



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0074318
(43) 공개일자 2009년07월07일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0000062

(22) 출원일자 2008년01월02일

심사청구일자 2008년01월02일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경남 창원시 사림동 9 창원대학교내

(72) 발명자

박민원

경상남도 김해시 장유면 관동리 448-9 팔판마을6
단지 푸르지오아파트 603-1202

유인근

경남 창원시 사림동 창원대학교 공과대학 전기공
학과 55호관315호

(74) 대리인

김원춘

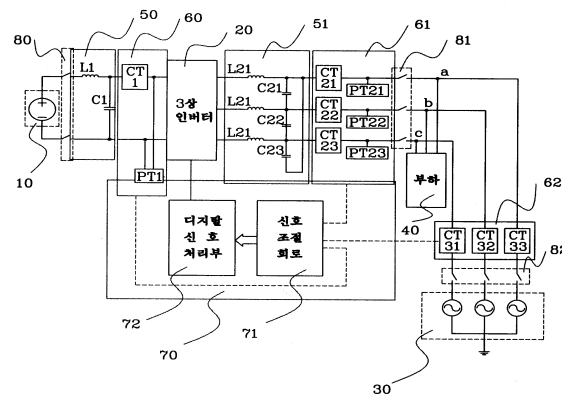
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 태양광 발전 시스템 및 그의 시스템에서 고조파 보상 및단독 운전 방지 방법

(57) 요약

본 발명은 고조파 보상기능 및 단독운전 방지기능이 가능한 태양광 발전 시스템에 관한 것으로 태양전지 어레이, 3상인버터, 부하, 제 1 및 제 2 검출센서, 디지털 신호 처리 모듈을 갖는 전력제어부등을 포함한 종래의 태양광 발전 시스템에서, 제 3 검출센서를 더 구비하여 제 3 검출센서에서 검출된 계통전류와 2 검출센서에서 검출된 3상인버터출력전류의 합전류인 부하전류를 디지털 신호 처리 모듈에서 dq변환하고 필터링처리를 한 후에 이를 역dq변환함으로써 부하전류로 부터 고조파 성분을 추출함으로써 전력 품질의 향상을 가져 올 뿐만 아니라 분산전원 시스템의 보호 및 안전사고 방지를 해주는 효과가 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

태양전지 어레이(10), 3상인버터(20), 부하(40), 제 1 및 제 2 LC병렬필터(50) (51), 제 1 및 제 2 검출센서(60) (61), 신호조절회로(71), 및 디지털 신호 처리 모듈(72)를 갖는 전력제어부(70)등을 포함하고 있는 태양광 발전 시스템에 있어서,

상기 태양광 발전 시스템은 제 3 검출센서(62)를 더 구비하여 상기 제 3 검출센서(62)에서 검출된 계통전류와 상기 제 2 검출센서(60)에서 검출된 3상인버터출력전류의 합전류인 부하전류를 상기 전력제어부(70)의 상기 디지털 신호 처리 모듈(72)에서 dq변환하고 필터링처리를 한 후에 이를 역dq변환하여 부하전류로 부터 고조파 성분을 추출함으로써 고조파보상기능과 단독운전 방지기능을 수행가능하도록 하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 디지털 신호 처리 모듈(72)에서의 필터링처리는 dq변환된 성분에서 직류성분만 남게 하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 디지털 신호 처리 모듈(72)는 고조파 성분을 추출하기 위하여 필터링처리후에 dq변환성분으로부터 필터링된 직류성분을 감산하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 4

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 디지털 신호 처리 모듈(72)는 dq변환성분의 q축 값에 대하여 dq변환성분으로부터 필터링처리한 직류성분을 감산하는 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템.

청구항 5

태양전지 어레이(10), 3상인버터(20), 부하(40), 제 1 및 제 2 LC병렬필터(50) (51), 제 1 내지 제 3 검출센서(60)(61)(62), 신호조절회로(71), 및 디지털 신호 처리 모듈(72)를 갖는 전력제어부(70)를 포함한 태양광 발전 시스템에서,

