



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0004309
(43) 공개일자 2014년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/06 (2012.01)

(21) 출원번호 10-2012-0071550

(22) 출원일자 2012년07월02일

심사청구일자 2012년07월02일

(71) 출원인

서울과학기술대학교 산학협력단

서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)

(72) 발명자

김래현

서울특별시 송파구 중대로 24 (문정동, 올림픽훼밀리타운) 208동 1004호

김원호

서울특별시 양천구 목동동로 309, 행복한세상 1001호 (목동)

(74) 대리인

전중일

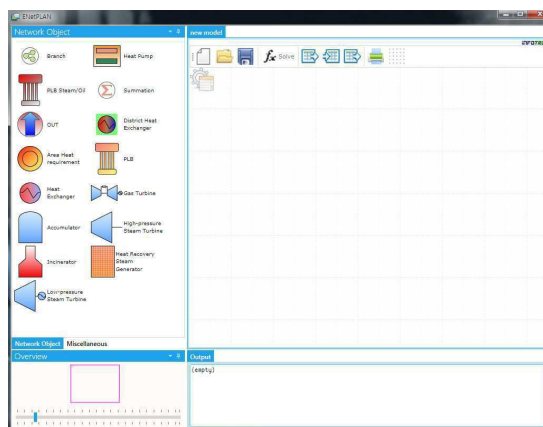
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 전기 및 열에너지의 생산과 분배를 위한 제어시스템

(57) 요약

본 발명은 전기와 열을 동시에 생산하는 열병합발전시스템(co-generation system)에서 지역내 열 요구량을 만족 하면서 전기 판매가와 열 생산 단가를 고려한 최소 원단위 혹은 최대 이익을 낼 수 있도록, 최적 생산 및 분배 계획을 수립하도록 한 전기 및 열에너지의 생산과 분배를 위한 제어시스템에 관한 것으로, 컴퓨터와 상기 컴퓨터에 설치된 소프트웨어를 이용한 서로 상이한 원가구조를 가진 열병합발전에서 전기 및 열에너지생산과 분배를 위한 제어시스템으로 제공된다. 디스플레이된 시각적인 이미지 형태로 구성되고 이를 클릭하거나 드래그앤드롭하도록 구비된 에너지생산의 설비 및 소비에 대응된 설비의 기본모델; 마우스로 클릭하거나 드래그앤드롭하여 적어도 둘 이상의 상기 기본모델이 연결되는 에너지네트워크; 상기 에너지네트워크가 구성되면 상기 기본모델에 대응된 미리 정해진 룰에 따라서 자동으로 비용결정기능(cost function), 제한조건(constraint)을 생성시키는 내부로직; 사용자가 입력한 상기 기본모델에 대한 파라미터들을 포함하고; 상기 구성요소들에 따른 최적생산 및 분배계획을 생성하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

컴퓨터와 상기 컴퓨터에 설치된 소프트웨어를 이용한 서로 상이한 원가구조를 가진 열병합발전에서 전기 및 열 에너지생산과 분배를 위한 제어시스템에 있어서,

디스플레이된 시각적인 이미지 형태로 구성되고 이를 클릭하거나 드래그앤드롭하도록 구비된 에너지생산의 설비 및 소비에 대응된 설비의 기본모델;

마우스로 클릭하거나 드래그앤드롭하여 적어도 둘 이상의 상기 기본모델이 연결되는 에너지네트워크;

상기 에너지네트워크가 구성되면 상기 기본모델에 대응된 미리 정해진 룰에 따라서 자동으로 비용결정기능(cost function), 제한조건(constraint)을 생성시키는 내부로직;

사용자가 입력한 상기 기본모델에 대한 파라미터들을 포함하고;

화면에 구비된 플래닝(planning)버튼이 클릭되면 상기 구성요소들에 따른 최적생산 및 분배계획을 생성하는 것을 특징으로 하는 전기 및 열에너지 생산과 분배를 위한 제어시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 내부로직의 비용결정기능은,

에너지생산 및 판매단가를 산출함에 있어서 경쟁입찰인 경우에는 SMP based costing(SMP 기반 원가계산)으로 계산하고, PPA에 의한 정산인 경우에는 PPA based costing(PPA 기반 원가계산)으로 계산하며, SMP based costing 은 fuel based costing(연료기반 원가계산)과 heat based costing(열 기반 원가계산)중 하나가 선택되며;

상기 heat based costing(열 기반 원가계산)은 $Cost [Kwon/Hr] = \text{생산 열의 총 단가} = \text{생산 열량 [Gcal/Hr]} * \text{열 단가 [Kwon/Gcal]} * \text{최대 효율/효율}$ 이며, 상기 fuel based costing(연료기반 원가계산)은 $Cost [Kwon/Hr] = \text{생산 열의 총 단가} = \text{생산 열량 [Gcal/Hr]} * \text{열단가 [Kwon/Gcal]} * \text{최대 효율/효율}$ 인 것을 특징으로 하는 전기 및 열에너지 생산과 분배를 위한 제어시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 파라미터는 글로벌섹션, 가스터빈, 열복구스팀발생기, 히트펌프, 피크로더보일러, 추출응축스팀터빈, 후방 압력스팀터빈, 한국전력공사, 축열기, 소각로, 지역 열요구량, 지국, 합연산, 출력이고, 이를 클릭하여 입력하도록 구성되고, 각 파라미터는 사용자가 엑셀파일로 저장할 수 있도록 버튼이 구비된 것을 특징으로 하는 전기 및 열에너지 생산과 분배를 위한 제어시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전기 및 열에너지의 생산과 분배를 위한 제어시스템에 관한 것으로, 더 상세하게는 전기와 열을 동시에 생산하는 열병합발전시스템(co-generation system)에서 지역내 열 요구량을 만족하면서 전기 판매가와 열 생산 단가를 고려한 최소 원단위 혹은 최대 이익을 낼 수 있도록, 최적 생산 및 분배 계획을 수립하도록 한 전기 및 열에너지의 생산과 분배를 위한 제어시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 본 발명이 속하는 분야의 종래기술을 살펴본다.

[0003] 2011년07월05일자로 등록된 실시간 전력 정보 변동 처리 장치 및 방법과, 그 표시 장치(특허등록번호 10-

1048463)에 따르면, "본 발명은 실시간 전력 정보 변동 처리 장치 및 방법과, 그 표시 장치에 관한 것으로, 전력 수요자의 전력 사용정보 및 전력 공급 가격 정보를 실시간으로 제공 받아 관리하는 데이터 관리부, 전력 사용량 및 전력 공급 가격의 변동치에 대응하는 색상 표시 기준값을 설정하는 설정부, 및 현재 전력 사용량 정보 및 전력 공급 가격 정보와 전일의 전력 사용량 정보 및 전력 공급 가격 정보를 비교하여 전력 사용량 및 전력 공급 가격의 변동치를 산출하고, 전력 사용량 및 전력 공급 가격의 변동치에 대응하는 색상 정보를 추출하여, 해당 전력 수요자에 전송하도록 하는 데이터 처리부를 포함한다. 본 발명에 따르면, 전력공급자의 전력공급가격 변동 상태와 맥내 당일 전력사용 증감 정도를 사용자의 인지가 쉬운 곳에 위치한 구(球) 형태의 전력정보 변동표시 장치의 색상 변화를 통하여 알려줌으로써 소비자가 자발적으로 전력요금이 높은 시간대의 전력소비를 줄이고 낮은 시간대의 전력소비를 증가시켜 에너지의 효율적인 사용을 유도할 수 있는 이점이 있다."라고 개시된 바가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나, 상술한 종래기술은 전기와 열을 동시에 생산하는 열병합발전시스템(co-generation system)에서 이원화된 원가구조에 대응된 것이 아니어서 적용하기가 어렵고, 지역내 열 요구량을 만족하면서 전기 판매가와 열 생산 단가를 고려한 최소 원단위 혹은 최대 이익을 낼 수 있도록, 최적 생산 및 분배 계획을 수립하도록 한 제어 시스템이 절실히 필요한 실정이다.

[0005] 본 발명은 상술한 문제점을 해소하기 위한 것으로, 전기와 열을 동시에 생산하는 열병합발전시스템(co-generation system)에서 지역내 열 요구량을 만족하면서 전기 판매가와 열 생산 단가를 고려한 최소 원단위 혹은 최대 이익을 낼 수 있도록, 최적 생산 및 분배 계획을 수립하도록 한 전기 및 열에너지의 생산과 분배를 위한 제어시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 컴퓨터와 상기 컴퓨터에 설치된 소프트웨어를 이용한 서로 상이한 원가구조를 가진 열병합발전에서 전기 및 열에너지생산과 분배를 위한 제어시스템으로 제공된다. 디스플레이된 시각적인 이미지 형태로 구성되고 이를 클릭하거나 드래그앤드롭하도록 구비된 에너지생산의 설비 및 소비에 대응된 설비의 기본모델; 마우스로 클릭하거나 드래그앤드롭하여 적어도 둘 이상의 상기 기본모델이 연결되는 에너지네트워크; 상기 에너지네트워크가 구성되면 상기 기본모델에 대응된 미리 정해진 룰에 따라서 자동으로 비용결정 기능(cost function), 제한조건(constraint)을 생성시키는 내부로직; 사용자가 입력한 상기 기본모델에 대한 파라미터들을 포함하고; 상기 구성요소들에 따른 최적생산 및 분배계획을 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 실시예에서, 상기 내부로직의 비용결정기능은, 에너지생산 및 판매단가를 산출함에 있어서 경쟁입찰인 경우에는 SMP based costing(SMP 기반 원가계산)으로 계산하고, PPA에 의한 정산인 경우에는 PPA based costing(PPA 기반 원가계산)으로 계산하며, SMP based costing은 fuel based costing(연료기반 원가계산)과 heat based costing(열 기반 원가계산)중 하나가 선택되며; heat based costing(열 기반 원가계산)은 Cost[Kwon/Hr]=생산열의 총 단가= 생산 열량 [Gcal/Hr] * 열 단가 [Kwon/Gcal] * 최대 효율/효율이며, fuel based costing(연료기반 원가계산)은 Cost [Kwon/Hr]=생산열의 총 단가=생산열량[Gcal/Hr]*열단가[Kwon/Gcal]*최대효율/효율인 것이다.

