(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0105506
(43) 공개일자 2014년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7017994
(22) 출원일자(국제) 2012년12월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년06월27일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/076603
(87) 국제공개번호 WO 2013/098233
국제공개일자 2013년07월04일
(30) 우선권주장
11306813.4 2011년12월30일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
톰슨 라이센싱
프랑스 이씨레뮬리노 뤼 잔 다르크 1-5 (우: 92130)
(72) 발명자
살로니디스, 테오도로스
프랑스 이씨레뮬리노 시덱스 에프-92443 뤼 잔 다르크 1 테크니컬러
마술리에, 로랑
프랑스 이씨레뮬리노 시덱스 에프-92443 뤼 잔 다르크 1 테크니컬러
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아주양헌

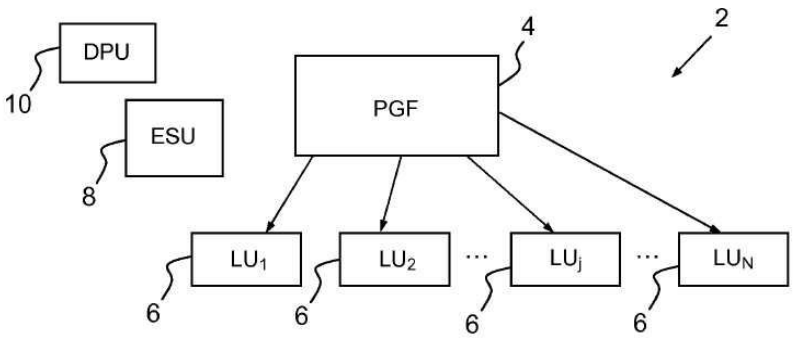
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **전력 생산 용량의 적응 및 에너지 저장 유닛 사이즈의 결정**

(57) 요 약

시간 기간 동안 전기 전력 그리드(2)의 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법으로서, 상기 방법은, 데이터 처리 유닛의 프로세서에 의해 수행되는 다음 단계, 즉: - 상기 시간 기간을 여러 시간 간격으로 분할하는 단계, - 상기 시간 기간 동안 상기 전력 생산 시설(4)의 전력 생산 용량 및 상기 에너지 저장 유닛(8)에 대한 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 단계, - 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛(6)의 부하 유닛 수요로부터 각 시간 간격 동안의 유효 부하 유닛 수요를 각각 결정하는 단계, 및 - 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 유효 부하 유닛 수요를 포함하는 그리드 파라미터를 사용하여 상기 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계를 포함하며, 상기 그리드 파라미터는 상기 시간 기간의 모든 시간 간격에 대한 최대 값에 대해 최적화된 것인 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

케샤브, 스리니바산

캐나다 온타리오 엔2엘3쥐1 워터루 유니버시티 애비뉴 웨스트 200 데이비스 센터데이비드 알. 체리턴 스쿨 오브 컴퓨터 사이언스 룸 3514

헤지, 니디

프랑스 파리 에프-75005 뤼 쌩 쟈크 249

특허청구의 범위

청구항 1

전기 전력 그리드(2), 특히 스마트 그리드의 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법으로서, 전력 생산 시설(4) 및 에너지 저장 유닛(8)은 시간 기간 동안 적어도 하나의 부하 유닛(6)으로 전력을 분배하는데 사용되고, 상기 방법은, 데이터 처리 유닛(10)의 프로세서(12)에 의해 수행되는 다음 단계, 즉,

- 상기 시간 기간을 여러 시간 간격으로 분할하는 단계(20),

- 상기 시간 기간 동안 상기 전력 생산 시설(4)의 전력 생산 용량 및 상기 에너지 저장 유닛(8)에 대한 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 단계(22),

- 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛(6)의 부하 유닛 수요로부터 각 시간 간격 동안의 유효 부하 유닛 수요를 각각 결정하는 단계로서, 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독되거나 또는 전력 계측기를 판독하는 것에 의해 획득되고, 상기 유효 부하 유닛은 상기 부하 유닛(6)의 평균 수요와 피크 수요 사이에 위치된 값을 가지는 것인, 상기 결정하는 단계, 및

- 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 유효 부하 유닛 수요를 포함하는 그리드 파라미터를 사용하여 상기 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계(24)를 포함하며, 상기 그리드 파라미터는 상기 시간 기간의 모든 시간 간격에 대한 최대 값에 대해 최적화된 것인 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 부하 유닛 수요는 각 시간 간격 동안의 여러 부하 유닛 수요 분배(distributions)를 포함하며, 상기 유효 부하 유닛 수요를 결정하는 단계는 각 부하 유닛 수요 분배로부터 각 시간 간격 동안의 유효 부하 유닛 수요 분배를 각각 결정하는 단계를 포함하며, 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛 수요 분배는 데이터베이스로부터 판독되고, 상기 여러 부하 유닛 수요 분배를 총합(aggregate)하는 멀티플렉스 파라미터가 결정되고, 상기 그리드 파라미터는 상기 멀티플렉스 파라미터를 포함하고, 상기 데이터 처리 유닛의 상기 프로세서에 의해 상기 멀티플렉스 파라미터에 대한 최소 값에 대해 더 최적화된 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 부하 유닛 수요 분배는 추계(stochastic) 분배인 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 부하 유닛 수요 분배는 미리 결정된 전력 사용량 프로파일로 제공되는 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 전력 사용량 프로파일은 일일, 주간, 월간 또는 연간 전력 사용량에 관한 것임을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

청구항 6

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 부하 유닛 수요 분배는 실시간으로 측정된 측정값으로 제공되고, 계측기에 의해 상기 데이터베이스에 제공되는 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 측정 값은 각 부하 유닛에서 또는 에너지 저장 유닛에서 측정된 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법.

