

NGÔ HỒNG QUANG

SỔ TAY
LỰA CHỌN VÀ TRẢ CỨU
THIẾT BỊ ĐIỆN
TỪ 0,4 - 500 kV



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

NGÔ HỒNG QUANG

SỔ TAY

LỰA CHỌN VÀ TRẢ CỨU

THIẾT BỊ ĐIỆN

từ 0,4 đến 500 kV

(In lần thứ 3 có sửa chữa và bổ sung)



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2007

Chịu trách nhiệm xuất bản:

PGS. TS. TÔ ĐĂNG HẢI

Biên tập:

NGUYỄN NGỌC

Vẽ bìa:

TIẾN HÙNG

In 1000 cuốn, khổ 16 × 24 cm, tại Xưởng in NXB Văn hoá Dân tộc
Quyết định xuất bản số: 75-2007/CXB/269-02/KHKT cấp ngày 6/3/2007
In xong và nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2007.

LỜI NÓI ĐẦU

Lựa chọn thiết bị điện là việc làm thường nhật và rất quan trọng của kỹ sư điện trong quá trình qui hoạch, thiết kế, cài tạo hệ thống điện.

Lựa chọn thiết bị điện không đúng sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng. Chọn nhỏ quá làm tăng các lượng tổn thất, gây quá tải, làm giảm tuổi thọ, dẫn đến cháy nổ hư hỏng công trình, làm tan rã hệ thống điện. Chọn lớn quá gây lãng phí nguyên vật liệu, tăng vốn đầu tư. Nếu tất cả thiết bị điện được lựa chọn đúng sẽ tạo cho hệ thống điện trở thành một cơ cấu đồng bộ, hoàn chỉnh, đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật, an toàn.

Muốn lựa chọn đúng thiết bị điện, người thiết kế cần hiểu rõ chức năng của từng thiết bị trong sơ đồ cung cấp điện, nắm vững bản chất công thức, ý nghĩa của các hệ số nhằm áp dụng linh hoạt vào các trường hợp cụ thể ; hiểu rõ nhu cầu và đặc tính sử dụng điện của hộ tiêu thụ để xác định đúng phụ tải tính toán v.v...

Cuốn "Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện" này nhằm hướng dẫn người đọc lựa chọn và kiểm tra thiết bị điện, chỉ ra các công thức tối giản, phân tích kỹ ý nghĩa và cách lấy giá trị các hệ số, các đại lượng. Sách gồm 8 phần, mỗi phần bao hàm hai nội dung : LỰA CHỌN VÀ TRA CỨU thiết bị điện. Trong mỗi phần tác giả đặc biệt chú ý đưa ra nhiều ví dụ minh họa cho việc áp dụng công thức lựa chọn vào các trường hợp điển hình thường gặp.

Hiện nay trên thị trường có nhiều loại thiết bị điện của nhiều nước, nhiều hãng chào hàng và bán hàng. Vì vậy để giúp bạn đọc dễ so sánh, cân nhắc, lựa chọn, trong phần tra cứu tác giả đã tập hợp, thống kê, sắp xếp, lập biểu bảng với đầy đủ thông tin về kiểu cách, mẫu mã, chủng loại, thông số kỹ thuật của từng loại thiết bị điện.

Cuốn sách được biên soạn nhằm cung cấp kiến thức và thông tin cần thiết cho việc lựa chọn thiết bị điện từ 0,4 đến 500 kV. Hy vọng cuốn sách sẽ giúp ích cho sinh viên các ngành Hệ thống điện, Tự động hóa xí nghiệp, Thiết bị điện, Đo lường điều khiển, Kinh tế năng lượng, Quản trị doanh nghiệp khi làm đồ án môn học và đồ án tốt nghiệp ; có ích cho kỹ sư các chuyên ngành điện trong công tác quản lý, vận hành, thiết kế, lắp đặt tại các chi nhánh điện, Sở điện, Công ty điện,

Công ty khảo sát, thiết kế, lắp đặt công trình điện ; có ích cho các cán bộ kỹ thuật điện làm việc trong các cơ quan, xí nghiệp, nhà hàng ; cho các nhà thầu v.v...

Do nội dung sách bao hàm hầu hết các thiết bị điện của hệ thống điện, cần sử dụng một vốn kiến thức rộng và cần xử lý một khối lượng thông tin rất lớn về thiết bị điện nên người viết đã hết sức cố gắng, song chắc chắn không tránh khỏi sai sót. Tác giả mong muốn và thành thật cảm ơn mọi góp ý nhận xét của quý bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong những lần tái bản sau.

Thu từ liên hệ xin gửi về Ban biên tập Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, hoặc gửi trực tiếp cho tác giả theo địa chỉ :

Ngô Hồng Quang, giảng viên khoa Điện, Trường Đại học bách khoa Hà Nội.

Tác giả

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	
Mục lục	1
1. MÁY BIẾN ÁP	5
A. Lựa chọn máy biến áp	7
B. Tra cứu	17
- Các loại máy biến áp do ABB chế tạo	17
- Các loại máy biến áp do VINA-TAKAOKA chế tạo	20
- Các loại máy biến áp do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo	25
- Các loại máy biến áp do Siemens chế tạo	35
- Các loại máy biến áp do Alsthom chế tạo	49
- Các loại máy biến áp do Yunnan chế tạo	49
- Các loại máy biến áp do Chong Qing chế tạo	58
- Các loại máy biến áp do Liên Xô (cũ) chế tạo	70
- Các loại máy biến áp do Hanaka chế tạo	81
2. CẦU DAO - CẦU CHÌ	83
A. Lựa chọn cầu dao, cầu chì hạ áp	83
B. Lựa chọn dao cách ly, cầu chì cao áp	94
C. Tra cứu	104
- Cầu chì do Chance chế tạo	104
- Cầu chì, cầu dao hạ áp do ABB chế tạo	105
- Cầu chì, cầu dao do Siemens chế tạo	106
- Cầu chì do Liên Xô (cũ) chế tạo	122
- Cầu dao trung áp do TAKAOKA chế tạo	125
- Dao cắt phụ tải trung áp do ABB chế tạo	126
- Dao cách ly trung áp do Công ty thiết bị điện Đông Anh chế tạo	126
- Cầu dao hạ áp, trung áp do Siemens chế tạo	128
- Cầu dao hạ áp do Merlin Gerin chế tạo	130
- Dao cách ly trung, cao áp do Liên Xô (cũ) chế tạo	131

3. ÁPTÔMÁT	135
A. Lựa chọn áptômát	135
B. Tra cứu	146
- Áptômát do LG chế tạo	146
- Áptômát do Merlin Gerin chế tạo	147
- Áptômát do Schneider chế tạo	151
- Áptômát do Hwa Shih chế tạo	152
- Áptômát do Clipsal chế tạo	157
- Áptômát do do ABB chế tạo	181
- Áptômát do Siemens chế tạo	166
- Áptômát do Liên Xô (cũ) chế tạo	187
- Điện trở và điện kháng của cầu dao và áptômát	189
4. DÂY DẪN VÀ CÁP	190
A. Lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp	192
B. Tra cứu	221
- Dây dẫn và cáp do CADIVI chế tạo	221
- Dây dẫn và cáp do Lens chế tạo	244
- Cáp do Delta chế tạo	250
- Cáp do Alcatel chế tạo	256
- Cáp do Furukawa chế tạo	270
- Dây dẫn và cáp do Liên Xô (cũ) chế tạo	275
- Cảm kháng của đường dây trên không	283
- Dung dẫn của đường dây trên không	285
- Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ k_1, k_2	286
- Bộ nối cáp trung áp do CEET chế tạo	287
- Bộ đầu cáp trung áp do CEET chế tạo	287
- Bộ đầu cáp do SOCOFIT chế tạo	289
- Bộ nối cáp do Furukawa chế tạo	292
5. MÁY CẮT ĐIỆN	296
A. Lựa chọn	296
B. Tra cứu	305
- Máy cắt điện do ABB chế tạo	305
- Máy cắt điện do Schneider chế tạo	309

- Máy cắt điện do Alsthom chế tạo	319
- Máy cắt điện do Liên Xô (cũ) chế tạo	320
6. TỤ ĐIỆN BÙ	323
A. Xác định công suất của bộ tụ điện	323
B. Tra cứu	336
- Tụ điện do DAE YEONG chế tạo	336
- Tụ điện do Liên Xô (cũ) chế tạo	344
- Tụ điện cao áp do COOPER chế tạo	349
7. THANH GÓP, KHÁNG ĐIỆN	354
A. Lựa chọn thanh góp	354
B. Lựa chọn kháng điện	358
C. Tra cứu	362
- Các số liệu kỹ thuật của thanh dẫn	362
- Các số liệu kỹ thuật của kháng điện	366
8. CHỐNG SÉT VAN, MÁY BIẾN DÒNG ĐIỆN, MÁY BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG	371
A. Chọn chống sét van	371
B. Chọn máy biến dòng điện	373
C. Chọn máy biến áp đo lường	377
D. Tra cứu	380
- Chống sét van do COOPER chế tạo	380
- Chống sét van do Siemens chế tạo	380
- Chống sét van do Liên Xô (cũ) chế tạo	382
- Máy biến dòng điện do Công ty thiết bị đo điện chế tạo	383
- Máy biến dòng điện do Siemens chế tạo	387
- Máy biến dòng điện do Haefely-Trench chế tạo	391
- Máy biến áp đo lường do Siemens chế tạo	391
- Máy biến áp đo lường do Liên Xô (cũ) chế tạo	393
- Máy biến dòng điện do Liên Xô (cũ) chế tạo	389

Tài liệu tham khảo

1. MÁY BIẾN ÁP

Máy biến áp là thiết bị điện có vai trò rất quan trọng trong lưới điện, nó làm nhiệm vụ biến đổi điện áp và truyền tải công suất.

Lưới điện của bất kỳ quốc gia nào cũng bao gồm nhiều cấp điện áp, nhiều điểm nút giao lưu công suất, vì thế người ta chế tạo máy biến áp với nhiều chủng loại, kiểu cách, kích cỡ nhằm đáp ứng yêu cầu sử dụng chúng phù hợp với các sơ đồ cung cấp điện.

Để biến đổi điện áp và truyền tải công suất giữa hai cấp điện áp, người ta chế tạo máy biến áp hai cuộn dây, giữa ba cấp điện áp người ta chế tạo máy biến áp ba cuộn dây. Nếu phía cao áp và trung áp dùng chung một cuộn dây, nghĩa là có sự liên hệ trực tiếp về điện, thì gọi là máy biến áp tự ngẫu.

Máy biến áp phân phối biến đổi điện áp trung xuống hạ áp nhằm cấp điện trực tiếp cho các hộ tiêu thụ. Máy biến áp trung gian đặt ở các trạm trung gian của lưới điện làm nhiệm vụ liên hệ điện áp và trung chuyển công suất, không cấp điện trực tiếp cho hộ tiêu thụ. Các trạm biến áp trung gian, tùy theo nhiệm vụ trong sơ đồ điện, có thể đặt máy biến áp hai hoặc ba cuộn dây để liên hệ giữa hai hoặc ba cấp điện áp.

Với điện áp cao, công suất lớn, người ta thường dùng máy biến áp một pha. Cụm ba máy biến áp một pha tương đương với một máy biến áp ba pha.

Để đáp ứng nhu cầu điều chỉnh điện áp trong quá trình vận hành lưới điện, người ta chế tạo máy biến áp điều chỉnh điện áp thường và máy biến áp điều chỉnh điện áp dưới tải. Với máy biến áp thường khi cần thay đổi đầu phân áp phải cắt tải, còn với máy biến áp điều áp dưới tải người ta đã chế tạo sẵn bộ tự động chuyển đổi đầu phân áp trong khi máy biến áp vẫn mang tải bình thường, nghĩa là vẫn đảm bảo liên tục cung cấp điện cho hộ tiêu thụ trong mọi chế độ vận hành.

Phổ biến nhất là máy biến áp dầu. Dầu được đổ đầy trong thùng máy biến áp, vừa làm nhiệm vụ cách điện vừa làm mát. Bản thân dầu trong biến áp cũng được làm mát tự nhiên bằng hệ thống cánh tản nhiệt hoặc làm mát cưỡng bức. Với máy biến áp phân phối, người ta còn chế tạo máy biến áp khô.

Ngoài ra, người ta còn chế tạo các loại máy biến áp chuyên dụng cho các lò nhiệt luyện, cho các thiết bị biến đổi v.v...

Máy biến áp thường được ký hiệu như sau :

Kiểu - Công suất - U_C/U_H

Kiểu - Công suất - $U_C/U_T/U_H$

Kiểu : gồm các chữ cái chỉ rõ đặc điểm, kiểu cách.

Công suất : ghi công suất máy (kVA)

U_C , U_T , U_H - ghi điện áp các cấp (kV).

Ví dụ : 4JB 5444-3LA-250-24/0,4 là máy biến áp phân phối do Siemens chế tạo, kiểu 4JB 5444-3LA, công suất 250 kVA, điện áp $U_C = 24$ kV, $U_H = 0,4$ kV.

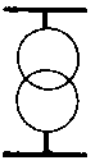
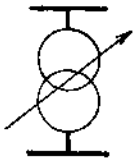
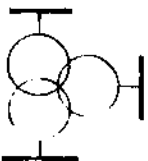
TM - 5600 - 35/10 là máy biến áp hai cuộn dây, dầu, ba pha, công suất 5600 kVA, điện áp $U_C = 35$ kV, $U_H = 10$ kV.

Cũng có khi ký hiệu đơn giản hơn.

Kiểu - Công suất Điện áp cao.

Ví dụ : SCB8-400/35 là biến áp phân phối, khô, 35/0,4 kV, công suất 400 kVA do Chong Qìng chế tạo.

Trên các bản vẽ sơ đồ nối điện chính của lưới điện, các máy biến áp được ký hiệu như sau :

Ký hiệu				
Loại máy	Máy biến áp ba pha hai cuộn dây (điều áp thường)	Máy biến áp ba pha hai cuộn dây, điều áp dưới tải	Máy biến áp ba pha ba cuộn dây	Máy biến áp tự ngẫu

A. LỰA CHỌN MÁY BIẾN ÁP

Lựa chọn máy biến áp bao gồm lựa chọn số lượng, công suất, chủng loại, kiểu cách và các tính năng khác của máy biến áp.

Số lượng máy biến áp đặt trong một trạm phụ thuộc vào độ tin cậy cung cấp điện cho phụ tải của trạm đó.

- Với phụ tải loại 1 là phụ tải quan trọng, không được phép mất điện thì phải đặt hai máy biến áp.

- Với phụ tải loại 2 như xí nghiệp sản xuất hàng tiêu dùng, khách sạn, siêu thị v.v... thì phải tiến hành so sánh giữa phương án cấp điện bằng một đường dây - một máy biến áp với phương án cấp điện bằng đường dây lộ kép và trạm hai máy. Trong thực tế, với những hộ tiêu thụ loại này thường dùng phương án lộ đơn - một biến áp cộng với máy phát dự phòng.

- Với phụ tải loại 3 như phụ tải ánh sáng sinh hoạt, thôn xóm, khu chung cư, trường học, thường đặt một biến áp.

Sau khi đã xác định được số lượng máy biến áp đặt trong trạm, công suất một máy được xác định theo công thức sau :

Với trạm một máy :

$$S_{dmB} \geq S_{tt} \quad (1.1)$$

Với trạm hai máy :

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{tt}}{1,4} \quad (1.2)$$

trong đó :

S_{dmB} - công suất định mức của máy biến áp, nhà chế tạo cho

S_{tt} - công suất tính toán, là công suất yêu cầu lớn nhất của phụ tải mà người thiết kế cần tính toán xác định nhằm lựa chọn máy biến áp và các thiết bị điện khác.

1,4 - hệ số quá tải.

Cần lưu ý rằng hệ số quá tải có trị số phụ thuộc thời gian quá tải. Lấy hệ số quá tải 1,4 chỉ đúng trong trường hợp trạm đặt hai máy bị sự cố một, máy còn lại cho phép quá tải 1,4 trong thời gian 5 ngày 5 đêm, mỗi ngày quá tải không quá 6 giờ và hệ số tải trước khi quá tải không quá 0,75. Nếu không thỏa mãn các điều kiện trên thì phải tra đó

thì để xác định hệ số quá tải cho phép hoặc không cho máy biến áp quá tải.

Các công thức trên chỉ đúng với máy biến áp sản xuất nội địa hoặc biến áp đã được nhiệt đới hóa. Nếu dùng máy ngoại nhập phải đưa vào công thức hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ kể đến sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường chế tạo và môi trường sử dụng máy :

$$K_{hc} = 1 - \frac{t_1 - t_0}{100} , \quad (1.3)$$

trong đó :

t_0 - nhiệt độ môi trường chế tạo, °C

t_1 - nhiệt độ môi trường sử dụng, °C.

Ví dụ, nếu dùng máy biến áp Liên Xô (cũ) chế tạo đặt tại Việt Nam thì hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ sẽ là :

$$K_{hc} = 1 - \frac{24 - 5}{100} = 0,81$$

Với 5 - nhiệt độ trung bình hàng năm của Maxcova, °C

24 - nhiệt độ trung bình hàng năm của Hà Nội, °C.

Ngoài số lượng và công suất, khi chọn dùng máy biến áp cần quan tâm đến các thông số kỹ thuật khác như : biến áp dầu hay biến áp khô, làm mát tự nhiên hay nhân tạo, một pha hay ba pha, ba cuộn dây hay tự ngẫu, điều chỉnh điện áp thường hay điều áp dưới tải v.v...

Trong lựa chọn máy biến áp thì việc xác định đúng công suất tính toán của phụ tải là quan trọng nhất và cũng là khó khăn nhất. Khó khăn chính là ở chỗ diện bao giờ cũng phải có trước, trạm biến áp bao giờ cũng phải xây dựng trong thời gian xây dựng cơ sở hạ tầng (điện, nước, đường xá) khi mà còn chưa xây dựng hoặc đang xây dựng các hộ tiêu thụ điện (đường phố, nhà tập thể, nhà máy v.v...), chưa thể biết thật chính xác mức tiêu thụ điện của các phụ tải. Cần căn cứ vào thông tin thu nhận được của thời điểm thiết kế để xác định phụ tải tính toán nhằm chọn được công suất máy biến áp phù hợp.

Các ví dụ sau đây sẽ hướng dẫn cách xác định công suất tính toán và cách chọn số lượng, công suất máy biến áp cho các đối tượng cấp điện điển hình trong từng giai đoạn thiết kế.

Ví dụ 1.1. Yêu cầu lựa chọn máy biến áp cấp điện cho một thôn nông nghiệp thuần nông gồm 250 hộ dân, điện áp 35 kV.

GIẢI

Điện sinh hoạt nông thôn thuộc hộ loại 3, trạm chỉ cần đặt một máy biến áp.

Công suất tính toán của một thôn xác định theo công thức :

$$P_{tt} = P_o \cdot H \quad (1.4)$$

trong đó :

H - số hộ dân trong thôn ;

P_o - công suất tính toán cho một hộ (kW/hộ).

Với H = 250 hộ và công suất tính toán cho một hộ thuần nông lấy bằng 0,5 kW, xác định được công suất tính toán toàn thôn :

$$P_{tt} = 0,5 \times 250 = 125 \text{ kW}$$

Với phụ tải ánh sáng sinh hoạt lấy $\cos\varphi = 0,85$, xác định được công suất tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi} = \frac{125}{0,85} = 147 \text{ kVA}$$

Trong điều kiện kinh phí nông thôn, tốt nhất nên chọn dùng máy biến áp nội địa do Công ty Thiết bị Điện Đông Anh hoặc ABB chế tạo, công suất 160 kVA, điện áp 35/0,4 kV.

Ví dụ 1.2. Yêu cầu lựa chọn máy biến áp cấp điện cho trạm bơm tiêu nước của huyện, đặt 5 máy bơm 45 kW.

GIẢI

Trạm bơm tiêu dùng để chống úng, chống lụt nên quan trọng hơn trạm bơm tưới, nếu huyện có kinh phí nên đặt hai máy biến áp. Nếu kinh phí hạn hẹp thì cũng có thể đặt một máy biến áp nhưng phải thường xuyên chăm sóc, bảo quản đường dây và trạm biến áp để khi xảy ra ngập úng có thể làm việc tốt.

Công suất tính toán một trạm bơm đặt n máy xác định theo công thức :

$$P_{tt} = K_{dt} \sum_1^n K_{ti} P_{đmi} \quad (1.5)$$

trong đó :

P_{dm} - công suất định mức của máy bơm (kW).

K_{ti} - hệ số tải, lấy theo thực tế.

K_{dt} - hệ số đồng thời, lấy theo thực tế :

$$K_{dt} = \frac{\text{Số máy thường xuyên làm việc}}{\text{Tổng số máy bơm trong trạm}}$$

Với trạm bơm tiêu, khi xảy ra ngập lụt cần cho 100% máy bơm làm việc và tải hết công suất, nghĩa là $K_{dt} = K_t = 1$.

Vậy công suất tính toán của trạm bơm tiêu là :

$$P_{tt} = n \times P_{dm} = 5 \times 45 = 225 \text{ kW}$$

Lấy $\cos\varphi = 0,8$, ta có công suất tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \frac{225}{0,8} = 281,25 \text{ kVA}$$

Phương án chọn 2 máy : $2 \times 160 \text{ kVA}$

Phương án chọn 1 máy : $1 \times 315 \text{ kVA}$

Máy mua của ABB hoặc Công ty Thiết bị Điện Đồng Anh, không cần xét hiệu chỉnh nhiệt độ.

Ví dụ 1.3. Yêu cầu lựa chọn máy biến áp cho trạm biến áp phân phối cấp điện cho khu tập thể gồm hai nhà 4 tầng, mỗi tầng 10 căn hộ. Biết rằng mức sống của cư dân thuộc mức trung bình.

GIẢI

Vì là khu chung cư, mức cấp điện thuộc loại 3, chỉ cần đặt một máy biến áp.

Công suất tính toán cho một nhà tập thể cũng xác định theo công thức (1.1), ở đây vì là hộ có mức sống trung bình nên lấy $P_0 = 2 \text{ kW/hộ}$.

Công suất tính toán cho một nhà cao tầng :

$$P_{t1} = 2 \times 4 \times 10 = 80 \text{ kW}$$

Công suất tính toán cho khu tập thể hai nhà tầng, lấy hệ số đồng thời $K_{dt} = 1$.

$$P_{tt} = 2 P_{t1} = 2 \times 80 = 160 \text{ kW}$$

Lấy $\cos\varphi = 0,85$, xác định được công suất tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \frac{160}{0,85} = 188 \text{ kVA}$$

Chọn dùng máy biến áp phân phối công suất 200 kVA do ABB chế tạo, không cần hiệu chỉnh nhiệt độ.

Ví dụ 1.4. Yêu cầu lựa chọn máy biến áp cấp điện cho một siêu thị lớn gồm ba tầng, mỗi tầng 600 m².

GIẢI

Siêu thị thuộc phụ tải loại 2, thường dùng trạm biến áp một máy và máy phát dự phòng.

Công suất tính toán của siêu thị xác định theo công thức :

$$P_{tt} = P_o \cdot S \quad (1.6)$$

trong đó :

S - diện tích (m²) ;

P_o - phụ tải tính toán trên một đơn vị diện tích (W/m²).

Với siêu thị lấy P_o = 100 W/m², xác định được :

$$P_{tt} = 100 \times 3 \times 600 = 180000 \text{ W} = 180 \text{ kW}$$

Trong siêu thị dùng đèn tuýp, điều hòa, hầm lạnh có $\cos\varphi = 0,8$, từ đây xác định được công suất tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \frac{180}{0,8} = 225 \text{ kVA}$$

Chọn dùng một biến áp 250 kVA nội địa, không cần hiệu chỉnh nhiệt độ, đồng thời đặt cho siêu thị máy phát dự phòng 250 kVA.

Ví dụ 1.5. Yêu cầu lựa chọn biến áp cho một xí nghiệp cơ khí nhỏ có công suất đặt 300 kW.

GIẢI

Xí nghiệp cơ khí nhỏ thuộc hộ loại 2, chọn dùng một máy biến áp cùng máy phát dự phòng.

Công suất tính toán của xí nghiệp khi biết công suất đặt xác định theo công thức :

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_d \quad (1.7)$$

trong đó :

P_d - công suất đặt (kW) ;

K_{nc} - hệ số nhu cầu, tra cẩm nang.

Với xí nghiệp cơ khí, tra bảng có $K_{nc} = 0,4$.

Công suất tính toán của xí nghiệp :

$$P_{tt} = 0,4 \times 300 = 120 \text{ kW}$$

Xí nghiệp cơ khí có $\cos\varphi = 0,5 \div 0,6$.

Lấy $\cos\varphi = 0,6$, xác định được công suất tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \frac{120}{0,6} = 200 \text{ kVA}$$

Chọn dùng máy biến áp phân phối 200 kVA do ABB chế tạo, không cần hiệu chỉnh nhiệt độ.

Ghi chú: Vì $\cos\varphi$ của xí nghiệp thấp, về sau thế nào cũng phải đặt bù. Nếu kết hợp đặt tụ bù từ đầu để nâng $\cos\varphi$ lên 0,9 thì sẽ chọn được máy biến áp cỡ nhỏ hơn :

$$S_{tt} = \frac{120}{0,9} = 133 \text{ kVA}$$

Chọn dùng máy biến áp 160 kVA.

Ví dụ 1.6. Nhà máy luyện kim có công suất đặt 2000 kW, yêu cầu chọn máy biến áp cho trạm biến áp 35/0,4 kV của nhà máy.

GIẢI

Nhà máy có các lò luyện kim vì thế thuộc hộ loại 1, trạm phải đặt hai máy biến áp.

Công suất tính toán của nhà máy tính theo công thức (1.7) với $K_{nc} = 0,7$:

$$P_{tt} = K_{nc} \cdot P_d = 0,7 \times 2000 = 1400 \text{ kW}$$

Tra cẩm nang có $\cos\varphi = 0,8$. Vậy công suất tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \frac{1400}{0,8} = 1750 \text{ kVA}$$

Công suất máy biến áp được chọn theo công thức (1.2) :

$$S_{đmB} \geq \frac{S_{tt}}{1,4} = \frac{1750}{1,4} = 1250 \text{ kVA}$$

Vậy chọn hai máy biến áp 2 x 1250 kVA do ABB hoặc Công ty Thiết bị Điện Đông Anh chế tạo, điện áp 35/0,4 kV, không phải hiệu chỉnh nhiệt độ.

Ghi chú: Trong các xí nghiệp loại 1 thường có một số phụ tải thuộc loại 3, có thể cho phép cắt điện khi xảy ra sự cố một máy biến áp. Lúc đó máy còn lại không cần cấp điện cho toàn bộ tải của nhà máy mà chỉ cần cấp cho phụ tải loại 1. Trong trường hợp này có thể chọn được cỡ máy nhỏ hơn theo biểu thức :

$$S_{dmB} \geq \frac{S_1}{1,4} \quad (1.8)$$

Trong ví dụ trên, giả thiết theo số liệu thống kê của nhà máy cho biết có 30% phụ tải loại 3. Khi đó công suất tính toán phải cấp điện khi sự cố là :

$$S_1 = 70\% S_{tt} = 0,7 \times 1750 = 1225 \text{ kVA}$$

Công suất máy biến áp cần chọn :

$$S_{dmB} \geq \frac{1225}{1,4} = 875 \text{ kVA}$$

Vậy chỉ cần chọn hai máy 1000 kVA, điện áp 35/0,4 kV, nghĩa là giảm được một cỡ công suất máy.

Ví dụ 1.7. Yêu cầu lựa chọn máy biến áp cấp điện cho một khu phố trong giai đoạn xây dựng cơ sở hạ tầng, chưa xây nhà ở. Biết rằng trạm biến áp đặt ở góc phố. Để tránh đào đường đặt cáp, trạm biến áp chỉ cấp điện cho hai mặt phố, cùng một phía hè đường. Mặt phố dọc có chiều dài 300 m là các nhà dân có mức sống trung bình, mặt phố ngang dài 200 m là phố thương mại, có mức sử dụng điện cao hơn.

GIẢI

Trạm biến áp cấp điện cho khu vực dân cư thuộc loại 3, chỉ cần đặt một máy.

Công suất tính toán của trạm biến áp chính là công suất tính toán của hai mặt phố.

Lúc này đang là giai đoạn xây dựng cơ sở hạ tầng, nhà dân chưa xây, chưa biết có bao nhiêu căn hộ nên không thể xác định công suất tính toán theo suất phụ tải tính toán và số hộ dân. Công suất tính toán trong giai đoạn xây dựng cơ sở hạ tầng của khu vực đô thị xác định theo công thức :

$$P_{tt} = P_{o.l} \quad (1.9)$$

trong đó :

P_0 - công suất tính toán trên đơn vị chiều dài (W/m, kW/m);

l - chiều dài dây phở (m).

Với mức sống trung bình : $P_0 = 200 \div 400$ W/m

Với mức sống cao, khu thương mại: $P_0 = 500 \div 700$ W/m.

Áp dụng công thức trên để xác định công suất tính toán cho các dây phở.

Với dây phở dọc, lấy $P_0 = 0,3$ kW/m ; Với dây phở ngang, lấy $P_0 = 0,5$ kW/m

Công suất tính toán dây phở dọc :

$$P_{tt1} = 0,3 \times 300 = 90 \text{ kW}$$

Công suất tính toán dây phở ngang :

$$P_{tt2} = 0,5 \times 200 = 100 \text{ kW}$$

Công suất tính toán toàn trạm :

$$P_{tt} = P_{tt1} + P_{tt2} = 190 \text{ kW}$$

Công suất tính toán toàn phần :

$$S_{tt} = \frac{190}{0,85} = 223,5 \text{ kVA.}$$

Chọn máy biến áp nội địa 250 kVA, không cần hiệu chỉnh nhiệt độ.

Ví dụ 1.8. Yêu cầu lựa chọn máy biến áp cho trạm biến áp trung gian 110/22 kV cấp điện cho khu chế xuất. Biết rằng khu chế xuất gồm 10 nhà máy công nghiệp nặng (luyện kim, hóa dầu, cơ khí chế tạo trung qui mô, hóa chất v.v...) nằm trên một diện tích rộng 80 ha.

GIẢI

Do đang trong giai đoạn thiết kế khả thi, đang chờ vốn đầu tư để xây dựng, thông tin cho biết được chỉ là diện tích khu vực chế xuất và tính chất của các nhà máy sẽ được xây dựng. Trong giai đoạn này công suất tính toán được xác định theo công thức :

$$S_{tt} = S_0 \cdot D \quad (1.10)$$

trong đó :

D - diện tích, ha ;

S_0 - công suất tính toán trên 1 đơn vị diện tích (kVA/ha).

Với khu chế xuất bao gồm các nhà máy công nghiệp nhẹ :

$$S_0 = 100 \div 200 \text{ kVA/ha.}$$

Với khu chế xuất bao gồm các nhà máy công nghiệp nặng :

$$S_0 = 300 \div 400 \text{ kVA/ha}$$

Lấy $S_0 = 400 \text{ kVA/ha}$, công suất tính toán của khu chế xuất là

$$S_{tt} = 400 \times 80 = 32.000 \text{ kVA.}$$

Khu chế xuất thuộc hộ loại 1, cần đặt trạm hai biến áp. Tùy theo kinh phí và yêu cầu của bên A, có thể chọn một trong hai phương án máy biến áp sau đây :

- Phương án dùng máy nội địa (do ABB hoặc Công ty Thiết bị Điện Đông Anh chế tạo) :

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{tt}}{1,4} = \frac{32.000}{1,4} = 22.857 \text{ kVA}$$

Theo phương án này dùng hai biến áp : $2 \times 25.000 \sim 110/22 \text{ kV}$.

- Phương án dùng máy nhập ngoại (của Liên Xô trước đây chẳng hạn) :

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{tt}}{1,4K_{hc}} = \frac{32.000}{1,4 \cdot 0,81} = 28.218 \text{ kVA}$$

Theo phương án này dùng hai biến áp : $2 \times 31.500 - 110/22 \text{ kV}$.

Ví dụ 1.9. Nhà máy nhiệt điện gồm hai tổ máy phát điện 100 MW, $\cos\varphi = 0,85$, điện áp 10,5 kV. Nhà máy có nhiệm vụ cấp điện cho phụ tải địa phương 10 kV có trị số cực đại là 15 MVA, cực tiểu 11,25 MVA và phụ tải 110 kV, công suất còn lại sẽ phát lên hệ thống 220 kV. Hệ thống có công suất vô cùng lớn.

GIẢI

Với những thông tin trên ta lựa chọn máy biến áp như sau :

Số lượng máy biến áp : 2

Sơ đồ nối : nối bộ

Chủng loại máy : Vì hệ thống có công suất vô cùng lớn, để tiện giao lưu công suất giữa 220 kV và 110 kV, tốt nhất nên dùng biến áp tự ngẫu.

Công suất của máy biến áp tự ngẫu được chọn theo công thức :

$$S_{dmB} \geq \frac{1}{\alpha} S_{th} \quad (1.11)$$

trong đó :

α - hệ số có lợi của máy biến áp tự ngẫu

$$\alpha = \frac{U_C - U_T}{U_C} = \frac{220 - 110}{220} = 0,5$$

S_{th} - công suất thừa, đó chính là lượng công suất phát ra của nhà máy sau khi đã trừ đi công suất tự dùng và công suất của phụ tải địa phương. Để xác định công suất thừa cần lấy trị số phụ tải địa phương thấp nhất và công suất tự dùng cao nhất ứng với chế độ phát 100% công suất của máy phát :

$$\begin{aligned} S_{th} &= \frac{1}{2} \left[S_F - S_{10,5min} - S_{tdmax} \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{2 \times 100}{0,85} - 11,25 - 6\% \left(\frac{2 \times 100}{0,85} \right) \right] \\ &= 104,93 \text{ MVA} \end{aligned}$$

trong đó đã lấy $S_{tdmax} = 6\% S_F$.

Từ đây thay vào (1.11) xác định được công suất của biến áp tự ngẫu cần chọn :

$$S_{dmB} \geq \frac{1}{0,5} \cdot 104,93 = 209,86 \text{ MVA}$$

Chọn dùng biến áp tự ngẫu công suất 250 MVA, điện áp 220/110/10,5 kV. Với những máy biến áp cỡ lớn thường phải đặt hàng cho các hãng nước ngoài chế tạo (ví dụ Siemens, Shneider, Liên Xô (cũ) v.v...) với yêu cầu đã nhiệt đới hóa theo điều kiện môi trường Việt Nam, vì thế không cần xét hiệu chỉnh công suất theo nhiệt độ. Chẳng hạn có thể đặt mua máy do Liên Xô (trước đây) chế tạo :

АТДЦТН - 250.000 - 220/110/10.

B. TRA CỨU

Máy biến áp phân phối do ABB chế tạo,
mức điều chỉnh điện áp $\pm 2 \times 2,5\%$

Bảng 1.1.

Công suất (kVA)	Điện áp (kV)	ΔP_{Σ} (W)	ΔP_{N_1} (W)	U_{N_1} (%)	Kích thước, mm dài-rộng-cao	Trọng lượng, kG
31,5	35/0,4	150	700	4,5	890-680-1310	420
50	6,3/0,4	200	1250	4	860-705-1325	510
	10/0,4	200	1250	4,5	860-705-1325	510
	22/0,4	200	1250	4	860-705-1325	510
	35/0,4	240	1250	4,5	920-730-1365	467
75	35/0,4	280	1400	4,5	920-730-1255	525
100	6,3/0,4	320	2050	4	900-730-1365	630
	10/0,4	320	2050	4,5	900-730-1365	630
	22/0,4	320	2050	4	900-730-1365	630
	35/0,4	360	2050	4,5	1010-750-1445	695
160	6,3/0,4	500	2950	4	1260-770-1420	820
	10/0,4	500	2950	4,5	1260-770-1420	820
	22/0,4	500	2950	4	1260-770-1420	820
	35/0,4	530	2950	4,5	1160-765-1495	945
180	6,3/0,4	530	3150	4	1260-770-1420	880
	10/0,4	530	3150	4,5	1260-770-1420	880
	22/0,4	530	3150	4	1260-770-1420	880
	35/0,4	580	3150	4,5	1160-765-1495	968
200	6,3/0,4	530	3450	4	1290-780-1450	885
	10/0,4	530	3450	4,5	1290-780-1450	885
	22/0,4	530	3450	4	1290-780-1450	885
	35/0,4	600	3450	4,5	1350-815-1530	1040
250	6,3/0,4	640	4100	4	1370-820-1485	1130
	10/0,4	640	4100	4,5	1370-820-1485	1130
	22/0,4	640	4100	4	1370-820-1485	1130
	35/0,4	680	4100	4,5	1430-860-1550	1166
315	6,3/0,4	720	4850	4	1380-865-1525	1270
	10/ 0,4	720	4850	4,5	1380-865-1525	1270
	22/0,4	720	4850	4	1380-865-1525	1275
	35/0,4	800	4850	4,5	1470-870-1605	1402
400	6,3/0,4	840	5750	4	1620-1055-1500	1440
	10/0,4	840	5750	4,5	1620-1055-1500	1440
	22/0,4	840	5750	4	1620-1055-1500	1440
	35/0,4	920	5750	4,5	1640-1040-1630	1650

Tiếp bảng 1.1

1	2	3	4	5	6	7
500	6,3/0,4	1000	7000	4	1535-930-1625	1695
	10/0,4	1000	7000	4,5	1535-930-1625	1695
	22/0,4	1000	7000	4	1535-930-1625	1695
	35/0,4	1150	7000	4,5	1585-955-1710	1866
630	6,3/0,4	1200	8200	4	1570-940-1670	1970
	10/0,4	1200	8200	4,5	1570-940-1670	1970
	22/0,4	1200	8200	4	1570-940-1670	1970
	35/0,4	1300	8200	4,5	1620-940-1750	2218
800	6,3/0,4	1400	10500	5	1770-1075-1695	2420
	10/0,4	1400	10550	5,5	1770-1075-1695	2420
	22/0,4	1400	10500	5	1770-1075-1695	2430
	35/0,4	1520	10500	6,5	1755-1020-1755	2520
1000	6,3/0,4	1750	13000	5	1765-1065-1900	2910
	10/0,4	1750	13000	5,5	1765-1065-1900	2910
	22/0,4	1750	13000	5	1765-1065-1900	2910
	35/0,4	1900	13000	6,5	1840-1080-1900	3051
> 1000	Sản xuất theo đơn đặt hàng					

Máy biến áp phân phối 35/0,4 kV, điện áp
điều chỉnh $\pm 2 \times 2,5\%$ do ABB chế tạo

Bảng 1.2.

S _{dm} (kVA)	Tổ dầu dây	ΔP_o (W)	ΔP_N (W)	U _N (%)	Kích thước (mm)				Khối lượng (kg)		
					dài	rộng	cao	Bánh xe	Toàn bộ	Ruột	Dầu
315	Yyno	150	700	4,5	890	680	1310		420	200	160
50		240	1250		920	730	1365		467	223	175
75		280	1400		920	730	1255		525	265	190
100		360	2050		1010	750	1445		695	366	235
160		530	2950		1160	765	1495		945	493	304
180		580	3150		1160	765	1495		968	520	300
200		600	3450		1350	815	1530		1040	552	308

Tiếp bảng 1.2

250	Dyn11	680	4100	6,5	1430	860	1550		1166	629	338
315		800	4850		1470	870	1605		1402	773	391
400		920	5750		1640	1040	1630		1650	892	428
500		1150	7000		1585	955	1710		1866	1047	480
630		1300	8200		1620	940	1750		2218	1259	552
800		1520	10500		1755	1020	1755		2520	1366	640
1000		1900	13000		1840	1080	1900		3051	1626	763
1250-2500		Sản xuất theo đơn đặt hàng									

**Máy biến áp phân phối 10 - 22/0,4 kV do công ty
VINA - TAKAOKA chế tạo**

Bảng 1.3.

Công suất định mức (kVA)	U_{dm} (kV)	Cấp chuyển mạch	Tổ đấu dây	Tổn thất (W)		U_N (%)	Kích thước (mm)					Trọng lượng (kg)		
				không tải	ngắn mạch		A	B	C	D	E	Toàn bộ	Ruột máy	Dầu
30	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	131	600	4,0%	660	430	1130	450	300	345	190	65
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	131	600	4,0%	655	430	1150		300	350	180	70
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	129	563	4,0%	660	426	1194	450	350	355	178	80
50	10	$\pm 5\%$	Yyn0	184	863	4,0%	665	437	1075		300	355	200	80
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	184	863	4,0%	665	430	1100		300	365	198	88
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	189	1012	4,0%	667	454	1136		350	370	195	96
100	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	282	1522	4,0%	857	584	1075		450	450	300	91
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	275	1800	4,0%	800	560	1275		400	455	280	100
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	270	2094	4,0%	742	511	1436		400	465	260	118

Tiếp bảng 1.3

160	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	450	2333	4,0%	965	638	1125	550	500	670	447	137
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	460	2520	4,0%	940	620	1225		500	710	465	157
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	480	2600	4,0%	912	609	1436		500	735	450	176
180	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	458	2343	4,0%	965	638	1125	550	500	670	474	137
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	470	2543	4,0%	940	620	1225		500	710	465	157
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	491	2624	4,0%	912	609	1436		500	735	450	176
250	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	581	3019	4,0%	1017	699	1175	600	600	830	575	145
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	600	3119	4,0%	998	680	1290		600	842	565	155
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	619	3248	4,0%	968	663	1490		550	852	545	190
320	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	666	3575	4,0%	1063	717	1539	650	600	1067	720	190
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	713	3834	4,0%	1020	710	1700		600	1052	695	210
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Y _{yn0}	718	3836	4,0%	998	695	1890		600	1080	675	240

Tiếp bảng 1.3

400	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	779	4160	4,0%	1226	890	1890	700	650	1175	825	240
	15	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	790	4254	4,0%	1200	869	2047		650	1200	815	250
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	828	4564	4,0%	1176	854	2200		650	1250	785	260
500	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	992	5189	4,0%	1250	850	1500	700	650	1450	820	320
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	1139	5319	4,0%	1230	827	1700		650	1500	865	345
600	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	1065	6296	4,0%	1250	860	1550	700	650	1520	840	342
750	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	1020	9163	5,0%	1215	850	1600		650	1750	1047	355
	22	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	1037	9582	6,0%	1260	870	1820		650	1782	1082	400
800	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	929	10426	6,0%	1290	900	1925	800	700	1890	1113	430
1000	10	$\pm 2 \times 2,5\%$	Yyn0	1306	12447	6,0%	1666	993	1720	900	850	2515	1670	545

**Máy biến áp phản phối 22 - 35/0,4 kV
do VINA - TAKAOKA chế tạo**

Bảng 1.4.

Công suất (kVA)	Điện áp (kV)	Cấp chuyển mạch	Tổ đấu dây	Tổn thất, (W)		U _N (%)	Kích thước (mm)				Trọng lượng (kg)		
				Không tải	Nguồn mạch		A	B	C	D	E	toàn bộ	ruột dầu
30	35	±2 x 2,5%	Yyno	149	494	4,0%	1200	524	1190	570	400	490	230
50	22 35	±2 x 2,5%	Dyn0 Yyn0	219	830	6,0%	1395	505	1200	580	400	505	265
100	22 35	±2 x 2,5%	Dyn0 Yyn0	314	1716	6,5%	1420	545	1320	630	450	656	358
160	22 35	±2 x 2,5%	Dyn0 Yyn0	314	1176	6,5%	1578	643	1350	800	500	985	583
180	22 35	±2 x 2,5%	Dyn0 Yyn0	566	2045	6,5%	1578	643	1350	800	550	985	583
250	22 35	±2 x 2,5%	Dyn0 Yyn0	717	2666	6,5%	1600	709	1380	850	600	1160	703
320	22 35	±2 x 2,5%	Dyn0 Yyn0	780	3942	6,0%	1650	743	1455	850	650	1460	760
400	22 35	±2 x 2,5%	Dyn0 Yyn0	905	4701	6,0%	1698	800	1720	900	700	1643	820

Tiếp bảng 1.4.

500	22 35	$\pm 2 \times 2,5\%$	Dyn0 Yyn0	1034	5366	6,0%	1710	830	1790	900	700	2120	1030	620
560	22 35	$\pm 2 \times 2,5\%$	Dyn0 Yyn0	1179	5548	6,0%	1719	859	1849	900	700	2855	1855	865
750	22 35	$\pm 2 \times 2,5\%$	Dyn0 Yyn0	1283	10170	6,0%	1920	890	2110	950	750	3355	2050	900
1000	22 35	$\pm 2 \times 2,5\%$	Dyn0 Yyn0	1461	11093	6,0%	1990	910	2130	1000	800	3525	2233	975

Ghi chú: Trong bảng (13) và (14)

A - Dải ; B - Rộng ; C - Cao

D, E - Khoảng cách các bánh xe theo hai chiều

**Máy biến áp phân phối hai cấp điện áp do
Công ty Thiết bị Điện Đông Anh chế tạo**

Điện áp từ 6,3/0,4 đến 35/0,4 kV

Phạm vi điều chỉnh điện áp : $\pm 2 \times 2,5\%$; $\pm 5\%$;

Tổ đấu dây, Y/Y₀ - 0 hoặc D/Y₀ - 11

Công suất : 25 kVA ÷ 2500 kVA

Bảng 1.5.

Công suất định mức (kVA)	U _{dm} (kV)	Tổn hao (W)		Dòng điện không tải I ₀ (%)	Điện áp ngắn mạch U _N (%)	Kích thước bao (mm)			Tâm bánh xe (mm)	Trọng lượng	
		không tải	có tải			dài	rộng	cao		Dầu (lít)	Toàn bộ (kg)
25	6,3/0,4; 10/0,4	120	500	2	4	600	560	1050	450	110	390
	15/0,4 ; 22/0,4	120	500	2	4	610	610	1050	450	130	390
	35/0,4	140	510	2	4,5	680	620	1080	450	180	500
30(31,5)	6,3/0,4; 10/0,4	125	600	2	4	930	580	1080	450	120	390
	15/0,4 ; 22/0,4	125	600	2	4	950	620	1110	450	140	450
	35/0,4	150	610	2	5	1090	640	1600	450	260	610
50	6,3/0,4; 10/0,4	185	850	1,8	4	1180	600	1280	450	140	560
	15/0,4 ; 22/0,4	185	850	1,8	4	1240	650	1480	450	180	660
	35/0,4	215	880	1,8	5	1260	830	1560	450	304	810
63(75)	6,3/0,4; 10/0,4	235	1200	1,8	4	1100	680	1300	550	260	680
	15/0,4 ; 22/0,4	235	1250	1,8	4	1200	680	1300	550	270	730
	35/0,4	270	1300	1,8	5	1300	720	1400	550	310	840
100 (125)	6,3/0,4; 10/0,4	310	1700	1,8	4	1290	700	1350	550	290	750
	15/0,4 ; 22/0,4	325	1700	1,8	4	1370	720	1490	550	300	790
	35/0,4	350	1750	1,8	5	1560	750	1700	550	320	910

Tiếp bảng 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
160 (180)	6,3/0,4; 10/0,4	450	2100	1,7	4	1400	800	1500	600	300	1020
	15/0,4 ; 22/0,4	450	2150	1,7	4	1400	800	1520	600	330	1080
	35/0,4	510	2250	1,7	5	1480	850	1780	600	420	1350
250	6,3/0,4; 10/0,4	640	3000	1,7	4	1440	820	1580	600	370	1220
	15/0,4 ; 22/0,4	650	3050	1,7	4	1440	820	1700	600	380	1250
	35/0,4	720	3200	1,7	5	1600	850	1800	660	400	1580
320	6,3/0,4; 10/0,4	700	3670	1,6	4	1540	860	1720	660	390	1480
	15/0,4 ; 22/0,4	700	3670	1,6	4	1590	880	1750	660	400	1600
	35/0,4	790	3880	1,6	5	1640	900	1910	660	460	1890
400	6,3/0,4; 10/0,4	840	4460	1,5	4	1590	920	1760	660	410	1800
	15/0,4 ; 22/0,4	850	4500	1,5	4	1610	930	1800	660	430	2110
	35/0,4	920	4600	1,5	5	1710	960	2010	660	520	2650
500 (560)	6,3/0,4; 10/0,4	940	5210	1,5	4	1690	950	1940	660	560	2400
	15/0,4 ; 22/0,4	960	5270	1,5	4	1720	960	1950	660	630	2600
	35/0,4	1060	5470	1,5	5	1800	1000	2160	820	710	2950
630	6,3/0,4; 10/0,4	1100	6010	1,4	4,5	1790	980	2010	820	680	2510
	15/0,4 ; 22/0,4	1150	6040	1,4	4,5	1810	990	2020	820	690	2720
	35/0,4	1250	6210	1,4	5,5	1900	1080	2160	820	900	3020
750	6,3/0,4; 10/0,4	1200	6590	1,4	4,5	1820	1040	2030	820	800	3310
	15/0,4 ; 22/0,4	1220	6680	1,4	4,5	1830	1080	2060	820	840	3360
	35/0,4	1350	7100	1,4	5,5	1920	1140	2120	820	940	3570

Tiếp bảng 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000	6,3/0,4; 10/0,4	1550	9000	1,3	5	1850	1120	2090	820	1040	4040
	15/0,4 ; 22/0,4	1570	9500	1,3	5	1910	1150	2130	820	1100	4110
	35/0,4	1680	10000	1,3	6,0	2200	1400	2410	1070	1440	4750
1250	6,3/0,4; 10/0,4	1710	12800	1,2	5,5	2110	1200	2170	1070	1300	4650
	15/0,4 ; 22/0,4	1720	12910	1,2	5,5	2150	1230	2210	1070	1340	4980
	35/0,4	1810	13900	1,2	6,5	2280	1310	2370	1070	1480	5110
1600	6,3/0,4; 10/0,4	2100	15500	1,0	5,5	2290	1780	2410	1070	1550	5100
	15/0,4 ; 22/0,4	2100	15700	1,0	5,5	2350	1810	2470	1070	1650	5320
	35/0,4	2400	16000	1,0	6,5	2410	1950	2810	1070	1750	5910
1800	6,3/0,4; 10/0,4	2400	18020	0,9	6	2360	1910	2510	1070	1680	5820
	15/0,4 ; 22/0,4	2420	18110	0,9	6	2380	1960	2610	1070	1720	6100
	35/0,4	2500	18900	0,9	6,5	2460	2070	2920	1070	2150	6350
2000	6,3/0,4; 10/0,4	2700	18400	0,9	6	2390	1970	2690	1070	2010	6210
	15/0,4 ; 22/0,4	2720	18800	0,9	6	2410	1980	2740	1070	2230	6540
	35/0,4	2850	19400	0,9	6,5	2590	2160	2980	1070	2470	6820
2500	6,3/0,4; 10/0,4	3250	20000	0,8	6	2420	1980	2740	1070	2360	6710
	15/0,4 ; 22/0,4	3300	20410	0,8	6	2460	2030	2810	1070	2480	6940
	35/0,4	3400	21000	0,8	6,5	2610	2210	2990	1070	2570	7800

Các máy biến áp có công suất, cấp điện áp và tổ đấu dây khác sẽ chế tạo theo đơn đặt hàng.