제 3 검출센서(62)에 의하여 계통전류를 검출하고 상기 제 2 검출센서(60)에 의하여 3상인버터출력전류를 검출하는 단계(S1)와,

복수의 가산기들을 이용하여 검출된 계통전류와 3상인버터출력전류를 가산하여 부하전류를 검출하는 단계(S2)와,

부하전류를 검출한 후에 검출된 부하전류를 dq변환하는 단계(S3)와,

dq변환된 전류를 필터링하고 감산처리하는 단계(S4)와,

고조파 성분을 추출하기 위하여 상기 단계 S4의 감산 결과치인 고조파 성분을 역dq변환하는 단계(S5)와,

상기 단계 S5에서 추출된 고조파 성분에 의하여 고조파를 보상하기 위한 전류 지령치를 생성하는 단계(S6)를 포함하는 고조파 보상 및 단독 운전 방지 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 단계 S4에서 dq변환된 전류를 필터링하면서 직류성분을 남게하고 dq변환전류로부터 직류성분을 감산처리하는 것을 특징으로 하는 고조파 보상 및 단독 운전 방지 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 태양광 발전 시스템에 관한 것으로, 특히 고조파 보상을 하면서 태양광 발전 시스템의 단독 운전을 방지할 수 있는 기능을 갖는 태양광 발전 시스템 및 그의 방법에 관한 것이다.
- <14> 태양광 발전 시스템은 태양 에너지를 이용하여 전력을 발전시키는 시스템이다. 이러한 태양광 발전 시스템에는 태양광 발전 시스템 단독으로만 운전하는 독립형 발전 시스템과, 태양광 발전 시스템과 상용전력 계통과 연계하여 운전하는 계통연계형 발전 시스템 두 종류가 존재하고 있다. 요즘 주로 계통연계형 발전 시스템이 채택되고 있는 추세이다. 도 1은 일반적인 계통연계형 발전 시스템의 개략적인 구성을 나타낸 도이다.
- <15> 도 1과 같은 계통연계형 발전 시스템의 전력 계통에 있어서는 구성상 증가 추세에 있는 비선형 부하들과 다량의 저용량의 전력 변환 장치들은 발전 및 송배전시에 전력 품질에 무시할 수 없을 정도로 상당한 영향을 미치고 있다. 왜냐하면 전력 변환 장치로 부터 발생하는 고조파 성분이 전력 계통상의 전압을 왜곡시켜 결과적으로 전력 계통상의 전력 품질을 저하시키기 때문이다. 그래서 이러한 전력 계통상의 전력 품질 저하를 방지하기 위하여 고조파 보상 기능을 추가하여 태양에너지를 전력으로 발전시키는 태양광 발전 시스템이 개발되어 왔었다.
- <16> 또한 계통연계형 발전 시스템에서, 태양광 발전 시스템 단독으로만 운전되는 단독 운전을 방지할 수 있는 방법이 연구되어 왔었다. 이는 단독 운전시에 전력 계통 공사 인력에 대한 안전, 재폐로 계전기의 재폐로 시에 기기 손상등의 문제를 일으킬 수 있는 소지가 다분하여 반드시 단독 운전을 검출하여 단독 운전을 차단시켜야만 했기 때문이다. 여기서 단독 운전이란 전력 계통 측의 전원 공급이 중단된 상태에서 전력 계통 연계 태양광 발전 시스템이 홀로 운전되는 것을 말한다.
- <17> 그런데 태양광 발전 시스템의 단독 운전시에 부하에서 사용되는 유.무효 전력($P_{load} + jQ_{load}$)이 계통연계형 발전 시스템에서 공급되는 유.무효 전력($P_{pv} + jQ_{pv} + \Delta P + j\Delta Q$)과 거의 일치하면 전력 계통 연계점에서 양측의 전력의 전압과 주파수가 동일하게 유지되므로 다양한 계전기들로 태양광 발전 시스템의 단독 운전을 검출할 수 없는 문제가 있었다. 여기서 다양한 계전기들이란 과전압 계전기(over voltage Relay), 부족전압 계전기(under voltage Relay), 과주파수 계전기(over frequency Relay), 및 부족주파수 계전기(under frequency Relay)를 말한다. 과전압 계전기는 설정된 기준전압이상의 전압을 검출하는 기기이고 부족전압 계전기는 설정된 기준전압이하의 전압을 검출하는 기기이다. 그리고 과주파수 계전기는 설정된 기준주파수(60Hz)이상의 주파수를 검출하는 기기이고 부족주파수 계전기는 설정된 기준주파수이하의 주파수를 검출하는 기기이다.
- <18> 이러한 태양광 발전 시스템에서 단독 운전을 방지할 수 있는 방법에는 수동적인 방법과 능동적인 방법이 있으나, 이러한 태양광 발전 시스템에서 수동적인 방법에서는 계통분리시 예측된 값의 변화가 작을 경우에 단독 운전 판정을 하지 못하는 불검출 영역이 존재한다. 또한 능동적인 방법에서는 계통에 미소 외란신호를 주입하게 됨으로써 계통이 불안정하게 되어 전력 품질 저하 및 전류 왜곡을 일으킬 수 있는 요인이 존재하고 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> 따라서 본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위하여 상기와 같은 태양광 발전 시스템에서 단독 운전시에 부하전류를 검출하여서 그 부하전류의 고조파 성분을 증가시켜서 주파수의 증가를 유도하고 그 증가된 주파수를 과주파수 계전기로 검출함으로써 전력품질을 저하시키지 않으면서도 단독 운전을 방지할 수 있는 태양광 발전 시스템을 제공하는 것이 제 1 목적이다.
- <20> 또한 본 발명은 평상시에는 복수의 LC병렬필터와 복수의 전압.전류검출센서를 이용하여 계통전류의 고조파 성분을 감소시켜 고조파 보상 기능을 갖는 태양광 발전 시스템을 제공하는 것이 제 2 목적이다.