[0008] 실시예에서, 상기 파라미터는 글로벌섹션, 가스터빈, 열복구스팀발생기, 히트펌프, 피크로더보일러, 추출응축스팀터빈, 후방압력스팀터빈, 한국전력공사, 축열기, 소각로, 지역 열요구량, 지국, 합연산, 출력설비이고, 클릭하여 입력하도록 구성되고, 각 파라미터는 사용자가 액셀파일로 저장할 수 있도록 버튼이 구비된 것이다.

발명의 효과

[0009] 본 실시예의 바람직한 효과에 따르면, 전기와 열을 동시에 생산하는 열병합발전시스템에서 이원화된 원가구조에 적용하기가 용이하고, 지역내 열 요구량을 만족하면서 전기 판매가와 열 생산 단가를 고려한 최대의 이익을 얻을 수 있는 최적 생산 및 분배 계획을 수립하도록 하는 장점을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명에 따라서 에너지 생산 설비 및 소비의 기본 모델이 drag-and-drop 형태로 에너지 네트워크를 구

성하도록 한 화면을 예시한 도면.

도 2는 본 발명에 따라서 구성된 설비를 마우스의 클릭, 드래그앤드롭으로 연결시키는 화면을 예시한 도면.

도 3은 본 발명에 따라서 파라미터입력화면을 나타낸 도면.

도 4는 본 발명에 따라서 글로벌 파라미터를 클릭하여 입력하는 것을 설명하기 위한 도면.

도 5는 본 발명에 따라서 엑셀파일로 저장하는 화면을 나타낸 도면.

도 6은 본 발명에 따라서 엑셀파일로 저장된 화면을 나타낸 도면.

도 7은 본 발명에 따라서 엑셀파일에 입력된 파라미터를 에너지네트워크에 적용시키는 화면을 나타낸 도면.

도 8은 본 발명에 따라서 플래닝의 실행화면을 나타낸 도면.

도 9는 본 발명에 따라서 플래닝의 결과화면을 나타낸 도면.

도 10은 본 발명에 따라서 플래닝의 결과를 엑셀로 저장하는 화면을 나타낸 도면.

도 11은 본 발명에 따라서 엑셀로 저장된 결과를 보고서형태로 작성된 화면을 나타낸 도면.

도 12는 본 발명에 따라서 PPA 기반 요금산정을 위한 에너지네트워크를 나타낸 블록도.

도 13은 본 발명에 따라서 글로벌 섹션의 파라미터를 설명하기 위한 도면.

도 14는 본 발명에 따라서 가스터빈의 클릭화면구성을 나타낸 도면.

도 15는 본 발명에 따라서 열회복 스팀발생기화면을 나타낸 도면.

도 16은 본 발명에 따라서 히트펌프의 입력화면을 나타낸 도면.

도 17은 본 발명에 따라서 피크로드보일러의 화면구성을 나타낸 도면.

도 18은 본 발명에 따라서 익스트렌션-콘덴싱 스팀터빈의 화면을 나타낸 도면.

도 19는 본 발명에 따라서 후방압력스팀터빈의 화면구성을 나타낸 도면.

도 20은 본 발명에 따라서 한국전력공사 설비를 나타낸 도면.

도 21은 본 발명에 따라서 어큐물레이터의 화면을 나타낸 도면.

도 22는 본 발명에 따라서 소각로의 화면을 나타낸 도면.

도 23은 본 발명에 따라서 지역열요구량의 화면을 나타낸 도면.

도 24는 본 발명에 따라서 지국의 화면을 나타낸 도면.

도 25은 본 발명에 따라서 합연산의 화면을 나타낸 도면.

도 26은 본 발명에 따라서 아웃설비의 화면을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명은 전기와 열을 동시에 생산하는 열병합발전시스템(co-generation system)에서 지역 열 요구량을 만족 하면서 전기 판매가와 열 생산 단가를 고려한 최소 원단위 혹은 최대 이익의 최적 생산 및 분배 계획을 수립하는 시스템이다.

[0012] 열 생산, 분배 및 사용의 에너지 네트워크는 비주얼모델링(visual modeling)을 적용하여 드래그앤드롭(drag-and-drop) 형태로 에너지 네트워크를 구성 할 수 있으며, 구성된 에너지 네트워크는 내부 로직(logic)에 의해서 자동으로 cost function 과 constraint 가 생성된다. 사용자는 각 설비의 입력 parameter 를 설비의 특성이 맞게 구성하여 최적 생산 및 분배 계획을 수립 할 수 있다.

[0013] 생산 계획에 필요한 수학적 모델은 각 설비의 가동 여부와 같은 integer 변수를 포함하므로 MIP (Mixed integer program) 엔진을 적용하였다. 특히 생산 계획은 일간, 주간, 월간 혹은 연간 계획 수립이 수행 될 수 있으며, 이 경우 최적 생산을 위한 수학적 모델에 제한조건 (constraint) 이 아주 많이 추가되어 MIP 엔진의 성능이 매우 중요하다. 이러한 이유로 본 발명은 상업적으로 성능이 검증된 엔진을 적용하였다.

- [0014] 본 발명은 visual modeling을 통하여 에너지 네트워크를 구성 할 수 있다. 에너지 생산 설비 및 소비의 기본 모델이 아래 화면에서 보는 것처럼 stencil 로 구성되어 있어, 도 1과 같이, drag-and-drop 형태로 에너지 네트워크를 구성할 수 있다.
- [0015] 도 1에서 왼쪽에 에너지 네트워크 구성 설비가 배열되어 있으며, 에너지 네트워크는 이러한 설비를 drag 하여 오른쪽 화면에 drop하는 방식으로 쉽게 구성할 수 있다.
- [0016] 도 2와 같이, 각 구성 설비간의 연계는 mouse 를 click 하여 holding 한 상태에서 각 object 를 연결하면 된다.
- [0017] 1.1 설비 parameter의 입력
- [0018] 에너지 생산 및 소비의 각 개체는 planning 을 위한 에너지 네트워크 구성 시에 설비 parameter 를 입력해야 한다. 각 설비의 입력 parameter 는 설비의 model 과 관련이 있으며 각 설비의 model은 다음 section 에서 상세히 정리 되었다.
- [0019] 도 3과 같이, 각 설비의 입력 parameter 는 해당 개체를 click 하면 아래 그림에서 보는 것처럼 pop-up창으로 나타난다. 사용자는 각 개체의 특성을 고려하여 parameter 를 결정한다. 입력 parameter 는 설비의 특성에 따라 구성되어 있으며 설비 특성 및 열 생산 단가 혹은 연료비 그리고 열 생산 정산 방법 등을 선택 할 수 있다.
- [0020] 전체 에너지 네트워크에 공통적으로 적용되는 global parameter 는 도 4에서 보는 것 처럼 본 발명 의 바탕에 기본적으로 생성되는 icon 을 click 하여 입력한다.
- [0021] 각 설비의 입력 parameter 는 excel file 로 저장 할 수 있으며, 또한 각 설비를 click 하여 해당 parameter 를 입력하는 대신에 excel file 에 직접 parameter 값을 입력하여 적용할 수 있다.
- [0022] Excel file 로 저장 시 본 발명의 상단 menu 를 도 5처럼 click 하여 저장한다.
- [0023] 도 6은 구성된 에너지 네트워크의 각 설비별 parameter 를 excel file 로 저장한 결과이다.
- [0024] 상기 excel file 에서 필요 parameter 를 직접 입력한 후에 저장 후 이를 도 7에서 보는 것처럼 해당 menu 를 click 하여 excel file 에 입력한 parameter 를 에너지 네트워크에 적용 할 수 있다.
- [0025] 1.2 Planning 실행
- [0026] Planning 의 실행은 도 8에서 보는 것처럼 본 발명의 해당 menu 를 click 하면 된다.
- [0027] Planning 은 구성된 에너지 네트워크로부터 내부적으로 cost function 과 constraint 를 자동 구성하여 MILP engine 을 적용한다. 결과는 도 9처럼 본 발명 화면에서 확인할 수 있고, excel file 로 저장할 수 있다.
- [0028] 결과를 excel 에 저장하기 위해서는 도 10처럼 본 발명의 해당 menu 를 click 하면 된다.
- [0029] 도 11에서처럼 excel file 에 저장된 결과는 사용자의 목적에 따라 저장, 관리 및 최종 보고서 형태로 작성 될 수 있다.
- [0030] 3. 에너지 생산 및 판매 단가 적용 방법
- [0031] 지역 난방과 같은 co-generation plant 는 일반적으로 전기와 열을 동시에 생산하며, 에너지 생산 단가는 고정비와 연료단가와 같은 변동비로 계산한다. 다만 PPA (Power Purchase Agreement) 사업자인 경우 변동비는 실적 보상을 하고 고정비는 협상에 의해서 지급되나, 이러한 계약 관행은 전력 거래 경쟁 입찰로 전환될 예정이다. 모든 전력 거래가 경쟁입찰로 전환되기 이전에는 경쟁 입찰 공급과 PPA 계약에 의한 에너지 생산 및 판매 단가를 고려하여 최적 생산 계획이 수립되어야 한다.
- [0032] 본 발명 은 이러한 에너지 생산 및 판매 단가를 적용함에 있어 경쟁입찰을 SMP based costing으로 그리고 PPA에 의한 정산을 PPA based costing으로 정의하고 사용자가 생산 계획을 수립 할 때 선택 할 수 있도록 하였다.
- [0033] 3.1 SMP based costing
- [0034] 본 발명 에서 SMP based costing 은 다음과 같은 2가지 방법을 선택할 수 있다.
- [0035] 1. Fuel Based costing
- [0036] 2. Heat Based costing