청구항 8

전기 전력 그리드(2), 특히 스마트 그리드의 전력 생산 용량을 적응시키는 방법으로서, 상기 방법은, 상기 다음 단계, 즉,

a) 상기 전력 생산 용량, 에너지 저장 유닛 사이즈 및 부하 유닛 수요를 결정하는 단계로서, 상기 전력 생산 용량 및/또는 상기 에너지 유닛 사이즈 및/또는 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독되거나 또는 전력 계측기를 판독하는 것에 의해 획득된 것인, 상기 결정하는 단계,

b) 데이터 처리 유닛의 프로세서에 의하여 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 방법에 따라, 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

c) 상기 전력 공급중지 가능성을 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계,

d) 상기 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값보다 더 작은 경우 상기 전력 생산 용량을 조절하는 단계,

e) 상기 데이터 처리 유닛의 상기 프로세서에 의해 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 방법에 따라, 상기 조절된 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 새로운 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

f) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성을 상기 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계, 및

g) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값 이상일 때까지 단계 d) 내지 단계 f)를 반복하는 단계를 포함하는 전력 생산 용량을 적응시키는 방법.

청구항 9

전력 생산 시설(4) 및 부하 유닛(6)을 포함하는 전기 전력 그리드(2), 특히 스마트 그리드에 대한 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 방법으로서, 상기 방법은, 다음 단계, 즉,

a) 전력 생산 용량 및 부하 유닛 수요를 결정하는 단계로서, 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독된 미리 결정된 전력 사용량 프로파일로부터 결정된 것인, 상기 결정하는 단계,

b) 데이터 처리 유닛의 프로세서에 의해 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 방법에 따라, 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

c) 상기 전력 공급중지 가능성을 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계,

d) 상기 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값보다 더 작은 경우 상기 에너지 저장 유닛 사이즈를 조절하는 단계,

e) 상기 데이터 처리 유닛의 상기 프로세서에 의해 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 방법에 따라, 상기 조절된 에너지 저장 유닛 사이즈, 상기 전력 생산 용량 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 새로운 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

f) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성을 상기 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계, 및

g) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값 이상일 때까지 단계 d) 내지 단계 f)를 반복하는 단계를 포함하는 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 방법.

청구항 10

전기 전력 그리드(2), 특히 스마트 그리드의 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛(10)으로서, 전력 생산 시설(4) 및 에너지 저장 유닛(8)은 시간 기간 동안 적어도 하나의 부하 유닛(6)에 전력을 분배하는데 사용되고, 상기 데이터 처리 유닛(10)은,

- 상기 시간 기간을 여러 시간 간격으로 분할하는 동작,

- 상기 시간 기간 동안 상기 전력 생산 시설(4)의 전력 생산 용량 및 상기 에너지 저장 유닛(8)에 대한 에너지

저장 유닛 사이즈를 결정하는 동작,

- 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛(6)의 부하 유닛 수요로부터 각 시간 간격 동안의 유효 부하 유닛 수요를 각각 결정하는 동작으로서, 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독되거나 또는 전력 계측기를 판독하는 것에 의해 획득되고, 상기 유효 부하 유닛은 상기 부하 유닛(6)의 평균 수요와 피크 수요 사이에 위치된 값을 가지는 것인, 상기 결정하는 동작, 및

- 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 유효 부하 유닛 수요를 포함하는 그리드 파라미터를 사용하여 상기 전력 공급중지 가능성을 연산하는 동작으로서, 상기 그리드 파라미터는 상기 시간 기간의 모든 시간 간격에 대한 최대 값에 대해 최적화된 것인, 상기 연산하는 동작

을 수행하기 위한 프로세서(12)를 포함하는 것인 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 전력 생산 용량은 추계 전력 생산 분배를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛.

청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 전력 생산 용량은 여러 개별 전력 생산 용량을 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전력 생산 용량은 다음 그룹의 발전소, 즉, 핵발전소, 석탄 발전소, 오일 발전소, 가스 발전소, 태양광 발전소, 하이드로 발전소 및 풍력 발전소 중 적어도 하나의 발전소를 나타내는 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛.

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈는 여러 개별 에너지 저장 유닛 사이즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전기 전력 그리드(electrical power grid)의 전력 공급중지 가능성(power outage probability)을 결정하는 방법, 전력 생산 용량을 적응시키는 방법 및 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 데이터 처리 유닛에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전기 전력 그리드 시스템은 통상적으로 연료-기반 발전소(즉, 석탄, 오일, 가스)에 의해 생성된 전력을 풍력, 태양광 및 마이크로-하이델(micro-hydel)로부터 오는 가변 에너지 소스와 결합시킨다. 연료-기반 발전소는 스케일업과 스케일다운하여야 가변 에너지 소스 및 가변 수요로부터 에너지 생산의 상승과 하강을 매칭시킬 수 있다.