<21> 특히 본 발명은 태양광 발전 시스템에서, 검출된 부하전류를 이용하여 고조파 보상 및 단독 운전 방지 방법을 제공하는 것이 제 3 목적이다.

발명의 구성 및 작용

<22> 상술한 제 1 및 2 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템은 태양전지 어레이(10), 3상 인버터(20), 부하(40), 제 1 및 제 2 LC병렬필터(50) (51), 제 1 및 제 2 검출센서(60) (61), 신호조절회로(71) 및 디지털 신호 처리 모듈(72)를 갖는 전력제어부(70)등을 포함하고 있는 종래의 태양광 발전 시스템에서, 제 3 검출센서(62)를 더 구비하여 제 3 검출센서(62)에서 검출된 계통전류와 제 2 검출센서(61)에서 검출된 3상 인버터 출력전류와의 합전류인 부하전류를 전력제어부(70)의 디지털 신호 처리 모듈(72)에서 dq변환하고 필터링처리를 한 후에 이를 역dq변환함으로써 부하전류로 부터 고조파 성분을 추출함으로써 고조파 보상기능과 단독운전 방지 기능을 수행가능하도록 구성되어 있다.

<23> 또한, 디지털 신호 처리 모듈(72)에서의 필터링처리는 dq변환된 성분에서 직류성분만 남게한다.

<24> 더우기, 디지털 신호 처리 모듈(72)는 고조파 성분을 추출하기 위하여 필터링처리후에 dq변환성분으로부터 필터링된 직류성분을 감산한다.

<25> 특히, 디지털 신호 처리 모듈(72)는 dq변환성분의 q축 값에 대하여 dq변환성분으로부터 필터링처리한 직류성분을 감산한다.

<26> 상술한 제 3 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 고조파 보상 및 단독 운전 방지 방법은 태양전지 어레이(10), 3상 인버터(20), 부하(40), 제 1 및 제 2 LC병렬필터(50) (51), 제 1 내지 제 3 검출센서(60)(61)(62), 신호조절회로(71), 및 디지털 신호 처리 모듈(72)를 갖는 전력 제어부(70)를 포함한 태양광 발전 시스템에서, 제 3 검출센서(62)에 의하여 계통전류를 검출하고 제 2 검출센서(60)에 의하여 3상인버터 출력전류를 검출하는 단계(S1)와, 복수의 가산기들을 이용하여 검출된 계통전류와 3상인버터 출력전류를 가산하여 부하전류를 검출하는 단계(S2)와, 부하전류를 검출한 후에 검출된 부하전류를 dq변환하는 단계(S3)와, dq변환된 전류를 필터링하고 감산처리하는 단계(S4)와, 고조파 성분을 추출하기 위하여 단계 S4의 감산 결과치인 고조파 성분을 역dq변환하는 단계(S5)와, 단계 S5에서 추출된 고조파 성분에 의하여 고조파를 보상하기 위한 전류 지령치를 생성하는 단계(S6)를 포함한다.

<27> 이하, 첨부된 도면들에 의거하여 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템의 구성에 의하여 동작되는 작용을 상세히 설명한다.

