

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

---

**PHẠM THỊ BẢO NGỌC**

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG  
ĐIỀU KHIỂN ỔN ĐỊNH ÁP SUẤT BAO HƠI BẰNG BỘ  
ĐIỀU KHIỂN MỜ CHỈNH ĐỊNH THAM SỐ PID**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

**THÁI NGUYÊN - 2014**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**PHẠM THỊ BẢO NGỌC**

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG  
ĐIỀU KHIỂN ỔN ĐỊNH ÁP SUẤT BAO HƠI BẰNG BỘ  
ĐIỀU KHIỂN MỜ CHỈNH ĐỊNH THAM SỐ PID**

**CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

**MÃ SỐ: 60520216**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**PHÒNG QUẢN LÝ ĐT SAU ĐẠI HỌC    NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

**TS. Trần Xuân Minh**

**KHOA CHUYÊN MÔN  
TRƯỞNG KHOA**

**THÁI NGUYÊN - 2014**

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Lò hơi là thiết bị trong đó xảy ra quá trình đốt cháy nhiên liệu, nhiệt lượng tỏa ra sẽ biến nước thành hơi, biến năng lượng của nhiên liệu thành nhiệt năng của dòng hơi và là thiết bị công nghiệp được sử dụng rất nhiều trong nhà máy nhiệt điện và một số công nghệ khác.

Trong các nhà máy nhiệt điện, lò hơi sản xuất ra hơi để làm quay tuốc bin phục vụ cho việc sản xuất điện năng và cũng là thiết bị lớn nhất và vận hành phức tạp nhất, là một hệ thống có nhiều đầu vào và nhiều đầu ra. Hệ thống điều khiển lò hơi là một hệ thống điều khiển phức tạp, giám sát và điều khiển hàng trăm tham số. Hệ thống có cấu trúc phức tạp với nhiều mạch vòng điều khiển khác nhau.

Nhiệm vụ của công tác vận hành lò hơi là đảm bảo sao cho lò hơi làm việc ở trạng thái kinh tế nhất, an toàn nhất trong một thời gian lâu dài.

Việc tự động hóa lò hơi chủ yếu tập trung vào vấn đề điều khiển tự động các quá trình trong lò để đảm bảo cho lò làm việc ổn định và kinh tế nhất bằng cách điều chỉnh năm quan hệ: phụ tải – nhiên liệu, phụ tải – không khí, phụ tải – khói thải, phụ tải – mức nước bao hơi và phụ tải – xả liên tục.

Từ những chỉ tiêu đặt ra, hệ thống điều khiển lò hơi phải được cấu thành từ một số bộ điều chỉnh tương đối độc lập với nhau gồm:

- Hệ thống điều chỉnh mức nước bao hơi.
- Hệ thống điều chỉnh nhiệt độ hơi quá nhiệt.
- Hệ thống điều chỉnh quá trình cháy.
- Hệ thống điều chỉnh sản lượng hơi.
- Hệ thống điều chỉnh áp suất hơi

Việc nghiên cứu thiết kế và chỉnh định hệ thống điều khiển lò hơi là một yêu cầu cần thiết đối với cán bộ kỹ thuật thuộc lĩnh vực điều khiển và tự động hóa. Trong đó hệ thống điều chỉnh áp suất bao hơi là một trong những khâu quan trọng của hệ điều khiển lò hơi, đóng vai trò trong việc nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển lò hơi. Việc đưa ra phương pháp điều khiển hiện đại áp dụng cho một hệ thống điều khiển quá trình, cụ thể là điều khiển áp suất bao hơi của nhà máy nhiệt điện. Đảm bảo khả năng hoạt động tốt trong mọi chế độ làm việc đòi hỏi các nhà khoa học không ngừng phát triển nghiên cứu.

Mặt khác một số lò hơi thế hệ cũ như lò hơi trong dây chuyền 1 của nhà máy nhiệt điện Phả Lại yêu cầu phải nâng cấp hệ thống điều khiển để cải thiện chất lượng bằng bộ điều khiển mới hiện đại hơn. Vì vậy nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển mờ chỉnh định tham số PID nhằm nâng cao chất lượng cho hệ thống ổn định áp suất bao hơi là cấp thiết.

