

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KINH TẾ KỸ THUẬT BÌNH DƯƠNG

A53- Đại lộ Bình Dương-P.Hiệp Thành-TX.Thủ Dầu Một –T.Bình Dương

☎: (0650)822847 – Fax: (0650)825992

Website:<http://www.ktkt.edu.vn>

KHOA: KỸ THUẬT- CÔNG NGHỆ
BỘ MÔN ĐIỆN- ĐIỆN TỬ



BÀI GIẢNG MÔN HỌC
NHÀ MÁY ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

LƯU HÀNH NỘI BỘ

BIÊN SOẠN: THS. NGUYỄN TƯỜNG DŨNG

BÌNH DƯƠNG 09/2009

MỤC LỤC

PHẦN 1. NHÀ MÁY ĐIỆN

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan	01
1.2. Các kiến thức cơ bản trong nhà máy điện.....	02
1.3. Các chu trình nhiệt của nhà máy nhiệt điện.....	09

CHƯƠNG 2. NHÀ MÁY ĐIỆN TUABIN HƠI

2.1. Khái niệm.....	12
2.2. Lò hơi.....	12
2.3. Tuabin hơi.....	15

CHƯƠNG 3. NHÀ MÁY ĐIỆN TUABIN KHÍ

3.1. Giới thiệu Tuabin khí.....	19
3.2. Nguyên lý làm việc.....	19
3.3. Phân loại tuabin khí.....	20
3.4. Các phương pháp nâng cao nhiệt độ làm việc.....	21
3.5. Cấu tạo tuabin khí.....	21

CHƯƠNG 4. HỆ THỐNG ĐIỆN

4.1. Máy phát điện.....	27
4.2. Máy biến áp công suất.....	34
4.3. Hệ thống điện tự dùng.....	36
4.4. Khí cụ điện.....	37

PHẦN 2. TRẠM BIẾN ÁP

CHƯƠNG 5. TỔNG QUAN

5.1. Tổng quan.....	39
5.2. Quy định về đánh số TBA.....	39
5.3. Sơ đồ cấu trúc TBA.....	42
5.4. Nội đất TBA.....	44

CHƯƠNG 6. HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG BẢO VỆ TBA

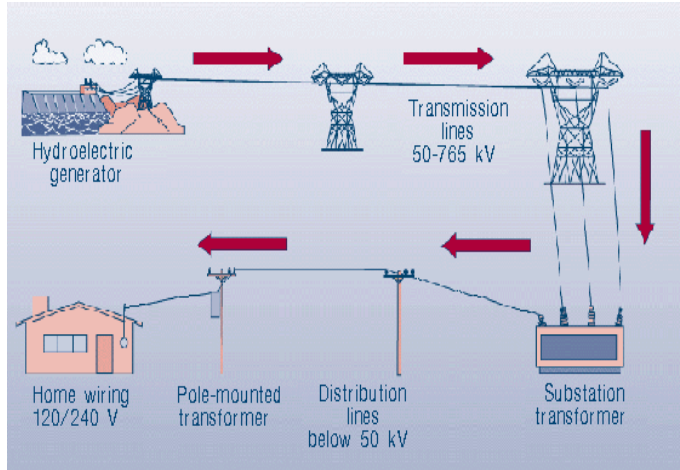
6.1. Nguyên lý rờ le kỹ thuật số.....	46
6.2. Bảo vệ trạm.....	47
6.3. Hệ thống báo động.....	47
6.4. Hệ thống đo lường.....	48
6.5. Các hệ thống khác.....	50

PHẦN 1: NHÀ MÁY ĐIỆN

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan

Ngày nay, điện là nhu cầu thiết yếu trong sinh hoạt cũng như sản xuất. Điện thường được sản xuất trong các nhà máy điện và được truyền đến nơi tiêu thụ qua mạng lưới điện. Chương này sẽ trình bày tổng quan về các loại nhà máy điện, các chu trình nhiệt sử dụng trong nhà máy nhiệt điện cùng với một số kiến thức cơ bản cần thiết.



Hình 1-1: Hệ thống điện

1.1.1. Phân loại các nhà máy điện:

Nhà máy điện là nơi tổ hợp các thiết bị để biến đổi các dạng năng lượng khác nhau thành điện năng. Nhà máy điện có thể phân loại dựa theo nguồn nhiên liệu sử dụng hoặc theo thiết bị chuyển đổi năng lượng.

Phân loại theo nhiên liệu:

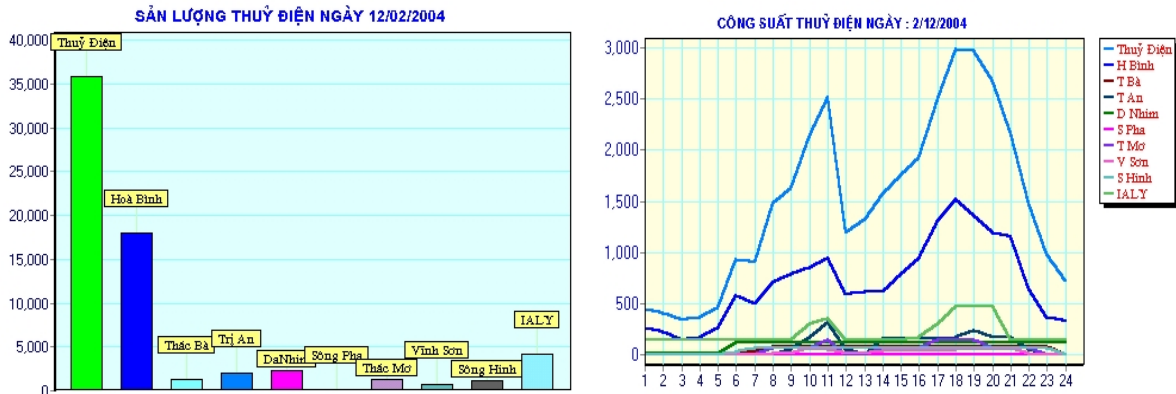
- Nhà máy điện hạt nhân: sử dụng nhiệt từ phản ứng hạt nhân để vận hành tuabin hơi.
- Nhà máy nhiệt điện (dùng nhiên liệu hóa thạch): năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch (các loại dầu, khí tự nhiên) được dùng để vận hành tuabin hơi hoặc tuabin khí.
- Nhà máy địa nhiệt: đá nóng dưới lòng đất cấp năng lượng sinh hơi nước cho tuabin hơi.
- Nhà máy điện dùng nhiều liệu tái sinh: các nhà máy này dùng bã mía, rác đô thị, khí metan (từ các túi khí trong lòng đất), sinh khối (xác động, thực vật)... để cung cấp năng lượng hoạt động.
- Nhà máy điện dùng năng lượng tái sinh: là năng lượng từ sóng biển, thủy triều, gió, mặt trời, thác nước (thủy điện).

Phân loại theo thiết bị chuyển đổi năng lượng:

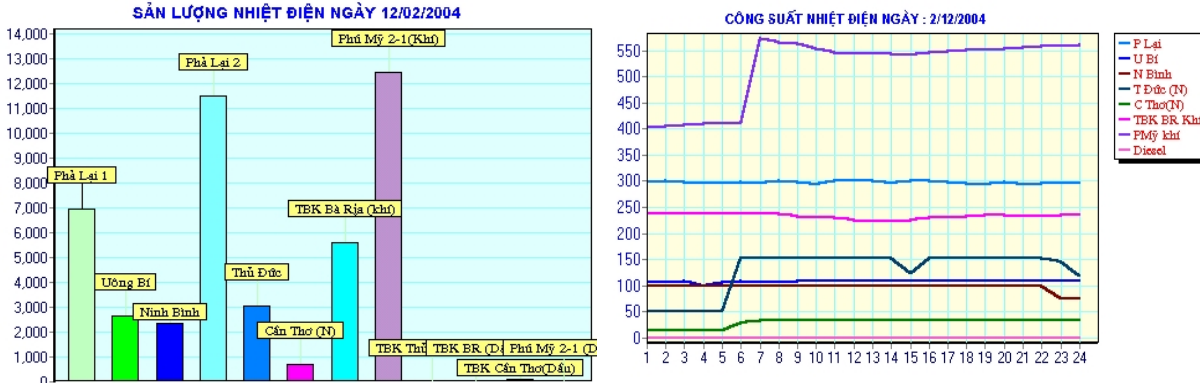
- Nhà máy điện dùng tuabin hơi nước: trong nhà máy này tuabin quay nhờ năng lượng giãn nở hơi nước trong cánh tuabin. Với hơi nước có áp suất và nhiệt độ cao (làm trung gian) được sinh ra từ lò hơi.
- Nhà máy điện dùng tuabin khí: khí cháy sinh ra khi đốt khí tự nhiên hoặc dầu được phun trực tiếp vào tuabin để quay tuabin.
- Nhà máy điện chu trình hỗn hợp: sử dụng cả tuabin hơi và tuabin khí. Khí tự nhiên được đốt để quay tuabin khí, khói thải có nhiệt độ cao từ tuabin khí đi qua lò hơi thu hồi nhiệt, lò này sẽ cấp hơi nước để hoạt động tuabin hơi.
- Nhà máy thủy điện: nước từ các hồ chứa quay các tuabin nước kéo máy phát để phát điện.
- Nhà máy điện mặt trời: đây là nhà máy điện không có thiết bị quay, năng lượng từ ánh sáng mặt trời được biến trực tiếp thành điện nhờ các tấm quang voltaic.
- Ngoài ra, các máy phát nhỏ được kéo bởi động cơ đốt trong thường được dùng để làm nguồn dự phòng cho bệnh viện, khu công nghiệp...

1.1.2. Tình hình các nhà máy điện ở Việt Nam.

Các nhà máy điện ở Việt nam chủ yếu là thủy điện và nhiệt điện đốt than. Gần đây nhờ sự phát triển của ngành dầu khí, các nhà máy nhiệt điện dùng chu trình hỗn hợp liên tục được xây dựng nhằm đáp ứng nhu cầu tăng nhanh của phụ tải. Dưới đây giới thiệu sản lượng điện của các nhà máy thủy điện và nhiệt điện tiêu biểu trong một ngày.



Hình 1-2: Sản lượng và công suất các nhà máy thủy điện



Hình 1-3: Sản lượng và công suất các nhà máy nhiệt điện

So sánh nhiệt điện và thủy điện:

Chỉ tiêu so sánh	Thủy điện	Nhiệt điện
Thời gian xây dựng	Dài	Ngắn
Vốn đầu tư	Cao	Thấp
Giá thành điện năng	Thấp	Cao
Giá thành sửa chữa	Thấp	Cao

1.2. Các kiến thức cơ bản trong nhà máy điện

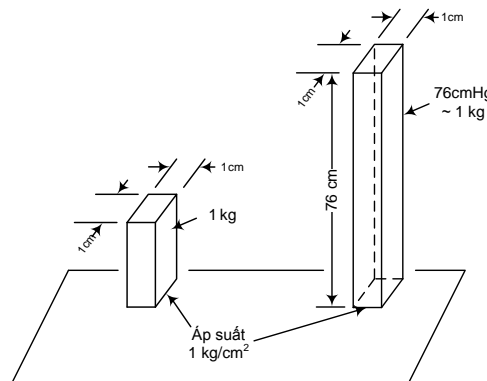
Đề thuận lợi cho việc tìm hiểu, vận hành cũng như sửa chữa các thiết bị trong nhà máy điện, các kiến thức cơ bản về nhà máy điện được trình bày sau đây.

1.2.1. **Áp suất:** Áp suất là lực tác dụng lên một đơn vị diện tích.

- Các đơn vị thường dùng: kg/cm^2 , bar, psi (pound per square inch), cmH_2O , cmHg ...
- Quan hệ giữa các đơn vị: $1 \text{ kg/cm}^2 \approx 0.981 \text{ bar} \approx 14.69 \text{ psi} \approx 76 \text{ cmHg} \approx 10 \text{ mH}_2\text{O}$
- Áp suất có thể được tạo ra theo 3 cách: (a) do trọng lượng của vật chất, (b) do lực cơ khí, (c) do gia nhiệt vật chất thí dụ như nước.

Áp suất tạo ra do trọng lượng của vật chất: vật chất ở đây bao gồm chất rắn, chất lỏng và cả khối lượng của không khí trong khí quyển.

Hình 1-4 cho thấy chất rắn cùng như chất lỏng tạo ra áp suất 1 kg/cm^2 trên bề mặt một vật.



Hình 1-4: Áp suất đặt trên mặt phẳng

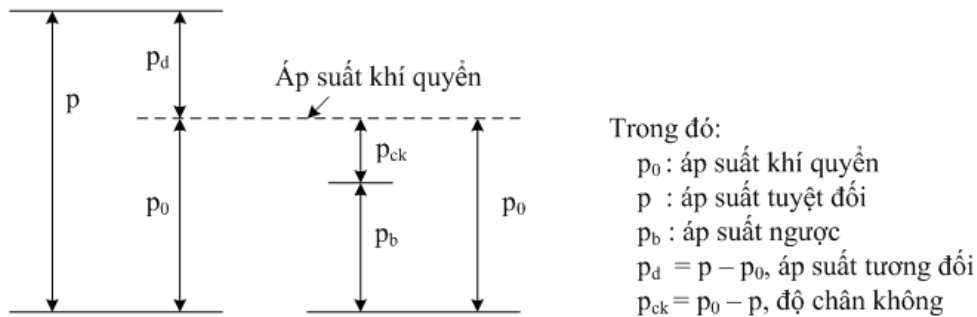
Không khí trong môi trường sống tác động áp suất lên chúng ta cũng như mọi vật. Nhưng chúng ta thường không chú ý đến nó, do không khí luôn bao quanh một vật từ mọi hướng và áp suất tác động lên vật đó sẽ bù trừ lẫn nhau. Áp suất khí quyển chính là trọng

lượng của khối không khí bên trên một vật bằng 14.7 psi ở mực nước biển và giảm dần đến 0 khi ra ngoài bầu khí quyển trái đất.

- **Áp suất tạo ra do lực cơ khí:** là áp suất tạo ra do có các tác động cơ khí. Ví dụ như: bơm hơi vào trong bánh xe, bơm nước vào trong đường ống...
- **Áp suất tạo do gia nhiệt vật chất:** ví dụ như nước (hoặc khí) nhốt trong bình kín được đun lên sẽ tạo ra một áp suất bên trong bình do sự giãn nở cũng như do sự sinh hơi.

Phân loại áp suất:

- **Áp suất khí quyển:** được đo bằng Barometer, ở mực nước biển = 1 kg/cm^2
- **Áp suất tương đối, áp suất dư hay áp suất đồng hồ:** là áp suất của các môi trường có áp suất lớn hơn áp suất khí quyển, đo bằng manometer.
- **Áp suất tuyệt đối:** là thông số trạng thái, bằng áp suất dư cộng áp suất khí quyển.
- **Chân không:** là áp suất nhỏ hơn áp suất khí quyển, đo bằng vacuumeter. Khi hút bớt khí ra khỏi một bình kín, trong bình sẽ có áp suất chân không.
- **Áp suất ngược (back pressure) hay “độ chân không”:** là một khái niệm đặc biệt dùng trong nhà máy điện dùng để chỉ độ chân không không hoàn toàn (partial vacuum) của bình ngưng. Nói cách khác, đây là áp suất tuyệt đối của hơi ngay khi ra khỏi tuabin để đến bình ngưng hay là “áp suất bình ngưng”.



Hình 1-5: Quan hệ giữa các loại áp suất

1.2.2.Nhiệt độ và nhiệt: Trong nhà máy nhiệt điện, hiểu về nhiệt và nhiệt độ là quan trọng vì hầu hết các máy móc, thiết bị đều liên quan đến việc kiểm soát nhiệt độ. Trong nhà máy điện hai đơn vị nhiệt độ thường dùng là Celcius và Fahrenheit. Quan hệ: $t^{\circ}C = \frac{5}{9}(t^{\circ}F - 32)$

a. Phân biệt nhiệt và nhiệt độ:

- Khi bỏ viên đá vào nước nóng, đá sẽ tan chảy. Nước thì nóng hơn viên đá mà nó truyền nhiệt sang, nói cách khác viên đá thì lạnh hơn. Dòng nhiệt di chuyển từ vật có nhiệt độ cao xuống thấp. Nhiệt độ là điều kiện để xác định dòng nhiệt từ vật này sang vật khác.
- **Nhiệt độ** để đo một vật nóng hơn hay lạnh hơn vật khác. Khi thêm **nhiệt** vào một vật sẽ làm gia tăng nhiệt độ của vật đó, ngược lại khi lấy bớt **nhiệt** sẽ làm vật nguội đi.

b. Các phương pháp truyền nhiệt: Có 3 phương pháp truyền nhiệt:

- **Dẫn truyền nhiệt:** nhiệt được truyền từ phân tử này sang phân tử khác của một vật hoặc sang vật khác tiếp xúc với nó.
- **Truyền nhiệt đối lưu:** nhiệt truyền thành dòng từ phần này sang phần khác của chất lỏng hay chất khí.
- **Truyền nhiệt bức xạ:** năng lượng nhiệt ở dạng ánh sáng và sóng bức xạ. Nhiệt từ một vật nóng sẽ truyền nhiệt bức xạ thẳng theo mọi hướng. Nói cách khác mọi vật “có thể nhìn” thấy nguồn nhiệt sẽ nhận được nhiệt bức xạ.

1.2.3.Lưu lượng: Nước, hơi, không khí, dầu, khí tự nhiên và khí cháy là các loại lưu chất được kể đến trong một nhà máy điện. Lưu chất sẽ chảy từ nơi có áp suất cao đến nơi có áp suất thấp. Để vận hành hiệu quả các thiết bị cần phải đo lưu lượng của các lưu chất này. Ví dụ như: lưu lượng nước cấp vào lò hơi, lưu lượng hơi đến tuabin...

Lưu lượng thể hiện lượng lưu chất (khối lượng hoặc thể tích) di chuyển được trong một đơn vị thời gian. Các đơn vị thường dùng: tấn/giờ, kg/giây, $\text{m}^3/\text{giờ}$, l/phút...tùy thuộc vào đối tượng cần đo. Lưu lượng tỷ lệ thuận với với độ chênh áp giữa đầu vào và đầu ra. Sự ma sát

bên trong các ống, sự thay đổi hướng chảy, và các vật cản trở (như van, cầu chặn) sẽ làm giảm áp suất của dòng chảy. Điều này luôn được lưu ý trong quá trình thiết kế cũng như vận hành nhà máy điện.

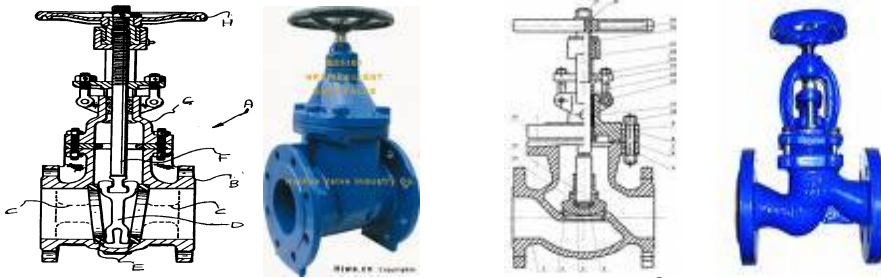
1.2.4. Nguyên lý các loại van và bẫy: Trong bất kỳ nhà máy điện nào, các loại ống, van, bẫy cùng với các ngã rẽ được dùng để nối các phần của thiết bị hay các thiết bị với nhau. Sau đây sẽ mô tả một số loại van và bẫy thường gặp.

a. Van: Các van được thiết kế để thực hiện một trong ba chức năng cơ bản sau: mở-đóng (on-off valve), điều chỉnh lưu lượng, và ngăn dòng chảy ngược. Có rất nhiều loại van nhưng tất cả đều theo vài nguyên lý cơ bản.

Các loại van có thể đóng mở bằng tay, dây xích, động cơ điện, thủy lực điện từ, hay gió nén. Hai loại sau thường là van nhỏ, áp suất thấp điều khiển phức tạp.

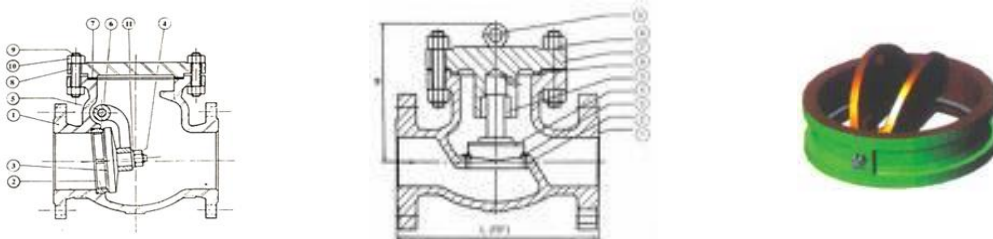
Van cửa và van hình cầu (gate, globe valves):

- Van cửa: Cửa (đĩa) van là loại nôm cứng, trở dòng ít. Vận hành đóng, mở hoàn toàn; không dùng điều chỉnh.
- Van cầu: Có trở dòng cao hơn van cửa. Dùng như van điều chỉnh hay thường xuyên thao tác. Có thể lắp đặt cho áp suất ở trên hay dưới đĩa van tùy theo điều kiện vận hành.



Hình 1-6: Van cửa và van cầu

- **Van một chiều (check valves):** có ba dạng là cửa quay (swing gate), cánh bướm (butterfly) và dạng nâng (lift) trình bày ở hình bên dưới. Rõ ràng dạng nâng có trở dòng lớn hơn.



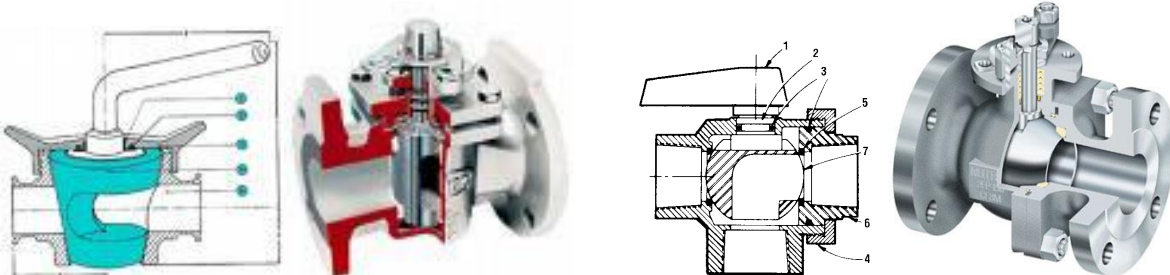
Van một chiều cửa quay

Van một chiều cửa nâng

Van một chiều cánh bướm

Hình 1-7: Van một chiều

- **Van bít và van bi (plug, ball valves):** hai dạng van này có đặc điểm chung là xoay 90° để đóng hay mở hoàn toàn, và trở dòng rất thấp do cửa van mở có độ thông dòng lớn. Loại này thường dùng cho áp suất thấp.



Hình 1-8: Van bít và van bi

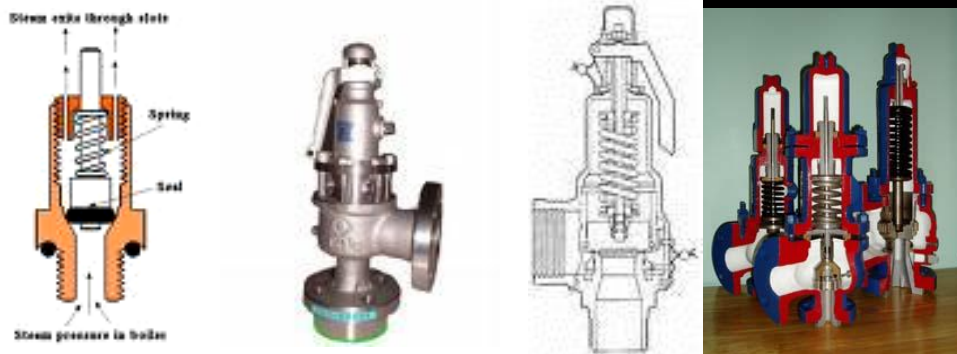
- **Van cánh bướm (butterfly valves):** đĩa van xoay 90o để đóng mở. Van này có trở dòng nhỏ hơn van cầu nhưng lớn hơn van van cửa, bít và bi. Van này thường dùng ở áp suất thấp và nhẹ tải.



Hình 1-9: Van cánh bướm

- **Van giảm áp và van an toàn** (relief, safety valves): được thiết kế để tránh các hư hỏng thiết bị do quá áp suất. Tuy nhiên có một số điểm khác nhau giữa hai loại.

Đặc tính	Van giảm áp	An an toàn
Áp dụng	Lưu chất không nén được: nước, dầu.	Lưu chất nén được: hơi và các loại khí.
Mở van	Độ mở tùy theo độ quá áp để duy trì áp suất nhỏ hơn giá trị đặt.	Mở nhanh hoàn toàn (nhảy) khi áp suất vượt quá giá trị đặt ($\approx 103\%$) và đóng nhanh lại khi áp suất xuống thấp hơn giá trị đặt ($\approx 96\%$).

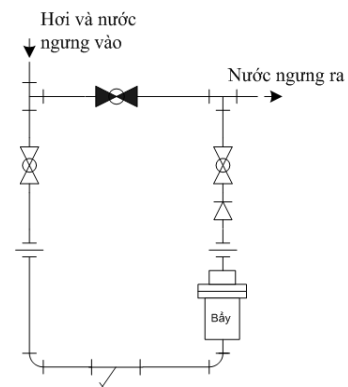


Hình 1-10: Van an toàn và van giảm áp

b. Bẫy hơi

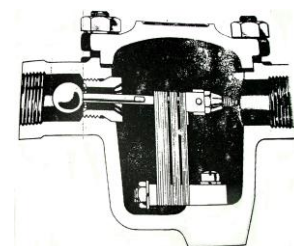
Bẫy (steam trap) được đặt giữa đường ống hơi và hệ thống thu hồi nước ngưng tụ. Mục đích lấy nước ngưng và các loại khí ra khỏi hơi mà không làm tổn hao hơi cũng như giảm áp suất hơi. Bẫy hơi được lắp đặt theo sơ đồ bên.

Bẫy có thể phân thành bẫy nhiệt hay bẫy cơ khí. Cũng có thể phân thành bẫy có dòng qua liên tục (có tiết lưu) hay dòng qua gián đoạn (cửa bẫy đóng mở từng chập).



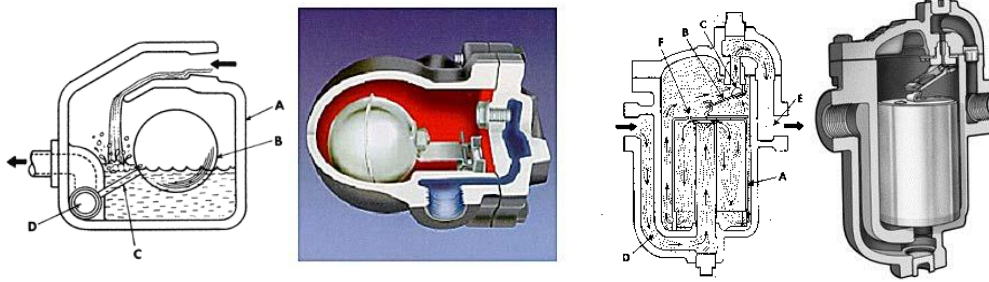
Hình 1-11: Sơ đồ lắp đặt bẫy

Bẫy nhiệt (Thermostatic traps): là bẫy mở theo nhiệt độ trong bẫy. Cơ cấu tác động dựa vào sự giãn nở khác nhau của cặp thanh kim loại (bimetallic type) hay sự giãn nở của hộp xếp kim loại (bellow type). Khi nước ngưng đầy trong bẫy – bẫy nguội: bẫy mở; khi hơi qua – bẫy nóng: bẫy đóng lại. Nguyên lý cấu tạo của hai loại bẫy nhiệt trình bày ở hình bên dưới.



Hình 1-12: Bẫy nhiệt

- **Bẫy cơ:** Bẫy cơ (Mechanical traps) Có nhiều dạng bẫy cơ sau đây như bẫy phao (ball float), dạng thùng ngược (inverted bucket), các bẫy này mở khi đầy nước và ngược lại.



Hình 1-13: Bẫy cơ

Sau đây là ký hiệu một số ký hiệu của các thiết bị dùng trong sơ đồ nhiệt:

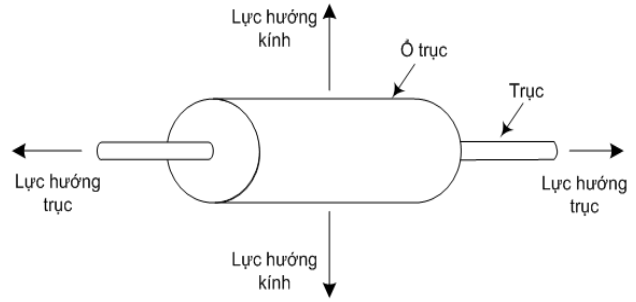
Ký hiệu	Thiết bị	Ký hiệu	Thiết bị
	Van cửa		Van cử thường đóng
	Van cầu		Van cầu thường đóng
	Van góc		Van góc thường đóng
	Van cửa hoạt động nhờ động cơ		Van điều chỉnh lưu lượng
	Van điều chỉnh		Van điện từ
	Bẫy hơi		Van mở nhanh
	Van ba cửa		Van điện từ ba cửa
	Van an toàn thẳng		Van an toàn góc
	Van một chiều		Van một chiều có điều khiển
	Nối giảm		Tiết lưu, ống đo lưu lượng
	Nối giãn nở		Lọc
	Lọc giỏ đơn		Lọc giỏ đôi
	Chỉ thị lưu lượng		Máy ghi lưu lượng
	Chỉ thị áp suất		Máy ghi áp suất
	Chỉ thị nhiệt độ		Máy ghi nhiệt độ
	Công tắc áp suất		Lỗ kiểm tra (Test Well)

1.2.5. Sự bôi trơn và các loại bộ trục: Khi các loại thiết bị quay hoạt động, nơi phân động (rotor) và phân tĩnh (stator) cọ sát nhau sẽ sinh ra ma sát. Kết quả của sự ma sát là phát nhiệt, sự mài mòn, cản trở chuyển động và sinh ra tĩnh điện. Ổ trục (bearing) và cổ trục hay còn gọi là ngỗng trục (journal) là vị trí tiếp xúc giữa phân động và phân tĩnh.

