



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0107124
(43) 공개일자 2019년09월18일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/38 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H02J 3/386 (2013.01)
Y02E 10/763 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-7024868</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2018년01월25일
심사청구일자 2019년08월23일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2019년08월23일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/051777</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2018/138184
국제공개일자 2018년08월02일</p> <p>(30) 우선권주장
10 2017 101 359.8 2017년01월25일 독일(DE)</p> | <p>(71) 출원인
보벤 프로퍼티즈 게엠베하
독일 26607 아우리흐 보르지그슈트라쎄 26</p> <p>(72) 발명자
헤엔 크리스티안
독일 26607 아우리히 단넨캄프 8</p> <p>(74) 대리인
김태홍, 김진희</p> |
|---|--|

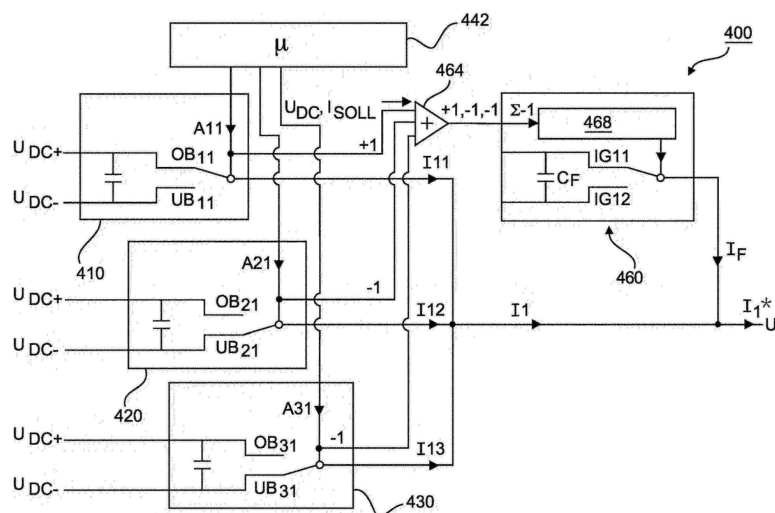
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 교류를 공급하기 위한 방법

(57) 요약

본 발명은 풍력 발전 설비에 의해 전기 공급 그리드에 교류를 공급하기 위한 방법에 관한 것으로서, 풍력 발전 설비는 인버터 전류를 제공하기 위한 인버터 출력부를 갖는 적어도 하나의 인버터를 포함하고, 적어도 하나의 인버터는 인버터 출력부 상에서 능동 필터와 결합되어, 상기 인버터 출력부 상에 제공되는 인버터 전류를 필터링하고, 이를 통해 전기 공급 그리드에 공급하기 위한 필터링된 교류가 제공되고, 상기 방법은 다음과 같은 단계들: 인버터의 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작에 의해 인버터 출력부 상에 인버터 전류를 제공하는 단계, 인버터의 스위칭 동작을 검출하는 단계, 및 인버터 출력부 상에 제공된 인버터 전류를 필터링하고 이를 통해 필터링된 교류를 생성하기 위해, 검출된 스위칭 동작에 따라 능동 필터를 제어하는 단계를 포함한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

풍력 발전 설비(100)에 의해 전기 공급 그리드에 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법에 있어서,

- 상기 풍력 발전 설비(100)는, 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 제공하기 위한 인버터 출력부를 갖는 적어도 하나의 인버터(340)를 포함하고,
- 상기 적어도 하나의 인버터(340)는, 자체의 인버터 출력부 상에서 능동 필터(460)와 결합되어, 상기 인버터 출력부 상에 제공되는 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하고, 이를 통해 상기 전기 공급 그리드에 공급하기 위한 필터링된 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)가 제공되고,

상기 방법은:

- 상기 인버터(340)의 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작에 의해 상기 인버터 출력부 상에 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 제공하는 단계,
- 상기 인버터(340)의 상기 스위칭 동작을 검출하는 단계,
- 상기 인버터 출력부 상에 제공된 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하고, 이를 통해 상기 필터링된 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 생성하기 위해, 상기 검출된 스위칭 동작에 따라 상기 능동 필터(460)를 제어하는 단계

를 포함하는, 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)를 제어하는 단계는, 상기 전기 공급 그리드에 공급된 상기 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)가 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)에 비해 감소된 고조파 성분을 포함하도록 수행되는 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

- 상기 적어도 하나의 스위치의 상기 스위칭 동작은 스위칭 주파수를 포함하고,
- 상기 스위칭 동작을 검출하는 단계는 샘플링 주파수로 수행되고,
- 상기 샘플링 주파수는 상기 스위치의 상기 검출되는 스위칭 동작의 상기 스위칭 주파수의 적어도 2배, 특히 적어도 5배, 바람직하게는 적어도 10배만큼 큰 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)를 제어하는 단계는, 상기 적어도 하나의 스위치의 상기 스위칭 동작을 트리거링하는 구동 신호에 따라 수행되고, 추가적으로 또는 대안적으로
- 상기 능동 필터(460)를 제어하는 단계는, 상기 적어도 하나의 스위치의 상기 스위칭 동작을 트리거링하는 제

어 전압에 따라 수행되는 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 적어도 하나의 인버터(340)는 허용 오차 대역 방법(tolerance band method)에 의해 구동되어, 상기 전기 인버터 출력부에서 상기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 제공하고, 상기 능동 필터는, 상기 허용 오차 대역 방법에 의해 생성된 상기 적어도 하나의 스위치의 상기 스위칭 동작에 따라 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하는 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)를 제어하는 단계는, 상기 제공된 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 고려하지 않고 수행되는 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)를 제어하는 단계는 상기 검출된 스위칭 동작에 따라 수행되어, 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)의 적어도 하나의 고조파 성분을 감소시키고, 특히 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)의 전류 고조파 성분을 최소화시키고, 바람직하게는
- 1차 고조파 성분 전류 고조파 내지
- 60차 고조파 성분 전류 고조파

를 포함하는 리스트로부터 선택된 전류 고조파 성분을 감소시키는 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 전기 인버터(340)는, 인버터 모듈 전류를 제공하기 위한 인버터 모듈 출력부를 갖는 복수의 인버터 모듈을 포함하고, 상기 인버터 모듈 출력부는 그 자신의 인버터 모듈 전류가 중첩되어 상기 전기 인버터 전류를 형성하도록 연결되고,
- 상기 인버터 모듈의 구동 신호를 검출하고 평가하기 위해 수집 평가 장치(collective evaluation device)가 제공되고, 상기 수집 평가 장치는 상기 전기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하기 위해 상기 능동 필터(460)를 구동하는 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)는 추가적으로 상기 적어도 하나의 인버터(340)의 적어도 하나의 중간 회로 전압(U_{dc}) 및/또는 상기 적어도 하나의 인버터(340)에 대한 전류 설정값에 따라 제어되는 것을 특징으로 하는 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 공급하기 위한 방법.

청구항 10

제1 교류(I_1 , I_2 , I_3)를 제공하기 위한 인버터 출력부를 갖는 적어도 하나의 인버터(340)와, 전기 공급 그리드에 공급하기 위한 필터링된 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 생성하기 위해 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하도록 상기 인버터 출력부 상에 결합되는 능동 필터(460)를 포함하는 풍력 발전 설비(100)에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)는, 상기 제1 교류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하고 이를 통해 상기 필터링된 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)를 생성하기 위해, 상기 인버터(340)의 적어도 하나의 스위치의 검출된 스위칭 동작에 따라 제어되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 풍력 발전 설비(100)는 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하기 위해, 상기 인버터(340)를 구동하기 위한 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서,

- 상기 적어도 하나의 인버터(340)는 적어도 6개의 스위치를 포함하고, 2개의 스위치, 특히 상부 스위치 및 하부 스위치는 각각 상기 인버터 전류의 위상에 대한 전류를 제공하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 인버터(340)의 상기 적어도 하나의 스위치 또는 상기 인버터(340)의 스위치들은 IGBTs 또는 MOSFETs로 형성되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 적어도 하나의 인버터(340)는 허용 오차 대역 방법에 의해 구동되고, 상기 능동 필터(460)는 상기 허용 오차 대역 방법에 의해 생성된 상기 적어도 하나의 스위치의 상기 스위칭 동작에 따라 상기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 15

