



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0113517

(43) 공개일자 2015년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/06 (2012.01)

(21) 출원번호 10-2014-0037561

(22) 출원일자 2014년03월31일

심사청구일자 2014년03월31일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

원동준

인천광역시 연수구 컨벤시아대로42번길 61, 803동 1003호 (송도동, 송도더샵 그린에비뉴)

차희준

강원도 춘천시 근화길15번길 26, 112동 907호 (근화동, 신성미소지움아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

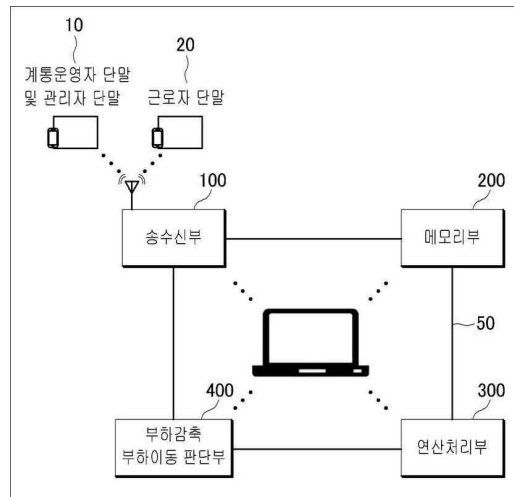
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **지능형 부하 관리 시스템**

(57) 요약

지능형 부하 관리 시스템에 관한 것으로서, 하루 생산량 및 원가를 고려한 당일 부하를 스케줄링하는 단계; 근로자 근무 현황과 추가 근무가능 여부에 관한 데이터를 수집하는 단계; 계통으로부터 감축시간과 근로자의 인센티브에 대한 데이터를 수집하는 단계; 수집된 데이터들에 기초하여 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 단계; 및 계통 운영자 단말 및 관리자 단말과 근로자 단말에 부하 감축 시행 여부 결과 및 생산량 당일 수행 여부 결과를 송신하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

최진영

경기도 부천시 소사구 성주로 86-4, 105동 1112호
(송내동, 현대아파트)

최종찬

강원도 원주시 지정면 가곡평장길 27 (가곡리)

이태호

전라남도 여수시 연등1길 50-1 (연등동)

박성환

서울특별시 관악구 법원단지32길 15, 101호 (신림동, 우석빌라)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 9991000977

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원(미래부)

연구과제명 다중 마이크로그리드에 기반한 새로운 분산 자율형 전력시스템 설계 및 운영 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415132135

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 전력산업융합원천기술개발

연구과제명 분산제어 기반 자율형 스마트 그리드 시뮬레이터 구축 및 운영 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 명지대학교 산학협력단

연구기간 2013.07.01 ~ 2014.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법에 있어서,
하루 생산량 및 원가를 고려한 당일 부하를 스케줄링 하는 단계;
근로자 근무 현황과 추가 근무 가능 여부에 관한 데이터를 수집하는 단계;
계통으로부터 당일 부하 감축 시간 및 감축 생산량 등의 부하 감축에 관련된 정보를 수신하고, 근로자의 인센티브에 대한 데이터를 수집하는 단계;
상기 수집된 데이터를 기초로 수요 관리 참여를 고려하여 당일 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 단계; 및
계통 운영자 단말 및 관리자 단말과 근로자 단말에 상기 당일 부하 감축 시행 여부 결과 및 상기 부하 이동 여부 결과를 송신하는 단계를 포함하는 지능형 부하 관리 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 당일 부하를 스케줄링 하는 단계는, 제품 납기일에 따른 하루 총 생산량을 설정하는 단계;
사업장의 상태 정보를 입력 받는 단계;
상기 사업장의 상태 정보에 기초하여 시간당 제품원가를 계산하는 단계; 및
상기 하루 생산량 및 상기 계산된 시간당 제품원가를 고려하여 상기 당일 부하를 스케줄링 하는 단계를 포함하는 지능형 부하 관리 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 사업장의 상태 정보는,
제품당 노무 비율, 시간당 인건비, 사용 전력량, 추가 근무수당 및 전기요금 중 하나 이상인 지능형 부하 관리 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 당일 부하 감축 시행 여부 및 상기 부하 이동 여부를 결정하는 단계는,
수요 관리 참여와 감축 가능 부하량에 따른 이득을 계산하고 다음날 생산 가능 여부를 판단하여 상기 당일 부하 감축 시행 여부 및 상기 부하 이동 여부를 결정하되,
상기 수요 관리 참여와 상기 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있고 다음날 생산 가능 하면 다음날 생산하도록 감축량을 반영하도록 결정하고,
상기 수요 관리 참여와 상기 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있고 제품을 당일 생산해야 하면 원가가 저렴한 시간대에 추가근무를 수행하도록 부하 이동을 결정하여 생산량을 충족시키는 지능형 부하 관리 방법.

청구항 5

지능형 부하 관리 시스템에 있어서,

계통 운영자 단말 및 관리자 단말 또는 근로자 단말과 데이터를 주고받는 송수신부;

계통 운영자 단말 및 관리자 단말 또는 근로자 단말로부터 수신된 데이터를 수집하고 상기 수집된 데이터를 저장하는 메모리부;

상기 수집된 데이터들에 기초하여 최소 부하량 및 당일 감축 가능 부하량에 따른 이득을 계산하는 연산처리부; 및

상기 당일 감축 가능 부하량에 따른 이득 여부와 다음날 생산 가능 여부에 따라서 당일 부하 감축 시행 및 부하 이동을 결정하는 부하 이동 판단부를 포함하는 지능형 부하 관리 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 송수신부는,

계통 운영자 단말 및 관리자 단말과 근로자 단말로부터 당일 부하를 스케줄링하기 위한 데이터를 수신하고, 계통 운영자 단말 및 관리자 단말과 근로자 단말에 상기 당일 부하 감축 시행 여부 결과 및 상기 부하 이동 여부 결과를 송신하는 지능형 부하 관리 시스템.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 부하 이동 판단부는,

수요 관리 참여와 상기 당일 감축 가능 부하량에 따른 이득을 계산하고 다음날 생산 가능 여부를 판단하여 상기 당일 부하 감축 시행 여부 및 상기 부하 이동 여부를 결정하되,

상기 수요 관리 참여와 상기 당일 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있고 다음날 생산 가능 하면 다음날 생산하도록 감축량을 반영하도록 결정하고,

상기 수요 관리 참여와 상기 당일 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있고 제품을 당일 생산해야 하면 원가가 저렴한 시간대에 추가근무를 수행하도록 부하 이동을 결정하여 생산량을 충족시키는 지능형 부하 관리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지능형 부하 관리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전력시스템의 환경은 원자력 발전소의 건설 및 고장, 송전선로 건설 지연 등으로 전력수급에 영향을 받으며, 냉방 설비 및 전열기구로 인한 동, 하계 피크 시간 첨두 수요 발생이 발생한다. 이때, 일시적인 예비력 부족이 발생하게 되며, 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 수요관리를 통해 피크시간의 수요를 절감하는 기술 및 연구가 진행되어 왔다.

