



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2014-0051179  
 (43) 공개일자 2014년04월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*F01K 13/02* (2006.01) *F01D 15/10* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7034122
- (22) 출원일자(국제) 2012년05월25일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2013년12월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/059898
- (87) 국제공개번호 WO 2012/160206  
 국제공개일자 2012년11월29일
- (30) 우선권주장  
 1154589 2011년05월26일 프랑스(FR)

- (71) 출원인  
**엘렉트리씨트 드 프랑스**  
 프랑스 파리 에프-75008 22-30 아베뉴 드 베그람
- (72) 발명자  
**뒤포쓰, 이브**  
 프랑스, 에프-75019 파리, 튀 망니 131
- (74) 대리인  
**한인열**

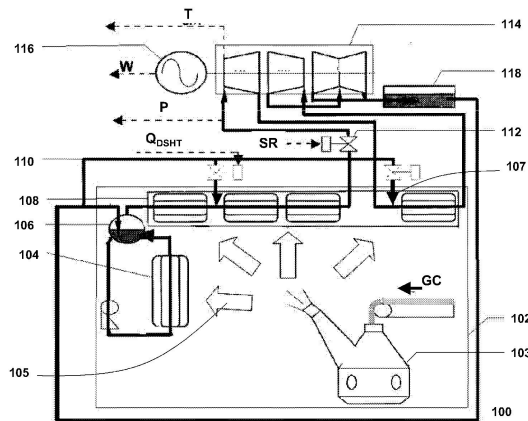
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **화석연료 발전소의 다변량 조절을 위한 제어시스템**

**(57) 요약**

작동 유체가 회로 일부에서 증기 상태가 되도록 작동 유체 회로에 열원으로 작용하는 연료 공급 (GC)을 제공하는 보일러 (103) 및 부속장치를 포함하는 어셈블리 (102), 증기 압력 (P) 및 온도 (T)의 상기 증기가 공급되고, 전력 (W)을 생산하는 발전기와 기계적으로 연결되고, 증기 공급은 상류의 조절밸브 개방 (SR)으로 결정되는 터빈 (114)을 포함하는, 화석연료 발전소의 다변량 조절을 위한 제어시스템에 있어서, 제어시스템은 - 증기 압력 (P) 조절 루프, - 전력 조절 루프를 포함하고, 적어도 하나의 조절 루프는, 발전소의 내부 모델에 기초하고, 내부 모델 매개변수에서순수 지연 (pure delay)  $\tau$ 을 고려하여, 각각의 조절 루프에 대하여 루프 변수는 다른 루프에서 교란 영향으로 작용하는 제어시스템.

**대표도**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

작동 유체가 회로 일부에서 증기 상태가 되도록 작동 유체 회로에 열원으로 작용하는 연료 공급 (GC)을 제공하는 보일러 (103) 및 부속장치를 포함하는 어셈블리 (102), 증기 압력 (P) 및 온도 (T)의 상기 증기가 공급되고, 전력 (W)을 생산하는 발전기 (116)와 기계적으로 연결되고, 증기 공급은 상류의 조절밸브 개방 (SR)으로 결정되는 터빈 (114)을 포함하는, 연료로부터 전기를 생산하는 화석연료 발전소의 다변량 조절을 위한 제어시스템에 있어서, 제어시스템은:

- 제어 변수 및 지시 ( $P_{REF}$ )를 가지는 증기 압력 (P) 조절 루프 (200, 300),
- 제어 변수 및 지시 ( $W_{REF}$ )를 가지는 전력 (W) 조절 루프 (400)를 포함하고,

적어도 하나의 조절 루프 (200, 300, 400)는, 발전소의 내부 모델의 매개변수들 중 하나의 순수 지연 (pure delay)  $\tau$ 을 고려하여, 제어되는 물리적 프로세스로 구성되고 정의되는 내부 모델 명령 유형에 기반하고,

각각의 조절 루프 (200, 300, 400)에 대하여 루프 변수는 다른 루프에서 교란 영향 (disturbing influence)으로 간주되는 것을 특징으로 하는, 제어시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 증기 압력 (P) 조절 루프 (200, 300)는 교란 영향으로서 전력 (W)조절 루프의 변수가 고려되도록 교란 영향의 기각 연쇄 (202, 302)를 포함하는, 제어시스템.

### 청구항 3

선행항들 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 증기 압력 (P) 조절 루프에서 교란 영향으로 고려되는 전력 (W) 조절 루프 (400)의 변수는 터빈 (114) 상류 조절밸브 개방 (SR)인, 제어시스템.

### 청구항 4

선행항들 중 어느 하나의 항에 있어서, 증기 압력 (P) 조절 루프 (200, 300)는 연료 공급 (GC) 및 연료 공급 (GC)의 증기 압력 (P)에서 기여 (P1) 간의 전달 함수 ( $H_{GC-P1}$ ) 모델화 연쇄 (206, 306)를 포함하고, 상기 모델화 연쇄 (206, 306)는 상기 증기 압력 (P) 조절 루프 (200, 300)에서 교란 영향으로서 전력 (W) 조절 루프 (400)의 변수를 고려하지 않는, 제어시스템.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 순수 지연  $\tau$ 은 증기 압력 (P) 조절 루프 (200, 300)에서 연료 공급 (GC) 및 연료 공급 (GC)의 증기 압력 (P)에서 기여 (P1) 간의 전달 함수 ( $H_{GC-P1}$ ) 모델화 연쇄 (206, 306)에서 고려되는, 제어시스템.

### 청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서, 연료 공급 (GC) 및 연료 공급 (GC)의 증기 압력 (P)에서 기여 (P1) 간의 전달 함수 ( $H_{GC-P1}$ ) 모델화 연쇄 (206)는  $G_1(s) \cdot e^{-\tau s}$  형태이고, 여기에서  $G_1(s)$ 은 1차 안정화 함수인, 제어시스템.

### 청구항 7

선행항들 중 어느 하나의 항에 있어서, 증기 압력 (P) 조절 루프 (200)는 지시 증기 압력 ( $P_{REF}$ )으로부터 무-교란 영향 제어 변수를 결정하기 위하여 무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄 (204)를 포함하는, 제어시스템.

### 청구항 8

제2항 내지 제7항 조합에 있어서, 증기 압력 (P) 조절 루프 (200)의 제어 변수는 무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄 (204) 출력에서 교란 영향의 기각 연쇄 (202) 출력이 감산되어 획득되는 연료 공급 (GC)인,

제어시스템.

**청구항 9**

선행항들 중 어느 하나의 항에 있어서, 시스템은 무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄 (204), 교란 영향의 기각 연쇄 (202) 및 연료 공급 (GC) 및 연료 공급 (GC)의 증기 압력 (P)에서 기여 (P1) 간 전달 함수 ( $H_{GC-P1}$ ) 모델화 연쇄 (206)로 구성되고, 모델화 연쇄 (206)는  $G_1(s) \cdot e^{-\tau s}$  형태이고, 여기에서  $G_1(s)$ 은 1차 안정화 함수이고:

무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄 (204)는 지시 증기 압력 ( $P_{REF}$ )이 입력이고,  $G_1^{-1}(s) \cdot F_1(s)$  유형인 전달 함수로 이루어지고, 이때  $F_1(s)$ 는  $G_1(s)$  차수 이상의 필터이고,

교란 영향의 기각 연쇄 (202)는 전달 함수  $G_1^{-1}(s) \cdot F_2(s)$ 로 이루어지고, 이때  $F_2(s)$ 는  $G_1(s)$  차수 이상의 필터인, 제어시스템.

**청구항 10**

제5항에 있어서, 증기 압력 (P) 조절 루프 (300)는, 연료 공급 (GC) 결정에서, 연료 공급 (GC) 및 연료 공급 (GC)의 증기 압력 (P)에서 기여 (P1) 간 전달 함수의 순수 지연  $\tau$ 에 독립적인 상기 모델화 연쇄 (306) 일부를 고려하기 위하여 무-지연 복귀 루프 (316)를 포함하는, 제어시스템.