제10항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 인버터(340)는 전력 인버터, 특히 풍력 발전 설비(100)의 풀 컨버터 개념으로 사용되도록 구성되는 전력 인버터인 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 16

제10항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)는, 바람직하게는 상기 적어도 하나의 스위치의 스위칭 주파수보다 크거나 또는 상기 스위치의 스위칭 주파수에 상기 인버터의 인버터 모듈의 갯수를 곱한 값보다 큰 클럭 주파수로 작동하도록 구성되는 적어도 하나의 능동 부품, 특히 적어도 하나의 IGBT 또는 MOSFET, 바람직하게는 적어도 하나의 실리콘 카바이드 IGBT 또는 실리콘 카바이드 MOSFET을 포함하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 17

제10항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 전기 인버터(340)는 인버터 모듈 전류를 전달하기 위한 인버터 모듈 출력부를 갖는 복수의 인버터 모듈을 포함하고, 상기 인버터 모듈 출력부는 그 자신의 인버터 모듈 전류가 중첩되어 상기 인버터 전류를 형성하도록

록 연결되고,

- 상기 인버터 모듈의 구동 신호를 검출하고 평가하기 위해 수집 평가 장치가 제공되고, 상기 수집 평가 장치(264)는 상기 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하기 위한 상기 능동 필터(460)를 구동하는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

청구항 18

제10항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 능동 필터(460)는 상기 인버터 출력부에 대해 병렬로 연결되어, 상기 능동 필터(460)가 상기 제1 교류의 적어도 하나의 전류 고조파를 필터링하도록, 특히 감소시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 풍력 발전 설비(100).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 풍력 발전 설비에 의해 전기 공급 그리드에 교류를 공급하기 위한 방법, 및 능동 필터와 결합된 인버터 출력부를 갖는 적어도 하나의 인버터를 포함하는 풍력 발전 설비에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특히 풍력 발전 설비에 대해서는, 전기 인버터를 사용하여 교류를 생성하거나 또는 전기 인버터에 의해 전기 공급 그리드에 교류를 공급하는 것이 공지되어 있다.

[0003] 이를 위해, 풍력 발전 설비는 일반적으로 교류를 생성하기 위한 적어도 하나의 발전기를 포함한다. 그런 다음, 발전기에 의해 생성된 교류는 적어도 하나의 인버터에 의해 전기 공급 그리드에 공급하도록 지향되어, 발전기에 의해 생성된 교류는 이 경우 전기 공급 그리드의 요구 사항을 충족시킨다.

[0004] 이 경우, 전기 인버터는 일반적으로 다상으로 형성되고, 대부분 풍력 발전 설비에서는 더 큰 전력이 모듈 방식으로 구현되는데, 즉 인버터는 공동으로 전기 인버터를 형성하는 복수의 인버터 모듈을 포함한다.

[0005] 그러나, 전기 인버터는 일련의 단점을 또한 포함하는데, 예를 들어 전기 인버터에 의해 제공되는 교류에는 고조파가 포함되어 있는데, 즉 교류 또는 인버터 전류는 다양한 차수의 복수의 고조파를 포함하며, 이는 전기 공급 그리드 측에서는 바람직하지 않다.

[0006] 이러한, 특히 바람직하지 않은 고조파를 최소화하기 위해, 예를 들어 능동 또는 수동 필터가 전기 인버터의 출력부 상에 제공되거나 또는 배치될 수 있고, 그 목적은 바람직하지 않은 고조파를 이로부터 필터링하거나 또는 전기 인버터에 의해 제공되는 교류를 평활화시키는 것이다.

[0007] 이 경우, 수동 필터는 가장 간단한 경우에 커패시턴스, 임피던스 및/또는 인덕턴스의 조합으로 형성된다. 따라서, 수동 필터는 수동 부품, 즉 커패시터, 저항 및/또는 코일의 조합을 포함한다. 일반적으로 이러한 수동 필터는 또한 사용 영역에 대해 한 번 구성된다.

[0008] 능동 필터는 추가적으로 적어도 하나의 다른 능동 구성 요소, 즉 제어 가능하고 능동 필터의 경우에도 또한 제어되는 구성 요소를 포함한다. 이러한 능동 구성 요소는 예를 들어 IGBT 또는 MOSFET과 같은 전력 스위치일 수 있다. 또한, 능동 필터는 사용 영역에 대해 한 번 초기화되고, 작동 과정에서 이에 대응하게 재구성되므로, 따라서 그 제어는 지속적으로 사용 영역에 맞게 새로 조정된다.

[0009] 지금까지 공지된 필터의 단점은 특히 수동 필터의 경우 제한된 작동 범위이거나 또는 능동 필터의 경우에는 높은 신호 전파 시간인데, 이는 발전기에 의해 생성되어 인버터에 의해 지향되고 그리고 필터에 의해 필터링된 교류가 이러한 사전 조치에도 불구하고 고조파를 포함하도록 유도하며, 이러한 고조파는 특히 예를 들어 브라질과 같이 약한 전기 공급 그리드를 포함하는, 특히 높은 요구 사항을 갖는 국가에서는 전기 공급 그리드의 요구 사항을 충족하지 못한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 독일 특허 및 상표청은 본 출원에 대한 우선권 출원에서 다음과 같은 종래 기술들을 조사하였다: DE 10 2012 203 015 A1호, DE 10 2014 219 052 A1호, US 2013 / 0 039 100 A1호, US 5 831 842 A호 및 JP 2003-209 973 A호.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 따라서, 본 발명의 과제는 상기 언급된 문제점 중 적어도 하나를 해결하는 것이다. 특히, 풍력 발전 설비에 대해 적합한 교류 또는 인버터 전류의 필터링을 가능하게 하는 해결 방안이 제안되어야 한다. 그러나, 적어도 지금까지 공지된 개념에 대해 대안적인 해결 방안이 제안되어야 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 따라서, 본 발명에 따르면, 풍력 발전 설비에 의해 전기 공급 그리드에 교류를 공급하기 위한 방법이 청구항 제 1항에 따라 제안된다. 따라서, 풍력 발전 설비는 인버터 전류를 제공하기 위한 인버터 출력부를 갖는 적어도 하나의 인버터와, 인버터 출력부 상에 결합된 능동 필터를 포함한다.

[0013] 따라서, 인버터는 자체의 인버터 출력부 상에서 인버터 전류, 특히 다상 교류를 제공하거나 또는 전달하도록 구성된다.

[0014] 또한, 능동 필터는 인버터 출력부 상에 제공된 인버터 전류를 필터링하고, 특히 이를 통해 전기 공급 그리드에 공급하기 위한 필터링된 교류를 제공하도록 또는 이를 바람직하게는 변압기에 의해 전기 공급 그리드에 공급하도록 구성된다. 따라서, 능동 필터는 바람직하게는 적어도 하나의 전기 인버터와 전기 공급 그리드 사이에 배치된다.

[0015] 이를 위해 특히 바람직하게는, 풍력 발전 설비는 풀 컨버터 개념을 포함하는데, 여기서 풀 컨버터 개념이라 함은, 특히 풍력 발전 설비에 의해 생성된 전체 전류가 인버터를 통해 또는 복수의 인버터 또는 인버터 모듈들의 배치를 통해 안내되어, 전기 공급 그리드에 공급된 전체 전류가 이러한 인버터를 통해 또는 복수의 인버터 또는 인버터 모듈들의 이와 같은 배치를 통해 안내되는 것으로 이해되어야 한다.

[0016] 제1 단계에서, 전기 인버터는 이제 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작에 의해 자체의 출력부 상에 인버터 전류를 제공한다. 따라서, 인버터는 발전기에 의해 생성된 전류 또는 그 일부를 지향시켜, 인버터 출력부 상에 교류를 제공하거나 또는 전달한다. 이 경우, 인버터 출력부 상에 제공되는 인버터 전류는 특히 3상 교류이다.

[0017] 이를 위해, 전기 인버터는 바람직하게는 3상으로 형성되고, 인버터 전류를 생성하기 위해 위상 각각에 대해 적어도 하나의 상부 스위치 및 하부 스위치를 포함한다. 이 경우, 인버터의 스위치는 인버터 전류를 생성하고 또는 이를 인버터 출력부 상에 제공하기 위해, 예를 들어 허용 오차 대역 방법을 통해 구동될 수 있다.