## **2. Mục tiêu của nghiên cứu**

- Thiết kế bộ điều khiển PID để điều khiển quá trình của lò hơi đó là điều khiển và ổn định áp suất. Mô phỏng và thực nghiệm để kiểm chứng kết quả thiết kế (Với đối tượng điều khiển là mô hình lò hơi nhà máy nhiệt điện tại Trung tâm thí nghiệm Đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên)

- Đề xuất cải thiện chất lượng điều khiển bằng bộ điều khiển mới là bộ điều khiển mờ chỉnh định tham số PID.

## **3. Nội dung của luận văn**

Với mục tiêu đặt ra, nội dung luận văn bao gồm các chương sau:

Chương 1: Giới thiệu về hệ thống điều khiển áp suất bao hơi trong nhà máy nhiệt điện.

Chương 2: Mô tả toán học cho đối tượng điều khiển áp suất bao hơi nhà máy nhiệt điện.

Chương 3: Thiết kế bộ điều khiển PID để điều khiển và ổn định áp suất bao hơi cho lò hơi tại Trung tâm thí nghiệm - Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên.

Chương 4: Thiết kế bộ điều khiển mờ chỉnh định tham số PID để cải thiện chất lượng hệ thống điều khiển và ổn định áp suất bao hơi.

Kết luận và kiến nghị

## **Chương 1**

# **GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ÁP SUẤT BAO HƠI TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN**

### **1.1. Tổng quan về nhà máy nhiệt điện**

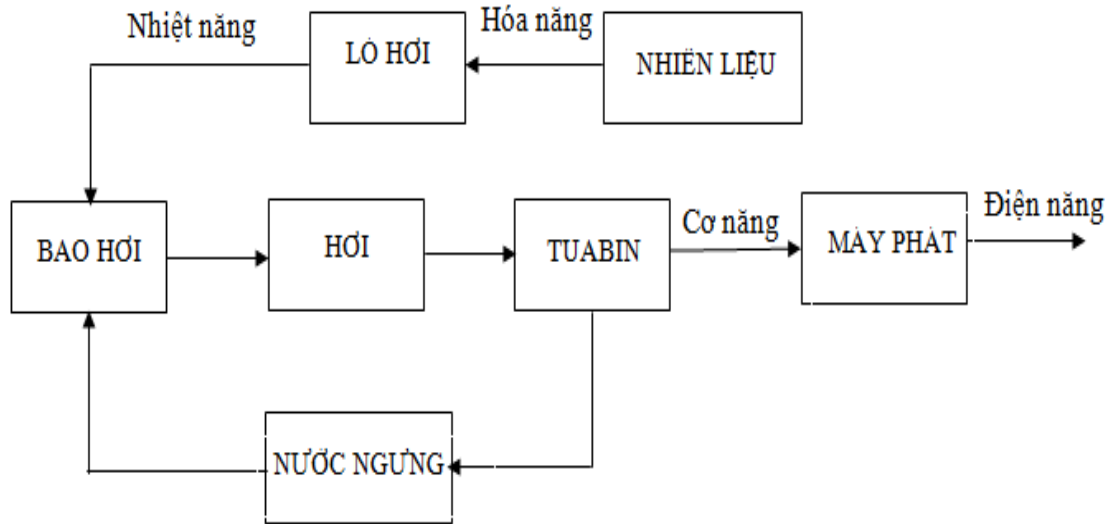
Nhà máy nhiệt điện chiếm một thị phần quan trọng trong ngành sản xuất điện năng của đất nước. Nhà máy hoạt động dựa trên nguyên tắc chuyển hóa nhiệt năng thành cơ năng rồi sau đó thành điện năng. Ở đây nhiệt năng được tạo thành từ việc đốt cháy các nhiên liệu: than đá, khí thiên nhiên, dầu mỏ... tại buồng đốt làm nước trong lò hơi chuyển hóa thành hơi nước. Hơi nước (với các điều kiện về áp suất, nhiệt độ, lưu lượng) được đưa tới sinh công ở tuabin. Điện năng thu được ở đầu ra của máy phát sẽ được đưa qua hệ thống các trạm biến áp để nâng lên cấp điện áp thích hợp trước khi hòa vào lưới điện quốc gia

