의거하여 풍력 발전소에 집단으로 설치된 것은 최근의 일이다. 그러한 점에서 풍력 발전소의 가장 작은 단위는 두 개의 풍력 발전기이지만 통상 훨씬 많은 수를 가진다. 그 예로서 50개의 풍력 발전기가 정렬해 있는 이스트 프리지아(East Frisia) 홀스트리엠(Holstriem)의 풍력 발전소를 들 수 있다. 앞으로는 풍력 발전기의 수와 발전력이 대폭 향상될 것으로 기대된다. 대부분의 경우 바람의 포텐셜은 낮은 단계의 단락회로전력(short-circuit power)을 가지는 전력공급망이 있고 인구밀도가 낮은 지역에서 최대가 된다. 이런곳은 기술적 연결의 한계가 금방 포화되어 풍력 발전기를 더 세우는 것이 불가능해진다.

본 발명은 복수의 풍력 발전기로 이루어진 풍력 발전소를 운용하는 방법에 관한 것으로서, 상기 발전소는 발전소에 의해 생성된 전력이 공급되는 네트워크에 연결되어 있고 최소한 하나의 발전기는 제어입력부를 가지고 있어서 하나 또는 그 이상의 발전기의 전력이 각기 생산가능한 전력, 상세히는 공칭 전력을 기준으로 0에서 100%로 설정되고, 상기 제어입력부는 데이터처리장치와 연결되어 있어서 상기 데이터처리장치에 의해 설정값은 에너지 네트워크로 보내기 위한 전체 발전소의 총출력전력에 의존하여 0에서 100% 사이로 설정되며, 상기 전기 공급망의 운용자(PSU)가 제어입력부를 통해 발전기로부터 전송되는 전력을 조절하는 풍력 발전소의 운용방법을 제공한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 인버터장치(MWR)에 연결된 마이크로프로세서에 의한 블록 회로도이고,

도 2는 발전기1,2,3으로 구성된 발전소의 원리를 보여주고 있는 도면이고,

도 11은 풍력 발전기의 주파수/전력의 시간그래프를 나타내는 도면이고,

도 12는 풍력 발전기의 측면도이고,

도 13은 발전기 인버터의 블록 회로도이며,

도 14는 발전기의 제한장치를 나타내는 도면이고,

도 15는 풍력 발전기와 전력망의 결합을 설명하기 위한 도면이고,

도 16은 도13의 대체 도면이고,

도 21은 네트워크에 전력을 공급하는 발전기의 간단한 도면이고,

도 22는 본 발명에 따른 발전기의 조정부를 나타내는 도면이고,

도 23은 네트워크 전압과 위상각과의 관계를 보여주는 도면이고,

도 24는 도 22의 조정부에 필수적인 요소들을 나타내는 도면이고,

도 25는 풍력 발전소의 예로 두 개의 발전기로 이루어진 풍력 발전소를 나타내는 도면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 풍력 발전소 및 그 운용방법에 관한 것이다.

초기 풍력 발전기는 항상 개개단위로 별도 설치되었으며 행정,건축법령에 의거하여 풍력 발전소에 집단으로 설치된 것은 최근의 일이다. 그러한 점에서 풍력 발전소의 가장 작은 단위는 두 개의 풍력 발전기이지만 통상 훨씬 많은 수를 가진다. 그 예로서 50개의 풍력 발전기가 정렬해 있는 이스트 프리지아(East Frisia) 홀스트리엠(Holstriem)의 풍력 발전소를 들 수 있다. 앞으로는 풍력 발전기의 수와 발전력이 대폭 향상될 것으로 기대된다. 대부분의 경우 바람의 포텐셜은 낮은 단계의 단락회로전력(short-circuit power)을 가지는 전력공급망이 있고 인구밀도가 낮은 지역에서 최대가 된다. 이런곳은 기술적 연결의 한계가 금방 포화되어 풍력 발전기를 더 세우는 것이 불가능해진다.

통상 풍력 발전소가 50MW변압기의 변전소에 연결되어 있다고 가정하면 최대50MW의 총전력을 가지는 것이고 이는 곧 공칭 전력(nominal power) 1MW짜리 풍력 발전기가 50개라는 것이 된다.

풍력 발전기들이 항상 공칭모드에서 동작하는 것은 아니므로 풍력 발전소의 발전전력이 항상 그 최대치(공칭 전력)에 도달하는 것이 아니라는 점을 감안한다면 공칭 전력이 수용가능한 최대전력과 일치한다고 해서 풍력 발전소가 최적조건에서 구동되고 있는 것은 아니라는 것을 알 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명에서는 풍력 발전소의 총 발전전력이 공급가능 최대전력보다 높도록 하는 해결수단을 제시한다. 위의 예에 적용하면 전력은 50MW이상, 예를 들면 53MW가 되는 것이다. 풍속이 50MW의 한계전력을 발전하기에 충분하게 되자마자 본 발명에 의한 풍력 발전소의 조정시스템이 작동하고 개개 또는 모든 풍력 발전기를 총전력이 한계전력을 넘지 않도록 제한한다. 이것은 공칭풍속(풍력 발전기가 그 공칭 전력에 도달하는 풍속) 이상의 풍속에서는 최소한 하나 또는 모든 풍력 발전기는 더 낮은 전력을 발전력으로 갖도록 조절되어 구동된다는 것이다.(예를 들면 1MW대신에 940kW)

본 발명의 이점은 명확하다. 모든 전력공급 네트워크의 구성요소들(예를 들면 변압기, 송전선)은 최적조건으로 맞춰지거나 그 로드를 최적의 방식으로 배치할 수 있다(온도제한선까지 이용하는 것도 가능할 수 있다). 이러한 방식으로 가능한 한 많은 수의 풍력 발전기를 설치함으로써 풍력 발전소의 공간을 활용할 수 있다.그 숫자는 네트워크의 용량에 엄격하게 구애받지 않게 되는 것이다.

발명의 구성 및 작용

풍력 발전기의 제어/조정을 위해서는 그 발전력이 (공칭 전력에 대해) 0에서 100%로 표시될 수 있도록 데이터입력부를 가지는 것이 바람직하다. 예로 기준값 350kW가 입력된다면 그 풍력 발전기의 최대전력은 기준값인 350kW를 넘지 않을 것이다. 0부터 공칭 전력 중 어떤 값도 기준값으로 설정할 수 있다(예를 들면 0부터 1MW까지).

그러한 데이터입력은 전력제한목적에 직접 이용될 수 있다.

그러나 발전전력을 네트워크(발전소의 네트워크 또는 공급네트워크)의 전압에 따라 조정하는 것은 레귤레이터(regulator)에 의해서도 가능하다.

더 상세한 주요기능은 이하에서 발전소의 조정을 중심으로 논의할 것이다. 풍력 발전소는 600kW의 공칭 전력을 가지는 풍력 발전기 10개를 가지는 것으로 가정할 것이다. 네트워크 요소들(선로용량)이나 변전소의 제한용량의 영향으로 최대전송전력(한계전력)은 5200kW인 것으로 가정할 것이다.

이제 기준값(데이터입력)에 의해 모든 발전기의 최대값을 520kW으로 할 가능성이 생겼다. 이로써 송전전력 제한의 조건들은 항상 만족한다.

또 하나의 가능성은 발전기의 총전력이 과도하지 않으면서도 최대의 에너지(kW-hours(일))를 생산하는 것이다.

이러한 측면에서, 저속풍 내지 중속풍의 조건하에서, 유리한 위치(발전소에서 바람을 가장 처음 맞는 위치)의 발전기는 많은 양의 바람을 맞는다는 것을 인식해야 한다. 만약 모든 발전기들이 일제히 제한수치(예를 들면 520kW)로 조절된다면 유리한 위치의 발전기들에 의한 풍음대(wind shadow)(둘째,세째줄)에 있는 발전기들은 520kW보다 적은, 예를 들면 460kW의 발전력을 가질 것이다. 결국 발전소의 총 발전력은 실질적으로 5200kW에 못미치게 되는 것이다.

이러한 경우 본 발명에 의한 발전소의 조정부는 개개의 발전기를 총 에너지량이 최대가 되도록 조정한다. 구체적으로 말하여, 예를 들면 첫째줄의 발전기(유리한 위치의 발전기)는 더 높은 전력을 갖도록 하는 것이다(즉, 전력제한을 가하지 않고 공칭 전력을 갖도록). 이렇게 해서 발전소의 전체 전력은 상승한다. 그러나 조정부는 일(kWh)의 양이 최대가 되도록 하면서도 허용된 최대연결전력은 넘지 않도록 조정한다.