<28> 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템의 일실시예를 보인 도 2에서, 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템은 두개의 기준 전류를 가진다. 하나의 전류는 최대 전력점 추적 제어(maximum power point tracking control)를 통해 최대 전력을 계통에 보내주기 위한 기준 전류이고 다른 하나의 전류는 고조파 보상 기능 및 단독 운전 방지 기능을 통한 기준 전류를 위한 기준 전류이다. 최대 전력점 추적 제어를 통한 기준 전류와 고조파 보상 기능 및 단독 운전 방지 기능을 통한 기준 전류를 더한다. 합쳐진 기준 전류가 전류 제어기(도시하지않음)를 통하여 출력된다. 도 2에서 도시된 바와 같이, 병렬 접속된 제 1 인덕터(L1)와 제 1 캐패시터(C1)로 구성되는 제 1 LC병렬 필터(50)의 후단에 결합되는 제 1 검출센서(60)는 최대 전력점 추적 제어를 위한 태양에너지의 전압 및 전류를 검출하기 위한 센서이다. 제 1 검출센서(60)는 태양에너지의 전류를 검출하기 위한 제 1 전류센서(CT1)과 태양에너지의 전압을 검출하기 위한 제 1 전압센서(PT1)를 포함하고 있다. 제 1 전류센서(CT1)과 제 1 전압센서(PT1)는 상호 병렬로 접속되어 있다. 그리고 제 1 검출센서(60)의 제 1 전압센서(PT1)의 후단과 제 2 LC병렬 필터(51)의 전단 사이에는 3상 인버터(20)에 결합되어 있다. 제 2 LC병렬 필터(51)는 상호 병렬 접속되는 제 2 내지 제 4 인덕터(L21), (L22), (L23)와 제 2 내지 제 4 캐패시터(C21), (C22), (C23)로 이루어진다. 제 1 및 2 LC병렬 필터(50), (51)는 각각 태양전지 어레이(10) 및 3상 인버터(20)로 부터 출력되는 고조파 성분을 감소시키는 역할을 한다. 제 2 검출센서(61)는 제 2 LC병렬 필터(51)의 후단에 결합되어 있다. 제 2 검출센서(61)는 제 2 내지 제 4 전류센서(CT21), (CT22), (CT23)와 제 2 내지 제 4 전압센서(PT21), (PT22), (PT23)를 포함한다. 제 2 내지 제 4 전류센서(CT21), (CT22), (CT23)와 제 2 내지 제 4 전압센서(PT21), (PT22), (PT23)는 상호 병렬 결합되어 있다. 제 2 내지 제 4 전류센서(CT21), (CT22), (CT23)는 제 2 LC병렬 필터(51)로 부터 출력되는 전류를 검출하는 역할을 하고 제 2 내지 제 4 전압센서(PT21), (PT22), (PT23)는 제 2 LC병렬 필터(51)의 출력 양단에 걸린 전압을 검출하는 역할을 한다. 제 3 검출센서(62)는 제 2 검출센서(61)의 후단과 상용전력 공급부(30)사이에서 결합되어 있다. 상용전력 공급부(30)는 복수의 상용전력 공급원들로 이루어져 있다. 제 3 검출센서(62)는 제 5 내지 7 전류센서(CT31), (CT32), (CT33)으로 이루어져 있다. 제 3 검출센서(62)의 제 5 내지

7 전류센서(CT31), (CT32), (CT33)는 각각 상용전력 공급부(30)의 복수의 상용전력 공급원들과 일대일 대응되어 결합되어 있다. 그리고 제 3 검출센서(62)의 제 5 내지 7 전류센서(CT31), (CT32), (CT33)는 제 2 검출센서(61)의 제 2 내지 제 4 전류센서(CT21), (CT22), (CT23) 및 제 2 내지 제 4 전압센서(PT21), (PT22), (PT23)과 일대일 대응되어 결합되어 있다. 제 2 내지 제 7 전류센서(CT21), (CT22), (CT23), (CT31), (CT32), (CT33)는 고조파 보상기능 및 단독 운전 방지기능을 하기 위한 전류를 검출하는 센서이고 제 2 내지 제 4 전압센서(PT21), (PT22), (PT23)는 상용전력 공급부(30)의 복수의 상용전력 공급원들과 동기시키기 위한 전압을 검출하는 센서이다. 부하(40)는 복수의 부하선들을 통하여 제 2 검출센서(61)와 제 3 검출센서(62) 사이에 결합되어 있다. 제 1 공통절점(a)는 제 2 검출센서(61)의 제 2 전류센서(CT21)의 타단과, 제 2 검출센서(61)의 제 2 전압센서(PT21)의 한단과, 부하(40)의 복수의 부하선들중 어느 한선과 공통접속되는 점이다. 제 2 공통절점(b)는 제 2 검출센서(61)의 제 3 전류센서(CT22)의 타단과, 제 2 검출센서(61)의 제 3 전압센서(PT22)의 한단과, 부하(40)의 복수의 부하선들중 다른 한선과 공통접속되는 점이다. 제 3 공통절점(c)는 제 2 검출센서(61)의 제 4 전류센서(CT23)의 타단과, 제 2 검출센서(61)의 제 4 전압센서(PT23)의 한단과, 부하(40)의 복수의 부하선들중 또 다른 한선과 공통접속되는 점이다. 전력 제어부(70)는 제 1 내지 제 3 검출센서(60), (61), (62)의 출력신호들을 각각 받아 알고리즘에 따른 신호처리후에 3상 인버터(20)를 제어하기 위하여 펄스폭변조신호를 발생하여 이 변조신호를 3상 인버터(20)에 공급한다. 전력 제어부(70)는 신호조절회로(71), 및 디지털 신호 처리 모듈(72)를 포함한다. 그리고 디지털 신호 처리 모듈(72)는 전류제어기(도시하지 않음)를 내장하고 있다. 또한, 제 1 전력 차단 장치(80)는 태양전지 어레이 (10)과 제 1 LC병렬필터(50) 사이에 결합되어 있고, 제 2 전력차단장치(81)는 제 2 검출센서(61)과 제 3 검출센서(62) 사이에 결합되어 있으며 제 3 전력차단장치(82)는 제 3 검출센서(62)와 상용전력 공급부(30) 사이에 결합되어 있다.