**Máy biến áp phân phối ba cấp điện áp do
Công ty thiết bị Điện Đông Anh chế tạo**

Điện áp từ 6,3 (22)/0,4 đến 35 (22)/0,4 kV

Phạm vi điều chỉnh điện áp : $\pm 2 \times 2,5\%$; $\pm 5\%$;

Tổ đấu dây : Y/Y₀ - 0 ; D/Y₀ - 11 ; D(Y)/Y₀ - 11(12)

hoặc Y(D)/Y₀ - 12(11)

Công suất : 30 kVA ÷ 2500 kVA.

Bảng 1.6

Công suất (kVA)	U _{dm} (kV)	Tổn hao (W)		Dòng điện không tải I ₀ (%)	Điện áp ngắn mạch U _N (%)	Kích thước bao (mm)			Tâm bánh xe (mm)	Trọng lượng	
		không tải	có tải			Dài A	Rộng C	Cao B		dầu (lít)	toàn bộ (kg)
30 (31,5)	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	130	600	2	5	930	620	1200	450	150	410
	15 (22)/0,4	130	600	2	5	950	640	1160	450	170	470
	35 (22)/0,4	150	630	2	5	1180	660	1670	450	280	610
50	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	200	850	1,8	5	1180	650	1310	450	160	560
	15 (22)/0,4	200	860	1,8	5	1270	660	1490	450	190	630
	35 (22)/0,4	220	880	1,8	5	1290	830	1590	450	310	920
63 (75)	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	245	1200	1,8	5	1120	690	1350	550	240	700
	15 (22)/0,4	245	1300	1,8	5	1210	690	1350	550	280	740
	35 (22)/0,4	280	1320	1,8	5	1310	730	1460	550	350	860
100 (125)	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	320	1700	1,8	5	1290	710	1400	550	300	760
	15 (22)/0,4	330	1720	1,8	5	1380	730	1490	550	340	800
	35 (22)/0,4	350	1760	1,8	5,5	1560	760	1750	550	380	910

Tiếp bảng 1.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
160 (180)	6.3 (22)/0.4 11 (22)/0.4	490	2300	1.7	5	1410	810	1530	600	350	1090
	15 (22)/0.4	500	2320	1.7	5	1410	810	1540	600	370	1120
	35 (22)/0.4	560	2370	1.7	5.5	1490	860	1820	600	440	1380
250	6.3 (22)/0.4 11 (22)/0.4	650	3200	1.7	5	1450	830	1590	600	400	1320
	15 (22)/0.4	680	3250	1.7	5	1450	830	1700	600	420	1360
	35 (22)/0.4	700	3350	1.7	5.5	1600	850	1820	600	460	1610
320	6.3 (22)/0.4 11 (22)/0.4	720	3910	1.6	5	1550	870	1740	600	410	1500
	15 (22)/0.4	720	3920	1.6	5	1600	870	1750	600	440	1910
	35 (22)/0.4	800	4090	1.6	5.5	1650	910	1930	600	490	2050
400	6.3 (22)/0.4 11 (22)/0.4	860	4600	1.5	5	1610	930	1790	660	440	1720
	15 (22)/0.4	880	4610	1.5	5	1620	930	1830	660	460	2120
	35 (22)/0.4	930	4900	1.5	5.5	1730	990	2080	660	540	2780
500 (560)	6.3 (22)/0.4 11 (22)/0.4	970	5340	1.5	5	1650	960	1970	660	590	2470
	15 (22)/0.4	960	5390	1.5	5	1720	960	1990	660	630	2690
	35 (22)/0.4	1060	5470	1.5	5.5	1810	1040	2230	820	750	3150
630	6.3 (22)/0.4 11 (22)/0.4	1100	6100	1.4	5	1810	990	2100	820	710	2760
	15 (22)/0.4	1200	6120	1.4	5	1820	990	2140	820	730	2870
	35 (22)/0.4	1300	6240	1.4	5.5	1920	1090	2310	820	900	3390

Tiếp bảng 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
750	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	1270	6510	1,4	5	1860	1100	2050	820	820	3350
	15 (22)/0,4	1270	6550	1,4	5	1870	1110	2070	820	840	3390
	35 (22)/0,4	1360	6780	1,4	5,5	1940	1160	2170	820	970	4100
1000	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	1600	10000	1,3	5	1900	1160	2090	820	1120	4100
	15 (22)/0,4	1620	10000	1,3	5	1910	1190	2110	820	1280	4210
	35 (22)/0,4	1720	11000	1,3	6	2210	1410	2420	1070	1500	4820
1250	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	1740	13100	1,2	5	2160	1220	2190	1070	1370	4710
	15 (22)/0,4	1740	13600	1,2	5	2170	1220	2210	1070	1390	4760
	35 (22)/0,4	1810	14100	1,2	6	2390	1310	2410	1070	1550	5310
1600	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	2190	17100	1,0	5	2290	1790	2470	1070	1690	5290
	15 (22)/0,4	2190	17200	1,0	5	2350	1810	2890	1070	1720	5320
	35 (22)/0,4	2430	18600	1,0	6	2410	1960	2890	1070	1810	5990
2500	6,3 (22)/0,4 11 (22)/0,4	3300	20500	0,98	6	2420	1980	2800	1070	2500	6800
	15 (22)/0,4	3350	20500	0,8	6	2460	2030	2850	1070	2600	7000
	35 (22)/0,4	3500	21500	0,8	6,5	2610	2210	3100	1070	2700	7900

Các máy biến áp có công suất, cấp điện áp và tổ đấu dây khác sẽ chế tạo theo đơn đặt hàng.

**Máy biến áp trung gian 35/6 ÷ 22 kV do
Công ty thiết bị Điện Đồng Anh chế tạo**

Điện áp : 2 cấp : 35/6,3 - 35/10,5 - 35/15 - 35/22 - 22/6 ÷ 15 kV

3 cấp : 35(22)/6,3 kV - 35(22)/11 kV - 35(22)/15 kV

Phạm vi điều chỉnh điện áp : $\pm 2 \times 2,5\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2 \times 5\%$

hoặc $\pm 4 \times 2,5\%$.

Tổ đấu dây : Y₀/d-11; D/Y₀-11; Y(D)/d(12) 11 hoặc D(Y)/d - (12-11).

Công suất : 1.000 kVA ÷ 10.000 kVA.

Bảng 1.7.

Công suất (kVA)	U _{dm} (kV)	Tổn hao (W)		Dòng điện không tải I ₀ (%)	Điện áp ngắn mạch U _N (%)	Kích thước bao gói (mm)			Tâm bán xe (mm) D	Trọng lượng	
		không tải	có tải			dài A	rộng C	cao B		dầu (lít)	toàn bộ (kg)
1000	2 cấp 35/(6,3÷22)	1700	10500	0,8	6	1780	1200	2100	1070	1050	4700
	3 cấp 35(22)/(6,3÷15)	1800	11000	0,8	6	1850	1300	2300	1070	1130	4900
1250	2 cấp 35/(6,3÷22)	1900	13500	0,8	6	2100	1300	2400	1070	1250	5000
	3 cấp 35(22)/(6,3÷15)	2000	14000	0,8	6	2230	1340	2480	1070	1330	5140
1600	2 cấp 35/(6,3÷22)	2210	16000	1,0	6,5	2420	1960	2840	1070	1880	6200
	3 cấp 35(22)/(6,3÷15)	2300	16500	1,0	6,5	2430	1970	2860	1070	1940	6600
1800	2 cấp 35/(6,3÷22)	2420	19300	0,9	6,5	2470	2010	2960	1070	2100	6640
	3 cấp 35(22)/(6,3÷15)	2540	19600	0,9	6,5	2490	2010	2980	1070	2210	7100

Tiếp bảng 1.7

2000	2 cấp $35/(6,3 \div 15)$	2700	19500	0,9	6,5	2520	2150	3010	1070	2200	7200
	3 cấp $35(22)/(6,3 \div 15)$	2790	20000	0,9	6,5	2530	2050	3020	1070	2320	7260
2500	2 cấp $35/(6,3 \div 22)$	3300	21500	0,8	6,5	2540	2060	3030	1070	2370	7890
	3 cấp $35(22)/(6,3 \div 15)$	3400	22000	0,8	6,5	2580	2080	3050	1070	2430	8410
3200	2 cấp $35/(6,3 \div 22)$	3900	25000	0,8	7	2620	2100	3090	1070	2480	9650
	3 cấp $35(22)/(6,3 \div 15)$	4000	26000	0,8	7	2640	2100	3090	1070	2590	9740
4000	2 cấp $35/(6,3 \div 22)$	4700	29400	0,7	7	2700	2110	3240	1210	2610	11140
	3 cấp $35(22)/(6,3 \div 15)$	4800	30000	0,7	7	2720	2120	3240	1210	2800	12300
5600	2 cấp $35/(6,3 \div 22)$	5270	34500	0,7	7	2830	2130	3260	1210	3120	13900
	3 cấp $35(22)/(6,3 \div 15)$	5420	34506	0,7	7	2840	2130	3270	1210	2340	14590
7500	2 cấp $35/(6,3 \div 22)$	8000	42000	0,7	7,5	2880	2150	3580	1430	4090	16100
	3 cấp $35(22)/(6,3 \div 15)$	8500	50000	0,7	7,5	2890	2210	3290	1430	4290	16900
10000	2 cấp $35/(6,3 \div 22)$	9000	58000	0,6	7,5	3160	2680	4010	1430	4180	16300
	3 cấp $35(22)/(6,3 \div 15)$	9500	60000	0,6	7,5	3170	2690	4050	1430	4360	17500

Ghi chú: Các máy biến áp có công suất, cấp điện áp và tổ đấu dây khác sẽ chế tạo theo đơn đặt hàng.

**Máy biến áp trung gian 110 kV/10 - 35 kV do
Công ty thiết bị Điện Đông Anh chế tạo**

Điện áp : 110 kV

Công suất : 25.000 kVA ÷ 63.000 kVA

Bảng 1.8.

Công suất (kVA)	U _{dm} (kV)	Tổn hao (W)		Dòng điện không tải I ₀ %	Điện áp ngắn mạch U _N %			Kích thước bao gói (mm)			Trọng lượng	
		không tải	có tải		CT	CH	TH	dài A	rộng C	cao B	dầu (lít)	toàn bộ (kg)
25000	115/23 (Y _{Nyn} (+d11))	22,0	126,0	0,41		10,3	-	5200	6200	4500	19500	53000
	115/38,5/23 (Y _{Nyn} 11-12)	23,0	138	0,33	10,3	17,4	6,5	6200	4180	5580	19600	60000
	115/23-15,75 (Y _{Nyn} a(+d11))	23,0	135	0,42	12,2	14,8	-	5400	5500	4900	19600	57000
40000	115/38,5/23 (Y _{Nd} yn 11-12)	28,0	185,0	0,33	10,5	17,5	6,5	6200	4400	5600	23000	86000
	115/23-15,75 (Y _{Nyn} a(+d11))	28,0	180,0	0,28	12,2	14,5	-	6200	4360	5600	23000	81920
63000	115/10,5 (Y _{Nd})	41,0	235,0	0,22		10,5	-	6000	4800	5800	31400	97000
	115/23 (Y _{Nyn} (+d11))	41,0	235,0	0,22		12,2	-	6200	5000	6000	31800	102000
	115/23-15,75 (Y _{Nyn} a(+d11))	41,0	235,0	0,22	12,2	14,8		6500	5110	6300	32800	108000

Ghi chú: Các máy biến áp có công suất, cấp điện áp và tổ đấu dây khác sẽ chế tạo theo đơn đặt hàng.

Một số đặc điểm cấu tạo

Máy được trang bị :

- Bộ điều chỉnh điện áp dưới tải phía 115 kV, phạm vi điều chỉnh điện áp $\pm 9 \times 1,78\%$. Với máy biến áp có ba cấp điện áp, có lắp bộ điều chỉnh điện áp không tải phía trung áp, phạm vi điều chỉnh điện áp $\pm 2 \times 2,5\%$.

- Tủ A.VR để lắp đặt trong phòng điều hành, trong đó có trang bị : Bộ tự động điều chỉnh điện áp kiểu VC-100-BU để điều khiển tự động việc điều chỉnh điện áp dưới tải. Bộ chỉ thị nấc kiểu PQ144 luôn cho biết nấc vận hành của bộ điều chỉnh điện áp dưới tải. 02 Bộ hiển thị nhiệt độ cuộn dây và dầu lớp trên hiện số kiểu PT100. Báo tín hiệu của chế độ làm việc của các thiết bị cần theo dõi trong quá trình vận hành bằng đèn tín hiệu. Báo động bằng còi và phát tín hiệu cắt máy trong các trường hợp máy biến áp quá áp, quá tải hoặc có sự cố. Điều khiển vận hành đối nấc điện áp dưới tải và hệ thống quạt mát ở các chế độ bằng tay, tự động từ trong phòng điều hành.

- Hệ thống quạt mát cánh tản nhiệt làm việc theo các chế độ : khởi động bằng tay, tự động theo tín hiệu của đồng hồ đo nhiệt độ dầu lớp trên. Nếu khách hàng có nhu cầu, hệ thống quạt mát có thể làm việc ở 2 cấp - một nửa và toàn bộ.

- Màng cao su ngăn cách dầu với không khí trong bình dầu phụ.

- Các thiết bị đo lường, bảo vệ gồm có : các biến dòng chân sứ, đồng hồ đo nhiệt độ cuộn dây, đồng hồ đo nhiệt độ dầu lớp trên, van an toàn, role hơi (Buchholz), role dòng dầu, đồng hồ báo mức dầu thùng dầu chính và dầu cho bộ điều chỉnh điện áp dưới tải.

Máy biến áp khô (10 - 36)/0,4 kV loại GEAFOL do Siemens chế tạo

Bảng 1.9

S_{dm} (kVA)	U_{dm} (kV)	U_N (%)	Loại 4GE...	ΔP_o (W)	ΔP_N (W)		Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)	Kích thước (mm)			
					75°C	120°C	mức 1	mức 2		dài	rộng	cao	Bánh xe
100	12	4	5044-3CA	440	1600	1900	45	59	630	1210	705	835	without wheels
		4	5044-3GA	320	1600	1900	37	51	760	1230	710	890	without wheels
		6	5044-3DA	360	2000	2300	45	59	590	1190	705	860	without wheels
		6	5044-3HA	300	2000	2300	37	51	660	1230	710	855	without wheels
	24	4	5064-3CA	600	1500	1750	45	59	750	1310	755	935	without wheels
		4	5064-3GA	400	1500	1750	37	51	830	1300	755	940	without wheels
		6	5064-3DA	420	1800	2050	45	59	660	1250	750	915	without wheels
		6	5064-3HA	330	1800	2050	37	51	770	1300	755	930	without wheels
160	12	4	5244-3CA	610	2300	2600	47	62	770	1220	710	1040	520
		4	5244-3GA	440	2300	2600	39	54	920	1290	720	1050	520
		6	5244-3DA	500	2300	2700	47	62	750	1270	720	990	520
		6	5244-3HA	400	2300	2700	39	54	850	1300	725	985	520
	24	4	5264-3CA	800	2200	2500	47	62	910	1330	725	1090	520
		4	5264-3GA	580	2200	2500	39	54	940	1310	720	1095	520
		6	5264-3DA	600	2500	2900	47	62	820	1310	725	1075	520
		6	5264-3HA	480	2500	2900	39	54	900	1350	765	1060	520
250	12	4	5444-3CA	820	3000	3500	50	65	1040	1330	730	1110	520
		4	5444-3GA	600	3000	3400	42	57	1170	1330	730	1135	520
		6	5444-3DA	700	2900	3300	50	65	990	1350	740	1065	520
		6	5444-3HA	570	2900	3300	42	57	1120	1390	745	1090	520

Tiếp bảng 1.9

	24	4	5464-3CA 5464-3GA 5464-3DA 5464-3HA	1050 800 880 650	2900 2900 3100 3100	3300 3300 3600 3600	50 41 50 41	65 57 65 57	1190 1230 990 1180	1390 1400 1360 1430	735 735 735 745	1120 1150 1140 1160	520 520 520 520
(315)	36	6	5475-3CA	1300	3800	4370	50	65	1700	1900	900	1350	520
	12	4	5544-3CA	980	3300	3800	52	67	1160	1370	820	1125	670
		4	5544-3GA	720	3300	3800	43	59	1320	1380	820	1195	670
		6	5544-3DA	850	3400	3900	51	67	1150	1380	830	1140	670
		6	5544-3HA	680	3400	3900	43	59	1290	1410	830	1165	670
400	24	4	5564-3CA	1250	3400	3900	51	67	1250	1410	820	1195	670
		4	5564-3GA	930	3400	3900	43	59	1400	1440	825	1205	670
		6	5564-3DA	1000	3600	4100	51	67	1190	1410	825	1185	670
		6	5564-3HA	780	3600	4100	43	59	1300	1460	830	1195	670
400	36	6	5575-3CA	1450	4500	5170	51	67	1900	1950	920	1400	670
	12	4	5644-3CA	1150	4300	4900	52	68	1310	1380	820	1265	670
		4	5644-3GA	880	4300	4900	44	60	1430	1380	820	1290	670
		6	5644-3DA	1000	4300	4900	52	68	1250	1410	825	1195	670
		6	5644-3HA	820	4300	4900	44	60	1350	1430	830	1195	670
500	24	4	5664-3CA	1450	3900	4500	52	68	1410	1440	825	1280	670
		4	5664-3GA	1100	3900	4500	44	60	1570	1460	830	1280	670
		6	5664-3DA	1200	4100	4700	52	68	1350	1480	835	1275	670
		6	5664-3HA	940	4100	4700	44	60	1450	1480	835	1280	670
(500)	36	6	5675-3CA	1700	5100	5860	52	68	2100	2000	920	1440	670
	12	4	5744-3CA	1350	4900	5600	53	69	1520	1410	830	1320	670
		4	5744-3GA	1000	4900	5600	45	61	1740	1450	835	1345	670
		6	5744-3DA	1200	5600	6400	53	69	1470	1460	845	1275	670
		6	5744-3HA	980	5600	6400	45	61	1620	1490	845	1290	670

Tiếp bảng 1.9

	24	4	5764-3CA	1700	4800	5500	53	69	1620	1500	835	1330	670
		4	5764-3GA	1270	4800	5500	44	61	1830	1540	840	1350	670
		6	5764-3DA	1400	5000	5700	53	69	1580	1540	850	1305	670
		6	5764-3HA	1100	5000	5700	45	61	1720	1560	850	1320	670
630	36 12	6	5775-3CA	1900	6000	6900	53	69	2500	2050	940	1500	670
		4	5844-3CA	1500	6400	7300	54	70	1830	1510	840	1345	670
		4	5844-3GA	1150	6400	7300	45	62	2070	1470	835	1505	670
		6	5844-3DA	1370	6400	7400	54	70	1770	1550	860	1295	670
		6	5844-3HA	1150	6400	7400	45	62	1990	1590	865	1310	670
(800)	24	4	5864-3CA	1950	6000	6900	53	70	1860	1550	845	1380	670
		4	5864-3GA	1500	6000	6900	45	62	2100	1600	850	1400	670
		6	5864-3DA	1650	6400	7300	53	70	1810	1580	855	1345	670
		6	5864-3HA	1250	6400	7300	45	62	2050	1620	860	1370	670
		6	5875-3CA	2200	7000	8000	53	70	2900	2070	940	1650	670
	36 12	4	5944-3CA	1850	7800	9000	55	72	2080	1570	850	1560	670
		4	5944-3GA	1450	7800	9000	47	64	2430	1590	855	1640	670
		6	5944-3DA	1700	7600	8700	55	72	2060	1560	865	1490	670
		6	5944-3HA	1350	7600	8700	47	64	2330	1500	870	1530	670
		4	5964-3CA	2100	7500	8600	55	72	2150	1610	845	1580	670
	24	4	5964-3GA	1600	7500	8600	47	64	2550	1650	855	1620	670
		6	5964-3DA	1900	7900	9100	55	71	210	1610	860	1590	670
		6	5964-3HA	1450	7900	9100	47	64	2390	1630	865	1595	670
		6	5975-3CA	2600	8200	9400	55	72	3300	2140	850	1850	670
		4	6044-3CA	2200	8900	10200	55	73	2480	1590	990	1775	820
1000	36 12	4	6044-3GA	1650	8900	10200	47	65	2850	1620	990	1795	820
		6	6044-3DA	2000	8500	9700	56	73	2420	1620	990	1560	820
		6	6044-3HA	1500	8500	9700	47	65	2750	1660	990	1560	820
		6											

Tiếp bảng 1.9

	24	4	6064-3CA 6064-3GA 6064-3DA 6064-3HA	2400 1850 2300 1750	8700 8700 9200 9600	10000 10000 10500 11000	55 47 55 47	73 65 73 65	2570 3060 2510 2310	1660 1680 1680 1730	990 990 990 990	1730 1815 1620 1645	820 820 820 820
(1250)	36 12	6 6 6	6075-3CA 6144-3DA 6144-3HA	3000 2400 1850	9500 9600 10500	10900 11000 12000	55 57 49	73 75 67	3900 2900 3370	2200 1780 1790	1050 990 990	1900 1605 1705	820 820 820
	24	6 6	6164-3DA 6164-3HA	2700 2100	10000 10500	11500 12000	57 49	75 67	3020 3490	1820 1850	990 990	1635 1675	820 820
1600	36 12	6 6 6	6175-3CA 6244-3DA 6244-3HA	3500 2800 2100	11000 11000 11400	12600 12500 13000	57 58 50	75 76 68	4500 3550 4170	2300 1840 1880	1060 995 1005	2000 2025 2065	520 1070 1070
	24	6 6	6264-3DA 6264-3HA	3100 2400	11800 12300	13500 14000	58 49	76 68	3640 4080	1880 1900	995 1005	2035 2035	1070 1070
(2000)	36 12	6 6 6	6275-3CA 6344-3DA 6344-3HA	4300 3600 2650	12700 14000 14500	14600 16000 16500	58 59 51	76 78 70	5600 4380 5140	2500 1950 1990	1100 1280 1280	2400 2150 2205	1070 1070 1070
	24	6 6	6364-3DA 6364-3HA	4000 3000	14500 14900	16500 17000	59 51	78 70	4410 4920	2020 2040	1280 1280	2160 2180	1070 1070
2500	36 12	6 6 6	6375-3CA 6444-3DA 6444-3HA	5100 4300 3000	15400 17600 18400	17700 20000 21000	59 62 51	78 81 71	6300 5130 6230	2500 2110 2170	1280 1280 1280	2400 2150 2205	1070 1070 1070
	24	6 6	6464-3DA 6464-3HA	5000 3600	17600 18000	20000 20500	61 51	81 71	5280 6220	2170 2220	1280 1280	2160 2180	1070 1070
36		6	6175-3CA	6400	18700	21500	61	81	7900	2700	1280	2400	1070

Trạm biến áp phân phối hợp bộ (trọn bộ)
do Siemens chế tạo

Bảng 1.10.

Loại trạm	8FB10	8FB11	8FB12	8FB15	8FB16	8FB17	P84
Bố trí các phần tử trong trạm BA - Biến áp C - Tủ cao áp H - Tủ hạ áp							
S_{dm} (kVA)	630	630	630	1000	1000	1000	> 1000
Kích thước (mm) Dài Rộng Cao	3290 1300 1650	2570 2100 1650	2100 2100 1650	3860 1500 1700	3120 2300 1700	2350 2300 1700	2100-2940 2100-2500 2400
Khối lượng (kg)	2280	2530	2400	3400	3800	3600	

Máy biến áp phân phối loại TUNORMA và TUMETIC
do Siemens chế tạo

Bảng 1.11.

S_{dm} (kVA)	U_{odm} (kV)	U_N (%)	Loại		ΔP_o (W)	ΔP_N (W)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)				Bánh xe (mm)			
			TA 4JB...	TC 4HB			mức 1	mức 2	TA	TC	Dài TA TC	Rộng TA TC	Cao TA TC					
50	12	4	4744-3LB		190	1350	42	55	340	350	860	980	660	660	1210	1085	520	
		4	4744-3RB		125	1100	34	47	400	430	825	1045	660	660	660	1210	1085	520
		4	4744-3TB		125	875	34	47	420	440	835	985	660	660	660	1220	1095	520

Tiếp bảng 1.11

S _{dm} (kVA)	U _{cdm} (kV)	U _N (%)	Loại		ΔP _o (W)	ΔP _N (W)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)				Bánh xe (mm)		
			TA 4JB	TC 4HB			mức 1	mức 2	TA	TC	Dài TA TC	Rộng TA TC	Cao TA TC				
50	24	4	4767-3LB		190	1350	42	55	370	380	760	860	660	660	1315	1235	520
		4	4767-3RB		125	1000	34	47	430	460	860	860	660	660	1300	1220	520
		4	4767-3TB		125	875	33	47	480	510	880	1100	685	660	1385	1265	520
	36	6	4780-3CB		230	1450	x	52	500	x	1000	x	710	x	1530	x	520
100	12	4	5044-3LB		320	2150	45	59	500	500	1090	1020	660	660	1275	1110	520
		4	5044-3RB		210	1750	35	49	570	570	980	980	660	660	1315	1145	520
		4	5044-3TB		210	1475	35	49	600	620	1030	930	660	660	1320	1150	520
	24	4	5067-3LB		320	2150	45	59	520	530	1020	1140	685	660	1360	1245	520
		4	5067-3RB		210	1750	35	49	600	610	1030	1030	690	660	1400	1280	520
		4	5067-3TB		210	1475	35	49	640	680	960	1060	695	660	1425	1305	520
	36	6	5080-3CB		380	2350	x	56	660	x	1050	x	780	x	1600	x	520
160	12	4	5244-3LA		460	3100	47	62	620	610	1140	1140	710	710	1350	1185	520
		4	5244-3RA		300	2350	37	52	700	690	1130	1010	660	660	1390	1220	520
		4	5244-3TA		300	2000	38	52	760	780	985	1085	660	660	1380	1215	520
	24	4	5267-3LA		460	3100	47	62	660	640	1150	1150	695	660	1440	1320	520
		4	5267-3RA		300	2350	37	52	730	730	1030	930	695	660	1540	1420	520
		4	5267-3TA		300	2000	37	52	800	820	1120	1120	710	660	1475	1355	520
	36	6	5280-3CA		520	3350	x	59	900	x	1120	x	800	x	1700	x	520

Ghi chú: TA - viết tắt của TUNORMA

TC - viết tắt của TUMETIC

Tiếp bảng 1.11

S _{dm} (kVA)	U _{cđm} (kV)	U _N (%)	Loại		ΔP _o (W)	ΔP _N (W)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)				Bánh xe (mm)		
			TA 4JB ₁	TC 4HB ₁			mức 1	mức 2	TA	TC	Dài TA TC	Rộng TA TC	Cao TA TC				
(200)	12	4	5344-3LA		550	3600	48	63	720	710	1190	1190	680	680	1450	1285	520
		4	5344-3RA		360	2760	38	53	840	830	1070	1120	660	660	1470	1300	520
		4	5344-3TA		360	2350	38	53	900	920	1130	1130	660	680	1450	1285	520
	24	4	5367-3LA		550	3600	48	63	800	780	1290	1290	820	800	1595	1425	520
		4	5367-3RA		360	2760	38	53	890	910	1110	1230	755	680	1630	1460	520
		4	5367-3TA		360	2350	38	53	950	980	1080	1180	705	690	1595	1430	520
	36	6	5380-3CA		600	3800	x	61	1000	x	1250	x	800	x	1700	x	520
		4	5444-3LA		650	4200	50	65	830	820	1300	1300	810	810	1450	1285	520
		4	5444-3RA		425	3250	40	55	940	920	1260	1260	670	820	1480	1415	520
		4	5444-3TA		425	2750	40	55	1050	1070	1220	1220	690	700	1530	1310	520
		4	5467-3LA		650	4200	49	65	920	900	1340	1340	800	760	1620	1450	520
		4	5467-3RA		425	3250	39	55	1010	1010	1140	1190	760	680	1675	1510	520
		4	5467-3TA		425	2750	40	55	1120	1140	1220	1340	715	710	1640	1475	520
		6	5480-3CA		650	4250	x	62	1100	x	1350	x	800	x	1680	x	520
		4	5544-3LA		780	5000	50	66	980	960	1440	1330	820	820	1655	1385	670
(315)	12	4	5544-3RA		510	3850	40	56	1120	1100	1400	1250	820	820	1690	1415	670
		4	5544-3TA		510	3250	40	56	1240	1260	1380	1260	820	820	1665	1390	670
		4	5567-3LA		780	5000	50	66	1050	1030	1450	1350	840	840	1655	1510	670
	24	4	5567-3RA		510	3850	40	56	1170	1150	1410	1270	820	820	1755	1610	670
		4	5567-3TA		510	3250	40	56	1250	1280	1395	1290	820	820	1675	1540	670
		6	5580-3CA		760	5400	x	64	1220	x	1420	x	960	x	1700	x	670

Máy biến áp phân phối loại TUNORMA và JUMEGC do Siemens chế tạo

Tiếp bảng 1.11

S _{dm} (kVA)	U _{cdm} (kV)	U _N (%)	Loại	ΔP_o (W)	ΔP_N (W)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)				Bánh xe (mm)
						mức 1	mức 2	TA	TC					
400	12	4	5644-3LA	930	6000	52	68	1180	1160	1470	1390	930	930	670
		4	5644-3RA	610	4600	42	58	1320	1310	1400	1360	820	820	670
		4	5644-3TA	610	3850	42	58	1470	1470	1410	1390	820	820	670
	24	4	5667-3LA	930	6000	52	68	1240	1220	1570	1570	940	940	670
		4	5667-3RA	610	4600	42	58	1370	1350	1475	1400	820	820	670
		4	5667-3TA	610	3850	42	58	1490	1520	1440	1400	820	820	670
(500)	36	6	5580-3CA	930	6200	x	65	1480	x	1470	x	990	x	670
		4	5744-3LA	1100	7100	53	69	1410	1380	1500	1430	840	840	670
		4	5744-3RA	720	5450	42	59	1650	1620	1560	1550	890	890	670
	24	4	5744-3TA	720	4550	43	59	1700	1710	1500	1470	820	820	670
		4	5767-3LA	1100	7100	53	69	1460	1440	1470	1530	835	850	670
		4	5767-3RA	720	5450	42	59	1650	1620	1495	1420	835	820	670
	36	4	5767-3TA	720	4550	43	59	1860	1910	1535	1500	820	820	670
		6	5780-3CA	1050	7800	x	66	1680	x	1510	x	1030	x	670
630	12	4	5844-3LA	1300	8400	53	70	1660	1660	1680	1480	880	880	670
		4	5844-4RA	860	6500	43	60	1850	1810	1495	1420	835	820	670
		4	5844-3TA	860	5400	53	60	2000	1990	1535	1380	820	820	670
		6	5844-3PA	1200	8700	53	70	1750	1760	1720	1560	890	890	670
		6	5844-3SA	800	6750	43	60	1950	1920	1665	1600	870	870	670
		6	5844-3UA	800	5600	43	60	2160	2130	1670	1560	830	830	670

Tiếp bảng 1.11.

S _{dm} (kVA)	U _{cdm} (kV)	U _N (%)	Loại	ΔP _o (W)	ΔP _N (W)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)				Bánh xe (mm)		
						mức 1	mức 2	TA	TC	dài TA TC	rộng TA TC	cao TA TC				
630	24	4	5867-3LA	1300	8400	53	70	1690	1650	1665	860	860	1810	1595	670	
		4	5867-3RA	860	6500	43	60	1940	1920	1685	870	870	1910	1695	670	
		4	5867-3TA	860	5400	43	60	2100	2130	1660	820	820	1940	1725	670	
		6	5867-3PA	1200	8700	53	70	1730	1720	1780	880	880	1760	1610	670	
		6	5867-3SA	800	6750	43	60	1970	1960	1645	830	830	1810	1595	670	
		6	5867-3UA	800	5600	43	60	2240	2210	1740	880	880	1840	1625	670	
(800)	36	6	5880-3CA	1300	8800	x	67	1950	x	1740	x	1080	x	1940	x	670
		6	5944-3PA	1450	10700	55	72	1990	1960	1780	1000	1000	1905	1660	670	
		6	5944-3SA	950	8500	45	62	2210	2290	1720	900	960	1935	1630	670	
		6	5944-3UA	950	7400	44	62	2520	2490	1760	920	920	1975	1730	670	
		6	5967-3PA	1450	10700	55	72	2000	1950	1720	1000	1000	1885	1670	670	
		6	5967-3SA	950	8500	45	62	2390	2340	1760	960	960	1945	1730	670	
1000	36	6	5967-3UA	950	7400	44	62	2590	2550	1770	930	930	1985	1780	670	
		6	45980	1520	11000	x	68	2400	x	1800	x	1100	x	2030	x	670
		6	3CA	1700	13000	55	73	2450	2640	1790	1000	1000	2095	2070	820	
		6	6044-3PA	1100	10500	45	63	2660	2610	1830	1040	1040	2025	1770	820	
		6	6044-3SA	1100	9500	45	63	2800	2750	1830	1040	1040	2105	1840	820	
		6	6044-3UA	1700	13000	55	73	2530	2720	1830	1030	1030	2095	2120	820	
1000	24	6	6067-3PA	1100	10500	45	63	2750	2690	1790	1050	1050	2055	1840	820	
		6	6067-3SA	1100	9500	45	63	2830	2810	1725	990	990	2065	1850	820	
		6	6067-3UA	1700	13000	55	73	2530	2720	1830	1030	1030	2095	2120	820	
		6	6067-3PA	1100	10500	45	63	2750	2690	1790	1050	1050	2055	1840	820	
		6	6067-3SA	1100	9500	45	63	2830	2810	1725	990	990	2065	1850	820	
		6	6067-3UA	1700	13000	x	68	2850	x	2120	x	1160	x	2220	x	820

Máy biến áp phân phối loại TUNORMA và TUMETIC
do Siemens chế tạo

Tiếp bảng 1.11

S _{dm} (kVA)	U _{cđm} (kV)	U _N (%)	Loại		ΔP _o (W)	ΔP _N (W)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)			Bánh xe (mm)				
			TA 4JB...	TC 4JH...			TA	TC	TA	TC	dài TA TC	rộng TA TC	cao TA TC					
(1250)	12	6	6144-3PA		2100	16000	56	74	2900	3080	1930	1850	1100	2110	2070	820		
		6	6144-3SA		1300	13200	46	64	3100	3040	1810	1780	990	2145	1880	820		
		6	6144-3UA		1300	11400	46	64	3340	3040	1755	1720	1015	1000	2235	1970	820	
	24	6	6167-3PA		2100	16000	56	74	2950	3200	2020	1780	1100	2110	2220	820		
		6	6167-3SA		1300	13200	46	64	3190	3120	1840	1810	1060	2115	1900	820		
		6	6167-3UA		1300	11400	46	64	3390	3330	1810	1780	990	2245	2030	820		
	36	6	6180-3CA		2150	16400	x	70	3360	x	2150	x	1250	2350	x	820		
		1600	12	6	6244-3PA		2600	20000	57	76	3450	3590	1790	1870	1140	2315	2095	820
				6	6244-3SA		1700	17000	47	66	3640	3590	2030	1760	1090	2315	2010	820
6	6244-3UA				1700	14000	47	66	3930	3880	2020	1900	1100	2395	2070	820		
	24	6	6267-3PA		2600	20000	57	76	3470	3690	2070	1830	1120	2335	2320	820		
		6	6267-3SA		1700	17000	47	66	3670	3850	2030	2000	1070	2265	2120	820		
		6	6267-3UA		1700	14000	47	66	4010	3950	2000	1850	1030	2305	2010	820		
	36	6	6280-3CA		2600	19200	x	71	3930	x	2170	x	1340	2480	x	820		

Máy biến áp phân phối loại TUNORMA và TUMETIC
do Siemens chế tạo

Tiếp bảng 1.11

S _{dm} (kVA)	U _{dm} (kV)	U _N (%)	Loại	ΔP _o (W)	ΔP _N (W)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)				Bánh xe (mm)			
						TA 4JB..	TC 4JHL	TA	TC	TA	TC	dài TA TC	rộng TA TC		cao TA TC		
(2000)	12	6	6344-3PA	2900	25300	58	78	4390	4450	2100	1890	1330	1330	2555	2540	1070	
		6	6344-3SA	2050	21200	49	68	4270	4430	2080	1840	1330	1330	2455	2250	1070	
		6	6344-3UA	2050	17500	49	68	4730	4710	2020	1730	1330	1330	2495	2170	1070	
	24	6	6367-3PA	2900	25300	58	78	4480	4500	2020	1860	1330	1330	2655	2660	1070	
		6	6367-3SA	2050	21200	49	68	4290	4490	2190	2030	1330	1330	2425	2280	1070	
		6	6367-3UA	2050	17500	49	68	4910	4840	2110	1980	1330	1330	2475	2180	1070	
	36	6	63780-	3200	22000	x	75	5100	x	2260	x	1380	x	2560	x	1070	
		2500	6	3CA	3500	29000	61	81	5200	5090	2115	2030	1345	1330	2685	2550	1070
			6	6444-3PA	2500	26500	51	71	5150	5110	2195	1950	1345	1330	2535	2450	1070
6	6444-3SA		2500	22000	51	71	5790	5660	2190	2190	1330	1330	2565	2240	1070		
	24	6	6444-3UA	3500	29000	61	81	5420	5220	2115	2030	1335	1330	2785	2675	1070	
		6	6467-3PA	2500	26500	51	71	5260	5220	2195	2030	1335	1335	2585	2580	1070	
		6	6467-3SA	2500	22000	51	71	5640	5470	2160	2080	1330	1330	2605	2305	1070	
	36	6	6467-3UA	3800	29400	x	76	5900	x	2320	x	1390	x	2790	x	1070	

Máy biến áp trung gian hai cuộn dây điện áp 35 kV,
công suất 20 ÷ 31,5 MVA, điều chỉnh điện áp dưới tải,
do Siemens chế tạo

Bảng 1.12.

S _{dm} (MVA)		ΔP _o (kW)	ΔP _N (kW)		U _N (%)		Kích thước (mm)			Khối lượng tổng (kg)	Khối lượng dầu (kg)
ONAN	ONAF		ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	dài	rộng	cao		
10	16	12	31	80	6,3	10	4800	2450	3900	27000	6200
12,5	20	14	37	95	6,3	10	4900	2500	4000	30000	6700
16	25	16	45	111	6,4	10	5050	2500	4100	34000	7000
20	31,5	19	52	130	6,4	10	5300	2550	4600	41000	9000

Máy biến áp trung gian hai cuộn dây điện áp 35 kV,
công suất 25 - 31,5 MVA, điều chỉnh điện áp thường,
do Siemens chế tạo

Bảng 1.13.

S _{dm} (MVA)		ΔP _o (kW)	ΔP _N (kW)		U _N (%)		Kích thước (mm)			Khối lượng (kg)	
ONAN	ONAF		ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	dài	rộng	cao	dầu	tổng
10	16	12	31	80	6,3	10	3700	2350	3900	2200	4200
12,5	20	14	37	95	6,3	10	3800	2350	4000	2500	4500
16	25	16	45	110	6,4	10	3900	2400	4100	3000	5000
20	31,5	19	52	130	6,4	10	4200	2450	4600	3500	5700

Máy biến áp trung gian hai cuộn dây, điện áp từ 72,5 đến 145 kV,
điều chỉnh điện áp dưới tải, do Siemens chế tạo

Bảng 1.14.

S _{dm} (MVA)		ΔP _o (kW)	ΔP _N (kW)		U _N (%)		Kích thước (mm)			Khối lượng (kg)	
ONAN	ONAF		ONAN	ONAF	ONAN	ONAF	dài	rộng	cao	dầu	tổng
10	16	13	42	108	9,6	15,4	6600	2650	4700	12000	39000
12,5	20	15	45	115	9,4	15,0	6700	2700	4800	12500	43000
16	25	17	51	125	9,6	15,0	6750	2750	5300	13500	48000
20	31,5	20	56	140	9,6	15,1	6800	2800	5400	14000	54000
25	40	24	63	160	9,5	15,2	6900	2900	5400	14500	67000
31,5	50	28	71	180	9,5	15,0	7050	2950	5500	17000	70000
40	63	35	86	214	9,8	15,5	7100	3000	5700	18000	82000
50	80	41	91	232	10,0	16,0	7400	3100	5800	20500	97000
63	100	49	113	285	10,5	16,7	7800	3250	6100	25500	118000

Máy biến áp hai cuộn dây, công suất 3150 đến 10000 kVA,
điện áp đến 123 kV, điều chỉnh điện áp thường,
do Siemens chế tạo

Đầu phân áp : $\pm 2 \times 2,5\%$

Điện áp ngắn mạch : 6 - 10%

Bảng 1.15.

S _{dm} (kVA)	U _{Cdm} (kV)	U _{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)	
					tổng	dầu	dài/rộng/cao	Bánh xe
3150	6,1 - 36	3-24	4,6	28	7200	1600	2800/1850/2870	1070
4000	7,8 - 36	3-24	5,5	33	8400	1900	3200/2170/2940	1070
	50 - 72,5	3-24	6,8	35	10800	3100	3100/2300/3630	1070
5000	9,5 - 36	4 - 24	6,5	38	9800	2300	2550/2510/3020	1070
	50 - 72,5	4 - 24	8,0	41	12200	3300	3150/2490/3730	1070
	90 - 123	5 - 36	9,8	46	17500	6300	4560/2200/4540	1505
6300	12,2 - 36	5 - 24	7,7	45	11700	2500	2550/2840/3200	1505
	50 - 72,5	5 - 24	9,3	48	13600	3700	3200/2690/3080	1505
	90 - 123	5 - 36	11,0	53	18900	6600	4780/2600/4540	1505
8000	12,2 - 36	5 - 24	9,4	54	14000	3300	2580/2770/3530	1505
	50 - 72,5	5 - 24	11,0	56	15900	4200	3250/2850/4000	1505
	90 - 123	5 - 36	12,5	62	21500	7300	4880/2630/4590	1505
10000	15,2 - 36	6 - 24	11,0	63	16600	3900	2670/2900/3720	1505
	50 - 72,5	6 - 24	12,5	65	18200	4700	4060/2750/4770	1505
	90 - 123	5 - 36	14,0	72	25000	8600	4970/2900/4810	1505

Máy biến áp hai cuộn dây công suất 3150 đến 10 000 kVA
điện áp đến 123 kV, điều chỉnh điện áp dưới tải,
do Siemens chế tạo

Số đầu phân áp $8 \times 2\% = 16\%$; $U_N(\%) = 6 \rightarrow 10\%$

Tổ đấu dây Y/Y hoặc Y/ Δ

Bảng 1.16.

S _{dm} (kVA)	U _{Cdm} (kV)	U _{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)	
					tổng	dầu	dài/rộng/cao	Bánh xe
3150	10,9 - 36	3 - 24	4,8	29	9100	2300	3400/2300/2900	1070
4000	9,2 - 36	3 - 24	5,8	35	10300	2600	3500/2700/3000	1070
	50 - 72,5	4 - 24	7,1	37	13700	4100	4150/2350/3600	1070

Tiếp bảng 1.16

S _{dm} (kVA)	U _{Cdm} (kV)	U _{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	Khối lượng (kg)		Kích thước (mm)	
					tổng	dầu	dài/rộng/cao	Bánh xe
5000	11,5 - 36	4 - 24	6,8	40	12300	3100	3600/2400/3200	1070
	50 - 72,5	5 - 24	8,4	43	15200	4500	4200/2700/3700	1070
	90 - 123	5 - 36	9,8	49	21800	8000	5300/2700/4650	1070
6300	14,4 - 36	5 - 24	8,1	47	14000	3600	3700/2700/3300	1070
	50 - 72,5	5 - 24	9,8	50	17000	5000	4300/2900/3850	1070
	90 - 123	5 - 36	11,5	56	23000	8500	5600/2900/4650	1505
8000	18,3 - 36	5 - 24	9,9	57	17000	4500	3850/2500/3500	1505
	50 - 72,5	5 - 24	11,5	59	19700	6000	4600/2800/4050	1505
	90 - 123	5 - 36	13,1	65	25500	9000	5650/2950/4650	1505
10 000	22,9 - 36	6 - 24	11,5	66	20000	5200	4400/2600/3650	1505
	50 - 72,5	6 - 24	13,1	68	22500	6500	5200/2850/4100	1505
	90 - 123	5 - 36	14,7	76	29500	10250	5750/2950/4700	1505

Một số máy biến áp Siemens đặt tại Việt Nam

Bảng 1.17.

Loại	Công suất MVA	Dầu phân áp	ΔP_o kW	I _o %	ΔP_N (kW)			U _N (%)		
					C-T	C-H	T-H	C-T	C-H	T-H
115/38,5/23-40 (MVA) chế tạo tại Ukraine (ZTR)	40/25/40	$115 \pm 8 \times 1,75\%$ $23 \pm 2 \times 2,5\%$	≤ 30	0,35	140	-	-	11	20	9
Tự ngẫu 500/220/35-150 (MVA)	150/150/50	$\pm 17 \times 125\%$	38	0,06	4215	553,5	103,5	39,6	12,5	21,2
Tự ngẫu 220/110/22-125 (MVA) chế tạo tại Ukraine (ZTR)	125/125/45	$\pm 8 \times 125\%$	43	0,5	125	185	110	40	12,5	24
Tự ngẫu 500/220/35-150 Ukraine chế tạo	150/150/50	$\pm 8 \times 125\%$	60	-	85	260	80	34,5	12,5	18,5
Tự ngẫu 220/110/22-125 (MVA) chế tạo tại Thổ Nhĩ Kỳ (AEG)	75/100/125	$\pm 8 \times 125\%$	45	-	250	-	-	10,5	9	-

Tiếp bảng 1.17

Loại	Công suất (MVA)	Đầu phân áp	ΔP_o (kW)	I_o (%)	ΔP_N (kW)			U_N (%)		
					C-T	C-H	T-H	C-T	C-H	T-H
Tự ngẫu 220/110/22-12 (MVA) chế tạo tại Đức (MR)	125/125/25	$220 \pm 8 \times 1,25\%$ $23 \pm 2 \times 2,5\%$	≤ 40	0,2	≤ 250	-	-	11	29	18
Tự ngẫu 220/110/23	125/125/45	$\pm 19 \times 1,25\%$	38	-	280	-	-	-	13,4	-

Máy biến áp do Alsthom chế tạo

Bảng 1.18.

