



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월17일
 (11) 등록번호 10-1364242
 (24) 등록일자 2014년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H02J 3/12 (2006.01) H02J 3/14 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0049214
 (22) 출원일자 2012년05월09일
 심사청구일자 2012년05월09일
 (65) 공개번호 10-2013-0125581
 (43) 공개일자 2013년11월19일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2010279238 A*
 KR1019980014503 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국전기연구원
 경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)
 (72) 발명자
정구형
 서울 영등포구 도림로143길 32, 105동 904호 (문래동4가, 문래동삼환아파트)
이정호
 경기도 안양시 동안구 귀인로 294 312동 102호
 (74) 대리인
특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 17 항

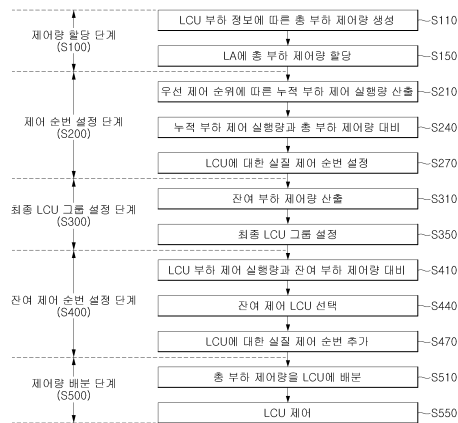
심사관 : 추형석

(54) 발명의 명칭 직접부하제어 시스템 및 이를 이용한 직접부하제어량 배분 방법

(57) 요약

본 발명은 직접부하제어 시스템 및 이를 이용한 직접부하제어량 배분 방법으로서, EMS(Energy Management System), LMC(Load Management Center), LA(Load Aggregator) 및 EMD/LCU(Energy Management Device/Load Control Unit)로 구성되는 계층적 직접부하제어 운영 체계에서, LA가 LMC로부터 총 부하 제어량을 할당 받는 제어량 할당 단계; 상기 LA가, 연계된 복수개의 LCU 그룹에 대하여 기설정된 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 누적한 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량을 대비하고 이에 기초하여 실질 제어 순번을 설정하는 제어 순번 설정 단계; 상기 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량에 기초하여, 잔여 부하 제어량과 상기 복수개의 LCU 그룹에서 최종 LCU 그룹을 설정하는 최종 LCU 그룹 설정 단계; 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량과 상기 잔여 부하 제어량을 대비하여 상기 복수개의 LCU에 대한 잔여 제어 LCU를 선택하고 선택된 잔여 제어 LCU를 상기 실질 제어 순번에 추가 설정하는 잔여 제어 순번 설정 단계; 및 상기 실질 제어 순번에 기초하여 상기 총 부하 제어량을 연계된 LCU에 배분하는 제어량 배분 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법과 이를 이용하기 위한 직접부하제어 시스템이며, 이와 같은 본 발명에 의하면 제어 최종순위에 해당하는 LCU가 다수 존재하는 경우에 최종순위에 배분된 제어량을 가장 효과적으로 LCU에 배분함으로써 직접부하제어의 효율성을 증대시킬 수 있게 된다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

EMS(Energy Management System), LMC(Load Management Center), LA(Load Aggregator) 및 EMD/LCU(Energy Management Device/Load Control Unit)로 구성되는 계층적 직접부하제어 운영 체계에서,

LA가 LMC로부터 총 부하 제어량을 할당 받는 제어량 할당 단계;

상기 LA가, 연계된 복수개의 LCU 그룹에 대하여 기설정된 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 순차적으로 누적하면서 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량을 대비하여 상기 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량을 초과하기 이전까지의 LCU 그룹에 대한 실질 제어 순번을 설정하는 제어 순번 설정 단계;

상기 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량에 기초하여, 잔여 부하 제어량과 상기 복수개의 LCU 그룹에서 최종 LCU 그룹을 설정하는 최종 LCU 그룹 설정 단계;

상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량과 상기 잔여 부하 제어량을 대비하여 상기 복수개의 LCU에 대한 잔여 제어 LCU를 선택하고 선택된 잔여 제어 LCU를 상기 실질 제어 순번에 추가 설정하는 잔여 제어 순번 설정 단계; 및

상기 실질 제어 순번에 기초하여 상기 총 부하 제어량을 연계된 LCU에 배분하는 제어량 배분 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어량 할당 단계는,

상기 LA가 연계된 복수개의 LCU 각각에 대하여 부하 차단과 관련된 LCU 부하 정보를 수집하는 부하 정보 수집 단계;

상기 LA가 수집된 상기 LCU 부하 정보를 상기 LMC에 전송하는 부하 정보 전송 단계; 및

상기 LMC가 상기 LA로부터 전송된 상기 LCU 부하 정보를 고려하여 상기 LA에 대한 총 부하 제어량을 생성하고, 이를 상기 LA가 할당 받는 부하 제어량 수신 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제어 순번 설정 단계는,

상기 LA가, 상기 복수개의 LCU으로 구성된 LCU 그룹별에 대하여 상기 우선 제어 순위에 따라 올림차순으로 각 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량을 누적하여 누적 부하제어 실행량을 산출하고, 상기 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량 이상이 되는지 판단하는 제어량 초과 판단 단계;

상기 우선 제어 순위 중 상기 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량 이상이 되기 바로 이전까지의 제어 순번들의 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU에 대하여 상기 우선 제어 순위에 따라 실질 제어 순번을 설정하는 실질 제어 순번 설정 단계; 및

상기 실질 제어 순번에 따른 LCU 제어 리스트를 생성하는 제어 리스트 생성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 최종 LCU 그룹 설정 단계는,

상기 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 누적한 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어

량 이상이 되기 바로 이전의 누적 부하제어 실행량을 상기 총 부하 제어량에서 제외한 잔여 부하 제어량을 산출하는 잔여 부하 제어량 산출 단계; 및

상기 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 누적한 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량 이상이 되는 우선 제어 순위의 LCU 그룹을 선택하고 이를 최종 LCU 그룹으로 설정하는 최종 LCU 그룹 선택 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 잔여 제어 순번 설정 단계는,

상기 잔여 부하 제어량으로 잔여 제어 판단량을 설정하는 잔여 제어 판단량 설정 단계;

상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량과 상기 잔여 제어 판단량을 대비하여 상기 잔여 제어 판단량에 근접한 부하제어 실행량을 갖는 LCU를 선택하는 추가 LCU 선택 단계; 및

선택된 LCU를 상기 실질 제어 순번에 추가하고, 이를 기초로 LCU 제어 리스트를 생성하는 추가 제어 리스트 생성 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 잔여 제어 판단량 설정 단계는,

상기 선택된 LCU의 부하제어 실행량을 누적하여 누적 잔여부하제어 실행량을 산출하고, 상기 누적 잔여부하제어 실행량이 상기 잔여 부하 제어량을 초과하는지 판단하는 잔여부하제어 실행량 판단 단계;

상기 잔여 제어 판단량에서 상기 선택된 LCU의 부하제어 실행량을 제외한 값으로 상기 잔여 제어 판단량을 갱신하는 잔여 제어 판단량 갱신 단계; 및

상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU에서 상기 선택된 LCU를 제외하고 상기 추가 LCU 선택 단계로 회귀하는 회귀 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 부하 정보 전송 단계는,

상기 LA가 연계된 복수개의 LCU 각각에 대하여 부하 차단과 관련된 각각의 상기 LCU 부하 정보는, 해당 LCU의 ID, 해당 LCU가 속해있는 EMD의 ID, 해당 LCU가 속해있는 LA의 ID, 해당 LCU가 위치한 지역 ID, 해당 LCU가 위치한 모선(bus) ID, 일정시간 동안의 부하 차단 가능량 또는 부하제어 우선 순위를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 부하 제어량 수신 단계는,

상기 LMC가, 부하제어를 수행하는 해당 LA의 ID, 부하차단이 필요한 지역의 ID, 부하차단이 필요한 모선(bus)의 ID 또는 일정 시간 동안의 해당 LA에 대한 총 부하 제어량을 포함하는 부하 제어 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 제어량 초과 판단 단계는,

상기 LA가, 상기 누적 부하제어 실행량 S_p 과 우선 제어 순위의 카운터 p 를 초기화하고 상기 LMC로부터 할당 받

은 상기 총 부하 제어량 LS를 설정하는 단계;

상기 우선 제어 순위 중 카운터 p에 해당하는 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량을 누적하여 상기 카운터 p에서의 상기 LCU 그룹의 부하제어 실행량 Lp를 산출하는 단계;

상기 우선 제어 순위에 따른 올림차순으로 상기 카운터 p까지의 상기 부하 제어 실행량 Lp를 누적한 누적 부하 제어 실행량 Sp를 산출하는 단계; 및