**청구항 11**

선행항들 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 전력 (W) 조절 루프 (400)에서 교란 영향으로 고려되는 압력 (P) 조절 루프 (200, 300)의 변수는 증기 압력 (P)인, 제어시스템.

**청구항 12**

선행항들 중 어느 하나의 항에 있어서, 전력 (W) 조절 루프 (400)는 비례 적분 조절기 (402) 및 교란 영향으로서 증기 압력 (P) 조절 루프 (200)의 변수를 고려하기 위하여 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 (404)를 포함하는, 제어시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 터빈 (114) 상류 조절밸브 개방 (SR)은 비례 적분 조절기 (402) 출력에서 전력 (W) 조절 루프 (400)의 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 (404) 출력을 감산하여 획득되는, 제어시스템.

**청구항 14**

선행항들 중 어느 하나의 항에 있어서, 내부 모델 명령 유형에 기반한 조절 루프 (200, 300)의 매개변수들은 적응형 조절 방법에 의해 온라인 추정되고, 상기 적응형 조절은 제어시스템의 변수들(GC, SR, P)이 입력되는, 제어시스템.

**청구항 15**

작동 유체가 회로 일부에서 증기 상태가 되도록 작동 유체 회로에 열원으로 작용하는 연료 공급 (GC)을 제공하는 보일러 (103) 및 부속장치를 포함하는 어셈블리 (102), 증기 압력 (P) 및 온도 (T)의 상기 증기가 공급되고, 전력 (W)을 생산하는 발전기 (116)와 기계적으로 연결되고, 증기 공급은 상류의 조절밸브 개방 (SR)으로 결정되는 터빈 (114)을 포함하고, 선행항들 중 어느 하나의 항에 의한 제어시스템을 포함하는, 화석연료 발전소.

**청구항 16**

제15항의 화석연료 발전소의 제어방법에 있어서,

- 증기 압력 (P)은 증기 압력 (P) 조절 루프 (200, 300)에 의해 조절되고,
- 전력은 전력 (W) 조절 루프 (400)에 의해 조절되고,

적어도 하나의 조절 루프 (200, 300, 400)는, 발전소의 내부 모델의 매개변수들 중 하나의 순수 지연 (pure delay)  $\tau$ 을 고려한 내부 모델 명령 유형에 기반하고, 각각의 조절 루프 (200, 300, 400)에 대하여 루프 변수는 다른 루프에서 교란 영향 (disturbing influence)으로 간주되는 것을 특징으로 하는, 제어방법.

## 명세서

### 기술분야

- [0001] 본 발명은 연료에서 전기를 생산하는 화석연료 발전소의 제어시스템에 관한 것이다.
- [0002] 본 발명은 더욱 상세하게는 이러한 발전소의 전력을 감시하고 일정한 기준의 과열 증기 상태를 평가하기 위한 제어장치, 이러한 시스템으로 구성되는 발전소, 및 이러한 제어시스템 실행에 따른 발전소 제어방법에 관한 것이다.
- [0003] 본 발명은 예를들면 석탄-연소 발전소에 적용될 수 있다.

### 배경기술

- [0004] 화석연료 발전소 제어는 물리적 시스템의 여러 변수들을 고려하여야 한다.
- [0005] 도 1에 개략적으로 도시된 발전소는, 연료에 의해 공급되는 열원으로부터 전기를 생산한다. 발열은 연료 공급 GC으로 인한 열원, 보일러 (103)에 의해 조정된다. 열은 회로 순환 작동 유체로 전달되고, 액체 상태에서 기계 상태로 전환되어, 이러한 작동 유체는 회로 일부에서 증기 상태이다. 개방 SR에 의해 정의되는 조절밸브 상태는 터빈 (114)으로의 공급을 조절한다. 입구에서, 증기 상태는 소정 압력 P 및 소정 온도 T로 정의된다. 증기는 발전기 (116)에 기계적으로 연결된 터빈 (114)을 돌리고, 이에 따라 전력 W이 생산된다.
- [0006] 도 1의 발전소는 더욱 상세하게 하기된다.
- [0007] 이러한 발전소에 대한 명령을 구현하는 가장 전통적인 방법은 다르게 조정되는 PI (비례 적분) 유형의 단변량 조절기들로 이루어진다. 조절기 PI는 폐쇄-루프 조절기로 지시값 및 측정값 간 오차를 조절할 수 있다. 조절기 PI는 오차에 대하여 비례 및 적분의 이중 작용을 실행하여 - 즉 오차를 고정 인자, 이득으로 곱하고, - 소정 시간 구간에 걸쳐 오차를 적분하고 적분값들을 다른 고정 인자로 나눈다. 이러한 방식으로 시스템의 각각의 가변 조절기는 입력 및 출력을 가진다.
- [0008] 관심있는 시스템은 다변량 특성을 가지고 - 즉, 적어도 하나의 입력은 여러 출력들에 영향을 미친다. 이러한 단변량 조절기들을 가지는 다변량 시스템은 시간에 따라 안정성이 크게 영향을 받는다. 이러한 다변량 특성으로 인하여 매개변수화가 어렵다. 또한, 화력발전소 성능은 고부하 및 저부하 사이에서 가변된다. 따라서 단변량 조절기들에 의해서는 허용되지 않는 유연적응성(robustness) 판단기준에 따라 조절되어야 한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0009]  $H_{\infty}$  유형의 다변량 조절기들을 적용하는 것도 가능하다. 이러한 방법으로 선형시스템에 대한 수학적 표준에 따라 최적 명령들 설계가 가능하다. 그러나, 이러한 시스템으로 제어되는 화석연료 발전소 성능은 아주 만족스럽지 못하다.
- [0010] 본 분야에서의 다른 방법은 예측 명령을 구현하는 것이다. 이러한 제어 방법은 2차 비용 함수 최소에 대한 실시간 계산이 요구된다. 계산 및 메모리에 대한 요구 용량은 때로는 현존 설비들에서 적당하지 않다. 또한, 이러한 방법은 많은 수단들이 수행될 필요가 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 목적은 따라서 이러한 단점들을 해소하는 발전소 제어시스템을 제공하는 것이다.
- [0012] 본 발명의 목적은 따라서 더욱 상세하게는 유연적응성, 안정성 및 신속성을 가지는 양호한 발전소 역학을 조절할 수 있는 발전소 제어시스템을 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적은 현존 화석연료 발전소에 용이하게 적용되는 제어시스템을 제공한 것이다.

