

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH GIA LAI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG GIA LAI



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: CUNG CẤP ĐIỆN

NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: 943/QĐ-TCDGL ngày 25 tháng 10 năm 2022
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Gia Lai)*

Gia Lai, tháng 10 năm 2022

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình Cung cấp điện biên soạn dựa trên cơ sở của chương trình đào tạo xây dựng theo Thông tư số 03/2017/TT-BLĐTBXH ngày 01/03/2017 của Bộ trưởng Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội.

Môn học Cung cấp điện sẽ trang bị cho người học những kiến thức về tính toán thiết kế cung cấp điện cho một hệ tiêu thụ điện (HTT). Học tốt môn học này người học có thể tự mình giải quyết được các vấn đề thực tiễn luôn gắn với một công nhân hoặc cán bộ kỹ thuật ngành điện, đó là tính toán lựa chọn được những thiết bị, phần tử điện hợp lý để lắp đặt, thay thế cho một mạng điện.

Với mục tiêu là cung cấp đầy đủ các kiến thức cần thiết cho người học khi học tập, giáo trình được biên soạn có đầy đủ nội dung theo chương trình đã được ban hành. Giáo trình được trình bày các nội dung một cách cô đọng, dễ hiểu, chắc lọc các kiến thức thật sự cần thiết và theo logic của một bài thiết kế cung cấp điện để người học thuận tiện trong học tập, kế thừa phần kiến thức trước để bổ sung và tiếp thu kiến thức sau.

Với mong muốn là các người học phải cố gắng, tự giác học tập, chịu khó tư duy, mỗi nội dung cụ thể đều có ví dụ minh họa và yêu cầu nâng cao để người học vận dụng kiến thức lý thuyết giải quyết vấn đề. Hết phần các kiến thức đơn lẻ, giáo trình có phần tổng hợp kiến thức nêu tóm tắt các bước thiết kế cung cấp điện cho một HTT và nêu yêu cầu để người học áp dụng thực hiện thiết kế. Học xong môn học này người học có thể tự thiết kế cung cấp điện được cho một HTT điện cụ thể.

Giáo trình được biên soạn rất nghiêm túc, tuy nhiên không thể tránh những thiếu sót, mong các độc giả vui lòng góp ý để cuốn sách được hoàn thiện hơn. Sự phản hồi của quý độc giả là nguồn khích lệ lớn cho người biên soạn.

Gia Lai, ngày tháng năm 2022
Biên soạn

Tô Phương Thảo

MỤC LỤC

	Trang
TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	1
LỜI GIỚI THIỆU	2
CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC	6
BÀI MỞ ĐẦU: KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN	7
1. Khái quát về nguồn năng lượng tự nhiên và năng lượng điện	7
2. Mạng lưới điện	8
3. Hộ tiêu thụ	20
4. Một số ký hiệu cơ bản trên sơ đồ cung cấp điện	21
CHƯƠNG 1: TÍNH TOÁN PHỤ TẢI ĐIỆN	23
1.1. Đặt vấn đề	23
1.2. Đồ thị phụ tải	24
1.3. Các đại lượng cơ bản	27
1.4. Các hệ số tính toán	29
1.5. Xác định công suất tính toán phụ tải điện	30
CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN MẠNG VÀ TỶ SỐ TỶ THẤT TRONG HT ĐIỆN	40
2.1. Sơ đồ thay thế lưới điện	40
2.2. Tính tổn thất điện áp trong mạng điện phân phối mạch hở	43
2.3. Tính tổn công suất trên mạng điện phân phối mạch hở	44
2.4. Tính tổn thất điện năng trong mạng điện phân phối mạch hở	46
CHƯƠNG 3: LỰA CHỌN THIẾT BỊ TRONG CUNG CẤP ĐIỆN	53
3.1. Điều kiện chung để chọn, kiểm tra thiết bị điện.	53
3.2. Lựa chọn thiết bị đóng cắt và bảo vệ	54
3.3. Lựa chọn dây dẫn và cáp điện	59
CHƯƠNG 4: TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN	74
4.1. Ngắn mạch trong hệ thống điện	74
4.2. Tính toán ngắn mạch trung áp	80
4.3. Tính toán ngắn mạch hạ áp	81
CHƯƠNG 5: NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT	
VÀ TÍNH TOÁN DUNG LƯỢNG BÙ	83
5.1. Hệ số công suất (Cos) và ý nghĩa của việc nâng cao hệ số công suất	83
5.2. Các giải pháp bù Cos tự nhiên	84

5.3. Thiết bị bù Cosφ	85
5.4. Nguyên lý mắc thiết bị bù	86
5.5. Bù nền	86
5.6. Bù ứng động	87
CHƯƠNG 6: CHIẾU SÁNG CÔNG NGHIỆP	92
6.1. Các yêu cầu cơ bản khi thiết kế chiếu sáng công nghiệp	92
6.2. Đặc điểm một số loại đèn chiếu sáng	92
6.3. Các hình thức chiếu sáng	94
6.4. Các đại lượng và đơn vị đo ánh sáng	95
6.5. Thiết kế chiếu sáng dân dụng	96
6.6. Thiết kế chiếu sáng công nghiệp	97
Phụ lục	100
PL1: Các dạng dây không chôn dưới đất: tiết diện nhỏ nhất theo mã chữ cái, vật liệu dây, dạng cách điện và dòng điện I/z:	100
PL2: Dây chôn ngầm tiết diện nhỏ nhất theo dạng dây, cách điện và I/z:	101
PL3: Thông số kỹ thuật về điện của dây đồng trần xoắn của Cty CADIVI	102
PL4: Thông số kỹ thuật về điện của dây đồng trần xoắn của Cty CADIVI	103
PL5: Dây điện hạ áp lõi đồng và nhôm cách điện PVC của Cty CADIVI (dây cứng một sợi)	103
PL6: Thông số kỹ thuật về điện của dây nhôm trần xoắn của cty CADIVI	104
PL7: Dây điện hạ áp lõi đồng nhiều sợi của cty CADIVI	105
PL8: Cáp hạ áp ba lõi loại dẹt cách điện PVC:	106
PL9: Cáp hạ áp một lõi đồng cách điện PVC loại nửa mềm đặt cố định của cty CADIVI, kí hiệu CVV	107
PL10: Cáp hạ áp lõi nhôm cách điện PVC, loại nửa mềm đặt cố định của cty CADIVI, kí hiệu AVV	108
PL11: Cáp hạ áp hai lõi nhôm cách điện PVC, loại nửa mềm đặt cố định do CADIVI chế tạo, ký hiệu AVV	109
PL12: Cáp hạ áp 3 lõi nhôm, cách điện PVC, loại nửa mềm, đặt cố định của cty CADIVI, ký hiệu AVV	110
PL13: Cáp hạ áp 4 lõi nhôm, cách điện PVC, loại nửa mềm, đặt cố định của cty CADIVI chế tạo, ký hiệu AVV	111

PL14: Cáp hạ áp một lõi đồng, cách điện PVC, loại mềm của cty CADIVI.....	112
PL15: Giải bài tập thiết kế chiếu sáng dân dụng.....	112
PL16: Giải bài tập thiết kế chiếu sáng công nghiệp	114
TÀI LIỆU THAM KHẢO	11717

TaiLieu.vn

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: CUNG CẤP ĐIỆN

Mã môn học: MH20

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Vị trí: Môn học này phải học sau khi đã hoàn thành các môn học: An toàn lao động, Mạch điện, Vẽ kỹ thuật điện, Đo lường điện.

- Tính chất: Là môn học chuyên ngành điện giúp cho người học nhận biết được các kiến thức về hệ thống cung cấp điện.

- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Môn học Cung cấp điện có ý nghĩa và vai trò quan trọng đối với một công nhân hay cán bộ kỹ thuật ngành điện. Môn học này sẽ trang bị những kiến thức về tính toán thiết kế cung cấp điện cho một hộ tiêu thụ điện. Học tốt môn học này người học có thể tự mình giải quyết được các vấn đề thực tiễn luôn gắn với một công nhân hoặc cán bộ kỹ thuật ngành điện, đó là tính toán lựa chọn, kiểm tra được những thiết bị đảm bảo hợp lý để lắp đặt, thay thế cho một mạng điện. Nếu nắm bắt tốt nội dung kiến thức môn học này người học sẽ hoàn toàn tự tin khi tiếp cận với thực tiễn.