- [0037] Fuel based costing은 에너지 생산 단가는 연료 단가를 기준으로 하고 생산된 전기 판매가는 SMP (System Marginal Price, 계통한계가격)에 따라 결정 된다. Fuel based costing 은 수식으로 다음과 같이 표시 될 수 있다.
- [0038] $Cost [Kwon/Hr] = \text{에너지 생산가} - \text{전기 판매가}$
- [0039] $= \text{투입 연료량 [Kg/Hr]} * \text{연료단가 [Kwon/Kg]} / \text{High Heating Value of Fuel [Gcal/Kg]} - \text{전기 생산량 [KW]} * \text{SMP [Kwon/KWh]}$
- [0040] Heat based costing 은 에너지 생산 설비가 열 생산량을 기준으로 한 단가를 고려하여 계산한다. Heat based costing 은 Fuel based costing 과 유사하나 Heat based costing 은 에너지 생산의 결과에 대한 단가이므로 에너지 설비의 efficiency 가 고려 되어야 한다. Heat based costing 은 전기를 생산하는 설비에는 일반적으로 적용하지 않는다.
- [0041] $Cost [Kwon/Hr] = \text{생산 열의 총 단가}$
- [0042] $= \text{생산 열량 [Gcal/Hr]} * \text{열 단가 [Kwon/Gcal]} * \text{최대 효율} / \text{효율}$
- [0043] 즉 열 단가는 에너지 생산 설비가 최대 efficiency 를 가질 때의 열 생산 단가이며 최대 load 대비 에너지 효율이 감소하는 운전 구간에서는 실제 효율을 고려하여 높은 열 단가가 적용된다.
- [0044] 본 발명 은 SMP based costing 이 적용되는 설비에 대해서 사용자가 Fuel based 와 Heat based costing 방법을 선택 할 수 있다.
- [0045] 3.2 PPA based costing
- [0046] PPA (Power Purchase Agreement) based costing 은 전기를 생산하는 발전사업자가 구매자인 한국전력과의 상호 협의에 의해서 에너지 생산 단가가 결정되는 방식이다. 향후 이러한 PPA 방식은 점차 경쟁 입찰 방식으로 전환 될 계획이지만 현재 많은 업체에 이러한 방식이 적용되어 본 발명 에서도 이러한 방식을 선택 할 수 있게 하였다.
- [0047] 일반적으로 적용되는 PPA 방식은 전기와 열을 동시에 생산하며 열을 지역 혹은 사용자에게 공급하고 수익을 얻는 사업자가 전기를 생산하는 지정된 turbine 의 운전 여부에 따라서 열 생산 단가를 책정하는 방식이다. 이는 한전에 전기를 공급하는 경우와 열 만을 생산하여 지역에 공급함으로써 얻는 수익에 대한 차이를 고려하여 서로 다른 열 생산 단가를 적용하여 한전에 필요한 전기의 공급을 유도하기 위한 것이다.
- [0048] PPA 는 전기 생산 업체와 한전 사이에 여러 가지 형태의 계약이 있을 것으로 예상하나, 본 ENetOPT 에서는 전기를 생산할 수 있는 열이 전기를 생산하는 turbine 의 가동 여부에 따라서 열 생산 단가가 다르게 적용되는 경우를 고려하였다.
- [0049] PPA 가 적용되는 사례를 살펴보자. 도 12에서 GT에서 생산된 열, 즉 HRSG 에서 발생한 열은 Steam turbine 을 가동하여 전기를 생산 할 수도 있고, District Heat Exchanger 에 전량 공급되어 지역 난방에 활용 될 수도 있다.
- [0050] 이러한 PPA의 경우 다음과 같이 운전 mode 에 따라서 열 생산 단가가 다르게 적용된다.
- [0051] ■Heat-A 단가 적용
- [0052] ■Heat-B 단가 적용
- [0053] ■Heat-C 단가 적용
- [0054] ■Heat-D 단가 적용
- [0055] 상기 열 생산 단가의 적용은 steam turbine 을 가동하기 위해서 열 공급이 필요한 설비, 즉 Gas turbine 과 HRSG (Heat Recovery Steam Generator) 그리고 Gas turbine exhaust has heat exchanger 가 해당되며, steam turbine 을 가동하는데 아무런 기여가 없는 heat pump 나 PLB 등은 상기 PPA 단가가 적용되지 않는다.
- [0056] Heat-A 단가 적용은 HP/LP turbine 이 하나라도 가동하여 전기를 생산하는 경우를 말한다. Heat-A의 경우에도 SMP 가 기준치 이하로 떨어지는 시간대에서는 Turbine 에서 전기를 생산한다고 하더라도 Heat-B 단가를 적용한다.

- [0057] Heat-B는 HP/LP turbine이 전혀 가동하지 않는 상태를 말한다. 이는 Gas turbine 에서 생산된 열을 전기를 생산하지 않고 지역 열 공급에만 사용하는 경우를 말한다.
- [0058] Heat-D 는 HP/LP turbine 을 가동할 의향이 있으나 공급 steam 의 조건이 turbine 의 가동 조건을 만족하지 못하여 HP/LP를 가동할 수 없는 경우에 해당한다.
- [0059] Heat-C는 HRSG 에서 회수되는 열량의 단가이다.
- [0060] 3.3 PPA 적용 시 Planning
- [0061] PPA costing 은 에너지 생산 설비를 가동 할 경우 전기를 생산하는 option 이 생산자에게 주어진 경우 전기를 생산하지 않고 열만을 생산 했을 경우 penalty 를 부과하는 방식이다. 상기 사례의 경우 Gas Turbine을 가동하면 반드시 전기가 생산되지만 Steam turbine 의 경우 steam turbine 의 가동을 중단하고 Gas Turbine 에서 생산된 열을 지역으로 직접 공급 할 경우 한전에서는 penalty 가 부과된 Heat-B 단가를 Gas Turbine 에서 생산된 열량에 부과한다.
- [0062] 즉 지역에 열을 공급하는 District Heat Exchanger 에 공급 되는 열량의 단가는 steam turbine 을 가동하여 전기를 생산한 경우 낮은 가격의 Heat-A 단가를 적용하고 steam turbine 을 가동하지 않았을 경우에는 높은 가격의 Heat-B 단가를 적용한다. 즉 이 경우 생산자 입장에서는 Heat-B를 적용 할 경우 원가가 상승하는 결과를 가져온다.
- [0063] 이 경우에 planning 을 수행 할 경우 planning 결과, 즉 "turbine 을 가동했느냐?" 에 따라서 생산 단가가 결정된다. 상기 사례의 경우 planning 의 목적 함수는 다음과 같이 주어진다.
- [0064] District Heat Exchanger (DHE) 에 공급된 열량을 Q 라고 하면, 생산 cost 는 다음과 같이 주어진다.
- [0065] $Cost = Q * Heat-A \text{ 단가} + Q * (Heat-B \text{ 단가} - Heat-A \text{ 단가}) * (1 - U_STHP)$
- [0066] 여기서, Steam Turbine이 가동하면 U_STHP 는 1 이고 이 경우 DHE 에 공급된 열량 Q 는 Heat-A 의 단가를 적용한다. 만일 U_STHP 가 0, 즉 steam turbine이 가동을 안 하면 적용 단가는 Heat-B 가 된다. 문제는 생산 열량 Q 와 U_STHP 가 모두 Planning 변수이고 두 변수가 곱해진 형태의 non-linear 이므로 MILP로 문제를 풀 수 없다. 하지만, 상기 cost function은 다음과 같은 방법으로 linear 형태로 전환하여 U_STHP 를 미리 설정하거나 Q 를 estimation 하지 않고 MILP를 직접 적용 할 수 있다.
- [0067] $Cost = (Q - QA) * Heat-A \text{ 단가} + (Q - QB) * Heat-B \text{ 단가}$
- [0068] $0 \leq Q - QA \leq M * U_STHP$
- [0069] $0 \leq Q - QB \leq M * (1 - U_STHP)$
- [0070] $0 \leq QA \leq M * (1 - U_STHP)$
- [0071] $0 \leq QB \leq M * U_STHP$
- [0072] 여기서, QA, QB = any positive value
- [0073] M = any large value
- [0074] 각 경우 별로 검증하면 다음과 같다.
- [0075] 1. If U_STHP = 0, QB = 0 and (Q - QA) = 0. Therefore, Cost = Q * Heat-B
- [0076] 2. If U_STHP = 1, QA = 0 and (Q - QB) = 0. Therefore, Cost = Q * Heat-A
- [0077] 상기 cost function을 해당 설비에 사용자가 선택 할 수 있도록 하면 PPA based costing 도 동일한 시스템 환경에서 해결 할 수 있다.
- [0078] 4. input Parameter configuration
- [0079] 본 section 에서는 본 발명 각 구성 설비의 input parameter 의 정의, 기능 및 구성에 관한 상세 설명이 기술

되었다.