Để giảm ma sát cũng như các hệ quả của nó thiết bị cần được bôi trơn. Mục đích của bôi trơn là tách các bề mặt chịu ma sát bằng cách chen lớp dầu hay mỡ vào giữa để giảm sự sinh

hiệt và sự mài mòn. Mỡ hoặc dầu sẽ được dùng để bôi trơn tùy theo tốc độ quay, độ nặng, cũng như loại bộ trục sử dụng. Việc bôi trơn là rất quan trọng vì giá thành cho dầu mỡ luôn nhiều lần rẻ hơn giá thành cho việc thay thế thiết bị kim loại hư hỏng.

Hai lực chính tác động lên bộ trục là lực đẩy dọc trục và lực hướng kính. Lực dọc trục có thể tác động theo một trong hai hướng song song với trục. Loại ổ trục kiểu lăn và có ống lót chủ yếu chịu lực hướng kính (ổ đỡ). Trường hợp lực dọc trục lớn phải dùng dạng ổ trục đặc biệt: ổ chặn.

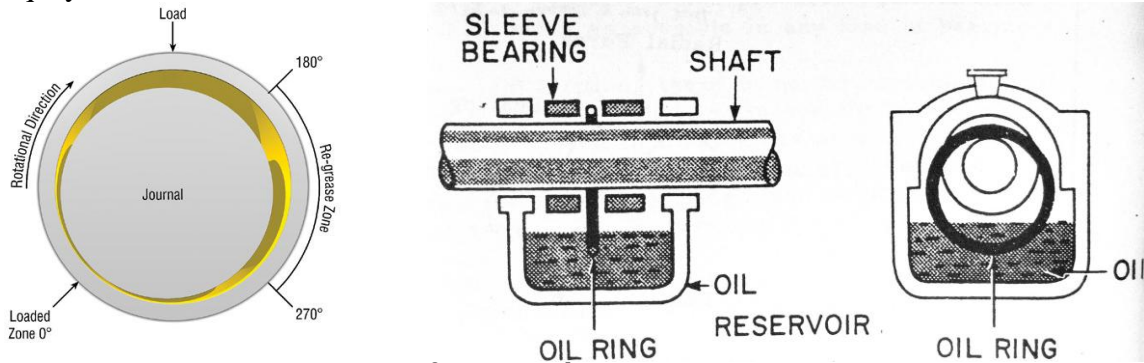


Hình 1-14: Lực tác động lên ổ trục

Do đó có thể phân ổ trục thành hai loại chính: ổ đỡ và ổ chặn.

a. Ổ đỡ:

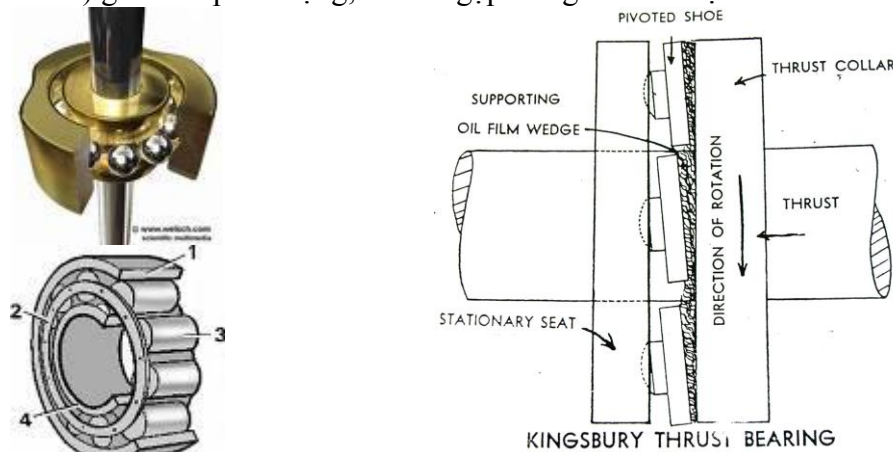
- **Ổ trục có ống lót hay ổ trục trơn (sleeve bearing):** được bôi trơn bằng mỡ hoặc dầu; bằng mỡ cho ổ trục chịu vận tốc thấp và tải nặng; trường hợp vận tốc và nhiệt độ cao thì thường dùng dầu. Đối với ổ trục máy phát và tuabin có tải nặng và vận tốc cao thì dùng dầu được bơm tăng áp lực.
- **Vòng bôi trơn ổ trục ống lót:** loại này dùng một vòng có đường kính lớn hơn đường kính trục. Vòng này có phần đáy nhúng trong thùng dầu để lấy dầu tươi lên cổ trục khi trục quay.



Hình 1-15: Ổ trục có ống lót và vòng bôi trơn

- **Ổ bi và ổ đĩa (ball, roller bearing):** hai loại này thuộc dạng ổ trục chống ma sát. Khi quay ma sát có rất ít do ổ trục chỉ còn tiếp xúc điểm trên viên bi hay con lăn. Hai loại này thường dùng mỡ để bôi trơn.

b. Ổ chặn: Hình bên dưới là dạng đơn giản nhất trong các loại ổ chặn: Ổ chặn Kingsbury (Kingsbury thrust bearing). Phần tĩnh của ổ trục này được gắn các guốc (pivot shoes) và vòng chặn (thrust collar) gắn trên phần động; tất cả ngập trong dầu khi vận hành.



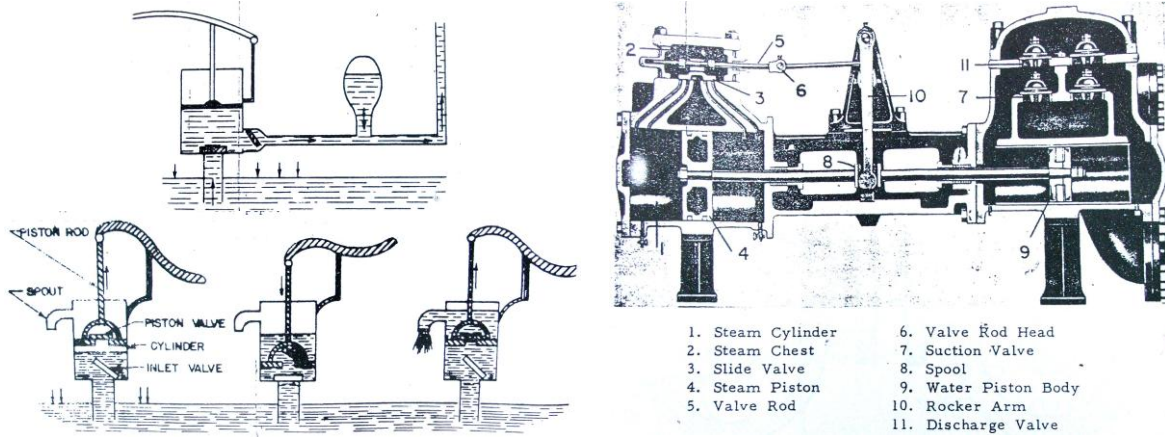
Hình 1-16: Ổ bi, ổ đĩa và ổ chặn

1.2.6. Bơm: Bơm là thiết bị cơ khí dùng để thay đổi áp suất và gây ra dòng chuyển động. Tuy có chung nguyên lý nhưng khi dùng cho chất khí được gọi là quạt (fan) hay máy nén (compressor); khi dùng cho chất lỏng gọi là bơm.

Có thể phân biệt bơm theo hai loại: (1) thể chỗ dương (positive displacement) là bơm chuyển động qua lại (piston) và loại quay (rotary); (2) Bơm loại động lực (kinetic) gồm các bơm ly tâm (centrifugal) và bơm phụt (injector) hoạt động theo nguyên lý Venturi.

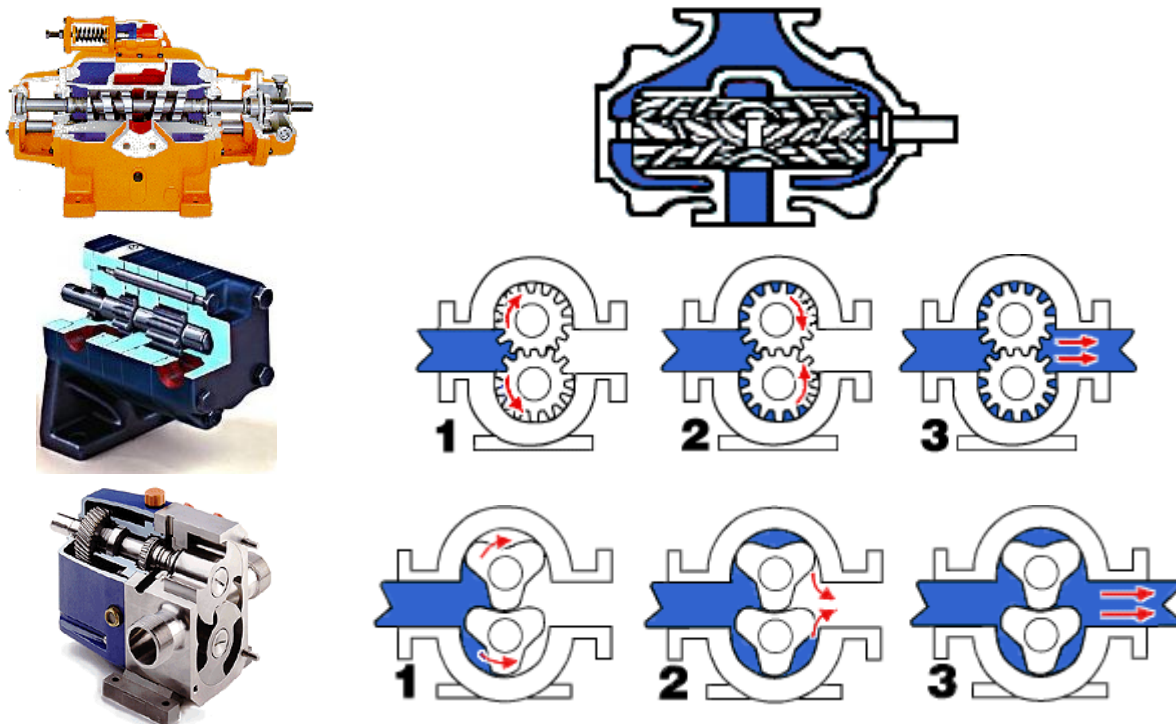
a. Bơm thể chỗ dương (positive displacement)

- **Bơm piston:** hình bên dưới trình bày nguyên lý hoạt động của bơm nâng (lift pump), bơm đẩy (force pump) và bơm piston hai cấp (double action reciprocating pump); bơm này thường dùng để bơm hóa chất vào hệ thống nước của lò hơi.



Hình 1-17: Bơm đẩy, bơm nâng và bơm piston hai cấp

- **Bơm quay:** phổ biến là bơm vít (screw), bơm bánh răng (gear) và kiểu vấu (lobe) các bơm này có áp suất thoát không đổi. Trong nhà máy điện, các bơm này dùng phổ biến để bơm dầu và hóa chất.



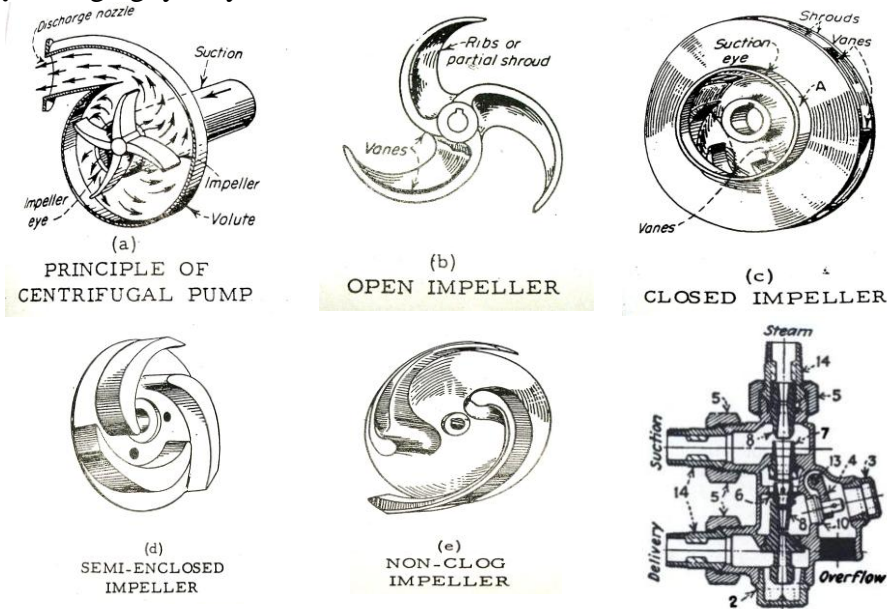
Hình 1-18: Các loại bơm quay

b. Bơm động lực

- **Bơm ly tâm:** là bơm hoạt động theo nguyên lý ly tâm. Bơm ly tâm rất đa dạng về thể loại cũng như kích thước. Sự đa dạng của bơm ly tâm do các thay đổi ở cánh bơm, thân bơm cũng như số tầng bơm (một hay nhiều tầng). Nhờ các thay đổi đó bơm có thể có lưu lượng

lớn với áp suất thấp như bơm tuần hoàn, hay áp suất cao với nhiều tầng bơm như bơm cấp nước lò.

- **Bơm phụt:** dùng nguyên lý Venturi.



Hình 1-19: Bơm ly tâm: các dạng cánh bơm và bơm phụt

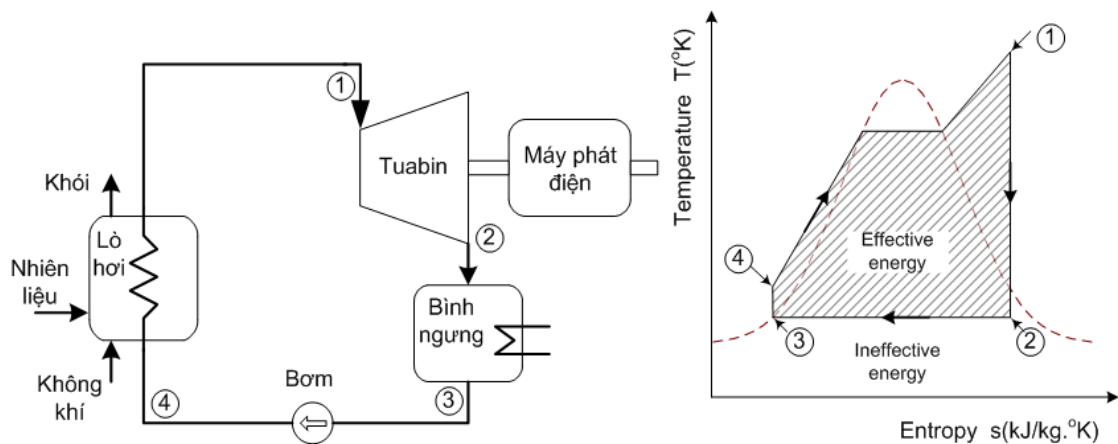
1.2.7. Hệ thống gió nén: Hệ thống gió nén là không thể thiếu trong một nhà máy điện. nó cung cấp gió để điều khiển thiết bị cũng như một số công dụng khác. Nó có thể được phân thành hai loại: gió điều khiển và gió công dụng.

- **Hệ thống gió điều khiển** (instrument air) : dùng cho các hệ thống, các van điều khiển bằng gió nén, các bộ truyền tín hiệu...Gió nén này phải sạch, khô và duy trì ở một áp suất nhất định.
- **Hệ thống gió công dụng** (survice): sử dụng để làm mát, chèn, các máy công cụ...hay có thể làm dự phòng cho hệ thống gió điều khiển. Gió này không yêu cầu chặt chẽ như gió điều khiển.
- Gió nén được cung cấp từ các máy nén gió đi qua các bộ lọc và hút ẩm rồi đến các bồn chứa. Từ đây gió được phân phối đến các thiết bị sử dụng.

1.3. Các chu trình nhiệt của nhà máy nhiệt điện

1.3.1. Chu trình nhiệt của Tuabin hơi

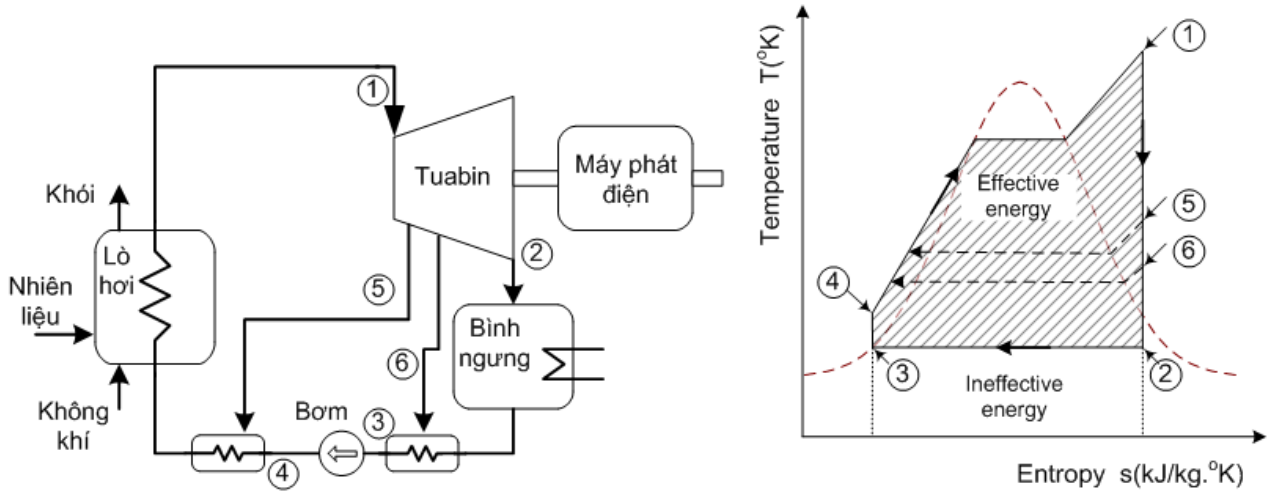
a. Chu trình Rankine: Chu trình rankine là chu trình cơ bản của nhà máy điện hơi nước. Lò hơi có nhiệm vụ cung cấp hơi nước ở áp suất và nhiệt độ cao cho tuabin. Hơi này đi vào tuabin giãn nở sinh công làm quay tuabin, sau khi thoát khỏi tuabin hơi ngưng tụ thành nước ở bình ngưng và được bơm trở ngược về lò. Máy phát điện được gắn đồng trục với tuabin sẽ phát điện lên lưới điện.



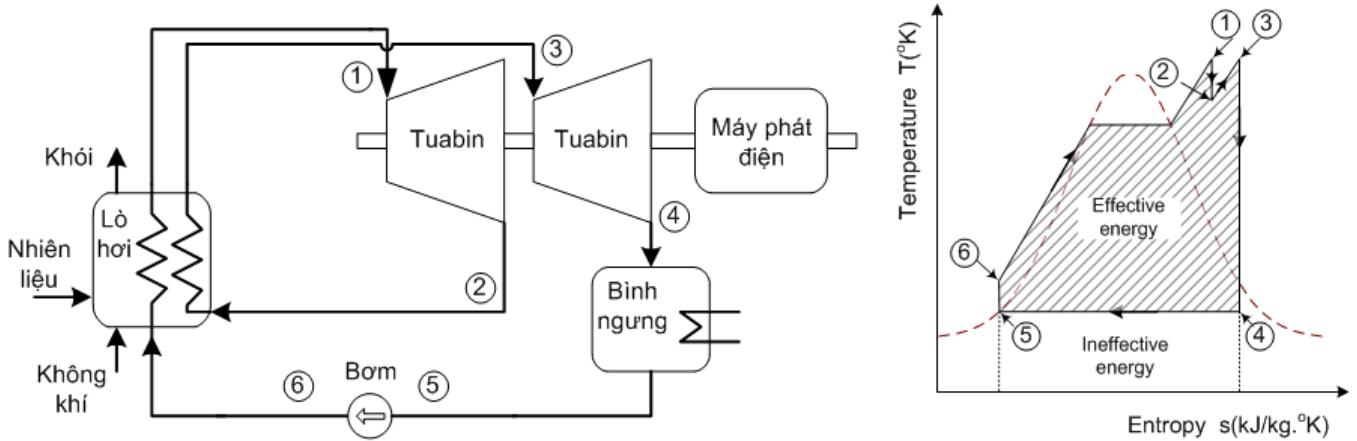
Hình 1-20: Sơ đồ nguyên lý và biến đổi năng lượng trong chu trình Rankin

b. Chu trình có hồi nhiệt: Trong chu trình này, một phần hơi từ tầng trung bình được trích ra và hơi trích dùng để gia nhiệt nước cấp cho lò. Nhờ đó giảm được năng lượng tổn hao khi ngưng tụ nước ở bình ngưng, kết quả là hiệu suất nhiệt của chu trình được cải thiện (Hình 1-21).

c. Chu trình có quá nhiệt trung gian: Chu trình này cần các tuabin hơi nhiều tầng, hơi sau khi giãn nở trong tuabin đầu tiên được đưa trở lại lò, để tăng nhiệt độ và áp suất, sau đó đưa đến tuabin tiếp theo và tiếp tục giãn nở sinh công. Đây cũng là biện pháp để tăng hiệu suất của chu trình.

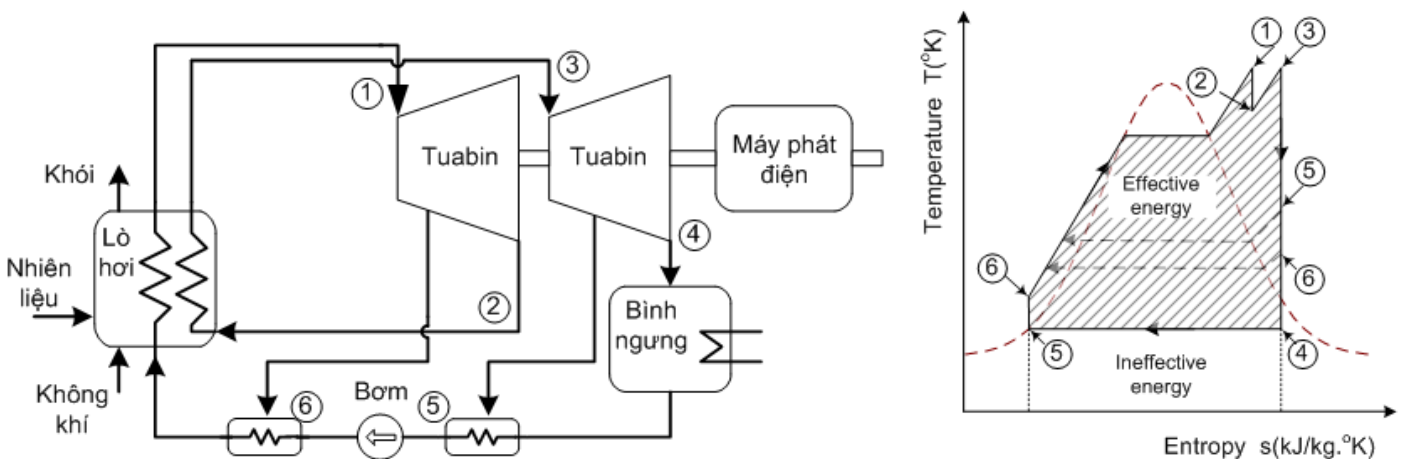


Hình 1-21. Sơ đồ nguyên lý và biến đổi năng lượng trong chu trình có hồi nhiệt



Hình 1-22. Chu trình có quá nhiệt trung gian

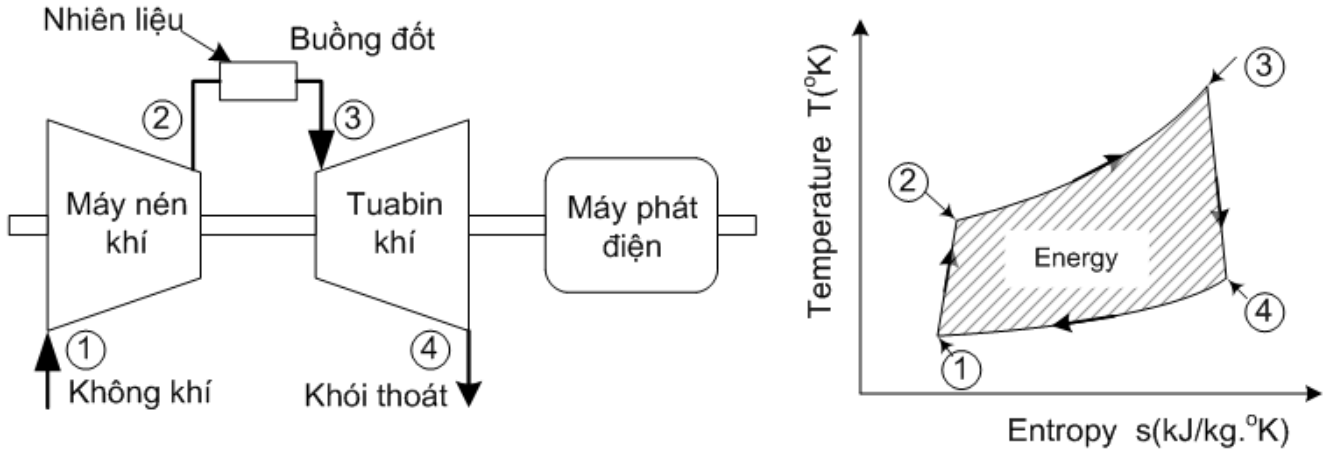
d. Chu trình hồi nhiệt có quá nhiệt trung gian: Đây là chu trình kết hợp cả chu trình hồi nhiệt và chu trình quá nhiệt trung gian.



Hình 1-23. Chu trình hồi nhiệt có quá nhiệt trung gian

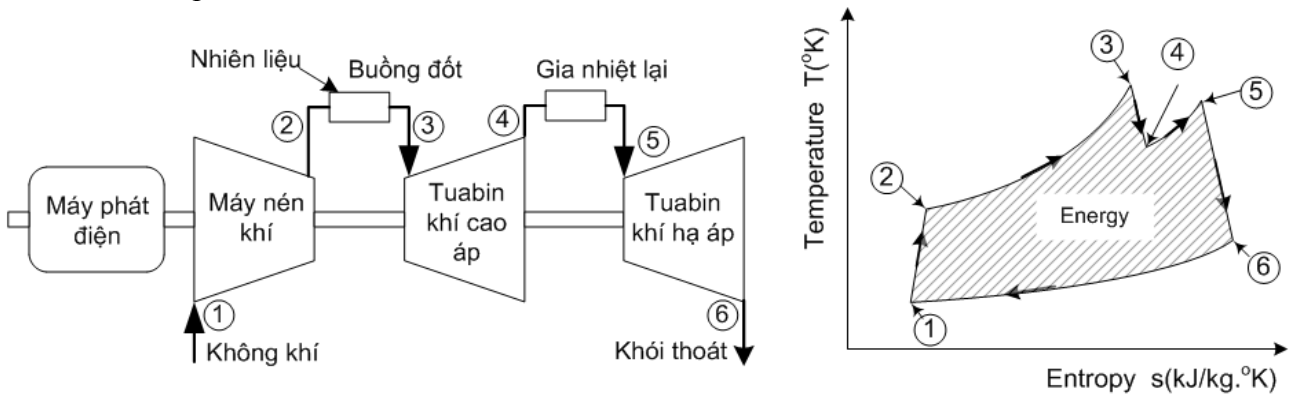
1.3.2. Chu trình nhiệt của Tuabin khí

a. Chu trình Brayton đơn giản: Trong chu trình Brayton đơn giản, không khí được nén trong máy nén khí, khí nén này cùng với nhiên liệu được đốt trong buồng đốt tạo thành khí cháy, khí cháy giãn nở khi đi qua tuabin khí sẽ làm quay tuabin.



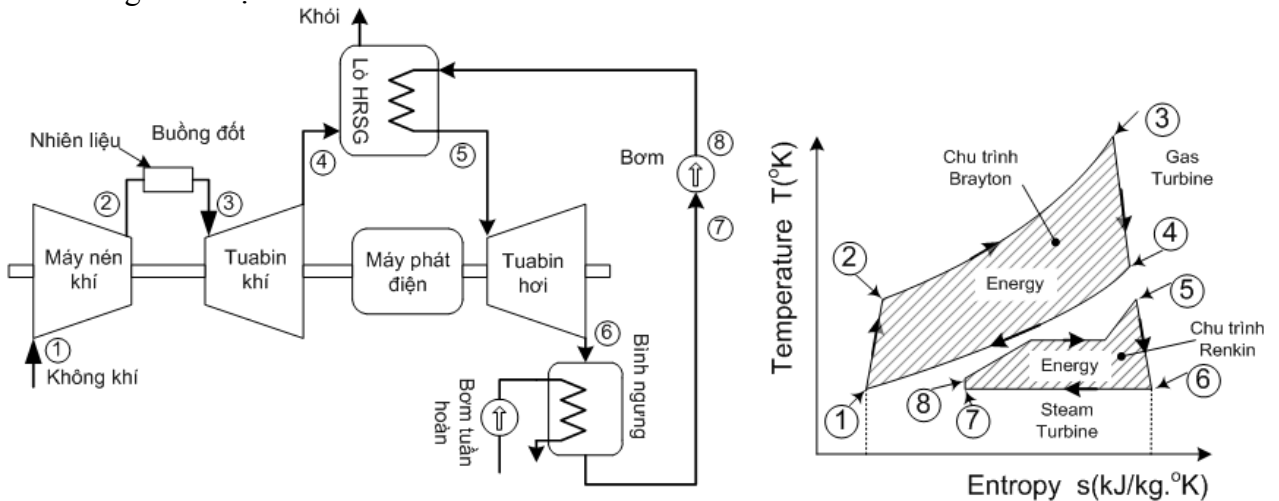
Hình 1-24. Chu trình Brayton đơn giản

b. Chu trình Brayton hồi nhiệt: Chu trình này gồm các tuabin khí nhiều tầng, khí cháy sau khi rời tuabin khí cao áp có nhiệt độ thấp được gia nhiệt lại bằng bộ hồi nhiệt và sử dụng cho tuabin khí hạ áp.



Hình 1-25. Chu trình Brayton hồi nhiệt

c. Chu trình nhiệt của chu trình hỗn hợp: Chu trình này sử dụng khí cháy từ cửa ra tuabin khí làm nguồn nhiệt cho chu trình hơi nước.