[0003] 수요관리 시장은 전력거래소에서 시행하고 있는 제도로써, 감축 가능한 수요량에 대해 미리 계약한 수요관리 사업자에게 지시를 내려 부하량을 감축하고, 계약 용량 및 감축 성과에 따라 인센티브를 제공하는 제도이다. 수요관리 시장에 참여하는 사업자는 계약을 통해 용량을 결정하고 감축신호에 빠르게 응답하여 감축을 수행할 수 있는 능력이 있어야 하며 계측장치를 통해 전력량 전송이 가능해야 한다. 여기서 수요관리 참여 용량은 평상시 사용 부하량보다 적게 사용한 측정값을 통해 계산되어 부하 감축량을 알 수 있다.

[0004] 반면에, 수요 반응은 수요 관리의 발전된 형태로, 전력 요금의 변화에 따른 소비 사용의 형태의 변화로 정의 될 수 있다. 수요반응 제도로는 실시간 전기요금(Real-Time Pricing), 시간대별 요금제(Time-of-use), 하루 전 전기요금(Day-ahead Pricing)등의 가격 탄력성을 통해 자발적인 수요관리를 유도하는 방법과 상위 EMS에서의 지령을 통해 감축을 지시하거나 계통의 비상 상황 발생 시 지령을 내려주고, 이에 따라 수요관리를 하게 되는 방법 등이 있다. 산업용 부하의 수요관리를 통한 수요 절감 효과는 기저 부하 사용을 줄여줌으로써 일반적인 상황에서 일시적인 첨두 부하를 충족하기 위한 연료 사용 비용 및 발전소 건설 비용을 절감하는 효과를 가져와 경제

적으로도 이익이 발생한다.

[0005] 앞서 기술한 예는, 대한민국 공개 특허 제 10-2011-0095759 호(발명의 명칭: 수요 반응 방법 및 수요 반응 시스템)와 대한민국 공개 특허 제 10-2013-0082756호 (발명의 명칭: 수요반응 시스템 및 방법)에 개시되어 있다.

[0006] 종래 기술들은 대부분 부하 절감을 통한 계통의 안정화에 국한되어 있거나 수요 관리 사업자 측에서 사업자의 이득 및 상황을 고려하고 있지 않다. 예를 들어, 공장 단지 등 대규모 부하에서의 부하 절감은 계통 안정화에 많은 기여를 하지만 사업자 측에서 제품 납기일, 하루 생산량 등의 문제를 고려한 연구는 미흡한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 공장 부하, 빌딩 부하 등의 대규모 부하에 대하여 사업자 측의 제품 납기일, 하루 생산량, 인건비 등 기타 사업자 측의 문제를 고려하여 현재의 수요관리 시장의 운영을 원활하게 하는 지능형 부하 관리 시스템을 제공하고자 한다.

[0008] 또한, 사업자 측을 상태를 고려하여 수요관리에 참여하는 시스템을 통해 계통과 사업자 모두에게 공공 이익을 창출할 수 있는 지능형 부하 관리 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법은, 하루 생산량 및 원가를 고려한 당일 부하를 스케줄링하는 단계; 근로자 근무현황과 추가 근무가능 여부에 관한 데이터를 수집하는 단계; 계통으로부터 감축시간과 근로자의 인센티브에 대한 데이터를 수집하는 단계; 수집된 데이터들에 기초하여 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 단계; 및 계통 운영자 단말 및 관리자 단말과 근로자 단말에 부하 감축 시행 여부 결과 및 생산량 당일 수행 여부 결과를 송신하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 본 발명의 다른 측면에 따른 지능형 부하 관리 시스템은, 계통 운영자 단말 및 관리자 단말 또는 근로자 단말과 데이터를 주고받는 송수신부, 계통 운영자 단말 및 관리자 단말 또는 근로자 단말로부터 수신된 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 저장하는 메모리부, 수집된 데이터들에 기초하여 최소 부하량 및 당일 감축 가능 부하량에 따른 이득을 계산하는 연산처리부; 및 당일 감축 가능 부하량에 따른 이득 여부와 다음날 생산 가능 여부에 따라서 당일 부하 감축 시행 및 부하 이동을 결정하는 부하 이동 판단부를 포함한다.

발명의 효과

[0011] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 공장 부하, 빌딩 부하 등의 대규모 부하에 대하여 사업자 측의 제품 납기일, 하루 생산량, 인건비 등 기타 사업자 측의 문제를 함께 고려함으로써, 계통 운영자는 대규모 부하의 절감과 합리적인 인센티브를 제공할 수 있고, 수요자는 수요관리에 참여하면서도 경제적인 이익을 보장하여 공공의 이익을 최대화하는 효과가 있다.

[0012] 또한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 가정용 부하에 비하여 수 배에서 수백 배를 사용하는 공업용 부하에 있어서, 전력 피크 시에 많은 전력을 절감할 수 있으며 예비력을 유지하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템의 구성을 나타내는 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법을 설명하기 위한 상세 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법에서, 당일 부하를 스케줄링 하는 단계를 상세히 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 수요 관리 참여를 고려한 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 알고리즘에 관한 상세 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 수요관리를 고려한 부하 패턴을 나타낸 그래프이다.

도 6은 MATLAB 프로그램을 이용한 시뮬레이션을 수행을 위한 모의 조건이다.

도 7은 TOU 가격 정보를 나타낸 그래프이다.

도 8은 도 7의 TOU 가격 정보를 토대로 시뮬레이션 한 부하 스케줄링 결과이다.

도 9는 수요관리에 참여하고 부하 이동을 추가근무 시간에 수행함으로써 스케줄링이 변경이 되는 실시예의 시뮬레이션 결과이다.

