

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP VINH
KHOA CÔNG NGHỆ

GIÁO TRÌNH LÝ THUYẾT

HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN



Biên soạn: CAO ĐĂNG HƯỚNG

Lưu hành nội bộ

Chương 1

NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ CUNG CẤP ĐIỆN.

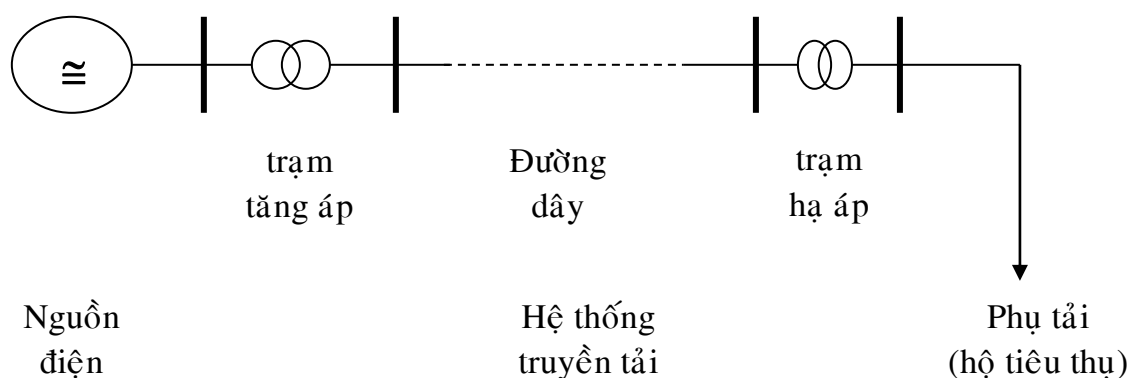
I. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA ĐIỆN NĂNG:

Điện năng là một dạng năng lượng có ưu điểm là dễ sản xuất ra từ các dạng năng lượng khác như nhiệt, hóa, cơ năng..... và cũng dễ chuyển thành các dạng năng lượng khác như nhiệt, hóa, cơ năng ... và dễ dàng truyền tải đi xa với công suất cao và hiệu suất lớn. Trong quá trình sản xuất và phân phối có các đặc điểm sau:

1. Điện năng sản xuất ra không tích lũy ngoại trừ các trường hợp đặc biệt như pin.
2. Các quá trình về điện xảy ra rất nhanh. Do vậy phải sử dụng rộng rãi các thiết bị bảo vệ tự động trong công tác vận hành, điều độ hệ thống cung cấp điện nhằm đảm bảo hệ thống điện làm việc tin cậy và hiệu quả.
3. Công nghiệp điện lực có liên quan chặt chẽ đến nhiều ngành kinh tế quốc dân, là một trong những động lực tăng năng suất lao động tạo nên sự phát triển trong kinh tế.

II. KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN.

Hệ thống điện bao gồm các khâu phát điện, truyền tải, phân phối, cung cấp tới các hộ tiêu thụ và sử dụng điện.



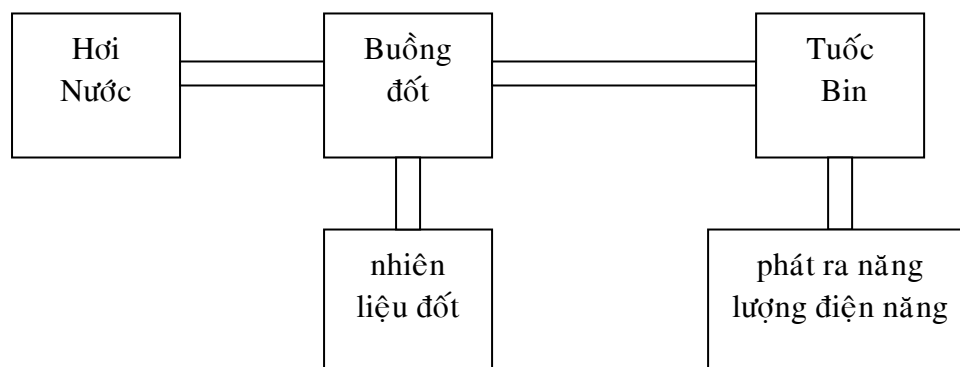
H 1.1: Hệ thống cung cấp điện

2.1 Các dạng nguồn điện

Hiện nay có nhiều phương pháp biến đổi các dạng năng lượng khác như nhiệt năng, thủy năng, năng lượng hạt nhân..., thành điện năng. Vì vậy có nhiều kiểu nguồn phát điện khác nhau: nhà máy nhiệt điện, thủy điện, điện nguyên tử, trạm điện gió, điện mặt trời, điện điêzel... nhưng ở nước ta nguồn điện được sản xuất chủ yếu từ nhà máy nhiệt điện và nhà máy thủy điện. Sau đây trình bày một vài nét về nguyên lý làm việc của một số dạng nguồn điện.

Nhà máy nhiệt điện (NĐ)

Trong nhà máy nhiệt điện, động cơ sơ cấp của máy phát có thể là tuốc-bin hơi, máy hơi nước hoặc động cơ diezen. Trong các nhà máy lớn thường dùng tuốc-bin hơi.



H 1.2: Sơ đồ nguyên lý nhà máy nhiệt điện

Nhiên liệu dùng cho các lò hơi thường là than đá xấu, than bùn, dầu mazút hoặc các khí đốt tự nhiên Các lò hơi dùng nhiên liệu than đá là lò ghi-xích hoặc lò than phun.

Đầu tiên, than được đưa vào hệ thống ghi xích qua phễu, trong lò có các dàn ống chứa đầy nước đã được lọc và xử lý hóa học để ống không bị ăn mòn. Nhờ nhiệt độ cao trong lò, nước trong giàn ống bốc hơi bay lên bình chứa (balon). Hơi bão hòa trong balon đi qua dàn ống quá nhiệt và được sấy khô thành hơi quá nhiệt theo đường ống dẫn vào tuốc-bin. Hơi quá nhiệt đập vào các cánh tuốc-bin kéo rôto máy phát điện quay. Máy phát biến cơ năng thành điện năng. Sau khi qua tuốc-bin, hơi quá nhiệt sẽ xuống bình ngưng được làm lạnh và ngưng tụ lại. Sau đó, nhờ bơm 1 đưa qua bể lắng lọc và được xử lý lại.

Qua bơm 2, nước được đưa qua dàn ống sấy để gia nhiệt thành nước nóng đưa vào lò, hình thành chu trình khép kín.

Tóm lại: nhà máy nhiệt điện có 2 gian chính:

- Gian lò: biến đổi năng lượng chất đốt thành năng lượng hơi quá nhiệt.
- Gian máy: biến đổi năng lượng hơi quá nhiệt vào tuốc-bin thành cơ năng truyền qua máy phát để biến thành điện năng.

Vì hơi đưa vào tuốc-bin đều ngưng tụ ở bình ngưng nên gọi là nhà máy điện kiểu ngưng hơi. Hiệu suất khoảng từ 30% đến 40%.

Nhà máy nhiệt điện có công suất lớn thì hiệu suất càng cao. Hiện nay có tổ tuốc-bin máy phát công suất đến 600 000KW.

Ngoài ra còn có nhà máy nhiệt điện, động cơ sơ cấp là máy hơi nước, gọi là nhà máy điện locô gồm lò hơi và máy hơi nước. Nhiên liệu dùng là than đá xấu, củi ... hiệu suất khoảng 11% và 22%, phạm vi truyền tải điện năng trong bán kính vài cây số. Điện áp thường là 220V/ 380V.