Mục tiêu của môn học:

- Kiến thức:

+ Hiểu được những kiến thức cơ bản về hệ thống cung cấp điện;

+ Tính toán được công suất phụ tải điện, các thành phần tổn thất trong mạng điện và lựa chọn được dây dẫn, thiết bị điện phù hợp với điều kiện làm việc, đảm bảo đúng qui định kỹ thuật theo tiêu chuẩn quốc gia;

- Kỹ năng:

+ Chọn được phương án cung cấp điện phù hợp cho hộ tiêu thụ theo Tiêu chuẩn Việt Nam;

+ Tính toán được phụ tải điện, tổn thất trong mạng điện và lựa chọn được dây dẫn, thiết bị trong lưới điện cung cấp.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Vận dụng linh hoạt, phù hợp các kiến thức, phương pháp, công thức để tính toán, lựa chọn, kiểm tra các phần tử trong hệ thống cung cấp điện thực tế;

+ Rèn luyện tính cẩn thận, tự học và tự nghiên cứu có tư duy sáng tạo.

Nội dung của môn học:

Nội dung tổng quát và phân bố thời gian chương trình

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		TS	LT	TH	KT
1	Bài mở đầu: Khái quát về hệ thống cung cấp điện	04	04	0	
2	Chương 1: Tính toán phụ tải điện	09	08	0	01
3	Chương 2: Tính toán mạng và tổn thất	20	19	0	01
4	Chương 3: Lựa chọn thiết bị trong cung cấp điện	16	15	0	01
5	Chương 4: Tính toán Ngắn mạch	06	06	0	
6	Chương 5: Nâng cao hệ số công suất và tính toán dung lượng bù.	10	09	0	01
7	Chương 6: Chiếu sáng công nghiệp	10	07	0	03
	Cộng	75	68	0	07

Bài mở đầu: KHÁI QUÁT VỀ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN

Mã bài: MH20-01

Thời gian: 04 giờ (LT: 04; TH: 0; Kiểm tra: 0)

Giới thiệu:

Nội dung chương này cung cấp cho người học những kiến thức cơ bản về hệ thống cung cấp điện như: đặc điểm của năng lượng điện; phân loại mạng lưới điện; các loại nhà máy điện và phân loại hộ tiêu thụ.

Mục tiêu:

- Biết được các loại nguồn năng lượng tự nhiên, các nguồn năng lượng điện;
- Phân tích được đặc điểm các loại mạng lưới điện, hộ tiêu thụ điện;
- Xác định đúng các loại mạng lưới điện, hộ tiêu thụ điện và đọc đúng các ký hiệu trong bản vẽ cung cấp điện;
- Rèn luyện ý thức học tập nghiêm túc, ý thức tự học, tự nghiên cứu.

Nội dung:

1. Khái quát về nguồn năng lượng tự nhiên và năng lượng điện

1.1. Năng lượng tự nhiên

Các nguồn năng lượng trong thiên nhiên như: than đá, dầu khí, nguồn nước của các dòng sông và biển cả, nguồn phát nhiệt lượng vô cùng phong phú của mặt trời và ở trong lòng đất, các luồng khí chuyển động, gió v.v... đó là những nguồn năng lượng rất tốt và quý giá đối với con người. Tuy các nguồn năng lượng tự nhiên rất dồi dào nhưng đây là nguồn năng lượng không khống chế được.

1.2. Năng lượng điện

Năng lượng điện (điện năng) hiện nay đã là một dạng năng lượng rất phổ biến, sản lượng hàng năm trên thế giới ngày càng tăng và chiếm hàng nghìn tỷ kWh. Sở dĩ điện năng được thông dụng như vậy vì nó có nhiều ưu điểm như: dễ dàng chuyển thành các năng lượng khác (cơ, hoá, nhiệt v.v...), dễ chuyển tải đi xa, hiệu suất lại cao và là đây là nguồn năng lượng có thể khống chế được.

Trong quá trình sản xuất và phân phối, điện năng có một số đặc điểm chính sau:

Khác với hầu hết các loại sản phẩm, điện năng sản xuất ra nói chung không tích trữ được (trừ một vài trường hợp cá biệt với công suất rất nhỏ người ta dùng pin và ắc quy làm bộ phận tích trữ). Tại mọi thời điểm, ta phải đảm bảo cân bằng giữa điện năng được sản xuất ra với điện năng tiêu thụ kể cả những tổn thất do truyền tải.

Đặc điểm này cần quán triệt trong nhiệm vụ quy hoạch, thiết kế hệ thống cung cấp điện, nhằm giữ vững chất lượng điện năng, thể hiện ở giá trị điện áp và tần số.

Các quá trình về điện xảy ra rất nhanh, ví dụ sóng điện từ lan truyền trong dây dẫn với tốc độ rất lớn, xấp xỉ tốc độ ánh sáng 300.000 km/s, quá trình sóng sét lan truyền, quá trình quá độ, ngắn mạch xảy ra rất nhanh (trong vòng nhỏ hơn 1/10 giây).

Đặc điểm này đòi hỏi phải sử dụng thiết bị tự động trong vận hành. Bao gồm các khâu bảo vệ, điều chỉnh và điều khiển, tác động trong trạng thái bình thường và sự cố, nhằm đảm bảo hệ thống điện làm việc tin cậy và kinh tế.

Công nghiệp điện lực có liên quan chặt chẽ đến hầu hết các ngành kinh tế quốc dân (khai thác mỏ, dân dụng, công nghiệp nhẹ...). Đó là một trong những động lực tăng năng suất lao động, tạo nên sự phát triển nhịp nhàng trong cấu trúc kinh tế.

Quán triệt đặc điểm này sẽ xây dựng được những quyết định hợp lý trong mức độ điện khí hóa đối với các ngành kinh tế các vùng lãnh thổ khác nhau; mức độ xây dựng nguồn điện, mạng lưới truyền tải phân phối, nhằm đáp ứng sự phát triển cân đối, tránh được những thiệt hại kinh tế quốc dân do phải hạn chế nhu cầu của hộ dùng điện.

Điện năng được sản xuất chủ yếu dưới dạng điện xoay chiều với tần số 60Hz (tại

Mỹ và Canada) hay 50Hz (tại Việt Nam và các nước khác).

2. Mạng lưới điện

2.1. Khái quát về hệ thống điện

Hệ thống điện cơ bản gồm có: nguồn điện, truyền tải điện và tiêu thụ điện.

- Nguồn điện là các nhà máy điện (nhiệt điện, thủy điện, điện nguyên tử v.v...) và các trạm phát điện (điêzen, điện gió, điện mặt trời v.v...)

- Tiêu thụ điện bao gồm tất cả các đối tượng sử dụng điện năng trong các lĩnh vực kinh tế và đời sống: công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, giao thông vận tải, thương mại, dịch vụ, phục vụ sinh hoạt...

Để truyền tải điện từ nguồn phát đến các hộ tiêu thụ người ta sử dụng lưới điện.

- Lưới điện bao gồm đường dây tải điện và trạm biến áp.

Lưới điện Việt Nam hiện tại có các cấp điện áp: 0,4kV; 6kV; 10kV; 22kV; 35kV; 110kV; 220kV và 500kV. Tuy nhiên một số chuyên gia cho rằng, trong tương lai lưới điện Việt Nam chỉ nên tồn tại năm cấp điện áp: 0,4kV; 22kV; 110kV; 220kV và 500kV.