[0018] 이 경우, 제어 방법의 유형에 관계없이, 인버터의 제어 또는 인버터의 스위치의 제어는 컨트롤러에 의해 수행되고, 이러한 컨트롤러는 구동 신호에 의해, 인버터 출력부 상에서 대응하는 인버터 전류를 설정하도록 인버터의 스위치를 구동시킨다.

[0019] 제2 단계에서, 본 발명에 따르면 인버터의 스위칭 동작이 검출된다. 따라서, 인버터의 개별 스위치의 스위칭 동작이 모니터링된다. 이것은 예를 들어 대응하는 스위치의 스위칭 상태의 직접적인 검출에 의해 수행되거나 또는 구동 신호의 탭에 의해 컨트롤러로부터 스위치로 전달될 수 있다. 예를 들어 컨트롤러가 인버터의 스위치로 구동 신호를 전송하면, 이러한 신호가 수신되어 특히 능동 필터에 공급하거나 또는 전달된다. 따라서 바람직하게는, 능동 필터는, 전기 인버터의 스위치와 같이, 동일한 신호를 수신한다.

[0020] 이어서, 인버터로부터 인버터 출력부 상에 제공된 인버터 전류를 필터링하고, 특히 이를 통해 필터링된 교류를 생성하기 위해, 능동 필터는 검출된 스위칭 동작에 따라 제어된다.

[0021] 그런 다음, 이렇게 생성되거나 또는 필터링된 교류는 예를 들어 다른 교류와 중첩되고, 변압기를 통해 풍력 발전 단지 그리드 및/또는 전기 공급 그리드에 공급될 수 있다.

[0022] 따라서, 능동 필터가 인버터의 스위치에 대한 구동 신호에 따라 직접 제어되는 것이 특히 제안된다. 따라서, 인버터 또는 인버터의 컨트롤러는 바람직하게는 스위치에 대한 구동 신호를, 예를 들어 동일한 신호에 의해 직

접적으로 또는 보다 바람직하게는 구동 신호의 신호 탭을 통해 간접적으로 능동 필터에 통신한다. 이러한 절차를 통해, 인버터의 컨트롤러와 인버터의 스위치 사이에 그리고 인버터의 컨트롤러와 능동 필터 사이에는 거의 동일한 신호 전파 시간이 존재한다. 이러한 구조 또는 이러한 절차는 필터링되는 교류와 능동 필터링 사이에 제어 신호에 대한 시간적인 지연이 존재하지 않는 인버터 전류를 필터링하는 방법을 특히 가능하게 한다. 따라서, 능동 필터는 인버터에 의해 제공되는 인버터 전류를 측정할 필요 없이 필터링하도록 구성된다.

- [0023] 여기서 특히 지금까지 공지된 방법에서와 같이 능동 필터가 초기화되거나 또는 재구성될 필요가 없고 또는 설정 값에 대한 편차를 검출하기 위해 전류가 연속적으로 측정될 필요가 없다는 점에서 유리하다.
- [0024] 따라서, 본 발명에 따른 방법은 특히 인버터에 의해 제공되는 교류가 측정되거나 또는 능동 필터가 초기화되어 재구성될 필요 없이, 인버터 전류의 고조파가 최소화되도록 능동 필터를 제어하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 제안된 방법은 고조파의 필터링을 위해 능동 필터가 단지 한 번만 초기화될 필요가 있는 적어도 하나의 가능성을 제공한다. 여기서 초기화라 함은, 특히 대응하는 인버터 또는 대응하는 복수의 인버터와 상호 작용하는 능동 필터의 최초의 구성인 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 바람직하게는, 능동 필터를 제어하는 단계는 전기 공급 그리드에 공급된 교류가 인버터 전류에 비해 감소된 고조파 성분을 포함하도록 수행된다.
- [0026] 따라서, 능동 필터는 전기 공급 그리드에 공급된 필터링된 교류가 인버터에 의해 제공된 인버터 전류보다 작은 고조파를 포함하도록 제어된다. 이를 통해, 예를 들어 제공된 인버터 전류의 모든 고조파 또는 제공된 인버터 전류의 단지 특정 고조파만이 최소화될 수 있다.
- [0027] 따라서, 고조파를 목표대로 그리고 필요에 따라 최소화시키는 가능성이 제공된다. 예를 들어 능동 필터는 3차 고조파를 필터링하도록 구성될 수 있으며, 이에 따라 다른 차수의 고조파는 동일하고 그리고/또는 심지어 더 커진다.
- [0028] 따라서, 능동 필터는 바람직하게는 전기 공급 그리드에 따라 또는 전기 공급 그리드의 요구 사항에 따라 구성될 수 있고 그리고/또는 초기화될 수 있다. 이는 서로 상이한 국가별 또는 지역별 요구 사항에 대해 특히 유리한데, 왜냐하면 풍력 발전 설비를 임의의 위치에 설치하기 위해 능동 필터는 한 번만 초기화될 필요가 있기 때문이다.
- [0029] 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작은 바람직하게는 스위칭 주파수를 포함하고, 스위칭 동작을 검출하는 단계는 샘플링 주파수로 수행되고, 여기서 샘플링 주파수는 스위치의 검출되는 스위칭 동작의 스위칭 주파수의 적어도 2배, 특히 적어도 5배, 바람직하게는 적어도 10배만큼 크다.
- [0030] 전기 인버터의 스위치는 예를 들어 인버터 출력부 상에 교류를 제공하기 위해 2 kHz의 스위칭 주파수를 포함한다. 따라서, 인버터의 스위치는 인버터의 컨트롤러로부터 전달된 초당 적어도 2000개의 구동 신호를 수신한다. 그 다음, 구동 신호 자체는 샘플링 주파수에 의해 샘플링되거나 또는 스위칭 주파수의 적어도 2배, 바람직하게는 스위칭 주파수의 10배만큼 큰 증가된 또는 더 높은 주파수에 의해 능동 필터로 전송된다.
- [0031] 바람직하게는, 능동 필터를 제어하는 단계는 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작을 트리거링하는 구동 신호에 따라 수행되고, 추가적으로 또는 대안적으로 능동 필터를 제어하는 단계는 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작을 트리거링하는 제어 전압에 따라 수행된다.
- [0032] 따라서, 능동 필터는 바람직하게는 인버터의 스위치의 구동 신호를 검출하거나 또는 능동 필터는 인버터의 컨트롤러에 의해 직접 전달된 인버터의 스위치에 대한 구동 신호를 수신한다. 따라서, 능동 필터는 인버터의 스위치와 같은 동일한 신호로 제어된다.
- [0033] 추가적으로 또는 대안적으로, 능동 필터를 제어하는 단계는 스위치의 제어 전압에 따라 수행될 수 있는데, 예를 들어 반도체의 게이트 전압이 이를 위해 검출되거나 또는 측정될 수 있다.
- [0034] 바람직하게는, 적어도 하나의 인버터는 허용 오차 대역 방법에 의해 구동되어, 인버터 출력부에서 인버터 전류를 제공하고, 능동 필터는 허용 오차 대역 방법에 의해 생성된 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작에 따라 인버터 전류를 필터링한다.
- [0035] 따라서, 전기 인버터는 허용 오차 대역 방법에 따라 구동되거나 또는 허용 오차 대역 방법에 의해 제어된다.
- [0036] 허용 오차 대역 방법에서, 인버터의 바람직한 출력 전류에 대응하는 정현파 함수 주위에, 하위 대역 한계 및 상위 대역 한계를 포함하는 허용 오차 대역이 배치된다. 허용 오차 대역 방법을 수행하기 위해, 생성된 출력 전

류가 또한 검출되고, 허용 오차 대역, 즉 하위 및 상위 대역 한계와 비교된다. 전류가 양의 반파장에 위치되고 하위 대역 한계에 도달하면, 스위칭 임펄스가 구동 신호에 의해 트리거되고, 인버터의 대응하는 스위치가 출력 전류를 변경한다. 검출된 출력 전류가 이제 상위 대역 한계에 도달하면, 스위칭 임펄스는 다른 구동 신호에 의해 종료된다. 전류가 음의 반파장에 위치되고 상위 대역 한계에 도달하면, 스위칭 임펄스가 다른 구동 신호에 의해 트리거되고, 인버터의 대응하는 스위치가 출력 전류를 변경한다. 검출된 출력 전류가 이제 하위 대역 한계에 도달하면, 스위칭 임펄스는 다른 구동 신호에 의해 종료된다. 결과적으로, 허용 오차 대역 내의 전류는 소정의 이상적인 정현파 프로파일에 의해 변화하고, 여기서 인버터의 스위치는 지속적으로 켜지고 다시 꺼진다. 이 경우, 스위치는 실질적으로 허용 오차 대역의 폭에 의존하는 가변적인 스위칭 주파수를 포함한다.