[0003] 2개의 기본 방법을 사용하여 변하는 수요에 대처한다. 먼저, 연료-기반 발전소는 최대 출력 미만에서 동작하고 필요할 때 (스핀 보존(spinning reserve)) 생성된 전력의 양을 신속히 증가시킬 수 있다. 둘째, (예를 들어 연소 가스 터빈에 기초하는) 추가적인 발전소를 (즉시) 가동하여 더 큰 발전 용량을 제공할 수 있다. 상기 두 방법은 비용이 든다. 최대 출력 미만에서 동작하는 스핀 보존 발전소는 통상적으로 최상의 효율 미만으로 생산하고 추가적인 발전소에서 고가의 생산 장비는 많은 시간 사용되지 않은 채 유지된다.

[0004] 비용 문제와는 별도로, 기존의 전력 생산 시스템은 일일 또는 월간 사용량 프로파일에 의해 미리 제공된 결정론적 수요의 지식에 기초하여 전력을 조절한다. 이들은 솔라 셀 및 풍력 터빈과 같은 그리드에 연결된 간헐적인 에너지 소스로부터 발생하는 실시간 추계(stochastic) 에너지 소스 및 수요를 처리하도록 설계되어 있지 않다.

[0005] 그리드 에너지 저장은 전기 전력 그리드에 대규모로 전기를 저장하는데 사용되는 방법을 말한다. 전기 에너지는

발전소로부터 나오는 생산량이 소비를 초과하는 시간 동안에는 저장되고 저장된 에너지는 소비가 생산을 초과하는 경우에 사용된다. 에너지 저장은 2개의 잠재적인 이익을 제공한다. 먼저, 이것은 효율을 증가시키고 에너지 생산 비용을 저감시킬 수 있다. 에너지 저장은 생성된 전력의 피크를 감소시킬 수 있고 발전소는 순간 소비를 맞추기 위해 크게 스케일업되거나 스케일다운될 필요가 없다. 이것은 연료-기반 발전소가 더 낮은 전력 생산 레벨에서 보다 효율적으로 용이하게 동작될 수 있는 장점을 제공한다. 둘째, 이것은 가변 에너지 소스 및 수요를 사용할 수 있게 한다. 저장을 사용하여, 전력 그리드의 오퍼레이터는 시간에 따라 랜덤하게 변할 수 있는 에너지 소비에 에너지 생산을 적응시킬 수 있다.

[0006] 전기 전력 그리드에서 에너지 저장분의 높은 잠재적이고 증가된 사용량에도 불구하고, 이러한 시스템을 효율적인 방식으로 설계하고 동작시키는 방법은 아직 명확하지 않다. 잠재적인 설계 접근법은 시스템 동작 전에 에너지 저장을 사이징(sizing)하여 수요가 항상 충족되는 것을 보장하는 것일 수 있다.

[0007] 배터리를 사이징하는 알려진 방법은 특정 수요 요건을 결정하는 단계 및 지정된 시간 동안 그 부하에 공급할 수 있는 배터리 사이즈를 선택하는 단계로 구성된다. ANSI/IEEE 485는 이런 유형의 셀 사이징에 대한 산업적 기준이다. ANSI/IEEE 1115, 즉, 정적 응용을 위한 니켈-카드뮴 배터리를 사이징하기 위한 IEEE 실무 권고는 니켈-카드뮴 배터리에 대한 동등한 사이징 정보를 제공한다. 두 방법은 결정론적 수요 듀티 사이클을 가정하고 이 듀티 사이클의 최고 부분에 기초하여 배터리를 사이징한다. 이것은 최악의 듀티 사이클의 피크 부하가 평균보다 훨씬 더 높아서 추계 에너지 소스 및/또는 수요에 적용될 수 없을 때 보존 설계를 제공한다.

[0008] 일부 조사 논문은 추계 에너지 소스에 대한 배터리 사이징 기술을 말한다.

[0009] 제1 논문(P. Arun, R.Banerjee and S. Bandyopadhyay, "Sizing Curve for Design of Isolated Power Systems", Advances in Energy Research (AER-2006))은 에너지 저장을 갖는 광발전 시스템(photovoltaic system)을 위한 설계 공간 접근법을 제공하며, 여기서 설계 공간은 시스템이 적절히 동작하기 위하여 모든 실행 가능한 전력 생산 및 저장 사이즈로 구성된다.

[0010] 제2 논문(A. Roy, S. Kedare, S. Bandyopadhay, "Design of Wind Power Generation systems for Industrial Application Incorporating Resource Uncertainty", Chemical Engineering Transactions, Volume 18 (2009))은 신뢰 타깃을 사용하여 설계 단계에서 풍력 자원의 불확정성을 포함하는 것에 의해 풍력-전력 배터리 시스템을 사이징하고 최적화하기 위한 설계 공간 방법을 제안하는 것에 의해 제1 논문의 내용을 확장한다.

[0011] 이들 논문에 설명된 방법은 다음 한계점을 가지고 있다. 먼저, 이들 방법은 수요에 대한 사전 지식을 가정한다. 둘째, 제2 논문은 풍력 생산 전력이 와이블 분포(Weibull distribution)를 따르고 방법은 이 분배를 위해서만 동작하는 것으로 가정한다.

발명의 내용

[0012] 본 발명의 목적은 전기 전력 그리드를 사이징하고 제어하는 개선된 기술을 제공하는 것이다.

[0013] 본 목적은 독립 청구항 제1항에 따른 방법, 제8항에 따른 방법, 독립 청구항 제9항에 따른 방법 및 독립 청구항 제10항에 따른 데이터 처리 유닛에 의해 해결된다. 본 발명의 유리한 실시예는 종속 청구항의 주제이다.