상기 누적 부하 제어 실행량 Sp가 상기 총 부하 제어량 LS 이상이 되는지 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 잔여 제어 순위 설정 단계는,

상기 잔여 제어 판단량 RC를 상기 잔여 부하 제어량 RSp로 설정하는 단계;

상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU 각각의 부하제어 실행량 Lpk와 상기 잔여 제어 판단량 RC의 차에 대한 놈(Norm) 연산을 수행하여 가장 작은 값을 갖는 LCU를 선별하는 단계;

선별된 LCU를 상기 실질 제어 순위에 추가하고, 이를 기초로 LCU 제어리스트를 생성하는 단계;

상기 선별된 LCU의 부하제어 실행량 Lpk를 누적하여 누적 잔여부하제어 실행량 RL을 산출하고, 상기 상기 누적 잔여부하제어 실행량 RL이 상기 잔여 부하 제어량 RSp을 초과하는지 판단하는 단계; 및

상기 누적 잔여부하제어 실행량 RL이 상기 잔여 부하 제어량 RSp보다 미만인 경우에 상기 잔여 부하 제어량 RSp에서 상기 누적 잔여부하제어 실행량 RL를 제외한 값을 상기 잔여 제어 판단량 RC로 갱신하여 설정하고, 상기 선별된 LCU를 제외한 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU에 대하여 상기 추가 LCU를 선별하는 단계부터 재수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제어량 배분 단계는,

상기 총 부하 제어량 이상이 되기 바로 전의 상기 누적 부하제어 실행량과 상기 누적 잔여부하제어 실행량을 합산한 값을 상기 총 부하 제어량으로 재설정하는 단계; 및

재설정된 총 부하 제어량을 상기 실질 제어 순위에 기초하여 LCU에 배분하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제어량 할당 단계는,

상기 LA가 LMC로부터 총 부하 제어량을 할당 받는 단계; 및

상기 LA가, 연계된 복수개의 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 모두 합산한 총 부하 제어 실행량과 상기 총 부하 제어량을 대비하여 이를 기초로 제어 가능 여부를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제어량 할당 단계는,

상기 총 부하 제어량이 상기 총 부하 제어 실행량보다 큰 경우, 상기 총 부하 제어량에서 상기 총 부하 제어 실행량을 감한 값을 제어 불가량으로 산출하는 단계; 및

상기 제어 불가량을 포함하는 에러 메시지를 생성하고, 이를 상기 LMC로 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법.

청구항 14

EMS(Energy Management System), LMC(Load Management Center), LA(Load Aggregator) 및 EMD/LCU(Energy Management Device/Load Control Unit)로 구성되는 계층적 직접부하제어 운영 시스템에서,

상기 LA는,

연계된 LCU에 대한 부하 차단과 관련된 LCU 부하 정보를 수집하는 LCU 정보 수집부;

LMC로부터의 총 부하 제어량을 할당 받고, LCU 그룹에 대하여 기설정된 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하 제어 실행량을 순차적으로 누적하면서 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량을 대비하여 상기 누적 부하 제어 실행량이 상기 총 부하 제어량을 초과하기 이전까지의 LCU 그룹에 포함된 LCU의 실질 제어 순번을 설정하며, 상기 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량에 기초하여, 잔여 부하 제어량과 상기 복수개의 LCU 그룹에서 최종 LCU 그룹을 설정하고 상기 잔여 부하 제어량에 기초하여 상기 최종 LCU 그룹에서 잔여 제어 LCU를 선택하여 실질 제어 순번을 설정하며, 상기 실질 제어 순번에 기초하여 각각의 LCU에 부하 제어 실행량을 배분하는 부하 제어 설정부; 및

상기 실질 제어 순번에 기초하여 상기 연계된 LCU의 부하를 차단하는 LCU 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 직접부하제어 운영 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 LMC는,

상기 LA로부터 상기 LCU 부하 정보를 전송 받아 저장하는 부하 정보 저장부; 및

상기 LCU 부하 정보에 기초하여 상기 LA에 대하여 총 부하 제어량을 산출하는 부하 제어량 산출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 직접부하제어 운영 시스템.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 부하 제어 설정부는,

상기 우선 제어 순위에 기초한 LCU 그룹의 부하 제어 실행량과 최종 LCU 그룹에 포함된 LCU의 부하 제어 실행량을 합산하여 상기 총 부하 제어량에 근접한 누적 부하 제어 실행량을 산출하여, 이를 기초로 LCU의 실질 제어 순번을 설정하는 것을 특징으로 하는 계층적 직접부하제어 운영 시스템.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 LCU 정보 수집부는,

연계된 LCU에 대하여, 해당 LCU의 ID, 해당 LCU가 속해있는 EMD의 ID, 해당 LCU가 속해있는 LA의 ID, 해당 LCU가 위치한 지역 ID, 해당 LCU가 위치한 모선(bus) ID, 일정시간 동안의 부하 차단 가능량 또는 부하제어 우선 순위를 포함하는 LCU 부하 정보를 수집하는 것을 특징으로 하는 계층적 직접부하제어 운영 시스템.

명세서

기술분야

본 발명은 직접부하제어 시스템 및 이를 이용한 직접부하제어량 배분 방법에 대한 것으로서, 보다 상세하게는 계층적 직접부하제어 운영 체계에서 부하제어 우선순위를 기반으로 부하관리사업자가 부하제어량을 부하 우선 제어 순위에 따라 효과적으로 배분하는 로드 shedding(Load Shedding)을 구현하는 시스템과 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 스마트 그리드(Smart grid)는, '발전-송전·배전-판매'의 단계로 이루어지던 기존의 단방향 전력망에 IT 기술을 접목하여 전력 공급자와 수요자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 '지능형 전력망'을 가리킨다. 발전소와 송전·배전 시설과 전력 수요자를 정보통신망으로 연결하고 양방향으로 공유하는 정보를 통하여 전력시스템 전체가 한몸처럼 효율적으로 작동하는 것이 기본 개념이다.
- [0003] 이와 같은 스마트 그리드 체계의 구축은 발전, 송전, 배전, 판매 등이 각각 분리되어 다양한 전기 사업자들이 발생시키고 이로 인해 기존의 전력 사업의 독점 및 규제 방식을 상호 경쟁 및 시장 원리가 적용되는 방식으로 변화시키게 될 것이다.
- [0004] 그리고 다양한 전기 사업자의 발생에 따라 스마트 그리드 기반 하에서는 실시간 전력 요금제가 도입될 수 있으며, 실시간 전력 요금제를 통한 피크 에너지 수요 제어는 전력 공급의 안정화를 위해 제안된 기술로서 현재까지의 전력 네트워크 시스템에서는 전력 수요가 피크에 이르는지를 모니터링하고 예측하는 방법을 모색하여 이를 통해 피크 전력을 분산시키고 있는데, 종래의 전력 생산 시스템에서는 과거 동시기의 전력 사용량 패턴 정보를 이용하여 피크 사용량에 어느 정도 마진 예비 전력을 추가하여 발전량을 결정하고 생산한다. 이와 같이 과거 동시기의 전력 사용량 패턴 정보에 따른 현재 전력 생산량을 결정하는 경우, 예측 정확도가 높지 않기 때문에, 불필요하게 잉여 예비 전력을 많이 생산해야 할 필요가 있으며, 특히 예상치 못한 기후 등의 변화가 발생하는 경우에 전력 수급에 큰 문제가 발생할 수 있다.
- [0005] 도 1은 종래기술에 따른 과거 전력 사용량 패턴에 기초하여 전력 생산량을 결정하는 경우의 실시예를 나타내는데, 상기 도 1의 그래프에 도시된 바와 같이 작년 2011년의 사용량이 시기 별로 일정치 않고 변화가 커서 분산치가 큰 경우 안정성 확보를 위해 2012년에는 더욱 큰 마진 예비 전력을 확보할 필요가 있으므로 실제 필요치 이상의 전력을 생산 할 수 밖에 없으며, 더욱 심각한 문제점은 과거 2011년과 다른 전력 사용 패턴이 2012년에 발생하는 경우에는 상기 도 1의 그래프에서 보는 바와 같이 전력 수급이 전력 사용량을 감당하지 못하여 블랙아웃(Blackout)이 발생할 수도 있다.
- [0006] 이와 같은 전력 시장의 자율 경쟁 체계 도입에서 전력 공급 자원의 확보에 대한 불확실성, 시장 원리에 따른 전력 가격의 급상승, 산업 발전에 따른 지속적인 전력 수요의 증가 등의 문제점을 고려할 때 전력 시장 안정화를 위해서는 부하관리 효율화를 통한 수용가의 에너지 비용 절감을 위해 범국가차원의 강력한 직접부하관리 프로그램의 필요성이 대두된다.
- [0007] 나아가서, 전력 시장의 자유화에 따른 전력산업의 신규 모델 개척 가능성, 에너지 사용의 효율성을 증대시키기 위한 부하 관리의 중요성, 전력 산업과 관련된 IT 기술의 비약적 발전 등을 고려할 때 새로운 부하 관리 방안의 제시가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하고자 하는 것으로서, 전력 시장의 자율 경쟁 체계 도입에서 전력 공급 자원의 확보에 대한 불확실성, 시장 원리에 따른 전력 가격의 급상승, 산업 발전에 따른 지속적인 전력 수요의 증가 등의 문제점을 고려할 때 전력 시장 안정화를 위해서는 부하관리 효율화를 통한 수용가의 에너지 비용 절감을 위해 범국가차원의 강력한 직접부하관리 프로그램의 필요성에 따른 효과적인 부하관리 방안을 제시하는 것을 주된 목적으로 한다.
- [0009] 나아가서, 전력 시장의 자유화에 따른 전력산업의 신규 모델 개척 가능성, 에너지 사용의 효율성을 증대시키기 위한 부하 관리의 중요성, 전력 산업과 관련된 IT 기술의 비약적 발전 등에 따른 새로운 부하 관리 방안을 제시하고자 한다.
- [0010] 또한 전력 수급이 전력 소비량을 감당하지 못해 발생하는 블랙아웃을 사전에 차단할 수 있는 직접부하제어 방안을 제시하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 기술적 과제를 달성하고자 본 발명의 제1 특징적 구성은, EMS(Energy Management System), LMC(Load Management Center), LA(Load Aggregator) 및 EMD/LCU(Energy Management Device/Load Control Unit)로 구성