Loại	S_{dm} (MVA)	U_{cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	U_{Tdm} (kV)	Kích thước (mm)			Khối lượng (kg)
					dài	rộng	cao	
Giảm áp 2 cuộn dây	70	$227 \pm 16\%$	21	-	7600	5000	6800	87.500
Giảm áp 3 cuộn dây	300	230	13,8	115	9940	7450	9300	234.000
Tăng áp 2 cuộn dây	400	$225 \pm 2 \times 2,25\%$	22	-	10.200	8700	8000	302.000
Tăng áp 2 cuộn dây	340	$525 + 2,5\% - 3 \times 2,5\%$	18	-	9000	5000	7000	269.000
Tăng áp 2 cuộn dây	750	$525 \pm 2 \times 2,5\%$	20	-	14.700	64.000	10.700	440.000

Máy biến áp khô SCR 6,10/0,4 kV do Yunnan chế tạo

Bảng 1.19.

Công suất (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ đấu dây	Tổn thất không tải (W)	Tổn thất ngắn mạch (W)	Dòng điện không tải (%)	Điện áp ngắn mạch (%)
30	6, 6,3, 10 ±5% hoặc ±2 x 2,5%	0,4	Yyno	240	890	3,0	
50				340	1 260	2,8	
63			Dyn11	440	1 600		
80				460	1 740		
100				500	1 900		

Tiếp bảng 1.19

Tiếp dung 1.19

Công suất (kVA)	U_{Gdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ đấu dây	Tổn thất không tải (W)	Tổn thất ngắn mạch (W)	Dòng điện không tải (%)	Điện áp ngắn mạch (%)	
125	6, 6.3, 10 $\pm 5\%$ hoặc $\pm 2 \times 2.5\%$	0.4	Yyno Dyn11	590	2330	2.0	4	
160				680	2680	1.8		
200				780	3100			
250				900	3300			
315				1100	4000	1.8	6	
400				1220	4500			
500				1450	5500			
630				1600	6500			
800				1800	7800	1.3		
1000				2150	9100			
1250				2550	11000			
1600				3000	12000			
2000				3500	15000	1.2		
2500				4000	18000			

Bảng 1.20.

Kích thước và khối lượng của máy biến áp SCR 10 kV

Loại máy	Kích thước (mm)				Khối lượng (kg)
	rộng	cao	dài	Khoảng cách hai bánh xe	
SCR - 200/10	1 040	1 620	1 615	550	1150
SCR - 250/10	1 040	1 620	1 615	660	1440
SCR - 315/10	1 040	1 620	1 615	660	1515
SCR - 400/10	1 090	1 870	1 745	600	1740
SCR - 500/10	1 090	1 870	1 745	660	1820
SCR - 630/10	1 090	1 870	1 745	660	2100
SCR - 800/10	1 090	1 870	1 745	820	2475
SCR - 1000/10	1 210	2045	2 015	820	3125
SCR - 1250/10	1 210	2045	2 015	820	3855
SCR - 1600/10	1 210	2045	2 015	820	4305
SCR - 2000/10	1 325	2415	2 115	820	4800
SCR - 2500/10	1 325	2415	2 115	820	6370

Máy biến áp ba pha hai cuộn dây 35/10,6 kV loại SF8 điều chỉnh điện áp thường do Yunnan chế tạo

Thông số kỹ thuật

Bảng 1.21

Loại	Công suất (kVA)	U_{cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	DP_N (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_0 (%)	Tổ đấu dây
SF8	8000	35 hoặc $38,5 \pm 2 \times 2,5\%$	11	9,9	45	7,5	0,8	YN dli
SF8	10.000		10,5	12,2	53	7,5	0,8	
SF8	12.500		10	14,4	63	8,0	0,6	
SF8	16.000		6,6	15,2	77	8,0	0,6	
SF8	20.000		6,3	20,3	93	8,0	0,6	
SF8	25.000		6	23,9	110	8,0	0,6	
SF8	31500							

Kích thước và khối lượng

Bảng 1.22

Loại	Công suất (kVA)	Khối lượng (kg)				Kích thước (mm)			Khoảng cách giữa hai bánh xe
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng biến áp	dài	rộng	cao	
SF8	8000	9030	2769	14850	13150	3445	2935	3430	1475
SF8	10000	11030	3450	18185	15550	3665	3170	3635	1475
SF8	12500	12955	4280	20680	18470	3670	3570	3460	1475
SF8	16000	15340	4600	24225	21785	4120	2885	4270	1475
SF8	20000	19195	5710	30467	26845	3735	3760	4370	1475
SF8	25000	21010	5825	32455	29240	4040	3755	3840	1475
SF8	31500								

Máy biến áp ba pha hai cuộn dây 35/10,6 kV loại SFZ8 điều chỉnh điện áp dưới tải, do Yunnan chế tạo

Thông số kỹ thuật

Bảng 1.23.

Loại	Công suất (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_o (%)	Tổ đấu dây
SFZ8	8000	35 hoặc $38,5 \pm 2 \times 2,5\%$	11	12,3	47,5	7,5	11	YNdll
SFZ8	10000		10,5	12,3	56,2	7,5	0,9	
SFZ8	12500		10					
SFZ8	16000		6,6	16,2	81,3	8,0	10	
SFZ8	20000		6,3					
SFZ8	25000		6					
SFZ8	31500							

Kích thước và khối lượng

Bảng 1.24.

Loại	Công suất (kVA)	Khối lượng (kg)				Kích thước (mm)			
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng biến áp	dài	rộng	cao	Khoảng cách giữa hai bánh xe
SFZ8	8000	9135	4395	17460	15230	3850	3285	3860	1475
SFZ8	10000	10305	5460	20045	17970	3790	3130	3695	1475
SFZ8	12500	12530	5560	22210	19165	4245	3530	3695	1475
SFZ8	16.000	14979	6232	26102	23478	4320	3935	3685	1475
SFZ8	20.000								
SFZ8	25.000								
SFZ8	31500								

Máy biến áp hai cuộn dây 110/10,6 kV loại SF8, điều chỉnh điện áp thường, do Yunnan chế tạo

Thông số kỹ thuật

Bảng 1.25.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_o (%)	Tổ đấu dây
SF8	8000	110 ± 2 $\times 2,5\%$ hoặc 121 ± 2 $\times 2,5\%$	11 10,5 10 6,6 6,3 6	12,0	50	10,5	0,95	YNdll
SF8	10000			14,0	59		0,90	
SF8	12500			16,5	70		0,85	
SF8	16000			19,0	86		0,80	
SF8	20000			22,0	104		0,75	
SF8	25000			25,0	123		0,70	
SF8	31500			29,5	148		0,65	
SF8	40000			34,0	174		0,60	
SF8	50000			41,0	216		0,55	
SF8	63000			50,0	250		0,50	

Kích thước và trọng lượng

Bảng 1.26.

Loại	S_{dm} (kVA)	Trọng lượng (kg)				Kích thước (mm)			
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng BA	dài	rộng	cao	Khoảng cách giữa hai bánh xe
SF8	8000	9795	4939	18821	16410	4025	3540	4215	1475
SF8	10000	11480	5338	21604	18229	4100	3600	4200	1475
SF8	12500	13250	5832	23946	20631	4410	3780	4335	1475
SF8	16000	15375	6345	27160	23447	4040	4165	4585	2040
SF8	20000	19050	7245	32950	28475	4370	4130	4740	2040
SF8	25000	22710	8141	38726	33480	4690	4090	4895	2040

Tiếp bảng 1.26

Loại	S_{dm} (kVA)	Trọng lượng (kg)				Kích thước (mm)			
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng BA	dài	rộng	cao	Khoảng cách giữa hai bánh xe
SF8	31.500	26030	8450	42445	37279	4170	4170	5000	2040
SF8	40.000								
SF8	50.000								
SF8	63.000								

Máy biến áp hai cuộn dây 110/10 - 6 kV loại SFZ8, điều chỉnh điện áp dưới tải, do Yunnan chế tạo

Thông số kỹ thuật

Bảng 1.27.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_o (%)	Tổ đấu dây
SFZ8	8000	110 hoặc 121 ± 8 $\times 125\%$ hoặc $\pm 8 \times 1,5\%$	11 10,5 6,6 6,3	13,2	50	10,5	1,10	YNd11
SFZ8	10000			15,2	59		1,05	
SFZ8	12500			17,5	70		1,00	
SFZ8	16000			20,5	86		0,95	
SFZ8	20000			23,5	104		0,90	
SFZ8	25000			27,0	123		0,85	
SFZ8	31500			31,0	148		0,80	
SFZ8	40000			37,0	174		0,75	
SFZ8	50000			44,0	216		0,70	
SFZ8	63000			56,0	260		0,65	

Kích thước và khối lượng

Bảng 1.28.

Loại	S_{dm} (kVA)	Trọng lượng (kg)				Kích thước (mm)			
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng BA	dài	rộng	cao	Khoảng cách giữa hai bánh xe
SFZ8	8000								
SFZ8	10000	11505	8007	25044	21554	4941	4167	4678	2040
SFZ8	12500								
SFZ8	16000	16070	9505	32997	28415	5000	3180	4490	2040
SFZ8	20000								
SFZ8	25000								
SFZ8	31500								
SFZ8	40000	35050	18373	65680	58715	6415	4500	5490	2980
SFZ8	50000	36265	16641	66175	58273	6020	4440	5565	2980

Máy biến áp ba cuộn dây 110 kV loại SF8, điều chỉnh điện áp thường, do Yunnan chế tạo

Thông số kỹ thuật

Bảng 1.29.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Tdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_o (%)	Tổ đấu dây
SFS8	8000	$110 \pm 2 \times 2,5\%$ hoặc $121 \pm 2 \times 2,5\%$	35 hoặc $38,5 \pm 2 \times 2,5\%$ hoặc $\pm 8 \times 1,5\%$	11 10,5 10 6,6 6,3	14,5	63		1,20	YN ynod11
SFS8	10000				17,0	74		1,15	
SFS8	12500				19,5	87		1,10	
SFS8	16000				22,0	106		0,05	
SFS8	20000				26,0	125		1,00	
SFS8	25000				29,5	148		0,95	
SFS8	31500				34,0	175		0,90	

Tiếp bảng 1.29

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Tdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_o (%)	Tổ đấu dây
SFS8	40000	121 ± 2 $\times 2,5\%$	35 hoặc 85,5 $\times$ 5%	6,3 6	40,0	210		0,85	
SFS8	50000				48,0	250		0,80	
SFS8	63000				57,0	300		0,75	

Khối lượng và kích thước

Bảng 1.30.

Loại	S_{dm} (kVA)	Trọng lượng (kg)				Kích thước (mm)			
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng BA	dài	rộng	cao	Khoảng cách giữa hai bánh xe
SFS8	8000								
SFS8	10000	13370	7447	26573	25840	4380	3960	4170	1475
SZS8	12500	16950	8432	31527	27489	4735	3830	4505	2040
SFS8	16000	19140	8337	34838	31074	5115	3685	4595	1475
SFS8	20000	22205	9470	39977	34870	5100	4120	4790	2040
SFS8	25000								
SFS8	31500								
SFS8	40000								
SFS8	50000								
SFS8	63000	51960	16630	83670	74020	5962	4630	5250	2950

Máy biến áp ba cuộn dây 110 kV loại SFSZ8 điều chỉnh điện áp thường, do Yunnan chế tạo

Thông số kỹ thuật

Bảng 1.31.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Tdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_o (%)	Tổ đấu dây
SFSZ8	8000	110 ± 8 $\times 125\%$ hoặc ± 8 $\times 15\%$	35 hoặc $38,5 \pm 2 \times 2,5\%$	11	16,0	63		1,25	YN ynod11
SFSZ8	10000				18,0	74		1,20	
SFSZ8	12500				21,0	87		1,15	
SFSZ8	16000				24,5	106		1,10	
SFSZ8	20000			10,5	28,0	125		1,05	
SFSZ8	25000			6,6	32,0	148		1,00	
SFSZ8	31500				38,0	175		0,95	
SFSZ8	40000		35 hoặc $38,5 \times 5\%$	6,3	43,0	210		0,90	
SFSZ8	50000				52,0	250		0,85	
SFSZ8	63000				63,0	300		0,80	

Kích thước và khối lượng

Bảng 1.32.

Loại	S_{dm} (kVA)	Trọng lượng (kg)				Kích thước (mm)			
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng BA	dài	rộng	cao	Khoảng cách giữa hai bánh xe
SFSZ8	8000								
SFSZ8	10000	14955	11400	33621	28755	5645	3760	4380	2040
SFSZ8	12500								
SFSZ8	16000	20500	13134	43116	37469	5870	4200	4440	2040
SFSZ8	20000	23065	14053	47800	41953	6050	4315	5100	2040
SFSZ8	25000	27690	15372	53982	47713	6050	4350	5185	2980

Tiếp bảng 1.32.

Loại	S_{dm} (kVA)	Trọng lượng (kg)				Kích thước (mm)			
		vỏ và phụ kiện	dầu	tổng	riêng BA	dài	rộng	cao	Khoảng cách giữa hai bánh xe
SFSZ8	31500	34470	18482	65206	57660	6275	4495	5525	2980
SFSZ8	40000	39675	19093	73879	65704	6410	4470	5505	2980
SFSZ8	50000	48145	22423	86210	77307	6550	4830	5735	2980
SFSZ8	63000								

Máy biến áp khô 35/0,4 kV do Chong Qing chế tạo

$$U_{Cdm}(\text{kV}) = 35(38,5 - 36 - 30) ; U_{IIdm} = 0,4 \text{ kV}$$

Bảng 1.33.

Loại	S_{dm} (kVA)	ΔP_o (W)	ΔP_l (W)		I_o (%)	U_N (%)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)	Kích thước (mm)			
			100°C	120°C			mức 1	mức 2		dài	rộng	cao	bánh xe
SCB8-315/35	315	1200	4620	4900	2.0	6	60	52	1600	1620	870	1495	660
SCB8-400/35	400	1500	5950	6300	1.9	6	60	52	1750	1710	870	1555	660
SCB8-500/35	500	1800	7300	7750	1.5	6	63	53	2180	1710	870	1605	660
SCB8-630/35	630	2000	8500	9030	1.5	6	63	53	2500	1830	870	1775	660
SCB8-800/35	800	2500	10000	10700	1.5	6	66	53	3120	1920	1085	1840	820
SCB8-1000/35	1000	2800	11500	12300	1.5	6	66	54	3800	1920	1085	1900	820
SCB8-1250/35	1250	3200	14000	14900	1.5	6	67	54	4200	2050	1085	2040	820
SCB8-1600/35	1600	3800	17000	18100	1.5	6	68	55	5380	2200	1085	2120	820
SCB8-2000/35	2000	4600	20000	21300	1.5	6	68	55	6110	2290	1085	2210	820
SCB8-2500/35	2500	5000	24000	25500	1.5	7	70	58	6600	2290	1085	2370	220

Máy biến áp khô 35/10 kV, do Chong Qing chế tạo

$$U_{Cdm} = 35 \text{ (38,5) kV}$$

$$U_{Hdm} = 11, 10,5, 10, 6,3, 6, 3,15 \text{ kV}$$

Bảng 1.34.

Loại	S_{dm} (kVA)	ΔP_o (W)	ΔP_N (W)		I_o (%)	U_N (%)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)	Kích thước (mm)			
			100°C	120°C			mức 1	mức 2		dài	rộng	cao	bánh xe
SC8-800/35	800	2720	10300	11000	1,5	6	66	58	3120	1920	1085	1840	820
SC8-1000/35	1000	3000	12000	12800	1,5	6	66	58	3800	1920	1085	1900	820
SC8-1250/35	1250	3500	14200	15100	1,5	6	67	59	4200	2050	1085	2040	820
SC8-1600/35	1600	4200	17000	18100	1,5	6	68	60	5380	2200	1085	2120	820
SC8-2000/35	2000	4850	20000	21300	1,5	6	68	60	6110	2290	1085	2210	820
SC8-2500/35	2500	5500	24100	25500	1,5	7	70	61	6600	2290	1085	2370	820
SC8-3150/35	3150	6800	27000	28700	1,3	7	74	62	8900	2640	1340	2370	1070
SC8-4000/35	4000	8000	32500	34500	1,3	9	74	62	9710	2740	1340	2490	1070
SC8-5000/35	5000	9500	38500	40900	1,3	9	74	62	11670	2980	1340	2570	1070
SC8-6300/35	6300	11000	45000	47800	1,3	9	75	63	13860	3060	1340	2600	1475
SC8-8000/35	8000	12500	50000	53000	1,3	9	75	63	16100	3210	1340	2810	1475
SC8-10000/35	10000	14500	61300	65000	1,3	9	75	64	21150	3480	1340	2940	1475

Máy biến áp khô 10/0,4 kV do Chong Qing chế tạo

$$U_{Cdm} = 10 \text{ (11, 10,5, 6,3, 6, 3,15) kV}$$

$$U_{Hdm} = 0,4 \text{ (6,3, 6, 3,5, 3, 0,69, 0,415) kV}$$

Bảng 1.35.

Loại	S_{dm} (kVA)	ΔP_o (W)	ΔP_N (W)	I_o (%)	U_N (%)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)	Kích thước (mm)				
						mức 1	mức 2		dài	rộng	cao	bánh xe	bánh xe
SC9-30/10	30	190	560	2,8	4	54	48	370	780	600	880	550	550
SC9-50/10	50	280	860	2,4	4	54	48	580	890	600	930	550	550
SC9-80/10	80	390	1140	2	4	55	48	620	920	600	1040	550	550
SC9-100/10	100	430	1440	2	4	55	50	750	1030	740	1100	550	550
SC9-125/10	125	510	1580	1,6	4	58	50	880	1110	740	1110	550	550
SC9-160/10	160	580	1980	1,6	4	58	50	1000	1150	740	1110	550	550

Tiếp bảng 1.35.

Loại	S_{dm} (kVA)	ΔP_o (W)	ΔP_N (W)	I_o (%)	U_N (%)	Độ ồn (dB)		Khối lượng (kg)	Kích thước (mm)				
						mức 1	mức 2		dài	rộng	cao	bánh xe	bánh xe
SC9-200/10	200	650	2240	1,6	4	58	50	1100	1150	740	1130	550	550
SCB9-250/10	250	750	2410	1,6	4	58	51	1200	1320	800	1130	660	660
SCB9-315/10	315	950	3000	1,4	4	60	51	1740	1380	820	1200	660	660
SCB9-400/10	400	1060	3600	1,4	4	60	51	1930	1400	840	1280	660	660
SCB9-500/10	500	1300	4300	1,4	4	62	51	2060	1420	840	1380	820	660
SCB9-630/10	630	1350	5400	1,2	4	62	52	2130	1440	840	1420	820	660
SCB9-630/10	630	1200	5600	1,2	6	62	52	2150	1420	820	1390	820	660
SCB9-800/10	800	1500	6400	1,2	6	64	52	2510	1480	960	1530	820	660
SCB9-1000/10	1000	1700	7300	1	6	64	53	3040	1560	1000	1670	820	660
SCB9-1250/10	1250	2200	9000	1	6	65	53	3420	1640	1020	1720	820	820
SCB9-1600/10	1600	2700	11000	1	6	66	53	3990	1700	1100	1910	820	820
SCB9-2000/10	2000	2800	13200	0,8	6	66	54	5100	1820	1140	2030	1070	820
SCB9-2500/10	2500	3400	15000	0,8	6	68	54	6450	1970	1280	2140	1070	820

Máy biến áp khô 10/0,4 kV do Chong Qing chế tạo

Bảng 1.36.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_N (%)	Kích thước (mm)				Khối lượng (kg)
			dài	rộng	cao	bánh xe	
SC8-30/10	30	4	1300	1030	1300	550	500
SC8-50/10	50	4	1300	1050	1300	550	600
SC8-80/10	80	4	1300	1080	1300	550	700
SC8-100/10	100	4	1450	1100	1300	660	830
SC8-125/10	125	4	1450	1120	1350	660	980
SC8-160/10	160	4	1450	1120	1350	660	1100
SC8-200/10	200	4	1660	1270	1430	660	1210
SC8-250/10	250	4	1680	1300	1490	820	1350
SCB8-315/10	315	4	1780	1340	1580	820	1630
SCB8-400/10	400	4	1810	1350	1650	820	1820
SCB8-500/10	500	4	1870	1470	1710	820	2050
SCB8-630/10	630	4	1950	1510	1850	820	2500
SCB8-630/10	630	6	1930	1500	1790	820	2400
SCB8-800/10	800	6	2020	1520	1880	820	2850
SCB8-1000/10	1000	6	2050	1610	2000	1070	3140
SCB8-1250/10	1250	6	2130	1630	2090	1070	3740
SCB8-1600/10	1600	6	2270	1670	2190	1070	4590
SCB8-2000/10	2000	6	2330	1690	2320	1070	5460
SCB8-2500/10	2500	6	2330	1700	2320	1070	6500

Biến áp khô 10/0,4 kV, do Chong Qing chế tạo

Bảng 1.37.

Loại	S_{dm} (kVA)	ΔP_o (W)	ΔP_N (W)	I_o (%)	U_N (%)	Kích thước (mm)				Khối lượng (kg)
						dài	rộng	cao	bánh xe	
SC8-30/10	30	220	600	2,8	4	430	900	530	800	550
SC8-50/10	50	320	850	2,4	4	580	940	600	800	550
SC8-80/10	80	400	1100	2,0	4	620	1000	600	840	550
SC8-100/10	100	500	1400	2,0	4	750	1080	800	865	660
SC8-125/10	125	580	1650	1,6	4	880	1100	800	900	660
SC8-160/10	160	630	1850	1,6	4	1000	1130	800	950	660
SC8-200/10	200	760	2010	1,6	4	1100	1170	900	1010	660
SC8-250/10	250	850	2400	1,6	4	1210	1200	900	1065	820
SCB8-315/10	315	1000	3100	1,4	4	1480	1310	900	1155	820
SCB8-400/10	400	1200	3700	1,4	4	1640	1340	900	1215	820
SCB8-500/10	500	1350	4500	1,2	4	1880	1390	1100	1275	820
SCB8-630/10	630	1550	5300	1,2	4	2340	1460	1100	1425	820
SCB8-630/10	630	1400	5600	1,2	6	2500	1440	1100	1385	820
SCB8-800/10	800	1550	6300	1,2	6	2800	1520	1100	1470	820
SCB8-1000/10	1000	1750	7450	1,0	6	2950	1570	1200	1610	1070
SCB8-1250/10	1250	2200	8300	1,0	6	3500	1630	1200	1825	1070
SCB8-1600/10	1600	2250	10500	0,8	6	4350	1750	1200	1915	1070
SCB8-2000/10	2000	3000	12300	0,8	6	5200	1820	1200	1950	1070
SCB8-2500/10	2500	3250	15000	0,8	6	5500	1900	1200	2110	1070

Biến áp khô 10/0,4 kV do Chong Qing chế tạo

Bảng 1.38.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_N (%)	Kích thước (mm)					Khối lượng (kg)
			dài	rộng	cao	bánh xe	bánh xe	
SC9-30/10	30	4	1180	1050	1060	550	550	440
SC9-50/10	50	4	1200	1050	1060	550	550	660
SC9-80/10	80	4	1250	1050	1060	550	550	710
SC9-100/10	100	4	1350	1150	1350	550	550	850
SC9-125/10	125	4	1400	1200	1400	550	550	980
SC9-160/10	160	4	1500	1200	1450	550	550	1120
SC9-200/10	200	4	1500	1200	1500	550	550	1230
SCB9-250/10	250	4	1800	1200	1500	660	660	1340

Tiếp bảng 1.38

Loại	S_{dm} (kVA)	U_N (%)	Kích thước (mm)					Khối lượng (kg)
			dài	rộng	cao	bánh xe	bánh xe	
SCB9-315/10	315	4	1880	1220	1550	660	660	1890
SCB9-400/10	400	4	1880	1200	1585	660	660	2080
SCB9-500/10	500	4	1800	1240	1700	820	660	2220
SCB9-630/10	630	4	1930	1280	1780	820	660	2300
SCB9-630/10	630	6	1900	1250	1750	820	660	2330
SCB9-800/10	800	6	2000	1260	1820	820	660	2700
SCB9-1000/10	1000	6	2150	1300	1900	820	660	3260
SCB9-1250/10	1250	6	2170	1340	2000	820	820	3650
SCB9-1600/10	1000	6	2200	1400	2090	820	820	4230
SCB9-2000/10	2000	6	2300	1450	2200	1070	820	5360
SCB9-2500/10	2500	6	2400	1500	2340	1070	820	6750

Máy biến áp phân phối loại S9 do Chong Qing chế tạo

Bảng 1.39.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ đầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
S9	30	6 6.3 10 10.5 11 ± 5%	0.4	Yyno Dyn11 yd11	0,13	0,6	2,1	4	145	76	300	990x630x1210
S9	50				0,17	0,87	2,0		220	100	415	1050x770x1300
S9	80				0,24	1,25	1,8		285	135	540	1090x770x1250
S9	100				0,29	1,50	1,6		330	145	610	1120x780x1400
S9	125				0,34	1,80	1,5		390	155	680	1310x790x1450
S9	160				0,39	2,2	1,4		440	165	810	1360x800x1480
S9	200				0,47	2,6	1,3		605	210	1020	1400x890x1520
S9	250				0,56	3,05	1,2		620	240	1150	1580x995x1600
S9	315				0,67	3,65	1,1		860	280	1430	1620x1010x1640
S9	400				0,8	4,30	1,0		830	310	1530	1650x1040x1780
S9	500				0,96	5,10	1,0		990	370	1850	1670x1420x1800
S9	630				1,2	6,20	0,9		1540	590	2830	2100x1180x2000

Tiếp bảng 1.39.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
S9	800	6 6,3 10 10,5 11 $\pm 5\%$	0,4/3,15 6,3	Yyno Dyn11 Yd11	140	7,50	0,8	4,5/ 5,5	1720	650	3200	2240x1305x2420
S9	1000				170	10,30	0,7		2100	810	3800	2280x1360x2700
S9	1250				195	12,00	0,6		2310	890	4400	2350x1400x2950
S9	1600				240	14,50	0,6		2900	1100	5200	2500x1460x3100
S9	2000	6 6,3 10 10,5 11 $\pm 5\%$	3,15 6,3	Yd11	252	17,82	0,6	5,5	3070	1100	5270	2620x1550x2950
S9	2500				297	20,70	0,6		3640	1295	6300	2710x1490x2810
S9	3150				351	24,30	0,55		4170	1720	7785	2480x2895x3080
S9	4000				432	28,80	0,55		5060	1820	8815	3160x2900x3020
S9	5000				513	33,03	0,5		5960	2725	11280	3200x2970x3310
S9	6300				612	36,90	0,5		7425	2750	13450	3520x3050x3390

Máy biến áp phân phối loại SZ9 do Chong Qing chế tạo

Bảng 1.40.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
SZ9	200	6 6,3 ± 4 $\times$ 2,5%	0,4	Yyno	0,48	3,0	2,0	4	600	325	1250	1750x910x1580
SZ9	250				0,56	3,6	1,9		760	310	1280	1600x960x1435
SZ9	315				0,68	4,3	1,9		780	350	1535	1740x920x1605
SZ9	400				0,8	5,2	1,8		900	382	1735	1930x980x1711
SZ9	500				0,96	6,2	1,8		1140	405	2095	1980x1000x1820
SZ9	630				120	7,6	1,7	4,5	1395	616	2620	2050x1330x1870
SZ9	800				149	9,3	1,7		1770	840	3385	2250x1090x2595
SZ9	1000				175	10,9	1,6		1970	925	3680	2390x1200x2535
SZ9	1250				2,08	13,0	1,5		2075	1040	4750	2500x1280x2730
SZ9	1600				2,70	15,5	1,4		2900	1405	5760	2570x1330x2780

**Máy biến áp phân phối 35/0,4 kV, loại S9,
do Chong Qing chế tạo**

Bảng 1.41.

Loại	S _{dm} (kVA)	U _{Cdm} (kV)	U _{Hdm} (kV)	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I _o (%)	U _N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
S9	50	35 ± 5%	0,4	Yyno	0,22	1,22	1,9	6,5	265	300	765	1110x895x1735
S9	100				0,3	2,03	1,7		410	355	1035	1170x1010x1855
S9	125				0,34	2,3	1,6		470	410	1170	1210x1050x1935
S9	160				0,39	2,84	1,6		570	460	1350	1235x1190x2090
S9	200				0,44	3,33	1,50		680	515	1530	1285x1120x2060
S9	250				0,51	3,96	1,35		795	560	1755	1365x1100x2120
S9	315				0,61	4,8	1,35		915	630	1995	1755x980x2205
S9	400				0,74	5,8	1,2		1080	660	2240	1890x1150x2240
S9	500				0,87	7,0	1,2		1260	850	2870	1940x1240x2420
S9	630				1,04	8,3	1,10		1405	780	2845	1920x1400x2470
S9	800	35 ± 5%	0,4 3,15 6,3 10,5	Y yno Yd11	1,25	9,9	1,0	6,5	1865	1085	3805	2530x1370x2650
S9	1000				1,45	12,2	0,9		2045	1110	4190	2500x1300x2650
S9	1250				1,76	14,7	0,75		2180	1220	4870	3705x1420x2805
S9	1600				2,13	17,6	0,65		2810	1325	5550	2715x1600x2915
S9	2000	35 ± 5%	3,15 6,3 10,5	Yd11	2,65	19,4	0,75	6,5	3060	1460	6015	2685x1500x3090
S9	2500				3,2	20,7	0,70	6,5	3585	1555	6730	2835x1660x3106
S9	3150	35 38,5 ± 5%	3,15 3,3 6,3 10,5 11	Yd11	3,85	24,3	0,7	7	4255	1910	8310	2757x2925x3095
S9	4000				4,6	28,8	0,6	7	5060	2215	9895	3635x2760x3175
S9	5000				5,50	33,4	0,60	7	5780	2370	10950	3800x2930x3175
S9	6300				6,56	36,9	0,55	7,5	7425	2700	13100	3850x2970x3285

**Máy biến áp phân phối 35/0,4 kV, loại SF9,
do Chong Qing chế tạo**

Bảng 1.42.

Loại	S _{dm} (kVA)	U _{Cdm} (kV)	U _{Hdm} (kV)	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I _o (%)	U _N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
SF9	8000	35 ± 2 x 5%	3,15 3,3 6,3 10,5 11	YNd11	9,0	40,5	0,55	7,5	9625	3740	17710	4100x3050x3680
SF9	10000				10,6	47,7	0,5	7,5	11140	3340	17050	4500x2900x3400
SF9	12500				12,6	56,7	0,50	8	13080	3540	20540	3800x3380x3900
SF9	16000				15,3	69,5	0,50	8	16180	4460	24920	6600x3500x4010
SF9	20000				18,0	83,7	0,45	8	19650	5870	31000	4510x3815x4110
SF9	25000				21,3	99,0	0,45	8	24750	6500	38500	4800x3920x4510
SF9	31500				25,3	118,8	0,45	8	28100	8250	40800	5300x4200x4750

**Máy biến áp trung gian 35/(6 - 10) kV
do Chong Qing chế tạo**

Bảng 1.43.

Loại	S _{dm} (kVA)	U _{Cdm} (kV)	U _{Hdm} (kV)	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I _o (%)	U _N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
SZ9	2000	35 ± 3 x 2,5%	6,3 10,5	Yd11	2,88	20,25	1,3	6,5	3390	1680	6290	2780x1590x950
SZ9	2500				3,40	21,74	1,3		4100	1900	8050	3150x1730x3125
SZ9	3150	35 ± 3 x 2,5%	6,3 10,5	Yd11	4,04	26,01	1,2	7,0	4310	2780	9670	3990x2330x3250
SZ9	4000				4,84	30,69	1,2		5200	2800	11000	4020x3490x3000
SZ9	5000				5,8	36,0	1,1		5760	3150	12500	4215x3450x3195
SZ9	6300				7,04	38,7	1,1		7520	3375	14090	3500x3165x3480
SFZ9	8000	35 ± 3 x 2,5%	6,3 6,6 10,5 11	Yd11 YNd11	9,84	42,75	1,05	7,5	9010	3800	15940	4165x3185x3675
SFZ9	10000				11,6	50,58	0,95		10900	3450	19000	4570x3320x3750
SFZ9	12500				13,68	59,85	0,95	8,0	12200	4950	24400	4570x3885x3655
SFZ9	16000				16	70,2	0,65		14760	5200	24700	4490x3515x3800

**Máy biến áp hai cuộn dây 110/6 - 10 kV, điều chỉnh
điện áp thường, do Chong Qing chế tạo**

Bảng 1.44.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
SF9	8000	110 121 ± 2 x 2,5%	6,3 10,5 11	YN yno	9,6	45	0,85	10,5	4,6	15	19,8	3300x3150x3850
SF9	10000				11,2	53,1	0,80		5,1	16,5	22,5	3450x3460x4030
SF9	12500				13,2	63,0	0,75		5,5	10,5	25	3490x3480x4080
SF9	16000				15,2	77,4	0,70		6,1	23	27,5	3570x3650x4200
SF9	20000				17,6	93,6	0,65		6,8	25,7	31	3730x3860x4240
SF9	25000				20,0	110,7	0,60		7,2	28	35	4060x3940x4370
SF9	31500				23,6	113,2	0,55		7,9	35	41,5	4200x4120x4580
SF9	40000				27,2	156,6	0,50		8,5	38	46	4580x4350x4900
SF9	50000				32,8	194,4	0,45		9,3	45	53	4850x4600x5180
SF9	63000				40,0	234,0	0,40		11,5	53	62	5200x4830x5300

**Máy biến áp hai cuộn dây 110/6 - 10 kV, điều chỉnh
điện áp dưới tải, do Chong Qing chế tạo**

Bảng 1.45.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
SFZ9	8000	110 ± 8 x 125%	6,3 10,5 11	YNyn0	10,5	45	0,90	10,5	6,5	18,0	23	4450x3630x3900
SFZ9	10000				12,2	53,1	0,85		7,2	19,7	25,7	4540x3720x4020
SFZ9	12500				14,0	63,0	0,80		7,8	22,5	28,6	4650x3780x4100
SFZ9	16000				16,4	77,4	0,75		8,5	25	31,5	4720x3980x4200

Tiếp bảng 1.45

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tổ đầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%)	Khối lượng (kg)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
									vỏ	dầu	tổng	
SFZ9	20000	± 8 $\times 1,25\%$	6,3 10,5 11	YNd11	18,8	93,6	0,70	10,5	9,6	28,5	36	4860x4110x4300
SFZ9	25000				21,6	110,7	0,65		10	33	40,8	5040x4200x4400
SFZ9	31500				24,8	133,2	0,60		11,5	37,5	46,5	5230x4330x4600
SFZ9	40000				29,6	156,6	0,55		14,2	43	53,6	5570x4550x4950
SFZ9	50000				35,2	194,4	0,50		16	49,5	63	5920x4730x5200
SFZ9	63000				44,8	234,0	0,45		17,5	57	73	6300x4950x5600

Máy biến áp ba cuộn dây 110/35/6 - 10 kV điều chỉnh
điện áp thường do Chong Qing chế tạo

Bảng 1.46.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{cdm} (kV)	U_{tdm} (kV)	U_{hdm} (kV)	Tỉ số công suất	Tổ dầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%)	U_N (%)	Khối lượng (tấn)			Kích thước (mm) đài x rộng x cao
												vỏ	dầu	tổng	
SFS9	8000						11,6	56,7	0,95			7,1	21	25	3700x3950x3800
SFS9	10000						13,6	66,6	0,9			7,6	23	28,5	3790x4070x3950
SFS9	12500						15,6	78,3	0,85			8	25	31	3880x4130x4010
SFS9	16000						17,6	95,4	0,80		cao- trung	8,6	28	35	4020x4180x4100
SFS9	20000	110		6,3		YN	20,8	112,5	0,75		17-18 cao-hạ	9	31	38	4150x4360x4170
SFS9	25000	121 ± 2 $\times 2,5\%$	35 38,5	6,6 10,5 11	100/100/ 100	yn0 d11	23,6	133,2	0,60		10,5 trung-hạ	10,2	35	44	4460x4490x4280
SFS9	31500						27,2	157,5	0,55		6,5	11,3	41	51	4870x4600x4500
SFS9	40000						32,0	189,0	0,50			12,6	48	59	5210x4800x4850
SFS9	50000						38,4	225	0,55			14	54,5	69,5	5460x5120x5100
SFS9	63000						45,6	270	0,50			15,5	62	81	5930x5400x5720

Máy biến áp ba cuộn dây 110/35/6 - 10 kV điều áp dưới tải
do Công ty Chế tạo

Bảng 1.47.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Tdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tỉ số công suất	Tổ đầu dây	ΔP_o (kW)	ΔP_N (kW)	I_o (%)	U_N (%) mức cao	U_N (%) mức thấp	Khối lượng (tấn)			Kích thước (mm) dài x rộng x cao
												vỏ	dầu	tổng	
SFSZ9	8000	35 38,5	6,3 6,6 10,5 11	YN ynodn	100/100/ 100	cao- trung 10,5 cao-hạ 17-18 trung-hạ 6,5	12,8	56,7	105			8,8	23	28	4900x4120x3810
SFSZ9	10000						14,4	66,6	1			9,5	25,5	32	5020x4190x3930
SFSZ9	12500						16,8	78,3	0,95			10,2	28	35	5100x4350x4000
SFSZ9	16000	110 ± 8 x 2,5%	35 38,5	6,3 6,6 10,5 11	YN ynodn	cao- trung 10,5 cao-hạ 17-18 trung-hạ 6,5	19,6	95,4	0,9			11,5	32	40,7	5220x4400x4150
SFSZ9	20000						22,4	112,5	0,85			12,7	36	45	5350x4570x4200
SFSZ9	25000						25,6	133,2	0,8			13,5	41	51	5650x4710x4330
SFSZ9	31500	35 38,5	6,3 6,6 10,5 11	YN ynodn	100/100/ 100	cao- trung 10,5 cao-hạ 17-18 trung-hạ 6,5	30,8	157,5	0,75			14,8	48	59,5	6100x4860x4570
SFSZ9	40000						34,4	189	0,7			17,5	56	71	6410x5090x4890
SFSZ9	50000						41,6	225	0,65			19,2	65	82	6780x5370x5200
SFSZ9	63000	110 ± 8 x 2,5%	35 38,5	6,3 6,6 10,5 11	YN ynodn	cao- trung 10,5 cao-hạ 17-18 trung-hạ 6,5	50,4	270	0,6			21	72	93	7100x5730x5700

Máy biến áp phân phối do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 1.48.

Kiểu	Công suất định mức, (kVA)	Giới hạn trên của điện áp định mức các cuộn dây, (KV)		Tổn thất		Điện áp ngắn mạch, %	Dòng điện không tải, %
		CA	HA	không tải, (kW)	ngắn mạch, (kW)		
TM-5/6	5	6	0.400	0,06	0,185	5,5	10
TM-5/10	5	10		0,09	0,185	5,5	10
TM-10/6	10	6		0,105	0,335	5,5	10
TM-10/10	10	10		0,14	0,335	5,5	10
TM-20/6	20	6		0,18	0,6	5,5	9
TM-20/10	20	10		0,22	0,6	5,5	10
TM-30/6	30	6		0,25	0,85	5,5	8
TM-30/10	30	10		0,30	0,85	5,5	9
TM-30/20	30	20		-	-	6	-
TM-50/6	50	6		0,35	1,325	5,5	7
TM-50/10	50	10	0.525	0,44	1,325	5,5	8
TM-50/20	50	20		0,5	-	5,5	9
TM-100/6	100	6		0,6	2,4	5,5	6,5
TM-100/10	100	10		0,73	2,4	5,5	6,5
TM-100/35	100	35		0,9	2,4	6,5	8
TM-180/6	180	6		1,0	4,0	5,5	6
TM-180/10	180	10		1,2	4,1	5,5	7
TC-180/10	180	10	0.525	1,6	3,0	5,5	4
TC-180/15	180	13,8	0.400	1,76	2,64	8,45	7,4
TM-180/35	180	35	0.400	1,5	4,1	6,5	8
TM-320/6	320	6	0.525	1,6	6,07	5,5	6
TM-320/10	320	10	0.525	1,9	6,2	5,5	7
TC-320/10	320	10	0.525	2,6	4,9	5,5	3,5
TC-320/15	320	13,8	0.400	3,4	6,4	8,0	3,5
TM-320/35	320	35	6,3	2,3	6,2	6,5	7,5
TM-560/10	560	10	0.525	2,5	9,4	5,5	6
TM-560/10	560	10	0.525	3,5	7,4	5,5	3
TC-360/15	560	13,8	0.400	3,4	6,4	8	3,5
TM-560/35	560	35	10,5	3,35	9,4	6,5	6,5
TM-750/10	750	10	0.525	4,0	8,8	5,5	2,5
TC-750/10	750	10	0.525	4,0	8,8	5,5	2,5
TC-750/15	750	13,8	0.400	5,15	8	8	3

**Máy biến áp ba pha hai cuộn dây điện áp từ 35 đến 220 kV
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 1.49.

Kiểu	Công suất định mức, (kVA)	Giới hạn trên của điện áp định mức các cuộn dây, (KV)		Tổn thất		Điện áp ngắn mạch, %	Dòng điện không tải, %
		CA	HA	không tải, (kW)	ngắn mạch, (kW)		
TM-320/35	320	35	6,3	2,3	6,2	6,5	7,5
TM-560/35	560	35	10,5	3,35	9,4	6,5	6,5
TM-1000/10	1000	10	6,3	4,9	15	5,5	5
TM-1000/35	1000	35	10,5	5,1	15	6,5	5,5
TM-1800/10	1800	10	6,3	8,0	24	5,5	4,5
TM-1800/35	1800	35	10,5	8,3	24	6,5	5
TM-3200/10	3200	10	6,3	11	37	5,5	4
TM-3200/35	3200	38,5	10,5	11,5	37	7	4,5
TM-5600/10	5600	10	6,3	18,0	56	5,5	4
TM-5600/35	5600	38,5	10,5	18,5	57	7,5	4,5
TMГ-5600/110	5600	121	38,5	25,0	62	10,5	4,5
TM-7500/35	7500	38,5	11	24,0	75	7,5	3,5
TMГ-7500/110	7500	121	38,5	33,0	77	10,5	4
ТД-10000/35	10000	38,5	11	29,0	92	7,5	3
ТДГ-10000/110	10000	121	38,5	38,5	97,5	10,5	3,5
ТДГ-10000/220	10000	220	11	-	-	14	-
ТД-15000/35	15000	38,5	11	39,0	122	8	3
ТДГ-15000/110	15000	121	38,5	50,0	133	10,5	3,5
ТДГ-15000/220	15000	220	11	-	-	14	-
ТД-20000/35	20000	38,5	11	48,0	148	8	2,5
ТДГ-20000/110	20000	121	38,5	60,0	163	10,5	3
ТДГ-20000/220	20000	220	11	100,0	260	14	4,5
ТД-31500/35	31500	38,5	11	73,0	180	8	2
ТДГ-31500/110	31500	121	38,5	86,0	200	10,5	2,7
ТДГ-31500/220	31500	220	11	115	220	14	4,2
ТД-40500/35	40500	38,5	11	89	221	8	1,93
ТДГ-40500/110	40500	121	38,5	115	222	10,5	2,6
ТДГ-40500/220	40500	220	11	125	350	14	4,2
ТДГ-60000/110	60000	121	38,5	150	300	11,5	3,6
ТДГ-60000/220	60000	242	13,8	125	390	14	4
ТДГ-70000/110	70000	121	13,8	136	405	12,7	2,1
ТД-75000/35	75000	38,5	10,5	130	322	8,5	3

Tiếp bảng 1.49

ТДЦГ-75000/110	75000	121	10,5	-	-	10,5	-
ТДЦГ-90000/110	90000	121	13,8	190	410	12,7	3,65
ТДЦГ-90000/220	90000	242	13,8	240	400	12,2	3,8
ТДЦГ-120000/110	120000	121	13,8	220	500	10,5	3,5
ТДЦГ-125000/220	125000	212	10,5	255	620	12	3,5
ТДЦГ-180000/110	180000	121	18	420	680	10,5	3,2
ТДЦГ-180000/220	180000	242	18	320	760	12	3,2
ТДЦГ-240000/110	240000	121	15,75	540	700	10,5	3,5
ТДЦГ-240000/220	240000	242	15,75	450	950	12,7	3
ТДЦГ-250000/110	250000	121	20	-	-	10,5	3
ТДЦГ-360000/220	360000	242	20	475	1450	13	2,5
ТДЦГ-400000/110	400000	121	20	-	-	10,5	3
ТДЦГ-530000/220	630000	212	15,75	-	-	13	-

Máy biến áp ba pha hai cuộn dây điện áp 500 kV
do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 1.50.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_C (kV)	U_H (kV)	ΔP_o (kW)		ΔP_N (kW)	U_N (%)	l_o (%)
				A	B			
ТДЦ (ТЦ)	206000	525	15,75 ; 20	145	175	700	13,0	0,35
ТДЦ (ТЦ)	250000	525	13,8 ; 15,75 ; 20	205	250	600	13,0	0,45
ТДЦ (ТЦ)	400000	525	13,8 ; 15,75 ; 20	320	385	800	13,0	0,4
(ТЦ)	630000	525	13,8 ; 15,75 ; 20	420	500	1300	14,0	0,35

Máy biến áp một pha hai cuộn dây
do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 1.51.

Loại	S_{dm} (kVA)	U_C (kV)	U_H (kV)	ΔP_o (kW)		ΔP_N (kW)	U_N (%)	l_o (%)
				A	B			
ОДГ-10500/110*	10500	121	11	29,5	-	81,5	3,3	10,5
ОДГ-10500/110*	10500	110	6,6 ; 11	29,5	-	81,5	3,3	10,5
ОДГ-20000/110*	20000	121	11	47	-	129	2,85	10,5
ОДГ-20000/150*	20000	160	10,5	63,2	-	119,7	2,9	11,4
ОДГ-20000/220*	20000	242	6 ; 11	71	-	128	3,25	13
ОДГ-30000/150*	30000	165	13,8	92,55	-	150,55	2,9	10,5

Tiếp bảng 1.51

Loại	S_{dm} (kVA)	U_C (kV)	U_H (kV)	ΔP_o (kW)		ΔP_N (kW)	U_N (%)	I_o (%)
				A	B			
ОДГ-40000/110*	40000	121	13,8	84	-	216	2,5	10,5
ОДГ-40000/220*	40000	242	13,8	105,6	-	202,4	2,32	13,6
ОДГ-50000/110*	50000	121	13,8	107	-	222	2	10,5
ОДГ-50000/220*	50000	242	10,5	146	-	217	2,94	12,3
ОДГ-60000/220*	60000	242	18	145	-	279,75	2,4	13,82
ОД-66667/220	66667	230	11	-	-	-	-	12,6
ОДЦГ-135000/500*	135000	500	13,8	500	-	600	4	13,4
ОДЦ-150000/400	150000	20/3	15/15	120	-	485	0,5	12,5
ОДЦГ-210000	210000	525	15,75 ; 20	-	-	-	-	13,3
ОЦ-417000/500	417000	525/3	15,75	290	-	1200	0,4	13

**Máy biến áp ba pha ba cuộn dây, điện áp 110/35/10 kV
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Các giới hạn trên của các điện áp định mức :

1. Cuộn dây cao áp 121 kV
2. Cuộn dây trung áp 38,5 kV
3. Cuộn dây hạ áp 11 kV

Bảng 1.52.

Kiểu	Công suất định mức, (kVA)	Tổn thất Không tải (kW)		Dòng điện không tải %
		không tải, (kW)	ngắn mạch, (kW)	
TMTГ-5600/110	5600	29	69,5	5
TMTГ-7500/110	7500	35	82	4,6
ТДТГ-10000/110	10000	45	97	4,4
ТДТГ-15000/110	15000	63	132	4
ТДТГ-20000/110	20000	76	163	3,5
ТДТГ-31500/110	31500	110	233	3
ТДТГ-40500/110	40500	130	300	3
ТДТГ-60000/110	60000	150	410	4
ТДТГ-75000/110	75000	170	530	4

Ghi chú : 1. Lấy công suất của cuộn dây lớn nhất làm công suất định mức của máy biến áp ba cuộn dây.