[0037] 특히 유리하게는 허용 오차 대역 방법의 사용 시, 인버터 전류의 고조파의 발생 진폭은 정격 전류를 기준으로 1% 미만이며, 따라서 능동 필터는 예를 들어 펄스 폭이 변조된 인버터 전류에서보다 명백히 더 작은 전류 피크를 필터링해야 한다.

[0038] 따라서 본 발명에 따른 방법을 위해, 허용 오차 대역 방법에 의해 제어되는 인버터에 대한 특히 유리한 시너지 효과가 발생한다. 예를 들어 동일한 크기의 능동 필터가 복수의 허용 오차 대역 방법으로 생성된 인버터 전류를 필터링하도록 사용될 수 있다.

[0039] 바람직하게는, 능동 필터를 제어하는 단계는 제공된 인버터 전류를 고려하지 않고 수행된다.

[0040] 따라서, 능동 필터는 생성된 인버터 전류와는 독립적으로 제어된다. 즉, 능동 필터는 생성된 인버터 전류를 검출하기 위한 주요 수단을 포함하지 않는다. 또한, 능동 필터는 바람직하게는 입력부를 포함하지 않고, 이러한 입력부의 입력 변수는 생성된 인버터 전류이다. 그럼에도 불구하고 허용 오차 대역 방법을 수행하기 위해, 생성된 인버터 전류가 검출될 수 있다. 그런 다음, 이러한 인버터 전류는 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위해 능동 필터에 전달되지 않는다.

[0041] 바람직하게는, 능동 필터를 제어하는 단계가 검출된 스위칭 동작에 따라 수행되어, 제1 교류의 적어도 하나의 고조파 성분을 감소시키고, 특히 제1 교류의 전류 고조파 성분을 최소화시키고, 바람직하게는 1차 고조파 성분 전류 고조파 내지 60차 고조파 성분 전류 고조파를 포함하는 리스트로부터 선택된 전류 고조파 성분을 감소시킨다.

[0042] 따라서, 능동 필터는 적어도 하나의 고조파 성분을 감소시키도록 구성된다. 또한, 능동 필터는 특정 스펙트럼의 주파수를 감쇠시키도록, 특히 60차 고조파 성분 전류 고조파까지의 고조파를 감쇠시키는 방식으로 구성된다. 따라서 바람직하게는, 능동 필터는 3 kHz까지의 고조파, 즉 50 Hz의 기본 주파수의 60차 고조파를 필터링하도록 구성된다.

[0043] 즉, 본 발명에 따른 방법 또는 본 발명에 따른 필터의 구성은 60차까지의 고조파에 특히 유리한 것이 또한 인식되었다.

[0044] 바람직하게는, 전기 인버터는 인버터 모듈 전류를 제공하기 위한 인버터 모듈 출력부를 갖는 복수의 인버터 모듈을 포함하고, 인버터 모듈 출력부들은 그의 인버터 모듈 전류들이 중첩되어 인버터 전류를 형성하도록 연결되고, 여기서 복수의 인버터 모듈의 구동 신호를 검출하고 평가하기 위해 수집 평가 장치가 제공되고, 수집 평가 장치는 인버터 전류를 필터링하기 위한 능동 필터를 구동한다.

[0045] 따라서, 인버터는 복수의 모듈로 구성된다. 또한, 모듈 자체는 완전한 인버터로 형성될 수 있으므로, 적어도 하나의 인버터라 함은 또한 다수의 인버터인 것으로 이해되어야 한다.

[0046] 또한, 능동 필터는 복수의 인버터 전류로 중첩된 인버터 전류를 필터링하도록 구성된다. 이를 위해 특히, 필터링되는 모든 인버터 또는 인버터 모듈의 구동 신호를 수신하는 수집 평가 장치가 제공된다. 예를 들어 3개의 인버터 또는 3개의 인버터 모듈이 능동 필터에 의해 필터링된다. 각 인버터가 6개의 스위치를 포함하는 경우, 수집 평가 장치는 18개의 구동 신호를 수신한다. 그 다음, 구동 신호는 능동 필터를 이에 대응하여 구동시키기 위해, 수집 평가 장치의 내에서 예를 들어 룩업 테이블(look-up table)에 의해 평가되고, 따라서 전체 전류를 필터링한다. 이를 위해 바람직하게는, 수집 평가 장치는 인버터 모듈의 개별 스위치의 스위칭 상태를 검출한다.

[0047] 바람직하게는, 능동 필터는 검출된 스위칭 동작에 따라 그리고 적어도 추가적으로 적어도 하나의 인버터의 중간 회로 전압 및/또는 적어도 하나의 인버터에 대한 전류 설정값에 따라 제어된다.

[0048] 따라서, 능동 필터는 추가적으로 적어도 하나의 인버터에 대한 중간 회로 전압 및 바람직하게는 전류 설정값을

검출한다. 이를 통해, 특히 능동 필터에 의해 리플 전류에 대해 목표한 대로 반응하는 것 그리고/또는 능동 필터를 적어도 하나의 인버터에 대해 목표한 대로 조정하는 것을 가능하게 한다.