- [0014] 본 발명은 이러한 목적을 달성한다.
- [0015] 이러한 목적을 위하여, 제1 양태는 작동 유체가 회로 일부에서 증기 상태가 되도록 작동 유체 회로에 열원으로 작용하는 연료 공급을 제공하는 보일러 및 부속장치를 포함하는 어셈블리, 증기 압력 및 온도의 상기 증기가 공급되고, 전력을 생산하는 발전기와 기계적으로 연결되고, 증기 공급은 상류의 조절밸브 개방으로 결정되는 터빈을 포함하는, 연료로부터 전기를 생산하는 화석연료 발전소의 다변량 조절을 위한 제어시스템에 있어서, 제어시스템은:
  - [0016] - 제어 변수 및 지시를 가지는 증기 압력 조절 루프,
  - [0017] - 제어 변수 및 지시를 가지는 전력 조절 루프를 포함하고,
- [0018] 적어도 하나의 조절 루프는, 발전소의 내부 모델의 매개변수들 중 하나의 순수 지연 (pure delay)  $\tau$ 을 고려한 내부 모델 명령 유형에 기반하고, 각각의 조절 루프에 대하여 루프 변수는 다른 루프에서 교란 영향으로 간주되는 것을 특징으로 하는, 제어시스템에 관한 것이다.
- [0019] 제1양태에 의한 본 발명은, 단독 또는 조합적으로 다음 특징들을 가진다:
  - [0020] 증기 압력 조절 루프는 교란 영향으로서 전력 조절 루프의 변수가 고려되도록 교란 영향의 기각 연쇄를 포함하고;
  - [0021] 증기 압력 조절 루프에서 교란 영향으로 고려되는 전력 조절 루프의 변수는 터빈 상류 조절밸브 개방이고;
  - [0022] 증기 압력 조절 루프는 연료 공급 및 연료 공급의 증기 압력에서 기여 간의 전달 함수 모델화 연쇄를 포함하고, 상기 모델화 연쇄는 상기 증기 압력 조절 루프에서 교란 영향으로서 전력 조절 루프의 변수를 고려하지 않고;
  - [0023] 순수 지연  $\tau$ 은 증기 압력 조절 루프에서 연료 공급 및 연료 공급의 증기 압력에서 기여 간의 전달 함수 모델화 연쇄에서 고려되고;
  - [0024] 연료 공급 및 연료 공급의 증기 압력에서 기여 간의 전달 함수 모델화 연쇄는  $G_1(s) \cdot e^{-\tau s}$  형태이고, 여기에서  $G_1(s)$ 은 1차 안정화 함수이고;
  - [0025] 증기 압력 조절 루프는 지시 증기 압력으로부터 무-교란 영향 제어 변수를 결정하기 위하여 무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄를 포함하고;
  - [0026] 증기 압력 조절 루프의 제어 변수는 무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄 출력에서 교란 영향의 기각 연쇄 출력이 감산되어 획득되는 연료 공급이고;
  - [0027] 시스템은 무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄, 교란 영향의 기각 연쇄 및 연료 공급 및 연료 공급의 증기 압력에서 기여 간 전달 함수 모델화 연쇄로 구성되고, 모델화 연쇄는  $G_1(s) \cdot e^{-\tau s}$  형태이고, 여기에서  $G_1(s)$ 은 1차 안정화 함수이고,
  - [0028] 무-교란 영향 제어 변수의 결정 연쇄는 지시 증기 압력이 입력이고,  $G_1^{-1}(s) \cdot F_1(s)$  유형인 전달 함수로 이루어지고, 이때  $F_1(s)$ 는  $G_1(s)$  차수 이상의 필터이고,
  - [0029] 교란 영향의 기각 연쇄는 전달 함수  $G_1^{-1}(s) \cdot F_2(s)$ 로 이루어지고, 이때  $F_2(s)$ 는  $G_1(s)$  차수 이상의 필터이고,
  - [0030] 증기 압력 조절 루프는, 연료 공급 결정에서, 연료 공급 및 연료 공급의 증기 압력에서 기여 간 전달함수의 순수 지연  $\tau$ 에 독립적인 상기 모델화 연쇄 일부를 고려하기 위하여 무-지연 복귀 루프를 포함하고;
  - [0031] 상기 전력 조절 루프에서 교란 영향으로 고려되는 압력 조절 루프의 변수는 증기 압력이고;
  - [0032] 전력 조절 루프는 비례 적분 조절기 및 교란 영향으로서 증기 압력 조절 루프의 변수를 고려하기 위하여 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄를 포함하고;
  - [0033] 터빈 상류 조절밸브 개방은 비례 적분 조절기 출력에서 전력 조절 루프의 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 출력을 감산하여 획득되고;
  - [0034] 내부 모델 명령 유형에 기반한 조절 루프의 매개변수들은 적응형 조절 방법에 의해 온라인 추정되고, 상기 적응

형 조절은 제어시스템의 변수들이 입력된다.

- [0035] 제2 양태에 의하면, 본 발명은 작동 유체가 회로 일부에서 증기 상태가 되도록 작동 유체 회로에 열원으로 작용하는 연료 공급을 제공하는 보일러 및 부속장치를 포함하는 어셈블리, 증기 압력 및 온도의 상기 증기가 공급되고, 전력을 생산하는 발전기와 기계적으로 연결되고, 증기 공급은 상류의 조절밸브 개방으로 결정되는 터빈을 포함하고, 제1 양태에 의한 제어시스템을 포함하는 화석연료 발전소에 관한 것이다.
- [0036] 제3양태에 의하면, 본 발명은,
- [0037] - 증기 압력은 증기 압력 조절 루프에 의해 조절되고,
- [0038] - 전력은 전력 조절 루프에 의해 조절되고,
- [0039] 적어도 하나의 조절 루프는, 발전소의 내부 모델의 매개변수들 중 하나의 순수 지연  $\tau$ 을 고려한 내부 모델 명령 유형에 기반하고, 각각의 조절 루프에 대하여 루프 변수는 다른 루프에서 교란 영향으로 간주되는 것을 특징으로 하는 화석연료 발전소의 제어방법에 관한 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0040] 본 발명의 다른 양태들, 목적 및 이점들은 하기 상세한 설명에서 분명해진다. 본 발명은 설명 목적으로만 제공되는 비-제한적 실시예들의 도면과 관련하여 고려될 때 더욱 명백하게 이해될 것이다:  
 도 1은 당업자에게 공지된 화석연료 발전소의 개략도이다,  
 도 2는 본 발명에 따른 시스템의 제1 실시태양에 의한 과열 증기 압력 P 조절도이다,  
 도 3은 본 발명에 따른 시스템의 제2 실시태양에 의한 과열 증기 압력 P 조절도이다  
 도 4는 본 발명에 따른 두 실시태양들에 대한 생산 전력 W 조절도이다,  
 도 5는 본 발명에 따른 시스템의 제1 실시태양에 대한 적응형 조절도이다,  
 도 6A 및 6B는 본 발명의 제1 실시태양에 따른 제어시스템 및 H $\infty$  유형의 시스템 간 시간 경과에 따른 전력 생산에 대한 여러 수치들의 비교 곡선이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0041] 본 발명은 특정 석탄-연소 발전소의 제어시스템에 대하여 상세하게 설명되지만, 이에 국한되지 않는다.
- [0042] 도 1은 화석연료 발전소 (100) 개략도이다. 실선 화살표들 (107)은 액체 및 기체 상태인 작동 유체 순환을 표시한다. 이러한 작동 유체는 열-전달 유체이고 대부분 물이다. 따라서 설명을 단순하기 하기 위하여, 본원에서의 작동 유체는 물이다. 간단한 작동 원리는 다음과 같다.
- [0043] 연료 공급 GC으로 연료가 보일러 (103) 및 부속장치로 구성되는 어셈블리 (102)로 진입된다. 연료는 처리되고 연소된다. 연료 연소로 빈 화살표들 (105)로 표시되는 열이 방출되고, 교환기 (104) 관을 순환하는 물로 열이 전달된다. 물은 증기 상태가 된다. 기구 (106)는 액체 상태의 물과 증기를 분리하고, 증기는 과열기 (108) 어셈블리로 들어간다. 과열기 (108)는 물 분사 시스템 (110)을 통해 추가로 물이 주입되고, 분사 시스템의 구동기들 중 하나가 과열 환원수  $Q_{DSHT}$  주입을 제어한다.
- [0044] 과열기 어셈블리 (108)에서, 수온 및 수압은 급속히 증가한다. 물은 과열 증기 상태가 된다. 이러한 증기가, 제 1 터빈 상류에 있고 매개변수 SR로 개방이 정의되는 조절밸브 (112)를 거쳐 터빈 (114)으로 이송된다. 조절밸브 (112) 및 터빈 (114) 사이에서, 과열 증기는 온도 T 및 압력 P를 가진다.
- [0045] 터빈 고압체 HP에서, 증기는 완화되어 터빈 휠을 돌린다. 이후 물은 시스템 (108)로 복귀되고, 재과열기를 통해, 터빈의 평균 압력체 MP, 이후 저압체 BP로 다시 들어간다. MP 및 BP에서 유사한 완환 현상으로 터빈 휠들 (114)을 더욱 회전시킨다. 이러한 회전으로 발전기 (116)가 구동되고, 전력 W을 생산한다. 이완 증기는 터빈을 거쳐 응축기 (118)에서 냉각된다. 액체 상태가 되어 다시 사이클을 개시한다.
- [0046] 본 발명자는 종래 제어시스템이 선형 근사법을 적용함으로써 만족하지 못한 결과를 주었던 화석연료 발전소는 비-선형 방정식들에 의해 조절된다는 것을 알았다. 이러한 비-선형성은 특히 피-제어 값들에 대한 연료 공급 GC 효과에 영향을 주는 순수 지연 (pure delay)에서 특히 유래된다.