2. Các máy biến áp ba cuộn dây có thể chế tạo với tỉ số công suất của các cuộn dây (% S_{dm}) 100/100/100 ; 100/67/100 ; 100/100/67 ; đồng thời đối với mỗi tỉ số công suất có thể chế tạo với hai trị số điện áp ngắn mạch như sau:

Loại	Điện áp ngắn mạch, %		
	CA - TA	CA - HA	TA - HA
I	17	10,5	6
II	10,5	17	6

**Máy biến áp tự ngẫu một pha, điện áp 220/110/10 kV
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 1.53.

Kiểu	S_{dm} (kVA)	U_{Cdm} (kV)	U_{Tdm} (kV)	U_{Hdm} (kV)	Tỉ số công suất	U_N (%)	I_0 (%)	ΔP_0 (kW)	ΔP_N (kW)		
									C-T	C-H	T-H
Giảm áp 1 pha 220/110/10 kV											
АОДТГ và АОДЦТГ	40.000	220	121	11	100/100/50	C-T: 8 C-H: 28 T-H: 18	12	60	130	95	100
	60.000							85	160	120	115
	80.000							110	210	165	145
	120.000							160	300	205	170
	160.000							180	450	235	215
	200.000							230	505	250	230
	240.000							275	550	275	250
	300.000							345	690	350	315
Tăng áp 1 pha 220/110/10 kV											
ОДТГА và ОДЦТГА	40.000	242	121	10,5	100/100/50	C-T: 12 C-H: 12 T-H: 16	12	85	135	80	100
	60.000							120	225	120	140
	80.000							150	245	150	160
	120.000							205	390	195	245
	160.000							245	480	210	280
	200.000							280	570	250	300
	240.000							365	670	315	430
	300.000							435	755	350	480

Máy biến áp tự ngẫu một pha 500 kV
do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 1.54.

Loại	S_{m} (kVA)	U_c (kV)	U_T (kV)	U_H (kV)	U_N (%)			ΔP_o (kW)			ΔP_N (kW)			I_o (%)
					C-T	C-H	T-H	A	B		C-T	C-H	T-H	
АОДПГ-90000/500*	90.000	500	110	11	11,4	20,7	8,6	265	-	-	-	-	366	3,5
АОДПГГ-90000/500*	90.000	500	121	11 ; 38,5	9,5	18,5	8	265	-	-	-	-	320	3,5
АОДПТН(АОЦПТН)	107.000	500/√3	230/√3											
АОДПТН(АОЦПТН)	167.000	500/√3	230/√3	11 ; 38,5	9,5	29	17,5	105	125		325	95	80	0,4
АОДПТН(АОЦПТН)	167.000	500/√3	230/√3	13,8	9,5	29	17,5	105	125		326	158	130	0,4
АОДПТН(АОЦПТН)	167.000	500/√3	230/√3	15,75 ; 20	9,5	29	17,5	105	125		325	220	185	0,4
АОДПТН(АОЦПТН)	267.000	500/√3	230/√3	11 ; 13,8	8,5	23	12,5	130	160		420	90	80	0,35
				38,5										
АОДПТН(АОЦПТН)	267.000	500/√3	230/√3	15,75	8,5	23	12,5	130	160		420	115	90	3,5
АОДПТН(АОЦПТН)	267.000	500/√3	230/√3	20	8,5	23	12,5	130	160		420	20	95	3,5
АОДПТН(АОЦПТН)	417.000	500/√3	230/√3	11 ; 38,5										
АОДПТН(АОЦПТН)	417.000	500/√3	230/√3	15,75										
АОДПТН(АОЦПТН)	417.000	500/√3	230/√3	20										
АОДПТН(АОЦПТН)	167.000	500/√3	330/√3	11 ; 38,5	9,5	67	61	58	70		320	-	-	0,3
АОДПТН(АОЦПТН)	267.000	500/√3	330/√3	11 ; 15,75 ; 38,5										

Theo điều kiện kỹ thuật

Theo điều kiện kỹ thuật

Theo điều kiện kỹ thuật

Theo điều kiện kỹ thuật

Theo điều kiện kỹ thuật

Theo điều kiện kỹ thuật

Máy biến áp tự ngẫu ba pha 220/110/10 - 35 kV,
do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 1.55.

Kiểu	S _{dm} (kVA)	Tỉ số công suất			U _{dm} (kV)			ΔP ₀ (kW)	ΔP _N (kW)			U _N (%)			I ₀ (%)
		C T H			C	T	H		C	T	H	C	T	H	
Giảm áp ba pha 220/110/6-10 kV															
ATДГГ và ATДГГГ	30000	100	100	50	220	121	11	70	90	80	80	8	28	18	14
	60000	100	100	50	220	121	11	110	180	150	150	8	28	18	14
	90000	100	100	50	220	121	11	115	280	220	195	9	28	17,1	3
	90000	100	100	50	220	121	38,5	150	360	240	205	9,5	30,8	19,2	3
	120000	100	100	50	220	121	11	160	360	240	210	10,5	36,3	23	3
	120000	100	100	50	220	121	38,5	160	500	260	260	11,2	39,5	25	3
	180000	100	100	50	220	121	11	230	450	350	360	8	28	18	14
	180000	100	100	30	220	121	38,5	250	650	-	-	11	36	22	2
	240000	100	100	50	220	121	11	300	700	400	450	8	28	18	14
	240000	100	100	25	220	121	38,5	380	730	-	-	10,65	34,9	22	3
360000	100	100	50	220	121	11	450	900	500	650	8	28	18	14	
Tăng áp ba pha 220/110/6-10 kV															
ТДТГА và ТДШГА	30000	100	100	50	242	121	10,5	89	125	80	80	12	12	16	14
	60000	100	100	50	242	121	10,5	120	200	90	105	12	12	16	14
	90000	100	100	50	242	121	10,5	160	310	170	185	12	12	16	14
	120000	100	100	50	242	121	10,5	190	390	195	235	12	12	16	14

Tiếp bảng 1.55

Kiểu	S _{dm} (kVA)	Tỉ số công suất			U _{dm} (kV)			ΔP _o (kW)			ΔP _N (kW)			U _N (%)			I _o (%)
		C	T	H	C	T	H				C - T	C - H	T - H	C - T	C - H	T - H	
TДТГΛ và TДТГΛ	180000	100	100	50	242	121	6,3	350	490	245	290	11,5	17,7	12,5	11,5	17,7	3
	180000	100	100	50	242	121	10,5	280	500	250	300	12	16	12	12	16	14
	180000	100	100	50	242	121	18	350	490	245	290	11,5	17,7	12,5	11,5	17,7	3
	240000	100	100	50	242	121	10,5	360	740	300	370	12	16	12	12	16	14
	240000	100	100	50	242	121	13,8	460	500	-	-	13,5	18,8	13,5	12,5	18,8	3
	240000	100	100	50	242	121	15,75	460	500	250	240	13,5	18,8	13,5	12,5	18,8	3
	360000	100	100	50	242	121	10,5	560	1000	400	550	12	16	12	12	16	14

Chú thích : 1 Công suất định mức của máy biến áp tự ngẫu là công suất truyền qua nó, còn công suất mẫu - công suất của cuộn dây hạ áp.

2. Điện áp ngắn mạch giữa các cuộn dây được tính đối về công suất định mức của máy biến áp tự ngẫu.

3. Tổn thất ngắn mạch giữa các cuộn dây CA-TA được tính đối về công suất định mức của máy biến áp tự ngẫu, còn giữa các cuộn dây CA-HA và TA-HA - về công suất mẫu của nó.

4. Cuộn dây cao áp của máy biến áp tự ngẫu có các nấc để thay đổi hệ số biến áp 2,5% sau khi máy biến áp tự ngẫu đã cắt khỏi mạng điện.

**Máy biến áp dùng cho các thiết bị biến đổi
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 1.56.

Kiểu	Điện áp cuộn lưới, (kV)	Điện áp dã nắn, (V)	Dòng dã nắn, (A)	Công suất danh định, (kVA)	U_N/I_{k1} , %	Hiệu suất η , %	Khối lượng tổng, T
1	2	3	4	5	6	7	8
Biến áp cho thiết bị nắn dòng bán dẫn để điện phân kim loại và công nghệ hóa chất							
ТДНПВ-10000/10-1	610	300	12500	4590	6,6/3,3	-	27,0
ТДНПВ-12500/10-1	610	450	12500	9850	10,1/191	-	31,0
ТДНПВ-16000/10-1	610	300	25000	9300	11,65/1,4	-	33,7
ТДНПВ-16000/10-1	610	300	25000	6450	-	-	39,5
ТДНПВ-25000/10-1	10	400	25000	13610	11,2/11,8	-	47,7
ТДНПВ-25000/35-1	35	450	25000	13400	9,25/1,94	-	50,0
ТДНПВ-40000/10	10	260-850	125000	25000	-	-	71,2
ТДНПВ-40000/6,10	610	75, 150	12500, 6300	-	6,1/5,5	95,0	17,7
			25000			96,0	17,6
ТДНП-8000/610	610	75	12500	-	9,5/-	96,0	26,0
ТДНП-8000/610	610	150	12500	-	6,0/-	96,5	26,1
ТДНП-10000/610	610	300	12500	-	6,6/-	98,3	27,1
ТДНП-12500/610	610	450	25000	-	9,9/-	98,8	32,3
ТДНП-12500/610	610	150	25000	-	9,0/-	98,7	35,0
ТДНП-16000/10	610	300	25000	9400	11,6/1,0	98,7	44,3
ТДНП-25000/10	610	450	25000	13650	11,1/108	98,9	52
ТДНП-25000/35	35	450	25000	13700	10,7/-	99,0	58,8
ТДНП-32000/10	10	600	25000	17800	10,9/1,2	99,0	63,0
ТДНП-40000/10	10	850	2000	25000	10,9/0,8	99,3	75,7
ТДНПУ-1000/610	610	230	4000	-	-	-	6,15
ТДНПУ-2000/10	10	230		-	-	-	8,75
Biến áp cho truyền động điện dùng van nắn dòng							
ТМР-1600/10	610	460	2240	-	7,0/-	-	6,62
ТМРУ-2000/10	610	660	1600	-	-	-	6,62
		825	1250	-	-	-	6,62
ТМР-3200/10	10	460	4000	-	8,3/-	-	12,36
ТМРУ-4000/10	610	660	3200	2490	-	-	12,36
		825	2500	2400	-	-	12,36

Tiếp bảng 1.56

1	2	3	4	5	6	7	8
		1050	2000	-	-	-	13,83
TMP-6300/10	610	660	6300	-	9,2/-	-	19,0
TMPIY-8000/10	610	825	5000	-	-	-	19,0
		1050	4000	-	-	-	20,6
TMPIYH-4000/10	610	825	1500	1430	-	-	16,95
		460	2800	1510	-	-	16,95
		345	2800	1145	-	-	16,95
TMPIYH-8000/10	610	825	3000	2862	-	-	24,4
TMPIYH-16000/10	610	900	6500	6770	-	-	39,0
TDP-12500/10	610	660	2 x 6300	-	9,0/-	-	35,8
		825	2 x 5000	-	9,0/-	-	35,8
TDP-12500/110	110	1050	2 x 4000	-	8,2/-	-	53,2
TDP-2000/10	10	825	2 x 8000	7750	10,8/-	-	44,6
		1050	2 x 6300	-	-	-	44,6
TDPYH-25000/10	10	1050	2 x 4500	11000	-	-	63,5
TDPYH-40000/10	10	825	2 x 10000	19650	-	-	92,2
		910	2 x 9000	20400	-	-	-
TDPYH-40000/10	10	825	2 x 10000	2 x 9822	118/2,85	-	-
TC3II-200/0,7	038	320	630	181	-	-	-
TC3II-400/10	610	460	630	355	-	-	-
TC3II-800/10	610	230	1250	352	-	-	4,26
Biến áp cho mạ và gia công kim loại							
TCPII-800/10	610	48	6380	-	-	-	3,8
TC3PIY-250/0,7Г	038	12	6300	113	-	-	1,63
TC3PIY-500/0,7Г	038	12	12500	224	-	-	3,3
TC3PIY-500/0,7Г	038	24	6300	226	-	-	2,6
TC3PIY-500/0,7Г	038	36	6300	262	-	-	2,8
TNPIY-1000/10Г	610	48	6300	402	-	-	7,3
TNPIY-1000/10Г	610	24	12500	398	-	-	7,3
TMPIY-200/10Г	610	24	25000	796	-	-	12,0
TMPIY-200/10Г	610	48	12500	796	-	-	10,2
ATBII-25000/10	10	24	25000	-	-	-	9,5
Biến áp cho các lò hồ quang chân không							
TMHPIB-4000/10II	10	75	12500	1260	6,2/4,0	-	17,5
TMHPIB-8000/10II	10	75	25000	2520	7,38/-	-	26,0
TDPYB-12500/10II	10	75	37500	3790	-	-	34,3

Tiếp bảng 1.56

1	2	3	4	5	6	7	8
ТМНПУ-4000/10П	10	75	12500	1263	7,18/-	97,0	17,23
ТМНПУ-8000/10П	10	75	25000	2520	7,5/2,2	97,3	25,6
ТМНПУ-12500/10П	10	75	37500	3788	6,86/-	97,4	36,6
ТДНПУ-12500/10П	-	-	3 x 12500	3790	7,6/2,2	-	-
Biến áp cho kích từ máy điện đồng bộ							
УТМРУ-2000/10	10	842	1450	1372	-	-	8,2
УТРРУ-3500/35В	35	460	2100	1461	-	-	13,8
УТМРУ-6300/35В	35	485	3200	2410	-	-	20,27
ТСЗВ-320/0,7	0,38	-	-	320	-	-	-
Biến áp cho các trạm nắn dòng hợp bộ lưới phân xưởng							
ТНПУ-1000/10	6,10	230	2000	520	-	-	6,15
		230	1600	417	-	-	6,15
ТНПУ-2000/10	6,10	230	4000	1054	-	-	8,75
		230	3200	810	-	-	6,75
ТСЗПУ-1000/10	6,10	230	2000	527	-	-	9,00
ТСЗПУ-2000/10	6,10	230	4000	1054	-	-	8,03

Máy biến áp 6,3; 10; 22/0,4 kV do Công ty Hanaka chế tạo

Bảng 1.57.

Công suất (kVA)	Thông số kỹ thuật				Điện áp ngắn mạch (%)	Kích thước (mm)				Khối lượng (kg)		
	Tổn hao		Dòng không tải (io%)	A		B	C	D	Ruột	Dầu	Tổng	
	Không tải	Ngắn mạch										
31,5	130	600	1,9	4	820	655	1115	520	170	130	360	
50	190	860	1,7		860	705	1130		215	150	415	
63 (75)	220	1200 (1250)	1,6		900	740	1150		260	180	540	
100 (125)	290	1750 (1800)	1,5		920	780	1170		180	315	620	
160	450	2250	1,4		1260	780	1225		450	245	850	
180 (200)	480	2350 (2450)	1,4		1260	800	1225		485	270	885	
250	610	3100	1,3		1430	830	1290		600	285	1090	
320	700	3750	1,3		1470	870	1330		705	325	1300	
400	840	4250	1,2		1620	950	1335	800	360	1520		
500 (560)	950	5200 (5500)	1,2		1580	950	1430	975	415	1700		
630	1120	6250	1,1	1630	980	1475	1150	480	2050			
750 (800)	1250	6700 (7000)	1,0	1800	1080	1500	1350	600	2400			
1000	1550	9500	0,8	1860	1080	1705	1700	750	3000			
1250 ↓ 10000	CHẾ TẠO THEO YÊU CẦU KHÁCH HÀNG											

Máy biến áp 35/0,4 kV do Công ty Hanaka chế tạo

Bảng 1.58.

Công suất (kVA)	Thông số kỹ thuật			Điện áp ngắn mạch (%)	Kích thước (mm)				Khối lượng (kg)		
	Tổn hao		Đồng không tải (io%)		A	B	C	D	Ruột	Dầu	Tổng
	Không tải	Ngắn mạch									
31,5	140	600	2	4	890	725	1350	520	215	180	475
50	200	900	1,8		920	760	1425		275	200	600
63 (75)	230	1250 (1300)	1,7		940	820	1440		285	230	675
100 (125)	320	1750 (1900)	1,6		1010	820	1465		415	255	785
160	475	2300	1,5		1350	850	1495		510	305	950
180 (200)	500	2400 (2500)	1,5		1350	860	1495		580	315	1030
250	640	3150	1,4		1550	880	1585		725	345	1200
320	735	3800	1,4		1620	920	1615		860	395	1440
400	880	4400	1,3		1680	1140	1650	1010	450	1650	
500 (560)	1000	5300 (5600)	1,3		1800	1180	1725	1450	560	2000	
630	1180	6350	1,2	4,5	1860	1250	1750	1560	635	2400	
750 (800)	1300	7000 (8000)	1,1		1900	1300	1800	1950	680	3000	
1000	1600	10000	0,9		2050	1400	2010	1630	900	3550	
1250 ↓ 10000	CHẾ TẠO THEO YÊU CẦU KHÁCH HÀNG										

2. CẦU DAO CẦU CHỈ

Cầu chỉ là phần tử "yếu" nhất trong hệ thống cung cấp điện do người thiết kế tạo ra, nhằm cắt đứt mạch điện khi có dòng điện lớn quá trị số cho phép đi qua. Vì thế chức năng của cầu chỉ là bảo vệ quá tải và ngắn mạch.

Cầu dao (còn gọi là dao cách ly) có nhiệm vụ chủ yếu là cách ly phần mang điện và phần không mang điện, tạo khoảng cách an toàn trông thấy, phục vụ cho công tác sửa chữa, kiểm tra, bảo dưỡng lưới điện. Cầu chỉ và cầu dao được chế tạo với mọi cấp điện áp.

Trong lưới điện cầu chỉ có thể được dùng riêng rẽ, cũng có thể được dùng kết hợp với dao cách ly. Dao cách ly cũng có thể dùng riêng rẽ, hoặc dùng kết hợp với cầu chỉ và máy cắt.

A. LỰA CHỌN CẦU DAO, CẦU CHỈ HẠ ÁP

Trong lưới điện hạ áp người ta chế tạo cầu dao một pha, hai pha, ba pha với số cực khác nhau : một cực, hai cực, ba cực, bốn cực.

Về khả năng đóng cắt, người ta chế tạo hai loại :

- Cầu dao (thường, không tải) chỉ làm nhiệm vụ cách ly, đóng cắt không tải hoặc dòng nhỏ.

- Cầu dao phụ tải làm nhiệm vụ cách ly và đóng cắt dòng phụ tải.

Cầu chỉ hạ áp cũng được chế tạo ba loại :

- Cầu chỉ thông thường.

- Cầu chỉ cách ly : có một đầu cố định, một đầu mở ra được như dao cách ly làm nhiệm vụ cách ly như cầu dao.

- Cầu chỉ cắt tải : là cầu chỉ cách ly có thể đóng cắt dòng phụ tải như cầu dao phụ tải.

Người ta cũng chế tạo bộ cầu dao-cầu chỉ theo hai loại :

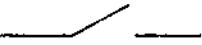
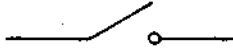
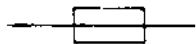
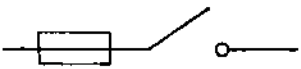
- Bộ cầu dao-cầu chỉ thông thường

- Bộ cầu dao phụ tải-cầu chỉ

Bảng sau đây chỉ rõ ký hiệu, sơ đồ và chức năng từng loại.

Các loại cầu dao, cầu chì hạ áp

Bảng 2.1.

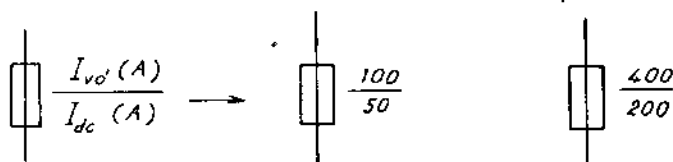
Loại	Ký hiệu	Chức năng
Cầu dao (Dao cách ly)	 CD (DCL)	Cách ly, cho phép đóng cắt dòng nhỏ
Cầu dao phụ tải	 CDPT	Cách ly Đóng cắt dòng điện phụ tải
Cầu chì	 CC	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch
Cầu chì cách ly	 CCCL	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch Cách ly
Cầu chì cắt tải	 CCCT	Bảo vệ quá tải và ngắn mạch Đóng cắt dòng điện phụ tải
Bộ cầu dao - cầu chì	 CD-CC	Bảo vệ quá tải, ngắn mạch Cách ly
Bộ cầu dao phụ tải - cầu chì		Bảo vệ quá tải, ngắn mạch Đóng cắt dòng điện phụ tải

Cầu chì hạ áp được đặc trưng bởi hai đại lượng :

I_{dc} - dòng định mức của dây chảy cầu chì, A

$I_{vô}$ - dòng định mức của vỏ cầu chì (bao gồm cả đế và nắp).

Khi lựa chọn cầu chì người ta thường chọn trị số I_{v0} lớn hơn vài cấp so với I_{dc} để khi dây chảy đứt vì cắt quá tải, ngắn mạch hoặc khi cần tăng tải ta chỉ cần thay dòng chảy chứ không cần thay vỏ.



Hình 2.1. Ký hiệu cầu chì hạ áp với đầy đủ thông số

Cũng cần lưu ý là :

Khi nối cầu chì 100 A phải hiệu cầu chì có $I_{v0} = 100$ A.

Khi nối bộ CC-CD 100 A phải hiệu là $I_{CD} = I_{v0,CC} = 100$ A.

Trong lưới hạ áp cầu chì và dao cách ly thường được dùng ở vị trí khá xa nguồn (trạm biến áp phân phối), dòng ngắn mạch qua chúng đủ nhỏ nên không cần kiểm tra các điều kiện liên quan đến trị số dòng ngắn mạch.

I. LỰA CHỌN CẦU DAO HẠ ÁP

Cầu dao hạ áp được chọn theo hai điều kiện sau :

$$U_{dmCD} \geq U_{dmLD} \quad (2.1)$$

$$I_{dmCD} \geq I_{tt} \quad (2.2)$$

trong đó :

U_{dmLD} - điện áp định mức của lưới điện hạ áp, có trị số 220 V hoặc 380 V ;

U_{dmCD} - điện áp định mức của cầu dao, thường chế tạo : 220 V, 230 V, 250 V, 380 V, 400 V, 440 V, 500 V, 690 V.

Ngoài ra còn phải chú ý đến chủng loại như số pha, số cực và các chức năng khác như khả năng cắt tải v.v...

II. LỰA CHỌN CẦU CHÌ HẠ ÁP

1. Trong lưới điện ánh sáng sinh hoạt

Cầu chì được chọn theo hai điều kiện sau :

$$U_{dmCC} \geq U_{dmLD} \quad (2.3)$$

$$I_{dc} \geq I_{tt} \quad (2.4)$$

trong đó :

U_{dmCC} - có trị số chế tạo giống như cầu dao

I_{dc} - dòng định mức của dây chảy (A), nhà chế tạo cho theo các bảng ;

I_{tt} - dòng điện tính toán là dòng lâu dài lớn nhất chạy qua dây chảy cầu chì, A.

Với thiết bị một pha (ví dụ các thiết bị điện gia dụng), dòng tính toán chính là dòng định mức của thiết bị điện :

$$I_{tt} = I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} \quad (2.5)$$

trong đó :

U_{dm} - điện áp pha định mức bằng 220 V ;

$\cos\varphi$ - lấy theo thiết bị điện.

Với đèn sợi đốt, bàn là, bếp điện, bình nóng lạnh : $\cos\varphi = 1$

Với quạt, đèn tuýp, điều hòa, tủ lạnh, máy giặt : $\cos\varphi = 0,8$.

Khi cầu chì bảo vệ lưới ba pha, dòng tính toán xác định như sau :

$$I_{tt} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos\varphi} \quad (2.6)$$

trong đó :

U_{dm} - điện áp dây định mức của lưới điện bằng 380 V

$\cos\varphi$ - lấy theo thực tế.

2. Trong lưới điện công nghiệp

a. Cầu chì bảo vệ một động cơ

Sơ đồ cầu chì bảo vệ một động cơ trên hình 2.2. Khởi động từ KĐT có chức năng đóng, mở và bảo vệ quá tải động cơ. Cầu chì bảo vệ ngắn mạch cho động cơ và dây dẫn.

Cầu chì bảo vệ mạch một động cơ được chọn theo hai điều kiện sau:

$$I_{dc} \geq I_{tt} = K_t \cdot I_{dmD} \quad (2.7)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} = \frac{K_{mm} I_{dmD}}{\alpha} \quad (2.8)$$

trong đó :

K_t - hệ số tải của động cơ, nếu không biết, lấy $K_t = 1$, khi đó :

$$I_{dc} \geq I_{dmD}$$

I_{dmD} - dòng định mức của động cơ xác định theo công thức :

$$I_{dmD} = \frac{P_{dmD}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi_{dm} \eta} \quad (2.9)$$

trong đó :

$U_{dm} = 380 \text{ V}$ là điện áp định mức lưới hạ áp

$\cos \varphi_{dm}$ - hệ số công suất định mức của động cơ, nhà chế tạo cho, thường $\cos \varphi_{dm} = 0,8$.

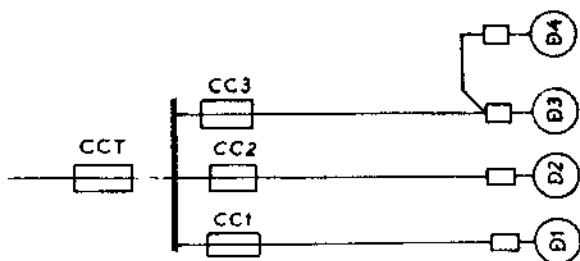
η - hiệu suất của động cơ, nếu không biết, lấy $\eta = 1$.

K_{mm} - hệ số mở máy của động cơ, nhà chế tạo cho, thường $K_{mm} = 5, 6, 7$.

α - hệ số, lấy như sau :

Với động cơ mở máy nhẹ hoặc mở máy không tải (máy bơm, máy cắt gọt kim loại) $\alpha = 2,5$.

Với động cơ mở máy nặng hoặc mở máy có tải (cần cẩu, cần trục, máy nâng) $\alpha = 1,6$.



Hình 2.2. Cầu chì bảo vệ một và nhóm động cơ.

Cầu chì tổng : CCT ; Cầu chì bảo vệ một động cơ : CC1 CC2 , Cầu chì bảo vệ hai động cơ : CC3.

b. Cầu chì bảo vệ 2,3 động cơ

Trong thực tế, cụm hai, ba động cơ nhỏ hoặc cụm một động cơ lớn cùng một, hai động cơ nhỏ ở gần có khi được cấp điện chung bằng một cầu chì.

Trường hợp này cầu chì cũng được chọn theo hai điều kiện sau :

$$I_{dc} \geq \sum_{i=1}^n K_{ti} I_{dmi} \quad (2.10)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmmax} + \sum_{i=1}^{n-1} K_{ti} I_{dmi}}{\alpha} \quad (2.11)$$

α lấy theo tính chất của động cơ mở máy.

c. Cầu chì bảo vệ nhóm động cơ (CCT)

Cầu chì bảo vệ nhóm động cơ được chọn theo các điều kiện sau :

$$I_{dc} \geq I_{ti} \quad (2.12)$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} \quad (2.13)$$

Điều kiện thứ ba là điều kiện chọn lọc, điều kiện này đảm bảo cho CCT chỉ cháy khi xảy ra ngắn mạch tại thanh cái tủ điện, còn nếu xảy ra ngắn mạch ở động cơ hoặc đoạn dây dẫn nào thì chỉ cầu chì nhánh đó cháy. Muốn vậy, người ta qui định phải chọn I_{dc} của cầu chì tổng lớn hơn ít nhất là hai cấp so với I_{dc} lớn nhất của cầu chì nhánh.

Trong công thức (2.12), dòng tính toán của nhóm có thể tính bằng hai cách :

- Nếu biết K_{ti} thì tính theo (2.10)

- Nếu không biết K_{ti} và $n > 4$ thì phải xác định phụ tải tính toán của nhóm theo hệ số cực đại và công suất trung bình :

$$P_{ti} = K_{max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi} \quad (2.14)$$

trong đó :

K_{sd} - hệ số sử dụng của nhóm động cơ, tra bảng ;

K_{max} - hệ số cực đại, tra bảng theo K_{sd} và n_{hq} ;

n_{hq} - số thiết bị dùng điện hiệu quả, xác định theo [5,6,10].

Và tiếp theo (2.11) cũng được xác định theo hai cách :

- Nếu I_{ti} xác định theo (2.10) thì điều kiện 2 theo (2.11) ;

- Nếu I_{ti} xác định theo (2.14) thì điều kiện 2 là :

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmmax} + (I_{ti} - K_{sd} \cdot I_{dm})}{\alpha} \quad (2.15)$$

trong đó :

$K_{sd} \cdot I_{dm}$ - ứng với động cơ có $I_{mm.max}$

Sau đây là các ví dụ minh họa.

Ví dụ 2.1. Yêu cầu lựa chọn cầu chì bảo vệ bóng đèn sợi đốt 100 W.

GIẢI

Bóng đèn sợi đốt dùng điện áp 220 V, $\cos\varphi = 1$, cầu chì chọn theo công thức (2.3), (2.4) :

$$I_{dc} \geq I_{dmD} = \frac{P_{dmD}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{100}{220} = 0,45 \text{ A}$$

Vậy chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 2 \text{ A}$, $I_{v0} = 5 \text{ A}$.

Ví dụ 2.2. Yêu cầu lựa chọn cầu chì bảo vệ bếp điện đôi Liên Xô (cũ) công suất 2 kW.

GIẢI

Bếp điện chính là điện trở nhiệt $\cos\varphi = 1$, điện áp 220 V, ta có :

$$I_{dc} \geq I_{dmB} = \frac{2000}{220} = 9 \text{ A}$$

Chọn cầu chì hạ áp $I_{dc} = 15 \text{ A}$, $I_{v0} = 30 \text{ A}$.

Ví dụ 2.3. Yêu cầu chọn cầu chì cho bảng điện một lớp học. Biết rằng phụ tải điện của lớp bao gồm 8 bóng đèn sợi đốt 100 W và 6 quạt trần 70 W.

GIẢI

Lớp học dùng điện lưới điện áp 220 V.

Phụ tải tính toán của lớp :

$$P_{tt} = 8 \times 100 + 6 \times 70 = 1220 \text{ W}$$

Vì $\cos\varphi$ của quạt là 0,8, của đèn sợi đốt là 1, nên hệ số công suất của cả lớp học lấy $\cos\varphi = 0,9$.

Dòng điện làm việc lớn nhất qua cầu chì :

$$I_{tt} = \frac{1220}{220 \cdot 0,9} = 6,16 \text{ A}$$

Chọn cầu chì có $I_{dc} = 10 \text{ A}$, $I_{v0} = 20 \text{ A}$.

Ví dụ 2.4. Yêu cầu lựa chọn bộ cầu dao - cầu chì bảo vệ lưới điện cho một căn hộ gia đình có công suất đặt 4 kW.

GIẢI

Công suất tính toán của căn hộ xác định theo công thức :

$$P_{tt} = K_{dt} \cdot P_d \quad (2.16)$$

trong đó :

P_d - công suất đặt của căn hộ ;

K_{dt} - hệ số đồng thời, thường $K_{dt} = 0,8$.

Vậy :

$$P_{tt} = 0,8 \times 4 = 3,2 \text{ kW}$$

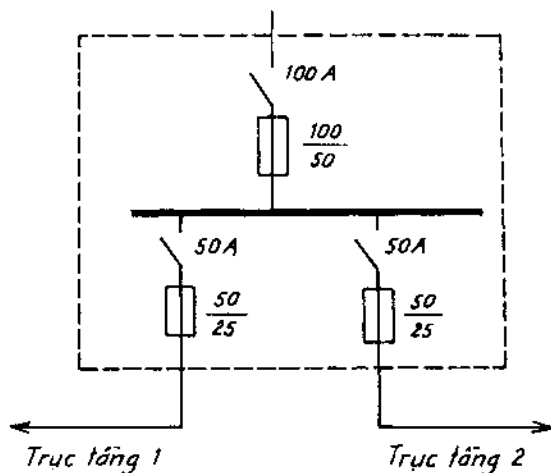
Dòng điện tổng của căn hộ :

$$I_{tt} = \frac{3,2}{0,22 \cdot 0,85} = 17,1 \text{ A}$$

trong đó đã lấy hệ số công suất chung của căn hộ là 0,85.

Chọn dùng bộ CD-CC 30 A, có $I_{dmCD} = I_{vôCC} = 30 \text{ A}$, $I_{dc} = 20 \text{ A}$.

Ví dụ 2.5. Yêu cầu chọn các bộ cầu dao - cầu chì cho tủ điện của một nhà giảng đường gồm 2 tầng, mỗi tầng 6 lớp học.



Hình 2.3. Sơ đồ nguyên lý hộp điện nhà giảng đường

GIẢI

Phụ tải tính toán một lớp học xác định theo công thức :

$$P_{lt} = P_o \cdot S \quad (2.17)$$

trong đó :

P_o - suất phụ tải trên đơn vị diện tích, W/m^2 ;

S - diện tích lớp, m^2 .

Lấy $P_o = 20 \text{ W/m}^2$;

$$S = 8 \times 10 = 80 \text{ m}^2$$

Xác định được công suất tính toán một lớp :

$$P_{lt} = 20 \times 80 = 1600 \text{ W.}$$

Công suất tính toán một tầng :

$$P_{ltT} = 6 \times 1600 = 9600 \text{ W}$$

Công suất tính toán cả nhà giảng đường :

$$P_{ltN} = 2P_{ltT} = 19200 \text{ W.}$$

Dòng điện tính toán một tầng :

$$I_{ltT} = \frac{P_{ltT}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} = \frac{9600}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 18,25 \text{ A}$$

Dòng điện tính toán cả nhà :

$$I_{ltN} = 2 \times I_{ltT} = 36,5 \text{ A.}$$

Vậy chọn bộ CD-CC tầng 50 A, $I_{dc} = 25 \text{ A}$.

Và chọn bộ CD-CC tổng 100 A, $I_{dc} = 50 \text{ A}$.

Kết quả lựa chọn ghi trên hình 2.3.

Ví dụ 2.6. Yêu cầu lựa chọn cầu chì bảo vệ máy mài thô có các thông số cho theo bảng sau :

Động cơ	P_{dm} (kW)	$\cos \varphi$	K_{mm}	η
Máy mài	10	0,8	5	0,9

GIẢI

Áp dụng các công thức lựa chọn cầu chì bảo vệ một động cơ :

$$I_{dc} \geq I_{dmD} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 21,125 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{K_{mm} I_{dmD}}{\alpha} = \frac{5 \cdot 21,125}{2,5} = 42,25 \text{ A}$$

Chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 50 \text{ A}$, $I_{v0} = 100 \text{ A}$.

Ví dụ 2.7. Yêu cầu xác định các cầu chì nhánh và bộ CC-CD tổng đặt trong tủ điện cho 4 động cơ như trên hình 2.4, số liệu của động cơ cho theo bảng sau :

Động cơ	P_{dm} (kW)	$\cos\varphi$	K_{mm}	Kt	η
Máy mài	10	0,8	5	0,8	0,9
Cầu trục	8	0,8	7	0,8	0,9
Máy phay	10	0,8	5	0,8	0,9
Máy khoan	4,5	0,8	7	0,8	0,9

GIẢI

Lựa chọn CC1

$$I_{dc} \geq I_{dmD1} = 0,8 \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,8 \cdot 21,125 = 16,9 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{K_{mm} I_{dmD1}}{\alpha} = \frac{5 \cdot 21,125}{2,5} = 42,25 \text{ A}$$

Chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 50 \text{ A}$, $I_{v0} = 100 \text{ A}$.

Lựa chọn CC2

$$I_{dc} \geq I_{dmD2} = 0,8 \frac{8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,8 \cdot 16,9 = 13,52 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{K_{mm} I_{dmD2}}{\alpha} = \frac{7 \cdot 16,9}{1,6} = 73,9 \text{ A}$$

Chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 80 \text{ A}$, $I_{v0} = 100 \text{ A}$.

Lựa chọn CC3

Cầu chì ba bảo vệ hai động cơ chọn theo (2.10) và (2.11)

$$I_{dc} \geq \sum_1^n K_{ti} I_{dmi} = 0,8 \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} + 0,8 \frac{4,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9}$$

$$= 0,8 \cdot 21,125 + 0,8 \cdot 9,5 = 24,5 \text{ A.}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmD4} + K_{t4} \cdot K_{dmD4}}{\alpha} = \frac{5 \cdot 21,125 + 0,8 \cdot 9,5}{2,5} = 45,29 \text{ A}$$

Chọn cầu chì hạ áp có $I_{dc} = 50 \text{ A}$, $I_{v0} = 100 \text{ A}$.

Lựa chọn CCT

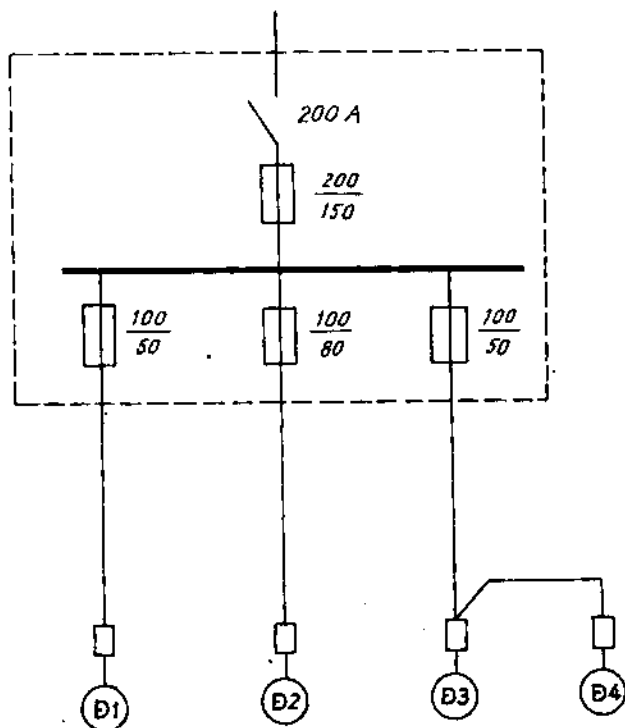
Cầu chì tổng cũng được chọn theo (2.10) và (2.11) :

$$I_{dc} \geq \sum_1^n K_{ti} I_{dmi} = 0,8 [21,125 + 16,9 + 21,125 + 9,5] = 59,92 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mmD2} + \sum_1^3 K_{ti} I_{dmi}}{\alpha} = \frac{7 \cdot 16,9 + 0,8 [21,125 + 21,125 + 9,5]}{1,6} = 89,25 \text{ A.}$$

Lẽ ra theo kết quả tính toán có thể chọn $I_{dc} = 100 \text{ A}$, nhưng để thỏa mãn điều kiện chọn lọc, chọn bộ cầu dao-cầu chì tổng có $I_{dc} = 150 \text{ A}$, $I_{v0} = 200 \text{ A}$, $I_{dmCD} = 200 \text{ A}$.

Kết quả tính chọn cầu chì cho tủ điện ghi trên hình 2.4.



Hình 2.4. Sơ đồ tủ điện và kết quả chọn cầu chì

B. LỰA CHỌN DAO CÁCH LY, CẦU CHỈ CAO ÁP

Trong lưới điện cao áp, dao cách ly ít khi đặt riêng rẽ, mà thường kết hợp với cầu chì và máy cắt điện.

Dao cách ly được chế tạo nhiều chủng loại, kiểu cách khác nhau, có dao cách ly ngoài trời, trong nhà ; dao cách ly một, hai, ba, trụ sứ ; dao cách ly lưỡi dao chém thẳng, quay ngang ; dao cách ly một cực (cầu dao một lửa), ba cực (cầu dao liên động). Ở lưới trung áp ngoài dao cách ly thông thường, người ta còn chế tạo dao cắt phụ tải để có thể đóng cắt mạch điện khi đang mang tải.

Nhiệm vụ chủ yếu của dao cách ly là cách ly phục vụ cho sửa chữa, kiểm tra.

Cũng có thể cho dao cách ly đóng cắt dòng không tải của máy biến áp nếu công suất máy không quá lớn. Ví dụ dao cách ly do Liên Xô (cũ) chế tạo có thể cho phép đóng cắt dòng không tải trong các trường hợp sau đây :

Với điện áp 10 kV công suất biến áp tới 750 kVA

Với điện áp 20 kV công suất biến áp tới 10.000 kVA

Với điện áp 35 kV công suất biến áp tới 20.000 kVA

Với điện áp 110 kV công suất biến áp tới 40.500 kVA.

Dao cắt phụ tải thường dùng kết hợp với cầu chì thành bộ DCPT-CC (còn gọi là máy cắt phụ tải), trong đó DCPT làm nhiệm vụ thao tác đóng cắt mạch điện, còn CC làm nhiệm vụ bảo vệ chống ngắn mạch.

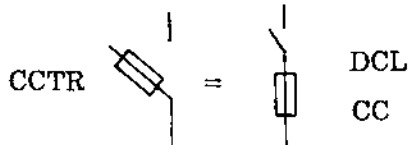
Trong lưới điện cao áp, cầu chì thường dùng ở các vị trí sau :

- Bảo vệ máy biến áp đo lường ở các cấp điện áp.
- Kết hợp với cầu dao phụ tải thành bộ máy cắt phụ tải để bảo vệ các đường dây trung áp.
- Đặt phía cao áp các trạm biến áp phân phối để bảo vệ ngắn mạch cho máy biến áp.

Cầu chì được chế tạo nhiều loại, nhiều kiểu, ở điện áp trung và cao phổ biến nhất là loại cầu chì ống.

Ở cấp điện áp trung, người ta còn chế tạo cầu chì tự rơi (CCTR), bình thường CCTR nối liền mạch điện, khi dây chảy đứt, đầu trên của cầu chì tự động nhả chốt hãm làm cho ống cầu chì rơi xuống, tạo ra

khoảng cách ly giống như mở cầu dao. Vì thế cầu chì tự rơi làm cả hai chức năng của cầu chì và cầu dao.

$$CCTR = CC + DCL$$


Dao cách ly và cầu chì cao áp được lựa chọn theo các điều kiện ghi theo bảng.

Các điều kiện chọn dao cách ly

Bảng 2.2.

Đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
1. Điện áp định mức (kV) 2. Dòng điện định mức (A) 3. Dòng ổn định động (kA) 4. Dòng ổn định nhiệt (kA)	$U_{dmDCL} \geq U_{dmLD}$ $I_{dmDCL} \geq I_{cb}$ $I_{d.dm} \geq I_{xk}$ $I_{nh.dm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$

Các điều kiện chọn cầu chì

Bảng 2.3.

Đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
1. Điện áp định mức (kV) 2. Dòng điện định mức (A) 3. Dòng cắt định mức (kA) 4. Công suất cắt định mức (MVA)	$U_{dmcc} \geq U_{dmLD}$ $I_{dmcc} \geq I_{cb}$ $I_{cdm} \geq I''$ $S_{cdm} \geq S''$

Các điều kiện chọn máy cắt phụ tải (CDPT-CC)

Bảng 2.4.

Đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
1. Điện áp định mức (kV) 2. Dòng điện định mức (A) 3. Dòng ổn định động (kA) 4. Dòng ổn định nhiệt (kA) 5. Dòng định mức của cầu chì (A) 6. Dòng cắt định mức của CC (kA) 7. Công suất cắt định mức của CC (MVA)	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$ $I_{dmMC} \geq I_{cb}$ $I_{d.dm} \geq I_{xk}$ $I_{nh.dm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$ $I_{dmcc} \geq I_{cb}$ $I_{cdmcc} \geq I''$ $S_{cdmcc} \geq S''$

Trong các công thức trên :

U_{dmLD} - điện áp định mức của lưới điện.

I_{cb} - dòng điện cường bức, nghĩa là dòng làm việc lớn nhất đi qua thiết bị cần kiểm tra, xác định theo sơ đồ cụ thể.

I_{∞}, I'' - dòng ngắn mạch vô cùng và siêu quá độ.

i_{kk} - dòng điện xung kích :

$$i_{kk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_N \quad (2.18)$$

S'' - công suất ngắn mạch :

$$S'' = \sqrt{3} \cdot U_{tb} \cdot I'' \quad (2.19)$$

$t_{nh.dm}$ - Thời gian ổn định nhiệt định mức, nhà chế tạo cho tương ứng với $I_{nh.dm}$.

t_{qd} - Thời gian qui đổi, xác định bằng cách tính toán và tra đồ thị [3, 8, 9]. Tuy nhiên trong trường hợp tính toán thực tế không cần chính xác cao, người ta có thể lấy trị số t_{qd} bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, nghĩa là bằng thời gian cắt ngắn mạch, khi đó điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch là :

$$I_{nh.dm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_c}{t_{nh.dm}}} \quad (2.20)$$

t_c - thời gian cắt, thời gian tồn tại ngắn mạch.

Các thiết bị điện có dòng định mức lớn hơn hay bằng 1000 A thì không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt.

Việc tính toán xác định dòng điện ngắn mạch thực hiện như sau :

Với lưới điện 110, 220, 500 kV cần xác định chính xác dòng ngắn mạch tại các điểm đặt cầu chì, dao cách ly trên cơ sở đã biết toàn bộ sơ đồ lưới điện, các thông số của các phần tử. Cũng có thể hỏi trị số dòng ngắn mạch tại các nút của hệ thống điện qua cơ quan điều độ trung tâm, thường ở đó người ta đã tính sẵn trị số dòng ngắn mạch trong các chế độ vận hành với các dạng ngắn mạch khác nhau.

Với lưới trung áp có thể xác định gần đúng dòng ngắn mạch trong khi không có sơ đồ hệ thống điện. Khi đó người ta coi trạm biến áp trung gian là nguồn (hệ thống điện), tại đây cung cấp dòng ngắn mạch cho điểm ngắn mạch thông qua công suất cắt của máy cắt đầu đường

dây. Lúc này toàn bộ sơ đồ hệ thống được thay thế bằng một điện kháng X_{fl} có trị số được xác định gần đúng theo công thức :

$$X_{fl} = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdmMC}} \quad (2.21)$$

trong đó :

U_{tb} - điện áp trung bình của lưới điện, kV :

$$U_{tb} = 1,05 U_{dml.D}$$

S_{cdmMC} - công suất cắt định mức của máy cắt đầu đường dây trung áp :

$$S_{cdmMC} = \sqrt{3} \cdot U_{tb} \cdot I_{cdmMC}, \text{ MVA.}$$

I_{cdmMC} - Dòng cắt định mức của máy cắt, nhà chế tạo cho.

Hiện nay trên hệ thống điện Việt Nam còn đang sử dụng nhiều máy cắt của Liên Xô (cũ), nếu thiếu bảng tra cứu có thể lấy công suất cắt của các máy cắt 10 kV bằng 250 ÷ 300 MVA. Cũng cần lưu ý rằng, ở lưới trung áp trị số R và X của đường dây xấp xỉ nhau, không thể bỏ qua R khi tính ngắn mạch, mà phải dùng sơ đồ tổng trở Z để tránh sai số quá lớn.

Mặt khác, coi ngắn mạch là xa nguồn, thành phần dòng ngắn mạch không chu kỳ đã tắt, khi đó :

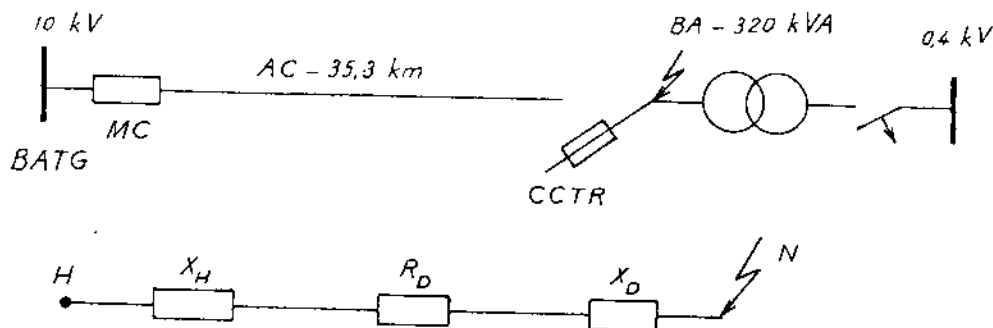
$$I_N = I_\infty = I'' = I_{ck} \quad (2.22)$$

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} Z_N} \quad (2.23)$$

Z_N - tổng trở ngắn mạch, tức là tổng trở tính từ nguồn đến điểm tính ngắn mạch.