Nhà máy điện diezen có động cơ sơ cấp là động cơ diezen. Hiệu suất khoảng 38% và thời gian khởi động rất nhanh. Công suất từ vài trăm đến 1000KW. Dùng các

chất đốt quý như dầu hỏa, mazút ... nên không được sử dụng rộng rãi, chủ yếu dùng làm nguồn dự phòng.

Nhà máy nhiệt điện có những đặc điểm sau:

- Thường được xây dựng gần nguồn nhiên liệu.
- Tính linh hoạt trong vận hành kém, khởi động và tăng phụ tải chậm
- Thường xảy ra sự cố.
- Điều chỉnh tự động hoá khó thực hiện.
- Hiệu suất kém khoảng từ 30% đến 40%.
- Khối lượng nhiên liệu tiêu thụ lớn, khói thải làm ô nhiễm môi trường.

Hiện nay ở nước ta có các nhà máy nhiệt điện như sau.

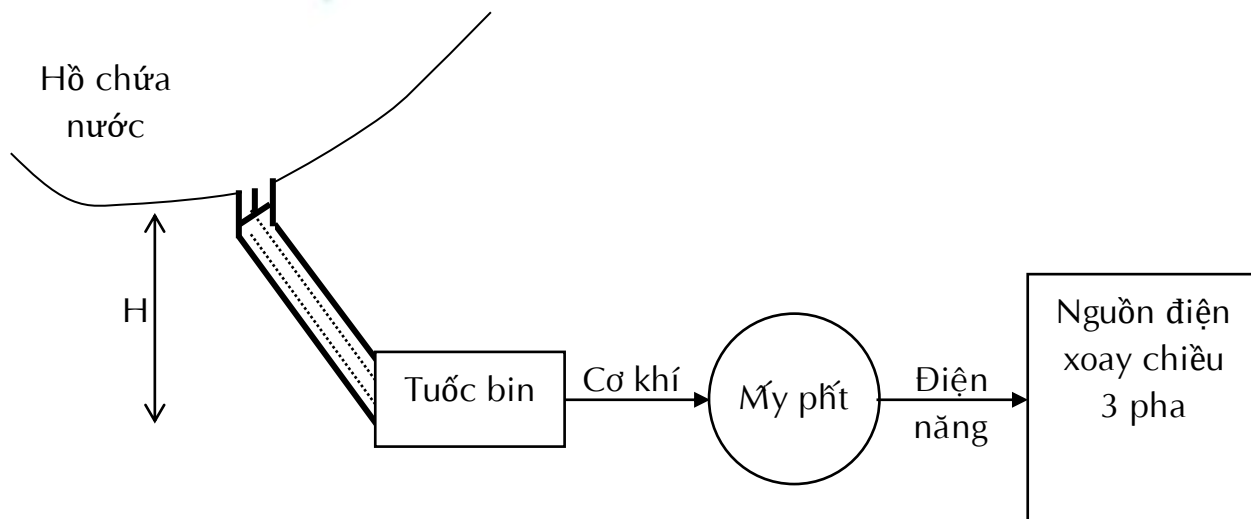
Nhà máy nhiệt điện Thủ Đức có công suất 200Mw

Nhà máy nhiệt điện Bà Rịa có công suất 200Mw

Nhà máy nhiệt điện Phú Mỹ có công suất 2000Mw

Nhà Máy Thủy Điện (TĐ)

Đây là một loại công trình thuỷ lợi nhằm sử dụng năng lượng nguồn nước làm quay trực tiếp bin để phát ra điện. như vậy nhà máy thủy điện quá trình biến đổi năng lượng là: Thuỷ năng → Cơ năng → Điện năng



H1.3: Sơ đồ nguyên lý nhà máy thủy điện

Công suất nhà máy thủy điện được xác định bởi công thức :

$$P = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot H \text{ (Mw)}.$$

Trong đó Q : là lưu lượng nước (m^3/s),
 H : là độ cao cột nước (m).
 η : hiệu suất tuốc bin

Động cơ sơ cấp là tuốc-bin nước, nối trực tiếp với máy phát. Tuốc-bin nước là loại động cơ biến động.

Nhà máy thủy điện có hai loại là loại có đập ngăn nước và loại dùng máng dẫn nước:

Loại đập ngăn: thường xây dựng ở những con sông có lưu lượng nước lớn nhưng độ dốc ít. Đập xây chắn ngang sông để tạo độ chênh lệch mực nước hai bên đập. Gian máy và trạm phân phối

xây ngay bên cạnh, trên đập. Để bảo đảm nước dùng cho cả năm, các bể chứa được xây dựng rất lớn. Ví dụ như: nhà máy thủy điện Sông Đà, Trị An..

Loại có máng dẫn: thường xây dựng ở những con sông có lưu lượng nước ít nhưng độ dốc lớn. Nước từ mực nước cao, qua máng dẫn làm quay tuốc-bin của máy phát. Người ta cũng ngăn đập để dự trữ nước cho cả năm.

So với nhà máy nhiệt điện, nhà máy thủy điện rẻ từ $(3 \div 5)$ lần. Thời gian khởi động rất nhanh $(5 \div 15)$ phút, việc điều chỉnh phụ tải điện nhanh chóng và rộng.

Tuy nhiên vốn đầu tư rất lớn, thời gian xây dựng lâu. Vì vậy song song với việc xây dựng các nhà máy thủy điện, ta phải xây dựng các nhà máy nhiệt điện có công suất lớn nhằm thúc đẩy tốc độ điện khí hóa trong cả nước.

Nhà máy thủy điện có đặc điểm sau:

- Phải có địa hình phù hợp và lượng mưa dồi dào
- Vốn đầu tư xây dựng lớn, thời gian xây dựng kéo dài.
- Vận hành linh hoạt: thời gian khởi động và mang tải chỉ mất từ 3 đến 5 phút. Trong khi đó đối với nhiệt điện, để khởi động một tổ máy phải mất $6 \div 8$ giờ.
- Ít xảy ra sự cố.
- Tự động hoá dễ thực hiện.
- Không cần tác nhân bảo quản nhiên liệu.
- Hiệu suất cao $85 \div 90\%$.
- Giá thành điện năng thấp.
- Thoáng mát, có thể kết hợp với hệ thống thủy lợi giao thông đường thủy và nuôi trồng thủy hải sản.

Hiện nay ở nước ta có các nhà máy Thủy điện như sau.