- [0047] 또한 연료 공급 GC은 전력 요구에 따라 변동이 있고, 이에 따라 보일러 (103) 및 보일러 (103) 배출기에 있는 오염제거 요소들에 대한 주요 응력이 유발된다.
- [0048] 본 발명자는 본 발명에 의하면 보일러 및 오염제거 요소들에 대한 과도한 응력을 유발하지 않아 사용 연한이 연장될 수 있는 연료 공급이 가능하다는 것을 알았다. 또한, 본 발명은 연료의 이송, 처리 및 발열로부터 유래하는 지연에 따른 내재적 문제를 해결할 수 있다.
- [0049] 석탄-연소 발전소 제어시스템 경우 본 발명 제1 실시태양은 도 2 및 4에 도시된다.
- [0050] 본 실시태양에 의하면, 제어시스템은 도 1에 따라 작동되는 석탄-연소 발전소에 관한 것이다. 피-제어 시스템은 다변량 타입이다.
- [0051] 이러한 시스템의 입력들은:
- [0052] 터빈 SR(t)상류 조절밸브 개방,
- [0053] 석탄 피드 GC(t),
- [0054] 과열 환원수 주입  $Q_{DSHT}(t)$ 이다.
- [0055] 이러한 시스템의 출력들은:
- [0056] 생산 전력 W(t),
- [0057] 과열 증기 압력 P(t),
- [0058] 과열 증기 온도 T(t)이다.
- [0059] 시스템 역학 성능은 물리 법칙에 기초한 선형 방정식들로 인식된다:
- [0060] 전력 W:
- [0061]  $W(t) = a \cdot SR(t) + b \cdot P(t)$
- [0062] 따라서 W는 조절밸브 개방 SR 및 증기 압력 P, 본 실시태양에서 과열 증기 압력에 선형적으로 의존한다. 계수들 a 및 b는 실험적 고려, 발전소 특성 및 설비들의 안전, 효율 및 사용 연한을 고려하여 정의되는 계수들이다. 예를들면, a 및 b는 각각 0.77 및 3.4를 가진다.
- [0063] 과열 증기 압력 P,
- $$T_1 \cdot \dot{P}_1(t) + P_1(t) = K_1 \cdot GC(t - \tau)$$
- $$T_2 \cdot \dot{P}_2(t) + P_2(t) = K_2 \cdot SR(t)$$
- $$P(t) = P_1(t) + P_2(t)$$
- [0064]
- [0065]  $T_1, K_1, T_2$  및  $K_2$  및 순수 지연  $\tau$  는 상수들이다. 이들은 실험적 고려, 발전소 특성 및 설비들의 안전, 효율 및 사용 연한을 고려하여 정의된다. 예를들면, 이들 상수 값은 각각  $T_1 = 190; K_1 = 1,8; T_2 = 193; K_2 = -0,326$  및  $\tau = 100$ 이다.  $P_1(t)$  및  $P_2(t)$ 는 각각 증기 압력 P에 대한 연료 공급 GC 및 조절밸브 개방 SR의 기여이다.
- [0066] 과열 증기 온도 (T):
- [0067]  $a_2 \cdot \dot{T}(t) + a_1 \cdot T(t) = K_3 \cdot Q_{DSHT}(t) + K_4 \cdot GC(t - \tau) + K_5 \cdot SR(t) + K_6 \cdot P(t)$
- [0068] 본 발명의 이러한 실시태양에 의하면, 목적은 내부 모델 제어 방법을 발전소에 적용하는 것이고, 발전소 제어시스템은 제어되는 물리적 프로세스로 구성된다.
- [0069] 본 발명의 본 실시태양은 다음으로 구성된다:
- [0070] 도 2에 도시된 과열 증기 압력 P 조절 루프 (200),
- [0071] 도 4에 도시된 전력 W 조절 루프 (400).
- [0072] 각각의 조절 루프 (200, 400)에서, 루프 변수는 다른 루프에서 교란 영향으로 고려된다. 또한, 각각의 상기 루프는 발전소 성능을 조절하도록 작용하는 제어 변수를 가진다.

[0073] 도 2는 본 발명의 제1 실시태양에 상당하는 과열 증기 압력 P 조절 루프 (200)를 보인다. 조절 루프 (200)는 교란 영향의 기각 연쇄 (202), 교란 무-영향 제어 변수 결정 연쇄 (204) 및 연료 공급 GC 및 연료 공급 GC의 증기 압력 P에서 기여 P1 간의 전달 함수  $H_{GC-P1}$ 의 모델화 연쇄 (206)로 구성된다.

[0074] 본원에서 교란 영향의 기각 연쇄란, 상기 조절 루프에서 기각 목적으로, 즉 상기 조절 루프의 제어 변수 결정 상류에 의해 고려될 때 이의 영향을 배제시키는, 입력에 의해 교란 영향으로 고려되는 조절 루프 요소를 의미한다.

[0075] 조절 루프 (200)의 입력은 지시 압력으로서의 기준 압력  $P_{REF}$ 이고 특히 발전소 특성 및 설비들의 안전, 효율 및 사용 연한을 고려하여 고정된다. 조절 루프 (200)의 출력은 과열 증기 압력 P이고 피-기각 교란 영향으로서 터빈 (114)상류 조절밸브 개방 SR을 고려한다.

[0076] 도 2의 기능도는 실질 연쇄 (208)를 보이고 전달 함수들  $H_{GC-P1}$  및  $H_{SR-P2}$  는 도 1에서와 같은 발전소 (100)의 설비들에 대한 실제 조작을 나타낸다. 실질 연쇄 (208)는 과열 증기 압력 P를 두 구성요소들 P1 및 P2로 분할한다. 제1 구성요소인 압력 P1은 조절밸브 개방 SR을 고려하지 않은 석탄 피드 GC에 의존하는 구성요소이다. 따라서 P1은 증기 압력 P에서 연료 공급 GC 기여를 나타낸다. 제2 구성요소인 압력 P2는 조절밸브 개방 SR에 의존하는 구성요소이다. 따라서 P2는 증기 압력 P에서 조절밸브 개방 SR 기여를 나타낸다.

[0077] 실질 연쇄 (208)는 두 개의 전달 함수를 포함한다. 전달 함수  $H_{GC-P1}$  은 연료 공급 GC을 증기 압력 P에서 기여 P1에 연결하는 함수이다. 전달 함수  $H_{SR-P2}$  는 조절밸브 개방 SR을 증기 압력 P에서 기여 P2에 연결하는 함수이다.

[0078] 모델화 연쇄 (206)는 석탄 피드 GC 및 석탄 피드 GC의 증기 압력 P에서 기여 P1 간의 전달 함수  $H_{GC-P1}$  를 모델화한다. 이러한 모델화 연쇄 (206)는 전력 W 조절 루프 (400)로부터 유래하는 조절밸브 개방 SR를 고려하지 않는다.

[0079] 증기 압력 P 조절 루프 (200)는 순수 지연  $\tau$ 을 고려한다. 석탄 피드 GC 및 압력 P 간의 순수 지연  $\tau$ 은 석탄 피드 GC 및 연료 공급 GC의 증기 압력 P에서 기여 P1 간의 전달 함수  $H_{GC-P1}$  의 모델화 연쇄 (206)에서 고려된다. 전달 함수  $H_{GC-P1}$  의 모델화는  $G_1(s) \cdot e^{-\tau s}$  형태이고, 여기에서  $G_1(s)$ 는 가역적 1차 안정화 함수이다. 현재, 본원에서 변수 s를 가지는 이들 함수는 라플라스 변환된다.