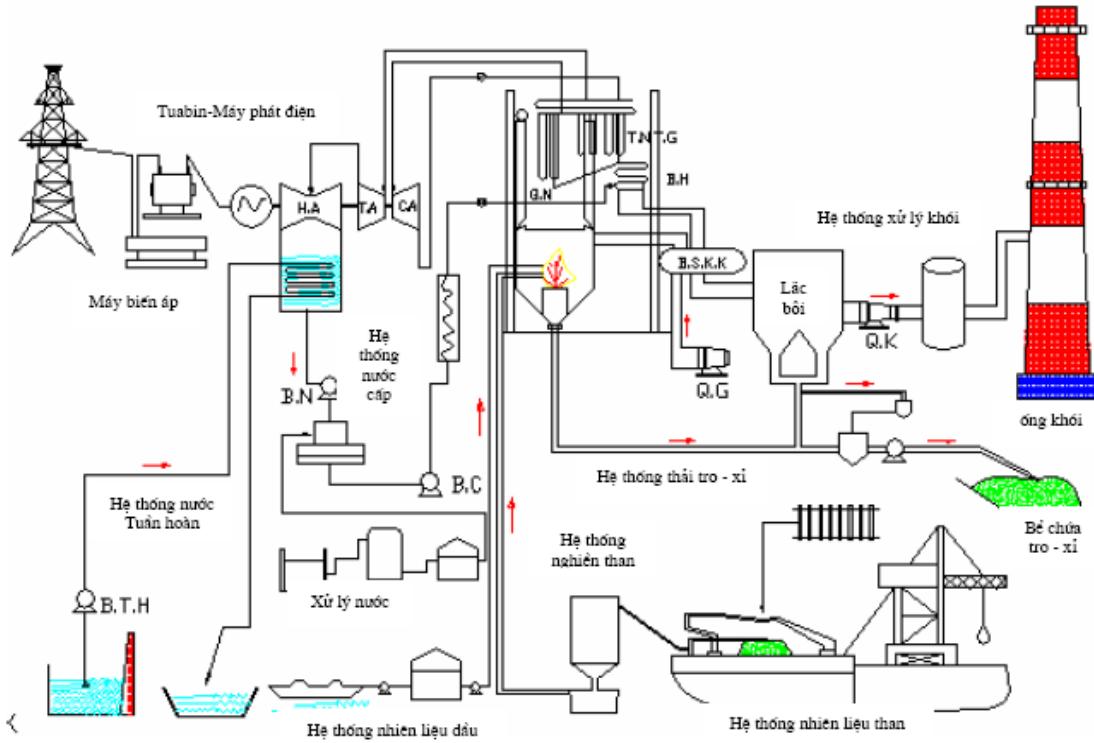


Hình 1-26: Chu trình nhiệt của chu trình hỗn hợp

Theo các thống kê, nhà máy điện sử dụng chu trình nhiệt tuabin hơi nước có thể đạt hiệu suất nhiệt từ 33-47 %. Trong khi đó, nếu hiệu suất nhiệt chu trình tuabin khí đơn chỉ có thể đạt từ 35-40 % thì chu trình hỗn hợp có thể đạt tới 60 %.

CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN NHÀ MÁY ĐIỆN TUABIN HƠI

2.1. Khái niệm



Hình 2-1: Sơ đồ nguyên lý nhà máy nhiệt điện hơi nước

Trong đó:

Tên viết tắt	Thiết bị	Tên viết tắt	Thiết bị
B.T.H	Bơm tuần hoàn	T.N.T.G	Bộ tải nhiệt trung gian
B.N	Bơm ngưng	B.S.K.K	Bộ xây không khí
B.C	Bơm cấp nước lò	B.H	Bộ hâm
Q.G	Quạt gió	C.A	Tuabin cao áp
Q.K	Quạt khói	T.A	Tuabin trung áp
Q.N	Bộ quá nhiệt	H.A	Tuabin hạ áp

Trên đây là Sơ đồ nguyên lý nhà máy nhiệt điện hơi nước theo đó lò hơi là thiết bị cung cấp hơi quá nhiệt cho tuabin quay, tuabin kéo theo máy phát điện, phát điện lên lưới. Trong đó, lò hơi cần được cấp nhiên liệu dầu hoặc than cùng với không khí từ quạt gió để đốt cháy, nước với chất lượng tốt để sinh hơi. Hơi đến quay tuabin có thể được gia nhiệt lại hay được ngưng tụ thành nước rồi quay trở lại lò nhờ bơm cấp nước lò.

Các phần tiếp theo của chương này sẽ lần lượt trình bày về lò hơi và tuabin hơi là hai thiết bị chính trong chu trình nhiệt của nhà máy nhiệt điện chu trình hơi nước.

2.2. Lò hơi.

Lò hơi là thiết bị quan trọng trong mỗi nhà máy nhiệt điện. Nhiệm vụ của lò hơi là chuyển hóa các dạng năng lượng khác nhau thành nhiệt năng và truyền nhiệt năng đó cho môi chất để chuyển chúng từ thể lỏng thành hơi bão hòa rồi thành hơi quá nhiệt. Hơi quá nhiệt này sẽ được đưa sang làm quay tua bin hơi.

Riêng với lò thu hồi nhiệt thải thì không có nhiệm vụ chuyển hóa năng lượng mà chỉ tận dụng nhiệt từ khói thải của tua bin khí.

Để thuận lợi cho việc tìm hiểu về lò hơi, trước tiên cần tìm hiểu qua một số khái niệm cơ bản.

2.2.1.Sự cháy: Ba yếu tố cần thiết để sự cháy xảy ra là: (a) nguyên liệu cháy; (b) đủ oxy cho sự cháy và (c) đủ nhiệt để nguyên liệu bắt lửa và duy trì cháy.

- Nguyên liệu cháy: là tất cả các vật liệu có thể cháy, phổ biến là các loại xăng dầu; trong nhà máy điện than dầu và khí được dùng.
- Oxy: oxy thì cần thiết cho sự cháy, trong không khí oxy chiếm khoảng 21% thể tích còn lại chủ yếu là ni-tơ và một số khí khác.
- Sự bốc cháy hay nhiệt độ bốc cháy: là nhiệt độ mà tại đó vật liệu cháy kết hợp với oxy sẽ cháy

Khi một trong ba yếu tố trên không đạt được thì sự cháy sẽ tắt.

Đối với nhà máy điện, để nâng hiệu suất tổ máy nhiên liệu cung cấp phải được đốt cháy hoàn toàn trong buồng đốt, cũng như hạn chế tối đa sự mất nhiệt qua ống khói.

- Nhiên liệu chuẩn bị cho lò hơi sao cho sự cháy được thuận lợi như dầu được hâm nóng rồi làm hóa mù, than được nghiền thành bột trước khi phun vào buồng đốt.
- Không khí cấp vào buồng đốt nhờ các quạt gió, lượng gió cung cấp phải đủ cho sự cháy nhưng không quá dư sẽ gây tổn thất nhiệt.
- Để nâng nhiệt độ đến nhiệt độ bốc cháy của nhiên liệu, người ta thiết kế một hệ thống môi lửa để đốt các nhiên liệu dễ cháy trước khi đốt nhiên liệu chính, sau khi nhiên liệu chính đã cháy nhiệt độ cháy sẽ tự duy trì nếu tỷ số nhiên liệu và không khí được giữ ở trị số thích hợp.

2.2.2. Các trạng thái của nước: Nước đóng vai trò môi chất trong nhà máy nhiệt điện tuabin hơi nước.

Nước có thể ở một trong ba trạng thái: rắn (nước đá), lỏng hay khí (hơi).

- Nước ở thể rắn: nước khi bị làm lạnh xuống khoảng 0°C sẽ hóa đá, sự hóa đá diễn ra từ ngoài vào trong. Thể tích nước khi hóa đá sẽ tăng lên.
- Nước ở thể lỏng: khi gia nhiệt nước đá, nó sẽ chảy thành nước. Nếu tiếp tục cấp nhiệt cho nước, nhiệt độ của nó sẽ được nâng lên, nhiệt độ càng cao càng đòi hỏi nhiều nhiên liệu. Nước cũng sẽ dẫn nở khi tăng nhiệt độ.

Khi nhiệt độ đạt đến trị số nhất định nước sẽ sôi, ở áp suất càng cao nhiệt độ này càng cao.

- Nước ở thể khí: sôi là hiện tượng các bọt hơi xuất hiện trong nước và nổi lên mặt nước, bọt này vỡ và giải phóng hơi ra. Hơi thì không nhìn thấy được, nóng và nhẹ hơn không khí. Hơi sinh ra ở nhiệt độ sôi là hơi bão hòa.
- Sự siêu nhiệt và ngưng tụ: nếu tiếp tục gia nhiệt hơi bão hòa ta sẽ có được hơi siêu nhiệt. Hơi siêu nhiệt là hơi có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi của nước tại cùng áp suất. Ngược lại khi làm nguội hơi thì hơi sẽ ngưng tụ thành nước, nếu ngưng tụ hơi trong bình kín thì tạo ra chân không do thể tích nước nhỏ hơn nhiều so với hơi.

2.2.3.Các đặc tính cơ bản của lò hơi.

▪ **Sản lượng hơi D:** là lượng hơi do lò hơi sản xuất ra trong một đơn vị thời gian, đơn vị đo là Tấn/h hoặc kg/s. Có ba loại sản lượng hơi:

- Sản lượng hơi định mức D_0 : là sản lượng hơi lớn nhất mà lò có thể làm việc lâu dài với thông số hơi quy định, thường được ghi trên nhãn hiệu lò hơi.

- Sản lượng hơi kinh tế D_{KT} : là sản lượng hơi mà lò làm việc với hiệu suất cao nhất, thường bằng 75 – 90% sản lượng định mức.

- Sản lượng hơi cực đại D_{max} : là sản lượng hơi lớn nhất cho phép lò làm việc tạm thời trong thời gian ngắn, vượt sản lượng định mức từ 10 – 20%.

▪ **Thông số hơi:** Thông số hơi của lò được biểu thị bằng giá trị của nhiệt độ và áp suất của hơi sau bộ quá nhiệt.

▪ **Hiệu suất lò hơi:** thường dùng là hiệu suất nhiệt, nó là tỷ số giữa phần nhiệt lượng mà môi chất hấp thu được với tổng nhiệt lượng đưa vào.

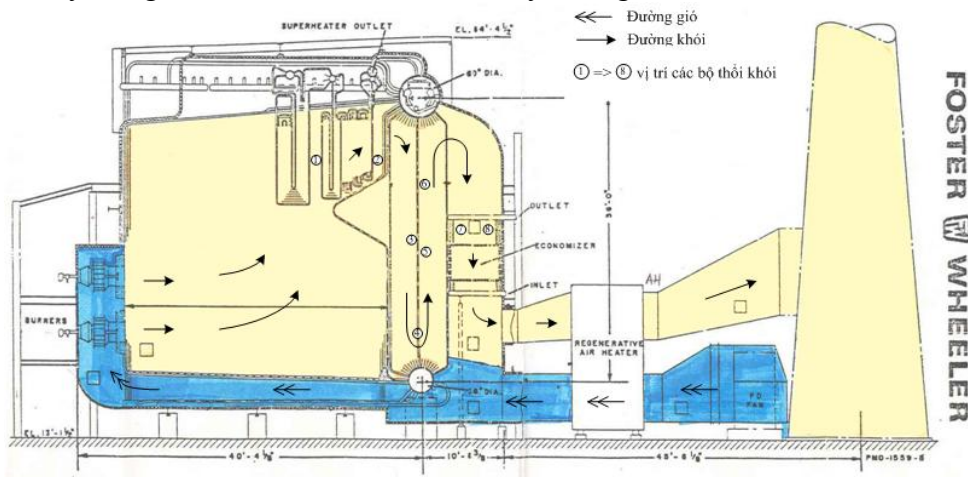
2.2.4.Phân loại lò hơi

Lò hơi dùng trong nhà máy điện có thể được phân chia theo nhiều cách khác nhau và hiện nay cũng có rất nhiều loại lò đang được sử dụng.

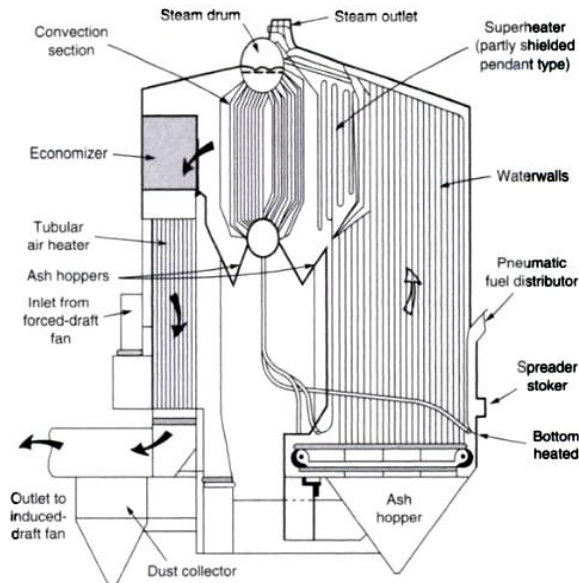
Người ta có thể phân loại lò hơi theo năng suất hơi, theo thông số hơi, theo nhiên liệu, theo cách đốt nhiên liệu ...

2.2.5. Chu trình tuần hoàn nước và khí trong lò hơi.

Trong phần này sẽ trình bày chu trình tuần hoàn của nước và hơi cũng như đường đi của gió và khí cháy trong lò hơi tuần hoàn tự nhiên hay cưỡng bức.



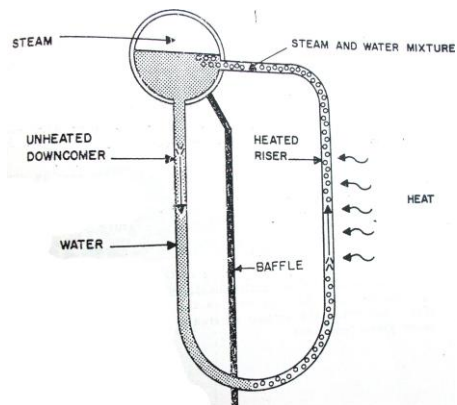
Hình 2-2: Mặt cắt lò hơi đốt dầu.



Hình 2-3: Mặt cắt lò hơi đốt than

2.2.6. Chu trình tuần hoàn nước và hơi

Nước được bơm vào bao hơi nhờ bơm cấp nước lò, từ đây chu trình tuần hoàn gồm ba phần sau: (1) dòng nước từ bao hơi qua các ống nước xuống đến khu vực ống bị gia nhiệt (ống sinh hơi); (2) dòng hỗn hợp nước và hơi từ các ống sinh hơi trở về bao hơi; (3) dòng hơi bão hòa đi ra từ bao hơi qua các ống quá nhiệt thành hơi quá nhiệt đến tuabin.



Hình 2-4: Tuần hoàn nước và hơi trong lò

Trường hợp chu trình tuần hoàn cưỡng bức, các bơm tuần hoàn được thiết kế với đường hút gắn vào các ống góp nước lấy nước từ các ống nước xuống và đường thoát gắn vào ống góp thoát rồi đi đến các ống sinh hơi.

2.2.7. Đường đi gió và khí cháy

Theo hình 2-2 và 2-3, **Mặt cắt lò hơi đốt dầu**, và hình **Mặt cắt lò hơi đốt than** có thể thấy gió sau khi rời quạt đẩy gió sẽ lần lượt đi qua các bộ sấy gió (bộ sấy gió hơi nước, bộ sấy gió hồi nhiệt hay cả hai) rồi đến hộp gió. Gió sau khi được đốt cháy trong buồng đốt cùng với nhiên liệu tạo thành khí cháy.

Khí cháy lần lượt truyền nhiệt cho tường nước, các bộ quá nhiệt, các dàn ống nước lên, các dàn ống nước xuống, bộ tiết nhiệt, bộ sấy gió hồi nhiệt và cuối cùng được thải ra ống khói. Riêng đối với lò đốt than, khí cháy phải đi qua bộ khử bụi than trước khi ra đến ống khói.

2.2.8. Nguyên lý cấu tạo và làm việc của lò hơi: Lò hơi dùng trong nhà máy nhiệt điện gồm các phần chính sau:

- Hệ thống cung cấp và đốt nhiên liệu, bao gồm các vòi đốt, buồng lửa ...
- Hệ thống cung cấp không khí và thải sản phẩm cháy, gồm các loại quạt, bộ sấy không khí, hệ thống thải xỉ, bộ khử bụi, ống khói ...
- Hệ thống cấp nước, gồm các loại bơm, bộ hâm nước ...
- Hệ thống sản xuất hơi quá nhiệt, gồm các loại bề mặt truyền nhiệt như ống nước lên, ống quá nhiệt, ...

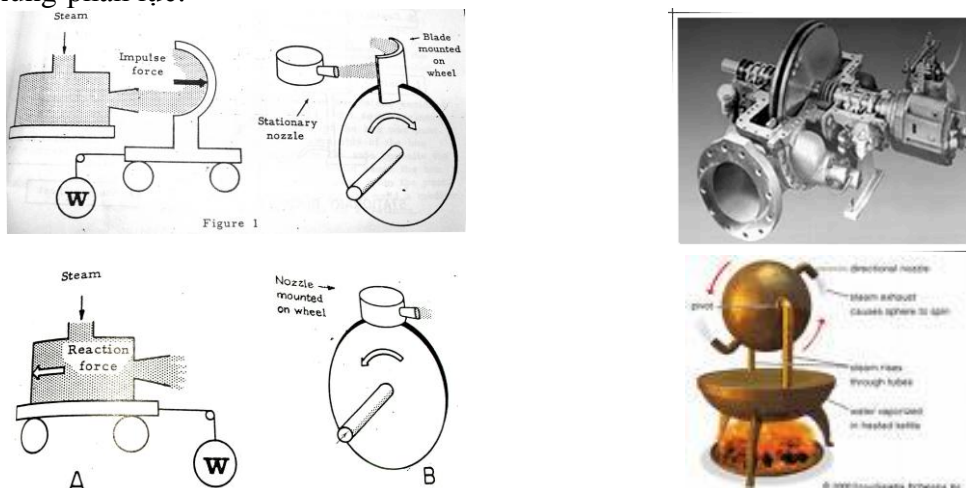
Ngoài ra trong lò hơi còn nhiều hệ thống các thiết bị phụ trợ như hệ thống đo lường điều khiển, hệ thống an toàn, khung tường lò, ...

2.3. Tuabin hơi

Năng lượng để vận hành tuabin hơi là hơi siêu nhiệt từ lò hơi. Nhiệt lượng của hơi biến thành động năng khi hơi giãn nở và đi qua tuabin. Trong phần này sẽ lần lượt trình bày các khái niệm cơ bản về tuabin, thế nào là xung lực và phản lực, cũng như nguyên lý cấu tạo và làm việc các bộ phận của tuabin, cơ cấu duy trì tốc độ, cuối cùng là các thiết bị phụ của nó.

2.3.1. Tuabin xung lực và phản lực

- **Nguyên lý tuabin xung lực:** là sự biến đổi năng lượng vận tốc của dòng hơi thành xung lực khi dòng hơi đập vào gàu (cánh động). Mỏ phun cố định và gàu gắn trên bánh động, nếu xung lực đủ lớn bánh động sẽ quay theo hướng xung lực. Nếu dòng hơi có dạng mà khi dòng hơi đập vào và quay ngược lại thì xung lực sẽ lớn hơn và lớn gấp hai lần so với gàu phẳng.
- **Nguyên lý tuabin phản lực:** là sự biến đổi nhiệt năng của dòng hơi thành năng lượng vận tốc (động năng), khi hơi giãn nở trong mỏ phun, và sinh ra phản lực. Nếu mỏ phun gắn trên bánh động và hơi cấp qua lỗ trục của bánh động thì bánh động sẽ quay theo chiều phản lực sinh ra (chiều mũi tên) khi hơi thoát khỏi mỏ phun.
- **Tuabin xung-phản lực:** trong thực tế rất hiếm tuabin thuần phản lực. Theo lý thuyết tuabin phản lực có cánh di chuyển cùng vận tốc với dòng hơi. Như vậy nếu cánh động của tuabin xung lực có dạng như mỏ phun và cho phép hơi giãn nở khi đi qua nó thì đây là tuabin xung-phản lực.

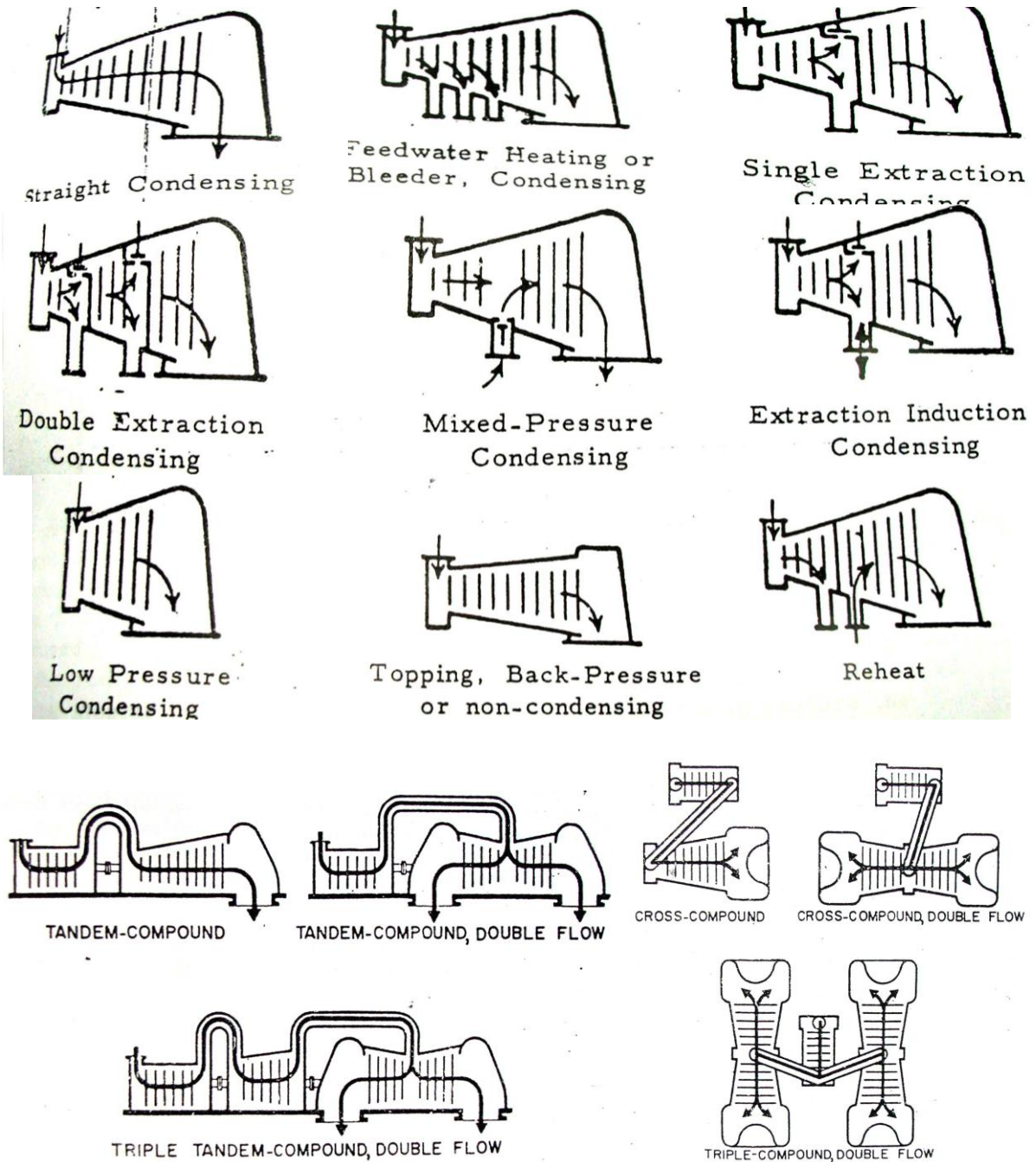


Hình 2-5: Nguyên lý tuabin xung lực và phản lực

2.3.2. Phân loại tuabin

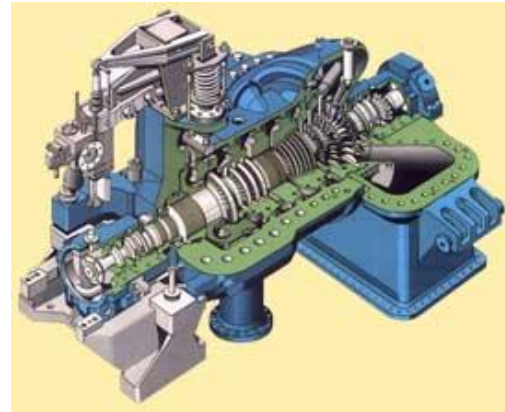
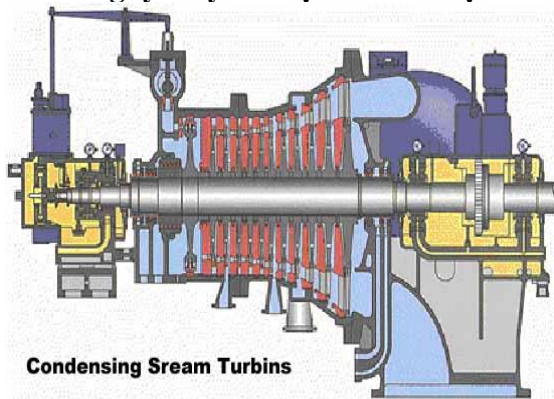
- Phân loại theo dòng hơi: dòng hướng trục (axial flow), hướng kính (radial flow), hay dòng tiếp tuyến (tangential flow).
- Phân loại theo số tầng cánh, xung lực hay xung phản lực, theo vận tốc.
- Phân loại theo áp suất: cao áp (high pressure), trung áp (intermediate pressure) và hạ áp (low pressure)
- Phân loại theo ngưng hơi hay không ngưng hơi.
- Phân loại theo tuabin đơn giản, tuabin phức hợp và tuabin ghép.

Dưới đây là một số sơ đồ nguyên lý tuabin.



Hình 2-6: Các dạng tuabin

2.3.3. Nguyên lý cấu tạo và làm việc.



Hình 2-7: Mặt cắt tuabin hơi

a. Thân và rotor

- **Thân-vỏ** (casing, shell or cylinder): bao che cho tuabin, là nơi gắn các mỏ phun, gối đỡ, rotor cũng như tạo thành hộp kín cho hơi. Thân của tuabin hơi phải đủ bền để chống lại nhiệt độ và áp suất cao của hơi, đồng thời phải duy trì khe hở thích hợp với Rotor. Do đó cấu tạo của vỏ không chỉ cần độ cứng mà phải có độ dẻo để nó có thể giãn nở và co lại theo chiều dọc cũng như chiều ngang khi nhiệt độ thay đổi. Do vậy, dạng tốt nhất là dạng hình trụ đối xứng. Tùy theo áp suất và nhiệt độ làm việc mà thân tuabin có thể được đúc hai lớp (cho cao và trung áp) hay là tấm thép hàn (cho phần hạ áp).
- **Chóa thoát** (exhaust hood): dùng để gọi phần vỏ hạ áp của tuabin, hơi rời tuabin được dồn lại ở đây đi vào ống thoát hay đến bình ngưng.
- **Trục hay rotor** (spindle, shaft, or rotor): là phần quay của tuabin. Phần chính của Rotor bao gồm trục, đĩa, các cánh, các phần chèn hơi, ngõng trục và khớp nối. Dưới đây là các phương pháp chung chế tạo rotor to:
 - Rotor lắp rời: dùng cho Rotor kích thước lớn và quay chậm.
 - Rotor hàn: dùng với Rotor đặc biệt.
 - Rotor nguyên chiếc: dùng cho bộ phận nhiệt độ và áp suất cao.

Hiện nay hầu hết các Rotor là Rotor nguyên chiếc.

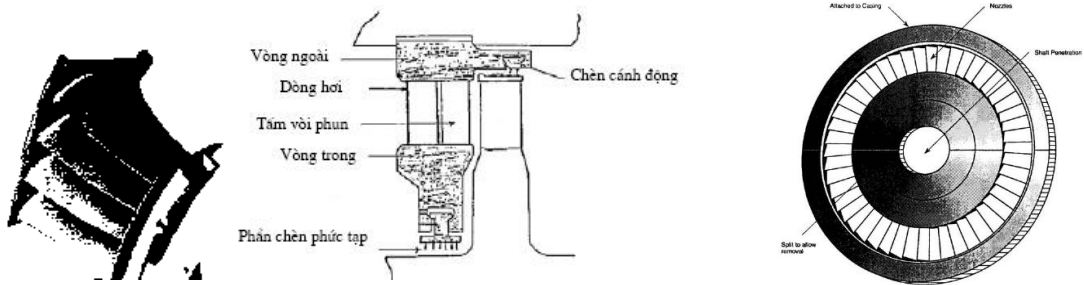
Tùy theo áp suất và nhiệt độ làm việc, vật liệu chế tạo tuabin phải phù hợp để tránh các hư hỏng do nhiệt độ cao và lực ly tâm lớn.



Hình 2-8. Rotor

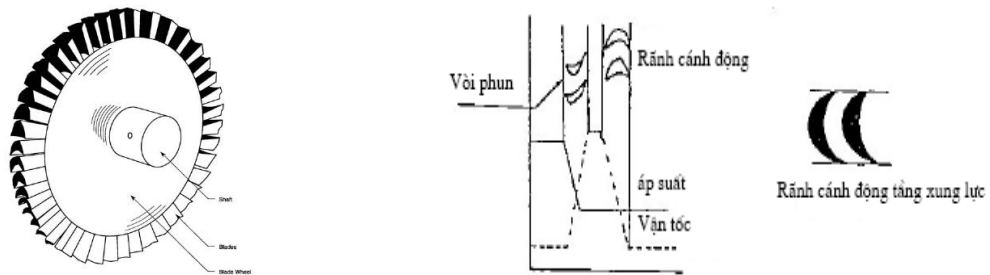
b. Hộp hơi, cánh tĩnh và cánh động

- **Hộp hơi** (steam chest): Hơi áp suất, nhiệt độ cao đi từ ống dẫn hơi chính qua các van kiểm soát vào trong hộp hơi rồi qua vòi phun, hơi từ đây cấp cho các mỏ phun. Hộp hơi được chia thành các dạng 90, 180, 360° tùy theo công suất tuabin. Đối với các tuabin công suất rất lớn hộp hơi dòng đôi cùng với tuabin dòng đôi được sử dụng.
- **Màng chắn** (diaphragm): các mỏ phun được gắn trên đó.
- **Mỏ phun-Cánh tĩnh** (Nozzles): là nơi dòng hơi có vận tốc thấp và áp suất cao đi qua trở thành hơi có áp suất thấp với vận tốc cao hướng thẳng vào cánh của rotor. Các mỏ phun có thể được lắp ráp, hàn hoặc đúc lên các vòng đai. Tùy theo áp suất và nhiệt độ làm việc các mỏ phun sẽ được chế tạo với vật liệu thích hợp.
- **Đường dẫn và cánh hướng** (guides, guide blades): để đổi hướng của dòng hơi vừa rời các cánh động phía trước hướng vào các cánh động phía sau.