- [0049] 또한, 본 발명에 따르면 제1 교류를 제공하기 위한 인버터 출력부를 갖는 적어도 하나의 인버터와, 전기 공급 그리드에 공급하기 위한 필터링된 교류를 생성하기 위해 인버터 전류를 필터링하도록 인버터 출력부 상에 결합되는 능동 필터를 포함하는 풍력 발전 설비가 제안되고, 여기서 능동 필터는 제1 교류를 필터링하고 이를 통해 필터링된 교류를 생성하기 위해, 인버터의 적어도 하나의 스위치의 검출된 스위칭 동작에 따라 제어되도록 구성된다.
- [0050] 따라서, 본 발명에 따른 풍력 발전 설비는 예를 들어 허용 오차 대역 방법에 의해 생성되는 인버터 전류를 제공하는 적어도 하나의 인버터를 포함한다. 또한, 인버터의 출력부 상에는 인버터의 스위치의 스위칭 동작에 따라, 인버터의 출력부 상에 제공되는 교류를 필터링하도록 구성되는 능동 필터가 배치된다.
- [0051] 따라서, 특히 교류를 공급하기 위해 상기 설명된 또는 이하에서 설명되는 방법을 수행하도록 구성된 풍력 발전 설비가 제안된다.
- [0052] 또한, 풍력 발전 설비는 바람직하게는 능동 필터에 의해 필터링된 교류를 공급 그리드 전압 또는 풍력 발전 단지 그리드 전압으로 고 변압시키도록 구성된 풍력 발전 설비 변압기를 포함한다. 예를 들어 인버터 전류는 1 kV의 전압을 포함하고, 풍력 발전 단지 그리드 전압은 10 kV이다. 따라서, 풍력 발전 설비 변압기의 전압 전송비는 1:10이다.
- [0053] 바람직하게는 풍력 발전 설비는 상기 설명된 또는 이하에서 설명되는 방법을 수행하도록 인버터를 구동하기 위한 컨트롤러를 포함한다.
- [0054] 따라서, 풍력 발전 설비는 인버터 출력부 상에 인버터 전류를 제공하기 위해, 인버터 및, 특히 인버터의 스위치, 바람직하게는 상부 스위치 및 하부 스위치를 구동하도록 구성되는 컨트롤러를 포함한다.
- [0055] 이를 위해, 컨트롤러는 특히 구동 신호를 인버터로, 또는 인버터 또는 인버터 모듈의 스위치로 전달하고, 여기서 구동 신호는 바람직하게는 마찬가지로 능동 필터로 전달되어, 인버터 출력부 상에 제공되는 인버터 또는 인버터 모듈의 인버터 전류를 필터링하고 이를 통해 필터링된 교류를 생성할 수 있다.
- [0056] 바람직하게는, 적어도 하나의 인버터는 적어도 6개의 스위치를 포함하고, 여기서 각각 2개의 스위치, 특히 상부 스위치 및 하부 스위치는 각각 인버터 전류의 위상에 대한 전류를 제공한다.
- [0057] 따라서, 인버터 또는 인버터 모듈은 출력부 상에 3상 교류를 제공하도록 구성되고, 여기서 각각 2개의 스위치가 하나의 위상에 대해 제공된다.
- [0058] 바람직하게는, 인버터의 적어도 하나의 스위치 또는 인버터의 스위치들은 IGBTs 또는 MOSFETs로 형성된다.
- [0059] 따라서, 인버터의 스위치는 실질적으로 이상적인 사인파에 대응하거나 또는 이상적인 사인파에 대한 편차가 평균적으로 정격 전류에 대해 5% 미만인 인버터 전류를 제공하기 위해, 특히 높은 스위칭 주파수로 작동하도록 구성된다.
- [0060] 따라서, 인버터는 또한 허용 오차 대역 방법에 의해 구동되도록 구성되고, 여기서 인버터의 스위치는 예를 들어 20 kHz까지의 스위칭 주파수를 포함한다.
- [0061] 바람직하게는, 적어도 하나의 인버터는 허용 오차 대역 방법에 의해 구동되고, 능동 필터는 허용 오차 대역 방법에 의해 생성된 적어도 하나의 스위치의 스위칭 동작에 따라 인버터 전류를 필터링한다.
- [0062] 바람직하게는, 인버터는 전력 인버터, 특히 풍력 발전 설비의 풀 컨버터 개념으로 사용되도록 구성되는 전력 인버터이다.
- [0063] 따라서, 인버터는 특히 최대 8 MW의 전기 전력을 지향시키도록 구성된다. 이를 위해, 인버터는 예를 들어 모듈 방식으로 구성되는데, 즉, 인버터는 인버터 전류를 제공하기 위해 바람직하게는 서로 병렬로 연결된 복수의 인버터 모듈을 포함한다. 그런 다음, 이렇게 제공된 교류는 능동 필터에 의해 필터링된다. 여기서 바람직하게는, 풍력 발전 설비는 정확히 하나의 능동 필터를 포함한다. 그러나, 예를 들어 풍력 발전 설비가 각각이 전력 캐비닛에 수용되는 복수의 동일한 인버터를 포함하는 경우, 복수의 능동 필터도 또한 고려될 수 있다. 이 경우, 각각의 전력 캐비닛은 대안적으로 능동 필터를 포함한다. 바람직하게는, 능동 필터의 개수는 풍력 발전 설비에 의해 전기 공급 그리드로 공급된 교류가 전기 공급 그리드의 요구 사항을 충족시키도록 선택된

다.

- [0064] 바람직하게는, 능동 필터는 바람직하게는 적어도 하나의 스위치의 스위칭 주파수보다 크거나 또는 스위치의 스위칭 주파수에 인버터의 인버터 모듈의 갯수를 곱한 값보다 큰 클록 주파수로 작동하도록 구성되는 적어도 하나의 능동 부품, 특히 적어도 하나의 IGBT 또는 MOSFET, 바람직하게는 적어도 하나의 실리콘 카바이드 IGBT 또는 실리콘 카바이드 MOSFET을 포함한다.
- [0065] 따라서, 능동 부품의 클록 주파수는 능동 필터가 필터링하는 인버터 전류를 갖는 인버터 또는 인버터 모듈의 스위치의 갯수에 맞게 조정된다.
- [0066] 여기서 전기 공급 그리드의 요구 사항을 충족하는 필터링된 교류를 생성하기 위해, 클록 주파수는 스위치의 스위칭 주파수뿐만 아니라 인버터의 스위치의 갯수 모두가 증가되어야 하는 것으로 인식되었다.
- [0067] 특히, 이를 위해, 능동 부품의 클록 주파수가 스위치의 스위칭 주파수에 인버터 모듈의 갯수를 곱한 값보다 커야 한다는 것이 제안된다.
- [0068] 이를 위해, 능동 필터의 스위치 또는 스위치들은 바람직하게는 실리콘 카바이드 IGBTs 또는 실리콘 카바이드 MOSFETs 또는 다른 트랜지스터로 형성되고, 이들은 특히 20 kHz 이상의 클록 주파수 또는 스위칭 주파수로 작동될 수 있다. 예를 들어 능동 필터는 그 스위치가 각각 20 kHz로 작동되는 5개의 인버터를 담당하는 경우, 능동 필터, 특히 능동 필터의 스위치는 100 kHz 이상의 클록 주파수 또는 스위칭 주파수를 포함한다. 따라서, 능동 필터의 스위칭 주파수는 N개의 인버터들의 스위칭 주파수의 적어도 N배에 대응한다.
- [0069] 바람직하게는, 전기 인버터는 인버터 모듈 전류를 전달하기 위한 인버터 모듈 출력부를 갖는 복수의 인버터 모듈을 포함하고, 인버터 모듈 출력부들은 그의 인버터 모듈 전류들이 중첩되어 인버터 전류를 형성하도록 연결되고, 여기서 인버터 모듈의 구동 신호를 검출하고 평가하기 위해 수집 평가 장치가 제공되고, 수집 평가 장치는 인버터 전류를 필터링하기 위한 능동 필터를 구동한다.
- [0070] 따라서, 풍력 발전 설비는 복수의 인버터 또는 복수의 인버터 모듈을 포함하고, 이들의 출력 전류들은 능동 필터에 의해 필터링된다.
- [0071] 이를 위해, 대응하는 인버터 또는 인버터 모듈의 모든 구동 신호를 검출하고 평가하는 수집 평가 장치가 제공된다.
- [0072] 또한, 수집 평가 장치는, 능동 필터에 의해 필터링된 인버터 전류가 인버터에 의해 제공된 인버터 전류보다 더 작은 고조파를 포함하도록 능동 필터를 검출된 구동 신호에 따라 제어할 수 있도록 구성된다.
- [0073] 이는 예를 들어 인버터 또는 인버터 모듈의 갯수를 고려하여 한 번 초기화되는 룩업 테이블 또는 제어 테이블에 의해 수행될 수 있다.
- [0074] 바람직하게는, 능동 필터는 인버터 출력부에 대해 병렬로 연결되어, 능동 필터는 제1 교류의 적어도 하나의 전류 고조파를 필터링하도록, 특히 감소시키도록 구성된다.
- [0075] 따라서, 능동 필터는 전류 고조파를 필터링하도록 구성된다.
- [0076] 본 발명은 이제 실시예에 기초하여 첨부된 도면을 참조하여 이하에서 예시적으로 보다 상세히 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0077] 도 1은 일 실시예에 따라 본 발명에 따른 풍력 발전 설비의 개략도를 도시한다.
- 도 2는 일 실시예에 따라 교류를 공급하기 위한 본 발명에 따른 풍력 발전 설비의 전기 라인의 개략적인 구조를 도시한다.
- 도 3은 허용 오차 대역 방법에 의해 인버터 전류를 제공하기 위한 인버터의 구조를 개략적으로 도시한다.
- 도 4는 능동 필터와 복수의 인버터 모듈의 스위치의 결합을 개략적으로 도시한다.
- 도 5는 본 발명에 따른 수집 평가 장치의 제어 테이블을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0078] 도 1은 전기 공급 그리드에 교류를 공급하기 위한 풍력 발전 설비(100)를 도시한다.