<29> 도 3은 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템에서 고조파 보상기능 및 단독 운전 방지기능을 설명하기 위한 과정을 나타내는 도로서, 도 3(a)는 복수의 부하선들을 통하여 제 1 내지 제 3 공통절점(a), (b), (c)로부터 각각 부하(40)으로 흘러들어가는 기준전류를 설명하기 위한 과정을 나타내는 도이고, 도 (b)는 부하(30)으로 흘러들어가는 기준전류로부터 dq변환(3상2상변환)에 의하여 생성되는 기준전류를 설명하기 위한 과정을 나타내는 도이다. 도 3의 이러한 고조파 보상기능 및 단독 운전 방지기능을 설명하기 위한 과정은 전력 제어부(70)의 디지털 신호 처리 모듈(72)내에서 계산되어지는 알고리즘이다. 전력 제어부(70)의 디지털 신호 처리 모듈(72)은 복수의 가산기들(72₁₁), (72₁₂), (72₁₃), (72₁₄), 및 저역통과필터(72₂)를 포함한다.

<30> 도 3(a)에서, 제 1 인버터출력전류($i_{pv_out_a}$)는 제 2 검출센서(61)의 제 2 전류센서(CT21)으로 부터 검출되는 전류이고 제 2 인버터출력전류($i_{pv_out_b}$)는 제 2 검출센서(61)의 제 3 전류센서(CT22)으로 부터 검출되는 전류이며 제 3출력전류($i_{pv_out_c}$)는 제 3 전류센서(CT23)으로 부터 검출되는 전류이다. 또한 제 1 계통전류($i_{utility_a}$)는 제 3 검출센서(62)의 제 5 전류센서(CT31)으로 부터 검출되는 전류이고 제 2 계통전류($i_{utility_b}$)는 제 3 검출센서(62)의 제 6 전류센서(CT32)으로 부터 검출되는 전류이며 제 3 계통전류($i_{utility_c}$)는 제 3 검출센서(62)의 제 7 전류센서(CT33)으로 부터 검출되는 전류이다. 그리고 제 1 부하전류(i_{load_a})는 제 1 공통절점(a)로부터 부하(40)으로 흘러들어가는 기준전류로서 제 1 가산기(72₁₁)에 의하여 제 1 인버터출력전류($i_{pv_out_a}$)와 제 1 계통전류($i_{utility_a}$)와의 합한 전류이고 제 2 부하전류(i_{load_b})는 제 2 공통절점(b)로부터 부하(40)으로 흘러들어가는 기준전류로서 제 2 가산기(72₁₂)에 의하여 제 2 인버터출력전류($i_{pv_out_b}$)와 제 2 계통전류($i_{utility_b}$)와의 합한 전류이며 제 3 부하전류(i_{load_c})는 제 3 공통절점(c)로부터 부하(40)으로 흘러들어가는 기준전류로서 제 3 가산기(72₁₃)에 의하여 제 3 인버터출력전류($i_{pv_out_c}$)와 제 3 계통전류($i_{utility_c}$)와의 합한 전류이다. 한편 도 3(b)에서 알 수 있듯이, 제 1 내지 제 3 부하전류(i_{load_a}), (i_{load_b}), (i_{load_c})를 각각 dq변환을 하고 dq변환에 의하여 분리된 q축의 전류성분(i_q)을 저역통과필터(72₂)로 필터링한다. 그러면 제 1 내지 제 3 부하전류(i_{load_a}), (i_{load_b}), (i_{load_c})중에서 직류성분만 남게 된다. 그리고 제 4 가산기(72₁₄)에서는 분리된 q축의 전류성분(i_q)에서 저역통과필터(72₂)를 통과한 직류성분인 전류성분(i_{q_lpr})를 감산한다. 제 4 가산기(72₁₄)에 의하여 감산된 전류성분(i_{q_ref})은 안티-아이슬랜딩(anti-islanding)기능을 한다. 감산된 전류성분(i_{q_ref})을 역dq변환한다. 그러면 역dq변환된 감산된 전류성분(i_{q_ref})은 안티-아이슬랜딩 기능의 기준전류(I_{a_ref}), (I_{b_ref}), (I_{c_ref})가 된다. 다시 말하면, 제 1 내지 제 3 부하전류 (i_{load_a}), (i_{load_b}), (i_{load_c})가 dq변환된 결과에서 저역통과필터(72₂)를 통과한 전류성분을 감산하여 역dq변환을 하게 되면 고조파 성분이 추출된다. 추출된 고조파 성분은 고조파를 보상하기 위