[0014] 일 측면에 따르면, 본 발명은, 전기 전력 그리드, 특히 스마트 그리드의 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법으로서, 전력 생산 시설 및 에너지 저장 유닛은 시간 기간 동안 적어도 하나의 부하 유닛으로 전력을 분배하는데 사용되고, 상기 방법은, 데이터 처리 유닛의 프로세서에 의해 수행되는 다음 단계, 즉,

[0015] - 상기 시간 기간을 여러 시간 간격으로 분할하는 단계,

[0016] - 상기 시간 기간 동안 상기 전력 생산 시설의 전력 생산 용량 및 상기 에너지 저장 유닛에 대한 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 단계,

[0017] - 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛의 부하 유닛 수요로부터 각 시간 간격 동안의 유효 부하 유닛 수요를 각각 결정하는 단계로서, 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독되거나 또는 전력 계측기를 판독하는 것에 의해 획득되고, 상기 유효 부하 유닛은 상기 부하 유닛의 평균 수요와 피크 수요 사이에 위치된 값을 가지는 것인, 상기 결정하는 단계, 및

[0018] - 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 유효 부하 유닛 수요를 포함하는 그리드 파라미터를 사용하여 상기 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계를 포함하며, 상기 그리드 파라미터는 상기 시간 기

간의 모든 시간 간격에 대한 최대 값에 대해 최적화된 것인 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법을 제공한다.

[0019] 다른 측면에 따르면, 본 발명은, 전기 전력 그리드, 특히 스마트 그리드의 전력 생산 용량을 적응시키는 방법으로서, 상기 방법은, 상기 다음 단계, 즉,

[0020] a) 상기 전력 생산 용량, 에너지 저장 유닛 사이즈 및 부하 유닛 수요를 결정하는 단계로서, 상기 전력 생산 용량 및/또는 상기 에너지 유닛 사이즈 및/또는 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독되거나 또는 전력 계측기를 판독하는 것에 의해 획득된 것인, 상기 결정하는 단계,

[0021] b) 데이터 처리 유닛의 프로세서에 의하여 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

[0022] c) 상기 전력 공급중지 가능성을 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계,

[0023] d) 상기 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값보다 더 작은 경우 상기 전력 생산 용량을 조절하는 단계,

[0024] e) 상기 데이터 처리 유닛의 상기 프로세서에 의해 상기 조절된 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 새로운 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

[0025] f) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성을 상기 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계, 및

[0026] g) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값 이상일 때까지 단계 d) 내지 단계 f)를 반복하는 단계를 포함하는 전력 생산 용량을 적응시키는 방법을 제공한다.

[0027] 또 다른 측면에 따라, 본 발명은, 전력 생산 시설 및 부하 유닛을 포함하는 전기 전력 그리드, 특히 스마트 그리드에 대한 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 방법으로서, 상기 방법은, 다음 단계, 즉,

[0028] a) 전력 생산 용량 및 부하 유닛 수요를 결정하는 단계로서, 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독된 미리 결정된 전력 사용량 프로파일로부터 결정된 것인, 상기 결정하는 단계,

[0029] b) 데이터 처리 유닛의 프로세서에 의해 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

[0030] c) 상기 전력 공급중지 가능성을 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계,

[0031] d) 상기 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값보다 더 작은 경우 상기 에너지 저장 유닛 사이즈를 조절하는 단계,

[0032] e) 상기 데이터 처리 유닛의 상기 프로세서에 의해 상기 조절된 에너지 저장 유닛 사이즈, 상기 전력 생산 용량 및 상기 부하 유닛 수요에 근거하여 새로운 전력 공급중지 가능성을 연산하는 단계,

[0033] f) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성을 상기 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 단계, 및

[0034] g) 상기 새로운 전력 공급중지 가능성이 상기 타깃 신뢰 임계값 이상일 때까지 단계 d) 내지 단계 f)를 반복하는 단계를 포함하는 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 방법을 제공한다.

[0035] 더 다른 측면에 따라, 본 발명은, 전기 전력 그리드, 특히 스마트 그리드의 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛으로서, 전력 생산 시설 및 에너지 저장 유닛은 시간 기간 동안 적어도 하나의 부하 유닛에 전력을 분배하는데 사용되고, 상기 데이터 처리 유닛은,

[0036] - 상기 시간 기간을 여러 시간 간격으로 분할하는 동작,

[0037] - 상기 시간 기간 동안 상기 전력 생산 시설의 전력 생산 용량 및 상기 에너지 저장 유닛에 대한 에너지 저장 유닛 사이즈를 결정하는 동작,

[0038] - 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛의 부하 유닛 수요로부터 각 시간 간격 동안의 유효 부하 유닛 수요를 각각 결정하는 동작으로서, 각 시간 간격 동안의 상기 부하 유닛 수요는 데이터베이스로부터 판독되거나 또는 전력 계측기를 판독하는 것에 의해 획득되고, 상기 유효 부하 유닛은 상기 부하 유닛의 평균 수요와 피크 수요 사이에 위치된 값을 가지는 것인, 상기 결정하는 동작, 및

[0039] - 상기 전력 생산 용량, 상기 에너지 저장 유닛 사이즈 및 상기 유효 부하 유닛 수요를 포함하는 그리드 파라미터를 사용하여 상기 전력 공급중지 가능성을 연산하는 동작으로서, 상기 그리드 파라미터는 상기 시간 기간의

모든 시간 간격에 대한 최대 값에 대해 최적화된 것인, 상기 연산하는 동작

[0040] 을 수행하기 위한 프로세서를 포함하는 것인 전력 공급중지 가능성을 결정하는 데이터 처리 유닛을 제공한다.