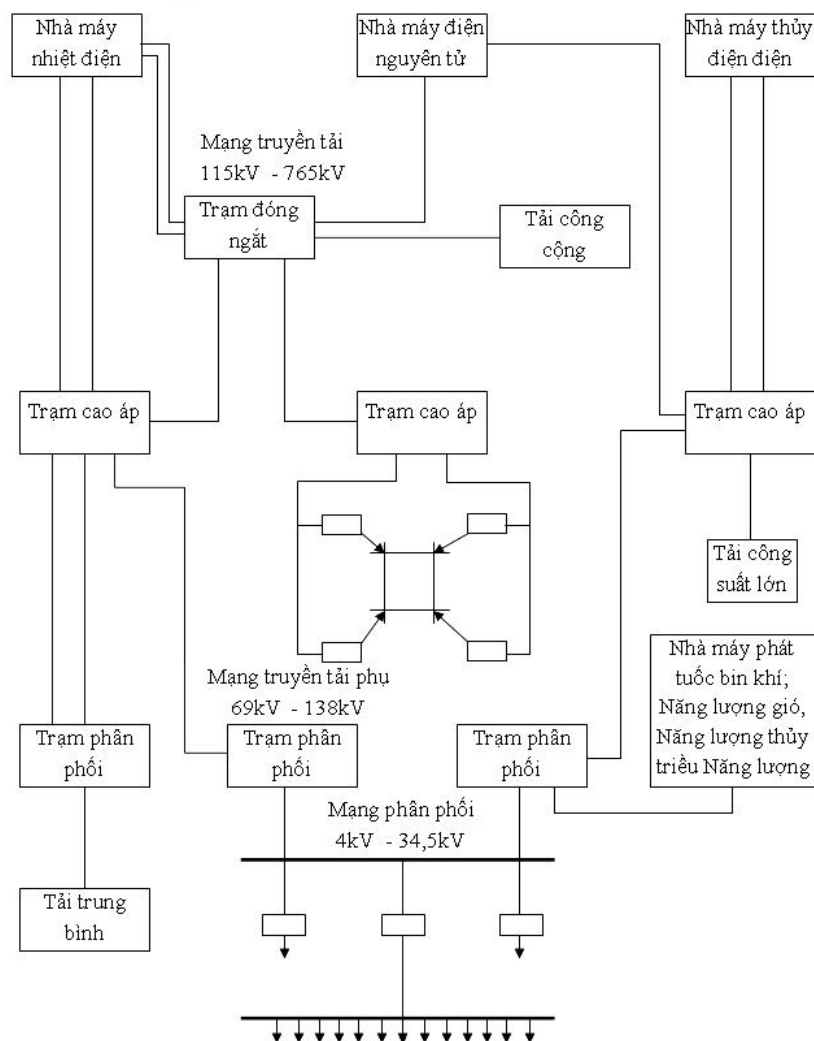
Hệ thống điện ngày nay là một mạng lưới liên kết phức tạp (hình 1.1) và có thể chia ra làm 4 phần:

Nhà máy điện

Mạng truyền tải – truyền tải phụ

Mạng phân phối

Phụ tải điện



Hình 1.1. Sơ đồ nguyên lý một hệ thống điện cơ bản

2.2. Các nhà máy điện đặc trưng

a. Nhà máy thủy điện (NMTĐ)

Nguyên lý biến đổi năng lượng: Thủy năng $\rightarrow$ Cơ năng $\rightarrow$ Điện năng.

Nguyên lý cơ bản của nhà máy thủy điện là sử dụng năng lượng dòng nước làm quay trục tuốc bin thủy lực để quay máy phát điện.

b. Nhà máy nhiệt điện (NMNĐ)

Nguyên lý biến đổi năng lượng: Nhiệt năng $\rightarrow$ Cơ năng $\rightarrow$ Điện năng.

c. Nhà máy điện nguyên tử (NMĐNT)

Nguyên lý biến đổi năng lượng: Nhiệt năng $\rightarrow$ Cơ năng $\rightarrow$ Điện năng.

Nhà máy điện nguyên tử cũng tương tự như nhà máy nhiệt điện về phương diện biến đổi năng lượng, nhưng NMĐNT nhiệt năng sinh ra do phân hủy hạt nhân (phản ứng hạt nhân nguyên tử) sẽ biến thành cơ năng và từ cơ năng biến thành điện năng.

Ở nhà máy điện nguyên tử, nhiệt năng thu được không phải bằng cách đốt cháy các nhiên liệu hữu cơ mà thu được trong quá trình phá vỡ liên kết hạt nhân nguyên tử của các chất Urani-235 hay Plutoni-239... trong lò phản ứng. Do đó nếu như NMNĐ dùng lò hơi thì NMĐNT dùng lò phản ứng và những máy sinh hơi đặc biệt.

d. Nhà máy điện dùng năng lượng bức xạ mặt trời

Nguyên lý cơ bản đó là chuyển đổi năng lượng nhiệt của mặt trời thành điện năng có thể được thực hiện theo hai phương thức:

- Phương thức thứ nhất của nhà máy dùng bức xạ mặt trời là hệ thống làm việc như một nhà máy nhiệt điện, mà trong đó lò hơi được thay bằng hệ thống kính hội tụ thu nhận nhiệt bức xạ mặt trời để tạo hơi nước quay tua-bin.

- Phương thức thứ hai là chuyển đổi quang năng thành điện năng dưới dạng pin mặt trời. Pin mặt trời biến đổi trực tiếp bức xạ năng lượng mặt trời thành điện năng, không qua bước trung gian về nhiệt.

e. Nhà máy năng lượng địa nhiệt

Nguyên lý:

Nhà máy năng lượng địa nhiệt sử dụng sức nóng của lòng đất để gia nhiệt làm nước bốc hơi. Hơi nước với áp suất cao làm quay tuốc bin hơi nước. Tuốc bin này kéo một máy phát điện, từ đó năng lượng địa nhiệt biến thành năng lượng điện.

f. Nhà máy điện dùng sức gió (nhà máy phong điện)

Nguyên lý biến đổi năng lượng: Phong năng $\rightarrow$ Cơ năng $\rightarrow$ Điện năng.

Ta lợi dụng sức gió để quay hệ thống cánh quạt đặt đối diện với chiều gió. Hệ thống cánh quạt được truyền qua bộ biến đổi tốc độ để làm quay máy phát điện, sản xuất ra điện năng.

2.3. Các loại mạng lưới điện

a. Phân loại theo tiêu chuẩn về loại dòng điện:

Mạng lưới điện xoay chiều

Mạng lưới điện một chiều.

b. Phân loại theo chuẩn điện áp:

Mạng lưới điện siêu cao áp: là mạng điện có $U_{dm} \geq 330$ kV

Mạng lưới điện cao áp là: mạng điện có $U_{dm} = 3$ kV ÷ 220 kV

Mạng lưới điện hạ áp: là mạng điện có $U_{dm} < 1$ kV.

Theo chuẩn điện áp Việt Nam hiện tại có các loại mạng lưới điện:

Mạng lưới điện siêu cao áp (500kV)

Mạng lưới điện cao áp (110kV, 220kV)

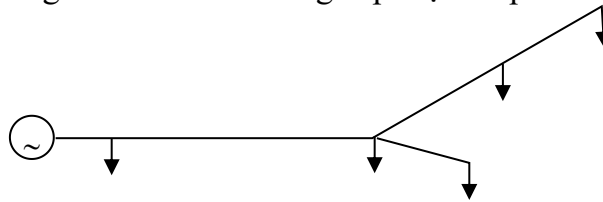
Mạng lưới điện trung áp (35kV, 22kV, 10kV, 6kV)

Mạng lưới điện hạ áp (dưới 0,4kV).

c. Phân loại theo hình dáng sơ đồ mạng điện:

- Mạng điện hở:

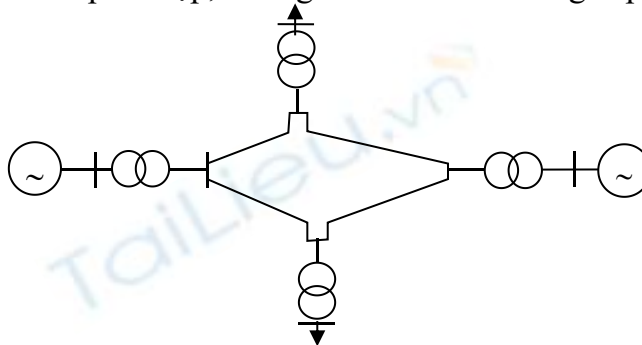
Là loại mạng điện mà hộ tiêu thụ chỉ nhận điện từ một phía. Mạng này vận hành đơn giản, dễ tính toán nhưng mức bảo đảm cung cấp điện thấp.