한 전류 지령치가 된다. 그러면 디지털 신호 처리 모듈(72)내의 전류제어기(도시하지 않음)는 실제로 흐르는 전류를 검출하여 계산한 전류 지령치와 비교하여서 실제 흐르는 전류가 전류지령치가 될 수 있게끔 펄스폭변조신호를 발생시킨다.

<31> 도 4는 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템에서 계통전류의 흐름변화를 시간축상에 나타낸 그래프이다.

<32> 도 4에서 알 수 있듯이, 일반적으로 계통전류는 정현파 신호이다. 이때의 계통전류에서 3상 인버터(20)로 부터 출력되는 고조파 전류는 식(1)과 같다.

$$\text{<33> } \eta = 6c \pm 1, \text{ 여기서 } c=1,2,3,\dots \quad (1)$$

<34> 따라서 3상 인버터(20)로 부터 출력되는 고조파 성분은 5차, 7차, 11차, 13차,등이다. 결과적으로 3상 인버터(20)로 부터 출력되는 전류(i_{out})는 식(2)와 같이 표현된다.

$$\text{<35> } i_{out} = I_1 \sin\theta + I_5 \sin 5\theta + I_7 \sin 7\theta + I_{11} \sin 11\theta + I_{13} \sin 13\theta + \dots \quad (2)$$

<36> 일반적으로 저차 고조파 전류의 대부분은 3상 인버터(20)으로 부터 계통의 경부하측으로 흐른다. 결과적으로 도 4에서와 같이 0.1125초정도 경과하게 되면 고조파 성분이 보상된 정현파 신호가 정상적으로 흐르게 된다. 그러나 계통이 차단되었을 경우에 고조파 전류는 부하측으로 흐르기 때문에 부하(40)측으로 흐르는 전류(i_{load})는 3상 인버터(20)로 부터 출력되는 전류(i_{out})와 같게 된다. 부하(40)에 흐르는 고조파 전류를 검출하기 위해서는 상술한 바와 같이 부하전류(i_{load})를 dq변환하면 식(3)과 같다.

$$\text{<37> } i_d = (I_5 - I_7) \sin 6\theta + (I_{11} - I_{13}) \sin 12\theta$$

$$\text{<38> } i_q = I_1 + (I_7 - I_5) \sin 6\theta + (I_{13} - I_{11}) \sin 12\theta \quad \dots(3)$$

<39> 부하전류(i_{load})를 dq변환하면 60HZ성분은 직류값으로 나타나게 된다. 즉, 부하전류(i_{load})를 dq변환시 d축 값은 0 이되고 q축 값은 직류값이 된다. 고조파 성분을 추출하기 위하여 q축의 직류성분을 차단시키면 고조파 성분을 추출할 수 있다. 따라서, 상기 식(3)에서 직류성분인 전류 I_1 을 뺀 값이 안티-아이슬랜딩 기능의 기준전류가 된다. 따라서 상기 기준전류는 식(4)와 같다.

$$\text{<40> } i_{d_ref} = (I_5 - I_7) \sin 6\theta + (I_{11} - I_{13}) \sin 12\theta$$

$$\text{<41> } i_{q_ref} = (I_7 - I_5) \sin 6\theta + (I_{13} - I_{11}) \sin 12\theta \quad \dots(4)$$