[0041] 전기 전력 그리드는 전력 생산 용량을 갖는 전력 생산 시설, 에너지 저장 유닛, 예를 들어 배터리 및 전기 에너지의 수요를 갖는 부하 유닛, 예를 들어 가구를 포함한다. 부하 유닛의 수요는 전력 생산 용량에 의해 매칭되어야 한다. 부하 유닛의 수요가 전력 생산 용량 미만이라면, 나머지 에너지는 에너지 저장 유닛에 저장된다. 부하 유닛 수요가 전력 생산 용량을 초과한다면, 에너지 저장 유닛은 에너지 저장 유닛이 비어 있지 않은 경우 추가적인 용량을 제공하여 부하 유닛의 수요를 제공한다. 부하 유닛 수요가 전력 생산 용량을 초과하고 에너지 저장 유닛에 전기 에너지가 없는 경우 전력 공급중지가 일어난다.

[0042] 본 방법은 전력 공급중지 가능성을 연산하기 위한 개연성 구조에 기초한다. 본 방법은 원격통신 시스템에서 추계 소스에 의해 공급되는 데이터 버퍼에 큰 편차 분석(deviations analysis)을 적용하는 원격 트래픽 이론에 사용되는 유효 대역폭의 개념으로부터 유도된다. 본 방법은, 데이터 소스를 부하 유닛 수요로 맵핑하고 소스에 공급되는 버퍼 송신 용량을 수요를 만족시키는 전력 생산 용량으로 맵핑하여 에너지 저장 유닛 사이즈를 "역" 데이터 버퍼로 모델링할 수 있다는 관찰에 기초한다.

[0043] 유효 부하 유닛 수요는 시간 기간의 각 시간 간격 동안 부하 유닛 수요로부터 결정된다. 그리드 파라미터는 전력 생산 용량, 에너지 저장 유닛 사이즈 및 유효 부하 유닛 수요에 의존한다. 그리드 파라미터는 시간 기간의 모든 시간 간격에 대한 최대 값에 대해 최적화된다. 그리드 파라미터의 최적화로 인해, 전력 생산 용량의 특정 분배 및/또는 부하 유닛 수요를 가정할 필요가 없다. 전력 공급중지 가능성은 그리드 파라미터로부터 연산된다.

[0044] 일부 상황에서 전력 생산 용량을 적응시켜 가변 부하 유닛 수요에 반응할 필요가 있을 수 있다. 주어진 세트의 전력 생산 용량, 에너지 저장 유닛 사이즈 및 부하 유닛 수요에 대한 전력 공급중지 가능성이 타깃 신뢰 임계값보다 더 작은 경우, 전력 생산 용량은 조절되어야, 예를 들어 증가되어야, 전력 공급중지를 회피할 수 있다. 바람직하게는, 부하 유닛 수요는 계측기에 의해 측정된 실시간 수요로 제공된다. 이것으로 전력 그리드의 오퍼레이터는 전력 생산 용량을 갑자기 조절하여 수요가 충족하는 것을 보장할 수 있다. 전력 생산 용량을 조절하고 대응하는 전력 공급중지 가능성을 비교하는 것을 반복하는 것에 의해, 전력 공급중지 가능성이 타깃 신뢰 임계값 이상인지를 보장하는 새로운 전력 생산 용량이 결정될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 전력 생산 용량을 조절하는 것은 대응하는 전력 공급중지 가능성이 타깃 신뢰 임계값을 초과하는 경우 용량을 감소하는 것을 포함한다. 이에 의해, 타깃 신뢰 임계값과 같은 전력 공급중지 가능성에 관한 최소 전력 공급중지 용량이 결정될 수 있다.

[0045] 나아가, 새로운 전기 전력 그리드 또는 기존의 전력 그리드의 업그레이드를 위한 플랜 단계에서, 예상된 부하 유닛 수요 및 전력 생산 용량에 기초하여 에너지 저장 유닛의 사이즈가 결정될 수 있다. 부하 유닛 수요는 미리 결정된 전력 사용량 프로파일로부터 제공되고 이 프로파일은 차후에 유효한 것으로 가정된다. 에너지 저장 유닛 사이즈의 일부 값에 대해 전력 공급중지 가능성을 연산하고 이 가능성을 타깃 신뢰 임계값과 비교하는 것에 의해, 전력 그리드에 충분한 에너지 저장 유닛 사이즈가 바로 결정될 수 있다.

[0046] 전술된 방법 각각은 데이터베이스에 연결된 데이터 처리 유닛에 의해 실행될 수 있다. 바람직하게는, 데이터 처리 유닛의 프로세서는 전술된 방법의 각 단계를 각각 실행한다.