Nhà máy Thủy điện Đa Nhim có 4t x 40Mw

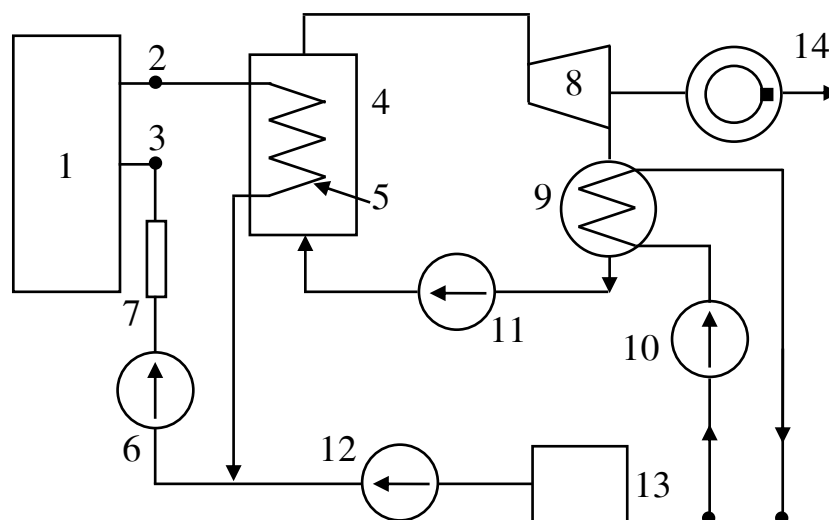
Nhà máy Thủy điện Trị An 2t x 100Mw

Nhà máy Thủy điện Thác Mơ 2t x 60Mw

Nhà máy Thủy điện Yaly 4t x 180Mw

Nhà máy Thủy điện Hoà Bình 8t x 240Mw

Nhà máy điện nguyên tử (ĐNT)



H 1.4: Sơ đồ sản xuất điện năng của nhà máy điện nguyên tử

Năng lượng nguyên tử được sử dụng qua nhiệt năng ta thu được khi phá vỡ liên kết hạt nhân nguyên tử của một số chất ở trong lò phản ứng hạt nhân.

Nhà máy điện nguyên tử biến nhiệt năng trong lò phản ứng hạt nhân thành điện năng. Thực chất nhà máy điện nguyên tử là một nhà máy nhiệt điện, nhưng lò hơi được thay bằng lò hơi được thay bằng lò phản ứng hạt nhân.

Để tránh tác hại của các tia phóng xạ đến công nhân làm việc ở gian máy, nhà máy điện nguyên tử có hai đường vòng khép kín:

Đường vòng 1: gồm lò phản ứng hạt nhân 1 và các ống dẫn 5 đặt trong bộ trao nhiệt 4. Nhờ bơm 6 nên có áp suất 100at sẽ tuần hoàn chạy qua các ống của lò phản ứng và được đốt nóng đến 270°C . Bộ lọc 7 dùng để lọc các hạt rắn có trong nước trước khi đi vào lò.

Đường vòng 2: gồm bộ trao nhiệt 4, tuốc-bin 8, bình ngưng 9. Nước lạnh qua bộ trao đổi nhiệt 4 sẽ hấp thụ nhiệt và biến thành hơi có áp suất 12,5at, nhiệt độ 260°C . Hơi nước này làm quay tuốc-bin 8 và máy phát 14, sau đó ngưng đọng lại thành nước ở bình ngưng 9, được bơm 11 đưa trở về bộ trao đổi nhiệt.

Hiệu suất của các nhà máy điện nguyên tử hiện nay khoảng $(20 \div 30)\%$, công suất đạt đến 600 000KW.

Nhà máy điện nguyên tử có đặc điểm:

- Khả năng làm việc độc lập.
- Khối lượng nhiên liệu nhỏ.
- Vận hành linh hoạt, sử dụng đồ thị phụ tải tự do.
- Không thải khói ra ngoài khí quyển.
- Vốn xây dựng lớn, hiệu suất cao hơn nhà máy nhiệt điện.

Ngày nay còn có các trạm phát điện dùng năng lượng gió, năng lượng mặt trời ...sử dụng ở những nơi không có mạng điện quốc gia truyền tải tới.

2.2. Hệ thống truyền tải

*** Trạm biến áp.**

Trạm biến áp là nơi tiếp nhận điện áp đến từ các nguồn điện để thay đổi điện áp từ cấp điện áp sang cấp điện áp khác cho phù hợp với nhu cầu sử dụng, đóng vai trò rất quan trọng trong việc truyền tải điện năng.

Phân loại về nhiệm vụ Trạm biến áp có hai loại:

Trạm tăng áp: dùng để tăng điện áp lên trước khi truyền tải đi xa để giảm được các dạng tổn thất về điện cũng như về kim loại màu.

Trạm hạ áp: dùng để hạ điện áp xuống cho phù hợp với tải sử dụng.

Phân loại cấu trúc Trạm biến áp có hai loại:

Trạm biến áp phân xưởng:

Có công suất nhỏ

Cấp điện năng cho thiết bị dùng điện

Có cấp điện áp $(15 \div 24)\text{kV} \rightarrow 0,4\text{kV}$

Trạm biến áp trung gian:

Phân phối điện năng đến phụ tải

Có cấp điện áp $(35 \div 220)\text{kV} \rightarrow (15 \div 110)\text{kV}$

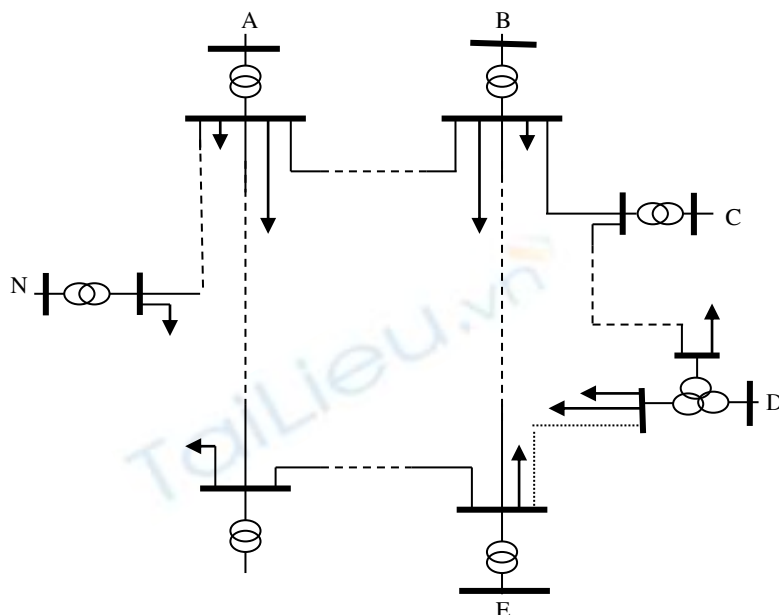
Trạm biến áp phân phối:

Có công suất vừa và lớn

Phân phối điện năng đến phụ tải

Có cấp điện áp $(110 \div 500)\text{kV} \rightarrow (35 \div 220)\text{kV}$

Hiện nay ở nước ta có nhiều trạm biến áp phân phối và tất cả các trạm biến áp này liên kết với nhau thành mạng lưới điện quốc gia



H1.5: Sơ đồ liên kết các trạm biến áp

Khi liên kết tất cả các trạm biến áp lại thì có các đặc điểm sau.