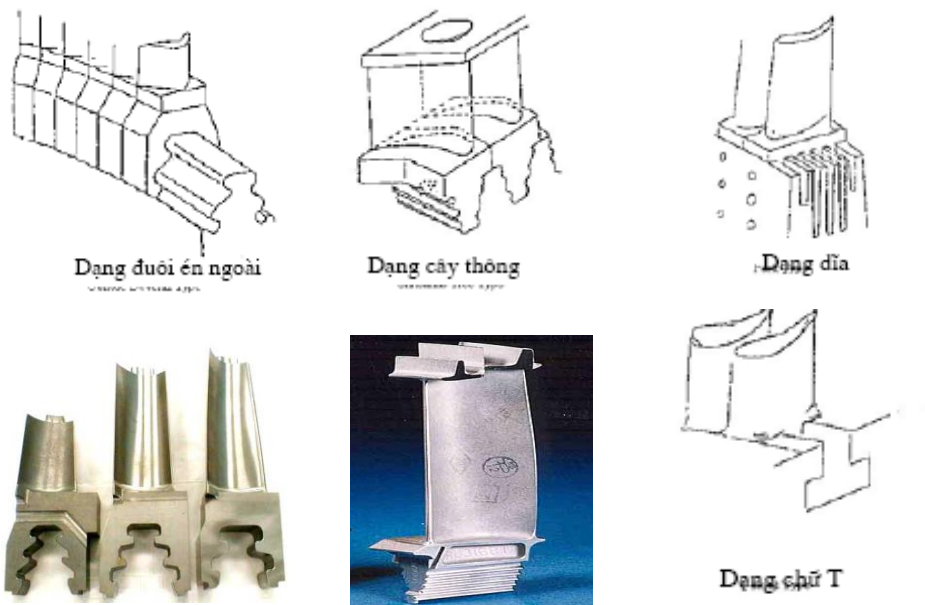
Hình 2-9. Cánh tĩnh và màng chắn

- **Gầu hay cánh động** (buckets, blades): được gắn trên rotor, là nơi nhận dòng hơi từ mô phun để quay rotor, làm đổi hướng và moment của dòng hơi.
- **Đĩa hay bánh quay** (disc or wheel): được gắn chặt vào trục, ngoài rìa lắp các cánh động.



Hình 2-10: Đĩa và cánh động

Chân cánh động: Chân cánh là nơi chịu lực ly tâm lớn. Có nhiều dạng chân cánh khác nhau tùy theo loại cánh sử dụng.



Hình 2-11. Các dạng chân cánh động

Khi cánh động quay trong hơi nóng của tuabin cao áp, loại thép có khả năng chịu được độ dẻo nhiệt được sử dụng và loại thép không bị giòn ở nhiệt độ thấp sẽ dùng cho tuabin hạ áp. Đối với cánh động, cần đặc biệt chú ý đến tính cộng hưởng. Nếu tần số xung dao động của hơi đi vào từ vòi phun mà trùng với tần số riêng của dây cánh động, dây cánh động sẽ chịu ứng suất quá lớn có thể dẫn tới hàng loạt vấn đề nguy hiểm. Hơn nữa, rãnh cánh động của tầng cuối tuabin hạ áp hoặc một vài tầng bên cạnh có tần số riêng cực thấp, rất gần tần số quay của tuabin. Vì thế hình dạng của rãnh cánh động, vòng chắn, dây giữ cánh và các phần khác phải được tính sao cho tần số dao động riêng của rãnh cánh động khác với dao động quay của rotor và cả các bộ phận của nó.

CHƯƠNG 3. TỔNG QUAN NHÀ MÁY ĐIỆN TUA BIN KHÍ

Chu trình hỗn hợp là chu trình có sử dụng cả tuabin hơi và tuabin khí. Chu trình tận dụng nhiệt độ khói thải của tuabin khí, khói thải có nhiệt độ có thể tới 600 °C, làm nhiệt lượng cung cấp cho lò thu hồi nhiệt. Lò thu hồi nhiệt cung cấp hơi siêu nhiệt để quay tuabin hơi. Khí thải ra khỏi lò thu hồi nhiệt còn khoảng 100 °C, như vậy hiệu suất nhiệt của toàn chu trình được nâng cao đáng kể. Như vậy, thiết bị cơ nhiệt trong Nhà máy điện chu trình hỗn hợp có thể chia thành ba phần chính: tuabin khí, lò thu hồi nhiệt và tuabin hơi. Tuabin hơi đã được trình bày ở chương trước, do đó chương này sẽ đề cập đến hai phần là tuabin khí và lò thu hồi nhiệt.

3.1. Giới thiệu Tuabin khí

Ý tưởng về tuabin khí tồn tại từ lâu, và đã có bằng sáng chế năm 1850 tại Liên hiệp Anh, và năm 1895 tại Mỹ. Tuy nhiên, trong một tuabin khí, phần lớn công được phát ra từ tuabin là sử dụng vào việc nén khí, do đó một máy nén khí và tuabin hiệu suất cao được yêu cầu áp dụng vào thực tiễn, đòi hỏi một thời kỳ nghiên cứu lâu dài. Ngày nay, tuabin khí được chấp nhận để cung cấp điện năng vào thời gian cao điểm hoặc tình trạng khẩn cấp; đó là thuộc tính có khả năng khởi động nhanh phù hợp với phụ tải cao điểm, giai đoạn xây dựng ngắn... mặc dù hiệu suất nhiệt của tuabin khí thấp hơn so với nhà máy nhiệt điện hơi nước.

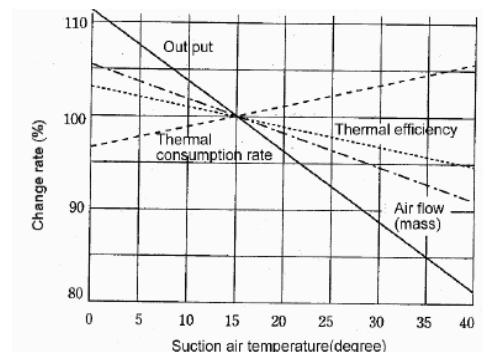
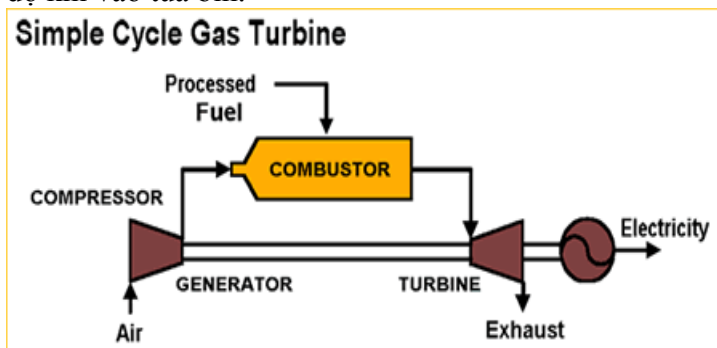
Tuy nhiên, do sự phát triển của hợp kim chịu nhiệt và sự cải tiến kỹ thuật làm lạnh trong những năm gần đây, việc đốt khí ở nhiệt độ cao đã đạt được, và điều này đã cho phép thực hiện một nhà máy chu trình hỗn hợp kết hợp tuabin khí với tuabin hơi để đạt được hiệu suất nhiệt cao hơn so với các nhà máy nhiệt điện hơi nước thông thường. Hơn nữa, những đặc điểm sau đã được chấp thuận trong những năm gần đây, các nhà máy hỗn hợp sử dụng tuabin khí được phát triển rộng rãi.

- Thời gian khởi động nhanh.
- Khí thải tương đối sạch.
- Chi phí xây dựng thấp.
- Việc lựa chọn nhiên liệu rộng rãi.
- Giai đoạn lắp đặt ngắn.

3.2. Nguyên lý làm việc

3.2.1. Tuabin khí chu trình đơn: Tuabin khí thường được khởi động nhờ một động cơ đốt trong, nối đồng trục với máy nén gió nhờ bộ ly hợp. Khi máy nén gió hoạt động sẽ hút không khí từ khí quyển vào và nén thành gió nén có áp suất và nhiệt độ cao. Gió nén cùng với nhiên liệu được phun vào buồng đốt để đốt cháy. Khí cháy có áp suất và nhiệt độ cao được giãn nở trong tuabin khí và làm quay tuabin trước khi thoát ra ống khói. Máy phát điện được kéo bởi tuabin sẽ phát điện lên lưới.

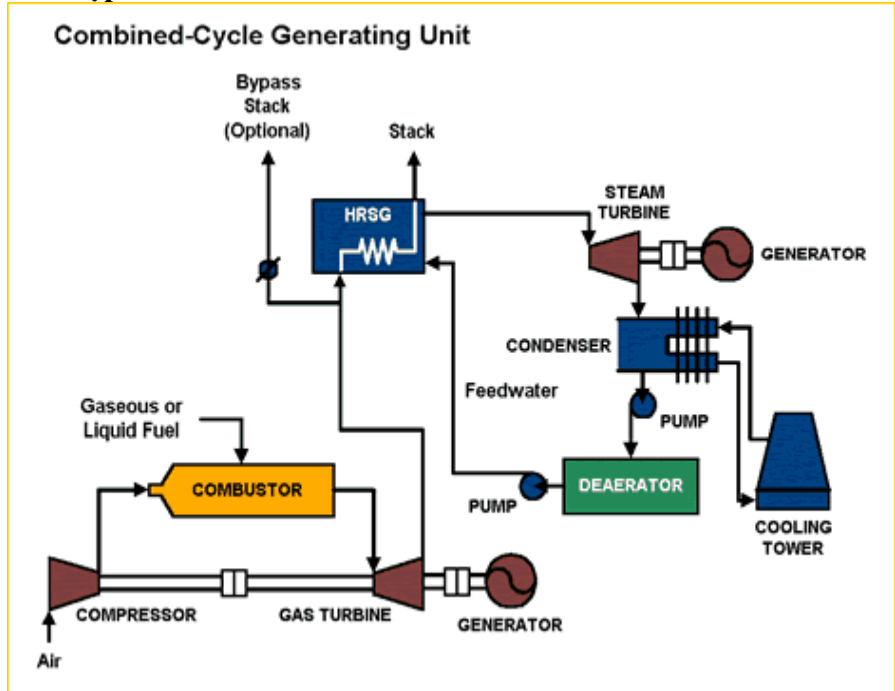
Khi nhiệt độ môi trường thay đổi, mật độ dòng khí vào máy nén thay đổi. Do đó hiệu suất nhiệt và công suất của tua bin cũng bị thay đổi theo tùy theo nhiệt độ dòng không khí đi vào bộ đốt do máy nén cung cấp. Hình bên là một ví dụ về sự thay đổi của hiệu suất tua bin khí và nhiệt độ khí vào tua bin.



Hình 3-1: Tuabin khí chu trình đơn và hiệu suất tuabin với nhiệt độ môi trường

3.2.2. Tuabin khí chu trình hỗn hợp:

Chu trình hỗn hợp là chu trình nhiệt động lực kết hợp chu trình tuabin khí với chu trình tuabin hơi nước để cải thiện hiệu suất nhiệt. Khí thải nhiệt độ cao của tuabin khí được đưa tới lò thu hồi nhiệt (HRSG: Heat Recovery Steam Generator), phát hơi cao áp nhiệt độ cao. Hơi này đưa đến tuabin hơi và làm quay tuabin. Nếu không cho khí thải qua lò thu hồi nhiệt (đi qua cửa tắt) thì chu trình trở lại là chu trình đơn.

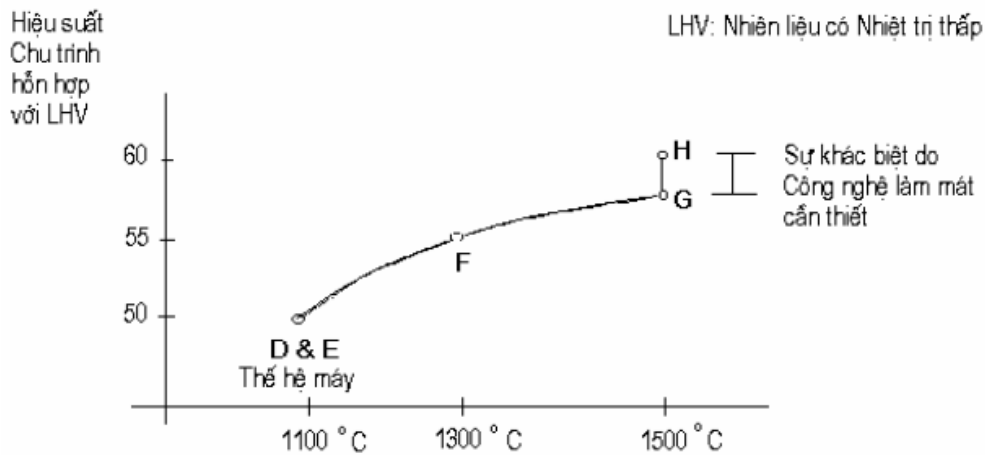


Hình 3-2: Tuabin khí chu trình hỗn hợp

3.3. Phân loại tuabin khí:

Hiệu suất của tuabin khí phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất khí vào các tầng cánh tuabin khí. Nhiệt độ và áp suất càng cao thì hiệu suất càng cao. Do đó có thể phân các thể hệ tuabin khí theo nhiệt độ mà các thiết bị tuabin khí có thể vận hành lâu dài.

Hình 3-3 giới thiệu các thể hệ tuabin khí. Thể hệ D và E có nhiệt độ làm việc khoảng 1100°C, thể hệ F khoảng 1300°C, trong khi G và H khoảng 1500°C nhưng khác nhau về hiệu suất nhiệt.

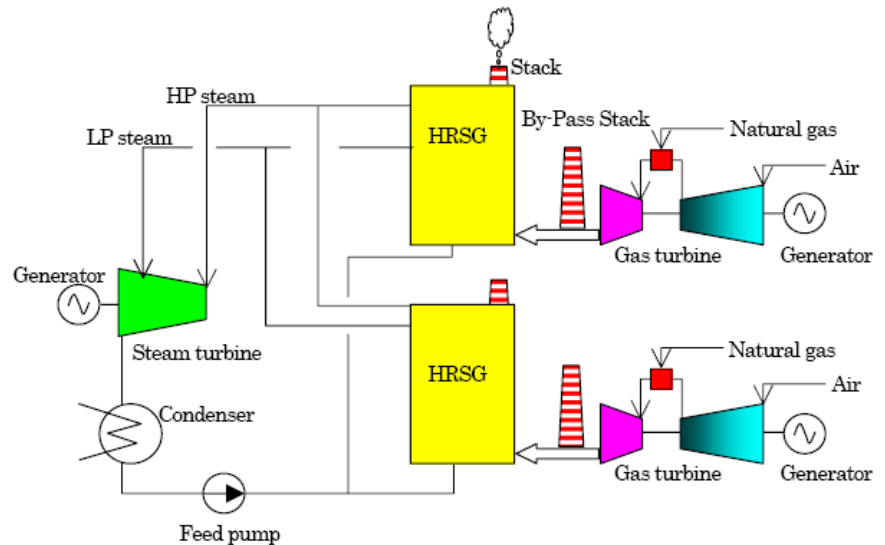


Hình 3-3: Sự phát triển của tuabin khí

Đối với chu trình hỗn hợp có ba dạng chính như sau:

- Chu trình hỗn hợp kiểu đơn trực: là tất cả các tuabin và máy phát nằm đồng trục (Hình 3-1).
- Chu trình hỗn hợp kiểu đa trục: các tuabin khí và tuabin hơi cũng như máy phát không đồng trục.
- Chu trình hỗn hợp có bộ đốt tầng sôi.

Tại Việt Nam hiện nay mới chỉ áp dụng cấu hình cơ bản chu trình hỗn hợp kiểu đa trục (Cấu hình 2 tuabin khí và 1 tuabin hơi, hoặc 3 tuabin khí và 1 tuabin hơi).



Hình 3-4: Cấu trúc đa trục 2 GT + 2 HRSG + 1 ST

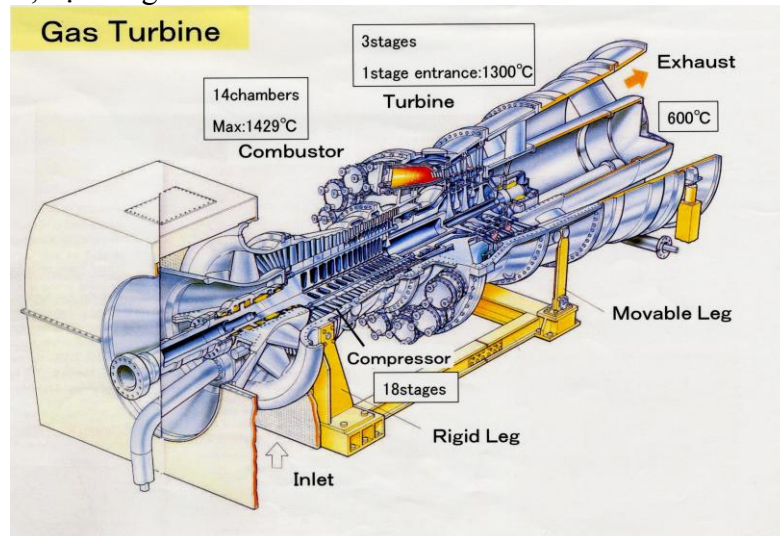
3.4. Các phương pháp nâng cao nhiệt độ làm việc

Để nâng cao nhiệt độ làm việc của tuabin khí có hai biện pháp được dùng trong thiết kế tuabin khí là nâng cao sức chịu nhiệt của kim loại và cải tiến các phương pháp làm mát.

- **Công nghệ chế tạo vật liệu:** Các bộ phận chịu nhiệt độ cao (cánh động, cánh tĩnh, bộ đốt...) ngoài việc được chế tạo bằng các hợp kim cứng chịu nhiệt mà nó còn được phủ trên bề mặt lớp chịu nhiệt và chịu oxy hóa thích hợp.
- **Phương pháp làm mát:** Nhờ các phương pháp làm mát vật liệu được áp dụng mà nhiệt độ làm việc của các thiết bị trong tuabin khí được nâng lên đáng kể.

3.5. Cấu tạo tuabin khí:

Tuabin khí gồm các thiết bị chính như: máy nén gió, bộ đốt và tuabin khí. Các thiết bị phụ như: động cơ khởi động, các bộ giảm tốc... ;cùng với các hệ thống hỗ trợ như: hệ thống gió vào, khí thoát, hệ thống nhớt, hệ thống nước làm mát...



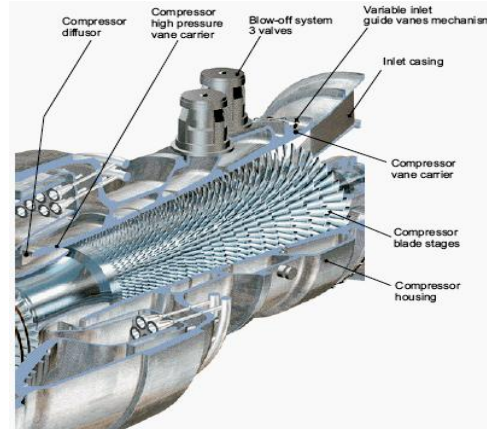
Hình 3-5: Mặt cắt tuabin khí

3.5.1. Máy nén gió (Air Compressor): Máy nén gió (MNG) hay còn gọi là máy nén khí. Tua bin khí yêu cầu tốc độ dòng không khí lớn hơn so với các động cơ đốt trong khác. Nhiệm vụ MNG là cung cấp gió nén có áp suất và nhiệt độ cao cho việc đốt nhiên liệu, gió để nghiền nhiên liệu, để chèn cũng như làm mát..., gió có thể được lấy ở đường thoát MNG hay tại các cửa trích ở các

tầng cánh tùy theo nhu cầu sử dụng. Các máy nén gió có lưu lượng dọc trục được sử dụng cho Tua bin khí làm việc.

Máy nén gió dọc trục phải có các tầng liên tiếp để đạt được yêu cầu về áp suất cung cấp cho tuabin khí. Để máy nén gió hoạt động ổn định (tránh các hiện tượng sụt tốc và tăng tốc đột ngột) ở đường hút có các cánh hướng gió (IGV) dùng để điều chỉnh lưu lượng gió vào tương ứng với nhu cầu của tải; ở đường thoát có các van xả (bleed valve) được mở khi mới khởi động và đóng lại khi đạt áp suất nhất định trên đường thoát.

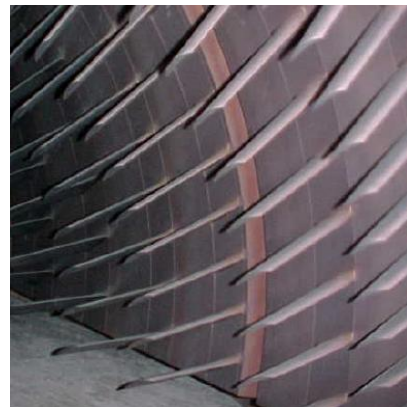
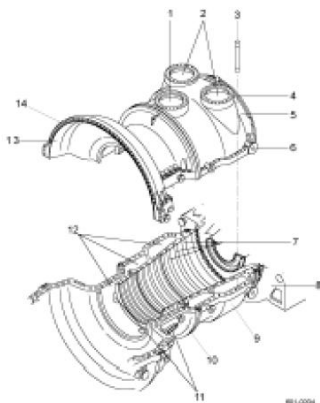
Máy nén gió gồm có một rotor và vỏ máy. Cánh động được gắn trên rotor, cánh tĩnh, cánh dẫn hướng gió vào và cánh dẫn hướng gió ra được gắn thành khung vào bên trong vỏ máy. Chiều dài của cánh động và cánh tĩnh giảm dần từ đầu vào đến đầu ra của máy nén, áp suất không khí bên trong máy tăng dần qua các tầng cánh. Khái quát cấu tạo MNG được mô tả sau đây:



Hình 3-6: Máy nén gió.

a. Vỏ máy nén gió và cánh tĩnh

- **Vỏ máy:** Vỏ máy nén gió thông thường được đúc bằng gang và thép. Về cơ bản vỏ MNG gồm có ba khối, đó là: vỏ trong, khung trước và khung sau. Vỏ trong có hình dạng mặt nghiêng tron để dòng gió trôi vào máy nén, và đồng thời được gắn các ổ đỡ chịu lực hướng kính và dọc trục, cánh dẫn hướng gió vào. Cánh dẫn hướng gió vào đặt phía sau của đường gió vào có thể điều chỉnh thông qua bằng vành điều khiển bằng tác động thủy lực bằng một liên kết cơ khí như hộp số bánh răng. Bằng việc đóng mở cánh này, tốc độ dòng gió hút vào máy nén gió được điều chỉnh. Đối với khung trước máy nén gió: các cánh tĩnh, cửa trích gió được lắp để lấy gió làm mát cũng như chống hiện tượng sụt tốc và tăng tốc đột ngột. Cửa gió thoát của khung sau còn được gọi là bộ khuếch tán.
- **Cánh tĩnh:** Cánh tĩnh máy nén gió được gắn trên tấm vành khuyên gọi là vành cánh, và vành cánh được lắp chặt khít vào trong các rãnh có sẵn trên bề mặt bên trong của vỏ máy. Tuy nhiên cũng có trường hợp, cánh tĩnh được lắp trực tiếp vào trong rãnh của vỏ máy (thường là các tầng phía sau).



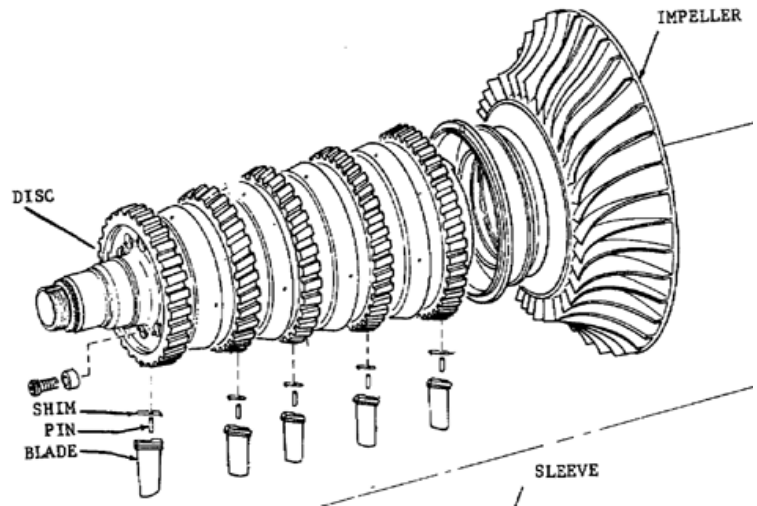
Hình 3-7: Vỏ và cánh tĩnh máy nén gió

b. Rotor máy nén gió và cánh động

- **Rotor máy nén gió:** Rotor MNG có thể là loại đúc liền khối hay được ghép từ các đĩa đơn thành một khối tùy theo công suất và nhà chế tạo. Rotor đỡ các cánh động của MNG trong các

rãnh được gia công theo chu vi. Rotor có các rãnh để để giữ các vòng chèn dùng để chèn gio làm mát và các lỗ dùng để lắp các gia trọng để tạo sự cân bằng mà không cần phải tháo máy.

Trục rotor tuabin và máy nén được ghép liên kết với nhau bằng phương pháp hàn (ABB, Alstoms), hay ghép bằng bulông (MHI, Siemens, GE). Các đĩa mang cánh động máy nén được chế tạo chính xác, các bề mặt lắp ghép giữa các đĩa với nhau được tạo răng để truyền moment xoắn từ đĩa này qua đĩa kia.

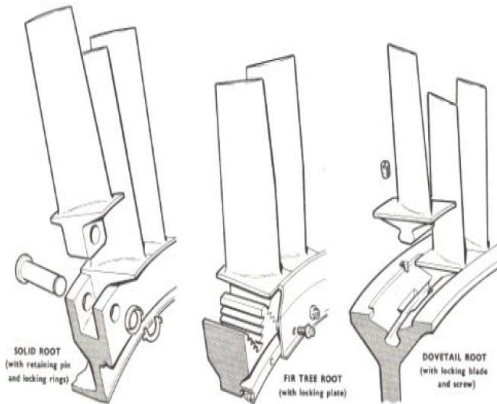


Hình 3-8: Rotor máy nén gió

Cánh động máy nén gió

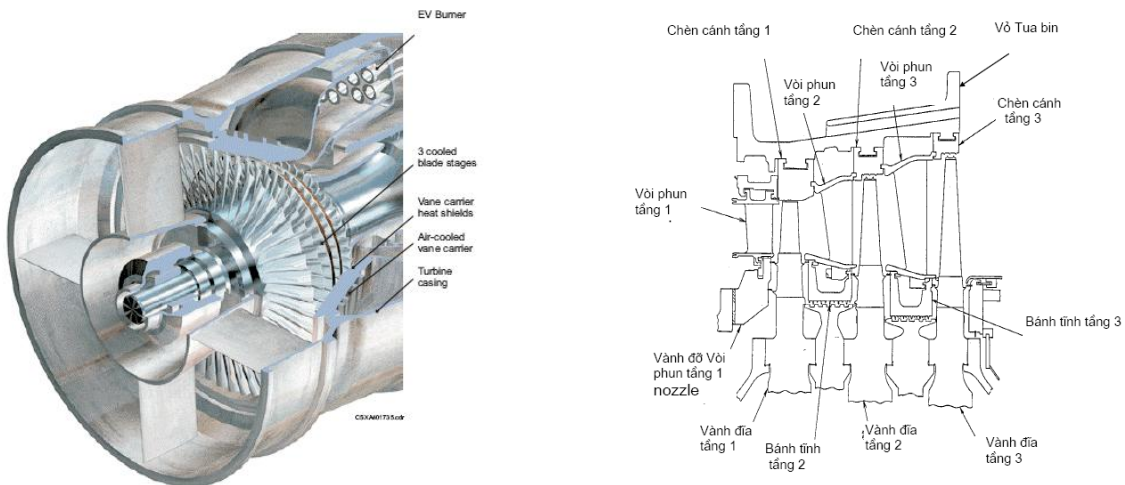
Các cánh động nén gió vào máy nén từ hệ thống gió vào. Chân cánh được cố định bằng bộ phận khóa ngăn ngừa cánh rơi khỏi các rãnh.

Cánh động không được làm mát, được đúc hoặc rèn chính xác từ các khối thép hợp kim thép – Crôm và được lắp chặt trong rãnh sâu của rotor máy nén từng cánh một và được định vị bằng các chốt, tấm uốn, ...



Hình 3-9: cánh động máy nén gió

3.5.2. Tuabin khí: Tuabin khí nhận dòng khí cháy phun ra từ các vòi đốt, dòng khí này sẽ giãn nở và sinh công làm quay tuabin. Tuabin gồm vỏ gắn các cánh tĩnh và trục có gắn các cánh động. Một tầng cánh gồm một tầng cánh tĩnh và một tầng cánh động. Tuabin có thể có một hay nhiều tầng cánh tùy thuộc vào công suất cũng như hãng chế tạo.