본 발명과 연계된 발전소의 운용은 각각의 상황에 쉽게 대처될 수 있다. 따라서 하나 또는 여러개의 발전기가 네트워크에서 제거되거나 정비 기타 이유로 인해 일시적으로 활동을 중단해야 할 때에도 발전기들에 다양하게 전력제한을 둘 수 있다.

발전소나 발전기의 제어/조정을 위해서는 각 발전기의 데이터입력부와 연결되어 있는 데이터/제어 처리장치를 이용하여 각 발전기로부터 풍속에 관한 데이터를 얻은 후 전체 발전소를 위해 각 발전기에 가장 적합한 전력제한을 얻어내는 방법을 사용할 수 있다.

도 1은 인버터장치(MWR)에 연결된 마이크로프로세서에 의한 블록 회로도로서, 다상 교류전류을 전원 공급망에 흘려줄 수 있다. 마이크로프로세서는 전력입력(P), 일률입력(cos phi)과 전력구배(dP/dt)를 위한 입력을 가진다.

정류기, 정류기 중개 회로, 인버터로 이루어진 인버터장치는 발전기의 제너레이터와 연결되어 있으며 변속회전방식, 즉 발전기의 로터(rotor) 회전 속도 변화에 의해 공급된 에너지를 받는다.

본 도에 묘사된 설계는 어떻게 발전기로부터 공급된 전력을 제한하여 수용가능한 최대전력에 맞추는지를 설명하고 있다.

도 2는 예를 들어 발전기1,2,3으로 구성된 발전소의 원리를 보여주고 있는데 바람의 방향에서 보면 알 수 있듯 1과2는 나란히 서있고 3은 그 뒤에 있다. 각각의 발전기는 전력입력을 가지는데 각 발전량은 데이터처리장치에 의해 바람직한 값으로 맞춰지며 이에 의해 전체 발전소가 제어된다. 도 2에서는 유리한 위치가 바람을 처음 맞는 곳, 즉 1과2의 위치임을 말해준다.

본 발명은 또한 로터에 의해 구동될 수 있는 제너레이터를 구비하며 생성된 전력을 공급할 네트워크에 연결되어 있는 발전기가 하나 이상 있는 발전소의 운용방법에 관한 것이기도 하다. 나아가 로터와 이에 결합된 제너레이터를 구비하여 전기소비자, 특히 전기네트워크에 보내는 발전기에 관한 것이다.

저전력의 전기망(섬)의 경우에는 만약 상대적으로 큰 소비자가 그 망으로부터 분리되어 있다면 네트워크의 주파수가 매우 급격히 올라간다. 디젤엔진이나 물레바퀴같은 운용기계들은 역학적 또는 전기적 힘이 소진되는 동안 어느정도의 시간이 걸리는데 이 시간동안 제너레이터들은 전기네트워크에서 가져온 에너지보다 더 많은 에너지를 생산한다. 이 에너지는 그 제너레이터들을 가속시키는 데에 소비된다. 이는 곧 회전속도와 네트워크 주파수의 증가를 의미한다.

전력망에 연결된 많은 전기장치들, 예를 들면 컴퓨터, 전기모터 등은 동요하는 전력망의 주파수나 급격한 변화를 기준으로 설계된 것이 아니기 때문에 이러한 상황은 전기장치에 충격을 가져올 수 있고 심하면 파괴될 수도 있다.

본 발명의 목적은 풍력 발전기(풍력 발전소)가 전력망에 연결되었을 때 상기의 문제점들을 해결하고자 하는 데에 있다. 본 발명에 따라 이러한 목적은 청구항7에 기재된 방법과 청구항 10에 기재된 풍력 발전기에 의해 달성될 수 있다. 유리한 개선사항들은 각각의 종속항에 기재되어 있다.

본 발명과 관련하여 풍력 발전기들이 저전력망에서 운영되는 경우에는 그 기계적,전기적 힘은 증가하는 네트워크 주파수에 따라 제어되어야 한다. 이는 더 이상의 주파수증가를 막거나 또는 주파수의 감소에 대비하기 위함이다.

본 발명의 이와같은 면을 실시예와 함께 이하에서 구체적으로 설명한다.

도 11은 풍력 발전기의 주파수/전력의 시간그래프이고,

도 12는 풍력 발전기의 측면도이고,

도 13은 발전기가 마이크로프로세서에 의해 제어되고 있음을 보여주는 발전기 인버터의 블록 회로도이고,

도 14는 발전기의 조정장치이고,

도 15는 풍력 발전기와 전력망의 결합을 설명하는 도면이고,

도 16은 도 13의 대체 도면이다.

도 11은 발전기에게 그 출력전력(P)을 네트워크의 전기적주파수(f)에 의존하여 감소할 것을 요구하는 것을 보여준다. 이 경우 100%의 수치는 전력망의 설정치 또는 목표치(50Hz, 60Hz)를 나타낸다. 100.6%와 102%는 각각 네트워크 주파수(f)의 각각 그만큼 더 높은 수치임을 의미한다.

예에서 네트워크의 주파수가 0.6%상승했을 때(즉, 100.6%), 발전기의 전력은 아직 감소하지 않았다. 만약 거기서 주파수가 더욱 증가하면 발전기의 전력은 감소한다. 제시된 예에서는 네트워크의 주파수가 102%까지 증가했을 때 발전기의 전력이 0이 되었다.

도 13은 이러한 요구를 수용하고 있는 발전기의 실시예를 보여준다. 발전기는 조절가능한 로터블레이드(로터블레이드의 피치(pitch)를 조절)를 구비하여 기계적 힘을 감소시킬 수 있다. 예로서 바람에 대한 로터블레이드의 투사각을 조절하면 로

터에 대한 힘을 원하는 수치만큼 줄일 수 있다. 로터블레이드를 움직이는 로터와 연결된 제너레이터(도시하지 않음)에서 나오는 교류전류는 정류기(2)에 의해 정류되고 콘덴서(3)에 의해 평탄해진다(smoothed). 인버터(4)는 직류전압을 네트워크(L1,L2,L3)로 보내지는 교류전류로 바꾼다. 출력전류의 주파수는 네트워크에 의해 미리 결정된다. 마이크로 프로세서로 구성된 조정장치(5)는 네트워크의 주파수를 측정하고 출력주파수가 네트워크의 전압(네트워크 주파수)과 같아지도록 인버터의 전력스위치들을 조절한다. 만약 -위에서 설명한 대로-네트워크의 주파수가 올라가면 전력은 도 11에서 보여지는 바와 같이 감소된다.

도 14는 본 발명에 따른 조정장치를 보여준다. 발전기의 로터(4)는 풍속, 즉 풍력에 의존하여 전력을 발생시키는 제너레이터(G)와 결합되어 있다. 제너레이터(G)에 의해 발생한 교류전압은 처음에 인버터에 의해 정류되고 그 후에는 네트워크 주파수와 같은 주파수를 가지는 교류전압으로 변환된다. 네트워크의 공급점(feed-in point)에서의 전압은 네트워크 주파수 탐지기에 의해 확인된다. 네트워크 주파수가 미리 결정된 값보다 커지게 되면(도 11참조), 출력전력은 네트워크 주파수의 더 이상의 증가를 막기위해 감소한다. 따라서 조정장치에 의해 네트워크의 주파수는 원하는 값으로 제한되거나 최소한 더 이상의 증가는 방지되는 것이다.

이와같은 방식으로 발전기로부터의 전력공급을 조정하여 네트워크 주파수의 동요를 막을 수 있다

도 15는 발전기와 네트워크의 결합을 보여주는데 발전기에 의해 생성된 전력은 공급점을 거쳐 네트워크에 공급된다. 집으로 도시된 다수의 소비자들이 네트워크에 연결되어 있다.

도 16은 도 3에서의 제어-조정장치를 다른 측면에서 바라보았을 때 그 필수적인 요소들을 나타내고 있다. 제어-조정장치는 정류기를 가지고 있는데 이곳에서 제너레이터에 의해 발생된 교류전압이 정류된다. 정류기에 연결되어 있는 주파수 변환기는 중간회로에서 처음 정류된 직류전압을 선로(L1,L2,L3)를 통해 3상전압의 형태로 네트워크로 들어가는 교류전압으로 바꾸어준다. 주파수변환기는 전체 조정장치의 부분을 이루는 마이크로컴퓨터에 의해 제어된다. 이를 위해서 마이크로프로세서가 주파수변환기와 결합되어 있다. 발전기(2)에 의해 생성된 전력을 네트워크로 들어가게 하는 전압제어를 위한 입력파라미터들은 현재 네트워크의 전압, 네트워크 주파수(f), 제너레이터의 전력(P), 일률, 전력구배(dP/dt)이다. 마이크로프로세서는 바람직한 네트워크 주파수를 가지는 공급 전압의 관점에서, 본 발명에 의한 전력조정을 구현한다.