<42> 식(4)를 역dq변환하면 고주파보상기능의 기준전류가 된다.

$$\text{<43> } I_{a_ref} = I_5 \sin 5\theta + I_7 \sin 7\theta + I_{11} \sin 11\theta + I_{13} \sin 13\theta + \dots$$

$$\text{<44> } I_{b_ref} = I_5 \sin 5(\theta - 2\pi/3) + I_7 \sin 7(\theta - 2\pi/3) + I_{11} \sin 11(\theta - 2\pi/3) + I_{13} \sin 13(\theta - 2\pi/3) + \dots$$

$$\text{<45> } I_{c_ref} = I_5 \sin 5(\theta + 2\pi/3) + I_7 \sin 7(\theta + 2\pi/3) + I_{11} \sin 11(\theta + 2\pi/3) + I_{13} \sin 13(\theta + 2\pi/3) + \dots \quad (6)$$

<46> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템은 계통이 차단되지 않을 때에는 고조파 보상기능 및 단독

운전 방지 기능에 의하여 검출된 고조파 전류를 보상한다. 그러나 계통이 차단되면 식(2)와 같은 3상 인버터 (20)로 부터 출력되는 전류(i_{out})가 부하(40)에 흐르고, 이 전류는 안티-아이슬랜딩 기능에 의해 검출되어 기준 전류가 되므로 고조파 전류는 더 증가하게 된다. 증가된 고조파 전류는 다시 검출되어 기준전류가 되므로 고조 파 전류는 계속 증가하게 된다. 이때 태양광 발전 시스템에 계통이 없으므로 도 5에 도시된 바와 같이 전압의 고조파가 증가하므로 계측된 주파수도 증가하게 된다. 결과적으로 과주파수 계전기의 동작에 의해 태양광 발전 시스템의 운전이 중단되게 된다.

<47> 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템에서 고조파 보상 및 단독 운전 방지 과정을 설명하기 위한 흐름을 나타낸 도 6에 의거하여 고조파 보상 및 단독 운전 방지방법을 상세히 설명한다.

<48> 상기와 같은 태양광 발전 시스템에서, 고조파 보상 및 단독 운전 방지방법은 제 3 검출센서(62)에 의하여 계통 전류를 검출하고 상기 2 검출센서(60)에 의하여 3상인버터출력전류를 검출하는 단계(S1)를 포함한다. 이어서, 복수의 가산기들을 이용하여 검출된 계통전류와 3상인버터출력전류를 가산하여 부하전류를 검출한다(단계 S2). 부하전류를 검출한 후에 부하전류를 dq변환한다(단계 S3). dq변환된 전류를 필터링하고 감산처리한다(단계 S4). 단계 S4에서는 또한 dq변환된 전류를 필터링하면서 직류성분을 남게하고 dq변환전류로부터 직류성분을 감산처리 한다. 고조파 성분을 추출하기 위하여 감산 결과치인 고조파 성분을 역dq변환한다(단계 S5). 단계 S5에서 추출 된 고조파 성분에 의하여 고조파를 보상하기 위한 전류 지령치를 생성한다(단계 S6). 이 전류 지령치에 의하여 실제 흐르는 전류와 비교하여 3상 인버터(20)를 제어한다. 결과적으로, 계통전류의 고조파를 보상해주면서 고조 파 성분의 추출로 인하여 단독운전을 방지할 수 있게 된다.

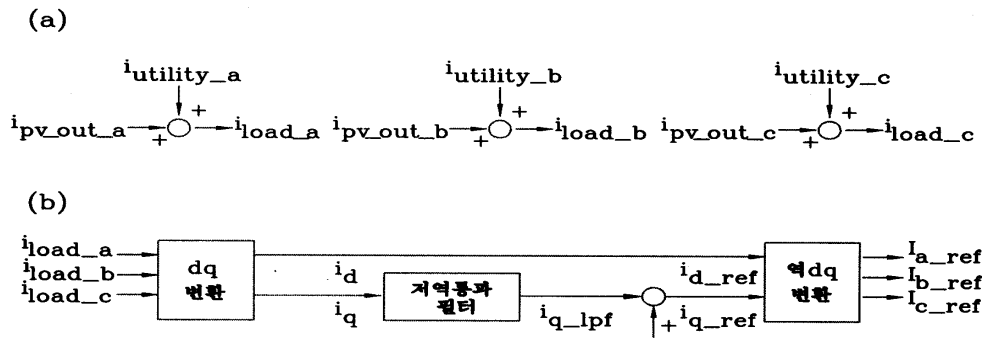
발명의 효과

<49> 상기와 같은 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템에 의하면, 계통 통전시에는 고조파 성분을 보상해주는 한편, 계통 차단시에는 단독운전을 방지해줌으로써 전력 품질의 향상을 가져 올 뿐만 아니라 분산전원시스템의 보호 및 안전사고 방지를 해주는 효과가 있다.