Hình 3-10: Mặt cắt tuabin khí có 3 tầng cánh

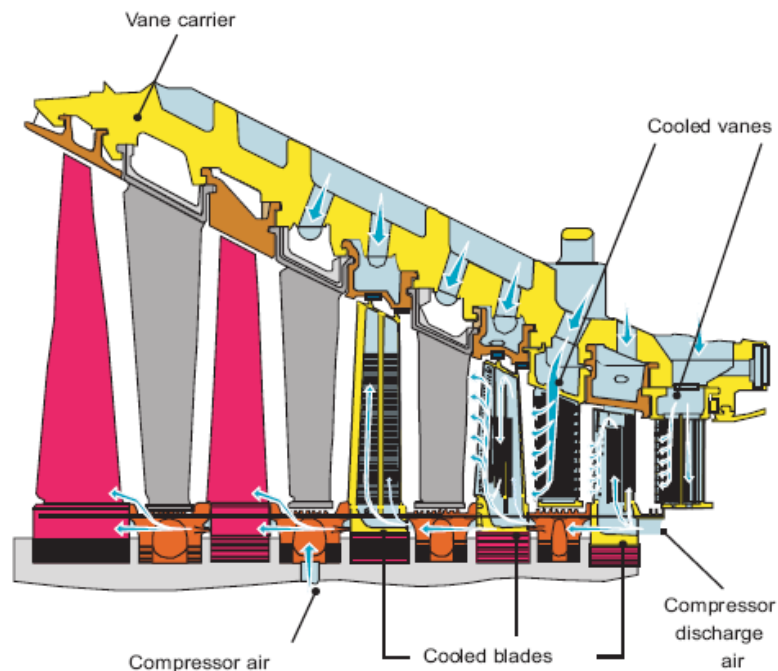
a. Vỏ và rotor tuabin khí

- **Vỏ:** Tua bin khí đóng vai trò định vị vành chèn và cánh tĩnh theo chiều dọc trục và chiều hướng kính. Để chống biến dạng vỏ tuabin khí do dòng khí nhiệt độ cao chảy bên trong vỏ được làm mát bằng cách trích không khí từ máy nén khí và được phủ thêm lớp chống nhiệt.
- **Rotor:** Tuabin khí bao gồm trục trước và trục sau, xuyên suốt từ tầng 1 cuối của vành cánh, và các cánh động. Các vành cánh được xiết chặt và cố định bằng các bu lông nổi (còn được gọi là bu lông ghép hoặc bu lông suốt). Bên trong rotor được tạo ra một khoảng trống, được sử dụng để không khí làm mát đi qua. Vành là bộ phận cấu thành chính của rôto yêu cầu chịu được nhiệt độ cao, độ bền, và bền mỏi. Các cánh động được gắn trên vành.

b. Cánh tuabin: Cánh tua bin gồm các cánh động và tĩnh. Các cánh tĩnh được lắp trên các vành cánh tĩnh, gắn trên vỏ trong tua bin, và cánh động thường được lắp trực tiếp trên trục rotor tuabin. Sự chuyển đổi năng lượng nhiệt thành cơ năng xảy ra trong cánh tua bin. Khí cháy nóng từ buồng đốt dẫn qua cánh tua bin, tại đây khí giãn nở và ép lên các cánh động. Tác động này làm rotor quay, đồng thời truyền chuyển động tới rotor máy nén và rotor máy phát.

Cánh được bố trí theo các hàng, được đánh số từ đầu vào tới đầu ra tuabin. tổ hợp của một hàng cánh tĩnh và một hàng cánh động được gọi là tầng. Tùy theo hãng chế tạo và công suất số tầng cách có thể từ một đến nhiều tầng cánh. Do điều kiện vận hành ở các tầng cánh thay đổi, vật liệu chế tạo các tầng cánh cũng khác nhau. Các cánh tĩnh và cánh động được phân bố đều dọc theo chu vi của vỏ và rotor bằng các bộ phận trung gian và được cố định bằng khóa nhằm đảm bảo các cánh được nằm trong các rãnh.

Vì cánh tua bin tiếp xúc với khí đốt nóng nên các tầng cánh tuabin phải được làm mát bằng không khí từ máy nén. Không chỉ khác nhau về vật liệu, các đường trích gió nén áp suất khác nhau từ các tầng của MNG được dẫn đến các kênh làm mát trong các cánh để làm mát các chân và cánh tuabin.

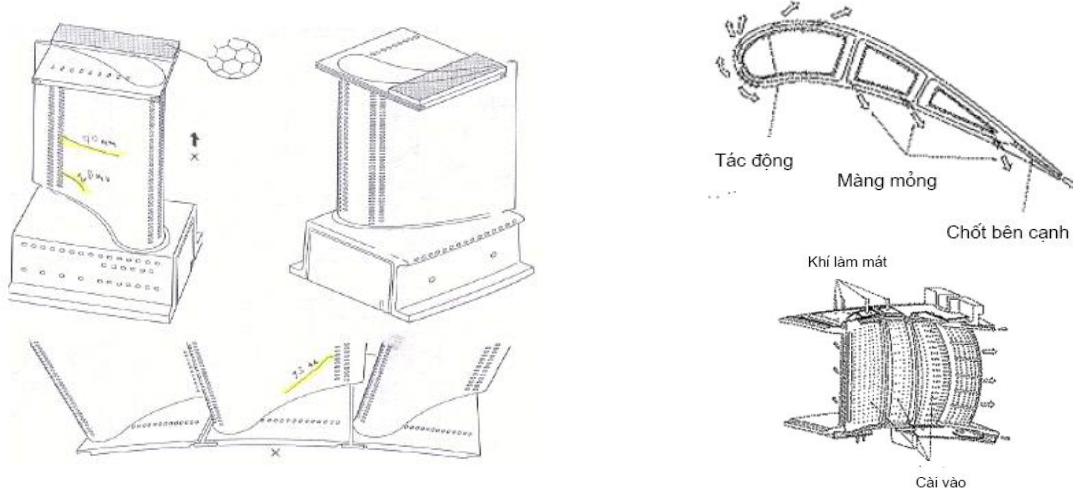


Hình 3-11: Làm mát cánh tuabin khí

- **Cánh tĩnh:** Cánh tĩnh được làm rỗng, và bố trí nhiều lỗ để phun không khí ra làm mát vật liệu nền cánh tĩnh (làm mát tác động trực tiếp). Hơn nữa, không khí sau khi làm mát tác động trực tiếp có dạng màng khí mỏng bao quanh cánh tĩnh khi nó thải nhiệt độ cao ra bề mặt ngoài của cánh tĩnh (làm mát màng mỏng) để ngăn ngừa tiếp xúc trực tiếp với khí nhiệt độ cao. Vì cánh tua bin tiếp xúc với khí đốt nóng nên các tầng cánh tuabin đầu tiên phải được làm mát bằng

không khí từ máy nén. Cánh tĩnh được làm mát bằng khí nén lấy từ đầu vào vỏ tua bin hoặc từ các cửa trích MNG đi vào các kênh bên trong vào cánh tĩnh tới các chân và các cánh.

Cánh tĩnh là đối tượng chịu nhiệt độ cao nhất của các bộ phận tuabin khí nên hợp kim cao cấp với nền Coban hoặc Niken có tính bền nhiệt cao được dùng để chế tạo. Ngoài ra, do cánh tĩnh có cấu trúc phức tạp, vật liệu cũng phải dễ đúc và có tính hàn tốt.

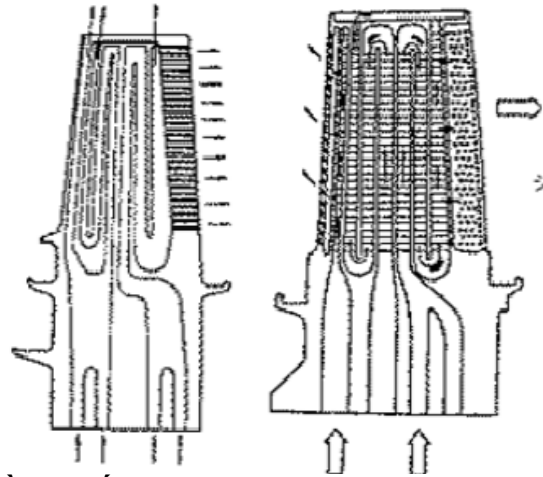


Hình 3-12: Thí dụ cánh tĩnh tuabin (tầng 1 MHI)

- **Cánh động:** Hoạt động của cánh động như là của tuabin hơi, nhưng kể từ khi khởi động nó hoạt động trong điều kiện nhiệt độ cao hơn rất nhiều so với tuabin hơi, cánh động của tuabin khí có những điểm đặc biệt riêng về vật liệu chế tạo và sự làm mát.

Đối với vật liệu chế tạo cánh động, hợp kim cao cấp nền Ni-ken với độ bền nhiệt cao nhất đã được sử dụng.

Cùng với vật liệu, việc làm mát cũng đóng góp đáng kể vào việc sử dụng cánh động ở nhiệt độ cao. Không khí làm mát được đưa vào chân cánh động, đi qua phía trong để làm mát, và xả ra là khí nhiệt độ cao. Để bảo vệ sự ăn mòn do ôxi hóa ở nhiệt độ cao, bề mặt cánh động có thể được phủ lớp chống ôxi hóa hoặc lớp phủ chịu nhiệt (TBC) để ngăn chặn sự truyền nhiệt từ khí có nhiệt độ cao.



Hình 3-13: Cánh động tầng nhất GE và MHI

3.6. Lò thu hồi nhiệt (HRSG):

3.6.1. Chức năng: Lò hơi thu hồi nhiệt thải là thiết bị dùng để thu hồi nhiệt thải ra của tua bin khí. Vì thế nó không có phần sinh nhiệt (buồng đốt) mà chỉ có phần hấp thu nhiệt.

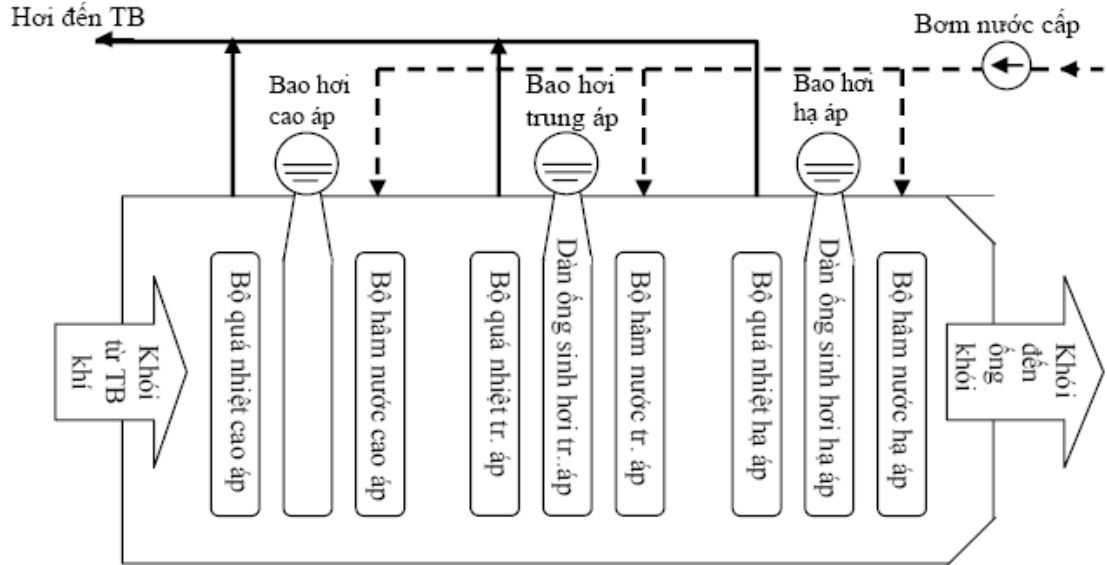
Các phần chính của HRSG bao gồm: Vỏ lò, các bộ trao đổi nhiệt, các loại bao hơi, các loại bơm ... Vỏ lò có nhiệm vụ dẫn hướng và định hình dòng khói, đồng thời để cách nhiệt giữa khói và không khí bên ngoài. Chúng thường được treo trên hệ thống dầm thép.

Các bộ trao đổi nhiệt là phần quan trọng nhất của lò HRSG. Chúng bao gồm các bộ hâm nước, bộ sinh hơi, bộ quá nhiệt cho cả ba cấp. Chúng thường được chế tạo thành các khối và được treo trong vỏ. HRSG thường có ba bao hơi: hạ áp, trung áp và cao áp. Cấu tạo, chức năng nhiệm vụ của các bao hơi này giống như bao hơi trong các lò thông thường.

3.6.2. Phân loại: Lò thu hồi nhiệt thải (HRSG) được phân chia thành dạng đứng và dạng nằm ngang. Các thiết bị dùng để thu hồi nhiệt từ khói thải là bộ quá nhiệt, quá nhiệt trung gian, hâm

nước ở bên trong lò. Ngoài ra, cũng có thể phân loại theo chế độ tuần hoàn của nước trong lò hơi: tuần hoàn hay cưỡng bức.

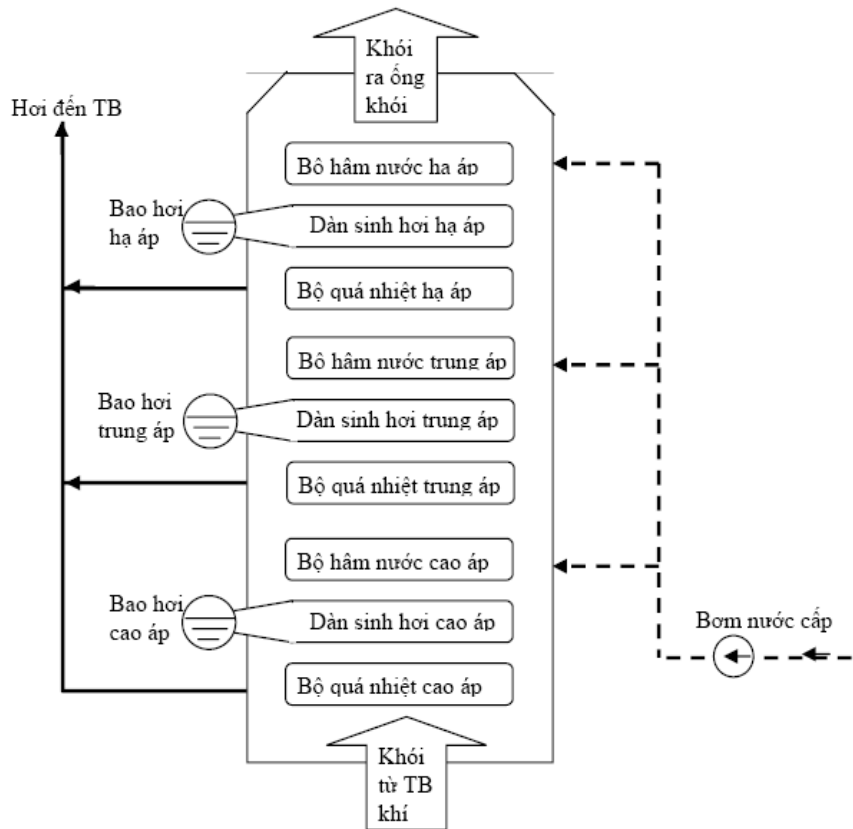
a. Lò thu hồi nhiệt dạng nằm ngang: HRSG nằm ngang được thiết kế để khói nhiệt độ cao sinh ra từ tua bin khí đi ngang qua các bộ trao đổi nhiệt. Các bao hơi (cao, trung và hạ áp) được lắp ở trên đỉnh lò. Nước trong bao hơi tuần hoàn theo đường ống nước xuống đến ống góp dưới, từ đây nước phân phối đến dàn ống sinh hơi và được biến thành hơi nước.



Hình 3-14: Dạng HRSG đường khói nằm ngang

b. Lò thu hồi nhiệt dạng đứng

Dạng lò này khói bốc thẳng đứng và đi qua các bộ trao đổi nhiệt. Tương tự như dạng khói đi ngang các khối được tính toán sao cho nước tuần hoàn tự nhiên giữa các khối cho trường hợp lò có áp suất làm việc thấp. Trường hợp lò tuần hoàn cưỡng bức, bơm tuần hoàn nước lò được lắp để tuần hoàn nước trong lò, khi đó dàn ống sinh hơi có thể được thiết kế dạng gọn gàng hơn hệ thống tuần hoàn tự nhiên, do đó việc xây dựng lò hơi thuận tiện hơn.



Hình 3-15: Lò HRSG dạng đứng

CHƯƠNG 4. THIẾT BỊ ĐIỆN

Hệ thống điện trong một nhà máy nhiệt điện tiêu biểu thường bao gồm:

1. Máy phát điện.
2. Máy biến áp lực.
3. Hệ thống điện tự dùng.

Ngoài ra trong tài liệu này sẽ trình bày một cách tổng quan về một số khí cụ điện quan trọng trong nhà máy nhiệt điện như máy cắt, dao cách ly...

4.1. Máy phát điện

Trong môn học Máy điện đã trình bày các nội dung chính về máy phát điện, nên trong môn học này chỉ trình bày các vấn đề chuyên sâu về máy phát điện.

4.1.1. Cấu trúc rotor MPĐ:

Hai kiểu cấu trúc rotor phổ biến nhất trong các máy phát điện hiện đại:

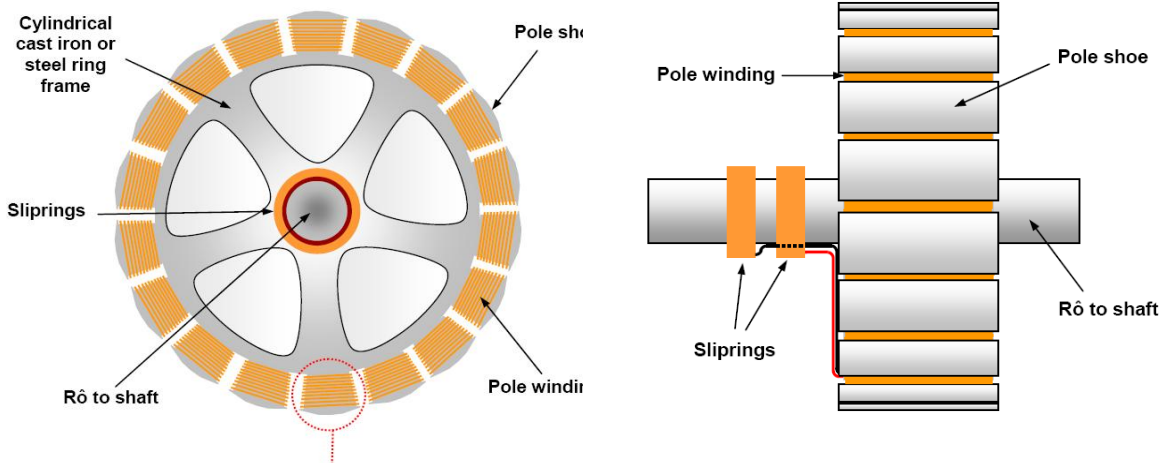
- Rotor kiểu cực lõi.
- Rotor kiểu hình trụ (cực ẩn).

a. Cấu trúc rotor kiểu cực lõi:

Kiểu cấu trúc cực lõi là kiểu cấu trúc kinh tế nhất và kiểu cấu trúc này được sử dụng cho các máy phát điện có tốc độ thấp (thông thường từ 500 đến 1000 vòng/ phút). Các máy phát điện trong nhà máy thủy điện cũng như các máy phát điện kéo bằng động cơ diesel cỡ nhỏ áp dụng kiểu cấu trúc này.

Rotor cực lõi gồm một lõi sắt đúc hình trụ hoặc là khung (vấu lõi) hình vòng bằng thép có đặc tính từ hóa tốt, bên vòng ngoài chu vi là các vấu lõi gọi là các lõi cực từ. Các cuộn dây được quấn xung quanh các lõi cực từ này để tạo thành một cực từ hoàn chỉnh. Mỗi cực được tách rời ra với cực bên cạnh và có cuộn dây kích từ của riêng từng cực. Tất cả các cuộn dây trên cực từ được nối nối tiếp với cuộn dây cực từ thứ hai theo chiều ngược lại (đảo cực tính) để tạo ra các cực bắc và nam xen kẽ nhau.

Hình 4-1 biểu diễn một rotor cực lõi nhìn từ phía đầu trục và nhìn từ mặt bên.

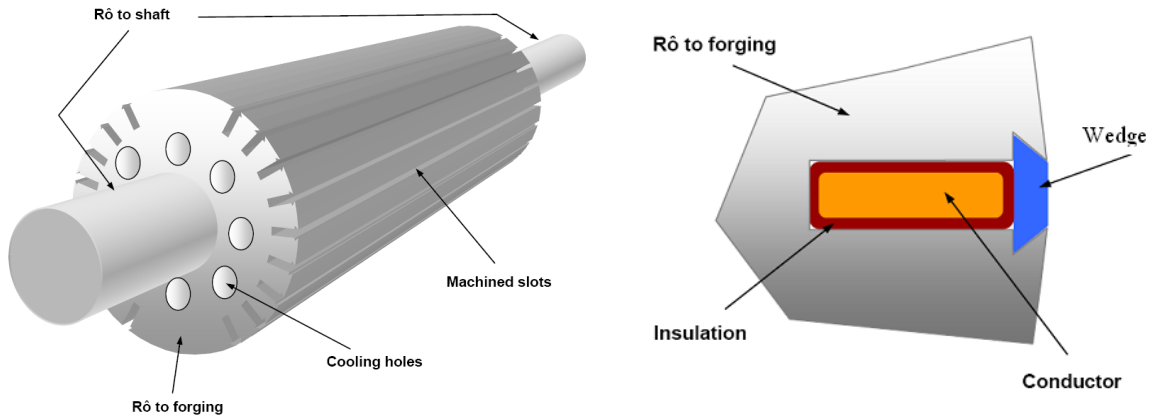


Hình 4-1: Rotor cực lõi

Số lượng các cực từ thực tế lắp đặt xung quanh vòng ngoài của vấu lõi sẽ tùy thuộc vào tốc độ của máy phát và tần số yêu cầu.

b. Rotor có cấu trúc hình trụ (cực ẩn): Các tua bin hơi nước vận hành với hiệu suất cao hơn khi vận hành ở tốc độ cao hơn. Nhưng rotor có kiểu cấu trúc cực lõi là không thích hợp cho việc vận hành ở tốc độ cao này, do lực ly tâm lớn sẽ gây hư hỏng rotor (vì rotor có khối lượng và đường kính lớn).

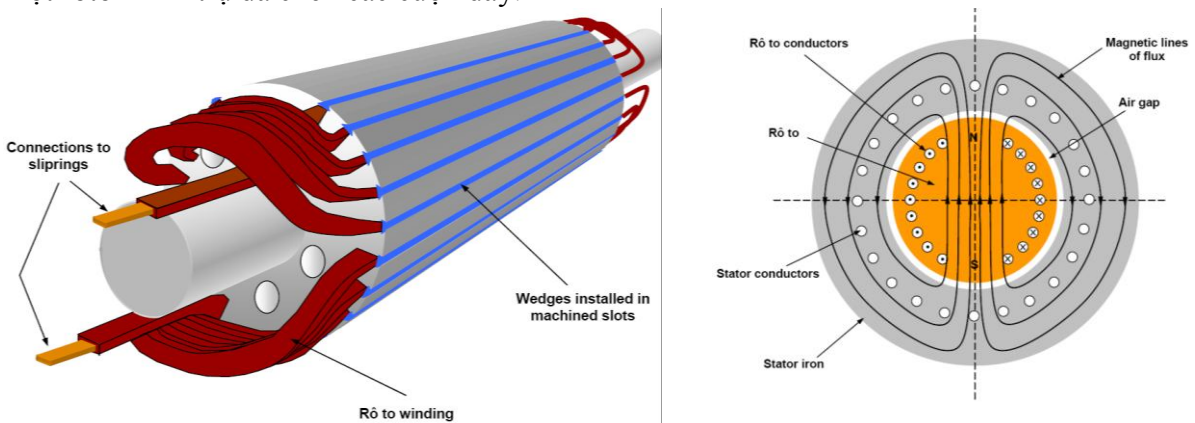
Do yêu cầu cần phải có một rotor tốc độ cao và có thể chịu được các lực ly tâm lớn, dẫn tới việc đưa ra một cấu trúc rotor hình trụ có đường kính nhỏ. Rotor hình trụ này có cấu tạo như là một khối thép hợp kim đúc trên đó người ta phay các rãnh sâu xuống theo chiều dọc trục để đặt dây quấn stator (Hình 4-2). Rotor dạng này gọi là rotor cực ẩn.



Hình 4-2: Lõi sắt rotor và dây quấn trong rãnh

Các cuộn dây rotor thường được làm bằng các dải đồng (dây đồng có dạng dẹt mảnh), đặt liên tiếp với nhau được băng phủ cách điện và định dạng thành một số các khung (bin dây) có dạng chữ nhật thuôn ở hai đầu với kích thước thích hợp. Chúng được đặt trong các rãnh đặt dây sau đó người ta đóng các nêm giữ hoặc các chốt đuôi én vào từ một trong hai đầu để ngăn chặn không cho cuộn dây thoát khỏi lõi sắt khi phải chịu sự tác động của lực ly tâm.

Khi các bin dây được đặt trong rãnh đặt dây nối với nhau để hoàn thành cuộn dây rotor, đầu suất phát và đầu cuối cuộn dây được kéo ra ngoài tới các vành trượt. (Hình 4-1) thể hiện một rotor hình trụ đã chèn các cuộn dây.



Hình 4-1: Rotor đã chèn dây quấn và từ thông liên hệ

Ngoài phần rotor được cấu trúc (có cấu tạo) từ một khối đúc liền ra, là các cuộn dây, các vành băng đa và có một trục với hàng loạt các đường kính theo kiểu giạt cấp để lắp đặt:

- Các quạt để thổi khí làm mát là H₂ hoặc khí thường.
- Các bề mặt để chèn khí làm mát.
- Nối trục với tua bin dẫn động và trục dẫn động máy kích thích.
- Các vành trượt.
- Ngõng trực tiếp xúc với các ổ đỡ.

4.1.2. Làm mát cho rotor: Nhiệt sinh ra trong các cuộn dây của rotor khi dòng điện kích thích một chiều chạy qua các vòng dây. Để đạt được công suất ra cao với một máy phát tương đối nhỏ gọn, hệ thống làm mát cưỡng bức được dùng để giải nhiệt cho các cuộn dây.

Trong các máy phát điện có công suất nhỏ hệ thống làm mát cưỡng bức có thể sử dụng không khí làm môi chất. Với các máy phát có công suất lớn hơn người ta sử dụng khí H₂.

Cho dù trung gian làm mát là không khí hay là H₂ (môi chất), quá trình lấy rút nhiệt của rotor là giống nhau. Môi chất được thổi cưỡng bức xung quanh bề mặt bên ngoài của rotor cũng như qua các lỗ làm mát gia công trên thân rotor và các vành băng đa. Các cánh quạt được lắp đặt trên trục rotor hoặc các đầu bên ngoài của băng đa thổi cưỡng bức môi chất đi qua rotor, tại đó nó hấp thụ nhiệt của rotor và trở nên nóng hơn. Môi chất nóng được thổi qua các bộ làm mát bằng nước, tại đây nhiệt được nước làm mát lấy đi, trước khi quay lại làm mát cho rotor.

4.1.3. Kích từ cho rotor: Máy phát được nối với hệ thống lưới điện. Hệ thống kích từ dùng để điều chỉnh điện áp đầu cực máy phát, khi thay đổi dòng điện kích thích (sẽ dẫn đến sự tăng lên hoặc giảm đi của dòng điện kích từ cho rotor) dẫn đến công suất biểu kiến của máy phát điện phát thay đổi theo. Ở các điều kiện ổn định bình thường của kích từ máy phát công suất hữu công hay còn gọi là công suất thực của máy phát hoàn toàn tùy thuộc vào công suất đưa vào tua bin hơi (có nghĩa là tùy thuộc vào các điều kiện về hơi).

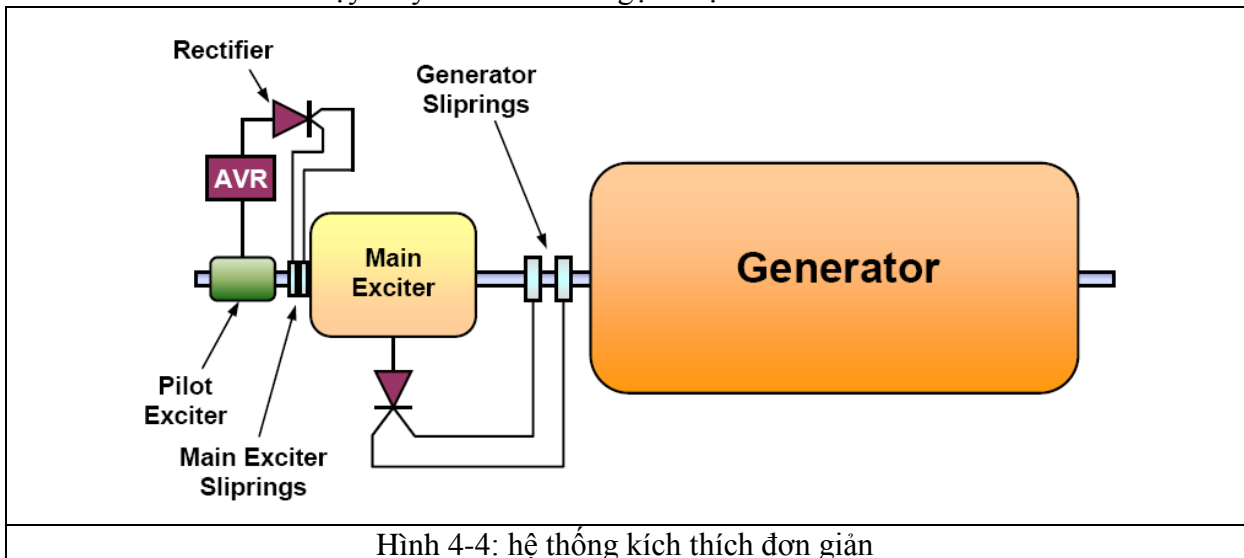
Hệ thống kích từ bao gồm một số các bộ phận sau:

- Máy kích từ điều khiển (Máy phát tần số cao).
- Bộ tự động điều chỉnh điện áp.
- Chỉnh lưu của máy kích từ điều khiển.
- Máy kích từ chính.
- Các vành trượt.
- Từ trường rô to.

Hệ thống kích thích bắt đầu từ máy kích thích điều khiển, nó thường có rô to là nam châm vĩnh cửu. Trong một số trường hợp máy kích thích dùng để điều khiển có rô to là kiểu nam châm điện và ta có thể thấy máy kích thích dùng để điều khiển này trên hình 4-4. Máy kích thích điều khiển được gắn cùng trục với máy kích chính và máy phát (chung trục), quay ở tốc độ 3000 vòng/phút trong hệ thống điện 50 Hz và 3600 vòng/phút trong hệ thống điện 60Hz.