본 발명은 나아가 네트워크와 자세히는 그에 연결된 전력소비자에게 전력을 공급하기 위한 로터 및 로터에 의해 구동되는 제너레이터를 구비한 발전기가 하나 이상 모여 이루어진 풍력 발전소의 운용방법에 관한 것이기도 하다.

본 발명은 또한 이러한 방법을 수행하고, 로터 및 로터와 결합되어있는 전기제너레이터를 구비하여 네트워크에 전력을 공급하기 위한 풍력 발전기 및 이러한 발전기가 두개 이상 모여 이루어진 발전소에 관한 것이기도 하다.

바람에너지로부터 전기에너지를 얻기 위한 종래의 풍력 발전기에서 제너레이터는 전기소비자, 대부분 네트워크와 병렬적으로 구동되었다. 풍력 발전기가 작동하는 동안 활성전력은 현재의 풍속에 의해 변할 수 있다. 그 결과 네트워크의 전압(절대값 그리고/또는 위상)역시, 예를 들면 공급점에서 현재의 풍속에 따라 변할 수 있는 것이다. 이는 공급되는 전류에도 마찬가지로 적용될 수 있다.

발생된 전력을 네트워크에 공급함에 있어 네트워크 전압의 동요가 일어날 수 있다. 그러나 그러한 동요는 네트워크에 연결된 수요자들의 전력사용에 영향이 없는 매우 작은 범위 내에서만 허용되는 것이다.

전원 공급망의 전압이, 특히 중간단계의 전압대에서 기준치에서 상대적으로 많이 벗어난 경우에는 전압이 기준치를 초과하거나 기준치보다 떨어졌을 때 계단변압기(step transformer)같은 스위칭 장치가 가동되게 함으로써 보충되어질 수 있다. 이러한 방법으로 네트워크의 전압은 용인되는 범위안에서 실질적으로 동일하게 유지된다.

본 발명의 목적은 풍력 발전기를 운용하는 방법 뿐 아니라 동요하는 활성전력 전송시에 네트워크 내의 전압동요를 줄이거나 최소한 풍력발전장치가 없는 때의 전압과 비교하여 심각하게 더 증가시키지는 않도록 하는 풍력 발전기 또는 풍력 발전소를 제공하기 위함이다.

본 발명은 (청구항 15) 이 명세서의 도입부에 제시한 방법에 의해 풍력 발전기로부터 공급된 전력의 위상각(Φ)이 네트워크에서 탐지된 최소한 하나의 전압에 의존하여 바뀜으로써 이러한 목적을 달성한다.

이 명세서의 도입부에 기재된 종류의 발전기에서 이러한 목적은 본 발명에 따른 방법을 수행할 수 있는 장치에 의해 달성된다.

이 명세서의 초반부에 기재된 풍력 발전소에서는 각 조절가능한 발전소의 부분마다 본 발명에 따른 방법을 수행하기에 적합한 최소한 하나의 장치 및 각 전압탐지장치에 의해 이러한 목적이 달성된다.

본 발명은 수요자에 공급된 전압의 원치않는 동요, 특히 네트워크의 전압동요를 네트워크 또는 수요자의 전압에 의존하여 전송전력을 변화시킴으로써 극복한다. 이는 발전기에 의해 전송된 활성전력 또는 네트워크로부터 수요자에 배전된 전력의 변화에 의해 생긴 원치않는 전압동요를 보충한다.

특히 바람직한 특징으로서, 네트워크 내에서 최소한 하나의 소정점에서의 전압이 실질적으로 고정되는 방법에 의해 위상각이 바뀐다. 그러한 상황에서 요구되는 제한파라미터들을 얻기 위해서 최소한 네트워크의 한 점에서의 전압이 탐지된다.

특히 그 점은 공급점이 아닐 수도 있다. 전압의 절대값과 발전기에 의해 전송된 전력에서의 위상각의 적정 변화값 측정은 신속히 반응하는 효과적인 조정시스템을 제공할 수 있다.

특히 바람직한 실시예에서, 위상각의 변화를 위해 필요한 수치들은 미리 결정된 특성값들로부터 산출된다. 그 특성값들은 미리 결정된 특성곡선에서 따온 값으로 채워진 테이블의 형태로 제공될 수 있는데 이로부터 변화될 위상값을 계산해낼 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 직접 또는 간접적으로 조정시스템은 계단 변압기 등의 스위칭 장치를 활성화시킴으로써 전압동요가 소정의 한계점을 넘으면 전압이 다시 허용한계의 범위로 돌아오게 한다. 동시에 또는 그로부터 소정의 시간동안 위상각이 고정됨으로써-바람직하게는 평균값, 예를 들면 0으로 맞추어져 뒤이어 일어나는 전압동요를 적절한 위상각 변화로써 다시 보충할 수 있도록 한다.

본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 적절한 전압탐지와 위상각의 측면에서의 조절작용은 전기적으로 네트워크의 별개의 부분에서 이루어질 수 있는데 이것은 각 부분의 전압이 실질적으로 일정하게 유지되게 하는 방법에 의해 각 부분을 조정하기 위함이다.

본 발명에 따른 발전기는 나아가 마이크로프로세서를 가지는 조정장치를 제공하여 디지털조정이 가능하도록 함에 있다.

이 명세서의 도입부에 기재된 발전소는 본 발명에 의한 방법을 수행할 각 장치와 분리된 각각의 조절가능부분에 대한 각 전압탐지장치를 가지며 네트워크의 전기적으로 분리된 각 부분은 각각의 부분의 전압을 일정하게 유지하는 방법에 의해 별개로 조정될 수 있다.

본 발명은 이하에서는 도면을 참조하여 발전기를 운용하는 방법을 구현하는 수단에 대해 설명한다.

도 21은 네트워크에 전력을 공급하는 발전기의 간단한 도면이다.

도 22는 본 발명에 따른 발전기의 조정부이다.

도 23은 네트워크 전압과 위상각과의 관계를 보여준다.

도 24는 도 22의 조정부에 필수적인 요소들을 보여준다.

도 25는 복수의 발전기 조정을 간단화한 도면이며 조정은 각 네트워크의 상황에 따라 분리되어 또는 함께 이루어지고 있다.

도 21의 로터(4)를 가지는 발전기(2)는 네트워크(6), 예를 들면 전력공급본관 네트워크(public mains network)에 연결되어 있다. 다수의 수요자(8)는 네트워크에 연결되어 있다. 발전기(2)의 제너레이터(도 21에 도시하지 않음)는 제너레이터에서 발생시킨 교류전류를 처음으로 정류하고 이를 네트워크의 주파수와 같도록 변화시키는 제어-조정장치(10)와 결합되어 있다. 제어-조정장치(10)는 본 발명에 따른 조정부를 가진다.

전압탐지장치(22)는 네트워크(6)의 어느 부분에도 설치될 수 있으며, (위상은 물론) 네트워크 전압의 절대값을 측정하여 측정값을 적당한 조절파라미터로서 조정부(10)로 보낸다.

도 22는 본 발명에 따른 조정부를 설명한다. 로터(4)는 풍속에 따라 전력을 발생시키는 제너레이터(12)와 결합되어 있다. 제너레이터(12)에서 공급된 교류전압은 처음으로 정류되고 네트워크의 주파수와 같은 주파수를 갖는 교류전압으로 변환된다.

네트워크 전압은 네트워크(6)의 위치 22에서 전압탐지기(도시하지 않음)에 의해 측정된다. 측정된 네트워크 전압값에 의존하여 도 4의 마이크로프로세서에 의해 최적의 위상각Φ가 계산된다. 네트워크 전압(U)은 조절부에 의해 원하는 값 Uref로 조정된다.

제너레이터(12)에 의해 네트워크(6)으로 전송되는 전력은 위상각의 변화로써 조정된다.

도 23은 네트워크의 전압과 위상각의 관계를 나타내고 있다. 만약 전압이 Umin과 Umax사이에 있는 기준값인 Uref에서 벗어나면, 그래프의 특성곡선에 맞추어 그 이탈의 부호에 따라 유도성(inductive) 또는 용량성(capacitive) 무효전력이 네트워크에 공급되고 위상각Φ가 바뀌어 전압탐지점(도 21의 22)에서 전압이 안정된다.