[0047] 바람직한 실시예에서, 부하 유닛 수요는 각 시간 간격 동안 여러 부하 유닛 수요 분배를 포함하며, 유효 부하 유닛 수요를 결정하는 것은 각 부하 유닛 수요 분배로부터 각 시간 간격 동안 유효 부하 유닛 수요 분배를 각각 결정하는 것을 포함하며, 여기서 각 시간 간격 동안 부하 유닛 수요 분배는 데이터베이스로부터 판독되고, 여러 부하 유닛 수요 분배를 총합하는 멀티플렉스 파라미터가 결정되고, 여기서 그리드 파라미터는 멀티플렉스 파라미터를 포함하고, 데이터 처리 유닛의 프로세서에 의해 멀티플렉스 파라미터에 대한 최소값에 대해 더 최적화된다. 멀티플렉스 파라미터는 전력 그리드에서 여러 부하 유닛의 총합 수요에 관한 것이다.

[0048] 추가적인 실시예에 따라, 부하 유닛 수요 분배는 추계 분배이다. 종래 기술에 비해, 부하 유닛 수요 분배에서 예상되는 특정 형태는 없다. 대신, 임의의 추계 분배가 전력 공급중지 가능성을 결정하는데 사용된다. 이에 의해, 수요 분배의 상당한 유연성이 제공된다. 예를 들어, 부하 유닛 수요 분배는 실제 수요 가구, 사무실 빌딩, 공공 빌딩 및/또는 산업 시설을 말할 수 있다.

[0049] 더 다른 바람직한 실시예에서, 부하 유닛 수요 분배는 미리 결정된 전력 사용량 프로파일로 제공된다. 미리 결정된 전력 사용량 프로파일은 예를 들어 특정 시간 기간 동안 측정될 수 있다. 알려진 프로파일을 사용하여, 전력 공급중지 가능성이 차후에 유사한 상황에서 결정될 수 있다. 예를 들어, 일 지역의 여러 가구의 수요 분배량

이 겨울 동안 측정된다. 각 가구의 수요가 겨울에 동일할 것으로 가정하면, 추가적인 가구가 이 지역에 형성된 경우에 그 다음 겨울에 전력 공급중지 가능성이 결정될 수 있다.

[0050] 추가적인 실시예에서, 전력 사용량 프로파일은 일일, 주간, 월간 또는 연간 전력 사용량에 관한 것이다.

[0051] 본 발명의 더 추가적인 실시예에서, 부하 유닛 수요 분배는 실시간으로 측정된 측정값으로 제공되어 전력 계측기에 의해 데이터베이스에 제공된다. 수요 분배를 실시간으로 측정하면 전기 에너지를 제공할 때 잠재적인 문제를 인식할 수 있다. 신뢰가능한 에너지 공급이 제공되지 않을 수 있는 것을 나타내는 전력 공급중지 가능성이 매우 커진 경우, 그리드 오퍼레이터는 예를 들어 전력 생산 용량을 증가시켜서 반응할 수 있다. 바람직하게는, 각 부하 유닛 수요 분배는 각 부하 유닛과 연관된 전력 계측기에 의해 제공된다.

[0052] 바람직한 실시예에서, 측정 값은 각 부하 유닛에서 또는 에너지 저장 유닛에서 측정된다.

[0053] 다른 바람직한 실시예에서, 전력 생산 용량은 추계 전력 생산 분배를 포함한다. 이에 의해, 간헐적인 에너지 소스, 예를 들어 솔라 셀 또는 풍력 터빈의 전력 생산 용량이 고려될 수 있다.

[0054] 추가적인 실시예에 따라, 전력 생산 용량은 여러 개별 전력 생산 용량을 포함한다. 전기 전력 그리드에 연결된 여러 발전소에 의한 에너지 공급이 고려될 수 있다.

[0055] 더 바람직한 실시예에서, 전력 생산 용량은 다음 그룹의 발전소, 즉, 핵발전소, 석탄 발전소, 오일 발전소, 가스 발전소, 태양광 발전소, 하이드로 발전소 및 풍력 발전소 중 적어도 하나의 발전소를 나타낸다.

[0056] 또 다른 추가적인 실시예에 따라, 에너지 저장 유닛 사이즈는 여러 개별 에너지 저장 유닛 사이즈를 포함한다. 전기 전력 그리드의 사이즈 및/또는 특정 지역 상황에 따라, 에너지 저장 유닛은 하나의 (대형) 유닛으로 제공되거나 또는 여러 (소형) 유닛으로 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0057] 다음, 본 발명은 동일한 참조 부호가 유사한 요소를 나타내는 첨부 도면을 참조하여 예로서 및 비제한적으로 보다 상세히 설명된다:

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 전력 그리드의 개략도;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 처리 유닛의 개략도;

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법 단계를 도시하는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0058] 전기 전력 그리드(2), 특히 스마트 그리드가 고려되는데, 여기서 전력 생산 시설 PGF(4)는, 에너지 저장 유닛 ESU(8)로 기능하는 배터리를 사용하여 홈 또는 산업 시설과 같은 여러 부하 유닛 LU(6)로 전력을 분배한다. LU(6)는 PGF(4)에 의해 매칭되어야 하는 전기 수요를 생산한다. LU(6)의 총 수요는 전력 생산 용량보다 작은 경우, 나머지 에너지는 ESU(8)에 저장된다. 총 수요가 용량을 초과하면, ESU(8)는, 비어있지 않은 경우, 추가적인 용량을 제공하여 LU(6)의 초과 수요를 제공한다. 수요가 생산 용량을 초과하고 ESU(8)에 에너지가 남아 있지 않을 때 모든 LU(6)에서 전력 공급중지가 발생한다.