도 10은 다음날로 최소한의 수요관리에 참여하는 실시예의 시뮬레이션 결과이다.

도 11은 수요관리에 참여하고 다음날로 생산량 연기 할 수 있는 실시예의 시뮬레이션 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0015] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0016] 이하 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템에 대해서 상세히 설명하도록 한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템의 구성을 나타내는 구성도이다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템(50)은 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10) 또는 근로자 단말(20)과 데이터를 주고받는 송수신부(100), 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10) 또는 근로자 단말(20)로부터 수신된 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 저장하는 메모리부(200), 수집된 데이터들에 기초하여 최소 부하량 및 감축 가능 부하량에 따른 이득을 계산하는 연산처리부(300), 감축 가능 부하량에 따른 이득 여부와 다음 날 생산 가능 여부에 따라서 당일 부하 감축 시행 및 부하 이동을 결정하는 부하 이동 판단부(400)를 포함한다.
- [0019] 먼저, 송수신부(100)는 계통운영자 단말 및 관리자 단말(10), 근로자 단말(20)과 당일 부하를 스케줄링 하기 위한 데이터를 수신하고 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10)과 근로자 단말(20)에 부하 감축 시행 여부 결과 및 생산량 당일 수행 여부 결과 데이터를 송신할 수 있다. 송수신부(100)는 네트워크를 통해 통신 접속을 수행하는 통신 모듈로 구성될 수 있는데, 이때, 네트워크는 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN) 또는 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN) 등과 같은 유선 네트워크나 이동 통신망(mobile radio communication network) 또는 위성 통신망 등과 같은 모든 종류의 무선 네트워크로 구현될 수 있다. 일례로 송수신부(100)는 계통 운영자 및 관리자 단말(10)로부터 제품 납기일, 근로자수, 인건비, 사용 전력량, 추가 근무수당, 전기요금 등의 데이터를 수신받고, 근로자 단말(20)로부터 근무 현황과 추가 근무 가능 여부 등의 데이터를 수신 받을 수 있다. 또한 송수신부(100)는 부하 감축 시행 여부 결과 및 생산량 당일 수행 여부 결과 데이터를 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10)과 근로자 단말(20)에 송신한다.
- [0020] 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10)과 근로자 단말(20)은 휴대용 단말기 또는 컴퓨터로 구현될 수 있다. 여기서, 휴대용 단말기는 예를 들어, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), WiBro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트폰(Smart Phone), 스마트 패드(Smart Pad) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터는 예를 들어, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop), 태블릿 PC(tablet PC) 등을 포함할 수 있다.

- [0021] 메모리부(200)는 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10)과 근로자 단말(20)로부터 수신된 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 저장한다. 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 메모리부(200)는 컴퓨터 저장 매체중의 하나로서 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [0022] 구체적으로, 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10)로부터 수신된 제품 납기일, 근로자수, 인건비, 사용 전력량, 추가 근무수당, 전기요금 등의 사업장의 상태 정보에 관한 데이터와, 근로자 단말(20)로부터 수신된 근무 현황과 추가 근무 가능 여부 등 수요 관리 참여에 관한 데이터들을 저장 가능하다.
- [0023] 연산처리부(300)는, 수집된 데이터들에 기초하여 최소 부하량 및 감축 가능 부하량에 따른 이득을 계산한다. 구체적으로, 먼저 제품 납기일에 따른 하루 생산량을 계산하고, 계통 운영자 및 관리자 단말(10)로부터 수집된 사업장의 상태 정보에 기초하여 최소 부하량과 감축 가능 부하량을 계산한다. 이때 사업장의 상태 정보는 제품당 근로자수, 인건비, 사용 전력량, 추가 근무수당, 전기요금 등을 포함한다.
- [0024] 이어서, 부하 이동 판단부(400)은 다음날 생산 가능 여부를 판단하고 감축 가능 부하량에 따른 이득을 고려하여 당일 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정한다. 구체적으로, 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있고 다음날 생산 가능 하면 다음날 생산하도록 감축량을 반영하도록 결정하고, 감축 가능 부하량에 따른 이득이 없고 제품을 당일 생산해야 하면 원가가 저렴한 시간대에 추가근무를 수행하도록 부하 이동을 결정하여 생산량을 충족시키는 결정한다. 이후 송수신부(100)를 통해 부하 감축 시행 여부 결과 및 생산량 당일 수행 여부 결과 데이터를 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10)과 근로자 단말(20)에 송신한다.
- [0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법을 설명하기 위한 상세 흐름도이다.
- [0026] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법에서, 당일 부하를 스케줄링 하는 단계를 상세히 설명하기 위한 순서도이다.
- [0027] 도2와 도 3을 참조하면 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법은 하루 생산량 및 원가를 고려한 당일 부하를 스케줄링 하는 단계(s310); 근로자 근무 현황과 추가 근무 가능 여부에 관한 데이터를 수집하는 단계(s320); 계통으로부터 부하 감축 시간 및 감축 생산량 등의 부하 감축에 관련된 정보를 수신하고, 근로자의 인센티브에 대한 데이터를 수집하는 단계(s330); 수집된 데이터를 기초로 수요 관리 참여를 고려하여 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 단계(s340); 및 계통 운영자 단말 및 관리자 단말과 근로자 단말에 부하 감축 시행 여부 결과 및 부하 이동 여부 결과를 송신하는 단계(s350)를 포함한다.
- [0028] 도 3을 참조하면, 당일 부하를 스케줄링 하는 단계(s310)은 구체적으로 제품 납기일에 따른 하루 생산량을 설정하는 단계(s311); 관리자로부터 사업장의 상태 정보를 입력 받는 단계(s312); 및 상기 사업장의 상태 정보에 기초하여 시간당 제품원가를 계산하는 단계(s313); 하루 생산량 및 계산된 시간당 제품원가를 고려하여 당일 부하를 스케줄링 하는 단계(s314)를 포함한다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법에서 당일 부하를 스케줄링 하는 단계(s310)는 먼저, 하루 총 생산량을 설정(s311)하는 단계에서 납기일에 따른 하루 총 생산량을 설정한다. 이때, 시간당 생산량은 경제성을 고려해 가급적 최대 생산량을 생산하는 것으로 가정한다.
- [0030] 다음으로, 사업장의 상태 정보를 입력 받는 단계(s312)에서 관리자 단말로부터 제품당 노무 비율, 시간당 인건비, 시간별 전기 요금, 제품당 전력 사용량, 추가 근무수당, 재료비, 기타 경비 등의 상태 정보를 입력 받는다.
- [0031] 다음으로, 시간당 제품 원가를 계산하는 단계(s313)에서 상기 사업장의 상태정보에 기초하여 시간당 제품원가를 계산한다. 제품의 원가는 원가 계산 기준에 의해 재료비와 노무비, 경비로 계산할 수 있다. 이때 재료비는 직접 재료비와 간접 재료비의 합으로 계산하고, 노무비는 직접 노무비와 간접 노무비의 합으로 계산한다. 또한 전력 사용량은 경비에서 큰 부분을 차지하는 변수로 판단하여 따로 구분하고, 경비 중 기타 보험료, 기술료 등은 고정비로 보면 제품원가는 다음의 수학적 1을 이용하여 계산될 수 있다.