도 24는 도 21에 나타낸 제어-조정장치(10)의 필수적 요소들을 보여준다. 제어-조정장치(10)는 정류기(16)를 가지고 있는데 이곳에서 제너레이터가 발생시킨 교류전류가 정류된다. 정류기(16)에 연결된 주파수변환기(18)는 1차적으로 정류된 직류전류를 교류전류로 바꾸어주며 이 전류는 선로(L1,L2,L3)를 통해 3상 교류전류의 형태로 네트워크(6)로 흘러들어간다.

주파수변환기(18)는 규제부의 일부인 마이크로프로세서(20)에 의해 제어된다. 이를 위해 마이크로프로세서(20)는 주파수변환기(18)와 결합되어 있다. 마이크로프로세서(20)를 위한 입력 파라미터들은 현재 네트워크 전압(U), 제너레이터의 전력(P), 네트워크 전압의 기준값(Uref), 전력구배(dP/dt)이다. 본 발명에 따른 전력의 변화는 마이크로프로세서(20)에서 수행된다.

도 25는 풍력 발전소의 예로 두 개의 발전기(2)를 보여준다. 조정장치(10)는 발전기2의 각각과 연계되어 있으며 이 발전기들은 상징적으로 복수의 발전기를 의미할 수 있다. 조정장치(10)는 네트워크(6,7)의 소정점(22,27)에서 전압을 탐지하고 선로(25,26)를 통해 각각연계되어 있는 조정장치(10)로 보낸다.

네트워크의 일부분(6,7)은 스위칭장치(23)에 의해 서로 연결되거나 분리될 수 있다. 스위칭장치(23)와 스위칭장치(24)가 병렬연결 되어있으며 이것은 스위칭장치(24)의 스위칭 상태에 따라 조정장치들(10)이 서로 연결되거나 분리되도록 한다.

따라서 만일 네트워크의 두 부분(6,7)이 연결되어 있다면 조정장치들(10) 역시 서로 연결될 것이고 전체 네트워크는 하나의 개체로서 전체 발전소로부터 공급받는 것이 되어 발전소는 탐지점(22,27)에 의존하여 단일적인 방식으로 규제된다.

그 두 부분(6,7)이 스위칭장치(23)에 의해 분리되면 조정장치들(10)도 분리되어, 발전소 일부는 선로(25)를 통해 조정장치(10)가 탐지점(22)에서 관리하고 그와 연계된 부분도 대응하여 조정되며 네트워크의 다른 부분(7)은 선로(26)를 통해 탐지점(27)에서 조정장치(10)가 관리하고 발전소의 다른부분도 조정함으로써 그 네트워크 부분(7)의 전압을 안정화시키게 된다.

이러한 분할이 두 부분일 필요는 없다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 이 분할은 개개의 발전기와 네트워크의 한 부분을 연계시키는 것으로 생각할 수 있다.

본 발명과 관련한 발전소의 중앙조정은 발전소가 전력공급만이 아니라 바람직하게는 공중네트워크 운용자(전력공급공사(power supply utility))에 의해 제어됨으로써 그 네트워크를 지원하는 데에 목표를 둔다. 본 발명의 적용에 있어 발전소라는 것은 또한 반드시 복수가 아닌 하나의 발전기를 나타내기도 하므로 이러한 점에서 정확히 말하면 여러대의 발전기가 모여 발전소를 이루는 것이다.

본 발명에 따른 발전소의 중앙제어에 있어서 공중전력공급망의 운영자는 발전기/발전소에 접근할 수 있는 컨트롤라인(버스 시스템)을 가질 뿐 아니라 발전소/발전기로부터 예를 들면 풍속, 발전소 상황, 현발전력 등에 대한 정보를 받기도 한다.

그러한 중앙제어는 또한 어떤 조건하에서, 예를 공중공급망의 운용자에 의해 정해진 네트워크연결 규칙이 발전소 측에서 지켜질 수 없는 경우, 발전소가 네트워크로부터 완전히 떨어진다는 것을 의미할 수도 있다.

예를 들어, 만약 네트워크의 전압이 기준값 이하, 예를 들어 네트워크 전압의 70% 내지 90%로 떨어진다면 발전소는 정해진 시간 안에, 예를 들면 2초 내지 6초 안에 네트워크로부터 분리되어야 한다.

결국 발전소의 전력 변화(dP)는 바람에 의해서 미리 결정되는 것 뿐만 아니라 주어진 전체 시간구간 에서도 변할 수 있다는 것을 고려하는 것이 필요하다. 그 전력 파라미터는 따라서 전력구배로도 불리며 미리 정해진 시간(예를 들면 1분)안에 각 가능전력의 몇 퍼센트나 바뀔 수 있는지를 나타낸다. 따라서 예를 들면 발전소의 전력구배는 최대 5%에서 15%, 바람직하게는 분당 네트워크의 연결용량의 10%정도까지 바뀔 수 있다는 것을 고려할 수 있다.

발전소의 그러한 조정은, 예를 들면 발전소의 모든 발전기가 동시에 또는 일괄적으로 전력구배 내에서 전력전송을 증가시키는 것에 의해 실행될 수 있다. 아니면, 예를 들어, 10 내지 20개의 발전기들로 이루어진 발전소의 경우 우선 한두개의 발전소(전력구배의 각 절대값 순서로)가 처음으로 총전력을 네트워크에 보낸 후 발전소의 총전력이 모두 수용될 수 있을 때까지 각기 미리 결정된 전력구배에 따라 또다른 발전기가 정해진 시간안에 들어오는 것을 고려해 볼 수 있다.

본 발명에 따른 발전소조정은, 나아가 예비전력을 발전소의 현재발전가능전력에 대한 퍼센트비율로서, 예를 들면 10% 또는 절대량으로서, 예를 들면 500kW 내지 1MW 또는 그 이상을 준비하도록 것이다. 예비전력은 발전소의 네트워크연결 전력을 넘는 발전소전력분을 의미하는 것이 아니다. 예비전력은 결정적으로 네트워크 연결전력을 넘지 않는 전력예비분(유효는 물론 무효전력도)을 말한다. 이러한 예비전력은 공중전력공급망의 운용자에 의해 정해질 수 있다. 말하자면, 그러므로 만일 충분한 바람이 네트워크 연결 전력을 충족시킬정도로 불어와도 전력공급공사는 발전소에의 통제간섭을 통해 이론적인 전체 전력이 모두 네트워크로 들어온 것은 아니고 그 일부는 예비전력으로 남도록 할 수 있다. 예기치않은 전력공급부의 정전 등의 특별한 경우 네트워크는 예비전력에 연결됨으로써 안정화될 수 있다.

따라서 상기한 발전소의 중앙제어로 인해 네트워크로 유입되는 전력은 정상적인 상태에서이고 그러므로 발전소의 총 가용전력보다 적다.

상기 설명한 전력제어과정이 수행되기 위해서 네트워크의 운용자는 풍속, 발전소의 발전기상태(몇대의 발전기가 돌아가고 있고 몇 대가 정지해있거나 고장인지),그리고 바람직하게는 가능한 최대활성전력전송 등의 데이터를 필요로 한다. 이러한 측면에서 최대 가능활성전력전송에 관해 제한이 적용될수 있으므로 이는 풍속이나 발전기로부터 결정될 수 없을 때에만 데이터의 형태로 주어져야 한다.

일반적인 버스시스템, 예를 들어 표준 버스 시스템은 발전소의 제어 및 전력공급공사로의 데이터 전송에 사용될 수 있다. 적절한 표준 제어 명령에 의해 발전소의 중앙제어가 가능하도록 이미 그러한 표준버스시스템, 예를 들면 프로피버스 시스템(profibus system)을 위한 표준 인터페이스가 존재한다.

앞서말한 것을 보충하자면, 총 출력전력이 50MW이상인 것은 대형 전력 스테이션(large-scale power station)으로 다루어지며 그래서 대형 전력 스테이션을 위한 조건을 만족시켜야 한다.

결국 발전소는 이런 식으로도 규제되어 네트워크 연결 수치(네트워크 연결 용량)을 넘지 않게 된다.

결국 발전소를 스위칭/커팅으로 연결할 때 원치 않는 네트워크의 반작용이 일어나지 않도록 하는 것도 필요하다. 예를 들면, 발전소를 연결할 때 연결용량과 같은 공칭전류의 관점에서 전류가 소정값보다 높지 않아야 한다. 그러한 수치는 예를 들면 1.0에서 1.4 사이일 수 있다.