되는 계층적 직접부하제어 운영 체계에서, LA가 LMC로부터 총 부하 제어량을 할당 받는 제어량 할당 단계; 상기 LA가, 연계된 복수개의 LCU 그룹에 대하여 기설정된 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 누적한 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량을 대비하고 이에 기초하여 실질 제어 순번을 설정하는 제어 순번 설정 단계; 상기 누적 부하제어 실행량과 상기 총 부하 제어량에 기초하여, 잔여 부하 제어량과 상기 복수개의 LCU 그룹에서 최종 LCU 그룹을 설정하는 최종 LCU 그룹 설정 단계; 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량과 상기 잔여 부하 제어량을 대비하여 상기 복수개의 LCU에 대한 잔여 제어 LCU를 선택하고 선택된 잔여 제어 LCU를 상기 실질 제어 순번에 추가 설정하는 잔여 제어 순번 설정 단계; 및 상기 실질 제어 순번에 기초하여 상기 총 부하 제어량을 연계된 LCU에 배분하는 제어량 배분 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직접부하제어량 배분 방법이다.

[0012] 바람직하게는 상기 제어량 할당 단계는, 상기 LA가 연계된 복수개의 LCU 각각에 대하여 부하 차단과 관련된 LCU 부하 정보를 수집하는 부하 정보 수집 단계; 상기 LA가 수집된 상기 LCU 부하 정보를 상기 LMC에 전송하는 부하 정보 전송 단계; 및 상기 LMC가 상기 LA로부터 전송된 상기 LCU 부하 정보를 고려하여 상기 LA에 대한 총 부하 제어량을 생성하고, 이를 상기 LA가 할당 받는 부하 제어량 수신 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 그리고 상기 제어 순번 설정 단계는, 상기 LA가, 상기 복수개의 LCU으로 구성된 LCU 그룹별에 대하여 상기 우선 제어 순위에 따라 올림차순으로 각 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량을 누적하여 누적 부하제어 실행량을 산출하고, 상기 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량 이상이 되는지 판단하는 제어량 초과 판단 단계; 상기 우선 제어 순위 중 상기 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량 이상이 되기 바로 이전까지의 제어 순번들의 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU에 대하여 상기 우선 제어 순위에 따라 실질 제어 순번을 설정하는 실질 제어 순번 설정 단계; 및 상기 실질 제어 순번에 따른 LCU 제어 리스트를 생성하는 제어 리스트 생성 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 또한 상기 최종 LCU 그룹 설정 단계는, 상기 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 누적한 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량 이상이 되기 바로 이전의 누적 부하제어 실행량을 상기 총 부하 제어량에서 제외한 잔여 부하 제어량을 산출하는 잔여 부하 제어량 산출 단계; 및 상기 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 누적한 누적 부하제어 실행량이 상기 총 부하 제어량 이상이 되는 우선 제어 순위의 LCU 그룹을 선택하고 이를 최종 LCU 그룹으로 설정하는 최종 LCU 그룹 선택 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 바람직하게는 상기 잔여 제어 순번 설정 단계는, 상기 잔여 부하 제어량으로 잔여 제어 판단량을 설정하는 잔여 제어 판단량 설정 단계; 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량과 상기 잔여 제어 판단량을 대비하여 상기 잔여 제어 판단량에 근접한 부하제어 실행량을 갖는 LCU를 선택하는 추가 LCU 선택 단계; 및 선택된 LCU를 상기 실질 제어 순번에 추가하고, 이를 기초로 LCU 제어 리스트를 생성하는 추가 제어 리스트 생성 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 나아가서 상기 잔여 제어량 판단 단계는, 상기 선택된 LCU의 부하제어 실행량을 누적하여 누적 잔여부하제어 실행량을 산출하고, 상기 누적 잔여부하제어 실행량이 상기 잔여 부하 제어량을 초과하는지 판단하는 잔여부하제어 실행량 판단 단계; 상기 잔여 제어 판단량에서 상기 선택된 LCU의 부하제어 실행량을 제외한 값으로 상기 잔여 제어 판단량을 갱신하는 잔여 제어 판단량 갱신 단계; 및 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU에서 상기 선택된 LCU를 제외하고 상기 추가 LCU 선택 단계로 회귀하는 회귀 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 여기서 상기 부하 정보 전송 단계는, 상기 LA가 연계된 복수개의 LCU 각각에 대하여 부하 차단과 관련된 각각의 상기 LCU 부하 정보는, 해당 LCU의 ID, 해당 LCU가 속해있는 EMD의 ID, 해당 LCU가 속해있는 LA의 ID, 해당 LCU가 위치한 지역 ID, 해당 LCU가 위치한 모선(bus) ID, 일정시간 동안의 부하 차단 가능량 또는 부하제어 우선 순위를 포함할 수 있다.

[0018] 또한 상기 부하 제어량 수신 단계는, 상기 LMC가, 부하제어를 수행하는 해당 LA의 ID, 부하차단이 필요한 지역의 ID, 부하차단이 필요한 모선(bus)의 ID 또는 일정 시간 동안의 해당 LA에 대한 총 부하 제어량을 포함하는 부하 제어 정보를 생성할 수 있다.

[0019] 보다 바람직하게는 상기 제어량 초과 판단 단계는, 상기 LA가, 상기 누적 부하제어 실행량 Sp과 우선 제어 순위의 카운터 p를 초기화하고 상기 LMC로부터 할당 받은 상기 총 부하 제어량 LS를 설정하는 단계; 상기 우선 제어 순위 중 카운터 p에 해당하는 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량을 누적하여 상기 카운터 p에서의 상기 LCU 그룹의 부하제어 실행량 Lp를 산출하는 단계; 상기 우선 제어 순위에 따른 올림차순으로 상기 카운터 p까지의 상기 부하 제어 실행량 Lp를 누적한 누적 부하제어 실행량 Sp를 산출하는 단계; 및 상기 누적 부