수학식 1

$$Cost(t) = (\alpha \times P_{Labor}(t)) + (\beta \times P_{elec}(t)) + C$$

여기서, α 는 제품 당 노무 비율, $P_{Labor}(t)$ 는 시간당 인건비, β 는 제품 당 전력 사용량, $P_{elec}(t)$ 는 시간 별 전기 요금을 나타내며, C 는 기타 요금 즉, 재료비, 경비 등 고정 요금이다. 이때, β 는 총 부하와 생산량의 비로 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$\beta = \frac{Load(t)}{X(t)}$$

여기서, $X(t)$ 는 시간당 제품 생산 개수로 최적화 되는 주요 변수이고, $Load(t)$ 는 시간당 부하 사용량이다.

다음으로, 당일 부하 스케줄링을 하는 단계(s314)에서 하루 생산량 및 시간당 제품원가를 고려한 당일 부하 사용량을 계산하여 당일 부하를 스케줄링 한다.

도 3의 당일 부하 스케줄링이 끝나면, 다시 도 2를 참조하여, 근로자 근무 현황과 추가 근무 가능 여부에 관한 데이터를 수집하는 단계(s320)에서, 근로자 단말로부터 근로자의 근무 현황과 추가 근무 가능 여부에 관한 데이터를 수집한다.

다음으로, 계통으로부터 부하 감축 시간 및 감축 생산량 등의 부하 감축에 관련된 정보를 수신하고 근로자의 인센티브에 대한 데이터를 수집하는 단계(s330)에서, 계통으로부터의 부하 감축 시간 및 감축 생산량 등 부하 감축에 관련된 정보를 수신하고 계통운영자 단말 및 관리자 단말로부터 근로자의 인센티브에 대한 데이터를 수신한다. 이때 부하 감축 신호에서 수요 반응참여에 의한 시간에 따른 감축 생산량은 $\Delta X(t)$ 로 표현되며, 아래의 수학식 3을 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 3

$$\Delta X(t) = X_{\max} - X(t)$$

이때, 시간에 따른 감축 생산량 $\Delta X(t)$ 는 최적화 방법을 통해 최대의 이득을 얻을 수 있는 감축량이며, 최적화를 위한 시스템의 목적함수는 아래의 수학식 4를 이용할 수 있다.

수학식 4

$$\max \sum_{t=1}^{24} [Ben_sch(t) \times X(t) + Ben_DR(t, U, \Delta X(t))]$$

수학식 4에서, $Ben_sch(t)$ 는 시간당 제품 판매 이득의 함수이며, $X(t)$ 는 시간당 제품 생산 개수로 최적화 되는 주요 변수이다. 또한, $Ben_DR(t, U, \Delta X(t))$ 는 수요관리에 대한 이득의 함수로써, $\Delta X(t)$ 는 DR(Demand Response, 수요반응)참여에 의한 제품 생산 감축량을, U 는 수요 반응 참여 신호이다.

이때 각각의 변수는 아래의 수학식들에 의하여 제약 받는다.

수학식 5

[0044]

$$0 \leq X(t) \leq X_{\max}$$

수학식 6

[0045]

$$\max \sum_{t=1}^{24} X(t) \leq X_{Tot}$$

수학식 7

[0046]

$$\max \sum_{t=1}^{24} X'(t) \leq X_{Tot} - X_{D-1}$$

수학식 8

[0047]

$$X(t) = X'(t) + D \times X_D(t)$$

수학식 9

[0048]

$$X_{D-1} = \sum_{t=1}^{24} X_D(t)$$

수학식 10

[0049]

$$L_{\min} \leq Load(t) \leq L_{con}(X_{\max}) + L_{\min} + U \cdot L_{DR}$$

[0050]

여기서, $X_{\max}$ 는 시간당 총 제품 생산량, X_{Tot} 는 하루 총 제품 생산량, X_{D-1} 는 하루 전 연기된 생산량, $X(t)$ 는 당일 시간당 제품 생산량, $X_D(t)$ 는 전일 연기된 생산량에 대한 당일 시간당 제품 생산량, D 는 생산량 연기에 대한 신호, $L_{\min}$ 는 최소 사용 부하량, $Load(t)$ 는 시간당 부하 사용량, L_{con} 는 제품 생산을 위한 부하 사용량, L_{DR} 는 수요 반응에 참여하는 부하 사용량이다.

[0051]

이때, 시간당 총 판매 이득은 시간당 제품 판매 이득의 함수 $Ben_sch(t)$ 와 시간당 제품 생산 개수의 변수 $X(t)$ 을 곱하여 구할 수 있으며, 시간당 총판매 이득에 관한 수식은 수학식 11을 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 11

[0052]

$$Ben_sch(t) = Sell - cost(t)$$

[0053]

여기서 $Sell$ 은 판매 가격이며, $cost(t)$ 는 앞서 기술한 수학식 1에 의해서 계산된다. 또한,

$$Ben_DR(t, U, \Delta X(t))$$

은 수요관리에 대한 이득의 함수이며, 수요 관리에 대한 이득을 구하는 공식은 아래 수학적 식 12와 같다.

수학적 식 12

$$Ben_DR(t) = (\Delta X(t) \times \gamma + (1 - U) \cdot L_{con}) \times I$$

여기서, I 수요관리 참여 인센티브 (원/kWh)이며, γ 은 실제 제품당 전력 사용량으로서 수학적 식 13을 이용하여 계산된다.