- [0079] 이를 위해, 풍력 발전 설비(100)는 타워(102)와 나셀(104)을 포함한다. 나셀(104) 상에는 3개의 로터 블레이드(108)와 스피너(110)를 가진 공기 역학적 로터(106)가 배치된다. 로터(106)는 풍력 발전 설비의 작동 시 바람에 의해 회전 운동하고, 이를 통해 나셀(104) 내의 발전기를 구동시키며, 여기서 발전기는 바람직하게는 6상 링 발전기로 형성된다.
- [0080] 도 2는 도 1에 도시된 본 발명에 따른 풍력 발전 설비의 전기 라인(200)을 단순화하여 도시한다.
- [0081] 전기 라인(200)은 6상 링 발전기(210)를 포함하고, 이는 6상 교류를 생성하기 위해, 풍력 발전 설비의 기계적인 구동 트레인을 통해 바람에 의해 회전 운동한다.
- [0082] 6상 교류는 발전기(210)로부터, 중간 직류 링크(230)를 통해 3상 인버터(240)와 연결된 정류기(220)로 전달된다.
- [0083] 여기서 동기식 발전기로 형성된 6상 링 발전기(210)는 중간 직류 링크(230)로부터의 여자 장치(250)를 통해 전기적으로 여자된다.
- [0084] 따라서, 전기 라인(200)은 3상 인버터(240)에 의해 그리드(270)에 전력이 공급되는 풀 컨버터 개념을 포함한다. 일반적으로, 이러한 그리드(270)는 풍력 발전 단지 변압기를 통해 전기 공급 그리드에 전력을 공급하는 풍력 발전 단지 그리드이다. 그러나, 이는 또한 발전 단지 그리드(270) 대신에 전기 공급 그리드로의 직접적인 전력 공급이 고려될 수도 있다.
- [0085] 또한, 그리드(270)에 전력을 공급하기 위해 변압기가 또한 제공될 수 있다.
- [0086] 각각의 위상(U, V, W)에 대한 3상 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 생성하기 위해, 인버터(240)는 허용 오차 대역 방법으로 제어된다. 여기서 제어는, 인버터(240)를 통해 인버터 출력부(246) 상에서 제공되거나 또는 생성되는 3개의 전류(I_1 , I_2 , I_3)의 각각을 전류 검출 장치(244)에 의해 검출하는 컨트롤러(242)를 통해 수행된다.
- [0087] 따라서, 컨트롤러는 전류 검출 장치(244)에 의해 인버터의 각 위상을 개별적으로 제어하도록 구성된다. 이를 위해, 컨트롤러(242)는 전류 설정값(I_{set1})을 사전 설정할 수 있고, 이러한 전류 설정값에 따라 전류(I_1 , I_2 , I_3)가 제어된다. 전류 설정값(I_{set1})은 바람직하게는 각 위상(U, V, W)에 대해 설비 내부적으로 개별적으로 계산되고 사전 설정된다. 이렇게 생성된 전류(I_1 , I_2 , I_3)는 또한 인버터 전류 또는 인버터 전류들로도 지칭된다.
- [0088] 인버터(240)는 또한 자체의 인버터 출력부(246) 상에서 능동 필터(260)와 결합되어, 인버터 출력부(241) 상에 제공되는 인버터 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 필터링하고, 이를 통해 전기 공급 그리드에 공급하기 위한 필터링된 교류(I_1^* , I_2^* , I_3^*)가 제공된다.
- [0089] 이를 위해, 능동 필터(260)는 인버터(240)의 스위치의 검출된 스위칭 동작에 따라 제어된다. 능동 필터(260)가 이러한 스위칭 동작에 따라 제어되는 것은 신호 라인(262)에 의해 표시되고, 이는 또한 컨트롤러(242)의 구동 신호를 인버터(240)의 스위치로, 또한 능동 필터(260)로 전달한다.
- [0090] 또한, 신호 라인(262)에 의해 구동 신호를, 그리고 예를 들어 중간 회로 전압(U_{DC}) 및 전류 설정값(I_{set1})과 같은 다른 신호(AS)를 검출하여 이를 평가하도록 구성된 수집 평가 장치(264)가 제공된다. 그런 다음, 수집 평가 장치(264)는 이와 같이 검출되고 평가된 구동 신호와 다른 신호(AS)에 따라 능동 필터(260)를 구동한다.
- [0091] 특히 60차까지의 전류 조화파를 필터링하기 위해, 능동 필터(260)는 저역 거동을 포함하며, 여기서 능동 필터(260)는 인버터(240)의 스위치에 대한 구동 신호에 의해 제어된다.
- [0092] 도 3은 허용 오차 대역 방법에 의해 인버터 전류를 제공하기 위한 인버터의 구조(300)를 개략적으로 도시한다. 특히, 여기서 도 3은 도 2에 도시된 전기 라인의 일부를 도시한다.
- [0093] 구조(300)는 정류기를 통해 풍력 발전 설비의 발전기와 연결된 중간 직류 링크(330)를 포함한다. 중간 직류 링크(330)는 중앙 탭(M)을 갖는 제1 전위(U_{DC+}) 및 제2 전위(U_{DC-})를 포함한다. 또한, 중앙 탭(M)과 2개의 전위(U_{DC+} , U_{DC-}) 사이에는 각각 커패시턴스(C_1 , C_2)를 갖는 커패시터가 배치되어, 중간 직류 링크(330) 내에 에너지를 저장하고, 직류 전압($2U_{DC}$)을 이에 대응하게 평활화시킨다.
- [0094] 중간 직류 링크(330)에 연결된 인버터(340)는 인버터(340)의 출력부(346) 상에서 3개의 위상(U, V, W)의 각각에

대해 각각 별도의 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 생성한다. 이를 위해, 인버터(340)는 3개의 위상(U, V, W)의 각각에 대해 각각 상부 스위치(T_1 , T_3 , T_5)와 하부 스위치(T_2 , T_4 , T_6)를 포함하고, 여기서 상부 스위치와 하부 스위치(T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6)는 특히 컨트롤러(342)를 통해 허용 오차 대역 방법에 의해 구동된다.

[0095] 컨트롤러(342) 자체는 전류 유도된 허용 오차 대역 방법으로 작동한다. 이를 위해, 컨트롤러(342)는 인버터(340)에 의해 생성되거나 또는 제공된 전류(I_1 , I_2 , I_3)를 인버터(340)의 출력부(346)에서 전류 검출 장치(344)에 의해 검출한다. 이와 같이 검출된 전류(I_1 , I_2 , I_3)는 상부 스위치와 하부 스위치(T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6)에 대한 구동 신호(OB_{11} , UB_{11} , OB_{12} , UB_{12} , OB_{13} , UB_{13})를 결정하기 위해, 설정값(I_{so11})과 비교된다.

[0096] 도 4는 복수의 인버터 모듈(410, 420, 430)의 스위치(OB_{11} , UB_{11} , OB_{21} , UB_{21} , OB_{31} , UB_{31})와 능동 필터(460)의 결합(400)을 개략적으로 도시하고, 상기 복수의 인버터 모듈의 인버터 모듈 전류들(I_{11} , I_{12} , I_{13})이 중첩되어 위상(U)의 인버터 전류(I_1)를 형성한다. 즉, 도 4는 위상(U, V 및 W)을 포함하는 3상 시스템의 위상(U)의 단상 도면을 도시한다.

[0097] 인버터 모듈들(410, 420, 430)은 직류 측에서 각각 중간 직류 링크와 연결되고, 이는 클램핑 전압(U_{DC+} , U_{DC-})으로 표시된다.

[0098] 인버터 모듈 전류(I_{11} , I_{12} , I_{13})를 제공하기 위해, 개별 인버터 모듈(410, 420, 430)은 구동 신호(A_{11} , A_{21} , A_{31})에 의해 구동된다. 이 경우, 구동 신호(A_{11} , A_{21} , A_{31})는 상부 스위치(OB_{11} , OB_{21} , OB_{31})와 하부 스위치(UB_{11} , UB_{21} , UB_{31})에 대해 대응하는 스위칭 상태를 사전 설정한다.

[0099] 인버터 모듈(410)은 여기서 스위칭 상태(+1)를 포함하는데, 즉 상부 스위치(OB_{11})는 활성 상태이고, 하부 스위치(UB_{11})는 비활성 상태이다.

[0100] 인버터 모듈(420)은 여기서 스위칭 상태(-1)를 포함하는데, 즉 상부 스위치(OB_{21})는 비활성 상태이고, 하부 스위치(UB_{21})는 활성 상태이다.

[0101] 인버터 모듈(430)은 여기서 스위칭 상태(-1)를 포함하는데, 즉 상부 스위치(OB_{31})는 비활성 상태이고, 하부 스위치(UB_{31})는 활성 상태이다.