Giảm chi phí xây dựng nguồn dự phòng

Nâng cao được độ tin cậy cung cấp điện

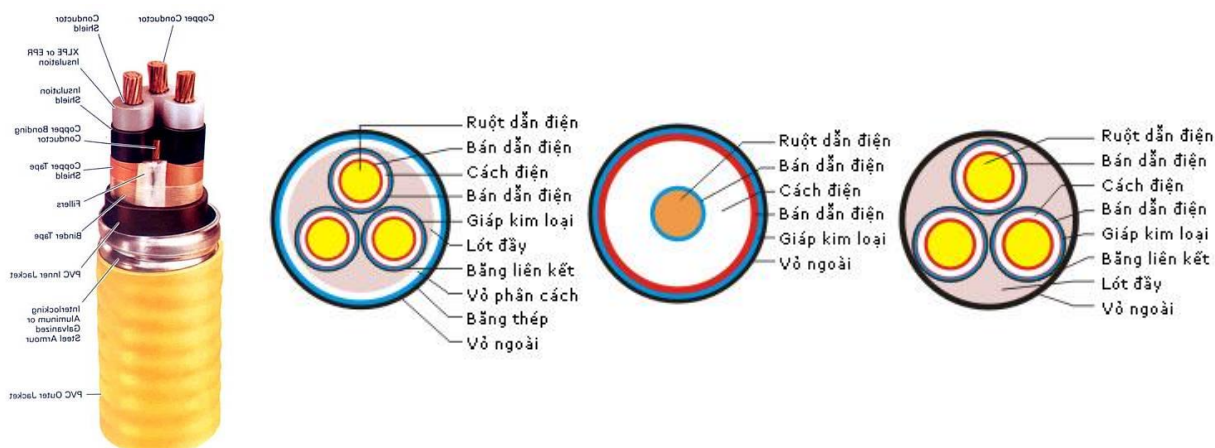
Sang bằng được phụ tải điện

Khi vận hành thì vận hành chung cho toàn mạng lưới điện quốc gia

Tồn kém chi phí đầu tư ban đầu

* Đường dây

Dây dẫn: Yêu cầu đối với dây dẫn là phải có khả năng dẫn điện tốt. Người ta thường sử dụng các loại dây dẫn như đồng, nhôm, dây nhôm lõi thép.



Trong các loại dây thì dây đồng là loại dẫn điện tốt nhất và thường được sử dụng trong những nơi quan trọng hoặc ở những nơi có chất ăn mòn kim loại như nhà máy hóa chất và vùng ven biển. Trong các loại dây dẫn thì khả năng dẫn điện của dây đồng so với dây nhôm thì cao hơn khoảng 30%. Thông thường đối với mạng điện ngoài trời trên cao, công suất truyền tải lớn, đoạn đường truyền tải xa người ta thường sử dụng dây nhôm lõi thép



Cáp đồng nhiều lõi



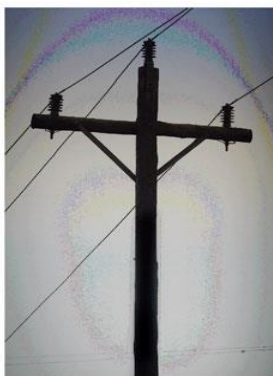
Cáp nhôm nhiều lõi



Cáp đồng trần nhiều lõi

Dây dẫn điện phải có độ bền. Do đó thường được chế tạo có các loại dây có nhiều sợi bện với nhau hay có thể phần ngoài là dây nhôm, phần bên trong là dây thép là bộ phận truyền tải điện

Cột điện: Người ta thường dùng ba loại cột chính



Cột gỗ, tre

Cột bê tông cốt sắt

Cột sắt, thép.

Cột điện là loại vật liệu phải có khả năng chịu lực tốt dùng để tham gia vào quá trình truyền tải điện năng thông qua dây dẫn. Tùy theo kết cấu của từng loại cột trụ tương ứng với từng cấp điện áp sẽ có kích thước khác nhau. Cột điện là loại vật liệu phải chịu đựng được khi đường dây bị sự cố. Đường dây được sử dụng đặt trên cột tùy theo cấp điện áp mà khoảng cách giữa chúng sẽ thay đổi. Thông thường khoảng cách giữa các dây dẫn được bố trí trên cột theo các quy định sau:

$U_{dm} \leq 1Kv$	$D = 0.4 \div 0.6m$
$U_{dm} = (15 \div 22)Kv$	$D = 0.8 \div 1.2m$
$U_{dm} = (35 \div 66)Kv$	$D = 1.2 \div 2 m$
$U_{dm} = 110 Kv$	$D = 2 \div 4m$
$U_{dm} = 220kv$	$D = 4 \div 6m$
$U_{dm} > 220kv$	$D = 6 \div 8m$

Sứ cách điện: là bộ phận cách điện giữa vật dẫn điện và vật không dẫn điện. Sứ là loại vật liệu phải có tính cách điện cao, chịu được điện áp đường dây lúc làm việc bình thường cũng như khi bị quá điện áp như bị sét đánh cảm ứng

Vd: Lúc đường dây bị quá điện áp do cảm ứng. Sứ phải có độ bền, phải chịu được lực kéo đồng thời phải chịu được sự thay đổi của thời tiết.

Phân loại

Sứ đỡ

Sứ treo

Sứ xuyên



Xà ngang: Dùng để đỡ các sứ cách điện và khoảng cách giữa các dây dẫn, xà thường được sử dụng từ các vật liệu như sắt

2.3 Những đặc điểm của hệ tiêu thụ:

Hệ tiêu thụ điện là một bộ phận quan trọng của hệ thống cung cấp điện, nhằm biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác để sử dụng trong sản xuất hoặc dân dụng.

Hệ loại 1 : Là những hệ tiêu thụ điện năng mà khi hệ thống cung cấp điện bị sự cố sẽ gây ra thiệt hại về tính mạng con người hoặc ảnh hưởng về chính trị. Thời gian cho phép mất điện đối với hệ loại 1 bằng thời gian tự động cấp nguồn dự phòng trở lại. Đối với hệ loại 1 thường phải sử dụng hai nguồn cung cấp, đường dây hai lộ, trạm có hai máy biến áp hoặc có nguồn dự phòng... nhằm giảm xác suất mất điện xuống rất nhỏ.

Hệ loại 2: Là những hệ tiêu thụ mà khi bị ngừng cung cấp điện chỉ dẫn đến những thiệt hại về kinh tế do ngừng trệ sản xuất, hư hỏng sản phẩm, lãng phí lao động... Thời gian cho phép mất điện đối với hệ loại 2 bằng thời gian cấp nguồn dự phòng trở lại, được thao tác bằng tay. Phương án cung cấp cho hệ loại 2, có hoặc không có nguồn dự phòng, đường dây đơn hoặc kép...

Hệ loại 3: là những hệ cho phép cung cấp điện với mức độ tin cậy thấp, nghĩa là cho phép mất điện trong thời gian sửa chữa, thay thế thiết bị sự cố, nhưng thường không quá 24 giờ. Đó thường là những hệ thuộc phân xưởng phụ, nhà kho, hoặc một bộ phận của mạng cung cấp nông nghiệp. Phương án cung cấp cho hệ loại 3 có thể dùng một nguồn, đường dây một lộ.

III. NHỮNG YÊU CẦU KHI LẮP ĐẶT HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

Khi xây dựng hệ thống điện cần đảm bảo các yêu cầu sau

Kỹ thuật

Liên tục cung cấp điện

Đảm bảo chất lượng điện năng (độ dao động của điện áp, dòng điện và tần số Phải nằm trong phạm vi cho phép)

Vận hành đơn giản.

An toàn cho người sử dụng.

Kinh tế

Vốn đầu tư phải thấp.

Tổn thất điện hàng năm xảy ra phải thấp

Chi phí bảo trì bảo quản phải thấp

Ngoài những chỉ tiêu trên khi thiết kế một hệ thống cung cấp điện ta cần quan tâm các vấn đề như: điều kiện để thu hồi vốn nhanh, thời gian xây dựng hệ thống cung cấp, và sự thuận lợi của việc mở rộng hệ thống cung cấp khi yêu cầu của phụ tải tăng .