이미 설명한 대로 만약 공중전력공급망의 주파수가 올라가면 주어진 주파수, 예를 들면 50.25Hz(공칭주파수가 50Hz일 때)로부터 발전소로부터 전송되는 활성전력은 네트워크의 주파수가 위에서 언급한 대로 안정화될 때 까지 자동적으로 줄어든다.

그러므로 네트워크의 요구사항을 충족시키기 위해 발전소를 줄어든 레벨로 전력을 전송하도록 운영하는 것이 언제나 가능해야 한다. 그 전력 조정은 또한 전력전송(자세히는 활성전력)을 어느 단계에서도, 어떤 조건 하에서도 원하는 수치로 줄일 수 있다는 것을 의미한다.

따라서 예를 들면 안정적인 시스템운영과 관련하여 위험이 있거나 상향네트워크에 있어서 병목 또는 과부하의 위험을 제거해야 하거나 고립네트워크 형성의 위험이 있거나 정적,동적 안정성이 위협을 받을 때 , 주파수 상승이 전체 네트워크 시스템에 악영향을 줄 때, 전력공급공사에서 수리 등이 있을 때 공급전력을 가능한 공급전력 이하로 낮추는 것이 가능하다.

앞서 말한 활성전력 전송 뿐 아니라 전력공급공사가 원하는 대로 쓰여질 수 있도록 무효전력을 공급하는 것도 가능해야 한다. 상세히는 유도성(inductive)이나 용량성(conductive), 즉 진상 또는 지상으로 전력공급공사가 그러한 목적으로 각각의 수치를 미리 결정할 수 있다.

이러한 연결에서 무효전력의 관점에서 기준값은 다양해질 수 있으며 그점에서 일률(cos phi)이나 전압절대값을 위한 네트워크 연결노드에서의 기준값설정이 영향을 받는다.

이미 위에서 언급한대로 네트워크의 주파수 값들이 어떤 레벨을 초과하거나 그 이하로 떨어지면 전력전송은 감소하거나/감소하고 발전소는 네트워크로부터 완전히 격리된다. 그러므로 예를 들면 네트워크의 주파수가 48Hz이거나 51,52Hz일 때 (50Hz기준) 발전소는 네트워크로부터 완전히 분리된다. 이러한 점에서, 의도한 범위 이하의 수치에서는 그 범위 내에서 현재 가능전력의 일부, 예를 들면 80%에서 95%만이 네트워크로 공급되는 것이 가능하다는 것을 고려할 수 있다.

예를 들어 만약 네트워크 전압이 소정값보다 떨어진다면 네트워크의 주파수가 벗어났을 때와 같은 원리가 여기에도 적용될 수 있다. 다른 말로 하면, 전압이 소정값을 넘거나 그보다 부족할 때 처음으로 감소된 전력공급이 일어나고 네트워크 전력이 주어진 한계치를 넘거나 그보다 부족할 때에는 발전기들은 네트워크로부터 격리되거나 최소한 네트워크로 흘러가는 전력을 0으로 조정한다.

또한 주어진 네트워크 전압 및/또는 네트워크 주파수에 도달하면 미리 구현된 감소된 전력전송 없이 발전소의 시험을 거친(tried-and-tested)의 셧다운(shut-down)기능을 제공할 수 있다.

그러나 이는 또한 소정의 범위 내의 주파수/전압 이탈이라면 발전소의 자동 격리가 용인될 수 없다는 것을 의미하기도 한다.

결국 네트워크보호 목적에서 셧다운 시간은 전압초과시(예를 들면 50에서 200밀리세컨드)가 전압부족시(1초 이상, 바람직하게는 2에서 6초)보다 현저히 짧도록 고려할 수 있다. 이러한 점에서, 상측 주파주(upper frequency) 또는 저측 주파수(lower frequency)가 한계값 내이기는 하지만 소정값을 초과하거나 미달할 때 상기 셧다운 시간은 대략 전압 초과시의 셧다운 시간 영역에 속하게 된다.

결국 네트워크의 오류, 예를 들면 합선 상황에서 발전소가 자동 격리되는 것이 즉시 이루어지기 보다는 피상전력(apparent power)으로 단락회로전력에 보탬이 되어 어느 정도까지는 네트워크 지원을 해야한다. 이는 발전소가 최소 단락되어있는 시간에서 최대 몇 초까지는 네트워크 연결 용량보다 1내지 1.5배에 상응하는 가능한 한 높은 피상전류(피상전력)를 공급해야 함을 의미한다.

상기 작용들은 공칭전압의 레벨에 의존하여 이루어질 수 있다, 예를 들면 소정값,예로서 50kV를 초과한다는 경우에 이루어질 수 있다.

상기 셧다운과정이 적절한 시기에 일어나게 하려면, 예를 들면 보호 계전기(distance protection relay)가 네트워크 연결노드에서 구비되어야 한다.

결국 발전소가 작동을 시작하자마자 네트워크의 전압과 발전소의 전압을 동조시키는 수단이 제공되어야 하며, 이는 발전소가 재시작한다면 비동기의 전압들이 민감하게 네트워크를 교란하여 셧다운시킬 수 있기 때문이다.

본 발명에 따라 전력이 발전소에 의해 현재 이용가능하게 만들어진 전력이하의 수치로 조정되기만 한다면 이것은 여러 가지 방식으로 수행될 수 있다.

따라서 예를 들면 전력은 모든 발전기들의 전력이 전반적으로 감소되어 전체 발전소가 원하는 값을 얻을 수 있다. 아니면 일부의 발전기들의 전력공급수치가 감소됨으로써 전체 발전소가 원하는 값을 얻을 수도 있다.

결국 발전소에 의해 주어진 전력은 소위 덤프로드(레지스터)라 불리는 중간저장소 또는 다른 에너지 저장수단에 넣어지거나 다른 형식의 에너지로 변환되어서 발전소는 원하는 공급수치를 얻을 수도 있다.

출력전력의 감소는 하나의 또는 정해진 여러 발전기들이 네트워크에서 제거되어 발전소의 전체전력(상세하게는 활성전력)을 원하는 수치로 맞추거나 그 이하로 떨어뜨리는 과정에 의해서도 이루어질 수 있다.

발전소의 데이터전송(풍속정보,상태정보,전력정보 등) 또는 발전소의 제어를 위해 무선통신설비를 갖추어 제어데이터 또는 정보데이터가 송신되고 처리되어지는 것도 가능하다.

상기에서 언급했던 발전소의 조정에서, 발전소 내에서 그 과정은 사용가능한 최대에너지 수치 및 나아가, 네트워크로 유입되는 에너지의 양을 확인하여 실질적으로 발전소의 전력공급공사 측의 제어에 의해서 발생한 그 차이를 취한 후, 필요하면 상환되는 공급보상수치를 계산하는 것이 가능하다.

이미 설명되었듯이 전력공급망을 운용하는 전력공급공사가 발전소 또는 발전기에 콘트롤라인을 통해 접근하여 다양한 목적을 가지고(네트워크보호, 전력공급) 그 출력전력에 제한을 가하는 것이 가능할 뿐만 아니라 공중 전력 보급망의 운용자가 동시에 발전소에 관한 정보를 , 예를 들면 최대 가능 전력이나 풍속 등을 얻는 것 또한 가능하다. 전력이 현재 가능한 전력 이하로 제한되었을 때 발전소나 발전소의 발전기들은 최적의 사용상태에 있는 것이 아니기 때문에, 풍력 발전기 운용자들 측에 공급손실을 가져온다. 따라서 여기서도 본 발명은 가상 전류 측정계(virtual current meter)를 갖추어 본 발명에 의한 조정시스템으로 인해 발전소 또는 발전기의 출력전력의 제한, 즉 전력공급사업자(power supply undertaking)의 개입에 의해 취해지지 않은 출력전력 차이분을 탐지할 것을 제안한다. 이러한 가상 전류 측정계는 한편으로 풍속으로부터 가능전력을 조사하며 또한 전력공급사업자 또는 누군가가 발전기나 전체 발전소의 출력전력을 가능전력 이하로 감소시키면 통합운용(integration operation)을 통해 네트워크로 유입되지 않은 에너지의 양을 조사하는 것이 가능하다. 가상 전류 측정계는 발전기의 운용자가 '가상전류', 즉 전원공급 조정에의 개입에 의해 네트워크로 들어가지 않은 전류에 대한 보상값을 얻을 수 있게 해준다. 가상전류 측정계는 발전기 운용자에 의해 발전소 내의 발전기 자체에 설치될 수도 있고 전력 공급사업자에 설치될 수도 있으며 풍력 발전기의 제조자에 설치될 수도 있다.