하 제어 실행량 Sp가 상기 총 부하 제어량 LS 이상이 되는지 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 그리고 상기 잔여 제어 순번 설정 단계는, 상기 잔여 제어 판단량 RC를 상기 잔여 부하 제어량 RSp로 설정하는 단계; 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU 각각의 부하제어 실행량 Lpk와 상기 잔여 제어 판단량 RC의 차에 대한 놈(Norm) 연산을 수행하여 가장 작은 값을 갖는 LCU를 선별하는 단계; 선별된 LCU를 상기 실질 제어 순번에 추가하고, 이를 기초로 LCU 제어리스트를 생성하는 단계; 상기 선별된 LCU의 부하제어 실행량 Lpk를 누적하여 누적 잔여부하제어 실행량 RL을 산출하고, 상기 상기 누적 잔여부하제어 실행량 RL이 상기 잔여 부하 제어량 RSp을 초과하는지 판단하는 단계; 및 상기 누적 잔여부하제어 실행량 RL이 상기 잔여 부하 제어량 RSp보다 미만인 경우에 상기 잔여 부하 제어량 RSp에서 상기 누적 잔여부하제어 실행량 RL를 제외한 값을 상기 잔여 제어 판단량 RC로 갱신하여 설정하고, 상기 선별된 LCU를 제외한 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU에 대하여 상기 추가 LCU를 선별하는 단계부터 재수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 나아가서 상기 제어량 배분 단계는, 상기 총 부하 제어량 이상이 되기 바로 전의 상기 누적 부하제어 실행량과 상기 누적 잔여부하제어 실행량을 합산한 값을 상기 총 부하 제어량으로 재설정하는 단계; 및 재설정된 총 부하 제어량을 상기 실질 제어 순번에 기초하여 LCU에 배분하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 바람직하게는 상기 제어량 할당 단계는, 상기 LA가 LMC로부터 총 부하 제어량을 할당 받는 단계; 및 상기 LA가, 연계된 복수개의 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 모두 합산한 총 부하 제어 실행량과 상기 총 부하 제어량을 대비하여 이를 기초로 제어 가능 여부를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 보다 바람직하게는 상기 제어량 할당 단계는, 상기 총 부하 제어량이 상기 총 부하 제어 실행량보다 큰 경우, 상기 총 부하 제어량에서 상기 총 부하 제어 실행량을 감한 값을 제어 불가량으로 산출하는 단계; 및 상기 제어 불가량을 포함하는 에러 메시지를 생성하고, 이를 상기 LMC로 전송하는 단계를 더 포함할 수도 있다.

[0024] 또한 본 발명의 제2 특징적 구성은, EMS(Energy Management System), LMC(Load Management Center), LA(Load Aggregator) 및 EMD/LCU(Energy Management Device/Load Control Unit)로 구성되는 계층적 직접부하제어 운영 시스템에서, 상기 LA는, 연계된 LCU에 대한 부하 차단과 관련된 LCU 부하 정보를 수집하는 LCU 정보 수집부; LMC로부터의 총 부하 제어량을 할당 받고, 기설정된 우선 제어 순위에 기초하여 LCU의 부하 제어 실행량을 합산한 누적 부하 제어 실행량을 산출하고 이를 상기 총 부하 제어량과 대비하여 LCU의 실질 제어 순번을 설정하여 각각의 LCU에 부하 제어 실행량을 배분하는 부하 제어 설정부; 및 상기 실질 제어 순번에 기초하여 상기 연계된 LCU의 부하를 차단하는 LCU 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 직접부하제어 운영 시스템이다.

[0025] 나아가서 상기 LMC는, 상기 LA로부터 상기 LCU 부하 정보를 전송 받아 저장하는 부하 정보 저장부; 및 상기 LCU 부하 정보에 기초하여 상기 LA에 대하여 총 부하 제어량을 산출하는 부하 제어량 산출부를 포함할 수 있다.

[0026] 바람직하게는 상기 부하 제어 설정부는, 상기 우선 제어 순위에 기초한 LCU 그룹의 부하 제어 실행량과 최종 LCU 그룹에 포함된 LCU의 부하 제어 실행량을 합산하여 상기 총 부하 제어량에 근접한 누적 부하 제어 실행량을 산출하여, 이를 기초로 LCU의 실질 제어 순번을 설정할 수 있다.

[0027] 또한 상기 LCU 정보 수집부는, 연계된 LCU에 대하여, 해당 LCU의 ID, 해당 LCU가 속해있는 EMD의 ID, 해당 LCU가 속해있는 LA의 ID, 해당 LCU가 위치한 지역 ID, 해당 LCU가 위치한 모선(bus) ID, 일정시간 동안의 부하 차단 가능량 또는 부하제어 우선 순위를 포함하는 LCU 부하 정보를 수집할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 이와 같은 본 발명에 의하면, 제어 최종순위에 해당하는 LCU가 다수 존재하는 경우에 최종순위에 배분된 제어량을 가장 효과적으로 LCU에 배분함으로써 직접부하제어의 효율성을 증대시킬 수 있게 된다.

[0029] 특히, 부하제어대상 모선(bus)에 다수의 LCU가 존재하는 경우에 이들 각각의 LCU에 대하여 가장 효과적이며 합리적으로 부하제어량을 배분할 수 있게 된다.

[0030] 나아가서 본 발명에 따른 직접부하제어 방안을 통해 전력 공급이 전력 소비량을 감당하지 못해 발생하는 블랙아웃을 사전에 차단할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 종래기술에 따른 과거 전력 사용량 패턴에 기초하여 전력 생산량을 결정하는 경우의 실시예에서 발생하는 문제점을 나타내며,

- 도 2는 본 발명에 따른 계층적 직접부하제어 운영 체계의 개념도를 도시하며,
- 도 3은 본 발명에 따른 건물 에너지 관리에 따른 계층적 직접부하제어 시스템의 개략적인 구성을 도시하며,
- 도 4는 본 발명에 따른 직접부하제어 시스템에서 LA와 LMC의 구성에 대한 실시예를 도시하며,
- 도 5는 본 발명에 따른 직접부하 제어량 배분 방법의 실시예에 대한 흐름도를 도시하며,
- 도 6은 본 발명에 따른 직접부하 제어량 배분 방법에 대한 알고리즘의 세부 실시예에 대한 흐름도를 도시하며,
- 도 7은 LCU 그룹별로 각 LCU의 부하 제어 실행량의 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 설명하기 위하여 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하고 이를 참조하여 살펴본다.
- [0033] 먼저, 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니며, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 또한 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0034] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0035] 본 발명은 EMS/MOS(Energy Management System/Market Operating System), LMC(Load Management Center), LA(Load Aggregator) 및 EMD(Energy Management Device, load control unit)로 구성되는 계층적 직접부하제어 운영 체계에서 각 차단 가능한 부하의 부하제어 우선순위에 기초하여 효과적으로 부하관리사업자 LA가 부하 제어량을 배분하는 로드 셰딩을 구현한다.
- [0036] 직접부하제어에 있어서, 소비자들은 특정 시간대에서 자신의 부하를 제어하는 경우에, 해당 부하의 종류에 따라 부하제어 시행에 대한 가치를 다르게 평가한다. 가령 예를 들면 어떤 소비자가 부하관리사업자로부터 500kW의 부하차단 명령을 전달받은 경우에 소비자는 생산부하를 차단하는 것보다는 냉방부하 또는 조명부하를 우선적으로 차단하고자 할 것이다. 이러한 문제는 현실적으로 매우 중요한 문제이므로 본 발명에서는 부하제어 우선순위를 기반으로 하는 직접부하제어량 배분 방법을 제시한다.
- [0037] 이러한 부하제어 우선순위의 도입은 각각의 부하사용에 대한 효용을 보다 세분화하여 가급적 소비자의 부하사용에 대한 효용을 극대화하면서 부하차단을 시행할 수 있도록 하는데, 각각의 부하에 대한 부하제어 우선순위를 어떠한 방법으로 결정할 것인가에 대한 문제가 발생한다. 이에 대해서는 다양한 대안이 존재할 수 있다. 가령 하나의 대안으로 소비자가 직접 자신의 각 부하에 대한 부하제어 우선순위를 결정하는 방법이 있을 수 있는데, 이러한 방법은 직접부하제어 시행에 대한 지원금액을 부하제어 우선순위에 따라 차등지급하지 않으면 소비자들은 가장 낮은 부하제어 순위를 선택함으로써 실질적인 부하차단이 수행되지 않고 단지 직접부하제어 프로그램 참여에 대한 지원금만 확보하려 문제점이 있다.
- [0038] 또 다른 대안으로서 부하관리사업자가 부하종류 별로 우선순위를 임의로 지정하는 방법이 있을 수 있다. 예를 들면 부하관리사업자가 냉방부하의 부하제어 우선순위를 가장 높게 설정하고, 그 다음은 조명부하 등의 순서로 하며 최종 제어순위로는 생산부하를 설정하여 부하차단시에 이와 같이 설정된 우선순위에 따라 순차적으로 부하제어를 수행하는 것이다. 이러한 방법의 경우에 현재의 직접부하제어 프로그램에서도 적용이 가능하지만, 각각의 부하에 대한 소비자들마다 상대적으로 다르게 부하제어의 가치를 평가하는 것을 전혀 반영하지 못하는 문제점이 존재하게 된다.
- [0039] 이외에도 다양한 부하제어 우선순위 결정 방법이 존재할 수 있으며, 본 발명에서는 다양한 부하제어 우선순위 결정 방법에 따라 각 부하에 대한 부하제어 우선순위가 사전에 결정되어 있음을 전제로 하고 그에 따라 부하관리사업자 LA가 연계된 부하들의 제어량을 배분하는 방법과 시스템을 제시하고자 한다.