Hình 1.2. Sơ đồ nguyên lý mạng điện hở

- Mạng điện kín:

Là loại mạng điện mà hộ tiêu thụ nhận điện từ ít nhất là hai phía. Mạng điện này tính toán khó khăn, vận hành phức tạp, nhưng mức đảm bảo cung cấp điện cao.



Hình 1.3. Sơ đồ nguyên lý mạng điện kín

d. Phân loại theo nhiệm vụ, chức năng của mạng điện:

- Mạng điện truyền tải và truyền tải phụ: (mạng lưới điện cung cấp)

Mục đích của mạng truyền tải trên không là truyền tải năng lượng từ các nhà máy phát ở các nơi khác nhau đến mạng phân phối. Mạng phân phối là nơi cuối cùng cung cấp điện năng cho các hộ tiêu thụ. Các đường dây truyền tải cũng nối kết các hệ thống điện lân cận. Điều này không những cho phép điều phối kinh tế năng lượng giữa các vùng trong quá trình vận hành bình thường mà còn cho phép chuyển tải năng lượng giữa các vùng trong điều kiện sự cố.

Mạng truyền tải có điện áp dây trên 60kV và được tiêu chuẩn hóa (theo tiêu chuẩn ASNI) là 69kV, 115kV, 138kV, 161kV, 230kV, 345kV, 500kV và 765kV. Điện áp truyền tải trên 230 kV thường được coi là siêu cao áp.

Mạng lưới điện cung cấp Việt Nam hiện nay có điện áp: 110kV; 220kV và 500kV.

- Mạng điện phân phối:

Là phần kết nối giữa các trạm phân phối với các hộ tiêu thụ. Các đường dây phân phối sơ cấp thường ở cấp điện áp từ (4 ÷ 34,5 kV) và cung cấp điện cho một vùng địa lý được xác định trước. Một vài phụ tải công nghiệp nhỏ được cung cấp trực tiếp bằng đường dây cấp sơ cấp.

Mạng phân phối thứ cấp giảm điện áp để sử dụng cho các hộ phụ tải dân dụng và kinh doanh. Dây và cáp điện không được vượt quá vài trăm mét chiều dài, sau đó cung cấp năng lượng cho các hộ tiêu thụ riêng biệt.

Mạng phân phối thứ cấp cung cấp cho hầu hết các hộ tiêu thụ ở mức 240/120V ba pha 4 dây, 400/240V ba pha 4 dây, hay 480/277V ba pha 4 dây. Ngày nay, năng lượng cung cấp cho hộ tiêu thụ điển hình được cung cấp từ máy biến áp, giảm điện áp cung cấp xuống 400/240V sử dụng ba pha 4 dây.

Mạng lưới điện phân phối Việt Nam hiện nay có điện áp: 0,4kV; 6kV; 10kV; 22kV và 35kV.

e. *Phân loại theo phạm vi cấp điện:*

Mạng lưới điện khu vực và mạng lưới điện địa phương.

f. *Phân loại theo số pha:*

Mạng lưới điện một pha

Mạng lưới điện hai pha

Mạng lưới điện ba pha.

g. *Phân loại theo đối tượng cấp điện:*

Mạng lưới điện công nghiệp

Mạng lưới điện nông nghiệp

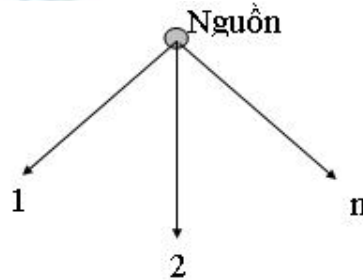
Mạng lưới điện đô thị.

2.4. Sơ đồ mạng điện

2.4.1. Sơ đồ mạng điện áp cao

Khi chọn sơ đồ nối dây mạng điện ta phải căn cứ vào các yêu cầu cơ bản của mạng điện, tính chất của hộ dùng điện, trình độ vận hành, thao tác của công nhân và vốn đầu tư. Việc lựa chọn sơ đồ nối dây phải dựa trên cơ sở so sánh kinh tế - kỹ thuật.

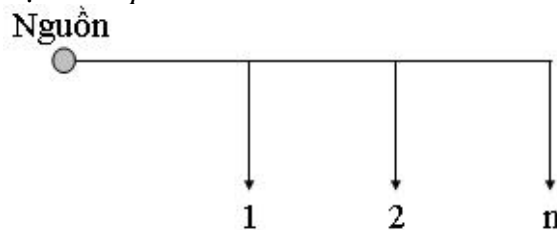
a. *Nguyên lý phân phối điện hình tia*



Hình 1.4. Sơ đồ nguyên lý mạng điện hình tia (sơ đồ một sợi)

Sơ đồ hình tia có sơ đồ nối dây rõ ràng, mỗi hộ dùng điện được cung cấp từ một đường dây riêng biệt nên chúng ít ảnh hưởng lẫn nhau, độ tin cậy cung cấp điện tương đối cao, dễ thực hiện các biện pháp bảo vệ và tự động hoá, dễ vận hành, bảo quản. Tuy nhiên vốn đầu tư lớn, nên sơ đồ này thường dùng cho HTT loại 1 và HTT loại 2.

b. *Nguyên lý phân phối điện kiểu phân nhánh*



Hình 1.5. Sơ đồ nguyên lý mạng điện phân nhánh

Ở sơ đồ này có một trục đường dây chính, các phụ tải đều được lấy ra từ trục này, nó có ưu - khuyết điểm ngược lại với sơ đồ hình tia. Do đó sơ đồ phân nhánh thường dùng cho HTT loại 2 và HTT loại 3.

Trong thực tế người ta thường kết hợp hai sơ đồ cơ bản trên thành sơ đồ hỗn hợp, ngoài ra để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện, giảm chi phí, người ta còn đặt các mạch dự phòng chung hoặc riêng.