[0080] 4.1 Global section

[0081] Global section의 parameter 는 전체 network 의 planning 에 적용된다. Global section icon을 click 하면 도 13과 같은 화면이 나타난다.

[0082] 입력 parameter 화면은 상기 그림에서 보는 것 처럼 상단의 single valued parameter 와 아래단의 시간대 혹은 날자별 array 값으로 구분된다. Array parameter 는 시간대 별로 planning 을 하는 경우 각 시간대별 값을 입력한다.

[0083] 각 single valued parameter 의 속성은 표 1과 같다.

표 1

[0084]

Parameter	Description
TimeSpan	Planning projection steps.
RunUnit	Planning one step의 단위, hour, day 중 하나를 선택
Costing Type	에너지 생산단가 산정 방법. SMP, PPA 중 선택
PPA based EP Price	PPA 단가를 적용 할 경우의 전기 판매가 [won/KWh]. SMP cost basing 의 경우 시간대별로 주어진 SMP 가격이 적용됨
Creation	생성일자 - 자동 생성
Author	사용자 이름 입력
Version	사용자 입력
Min. Price	PPA 적용 시 Heat-A 단가가 적용되지 않는 최저 SMP 가격
Cost - Heat A	PPA 적용 시 Heat -A 단가
Cost - Heat B	PPA 적용 시 Heat -B 단가
Cost - Heat C	PPA 적용 시 Heat -C 단가
Description	사용자 입력 - 설비 설명

[0085] 각 array valued parameter 는 표 2와 같다.

표 2

[0086]

Parameter	Description
SMP	각 시간 혹은 일자 별 SMP 가격
Ambient temperature	각 시간 혹은 일자 별 대기온도. 시간대별 대기온도는 Gas turbine 의 대기온도에 따른 출력 변화를 반영하기 위함이며, 이후 사용자 열 요구량을 예측 하는데 사용
PPA mode	시간대별 PPA 적용 mode. 0,1,2 중 선택 0 : Turbine 운전 mode 에 따라 Heat-A 혹은 Heat-B 단가 적용 1: Turbine 운전 mode 에 상관없이Heat-B 단가 적용 2: 운전 mode 에 상관 없이 Heat-D 단가 적용 PPA mode 0 은 일반적인 경우로 앞서 설명한 것 같이 turbine 의 운전 mode 에 따라 Heat-A 혹은 Heat-B 단가가 적용되는 경우이다. SMP 단가가 상기 주어진 Min. Price 보다 낮은 경우에는 turbine 가동여부와 상관 없이 Heat-B 단가가 적용된다. 이는 일반적으로 한전의 전기 수요가 매우 낮아 발전 사업자로부터 전기 공급이 필요 없는 경우이다. PPA mode 2 는 발전 사업자가 turbine 을 가동할 의향이 있음에도 운전 현장의 상황으로 인하여 turbine 을 가동하지 못한 경우에 적용되는 단가이다. 각 운전 mode 는 사용자가 시간대별로 선택한다.

[0087] 4.2 Gas Turbine

[0088] Gas Turbine icon을 click 하면 도 14와 같은 화면이 나타난다.

[0089] 각 single valued parameter 의 속성은 표 3과 같다.

표 3

[0090]

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름

U_Init	Planning수행전 설비의 작동 상태
MUT	Minimum Up Time : 다음 정지 전까지 최소 기동 시간
MDT	Minimum Down Time : 다음 기동 전까지 최소 정지 시간
SC	Start-up Cost : 설비를 기동하는데 소요되는 비용
FC	Fuel Cost : 연료의 가격 [KW/Kg]
Electricity Production Coef, C1	열량에 따른 전력 생산 상수 C1 EP [MW] = C1 * Q [Gcal/Hr] + C0, Q = Input heat (fuel 열량) to GT [Gcal/Hr]
Electricity Production Coef, C0	열량에 따른 전력 생산 상수 C0 EP [MW] = C1 * Q [Gcal/Hr] + C0, Q = Input heat (fuel 열량) to GT [Gcal/Hr]
Ambient Coefficient A	Temp, 온도에 따른 Gas Turbine의 전기 출력의 Relative Efficiency Relative Efficiency = A*T + B (T := 온도 ℃) Relative Efficiency 는 Gas Turbine 의 전기 출력이 15 ℃ 에서 1.0 이라고 정의 할 경우 대기 온도에 따른 출력 변화를 나타내는 변수
Ambient Coefficient B	Temp, 온도에 따른 Gas Turbine의 전기 출력의 Relative Efficiency Relative Efficiency = A*T + B (T := 온도 ℃) Relative Efficiency 는 Gas Turbine 의 전기 출력이 15 ℃ 에서 1.0 이라고 정의 할 경우 대기 온도에 따른 출력 변화를 나타내는 변수
Costing Type	설비에 고려되는 Cost 방식 (SMP / PPA 중 선택)
TO	계획 전 설비가 가동 된 시간 (Hour) U_Init이 정지상태일 경우 0
TD	계획 전 설비가 정지 된 시간 (Hour) U_Init이 기동중일 경우 0
FuelHHV	연료의 High Heating Value 발열량 [Gcal/Kg]
Efficiency	Gas Turbine의 overall 효율
InputHeat OP Min	GT 운전 시 최소 공급 열량 [Gcal/Hr].
Input Heat Max Delta	시간당 유입 열량의 시간 당 최대 변화폭
Input Heat Init Value	계획 전 초기 유입 열량
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명

[0091] 각 array valued parameter 는 표 4와 같다.

표 4

Parameter	Description
InutHeat_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 유입 열량
InputHeat_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 유입 열량
EP_Required_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 전기 생산량
EP_Required_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 전기 생산량

[0093] 4.3 Heat Recovery Steam Generator

[0094] Heat Recovery Steam Generator를 Double-Click 하면 도 15와 같은 화면이 나타난다. 각 single valued parameter 의 속성은 표 5와 같다. Heat Recovery Steam Generator의 경우 Single valued parameter만으로 구성되어 있다.

표 5

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
A1	GT 에 공급된 Input Heat [Gcal/Hr] 대비 HRSG 에서 회수된 Low Pressure steam 의 열량 추정 계수 Low Pressure Steam Heat [Gcal/Hr] = A1 * GT Input Heat [Gcal/hr] + A0
A0	GT 에 공급된 Input Heat [Gcal/Hr] 대비 HRSG 에서 회수된 Low Pressure steam 의 열량 추정 계수 Low Pressure Steam Heat [Gcal/Hr] = A1 * GT Input Heat [Gcal/hr] + A0
Costing Type	해당 설비에 적용할 Cost 방식 (SMP / PPA)

B1	GT 에 공급된 Input Heat [Gcal/Hr]대비 HRSG 에서 회수된 High Pressure steam 의 열량 추정 계수 High Pressure Steam Heat [Gcal/Hr] = B1 * GT Input Heat [Gcal/hr] + B0
B0	GT 에 공급된 Input Heat [Gcal/Hr]대비 HRSG 에서 회수된 High Pressure steam 의 열량 추정 계수 High Pressure Steam Heat [Gcal/Hr] = B1 * GT Input Heat [Gcal/hr] + B0
Description - In1	사용자 입력 - Line In1의 설명
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명
Description - Out2	사용자 입력 - Line Out2의 설명
Description - Out3	사용자 입력 - Line Out3의 설명

[0096] 4.4 Heat Pump

[0097] Heat Pump의 아이콘을 Double-Click 하면 Heat Pump의 데이터를 입력 할 수 있는 도 16과 같은 화면이 나타난다. 각 single valued parameter 의 속성은 표 6과 같다.