- [0040] 도 2는 계층적 직접부하제어 운영 체계의 개념도를 도시한다.
- [0041] 본 발명에 따른 직접부하제어 시스템은 계층적 구조로 구성되는데, 최상위단에는 전체적인 전력 소비를 제어 및 관리하는 전력관리 센터인 EMS(Energy Management System) 또는 전력거래를 관리하는 전력거래소인 MOS(Market Operating System)(100)가 위치되고, 그 하위단에 실질적으로 직접부하제어 프로그램을 운영하는 부하관리전문 기관인 LMC(Load Management Center)(200)가 위치된다. 그리고 LMC(200)의 하위단으로 LMC(200)과 연계되어 LMC(200)으로부터 부하제어량을 통지 받아 이를 기초로 각각의 부하들에 대한 부하제어 실행량을 분배하는 부하 관리 사업자인 LA(Load Aggregator)(300a, 300b, ... 300n)가 위치되고, LA로부터 부하제어 명령에 따라 부하를 제어하는 수용가 시스템(400a, ... 400n)이 위치되는데, 수용가 시스템(400a, ... 400n)은 최말단의 부하를 직접 제어하기 위해 EMD(Energy Management Device) 및 LCU(load control unit) 등을 포함한다.
- [0042] 본 발명에 따른 계층적 직접부하제어 시스템에서 LA는 넓게는 일정 지역 단위가 될 수도 있지만, 보다 효과적으로 부하를 제어하고 이에 대한 보상을 부여하기 위해서는 하나의 대형 건물이나 공동의 집단 건물 등에 위치될 수 있고 보다 세부적으로는 대형 건물의 하나의 층단위이거나 또는 집단 건물에서 하나의 단위 건물에 위치될 수도 있다.
- [0043] 본 발명에 따라 예시적으로 하나의 대형 건물의 부하를 제어하기 위한 BEMS(Building Energy Management System)에 적용되는 LA 시스템인 경우를 가정하여 도 3의 건물 에너지 관리에 따른 계층적 직접부하제어 시스템의 개략적인 구성을 살펴보면, 각각의 대형 건물별로 LA가 위치되어 N개의 건물에 대하여 LA #1부터 LA #N까지 존재한다면 각각의 LA는 해당 건물의 부하를 제어할 각각의 부하 제어량을 LMC로부터 할당 받게 된다.
- [0044] 그리고 대형 건물의 각 층별로 위치하는 부하를 직접 제어하거나 종류별 또는 특성별로 분류된 부하를 직접 제어하기 위한 LCU가 존재하여, N층 건물 또는 N가지로 분류된 각각의 부하에 대하여 LCU #1부터 LCU #N까지 존재하게 되고, 각각의 LCU #1부터 LCU #N은 LA #1로부터 연계된 부하를 제어할 각각의 부하 제어량을 배분 받는다.
- [0045] 여기서 LA는 앞서 언급한 바와 같이 기설정된 우선 제어 순위에 따라 연계된 각각의 LCU에 부하 제어량을 배분하는데, 상기 우선 제어 순위는 각각의 LCU별로 기설정될 수 있으나, 보다 바람직하게는 LCU들을 그룹화하고 LCU 그룹별로 우선 제어 순위가 기설정될 수도 있다.
- [0046] 본 발명에서는 LMC로부터 LA가 부하 제어량을 할당 받으면 LA가 부하 제어량에 가장 적합하도록 LCU에 각각의 부하 제어량을 할당하는데, 도 4는 본 발명에 따른 직접부하제어 시스템에서 LA와 LMC의 구성에 대한 실시예를 도시한다.
- [0047] 상기 도 4의 a)에 도시된 실시예에서 LA(300)는 개략적으로 LCU 정보 수집부(310), 부하 제어 설정부(330) 및 LCU 제어부(350)로 구성된다.
- [0048] LCU 정보 수집부(310)는 연계된 LCU에 대한 부하 차단과 관련된 LCU 부하 정보를 수집하는데, 상기 LCU 부하 정보에는 연계된 LCU에 대하여, 해당 LCU의 ID, 해당 LCU가 속해있는 EMD의 ID, 해당 LCU가 속해있는 LA의 ID, 해당 LCU가 위치한 지역 ID, 해당 LCU가 위치한 모선(bus) ID, 일정시간 동안의 부하 차단 가능량 또는 부하제어 우선 순위 등이 포함될 수 있다.
- [0049] 부하 제어 설정부(430)는 LMC로부터의 총 부하 제어량을 할당 받고, 기설정된 우선 제어 순위에 기초하여 LCU의 부하 제어 실행량을 합산한 누적 부하 제어 실행량을 산출하고 이를 상기 총 부하 제어량과 대비하여 LCU의 실질 제어 순번을 설정하여 각각의 LCU에 부하 제어 실행량을 배분하는데, 바람직하게는 상기 우선 제어 순위에 기초한 LCU 그룹의 부하 제어 실행량과 최종 LCU 그룹에 포함된 LCU의 부하 제어 실행량을 합산하여 상기 총 부하 제어량에 근접한 누적 부하 제어 실행량을 산출하여, 이를 기초로 LCU의 실질 제어 순번을 설정하고 LCU에 부하 제어 실행량을 배분할 수 있다.
- [0050] 그리고 LCU 제어부(450)는 상기 실질 제어 순번과 부하 제어 실행량에 기초하여 연계된 LCU의 부하를 차단하도록 제어 명령을 전송한다.
- [0051] 나아가서 상기 도 4의 b)에 도시된 실시예에서 LMC(200)는 LA(300)로부터 상기 LCU 부하 정보를 전송 받아 저장하는 부하 정보 저장부(210)와 상기 LCU 부하 정보에 기초하여 상기 LA에 대하여 총 부하 제어량을 산출하는 부하 제어량 산출부(230)를 포함할 수 있는데, 상기 부하 제어량 산출부는 상기 LCU 부하 정보에 기초하여 부하제어를 수행하는 해당 LA의 ID, 부하차단이 필요한 지역의 ID, 부하차단이 필요한 모선(bus)의 ID 또는 일정 시간

동안의 해당 LA에 대한 총 부하 제어량을 포함하는 부하 제어 정보를 생성하게 된다.