#### ***1.1.1. Nguyên lý hoạt động của nhà máy nhiệt điện***

Nguyên lý sản xuất điện của nhà máy nhiệt điện là chuyển hoá nhiệt năng từ đốt cháy các loại nhiên liệu trong lò hơi thành cơ năng quay tuabin, chuyển cơ năng của tuabin thành năng lượng điện trong máy phát điện. Nhiệt năng được dẫn đến tuabin qua môi trường dẫn nhiệt là hơi nước. Hơi nước chỉ là môi trường truyền tải nhiệt năng đi nhưng hơi nước vẫn phải đảm bảo chất lượng (như phải đủ áp suất, đủ độ khô) trước khi vào tuabin để sinh công. Nhiệt năng cung cấp càng nhiều thì năng lượng điện phát ra càng lớn và ngược lại. Điện áp phát ra ở đầu cực máy phát điện sẽ được đưa qua hệ thống trạm biến áp để nâng lên cấp điện áp thích hợp trước khi hoà vào mạng lưới điện quốc gia.

Quá trình chuyển hoá năng lượng từ năng lượng hoá năng chứa trong nhiên liệu thành nhiệt năng bởi quá trình đốt cháy nhiên liệu. Nhiệt năng của quá trình đốt cháy nhiên liệu được cấp cho quá trình tạo hơi bão hoà mang nhiệt năng. Hơi bão hoà là môi trường truyền nhiệt từ lò đến tuabin. Tại tuabin nhiệt

năng biến đổi thành cơ năng, sau đó từ cơ năng chuyển hoá thành điện năng. Quá trình chuyển hoá năng lượng đó có thể được thể hiện qua mô hình sau:



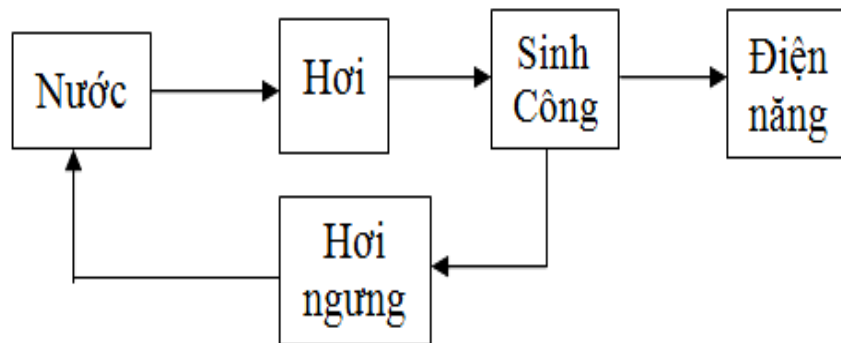
Hình 1.1. Quá trình chuyển hóa năng lượng

### 1.1.2. Chu trình nhiệt trong nhà máy nhiệt điện

Nhà máy nhiệt điện hoạt động dựa trên nguyên tắc chuyển hóa nhiệt năng thành cơ năng rồi sau đó thành điện năng; nhiệt năng được tạo thành từ việc đốt cháy các nhiên liệu: than đá, khí thiên nhiên, dầu mỏ... tại buồng đốt làm nước trong lò hơi chuyển hóa thành hơi nước. Nước ngưng từ các bình ngưng tụ được bơm ngưng bơm vào các bình gia nhiệt hạ áp đến  $140^{\circ}\text{C}$ . Tại đây, nước ngưng được gia nhiệt bởi hơi nước trích ra từ các cửa trích hơi qua tuabin. Sau khi đi qua các bộ gia nhiệt hạ áp, nước ngưng được đưa lên bình khử khí 6at để khử hết các bọt khí có trong nước, chống ăn mòn kim loại. Nước sau khi được khử khí, được các bơm cấp nước đưa qua các bình gia nhiệt cao áp để tiếp tục được gia nhiệt bởi hơi nước trích ra từ các cửa trích hơi ở xilanh cao áp của tuabin đến nhiệt độ  $230^{\circ}\text{C}$ . Sau khi được gia nhiệt ở gia nhiệt cao áp, nước được đưa qua bộ hâm nước ở đuôi lò rồi vào bình bao hơi.