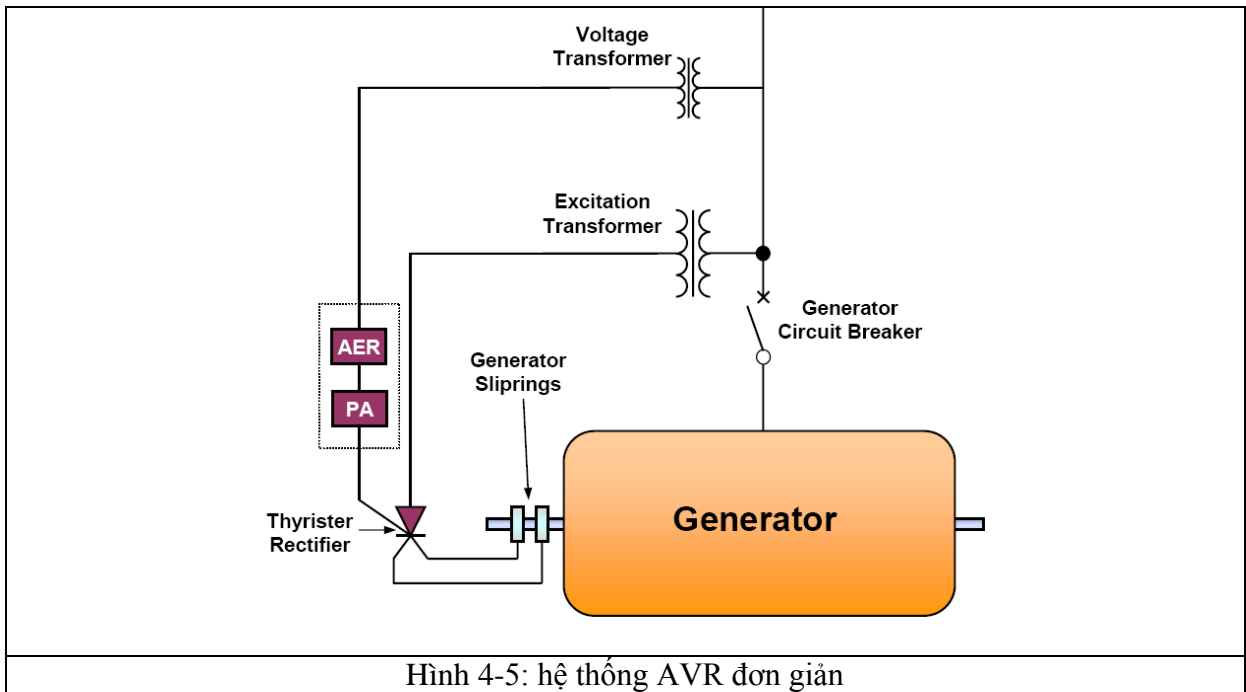
Dòng điện do máy kích thích điều khiển sinh ra đi qua bộ tự động điều chỉnh điện áp AVR (Automatic Voltage Regulator). Bộ tự động điều chỉnh điện áp điều chỉnh kích thích ở mạch vào cho kích thích chính tùy theo yêu cầu đầu ra của máy phát (điện áp đầu cực máy phát). Đầu ra của kích thích chính được chỉnh lưu trước khi đưa vào các vành góp trên rô to máy phát.

Bộ tự động điều chỉnh điện áp (AVR) được lắp đặt trong hệ thống kích từ ngay sau máy kích thích điều khiển vì dòng điện ở vị trí này nhỏ hơn vì vậy giới hạn làm việc cho phép của AVR là nhỏ hơn và do vậy máy có kích thước gọn nhẹ hơn.

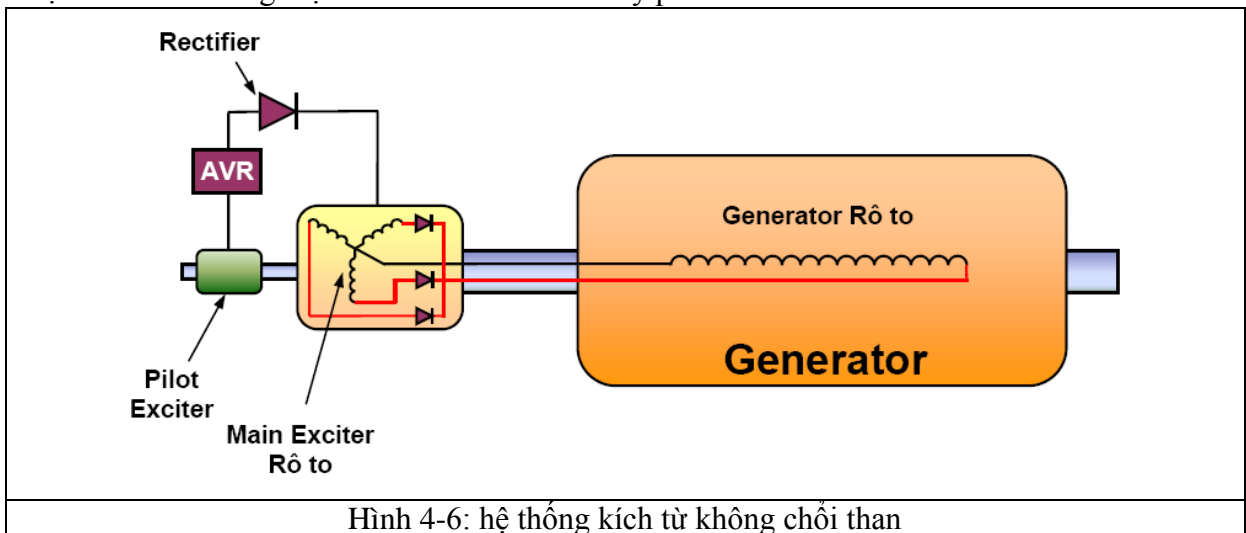


Xu hướng của hệ thống kích thích về sau này người ta bỏ cả kích thích điều khiển và kích thích chính và thay hệ thống này bằng hệ thống kích thích tĩnh bao gồm một máy biến áp cho hệ thống kích thích, hệ thống điều chỉnh kích thích tự động AER (Automatic Excitation Regulator), bộ khuếch đại xung PA (Pulse amplifier). Một sơ đồ đơn giản của hệ thống kích thích này được thể hiện trong hình 4-5.

Lợi ích của hệ thống này là có giá thành rẻ hơn và không có bộ phận quay, nhưng có bất lợi là điện năng để dùng cho hệ thống kích thích có thể lấy từ lưới điện (hệ thống) và do vậy không thể khởi động đen (khởi động máy phát mà không cần điện của lưới điện) được.



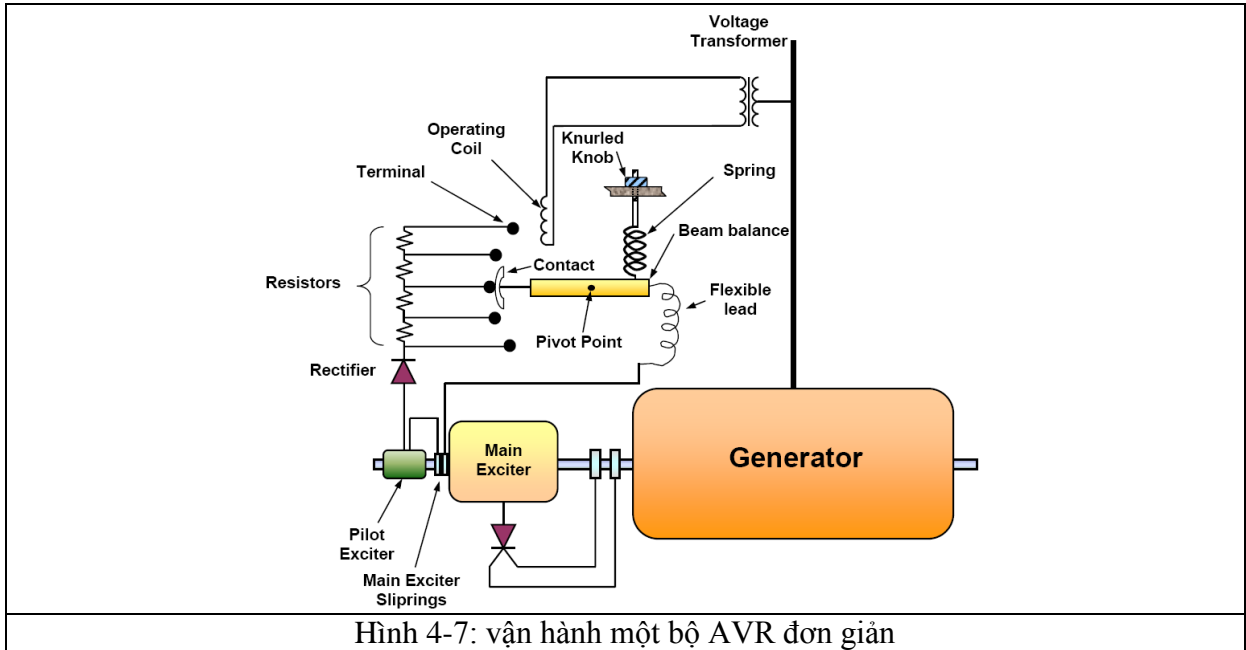
Một số nhà chế tạo máy phát điện giới thiệu hệ thống kích từ không chổi than. Một sơ đồ của hệ thống này được thể hiện trong hình 4-6, sau đây là diễn tả về việc vận hành của hệ thống này. Với kích thích không dùng chổi than, máy phát kích từ dùng để điều khiển là một máy phát điện có cấu trúc rô to là nam châm vĩnh cửu thông thường. Hệ thống tự động điều chỉnh điện áp (AVR) được lắp đặt ở vị trí giống như hệ thống kích từ dùng vành trượt (dùng chổi than) nhưng máy phát kích từ chính có cấu trúc mà phần kích từ là stato còn rô to là loại dây quấn ba pha. Một bộ chỉnh lưu ba pha được lắp đặt trong trục rô to để mà cung cấp dòng điện kích từ là dòng một chiều cho rô to của máy phát.



4.1.4. Thiết bị tự động điều chỉnh điện áp (AVR=Automatic Voltage Regulator)

Thiết bị điều chỉnh điện áp là thiết bị dùng để điều chỉnh điện áp đầu cực máy phát. Nó có thể được vận hành ở chế độ điều khiển bằng tay (tuy nhiên là không nên điều chỉnh điện áp đầu cực máy phát bằng tay và chỉ dùng trong trường hợp sự cố). Trong tình trạng vận hành bình thường điện áp đầu cực máy phát được điều khiển tự động hoàn toàn (chế độ được ưa chuộng).

Có một số phương pháp khác nhau được sử dụng để thực hiện chức năng tự động điều chỉnh điện áp (AVR) nhưng đều cho kết quả như nhau. Hình 4-7 trình bày một phương pháp vận hành đơn giản.



Nguyên tắc vận hành của thiết bị điều chỉnh điện áp tự động được thể hiện trong hình 42 như sau:

- Đầu ra của máy kích thích điều khiển trước hết được chỉnh lưu. Sau đó nó chạy qua một loạt các điện trở và thanh cân bằng để tới vành trượt dương của kích thích chính. Vành trượt âm của kích thích chính được nối trực tiếp quay trở lại kích thích dùng để điều khiển.
- Khi điện áp đầu cực máy phát tăng lên, điện áp đầu cực máy phát đo ở máy biến điện áp (VT=Voltage Transformer) đầu cực máy phát tăng lên. Điều này dẫn đến dòng điện đang chạy trong cuộn dây vận hành thanh cân bằng cũng tăng lên. Với sự tăng lên của dòng điện trong cuộn dây cân bằng, cường độ từ trường tăng lên và hút thanh cân bằng về phía nó. Khi đó các điểm tiếp xúc (các công tắc) trên thanh cân bằng di chuyển theo chiều kim đồng hồ tới các đầu tiếp theo như vậy là tăng điện trở trong mạch đi tới các vành trượt của kích thích chính. Điều này dẫn tới giảm cường độ kích từ của kích thích chính, dẫn đến giảm dòng điện rô to của máy phát và giảm điện áp đầu cực máy phát. Trái lại nếu điện áp đầu cực máy phát giảm xuống, cuộn dây vận hành có lực hút điện từ giảm đi và xà cân bằng di chuyển theo chiều ngược chiều kim đồng hồ dưới tác động của lò xo gắn vào thanh cân bằng. Dẫn tới các tiếp điểm của thanh cân bằng di chuyển tới đầu tiếp theo và giảm điện trở trong mạch. Với việc giảm đi của điện trở trong mạch, dòng điện trong mạch tăng lên dẫn đến sự tăng lên của kích từ trong mạch kích thích chính và dòng điện rô to làm cho điện áp đầu cực máy phát tăng lên.
- Sau khi hoặc là tăng lên hoặc giảm đi, hệ thống sẽ tìm ra một điểm cân bằng và duy trì ở điểm đó trừ khi mà điện áp đầu cực máy phát bị thay đổi do yêu cầu của hệ thống hoặc do việc thay đổi điểm đặt.
- Điều chỉnh điểm đặt điện áp máy phát trong hệ thống này bằng cách xoay núm điều chỉnh có ren để hoặc là tăng hoặc giảm sức căng của lò xo trên thanh cân bằng.

4.1.5. Hệ thống làm mát cho máy phát: Do tổn thất đồng trong dây quấn (cả stator và rotor của máy phát) và do tổn thất sắt từ sinh ra lượng nhiệt không mong muốn. Lượng nhiệt này phải được lấy đi nếu không sẽ gây ra nguy hại hoặc là làm hỏng cách điện của máy phát. Cũng vì lý do đó để đạt được công suất ra cao với một cấu trúc tương đối nhỏ gọn người ta sử dụng hệ thống làm mát cưỡng bức. Các kiểu làm mát cho máy phát được sử dụng là:

- Làm mát bằng không khí theo chu trình khép kín hoàn toàn (các máy phát có công suất lên đến 160MW).
- Làm mát bằng hydro theo chu trình khép kín hoàn toàn (cho các máy phát có công suất lớn hơn 50MW).

- Làm mát bằng hydro theo chu trình khép kín hoàn toàn cùng với sự trợ giúp của hệ thống làm mát bằng nước cho cuộn dây stator (với các máy phát có công suất lớn hơn 50MW).
- Tỷ lệ công suất giữa 50MW và 160MW tùy thuộc vào cách thức lựa chọn phương pháp làm mát được lựa chọn bởi từng nhà sản xuất.

4.1.6. Bảo vệ máy phát điện: Máy phát điện đồng bộ là phần tử quan trọng nhất trong hệ thống điện, sự làm việc tin cậy của máy phát điện đồng bộ quyết định đến độ tin cậy của toàn hệ thống. Vì vậy đối với các máy phát điện đặc biệt là máy phát điện đồng bộ công suất lớn, người ta đặt nhiều loại bảo vệ khác nhau để chống lại tất cả các sự cố và các chế độ làm việc không bình thường của máy phát.

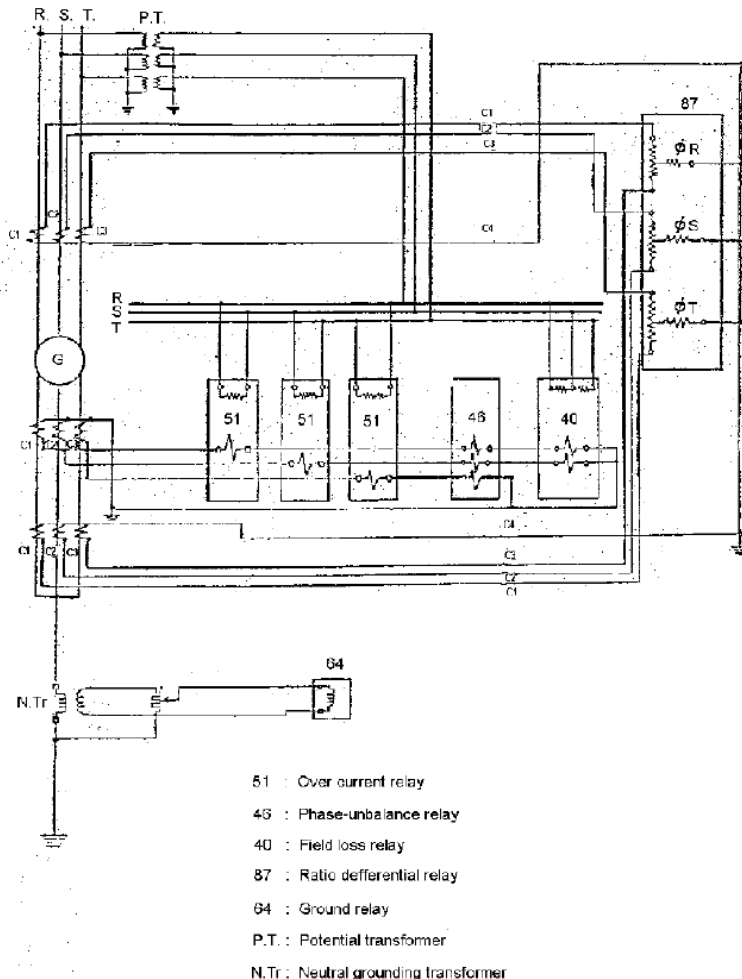
Hệ thống role bảo vệ giữ cho độ ổn định và dải hoạt động của rotor, stator, kích thích máy phát giới hạn bởi công suất đầu ra máy phát. Mục đích của hệ thống bảo vệ nhằm tránh cho máy phát không bị hư hỏng hay giảm thiểu sự hư hỏng do các sự cố bên trong hay từ bên ngoài máy phát. Các sự cố có thể là:

a. Sự cố bên trong: Những sự cố bên trong cuộn dây máy phát điện đồng bộ bao gồm:

- Đối với cuộn dây stator: Cuộn dây bị chạm (chạm vỏ); Ngắn mạch giữa các cuộn dây (các pha); Các vòng dây chạm nhau.
- Đối với cuộn rotor: Chạm đất tại 1 điểm, chạm đất tại 2 điểm.

b. Sự cố bên ngoài: Những sự cố bên ngoài và chế độ làm việc không bình thường cuộn dây máy phát điện bao gồm:

- Ngắn mạch giữa các pha
- Tải không đối xứng.
- Mất kích thích.
- Mất đồng bộ
- Quá tải cuộn dây stator.
- Quá tải cuộn dây rotor
- Quá điện áp
- Tần số thấp
- Máy phát làm việc ở chế độ động cơ

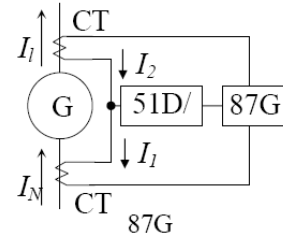


Hình 4-8: Ví dụ về hệ thống bảo vệ máy phát

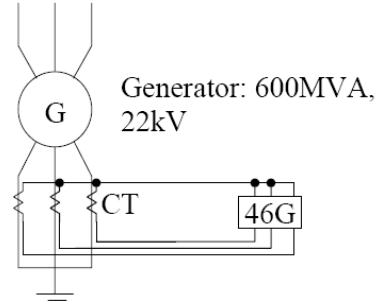
c. Các rơle bảo vệ máy phát thông dụng:

-Rơle bảo vệ số lệch 87: Rơle bảo vệ số lệch được sử dụng để phát hiện ngắn mạch cuộn dây stator máy phát và tác động ngừng tổ máy khi sự cố xảy ra.

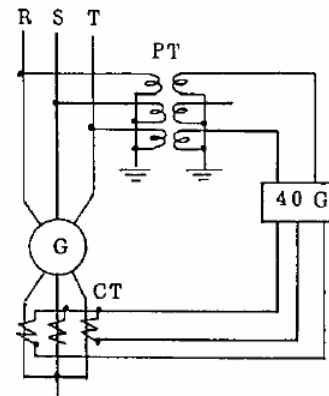
-Rơle quá dòng 51: Khi xảy ra sự cố quá dòng ở máy phát điện nếu ngắn mạch ngoài hoặc ngắn mạch trong (dự phòng cho rơle 87).



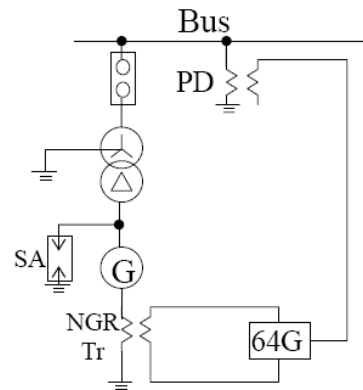
-Rơle dòng không cân bằng pha 46 (rơle dòng thứ tự nghịch): Khi dòng không cân bằng chạy trong máy phát do xuất hiện hiện tượng ngắn mạch hai pha hoặc ngắn mạch hai pha ra đất dòng điện với tần số gấp đôi được cảm ứng trong lõi rotor. Kết quả là rotor nóng lên một cách nhanh chóng. Do vậy việc tác động ngừng máy do tác động của rơle bảo vệ dòng không cân bằng là thiết yếu.



-Rơle bảo vệ mất từ trường 40: Khi bị mất từ trường, máy phát sinh ra dòng cảm ứng và rotor bị đốt nóng bởi dòng cảm ứng. Stato cũng bị quá nhiệt do dòng qua nó rất lớn. Hơn nữa do sự mất đồng bộ và máy phát bị mất từ trường, điện áp hệ thống mất ổn định, chính vì các lý do này mà việc trip do tác động bảo vệ mất từ trường là cần thiết.



-Rơle bảo vệ chạm đất 64G: Các máy biến áp phần lớn đều có trung tính nối đất. Trong trường hợp chạm đất pha thoáng qua điện áp được chặn bởi giá trị hơn 2.6 lần giá trị điện áp pha bình thường vì rằng cuộn dây quá nhiệt và bảo vệ quá nhiệt. Vì mục đích đó rơle quá dòng được sử dụng như là bảo vệ rơle chạm đất.



-Bảo vệ rơle cho kích thích máy phát

- **Kích thích không chổi than:** Ở trường hợp kích thích không chổi than, dòng xoay chiều kích thích là loại được sử dụng ở loại có phản ứng quay và đầu ra của nó được đưa đến trực tiếp tới bộ chỉnh lưu quay qua trục rotor. Không có hệ thống bảo vệ rơle cho dòng kích thích xoay chiều. Bộ chỉnh lưu quay có cầu chì dùng để bảo vệ cho thiết bị chỉnh lưu. Có hệ thống rơle bảo vệ chạm đất ở trong mạch kích thích của máy phát.
- **Hệ thống kích thích không vành góp:** Trong hệ thống kích không vành góp, thiết bị chỉnh lưu không quay mà được lắp đặt cố định trong tủ cabin. Rơle bảo vệ chạm đất được lắp đặt trong mạch kích thích của máy phát.

4.2. Máy biến áp công suất

4.2.1. Giới thiệu: Máy biến áp có vai trò quan trọng trong hệ thống điện, dùng để truyền tải và phân phối điện năng. Các nhà máy điện thường ở xa trung tâm tiêu thụ điện vì thế cần phải xây dựng các đường dây truyền tải điện năng. Máy biến áp chỉ làm nhiệm vụ truyền tải và phân phối năng lượng chứ không phải là biến hóa năng lượng.

Để nâng cao khả năng truyền tải công suất và giảm tổn hao công suất trên đường dây, phải giảm dòng điện trên đường dây bằng cách nâng cao điện áp vì thế ở đầu đường dây cần đặt máy tăng áp còn ở cuối đường dây cần đặt máy giảm áp để cung cấp cho tải có điện áp thấp do:

- Trong thực tế các máy phát điện chỉ có khả năng phát ra điện áp từ 3 đến 21KV nên cần có thiết bị để tăng điện áp ở đầu đường dây lên.
- Ngược lại các hộ tiêu thụ lại yêu cầu điện áp thấp từ 0,4 đến 6KV cho nên tới đây cần phải giảm điện áp xuống.

4.2.2. Bảo vệ máy biến áp: Trong hệ thống điện, máy biến áp là một trong những phần tử quan trọng nhất liên kết hệ thống sản xuất, truyền tải và phân phối. Vì vậy, việc nghiên cứu các tình trạng làm việc không bình thường, sự cố... xảy ra với MBA là rất cần thiết.

Để bảo vệ cho MBA làm việc an toàn cần phải tính đầy đủ các hư hỏng bên trong MBA và các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của máy.

a. Hư hỏng bên trong

- Chạm chập giữa các vòng dây.
- Ngắn mạch giữa các cuộn dây.
- Chạm đất vỏ và ngắn mạch chạm đất.
- Hỏng bộ chuyển đổi đầu phân áp.
- Thùng dầu bị thủng hay rò dầu.

b. Hư hỏng bên ngoài

- Ngắn mạch nhiều pha trong hệ thống.
- Ngắn mạch một pha trong hệ thống.
- Quá tải.
- Quá bão hòa mạch từ.

4.2.3. Các rơ le bảo vệ MBA

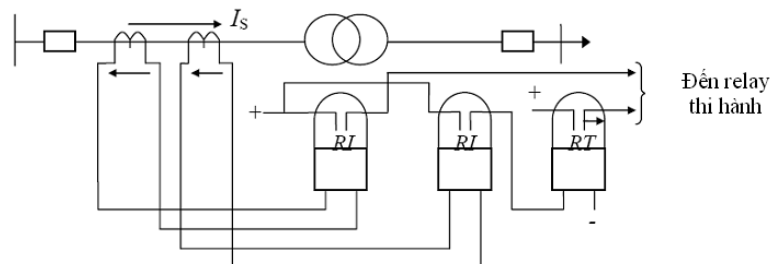
a. Bảo vệ quá dòng điện

▪ Cầu chì

Với MBA phân phối nhỏ thường được bảo vệ chỉ bằng cầu chì (Fused Cut Out). Trong trường hợp không dùng máy cắt thì cầu chì làm nhiệm vụ cắt sự cố tự động. Cầu chì là phần tử bảo vệ quá dòng điện và chịu được dòng điện làm việc cực đại của MBA. Cầu chì không được đứt trong thời gian quá tải ngắn như khi động cơ khởi động, dòng từ hóa nhảy vọt khi đóng MBA không tải...



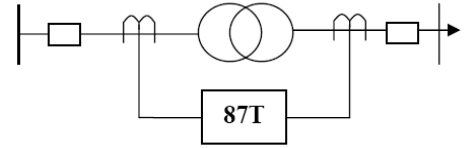
- **Role quá dòng điện:** Máy biến áp lớn với công suất (1000-1600) KVA hai dây quấn, điện áp đến 35KV, có trang bị máy cắt, bảo vệ quá dòng điện được dùng làm bảo vệ chính, MBA có công suất lớn hơn bảo vệ quá dòng được dùng làm bảo vệ dự trữ. Đôi khi bảo vệ cắt nhanh có thể được thêm vào và tạo thành bảo vệ quá dòng có hai cấp (hình 4-9). Với MBA 2 cuộn dây dùng một bộ bảo vệ đặt phía nguồn cung cấp. Với MBA nhiều cuộn dây thường mỗi phía đặt một bộ.



Hình 4-9: Nguyên lý bảo vệ quá dòng cắt nhanh và có thời gian

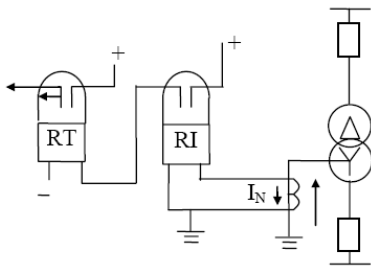
b. Bảo vệ so lệch dọc: Đối với MBA công suất lớn làm việc ở lưới cao áp, bảo vệ so lệch (87T) được dùng làm bảo vệ chính. Nhiệm vụ chống ngắn mạch trong các cuộn dây và ở đầu ra của MBA.

Bảo vệ làm việc dựa trên nguyên tắc so sánh trực tiếp dòng điện ở hai đầu phần tử được bảo vệ. Bảo vệ sẽ tác động đưa tín hiệu đi cắt máy cắt khi sự cố xảy ra trong vùng bảo vệ (vùng bảo vệ là vùng giới hạn giữa các BI mắc vào mạch so lệch).

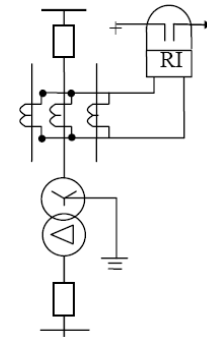


c. Bảo vệ chống chạm đất cuộn dây MBA: Đối với MBA có trung tính nối đất, để bảo vệ chống chạm đất một điểm trong cuộn dây MBA có thể được thực hiện bởi rolet quá dòng điện hay so lệch thứ tự không. Phương án được chọn tùy thuộc vào loại, cỡ, tổ đấu dây MBA.

- **Trường hợp trung tính nối đất trực tiếp:** Khi dùng bảo vệ quá dòng thứ tự không bảo vệ nối vào BI đặt ở trung tính MBA, hoặc bộ lọc dòng thứ tự không gồm ba BI đặt ở phía điện áp có trung tính nối đất trực tiếp.
- **Trường hợp trung tính nối đất qua tổng trở:** Đối với trường hợp trung tính cuộn dây nối sao nối qua tổng trở nối đất bảo vệ quá dòng điện thường không đủ độ nhạy, khi đó người ta dùng rolet so lệch như hình bên Bảo vệ này so sánh dòng chạy ở dây nối đất I_N và tổng dòng điện 3 pha (I_0). Chọn I_N là thành phần làm việc và nó xuất hiện khi có chạm đất trong vùng bảo vệ. Khi chạm đất ngoài vùng bảo vệ dòng thứ tự không (I_0) có trị số bằng nhưng ngược pha với dòng qua dây trung tính I_N .



Trung tính nối đất qua tổng trở



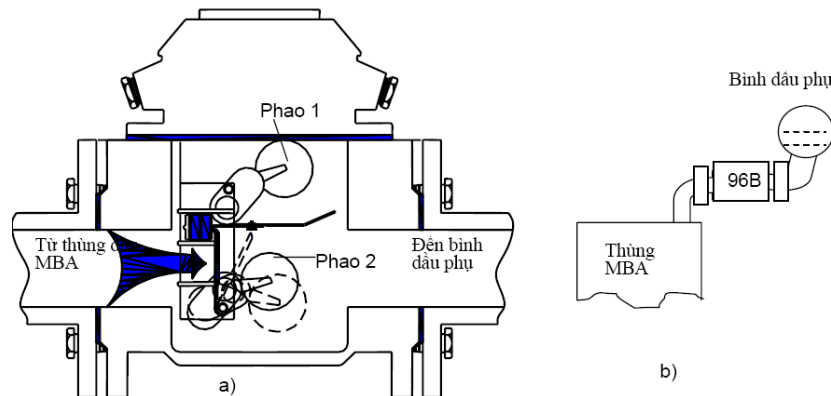
Trung tính nối đất trực tiếp

d. Bảo vệ chống sự cố gián tiếp bên trong MBA: Có các loại bảo vệ sau:

- Role khí (BUCHHOLZ).
- Bảo vệ quá nhiệt.
- Role phát hiện tốc độ tăng, giảm áp suất dầu.
- Bảo vệ dòng dầu bộ điều áp.

Sử dụng loại nào là tùy quan điểm của nhà sản xuất và tùy từng cỡ máy. Thường được dùng phổ biến là role khí.

-Role khí Buchholz (96B): Role hoạt động dựa vào sự bốc hơi của dầu máy biến áp khi bị sự cố và mức độ hạ thấp dầu quá mức cho phép.