- [0052] 본 발명에서는 이와 같은 직접부하제어 시스템을 이용하여 직접부하 제어량을 배분하는 방법을 제시하는데, 이하에서는 본 발명에 따른 직접부하 제어량 배분 방법에 대하여 실시예를 통해 살펴보기로 한다.
- [0053] 도 5는 본 발명에 따른 직접부하 제어량 배분 방법의 실시예에 대한 흐름도를 도시한다.
- [0054] 본 발명에 따른 직접부하 제어량 배분 방법은, 개략적으로 LMC가 LA에 제어량을 할당하는 단계(S100), LCU 그룹별 제어 순번을 설정하는 단계(S200), 최종 LCU 그룹을 설정하는 단계(S300), 최종 LCU 그룹에 포함된 LCU에 대하여 잔여 제어 순번을 설정하는 단계(S400) 및 실질 제어 순위에 따라 각각의 LCU에 제어량을 배분하는 단계(S500)로 구성된다.
- [0055] 제어량 할당 단계(S100)부터 제어량 배분 단계(S500)까지를 순차적으로 살펴보면, 우선 제어량 할당 단계(S100)에서는 LMC가 연계된 LA의 LCU 부하 정보에 기초하여 상기 LA에 대한 총 부하 제어량을 생성(S110)한다.
- [0056] 여기서 LMC가 LA에 대한 총 부하 제어량을 생성하기에 앞서서 LA에 연계된 모든 제어대상 소비자에게 제어 전 통지가 이루어진 상태를 전제로 할 수 있으며, 각 소비자의 제어허용여부 정보가 사전에 LMC에 전달되어 있어야 한다.
- [0057] 이를 위해 각 LA는 주기적으로 각 소비자에 대한 부하제어 관련 정보를 LMC로 전송하는데, 각 소비자에 대한 부하제어 정보는 해당 LCU의 ID, LCU가 속해있는 EMD의 ID, LCU가 속해있는 LA의 ID, LCU가 위치한 지역 ID, LCU가 위치한 모선(bus) ID 등을 포함할 수 있으며, 또한 일정시간 간격동안의 LCU에 대한 부하차단 관련 정보도 포함할 수 있는데, 여기서 부하차단 관련 정보는 부하차단가능량과 부하제어 우선순위 및 부하제어에 대한 지원금 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0058] 이와 같은 수집된 다양한 부하제어 관련 정보에 기초하여 LMC가 해당 LA에 대한 부하제어량을 산정하고 산정된 부하 제어량의 할당(S150)에 따라 부하차단 관련 정보를 해당 LA에 전송하게 된다. 이때 LMC가 각 LA에 전송하는 부하차단 관련 정보에는 부하제어를 수행하는 LA의 ID, 부하차단이 필요한 지역 ID, 부하차단이 필요한 모선(bus)의 ID 등이 포함될 수 있으며, 또한 실질적으로 가장 중요한 일정시간 간격 동안의 부하제어 요구량에 대한 정보가 포함될 수 있다.
- [0059] 만약 부하제어가 필요한 특정 모선(bus)에 단 하나의 LCU만 존재한다면 해당 LCU만 제어하면 되므로 이와 같은 경우에는 부하제어량을 배분할 필요가 없을 것이다. 하지만 부하제어대상 모선(bus)에 다수의 LCU가 존재한다면 이들 각각의 LCU에 대하여 가장 효과적이며 합리적으로 부하제어량을 배분할 필요가 있으며 본 발명에서는 이와 같은 경우에 직접부하제어량을 배분하는 방안을 제시한다.
- [0060] 본 발명에서는 총 부하 제어량을 배분하기 위해, 우선 기설정된 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹별로 부하 제어량을 배분함으로써 큰 단위의 부하 제어량을 먼저 배분하고 이후에 잔여 제어량에 대해서는 LCU 단위별로 배분하는데, 그 배분 과정을 자세히 살펴보기로 한다.
- [0061] LA가 총 부하 제어량을 할당 받으면, 기설정된 우선 제어 순위에 따른 LCU 그룹의 부하 제어 실행량을 누적하여 누적 부하 제어 실행량을 산출(S210)하면서 상기 누적 부하 제어 실행량과 상기 총 부하 제어량을 대비(S240)하는데, 상기 누적 부하 제어 실행량이 상기 총 부하 제어량의 이상이 되는지를 판단하게 된다. 그리고 상기 누적 부하 제어 실행량이 상기 총 부하 제어량의 이상이 되기 전까지의 상기 우선 제어 순위에 따른 LCU 그룹에 포함된 LCU에 대하여 실질 제어 순번을 설정(S270)한다.
- [0062] 이와 같이 먼저 LCU 그룹 단위로 부하 제어량을 배분하기 위한 제어 순위를 설정한다. 다음으로 상기 총 부하 제어량의 이상이 되기 바로 전의 누적 부하 제어 실행량을 상기 총 부하 제어량에서 감한 값으로 잔여 부하 제어량을 산출(S310)하고, 상기 총 부하 제어량의 이상이 되는 누적 부하 제어 실행량이 되는 LCU 그룹을 최종 LCU 그룹으로 설정(S350)하는데, LCU 그룹별로 배분 후 남은 잔여 제어량에 대해서 LCU 단위별로 배분하기 위해 상기 최종 LCU 그룹이 설정된다.
- [0063] 상기 최종 LCU 그룹이 설정되면, 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하제어 실행량과 상기 잔여 부하 제어량을 대비(S410)하여, 상기 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU에서 LCU 그룹별로 배분 후 남은 상기 잔여 부하 제어량을 배분할 잔여 제어 LCU를 선택(S440)하는데, 여기서 잔여 제어 LCU는 상기 잔여 부하 제어량에 근접한 부하 제어 실행량을 갖는 LCU로 선택되고, 선택된 LCU의 부하 제어 실행량을 상기 잔여 부하 제어량

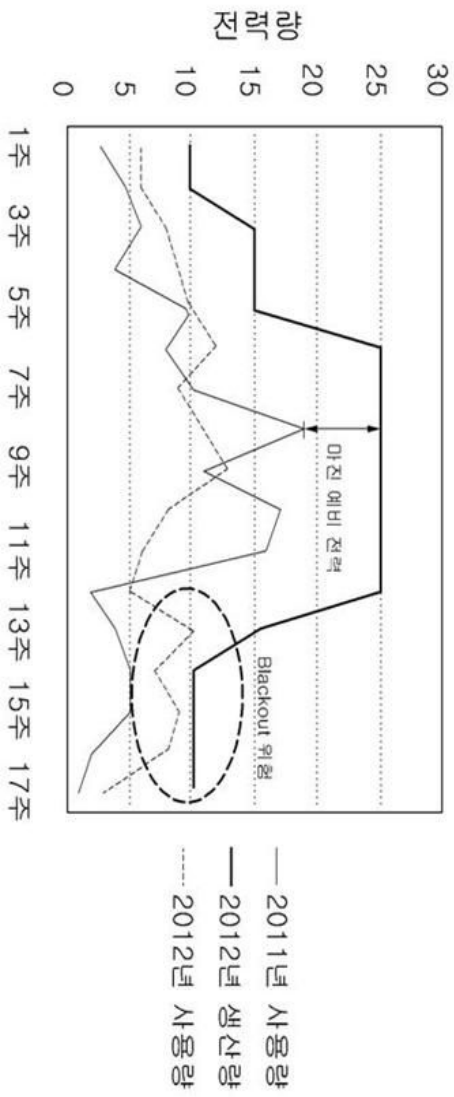
에서 감한 값에 다시 근접한 부하 제어 실행량을 갖는 LCU를 선택하는 방식으로 이루어진다.

- [0064] 그리고 상기 실질 제어 순번에 따라 할당된 총 부하 제어량을 각각의 LCU에 배분(S510)하고 LCU에 부하 차단 제어 명령을 전송(S550)하게 된다.
- [0065] 이와 같은 과정으로 선택된 LCU를 실질 제어 순번에 추가(S470)함으로써, 할당된 총 부하 제어량에 대하여 LCU 그룹별로 배분 후 남은 잔여 부하 제어량을 세부적으로 LCU에 배분하여 최종적으로는 가장 효과적으로 할당된 총 부하 제어량을 배분할 수 있게 된다.
- [0066] 나아가서 상기 도 5에 도시되지는 않았으나, LA가 연계된 복수개의 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 모두 합산한 총 부하 제어 실행량과 할당 받은 총 부하 제어량을 대비하여 이를 기초로 부하 제어량에 따른 부하 제어 가능 여부를 판단할 수 있으며, 바람직하게는 상기 총 부하 제어량이 상기 총 부하 제어 실행량보다 큰 경우에 제어 불가능으로 판단하고 상기 총 부하 제어량에서 상기 총 부하 제어 실행량을 감한 값을 제어 불가능으로 산출하여 이를 포함하는 메시지를 LMC로 전송할 수도 있다.
- [0067] 이와 같은 본 발명에서는 각 차단가능한 부하의 부하제어 우선순위를 기반으로 부하관리사업자가 부하제어량을 배분하는 부하 우선 제어 순위에 따른 로드 shedding(Load Shedding)을 구현하는데, 이는 부하 우선 제어 순위에 각 소비자의 부하제어에 대한 효용이 반영되어 있다고 보는 것으로, 소비자의 EMD에 연결되어 있는 각 부하제어단 말장치(Load Control Unit, LCU)의 우선 제어 순위에 따라 부하제어량을 배분하는 것을 기본으로 한다. 특히 본 발명에서는 제어 최종순위에 해당하는 LCU가 다수 존재하는 경우에 최종순위에 배분된 제어량을 가장 효과적으로 LCU에 배분함으로써 직접부하제어의 효율성을 증대시킬 수 있게 된다.
- [0068] 도 6은 본 발명에 따른 직접부하 제어량 배분 방법에 대한 알고리즘의 세부 실시예에 대한 흐름도를 도시하는데, 이를 참조하여 본 발명에 따른 직접부하 제어량 배분 방법을 구현하는 방안을 살펴보기로 한다.
- [0069] LA가 LMC로부터 총 부하 제어량을 할당 받으면, 먼저 우선 제어 순위에 대한 카운터 p, 누적 부하제어 실행량 Sp를 초기화하고, 할당 받은 총 부하 제어량 LS를 설정(S201)한다.
- [0070] 그리고 우선 제어 순위를 순차적으로 적용하기 위해 카운터 p를 가산(S203)한 후 카운터 p의 우선 제어 순위에 해당하는 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU의 부하 제어 실행량을 누적하여, 카운터 p에서의 LCU 그룹의 부하 제어 실행량 L_p를 산출하고, 카운터 p까지의 LCU 그룹의 부하 제어 실행량을 누적하여 누적 부하제어 실행량 S_p를 산출(S211)한다.
- [0071] 산출된 누적 부하 제어 실행량 S_p과 상기 총 부하 제어 실행량 LS를 대비(S241)하여 상기 누적 부하 제어 실행량 S_p이 상기 총 부하 제어 실행량 LS보다 미만인 경우에는 우선 제어 순위에 기초한 상기 카운터 p에 해당하는 LCU 그룹 또는 LCU 그룹에 포함된 각각의 LCU를 LCU 제어 리스트에 기록(S271)하여 실질 제어 순위에 설정하게 된다. 그리고 다시 카운터 p를 가산하여 상기의 과정을 다시 수행하게 된다.
- [0072] 만약 상기 누적 부하 제어 실행량 S_p이 상기 총 부하 제어 실행량 LS 이상이 되면, LCU 그룹에 대한 실질 제어 순위의 설정을 종료하고, 누적 부하 제어 실행량 S_p이 총 부하 제어 실행량 LS 이상이 되는 바로 이전의 누적 부하 제어 실행량 S_{p-1}을 총 부하 제어 실행량 LS에서 감하여 잔여 부하 제어량 RS_p로 설정(S311)한다.
- [0073] 그리고 누적 부하 제어 실행량 S_p이 총 부하 제어 실행량 LS 이상이 되는 카운터 p에 해당하는 LCU 그룹을 최종 LCU 그룹으로 선택(S351)한다.
- [0074] 최종 LCU 그룹이 선택되면, 잔여 카운터 j와 누적 잔여 부하 제어 실행량 RL을 0으로 초기화하고, 잔여 제어 판단량 RC를 상기 잔여 부하 제어량 RS_p로 설정하고, 잔여 부하 제어량을 배분하기 위한 잔여 카운터 j를 순차적으로 가산(S403)한다.
- [0075] 초기화 설정과정 후에 최종 LCU 그룹에 포함된 복수개의 LCU 각각의 부하 제어 실행량 L_{pk}와 잔여 제어 판단량 RC의 차에 대한 놈(Norm)연산을 수행(S411)하는데, 여기서 L_{pk}는 최종 LCU 그룹으로 선택된 우선 제어 순위 p번째 LCU 그룹에 포함된 k번째 LCU를 의미한다.