[0080] 모델화 연쇄 (206)의 출력은 증기 압력 P에서 감산되어 교란 영향의 기각 연쇄 (202) 입력이 획득된다.

[0081] 교란 무-영향 제어 변수 결정 연쇄 (204)는 지시 증기 기준 압력  $P_{REF}$ 이 입력되는, 전달함수  $G_1^{-1}(s) \cdot F_1(s)$ 로

$$\frac{1}{(1 + \lambda_1 \cdot s)^n}$$

이루어지고, 여기에서  $F_1(s)$ 는 유형의 필터이고,  $\lambda_1 > 0$  및 n은  $G_1^{-1}(s)$  차수 이상이다.

[0082] 교란 영향의 기각 연쇄 (202)는 전달 함수  $G_1^{-1}(s) \cdot F_2(s)$ 로 이루어지고, 여기에서  $F_2(s)$ 는 
$$\frac{1}{(1 + \lambda_2 \cdot s)^m}$$
 유형의 필터이고,  $\lambda_2 > 0$  및 m은  $G_1^{-1}(s)$  차수 이상이다. 결과는 교란 무-영향 제어 변수 결정 연쇄 (204) 결과에서 감산되어 석탄 피드 GC가 획득된다.

[0083] 요약하면, 도 2의 시스템에서, 지시 기준 압력  $P_{REF}$ 은  $G_1^{-1}(s) \cdot F_1(s)$ 의 전달 함수를 지나고, 이러한 전달 함수 출력에서 교란 영향의 기각 연쇄 (202) 출력을 감산한다.

[0084] 획득된 연료 공급 GC을 전달 함수  $H_{GC-P1}$  입력으로 취하고 이에 대한 출력을 조절밸브 개방 SR이 입력되는 전달 함수  $H_{SR-P2}$ 의 출력에 가산한다.

[0085] 압력 P에서 각각 연료 공급 GC 및 조절밸브 개방 SR의 기여 P1 및 P2 를 나타내는 이들 출력을 가산하면,

$P=P_1+P_2$  이므로 동일 압력 P이다. 입력으로 연료 공급 GC를 고려하는  $G_1(s) \cdot e^{-\tau s}$  유형의 모델화 (206) 전달 함수 출력이 압력 P에서 감산된다.

- [0086] 이러한 감산 결과는  $G_1^{-1}(s) \cdot F_2(s)$  유형의 교란 영향 기각 (202) 전달 함수 입력으로, 이의 출력은 상기된 바와 같이 지시 기준 압력  $P_{REF}$ 이 입력되는 유형  $G_1^{-1}(s) \cdot F_1(s)$ 의 전달 함수 (204) 출력에서 감산된다.
- [0087] 도 4는 기재된 실시태양의 전력 W 조절 루프 (400)를 보인다. 전력 조절 루프 (400)는 비례 적분 조절기 (402) 및 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 (404)로 구성된다.
- [0088] 조절 루프 (400)는 지시 전력  $W_{REF}$ 이 입력되고, 이 값은 특히 발전소 부하 및 전기 요구의 함수로, 또한 발전소의 물리적 특성 함수로 고정된다.
- [0089] 조절 루프 (400) 출력은 전력 W이고 교란 영향으로서 증기 압력 P 조절 루프 (200)의 변수인 과열 증기 압력 P가 고려된다. 도 4의 기능도는 실질 연쇄 (406)를 보이고 함수들은 도 1에서와 같은 발전소 (100)의 설비들 실제 조작을 나타내고 조절밸브 개방 SR 및 전력 W 간의 전달 함수  $H_{SR-W}$  형태이다.
- [0090] 비례 적분 조절기 (402)에는 지시 전력  $W_{REF}$  및 발전소에 의한 생산 전력 W 차이  $\varepsilon$ 가 입력된다.
- [0091] 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 (404)에는 지시 기준 전력  $W_{REF}$  및 증기 압력 P가 입력되고, 후자는 피-기각 교란 영향으로 고려되는 변수이다. 증기 압력 P에  $W(t)=a.SR(t) + b.P(t)$ 에서 증기 압력 P과 전력 W을 연결하는 발전소 내부 모델 계수 b를 곱한다. 결과를 지시 기준 전력  $W_{REF}$ 에서 감산한다.
- [0092] 이러한 감산 결과를  $W(t)=a.SR(t) + b.P(t)$ 에서 조절밸브 개방 SR과 전력 W을 연결하는 발전소 내부 모델 계수 a로 나눈다.
- [0093] 터빈 (114) 상류 조절밸브 개방 SR은 비례 적분 조절기 (402) 출력에서 전력 W 조절 루프 (400)의 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 (404) 출력을 감산하여 획득된다.
- [0094] 따라서 조절 루프 (400)의 전력 W 조절은 예측 지시 전력  $W_{REF}$  및 과열 증기 압력 P으로 가능하다. 실제로, 전력 성능 관련 식에는 어떠한 동적 영향이 없다.
- [0095] 요약하면, 도 4의 시스템에서, 조절기 PI에는 지시 기준 전력  $W_{REF}$ 이 입력되고 여기에서 전력 W이 감산되고; 이러한 조절기는 전력 W의 모델화 오차를 기각한다.
- [0096] 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 (404)에서 지시 기준 전력  $W_{REF}$ 으로부터, b를 곱한 증기 압력 P를 감산하고, 또 계수 a로 나눈다.
- [0097] 이러한 교란 영향 및 후속 지시 예측의 기각 연쇄 (404) 결과를 조절기 PI 출력에서 감산하여 조절밸브 개방 SR을 획득한다.
- [0098] 조절밸브 개방 SR은 전력 W을 출력하는 피-제어 시스템 전달 함수  $H_{SR-W}$ 의 입력이다.
- [0099] 상기된 바와 같이, 본 발명에 기재된 제어시스템은 화석연료 발전소에 적용되는 프로세스 모델에 기반한다. 이러한 모델의 상이한 매개변수들은 현장 측정값들에서 유래될 수 있다. 증기 압력 P 조절 루프 (200)의 전달 함수들  $H_{GC-P1}$  및  $H_{SR-P1}$ 을 인지하기 위하여, 예를들면 Strejc 방법이 적용될 수 있다. 생산 전력 W 전달 함수  $H_{SR-W}$ 에 대하여는, 최소자승법이 적용될 수 있다.
- [0100] 본 발명의 부가적 이점들은 도 5에 도시된 바와 같이 적응형 조절을 증기 압력 P 조절 루프 (200)에 적용할 수 있다는 것이다. 예를들면 ARX 방법 (외부 입력들을 가지는 자기 회귀모델)에 의해 매개변수들에 대한 온라인 추정 가능성이 가능하다.
- [0101] 온도에 대한 동적 모델화는 신뢰할 수 없으므로 과열 증기 온도 T 제어는  $H\alpha$  유형의 조절기에 의해 가능하다. 따라서 이러한 경우 조절기  $H\alpha$ 의 내재적 유연적응성이 중요하다.
- [0102] 이후 상이한 조절 법칙이 연관되어 조정된 피-제어 다변량 제어값들을 얻는다.
- [0103] 본 발명의 제2 실시태양은 도 2에 도시된 증기 압력 P 조절 루프 (200)가 도 3에 도시된 증기 압력 P 조절 루프

(300)로 대체된 제1 실시태양에 기재된 것과 균등한 시스템에 해당된다.