Hình 4-10: Role khí Buchholz

Role khí được đặt trên đoạn ống nối từ thùng dầu đến bình dẫn dầu của MBA. Role có hai cấp tác động gồm có hai phao bằng kim loại mang bầu thủy tinh có tiếp điểm thủy ngân hay tiếp điểm từ. Ở chế độ làm việc bình thường trong bình đầy dầu, các phao nổi lơ lửng trong dầu, tiếp điểm role ở trạng thái hở. Khi khí bốc ra yếu (ví dụ vì dầu nóng do quá tải), khí tập trung lên phía trên của bình role đẩy phao số 1 xuống, role gửi tín hiệu cấp 1 cảnh báo. Nếu khí bốc ra mạnh (chẳng hạn do ngắn mạch cuộn dây MBA đặt trong thùng dầu) luồng khí di chuyển từ thùng dầu lên bình dẫn dầu đẩy phao số 2 xuống gửi tín hiệu đi cắt máy cắt của MBA.

4.3. Hệ thống điện tự dùng

4.3.1. Giới thiệu: Hệ thống điện tự dùng cấp nguồn cho số lượng rất lớn các thiết bị phụ của nhà máy điện và yêu cầu có độ tin cậy cao.

Nó bao gồm các máy biến áp tự dùng biến điện thế lưới hay điện thế máy phát xuống điện thế tự dùng, các thanh cái tự dùng (6, 4, 3.3KV...). Từ thanh cái tự dùng sẽ phân phối đến các động cơ tự dùng cao áp (như các quạt gió, bơm nước ngưng, bơm cấp nước lò, bơm tuần hoàn) và các biến thế để hạ xuống mức điện áp tự dùng thấp hơn (0.6, 0.4KV).

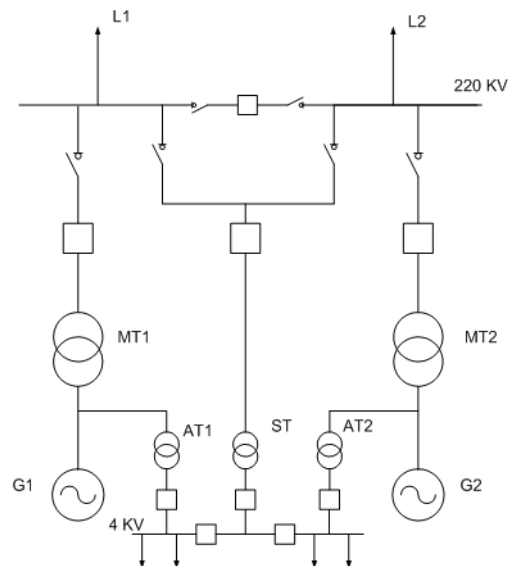
Ngoài ra, hệ thống tự dùng cũng bao gồm hệ thống điện DC, diesel dự phòng...

4.3.2. Cấu trúc hệ thống điện tự dùng

a. Hệ thống các khối máy và điện áp cao

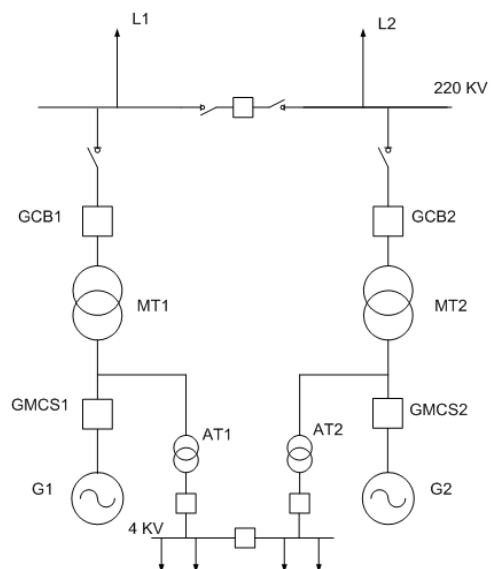
Hình bên là một hệ thống điện áp cao tiêu biểu của nhà máy điện sử dụng hệ thống khối. Máy biến áp tự dùng nối trực tiếp vào đầu cực máy phát, hạ điện thế máy phát xuống điện thế tự dùng. Máy biến thế phụ hạ điện thế lưới xuống điện thế tự dùng, sử dụng để khởi động tổ máy hoặc cấp tự dùng cho nhà máy khi tất cả các tổ máy ngưng.

Tự dùng nối trực tiếp vào đầu cực máy phát điện có ưu điểm là nếu có rối loạn trong hệ thống điện và máy cắt tách khối máy phát khỏi lưới thì hệ thống cấp nguồn vẫn được duy trì.



b. Hệ thống hòa đồng bộ điện áp thấp

Trong sơ đồ tự dùng thí dụ, hệ thống có lắp máy cắt chính máy phát điện (GMCS) và bỏ qua máy biến áp khởi động. Nguồn điện tự dùng được cung cấp bằng máy biến áp chính và việc đưa máy phát nối song song vào lưới được thực hiện bằng GMCS. Việc đưa máy phát vào lưới không thực hiện bằng máy phát điện áp cao UHV mà bằng điện áp thấp hơn của máy phát. Đây là lý do tại sao gọi hệ thống này là hệ thống hòa đồng bộ điện áp thấp.



c. Mạch hạ áp: Trong hệ thống khối, mạch hạ áp tương đương với mạch cao áp ở chỗ nó được phân chia rõ ràng thành mạch trực tiếp và mạch chung. Những phần dưới đây mô tả cấu trúc của mạch điện hạ áp của hệ thống tự dùng khối.

- **Trung tâm cấp điện và trung tâm điều khiển:** Trong hệ thống tự dùng khối, cả mạch trực tiếp và mạch chung của hệ thống điện áp thấp bao gồm cả hệ thống mạch điện 440 V, các mạch 110 – 220 V công suất nhỏ, mạch điện cho hệ thống điều khiển và các mạch linh tinh khác. Mạch điện 440V được chia ra thành trung tâm cấp nguồn và trung tâm điều khiển tương ứng với dung lượng và nhiệm vụ của tải.
- **Trung tâm cấp nguồn** bao gồm máy biến áp hạ áp (từ điện áp cao) gọi là máy biến áp trung tâm cấp nguồn, và thanh cái nối trực tiếp. Trung tâm cấp nguồn có các mạch cấp cho các động cơ có dải công suất từ 75kW đến 250kW, cấp nguồn cho các trung tâm điều khiển và các máy biến thế điện áp thấp. Trong trung tâm cấp nguồn, sử dụng các máy cắt dung lượng lớn từ 600 đến 3000A, và có thể đóng cắt dòng điện lớn ở điện áp thấp. Với điện áp 440 V, nó là bộ phận chính của mạch điện hạ áp.
- **Trung tâm điều khiển** gồm có 2 nhóm thiết bị phụ liên quan để điều khiển một số lượng rất lớn các thiết bị phụ nhỏ dùng trong các nhà máy nhiệt điện hiện đại. Về nguyên tắc, nó phải được lắp đặt gần với tải. Các nhóm thường là: cung cấp cho lò hơi, cung cấp cho tua bin, cung cấp cho các thiết bị chung, cung cấp cho nguồn khẩn cấp và các thiết bị khác. Trong một số trường hợp, có thể còn chia ra các loại phụ tùy theo đặc điểm của các phụ tải và vị trí của trung tâm điều khiển.
- **Tủ điện hạ áp:** Nguồn điện 200V và 100V được cấp từ các máy biến áp lấy điện từ trung tâm điều khiển. Hệ thống 200V và 100V được chia thành: dịch vụ chung, chiếu sáng, điện hạ áp Diesel và dùng cho điều khiển và đo lường.
- **Mạch điện một chiều:** Mạch điện một chiều được thiết kế cho mạch điều khiển chính, các thiết bị phụ trong trường hợp khẩn cấp, và cấp nguồn cho hệ thống đèn khẩn cấp. Điện áp thường là 100, 125, hoặc 200V và được cấp nguồn từ các Bình điện dung lượng lớn và luôn được nạp đầy.
- **Mạch điện khẩn cấp:** Nhiệm vụ của mạch điện khẩn cấp là cấp nguồn cho các thiết bị phụ sử dụng để ngừng máy đúng lúc và bảo đảm an toàn trong trường hợp nguồn cấp điện thông thường bị mất. Thông thường, một bộ máy phát điện nối trực tiếp với động cơ Diesel sẽ được cấp cho các khối máy và một bộ ắc quy chì được lắp đặt cho mỗi khối máy.

4.4. Một số khí cụ điện

Muốn nhà máy nhiệt điện vận hành được ngoài các thiết bị điện chính như máy phát, máy biến áp lực thì cần phải có các khí cụ điện sau:

4.4.1. Máy cắt (Circuit Breaker - CB): Máy cắt điện là khí cụ điện dùng để đóng cắt một phần tử của hệ thống điện như máy phát điện, MBA, đường dây...trong lúc làm việc bình thường cũng như khi có sự cố. Khi máy cắt kết hợp với các thiết bị khác như role bảo vệ sẽ đảm bảo cho hệ thống vận hành tốt, an toàn cho người vận hành cũng như cho thiết bị của trạm.

Yêu cầu đối với máy cắt:

- Cắt nhanh, đảm bảo khi đóng cắt không gây nổ và cháy.
- Có thể điều khiển tại chỗ và từ xa.
- Có khả năng đóng cắt nhiều lần với dòng điện bình thường và với một số lần nhất định với dòng ngắn mạch (do nhà chế tạo qui định).
- Có khả năng đóng cắt lập lại với chu kì theo yêu cầu.
- Kích thước gọn nhẹ.
- Giá thành hạ.

Hiện nay hầu như sử dụng máy cắt khí SF₆ đối với điện áp từ 22kV trở lên vì có độ tin cậy cao. Ngoài các thông số chung đã nêu trên trong thông số kỹ thuật của máy cắt còn có dòng điện cắt định mức $I_{cắtđm}$ là dòng lớn nhất mà máy cắt có thể cắt mạch điện.

Đối với máy cắt, quá trình cắt, phương pháp, thời gian và khả năng dập tắt hồ quang khi cắt dòng ngắn mạch rất quan trọng.

Căn cứ vào phương pháp dập tắt hồ quang ta phân loại máy cắt điện như sau:

- Máy cắt dầu.
- Máy cắt không khí.
- Máy cắt khí.
- Máy cắt tự sinh khí.
- Máy cắt điện chân không.
- Máy cắt phụ tải.



Máy cắt SF6

Thông thường ở cùng một cấp điện áp ta nên chọn cùng loại máy cắt, nhất là thiết bị phân phối với cấp điện áp từ 35(kV) trở lên. Phía thiết bị phân phối cấp phụ tải ta nên chọn máy cắt hợp bộ.

4.4.2. Dao cách ly (Disconnection Switch Line - DSL)

Dao cách ly là khí cụ điện tạo ra một khoảng trống trông thấy được có nhiệm vụ đảm bảo an toàn khi sửa máy phát điện, máy biến áp, đường dây. Dao cách ly cũng có thể đóng cắt mạch điện nhưng giới hạn ở điện áp thấp, nói chung dao cách ly thường thao tác đóng mở khi không có dòng hoặc dòng nhỏ, sau khi máy cắt đã cắt mạch điện. Dao cách ly thường là đóng cắt bằng tay qua bộ truyền động.



Dao cách ly

4.4.3. Chống sét van (Lightning Arrestor - LA)

Các đường dây trên không dù có được bảo vệ chống sét hay không thì các thiết bị điện có nối với chúng đều phải chịu tác dụng của sóng sét truyền từ đường dây đến. Biên độ của quá điện áp khí quyển có thể lớn hơn điện áp thì nghiệm xung kích của cách điện thiết bị có thể làm phá hỏng cách điện. Do vậy để bảo vệ các trang thiết bị trong trạm biến áp tránh sóng quá điện áp truyền từ đường dây vào phải dùng các thiết bị chống sét. Các thiết bị này sẽ hạ thấp biên độ sóng quá điện áp xuống trị số an toàn cần thiết của cách điện bảo vệ.



Chống sét van

Thiết bị chống sét chủ yếu cho máy biến áp là chống sét van (CSV). Chống sét van có 2 phần tử chính là khe hở phóng điện và điện trở làm việc. Khe hở phóng điện là một chuỗi các khe hở phóng điện nhỏ còn điện trở làm việc là một trở phi tuyến dùng để hạn chế dòng điện ngắn mạch chạm đất qua chống sét van khi sóng quá điện áp chọc thủng các khe hở phóng điện.

4.4.4. Máy biến điện thế (Potential Transformer - PT)

MBA đo lường dùng biến đổi điện áp cao xuống thấp để đo lường bằng các dụng cụ đo lường, như thế số vòng dây thứ cấp W_2 sẽ phải nhỏ hơn số vòng dây sơ cấp W_1 . Thông thường người ta quy định điện áp thứ cấp là 100V.



4.4.5. Máy biến dòng điện (Current Transformer - CT)

CT dùng để biến đổi dòng điện trong mạch điện có điện áp cao về dòng điện tương ứng với thiết bị đo lường, tự động bảo vệ rơle và cách ly với mạng cao áp để đảm bảo an toàn cho người sử dụng, tiêu chuẩn hoá được các thiết bị đo lường. Nó biến đổi dòng điện sơ cấp có trị số bất kỳ xuống 5A (đôi khi 1A và 10A) nhằm cấp nguồn dòng cho các mạch đo lường, bảo vệ, tín hiệu, điều khiển.



PHẦN 2: TRẠM BIẾN ÁP

CHƯƠNG 5. TỔNG QUAN VỀ TRẠM BIẾN ÁP (POWER SUBSTATION)

5.1. Khái niệm về trạm biến áp

Điện năng sản xuất ở nhà máy được truyền tải và phân phối đến nơi tiêu thụ bằng các đường dây dẫn. Nhà máy điện thường cách xa trung tâm phụ tải như nhà máy thủy điện đặt gần các sông có lưu lượng nước lớn, nhà máy nhiệt điện đặt gần nguồn nhiên liệu hoặc giao thông thuận lợi.

Trong quá trình truyền tải điện do có phát sinh tổn thất trên đường dây nên trước khi truyền đi phải đưa lên điện áp cao để truyền tải và hạ xuống thấp ở điện áp thích ứng để đưa đến phụ tải. Do đó trạm biến áp là phần tử không thể thiếu trong hệ thống điện.



Hình 5-1. NHÀ MÁY ĐIỆN



Hình 5-2. TRẠM BIẾN ÁP

Khi thiết kế TBA thường có nhiều phương án thực hiện. Để lựa chọn và quyết định phương án cuối cùng, cần căn cứ vào các yếu tố cơ bản sau:

- Khả năng sản xuất truyền tải và phân phối điện năng theo yêu cầu của nhiệm vụ thiết kế với đô thị phụ tải đã cho.
- Tính đảm bảo làm việc của các thiết bị và của toàn bộ hệ thống. Đảm bảo cung cấp điện năng cho các hộ tiêu thụ khi làm việc bình thường cũng như khi bị sự cố.
- Vốn đầu tư xây dựng (V).
- Tổn hao điện năng (chủ yếu trong máy biến áp và đường dây) và các chi phí hàng năm khác phục vụ cho vận hành sửa chữa, bảo quản...(P).
- Ngoài ra cần chú ý đến tính hiện đại, phát triển trong thời gian gần. Đặc biệt cần quan tâm đến vị trí xây dựng, diện tích, ... và khả năng xây dựng.

Ba yếu tố đầu gọi chung là yêu cầu về kỹ thuật, yếu tố 4 và 5 là yêu cầu về kinh tế; yếu tố cuối không phải là yêu cầu chính nhưng lại rất quan trọng vì nếu không chú ý đúng mức, phương án thiết kế có thể không được chấp nhận trong điều kiện thực tế. So sánh và phân tích các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đặc trưng cho phép ta chọn được phương án hợp lý nhất để thiết kế. Một phương án được coi là kinh tế nhất nếu chi phí kinh tế C là thấp nhất.

5.1.1. Phân loại TBA:

Trạm biến áp dùng để biến điện áp từ cấp điện áp này sang cấp điện áp khác tùy theo yêu cầu. Trạm biến áp ngoài chức năng biến đổi điện áp thông qua máy biến áp chính, nó còn là trạm phân phối điện năng đến các phụ tải. Người ta phân loại trạm theo: Điện áp và Địa dư.

a. Theo điện áp:

- Trạm biến áp tăng áp: thường đặt ở các nhà máy điện làm nhiệm vụ tăng từ cấp điện áp máy phát lên cấp điện áp truyền tải.

- Trạm biến áp hạ áp: thường đặt gần ở các phụ tải có nhiệm vụ biến đổi từ cấp truyền tải đến cấp điện áp phân phối theo yêu cầu các phụ tải.
- Trạm biến áp trung gian: làm nhiệm vụ liên lạc giữa hai lưới điện khác nhau.

b. Theo Địa Dư:


- Trạm biến áp khu vực: được cung cấp điện từ mạng điện chính để cung cấp điện cho khu vực lớn bao gồm: thành phố khu công nghiệp...
- Trạm biến áp địa phương: được cung cấp từ mạng điện phân phối, mạng địa phương của hệ thống điện cấp cho từng xí nghiệp, hay trực tiếp cho các hộ tiêu thụ với điện áp thấp hơn.
- Ngoài các trạm nói trên còn có trạm đóng-cắt, trạm nối, trạm chỉnh lưu, trạm nghịch lưu

5.2. Quy định về việc đánh số thiết bị cho TBA

Tất cả các thiết bị chính và phụ trong trạm biến áp đều phải được đánh số. Quy định về đánh số cho thiết bị trạm như sau (theo Quy trình điều độ lưới điện):

5.2.1. Quy định về đánh số đặc trưng cho cấp điện áp:

Cấp điện áp (kV)	Chữ số
500	5
220	2
110	1
66	7
35	3
22	4
15	8
10	9
6	6
Các cấp điện áp khác do đơn vị tự quy định phải thông qua cấp điều độ điều khiển	



5.2.2. Tên thanh cái:(Bus)

- Ký tự thứ nhất lấy chữ C
- Ký tự thứ 2 chỉ cấp điện áp
- Ký tự thứ 3 chỉ số thứ tự thanh cái. Riêng số 9 ký hiệu cho thanh cái vòng.

VD: C21: thanh cái 1 điện áp 220kV.

5.2.3. Tên của máy phát hay máy bù:

Ký tự đầu là:

- S: nhiệt điện
- H: thủy điện

- GT: tua bin khí
- ST: đuôi hơi
- D: diesel
- B: máy bù

Ký tự tiếp theo là số thứ tự của máy phát.

VD: S1: là máy phát nhiệt điện số 1.

5.2.3. Tên của máy biến áp (Transformer)

Ký tự đầu:

- T: đối với máy biến áp 2 hay 3 cuộn dây.
- AT: máy biến áp tự ngẫu.
- TD: máy biến áp tự dùng
- TE: máy biến áp kích từ máy phát.
- TT: máy biến áp tạo trung tính

Ký tự tiếp theo là số thứ tự của máy biến áp. Đối với máy biến áp tự dùng thì ký tự tiếp theo là cấp điện áp và số thứ tự.

VD: T1: biểu thị máy biến áp số 1.

5.2.4. Tên của MC (Circuit Breaker)

Ký tự thứ nhất chỉ cấp điện áp. Riêng đối với MC của tụ ký tự thứ nhất là chữ T, kháng điện ký tự thứ nhất là chữ K còn ký tự thứ 2 chỉ cấp điện áp.

Ký tự thứ 2 (ký tự thứ 3 đối với MC tụ hay kháng) chỉ vị trí của MC, theo quy định:

- MC đường dây: 7 và 8 (hay từ 5-8 nếu sơ đồ phức tạp).
- MC máy biến áp :3
- Máy biến áp tự dùng:4
- MC đầu cực máy phát:0
- Máy cắt máy bù: 0
- Máy cắt tụ bù ngang:0
- Máy cắt tụ bù dọc: 0 hay 9 nếu sơ đồ phức tạp.
- MC của kháng điện: 0 hay 9 nếu sơ đồ phức tạp.

Ký tự thứ ba (4 đối với MC kháng và tụ) chỉ số thứ tự.

- Đối với MC của thanh cái đường vòng hai ký tự tiếp theo là 00.
- Đối với MC liên lạc giữa 2 thanh cái hai ký tự tiếp theo ký tự thứ nhất là số của 2 thanh cái.
- Đối với sơ đồ 2 thanh cái (hay một thanh cái có phân đoạn) đánh số các MC ở thanh cái chắn thì đánh số thứ tự chắn, MC ở thanh cái lẻ thì đánh số thứ tự lẻ.
- Đối với sơ đồ đa giác đánh số các MC theo MC đường dây.
- Đối với sơ đồ 3/2, 4/3 tùy theo sơ đồ có thể đánh như sau:
- Đánh số các MC theo MC đường dây.
- Đánh số ký tự thứ 2 MC ở giữa (không nối với thanh cái) số 5 hay 6.
- Đánh số ký tự thứ 3 theo thứ tự ngăn lộ.

VD: MC131: chỉ MC máy biến áp số 1, điện áp 110KV

5.2.5. Tên của biến điện áp (Potential Transformer)

- Ký tự đầu là TU
- Các ký tự sau lấy tên thiết bị mà máy biến điện áp đấu vào.
- Đối với các thiết bị mà tên của thiết bị không thể hiện rõ cấp điện áp thì sau 2 ký tự đầu sẽ là ký tự chỉ cấp điện áp, tiếp theo là tên thiết bị.

VD: TUC22: máy biến điện áp thanh cái số 2, điện áp 220kV.

5.2.6. Tên của biến dòng điện (Current Transformer)

- Kí tự đầu là TI
- Các kí tự sau lấy tên thiết bị mà máy biến dòng đấu vào. Đối với các thiết bị mà tên của thiết bị không thể hiện rõ cấp điện áp thì sau 2 kí tự đầu sẽ là kí tự chỉ cấp điện áp, tiếp theo là tên thiết bị.

VD: TI 171: máy biến dòng điện áp 110kV, nối máy cắt 171.

5.2.7. Tên của chống sét (Lightning Arrestor-LA)

- Hai kí tự đầu là CS
- Các kí tự sau lấy tên thiết bị được bảo vệ. Đối với các thiết bị mà tên của thiết bị không thể hiện rõ cấp điện áp thì sau 2 kí tự đầu sẽ là kí tự chỉ cấp điện áp, tiếp theo là tên thiết bị.
- Đối với chống sét van nối vạp trung tính máy biến áp thêm 2 kí tự để phân biệt là dấu phân cách và số 0.

VD: CSIT1-0: chống sét mắc vào trung tính máy biến áp T1, cuộn 110kV.

5.2.8. Tên của DCL(Disconnect Switch)

Kí tự đầu là tên của mạch thiết bị hay máy cắt nối trực tiếp với DCL. (đối với TU, DCL có kí tự đầu tiên là tên của TU, tiếp theo là tên thiết bị nối trực tiếp vào DCL) tiếp theo là dấu phân cách (-)

Các kí tự tiếp theo quy định như sau:

- Cầu dao thanh cái lấy số thứ tự của thanh cái nối với cầu dao.
- Cầu dao đường dây (về phía đường dây) lấy số 7.
- Cầu dao nối MBA và kháng điện lấy số 3.
- Cầu dao nối với thanh cái vòng lấy số 9.
- Cầu dao nối tắt một thiết bị (tụ) lấy số 0.
- Cầu dao nối tời phân đoạn nào thì lấy số thứ tự của phân đoạn đó.

5.2.9. Tên của cầu dao trung tính nối đất MBA

- Kí tự đầu chỉ cấp điện áp.
- Kí tự thứ 2 lấy số 3.
- Kí tự thứ 3 lấy số thứ tự của MBA.
- Kí tự thứ 4 là dấu phân cách.
- Kí tự thứ 5 là số 0.

5.3. Sơ đồ cấu trúc TBA

Sơ đồ cấu trúc là sơ đồ của Trạm biến áp là sơ đồ diễn tả sự liên quan giữa nguồn, tải và hệ thống điện. Khi thiết kế trạm biến áp, sơ đồ cấu trúc là phần quan trọng có ảnh hưởng quyết định đến toàn thiết kế. Các yêu cầu chính khi chọn sơ đồ:

- Có tính khả thi.
- Linh hoạt
- Hiện đại
- Đảm bảo kỹ thuật
- Phát triển về sau
- Kinh tế

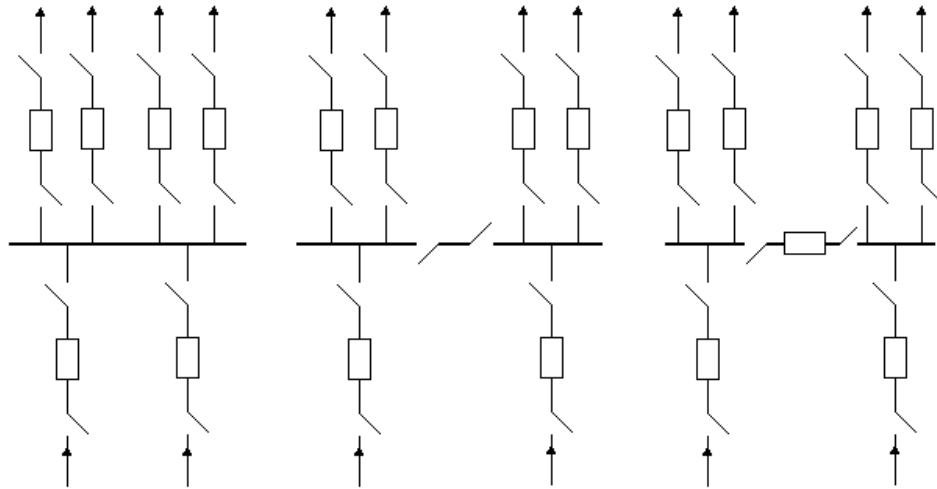
Trong thực tế rất khó đảm bảo các yêu cầu vì các điều kiện có sự mâu thuẫn với nhau. Vì vậy trong từng trường hợp cụ thể ta chọn sơ đồ thích ứng để đảm bảo tính kỹ thuật, kinh tế. Khi thiết kế trạm biến áp ta đưa ra nhiều phương án khả thi trên cơ sở phân tích ưu khuyết điểm của từng phương án; so sánh điều kiện kỹ thuật- kinh tế rồi chọn phương án tối ưu.

5.3.1. Các dạng sơ đồ nối điện chính:

Thanh góp là nơi nhận điện năng cung cấp và phân phối lại cho các phụ tải. Thanh góp đóng vai trò quan trọng trong thiết bị phân phối. Trong thiết bị phân phối, người ta thường dùng 1 hoặc 2 hệ thống thanh góp.

a. Sơ đồ 1 hệ thống thanh góp:

Trong nhà máy điện nguồn cung cấp là các máy phát, còn đối với trạm biến áp nguồn cung cấp cho các thiết bị phân phối điện áp phía sơ cấp là đường dây tải điện và đối với thiết bị phân phối thứ cấp nguồn cung cấp là máy biến áp.



Không phân đoạn Phân đoạn bằng dao cách ly Phân đoạn bằng máy cắt

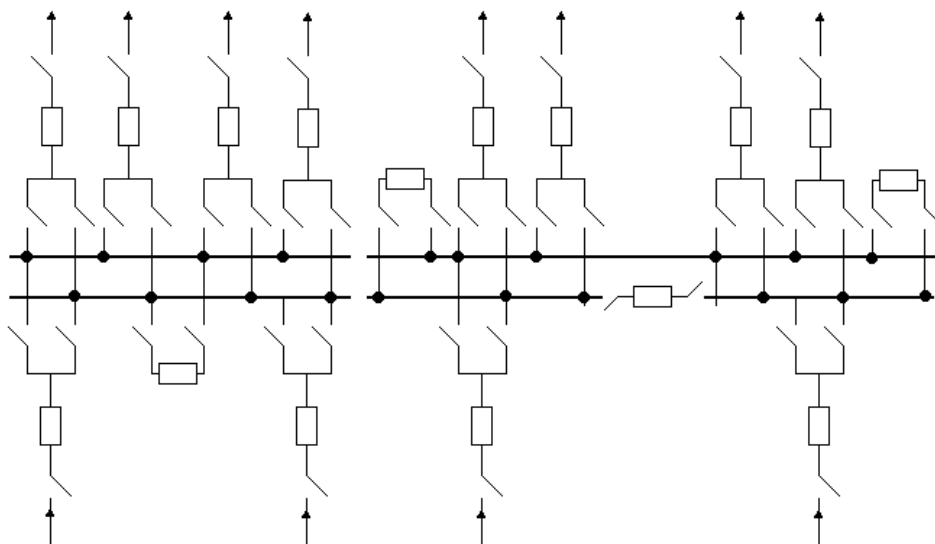
Ưu điểm cơ bản của sơ đồ 1 hệ thống thanh góp là đơn giản giá thành hạ. Dao cách ly chỉ làm nhiệm vụ bảo đảm an toàn khi tiến hành sửa chữa và đóng cắt khi không có dòng điện.

Nhược điểm của sơ đồ hệ thống thanh góp phân đoạn bằng máy cắt là khi sự cố hay sửa chữa một phân đoạn, các phân đoạn, các nguồn cung cấp và các đường dây nối với phân đoạn đó phải ngừng làm việc. Khi sửa chữa máy cắt của một mạch nào đó, mạch ấy tạm thời mất điện. Việc phân loại thanh góp sẽ tăng cường độ tin cậy làm việc của sơ đồ một hệ thống thanh góp. Số phân đoạn được xác định bằng số lượng và công suất của nguồn cung cấp.

Đa số trường hợp số phân đoạn bằng số nguồn cung cấp. Số đường dây được phân phối giữa các phân đoạn sao cho khi cắt một phân đoạn sẽ không dẫn đến việc ngừng làm việc của các hộ tiêu thụ quan trọng, do đó các hộ tiêu thụ quan trọng cần được cung cấp từ 2 nguồn lấy từ hai phân đoạn khác nhau.

b. Sơ đồ 2 hệ thống thanh góp:

Sơ đồ hai hệ thống thanh góp có một máy cắt trên một mạch được vẽ dưới hình sau:



Sơ đồ hai hệ thống thanh góp

Có phân đoạn thanh góp làm việc

Mỗi nguồn cung cấp và mỗi đường dây nối với thanh góp qua một máy cắt và hai dao cách ly thanh góp. Một hệ thống thanh góp làm việc với một hệ thống thanh góp dự trữ, các dao cách ly nối với thanh góp làm việc được đóng lại, các dao cách ly nối với thanh góp dự trữ được cắt ra. Sự liên lạc giữa hai hệ thống nhờ máy cắt nối MCn.