Trị số tức thời lớn nhất của dòng điện ngắn mạch gọi là dòng điện xung kích xác định theo công thức (2.18).

Ví dụ 2.8. Yêu cầu lựa chọn cầu chì tự rơi 10 kV đặt tại trạm biến áp phân phối cấp điện cho một xã nông nghiệp. Trạm đặt một biến áp 320 kVA, điện áp 10/0,4 kV. Biết rằng trạm được cấp điện từ trạm biến áp trung gian 35/10 kV của huyện cách 3 km bằng ĐDK-10, dây AC-35. Máy cắt đầu đường dây là của Liên Xô (cũ) đã mất catalog.



Hình 2.5. Sơ đồ nguyên lý cấp điện và sơ đồ thay thế để tính toán ngắn mạch.

GIẢI

Dòng điện lớn nhất lâu dài đi qua cầu chì chính là dòng quá tải của biến áp, thường trong những giờ cao điểm cho phép máy biến áp quá tải 25%. Vậy dòng điện cường bức là :

$$I_{cb} = I_{qtBA} = 1,25 I_{dmB} = 1,25 \cdot \frac{320}{\sqrt{3} \cdot 10} = 27,75 \text{ A}$$

Với lưới 10 kV, $U_{tb} = 1,05 U_{dm} = 10,5 \text{ kV}$, lấy trị số công suất cắt của máy cắt 10 kV do Liên Xô (cũ) chế tạo là 250 MVA, khi đó điện kháng hệ thống :

$$X_{Hl} = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdmMC}} = \frac{10,5^2}{250} = 0,44 \Omega$$

Tổng trở ĐDK-10 kV dài 3 km với dây AC-35 là :

$$Z_D = r_0 l + j x_0 l = 0,92 \cdot 3 + j 0,4 \cdot 3 = 2,76 + j 1,2 \Omega$$

Trong đó r_0 , x_0 tra bảng, nếu không có bảng tra thì có thể xác định r_0 theo công thức :

$$r_0 = \frac{P}{F}, \Omega/\text{km} \quad (2.24)$$

còn x_0 có thể lấy gần đúng $x_0 = 0,4 \Omega/\text{km}$

Từ đây xác định được các trị số của dòng ngắn mạch :

$$I_N = \frac{U_{tb}^2}{\sqrt{3} \sqrt{R_D^2 + (X_H + X_D)^2}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \sqrt{2,76^2 + (0,44 + 1,2)^2}} = 1,9 \text{ kA}$$

$$I_{xk} = 1,8 \sqrt{2} I_N = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,9 = 4,79 \text{ kA}$$

Chọn cầu chì tự rơi 10 kV do Chance chế tạo có các thông số kỹ thuật như trong bảng sau :

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_N (kA)	Khối lượng (kg)
C710-112PB	15	100	10	7,88

Kết quả kiểm tra cầu chì đã chọn cho theo bảng :

Các đại lượng	Kết quả kiểm tra
1. Điện áp định mức, (kV)	$U_{dmcc} = 15 > U_{dmLD} = 10$
2. Dòng điện định mức, (A)	$I_{dmcc} = 100 > I_{cb} = 27,75$
3. Dòng cắt định mức, (kA)	$I_{cdmcc} = 10 > I_N = 1,9$
4. Công suất cắt định mức, (MVA)	$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 10 > \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 1,9$

Các điều kiện kiểm tra đều thỏa mãn :

Ví dụ 2.9. Yêu cầu lựa chọn phương án dùng cầu dao, cầu chì thay cho cầu chì tự rơi của ví dụ 2.8 trên.

GIẢI

Ở ví dụ 2.8 đã xác định được

$$I_{cb} = 27,75 \text{ A}, I_N = 1,9 \text{ kA}, I_{xk} = 4,79 \text{ kA}.$$

Chọn dùng loại dao cách ly 3DC điện áp 12 kV và cầu chì ống 3GD do Siemens chế tạo có các thông số cho theo bảng sau :

Loại DCL	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)	$I_{nh.dm}$ (kA)
3DC	12	400	40	16

Bảng chọn cầu chì :

Loại cầu chì	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)	I_{cmin} (A)
3GD1-120-2B	12	100	80	400

Kết quả kiểm tra thông số kỹ thuật của DCL và CC đã chọn ghi theo bảng.

Bảng kiểm tra dao cách ly.

Các đại lượng kiểm tra	Kết quả
1. U_{dm} (kV)	$U_{dmDCC} = 12 > U_{dmLD} = 10$
2. Dòng định mức (A)	$I_{dmDCL} = 400 > I_{cb} = 27,75$
3. Dòng ổn định dòng (kA)	$I_{ddmDCL} = 40 > I_{xk} = 4,79$
4. Dòng ổn định nhiệt (kA)	$I_{nh.dmdCL} = 16 > I^* = 19$

Bảng kiểm tra cầu chì :

Các đại lượng kiểm tra	Kết quả
1. Điện áp định mức (kV)	$U_{dmCC} = 12 > U_{dmLD} = 10$
2. Dòng điện định mức (A)	$I_{dmCC} = 100 > I_{cb} = 27,75$
3. Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdmCC} = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 80 > \sqrt{3} \cdot 19 \cdot 10$
4. Dòng cắt định mức (kA)	$I_{cdmCC} = 80 > I_N = 19$

Qua kết quả kiểm tra kết luận cầu chì và dao cách ly đã chọn thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật.

Ghi chú: Nếu kinh phí hạn hẹp có thể chọn mua cầu chì-dao cách ly của các hãng nội địa sản xuất.

Ví dụ 2.10. Yêu cầu lựa chọn cầu dao-cầu chì cao áp cho trạm biến áp đặt hai máy 1000 kVA, điện áp 22/0,4 kV được cấp điện từ hai đường cáp trục của thành phố như ở hình 2.6.

GIẢI

Dòng điện lâu dài lớn nhất qua cầu chì, cầu dao là dòng quá tải biến áp, với trạm hai máy, $I_{qt} = 1,4 I_{dmBA}$, vậy :

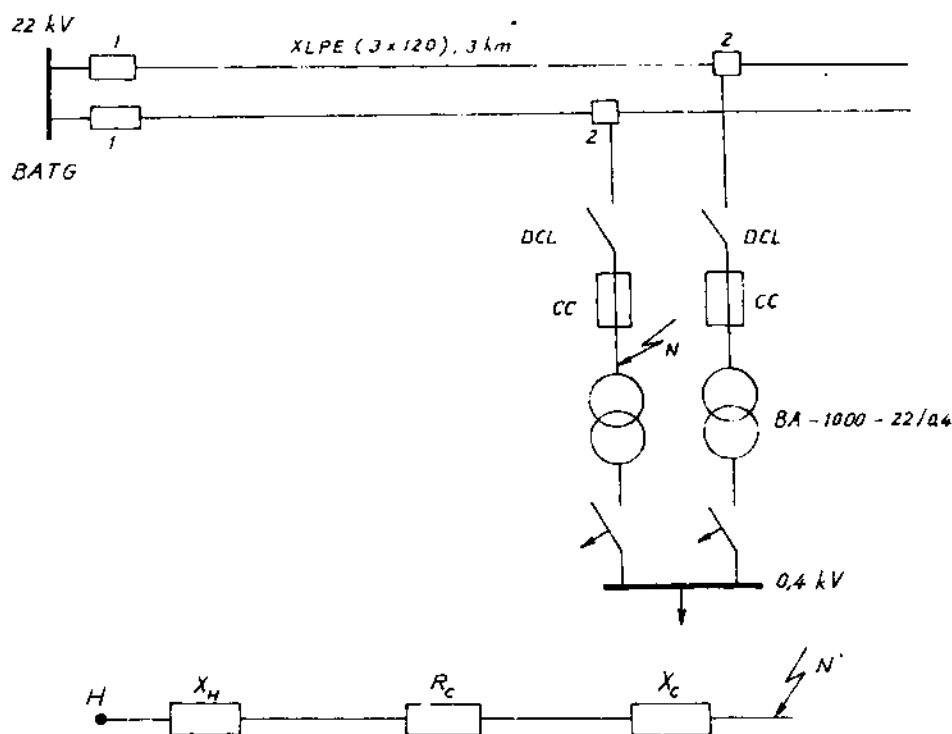
$$I_{cb} = I_{qtBA} = 1,4 I_{dmBA} = 1,4 \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 22} = 36,78 \text{ A}$$

Với máy cắt của Siemens 8BJ50, tra bảng có $I_{cdmMC} = 25 \text{ kA}$.

Vậy điện kháng hệ thống là :

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdmMC}} = \frac{(1,05 \cdot 22)^2}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 25} = 0,56 \text{ } \Omega$$

$$Z_C = r_0 l + jx_0 l$$



Hình 2.6. Sơ đồ nguyên lý cấp điện và
sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch
1. Máy cắt Siemens 8BJ50 ; 2. Hộp cáp.

Với cáp XLPE (3 x 120) của Alcatel, tra được $r_0 = 0,196 \, \Omega/\text{km}$, x_0 có thể tra bảng hoặc lấy gần đúng $x_0 = (0,08 \div 0,1) \, \Omega/\text{km}$.

Lấy $x_0 = 0,1 \, \Omega/\text{km}$, tính được :

$$Z_C = 0,196 \cdot 3 + j0,1 \cdot 3 = 0,588 + j0,3 \, \Omega$$

Trị số dòng ngắn mạch sau cầu chì :

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} Z_N} = \frac{23}{\sqrt{3} \sqrt{0,588^2 + (0,56 + 0,3)^2}} = 12,4 \, \text{kA}$$

$$i_{xk} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 12,4 = 31,47 \, \text{kA}$$

Chọn cầu chì ống của Siemens 3GD1 408-4B có các thông số kỹ thuật ghi ở bảng sau :

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)	Kích thước (mm)		Khối lượng (kg)
				dài	đường kính	
3GD1 408-4B	24	40	31,5	442	69	3,8

Chọn dao cách ly 3DC của Siemens :

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	$I_{d,dm}$ (kA)	$I_{nh,dm}$ (kA)
3DC	24	630	40	20

So sánh các số liệu trong bảng chọn cầu chì, dao cách ly với trị số dòng cường bức, dòng ngắn mạch, dòng xung kích, ta nhận thấy cầu chì, cầu dao đã chọn hoàn toàn thỏa mãn các điều kiện kỹ thuật.

Ghi chú: Nếu có kinh phí, yêu cầu chọn tủ phân phối cao áp (tủ máy cắt phụ tải hợp bộ), có thể chọn loại tủ 8DH10 do Siemens sản xuất có các thông số kỹ thuật cho ở bảng sau :

Loại tủ	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	$I_{d,dm}$ (kA)	$I_{nh,dm}$ (kA)	Thiết bị đóng cắt
8DH10	24	200	50	16	Dao cắt phụ tải, cầu chì

So với các trị số dòng cường bức, dòng ngắn mạch, dòng xung kích tính toán ở trên, tủ 8DH10 hoàn toàn thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật. Số lượng tủ cần chọn : 2.

Ví dụ 2.11. Yêu cầu lựa chọn dao cách ly 110 kV đặt tại trạm biến áp trung gian 110/10 kV, phía cao áp có sơ đồ cấu. Biết rằng trạm đặt hai biến áp 25.000 kVA, dòng điện ngắn mạch đã tính được $I'' = 25$ kA.

GIẢI

Cần chọn dao cách ly DCL1 và DCL2.

Dòng cường bức qua dao cách ly chính là dòng quá tải máy biến áp :

$$I_{cb} = I_{q1BA} = 1,4 I_{dmBA} = 1,4 \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 183,92 \text{ A}$$

Dòng điện ngắn mạch xung kích :

$$i_{xk} = 18\sqrt{2} I'' = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 25 = 63,45 \text{ kA}$$

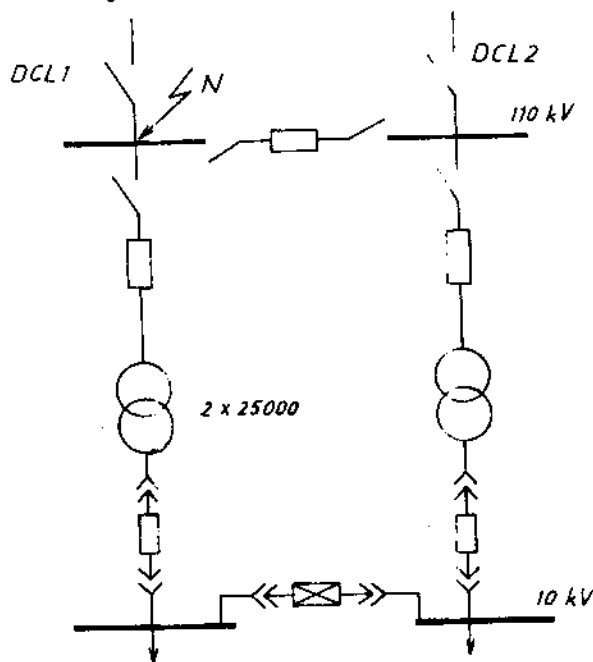
Chọn dùng dao cách ly PJHД - 110/1000 có $I_{dm} = 1000$ A, $I_{d,dm} = 80$ kA.

Với dao cách ly có $I_{dm} \geq 1000$ A không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

Kết quả kiểm tra dao cách ly đã chọn theo bảng sau :

Đại lượng kiểm tra	Kết quả kiểm tra
1. Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} = 110 = U_{dmLD}$
2. Dòng định mức (A)	$I_{dmDCL} = 1000 > I_{cb} = 183,92$
3. Dòng ổn định động (kA)	$I_{d.dm} = 80 > I_{xx} = 63,45$

Chọn dao cách ly như trên là thỏa mãn.



Hình 2.7. Trạm biến áp trung gian 110/10 kV phía cao áp dùng sơ đồ cầu ngoài.

C. TRA CÚU

Cầu chì tự rơi do Chance (Mỹ) chế tạo

Bảng 2.1.

Loại	Mã số	U_{lmax} (kV)	I_{dm} (A)	I_N (kA)	Khối lượng (kg)
15 kV có điện áp chịu đựng 95 kV	C710 - 123PB	7,8	200	12	8,26
	C710 - 112PB	15	100	10	7,98
	C710 - 114PB	15	100	16	7,98
	C710 - 133PB	15	300	12	8,03
15 kV có điện áp chịu đựng 110 kV	C710 - 423PB	7,8	200	12	8,26
	C710 - 412PB	15	100	10	7,98
	C710 - 414PB	15	100	16	7,98
	C710 - 433PB	15	300	10	8,03
27 kV có điện áp chịu đựng 125 kV	C710 - 222PB	15	200	10	9,48
	C710 - 211PB	27	100	8	9,07
	C710 - 212PB	27	100	12	9,16
	C710 - 233PB	27	300	12	9,25
27 kV có điện áp chịu đựng 150 kV	C710 - 322PB	15	200	10	12,07
	C710 - 311PB	27	100	8	11,70
	C710 - 313PB	27	100	12	11,79
	C710 - 333PB	27	300	12	11,88
27 kV có điện áp chịu đựng 170 kV	C7100 - 523PB	15	200	12	13,15
	C710 - 513PB	27	100	12	12,97
	C710 - 533	27	300	12	12,97

Cầu chì tự rơi cắt được tải do Chance chế tạo

Bảng 2.2.

Loại	Mã số	Điện áp làm việc max (kV)	Dòng điện cắt tải (A)	Số lần cắt tải	I_N (kA)	Khối lượng (kg)
15 kV có điện áp chịu đựng 95 kV	C730 - 123PB	7,8	200	200	12	10,6
	C730 - 112PB	15	100	200	10	10,2
	C730 - 114PB	15	100	200	16	10,3
	C730 - 133PB	15	300	50	12	10,4
15 kV có điện áp chịu đựng 110 kV	C730 - 423PB	7,8	200	200	12	10,6
	C730 - 412PB	15	100	200	10	10,2
	C730 - 414PB	15	100	200	16	10,3
	C730 - 433PB	15	300	50	12	10,4
15/27 kV có điện áp chịu đựng 125 kV	C730 - 222PB	15	200	200	10	11,8
	C730 - 211PB	15/27	100	200	8	11,4
	C730 - 213PB	15/27	100	200	12	11,5
	C730 - 233PB	15/27	300	50	12	11,6
20/34,5 kV có điện áp chịu đựng 150 kV	C730 - 311PB	20/34,5	100	100	8	14,0
	C730 - 313PB	20/34,5	100	100	12	14,1

Thông số kỹ thuật của bộ cầu chì - cầu dao hạ áp loại OESA do ABB chế tạo

Bảng 2.3.

I_{dm} (A)	U_{dm} (V)	U_{xk} (kV)	$I_{N\ max}$ (kA)	I_{N10s} (kA)	Khối lượng (kg)
20	1000	12	7,5	1	0,7
25	1000	12	7,5	1	0,7
32	1000	12	7,5	1	0,7

Tiếp bảng 2.3

I_{dm} (A)	U_{dm} (V)	U_{xk} (kV)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)	Khối lượng (kg)
32	750	12	10	1,5	1,6
63	750	12	12	2	1,6
125	750	12	23	5	1,8
160	750	12	23	5	1,8
200	1000	12	40	8	6,9
250	1000	12	40	8	6,9
315	1000	12	40	10	7,3
400	1000	12	40	10	7,8
630	1000	12	75	16	15,5
800	1000	12	75	16	17

**Điện áp và dòng điện của dây chảy cầu chì hạ áp
do ABB chế tạo**

Bảng 2.4.

Điện áp xoay chiều (V)	230, 400, 500, 690, 750, 1000
Điện áp một chiều (V)	220, 440, 500, 600, 750, 1200, 1500, 2400, 3000
Dòng điện định mức (A)	2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250

Cầu chì ống hạ áp 3NA2 do Siemens chế tạo
 $U_{dm} = 500$ V, $I_N = 120$ kA

Bảng 2.5.

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
00	2	21	3NA2 802	9	0,140
	4		3NA2 804		
	6		3NA2 801		
	10		3NA2 803		
00	16	21	3NA2 805	9	0,140
	20		3NA2 807		
	25		3NA2 810		
	32		3NA2 812		
00	35	21	3NA2 814	9	0,140
	40		3NA2 817		
	50		3NA2 820		
	63		3NA2 822		

Tiếp bảng 2.5

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
00	80	21	3NA2 824	9	0,140
	100		3NA2 830		
00	125 ¹⁾	30	3NA2 832	3	0,210
	160 ¹⁾		3NA2 836		
1	16	30	3NA2 105	3	0,290
	20		3NA2 107		
	25		3NA2 110		
	35		3NA2 114		
1	40	30	3NA2 117	3	0,290
	50		3NA2 120		
	63		3NA2 122		
	80		3NA2 124		
1	100	30	3NA2 130	3	0,290
	125 ¹⁾		3NA2 132		
	160 ¹⁾		3NA2 136		
1	200	47,2	3NA2 140	3	0,44
	224		3NA2 142		
	250		3NA2 1444		
2	35	47,2	3NA2 214	3	0,45
	50		3NA2 220		
	63		3NA2 222		
	80		3NA2 224		
2	100	47,2	3NA2 230	3	0,45
	125		3NA2 232		
	160		3NA2 236		
2	200	47,2	3NA2 240	3	0,45
	224		3NA2 242		
	250		3NA2 244		
2	300 ¹⁾	57,8	3NA2 250	3	0,60
	315		3NA2 252		
	355 ¹⁾		3NA2 254		
	400		3NA2 260		

Cầu chì ống hạ áp 3NA3 do Siemens chế tạo
 $U_{dm} = 690 \text{ V}, I_N = 120 \text{ kA}$

Bảng 2.6.

Dãy	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
00	2	21	3NA3 802-6	3	0,140
	4		3NA3 804-6		
	6		3NA3 801-6		
	10		3NA3 803-6		
00	16	21	3NA3 805-6	3	0,140
	20		3NA3 807-6		
	25		3NA3 810-6		
	32		3NA3 8012-6		
	35		3NA3 814-6		
00	40	30	3NA3 817-6	3	0,200
	50		3NA3 820-6		
	63		3NA3 822-6		
	80		3NA3 824-6		
	100		3NA3 830-6		
1	50	30	3NA3 120-6	3	0,290
	63		3NA3 122-6		
	80		3NA3 124-6		
	100		3NA3 130-6		
1	125 ¹⁾	30	3NA3 132-6	3	0,290
	160 ¹⁾		3NA3 136-6		
1	200	47,2	3NA3 140-6	3	0,430
2	80	47,2	3NA3 224-6	3	0,430
	100		3NA3 230-6		
	125		3NA3 232-6		
	160		3NA3 236-63		
2	200	47,2	3NA3 240-6	3	0,430
	224		3NA3 242-6		
3	250	57	3NA3 244-6	3	0,680
	300 ¹⁾		3NA3 250-6		
	315		3NA3 252-6		
	250		3NA3 344-6		
	315		3NA3 352-6		
3	355 ¹⁾	71,2	3NA3 354-6	3	1,000
	400		3NA3 360-6		
	425		3NA3 362-6		
	500		3NA3 365-6		

Cầu chì ống hạ áp loại 3NA3 do Siemens chế tạo
 $U_{dm} = 500 \text{ V}$, $I_N = 120 \text{ kA}$

Bảng 2.7.

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1	16	30	3NA3 105	3	0,290
	20		3NA3 107		
	25		3NA3 110		
	35		3NA3 114		
1	40	30	3NA3 117	3	0,300
	50		3NA3 120		
	63		3NA3 122		
	80		3NA3 124		
1	100	30	3NA3 130	3	0,300
	125 ¹⁾		3NA3 132		
	160 ¹⁾		3NA3 136		
1	200	47,2	3NA3 140	3	0,440
	224		3NA3 142		
	250		3NA3 144		
2	35	47,2	3NA3 214	3	0,450
	50		3NA3 220		
	63		3NA3 222		
	80		3NA3 224		
2	100	47,2	3NA3 230	3	0,450
	125		3NA3 232		
	160		3NA3 236		
	200		3NA3 240		
2	224	47,2	3NA3 242	3	0,450
	250		3NA3 244		
	300 ¹⁾	57,8	3NA3 250	3	0,650
	315		3NA3 252		
	355 ¹⁾		3NA3 254		
	400		3NA3 260		
3	200	57,8	3NA3 340	3	0,650
	224		3NA3 342		
	250		3NA3 344		
	300 ¹⁾		3NA3 350		
3	315	57,8	3NA3 352	3	0,650
	355 ¹⁾		3NA3 354		
	400		3NA3 360		
3	425 ¹⁾	71,2	3NA3 362	3	100
	500		3NA3 365		
	630		3NA3 372		

Tiếp bảng 2.7

Dãy	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
4	630 800 1000 1250	101,8	3NA3 472 3NA3 475 3NA3 480 3NA3 482	1	2,50
4a	50 630 800	101,8	3NA3 665 3NA3 672 3NA3 675	1	2,70
4a	1000 1250	101,8	3NA3 680 3NA3 682	1	2,80

Cầu chì ống hạ áp loại 3NA3 do Siemens chế tạo

$$U_{dm} = 500 \text{ V}, I_N = 120 \text{ kA}$$

Bảng 2.8

Dãy	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
00	2 4 6 10	21	3NA3 802 3NA3 804 3NA3 801 3NA3 803	9	0,130
00	16 20 25 32	21	3NA3 805 3NA3 807 3NA3 810 3NA3 812	9	0,130
00	35 40 50 63	21	3NA3 814 3NA3 817 3NA3 820 3NA3 822	9	0,130
00	80 100	21	3NA3 824 3NA3 830	9	0,130
00	35 50 63 80 100	30	3NA3 814-7 3NA3 820-7 3NA3 822-7 3NA3 824-7 3NA3 830-7		
00	125 ¹⁾ 160 ¹⁾	30	3NA3 832 3NA3 836	3	0,220
0	6 10 16 20	30	3NA3 001 3NA3 003 3NA3 005 3NA3 007	3	0,340

Tiếp bảng 2.8

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
0	25	30	3NA3 010	3	0,340
	32		3NA3 012		
	35		3NA3 014		
	40		3NA3 017		
0	50	30	3NA3 020	3	0,340
	63		3NA3 022		
	80		3NA3 024		
	100		3NA3 030		
0	125 ¹⁾	30	3NA3 032	3	0,340
	160 ¹⁾		3NA3 036		

Cầu chì ống 3ND1 do Siemens chế tạo

$$U_{dm} = 690 \text{ V}, I_N = 120 \text{ kA}$$

Bảng 2.9.

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
00	6	21	3ND1 801	3	0,1
	10		3ND1 803		
	16		3ND1 805		
	20		3ND1 807		
00	25	21	3ND1 810	3	0,1
	32		3ND1 812		
	35		3ND1 814		
	40		3ND1 817		
00	50	21	3ND1 820	3	0,1
	63		3ND1 822		
	80		3ND1 824		
00	100	30	3ND1 830	3	0,1
	125 ¹⁾		3ND1 832		
	160 ¹⁾		3ND1 836		
1	63	46	3ND1 122	3	0,4
	80		3ND1 124		
	100		3ND1 130		
	125		3ND1 132		
	160		3ND1 136		
1	200	46	3ND1 140	3	0,4
	250		3ND1 144		

Tiếp bảng 2.9

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
2	125	57	3ND1 232	3	0,4
	160		3ND1 236		
	200		3ND1 240		
	250		3ND1 244		
2	315	57	3ND1 252	3	0,6
	355 ¹⁾		3ND1 254		0,6
	400		3ND1 260		0,6
3	315	71,2	3ND1 352	3	1,0
	355		3ND1 354		
	400		3ND1 360		
	500		3ND1 365		
	630		3ND1 372		

Cầu chì ống hạ áp 3NA2 do Siemens chế tạo

$$U_{dm} = 690 \text{ V}, I_N = 120 \text{ kV}$$

Bảng 2.10.

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
00	2	21	3NA2 802-6	3	0,140
	4		3NA2 804-6		
	6		3NA2 801-6		
	10		3NA2 803-6		
00	16	21	3NA2 805-6	3	0,140
	20		3NA2 807-6		
	25		3NA2 810-6		
	32		3NA2 812-6		
	35		3NA2 814-6		
00	40	30	3NA2 817-6	3	0,210
	50		3NA2 820-6		
	63		3NA2 822-6		
	80		3NA2 824-6		
	100		3NA2 830-6		
1	50	30	3NA2 120-6	3	0,290
	63		3NA2 122-6		
	80		3NA2 124-6		
	100		3NA2 130-6		
1	125	30	3NA2 132-6	3	0,290
	160		3NA2 136-6		
2	200	47,2	3NA2 140-6	3	0,440

Tiếp bảng 2.10

Dãy	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
2	80	47,2	3NA2 224-6	3	0,450
	100		3NA2 230-6		
	125		3NA2 232-6		
	160		3NA2 236-6		
	200		3NA2 240-6		
	224		3NA2 242-6		
	250		3NA2 244-6		
2	300	57,8	3NA2 250-6	3	0,660
	315		3NA2 252-6		

Cầu chì ống hạ áp 3NW8 do Siemens chế tạo

$$U_{dm} = 500 \text{ V}, I_N = 100 \text{ kA}$$

Bảng 2.11.

I_{dm} (A)	Dãy	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
0,5	10 x 38	3NW8 002-1	10	0,750
1		3NW8 002-1		
2		3NW8 002-1		
4		3NW8 004-1		
6	10 x 38	3NW8 001-1	10	0,750
8		3NW8 008-1		
10		3NW8 003-1		
16	10 x 38	3NW8 005-1	10	0,750
20		3NW8 007-1		
25 ¹⁾		3NW8 010-1		
2	14 x 51	3NW8 102-1	10	1,900
4		3NW8 104-1		
6		3NW8 101-1		
8	14 x 51	3NW8 108-1	10	1,900
10		3NW8 103-1		
16		3NW8 105-1		
20	14 x 51	3NW8 107-1	10	1,900
25		3NW8 110-1		
32		3NW8 112-1		

Tiếp bảng 2.11

I_{dm} (A)	Dây	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
40 50 ¹⁾	14 x 51	3NW8 117-1 3NW8 120-1	10	1,900
10 16 20	22 x 58	3NW8 203-1 3NW8 205-1 3NW8 207-1	10	5,100
25 32 40	22 x 58	3NW8 210-1 3NW8 212-1 3NW8 217-1	10	5,100
50 63 80 100 ¹⁾	22 x 58	3NW8 220-1 3NW8 222-1 3NW8 224-1 3NW8 230-1	10	5,100

Cầu chì ống hạ áp 3NW6 do Siemens chế tạo

Bảng 2.12

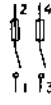
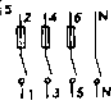
Dây	Dây	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
$U_{dm} = 400 \text{ V}, I_N = 20 \text{ kA}$				
2 4 6	8,5 x 31,5	3NW6 302-1 3NW6 304-1 3NW6 301-1	10	0,400
10 16 20	8,5 x 31,5	3NW6 303-1 3NW6 305-1 3NW6 307-1	10	0,400
$U_{dm} = 500 \text{ V}, I_N = 100 \text{ kA}$				
2 4 6	10 x 38	3NW6 002-1 3NW6 004-1 3NW6 001-1	10	0,750
8 10 12	10 x 38	3NW6 008-1 3NW6 003-1 3NW6 006-1	10	0,750

Tiếp bảng 2.12

Dây	Dây	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
16	10 x 38	3NW6 005-1	10	0,750
20		3NW6 007-1		
25		3NW6 010-1		
32 ¹⁾	10 x 38	3NW6 012-1	10	0,750
4	14 x 51	3NW6 104-1	10	1,900
6		3NW6 101-1		
8		3NW6 108-1		
10	14 x 51	3NW6 103-1	10	1,900
12		3NW6 106-1		
16		3NW6 105-1		
20	14 x 51	3NW6 107-1	10	1,900
25		3NW6 110-1		
32		3NW6 112-1		
40	14 x 51	3NW6 117-1	10	1,900
50 ¹⁾		3NW6 120-1		
8	22 x 58	3NW6 208-1	10	5,100
10		3NW6 203-1		
12		3NW6 206-1		
16	22 x 58	3NW6 205-1	10	5,100
20		3NW6 207-1		
25		3NW6 210-1		
32	22 x 58	3NW6 212-1	10	5,100
40		3NW6 217-1		
50		3NW6 220-1		
63	22 x 58	3NW6 222-1	10	5,100
80		3NW6 224-1		
100 ¹⁾		3NW6 230-1		

Cầu chì hạ áp hợp bộ với dao cắt tải D01
 dòng điện 2 đến 25 A loại MIWIZED kiểu 5SG7
 do Siemens chế tạo, $U_{dm} = 400$ V, $I_N = 50$ kA

Bảng 2.13.

Ký hiệu	Số cực	I_{dm} (A)	I_N (kA)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
	1	16	50	5SG7 713	3	0,080
	1 + N	16	50	5SG7 753	2	0,150
	2	16	50	5SG7 723	2	0,160
	3	16	50	5SG7 733	1	0,250
	3 + N	16	50	5SG7 763	1	0,310

Cầu chì hạ áp hợp bộ với dao cắt tải D02
 dòng điện 2 đến 63 A loại MINIZED kiểu 5SG7
 do Siemens chế tạo, $U_{dm} = 400$ V, $I_N = 50$ kA

Bảng 2.14.

Ký hiệu	Số cực	I_{dm} (A)	I_N (kA)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
	1	63	50	5SG7 111	3	0,200
	1 + N	63	50	5SG7 151	2	0,380
	2	63	50	5SG7 121	2	0,400
	3	63	50	5SG7 131	1	0,620
	3 + N	63	50	5SG7 161	1	0,780

Cầu chì ống hạ áp loại 3NA6, 3NA7 do Siemens chế tạo

Điện áp 500 V, dòng cắt ngắn mạch 120 kA

Bảng 2.15.

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu (không có kẹp cách điện)	Mã hiệu (có kẹp cách điện)	Đóng gói	Khối lượng (kg)
00	10	21	3NA7 803	3NA6 803	9	0,130
	16		3NA7 805	3NA6 805		
	20		3NA7 807	3NA6 807		
	25		3NA7 810	3NA6 810		
00	32	21	3NA7 812	3NA6 812	9	0,130
	35		3NA7 814	3NA6 814		
	40		3NA7 817	3NA6 817		
00	50	21	3NA7 820	3NA6 820	9	0,130
	63		3NA7 822	3NA6 822		
	80		3NA7 824	3NA6 824		
	100		3NA7 830	3NA6 830		
00	80	30	3NA7 824-7	3NA6 824-7	-	
	100		3NA7 830-7	3NA6 830-7		
	125 ¹⁾		3NA7 832	3NA6 832		
	160 ¹⁾		3NA7 836	3NA6 836		
1	16	30	3NA7 105	3NA6 105	3	0,200
	20		3NA7 107	3NA6 107		
	25		3NA7 110	3NA6 110		
	35		3NA7 114	3NA6 114		
1	40	30	3NA7 117	3NA6 117	3	0,300
	50		3NA7 120	3NA6 120		
	63		3NA7 122	3NA6 122		
	80		3NA7 124	3NA6 124		
1	100	30	3NA7 130	3NA6 130	3	0,300
	125 ¹⁾		3NA7 132	3NA6 132		
	160 ¹⁾		3NA7 136	3NA6 136		
	200		3NA7 140	3NA6 140		
1	224	47,2	3NA7 142	3NAG 142	3	0,32
	250		3NA7 144	3NA6 144		
2	35	47,2	3NA7 214	3NA6 214	3	0,32
	50		3NA7 220	3NA6 220		
	63		3NA7 222	3NA6 222		
	80		3NA7 224	3NA6 224		

Tiếp bảng 2.15

Dây	I_{dm} (A)	Rộng (mm)	Mã hiệu (không có kẹp cách điện)	Mã hiệu (có kẹp cách điện)	Đóng gói	Khối lượng (kg)
2	100 125 160 200	47,2	3NA7 230 3NA7 232 3NA7 236 3NA7 240	3NA6 230 3NA6 232 3NA6 236 3NA6 240	3	0,32
2	224 250	47,2	3NA7 242 3NA7 224	3NA6 242 3NA6 244	3	0,32
2	315 400	57,8	3NA7 252 3NA7 260	3NA6 252 3NA6 260	3	0,40

**Cầu chì - cầu dao phụ tải tới 630 A loại 3NP5
do Siemens chế tạo**

Bảng 2.16.

Loại cầu chì CD	3NP50	3NP52	3NP53	3NP54
U_{dm} (V)	690	690	690	690
I_{dm} (A)	160	250	400	630
I_N (kA)	50	50	50	50

**Cầu chì - cầu dao phụ tải loại 3NP35 tới 160 A
và loại 3NP4 tới 630 A do Siemens chế tạo**

Bảng 2.17.

Loại CC-CD	3NP63 3NP40	3NP4070	3NP427	3NP437	3NP447
U_{dm} (V)	690	690	690	690	690
I_{dm} (A)	160	160	250	400	630
I_N (kA)	50	50	50	50	50

**Cầu chì hạ áp kiểu để loại SSG1,
một cực do Siemens chế tạo**

Bảng 2.18.

Dãy	I_{dm} (A)	Dầu cốt (mm ²)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
Kiểu ấn vào có nắp					
D01	16	4	SSG1-573	20	7,700
D02	63	25	SSG1-673		9,700
D03	63	25	SSG1-683		8,700
Kiểu ấn vào không nắp					
D01	16	4	SSG1-582	20	7,100
D02	63	25	SSG1-672		8,100
D02	63	25	SSG1-682		7,800
D03	100	50	SSG1-812	10	11,600
Kiểu bắt vít không nắp					
D01	16	4	SSG1-580	20	6,500
D02	63	25	SSG1-670		6,500
D03	100	50	SSG1-810	10	17,600
Kiểu ấn vào có nắp					
D01	16	4	SSG1-584		9,700
D02	63	25	SSG1-684		9,700
D03	100	50	SSG1-813		24,000

**Cầu chì hạ áp kiểu để loại SSG5 NEOZED,
ba cực do Siemens chế tạo**

Bảng 2.19.

Dây	I_{dm} (A)	Dầu cốt (mm ²)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
Kiểu ấn vào có nắp					
D01	16	4	SSG1-573	5	26,300
D02	63	25	SSG1-673	5	29,300
D03	63	25	SSG1-683	5	28,000

Tiếp bảng 2.19

Dây	I_{dm} (A)	Đầu cắt (mm ²)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
Kiểu ấn vào không nắp					
D01	16	4	5SG5-572	5	26,300
D02	63	25	5SG5-672	5	25,800
D03	63	25	5SG5-682	5	25,500
Kiểu bắt vít không nắp					
D01	16	6	5SG5-570	5	20,300
D02	63	25	5SG5-670	5	23,000
D03	63	25	5SG5-680	5	21,000

Cầu chì hạ áp kiểu để một pha và ba pha loại 5SF do Siemens chế tạo

Bảng 2.20.

Dây	I _{dm} (A)	Đầu cắt (mm ²)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
Kiểu ấn vào không nắp					
ND ₂	25	6	5SF1-012	20	0,060
DII	25	10	5SF1-005		0,100
DIII	63	25	5SF1-205		0,134
DIII	63	25	5SF1-215		0,132
Kiểu bắt vít không nắp					
ND ₂	25	6	5SF1-01	20	0,055
DII	25	10	5SF1-024		0,096
DIII	63	25	5SF1-224		0,132
DIII	63	25	5SF1-214		0,130
DIV	100	50	5SF1-40	10	0,365
Kiểu ấn vào có nắp					
DII	3 x 25	10	5SF5-067	1	0,393
DIII	3 x 63	25	5SF5-237		0,538
Kiểu bắt vít có nắp					
DII	3 x 25	10	5SF5-066	1	0,393
DIII	3 x 63	16	5SF5-236		0,538

Cầu chì ống cao áp do Siemens chế tạo

Bảng 2.21.

U_{dm}	I_{dm}	Kích thước		$I_{cắt}$	$I_{cắtNmin}$	Tổn hao công suất	Loại cầu chì	Khối lượng
		dài	đường kính					kg
kV	A	mm		kA	A	W		
3,6/7,2	6	192	69	80	25	13	3GD1 101-2B	1,8
	10	192	69	80	56	9	3GD1 102-2B	1,8
	16	192	69	80	62	12	3GD1 103-2B	1,8
	20	192	69	80	62	16	3GD1 104-2B	1,8
	25	192	69	80	120	18	3GD1 105-2B	1,8
	32	192	69	80	158	20	3GD1 106-2B	1,8
	40	192	69	80	200	22	3GD1 108-2B	1,8
	50	192	69	80	225	34	3GD1 110-2B	1,8
	63	192	69	80	300	35	3GD1 113-2B	1,8
	80	192	69	80	350	51	3GD1 116-2B	1,8
	100	192	69	80	400	78	3GD1 120-2B	1,8
	125	442	88	63	500	63	3GD1 125-4D	5,8
	160	442	88	63	875	63	3GD1 132-4D	5,8
	200	442	88	63	1260	78	3GD1 140-4D	5,8
	250	442	88	63	1260	100	3GD1 150-4D	5,8
12	6	292	69	63	25	18	3GD1 201-3B	2,6
	10	292	69	63	56	10	3GD1 202-3B	2,6
	16	292	69	63	62	16	3GD1 203-3B	2,6
	20	292	69	63	62	19	3GD1 204-3B	2,6
	25	292	69	63	120	24	3GD1 205-3B	2,6
	32	292	69	63	158	27	3GD1 206-3B	2,6
	40	292	69	40	200	31	3GD1 208-3B	2,6
	50	292	69	40	225	40	3GD1 210-3B	2,6
	63	292	69	40	300	42	3GD1 213-3B	2,6
	80	292	69	40	350	62	3GD1 216-3B	2,6
	100	292	69	40	400	85	3GD1 220-3B	2,6
	125	442	88	40	500	110	3GD1 225-4D	5,8
	160	442	88	40	875	240	3GD1 232-4D	5,8
24	6	442	69	40	25	35	3GD1 401-4B	3,8
	10	442	69	40	56	22	3GD1 402-4B	3,8
	16	442	69	40	62	33	3GD1 403-4B	3,8

Tiếp bảng 2.21

U _{dm}	I _{dm}	Kích thước		I _{cắtN}	I _{cắtNmin}	Tổn hao công suất	Loại cầu chì	Khối lượng
		dài	đường kính					
kV	A	mm		kA	A	W		kg
24	20	442	69	40	62	37	3GD1 404-4B	3,8
	25	442	69	40	120	46	3GD1 405-4B	3,8
	32	442	69	31,5	270	50	3GD1 406-4B	3,8
	40	442	69	31,5	315	52	3GD1 408-4B	3,8
	50	442	69	31,5	315	63	3GD1 410-4B	3,8
	63	442	88	31,5	432	65	3GD1 413-4B	5,8
	80	442	88	31,5	475	95	3GD1 416-4B	5,8
	100	442	88	31,5	540	131	3GD1 420-4B	5,8
36	6	537	69	31,5	25	65	3GD1 601-5B	4,6
	10	537	69	31,5	56	28	3GD1 602-5B	4,6
	16	537	69	31,5	62	47	3GD1 603-5B	4,6
	20	537	69	31,5	120	56	3GD1 604-5B	4,6
	25	537	68	31,5	120	70	3GD1 605-5B	4,6
	32	537	88	31,5	230	78	3GD1 606-5D	6,8
	40	537	88	31,5	315	90	3GD1 608-5D	6,8

Cầu chì hạ áp kiểu ПП và ПП
do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.22.

Loại	Dòng điện định mức (A)		Giá trị dòng điện cắt giới hạn (kA) khi điện áp (V)					
	của cầu cháy	các nắp dây cháy	dòng xoay chiều			dòng một chiều		
			220	380	500	660	220	440
ПП-2	15 60	6, 10, 15 20, 25, 35, 45, 60	12 15	0,8 - 8 18 - 4,5	7 3,5	- -	12 15	- -
ППТ-10	dưới 10	6, 10	1	-	-	-	1	-
ППТ73900	1000	500, 630, 800, 1000	-	110	64	-	100	60
ИПС	6 20 63 100	1, 2, 4, 6 ² 10, 16, 20 25, 40, 63 80, 100	- -	2 60	- -	- -	- -	2 30

Tiếp bảng 2.22

Loại	Dòng điện định mức (A)		Giá trị dòng điện cắt giới hạn (kA) khi điện áp (V)					
	của cầu chảy	các nấc dây chảy	dòng xoay chiều			dòng một chiều		
			220	380	500	660	220	440
ПП21	16	10, 16	12	0,8 - 8	7	-	-	-
	63	25, 40, 60	5,5	1,8 - 4,5	3,5	-	-	-
	100	100	14	6,0 - 11	10	-	-	-
	160	160						
	250	250						
	400	400	11	6,0 - 13	11	-	-	-
П22	63	25, 40, 63	30	30	-	-	-	-
ПП26	63	25, 40, 50, 63,	-	3,2 - 30	-	-	-	-
	160	100, 160, 250,						
	630	400, 630						
ПП31	63	32, 40, 50, 63	-	-	-	100	-	-
	160	50, 63, 80						
		100, 125, 160						
	250	125, 160, 200, 250						
	630	200, 250, 320, 400						
		500, 630						
	1000	500, 630, 800, 1000						
ПП41	250	100, 160, 250	-	-	-	25	-	25
	400	320, 400						
	630	400, 630						
ПП45	160	160	-	100	-	-	-	-
	250	250						
	320	320						
	400	400						
ПП61	40	40	-	100	-	-	-	-
	63	63						
	100	100						
	160	160						

Cầu chì hạ áp kiểu ПН và ППН do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.23.

Kiểu	Dòng điện định mức (A)		Dòng điện cắt giới hạn (kA)
	của cầu chì	của dây chảy	
ПНН	40	6, 10, 15, 20, 25, 30, 40	-
ПН-2-100	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	50
ПН-2-250	250	80, 100, 120, 150, 200, 250	40
ПН-2-400	400	200, 250, 300, 400	25
ПН-2-600	600	300, 400, 500, 600	25

Cầu chì hạ áp kiểu ống ПР-2 do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.24.

Dòng điện định mức của cầu chì (A)	Dòng điện định mức của dây chảy (A)	Dòng điện cắt giới hạn của dòng xoay chiều khi điện áp (V)		
		220 V	380 V	500 V
15	6, 10, 15	1200	8000	7000
60	15, 20, 25, 34, 45, 60	5500	4500	3500
100	60, 80, 100	11000	11000	10000
200	100, 125, 160, 200	11000	11000	10000
350	200, 225, 260, 300, 350	11000	13000	11000
600	350, 430, 500, 600	15000	23000	20000
1000	600, 700, 850, 1000	15000	20000	20000

Cầu chì cao áp, loại đặt trong nhà do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.25.

Kiểu	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)
ПК-3	3	30, 100, 200, 400	10
ПК-6	6	30, 75, 150, 300	20
ПК-10	10	30, 50, 100, 200	12
ПК-20	20	10	3
ПК-35	35	10, 20, 40	3,5

Cầu chì cao áp, loại đặt ngoài trời do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.26.

Kiểu	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)
ПК-64 ПК-10H ПК-20H	6 10 20	30 30 -	20 12 -
ПРН-35 ПЧН-6 ПЧН-10 ПЧН-20 ПЧН-35 ПЧН-110	35 6 10 20 35 110	2 đến 7,5 đến 100 đến 100 đến 100 đến 100 đến 50	5 5 6 6 6 4

**Cầu chì cao áp đặt trong nhà kiểu ПК, ПКН, ПКЭ
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 2.27.

U_{dm} (kV)	3				6				10				35		
I_{dm} (A)	30	10	200	400	30	75	150	300	30	50	100	200	10	20	40
$I_{cắt}$ (kA)	40				20				12				35		
$S_{cắt}$ (MVA)	300				300				300				300		
$\frac{I_{cắtmin}}{I_{cắt}}$	không hạn chế	13			không hạn chế	13			không hạn chế	13			không hạn chế	3	

Ghi chú: Dòng điện định mức của dây cháy (A) :

2; 3; 5; 7,5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400.

Cầu dao trung áp do TAKAOKA chế tạo

Bảng 2.28.

U_{dm} (kV)	Điện áp xung sét (kV)	I_{dm} (A)	I_N (kA)	Số cách điện		Kích thước (mm ²)					
				loại I	loại II	A		B		E	
						Sứ I	Sứ II	Sứ I	Sứ II		
7,2	60	600/630 1200/1250 2000/2500	25 31,5 40	C6-95	SP-6	415	340	475 475 480	400 400 405	800	

Tiếp bảng 2.28

U_{dm} (kV)	Điện áp xung sét (kV)	I_{dm} (A)	I_N (kA)	Sử cách điện		Kích thước (mm ²)				
				loại I	loại II	A		B		E
						Sứ I	Sứ II	Sứ I	Sứ II	
12	75 90	600/630 1200/1250 2000/2500	25 31,5 40	C6-95	SP-10	415	395	475 475 480	455 455 460	800
24	125 150	600/630 1200/1250 2000/2500	25 31,5 40	C6-150	SP-20	515	530	575 575 580	590 590 595	900
36	170 200	600/630 1200/1250 2000/2500	25 31,5 40	C6-200	SP-30	635	660	695 695 700	720 720 725	1000

**Dao cắt phụ tải điện áp 24-36 kV
do ABB chế tạo**

Bảng 2.29.

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_N (kA)	
				1s	3s
NPS 24 B1/A1.A4 NPS 24 B1-K4J2 NPS 24 B1-K5J2	24	400 400 400	40	16	10
NPS 24 A2/A1 NPS 24 A2-J2/A1	24	630 630	50	20	16
NPS 24 A2-K2/A1 NPS 24 A2-K2-J2/A1	24	630 630	50	20	16
NPS 36 A2/A1 NPCN 564B	36	630 630	40	20	10

**Dao cách ly trung áp đặt trong nhà
do Công ty Thiết bị Điện Đồng Anh chế tạo**

Bảng 2.30.