본 출원에 풍력 발전기라는 용어를 사용하는 한, 이는 풍력 발전소와 동의어이다. 본 출원이 본 발명의 다양한 측면을 설명하는 한 이들은 발전기 또는 그 제어장치와 함께 구현될 수 있다. 본 출원이 대체로 본 발명의 다양한 측면을 함께 개시하고 있지만 본 발명에 대한 다양한 접근방법들은 다른 실시예 없이 각각 독립적으로 실시될 수 있으며 권리로서 주장될 수 있다. 본 발명의 다양한 측면은 별개로 실시되고 권리로서 주장될 수 있으며 이에 공통된 기재는 따라서 언제나 함께 실시되고 청구되어야 하는 경우와는 같지 않다는 것은 당업자에게는 자명할 것이다.

발명의 효과

본 발명은 모든 전력공급 네트워크의 구성요소들(예를 들면 변압기, 송전선)이 최적조건으로 맞춰지거나 그 로드를 최적의 방식으로 배치할 수 있다(온도제한선까지 이용하는 것도 가능할 수 있다). 이러한 방식으로 가능한 한 많은 수의 풍력 발전기를 설치함으로써 풍력 발전소의 공간을 활용할 수 있다.그 숫자는 네트워크의 용량에 엄격하게 구애받지 않게 되는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

적어도 하나의 독립적인 풍력 발전기로 이루어진 풍력 발전소를 운용하는 방법에 있어서,

상기 발전소는 발전소에 의해 생성된 전력이 공급되는 전력공급망에 연결되어 있으며, 상기 발전소는 제어입력부를 가지고 있어서 하나 또는 그 이상의 개별적인 풍력 발전기의 전력이 각기 공칭 전력을 기준으로 0에서 100%사이로 설정되고, 상기 제어입력부는 데이터처리장치와 연결되어 있어서 상기 데이터처리장치에 의해 설정값은 에너지 네트워크로 보내기 위한 전체 발전소의 총출력전력에 의존하여 0에서 100% 사이로 설정되며, 상기 전력공급망의 운용자(PSU)가 제어입력부를 통해 발전소로부터 전송되는 전력을 조절할 수 있고, 상기 조절 방법이 전력공급망의 네트워크 주파수가 주어진 주파수 값보다 크고 전력공급망의 전압이 주어진 전압 값보다 크거나, 또는 전력공급망의 네트워크 주파수가 주어진 주파수 값보다 크고 전력공급망의 전압이 주어진 전압 값보다 작은 작은 경우 풍력 발전소 또는 하나 또는 그 이상의 개별적인 풍력 발전기의 전송된 전력 및 전력공급망으로 공급되는 전류와 전력공급망의 전압 사이의 위상각 Φ가 상기 전력공급망의 전압에 의존하여 변화되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 풍력 발전소로 공급되는 전력이 상기 네트워크의 주파수가 기준값의 0.3%를 초과하는 경우 줄어드는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

전력공급망에 전력을 보내기 위해 풍력 발전기의 로터에 의해 동작하는 발전기와 전력공급망으로 공급되는 전력의 전류를 제어하는 제어부를 포함하는 최소한 하나의 풍력 발전기를 포함하는 풍력 발전소의 운용방법에 있어서,

상기 방법이 전력공급망의 적어도 한 위치에서 전압 값을 측정하고 측정된 전압 값을 제어부로 공급하고, 측정된 전압 값에 의존하여 전력공급망으로 공급되는 전류와 전력공급망의 전압 사이의 위상위치를 결정하는 위상각 Φ를 변화시키는 제어부를 포함하는 풍력 발전소의 운용방법.

청구항 4.

제 3항에 있어서,

전력공급망의 최소 하나의 소정점의 전압이 변화되지 않도록 하는 방식으로 위상각 Φ를 변화시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 전력공급망의 최소한 하나의 소정점(22,27)에서 전압을 측정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

풍력 발전소의 공급점과 다른 점(22,27)에서 전압을 측정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

소정의 특성값들로부터 위상각 Φ를 위해 정해져야 하는 값들을 얻는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

조정은 직접 또는 간접적으로 전력공급망의 스위칭장치를 작동시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

위상각 Φ에 의해 전력공급망(6,7)의 일부를 위한 전압 값이 별개로 탐지되고 조정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

복수의 풍력 발전기를 포함하는 풍력 발전소에 있어서,

상기 풍력 발전소는 풍력 발전소에 의해 생성된 전력이 공급되는 전력공급망에 연결되어 있고, 풍력 발전소 또는 풍력 발전소의 최소한 하나의 풍력 발전기는 제어입력부를 가지고 있어서 풍력 발전소 또는 최소한 하나의 개별적인 풍력 발전기의 전력이 공칭 전력을 기준으로 0에서 100%사이로 설정될 수 있고; 상기 풍력 발전소는 제어입력부와 연결된 데이터처리장치를 포함하고 상기 데이터처리장치에 의해 설정값은 전력공급망으로 보내기 위한 전체 발전소의 출력전력에 의존하여 0에서 100% 사이로 설정되어 풍력 발전소에 의해 전송된 전력이 풍력 발전소에 연결된 전력공급망의 운용자(PSU)에 의하여 제어입력부를 통해 조절될 수 있으며, 상기 전력공급망의 네트워크 주파수가 주어진 주파수 값보다 크고 전력공급망의 네트워크 전압이 주어진 전압 값보다 크거나, 또는 전력공급망의 네트워크 주파수가 주어진 주파수 값보다 크고 전력공급망의 네트워크 전압이 주어진 전압 값보다 작은 경우, 상기 데이터처리장치는 전력공급망의 전압에 의존하여 전력공급망으로 공급되는 전류와 전력공급망의 네트워크 전압 사이의 위상각 ϕ의 변화에 의하여 풍력 발전소의 전송된 전력이 감소되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 11.

제 10항에 있어서,

발전소와 연결된 전력공급망에 전송가능한 최대 전력량보다 더 많은 양의 공칭 전력을 가지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 12.

제 11항에 있어서,

상기 데이터처리장치가 최대로 가능한 공급전력값에 도달했을 때 풍력 발전소의 최소한 하나 이상의 풍력 발전기 또는 모든 풍력 발전기의 전력을 제한하도록 구성된 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 13.

제 12항에 있어서,

상기 데이터처리장치가 모든 풍력 발전기에 대하여 일률적인 양으로 제한하도록 구성된 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 14.

제 11항 또는 제 12항에 있어서,

상기 풍력 발전소는 적어도 하나의 풍력 발전기를 구비하되 상기 적어도 하나의 발전기에 의하여 전송되는 전력양이 전송가능한 최대전력(공칭 전력)보다 낮은 값을 가지는 최대 공급 가능 전력값으로 제한되고, 상기 최대 공급가능 전력은 에너

지를 공급받는 하나의 네트워크의 수용용량(전력용량), 전력전송유닛의 전력용량, 풍력 발전기에 의해 생산된 에너지가 네트워크로 공급되는 수단 또는 에너지를 공급받는 네트워크의 수용용량(전력용량), 전력전송유닛(변압기)의 전력용량 및 풍력 발전기에 의해 생산된 에너지가 네트워크로 공급되는 수단의 조합에 의해 정하여지는 것 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 15.

제 11항 또는 제 12항에 있어서,

상기 데이터처리장치가 바람에 처음으로 대면하는 발전기들 바람의 방향에 있어서 이들 뒤에 위치하는 발전기보다 전력제한이 덜 가해지도록 구비된 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 16.

제 1항에 따른 방법을 수행하기 위한 풍력 발전기로서 로터 및 로터와 결합되어 상기 전력공급망으로 전력을 전송하는 제너레이터를 구비하는 발전기를 최소 하나 이상 가지는 풍력 발전소에 있어서,

상기 전력공급망에 전송되는 전류의 주파수를 측정하기 위한 주파수탐지기를 가지는 조정부를 구비하는 것과, 발전소로부터 상기 전력공급망으로 보내지는 전력을 상기 주파수탐지기에 의하여 측정된 네트워크 주파수에 의존하여 조절가능하게 하거나 또는 풍력 발전소에 의해 전력공급망으로 전송되는 전력이 외부(PSU)로부터 조절가능하도록 하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 17.

제 16항에 있어서,

상기 조정부가 마이크로프로세서를 가지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 18.

제 17항에 있어서,

적어도 하나의 풍력 발전기 또는 풍력 발전소가 마이크로프로세서에 결합된 인버터를 구비하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 19.