[0059] 프로세서(12)(도 2)를 포함하는 데이터 처리 유닛(10)은 다수(N)의 LU(6)의 수요, ESU(8)의 저장 사이즈(B) 및 PGF(4)의 전력 생산 용량(C)에 기초하여 전력 공급중지 가능성을 결정하도록 제공된다.

[0060] 프로세서(12)는 도 3의 흐름도를 참조하여 다음에 설명된 단계를 구현한다.

[0061] 먼저, ESU(8)는 시간 기간(T) 동안 LU(6) 수요 분배를 고려하며 이 시간 기간(T)은 단계 20에서 지속기간(t)의 T/t개의 더 작은 시간 간격으로 분할된다. 각 시간 간격 [(i - 1)t, it] 동안, 각 LU_j의 수요 $l_j([(i - 1)t, it])(i = 1, ..., T/t)$는 단계 22에서 결정된다. LU(6)의 수요 분배는 미리 (예를 들어 일일 전력 사용량 프로파일로서) 제공되거나 또는 이들은 스마트 그리드 전력 계측기 기술, 예를 들어 계측기를 사용하여 실시간으로 측정된다. LU(6) 수요가 측정된 경우 이들은 측정되어 LU(6)에 의해 ESU(8)으로 제공되거나 또는 측정된 ESU(8)에서 측정될 수 있다.

[0062] 이후, 시간 기간(T) 동안, 전력 공급중지 가능성(P(공급중지))이, 단계 24에서, 다음 수식에 기초하여 N개의 수요(l_j), ESU(8) 사이즈(B) 및 전력 생산 용량(C)의 함수로서 연산된다:

[0063] P(공급중지) = exp(-IN) (1)

[0064] 수식 (1)에서 지수(-I)는 다음 최적화 문제를 푸는 것에 의해 연산된다:

[0065] $$-I = J^* = \max_t \min_s J(s,t) \quad (2)$$

[0066] 여기서,

[0067] $$J(s,t) = st\sum_{j=1}^{N} n_j\, a_j(s,t) - s(B + Ct) \quad (3)$$

[0068] 통신 네트워크에서 유효 대역폭의 개념과 유사하게, 수식 (3)에서 변량(quantity)($a_j(s,t)$)은 각 LU_j의 "유효 수요"로서 볼 수 있다. 유효 수요는 LU_j의 평균 수요 및 피크 수요 사이의 값을 취한다. 유효 수요는 다음 수식을 사용하여 연산될 수 있다:

[0069] $$a_j(s,t) = \frac{1}{st}\log[\frac{t}{T}\sum_{i=1}^{T/t}\exp(s\,l_j((i-1)t, it)] \quad (4)$$

[0070] 수식 (2)에 의해 한정된 최적화 문제는 2개의 별개의 최적화 문제를 푸는 것에 의해 해결된다.

[0071] 먼저, 고정된 t에 대해 J(s,t)를 최소화하는 s의 값(s*)이 결정된다:

[0072] $$J^*(t) = \min_s J(s,t) \quad (5)$$

[0073] 둘째, J*(t)를 최대화하는 t의 값(t*)이 결정된다:

[0074] $$J^* = \max_t J^*(t) \quad (6)$$

[0075] 두 수식 (5) 및 (6)은 파라미터(s 및 t)의 공간에서, 예를 들어 무차별 공격 목록(brute force enumeration)을 검색하는 수치 기술을 사용하여 풀 수 있다. 파라미터(s 및 t)는 다음 물리적 해석을 가지고 있다. 파라미터(t*)는 ESU(8)가 비게 되어 전력 공급중지가 일어날 수 있을 것 같은 때까지의 시간 지속기간을 나타낸다. 파라미터(s)는 N개의 LU(6)의 수요가 멀티플렉스되어 에너지 저장 유닛(8)의 에너지를 고갈시키는 총 수요를 생성하는 방식에 대응한다.

[0076] 전력 공급중지 가능성을 결정하는 방법에서, (스마트) 전기 전력 그리드의 2개의 기초적인 설계 및 제어 문제, 즉, 전력 생산 용량의 실시간 적응 및 에너지 저장 유닛의 사이징이 해결될 수 있다.

[0077] 전술된 단계들은 상이한 값(B, C) 및 시간 기간(7)에 대해 반복되어 P(공급중지)의 여러 값을 생성한다. 이 단계의 출력은 이들 변량들 사이의 관계를 정량화하고 실시간으로 전력 생산을 제어하고 ESU(8)를 사이징하는 것을 도와주는 시스템 설계 공간, 즉, 그래프의 세트이다.

[0078] 전술된 방법들을 적용한 예는 다음과 같다.

[0079] a) 실시간 전력 생산 적응

[0080] PGF(4)에서 전력 생산 용량(C)이 ESU(8) 사이즈(B) 및 LU(6) 수요(l_j)의 실시간 측정에 기초하여 조절되는 방식을 결정하는 것이 가능하다.