[0102] 인버터 모듈(410, 420, 430)에 대한 구동 신호(A_{11} , A_{21} , A_{31}) 그리고 중간 회로 전압(U_{DC}) 및 전류 설정값(I_{so11})은 이들을 능동 필터(460)의 제어 유닛(468)에 전달하는 수집 평가 장치(464)에 공급된다. 이 경우, 구동 신호(A_{11} , A_{21} , A_{31})는 스위칭 상태로서, 즉 3개의 스위칭 상태(+1, -1 및 -1)로서 예시적으로 도시된 순간 상태로 수집 평가 장치(464)에 전달된다.

[0103] 수집 평가(464)는 바람직하게는 개별 인버터 모듈(410, 420, 430)의 개별 스위칭 상태뿐만 아니라 모든 인버터(410, 420, 430)의 합계 스위칭 상태(Σ)도 또한 재현하도록 구성된다.

[0104] 이러한 경우, 예시적으로 도시된 순간 상태에서 합계 스위칭 상태(Σ)는 -1이다. 따라서 합계 스위칭 상태(Σ)에 기초하여, 능동 필터의 제어 장치(468)는 인버터 모듈(410, 420, 430)의 허용 오차 대역 방법의 대응하는 플랭크의 기울기를 결정할 수 있고, 필터링된 교류(I_C)가 인버터 전류(I_1)보다 더 작은 고조파를 포함하는 방식으로 구동 신호(S_F)에 의해 능동 필터의 스위치를 그에 대응하게 구동할 수 있다.

[0105] 이를 위해, 제어 유닛(468)은 3개의 스위칭 상태(+1, -1 및 -1)에 따라 그리고 중간 회로 전압(U_{DC}) 및 전류 설정값(I_{so11})에 따라, 마찬가지로 능동 필터(460)의 스위치(IG_{11} , IG_{12})에 대한 스위칭 상태(+1)를 사전 설정하는 구동 신호(S_F)를 통해 능동 필터(460)의 스위치(IG_{11} , IG_{12})를 제어한다. 능동 필터(460)는 이로부터 직류 전압원(C_F)에 의해, 인버터 전류(I_1)와 중첩되어 필터링된 교류(I_1^*)를 형성하는 필터 전류(I_F)를 생성한다.

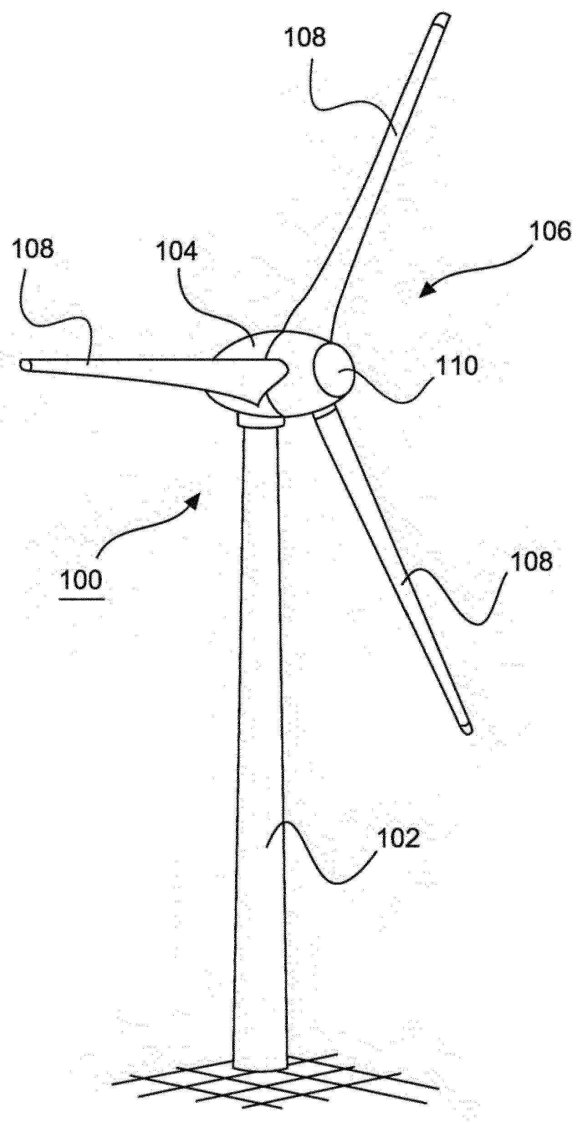
[0106] 능동 필터(460)의 스위치(IG_{11} , IG_{12})의 제어는 예를 들어 능동 필터(460)의 스위치(IG_{11} , IG_{12})의 스위칭 상태가 인버터 모듈(410, 420, 430)의 상부 스위치와 하부 스위치(OB_{11} , OB_{21} , OB_{31} , UB_{11} , UB_{21} , UB_{31})의 스위칭 상태에

따라 저장되어 있는 룩업 테이블에 의해 수행될 수 있다.

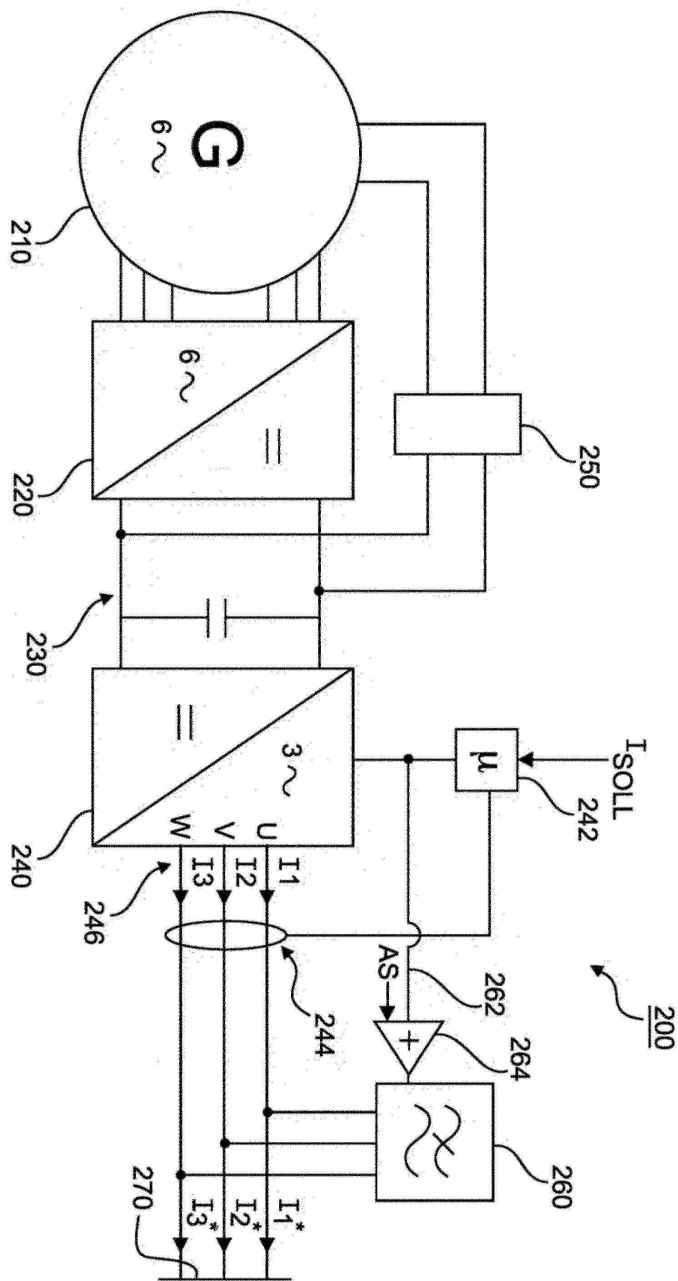
- [0107] 이 경우, 룩업 테이블은 수집 평가 장치(464) 또는 능동 필터(460)의 제어 장치(468)에 저장될 수 있다. 제어 테이블로도 또한 지칭되는 이러한 룩업 테이블은 이하에서 도 5에서 예시적으로 도시된다.
- [0108] 도 5는 본 발명에 따른 수집 평가 장치의 제어 테이블(500)을 개략적으로 도시한다. 특히, 도 5는 여기서 도 4에 도시된 수집 평가 장치의 제어 테이블을 도시한다.
- [0109] 헤드 행(510)에는 상부 스위치와 하부 스위치의 구동 신호(A_{11} , A_{21} , A_{31}), 합계 스위칭 상태(Σ) 및 능동 필터의 구동 신호(S_F)가 도시된다.
- [0110] 개별 열(520, 530, 540, 560)은 또한 구동 신호(A_{11} , A_{21} , A_{31} , S_F)의 대응하는 스위칭 상태를 포함한다. 열(550)은 대응하는 합계 스위칭 상태(Σ)를 나타낸다.
- [0111] 행(570)은, 도 4에 대응하는 방식으로, 스위칭 상태(+1, -1 및 -1)를 포함하는 구동 신호(A_{11} , A_{21} , A_{31})에 의해 능동 필터의 스위치로 스위칭 상태(+1)가 전달되도록 이루어지는 것을 도시한다.
- [0112] 단순화된 표현을 위해, 여기서 중간 회로 전압(U_{DC}) 및 전류 설정값(I_{soll})은 일정하고, 테이블의 값에 영향을 미치지 않는 것으로 가정된다. 그러나, 바람직한 실시예에서는, 이들이 고려되며, 이들은 $S_F(U_{DC}, I_{soll})$ 로 표시된다. 이 경우, 제어 테이블은 그에 대응하게 중간 회로 전압(U_{DC}) 및 전류 설정값(I_{soll})의 열에 의해 보완된다.