제 16항 내지 제 18항 중 어느 한 항에 있어서,

조정가능한 로터블레이드가 바람을 향해 맞춰짐으로써 상기 발전기의 기계적 전력이 생성되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 20.

제 16항 내지 제 18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 풍력 발전기는 상기 네트워크의 주파수가 기준값의 2%를 초과하거나 기준값의 2% 미만으로 내려가면 전력공급망으로 전력을 전송하지 않도록 구성된 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 21.

제 3항 또는 제 4항에 따른 방법을 수행하기 위한 장치(10)를 가지는 것을 특징으로 하는 풍력 발전기.

청구항 22.

풍력 발전소의 별개로 조정가능한 부분을 위한 전압 측정 장치(22,27)와 제 3항 또는 제 4항에 따른 방법을 수행하기 위한 장치(10)를 가지는 풍력 발전기를 두 개 이상 구비하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 23.

제 11항 또는 제 12항에 있어서,

상기 전력공급망의 전압이 주어진 공칭전압 이하로 떨어지는 상황이 되면, 상기 데이터처리장치가 1초 보다 많은 시간 안에 전력공급망으로부터 풍력 발전소를 분리하도록 구성된 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 24.

제 11항 또는 제 12항에 있어서,

상기 발전소의 전력 상승 또는 하강을 상기 발전소의 분당 네트워크연결용량의 5% 내지 15%로 제한하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

청구항 25.

제 2항에 따른 방법을 수행하기 위한 풍력 발전기로서 로터 및 로터와 결합되어 상기 전력공급망으로 전력을 전송하는 제너레이터를 구비하는 발전기를 최소 하나 이상 가지는 풍력 발전소에 있어서,

상기 전력공급망에 전송되는 전류의 주파수를 측정하기 위한 주파수탐지기를 가지는 조정부를 구비하는 것과, 발전소로부터 상기 전력공급망으로 보내지는 전력을 상기 주파수탐지기에 의하여 측정된 네트워크 주파수에 의존하여 조절가능하게 하거나 또는 풍력 발전소에 의해 전력공급망으로 전송되는 전력이 외부(PSU)로부터 조절가능하도록 하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

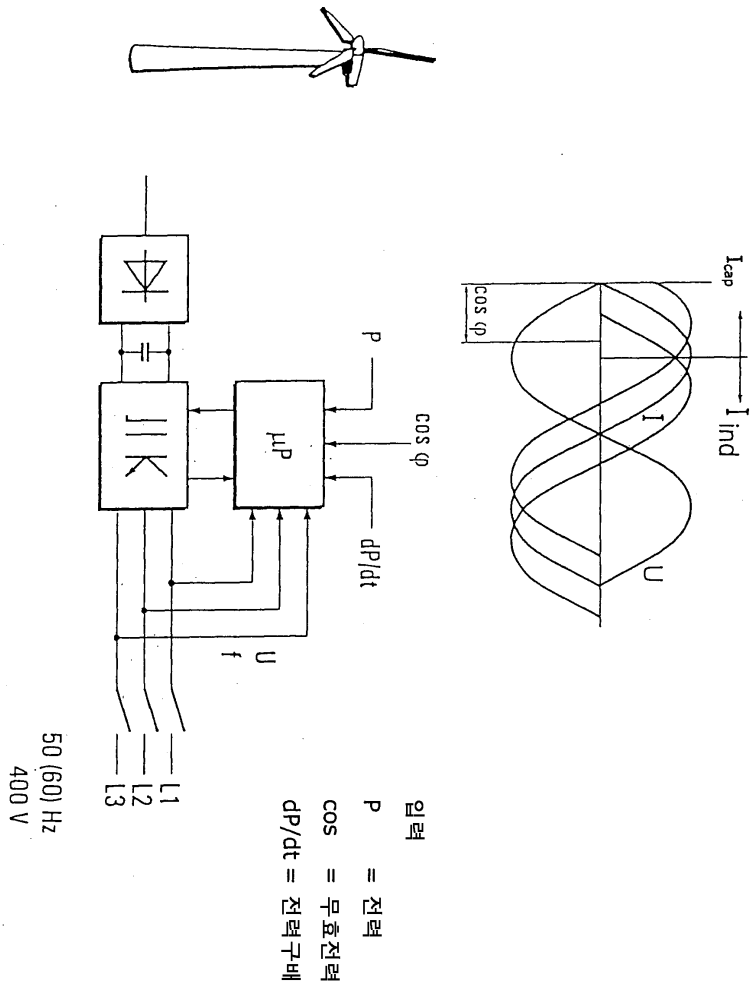
청구항 26.

제 23항에 있어서,

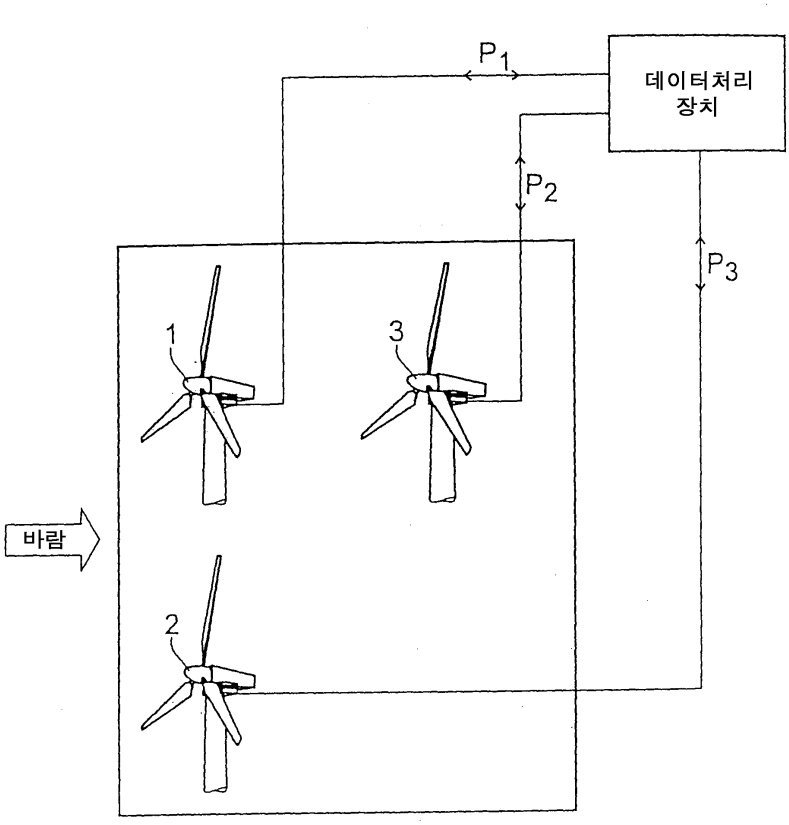
상기 데이터처리장치가 2 내지 6초 사이에 전력공급망으로부터 풍력 발전소를 분리하도록 구성된 것을 특징으로 하는 풍력 발전소.

도면

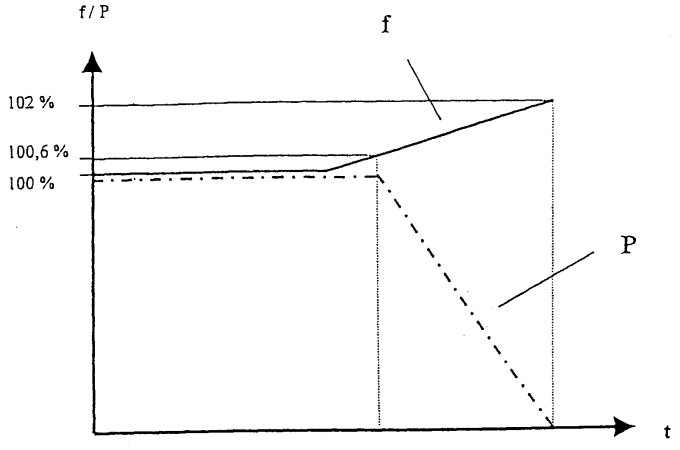
도면1


Icap
cos φ
I
Iind
U
P
cos φ
dP/dt
μP
U
f
L1
L2
L3
50 (60) Hz
400 V
입력
P = 전력
cos = 무효전력
dP/dt = 전력구배