c. *Sơ đồ bộ phận nối nguồn cung cấp*

Ở điện áp 6÷10kV sự cung cấp điện từ hệ thống năng lượng đưa đến chỉ có thể

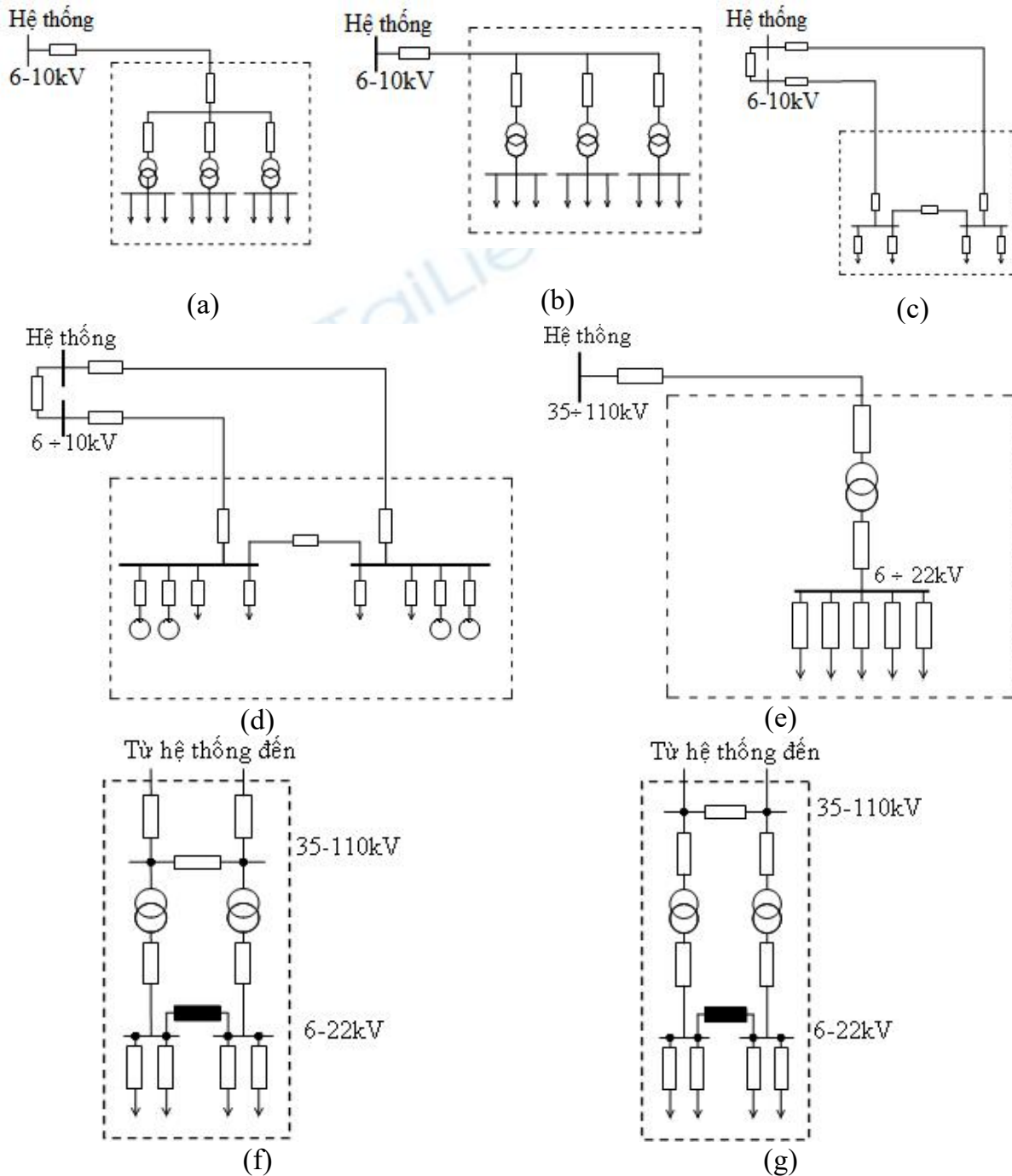
thực hiện khi khoảng cách từ xí nghiệp đến trạm điện không quá $5 \div 8\text{km}$.

Trường hợp không có tổ máy phát riêng, ta có sơ đồ hình 1.6a hay 1.6b hay 1.6c.

Khi cung cấp cho một số hộ tiêu thụ điện loại 3 ta chỉ cần một lộ đến còn khi cung cấp cho hộ cho HTT quan trọng thì ta cần phải có hai lộ đưa đến (hình 1.6.c). Nếu xí nghiệp cần đặt tổ máy phát riêng thì có thể đặt các tổ này ở gần trung tâm phụ tải, hoặc ở xa trung tâm phụ tải (hình 1.6.d)

Ở điện áp $35 \div 110\text{kV}$, khi không có tổ máy phát riêng, có thể có giải pháp sau:

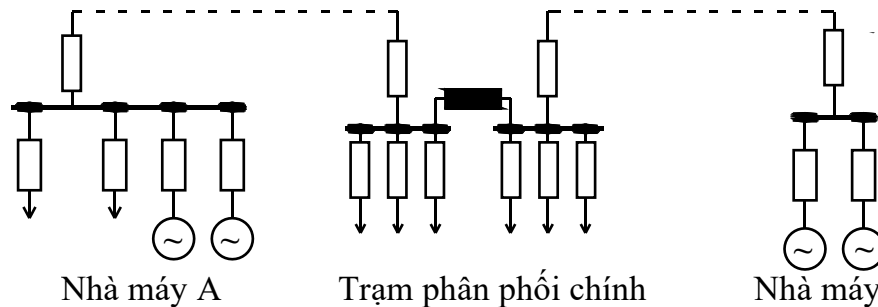
- Nếu HTT không quan trọng, hộ loại 3 sơ đồ như (hình 1.6.b)
- Nếu HTT ít quan trọng, hộ loại 2 và một phần của hộ loại 3 (hình 1.6.e).
- Nếu HTT quan trọng, hộ loại 1, một phần của hộ loại 2 (hình 1.6.f, hình 1.6.g).



Hình 1.6. Sơ đồ phân phối điện mạng cao áp

d. Sơ đồ nối đến tổ máy phát điện riêng

Nếu xí nghiệp được cung cấp từ một nhóm tổ máy phát điện riêng hoặc từ nhiều nhóm tổ máy phát điện riêng, điều này có thể xảy ra ở một số giai đoạn phát triển của xí nghiệp khi mà hệ thống điện của xí nghiệp ở khu vực đó không có thì lúc đó hình thành một trạm phân phối chính có điện áp bằng điện áp của các tổ máy phát điện.



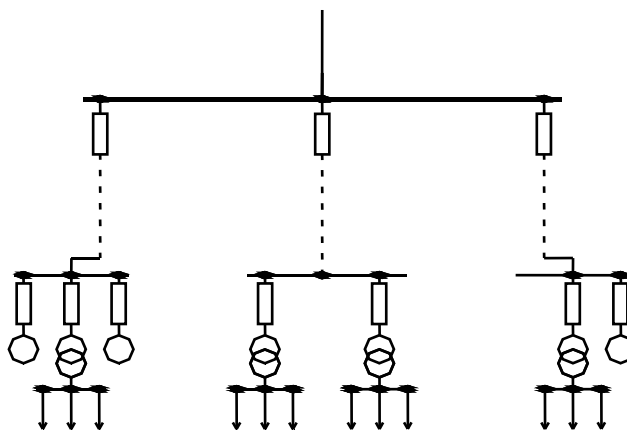
Hình 1.7a. Sơ đồ nối điện từ hệ thống về trạm biến áp trung gian

e. Sơ đồ nối điện đến các thiết bị của xí nghiệp

Hệ thống phân phối điện của xí nghiệp hiện nay thường có cấp điện áp từ $15\div 22\text{kV}$, ta thường gặp hai loại sơ đồ hình tia (hình 1.7) và phân nhánh (hình 1.8)

- Sơ đồ phân phối dạng hình tia

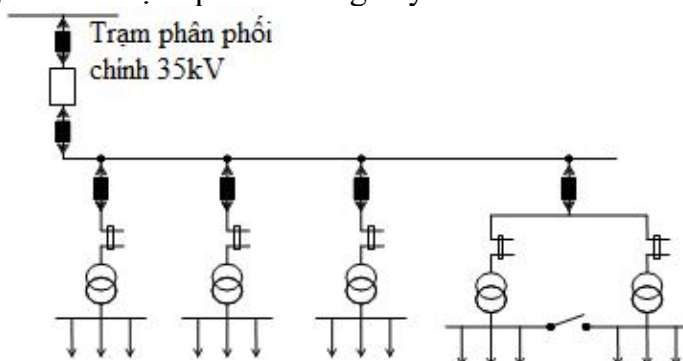
Sơ đồ hình tia có ưu điểm là nối dây rõ ràng, mỗi hộ tiêu thụ cấp điện từ một đường dây riêng ít ảnh hưởng lẫn nhau, độ tin cậy cung cấp điện cao, nhược điểm là vốn đầu tư ban đầu lớn.



Hình 1.7b. Sơ đồ phân phối điện hình tia

- Sơ đồ phân phối phân nhánh

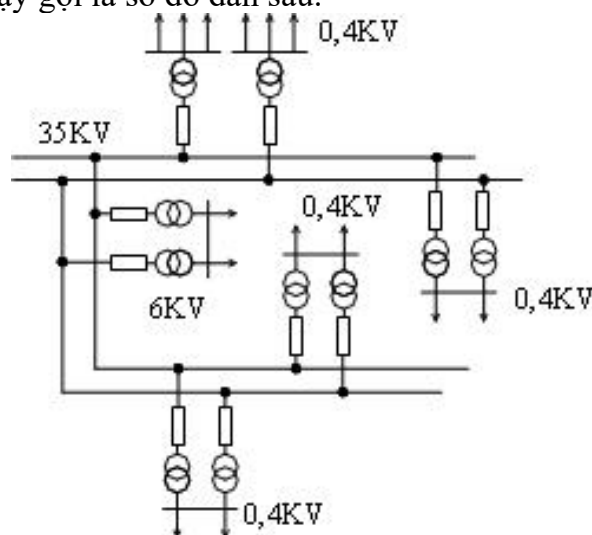
Sơ đồ này tạo bởi một lộ chính, từ trục chính này sẽ có nhánh rẽ đến các hộ tiêu thụ. Nếu có một sự cố nào đó ở bất kỳ trên đoạn trục chính sẽ làm mất điện toàn bộ các trạm phân xưởng. Ngày nay xu hướng đưa đường trục chính đến gần trung tâm tiêu thụ điện năng và đưa điện áp của đường dây lên đến 35kV .