수학적 식 13

$$\gamma = \frac{Load_{con}(t)}{X(t)}$$

전술한 바와 같이 수학적 식 4의 목적함수를 이용하여 최대의 이득을 얻을 수 있는 감축 생산량이 정해지면, 다음으로, 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 단계(s340)에서 수요 관리 참여를 고려하여 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하고 당일 부하를 다시 스케줄링 한다.

도 4는 수요 관리 참여를 고려한 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 알고리즘에 관한 상세 흐름도이다.

도 4를 참조하면, 수요 관리 참여를 고려한 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정하는 단계는 먼저, 수요 관리 참여와 감축 가능 부하량에 따른 이득을 계산(401)하고 수요 관리 참여와 감축 가능 부하량에 따른 이득이 없으면 최소 참여 부하만 수요 관리에 참여하도록 하고(403), 수요 관리 참여와 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있으면, 다음날 생산 가능 여부를 판단하여 당일 부하 감축 시행 여부 및 부하 이동 여부를 결정(402)한다. 이때, 수요 관리 참여와 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있고 다음날 생산 가능하면 다음날 생산하도록 감축량을 반영하도록 결정(405)하고, 수요 관리 참여와 감축 가능 부하량에 따른 이득이 있고 제품을 당일 생산해야 하면 원가가 저렴한 시간대에 추가근무를 수행하도록 부하 이동을 결정(404)하여 생산량을 충족시키도록 한다.

이때, 수요 관리 참여와 감축 가능 부하량에 따른 이득은 전술한 수학적 식 12에 의하여 계산된다.

마지막으로, 계통 운영자 단말 및 관리자 단말과 근로자 단말에 부하 감축 시행 여부 결과 및 생산량 당일 수행 여부 결과를 송신하는 단계(s350)에서 계통 운영자 단말 및 관리자 단말(10)과 근로자 단말(20)에 부하 감축 시행 여부 결과 및 생산량 당일 수행 여부 결과를 송신한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법은 제어 가능한 부하를 제품 생산량을 기준으로 부하 사용량을 정하였지만 공정 단계로 구분하는 경우 시간대 이동을 해도 무방한 공정 단계 혹은 빠르게 on/off 할 수 있는 공정단계를 수요관리에 참여 가능한 부하량으로 설정할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법은 급증하는 전력 수급 문제의 해결책이 될 수 있다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 수요관리를 고려한 부하 패턴을 나타낸 그래프이다.

도 5를 참조하면, original consumption을 일반적인 부하 패턴이라고 볼 때, DR with rebound는 피크 시간동안 수요반응에 참여하여 부하 사용량을 줄이고 피크시간 이후 다시 사용하는 운영, DR without rebound는 수요반응에는 참여하지만 피크시간 이후 다시 사용하지 않는 운영을 말한다. EE는 Energy efficiency로 에너지 효율을 생각해 실제로 필요한 만큼만 에너지를 사용하는 운영이다.

본 발명의 일 실시예에 따른 지능형 부하 관리 시스템을 이용한 지능형 부하 관리 방법은 부하를 공업용 부하라고 가정하여 수요반응에 참여하는 운영에 대하여 적용하였다. 현재 시행중인 수요관리 제도에서는 대규모 부하

사용 단지에 수요자 측의 무조건적인 부하 절감을 요구하고, 이러한 운영은 수요자 측에 제품 납기일을 맞추지 못하거나 벌금을 지불해야 하는 등의 문제가 될 수 있다. 마찬가지로 계통 운영자도 계통 안정성에선 큰 도움이 될 수 있지만 수요반응에 참여한 부하 관리자에게 막대한 인센티브를 제공하는 것으로 경제성으로는 큰 이득이 되지 않는다. 전력 거래소에서 시행하고 있는 수요관리 시장에서는 공장에 비해 작은 부하를 가진 사업자를 통해 시행하고 있는데, 많은 전력을 사용하는 공장 단위에서 부하 절감이 이루어진다면 더 큰 효과를 볼 수 있을 것이라 전망하고 있다.

[0067] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.

[0068] 이하 본 발명의 일 실시 예를 MATLAB 프로그램을 이용한 시뮬레이션을 결과를 설명하도록 한다.

[0069] 시뮬레이션 수행을 위한 모의 조건은 도 6과 같다.

[0070] 도 6은 MATLAB 프로그램을 이용한 시뮬레이션을 수행을 위한 모의 조건이다.

[0071] 도 6의 모의 조건에서 전기 요금은 TOU(Time of Use) 제도로 on-peak, mid-peak, off-peak 의 구간을 가진 시간대 별 차등 요금 제도를 적용하여 시뮬레이션을 모의하였고, TOU 가격 정보는 도 7을 통해 확인할 수 있다.

[0072] 도 7은 TOU 가격 정보를 나타낸 그래프이다.

[0073] 도 8은 도 7의 TOU 가격 정보를 토대로 시뮬레이션한 부하 스케줄링 결과이다. 도 8을 참조하면, P_{fixed} 는 고정 부하 사용량으로 도 6에서 볼 수 있듯 70kW를, P_{DR}은 최소 참여 부하 사용량으로 30kW로 정의하였다. 여기서 실제 제품 생산에 사용하는 부하는 P_{con}으로 400kW(0.4kW/ 개 * 1000개)이다. 부하 스케줄링 결과는 수학적 4를 도 5의 모의조건을 통해 계산하여 원가가 낮은 순서대로 하루 총 생산량을 생산하도록 하였다.

[0074] 도 9는 수요관리에 참여하고 부하 이동을 추가근무 시간에 수행함으로써 스케줄링이 변경이 되는 도 4의 206에 해당하는 시뮬레이션 결과이다. 그림에서 볼 수 있듯이 수요관리 시간인 14,15시에 P_{con}과 P_{DR}이 감축된다. 이후 20,21시에 다시 수요관리 시간에 감축한 만큼 부하 사용하게 된다. 모의 조건에 의해 경제성 이득을 위한 최적화 결과 감축 부하량 $L_{\omega n}(\Delta X(t))$ 중 감축 생산량 $\Delta X(t)$ 는 300개의 값으로 계산되었다.

[0075] 도 10은 다음날로 최소한의 수요관리에 참여하는 경우인 도 4의 207 에 해당하는 시뮬레이션 결과이다. 이때 부하는 최소 참여 부하량인 P_{DR}만 수요관리에 참여하고, 생산량 감축은 발생하지 않는다.