Loại	Điện áp danh nghĩa (kV)	Dòng điện danh nghĩa (A)	Dòng điện ngắn mạch cho phép (kA)	Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	Khối lượng (kg)
DT 10/200	10	200	23	6	52
DT 10/400	10	400	29	10	54
DT 10/630	10	630	35	14	57
DT 15/200	15	200	23	8	56

Tiếp bảng 2.30

Loại	Điện áp danh nghĩa (kV)	Dòng điện danh nghĩa (A)	Dòng điện ngắn mạch cho phép (kA)	Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	Khối lượng (kg)
DT 15/400	15	400	27	10	57
DT 15/630	15	630	30	10	58
DT 24/200	24	200	20	8	68
DT 24/400	24	400	27	10	70
DT 24/630	24	630	30	10	80

**Dao cách ly ngoài trời 35 kV do Công ty
Thiết bị Điện Đông Anh chế tạo**

Bảng 2.31.

Loại	Điện áp danh nghĩa (kV)	Dòng điện danh nghĩa (A)	Dòng điện ngắn mạch cho phép (kA)	Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	Khối lượng (kg)
DN 35/400	35	400	31	12	215
DN 35/630	35	630	31	12	220
DN 35/800	35	800	31	15	225
DN 35/1000	35	1000	31	15	230

**Dao cách ly trung áp đặt ngoài trời do Công ty
Thiết bị Điện Đông Anh chế tạo**

Bảng 2.32.

Loại	Điện áp danh nghĩa (kV)	Dòng điện danh nghĩa (A)	Dòng điện ngắn mạch cho phép (kA)	Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	Khối lượng (kg)
DN 10/200	10	200	9	6	77
DN 10/400	10	400	15	9	79
DN 10/630	10	600	21	14	82
DN 15/200	15	200	23	8	90
DN 15/400	15	400	27	10	92
DN 15/630	15	600	30	10	95
DN 24/200	24	200	23	8	93
DN 24/400	24	400	27	10	95
DN 24/630	24	600	30	10	98

**Cầu dao hạ áp kiểu STE1 từ 100 đến 200 A
do Siemens chế tạo**

Bảng 2.33.

U_{dm} (V)	Số cực	I_{dm} (A)	Mã hiệu	Khối lượng (kg)
690	2	100	STE1 210	0,48
		125	STE1 220	
		160	STE1 230	0,62
		200	STE1 240	
690	3	100	STE1 310	0,54
		125	STE1 320	
		160	STE1 330	0,73
		200	STE1 340	
690	4	100	STE1 410	0,59
		125	STE1 420	
		160	STE1 430	0,77
		200	STE1 440	
690	3 + N	100	STE1 610	0,59
		125	STE1 620	
		160	STE1 630	0,77
		200	STE1 640	

**Cầu dao phụ tải hạ áp kiểu STE7
do Siemens chế tạo**

Bảng 2.34.

U_{dm} (V)	Số cực	I_{dm} (A)	Đầu cốt	Mã hiệu	Khối lượng (kg)
230	1	16	6 50	STE7 111	0,05
		40		STE7 411	0,105
		63		STE7 511	
		80		STE7 611	
		100		STE7 711	
400	2	16	6 50	STE7 112	0,06
		40		STE7 412	2,05
		63		STE7 512	
		80		STE7 612	
		100		STE7 712	

Tiếp bảng 2.34

U_{dm} (V)	Số cực	I_{dm} (A)	Đầu cốt (mm ²)	Mã hiệu	Khối lượng (kg)
400	3	25	6	5TE7 113	0,100
		40	50	5TE7 313	0,311
		63		5TE7 413	
		80		5TE7 513	
		100		5TE7 613	
				5TE7 713	
400	3 + N	25	6	5TE7 314	0,120
		40	50	5TE7 414	0,415
		63		5TE7 514	
		80		5TE7 614	
		100		5TE7 714	

**Dao cách ly 3DC điện áp 12 - 36 kV
do Siemens chế tạo**

Bảng 2.35.

U_{dm}	kV	12	24	36
I_{NI}	kA	16 - 63	16 - 31,5	20 - 3,5
I_{Nmax}	kA	40 - 160	40 - 80	50 - 80
I_{dm}	A	400 - 2500	630 - 2500	630 - 2500

**Dao nối đất 3DE điện áp 12 - 36 kV
do Siemens chế tạo**

Bảng 2.36.

U_{dm}	kV	12	24	36
I_{NI}	kA	20 - 63	20 - 3,5	20 - 3,5
I_{Nmax}	kA	50 - 160	50 - 80	50 - 80

Cầu dao phụ tải điện áp 12 - 24 kV do Siemens chế tạo

Bảng 2.37.

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	Số lần cắt	I_{Nmax} (kA)	I_N 1- 3s (kA)
3CJ1461	12	630	20	50	23
3CJ361	12	630	20	65	26

Tiếp bảng 2.37

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	Số lần cắt	I_{Nmax} (kA)	I_N 1- 3s (kA)
3CJ1561	24	630	20	45	20
3CJ1661	24	630	20	45	20

Cầu dao phụ tải hạ áp kiểu hộp, loại INS,
dòng 40 đến 160 A do Merlin Gerin chế tạo

Bảng 2.38.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_N (kA)	Kích thước (mm)		
						rộng	cao	sâu
INS40	3, 4	500	40	15	3	90	81	62,5
INS63	3, 4	500	63	15	3	90	81	62,5
INS80	3, 4	500	80	15	3	90	81	62,5
INS100	3, 4	690	100	20	5,5	135	100	62,5
INS125	3, 4	690	125	20	5,5	135	100	62,5
INS160	3, 4	690	160	20	5,5	135	100	62,5

Cầu dao cắt tải hạ áp kiểu hộp, loại IN, dòng
từ 250 đến 2500 (A) do Merlin Gerin chế tạo

Bảng 2.39.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N1s} (kA)	Kích thước (mm)		
						rộng	cao	sâu
IN250	3, 4	690	250	30	8,5	230	170	99,5
IN400	3, 4	690	400	40	12	280	230	118
IN630	3, 4	690	630	50	25	280	230	118
IN1000	3, 4	690	1000	75	35	340	300	118
INS1600	3,4	690	1600	75	35	340	300	118
INS2500	3,4	690	2500	105	50	340	440	200

Dao cắt phụ tải 6 - 10 kV do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.40

Điện áp định mức (kV)	Loại cầu chì	Dòng điện làm việc lớn nhất (A)	Giới hạn dòng điện cắt, (trị số hiệu dụng) (kA)	Giới hạn dòng điện cắt, (có hạn chế) (kA)	Công suất cắt (ba pha) (MVA)		Dòng điện đóng (trị số tính toán của dòng ngắn mạch) (kA)
					không tính đến thành phần không chu kỳ của dòng điện ngắn mạch	có tính đến thành phần không chu kỳ của dòng điện ngắn mạch	
6	ПК-6/30	30	20	6,7	200	300	20
	ПК-6/75	75		14			20
	ПК-6/150	150		30			20
6	ПК-10/30	30	12	5,8	200	300	9
	ПК-10/50	50		8,6			9
	ПК-10/100	100		100			6,5

Dao cách ly trung áp đặt trong nhà do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.41.

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)
PBO-6/400, PBO-10/400	6 và 10	400	50	10
PBO-6/600, PBO-10/600	6 và 10	600	60	11
PBO-10/1000	10	1000	120	28
PJBO-10/1000	10	1000	80	28,5
PJBO-10/2000	10	2000	85	36
PB, PBΦ, PB3-6/400	6	400	50	10
PB, PBΦ, PB3-6/600	6	600	60	14
PB, PBΦ-6/1000	6	1000	120	28
PB, PBΦ, PB3-10/400	10	400	50	10
PB, PBΦ, PB3-10/600	10	600	60	14
PB, PBΦ, 10/1000	10	1000	120	28

Tiếp bảng 2.41

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)
PJIB III-10/2000	10	2000	86,5	36
PJIB III-3/3000	10	3000	140	50
PBK-10/3000	10	3000	200	60
PBK-10/4000	10	4000	200	65
PBK-10/5000	10	5000	200	70
PJIB III-20/400	20	400	45	10
PBK-20/5000	20	5000	200	70
PBK-20/6000	20	6000	250	75
PBK-20/7000	20	7000	320	85
PBK-20/12000	20	12000	320	80
PJIB III-35/400	35	400	50	10
PJIB III-35/600	35	600	50	14
PJIB III-35/1000	35	1000	80	20
PBK-35/2000 ; PBK3-35/2000	35	2000	115	29

Dao cách ly trung áp đặt ngoài trời
do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 2.42.

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)
PJIN-6/200	6	200	15	5
PJIN-6/400	6	400	25	9
PJIND-10/200	10	200	15	5
PJIND-10/400	10	400	25	9
PJIND-10/600	10	600	35	14
POH-10/4000	10	4000	250	95
PJIND-35/600 PJIND 1-35/600 PJIND 2-35/600	} 35	600	80	12

Tiếp bảng 2.42

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)
РЛНД-35/1000 РЛНД 1-35/1000 РЛНД 2-35/1000	} 35	1000	80	15
РОНЗ 1-35/2000 РОНЗ 2-35/2000	} 35	2000	120	29

**Dao cách ly cao áp đặt ngoài trời
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 2.43

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)
РЛНД-110/600 РЛНД1-110/600 РЛНД2-110/600	} 110	600	80	12
РЛНД-110/1000 РЛНД1-110/1000 РЛНД2-110/1000	} 110	1000	80	15
РОН-110Д/2000 РОНЗ1-110Д/2000 РОНЗ2-110Д/2000	} 110	2000	80	25
РЛНО-110М/600 РЛНО-110М/1000	110 110	600 1000	50 50	10 15
РЛНЗ-154М/600 РЛНЗ-154/1000	154 154	600 1000	50 50	10 10
РЛНД-220/600 РЛНД1-220/600 РЛНД2-220/600	} 220	600	80	12
РЛНД-220/1000 РЛНД1-220/1000 РЛНД2-220/1000	} 220	1000	80	15

Tiếp bảng 2.43

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)
PJHД-220/2000 PJHД1-220/2000 PJHД2-220/2000	} 220	2000	80	25
PHД-330/2000 PHД1-330/2000 PHД2-330/2000	} 330	2000	67	17
POH3-500/2000 POH31-500/2000 POH32-500/200	} 500	2000	55	216 (1s)

**Dao cách ly tự động và ngắn mạch cao áp
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 2.44.

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N10s} (kA)
Dao cách ly tự động 3 cực				
ОД-35/600	35	600	80	12
ОДК-110/600 ОДВ-110/600	} 110	600	80	12
ОДК-154/600		600	80	13
ОДК-220	220	600 và 1000	80	13
ОД-320/2000	330	2000	-	-
Dao ngắn mạch 1 cực				
ЗОН-110	110	100		4 (dòng ngắn mạch một pha chạy qua 10 giây)
Dao ngắn mạch				
K3-35 (hai cực)	35		42	18 (dòng điện hai dây)
K3-110 (một cực)	110		42	18 (dòng điện hai dây)
K3-154 "	154		34	16,5 (dòng điện hai dây)
K3-220 "	220		34	10,5 (dòng điện hai dây)
K3-330 "	330		-	

3. ÁPTÔMÁT

Áptômát là thiết bị đóng cắt hạ áp, có chức năng bảo vệ quá tải và ngắn mạch.

Do có ưu điểm hơn hẳn cầu chì là khả năng làm việc chắc chắn, tin cậy, an toàn, đóng cắt đồng thời ba pha và khả năng tự động hóa cao, nên áptômát mặc dù có giá đắt hơn vẫn ngày càng được dùng rộng rãi trong lưới điện hạ áp công nghiệp cũng như lưới điện ánh sáng sinh hoạt.

Áptômát được chế tạo với điện áp khác nhau : 400 V, 440 V, 500 V, 600 V, 690 V.

Người ta cũng chế tạo các loại áptômát một pha, hai pha, ba pha với số cực khác nhau : một cực, hai cực, ba cực, bốn cực.

Ký hiệu						
Số cực	1 cực	1 cực + N	2 cực	3 cực	3 cực + N	4 cực

Ngoài ra, người ta còn chế tạo loại áptômát chống rò điện, áptômát chống rò tự động cắt mạch điện nếu dòng rò có trị số 30 mA, 100 mA hoặc 300 mA tùy loại.

A. LỰA CHỌN ÁPTÔMÁT

Áptômát được chọn theo ba điều kiện :

$$U_{dmA} \geq U_{dmLD} \quad (3.1)$$

$$I_{dmA} \geq I_{lt} \quad (3.2)$$

$$I_{cdmA} \geq I_N \quad (3.3)$$

Với lưới hạ áp vì ngắn mạch xa nguồn :

$$I_N = I_{ck} = I_\infty = I''$$

$$\text{và} \quad i_{xk} = 1,8\sqrt{2} I_N$$

Để tính ngắn mạch hạ áp, cho phép lấy kết quả gần đúng bằng cách cho trạm biến áp phân phối là nguồn, trong tổng trở ngắn mạch chỉ cần kể từ tổng trở biến áp tới điểm cần tính ngắn mạch.

Tổng trở biến áp quy về hạ áp xác định theo công thức sau :

$$\frac{\Delta P_N \cdot U_{dmBA}^2}{S_{dmBA}^2} 10^6 + j \frac{U_N \% U_{dmBA}^2}{S_{dmBA}} 10^4, \text{ m}\Omega \quad (3.4)$$

trong đó ΔP_N , $U_N \%$ do nhà chế tạo cho.

Tổng trở cáp :

$$Z_c = r_o l + j x_o l = \rho \frac{l}{F} + j x_o l \text{ m}\Omega$$

Với cáp lõi đồng $\rho = 18,8 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$

Với cáp lõi nhôm $\rho = 31,5 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$

Khi không có bảng tra x_o , có thể lấy gần đúng :

$$x_o = (0,08 \div 0,1) (\Omega/\text{km})$$

Tổng trở của aptômát, thanh góp tra bảng.

Ví dụ 3.1. Trạm biến áp phân phối 250 kVA, điện áp 10/0,4 kV cấp điện cho hai dây phố, mỗi dây có công suất tính toán 100 kW. Yêu cầu lựa chọn các aptômát trong tủ phân phối của trạm.

GIẢI

Dòng điện tính toán của mỗi dây phố :

$$I_{u1} = I_{u2} = \frac{P_{u1}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,380 \cdot 0,85} = 178,95 \text{ A}$$

trong đó với phụ tải sinh hoạt lấy $\cos\varphi = 0,85$.

Dòng điện định mức của biến áp :

$$I_{dmBA} = \frac{S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dmBA}} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 361,27 \text{ A}$$

Chọn aptômát nhánh A1, A2 :

$$I_{dmA1} \geq I_{uA1} = 178,95 \text{ A}$$

Chọn aptômát NS 225E có $I_{dmA} = 200 \text{ A}$ do Merlin Gerin chế tạo.

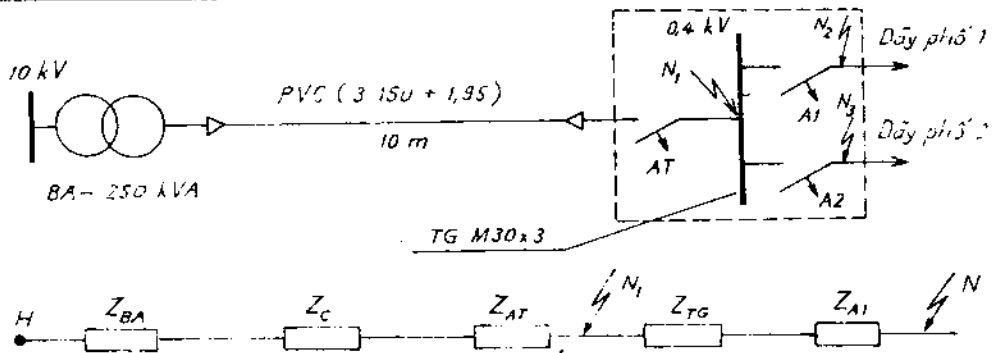
Chọn aptômát tổng AT :

$$I_{dmAT} \geq I_{dmBA} = 361,27 \text{ A}$$

Chọn aptômát NS 400E có $I_{dmA} = 400 \text{ A}$.

Các số liệu kỹ thuật của hai loại aptômát chọn cho theo bảng sau :

Aptômát	Loại	$U_{dm} \text{ (V)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	$I_{cdm} \text{ (kA)}$
AT	NS 400E	500	400	15
A1, A2	NS 225E	500	200	7,5



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch hạ áp

Các aptômát đã chọn cần được kiểm tra theo điều kiện cắt dòng ngắn mạch.

Tổng trở máy biến áp 250 kVA điện áp 10/0,4 kV :

$$Z_B = \frac{4,1 \cdot 0,4^2}{250^2} 10^6 + j \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{250} 10^4 = 10,496 + j 28,8 \text{ m}\Omega$$

trong đó $\Delta P_N = 4,1 \text{ kW}$, $U_N\% = 4,5\%$ (tra bảng).

Tổng trở đoạn cáp đồng (3 x 120 + 1,95) dài 10 m :

$$Z_C = \left(18,8 \cdot \frac{0,01}{120} + j 0,1 \cdot 0,1 \right) 10^3 = 1,253 + j 1 \text{ m}\Omega$$

Tổng trở AT-400A :

$$\begin{aligned} Z_{AT} &= R_{AT} + jX_{AT} = (R_1 + R_2) + jX_{AT} \\ &= (0,4 + 0,1) + j 0,15 = 0,5 + j 0,15 \text{ m}\Omega \end{aligned}$$

trong đó :

R_1 - điện trở tiếp xúc của aptomat 400 A, tra bảng.

R_2, X_{AT} - điện trở và điện kháng của cuộn dây bảo vệ quá dòng của AT, tra bảng.

Trị số dòng ngắn mạch tại N1 :

$$\begin{aligned} I_{N1} &= \frac{U_{th}}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{BA} + R_C + R_{AT})^2 + (X_{BA} + X_C + X_{AT})^2}} \\ &= \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(10,496 + 1,253 + 0,5)^2 + (28,8 + 1 + 0,15)^2}} \\ &= 7,145 \text{ kA} \end{aligned}$$

Không cần tính ngắn mạch tại N2, N3 để xác định dòng ngắn mạch qua A1, A2 vì cả hai aptomat này đều có cùng dòng cắt định mức là 7,5 kA, lớn hơn trị số dòng ngắn mạch tính toán.

Vậy chọn các aptomat trên là hợp lý.

Nhận xét:

1/ Trị số tổng trở của aptomat và thanh góp rất nhỏ so với tổng trở của biến áp và dây dẫn, đôi khi người ta có thể bỏ qua khi tính ngắn mạch hạ áp.

2/ Trong vận hành máy biến áp đặt trong trạm, một máy thường chỉ cho phép quá tải thường xuyên 25%, khi đó dòng quá tải của máy biến áp 250 kVA là :

$$I_{qt} = 1,25 I_{dm} = 1,25 \cdot 361,27 = 451,587 \text{ A}$$

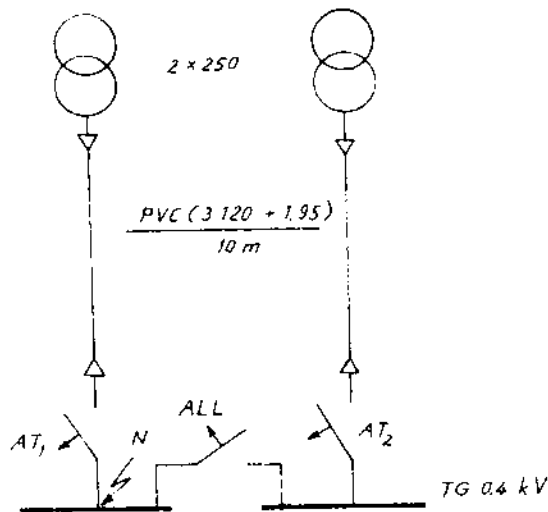
Khi dòng quá tải vượt quá 451,587 A thì bộ phận tác động nhiệt phải khởi động để cắt aptomat. Muốn vậy phải chỉnh định aptomat 400 A với hệ số khởi động nhiệt là :

$$K_{kd,nh} = \frac{I_{qtBA}}{I_{dmAT}} = \frac{451,587}{400} = 1,13$$

Ví dụ 3.2. Cần chọn 2 aptomat tổng cho trạm biến áp phân phối 10/0,4 kV đặt 2 máy biến áp 2 x 25 (kVA)

GIẢI

Hai aptomat tổng vẫn được chọn như với aptomat tổng của trạm một máy 250 kVA trong ví dụ 3.1 :



Hình 3.2. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối đặt hai máy biến áp.

$$I_{dmAT_1} = I_{dmAT_2} \geq I_{dmBA} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 361,26 \text{ A}$$

Chọn AT_1, AT_2 loại NS 400E có $I_{dm} = 400 \text{ A}$ do Merlin Gerin chế tạo.

Áp tômát	Loại	$U_{dm} \text{ (V)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	$I_{cdm} \text{ (kA)}$
AT_1, AT_2	NS 400E	500	400	15

Để kiểm tra áp tômát đã chọn cần tính ngắn mạch N, thường để máy cắt liên lạc mở. Sơ đồ tính toán ngắn mạch chỉ bao gồm tổng trở 1 BA + 1 cáp + 1 AT giống như sơ đồ tính ngắn mạch ở ví dụ 3.1. Kết quả như đã tính :

$$I_N = 7,145 \text{ kA}$$

Vì $I_{cdmAT_1} = I_{cdmAT_2} = 7,5 \text{ kA} > I_N = 7,145 \text{ kA}$, chọn áp tômát NS 400E cho AT_1, AT_2 là hợp lý.

Tiếp theo, cần kiểm tra khả năng cắt quá tải.

Trường hợp trạm đặt hai biến áp, khi một máy sự cố cho phép máy còn lại quá tải 40%, lúc ấy dòng quá tải biến áp là :

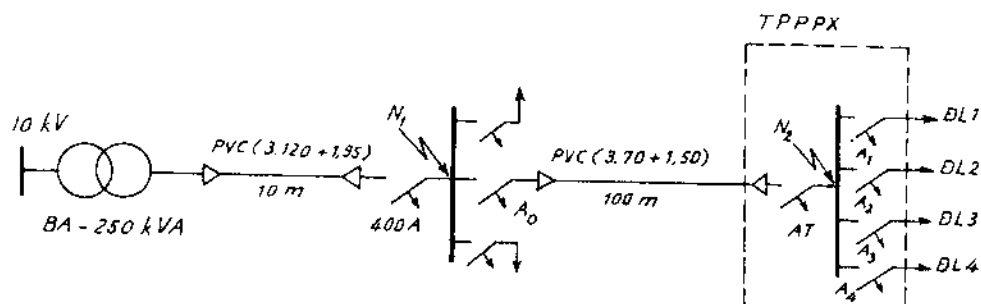
$$I_{qtBA} = 1,4 I_{dmBA} = 1,4 \cdot 361,587 = 506,22 \text{ A}$$

Để làm được chức năng bảo vệ quá tải máy biến áp, aptômát phải cắt khi có dòng lớn hơn 506,22 A, nghĩa là phải hiệu chỉnh bộ phận cắt nhiệt có hệ số khởi động :

$$K_{kd.nh} = \frac{I_{qlAB}}{I_{dmAT}} = \frac{506,22}{400} = 1,26$$

Ví dụ 3.3. Tủ phân phối của phân xưởng cơ khí nhận điện từ trạm biến áp xí nghiệp về để cấp điện cho bốn tủ động lực của phân xưởng. Sơ đồ nguyên lý cho trên hình 3.3. Số liệu và phụ tải tính toán của các tủ động lực cho theo bảng dưới đây. Yêu cầu lựa chọn aptômát đầu nguồn A và toàn bộ các aptômát đặt trong tủ phân phối.

Nhóm máy	Tủ động lực	P_n (kW)	$\cos\varphi$
1	DL1	30	0,6
2	DL2	20	0,6
3	DL3	30	0,6
4	DL4	20	0,6



Hình 3.3. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho phân xưởng cơ khí

N1 - điểm ngắt mạch để chọn các aptômát trong tủ phân phối xí nghiệp ;

N2 - điểm ngắt mạch để chọn các aptômát trong tủ phân phối phân xưởng.

GIẢI

Dòng điện tính toán của các nhóm máy đi qua các aptômát nhánh đặt trong tủ phân phối phân xưởng (TPPPX) là :

$$I_{t11} = I_{t13} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 76 \text{ A}$$

$$I_{tt2} = I_{tt4} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 50,6 \text{ A}$$

Dòng điện qua AT, nghĩa là dòng cần cấp từ TBA xí nghiệp về tủ phân phối phân xưởng (dòng tính toán của phân xưởng cơ khí) :

$$I_{t\text{tph}} = K_{dt} \sum_1^4 I_{tti} = 0,85 (2 \cdot 76 + 2 \cdot 50,6) = 215,2 \text{ A}$$

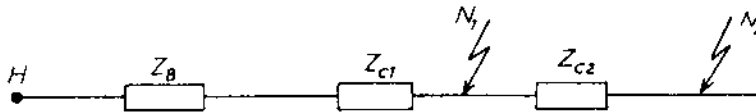
Căn cứ vào các dòng điện tính toán chọn aptômát do LG chế tạo, có các thông số cho theo bảng dưới đây.

Bảng chọn aptômát đầu nguồn, AT và các aptômát nhánh của TPHPX :

Aptômát	Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
A_0 , AT	ABE 203a	600	225	7,5
A_1 , A_3	ABE 103a	600	100	5
A_2 , A_4	ABE 103a	600	60	5

Sau đây sẽ tiến hành tính toán ngắn mạch để kiểm tra khả năng cắt của các aptômát đã chọn.

Bỏ qua tổng trở của aptômát và thanh góp, có sơ đồ tính toán ngắn mạch như ở hình 3.4.



Hình 3.4. Sơ đồ thay thế để tính ngắn mạch.

Trong ví dụ 3.1 đã tính được :

$$Z_B = 10,496 + j28,8 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{C1} = 1,253 + j1 \text{ m}\Omega$$

Với đoạn cáp 100 m loại PVC (3.70 + 1.5) cấp điện cho phân xưởng cơ khí :

$$Z_{C2} = r_0 l + jx_0 l = 18,8 \frac{0,1}{70} + j0,1 \cdot 0,1 = 26,85 + j10 \text{ m}\Omega$$

Với điểm ngắn mạch N1, trong ví dụ 3.1 đã xác định được :

$$I_{N1} = 7,145 \text{ kA.}$$

Với điểm ngắn mạch N2 :

$$I_{N2} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(10,496 + 1,253 + 26,85)^2 + (28,8 + 1 + 10)^2}} = 4,17 \text{ kA}$$

Kiểm tra khả năng cắt ngắn mạch với A_o và AT :

$$I_{cdmAo} = 7,5 \text{ kA} > I_{N1} = 7,14 \text{ kA}$$

$$I_{cdmAT} = 7,5 \text{ kA} > I_{N2} = 4,17 \text{ kA}$$

$$I_{cdmA1,A2,A3,A4} = 5 \text{ kA} > I_{N2} = 4,17 \text{ kA.}$$

Vậy tất cả các aptômát của LG chọn trong bảng đều đảm bảo yêu cầu cắt ngắn mạch.

Ví dụ 3.4. Yêu cầu chọn lựa aptômát bảo vệ bình nóng lạnh 2,5 kW.

GIẢI

Bình nóng lạnh dùng điện áp pha 220 V, $\cos\varphi = 1$, do vậy :

$$I_{dmA} \geq I_{tt} = \frac{2500}{220} = 11,36 \text{ A.}$$

Chọn dùng aptômát do Clipsal chế tạo, mã số G4CB 1016C có $I_{dm} = 16 \text{ A}$, $I_{cdm} = 6 \text{ kA}$.

Vì hộ dân ở xa trạm biến áp, không cần tính kiểm tra điều kiện ngắn mạch.

Ví dụ 3.5. Yêu cầu lựa chọn aptômát tổng của căn hộ gia đình có công suất đặt là 6 kW.

GIẢI

Công suất tính toán của căn hộ gia đình :

$$P_{tt} = K_{dt} \cdot \sum P_{dmi} = K_{dt} \cdot P_d = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ kW}$$

Căn hộ dùng điện áp 220 V, lấy $\cos\varphi = 0,85$.

$$I_{dmA} \geq I_{tt} = \frac{4800}{220 \cdot 0,85} = 25,66 \text{ A}$$

Có thể chọn aptômát $I_{dm} = 32 \text{ A}$, ở đây dự phòng phát triển phụ tải, chọn dùng aptômát G4CB 1040C do Clipsal chế tạo, có $I_{dm} = 40 \text{ A}$, $I_{cdm} = 6 \text{ kA}$.

Không cần kiểm tra điều kiện cắt ngắn mạch.

Ví dụ 3.6. Yêu cầu lựa chọn các aptômat đặt trong hộp điện của một phòng làm việc của văn phòng đại diện nước ngoài kích thước $4 \times 6 = 24 \text{ m}^2$.

GIẢI

Phòng làm việc của văn phòng đại diện bao gồm các phụ tải sau :
điều hoà nhiệt độ, đèn, các máy móc văn phòng như máy photôcopy, Fax...

Cụ thể với phòng làm việc 24 m^2 đặt :

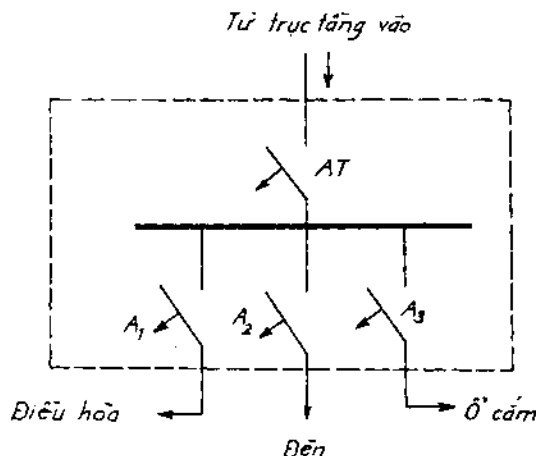
1 điều hoà công suất $2,2 \text{ kW}$

1 ổ cắm dành cho các máy văn phòng 2 kW

Lấy suất chiếu sáng $P_0 = 30 \text{ W/m}^2$, tính được công suất chiếu sáng phòng làm việc :

$$P_{CS} = P_0 \cdot S = 30 \cdot 24 = 720 \text{ W.}$$

Chọn sơ đồ hộp điện gồm aptômat tổng và ba aptômat nhánh cấp điện cho đèn, ổ cắm và điều hoà.



Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý hộp điện phòng làm việc nhà văn phòng đại diện.

$$I_{dmA1} \geq \frac{P_{DH}}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2200}{220 \cdot 0,8} = 12,5 \text{ A}$$

$$I_{dmA2} \geq \frac{P_{Đèn}}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{720}{220 \cdot 0,8} = 4,1 \text{ A}$$

$$I_{dmA3} \geq \frac{P_{\phi \text{ cảm}}}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2000}{220 \cdot 0,8} = 11,36 \text{ A}$$

$$I_{dmA4} \geq \frac{P_{\Sigma}}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{2200 + 2000 + 720}{220 \cdot 0,8} = 27,96 \text{ A}$$

Chọn dùng các aptômat do Siemens chế tạo loại 1 cực + N (trung tính). Kết quả chọn ghi ở bảng sau :

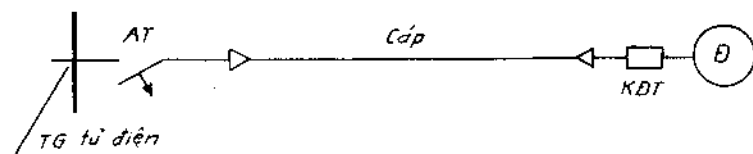
Áptômat	Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
AT	5SQ2-560-0KA40	230	40	2
A1	5SQ2-560-0KA16	230	16	2
A2	5SQ2-560-0KA06	230	6	2
A3	5SQ2-560-0KA16	230	16	2

Không cần tính toán kiểm tra khả năng cắt ngắn mạch.

Ví dụ 3.7. Yêu cầu chọn aptômat bảo vệ máy mài 10 kW.

GIẢI

Cần lưu ý rằng để thao tác máy mài người ta dùng khởi động từ cho lâu bền, còn aptômat chỉ để bảo vệ ngắn mạch cho động cơ và đoạn dây cáp. Rơle nhiệt trong khởi động từ cũng làm nhiệm vụ cắt quá tải, aptômat chỉ dự phòng bảo vệ quá tải khi rơle nhiệt trong khởi động từ bị kẹt hoặc hỏng.



Hình 3.6. Sơ đồ cấp điện cho động cơ máy mài

Vì không biết hiệu suất và hệ số tải của máy mài, lấy $K_t = \eta = 1$.

Máy mài dùng điện áp ba pha 380 V, $\cos\varphi = 0,8$.

$$I_{dmA} \geq \frac{P_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 19 \text{ A}$$

Chọn aptômát của ABB có các thông số ghi ở bảng sau :

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{odm} (kA)
S233 - B25	3	400	25	4,5

Không cần kiểm tra điều kiện cắt ngắn mạch.

B. TRA CỨU

Áp tô m át từ 5 đến 225 A do LG chế tạo

Bảng 3.1.

Loại		50AF	100AF				225AF			
Kiểu		ABE 53a	ABE 103a	ABS 103a	ABH 103a	ABL 103a	ABE 203a	ABS 203a	ABH 203a	ABL 203a
U _{dm} (V)		600	600	600	600	600	600	600	600	600
Số cực		2, 3	2, 3	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4
I _{dm} (A)		5	5	15			125			
		10	10	20			150			
		15	15	30			175			
		20	20	40			200			
		30	30	40			225			
		40	40	50						
		50	50	60						
			60	75						
			75	100						
I _{cdm} (kA)		2,5	5	7,5	10	35	7,5	7,5	25	35
Kích thước mm	rộng	75	75	90	90	105	105	105	105	105
	cao	130	130	155	155	165	165	165	165	165
	sâu	64	64	64	64	86	64	64	103	103
Khối lượng (kg)	3 cực	0,45	0,6	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1	2,1	2,1
	3 cực	0,65	0,8	1,1	1,1	1,7	1,3	1,3	2,3	2,3
	4 cực	-	-	1,5	1,5	2,3	-	1,5	2,5	2,5

Áp tô m át từ 250 đến 1200 A do LG chế tạo

Bảng 3.2.

Loại		400AF				800AF			1200AF	
Kiểu		ABE 403a	ABS 403a	ABH 403a	ABL 403a	ABE 803a	ABS 803a	ABL 803a	ABS 1203	ABL 1203
U_{dm} (V)		600	600	600	600	600	600	600	600	600

Tiếp bảng 3.2

Số cực	2, 3	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3	2, 3, 4	2, 3, 4	3, 4	3, 4
I_{dm} (A)	250 (300) 300 (250) 350 (400) 400 (350)				500 (600) 600 (500) 700 (800) 800 (700)			1000 1200	
I_{cdm} (kA)	18	22	30	35	22	35	42	45	65
Kích thước mm	rộng	140	140	140	140	210	210	210	210
	cao	257	257	257	257	275	275	275	580
	sâu	109	109	109	109	109	109	109	140
Khối lượng kg	2 cực	5,2	5,2	5,2	5,2	11	11	11	
	3 cực	6,2	6,2	7,8	6,2	11,5	11,5	11,5	19,4
	4 cực		7,8	7,8	7,8		18,2	18,2	27

Áp tômát từ 0,5 đến 125 A do Merlin Gerin chế tạo

Bảng 3.3.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
DPNa 6 → 32 (A)	1 + N	440	32	4,5	18	78	70
DPNN 1 → 40 (A)	1 + N	440	40	6	18	78	70
DPNN Vigì 6 → 40 (A) (chống rò điện)	1 + N	440	40	6	36	78	70
V4OH (chống rò) 10 → 40 (A)	1 + N	440	40	10	36	81	70
C60a 0,5 → 63 (A)	1, 2, 3, 4	440	63	3	18 (1 cực)	81	70
C60N 0,5 → 63 (A)	1, 2, 3, 4	440	63	6	18 x P	81	70

Tiếp bảng 3.3

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
C60H 0,5 → 63 (A)	1,2,3,4	440	63	10	18 x P	81	70
C60L 0,5 → 63 (A)	1,2,3,4	440	63	20	18 x P	81	70
NC100H 10 → 100 (A)	1, 2, 3, 4	440	100	6	27 x P	81	70
NC100L 10 → 100 (A)	1, 2, 3, 4	440	63	20	27 x P	81	70
NC100LS 10 → 100 (A)	1, 2, 3, 4	440	63	30	27 x P	81	70
NC100LH 10 → 100 (A)	1, 2, 3, 4	440	63	30	27 x P	81	70
NC100H 125 H 125 (A)	3, 4	415	125	10	27 x P	81	70

Áptômát kiểu hộp, dây E, dòng từ 15 đến 600 A
do Merlin Gerin chế tạo

Bảng 3.4.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
C100E 15 → 100 (A)	3	500	100	8	105	128	95
NS225E 125 → 225 (A)	3	500	225	7,5	105	161	86
NS400E 250 → 400 (A)	3	500	400	15	140	255	110
NS600E 500 → 600 (A)	3	500	600	15	140	255	110

Áptômát kiểu hộp, dây N, dòng từ 16 đến 3200 A
do Merlin Gerin chế tạo

Bảng 3.5.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
NS100N 16 → 100 (A)	2, 3, 4	690	100	8	105	161	86
NS160N 16 → 160 (A)	2, 3, 4	690	160	8	105	161	86
NS250N 16 → 250 (A)	2, 3, 4	690	250	8	105	161	86

Tiếp bảng 3.5

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
NS400N 160 → 400 (A)	3, 4	690	400	10	140	255	110
NS630N 250 → 630 (A)	3, 4	690	630	10	140	255	110
C801N 320 → 800 (A)	3, 4	690	800	25	210	374	172
C1001N 400 → 1000 (A)	3, 4	690	1000	25	210	374	172
C1251N 500 → 1250 (A)	3, 4	690	1250	25	210	374	172
CM1250N 625 → 1250 (A)	3, 4	690	1250	50	418	430	337
CM1600N 800 → 1600 (A)	3, 4	690	1600	50	418	430	337
CM2000N 1000 → 2000 (A)	3, 4	690	2000	50	418	430	337
CM2500N 1250 → 2500 (A)	3, 4	690	2500	50	418	430	337
CM3200N 1600 → 3200 (A)	3	690	3200	50	418	550	337

**Áp tô mát kiểu hộp, dây H, dòng từ 1,5 đến 3200 A
do Merlin Gerin chế tạo**

Bảng 3.6.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
NS80HMA 15 → 80 (A)	3	690	80	6	90	120	80
NS100H 16 → 100 (A)	3, 4	690	100	10	105	161	86
NS160H 16 → 160 (A)	3, 4	690	160	10	105	161	86
NS250H 16 → 250 (A)	3, 4	690	250	10	105	161	86
NS400H 160 → 400 (A)	3, 4	690	400	20	140	255	110
NS630H 250 → 630 (A)	3, 4	690	630	20	140	255	110
C801H 320 → 800 (A)	3, 4	690	800	40	210	374	172
C1001H 400 → 1000 (A)	3, 4	690	1000	40	210	374	172

Tiếp bảng 3.6

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
C125H 500 → 1250 (A)	3, 4	690	1250	40	210	374	172
CM1250H 625 → 1250 (A)	3, 4	690	1250	50	418	430	337
CM1600H 800 → 1600 (A)	3, 4	690	1600	50	418	430	337
CM2000H 1000 → 2000 (A)	3, 4	690	2000	50	418	430	337
CM2500H 1250 → 2500 (A)	3, 4	690	2500	50	418	430	337
CM3200H 1600 → 3200 (A)	3	690	3200	50	418	550	337

**Áp tô m át kiểu hộp, dây L, dòng từ 16 đến 1000 A
do Merlin Gerin chế tạo**

Bảng 3.7.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
NS100L 16 → 100 (A)	3, 4	690	100	50	105	161	86
NS160L 16 → 160 (A)	3, 4	690	160	50	105	161	86
NS250L 16 → 250 (A)	3, 4	690	250	50	105	161	86
NS400L 160 → 400 (A)	3, 4	690	400	50	140	255	110
NS630L 250 → 630 (A)	3, 4	690	630	50	140	255	110
C801L 320 → 800 (A)	3, 4	690	800	65	210	374	262
C1001L 400 → 1000 (A)	3, 4	690	1000	65	210	374	262

**Áp tô m át không khí, dòng từ 800 đến 6300 A
do Merlin Gerin chế tạo**

Bảng 3.8.

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
M08 M10 M12 M16	3, 4	690	800 1000 1250 1600	40	435	439	367

Tiếp bảng 3.8

Loại	Số cực	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Kích thước (mm)		
					rộng	cao	sâu
M20 M25	3, 4	690	2000 2500	55	435	439	367
M32 M40	3, 4	690	3200 4000	75	435	439	367
M50 M63	3, 4	690	5000 6300	85	815 1045	484 484	367 367

Bộ phận chống rò điện ghép nối với aptômát NC45 và NC100
do Schneider chế tạo để chống điện giật

Bảng 3.9.

Mã số	Dùng với aptômát	I_{dm} của aptômát (A)	Số cực của aptômát
20337 20178 + 20977 27818	NC45 NC45 NC100	≤ 40 ≤ 63 ≤ 100	2
20339 20179 + 20978 27826	NC45 NC45 NC100	≤ 40 ≤ 63 ≤ 100	2
20341 20180 + 20979 27835	NC45 NC45 NC100	≤ 40 ≤ 63 ≤ 100	4

Áptômát chống rò điện RCCB do Schneider chế tạo

Bảng 3.10.

Loại	I_{dm} (A)	I_{r0} (mA)	Mã hiệu
2 cực, $U_{dm} = 240$ V	25	30	16201
		300	16202
	40	30	16204
		100	16205
		300	16206

Tiếp bảng 3.10

Loại	I_{dm} (A)	I_{r0} (mA)	Mã hiệu
2 cực, $U_{dm} = 240$ V	63	30	16208
		100	16209
		300	16210
	80	30	16212
		100	16213
		300	16214
4 cực, $U_{dm} = 415$ V	25	30	16251
		300	16252
	40	30	16254
		100	16255
		300	16256
	63	30	16258
		100	16259
		300	16260
	80	30	16261
		100	16262
		300	16263

Áptômát BH do hãng Hwa Shih chế tạo

Bảng 3.11.

Loại	BH			BHQ		
Số cực	1	2	3	1	2	3
U_{dm} (V)	110/220	220		110/220	220	
I_{dm} (A)	5, 10, 15, 20, 30, 40, 50	10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100		5, 10, 15, 20, 30, 40, 50	10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100	

Tiếp bảng 3.11

I_N (kA)		5			10		
Kích thước (mm)	cao	95			95		
	rộng	25	50	75	25	50	75
	sâu	58,5			58,5		
Khối lượng (kg)		0,15	0,31	0,46	0,15	0,31	0,46

Áp tô m át BH do h ăng Hwa Shih chế tạo

Bảng 3.12.

Bảng 3.12.

Loại		BHP			BPQ		
Số cực		1	2	3	1	2	3
U_{dm} (V)		110/220	220		110/220	220	
I_{dm} (A)		5, 10, 15, 20, 30, 40, 50	10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100		15, 20, 30, 40, 50	15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100	
I_N (kA)		5			10		
Kích thước (mm)	cao	74			74		
	rộng	25	50	75	25	50	75
	sâu	60,5			60,5		
Khối lượng (kg)		0,13	0,26	0,39	0,13	0,26	0,39

Áp tô m át EA do h ăng Hwa Shih chế tạo

Bảng 3.13.

Loại	EA32-G	EA33-G	EA52-G	EA53-G	EA62-G
Số cực	2	3	2	3	2
U_{dm} (V)	480		600		
I_{dm} (A)	10, 15, 20, 30		10, 15, 20, 30, 40, 50		60

Tiếp bảng 3.13

I_N (kA)		2,5		5		
Kích thước (mm)	cao	96		130		
	rộng	50	75	50	75	50
	sâu	60		60		
Khối lượng (kg)		0,3	0,4	0,5	0,6	0,6

Áp tômát EA do hãng Hwa Shih chế tạo

Bảng 3.14.

Loại		EA63-G	EA102-G	EA103-6	SA52-G	SA53-G
Số cực		1	2	3	2	3
U_{dm} (V)		600				
I_{dm} (A)		60	60, 75, 100		10, 15, 20, 30, 40, 50	
I_N (kA)		1,5	5			
Kích thước (mm)	cao	130				
	rộng	75	50	75	50	75
	sâu	60				
Khối lượng (kg)		0,7	0,6	0,7	0,5	0,6

Áp tômát SA - EA do hãng Hwa Shih chế tạo

Bảng 3.15.

Loại	SA103-H	SA104-H	EA202-G	EA203-G	EA204-G
Số cực	2	4	2	3	4
U_{dm} (V)	600				
I_{dm} (A)	10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100		125, 150, 175, 200, 225		

Tiếp bảng 3.15

I_N (kA)		25		7,5		
Kích thước (mm)	cao	165				
	rộng	105	140	105		140
	sâu	60				
Khối lượng (kg)		1,1	1,4	1,2	1,3	1,6

Áp tômát SA - EA do hãng Hwa Shih chế tạo

Bảng 3.16

Loại		SA203-H	SA204-H	EA402-G	EA403-G	SA403-G
Số cực		2	4	2	3	
U _{dm} (V)		600				
I _{dm} (A)		125, 150, 175, 200, 225		250, 300, 350, 400		
I _N (kA)		25		18		22
Kích thước (mm)	cao	257				
	rộng	140	185	140	140	140
	sâu	103				
Khối lượng (kg)		5,5	6,2	5,0	6,0	6,2

Áp tômát SA do hãng Hwa Shih chế tạo

Bảng 3.17.

Loại	SA404-G	SA402-H	SA403-H	SA404-H
Số cực	4	2	3	4
U_{dm} (V)	600			
I_{dm} (A)	250, 300, 350, 400			

Tiếp bảng 3.17

I_N (kA)		25	35	
Kích thước (mm)	cao	257	275	
	rộng	185	210	280
	sâu	103	210	
Khối lượng (kg)		7,5	9	9,3

Áp tô mát EA - SA do hãng Hwa Shih chế tạo**Bảng 3.18.**

Loại		EA603-G	EA803-G	SA603-G	SA604-G
Số cực		3	3	3	4
U_{dm} (V)		600			
I_{dm} (A)		500, 600	700, 800	500, 600	
I_N (kA)		25		35	
Kích thước (mm)	cao	275			
	rộng	210			280
	sâu	130			
Khối lượng (kg)		10,5	11,5	10,5	17

Áp tô mát SA do hãng Hwa Shih chế tạo**Bảng 3.19.**

Loại		SA803-G	SA804-G	SA1003-G	SA1203-G
Số cực		3	4	3	3
U_{dm} (V)		600			
I_{dm} (A)		700, 800		1000	1200
I_N (kA)		35		35	
Kích thước (mm)	cao	275		400	
	rộng	210	280	210	
	sâu	103		105	
Khối lượng (kg)		11,5	18,2	21	

**Áptômát loại G4CB do Clipsal chế tạo,
điện áp 230/400 V**

Bảng 3.20

1 cực		2 cực		3 cực		I_{Ndm} (kA)
I_{dm} (A)	Mã số	I_{dm} (A)	Mã số	I_{dm} (A)	Mã số	
06	G4CB1006C	10	G4CB2010C	10	G4CB3010C	6
10	G4CB1010C	16	G4CB2016C	16	G4CB3016C	6
16	G4CB1016C	20	G4CB2020C	20	G4CB3020C	6
20	G4CB1020C	25	G4CB2025C	25	G4CB3025C	6
25	G4CB1025C	32	G4CB2032C	32	G4CB3032C	6
32	G4CB1032C	40	G4CB2040C	40	G4CB3040C	6
40	G4CB1040C	50	G4CB2050C	50	G4CB3050C	6
50	G4CB1050C	63	G4CB2063C	63	G4CB3063C	6
63	G4CB1063C	100	G4CB2100C	100	G4CB3100C	6

**Áptômát loại G do Clipsal chế tạo,
điện áp 230/400 V**

Bảng 3.21.

I_{dm} (A)	Mã số			
	1 cực	2 cực	3 cực	4 cực
6	G4CB1006C	-	-	-
10	G4CB1010C	G4CB2010C	G4CB3010C	G4CB4010C
16	G4CB1016C	G4CB2016C	G4CB3016C	G4CB4016C
20	G4CB1020C	G4CB2020C	G4CB3020C	G4CB4020C
25	G4CB1025C	G4CB2025C	G4CB3025C	G4CB4025C
32	G4CB1032C	G4CB2032C	G4CB3032C	G4CB4032C
40	G4CB1040C	G4CB2040C	G4CB3040C	G4CB4040C
50	G4CB1050C	G4CB2050C	G4CB3050C	G4CB4050C
63	G4CB1063C	G4CB2063C	G4CB3063C	G4CB40630C
100	-	G4CB2100C	G4CB3100C	-

**Áptômát chống rò điện loại G do Clipsal chế tạo,
điện áp 240/415 V**

Bảng 3.22.