- [0104] 도 3은 본 발명의 제2 실시태양인 과열 증기 압력 P 조절 루프 (300)를 보인다. 조절 루프 (300)는 교란 영향의 기각 연쇄 (302), 제어 변수의 결정 연쇄 (304), 연료 공급 GC 및 증기 압력 P에서 연료 공급 GC의 기어 P1 간 전달 함수  $H_{GC-P1}$  모델화 연쇄 (306) 및 무-지연 복귀 루프 (316)로 구성된다.
- [0105] 조절 루프 (300)는 지시 압력으로서의 기준 압력  $P_{REF}$  을 입력으로 가지며, 이러한 값은 특히 발전소 특성 및 설비들의 안전, 효율 및 사용 연한을 고려하여 고정된다.
- [0106] 조절 루프 (300) 출력들은 과열 증기 압력 P이고 피-기각 교란 영향으로서 터빈 (114) 상류 조절밸브 개방 SR을 고려한다. 도 3의 기능도는 실질 연쇄 (308)를 보이고 함수들  $H_{GC-P1}$  및  $H_{SR-P2}$  는 도 1에서와 같은 발전소 (100)의 설비들에 대한 실제 조작을 나타낸다. 실질 연쇄 (308)는 과열 증기 압력 P을 두 구성요소들 P1 및 P2로 분할한다. 제1 구성요소인 압력 P1은 조절밸브 개방 SR을 고려하지 않은 석탄 피드 GC에 의존하는 구성요소이다. 제2 구성요소인 압력 P2는 석탄 피드 GC를 고려하지 않은 조절밸브 개방 SR에 의존하는 구성요소이다.
- [0107] 실질 연쇄 (308)는 두 개의 전달 함수를 포함한다. 전달 함수  $H_{GC-P1}$  은 연료 공급 GC를 증기 압력 P에서 기어 P1에 연결하는 함수이다. 전달 함수  $H_{SR-P2}$  는 조절밸브 개방 SR을 증기 압력 P에서 기어 P2에 연결하는 함수이다
- [0108] 모델화 연쇄 (306)는 석탄 피드 GC 및 석탄 피드 GC의 증기 압력 P에서 기어 P1 간의 전달 함수  $H_{GC-P1}$  를 모델화한다. 이러한 모델화 연쇄 (306)는 전력 W 조절 루프 (400)로부터 유래하는 변수 SR를 고려하지 않는다.
- [0109] 증기 압력 P 조절 루프 (300)는 순수 지연  $\tau$ 을 고려한다. 순수 지연  $\tau$ 은, 연료 공급 GC 및 연료 공급 GC의 증기 압력 P에서 기어 P1 간의 전달 함수  $H_{GC-P1}$ 의 모델화 연쇄 (306)에서 고려된다.
- [0110] GC 및 P1 간의 전달 함수  $H_{GC-P1}$  모델화는  $G_1(s) \cdot e^{-\tau s}$  형태이고, 여기서  $G_1(s)$ 는 가역적 제1 안정화 함수이다. 그러나 두 개의 전달 함수들  $G_1(s)$  및  $e^{-\tau s}$ 로 분할되고,  $G_1(s)$ 은 모델화 연쇄 (306)에서  $e^{-\tau s}$  상류에 위치하고,  $G_1(s)$ 는 순수 지연  $\tau$  및 순수 지연에 상응하는 구성요소  $e^{-\tau s}$ 에 독립적인 구성요소이다. 모델화 연쇄 (306) 출력은 증기 압력 P에서 감산되어 교란 영향의 기각 연쇄 (302)의 입력이 획득된다.
- [0111] 압력 P 조절 루프 (300)는 순수 지연  $\tau$ 에 독립적인 모델화 구성요소에 상응하는 모델화 연쇄 (306)의 전달 함수  $G_1(s)$  출력을 입력으로 취하는 무-지연 복귀 루프 (316)를 포함한다. 따라서 출력에서의 값은  $G_1(s) \cdot GC(s)$ 이다. 이 값은 무-지연 복귀 루프 (316)에 의해 제어 변수 결정 연쇄 (304) 수준에서 지시 과열 증기 압력  $P_{REF}$ 으로부터 감산된다. 교란 영향의 기각 연쇄 (302)는 증기 압력 P에서 적용되는 전달 함수  $R_2(s)$ 를 모델화한다. 전달 함수  $R_2(s)$ 는 교란 영향들에 대한 응답을 정의한다.  $R_2(s)$ 는  $1 - M(s) \cdot e^{-L s}$  형태이다.
- [0112] 다음 조건들이 확인된다:
- [0113] 함수  $1 - M(s) \cdot e^{-L s}$ 의 제로 값들은  $G_1(s)$ 의 가장 늦은 극들(poles)을 보상하여야 한다,
- [0114]  $M(0) = 1$ ,
- [0115]  $M(s)$ 의 극들은 바람직한 역학이 획득되도록 놓인다.
- [0116] 결과는 지시 과열 증기 압력  $P_{REF}$ 에서 감산된다.
- [0117] 제어 변수의 결정 연쇄 (304)의 입력은 지시 과열 증기 압력  $P_{REF}$ 이다. 교란 영향의 기각 연쇄 (302) 결과 및 무-지연 복귀 루프 (316) 결과는 지시 과열 증기 압력  $P_{REF}$ 에서 감산된다. 연료 공급 GC는 전달함수  $R_1(s)$ 를 이들 비교 결과값에 적용하여 획득된다. 제어 변수의 결정 연쇄 (306)의 전달 함수  $R_1(s)$ 는 후속 지시의 변동을 정의하며 예를들면 PID 유형 (비례 적분 미분) 조절기일 수 있다.
- [0118] 요약하면, 도 3의 시스템에서, 지시 기준 압력  $P_{REF}$ 으로부터 교란 영향의 기각 연쇄 (302) 출력이 감산되고, 이후 무-지연 루프 (316) 출력이 감산된다. 이러한 두 감산들의 결과가 전달 함수  $R_1(s)$ 를 지나 연료 공급 GC이

획득된다.