표 6

[0098]

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
U_Init	계획 전 설비의 가동 상태
MUT	Minimum Up Time : 다음 정지 전까지 최소 가동 시간
MDT	Minimum Down Time : 다음 가동 전까지 최소 정지 시간
SC	Start-up Cost : 설비를 가동하는데 소요되는 비용
TO	계획 전 설비가 가동 된 시간 (Hour) U_Init이 정지상태일 경우 0
TD	계획 전 설비가 정지 된 시간 (Hour) U_Init이 가동중일 경우 0
Q_MaxDelta	시간당 열 생산량의 최대 변화폭
Q_Init	계획 전 초기 열 생산량
COP	COP (Coefficient of Performance) "난방 COP" 는 condenser 에 가해지는 전기량 대비 condenser 에서 방출하는 열량의 ratio 로 다음과 같이 표시 COP = Q from Condenser / electric Work to Condenser = 난방Q [Gcal/Hr] / EPh [Gcal/Hr]
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명

[0099] 각 array valued parameter 는 표 7과 같다.

표 7

[0100]

Parameter	Description
Q_Out_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 열 생산량
Q_Out_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 열 생산량
EP_In_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 전기 소모량
EP_In_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 전기 소모량
Production_Cost	각 시간(Hour or Day) 별 열 생산에 따른 비용 [Kwon/Gcal]

[0101] 4.5 Peak Load Boiler

[0102] Peak Load Boiler를 Double-Click하면 도 17과 같은 화면이 나타난다.

[0103] (Peak Load Boiler Steam-in/Oil-out 과 동일하다)

[0104] 각 single valued parameter 의 속성은 표 8과 같다.

표 8

[0105]

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
U_Init	계획 전 설비의 가동 상태
MUT	Minimum Up Time : 다음 정지 전까지 최소 가동 시간
MDT	Minimum Down Time : 다음 가동 전까지 최소 정지 시간
SC	Start-up Cost : 설비를 가동하는데 소요되는 비용
FC	Fuel Cost : 연료의 가격 [KW/Kg]
A	설비의 효율에 관계된 상수 A Efficiency = 1/ (A + B*Q/Q _{max}) (Q : 열량 , Q _{max} : 설비의 최대 생산 열량)
B	설비의 효율에 관계된 상수 B Efficiency = 1/(A + B*Q/Q _{max}) (Q : 열량 , Q _{max} : 설비의 최대 열량)
Load Init	계획 전 초기 열 생산량
TO	계획 전 설비가 가동 된 시간 (Hour) U_Init이 정지상태일 경우 0
TD	계획 전 설비가 정지 된 시간 (Hour) U_Init이 가동중일 경우 0
FuelHHV	연료의 발열량 [GCal/Kg]
Production Cost	Cost Type이 Heat based 일 경우 열 생산량에 따른 비용
Q_MaxLoad	단위 시간당 설비의 최대 열 생산량
Load Op Min	설비를 운전하기 위한 최소 열량 [Gcal/Hr]
Max Delta Load	시간당 부하 열량의 최대 변화폭
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명

[0106]

각 array valued parameter 는 표 9와 같다.

표 9

[0107]

Parameter	Description
Q_Out_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 열 생산량
Q_Out_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 열 생산량

[0108]

4.6 Extraction-Condensing Steam Turbine

[0109]

Extraction-Condensing Steam Turbine의 화면 구성은 도 18과 같이 되어있다.

[0110]

Extraction-Condensing Steam Turbine (Generator) 또한 동일한 화면으로 구성 되어 있다. 각 single valued parameter 의 속성은 표 10과 같다.

표 10

[0111]

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
U_Init	계획 전 설비의 가동 상태
MUT	Minimum Up Time : 다음 정지 전까지 최소 가동 시간
MDT	Minimum Down Time : 다음 가동 전까지 최소 정지 시간
SC	Start-up Cost : 설비를 가동하는데 소요되는 비용
Efficiency	설비의 효율
TO	계획 전 설비가 가동 된 시간 (Hour) U_Init이 정지상태일 경우 0
TD	계획 전 설비가 정지 된 시간 (Hour) U_Init이 가동중일 경우 0
Load Op Min	설비를 운전하기 위한 최소 열량 [Gcal/Hr]
H_In1	Input Steam의 Enthalpy [KJ/Kg]
H_Stage1_Out	Stage1의 Output Enthalpy [KJ/Kg]
H_Stage2_In	Stage2의 Input Enthalpy [KJ/Kg]

H_Stage2_Out	Stage2의 Output Enthalpy [KJ/Kg]
Max Delta Load	시간당 부하 열량의 최대 변화폭
Load Init	계획 전 초기 Load 값
Description - In1	사용자 입력 - Line In1의 설명
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명
Description - Out2	사용자 입력 - Line Out2의 설명

[0112] 각 array valued parameter 는 표 11과 같다.

표 11

Parameter	Description
Load_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 Load 값
Load_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 Load 값
EP_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 전력 생산량
EP_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 전력 생산량

[0114] 4.7 Back Pressure Steam Turbine

[0115] Back Pressure Steam Turbine을 Double-Click할 경우 도 19와 같은 화면이 나타난다. (Back Pressure Steam Turbine (Generator)도 동일한 화면으로 구성 되어있다.) 각 single valued parameter 의 속성은 표 12와 같다.

표 12

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
U_Init	계획 전 설비의 가동 상태
MUT	Minimum Up Time : 다음 정지 전까지 최소 가동 시간
MDT	Minimum Down Time : 다음 가동 전까지 최소 정지 시간
SC	Start-up Cost : 설비를 가동하는데 소요되는 비용
Efficiency	설비의 효율
TO	계획 전 설비가 가동 된 시간 (Hour) U_Init이 정지상태일 경우 0
TD	계획 전 설비가 정지 된 시간 (Hour) U_Init이 가동중일 경우 0
Load Op Min	설비를 운전하기 위한 최소 열량 [Gcal/Hr]
H_In1	Input Steam의 Enthalpy [KJ/Kg]
H_Out1	Output Steam의 Enthalpy [KJ/Kg]
Max Delta Load	시간당 Load의 최대 변화폭
Load Init	계획 전 초기 Load 값
Description - In1	사용자 입력 - Line In1의 설명
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명

[0117] 각 array valued parameter 는 표 13과 같다.

표 13

Parameter	Description
Load_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 Load 값
Load_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 Load 값
EP_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 전력 생산량
EP_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 전력 생산량

[0119] 4.8 Kepco (한국전력공사)

[0120] Kepco(한국전력공사)를 통한 수열에 해당하는 설비는 도 20과 같다.

[0121] 각 single valued parameter 의 속성은 표 14와 같다.

표 14

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
U_Init	계획 전 설비의 가동 상태
MUT	Minimum Up Time : 다음 정지 전까지 최소 가동 시간
MDT	Minimum Down Time : 다음 가동 전까지 최소 정지 시간
SC	Start-up Cost : 설비를 가동하는데 소요되는 비용
TO	계획 전 설비가 가동 된 시간 (Hour) U_Init이 정지상태일 경우 0
TD	계획 전 설비가 정지 된 시간 (Hour) U_Init이 가동중일 경우 0
Q_MaxDelta	시간당 열량의 최대 변화폭
Q_Init	계획 전 초기 수열량
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명

[0123] 각 array valued parameter 는 표 15와 같다.

표 15

Parameter	Description
Q_Out_Min	각 시간(Hour or Day) 별 최소 수열량
Q_Out_Max	각 시간(Hour or Day) 별 최대 수열량
Production_Cost	각 시간(Hour or Day) 별 수열 단가 [Kwon / Gcal]

[0125] 4.9 Accumulator

[0126] Accumulator의 화면은 도 21과 같다.

[0127] 각 single valued parameter 의 속성은 표 16과 같으며 Accumulator의 경우 Single Value만으로 구성되어 있다.

표 16

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
Q_Init	계획전 축열조의 보유 열량
Q_MaxDelta	시간당 열량의 최대 변화폭
Q_LowLimit	축열조의 최소 열 보유량
Q_HightLimit	축열조의 최대 열 보유량
Q Input Min	축열 시 최소 열 유입량
Q Input Max	축열 시 최대 열 유입량
Q Output Min	방열 시 최소 열 유출량
Q Output Max	방열 시 최대 열 유출량
DDL	하루 별 축열조 열 보유량의 최대 변화량 24 시간 후 축열조의 열 보유량 : Q_Init □ DDL

[0129] 4.10 Incinerator

[0130] Incinerator(소각로)의 입력화면은 도 22와 같다.

[0131] 각 single valued parameter 의 속성은 표 17과 같다.

표 17

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
Production Cost	소각로의 열 단가 [Kwon/Gcal]
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명

[0133] 각 array valued parameter 는 표 18과 같다.

표 18

Parameter	Description
Q	각 시간(Hour or Day) 별 열 생산량

[0135] 4.11 Area Heat Requirement

[0136] 지역열요구량(Area Heat Requirement)은 도 23과 같다.

[0137] 각 single valued parameter 의 속성은 표 19와 같다.

표 19

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
DOF	열 요구량에서 허용 할 수 있는 최대 초과 열량 Q_Demand + DOF
Description - In1	사용자 입력 - Line In1의 설명

[0139] 각 array valued parameter 는 표 20과 같다.

표 20

Parameter	Description
Q_Demand	각 시간(Hour or Day) 별 열 요구량

[0141] 4.12 Branch

[0142] 지국(Branch)은 도 24와 같다.