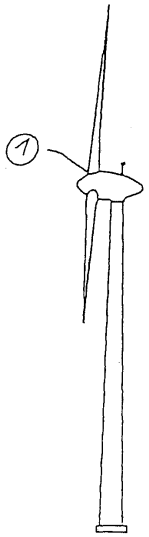
도면2



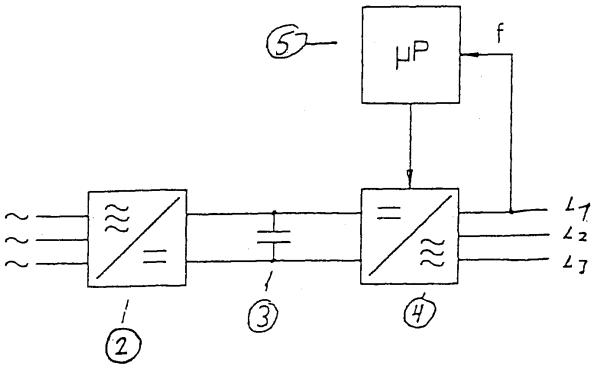
도면11



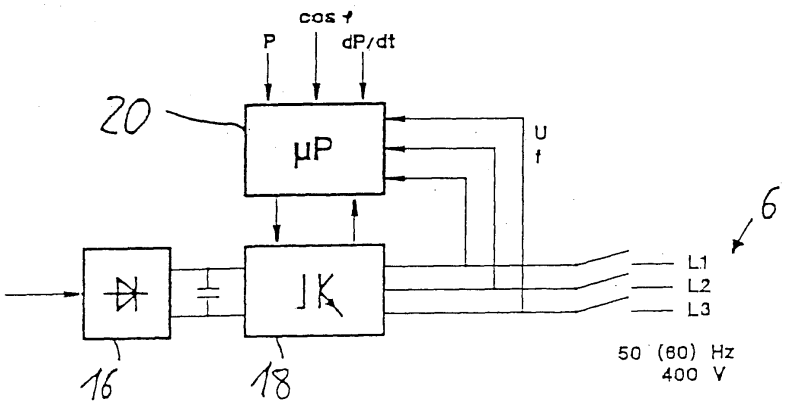
도면12



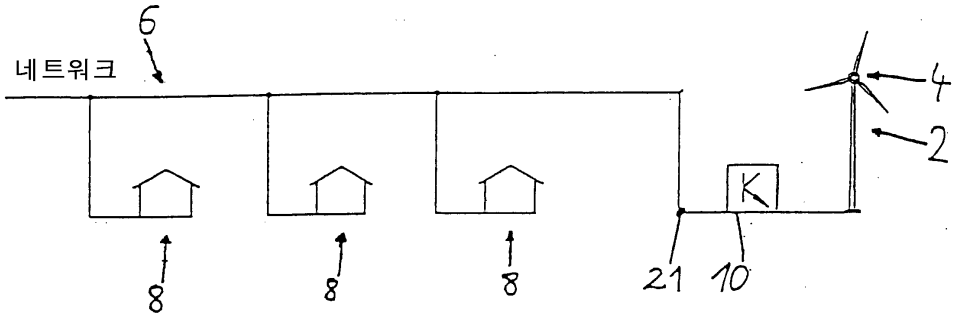
도면13



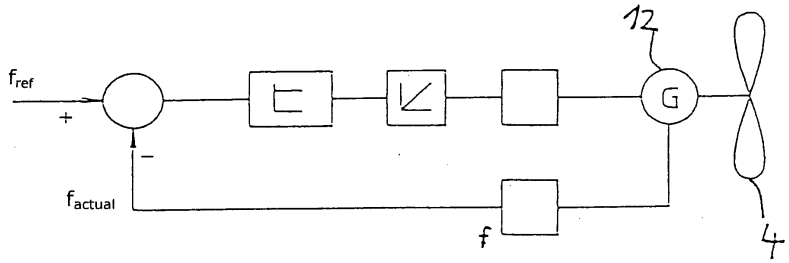
도면14



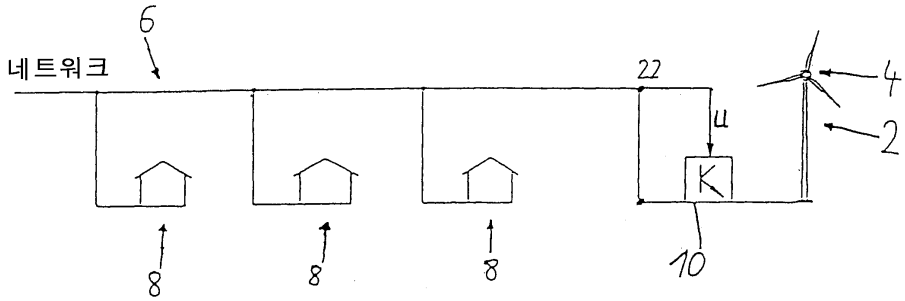
도면15



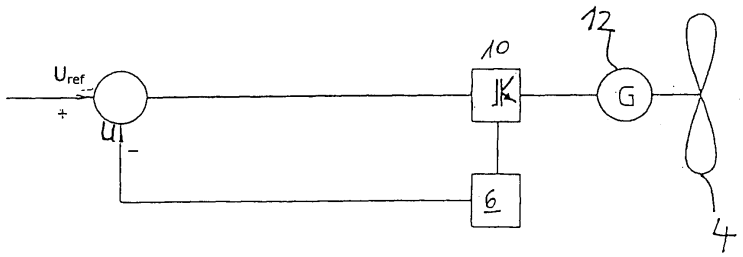
도면16



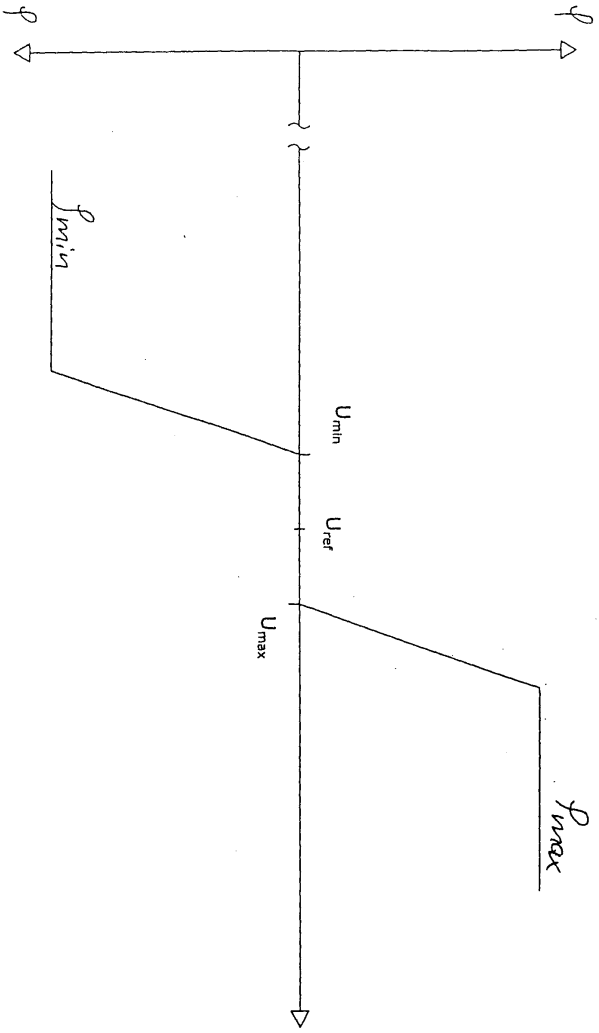
도면21



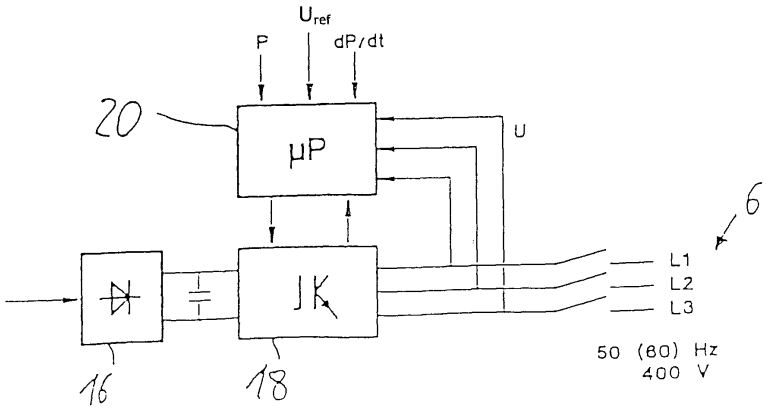
도면22



도면23


φ
φ
φmin
Umin
Uref
Umax
φmax

도면24


Uref
P
dP/dt
20
μP
U
6
L1
L2
L3
50 (60) Hz
400 V
16
18

도면25