[0076] 도 11은 수요관리에 참여하고 다음날로 생산량 연기할 수 있는 경우를 나타내는 도 4의 207 에 해당하는 시뮬레이션 결과이다. 이때 부하는 P_{DR}과 P_{con}만큼 감축하여 수요관리에 참여하게 되고, 생산량을 다음날로 연기했기 때문에 추가 근무 시간으로 부하이동을 하지 않고, 다음날 생산량에 반영하여 다음날의 부하 스케줄링 할 때 사용한다. 이 경우 식(4)의 X_{D-1} 이 연기된 생산량을 뜻하고, 다음날의 생산량은 $X_{Tot} + X_{D-1} \leq 11,000$ 을 만족해야 한다.

[0077] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0078] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

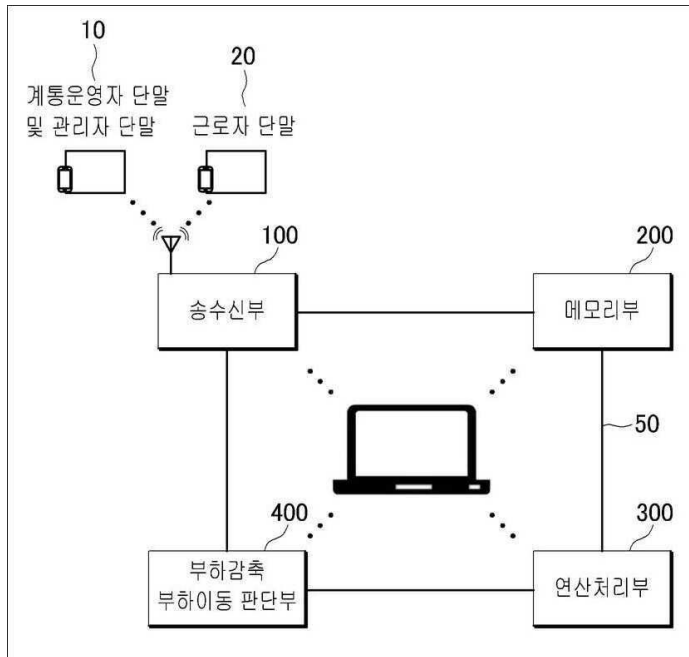
부호의 설명

100: 송수신부 200: 메모리부

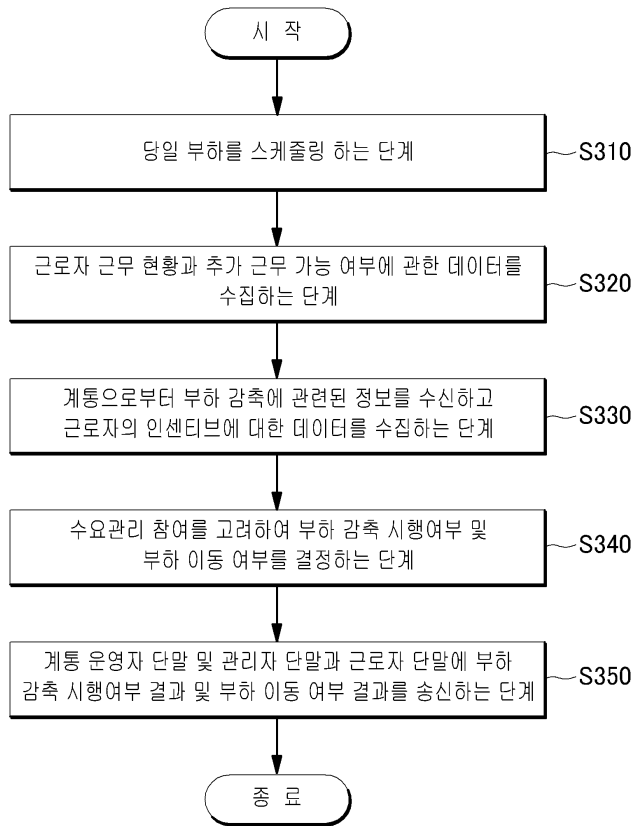