Nước ở bình bao hơi theo vòng tuần hoàn tự nhiên chảy xuống các giàn ống sinh hơi, nhận nhiệt năng từ buồng đốt của lò biến thành hơi nước và trở về

binh bao hơi. Trong bình bao hơi phần trên là hơi bão hòa ẩm, phía dưới là nước ngưng. Hơi bão hòa ẩm trong bình bao hơi không được đưa ngay vào tuabin mà được đưa qua các bộ sấy hơi, tại đây hơi được sấy khô thành hơi quá nhiệt, rồi được đưa vào tuabin. Tại tuabin, động năng của dòng hơi được biến thành cơ năng quay trục hệ thống Tuabin-Máy phát. Hơi sau khi sinh công ở các tầng cánh của tuabin được ngưng tụ thành nước ở bình ngưng tụ. Công do tuabin sinh ra làm quay máy phát điện. Như vậy, nhiệt năng của nhiên liệu đã biến đổi thành cơ năng và điện năng, còn hơi nước là môi chất trung gian được biến đổi theo một vòng tuần hoàn kín.



Hình 1.2: Sơ đồ chu trình nhiệt của một tổ máy

## 1.2. Lò hơi nhà máy nhiệt điện

### 1.2.1. Nhiệm vụ của lò hơi

Trong nhà máy nhiệt điện, lò hơi là thiết bị lớn nhất sinh hơi và vận hành phức tạp nhất. Nó có trình độ cơ khí hóa và tự động hóa khá cao, làm việc đảm bảo và hiệu suất cũng tương đối cao. Trong đó xảy ra quá trình đốt cháy nhiên liệu, nhiệt lượng tỏa ra sẽ biến nước thành hơi, biến năng lượng của nhiên liệu thành nhiệt năng của dòng hơi. Lò hơi có các nhiệm vụ chính sau:

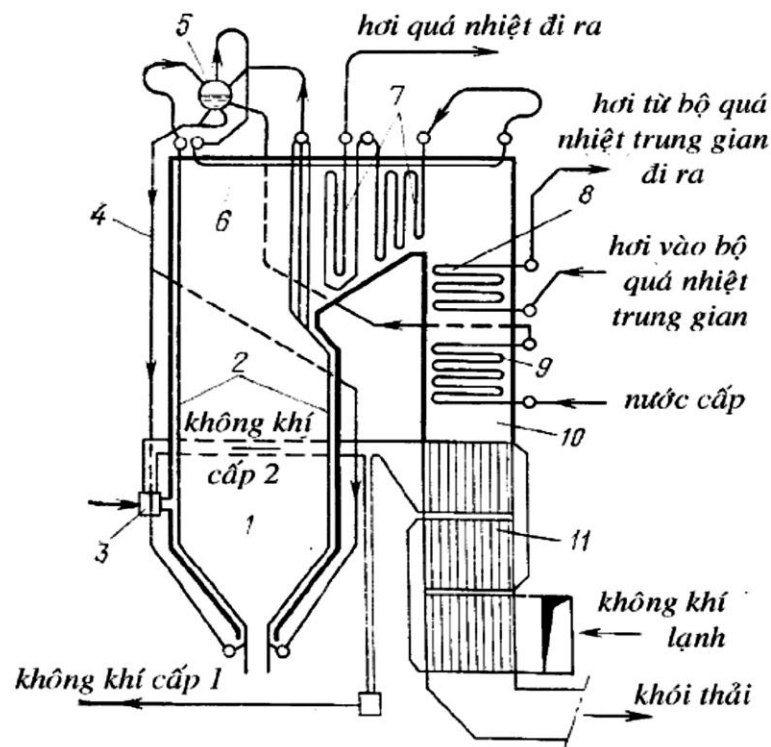
- Chuyển hóa năng lượng của nhiên liệu hữu cơ như than đá, dầu mỏ, khí đốt... trong buồng đốt nhiên liệu thành điện năng.



- Truyền nhiệt năng sinh ra cho môi chất tải nhiệt hoặc môi chất và thông qua hệ thống dẫn đưa môi chất đi làm quay tua bin. Thường trong lò hơi chất tải nhiệt là nước có nhiệt độ thông thường được đưa lên nhiệt độ cao hoặc nhiệt độ sôi, biến thành hơi bão hòa hoặc hơi quá nhiệt.