- [0119] 이러한 연료 공급 GC은 피-제어 시스템의 전달 함수  $H_{GC-P1}$  를 지나 증기 압력 P에서 연료 공급 GC의 기여  $P_1$  를 생성한다.
- [0120] 조절밸브 개방 SR은 피-제어 시스템의 전달 함수  $H_{SR-P2}$  를 통해 증기 압력 P에서 조절밸브 개방 SR의 기여  $P_2$  가 생성된다.
- [0121] 연료 공급 GC 및 조절밸브 개방 SR의 각각의 기여들  $P_1$  및  $P_2$  합은 증기 압력 P을 제공한다.
- [0122] 연료 공급 GC은 전달 함수  $G_1(s)$ 를 지나고, 이의 출력은 상기된 바와 같이 무-지연 루프 (316)에 의해 복귀되고, 또한 전달 함수  $e^{-\tau s}$  에 대한 입력으로 작용하며, 이의 출력은 과열 증기 압력 P에서 감산된다. 이러한 감산 결과는 교란 영향의 기각 연쇄 (302) 전달 함수  $R_2(s)$ 를 통과하고 출력은 상기된 바와 같이 지시 기준 압력  $P_{REF}$ 에서 감산된다.
- [0123] 도 5는 당업자에게 공지된 적응형 조절 구현 가능성을 도시한 것이고, 제1 실시태양의 범위에 속한다. 증기 압력 P 조절 루프 (200)에 대한 비-제한적 적응형 조절 적용 가능성을 제시한 것이다.
- [0124] 도 5은 증기 압력 P 조절 루프 (200)에 존재할 수 있는시스템 변수들, 예컨대 연료 공급 GC, 조절밸브 개방 SR, 및 증기 압력 P이 입력되는 적응형 조절을 보인다.
- [0125] 이들 변수를 측정함으로써, 적응형 조절은 증기 압력 P 조절 루프 (200)의 매개변수들, 예를들면 교란 영향의 기각 연쇄 (202), 교란 무-영향 제어 변수 결정 연쇄 (204), 및 연료 공급 GC 및 연료 공급 GC의 증기 압력 P에서 기여  $P_1$  간의 전달 함수  $H_{GC-P1}$  모델화 연쇄 (206)에 존재할 수 있는 전달 함수들의 매개변수들에 대한 온라인 추정이 가능하다. 정규적으로 취해지는 입력 변수들 측정값들은 적응형 조절에 의한 온라인 추정에 의한 매개변수 값들을 갱신한다.
- [0126] 매개변수들의 온라인 추정은 예를들면 ARX 방법 (외부 입력들을 가지는 자기 회귀모델)에 의해 수행된다. 균등한 능동 조절이 도 3에 특정 특징부들이 도시된 본 발명의 제2 실시태양에 대하여 가능하다.
- [0127] 도 6A 및 6B는 본 발명의 제1 실시태양에 의한 제어시스템 및  $H_{\infty}$  유형의 조절기들에 의한 제어시스템에 따라 제어되는 석탄-연소 발전소 응답들을 비교한 것이다.
- [0128] 도 6A는 전력 W 지시에 대한 응답으로 생산 전력 W 및 증기 압력 P 관점에서 본 발명에 의한 실선으로 나타나는 조절 및 점선으로 나타나는  $H_{\infty}$  유형 조절을 비교한 것이다. 본 발명에 의한 시스템으로 특히 더욱 신속하게 더욱 양호한 전력 W후속이 가능하며, 변동성을 제한한다. 증기 압력 P은 지시바 (bar, 155)에 대하여 덜 변동적으로 조절된다.
- [0129] 도 6B는 도 6A에서와 같은 동일한 차원의 전력에 대한 응답으로 연료 공급 GC 및 조절밸브 개방 SR 관점에서 본 발명에 의한 실선으로 나타나는 조절 및 점선으로 나타나는  $H_{\infty}$  유형 조절을 비교한 것이다.
- [0130] 본 발명에 의한 시스템으로 연료 공급 GC에서 현저하게 변동성이 감소된다. 이러한 제어로 보일러 (103) 및 부속장치를 포함한 어셈블리 (102)에 대한 응력을 줄일 수 있고 오염제거 요소들의 최적 적용이 가능하다. 본 발명 시스템에 의해 발전소 (100)는 동적으로 조절되고 보일러 (103)에 대한 더 낮은 응력이 보장된다.
- [0131] 제2 양태에 의하면, 본 발명은 작동 유체가 회로 일부에서 증기 상태가 되도록 작동 유체 회로에 열원으로 작용하는 연료 공급을 제공하는 보일러 및 부속장치를 포함하는 어셈블리, 증기 압력 및 온도의 상기 증기가 공급되고, 전력을 생산하는 발전기와 기계적으로 연결되고, 증기 공급은 상류의 조절밸브 개방으로 결정되는 터빈을 포함하고, 제1 양태에 의한 제어시스템을 포함하는 화석연료 발전소를 제공한다.
- [0132] 제3양태에 의하면, 본 발명은,
- [0133] - 증기 압력은 증기 압력 조절 루프에 의해 조절되고,
- [0134] - 전력은 전력 조절 루프에 의해 조절되고,
- [0135] 적어도 하나의 조절 루프는, 발전소의 내부 모델의 매개변수들 중 하나의 순수 지연  $\tau$ 을 고려한 내부 모델 명령 유형에 기반하고, 각각의 조절 루프에 대하여 루프 변수는 다른 루프에서 교란 영향으로 간주되는 것을 특징

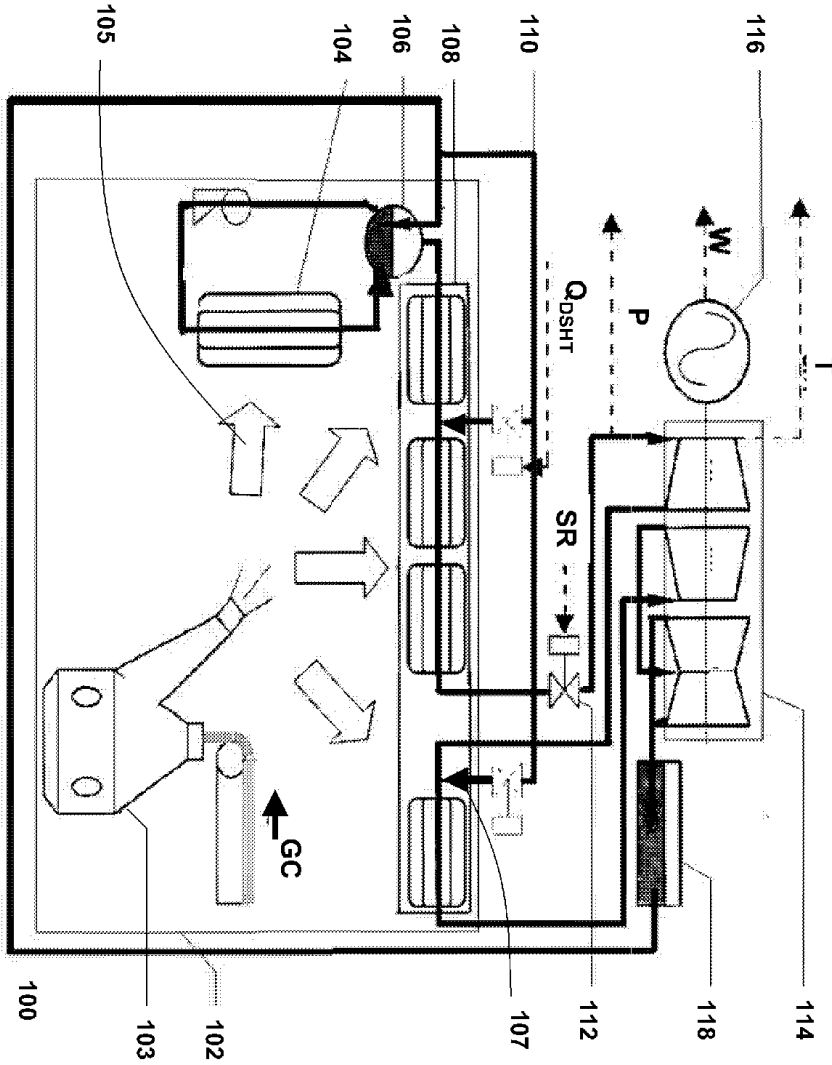
으로 하는 화석연료 발전소의 제어방법을 제공한다.

[0136]

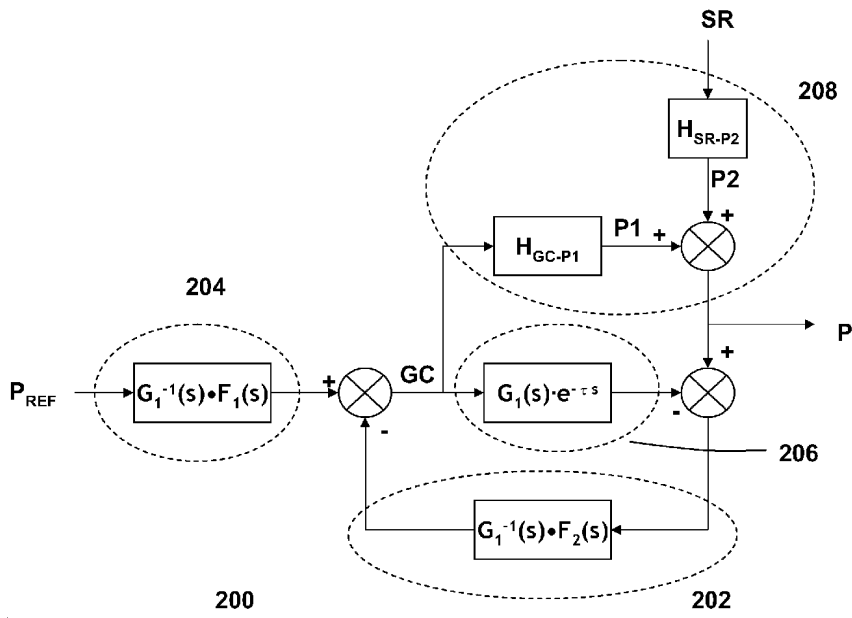
더욱 상세하게는, 본 발명의 제3양태는 화석연료 발전소에서 제1 양태에 의한 제어시스템의 임의의 실시, 및 제 1 양태에 의한 제어방법으로 실시되는 화석연료 발전소의 임의의 제어방법에 관한 것이다.