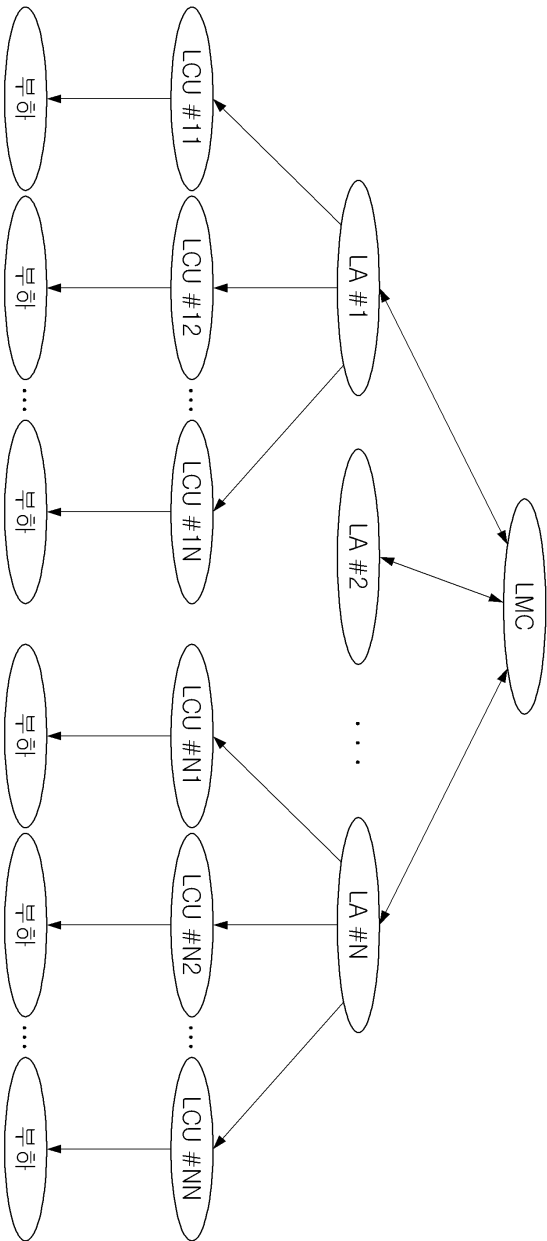
- [0076] 놈(Norm)연산 결과에서 가장 작은 값을 갖는 LCU를 선택(S441)하고, 잔여 카운터 j의 순번으로 선택된 LCU를 LCU 제어 리스트에 기록(S471)하여 상기 실질 제어 순위에 이미 설정된 순위들의 이후로 제어 순위를 추가한다.
- [0077] 그리고 선별된 LCU의 부하제어 실행량 L_{pk} 를 누적하여 누적 잔여부하 제어 실행량 RL을 산출(S481)하고, 상기 누적 잔여부하 제어 실행량 RL이 상기 잔여 부하 제어량 RS_p 를 초과하는지 판단(S485)한다. 여기서 잔여 카운터 j 번째의 누적 잔여부하 제어 실행량 RL_j 가 상기 잔여 부하 제어량 RS_p 보다 미만인 경우에는 다시 추가적인 LCU를 선택하기 위해 상기 잔여 부하 제어량 RS_p 에서 누적 잔여부하 제어 실행량 RL_j 를 감한 값으로 잔여 제어 판단량 RC을 갱신(S487)하고 최종 LCU 그룹에서 선택된 LCU를 제외시키며, 잔여 카운터 j를 가산한 후 다시 상기의 과정을 통해 추가적인 LCU를 선택하게 된다.
- [0078] 만약 누적 잔여부하 제어 실행량 RL_j 가 상기 잔여 부하 제어량 RS_p 이상이 되면 LCU를 추가하는 과정을 종료하고, 상기 카운터 P-1번째까지의 누적 부하 제어 실행량 S_{p-1} 과 상기 잔여 카운터 j번째까지의 누적 잔여부하 제어 실행량 RL_j 를 합산하여 산출한 카운터 P번째까지의 누적 부하 제어 실행량 S_p (S511)를 실질적인 부하 제어 실행량으로 설정하고, 상기 LCU 제어 리스트에 기록된 실질 제어 순위에 따라 각각의 LCU에 부하 제어 실행량을 배분(S513)하여, LCU를 제어하는 명령을 전송(S551)한다.
- [0079] 도 7은 LCU 그룹별로 각 LCU의 부하 제어 실행량의 실시예를 도시하는데, 이를 참조하여 본 발명에 따른 직접부하제어량 배분 방법에 따라 부하 제어량을 분배하는 과정을 살펴보기로 한다.
- [0080] 상기 도 7에 도시된 실시예와 같이 LA에 연계된 복수개의 LCU가 LCU 그룹 #1부터 LCU 그룹 #4에 포함되어 존재하는 경우로서, LCU 그룹 #1의 부하제어 실행량은 포함된 LCU의 부하 제어 실행량을 합산한 45kW가 되고, 이와 같이 산출한 LCU 그룹 #2, LCU 그룹 #3 및 LCU 그룹 #4의 각각의 부하제어 실행량은 각각 60kW, 85kW, 및 105kW가 되며, 우선 제어 순위가 순차적으로 LCU 그룹 #1, LCU 그룹 #2, LCU 그룹 #3 및 LCU 그룹 #4로 기설정된 경우라 가정한다.
- [0081] 이와 같이 설정된 LA에 연계된 부하 시스템에 대하여 LMC가 총 부하 제어량으로 270kW를 할당하는 경우에 본 발명에 따른 직접부하제어량 배분 방법으로 각각의 부하에 대한 부하 제어량을 배분하는 과정을 살펴보기로 하며, 각 과정의 흐름은 반복적인 설명을 피하기 위해 상기 도 5 및 도 6을 같이 참조하기로 한다.
- [0082] 먼저 LA가 누적 부하 제어 실행량 S_p 와 우선 제어 순위의 카운터 p를 0으로 초기화(S201)하고, 순차적으로 우선 제어 순위의 카운터 p를 가산(S203)하여 카운터 p에서의 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 산출하는데, 상기 도 7에서 LCU 그룹 #1에 포함된 LCU의 부하제어 실행량을 합산하면 LCU 그룹 #1의 부하제어 실행량 L_1 은 45kW가 된다.
- [0083] 그리고 카운터 p까지의 우선 제어 순위 우선 제어 순위에 따른 LCU 그룹의 부하제어 실행량을 누적하여 누적 부하제어 실행량 S_p 를 산출(S211)하면, 가령 카운터 p가 3인 경우에 상기 도 7에서는 카운터 p가 1부터 3까지인 LCU 그룹 #1부터 LCU 그룹 #3까지의 부하제어 실행량을 누적하여 누적 부하제어 실행량 S_3 은 190kW가 된다.
- [0084] 카운터 p에서의 누적 부하제어 실행량 S_p 와 총 부하 제어량 LS를 대비(S241)하여 누적 부하제어 실행량 S_p 가 총 부하 제어량 LS 이상이 되는지를 판단하여 누적 부하제어 실행량 S_p 가 총 부하 제어량 LS 미만인 경우에는 카운터 p에 따른 우선 제어 순위에 해당하는 LCU 그룹에 포함된 LCU를 LCU 제어 리스트에 기록(S271)하고, 카운터 p를 순차 가산하여 상기의 과정을 다시 수행하는데, 상기 도 7에서는 우선 제어 순위에 따라 LCU 그룹 #1부터 LCU 그룹 #3까지의 누적 부하제어 실행량 S_p 는 190kW가 되며, 카운터 p가 4가 되면서 누적 부하제어 실행량 S_p 가 295kW가 되어 총 부하 제어량 LS 270kW를 초과하게 된다. 따라서 카운터 p가 3일때까지의 LCU 그룹 #1, LCU 그룹 #2 및 LCU 그룹 #3에 포함된 LCU들을 우선 제어 순위에 따라서 LCU 제어 리스트에 기록하게 된다.
- [0085] 본 발명에서는 상기의 과정으로 LCU 그룹 단위로 부하제어 실행량을 총 누적 부하 제어량에 근접시키고, 부하제어 실행량 S_p 가 총 부하 제어량 LS 이상이 되면, 실제로 부하를 차단하는 제어 실행량을 할당된 총 부하 제어량에 최대한로 근접하도록 세부적으로 제어할 LCU를 선택한다. 이를 위해 먼저 누적 부하제어 실행량 S_p 가 총 부하 제어량 LS 이상이 되기 바로 이전의 누적 부하제어 실행량 S_{p-1} 을 총 부하 제어량 LS에서 뺀 값으로 잔여 부하