Hình 1.8. Sơ đồ phân phối điện phân nhánh

f. Sơ đồ dẫn sâu

Trong những năm gần đây nhờ chế tạo được những thiết bị có chất lượng tốt, trình độ vận hành được nâng cao nên trong nhiều trường hợp người ta đưa điện áp cao (35kV trở lên) vào sâu trong xí nghiệp đến tận các trạm biến áp phân xưởng. Sơ đồ cung cấp điện như vậy gọi là sơ đồ dẫn sâu.



Hình 1.9. Sơ đồ cấp điện kiểu dẫn sâu

- Ưu điểm sơ đồ cấp điện kiểu dẫn sâu:

Do trực tiếp đưa điện áp cao vào trạm biến áp phân xưởng nên giảm được số lượng trạm phân phối, do đó giảm được số lượng thiết bị và sơ đồ sẽ đơn giản hơn.

Đưa điện áp cao vào gần phụ tải nên giảm được tổn thất điện áp, điện năng, nâng cao năng lực truyền tải của mạng điện

- Khuyết điểm sơ đồ cấp điện kiểu dẫn sâu:

Vì một đường dây rẽ vào nhiều trạm nên độ tin cậy cung cấp điện không cao. Khi đường dây dẫn sâu có điện áp 110kV ÷ 220kV thì diện tích đất của xí nghiệp bị chiếm chỗ rất lớn, vì thế không thể đưa đường dây vào gần trung tâm phụ tải được.

Chính vì những nhược điểm như vậy nên sơ đồ này thường dùng cho các hộ có phụ tải lớn, diện tích rộng và đường dây đi trong xí nghiệp không ảnh hưởng việc xây dựng các công trình khác cũng như giao thông trong xí nghiệp.

2.4.2. Sơ đồ mạng điện áp thấp

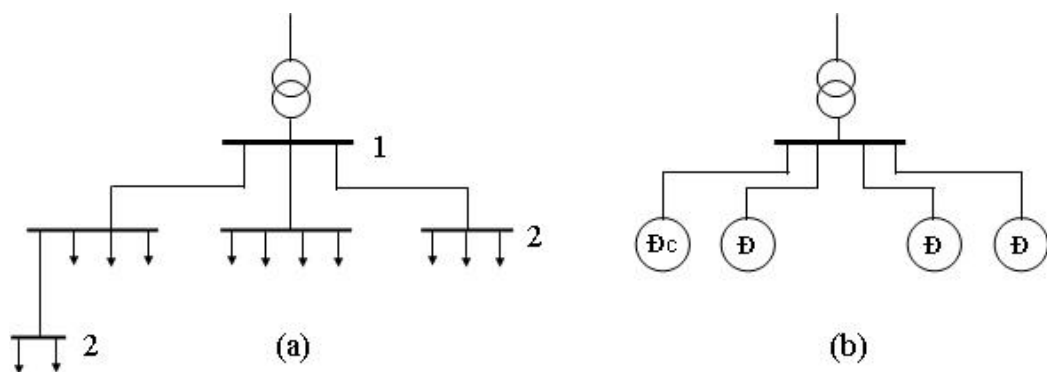
Mạng điện áp thấp của hộ tiêu thụ bao gồm mạng động lực và mạng chiếu sáng có điện áp dưới 1000V, thường là 380V/220V hoặc 220V/127V.

Về lưới điện có hai loại

- Lưới cung cấp là lưới điện từ nguồn đưa đến điểm phân phối

- Lưới phân phối là lưới điện nối từ điểm phân phối cuối cùng đến hộ tiêu thụ điện. Những điểm phân phối ở điện áp dưới điện áp 1000V là những tủ phân phối điện áp thấp.

a. Sơ đồ mạng hình tia



Hình 1.10. Sơ đồ nguyên lý mạng điện hạ áp hình tia

(a)- Sơ đồ cung cấp điện cho phụ tải tập trung theo nhóm

(b)- Sơ đồ cung cấp điện cho phụ tải tập trung

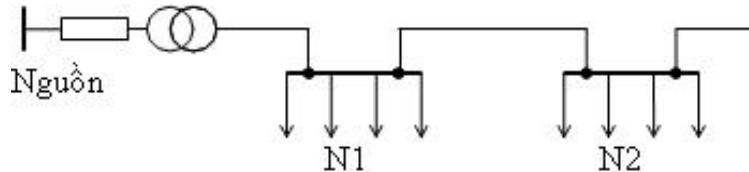
1- Thanh cái trạm biến áp phân xưởng; 2- Thanh cái tủ phân phối động lực

- Hình 1.10a là sơ đồ hình tia dùng để cung cấp điện cho các phụ tải phân tán. Từ thanh cái của trạm biến áp có các đường dây dẫn đến các tủ phân phối động lực, từ tủ phân phối động lực có các đường dây dẫn đến phụ tải.

Loại sơ đồ này có độ tin cậy tương đối cao, dùng trong các phân xưởng có thiết bị phân tán trên diện rộng: phân xưởng gia công cơ khí, lắp ráp, dệt sợi...

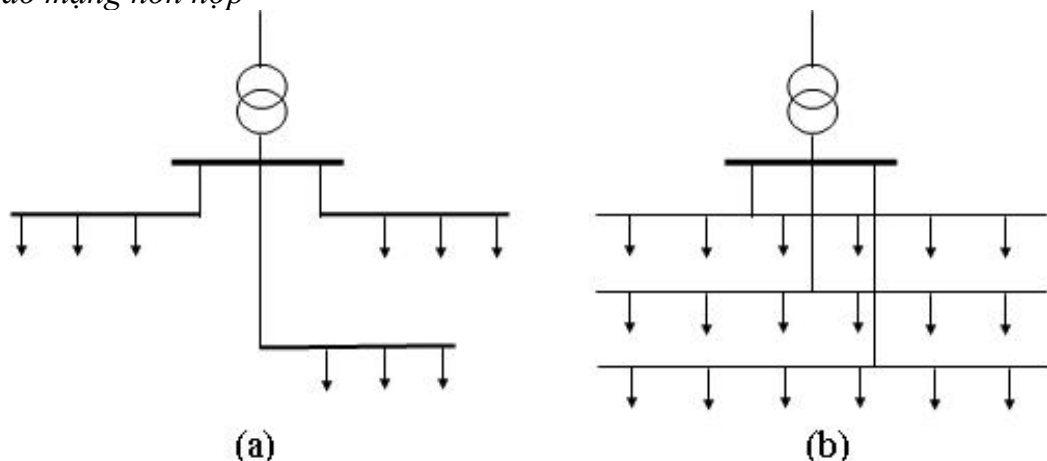
- Hình 1.10b là sơ đồ hình tia dùng để cung cấp điện cho các phụ tải tập trung có công suất tương đối lớn như các trạm bơm, lò nung, trạm khí nén... trong sơ đồ này thanh cái của trạm biến áp có các đường dây cung cấp điện trực tiếp cho phụ tải.

b. Sơ đồ mạng phân nhánh



Hình 1.11. Sơ đồ nguyên lý mạng điện hạ áp phân nhánh

c. Sơ đồ mạng hỗn hợp



Hình 1.12. Sơ đồ nguyên lý mạng điện hạ áp kiểu hỗn hợp

- Hình 1.12.a là sơ đồ phân nhánh thường dùng trong các phân xưởng không quan trọng.