### 1.2.2. Cấu tạo của lò hơi

Nguyên lý và cấu tạo của lò hơi được biểu diễn trên hình 1.3. Cấu tạo chung của lò hơi là nhằm thực hiện 2 nhiệm vụ chính: Một là chuyển hóa năng của nhiên liệu thành nhiệt năng của sản phẩm cháy, nghĩa là đốt nhiên liệu thành sản phẩm cháy có nhiệt độ cao, nước sôi, hơi bão hòa hoặc hơi quá nhiệt có áp suất và nhiệt độ thỏa mãn yêu cầu sử dụng.



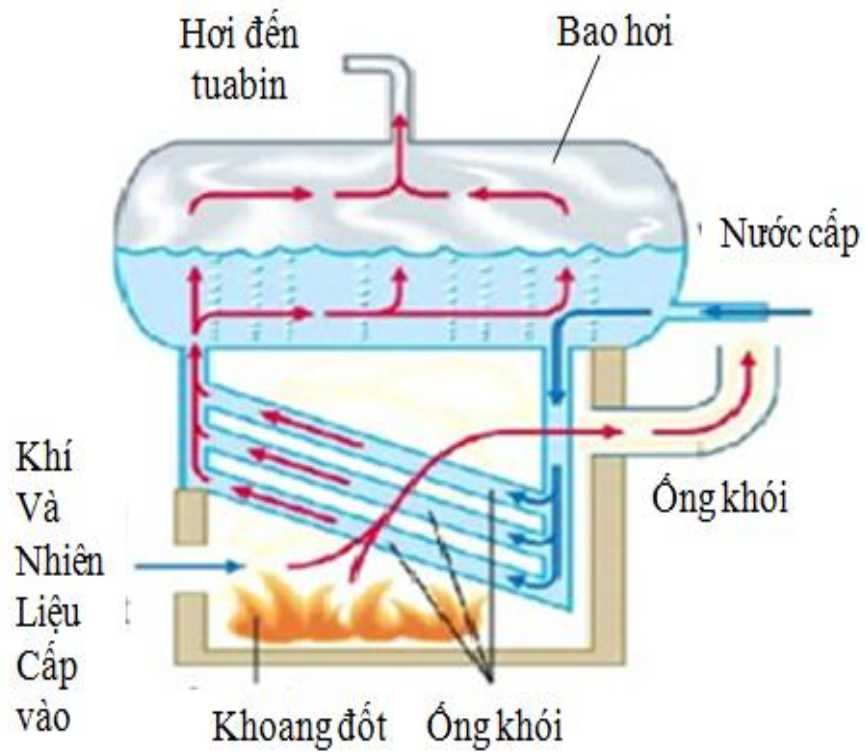
Hình 1.3: Nguyên lý cấu tạo của lò hơi

1- Buồng đốt; 2- dàn ống sinh hơi; 3- vòi phun nhiên liệu + không khí  
4- ống nước xuống; 5- bao hơi; 6- ống dẫn hơi trên trần; 7- bộ quá nhiệt hơi; 8- Bộ quá nhiệt trung gian hơi; 9- bộ hâm nước; 10- khoảng trống để vệ sinh và sửa chữa; 11- bộ sấy không khí.

Như vậy cấu tạo của lò hơi gồm các hệ thống chính như sau:

- Hệ thống cung cấp và đốt cháy nhiên liệu
- Hệ thống cung cấp không khí và thải sản phẩm cháy
- Hệ thống xử lí nước và cấp nước làm mát
- Hệ thống sản xuất và cấp nước nóng cho quá trình sinh hơi
- Hệ thống đo lường điều khiển
- Hệ thống an toàn
- Hệ thống lò: Khung lò, tường lò, cách nhiệt...

Với lò đốt phun là loại lò hơi được sử dụng với công suất trung bình và lớn, dùng phổ biến hiện nay trong các nhà máy nhiệt điện ở nước ta, có thể đốt nhiên liệu khí, nhiên liệu lỏng phun thành hạt hoặc nhiên liệu rắn nghiền thành bột mịn.



Hình 1.4: Một số bộ phận chính của lò hơi đốt than phun