CÂU HỎI

- 1) Nêu nguyên lý làm việc của nhà máy nhiệt điện (NĐ)
- 2) Nêu nguyên lý làm việc của nhà máy thủy điện (TĐ)
- 3) Nêu nguyên lý làm việc của nhà máy điện nguyên tử (ĐNT)
- 4) Nêu ưu khuyết điểm của từng nhà máy điện
- 5) Hộ tiêu thụ là gì? Có mấy loại hộ tiêu thụ? Tại sao ta phải phân ra nhiều loại hộ tiêu thụ?

XÁC ĐỊNH NHU CẦU ĐIỆN NĂNG

I. Đặt vấn đề

Nhu cầu tiêu thụ điện năng là vấn đề cần được xác định khi cung cấp điện cho các phân xưởng, cho xí nghiệp. Việc xác định nhu cầu về điện là vấn đề giải bài toán dự báo phụ tải ngắn hạn hoặc dài hạn.

- + Dự báo ngắn hạn là xác định phụ tải của công trình ngay sau khi đưa công trình vào hoạt động, Lúc đấy ta gọi là phụ tải tính toán.
- + Dự báo dài hạn là dự báo phụ tải sẽ phát triển trong vài năm sau khi đưa công trình vào hoạt động.
- + Phụ tải điện phụ thuộc vào nhiều yếu tố công suất và số lượng của các thiết bị. Chế độ vận hành của các thiết bị, quy trình công nghệ sản xuất...

Qua những nhận xét trên ta thấy phụ tải tính toán là việc cần xác định chính xác và là nhiệm vụ rất quan trọng. Do đó điều đầu tiên là phải xác định phụ tải tính toán. Nếu ta xác định phụ tải tính toán nhỏ hơn phụ tải thực sẽ làm giảm tuổi thọ của các thiết bị, ngược lại sẽ gây lãng phí. Để xác định phụ tải tính toán ta có thể chia ra làm những nhóm sau đây:

Nhóm 1: Là nhóm các phương pháp tính toán được dựa trên kinh nghiệm thiết kế và sự vận hành mà người ta tổng kết lại để đưa ra các hệ số tính toán. Phương pháp này thuận tiện trong tính toán nhưng chỉ đưa ra được chỉ số gần đúng. Khi sử dụng phương pháp tính toán của nhóm một có thể sử dụng các phương pháp sau:

- + Phương pháp tính toán theo hệ số yêu cầu
- + Phương pháp tính theo xuất tiêu thụ điện năng cho một đơn vị sản xuất
- + Phương pháp tính toán theo xuất tiêu thụ của phụ tải trên đơn vị diện tích sản xuất.

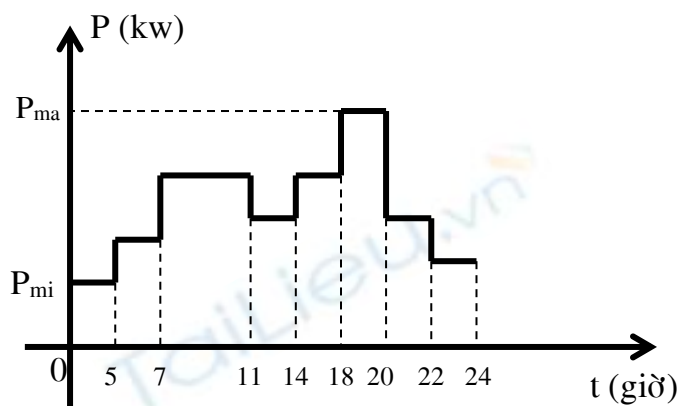
Nhóm 2: Là nhóm tính toán dựa trên cơ sở lý thuyết. Phương pháp này có kể đến nhiều yếu tố do đó kết quả tính toán chính xác hơn nhưng tính toán phức tạp. Trong quá trình sử dụng phương pháp cơ sở lý thuyết thì có các phương pháp sử dụng sau:

- + Phương pháp tính theo công suất trung bình và hệ số hình dạng của đồ thị phụ tải
- + Phương pháp tính theo công suất trung bình và phương sai phụ tải (phương pháp thống kê)
- + Phương pháp tính theo công suất trung bình và hệ số cực đại (phương pháp số thiết bị hiệu quả)

II. ĐỒ THỊ PHỤ TẢI ĐIỆN

Đồ thị phụ tải là một hàm được biểu diễn sự thay đổi của phụ tải theo thời gian, nó phụ thuộc vào các yếu tố như: đặc điểm quá trình công nghệ, chế độ vận hành... Tuy nhiên mỗi loại hộ tiêu thụ cũng có thể đưa ra một dạng đồ thị phụ tải điển hình

Khi thiết kế nếu biết đồ thị phụ tải điển hình thì có thể chọn các thiết bị điện tính được năng tiêu thụ. Lúc vận hành nếu biết đồ thị phụ tải thì có thể định được phương thức vận hành các thiết bị sao cho hợp lý. Các nhà máy phát điện cần phải biết đồ thị phụ tải của các hộ tiêu thụ để định phương thức vận hành của máy phát để phù hợp với yêu cầu của phụ tải



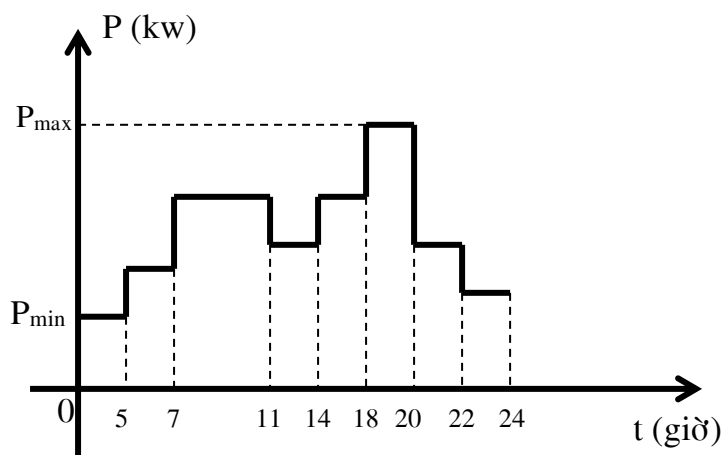
H2-1: Đồ Thị phụ tải

Qua các vấn đề trên ta thấy đồ thị phụ tải là thông số rất quan trọng cần phải có trong quá trình thiết kế cung cấp và vận hành máy điện. Tùy theo yêu cầu sử dụng mà ta có các loại đồ thị phụ tải khác nhau: đồ thị phụ tải tác dụng $P(t)$, đồ thị công suất phản kháng $Q(t)$, đồ thị điện năng tiêu thụ $A(t)$. Nếu phân theo thời gian để khảo sát thì ta có đồ thị phụ tải hằng ngày, hằng tháng, hằng năm.

2.1 Đồ thị phụ tải hàng ngày:

Là đồ thị một ngày đêm (24 giờ). Đồ thị phụ tải hàng ngày có thể vẽ được là do máy tự ghi hay ghi nhận theo từng khoảng thời gian nhất định. Đồ thị phụ tải hàng ngày thường được vẽ theo hình bậc thang để thuận tiện cho việc tính toán.