- Hình 1.12.b là sơ đồ máy biến áp - thanh cái. Máy biến áp cung cấp điện cho các thanh cái đặt dọc theo phân xưởng, từ các thanh cái đó có các đường dẫn đến các

tủ phân phối động lực hoặc đến các phụ tải tập trung khác. Sơ đồ này thường dùng trong các phân xưởng có phụ tải phân bố đều và phân bố trên diện tích rộng.

2.5. Kết cấu mạng điện

2.5.1. Mạng điện đường dây trên không (ĐDK)

Đường dây tải điện trên không ký hiệu là ĐDK, bao gồm các phần tử: dây dẫn, sứ, xà, cột, móng, còn có thể có dây chống sét, dây néo và bộ chống rung.

Đường dây truyền tải điện trên không là công trình xây dựng mang tính chất kỹ thuật dùng để truyền tải điện năng theo dây dẫn, được lắp đặt ngoài trời. Dây dẫn được kẹp chặt nhờ sứ, xà cột và các chi tiết kết cấu xây dựng. Đường dây hạ áp cần có thêm một dây trung tính để lấy cả điện áp pha và điện áp dây. Nếu phụ tải 3 pha đối xứng thì lấy dây trung tính bằng nửa tiết diện dây pha còn khi phụ tải pha không cân bằng thì tiết diện dây trung tính lấy bằng tiết diện dây pha.

- Khoảng cách tiêu chuẩn: gồm các khoảng cách ngắn nhất giữa dây dẫn được căng và đất, giữa dây dẫn được căng và công trình xây dựng, giữa dây dẫn và cột, giữa các dây dẫn với nhau.

- Độ võng trên dây: là khoảng cách theo chiều thẳng đứng từ đường thẳng nối 2 điểm treo dây trên cột tới điểm thấp nhất của dây dẫn do tác dụng của khối lượng dây.

- Lực căng dây: là lực căng kéo dây và kẹp chặt cố định dây dẫn trên cột.

- Chế độ làm việc bình thường: là chế độ làm việc mà dây dẫn không bị đứt.

- Chế độ sự cố: là chế độ mà dây dẫn bị đứt dù chỉ một dây.

- Khoảng vượt trung gian của đường dây: là khoảng cách mặt phẳng ngang giữa 2 cột.

- Khoảng néo chặt: là khoảng cách mặt phẳng nằm ngang giữa 2 cột chịu lực gần nhau. Các cột chịu lực bao gồm các cột đầu tuyến, các cột cuối tuyến và các cột góc dây dẫn chuyển hướng đi.

Theo cấp điện áp định mức và phạm vi sử dụng, người ta phân đường dây ra làm ba cấp như sau:

Cấp 1: đường dây có $U_{dm} = 35 \div 220\text{kV}$.

Cấp 2: đường dây có $U_{dm} = 1 \div 22\text{kV}$.

Cấp 3: đường dây có $U_{dm} \leq 1\text{kV}$.

a. Dây dẫn

Yêu cầu cơ bản đối với dây dẫn là dẫn điện tốt và bền, dây dẫn điện thường có hai loại là dây bọc cách điện và dây trần có lõi bằng đồng hoặc nhôm hoặc dây nhôm lõi thép....

Dây bọc cách điện thường dùng trên lưới hạ áp. Dây bọc có loại một sợi, nhiều sợi, dây cứng, dây mềm, dây đơn, dây đôi... Vật liệu thông dụng là đồng và nhôm.

Dây đồng là loại dây dẫn rất tốt, song là kim loại quý hiếm nên chỉ được dùng ở những nơi quan trọng, những nơi môi trường có chất ăn mòn kim loại.

Ký hiệu: M(n, F)

Trong đó: M là dây đồng; n là số dây; F là tiết diện dây đơn vị là (mm^2).

Dây trần dùng cho mọi cấp điện áp. Dây trần có các loại như: nhôm, thép, đồng và nhôm lõi thép.

Trong đó, dây nhôm và dây nhôm lõi thép được dùng phổ biến cho ĐDK, trong đó phần nhôm làm nhiệm vụ dẫn điện và phần thép tăng độ bền cơ học.

Hiện nay, phổ biến nhất là dây nhôm tuy độ dẫn điện chỉ bằng 70% của đồng nhưng nhẹ và rẻ hơn đồng nhiều.

Ký hiệu: Loại dây (A, AC) - F

Trong đó: A là dây nhôm; AC dây nhôm lõi thép; F là tiết diện.

Với dây nhôm lõi thép có loại tăng cường phần nhôm ACO, có loại tăng cường phần thép ACY.

Ký hiệu cho mạng điện có dây trung tính: loại dây ($n.F + 1.F_0$) với n là số dây pha và F_0 tiết diện dây trung tính.

Một số loại dây dẫn phổ biến hiện nay: A16; A25; A35; A50; A70; A95; A120; A150; A185; AC10; AC16; AC25; AC35; AC50; AC70; AC95; AC120; AC150; AC185; ACO240; ACO300; ACY120; M35...

b. Cột điện:

Lưới cung cấp điện trung áp dùng 2 loại cột là cột vuông (H) và cột ly tâm (LT).

Cột vuông (cột chữ H) thường chế tạo cỡ 7,5 và 8,5m. Cột H7,5 dùng cho lưới hạ áp và H8,5 dùng cho lưới hạ áp và lưới 10kV.

Cột ly tâm được đúc dài 10 và 12m, các đế cột dài 6m; 8m; 10m.

Cột và đế được nối với nhau nhờ các măng xông hay mặt bích, từ đó có thể có các cột 10m; 12m; 16m; 20m; 22m. Các cột còn được phân loại thành A, B, C, D theo khả năng chịu lực (được tra ở các bảng).

Bảng 1.1. Quy định khoảng cách giữa các dây dẫn bố trí trên cột điện

Loại điện áp	Khoảng cách dây dẫn
$U_{dm} \leq 1kV$	$D_{tb} = 0,4 \div 0,6 \text{ m}$
$U_{dm} = 6 \div 10kV$	$D_{tb} = 0,8 \div 1,2 \text{ m}$
$U_{dm} = 35kV$	$D_{tb} = 1 \div 4 \text{ m}$
$U_{dm} = 110 \div 220kV$	$D_{tb} = 4 \div 6 \text{ m}$

c. Xà điện

Xà điện dùng để đỡ dây dẫn và cố định khoảng cách giữa các dây, được làm bằng sắt hoặc bê tông kích thước tùy vào cấp điện áp. Trên xà có khoan sẵn các lỗ để bắt sứ, khoảng cách giữa hai lỗ khoan từ 0,3÷0,4m đối với đường dây hạ áp, từ 0,8÷1,2m với đường dây 10kV, từ 1,5÷2m với đường dây 35kV.

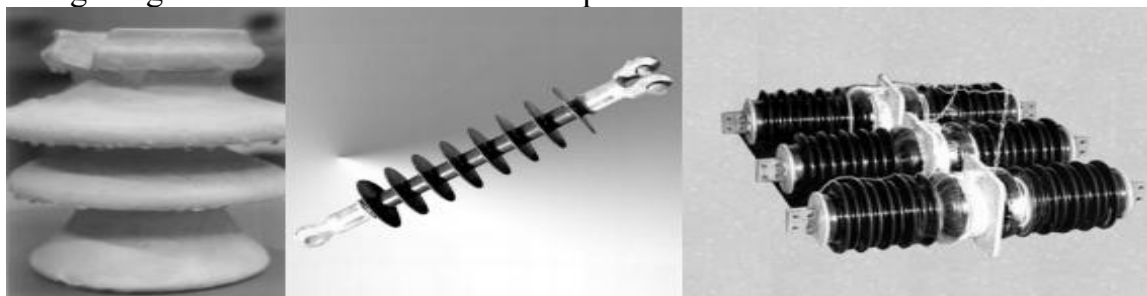
d. Sứ cách điện

Sứ có tác dụng vừa làm giá đỡ cho các bộ phận mang điện vừa làm vật cách điện giữa các bộ phận đó với đất. Vì vậy sứ phải đủ độ bền, chịu được dòng ngắn mạch đồng thời phải chịu được điện áp của mạng kể cả lúc quá điện áp. Sứ cách điện thường được thiết kế và sản xuất cho cấp điện áp nhất định và được chia thành hai dạng chính là sứ đỡ (hay sứ treo) dùng để đỡ (hay treo) thanh cái, dây dẫn, các bộ phận mang điện; sứ xuyên dùng để dẫn nhánh hay dẫn xuyên qua tường hoặc nhà.