300: 연산처리부 부하감축 부하이동 판단부 300: 연산처리부

도면

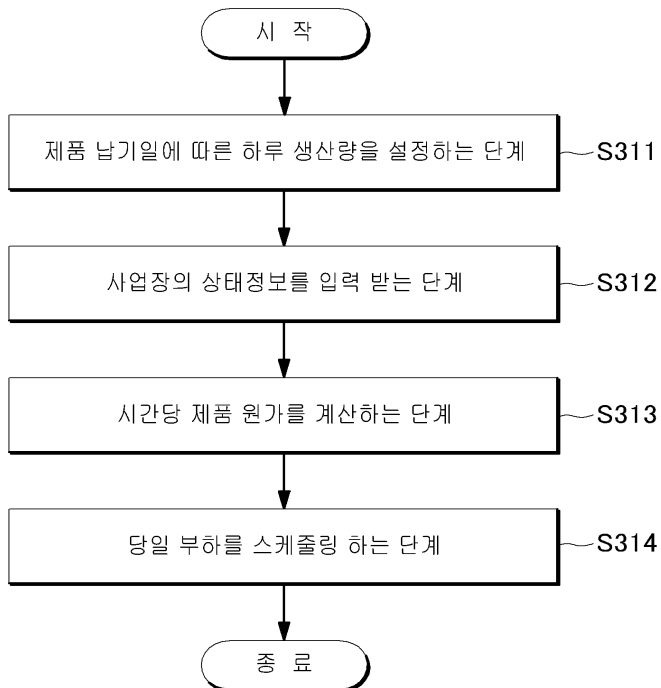
도면1



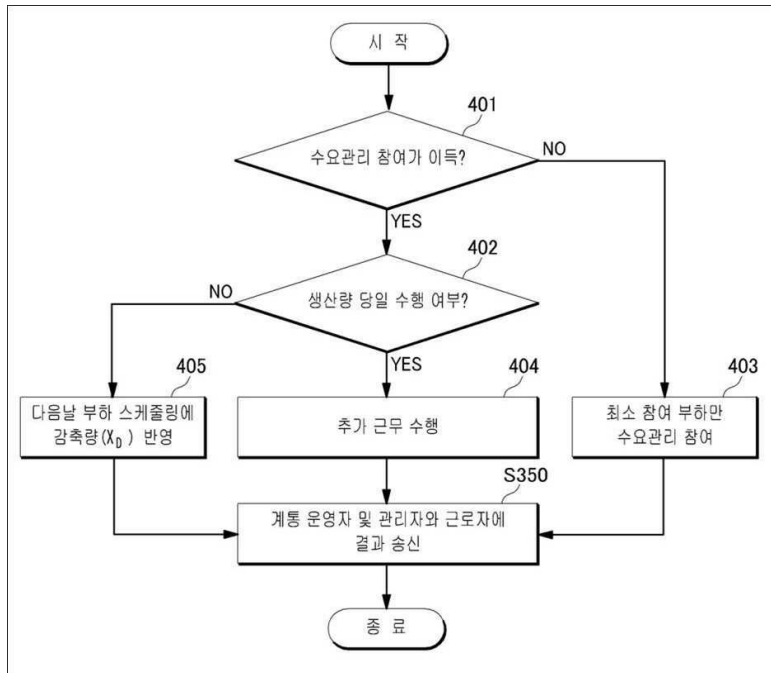
도면2



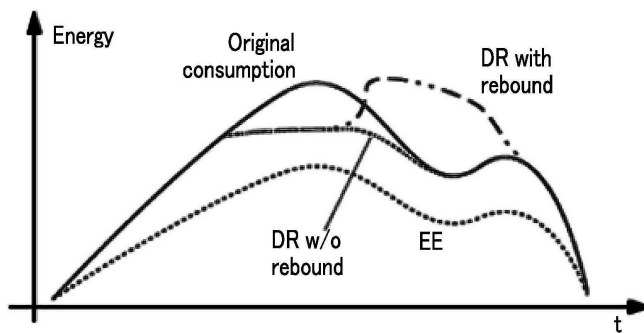
도면3



도면4



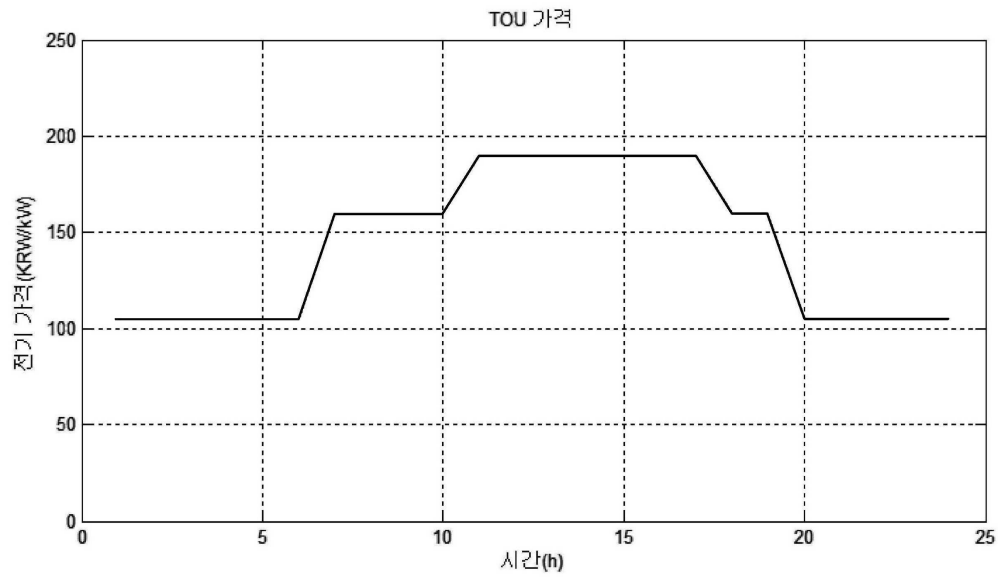
도면5



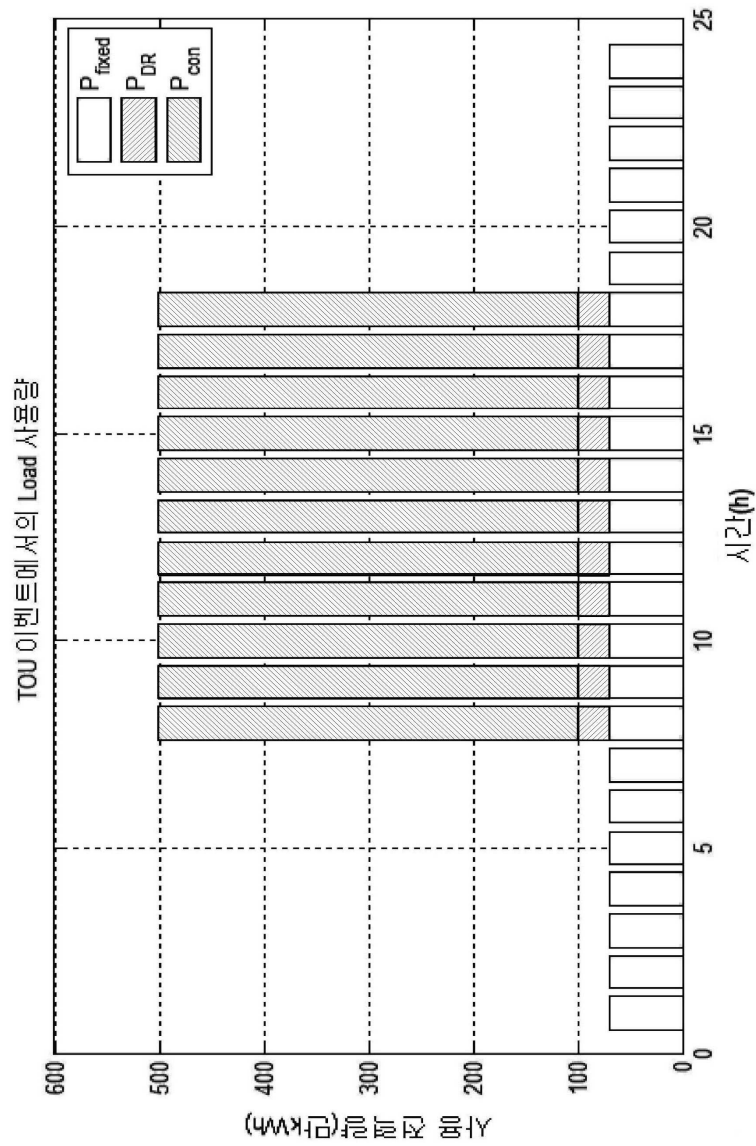
도면6

제품 판매가	2000 원	인건비(AM8~PM6)	2000 원
하루 최대 생산량	11,000 개	인건비(PM6~PM10)	3000 원
시간당 최대 생산량	1000 개	인건비(PM10~AM8)	4000 원
재료비	200 원	제품당 전력사용 비	0.4kW
노무 비율	0.5 인	기타요금	50 원
인센티브	1800 원/kWh	수요관리 시간	14,15 시
고정 부하 사용량	70kW	최소 참여 부하 사용량	30kW