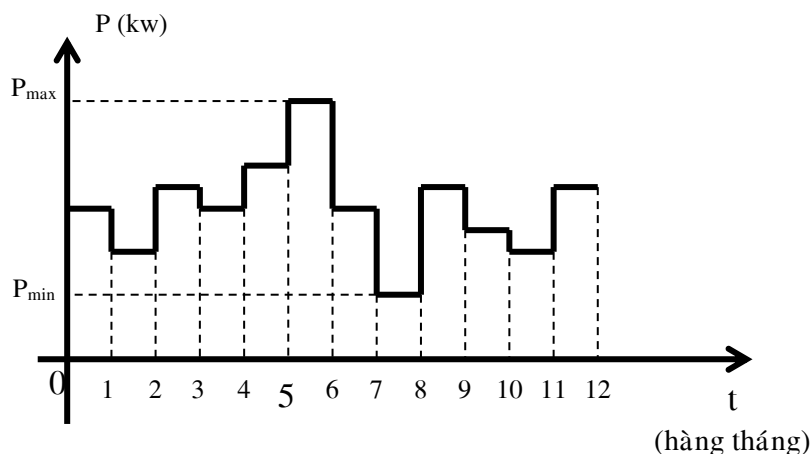
Đồ thị phụ tải hàng ngày cho biết nhịp độ tiêu thụ điện năng hàng ngày của hộ tiêu thụ qua đó có thể định được quy trình vận hành hợp lý (điều chỉnh dung lượng máy biến áp, dung lượng bù.....), nhằm đạt được đồ thị phụ tải tương đối hợp lý bằng phẳng mà như vậy thì giảm được tổn hao trong mạng và đạt được vận hành kinh tế của những thiết bị. Đồ thị phụ tải hàng ngày cũng là tài liệu làm căn cứ để chọn thiết bị điện, tính điện năng tiêu thụ.



H2-2: Đồ Thị phụ tải Ngày

2.2 Đồ thị phụ tải hàng tháng

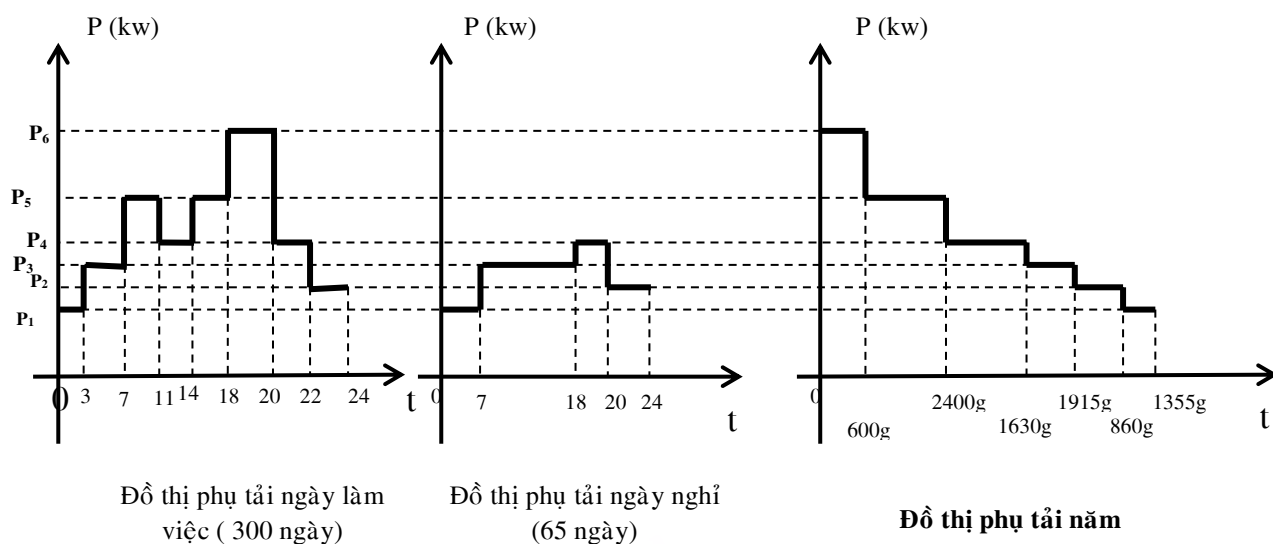
Đồ thị phụ tải hàng tháng được tính theo phụ tải trung bình của tháng. Đồ thị phụ tải hàng tháng cho biết mức độ tiêu thụ điện năng của hộ tiêu thụ xảy ra từng tháng trên nhiều năm, tương tự nhau. Qua đó có thể định ra lịch sửa chữa bảo trì bảo dưỡng thiết bị điện một cách hợp lý kịp thời phát hiện ra các hư hỏng trước khi xảy ra sự cố để đáp ứng yêu cầu cung cấp điện năng cho hộ tiêu thụ.



H2-3: Đồ Thị Phụ tải Hàng Tháng

2.3 Đồ thị phụ tải hàng năm

Đồ thị phụ tải hàng năm cho biết thời gian sử dụng công suất lớn nhất, nhỏ nhất hoặc trung bình của hộ tiêu thụ, chiếm hết bao nhiêu thời gian trong năm, Qua đó có thể định được công suất của máy biến áp, chọn được các thiết bị điện, đánh giá mức độ sử dụng và tiêu hao điện năng.



H2-4: Đồ thị phụ tải năm

III. CÁC ĐẠI LƯỢNG VÀ HỆ SỐ TÍNH TOÁN THƯỜNG GẶP

3.1. Công suất định mức

Công suất định mức của thiết bị thường được nhà chế tạo ghi sẵn trong lý lịch hoặc trên thẻ máy. Đối với động cơ, công suất định mức ghi trên thẻ máy chính là công suất cơ ghi trên trục của động cơ. Mối liên hệ giữa công suất định mức và công suất đầu ra của động cơ được liên hệ với nhau qua biểu thức:

$$P_{dm} = P_{đặt} \cdot \eta_{đc} \quad (2-1)$$

$P_{đặt}$: Là công suất đặt của động cơ.

$\eta_{đc}$: Là hiệu suất của động cơ

Đối với Rotor lồng sóc thì $0.8 < \eta_{đc} < 0.95$

Vì hiệu suất động cơ điện tương đối cao nên để cho tính toán được đơn giản, người ta thường cho phép bỏ qua hiệu suất, lúc này lấy

$$P_d \approx P_{dm}$$

Đối với các thiết bị điện làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại như : cần trục, máy hàn, khi tính toán phụ tải chúng ta quy đổi về công suất định mức ở chế độ làm việc dài hạn, tức là quy đổi về chế độ làm việc có hệ số tiếp điện $\varepsilon\% = 100\%$. Công thức quy đổi như sau:

Đối với động cơ

$$P'_{dm} = P_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}} \quad (2-2)$$

Đối với máy dạng biến áp (máy hàn)

$$P'_{dm} = S_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm} \cdot \sqrt{\varepsilon_{dm}} \quad (2-3)$$

3.2. Phụ tải trung bình P_{tb}

Phụ tải trung bình là một đặc trưng của phụ tải trong một khoảng thời gian nào đó. Tổng của phụ tải trung bình của các thiết bị sẽ được đánh giá giới hạn của phụ tải tính toán :

$$P_{tb} = \frac{AP}{t} \quad Q_{tb} = \frac{AQ}{t} \quad (2-4)$$

Với AP, AQ là điện năng tiêu thụ trong khoảng thời gian khảo sát (Kw, Kvar)

* Đối với một nhóm thiết bị

$$P_{tb} = \sum_{i=1}^n p_i \quad Q_{tb} = \sum_{i=1}^n q_i \quad (2-5)$$

Từ các giá trị của phụ tải trung bình ta có thể xác định được phụ tải tính toán, tính tổn thất điện năng. Phụ tải trung bình được xác định ứng với một ca làm việc, một tháng hoặc một năm.