[0143] 각 single valued parameter 의 속성은 표 21과 같다.

표 21

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
Description - In1	사용자 입력 - Line In1의 설명
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명
Description - Out2	사용자 입력 - Line Out2의 설명

[0145] 각 array valued parameter 는 표 22와 같다.

표 22

Parameter	Description
Q_Out1_Min	각 시간(Hour or Day) 별 Out1의 최소 유출 열량
Q_Out1_Max	각 시간(Hour or Day) 별 Out1의 최대 유출 열량
Q_Out2_Min	각 시간(Hour or Day) 별 Out2의 최소 유출 열량

Q Out2_Max	각 시간(Hour or Day) 별 Out2의 최대 유출 열량
------------	------------------------------------

[0147] 4.13 Summation

[0148] 합연산(Summation)은 2개의 Line을 1개의 Line으로 합하는 설비이다. 따라서 $In1 + In2 = Out1$ 이 된다. 해당 설비를 Double-Click 하게 되면 도 25와 같은 화면이 나타난다. 각 single valued parameter 의 속성은 표 23 과 같다.

표 23

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
Description - In1	사용자 입력 - Line In1의 설명
Description - In2	사용자 입력 - Line In2의 설명
Description - Out1	사용자 입력 - Line Out1의 설명

[0150] 4.14 Out

[0151] Out 설비는 열량이 더 이상 사용되지 않고 빠져 나가는 것을 나타내는 설비이다.

[0152] 해당 아이콘을 Double-Click 하게 되면 도 26과 같은 화면이 나타난다.

[0153] 각 single valued parameter 의 속성은 표 24와 같다.

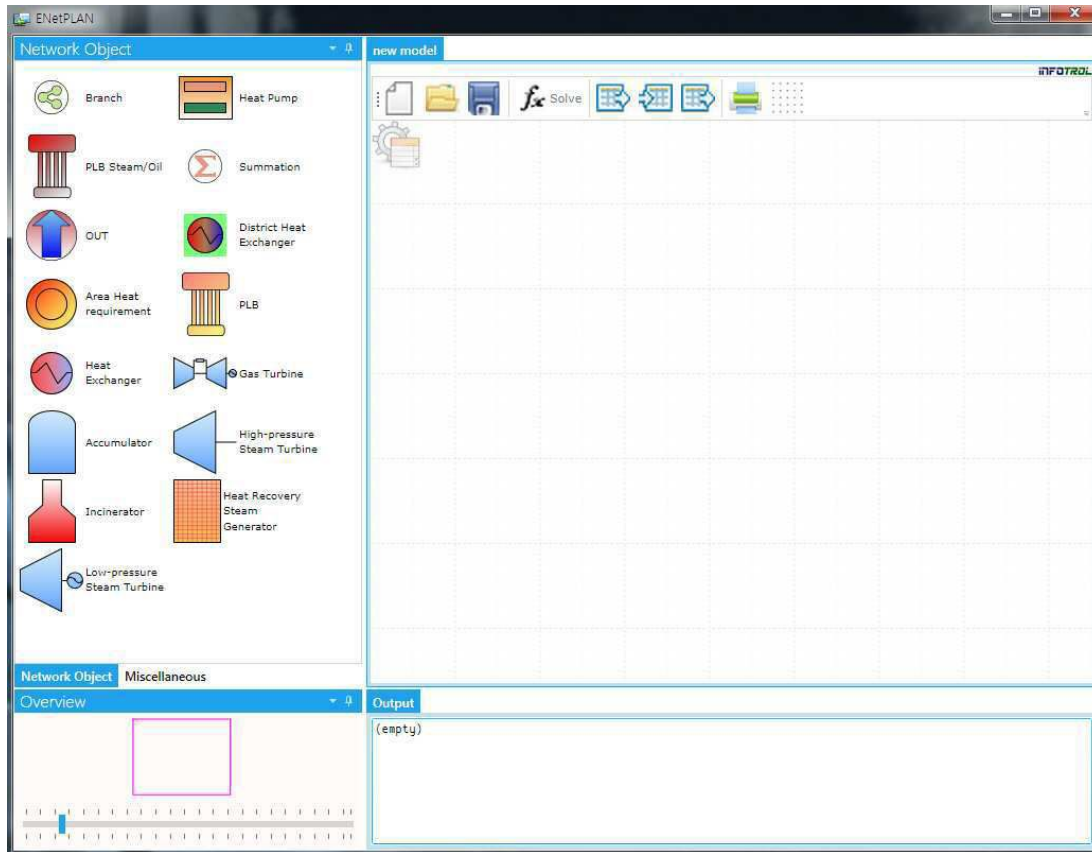
표 24

Parameter	Description
Name	사용자 입력 - 설비의 이름
Description - In1	사용자 입력 - Line In1의 설명

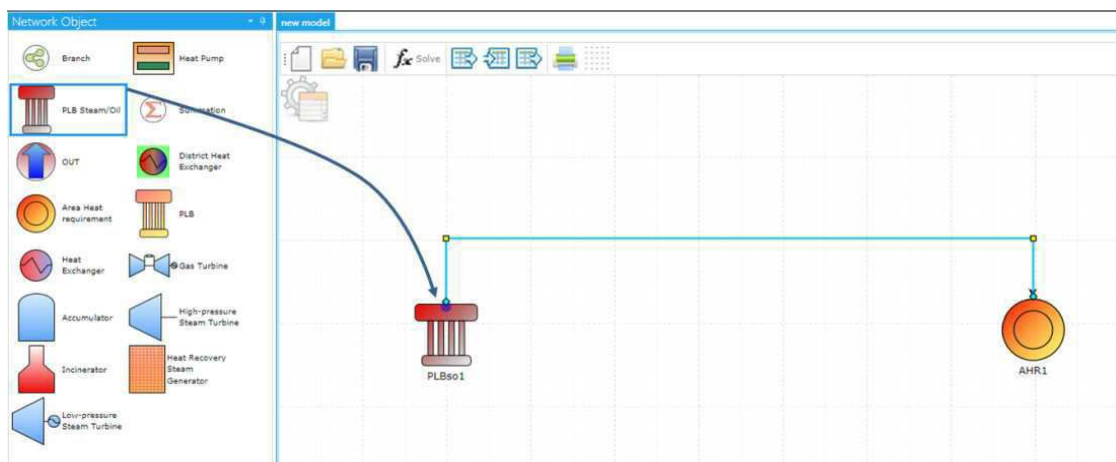
[0155] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 청구 범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