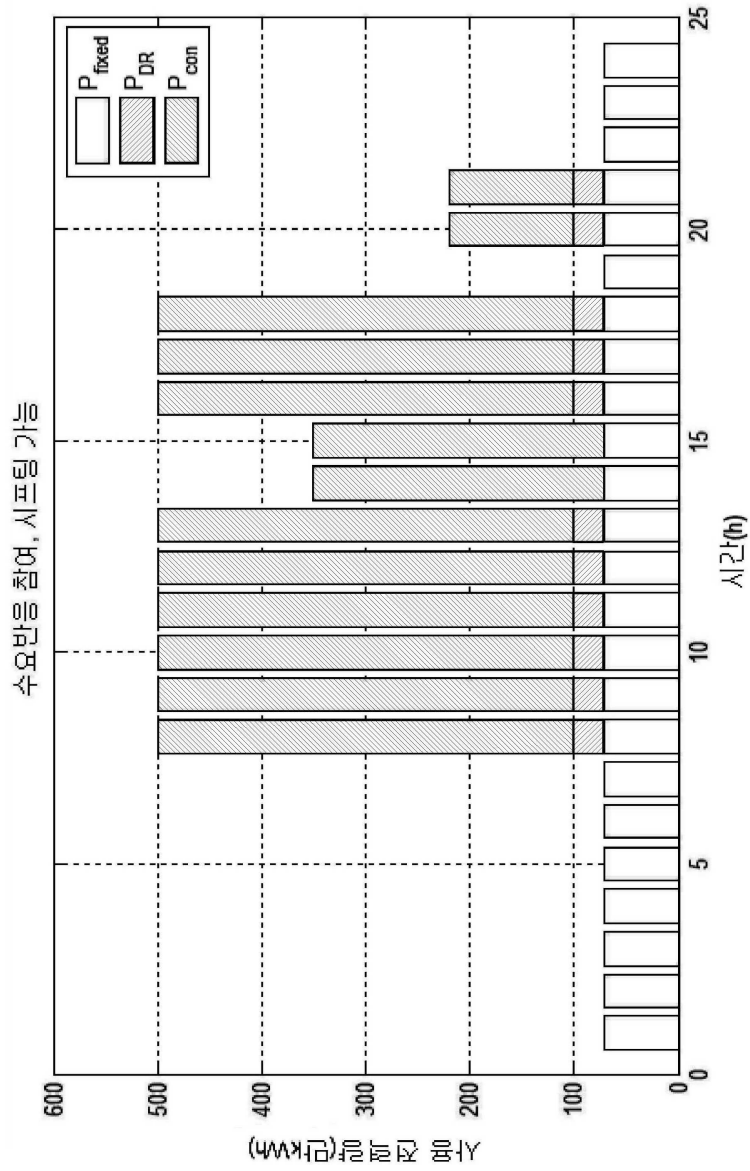
도면7



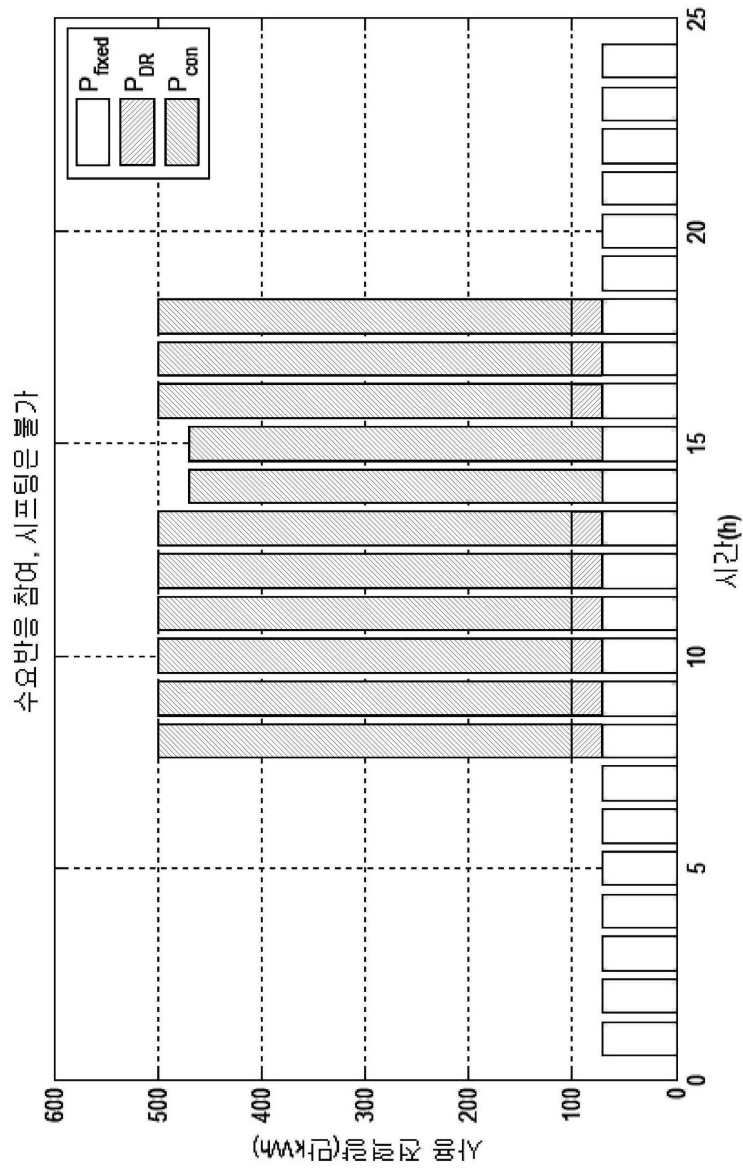
도면8



도면9



도면10



도면11