3.3. Phụ tải cực đại P_{max} : Phụ tải cực đại chia ra làm 2 nhóm:

a) *Phụ tải cực đại P_{max}* Là phụ tải trung bình lớn nhất tính trong khoảng thời gian tương đối ngắn, thời gian được tính khoảng 5-10 đến 20 phút tương ứng với một ca làm việc có phụ tải lớn nhất trong ngày. Phụ tải cực đại đôi khi cũng được dùng như phụ tải tính toán

Phụ tải cực đại dùng để kiểm tra tính chịu nhiệt của thiết bị, như dây dẫn

b) *Phụ tải đỉnh nhọn P_{dn}* Là phụ tải cực đại xuất hiện từ 1-2s. Phụ tải đỉnh nhọn được dùng để kiểm tra điều kiện tự khởi động của động cơ, thiết bị bảo vệ. Phụ tải đỉnh nhọn thường xảy ra khi động cơ khởi động

3.4. Phụ tải tính toán P_{tt}

Là thành phần chủ yếu để chọn thiết bị trong cung cấp điện

Phụ tải tính toán là phụ tải giả thiết không đổi và được xem như là tương đương với phụ tải thực tế. Khi chọn phụ tải tính toán phải đảm bảo an toàn

Sự phát nhiệt của các thiết bị thường dao động trong khoảng 30 phút vì vậy thường lấy trị số trung bình của phụ tải lớn nhất trong khoảng thời gian 30 phút để làm phụ tải tính toán (còn gọi là phụ tải nửa giờ)

3.5. Hệ số K sử dụng: K_{sd}

Hệ số K_{sd} là hệ số giữa phụ tải tác dụng trung bình và công suất định mức của thiết bị

Thiết bị sử dụng được sử dụng theo công thức sau:

* Đối với một thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \quad (2-6)$$

* Đối với một nhóm có n thiết bị:

$$k_{sd} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{tbi}}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}} \quad (2-7)$$

* Khi vẽ được đồ thị phụ tải thì hệ số sử dụng có thể được tính nếu

$$k_{sd} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_n t_n}{P_{dm} (t_1 + t_2 + \dots + t_n)} \quad (2-8)$$

Ngoài ra ta có thể tra bảng 2-1 trang 616 sách cung cấp điện tác giả Nguyễn Xuân Phú tìm k_{sd}

Hệ số sử dụng nói lên mức độ sử dụng, mức độ khai thác công suất của thiết bị điện trong một chu kỳ làm việc. Hệ số sử dụng là một số liệu dùng để tính phụ tải tính toán.

3.6. Hệ số phụ tải k_{pt}

Hệ số phụ tải là hệ số giữa công suất thực tế với công suất định mức. Thường ta phải xét hệ số phụ tải trong một khoảng thời gian nào đó,

Vì vậy

$$k_{pt} = \frac{P_{thucte}}{P_{dm}} = \frac{P_{tb}}{P_{dm}} \quad (2-9)$$

Trong trường hợp có đồ thị phụ tải thì chúng ta có thể tính hệ số phụ tải theo công thức (1) ở trên.

Hệ số phụ tải nói lên mức độ sử dụng, mức độ khai thác thiết bị điện trong thời gian đang xét.

3.7. Hệ số nhu cầu k_{nc} Hệ số nhu cầu là tỉ số giữa phụ tải tính toán và công suất định mức. Thường hệ số k_{max} và k_{nc} được dùng tính cho phụ tải tác dụng. Thực tế k_{nc} thường do kinh nghiệm vận hành được tổng kết lại

$$k_{nc} = \frac{P_{tt}}{P_{dm}} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \times \frac{P_{tb}}{P_{dm}} = k_{max} \cdot k_{sd} \quad (2-10)$$

Cũng như hệ số cực đại, hệ số nhu cầu thường tính cho phụ tải tác dụng. Cũng như có khi k_{nc} được tính cho phụ tải phản kháng, nhưng số liệu này ít dùng hơn. Trong thực tế hệ số nhu cầu thường do kinh nghiệm vận hành mà tổng kết lại có thể tra bảng 2-1 trang 616 sách cung cấp điện tác giả Nguyễn Xuân Phú tìm k_{nc}

3.8. Hệ số thiết bị hiệu quả n_{hq}

Số thiết bị hiệu quả là số thiết bị có cùng công suất và chế độ làm việc. Đòi hỏi phụ tải bằng phụ tải tính toán của nhóm phụ tải thực tế (gồm có các thiết bị có các chế độ làm việc và công suất khác nhau)

$$n_{hq} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{dmi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{dmi}^2} \quad (2-11)$$

Khi số thiết bị trong nhóm > 5 tính n_{hq} theo (2-11) khá phiền phức, vì vậy trong thực tế người ta tìm n_{hq} theo bảng hoặc đường cong cho trước.

Trước hết đưa ra các giả thuyết sau:

n : số thiết bị có trong phân xưởng

n_1 : số thiết bị có công suất $\geq \frac{1}{2}$ công suất của thiết bị có công suất lớn nhất có trong phân xưởng

ΣP_n : tổng công suất ứng với số thiết bị n .

ΣP_{n1} : tổng công suất ứng với số thiết bị n_1 .

$$\text{tính } n^+ = \frac{n_1}{n}; \quad p^+ = \frac{\Sigma P_{n1}}{\Sigma P_n} \quad (2-12)$$

Từ n^+ và p^+ tra bảng 3 -1 trang 36 sách cung cấp điện tác giả Nguyễn Xuân Phú tìm n^+_{hq} hay bảng phụ lục

$$n_{hq} = n \times n^+_{hq} \quad (2-13)$$

n_{hq} là số thiết bị làm việc hiệu quả để xác định phụ tải tính toán

3.9. Hệ số cực đại k_{max}

Là tỉ số giữa phụ tải tính toán và phụ tải trung bình trong khoảng thời gian xét. Hệ số cực đại tính với một ca làm việc có phụ tải lớn nhất. k_{max} thường được khảo sát theo đường cong $k_{max} \in f(k_{sd} \text{ và } n_{hq})$ được tra bởi đồ thị ở hình 3-5 trang 32 sách cung cấp điện.

$$k_{max} = \frac{P_{tt}}{P_{tb}} \quad (2-14)$$

Ngoài ra ta có thể tra Bảng tra trị số k_{max} theo k_{sd} và n_{hq} dưới đây để tìm k_{max}