Loại 2 cực			Loại 4 cực		
$I_{rò}$ (mA)	I_{dm} (A)	Mã số	$I_{rò}$ (mA)	I_{dm} (A)	Mã số
30 mA	25	G4ELJ025/2/030	30 mA	25	G4ELJ025/4/030
	40	G4ELJ040/2/030		40	G4ELJ040/4/030
	63	G4ELJ063/2/030		63	G4ELJ063/4/030
	100	G4ELJ100/2/030	100 mA	25	G4ELJ025/4/100
100 mA	25	G4ELJ025/2/100		40	G4ELJ040/4/100
	40	G4ELJ040/2/100		63	G4ELJ063/4/100
	63	G4ELJ063/2/100	300 mA	25	G4ELJ025/4/300
	100	G4ELJ100/2/100		40	G4ELJ040/4/300
300 mA	25	G4ELJ025/2/300		63	G4ELJ063/4/300
	40	G4ELJ040/2/300			
	63	G4ELJ063/2/300			
	100	G4ELJ100/2/300			

**Áptômát không khí 4 cực, 415 V, loại S
do Clipsal chế tạo**

Bảng 3.23.

Loại cố định			Loại kéo ra được		
I_N (kA)	I_{dm} (A)	Mã số	I_N (kA)	I_{dm} (A)	Mã số
55	800	S800/F3	55	800	S800/D3
55	1000	S1000/F3	55	1000	S1000/D3
55	1250	S1250/F3	55	1250	S1250/D3
55	1600	S1600/F3	55	1600	S1600/D3
65	2000	S2000/F3	65	2000	S2000/D3
70	2500	S2500/F3	70	2500	S2500/D3
85	3200	S3200/F3	85	3200	S3200/D3
90	4000	S4000/F3	90	4000	S4000/D3

Áptômát chống rò điện loại G4ELJ do Clipsal chế tạo

Bảng 3.24.

Dòng rò (mA)	Số cực	Dòng điện (A)	Mã số	U_{dm} (V)
30	2	25	G4ELJ025/2/030	200
		40	G4ELJ040/2/030	↓
		63	G4ELJ063/2/030	400
		100	G4ELJ100/2/030	
100	2	25	G4ELJ025/2/100	200
		40	G4ELJ040/2/100	↓
		63	G4ELJ063/2/100	400
		100	G4ELJ100/2/100	
300	2	25	G4ELJ025/2/300	200
		40	G4ELJ040/2/300	↓
		63	G4ELJ063/2/300	400
		100	G4ELJ100/2/300	
30	4	25	G4ELJ025/4/030	200
		40	G4ELJ040/4/030	↓
		63	G4ELJ063/4/030	400
		100	G4ELJ100/4/030	
100	4	25	G4ELJ025/4/100	200
		40	G4ELJ040/4/100	↓
		63	G4ELJ063/4/100	400
		100	G4ELJ100/4/100	
300	4	25	G4ELJ025/4/300	200
		40	G4ELJ040/4/300	↓
		63	G4ELJ063/4/300	400
		100	G4ELJ100/4/300	

Áptômát 415 V loại 8 do Clipsal chế tạo

Bảng 3.25.

Loại 3 cực			Loại 4 cực		
I_N (kA)	I_{dm} (A)	Mã số	I_N (kA)	I_{dm} (A)	Mã số
14	20	8TC100/20			
	30	8TC100/30			
	40	8TC100/40			
	50	8TC100/50			
	60	8TC100/60			
	75	8TC100/75			
	100	8TC100/100			

Tiếp bảng 3.25

Loại 3 cực			Loại 4 cực		
I_N (kA)	I_{dm} (A)	Mã số	I_N (kA)	I_{dm} (A)	Mã số
25	40	8R3125/40			
	63	8R3125/63			
	80	8R3125/80			
	100	8R3125/100			
	125	8R3125/125			
30	160	8R3160/160			
35	200	8R3250/200	35	400 630	8R4400/400 8R4630/630
	250	8R3250/250			
	320	8R3400/320			
	400	8R3400/400			
	500	8R3630/500			
	630	8R3630/630			
50	800	8R3800/800	50	800	8R4800/800
60	1000	8R31250/1000	60	1000 1250	8R41250/1000 8R41250/1250
	1250	8R31250/1250			

Áp tô m át lo ại S230, đi ện ă p 230/400 V,
 $I_N = 4,5$ kA do ABB ch ế t ạo

B ả ng 3.26.

Kiểu B				Kiểu C			
Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Dầu cốt	Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Dầu cốt
1	6	S 231 - B6	GJF 231 0001 R0604	1	6	S 231 - C6	GJF 231 0001 R0605
	10	S 231 - B10	GJF 231 0001 R1004		10	S 231 - C10	GJF 231 0001 R1005
	16	S 231 - B16	GJF 231 0001 R1604		16	S 231 - C16	GJF 231 0001 R1605
	20	S 231 - B20	GJF 231 0001 R2004		20	S 231 - C20	GJF 231 0001 R2005
	25	S 231 - B25	GJF 231 0001 R2504		25	S 231 - C25	GJF 231 0001 R2505
	32	S 231 - B32	GJF 231 0001 R3204		32	S 231 - C32	GJF 231 0001 R3205
	40	S 231 - B40	GJF 231 0001 R4004		40	S 231 - C40	GJF 231 0001 R4005
	50	S 231 - B50	GJF 231 0001 R5004		50	S 231 - C50	GJF 231 0001 R5005
	63	S 231 - B63	GJF 231 0001 R6304		63	S 231 - C63	GJF 231 0001 R6305
2	6	S 232 - B6	GJF 232 0001 R0604	2	6	S 232 - C6	GJF 232 0001 R0605
	10	S 232 - B10	GJF 232 0001 R1004		10	S 232 - C10	GJF 232 0001 R1005
	16	S 232 - B16	GJF 232 0001 R1604		16	S 232 - C16	GJF 232 0001 R1605
	20	S 232 - B20	GJF 232 0001 R2004		20	S 232 - C20	GJF 232 0001 R2005
	25	S 232 - B25	GJF 232 0001 R2504		25	S 232 - C25	GJF 232 0001 R2505
	32	S 232 - B32	GJF 232 0001 R3204		32	S 232 - C32	GJF 232 0001 R3205
	40	S 232 - B40	GJF 232 0001 R4004		40	S 232 - C40	GJF 232 0001 R4005
	50	S 232 - B50	GJF 232 0001 R5004		50	S 232 - C50	GJF 232 0001 R5005
	63	S 232 - B63	GJF 232 0001 R6304		63	S 232 - C63	GJF 232 0001 R6305
3	6	S 233 - B6	GJF 233 0001 R0604	3	6	S 233 - C6	GJF 233 0001 R0605
	10	S 233 - B10	GJF 233 0001 R1004		10	S 233 - C10	GJF 233 0001 R1005
	16	S 233 - B16	GJF 233 0001 R1604		16	S 233 - C16	GJF 233 0001 R1605
	20	S 233 - B20	GJF 233 0001 R2004		20	S 233 - C20	GJF 233 0001 R2005
	25	S 233 - B25	GJF 233 0001 R2504		25	S 233 - C25	GJF 233 0001 R2505

Tiếp bảng 3.26

Kiểu B				Kiểu C			
Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Đầu cốt	Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Đầu cốt
3	32	S 233 - B32	GJF 233 0001 R3204	3	32	S 233 - C32	GJF 233 0001 R3205
	40	S 233 - B40	GJF 233 0001 R4004		40	S 233 - C40	GJF 233 0001 R4005
	50	S 233 - B50	GJF 233 0001 R5004		50	S 233 - C50	GJF 233 0001 R5005
	63	S 233 - B63	GJF 233 0001 R6304		63	S 233 - C63	GJF 233 0001 R6305

Áp tô m át lo a i S250 ð i ệ n ấ p 230/400 V, ð ồ ng cắ t ngắ n mắ ch
 $I_N = 10 \text{ kA}$ ð ỏ ABB ch ế t ả o

Bảng 3.27.

Kiểu B				Kiểu C			
Số cực	I _{dm} (A)	Mã số	Đầu cốt	Số cực	I _{dm} (A)	Mã số	Đầu cốt
1	6	S 251 - B6	GJF 251 0001 R0604	1	6	S 251 - C6	GJF 251 0001 R0605
	10	S 251 - B10	GJF 251 0001 R1004		10	S 251 - C10	GJF 251 0001 R1005
	16	S 251 - B16	GJF 251 0001 R1604		16	S 251 - C16	GJF 251 0001 R1605
	20	S 251 - B20	GJF 251 0001 R2004		20	S 251 - C20	GJF 251 0001 R2005
	25	S 251 - B25	GJF 251 0001 R2504		25	S 251 - C25	GJF 251 0001 R2505
	32	S 251 - B32	GJF 251 0001 R3204		32	S 251 - C32	GJF 251 0001 R3205
	40	S 251 - B40	GJF 251 0001 R4004		40	S 251 - C40	GJF 251 0001 R4005
	50	S 251 - B50	GJF 251 0001 R5004		50	S 251 - C50	GJF 251 0001 R5005
	63	S 251 - B63	GJF 251 0001 R6304		63	S 251 - C63	GJF 251 0001 R6305

Tiếp bảng 3.27

Kiểu B				Kiểu C			
Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Dầu cốt	Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Dầu cốt
2	6	S 252 - B6	GJF 252 0001 R0604	2	6	S 252 - C6	GJF 252 0001 R0605
	10	S 252 - B10	GJF 252 0001 R1004		10	S 252 - C10	GJF 252 0001 R1005
	16	S 252 - B16	GJF 252 0001 R1604		16	S 252 - C16	GJF 252 0001 R1605
	20	S 252 - B20	GJF 252 0001 R2004		20	S 252 - C20	GJF 252 0001 R2005
	25	S 252 - B25	GJF 252 0001 R2504		25	S 252 - C25	GJF 252 0001 R2505
	32	S 252 - B32	GJF 252 0001 R3204		32	S 252 - C32	GJF 252 0001 R3205
	40	S 252 - B40	GJF 252 0001 R4004		40	S 252 - C40	GJF 252 0001 R4005
	50	S 252 - B50	GJF 252 0001 R5004		50	S 252 - C50	GJF 252 0001 R5005
	63	S 252 - B63	GJF 252 0001 R6304		63	S 252 - C63	GJF 252 0001 R6305
3	6	S 253 - B6	GJF 253 0001 R0604	3	6	S 253 - C6	GJF 253 0001 R0605
	10	S 253 - B10	GJF 253 0001 R1004		10	S 253 - C10	GJF 253 0001 R1005
	16	S 253 - B16	GJF 253 0001 R1604		16	S 253 - C16	GJF 253 0001 R1605
	20	S 253 - B20	GJF 253 0001 R2004		20	S 253 - C20	GJF 253 0001 R2005
	25	S 253 - B25	GJF 253 0001 R2504		25	S 253 - C25	GJF 253 0001 R2505
	32	S 253 - B32	GJF 253 0001 R3204		32	S 253 - C32	GJF 253 0001 R3205
	40	S 253 - B40	GJF 253 0001 R4004		40	S 253 - C40	GJF 253 0001 R4005
	50	S 253 - B50	GJF 253 0001 R5004		50	S 253 - C50	GJF 253 0001 R5005
	63	S 253 - B63	GJF 253 0001 R6304		63	S 253 - C63	GJF 253 0001 R6305

Áp tô m át S270, điện áp 230/400 V dòng cắt ngắn mạch
 $I_N = 15 \text{ kA}$ do ABB chế tạo

Bảng 3.28.

Kiểu B				Kiểu C			
Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Dấu cốt	Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Dấu cốt
1	6	S 271 - B6	GJF 271 0001 R0604	1	0,5	S 271 - C 0,5	GJF 271 0001 R9805
	10	S 271 - B10	GJF 271 0001 R1004		1	S 271 - C 1	GJF 271 0001 R0105
	16	S 271 - B16	GJF 271 0001 R1604		16	S 271 - C 16	GJF 271 0001 R9705
	20	S 271 - B20	GJF 271 0001 R2004		2	S 271 - C 2	GJF 271 0001 R0205
	25	S 271 - B25	GJF 271 0001 R2504		3	S 271 - C 3	GJF 271 0001 R0305
	32	S 271 - B32	GJF 271 0001 R3204		4	S 271 - C 4	GJF 271 0001 R0405
	40	S 271 - B40	GJF 271 0001 R4004		6	S 271 - C 6	GJF 271 0001 R0605
	50	S 271 - B50	GJF 271 0001 R5004		8	S 271 - C 8	GJF 271 0001 R0805
	63	S 271 - B63	GJF 271 0001 R6304		10	S 271 - C 10	GJF 271 0001 R1005
					16	S 271 - C 16	GJF 271 0001 R1605
					20	S 271 - C 20	GJF 271 0001 R2005
2	6	S 272 - B6	GJF 272 0001 R0604	2	0,5	S 272 - C 0,5	GJF 272 0001 R9805
	10	S 272 - B10	GJF 272 0001 R1004		1	S 272 - C 1	GJF 272 0001 R0105
	16	S 272 - B16	GJF 272 0001 R1604		16	S 272 - C 16	GJF 272 0001 R9705
	20	S 272 - B20	GJF 272 0001 R2004		2	S 272 - C 2	GJF 272 0001 R0205
	25	S 272 - B25	GJF 272 0001 R2504		3	S 272 - C 3	GJF 272 0001 R0305
	32	S 272 - B32	GJF 272 0001 R3204		4	S 272 - C 4	GJF 272 0001 R0405
	40	S 272 - B40	GJF 272 0001 R4004		6	S 272 - C 6	GJF 272 0001 R0605
	50	S 272 - B50	GJF 272 0001 R5004				
	63	S 272 - B63	GJF 272 0001 R6304				
3	6	S 273 - B6	GJF 273 0001 R0604	3			
	10	S 273 - B10	GJF 273 0001 R1004				
	16	S 273 - B16	GJF 273 0001 R1604				
	20	S 273 - B20	GJF 273 0001 R2004				
	25	S 273 - B25	GJF 273 0001 R2504				
	32	S 273 - B32	GJF 273 0001 R3204				

Tiếp bảng 3.28

Kiểu B				Kiểu C			
Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Đầu cốt	Số cực	I_{dm} (A)	Mã số	Đầu cốt
3	40 50 63	S 273 - B40 S 273 - B50 S 273 - B63	GJF 273 0001 R4004 GJF 273 0001 R5004 GJF 273 0001 R6304	2	8 10 16 20 25 32 40 50 63	S 272 - C8 S 272 - C10 S 272 - C16 S 272 - C20 S 272 - C25 S 272 - C32 S 272 - C40 S 272 - C50 S 272 - C63	GJF 272 0001 R0805 GJF 272 0001 R1005 GJF 272 0001 R1605 GJF 272 0001 R2005 GJF 272 0001 R2505 GJF 272 0001 R3205 GJF 272 0001 R4005 GJF 272 0001 R5005 GJF 272 0001 R6305

Áp tô m át c ô nh ỏ $U_{dm} = 230/400 \text{ V}$, $I_N = 3 \text{ kA}$
loại 5SQ2 đ ỏ Siemens ch ế t ạo

B ả ng 3.29.

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực 	6	1	5SQ2 160-0KA06	12	0,100
	10		5SQ2 160-0KA10		
	13		5SQ2 160-0KA13		
	16	1	5SQ2 160-0KA16	12	0,100
	20		5SQ2 160-0KA20		
	25		5SQ2 160-0KA25		
	32	1	5SQ2 160-0KA32	12	0,100
	40		5SQ2 160-0KA40		
2 cực 	6	2	5SQ2 260-0KA06	6	0,200
	10		5SQ2 260-0KA10		
	13		5SQ2 260-0KA13		
	16	2	5SQ2 260-0KA16	6	0,200
	20		5SQ2 260-0KA20		
	25		5SQ2 260-0KA25		
	32	2	5SQ2 260-0KA32	6	0,200
	40		5SQ2 260-0KA40		
3 cực 	6	3	5SQ2 360-0KA06	4	0,300
	10		5SQ2 360-0KA10		
	13		5SQ2 360-0KA13		
	16	3	5SQ2 360-0KA16	4	0,300
	20		5SQ2 360-0KA20		
	25		5SQ2 360-0KA25		
	32	3	5SQ2 360-0KA32	4	0,300
	40		5SQ2 360-0KA40		
1 cực + N 	6	2	5SQ2 560-0KA06	6	0,180
	10		5SQ2 560-0KA10		
	13		5SQ2 560-0KA13		
	16	2	5SQ2 560-0KA16	6	0,180
	20		5SQ2 560-0KA20		
	25		5SQ2 560-0KA25		
	32	2	5SQ2 560-0KA32	6	0,180
	40		5SQ2 560-0KA40		

Áp tô m át c ỏ n h ỏ đ i ệ n ấ p 230/400 V $I_N = 3$ kA
l o ả i 5SQ2 đ o S i e m e n s ch ế t ả o

B ả n g 3.30.

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực 	0,5	1	5SQ2 170-0KA05	12	0,100
	1		5SQ2 170-0KA01		
	1,6		5SQ2 170-0KA15		
	2	1	5SQ2 170-0KA02	12	0,100
	3		5SQ2 170-0KA03		
	4		5SQ2 170-0KA04		
	6	1	5SQ2 170-0KA06	12	0,100
	8		5SQ2 170-0KA08		
	10		5SQ2 170-0KA10		
	13	1	5SQ2 170-0KA13	12	0,100
	16		5SQ2 170-0KA16		
	20		5SQ2 170-0KA20		
	25	1	5SQ2 170-0KA25	6	0,100
	32		5SQ2 170-0KA32		
	40		5SQ2 170-0KA40		
2 cực 	0,5	2	5SQ2 270-0KA05	6	0,200
	1		5SQ2 270-0KA01		
	1,6		5SQ2 270-0KA15		
	2	2	5SQ2 270-0KA02	6	0,200
	3		5SQ2 270-0KA03		
	4		5SQ2 270-0KA04		
	6	2	5SQ2 270-0KA06	6	0,200
	8		5SQ2 270-0KA08		
	10		5SQ2 270-0KA10		
	13	2	5SQ2 270-0KA13	6	0,200
	16		5SQ2 270-0KA16		
	20		5SQ2 270-0KA20		
	25	2	5SQ2 270-0KA25	6	0,200
	32		5SQ2 270-0KA32		
	40		5SQ2 270-0KA40		
	50	2	5SQ2 270-0KA50	6	0,2000
	63		5SQ2 270-0KA63		

Tiếp bảng 3.30

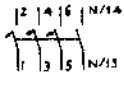
Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
3 cực 	0,5	3	5SQ2 370-0KA05	4	0,300
	1		5SQ2 370-0KA01		
	16		5SQ2 370-0KA15		
	2	3	5SQ2 370-0KA02	4	0,300
	3		5SQ2 370-0KA03		
	4		5SQ2 370-0KA04		
	6	3	5SQ2 370-0KA06	4	0,300
	8		5SQ2 370-0KA08		
	10		5SQ2 370-0KA10		
	13	3	5SQ2 370-0KA13	4	0,300
	16		5SQ2 370-0KA16		
	20		5SQ2 370-0KA20		
	25	3	5SQ2 370-0KA25	4	0,300
	32		5SQ2 370-0KA32		
	40		5SQ2 370-0KA40		
	50	3	5SQ2 370-0KA50	4	0,300
	63		5SQ2 370-0KA63		

Áp tô m át cỡ nhỏ điện áp 230/400 V, $I_N = 3$ kA
loại 5SQ2 do Siemens chế tạo

Bảng 3.31.

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực + N 	0,5	2	5SQ2 570-0KA05	6	0,180
	1		5SQ2 570-0KA01		
	16		5SQ2 570-0KA15		
	2	2	5SQ2 570-0KA02	6	0,180
	3		5SQ2 570-0KA03		
	4		5SQ2 570-0KA04		
	6	2	5SQ2 570-0KA06	6	0,180
	8		5SQ2 570-0KA08		
	10		5SQ2 570-0KA10		
	13	2	5SQ2 570-0KA13	6	0,180
	16		5SQ2 570-0KA16		
	20		5SQ2 570-0KA20		

Tiếp bảng 3.31

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
3 cực + N 	25	2	5SQ2 570-0KA25	6	0,180
	32		5SQ2 570-0KA32		
	40		5SQ2 570-0KA40		
	50	2	5SQ2 570-0KA50	6	0,180
	63		5SQ2 570-0KA63		
			5SQ2 670-0KA04		
	0,5	4	5SQ2 670-0KA05	3	0,380
	1		5SQ2 670-0KA01		
	16		5SQ2 670-0KA15		
	2	4	5SQ2 670-0KA02	3	0,380
	3		5SQ2 670-0KA03		
	4		5SQ2 670-0KA04		
	6	4	5SQ2 670-0KA06	3	0,380
	8		5SQ2 670-0KA08		
	10		5SQ2 670-0KA10		
	13	4	5SQ2 670-0KA13	3	0,380
	16		5SQ2 670-0KA16		
	20		5SQ2 670-0KA20		
	25	4	5SQ2 670-0KA25	3	0,380
	32		5SQ2 670-0KA32		
	40		5SQ2 670-0KA40		
	50	4	5SQ2 670-0KA50	3	0,380
	63		5SQ2 670-0KA63		

Áp tô m át c ô nh ỏ, đi ệ n á p 230/400 V, $I_N = 4,5$ kA
loại 5SQ3 do Siemens chế tạo

Bảng 3.32

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	0,5	1	5SQ3 170-0BA05	12	0,140
	1		5SQ3 170-0BA01		
	16		5SQ3 170-0BA15		
	2	1	5SQ3 170-0BA02	12	0,140
	3		5SQ3 170-0BA03		
	4		5SQ3 170-0BA04		

Tiếp bảng 3.32

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	6	1	5SQ3 170-1BA06	12	0,140
	8		5SQ3 170-1BA08		
	10		5SQ3 170-1BA10		
	16	1	5SQ3 170-1BA16	12	0,140
	20		5SQ3 170-1BA20		
	25		5SQ3 170-1BA25		
	32 ¹⁾	1	5SQ3 170-1BA32	12	0,140
	40		5SQ2 170-1BA40		0,150
	50		5SQ3 170-1BA50		
2 cực	0,5	2	5SQ3 270-1BA05	6	0,280
	1		5SQ3 270-1BA01		
	16		5SQ3 270-1BA15		
	2	2	5SQ3 270-1BA02	6	0,280
	3		5SQ3 270-1BA03		
	4		5SQ3 270-1BA04		
	6	2	5SQ3 270-1BA06	6	0,280
	8		5SQ3 270-1BA08		
	10		5SQ3 270-1BA10		
	16	2	5SQ3 270-1BA16	6	0,280
	20		5SQ3 270-1BA20		
	25		5SQ3 270-1BA25		
	32	2	5SQ3 270-1BA32	6	0,280
	40		5SQ3 270-1BA40		0,300
	50		5SQ3 270-1BA50		

Áp tô m át c ô n h ỏ , đ i ệ n ấ p 230/400 V, $I_N = 4,5$ kA
loại 5SQ3 do Siemens chế tạo

Bảng 3.33

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	0,5	3	5SQ3 370-1BA05	4	0,420
	1		5SQ3 370-1BA01		
	16		5SQ3 370-1BA15		
	2	3	5SQ3 370-1BA02	4	0,420
	3		5SQ3 370-1BA03		
	4		5SQ3 370-1BA04		

Tiếp bảng 3.33

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	6	3	5SQ3 370-1BA06	4	0,420
	8		5SQ3 370-1BA08		
	10		5SQ3 370-1BA10		
	16	3	5SQ3 370-1BA16	4	0,420
	20		5SQ3 370-1BA20		
	25		5SQ3 370-1BA25		
	32 ¹⁾	3	5SQ3 370-1BA32	4	0,420
	40		5SQ2 370-1BA40		0,450
	50		5SQ3 370-1BA50		
3 cực + N	6	4	5SQ3 670-1BA06	3	0,510
	10		5SQ3 670-1BA10		
	16		5SQ3 670-1BA16		
	20	4	5SQ3 670-1BA20	3	0,510
	25		5SQ3 670-1BA25		
	32 ¹⁾		5SQ3 670-1BA32		
	40	4	5SQ3 670-1BA40	3	0,540
	50		5SQ3 670-1BA50		

**Áp tô m át c ô nh ỏ, đi ệ n á p 230/400 V, $I_N = 6$ kA
loại 5SX2 do Siemens chế tạo**

Bảng 3.34.

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	1	1	5SX2 101-5	12	0,140
	16		5SX2 115-5		
	2		5SX2 102-5		
	3	1	5SX2 103-5	12	0,140
	4		5SX2 104-5		
	6		5SX2 106-5		
	10	1	5SX2 110-5	12	0,140
	16		5SX2 116-5		
	20		5SX2 120-5		
	25	1	5SX2 125-5	12	0,140
	32		5SX2 132-5		
	40		5SX2 140-5		0,150

Tiếp bảng 3.34

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
2 cực	1	2	5SX2 201-5	6	0,280
	16		5SX2 215-5		
	2		5SX2 202-5		
	3	2	5SX2 203-5	6	0,280
	4		5SX2 204-5		
	6		5SX2 206-5		
	10	2	5SX2 210-5	6	0,280
	16		5SX2 216-5		
	20		5SX2 220-5		
	25	2	5SX2 225-5	6	0,280
	32		5SX2 232-5		
	40		5SX2 240-5		0,300
3 cực	1	3	5SX2 301-5	4	0,420
	16		5SX2 315-5		
	2		5SX2 302-5		
	3	3	5SX2 303-5	4	0,420
	4		5SX2 304-5		
	6		5SX2 306-5		
	10	3	5SX2 310-5	4	0,420
	16		5SX2 316-5		
	20		5SX2 320-5		
	25	3	5SX2 325-5	4	0,420
	32		5SX2 332-5		
	40		5SX2 340-5		0,450

Áp tô m át cỡ nhỏ, điện áp 230/400 V, $I_N = 6$ kA
loại 5SX2 do Siemens chế tạo

Bảng 3.35.

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	6		5SX2 106-6	12	0,140
	10		5SX2 110-6		
	13		5SX2 113-6		
	16		5SX2 116-6	12	0,140
	20		5SX2 120-6		
	25		5SX2 125-6		

Tiếp bảng 3.35

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cất (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	32 ¹⁾	1	5SX2 132-6	12	0,140
	40		5SX2 140-6		0,150
	50		5SX2 150-6		
2 cực	6	2	5SX2 206-6	6	0,280
	10		5SX2 210-6		
	13		5SX2 213-6		
	16	2	5SX2 216-6	6	0,280
	20		5SX2 220-6		
	25		5SX2 225-6		
	32	2	5SX2 232-6	6	0,280
	40		5SX2 240-6		
	50		5SX2 250-6		0,300
3 cực	6	3	5SX2 306-6	4	0,420
	10		5SX2 310-6		
	13		5SX2 313-6		
	16	3	5SX2 316-6	4	0,420
	20		5SX2 320-6		
	25		5SX2 325-6		
	32 ¹⁾	3	5SX2 332-6	4	0,420
	40		5SX2 340-6		
	50		5SX2 350-6		0,450
1 cực + N	6	2	5SX2 506-6	6	0,230
	10		5SX2 510-6		
	13		5SX2 513-6		
	16	2	5SX2 516-6	6	0,230
	20		5SX2 520-6		
	25		5SX2 525-6		
	32 ¹⁾	2	5SX2 532-6	6	0,230
	40		5SX2 540-6		
	50		5SX2 550-6		0,240

**Áp tô m át c ô nh ỏ, đi ệ n á p 230/400 V, $I_N = 6$ kA
loại 5SX2 do Siemens ch ế t ạo**

B ả ng 3.36

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	0,3	1	5SX2 114-7	12	0,140
	0,5		5SX2 105-7		
	1		5SX2 101-7		
	1,6	1	5SX2 115-7	12	0,140
	2		5SX2 102-7		
	3		5SX2 103-7		
	4	1	5SX2 104-7	12	0,140
	6		5SX2 106-7		
	8		5SX2 108-7		
	10	1	5SX2 110-7	12	0,140
	13		5SX2 113-7		
	16		5SX2 116-7		
	20	1	5SX2 120-7	12	0,140
	25		5SX2 125-7		
	32 ¹⁾		5SX2 132-7		
	40	1	5SX2 140-7	12	0,150
	50		5SX2 150-7		
	63 ¹⁾		5SX2 163-7		
2 cực	0,5	2	5SX2 205-7	6	0,280
	1		5SX2 201-7		
	1,6		5SX2 215-7		
	2	2	5SX2 202-7	6	0,280
	3		5SX2 203-7		
	4		5SX2 204-7		
	6	2	5SX2 206-7	6	0,280
	8		5SX2 208-7		
	10		5SX2 210-7		
	13	2	5SX2 213-7	6	0,280
	16		5SX2 216-7		
	20		5SX2 220-7		
	25	2	5SX2 225-7	6	0,280
	32 ¹⁾		5SX2 232-7		
	40		5SX2 240-7		0,300
	50	2	5SX2 250-7	6	0,300
	63 ¹⁾		5SX2 263-7		

**Áptômát cỡ nhỏ, điện áp 230/400 V, $I_N = 6$ kA
loại 5SX2 do Siemens chế tạo**

Bảng 3.37

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
3 cực	0,5	3	5SX2 305-7	4	0,420
	1		5SX2 301-7		
	16		5SX2 315-7		
	2	3	5SX2 302-7	4	0,420
	3		5SX2 303-7		
	4		5SX2 304-7		
	6	3	5SX2 306-7	4	0,420
	8		5SX2 308-7		
	10		5SX2 310-7		
	13	3	5SX2 313-7	4	0,420
	16		5SX2 316-7		
	20		5SX2 320-7		
	25	3	5SX2 325-7	4	0,420
	32 ¹⁾		5SX2 332-7		0,450
	40		5SX2 440-7		
1 cực + N	50	3	5SX2 350-7	4	0,450
	63 ²⁾		5SX2 363-7		
	6	2	5SX2 506-7	6	0,230
	10		5SX2 510-7		
	13		5SX2 513-7		
	16	2	5SX2 516-7	6	0,230
	20		5SX2 520-7		
	25		5SX2 525-7		
	32	2	5SX2 532-7	6	0,230
	40		5SX2 540-7		0,240
	50		5SX2 550-7		
3 cực + N	10	4	5SX2 610-7	3	0,510
	16		5SX2 616-7		
	20		5SX2 620-7		
	25	4	5SX2 625-7	3	0,510
	32		5SX2 632-7		0,540
	40		5SX2 640-7		
	50	4	5SX2 650-7	3	0,540

**Áp tô m át c ô n h ỏ , đ i ệ n ấ p 230/400 V, $I_N = 6$ kA,
loại 5SX2 do Siemens chế tạo**

Bảng 3.38

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	0,5	1	5SX2 105-8	12	0,140
	1		5SX2 101-8		
	16		5SX2 115-8		
	2	1	5SX2 102-8	12	0,140
	3		5SX2 103-8		
	4		5SX2 104-8		
	6	1	5SX2 106-8	12	0,140
	8		5SX2 108-8		
	10		5SX2 110-8		
	13	1	5SX2 113-8	12	0,140
	16		5SX2 116-8		
	20		5SX2 120-8		
	25	1	5SX2 125-8	12	0,140
	32		5SX2 132-8		0,150
	40		5SX2 140-8		0,150
2 cực	50	1	5SX2 150-8	12	0,150
	0,5	2	5SX2 205-8	6	0,280
	1		5SX2 201-8		
	16		5SX2 215-8		
	2	2	5SX2 202-8	6	0,280
	3		5SX2 203-8		
	4		5SX2 204-8		
	6	2	5SX2 206-8	6	0,280
	8		5SX2 208-8		
	10		5SX2 210-8		
	13	2	5SX2 213-8	6	0,280
	16		5SX2 216-8		
	20		5SX2 220-8		
	25	2	5SX2 225-8	6	0,280
	32		5SX2 232-8		0,300
	40		5SX2 240-8		0,300
	50	2	5SX2 250-8	6	0,300

Tiếp bảng 3.38

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
3 cực	0,5	3	5SX2 305-8	4	0,420
	1		5SX2 301-8		
	16		5SX2 315-8		
	2	3	5SX2 302-8	4	0,420
	3		5SX2 303-8		
	4		5SX2 404-8		
	6	3	5SX2 306-8	4	0,420
	8		5SX2 308-8		
	10		5SX2 310-8		
	13	3	5SX2 313-8	4	0,420
	16		5SX2 316-8		
	20		5SX2 320-8		
	25	3	5SX2 325-8	4	0,420
	32		5SX2 332-8		
	40		5SX2 340-8 ¹⁾		
	50	3	5SX2 350-8 ¹⁾	4	0,420

Áp tô m át cỡ nhỏ, điện áp 230/400 V, $I_N = 10$ kA
loại 5SX4 do Siemens chế tạo

Bảng 3.39

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	6	1	5SX4 106-6	12	0,140
	10		5SX4 110-6		
	13		5SX4 113-6		
	16	1	5SX4 116-6	12	0,140
	20		5SX4 120-6		
	25		5SX4 125-6		
	32 ¹⁾	1	5SX4 132-6	12	0,140
	40		5SX4 140-6		0,150
	50		5SX4 150-6		
2 cực	6	2	5SX4 206-6	6	0,280
	10		5SX4 210-6		
	13		5SX4 213-6		

Tiếp bảng 3.39

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
2 cực	16	2	5SX4 216-6	6	0,280
	20		5SX4 220-6		
	25		5SX4 225-6		
	32	2	5SX4 232-6	6	0,280 0,300
	40		5SX4 240-6		
	50		5SX4 250-6		
3 cực	6	3	5SX4 306-6	4	0,420
	10		5SX4 310-6		
	13		5SX4 313-6		
	16	3	5SX4 316-6	4	0,420
	20		5SX4 320-6		
	25		5SX4 325-6		
	32 ¹⁾	3	5SX4 332-6	4	0,420 0,450
	40		5SX4 340-6		
	50		5SX4 350-6		

Áp tô m át c ô n h ỏ , đ i ệ n á p 230/400 V, $I_N = 10$ kA,
loại 5SX4, do Siemens chế tạo

Bảng 3.40

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	0,5	1	5SX4 105-7	12	0,140
	1		5SX4 101-7		
	1,6		5SX4 115-7		
	2	1	5SX4 102-7	12	0,140
	3		5SX4 103-7		
	4		5SX4 104-7		
	6	1	5SX4 106-7	12	0,140
	8		5SX4 108-7		
	10		5SX4 110-7		
	13	1	5SX4 113-7	12	0,140
	16		5SX4 116-7		
	20		5SX4 120-7		
	25	1	5SX4 125-7	12	0,140
	32 ¹⁾		5SX4 132-7		
	40		5SX4 140-7		

Tiếp bảng 3.40

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
2 cực	50	2	5SX4 150-7	12	0,150
	0,5		5SX4 205-7	6	0,280
	1		5SX4 201-7		
	16		5SX4 215-7		
	2	2	5SX4 202-7	6	0,280
	3		5SX4 203-7		
	4		5SX4 204-7		
	6	2	5SX4 206-7	6	0,280
	8		5SX4 208-7		
	10		5SX4 210-7		
	13	2	5SX4 213-7	6	0,280
	16		5SX4 216-7		
	20		5SX4 220-7		
	25	2	5SX4 225-7	6	0,280
	32		5SX4 232-7		0,300
	40		5SX4 240-7		
	50	2	5SX4 250-7	6	0,300

**Áp tômát cỡ nhỏ, điện áp 230/400 V, $I_N = 10$ kA
loại 5SX4, do Siemens chế tạo**

Bảng 3.41

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
3 cực	0,5	3	5SX4 305-7	4	0,420
	1		5SX4 301-7		
	16		5SX4 315-7		
	2	3	5SX4 302-7	4	0,420
	3		5SX4 303-7		
	4		5SX4 304-7		
	6	3	5SX4 306-7	4	0,420
	8		5SX4 308-7		
	10		5SX4 310-7		
	13	3	5SX4 313-7	4	0,420
	16		5SX4 316-7		
	20		5SX4 320-7		

Tiếp bảng 3.41

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực + N	25	3	5SX4 325-7	4	0,420
	32 ¹⁾		5SX4 332-7		
	40		5SX4 340-7		0,450
	50	3	5SX4 350-7	4	0,450
	6		5SX4 506-7		0,230
	8		5SX4 510-7		
	10		5SX4 513-7		
	16	2	5SX4 516-7	6	0,230
	20		5SX4 520-7		
	25		5SX4 525-7		
3 cực + N	32	2	5SX4 532-7	6	0,230
	40		5SX4 540-7		0,240
	50		5SX4 550-7		
	10	4	5SX4 610-7	3	0,510
	13		5SX4 613-7		
	16		5SX4 616-7		
	20	4	5SX4 620-7	3	0,510
	25		5SX4 625-7		
	32		5SX4 632-7		
	40	4	5SX4 640-7	3	0,540
	50		5SX4 650-7		

Áp tômat cỡ nhỏ, điện áp 230/400 V, $I_N = 4,5$ kA,
loại 5SX5, do Siemens chế tạo

Bảng 3.42

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	0,5	1	5SX5 105-7	12	0,140
	1		5SX5 101-7		
	1,6		5SX5 115-7		
	2	1	5SX5 102-7	12	0,140
	3		5SX5 103-7		
	4		5SX5 104-7		

Tiếp bảng 3.42

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	6	1	5SX5 106-7	12	0,140
	8		5SX5 108-7		
	10		5SX5 110-7		
	13	1	5SX5 113-7	12	0,140
	16		5SX5 116-7		
	20		5SX5 120-7		
	25	1	5SX5 125-7	12	0,140
	32		5SX5 132-7		
2 cực	0,5	2	5SX5 205-7	6	0,280
	1		5SX5 201-7		
	1,6		5SX5 215-7		
	2	2	5SX5 202-7	6	0,280
	3		5SX5 203-7		
	4		5SX5 204-7		
	6	2	5SX5 206-7	6	0,280
	8		5SX5 208-7		
	10		5SX5 210-7		
	13	2	5SX5 213-7	6	0,280
	16		5SX5 216-7		
	20		5SX5 220-7		
	25	2	5SX5 225-7	6	0,280
	32		5SX5 232-7		

**Áp tô m át có dòng lớn, điện áp 230/400 V, $I_N = 6$ kA,
loại 5SX6, do Siemens chế tạo**

Bảng 3.43

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	40	1,5	5SX6 140-6	6	0,260
	50		5SX6 150-6		
	63		5SX6 163-6		
2 cực	40	3	5SX6 240-6	3	0,510
	50		5SX6 250-6		
	63		5SX6 263-6		

Tiếp bảng 3.43

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
3 cực	40 50 63	4,5	5SX6 340-6 5SX6 350-6 5SX6 363-6	2	0,750
4 cực	40 50 63	6	5SX6 440-6 5SX6 450-6 5SX6 463-6	1	1,000

Áp tômát dòng lớn, điện áp 230/400 V, $I_N = 6$ kA,
loại 5SX6, do Siemens chế tạo

Bảng 3.44

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	40 50 63	1,5	5SX6 140-7 5SX6 150-7 5SX6 163-7	6	0,260
	80 100 125 ¹⁾	1,5	5SX6 180-7 5SX6 191-7 5SX6 192-7	6	0,260
2 cực	40 50 63	3	5SX6 240-7 5SX6 250-7 5SX6 263-7	3	0,510
	80 100 125 ¹⁾	3	5SX6 280-7 5SX6 291-7 5SX6 292-7	3	0,510
3 cực	40 50 63	4,5	5SX6 340-7 5SX6 350-7 5SX6 363-7	2	0,750
	80 100 125 ¹⁾	4,5	5SX6 380-7 5SX6 391-7 5SX6 392-7	2	0,750
4 cực	40 50 63	6	5SX6 440-7 5SX6 450-7 5SX5 463-7	1	1,000
	80 100 125 ¹⁾	6	5SX6 480-7 5SX6 491-7 5SX6 492-7	1	1,000

**Áp tô m át dòng lớn, điện áp 230/400 V, $I_N = 6$ kA
loại 5SX6, do Siemens chế tạo**

Bảng 3.45

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	40 50 63	1,5	5SX6 140-8 5SX6 150-8 5SX6 163-8	6	0,260
	80 100	1,5	5SX6 180-8 5SX6 191-8	6	0,260
2 cực	40 50 63	3	5SX6 240-8 5SX6 250-8 5SX6 263-8	3	0,510
	80 100	3	5SX6 280-8 5SX6 291-8	3	0,510
3 cực	40 50 63	4,5	5SX6 340-8 5SX6 350-8 5SX6 363-8	2	0,750
	80 100	4,5	5SX6 380-8 5SX6 391-8	2	0,750
4 cực	40 50 63	6	5SX6 440-8 5SX6 450-8 5SX5 463-8	1	1,000
	80 100	6	5SX6 480-8 5SX6 491-8	1	1,000

**Áp tô m át dòng lớn, điện áp 230/400 V, $I_N = 10$ kA
loại 5SX7 do Siemens chế tạo**

Bảng 3.46

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	40 50 63	1,5	5SX7 140-6 5SX7 150-6 5SX7 163-6	6	0,260

Tiếp bảng 3.46

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
2 cực	40	3	5SX7 240-6	3	0,510
	50		5SX7 250-6		
	63		5SX7 263-6		
3 cực	40	4,5	5SX7 340-6	2	0,750
	50		5SX7 350-6		
	63		5SX7 363-6		
4 cực	40	6	5SX7 440-6	1	1,000
	50		5SX7 450-6		
	63		5SX7 463-6		

**Áp tô m át dòng lớn, điện áp 230/400 V, $I_N = 10$ kA,
loại 5SX7 do Siemens chế tạo**

Bảng 3.47

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	40	1,5	5SX7 140-7	6	0,260
	50		5SX7 150-7		
	63		5SX7 163-7		
	80	1,5	5SX7 180-7	6	0,260
	100		5SX7 191-7		
	125 ¹⁾		5SX7 192-7		
2 cực	40	3	5SX7 240-7	3	0,510
	50		5SX7 250-7		
	63		5SX7 263-7		
	80	3	5SX7 280-7	3	0,510
	100		5SX7 291-7		
	125 ¹⁾		5SX7 292-7		
3 cực	40	4,5	5SX7 340-7	2	0,750
	50		5SX7 350-7		
	63		5SX7 363-7		
	80	4,5	5SX7 380-7	2	0,750
	100		5SX7 391-7		
	125 ¹⁾		5SX7 392-7		

Tiếp bảng 3.47

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
4 cực	40 50 63	6	5SX7 440-7 5SX7 450-7 5SX7 463-7	1	1000
	80 100 125 ¹⁾	6	5SX7 480-7 5SX7 491-7 5SX7 492-7	1	1000

Áp tômát dòng lớn, điện áp 230/400 V, $I_N = 6$ kA
loại 5SX7 do Siemens chế tạo

Bảng 3.48

Kí hiệu	I_{dm} (A)	Công suất cắt (MW)	Mã hiệu	Đóng gói	Khối lượng (kg)
1 cực	40 50 63	1,5	5SX7 140-8 5SX7 150-8 5SX7 163-8	6	0,260
	80 100	1,5	5SX7 180-8 5SX7 191-8	6	0,260
2 cực	40 50 63	3	5SX7 240-8 5SX7 250-8 5SX7 263-8	3	0,510
	80 100	3	5SX7 280-8 5SX7 291-8	3	0,510
3 cực	40 50 63	4,5	5SX7 340-8 5SX7 350-8 5SX7 363-8	2	0,750
	80 100	4,5	5SX7 380-8 5SX7 391-8	2	0,750
4 cực	40 50 63	6	5SX7 440-8 5SX7 450-8 5SX7 463-8	1	1000
	80 100	6	5SX7 480-8 5SX7 491-8	1	1000

Áp tômát chống rò điện RCCB do Siemens chế tạo

Bảng 3.49.

$I_{rò}$	I_{dm} , Số cực			
	A	2		4
		2MW	2,5MW	4MW
10 mA	16	5SM11110SC70	-	-
30 mA	25	5SM13120SC70	-	5SM13420SC70
	40	5SM13140SC70	-	5SM13440-SC70
	63	-	5SM13160SC70	5SM13460SC70
	80	-	5SM13170SC70	-
100 mA	25	5SM14120SC70	-	5SM14420SC70
	40	5SM14140SC70	-	5SM14440SC70
	63	-	5SM14160SC70	5SM14460SC70
	80	-	5SM14170SC70	-
0,3 A	25	5SM16120SC70	-	5SM16420SC70
	40	5SM16140SC70	-	5SM16440SC70
	63	-	5SM16160SC70	5SM16460SC70
	80	-	5SM16170SC70	-

**Đặc tính kĩ thuật chung của các loại
áp tômát do SIEMNES chế tạo**

Bảng 3.50

Loại	5SQ2	5SQ3	5SX2	5SX4	5SX5	5SX6	5SX7
Số cực 1	•	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•	•	•
4						•	•
1 + N	•	•	•	•			

Tiếp bảng 3.50

Loại	5SQ3	5SQ3	5SX2	5SX4	5SX5	5SX6	5SX7
3 + N	•	đ	•	•			
U_{dm} (V)	440	440	440	440	440	440	440
I_N (kA)	3	4,5	6	10	4,5	6	10

Áptômát kiểu АП-25 do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 3.51

Kiểu	Số cực	Loại dòng điện	Điện áp U_{dm} , V	Dòng điện I_{dm} , A	Móc bảo vệ kiểu nhiệt có thời gian			Móc bảo vệ kiểu điện từ		
					Giới hạn dòng điện điều chỉnh, A	Thời gian tác động khi quá tải			Dòng điện cắt tức thời	
						1,1 dòng chỉnh định	1,35 dòng chỉnh định	6 dòng chỉnh định	dòng xoay chiều, A	dòng một chiều, A
АП-25-3MT	3	xoay chiều	380	15	1 - 16	không tác động sau 1 h	không lớn hơn 30 ph	từ 1 đến 10 s	11	14
АП-25-3M				2,5	1,6 - 2,5				17,5	22
АП-25-3M				4 6,4	2 - 5,4 4 - 6,4				28 45	36 57
АП-25-2MT	2	một chiều	220	10	6,4 - 10				70	90
АП-25-2M				16	10 - 16				110	140
АП-25-2				25	16 - 25				175	220

Áptômát kiểu AB do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 3.52

Kiểu	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	Thời gian cắt tức thời (s)
AB - 4	400	400	42	0,06
AB - 10	400	1000	42	0,06
AB - 15	400	1500	65	0,08
AB - 20	400	2000	65	0,09

Áp tô m át ki ể u A3100 - A3140 do Li ề n X ô (cũ) ch ế t ạo

B ả ng 3.53

Ki ể u	Ký hi ệ u theo k ế t c ấ u	Dòng đ ị nh m ứ c I_{dm} A	Đi ệ n ấ p U _{dm} , V		Số c ự c	Dạng m ớ c b ả o v ệ dòng đi ệ n c ự c đ ạ i	Dòng đi ệ n đ ị nh m ứ c của m ớ c b ả o v ệ, A	Dòng đi ệ n t ấ c đ ộ ng t ứ c th ờ i, A
A3160	A3161 A3162 A3163	60	110 220 220	220 380 380	1 2 3	ph ầ n t ử nhi ệ t	15, 20, 25 30, 40, 50 60	-
A3110	A3113/1 A3114/1	100	220	500	2 3	t ồ ng h ợ p	15 20 25 30 40 50 60 80 100	150 200 250 300 400 500 600 800 1000
A3110	A3113/5 A3114/5	100	220	500	2 3	đi ệ n t ử	15 20 25 40 60 100	150 200 250 300, 400 500, 600 1000
A3120	A3123 A3124	100	220	500	2 3	t ồ ng h ợ p	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80 100	430 600 800
						đi ệ n t ử	30 100	430 840 600, 800
A3130	A3133 A3134	200	220	500	2 3	t ồ ng h ợ p	120 150 200	840 1050 1400
						đi ệ n t ử	200	840 1050 1400

Tiếp bảng 3.53

A3140	A3143	600	200	500	2	tổng hợp	300	2100
	A3144						300	2800
							500	3500
							600	4200
						điện từ	600	1750
								2100
								2800
								3500
								4200

Chú thích : - Khi dòng quá tải bằng 1,1 dòng chính định, aptômát không tác động
 - Khi dòng quá tải bằng 1,35 dòng chính định, aptômát tác động không quá 30 ph.