Ưu điểm của sơ đồ hai hệ thống thanh góp là lần lượt sửa chữa từng thanh góp mà không hệ tiêu thụ nào bị mất điện, sửa chữa dao cách ly của mạch nào thì chỉ có mạch đó bị cắt điện, nhanh chóng phục hồi sự làm việc của thiết bị ngăn mạch trên hệ thống thanh góp làm việc, sửa chữa máy cắt của mạch bất kì, mạch ấy không phải ngừng làm việc lâu dài.

Nhược điểm của sơ đồ hai hệ thống thanh góp là dùng dao cách ly thao tác đóng cắt các mạch điện song song. Nếu thao tác nhầm lẫn sẽ dẫn đến hậu quả nghiêm trọng. Mặc khác nếu không phân đoạn thanh góp làm việc thì khi ngăn mạch sẽ gây mất điện toàn bộ thiết bị.

Để khắc phục nhược điểm này, người ta vận hành song song cả hai hệ thống thanh góp. Khi đó máy cắt nối thanh góp đóng vai trò máy cắt phân đoạn. Chế độ vận hành này được áp dụng rộng rãi cho các thiết bị có áp từ 35kV trở lên. Mỗi phân đoạn đều có máy cắt nối để nối từng phân đoạn với thanh góp dự trữ.

5.4. Nối đất cho TBA

5.4.1. Khái niệm:

Nối đất cho trạm biến áp có tác dụng là để tản vào đất dòng điện sự cố (do rò cách điện, ngắn mạch chạm đất,...) hoặc do dòng điện sét và giữ cho điện thế trên các phần tử được nối đất thấp. Như vậy nối đất của hệ thống thu sét đóng vai trò rất quan trọng trong việc phát huy tác dụng bảo vệ của hệ thống thu sét. Nếu nối đất không đạt yêu cầu thì nhiều khi hậu quả còn xấu hơn là không đặt hệ thống thu sét. Bởi vì hệ thống thu sét với độ cao vượt hẳn độ cao của công trình, có tác dụng câu sét vào công trình (có nghĩa là xác suất sét đánh phụ thuộc vào độ cao), nếu tổng trở xung của hệ thống nối đất khi tản dòng sét quá cao, điện áp giáng xung trên hệ thống nối đất đó có thể đủ cao để gây nên phóng điện ngược, đến các bộ phận mang điện hoặc các trang thiết bị của trạm. Phóng điện ngược trong trạm (và cả trên đoạn đường dây gần trạm), sẽ tạo nên các dạng sóng cắt có biên độ và nhất là độ dốc rất lớn, rất nguy hiểm cho cách điện dọc của MBA.

Để cho trạm biến áp hoạt động tốt trong mọi điều kiện như lúc làm việc bình thường, lúc có sự cố và ngay cả khi bị sét đánh phải thì ta phải thực hiện nối đất cho trạm tuân theo những yêu cầu về kỹ thuật rất khắt khe.

5.4.2. Phân loại: Tùy theo chức năng của nối đất ta có ba dạng nối đất chính:

- **Nối đất làm việc:** có nhiệm vụ bảo đảm sự làm việc của các trang thiết bị điện trong các điều kiện bình thường và sự cố theo các chế độ qui định như: nối đất điểm trung tính các cuộn dây máy phát, máy biến áp, máy bù, nối đất máy biến áp đo lường, nối đất pha trong hệ thống pha - đất.
- **Nối đất an toàn** hay nối đất bảo vệ: có nhiệm vụ bảo đảm an toàn cho người phục vụ khi cách điện của trang thiết bị điện bị hư hỏng gây rò điện chẳng hạn: nối đất vỏ máy phát, vỏ máy biến áp, vỏ thiết bị vỏ cáp, nối đất các kết cấu kim loại của trang thiết bị phân phối điện... Nói chung đó là nối đất các bộ phận kim loại lúc bình thường có điện thế bằng không, nhưng khi cách điện bị xuyên thủng hay phóng điện mặt sẽ có điện thế khác không.
- **Nối đất chống sét:** nhằm tản dòng điện sét vào đất giữ cho điện thế của các phần tử được nối đất không quá cao do đó tránh được hiện tượng phóng điện ngược từ các phần tử đó đến các bộ phận mang điện và trang thiết bị điện khác. Đó là nối đất dây thu sét, cột thu sét, nối đất các kết cấu kim loại có thể bị sét đánh...

Trong nhiều trường hợp, cùng một hệ thống nối đất đồng thời có thể thực hiện hai hoặc ba nhiệm vụ trên. Đối với các trạm biến áp đặt ngoài trời có điện áp lớn hơn hoặc bằng 110 kV, phần lớn các hệ thống thu sét (HTTS) được đặt trên kết cấu công trình của trạm, nên dòng điện

sét sẽ tản qua mạch nối đất an toàn, vì vậy trước hết ta phải thiết kế hệ thống nối đất (HTNĐ) an toàn của trạm, sau đó tính toán kiểm tra HTNĐ này theo yêu cầu chống sét.

5.4.3. Việc dùng chung hệ thống nối đất:

Việc dùng chung hệ thống tiếp đất nhằm nhiều mục đích. Ví dụ ở hệ thống tiếp đất vận hành, điểm trung tính của máy biến áp sẽ được nối đến hệ thống tiếp đất, đồng thời vỏ các thiết bị điện của trạm biến áp cũng được nối đến hệ thống tiếp đất này để thực hiện tiếp đất bảo vệ. Hay hệ thống tiếp đất bảo vệ của các vỏ thiết bị điện cao áp cũng được dùng để nối đến các vỏ của thiết bị điện áp thấp.

Việc dùng chung hệ thống tiếp đất có ưu điểm là tránh được sự chênh lệch điện thế có thể xuất hiện giữa các vỏ của thiết bị khi dùng hệ thống bảo vệ tiếp đất riêng lẻ, đồng thời làm cho hệ thống tiếp đất trở nên kinh tế hơn và đôi lúc trở nên hiệu quả hơn vì ta có thể có được điện trở chạy vào trong đất bé hơn.

Tuy nhiên khi sử dụng chung hệ thống tiếp đất, chúng ta phải đặt vấn đề như sau: đối với trường hợp nhiều người có thể tiếp xúc với vỏ của trang thiết bị điện áp thấp và cao thì điện áp tiếp xúc tối đa cho phép nhỏ hơn 40V.

5.4.4. Tính toán, thiết kế hệ thống nối đất cho trạm biến áp:

Đối với những lưới điện 110kV trở lên thuộc hệ thống có trung tính trực tiếp nối đất (có dòng ngắn mạch chạm đất lớn trên 500A). Theo qui phạm về nối đất các trang thiết bị điện hiện hành, thì điện trở nối đất an toàn của trạm này phải thỏa mãn yêu cầu: $R < 0,5\Omega$.

Đây là một qui định khá ngặt nghèo, nhất là khi trạm có kích thước không lớn và đất trong khu vực trạm có điện trở rất cao. Để một phần nào dễ dàng thỏa mãn yêu cầu trên và nhất là để giảm bớt chi phí xây dựng HTNĐ trong thiết kế cần tận dụng các kết cấu kim loại nối đất sẵn có, hay là nối đất tự nhiên (NĐTN), có điện trở tản là R_{nt} .

Nếu gọi phần nối đất thiết kế là nối đất nhân tạo (NĐNT), có điện trở tản là R_{nt} thì theo qui phạm trên, điện trở tản tổng của toàn bộ HTNĐ phải thỏa mãn yêu cầu:

$$\begin{cases} R = \frac{R_m \cdot R_{nt}}{R_m + R_{nt}} \leq 0,5\Omega \\ R_{nt} \leq 1\Omega \end{cases}$$

Qui định $R_{nt} < 1 \Omega$ nhằm tăng cường an toàn và dự phòng cho các trường hợp khi NĐTN có thay đổi.

5.5.5. Kiểm tra hệ thống nối đất theo yêu cầu chống sét:

Nhiệm vụ chủ yếu của nối đất bổ sung là để tản dòng điện sét một cách thuận lợi (giảm thiểu thành phần dòng sét chạy vào mạch vòng nối đất an toàn). Do đó để có hiệu quả tốt, cần sử dụng các dạng nối đất tập trung. Vì chỉ là nối đất tập trung nên khi dòng sét qua trị số cực đại ($t = \text{đs}$) thì quá trình quá độ đã kết thúc ($\text{đs} \ll T$). Trị số điện trở tản ổn định của nối đất bổ sung R_{bs} được tính toán như trong phần tính toán nối đất an toàn, nhưng đã được qui đổi về mùa mưa.

Khi tính tổng trở xung của hệ thống nối đất, để đơn giản cho quá trình tính toán mà không làm sai lệch nhiều kết quả kiểm tra, người ta đưa ra những giả thiết sau:

Coi như chỉ có nối đất bổ sung dưới chân cột thu sét trực tiếp bị sét đánh và mạch vòng nối đất ven chu vi trạm tham gia vào việc tản dòng điện sét (bỏ qua tác dụng lưới cân bằng thế, bỏ qua tác dụng của nối đất tự nhiên, bỏ qua tác dụng của nối đất bổ xung ở các cột khác không bị sét đánh,...)

Bỏ qua hiệu ứng màn che giữa các cực của nối đất bổ xung và mạch vòng nối đất của trạm. Bỏ qua hiện tượng phóng điện tia lửa trong đất, chỉ kể đến ảnh hưởng của điện cảm của mạch vòng nối đất.

Với những giả thiết này, kết quả tính toán sẽ lớn hơn kết quả thực tế và như vậy sẽ nghiêng về phía an toàn. Điều đó có nghĩa là nếu kết quả tính toán đạt yêu cầu thì đương nhiên kết quả thực tế phải đạt yêu cầu kỹ thuật.

CHƯƠNG 6. HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG, BẢO VỆ TBA

Để kiểm tra, giám sát hoạt động của trạm, một hệ thống đo lường, bảo vệ, báo động được gắn cho TBA bao gồm:

- Hệ thống báo động.
- Hệ thống đo lường.
- Hệ thống bảo vệ
- Các thiết bị phụ khác như tủ kiosk, hệ thống DC, chiếu sáng...

6.1. Nguyên lý làm việc của rơle kỹ thuật số:

Role số làm việc trên nguyên tắc đo lường số. Các trị số của đại lượng tương tự dòng, áp nhận được từ phía thứ cấp PT và CT là những biến đầu vào của role số. Sau khi qua các bộ lọc tương tự, bộ lấy mẫu, các tín hiệu này sẽ được chuyển thành các tín hiệu số. Tùy theo nguyên tắc bảo vệ, tần số lấy mẫu có thể thay đổi trong khoảng từ 12 đến 20 mẫu trong một chu kỳ của dòng điện.

Nguyên lý làm việc của role dựa trên giải thuật tính toán theo chu trình các đại lượng điện (chẳng hạn như tổng trở mạch điện) từ trị số của dòng và áp đã lấy mẫu. Trong quá trình tính toán liên tục này sẽ phát hiện ra chế độ sự cố sau một vài phép tính toán nối tiếp nhau, khi đó bảo vệ sẽ tác động, bộ xử lý sẽ gửi tín hiệu đến các role đầu ra để điều khiển cắt MC.

Một ưu điểm quan trọng nữa của role kỹ thuật số là nó có thể thực hiện việc tự kiểm tra và cảnh báo trạng thái của từng khối chức năng trong role như bộ vi xử lý, bộ chuyển đổi tương tự/số...

Các đại lượng chỉnh định được nạp vào bộ nhớ EEPROMS để đề phòng khả năng mất điện làm mất số liệu chỉnh định khi mất nguồn điện thao tác. Trong các role số việc tổ chức ghi chép và lưu trữ các dữ liệu về sự cố rất dễ dàng theo trình tự diễn biến về thời gian với độ chính xác là ms.

Để giảm dung lượng bộ nhớ của bộ phận ghi sự cố ta thường không chế số lượng các lần sự cố còn lưu lại trong bộ nhớ tối đa từ 8-10 lần. Tất cả các nguồn thông tin về vận hành, thao tác và sự cố đều được bảo vệ để ngăn ngừa trường hợp nguồn thao tác có thể bị trục trặc

Đầu ra của role có các đèn tín hiệu LED để cảnh báo về trạng thái của role cũng như các thao tác mà role đã tiến hành. Các role số hợp bộ thường có một phần mềm đi kèm rất thuận tiện cho việc sử dụng các PC để chỉnh định, theo dõi hoạt động của role và trao đổi thông tin vào, ra với role cũng như giúp ích cho việc phân tích sự cố từ các số liệu đã ghi chép trong quá trình sự cố.

Cổng vào, ra của role cho phép dễ dàng ghép nối với các thiết bị thông tin, đo lường. điều khiển và bảo vệ ở cùng cấp điều độ hay cao hơn (A0). Dễ dàng liên kết với các thiết bị bảo vệ khác và với mạng thông tin đo lường, điều khiển và bảo vệ toàn hệ thống điện.



Hình 6-1. Rơle kỹ thuật số



Hình 6-2. Rơle kỹ thuật số



Hình 6-3. Rơle kỹ thuật số

6.2. Hệ thống bảo vệ trạm bao gồm:

6.2.1. Bảo vệ máy biến áp lực (xem phần MBA lực chương 4).



Hình 6-4. Rò le hơi

6.2.2. Bảo vệ thanh cái: (BUS BAR):

Nhiệm vụ của hệ thống bảo vệ thanh góp nhằm loại trừ các sự cố xảy ra trên bản thân thanh góp cũng như trên các đoạn thanh dẫn nối thanh góp đến máy cắt điện của các phần tử liên hệ trực tiếp với thanh góp. Khi xảy ra ngắn mạch duy trì trong vùng tác động của bảo vệ thanh góp, bảo vệ gửi tín hiệu đi cắt tất cả các MC nối với thanh góp hư hỏng.

Khi ngắn mạch xảy ra trên một phần tử nào đó đối với thanh góp mà MC của phần tử này không cắt được vì hư hỏng thì bảo vệ tác động thanh góp phải tác động cắt tất cả các MC có liên quan. Chính vì vậy mà bảo vệ thanh góp và bảo vệ dự phòng chống MC hư hỏng thường được kết hợp vào cùng một hệ thống. Xác suất hư hỏng thanh góp là rất nhỏ tuy nhiên do thanh góp là đầu mối liên hệ của nhiều phần tử trong hệ thống nên nếu sự cố xảy ra trên thanh góp không được loại trừ một cách nhanh chóng và tin cậy thì có thể dẫn đến những hậu quả rất nghiêm trọng và làm tan rã hệ thống.

Để thực hiện bảo vệ thanh góp ta thường dùng những nguyên lý sau đây: so sánh dòng điện có hãm, so lệch dùng role có tổng trở cao, so sánh pha dòng điện, kết hợp bảo vệ thanh góp với các phần tử nối thanh góp.

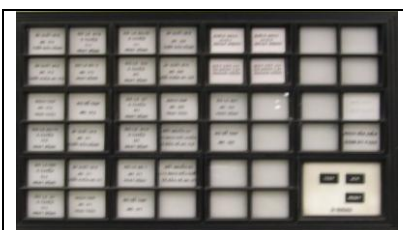
6.2.3. Bảo vệ máy cắt hư hỏng (BREAKER FAILURE):

MC là phần tử thừa hành cuối cùng trong hệ thống bảo vệ có nhiệm vụ cách ly phần tử hư hỏng ra khỏi hệ thống. Do MC khá đắt tiền nên không thể tăng cường độ tin cậy bằng cách đặt thêm MC dự phòng. Nếu MC từ chối tác động thì hệ thống bảo vệ dự phòng phải tác động cắt tất cả các MC lân cận với chỗ hư hỏng nhằm loại trừ dòng ngắn mạch đến chỗ sự cố.

6.2.4. Các bảo vệ khác: còn nhiều bảo vệ trạm khác như bảo vệ xuất tuyến, chạm đất, ngắn mạch...

6.3. Hệ thống báo động:

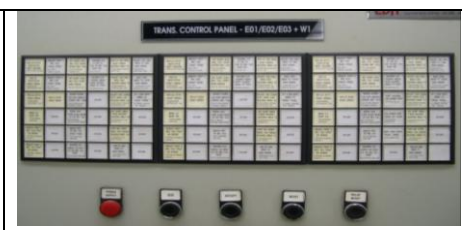
Bao gồm các ô báo động bằng đèn, còi báo...



Hình 6-5. Ô báo động



Hình 6-6. Báo động trong máy tính



Hình 6-7. Bảng báo động

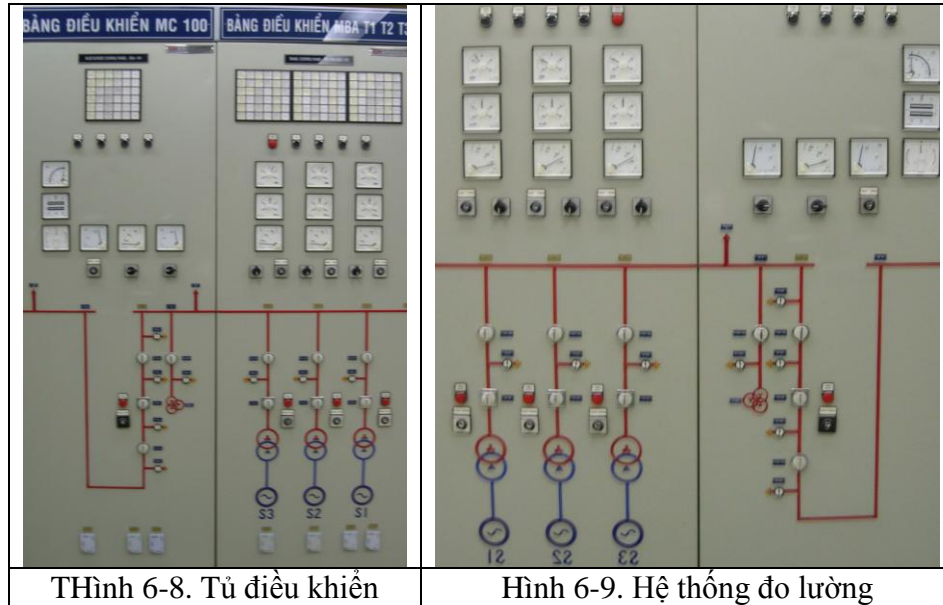
Một số ô báo động trong trạm thường gặp:

- PROTECTION FAILURE (Mất bảo vệ MBA)
- PHASE / EARTH OVERCURRENT TRIP (Bảo vệ quá dòng / chạm đất tác động)
- TRANSFORMER DIFFERENTIAL TRIP (Bảo vệ so lệch MBA hay chạm đất cuộn cao MBA tác động)
- TRANSFORMER OVERLOAD (MBA quá tải)
- TRIPPING & LOCKOUT CIRCUIT 1 (Mạch trip 1 MC trip và khóa)
- TRIPPING & LOCKOUT CIRCUIT 2 (Mạch trip 2 MC trip và khóa)
- TRIP 1 CIRCUIT FAILURE (Mạch trip 1 MC trục trặc)
- TRIP 2 CIRCUIT FAILURE (Mạch trip 2 MC trục trặc)
- CB GENERAL LOCKOUT SF6 (Báo động áp suất SF6 trong MC)
- CB LOSS OFF SF6 (Báo động áp suất SF6 thấp trong MC và khóa MC)
- CB MECHANISM CLOSING LOCKOUT (Khóa phân cơ khí mạch đóng MC)
- CB MOTOR RUNTIME MONITORING (động cơ điều khiển MC chạy liên tục)
- CB HEATING FAULING (sự cố mạch sấy MC quá tải)
- CB MOTOR MCB TRIP (nguồn cung cấp động cơ nén lò xo MC quá tải)
- CB MCB TRIP (nguồn 220V quá tải)
- DC DISTRIBUTION CB TRIP (Ngắt DC trip)
- DC DISTRIBUTION UNDERVOLTAGE (Nguồn DC điện áp thấp)
- BATTERY CHARGER FAIL (Mất nguồn nạp bình)
- TRANSFORMER BUCHOLZ RELAY TRIP (Rơ-le hơi MBA hoạt động)
- TRANSFORMER OIL TEMPERATURE TRIP (Nhiệt độ dầu cao ngừng MBA)
- TRANSFORMER WINDING TEMPERATURE TRIP (Nhiệt độ cuộn dây cao ngừng MBA)
- TRANSFORMER RAPID RISE PRESSURE TRIP (áp suất trong MBA tăng nhanh ngừng máy)
- TRANSFORMER PRESS. RELIEF MAINTANK TRIP (van an toàn MBA tác động ngừng máy)
- TRANSFORMER BUCHOLZ RELAY ALARM (Rơ-le hơi MBA báo động)
- TRANSFORMER OIL TEMPERATURE ALARM (Nhiệt độ dầu MBA cao báo động)
- TRANSFORMER OIL LEVEL MAINTANK LOW (Mực dầu MBA thấp báo động)
- TRANSFORMER COOLING FAN OUT OFF SERVICE (Hệ thống làm mát MBA không hoạt động)

6.4. Hệ thống đo lường điều khiển chỉ thị bao gồm:

- Đèn chỉ thị nguồn cung cấp, chỉ thị trạng thái các khí cụ điện.
- Nút nhấn Giải trừ các rơ le trip & Lockout trong tủ bảo vệ MBA.
- Các Watt kế chỉ thị công suất P của MBA, thang đo tùy theo công suất trạm.
- Các MVar kế chỉ thị công suất Q, thang đo tùy theo công suất trạm.
- Các Ampe kế, thang đo tùy theo công suất trạm và các khóa chuyển đo ampe kế (selector).
- Các khóa chọn lựa REMOTE - SCADA cho mỗi MBA, mỗi khóa có 02 nấc :
 - REMOTE* : Điều khiển các máy cắt và DCL tại phòng điều khiển trạm.
 - SCADA* : Điều khiển các máy cắt và DCL bằng hệ thống SCADA, bình thường đặt khóa này ở vị trí *REMOTE*.
- Khóa điều khiển từ xa DCL và đèn báo vị trí DCL không tương ứng
- Chỉ thị vị trí DCL nối đất đang đóng hoặc mở .
- Khóa điều khiển từ xa MC và đèn báo vị trí MC không tương ứng
- Khóa hòa điện có 02 vị trí :
 - SYNCHROCHECK* : Dùng để hòa điện MC có rơ le 25
 - BYPASS*: Dùng để đóng MC không có rơ le 25, bình thường đặt khóa ở vị trí *Synchro*.
- Đèn báo Local control sáng chỉ thị MC đang đặt ở chế độ điều khiển tại chỗ.

- **Cột hòa đồng bộ** : Dùng kiểm tra và hòa đồng bộ MC, gồm có các thiết bị sau:
 - 01 volt kế đôi, thang đo U kV chỉ thị điện áp 02 đầu máy cắt hòa
 - 01 tần số kế đôi, thang đo $F(\text{Hz})$ chỉ thị tần số 02 đầu máy cắt hòa



6.5. Các thiết bị khác

6.5.1. Tủ kiosk của TBA

Các tủ Kiosk trạm đầu dây là các tủ chứa các Terminal đầu dây, dùng làm trạm trung gian giữa các thiết bị như máy cắt, dao cách ly... và các thiết bị tại tủ điều khiển, đo lường, bảo vệ tại phòng kiểm soát. Dây điện được kéo từ thiết bị xuống các tủ Kiosk và từ các tủ Kiosk kéo đến phòng kiểm soát trạm.



6.5.2. Hệ thống DC của TBA

Hệ thống điện một chiều DC được thi công để cung cấp nguồn DC cho mạch đo lường, điều khiển, chiếu sáng khẩn... của trạm. Hệ thống này bao gồm các thiết bị sau:

- BÌNH ACCU
- MÁY NẠP BÌNH (CHARGER)
- TỦ PHÂN PHỐI DC



Hình 6-11. Máy chỉnh lưu



Hình 6-12. Bên trong máy chỉnh lưu



BHình 6-13. Bảng cung cấp



Hình 6-14. Bình accu

6.5.3. Hệ thống đèn chiếu sáng

Trạm điện được trang bị 1 hệ thống đèn chiếu sáng, thường là đèn cao áp, để thuận tiện cho việc bảo vệ, thao tác trạm khi không đủ ánh sáng (trời tối).



Hình 6-15. Hệ thống đèn chiếu sáng

6.6. Đóng điện nghiệm thu TBA

6.6.1. Công tác chuẩn bị và nghiệm thu từng phần trước khi đóng điện trạm:

Công tác nghiệm thu từng phần bao gồm :

- Hoàn tất công tác nghiệm thu ngoài các phần xây dựng, lắp ráp trạm và đường dây xuất tuyến.
- Hoàn tất nghiệm thu ngoài công tác đấu nối các thiết bị nhất thứ, nhị thứ theo sơ đồ đấu nối.
- Hoàn tất công tác nghiệm thu ngoài, thông mạch các mạch nhị thứ TU, TI, mạch điều khiển các máy cắt, dao cách ly, mạch liên động, mạch báo động các thiết bị điều khiển trong trạm và các MBA.
- Hoàn tất nghiệm thu ngoài công tác thí nghiệm các thiết bị cao thế trong trạm và máy biến áp.
- Hoàn tất nghiệm thu ngoài công tác chỉnh định và thử nghiệm các bảo vệ rơ-le trong trạm đúng theo yêu cầu của Trung tâm Điều độ HTĐ miền Nam (A2)
- Hoàn tất nghiệm thu và đóng điện hệ thống chiếu sáng toàn trạm và MBA.
- Hoàn tất nghiệm thu và đưa vào vận hành hệ thống PCCC.
- Hoàn tất công tác nghiệm thu hệ thống tiếp địa, nghiệm thu trị số điện trở nối đất toàn trạm.
- Nghiệm thu trị số cách điện nhất thứ toàn trạm.
- Hoàn tất nghiệm thu ngoài hệ thống thu lôi và chống sét trạm và MBA theo đúng sơ đồ thiết kế.

6.6.2. Công tác chuẩn bị trước khi đóng điện TBA và đóng điện xung kích MBA gồm:

- Công tác nghiệm thu từng phần hoàn tất.
- Các nguồn AC, DC điều khiển và bảo vệ cho trạm được đóng đầy đủ.
- Kiểm tra toàn bộ thiết bị trong trạm, đường dây xuất tuyến và MBA đang ở trạng thái án động theo quy trình vận hành.
- Toàn bộ thiết bị trên chỉ được xả án động, án đông và thao tác đóng, cắt trong quá trình nghiệm thu khi có sự chỉ đạo của Hội đồng nghiệm thu.

6.6.3. Các bước tiến hành đóng điện nghiệm thu trạm

a. Đóng điện nghiệm thu đường dây xuất tuyến

b. Đóng điện nghiệm thu thanh cái và các thiết bị trên thanh cái

c. Đóng điện xung kích các MBA

- Công tác kiểm tra trước khi đóng xung kích MBA

- Kiểm tra toàn bộ các rơ-le bảo vệ MBA (87T, 50/51/51N rơ-le hơi, van an toàn) đã đưa vào làm việc, mạch báo động và mạch trips các MBA hoạt động tốt
- Các rơ-le quá dòng MBA đã được chỉnh thời gian tác động bằng 0.
- Các nấc MBA đã được đặt đúng theo nấc yêu cầu của TTĐĐHTĐ miền Nam.
- Kiểm tra toàn bộ MBA trước khi đóng điện nghiệm thu sau khi lắp đặt theo Điều 45 Quy trình VH và sửa chữa MBA- EVN.
- Trước khi đóng điện vào Máy biến áp phải kiểm tra cẩn thận, tháo gỡ hết các dây nối đất, xem lại biển báo, rào ngăn tạm thời, các phiếu công tác cho phép làm việc phải thu hồi.
- Kiểm tra trị số các nhiệt kế, áp kế, kiểm tra mức dầu.
- Kiểm tra xem trong rơ-le có khí không, van cắt nhanh, các van đường ống dẫn dầu, van hệ thống làm mát, van lên Rơ le hơi có mở không.
- Kiểm tra vị trí nấc Bộ điều chỉnh điện áp xem có đúng với phiếu chỉnh định không.
- Kiểm tra trên máy biến áp có dị vật không.
- Kiểm tra nối đất vỏ máy và có vết chảy dầu trên máy không.
- Kiểm tra xem các đầu ra và trung tính của Máy biến áp có được đấu vào chống sét van nằm trong sơ đồ bảo vệ máy không.
- Hệ thống quạt làm mát đã gắn đầy đủ, các van trên đường ống dầu vào, ra các bộ giải nhiệt mở.
- Dây nối đất trung tính MBA tốt.

- Mục dầu trong các sứ đủ.
- Cách điện Máy biến áp tốt, đạt yêu cầu.
- **Kiểm tra tại tủ điều khiển MBA**
- Ngắt cấp nguồn tủ kiểm soát ON
- Các ngắt chọn lựa để vị trí AUTO
- Kiểm tra tại Tủ điều khiển MBA tại Phòng kiểm soát:
- Không có báo động bất thường liên quan đến MBA và MC trên tủ điều khiển.
- Thử đèn các ô báo động trên tủ điều khiển MBA sáng đầy đủ
- **Đóng điện xung kích MBA :**
- Chuẩn bị phiếu thao tác xả án động máy cắt
- Tiến hành xả án động MC
- Thông báo cho Điều độ sẽ đóng điện xung kích MBA 03 lần.
- Đóng MC, đóng xung kích MBA lần 1.
- Ngay sau khi đóng xung kích kiểm tra âm thanh MBA bình thường và không có rơ-le tác động, báo HĐNT kết quả đóng xung kích MBA lần 1.
- Mở MC khi có yêu cầu của HĐNT.
- 05 phút sau khi mở MC, đóng MC lần 2. Ngay sau khi đóng xung kích lần 2 kiểm tra và báo lại HĐNT kết quả đóng xung kích lần 2.
- Mở MC khi có yêu cầu của HĐNT.
- 05 phút sau khi mở MC, đóng MC lần 3.
- Ngay sau khi đóng xung kích lần 3 kiểm tra và báo lại HĐNT kết quả đóng xung kích lần 3.
- Trong các lần đóng xung kích MBA, nếu có tín hiệu báo động hoặc tác động rơ-le lập tức mở MC cắt điện MBA để kiểm tra và xử lý.
- Kết thúc công tác đóng điện xung kích MBA
- d. **Đóng điện vận hành TBA**
- Kiểm tra cực tính rơ-le
- Sau khi vận hành đủ 72 giờ nghiệm thu có tải trạm và MBA đánh giá toàn bộ thiết bị, báo cáo kết quả cho HĐNT và bàn giao.
- Thời gian chạy thử thách trạm thường là 01 tháng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TÀI LIỆU JICA-EVN
2. TỔNG QUAN NHÀ MÁY ĐIỆN- EVN
3. CÁC TÀI LIỆU TRÊN MẠNG