도면

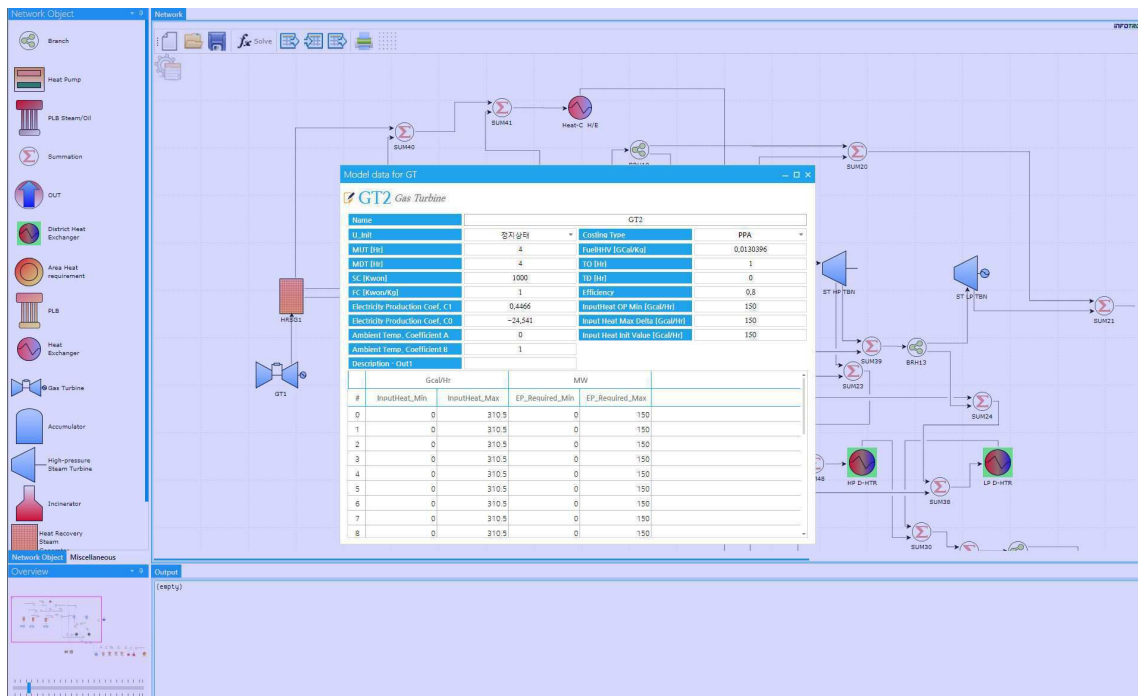
도면1



도면2



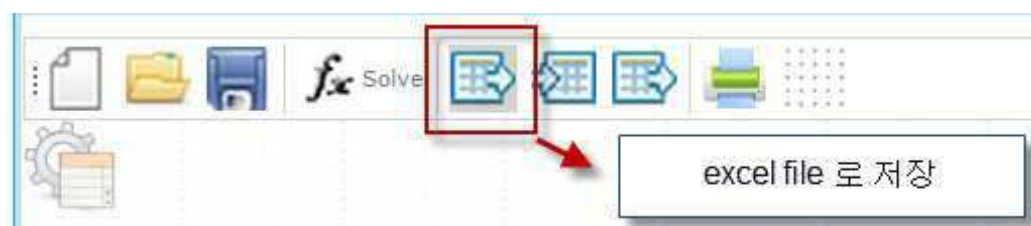
도면3



도면4



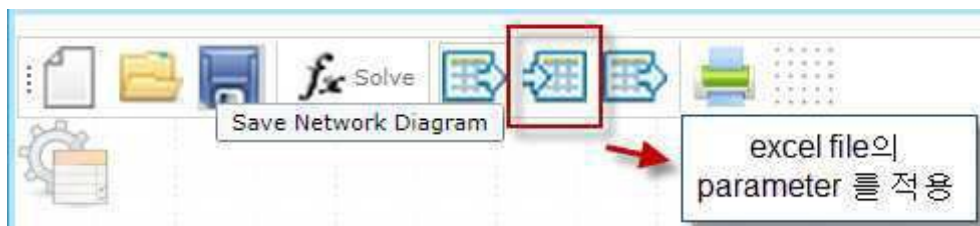
도면5



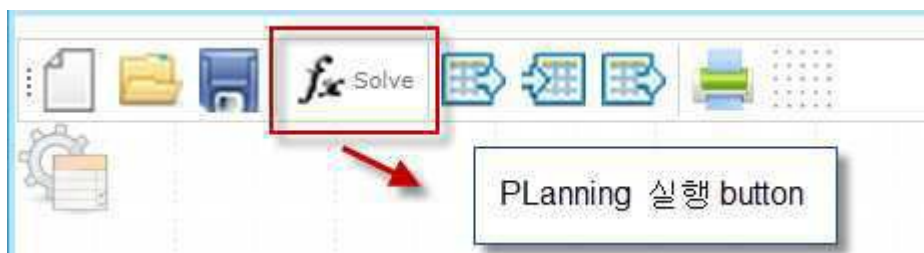
도면6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD				
1	Energy Network Planning Configuration																																	
2	Date	2013-04-11 15:35																																
3	Author	Infodan																																
4	Version	1.0.0																																
5	UnitSet	None																																
6																																		
7	Equipment ID	Item	Description	Value	Unit	Hour 0																												
8	Global	Network	TimeStep	24	hr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23					
9			PrdSpan	0	hr																													
10			CostType	PPA																														
11			ESS	2	MWh/KWh																													
12			COST_A	73	Kwon/Sec																													
13			COST_B	112	Kwon/Sec																													
14			COST_C	0	Kwon/Sec																													
15			MinPrice	85	Kwon/KWh																													
16			SP	100	KWh/KWh	144.40	150	150	150	150	80	80	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150					
17			Temperature	25		15	15	16	21.5	23	15	15	15	24	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15					
18			PRMote	%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
19	ACC	ACC1	ModuleName	Accumulator	1000																													
20			Q_Max	50																														
21			Q_MinDelta	50																														
22			Q_Max	500																														
23			Q_Out_Max	500																														
24			Q_Min	0																														
25			Q_Min	0																														
26			Q_Out_Min	0																														
27			Q_Init	0																														
28			DDL	0																														
29			Desc_In1	Heat accumulation to ACC																														
30			Desc_Out1	Heat release from ACC																														
31	AMR	AMR1	ModuleName	Heat Demand	1000																													
32			DDL	0																														
33			Desc_In1	Area Heat Requirement																														
34			DDL	0		60	55	50	50	50	50	50	55	65	70	80	80	75	65	60	50	55	60	65	70	80	90	95	90	80				
35	BRH	BRH1	ModuleName	BRH1	1000																													
36			Desc_In1																															
37			Desc_Out1																															
38			Desc_Out2																															
39			Q_Out1_Min																															
40			Q_Out1_Max																															
41			Q_Out2_Min																															
42			Q_Out2_Max																															
43	BRH	BRH3	ModuleName	BRH3	1000																													
44			Desc_In1																															
45			Desc_Out1																															
46			Desc_Out2																															
47			Q_Out1_Min																															
48			Q_Out1_Max																															
49			Q_Out2_Min																															
50			Q_Out2_Max																															
51	BRH	BRH11	ModuleName	BRH11	1000																													
52			Desc_In1																															
53			Desc_Out1																															
54			Desc_Out2																															
55			Q_Out1_Min																															
56			Q_Out1_Max																															
57			Q_Out2_Min																															
58			Q_Out2_Max																															
59	BRH	BRH12	ModuleName	BRH12	1000																													
60			Desc_In1																															
61			Desc_Out1																															
62			Desc_Out2																															
63			Q_Out1_Min																															
64			Q_Out1_Max																															
65			Q_Out2_Min																															
66			Q_Out2_Max																															
67	BRH	BRH13	ModuleName	BRH13	1000																													
68			Desc_In1	Steam from HP ST																														
69			Desc_Out1	Steam to LP ST																														
70			Desc_Out2	Steam to DHD																														
71			Q_Out1_Min																															
72			Q_Out1_Max																															
73			Q_Out2_Min																															
74			Q_Out2_Max																															
75	BRH	BRH14	ModuleName	BRH14	1000																													
76			Desc_In1																															
77			Desc_Out1																															
78			Desc_Out2																															
79			Q_Out1_Min																															
80			Q_Out1_Max																															
81			Q_Out2_Min																															
82			Q_Out2_Max																															

도면7



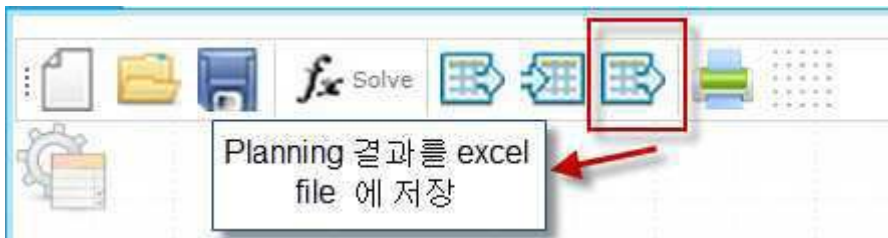
도면8



도면9

The screenshot shows a software interface with a network diagram on the left and a data table on the right. The table is titled 'Network Output' and contains columns for component names, flow types (Q_In1, Q_Out1, V_In, V_Out), units (Gcal/Hr, Kwon/Hr), and numerical values. The table is organized into sections for different components like ACC1, AHR1, BRH1, etc.

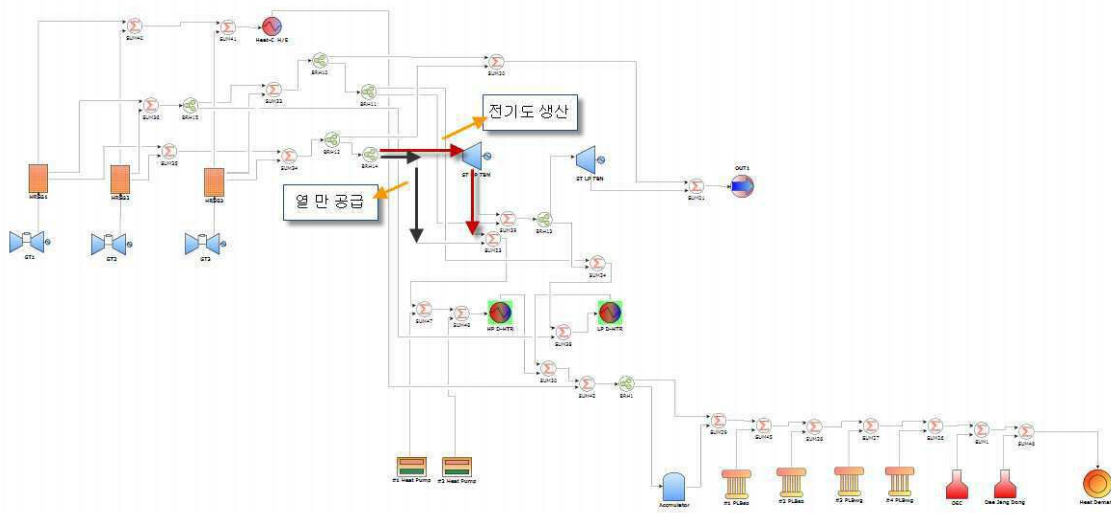
도면10



도면11

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns labeled A through Y and rows containing numerical data and component names. The data is organized into sections for different components like ACC1, AHR1, BRH1, etc. The spreadsheet is used for detailed data analysis and reporting.