Sứ đỡ thường dùng cho đường dây có điện áp từ 35kV trở xuống, khi đường dây vượt sông hay đường giao thông thì có thể dùng sứ treo.

Sứ treo có thể phân thành sứ thanh và sứ đĩa. Sứ thanh được chế tạo có chiều dài và chịu được một điện áp xác định trước. Chuỗi sứ được kết lại từ các đĩa và số lượng được ghép với nhau tùy thuộc điện áp đường dây.

Ưu điểm của việc dùng chuỗi sứ cho đường dây cao thế là điện áp làm việc có thể tăng bằng cách thêm các đĩa sứ với chi phí nhỏ.



Hình 1.13. Một số dạng sứ

Khi cần tăng cường về lực người ta dùng các chuỗi sứ ghép song song, khi tăng cường cách điện người ta tăng thêm số đĩa. Việc kẹp dây dẫn vào sứ đứng được thực hiện bằng cách quấn dây hoặc bằng ghíp kẹp dây chuyên dụng. Việc kẹp dây vào sứ treo được thực hiện bằng khóa kẹp dây chuyên dụng. Đường dây có điện áp 110kV trở lên dùng sứ treo. Chuỗi sứ treo gồm các đĩa sứ tùy theo cấp điện áp mà chuỗi sứ có số đĩa khác nhau.

Bảng 1.2. Các đĩa sứ theo cấp điện áp

Điện áp (kV)	Số đĩa sứ
3 - 10	01
35	03
110	07
220	13

- Ti sứ: là chi tiết được gắn vào sứ đứng bằng cách vặn ren và chèn ximăng, cát được dùng làm trụ để kẹp chặt sứ với xà trên cột điện. Ti sứ được làm bằng thép, được sơn phủ hay mạ để chống gỉ.

- Móng cột: có nhiệm vụ chống lật cột. Trong vận hành cột điện chịu lực kéo của dây và lực của gió bão.

- Dây néo: tại các cột néo (cột đầu, cuối và góc đường dây), để tăng cường chịu lực kéo cho các cột này các dây néo được đặt ngược hướng lực kéo dây.

- Bộ chống rung: chống rung cho dây dẫn do tác dụng của gió.

Bộ chống rung gồm 2 quả tạ bằng gang nối với nhau bằng cáp thép, đoạn cáp được kết vào đường dây nhờ kẹp (hình 1.18).

Ngoài ra, trên cột và các xà đỡ còn được lắp đặt các tiết bị điện để phục vụ cho việc vận hành và bảo vệ hoạt động của lưới điện như: các cầu chì tự rơi, máy cắt phụ tải, dao cách ly, thiết bị tự đóng lại...



Bộ chống rung



Vị trí lắp bộ chống rung

Hình 1.14. Bộ chống rung trên đường dây tải điện

2.5.2. Mạng điện cáp

Đặc điểm của cáp là cách điện tốt, cáp đặt dưới đất và trong những hầm riêng nên tránh va đập cơ khí và ảnh hưởng trực tiếp của khí hậu, ít ảnh hưởng về giao thông và đảm bảo mỹ quan. Điện kháng của cáp rất bé so với đường dây trên không cùng tiết diện nên giảm được tổn thất công suất và tổn thất điện áp (x_0 của cáp trung bình là $0,08\Omega/\text{km}$, x_0 của ĐDK trung bình là $0,4\Omega/\text{km}$).

Tuy nhiên giá thành của cáp cao hơn dây dẫn rất nhiều, trong quá trình thi công

việc rẽ cáp khó khăn, hư hỏng khó sửa chữa tốn kém.

Cáp có điện áp $U \leq 1\text{kV}$ cách điện bằng cao su hoặc bằng dầu.

Cáp có điện áp $U > 1\text{kV}$ thường là loại cáp 3 pha cách điện bằng dầu.

Cáp ở cấp điện áp $U > 10\text{kV}$ thường chế tạo theo kiểu bọc riêng từng pha.

Cáp thường dùng lõi nhôm một sợi hay nhiều sợi, chỉ sử dụng lõi đồng ở những nơi đặc biệt như dễ cháy nổ, trong hầm mỏ, nguy hiểm do khí và bụi.

Lõi cáp có thể làm bằng một sợi hoặc nhiều sợi xoắn lại, các sợi có dạng tròn, ô van, cung quạt, có thể ép chốt hoặc không ép chốt.

Cáp nhiều lõi thường là loại 3 hay 4 lõi. Với cáp 4 lõi, lõi dây trung tính thường có tiết diện bé hơn.

Cách điện bao bọc xung quanh cáp, lớp cách điện đó có thể là cao su hay cao su butyl hay nhựa tổng hợp PVC, hoặc cũng có thể là giấy dầu cách điện. Lớp cách điện ngoài cùng thường được chế tạo từ hợp kim của chì và được bảo vệ bên ngoài lớp cách điện của cáp.

Nhược điểm chính của cáp là giá thành cao, thường gấp 2,5 lần so với ĐDK cùng tiết diện, do đó cáp được dùng ở những nơi quan trọng. Thực hiện việc rẽ nhánh cáp cũng rất khó khăn và chính tại chỗ đó thường xảy ra sự cố, vì vậy chỉ những cáp có $U_{\text{dm}} \leq 10\text{kV}$ và thật cần thiết thì mới thực hiện rẽ nhánh.

a. Cấu tạo cáp điện

Cáp lực gồm các phần tử chính: lõi, cách điện, lớp vỏ bảo vệ.

- Lõi (ruột dẫn điện): Vật liệu cơ bản dùng làm ruột dẫn điện của cáp là đồng hay nhôm kỹ thuật điện. Lõi cáp có các hình dạng tròn, quạt, hình mảnh. Lõi cáp có thể gồm một hay nhiều sợi.

- Lớp cách điện: để cách ly các ruột dẫn điện với nhau và cách ly với lớp bảo vệ. Hiện nay cách điện của cáp thường dùng là nhựa tổng hợp, các loại cao su, giấy cách điện, các loại dầu và khí cách điện.

- Lớp vỏ bảo vệ: lớp vỏ bảo vệ để bảo vệ cách điện của cáp tránh ẩm ướt, tránh tác động của hóa chất do dầu tẩm thoát ra do hư hỏng cơ học cũng như tránh ăn mòn, hàn gỉ khi đặt trong đất. Lớp vỏ bảo vệ dây dẫn là đai hay lưới bằng thép, nhôm hay chì, ngoài cùng là lớp vỏ cao su hoặc nhựa tổng hợp.

b. Phân loại cáp

Theo số lõi có: cáp một, hai, 3 hay 4 lõi, thường cáp cao áp chỉ có 1 lõi.

Theo vật liệu cách điện có: giấy cách điện (có tẩm hay không tẩm), cách điện cao su hay nhựa tổng hợp và cách điện tổ hợp.

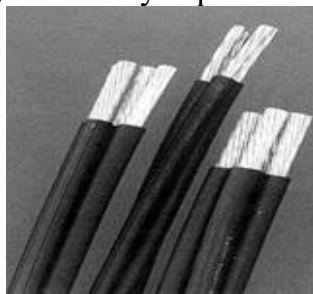
Theo mục đích sử dụng có: cáp hạ, trung và cao áp, ngoài ra còn có cáp radio và cáp thông tin.

Theo lĩnh vực sử dụng có: cáp dùng cho hàng hải, hàng không, dầu mỏ, hầm mỏ, trong nước hay cho các thiết bị di chuyển (cần cầu, cần trục...)

Hiện có rất nhiều loại cáp khác nhau do nhiều hãng chế tạo như: cáp cách điện bằng cao su, bằng dầu, PVC, PE, XLPE hay cáp cách điện bằng khí...



(a)



(b)



(c)