도면

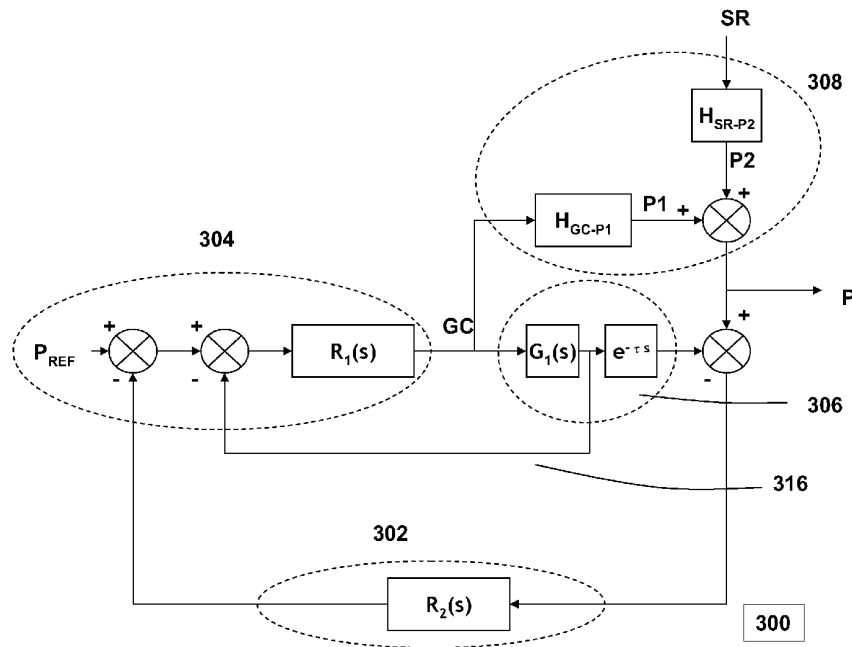
도면1



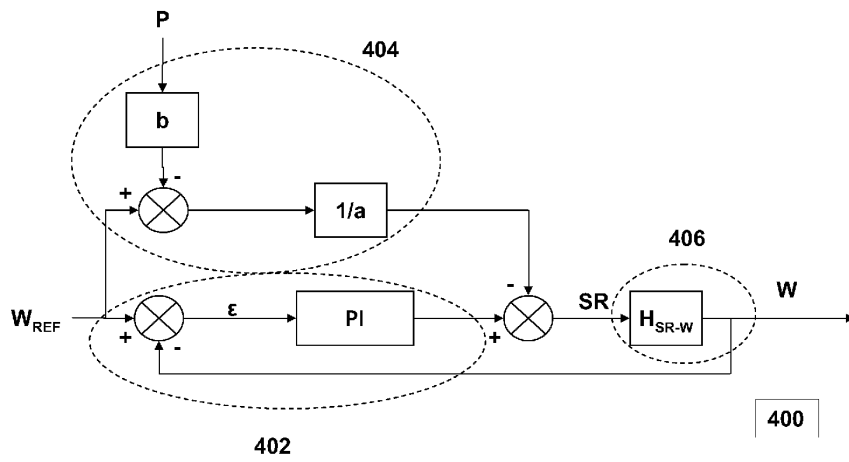
도면2



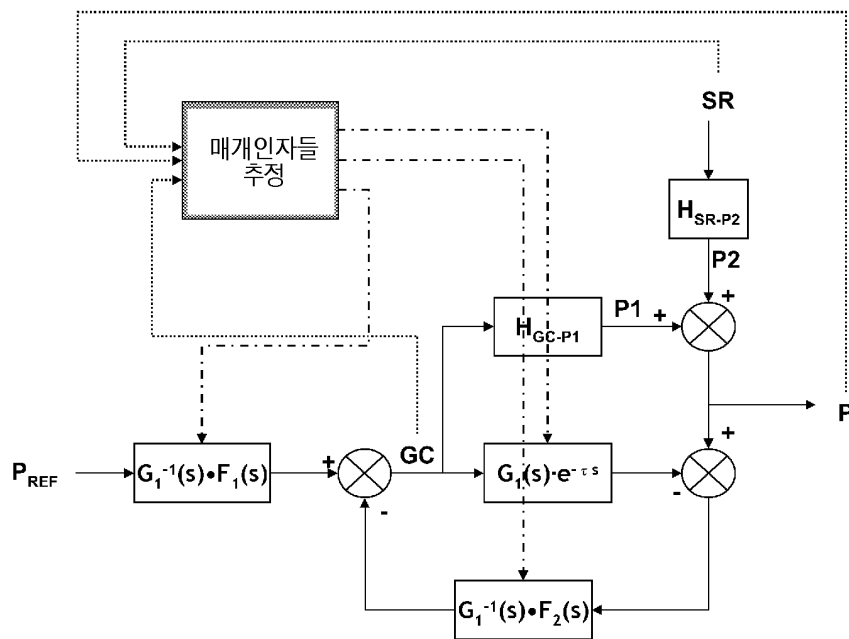
도면3



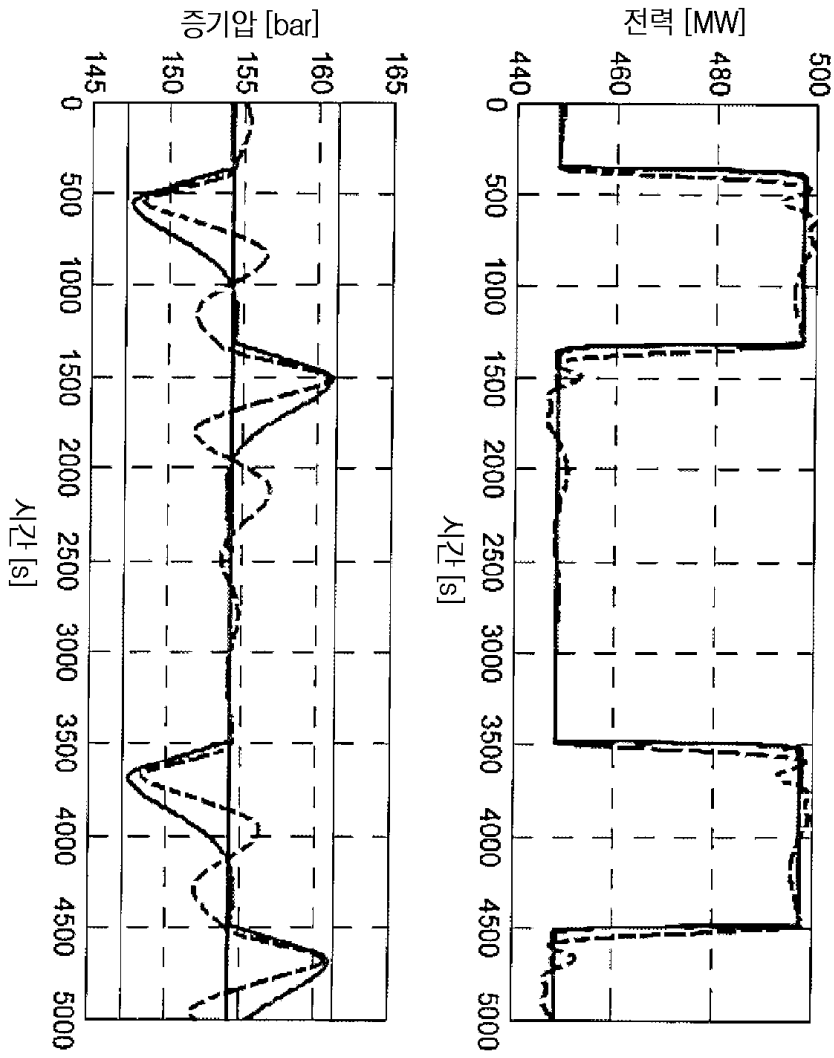
도면4



도면5



도면6a



도면6b