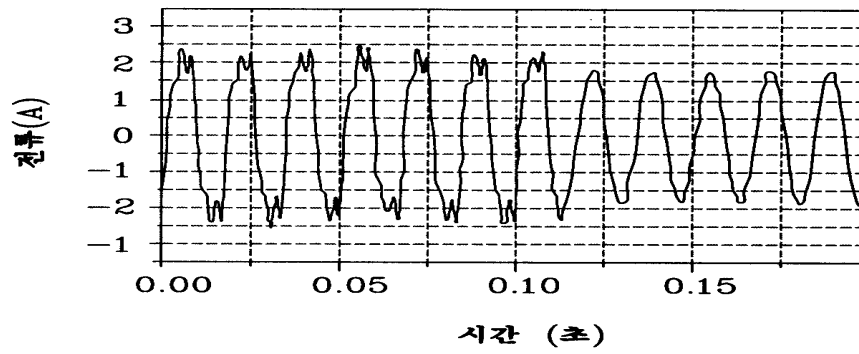
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 일반적인 계통연계 분산형 전원 시스템의 기본 구성도이다.
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템의 일실시예를 보인 도이다.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템의 일실시예를 설명하기 위한 흐름도이다.
- <4> 도 4는 고조파 보상기능 및 단독운전 방지기능 추가시에 계통전류의 변화를 나타내는 그래프이다.
- <5> 도 5는 상용 계통측의 전원공급이 중단된 상태에서 태양광 발전 시스템의 단독 운전시에 시간과 주파수와의 상 관관계를 나타내는 그래프이다.
- <6> 도 6은 본 발명에 따른 태양광 발전 시스템에서 고조파 보상 및 단독 운전 방지 방법을 설명하기 위한 흐름도이 다.
- <7> 도면의 주요부분의 대한 부호 설명
- <8> 10 : 태양전지 어레이 20 : 3상 인버터
- <9> 30 : 상용전력 공급부 40 : 부하
- <10> 50, 51 : 제 1 및 제 2 LC 병렬 필터
- <11> 60, 61, 62 : 제 1 내지 제 3 검출센서
- <12> 70 : 전력 제어부 80, 81, 82 : 제 1 내지 제 3 전력 차단 장치

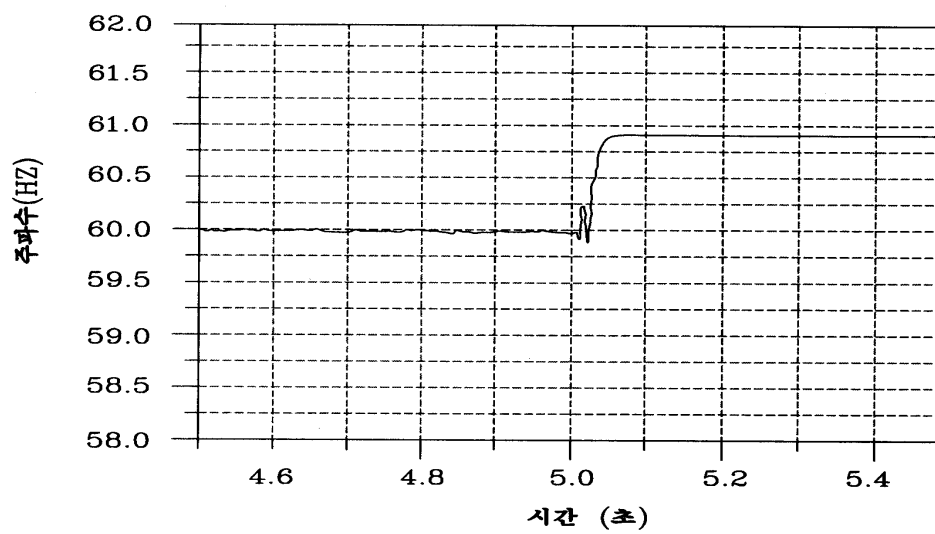
도면3



도면4



도면5



도면6