도면

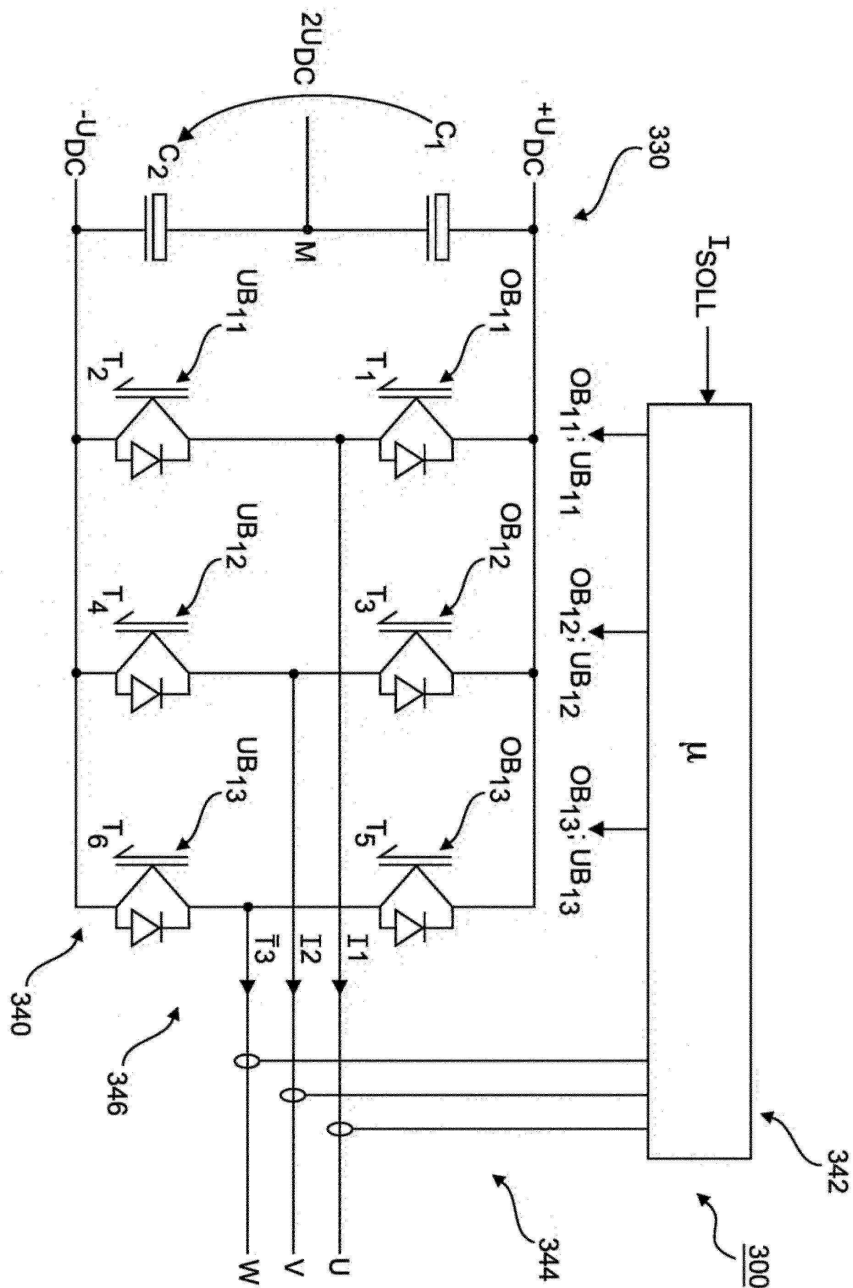
도면1



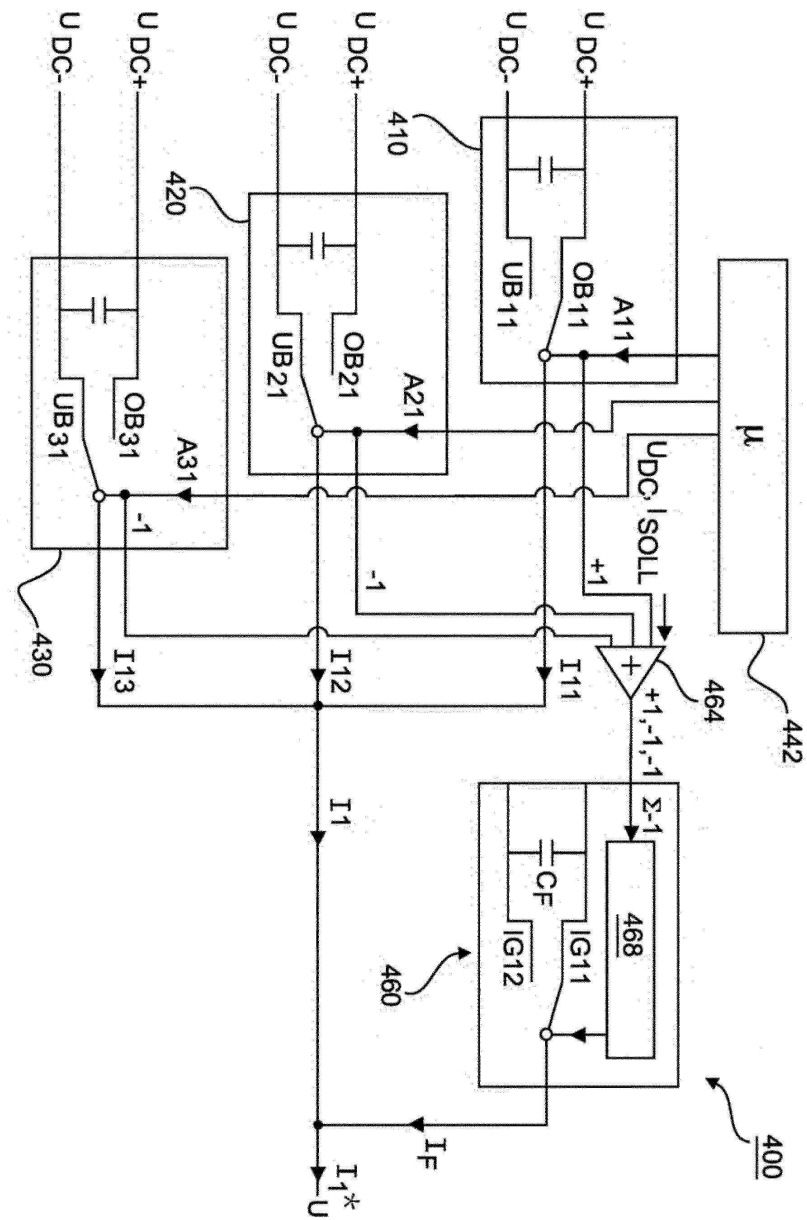
도면2



도면3



도면4



도면5

500

510

A11	A21	A31	Σ	SF($U_{DC}; I_{SOLL}$)
+1	+1	+1	+3	-1
+1	+1	-1	+1	-1
+1	-1	+1	+1	+1
+1	-1	-1	-1	+1
-1	+1	+1	+1	+1
-1	+1	-1	-1	-1
-1	-1	+1	-1	+1
-1	-1	-1	-3	-1

570

520 530 540 550 560