도면12



도면13

Model data for Network

Network Network Context

PreSpan	0	Creation	2000-01-01 00:00:00
TimeSpan	24	Author	Weon Ho Kim
RunUnit	Hour	Version	1.1.0
Costing Type	PPA	Min. Price [won/KWh]	85
PPA Based EP Price [won/KWh]	2	Cost - Heat A [Kwon/Gcal]	73
		Cost - Heat B [Kwon/Gcal]	112
		Cost - Heat C [Kwon/Gcal]	0

Description Global Section

#	won/KWh	℃	PPA Mode (0, 1, 2)
#	SMP	Ambient Temperature	PPA Mode
0	144.49	15	0
1	150	15	0
2	150	16	0
3	150	21.5	0
4	150	23	0
5	80	15	0
6	80	15	0
7	150	15	0
8	150	24	0
9	150	15	0

Array (시간 혹은 일자별)

도면14

Model data for GT

GT1 Gas Turbine

Name	GT1		
U_Init	정지상태	Costing Type	PPA
MUT [Hr]	4	FuelHHV [GCal/Kg]	0.0130396
MDT [Hr]	4	TO [Hr]	0
SC [Kwon]	1000	TD [Hr]	0
FC [Kwon/Kg]	1	Efficiency	0.8
Electricity Production Coef. C1	0.4466	InputHeat OP Min [Gcal/Hr]	150
Electricity Production Coef. C0	-24.541	Input Heat Max Delta [Gcal/Hr]	150
Ambient Temp. Coefficient A	0	Input Heat Init Value [Gcal/Hr]	150
Ambient Temp. Coefficient B	1.02		
Description - Out1			

#	Gcal/Hr		MW	
	InputHeat_Min	InputHeat_Max	EP_Required_Min	EP_Required_Max
0	0	310.5	0	150
1	0	310.5	0	150
2	0	310.5	0	150
3	0	310.5	0	150
4	0	310.5	0	150
5	0	310.5	0	150
6	0	310.5	0	150
7	0	310.5	0	150
8	0	310.5	0	150

도면15

Model data for HRSG

HRSG1 Heat Recovery Steam Generator

Name	HRSG1		
A1	0.4	B1	0.4
A0	0	B0	0
Costing Type	SMP		
Description - In1		Description - Out1	
Description - Out2		Description - Out3	

도면16

Model data for HPM

HPM1 Heat Pump

Name	HPM1		
U_Init	정지상태		
MUT [Hr]	1	TO [Hr]	0
MDT [Hr]	2	TD [Hr]	1
SC [Kwon]	100	Q_MaxDelta [Gcal/Hr]	5
COP	3	Q_Init [Gcal/Hr]	0
Description - Out1			

#	Gcal/Hr		MW		Kwon/Gcal
	Q_Out_Min	Q_Out_Max	EP_In_Min	EP_In_Max	Production_Cost
0	0	1000000	0	1000000	0
1	0	1000000	0	1000000	0
2	0	1000000	0	1000000	0
3	0	1000000	0	1000000	0
4	0	1000000	0	1000000	0
5	0	1000000	0	1000000	0
6	0	1000000	0	1000000	0
7	0	1000000	0	1000000	0
8	0	1000000	0	1000000	0
9	0	1000000	0	1000000	0
10	0	1000000	0	1000000	0

도면17

Model data for PLB

PLB37 Peak Load Boiler

Name	PLB37		
U_Init	정지상태	Costing Type	Heat based
MUT [Hr]	0	TO [Hr]	0
MDT [Hr]	0	TD [Hr]	0
SC [Kwon]	0	FuelHHV [Gcal/Kg]	0
FC [Kwon/Kg]	0	Production Cost [Kwon/Gcal]	0
A	0	Q_MaxLoad [Gcal/Hr]	0
B	0	Load Op Min [Gcal/Hr]	0
Load Init [Gcal/Hr]	0	Max Delta Load [Gcal/Hr]	0
Description - Out1			

#	Gcal/Hr	
	Q_Out_Min	Q_Out_Max
0	10	1000000
1	10	1000000
2	10	1000000
3	10	1000000
4	10	1000000
5	10	1000000
6	10	1000000
7	10	1000000

도면18

Model data for STEM

STEM1 *Extraction-Condensing Steam Turbine*

Name	STEM1		
U_Init	정지상태	Efficiency	0.9
MUT [Hr]	1	TO [Hr]	0
MDT [Hr]	2	TD [Hr]	1
SC [Kwon]	100	Load Op Min [Gcal/Hr]	1
H_In1 [KJ/Kg]	100	H_Stage1_Out [KJ/Kg]	70
H_Stage2_In [KJ/Kg]	70	H_Stage2_Out [KJ/Kg]	50
Max Delta Load [Gcal/Hr]	50	Load Init [Gcal/Hr]	0
Description - In1			
Description - Out1	Description - Out2		

#	Gcal/Hr		MW	
	Load_Min	Load_Max	EP_Min	EP_Max
0	0	1000000	0	1000000
1	0	1000000	0	1000000
2	0	1000000	0	1000000
3	0	1000000	0	1000000
4	0	1000000	0	1000000
5	0	1000000	0	1000000
6	0	1000000	0	1000000
7	0	1000000	0	1000000
8	0	1000000	0	1000000
9	0	1000000	0	1000000

도면19

Model data for STBM

STBM1 Back Pressure Steam Turbine

Name	STBM1		
U_Init	정지상태	Efficiency	0.9
MUT [Hr]	1	TO [Hr]	0
MDT [Hr]	2	TD [Hr]	1
SC [Kwon]	100	Load Op Min [Gcal/Hr]	1
H_In1 [KJ/Kg]	50	H_Out1 [KJ/Kg]	10
Max Delta Load [Gcal/Hr]	50	Load Init [Gcal/Hr]	0
Description - In1		Description - Out1	

#	Gcal/Hr		MW	
	Load_Min	Load_Max	EP_Min	EP_Max
0	0	1000000	0	10000000000
1	0	1000000	0	10000000000
2	0	1000000	0	10000000000
3	0	1000000	0	10000000000
4	0	1000000	0	10000000000
5	0	1000000	0	10000000000
6	0	1000000	0	10000000000
7	0	1000000	0	10000000000
8	0	1000000	0	10000000000
9	0	1000000	0	10000000000
10	0	1000000	0	10000000000
11	0	1000000	0	10000000000

도면20

Model data for KEP

KEP4 *KEPCO*

Name: KEP4

U_Init: 정지상태

MUT [Hr]: 1 TO [Hr]: 0

MDT [Hr]: 2 TD [Hr]: 1

SC [Kwon]: 0 Q_MaxDelta [Gcal/Hr]: 50

Q_Init [Gcal/Hr]: 0

Description - Out1

#	Gcal/Hr		Kwon/Gcal
	Q_Out_Min	Q_Out_Max	Production_Cost
0	0	1000000	0
1	0	1000000	0
2	0	1000000	0
3	0	1000000	0
4	0	1000000	0
5	0	1000000	0
6	0	1000000	0
7	0	1000000	0
8	0	1000000	0
9	0	1000000	0
10	0	1000000	0

도면21

Model data for ACC

ACC9 *Accumulator*

Name: ACC9

Q_Init [Gcal/Hr]: 10 Q_MaxDelta [Gcal/Hr]: 10

Q_LowLimit [Gcal/Hr]: 0 Q_HighLimit [Gcal/Hr]: 100

Q Input Min [Gcal/Hr]: 0 Q_Output Min [Gcal/Hr]: 0

Q Input Max [Gcal/Hr]: 1000000 Q_Output Max [Gcal/Hr]: 1000000

DDL [Gcal]: 100

Description - In1 Description - Out1

도면22

Model data for INC

INC7 Incinerator

Name	INC7	
Production Cost [Kwon/Gcal]	10	
Description - Out1		

	Gcal/Hr	
#	Q	
0	2	
1	2	
2	2	
3	2	
4	2	
5	2	
6	2	

도면23

Model data for AHR

AHR12 Area Heat Requirement

Name	AHR12	
DOF [Gcal/Hr]	1000	
Description - In1		

	Gcal/Hr	
#	Q_Demand	
0	0	
1	0	
2	0	
3	20000	
4	12000	
5	20000	
6	25000	

도면24

Model data for BRH

BRH28 Branch

Name	BRH28				
Description - In1					
Description - Out1			Description - Out2		
#	Q_Out1_Min	Q_Out1_Max	Q_Out2_Min	Q_Out2_Max	
0	0	100000000	0	100000000	
1	0	100000000	0	100000000	
2	0	100000000	0	100000000	
3	0	100000000	0	100000000	
4	0	100000000	0	100000000	
5	0	100000000	0	100000000	
6	0	100000000	0	100000000	
7	0	100000000	0	100000000	
8	0	100000000	0	100000000	
9	0	100000000	0	100000000	
10	0	100000000	0	100000000	
11	0	100000000	0	100000000	
12	0	100000000	0	100000000	
13	0	100000000	0	100000000	
14	0	100000000	0	100000000	
15	0	100000000	0	100000000	

도면25

Model data for SUM

SUM1 Summation

Name	SUM1
Description - In1	
Description - In2	
Description - Out1	

도면26

The image shows a software window titled "Model data for OUT". Inside the window, there is a header area with a pencil icon and the text "OUT1 Out". Below this is a table with two rows. The first row has a blue header "Name" and a text input field containing "OUT1". The second row has a blue header "Description - In1" and an empty text input field.

Name	OUT1
Description - In1	