Bảng tra trị số k_{max} theo k_{sd} và n_{hq}

n_{hq}	Giá trị k_{max}									
	k_{sd}									
	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
4	3.43	3.11	2.64	2.14	1.87	1.65	1.46	1.29	1.14	1.05
5	3.23	2.87	2.42	2.00	1.76	1.57	1.41	1.26	1.12	1.04
6	3.04	2.64	2.24	1.88	1.66	1.51	1.37	1.23	1.10	1.04
7	2.88	2.48	2.10	1.80	1.58	1.45	1.33	1.21	1.09	1.04
8	2.72	2.31	1.99	1.72	1.52	1.40	1.30	1.20	1.08	1.04
9	2.56	2.20	1.90	1.65	1.47	1.37	1.28	1.18	1.08	1.03
10	2.42	2.10	1.84	1.11	1.43	1.34	1.26	1.16	1.07	1.03
12	2.24	1.96	1.75	1.52	1.36	1.28	1.23	1.15	1.07	1.03
14	2.10	1.85	1.67	1.45	1.32	1.25	1.23	1.13	1.07	1.03
16	1.99	1.77	1.61	1.41	1.28	1.23	1.20	1.12	1.07	1.03
18	1.91	1.70	1.55	1.37	1.26	1.21	1.18	1.11	1.06	1.03
20	1.84	1.65	1.50	1.34	1.24	1.20	1.16	1.11	1.06	1.03
25	1.71	1.55	1.40	1.28	1.21	1.17	1.15	1.10	1.06	1.03
30	1.62	1.46	1.34	1.24	1.19	1.16	1.14	1.10	1.05	1.03
35	1.56	1.41	1.30	1.21	1.17	1.15	1.13	1.09	1.05	1.02
40	1.50	1.37	1.27	1.19	1.15	1.13	1.12	1.09	1.05	1.02
45	1.45	1.33	1.25	1.17	1.14	1.12	1.12	1.08	1.04	1.02
50	1.40	1.30	1.23	1.16	1.13	1.11	1.11	1.08	1.04	1.02
60	1.32	1.25	1.19	1.14	1.12	1.11	1.10	1.07	1.03	1.02
70	1.27	1.22	1.17	1.12	1.10	1.10	1.09	1.06	1.03	1.02
80	1.25	1.20	1.15	1.11	1.10	1.10	1.09	1.06	1.03	1.02
90	1.23	1.18	1.13	1.10	1.09	1.19	1.08	1.05	1.02	1.02
100	1.21	1.17	1.12	1.10	1.08	1.08	1.08	1.05	1.02	1.02
120	1.19	1.16	1.12	1.09	1.07	1.07	1.07	1.05	1.02	1.02
140	1.17	1.15	1.11	1.08	1.06	1.06	1.07	1.05	1.02	1.02
160	1.16	1.13	1.10	1.08	1.05	1.05	1.06	1.04	1.02	1.02
180	1.16	1.12	1.10	1.08	1.05	1.05	1.05	1.04	1.01	1.01
200	1.15	1.12	1.09	1.07	1.05	1.05	1.05	1.04	1.01	1.01
220	1.14	1.12	1.08	1.07	1.05	1.05	1.05	1.04	1.01	1.01
240	1.14	1.11	1.08	1.07	1.05	1.05	1.05	1.03	1.01	1.01
260	1.13	1.11	1.08	1.06	1.05	1.05	1.05	1.03	1.01	1.01
280	1.13	1.10	1.08	1.06	1.05	1.05	1.05	1.03	1.01	1.01
300	1.12	1.10	1.07	1.06	1.04	1.04	1.03	1.03	1.01	1.01

IV. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI TÍNH TOÁN:

4.1. Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và công suất yêu cầu:

$$\text{Công thức tính: } P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{di} \quad (2-15)$$

$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \tan \varphi \quad (2-16)$$

$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \frac{P_{tt}}{\cos \varphi} \quad (2-17)$$

Một cách gần đúng có thể lấy $P_d = P_{dm}$

$$\text{Do đó } P_{tt} = k_{nc} \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2-18)$$

Nếu trong nhóm thiết bị mà hệ số $\cos$ của các thành phần khác nhau thì ta phải tính $\cos \varphi$ trung bình theo công thức sau:

$$\cos \varphi = \frac{\sum P_i \cos \varphi_i}{\sum P_i} \quad (2-19)$$

Khi xác định phụ tải tính toán theo hệ số K_{nc} trong cung cấp điện thì độ chính xác không cao là do sử dụng bảng tra K_{nc} cho trước. Nó không phụ thuộc vào chế độ vận hành của thiết bị trong nhóm mà $K_{nc} = K_{sd} \cdot K_{max}$, có nghĩa là hệ số nhu cầu phụ thuộc vào những yếu tố kể trên. Do đó khi chế độ vận hành thay đổi trong nhóm thì K_{nc} hiệu quả sẽ không chính xác.

4.2. Xác định phụ tải tính toán theo công suất phụ tải trên một đơn vị diện tích sản xuất

Công thức :

$$P_{tt} = P_0 \cdot F \quad (2-20)$$

Trong đó

F : diện tích sản xuất (m^2) (là diện tích để lắp đặt máy)

P_0 : suất tiêu thụ điện năng trên 1 m^2 sản xuất (Kw/m^2)

Giá trị P_0 có thể tra trong sổ tay. Giá trị P_0 của từng hộ tiêu thụ do kinh nghiệm vận hành thống kê lại mà có.

Phương pháp này chỉ cho kết quả gần đúng, vì vậy nó thường được dùng trong giai đoạn thiết kế sơ bộ. Nó cũng được dùng để tính phụ tải các phân xưởng có mật độ máy móc sản xuất tương đối đều.

Ví dụ Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng gia công nguội của nhà máy cơ khí. Cho biết $S_0 = 0.3kva/m^2$, diện tích phân xưởng $F = 13.000m^2$

Phụ tải tính toán: $S_{tt} = S_0 \cdot F = 0.3 \times 13.000 = 3900 \text{ kva}$.

4.3. Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm

Công thức tính:

$$P_{tt} = \frac{Mw_0}{T_{\max}} \quad (2-21)$$

Trong đó

M số đơn vị sản phẩm được sản xuất ra trong 1 năm (sản lượng).

w_0 suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm, (kwh)

$T_{\max}$ thời gian sử dụng công suất lớn nhất, (giờ)

Phương pháp này được tính toán cho các thiết bị điện có đồ thị phụ tải ít biến đổi như : quạt gió, bơm nước, máy nén khí... khi đó đồ thị phụ tải trung bình và kết quả tính tương đối chính xác.

4.4. Xác định phụ tải theo hệ số cực đại $k_{\max}$ và công suất định mức P_{dm}

Khi không có các số liệu cần thiết để áp dụng các phương pháp tương đối đơn giản đã nêu ở trên, hoặc khi cần nâng cao độ chính xác của phụ tải tính toán thì nên dùng theo phương pháp tính theo hệ số cực đại

Công thức tính

$$P_{tt} = k_{\max} \cdot k_{sd} \cdot P_{dm} \quad (2-22)$$

Trong đó

P_{dm} công suất định mức, kW;

k_{sd} Hệ số sử dụng.

Hệ số k_{sd} trong sổ tay hoặc tính bằng công thức đã được nêu ở phần trước.

$k_{\max}$, Hệ số cực đại. Hệ số cực đại phụ thuộc vào k_{sd} và n_{hq}

Khi sử dụng công thức này trong một số trường hợp cụ thể ta có thể sử dụng công thức gần đúng sau:

Khi $n \leq 3$ và $n_{hq} < 4$

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2-23)$$

Đối với các thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại thì

$$S_{tt} = \frac{S_{dm} \sqrt{\varepsilon_{dm}}}{0.875} \quad (2-24)$$

Trường hợp $n > 3$ và $n_{hq} < 4$ phụ tải tính toán được xác định theo công thức

$$P_{tt} = \sum_{i=1}^n k_{pti} P_{dmi} \quad (2-25)$$

Trong đó: k_{pt} là hệ số phụ tải từng máy .

Nếu không có số liệu chính xác, hệ số ohụ tải có thể lấy gần đúng như

$k_{pt} = 0.9$ đối với thiết bị làm việc ở chế độ dài hạn