도면
도면1

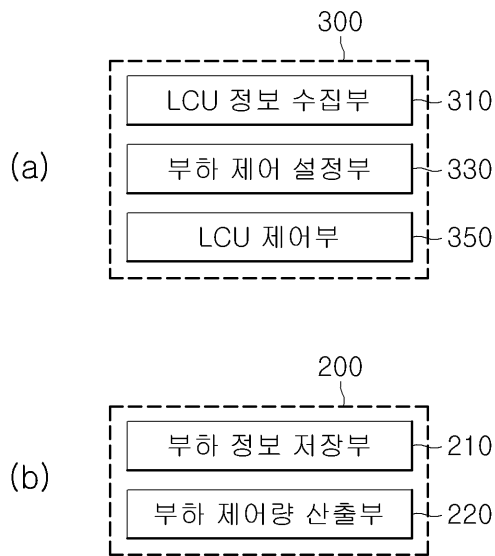
전력 생산량 대비 실제 사용량



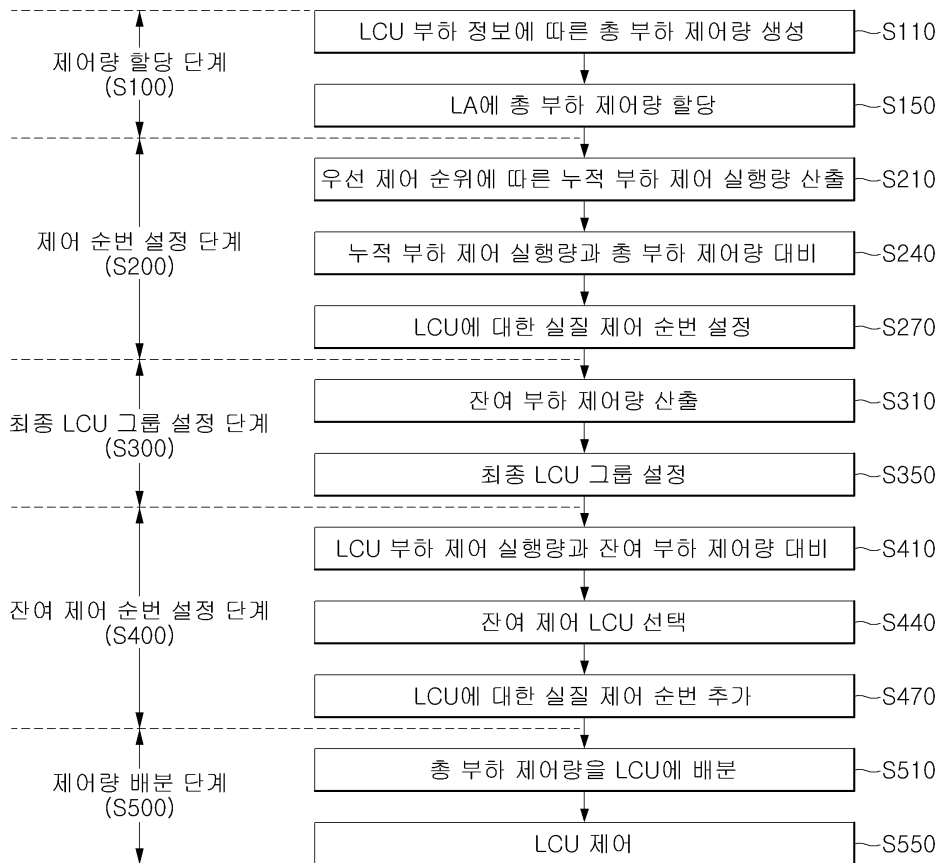
도면3



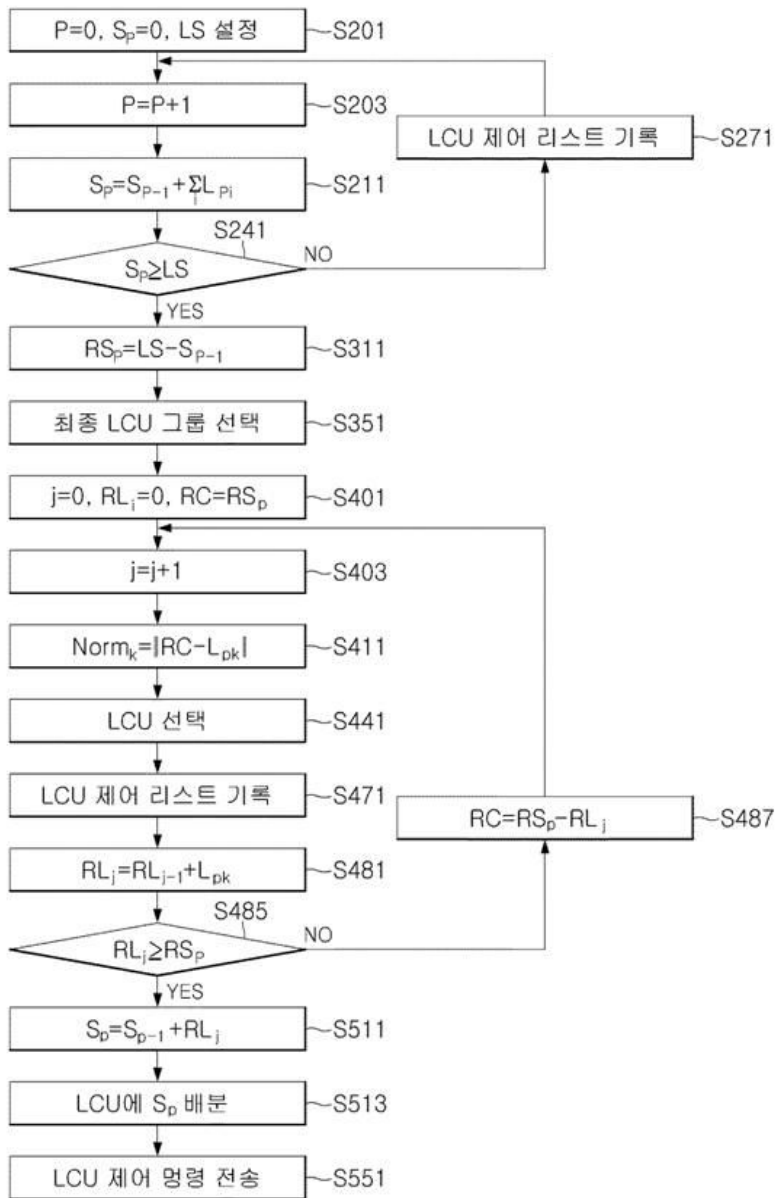
도면4



도면5



도면6



도면7

LCU 그룹 #1	LCU #11	부하 : 10kW
	LCU #12	부하 : 5kW
	LCU #13	부하 : 30kW
LCU 그룹 #2	LCU #21	부하 : 20kW
	LCU #22	부하 : 15kW
	LCU #23	부하 : 25kW
	LCU #24	부하 : 5kW
LCU 그룹 #3	LCU #31	부하 : 40kW
	LCU #32	부하 : 25kW
	LCU #33	부하 : 5kW
	LCU #34	부하 : 15kW
LCU 그룹 #4	LCU #41	부하 : 40kW
	LCU #42	부하 : 25kW
	LCU #43	부하 : 5kW
	LCU #44	부하 : 15kW
	LCU #45	부하 : 20kW