[0081] 전기 전력 시스템(2)이 주어진 에너지 저장 유닛 사이즈(B)에 따라 동작하고 N개의 LU의 수요는 스마트 계측기 기술을 사용하여 실시간으로 제공되는 것으로 가정된다. 수요는 각 기간(T) 동안 측정되고 P(공급중지)의 값은 전술된 단계들에 기초하여 결정된다. P(공급중지)가 타깃 신뢰 임계값 미만으로 떨어지면, 전력 생산 용량(C)이 조절되는데, 예를 들어 증가되고, 새로운 전력 공급중지 가능성이 연산된다. 새로운 P(공급중지)가 타깃 신뢰 임계값과 비교되고, 필요한 경우, 전력 생산 용량이 다시 조절된다. 단계들은 새로운 전력 공급중지 가능성이 타깃 신뢰 임계값 이상이 될 때까지 반복된다. 추가적인 개선예에서는, 전력 생산 용량이 조절되고, 예를 들어 감소되고, 새로운 전력 공급중지 가능성은 실제로 타깃 신뢰 임계값과 같은 것으로 결정될 수 있다. 이에 의해,

수요를 충족하고 타깃 신뢰 임계값을 보장하기 위하여 전력 생산 용량(C)의 최소 증가가 결정된다.

[0082] b) ESU 사이징

[0083] PGF(4) 생성 용량 및 LU(6) 수요가 주어진 경우 전력 공급중지 가능성을 보장하기 위하여 (스마트) 전기 전력 그리드에 대해 어느 ESU(8) 사이즈가 선택되어야 하는지 결정될 수 있다.

[0084] ESU(8)는 전력 그리드에 추가되어 공유된 저장을 지원하고 피크 생산 전력 및 대응하는 비용을 감소시켜야 한다. 상이한 기간(T), 예를 들어 일일, 주간, 월간 또는 연간 프로파일의 미리 결정된 수요 프로파일을 사용하여, 원하는 버퍼 오버플로우 가능성을 양산하는 모든 쌍(B 및 C)을 연산하는 것이 가능하다. 이런 방식으로, 어느 사이즈(B)가 시스템에 가장 비용 효율적일 것인지에 대해 곧바로 교육된 결정을 할 수 있다.

[0085] ESU 사이즈가 결정된 후에, 배터리(B)의 사이즈는 배터리가 동작할 것으로 예상되는 온도와 에이징에 따라 증가되어야 한다. 예를 들어, 1.25의 팩터는 통상적으로 배터리가 용량의 80%에서 사용되지 않는 것으로 인해 적용된 것이다. 더욱이, 온도 팩터는 배터리 제조사의 사양에 의해 제공된 테이블로부터 용이하게 결정될 수 있다.

[0086] 본 발명의 바람직한 실시예인 것으로 현재 고려되는 것을 도시하고 설명하였으나, 이 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자라면 여러 다른 변형이 이루어질 수 있고, 본 발명의 진정한 범위를 벗어남이 없이 균등한 것으로 대체될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 추가적으로, 많은 변형이 본 명세서에 설명된 본 발명의 중심 개념을 벗어남이 없이 본 발명의 개시 내용에 특정 상황을 적응시키도록 이루어질 수 있을 것이다. 나아가, 본 발명의 실시예는 전술된 모든 특징을 포함하지 않을 수 있다. 그리하여, 본 발명은 개시된 특정 실시예로 제한되지 않고, 본 발명은 첨부된 청구범위 내에 있는 모든 실시예를 포함하는 것으로 의도된다.

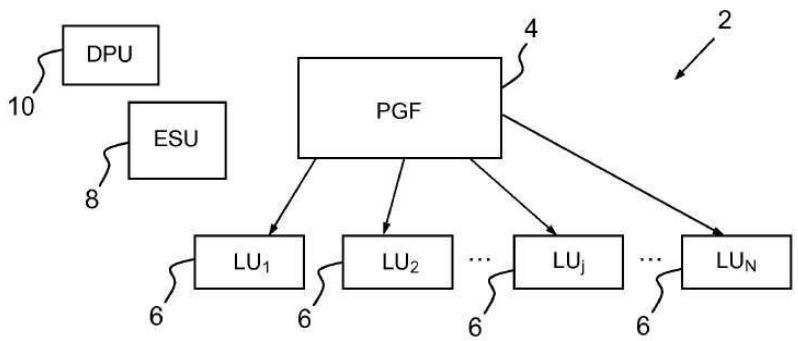
[0087] "포함하는", "구비하는", "병합하는", "제공하는", "~인" 및 "가지는"과 같은 표현은 설명 및 그 연관된 청구범위를 해석할 때 비-배타적인 방식으로 해석되어야 하는데, 즉, 명시적으로 한정되지 않은 다른 항목이나 성분이 존재할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 단수에 대한 언급은 복수에 대한 언급으로 해석되고 그 역으로도 해석된다.

[0088] 이 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자라면 설명에 개시된 여러 파라미터들이 변형될 수 있다는 것과, 개시되거나 및/또는 청구된 여러 실시예들이 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 결합될 수 있다는 것을 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

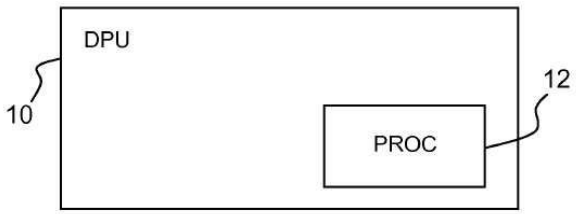
[0089] 따라서, 본 발명은 서브스테이션 레벨에서 스마트 계측기를 구비하는 홈에 대형 에너지 저장을 제공하는데 적용될 수 있다. 본 발명은 홈 레벨에서 복수의 홈 전기 기기에 더 작은 에너지 저장을 제공하는 데에도 적용될 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