**Điện trở và điện kháng của cuộn dây bảo vệ
 quá dòng điện của aptômát, mΩ**

Bảng 3.54

Dòng điện định mức của cuộn dây, A	50	70	100	140	200	400	600
x, mΩ	2,7	1,3	0,86	0,55	0,28	0,1	0,094
r, mΩ ở nhiệt độ 65°C	5,5	2,35	1,30	0,74	0,36	0,15	0,12

Điện trở tiếp xúc của cầu dao và aptômát, mΩ

Bảng 3.55

Dòng điện định mức, A	50	70	100	140	200	400	600	1000
Aptômát	13	10	0,75	0,65	0,6	0,4	0,25	-
Cầu dao	-	-	0,5	-	0,4	0,2	0,15	0,08

4. DÂY DẪN VÀ CÁP

Để dẫn điện người ta chế tạo ba loại dây : dây bọc cách điện, dây trần và dây cáp.

Dây bọc cách điện dùng cho lưới điện hạ áp, chủ yếu là điện nội thất. Có loại dây bọc ruột đồng, có loại ruột nhôm, dây đơn hoặc dây đôi, cứng hoặc mềm, một sợi hoặc nhiều sợi.

Dây dẫn trần bao gồm dây đồng trần (M), dây nhôm trần (A) và dây nhôm lõi thép (AC), trong đó với dây AC phần nhôm làm nhiệm vụ dẫn điện, phần thép làm tăng độ bền cơ. Dây đồng trần có nhược điểm là đắt và nặng nên mặc dù dẫn điện tốt hơn nhôm vẫn chỉ được dùng ở những môi trường đặc biệt. Dây nhôm trần do khả năng chịu lực cơ kém nên chỉ được dùng trên lưới hạ áp. Dây nhôm lõi thép dùng ở mọi cấp điện áp.

Cáp là loại dây dẫn đặc biệt. Người ta chế tạo cáp 1 lõi, 2 lõi, 3 lõi, 4 lõi. Lõi có thể bằng đồng hoặc bằng nhôm. Cáp được cách điện bằng PVC hoặc XLPE. Tên của cáp được gọi theo chất cách điện và vật liệu làm lõi. Cáp cách điện PVC có lõi bằng đồng được gọi là cáp PVC lõi đồng. Cáp cách điện XLPE có lõi nhôm được gọi là cáp XLPE lõi nhôm. Người ta chế tạo ra nhiều loại cáp có đặc tính khác nhau thích ứng với môi trường sử dụng : cáp trong nhà, dưới đất, ngoài trời, cáp chịu chua mặn, chịu ăn mòn hóa chất, chịu lực cơ giới, chịu lửa v.v...

Trong sơ đồ điện, dây dẫn và cáp được ký hiệu bằng các nét vẽ trên đó ghi đầy đủ các thông tin của chúng, bao gồm vật liệu làm dây (đối với dây bọc, dây trần), vật liệu cách điện (đối với cáp), số lượng và tiết diện dây dẫn pha, số lượng và tiết diện dây trung tính, số lộ đường dây (n). Cụ thể như sau :

- Ký hiệu dây dẫn cao áp

n. Vật liệu làm dây - Tiết diện dây.

Ví dụ : Đường dây trên không 1 lộ (lộ đơn) dây dẫn AC,
tiết diện 35 mm² AC - 35

Đường dây trên không 2 lộ (lộ kép) dây dẫn AC,
tiết diện 120 mm² 2AC - 120

- Ký hiệu dây dẫn hạ áp

Với đường dây trên không

n. Vật liệu làm dây (m . F + 1 . F₀)

trong đó :

n - số lộ đường dây

m - số dây pha

F - tiết diện dây pha (mm²)

F₀ - tiết diện dây trung tính (mm²).

Tỉ lệ F₀ so với F thường có trị số sau :

Với lưới 3 pha 4 dây $F_0 \geq \frac{1}{2} F$;

Với lưới 1 pha, 2 pha $F_0 = F$.

Ví dụ : Đường dây trên không 1 lộ, dây dẫn nhôm
tiết diện 25 mm² A (3 . 25 + 1 . 16)

Đường dây trên không 2 lộ, dây nhôm lõi thép,
tiết diện 50 mm² 2AC (3 . 50 + 1 . 35)

Đường dây trên không 1 pha, dây nhôm,
tiết diện 16 mm² A (1 . 16 + 1 . 16)

Đường dây trên không 2 pha, dây nhôm,
tiết diện 25 mm² A (2 . 25 + 1 . 25)

Với dây bọc

Vật liệu làm dây (m . F)

Ví dụ : Dây đồng 2 lõi tiết diện 4 mm² M (2 . 4)

Dây đồng 1 lõi tiết diện 6 mm² M (1 . 6)

- Ký hiệu cáp

Với cáp cao áp

n. Vật liệu cách điện (m . F)

Ví dụ : Cáp PVC 3 lõi, tiết diện 16 mm², lộ đơn

PVC (3 . 16)

Cáp XLPE 3 lõi, tiết diện 50 mm^2 , lộ kép

3 cáp PVC 1 lõi, tiết diện 185 mm^2

2XLPE (3 x 50)

3PVC (1 x 185)

Với cáp hạ áp

n. Vật liệu cách điện (mF + 1F_o)

Ví dụ. Cáp PVC, một lộ, 4 lõi, tiết diện 120 mm^2

PVC (3 x 120 + 1 . 70)

Cáp XLPE, lộ kép, 4 lõi, tiết diện 70 mm^2

2XLPE (3 x 70 + 1 . 50)

Trong tất cả các ký hiệu trên, tiết diện dây pha và dây trung tính của dây AC là tiết diện dẫn điện, nghĩa là tiết diện của phần nhôm trong dây hỗn hợp.

A. LỰA CHỌN TIẾT DIỆN DÂY DẪN VÀ CÁP

Có ba phương pháp lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp

1. Chọn tiết diện theo mật độ kinh tế của dòng điện J_{kt}

Phương pháp này dùng để chọn dây dẫn cho lưới có điện áp $U \geq 110 \text{ kV}$, bởi vì trên lưới này không có thiết bị sử dụng điện trực tiếp đầu vào, vấn đề điện áp không cấp bách, nếu chọn dây theo J_{kt} sẽ có lợi về kinh tế, nghĩa là chi phí tính toán hàng năm thấp nhất.

Lưới trung áp đô thị và xí nghiệp, nói chung khoảng cách tải điện ngắn, thời gian sử dụng công suất lớn, cũng được chọn theo J_{kt} .

2. Chọn tiết diện theo tổn thất điện áp cho phép ΔU_{cp}

Lưới trung áp nông thôn, hạ áp nông thôn, đường dây tải điện đến các trạm bơm nông nghiệp, do khoảng cách tải điện xa, tổn thất điện áp lớn, chỉ tiêu chất lượng điện năng dễ bị vi phạm nên tiết diện dây dẫn được chọn theo phương pháp này.

3. Chọn tiết diện theo dòng điện phát nóng cho phép I_{cp}

Phương pháp này dùng để chọn tiết diện dây dẫn và cáp cho lưới hạ áp đô thị, hạ áp công nghiệp và ánh sáng sinh hoạt.

**Phạm vi áp dụng các phương pháp
lựa chọn tiết diện dây dẫn và cáp**

Bảng 4.1

Lưới điện	J_{kt}	ΔU_{cp}	I_{cp}
Cao áp	Mọi đối tượng	-	-
Trung áp	Đô thị, công nghiệp	Nông thôn	-
Hạ áp	-	Nông thôn	Đô thị, công nghiệp

Tiết diện đủ được chọn theo phương pháp nào cũng phải kiểm tra lại các tiêu chuẩn kỹ thuật sau đây :

$$\Delta U_{bt} \leq \Delta U_{btcp} \quad (4.1)$$

$$\Delta U_{sc} \leq \Delta U_{sccp} \quad (4.2)$$

$$I_{sc} \leq I_{cp} \quad (4.3)$$

trong đó :

ΔU_{bt} - tổn thất điện áp của đường dây trong trường hợp làm việc bình thường.

ΔU_{btcp} - tổn thất điện áp cho phép khi đường dây làm việc bình thường.

ΔU_{sc} - tổn thất điện áp của tuyến đường dây khi xảy ra sự cố nguy hiểm nhất.

ΔU_{sccp} - tổn thất điện áp cho phép khi sự cố.

I_{sc} - dòng điện lớn nhất qua dây dẫn khi sự cố.

I_{cp} - dòng điện cho phép ứng với tiết diện dây được chọn, nhà chế tạo cho.

Với lưới $U \leq 110$ kV :

$$\Delta U_{btcp} = 10\% U_{dm} \quad (4.4)$$

$$\Delta U_{sccp} = 20\% U_{dm} \quad (4.5)$$

Với lưới $U \leq 35$ kV :

$$\Delta U_{btcp} = 5\% U_{dm} \quad (4.6)$$

$$\Delta U_{sccp} = 10\% U_{dm} \quad (4.7)$$

Ngoài ra, tiết diện dây được chọn còn phải thỏa mãn các điều kiện về độ bền cơ học và chống tổn thất vắng quang.

Tiết diện tối thiểu của dây dẫn đường dây trên không

Bảng 4.2

Lưới điện	Khoảng vượt / (m)	$F_{\min}$ (mm ²) chống tổn thất vàng quang	$F_{\min}$ (mm ²) độ bền cơ giới
U = 220 kV	250 ÷ 300	240	-
U = 110 kV	150 ÷ 200	70	-
U = 6, 10, 23, 35 kV	80 ÷ 120	-	35
U = 0,4 kV - Trục thôn - Trục xóm	40 ÷ 50 20 ÷ 30	- -	25 16

I. LỰA CHỌN TIẾT DIỆN DÂY VÀ CÁP THEO J_{kt}

Trình tự lựa chọn tiết diện theo phương pháp này như sau :

1. Chọn loại dây (dây dẫn, cáp) và vật liệu làm dây, căn cứ vào trị số $T_{\max}$ tra bảng tìm J_{kt} .

Nếu đường dây cáp điện cho các phụ tải có $T_{\max}$ khác nhau phải tính trị số trung bình của $T_{\max}$ theo biểu thức :

$$T_{\max tb} = \frac{\sum S_i T_{\max i}}{\sum S_i} \approx \frac{\sum P_i T_{\max i}}{\sum P_i} \quad (4.8)$$

Trị số J_{kt} (A/mm²) theo $T_{\max}$ và loại dây

Bảng 4.3

Loại dây	$T_{\max}$ (h)		
	≤ 3000	3000 ÷ 5000	≥ 5000
Dây đồng	2,5	2,1	1,8
Dây A và AC	1,3	1,1	1
Cáp đồng	3,5	3,1	2,7
Cáp nhôm	1,6	1,4	1,2

2. Xác định trị số dòng điện lớn nhất chạy trên các đoạn đường dây :

$$I_{ij} = \frac{S_{ij}}{n \sqrt{3} U_{dm}} = \frac{P_{ij}}{n \sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} \quad (4.9)$$

3. Xác định tiết diện kinh tế từng đoạn :

$$F_{kij} = \frac{I_{ij}}{J_{kt}} \quad (4.10)$$

Từ F_{kij} tra bảng tìm tiết diện dây tiêu chuẩn gần nhất bé hơn.

4. Kiểm tra tiết diện đã chọn theo các tiêu chuẩn kỹ thuật :

$$\Delta U_{\max bt} \leq \Delta U_{btcp}$$

$$\Delta U_{\max sc} \leq \Delta U_{sccp}$$

$$I_{sc} \leq I_{cp}$$

Với cáp, còn phải kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch của tiết diện :

$$F \leq \alpha \cdot I_{\infty} \sqrt{t_{qd}} \quad (4.11)$$

trong đó :

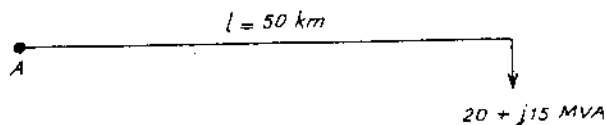
α - hệ số nhiệt

Với cáp đồng $\alpha = 6$

Với cáp nhôm $\alpha = 11$

t_{qd} - thời gian qui đổi, với lưới trung và hạ áp lấy bằng thời gian cắt ngắn mạch.

Ví dụ 4.1. Yêu cầu lựa chọn tiết diện dây dẫn cho đường dây 110 kV cấp điện cho một phụ tải như hình 4.1. Biết rằng phụ tải có $T_{\max} = 4500$ h.



Hình 4.1. Đường dây 110 kV cấp điện cho một phụ tải

GIẢI

Vì là đường dây 110 kV, dây dẫn được chọn theo J_{kt} .

Dòng điện qua dây :

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{\sqrt{20^2 + 15^2}}{\sqrt{3} \cdot 110} = 131,37 \text{ A}$$

Từ $T_{\max} = 4500$ h và dây AC tra bảng được $J_{kt} = 1,1 \text{ A/mm}^2$
 Tiết diện kinh tế :

$$F_{kt} = \frac{I}{J_{kt}} = \frac{131,37}{1,1} = 119,42 \text{ mm}^2$$

Chọn dây dẫn tiêu chuẩn 120 mm^2 , dây AC-120.

Thử lại tiết diện dây đã chọn theo điều kiện tổn thất điện áp.

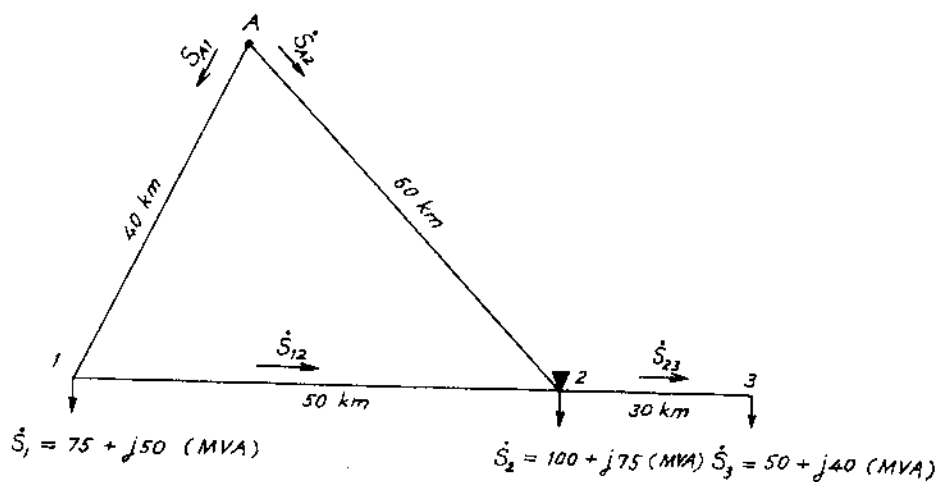
Với dây AC-120, khoảng cách trung bình hình học 4 m , tra bảng thông số dây AC có $r_0 = 0,27 \text{ } \Omega/\text{km}$, $x_0 = 0,408 \text{ } \Omega/\text{km}$.

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{20 \cdot 0,27 \cdot 50 + 5 \cdot 0,408 \cdot 50}{110} = 5,236 \text{ kV}$$

$$\Delta U = 5,236 \text{ kV} < \Delta U_{cp} = 10\% \cdot 110 \text{ kV} = 11 \text{ kV}.$$

Vậy chọn dây AC-120 là hợp lý.

Ví dụ 4.2. Yêu cầu lựa chọn tiết diện dây dẫn cho các đoạn đường dây 220 kV trong mạch vòng cấp điện cho ba phụ tải. Biết $T_{\max} = 5500$ h. Các số liệu về phụ tải và chiều dài đường dây cho trên hình 4.2.



Hình 4.2. Mạch vòng 220 kV cấp điện cho ba phụ tải

GIẢI

Với lưới 220 kV, các đường dây được chọn theo J_{kt} .

Trước hết cần tìm các dòng công suất chạy trên từng đường dây trong mạch vòng theo công thức :

$$\dot{S}_{A1} = \frac{\dot{S}_1(l_{12} + l_{2A}) + \dot{S}_2 l_{2A}}{l_{A1} + l_{12} + l_{2A}} \quad (4.15)$$

Trong công thức trên, phụ tải tại nút 2 bao gồm trị số phụ tải 2 và 3 :

$$\dot{S}_{A1} = \frac{(75 + j 50)(50 + 60) + (150 + j 115) \cdot 60}{50 + 60 + 40} = 115 + j 82,67 \text{ MVA}$$

$$\dot{S}_{12} = \dot{S}_{A1} - \dot{S}_1 = (115 + j 82,67) - (75 + j 50) = 40 + j 32,67 \text{ MVA}$$

$$\dot{S}_{A2} = \dot{S}_2 + \dot{S}_3 - \dot{S}_{12} = (150 + j 115) - (40 + j 32,67) = 110 + j 82,33 \text{ MVA}$$

Điểm 2 là điểm phân công suất. Từ đây xác định được trị số dòng điện trên các đường dây :

$$I_{A1} = \frac{S_{A1}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{\sqrt{115^2 + 82,67^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 372,125 \text{ A}$$

$$I_{12} = \frac{S_{12}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{\sqrt{40^2 + 32,67^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 135,696 \text{ A}$$

$$I_{A2} = \frac{S_{A2}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{\sqrt{110^2 + 82,33^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 361,0 \text{ A}$$

$$I_{23} = \frac{S_{23}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{\sqrt{50^2 + 40^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 168,237 \text{ A}$$

Căn cứ vào $T_{\max} = 5500 \text{ h}$ và loại dây AC, tra bảng 4.3 tìm được $J_{kt} = 1 \text{ A/mm}^2$.

- Tiết diện kinh tế từng đường dây :

$$F_{A1} = \frac{I_{A1}}{J_{kt}} = 372,125 \text{ mm}^2$$

$$F_{12} = \frac{I_{12}}{J_{kt}} = 135,696 \text{ mm}^2$$

$$F_{A2} = \frac{I_{A2}}{J_{kt}} = 361,0 \text{ mm}^2$$

$$F_{23} = \frac{I_{23}}{J_{kt}} = 168,237 \text{ mm}^2$$

Tra bảng tiết diện chuẩn chọn dây dẫn như sau :

Đoạn A1 chọn dây AC - 400

Đoạn A2 chọn dây AC - 400

Đoạn 12 chọn dây AC - 240 (tiết diện nhỏ nhất theo điều kiện chống văng quang)

Đoạn 23 chọn dây AC - 240

- Kiểm tra các tiết diện đã chọn theo các yêu cầu kỹ thuật.

- Vì 2 là điểm phân công suất nên 3 là điểm có điện áp thấp nhất :

$$\Delta U_{\max bt} = \Delta U_{A23} = \Delta U_{A2} + \Delta U_{23}$$

Với dây AC - 400 tra được $r_0 = 0,08 \Omega/\text{km}$ và $x_0 = 0,404 \Omega/\text{km}$

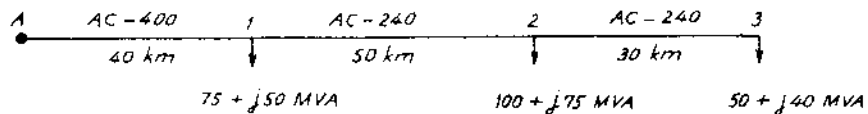
Với dây AC - 240 tra được $r_0 = 0,13 \Omega/\text{km}$ và $x_0 = 0,42 \Omega/\text{km}$

Để tra x_0 đã dự định treo dây có khoảng cách trung bình hình học giữa các pha là 7 m.

$$\begin{aligned}\Delta U_{\max bt} &= \frac{P_{A2}R_{A2} + Q_{A2}X_{A2}}{U_{dm}} = \frac{P_{23}R_{23} + Q_{23}X_{23}}{U_{dm}} \\ &= \frac{110 \cdot 0,08 \cdot 60 + 82,33 \cdot 0,404 \cdot 60}{220} = \frac{50 \cdot 0,13 \cdot 30 + 40 \cdot 0,42 \cdot 30}{220} \\ &= 11,450 + 9,177 \text{ kV} = 14,627 \text{ kV}\end{aligned}$$

$$\Delta U_{\max bt} = 14,627 \text{ kV} < \Delta U_{\text{cpbt}} = 10\% U_{dm} = 22 \text{ kV}$$

- Sự cố nguy hiểm nhất là đứt dây A2, khi đó mạch kín 3.1 trở thành mạng hở :



$$\begin{aligned}\Delta U_{\max sc} &= \Delta U_{A123} = \Delta U_{A1} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23} \\ \Delta U_{\max sc} &= \frac{(75 + 100 + 50) 0,08 \cdot 40 + (50 + 75 + 40) 0,404 \cdot 40}{220} + \\ &+ \frac{(100 + 50) 0,13 \cdot 50 + (75 + 40) 0,42 \cdot 50}{220} + \frac{50 \cdot 0,13 \cdot 30 + 40 \cdot 0,42 \cdot 30}{220} \\ &= 15,392 + 15,409 + 3,177 = 33,978 \text{ kV}\end{aligned}$$

$$\Delta U_{\max sc} = 33,978 \text{ kV} < \Delta U_{\text{sccp}} = 20\% U_{dm} = 44 \text{ kV}$$

- Dòng điện sự cố lớn nhất chạy trên đoạn A1 :

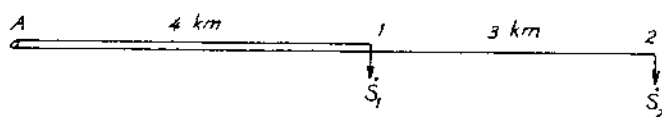
$$I_{sc} = I_{A1} = \frac{\sqrt{(75 + 100 + 50)^2 + (50 + 75 + 40)^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 733 \text{ A}$$

$$I_{sc} = 733 \text{ A} < I_{cp} = 800 \text{ A.}$$

Vậy chọn tiết diện như trên là hợp lý.

Ví dụ 4.3. Yêu cầu lựa chọn tiết diện dây dẫn cho đường dây 10 kV cấp điện cho hai xí nghiệp như ở hình 4.3. Các số liệu tính toán cho theo bảng sau :

Phụ tải	S_{dm} (kVA)	$\cos\varphi$	T_{max} (h)
1	2000	0,8	5200
2	1000	0,7	4000



Hình 4.3. Đường dây 10 kV cấp điện cho 2 xí nghiệp

GIẢI

Vì đường dây 10 kV ngắn, chọn tiết diện theo J_{kt} .

- Xác định trị số trung bình của T_{max} :

$$T_{maxtb} = \frac{\sum S_i T_{maxi}}{\sum S_i} = \frac{2000 \cdot 5200 + 1000 \cdot 4000}{2000 + 1000} = 4800 \text{ h}$$

Từ $T_{maxtb} = 4800 \text{ h}$ và dây AC, tra bảng 4.3 có $J_{kt} = 1,1 \text{ A/mm}^2$.

- Tìm trị số dòng trên các đoạn đường dây :

$$I_{12} = \frac{S_2}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,8 \text{ A}$$

$$I_{A1} = \frac{\sqrt{(P_1 + P_2)^2 + (Q_1 + Q_2)^2}}{2\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{\sqrt{(1600 + 700)^2 + (1200 + 710)^2}}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 86,4 \text{ A.}$$

- Tiết diện kinh tế mỗi đoạn :

$$F_{12} = \frac{I_{12}}{J_{kt}} = \frac{57,8}{1,1} = 52,5 \text{ mm}^2$$

$$F_{A1} = \frac{I_{A1}}{J_{kt}} = \frac{86,4}{1,1} = 78,5 \text{ mm}^2$$

Theo bảng tiết diện tiêu chuẩn chọn :

Đoạn 12 chọn dây AC-50 có $Z_0 = 0,64 + j 0,368 \text{ } \Omega/\text{km}$

Đoạn A1 chọn dây AC-70 có $Z_0 = 0,46 + j 0,36 \text{ } \Omega/\text{km}$

- Kiểm tra lại các tiêu chuẩn kỹ thuật

- Tổn thất điện áp lớn nhất lúc bình thường :

$$\Delta U_{\text{maxbt}} = \Delta U_{A12} = \Delta U_{A1} + \Delta U_{12}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_{\text{maxbt}} &= \frac{(1600 + 7000) 0,46 \cdot 4 + (1200 + 710) 0,36 \cdot 4}{2 \cdot 10} + \\ &+ \frac{700 \cdot 0,64 \cdot 3 + 710 \cdot 0,368 \cdot 3}{10} \\ &= 349,1 + 212,7 = 561,8 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\Delta U_{\text{maxbt}} = 561,8 > \Delta U_{\text{cpbt}} = 5\% U_{\text{dm}} = 500 \text{ V}$$

Nâng tiết diện dây đoạn A1 lên 95 mm² có $Z_0 = 0,33 + j 0,34 \text{ } \Omega/\text{km}$:

$$\begin{aligned} \Delta U_{\text{maxbt}} &= \frac{(1600 + 700) 0,33 \cdot 4 + (1200 + 710) 0,34 \cdot 4}{2 \cdot 10} + 212,7 = \\ &= 281,8 + 212,7 = 494,5 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\Delta U_{\text{maxbt}} = 494,5 \text{ V} < \Delta U_{\text{cpbt}} = 500 \text{ V}$$

- Khi sự cố một đường dây điện lộ kép A1, đường dây còn lại sẽ có tổn thất điện áp gấp đôi :

$$\Delta U_{\text{maxsc}} = 2\Delta U_{A1} + \Delta U_{12} = 2 \cdot 281,8 + 212,7 = 776,3 \text{ V}$$

$$\Delta U_{\text{maxsc}} = 776,3 \text{ V} < \Delta U_{\text{cpsc}} = 10\% U_{\text{dm}} = 1000 \text{ V}$$

- Khi sự cố một đường dây trên lộ kép A1, đường dây còn lại phải tải gấp đôi :

$$I_{\text{sc}} = 2I_{A1} = 2 \cdot 86,4 = 172,8 \text{ A}$$

$$I_{\text{sc}} = 172,8 \text{ A} < I_{\text{cp}} = 325 \text{ A}$$

Vậy chọn dây dẫn cho toàn bộ đường dây như sau :

Đoạn A1 : 2AC-95

Đoạn 12 : AC-50

Ví dụ 4.4. Yêu cầu lựa chọn cáp 22 kV cấp điện cho một xí nghiệp có công suất $S = 2000$ kVA cách trạm biến áp trung gian 1 km.

GIẢI

Vì khoảng cách tải điện ngắn, cáp 22 kV được chọn theo J_{kt} .

- Xí nghiệp làm việc 3 ca có $T_{\max} = 6000$ h và cáp đồng, tra được $J_{kt} = 2,7$.

- Dòng điện lớn nhất qua cáp :

$$I_{\max} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} U} = \frac{2000}{\sqrt{3} \cdot 22} = 52,55 \text{ A}$$

- Tiết diện kinh tế của cáp :

$$F_{kt} = \frac{I_{\max}}{J_{kt}} = 19,5 \text{ mm}^2.$$

Chọn dùng tiết diện cáp tối thiểu 22 kV cách điện XLPE do hãng Furukawa chế tạo. XLPE (3 x 35) có $Z_0 = 0,668 + j 0,13 \Omega/\text{km}$.

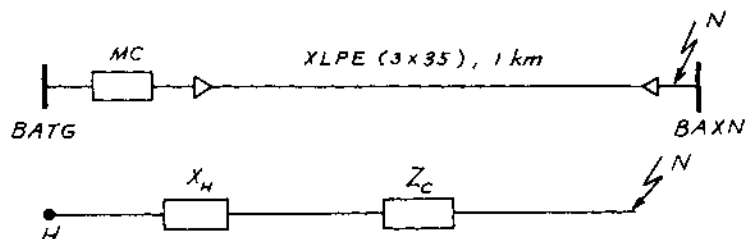
- Kiểm tra các điều kiện kỹ thuật :

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{2000 \cdot 0,8 \cdot 0,668 + 2000 \cdot 0,6 \cdot 0,13}{22} = 55,672 \text{ V}$$

$$\Delta U \ll \Delta U_{cp} = 5\% 22 \text{ kV} = 1100 \text{ V}$$

Điều kiện ổn định nhiệt của tiết diện cáp :

$$F_{\text{ổn định}} \geq \alpha I_N \sqrt{t}$$



Hình 4.4. Sơ đồ cấp điện và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch.

Cần xác định trị số dòng ngắn mạch

Sơ đồ tính toán như ở hình 4.4.

Máy cắt 22 kV tại biến áp trung gian (BATG) cấp điện cho xí nghiệp có $I_N = 63$ kA.

Điện kháng hệ thống có trị số :

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_N} = \frac{23^2}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 63} = 0,22 \, \Omega$$

$$Z_c = r_o l + j x_o l = (0,668 + j 0,13) \, 1 = 0,668 + j 0,13 \, \Omega$$

$$I_N = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} Z_\Sigma} = \frac{23}{\sqrt{3} \sqrt{(0,668)^2 + (0,22 + 0,13)^2}} = 17,63 \, \text{kA}$$

$$F = 35 \, \text{mm}^2 < 6 \cdot 17,63 \sqrt{0,5} = 74,79 \, \text{mm}^2.$$

Vậy muốn đảm bảo ổn định nhiệt phải nâng tiết diện cáp lên 95 mm².
Kết quả là chọn cáp XLPE (3.95).

B. LỰA CHỌN DÂY DẪN THEO ΔU_{cp}

Trình tự lựa chọn tiết diện dây dẫn theo phương pháp này như sau :

1. Cho một số trị số x_o , xác định được :

$$\Delta U'' = \frac{x_o}{U_{dm}} \sum Q_{ij} l_{ij} \quad (4.16)$$

trong đó :

Q_{ij}, l_{ij} - công suất truyền tải và chiều dài đoạn ij .

2. Xác định thành phần tổn thất điện áp do P gây trên R :

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U'' \quad (4.17)$$

3. Tiết diện cần thiết để bảo đảm ΔU_{cp} :

$$F = \rho \frac{\sum P \cdot l}{U_{dm} \cdot \Delta U'} \quad (4.18)$$

Từ đây chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất lớn hơn.

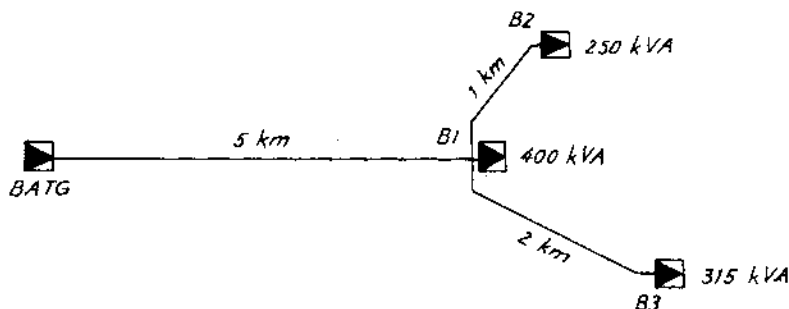
4. Thử lại các điều kiện kỹ thuật :

$$\Delta U_{maxbt} \leq \Delta U_{cptb}$$

$$\Delta U_{maxsc} \leq \Delta U_{cpsc}$$

$$I_{sc} \leq I_{cp}$$

Ví dụ 4.5. Một xã nông nghiệp gồm ba thôn, dự định đặt ba trạm biến áp có công suất ghi trên hình 4.5. Xã được cấp điện từ trạm biến áp trung gian của huyện cách 5 km.



Hình 4.5. Sơ đồ lưới cao áp cấp điện cho xã nông nghiệp (ví dụ 4.5)

GIẢI

Vì đây là lưới điện nông thôn, công suất nhỏ, khoảng cách tải điện xa, dây dẫn được chọn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép.

- Lấy $x_0 = 0,35 \Omega/\text{km}$. Với mạng phân nhánh cần tìm $\Delta U''_{\max}$

$$\Delta U''_{\max} = \text{MAX} \begin{cases} \Delta U''_{\text{BATG-B1-B2}} \\ \Delta U''_{\text{BATG-B1-B3}} \end{cases}$$

Căn cứ vào số liệu đầu bài (công suất, chiều dài các nhánh), xác định được $\Delta U''_{\max} = \Delta U''_{\text{BATG-B1-B3}}$.

Với phụ tải sinh hoạt ánh sáng lấy $\cos \varphi = 0,85$, tính được :

$$\dot{S}_{B1} = 340 + j190,8 \text{ kVA}$$

$$\dot{S}_{B2} = 212,5 + j119,25 \text{ kVA}$$

$$\dot{S}_{B3} = 267,75 + j150,25 \text{ kVA}$$

$$\begin{aligned} \Delta U''_{\max} &= \frac{x_0}{U_{\text{dm}}} \left[(Q_1 + Q_2 + Q_3) l_{\text{BATG-B1}} + Q_3 l_{\text{B1-B3}} \right] \\ &= \frac{0,35}{10} \left[(190,8 + 119,25 + 150,25) 5 + 150,25 \cdot 2 \right] = 91 \text{ V} \end{aligned}$$

Với $\Delta U_{\text{cp}} = 5\% U_{\text{dm}} = 500 \text{ V}$, tính được :

$$\Delta U' = \Delta U_{\text{cp}} - \Delta U''_{\max} = 500 - 91 = 409 \text{ V}$$

- Xác định tiết diện tính toán theo (4.18) :

$$F = \frac{\rho}{U_{dm}} \left[(P_1 + P_2 + P_3) l_{BATG-B1} + P_3 l_{B1-B3} \right]$$

$$= \frac{31,5}{10} \left[(340 + 212,5 + 267,75) 5 + 267,75 \cdot 2 \right] = 35,7 \text{ mm}$$

Chọn dùng dây AC-50 toàn tuyến, có $Z_0 = 0,64 + j 0,365 \Omega/\text{km}$

- Kiểm tra lại điều kiện tổn thất điện áp :

$$\Delta U_{\max} = \Delta U_{BATG-B1-B3} = \Delta U_{BATG-B1} + \Delta U_{B1-B3}$$

$$= \frac{(P_1 + P_2 + P_3) R_{BATG-B1} + (Q_1 + Q_2 + Q_3) X_{BATG-B1}}{U_{dm}} +$$

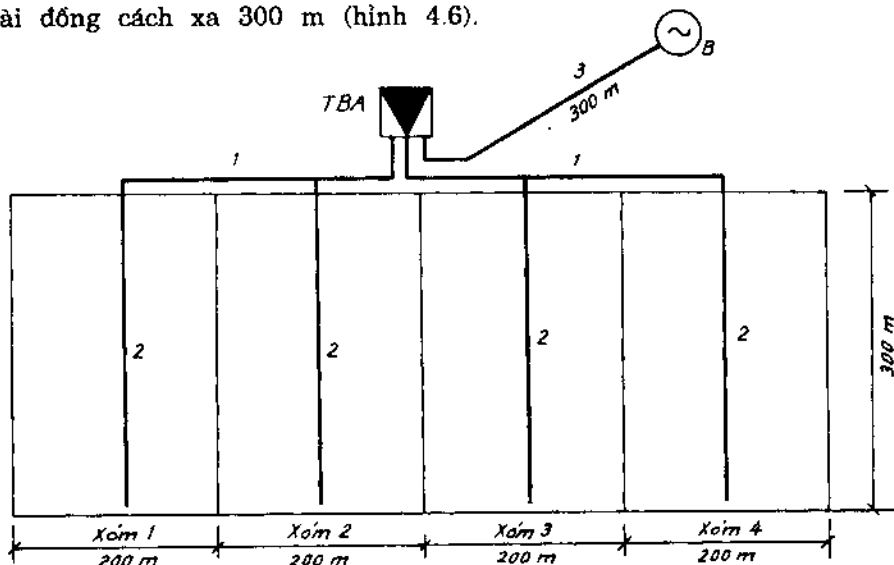
$$+ \frac{P_3 R_{B1-B3} + Q_3 X_{B1-B3}}{U_{dm}}$$

$$= \frac{(340 + 212,5 + 267,75) 0,64 \cdot 5 + (190,8 + 119,25 + 150,25) \cdot 0,365 \cdot 5}{10} +$$

$$= \frac{267,75 \cdot 0,64 \cdot 2 + 150,25 \cdot 0,365 \cdot 2}{10} = 344,22 \text{ V}$$

Vậy chọn dây AC-50 toàn tuyến cao áp cho xã là hợp lý.

Ví dụ 4.6. Yêu cầu lựa chọn tiết diện dây dẫn cho lưới điện hạ áp cấp cho một thôn nông nghiệp gồm 4 xóm, mỗi xóm 30 hộ dân. Ngoài ra trạm biến áp của thôn còn cấp điện cho một máy bơm 14 kW đặt ngoài đồng cách xa 300 m (hình 4.6).



Hình 4.6. Mặt bằng địa lý thôn nông nghiệp và phương án cấp điện.

1. Đường trục thôn ; 2. Đường điện vào các xóm ;
3. Đường điện cấp cho máy bơm.

GIẢI

Phương án cấp điện cho thôn như sau :

Xây dựng riêng cho thôn một trạm biến áp 10/0,4 kV đặt tại giữa đường trục thôn. Từ trạm biến áp đi ra hai đường trục, mỗi đường trục cấp điện cho nửa thôn. Mỗi xóm đặt một đường điện riêng nhận điện từ đường trục thôn cấp cho các hộ trong xóm. Máy bơm được cấp điện từ một đường điện riêng. Tất cả đều dùng dây AC đặt trên cột vuông. Đường trục thôn và đường điện ra máy bơm dùng loại cột H8,5, đường điện xóm dùng loại H7,5.

Trước hết cần xác định phụ tải tính toán toàn thôn. Do đây là một thôn nông nghiệp thuần túy, lấy phụ tải tính toán một hộ dân là $P_o = 0,5$ kW. Phụ tải sinh hoạt của 120 hộ dân là :

$$P_{SH} = P_o \cdot H = 0,5 \cdot 120 = 60 \text{ kW}$$

Với $\cos\varphi = 0,85$:

$$Q_{SH} = P_{SH} \cdot \tan\varphi = 37,2 \text{ kVar}$$

Vậy $\dot{S}_{SH} = P_{SH} + jQ_{SH} = 60 + j37,2 \text{ kVA}$

Phụ tải máy bơm 14 kW, $\cos\varphi = 0,8$:

$$\dot{S}_B = P_B + jQ_B = 14 + j11,2 \text{ kVA}$$

Cần lưu ý là đường điện nông thôn thường khá dài, gây tổn thất điện áp lớn, cần tận dụng tối đa các đầu phân áp của máy biến áp để nâng điện áp của thanh cái hạ áp lên 0,4 kV, khi đó tổn thất điện áp cho phép tới 10% U_{dm} mà vẫn đảm bảo độ lệch điện áp cho phép ở cuối đường dây $\delta U = 5\% U_{dm}$, kết quả là làm giảm khá nhiều tiết diện dây dẫn, giảm kinh phí công trình.

Trong ví dụ này, giả thiết điện áp tại thanh cái hạ áp là 0,4 kV, như vậy $\Delta U_{cp} = 10\% U_{dm} = 0,1 \cdot 3,80 = 38 \text{ V}$.

1. Lựa chọn tiết diện dây dẫn đường dây ra trạm bơm.

$$\text{Chọn } x_o = 0,35 \text{ } \Omega/\text{km}, \text{ do đó } \Delta U'' = \frac{0,35}{0,38} \cdot 11,2 \cdot 0,3 = 3,09 \text{ V}$$

$$\Delta U' = 38 \text{ V} - 3,09 = 34,91 \text{ V} :$$

$$F = \frac{31,5 \cdot 20 \cdot 0,3}{0,38 \cdot 34,91} = 14,28 \text{ mm}^2$$

Chọn dây AC-16 có $r_o = 2,06 \text{ } \Omega/\text{km}$, $Z_o = 0,36 \text{ } \Omega/\text{km}$.

Thử lại :

$$\begin{aligned}\Delta U &= \frac{20 \cdot 2,06 \cdot 0,3 + 11,2 \cdot 0,36 \cdot 0,3}{0,38} = \\ &= 35,7 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 38 \text{ V}\end{aligned}$$

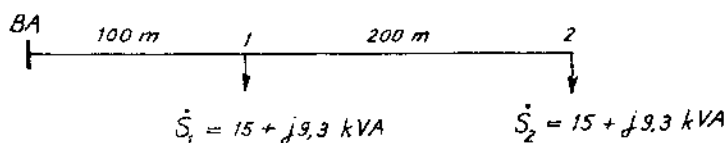
Vậy chọn tiết diện dây ra máy bơm là AC-16.

2. Lựa chọn tiết diện dây đường trục thôn

Đường trục thôn gồm hai phân đoạn, mỗi đoạn đường trục cấp điện cho hai xóm, công suất yêu cầu mỗi xóm 30 hộ dân là :

$$\dot{S}_X = 0,5 \cdot 30 + j 0,5 \cdot 30 \cdot \operatorname{tg} \varphi = 15 + j 9,3 \text{ kVA}$$

Sơ đồ tính toán lựa chọn tiết diện đường trục thôn cho trên hình 4.7.



Hình 4.7. Sơ đồ tính toán đường trục thôn cấp điện cho hai xóm

Toàn bộ đường dây hạ áp có $\Delta U_{cp} = 10\% U_{dm}$. Trong thiết kế lưới hạ áp nông thôn thường lấy tổn thất điện áp cho phép đường trục thôn bằng đường xóm, mỗi đường 5% U_{dm} .

Chọn $x_0 = 0,35 \Omega/\text{km}$, ta có :

$$\Delta U''_{BA-2} = \frac{0,35}{0,38} \left[(9,3 + 9,3) \cdot 0,1 + 9,3 \cdot 0,2 \right] = 3,42 \text{ V}$$

$$\Delta U' = 19 \text{ V} - 3,42 = 15,58 \text{ V}$$

$$F = \frac{31,5}{0,38 \cdot 15,58} \left[(15 + 15) \cdot 0,1 + 15 \cdot 0,2 \right] = 31,92 \text{ mm}^2$$

Chọn dây AC-35 có $r_0 = 0,85 \Omega/\text{km}$, $x_0 = 0,36 \Omega/\text{km}$.

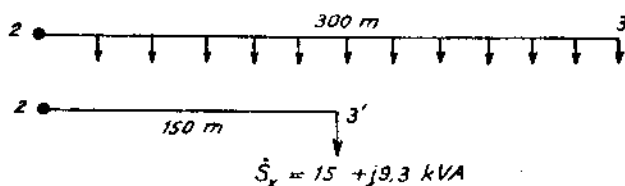
Thử lại :

$$\begin{aligned}\Delta U_{BA-2} &= \frac{30 \cdot 0,85 \cdot 0,1 + 18,6 \cdot 0,36 \cdot 0,1}{0,38} + \\ &+ \frac{15 \cdot 0,85 \cdot 0,2 + 9,3 \cdot 0,36 \cdot 0,2}{0,38}\end{aligned}$$

$$\Delta U_{BA-2} = 16,94 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 5\% U_{dm} = 19 \text{ V}.$$

3. Chọn dây dẫn đường điện xóm

Coi đường điện xóm phân bố đều trên chiều dài 300 m. Để tính toán lựa chọn tiết diện theo ΔU_{cp} ta thay thế phụ tải xóm bằng phụ tải tập trung tại giữa đường dây như trên hình 4.8.



Hình 4.8. Sơ đồ cấp điện cho xóm và sơ đồ thay thế tính chọn tiết diện

Chọn $x_0 = 0,35 \text{ } \Omega/\text{km}$, do đó :

$$\Delta U''_{13} = \Delta U''_{23'} = \frac{0,35}{0,38} (0,93 \cdot 0,15) = 1,28 \text{ V}$$

$$\Delta U' = 19 \text{ V} - 1,28 = 17,72 \text{ V}$$

$$F = \frac{31,5}{0,38 \cdot 17,72} (15 \cdot 0,15) = 10,52 \text{ mm}^2$$

Chọn tiết diện dây tối thiểu AC-16 có : $r_0 = 2,06 \text{ } \Omega/\text{km}$;

$$x_0 = 0,36 \text{ } \Omega/\text{km}.$$

Thử lại :

$$\begin{aligned} \Delta U_{23} = \Delta U'_{23'} &= \frac{15 \cdot 2,06 \cdot 0,15 + 9,3 \cdot 0,36 \cdot 0,15}{0,38} = \\ &= 13,5 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 19 \text{ V}. \end{aligned}$$

Tóm lại, kết quả chọn tiết diện như sau :

Đường dây TBA - trạm bơm : AC-16 $\rightarrow$ AC(3.16 + 1.16)

Đường trục thôn : AC-35 $\rightarrow$ AC(3.35 + 1.25)

Đường điện xóm : AC-16 $\rightarrow$ AC(3.16 + 1.16)

Với tổn thất điện áp lớn nhất là :

$$\Delta U_{\max} = \Delta U_{BA-2-3} = 16,94 + 13,5 = 30,44 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 38 \text{ V}.$$

Ví dụ 4.7. Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cho đường dây trên không 0,4 kV, dẫn điện từ trạm biến áp xã đến trường phổ thông trung học. Biết rằng phụ tải khu trường bao gồm 10 lớp học và dây nhà ở giáo viên gồm 20 căn hộ. Khoảng cách tải điện từ trạm biến áp xã tới khu trường là 300 m.

Cũng cho biết tổn thất điện áp cho phép là 8%.

GIẢI

Trước hết cần xác định phụ tải tính toán của khu trường.

Công suất cấp cho 10 lớp học diện tích mỗi lớp $(8 \times 10) \text{ m}^2$ và suất chiếu sáng $P_o = 15 \text{ W/m}^2$

$$P_1 = 10 \cdot (8 \cdot 10) \cdot 15 = 12 \text{ kW}$$

Công suất cấp cho 20 căn hộ tập thể giáo viên với suất phụ tải lấy $P_o = 1,5 \text{ kW/hộ}$:

$$P_2 = 20 \cdot 1,5 = 30 \text{ kW.}$$

Lấy hệ số công suất chung cho khu trường $\cos\varphi = 0,85$, xác định được tổng công suất cần cấp cho khu trường là :

$$S = \frac{P_1 + P_2}{\cos\varphi} = \frac{30 + 12}{0,85} = 49,4 \text{ kVA.}$$

$$\dot{S} = 42 + j26 \text{ kVA.}$$

Vì khu trường ở khá xa trạm biến áp, dây dẫn được chọn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép. Chọn dùng dây nhôm. Lấy $x_o = 0,3 \Omega/\text{km}$.

Thành phần tổn thất điện áp do Q gây trên X bằng :

$$\Delta U'' = \frac{x_o}{U_{dm}} Q \cdot l = \frac{0,3}{0,38} 26 \cdot 0,3 = 6,15 \text{ V}$$

Thành phần tổn thất điện áp do P gây trên R :

$$\Delta U' = \Delta U_{cp} - \Delta U'' = 8\% \cdot 380 - 6,15 = 24,25 \text{ V}$$

Tiết diện tính toán :

$$F = \frac{\rho \cdot P \cdot l}{U_{dm} \cdot \Delta U'} = \frac{31,5 \cdot 42 \cdot 0,3}{0,38 \cdot 24,25} = 43,07 \text{ mm}^2$$

Chọn tiết diện tiêu chuẩn 50 mm^2 . Tra bảng dây nhôm với khoảng cách trung bình hình học là $0,4 \text{ m}$, có $r_o = 0,64 \Omega/\text{km}$, $x_o = 0,297 \Omega/\text{km}$.

Thử lại theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép :

$$\Delta U = \frac{42 \cdot 0,64 \cdot 0,3 + 26 \cdot 0,297 \cdot 0,3}{0,38} = 27,3 \text{ V}$$

$$\Delta U = 27,3 \text{ V} < \Delta U_{cp} = 8\% \cdot 380 = 30,4 \text{ V}$$

Vậy chọn dây nhôm A(3.50 + 1.35) cấp điện cho khu trường là hợp lý.

III. LỰA CHỌN TIẾT DIỆN THEO DÒNG PHÁT NÓNG CHO PHÉP

Phương pháp này dùng chọn tiết diện dây dẫn lưới hạ áp công nghiệp và sinh hoạt đô thị.

Trình tự xác định tiết diện như sau

1. Xác định dòng điện tính toán của đối tượng mà đường dây cần cấp điện I_{tt} (A).

2. Lựa chọn loại dây, tiết diện dây theo biểu thức :

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq I_{tt} \quad (4.19)$$

trong đó :

k_1 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, ứng với môi trường đặt dây, cáp;

k_2 - hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, kể đến số lượng dây hoặc cáp đi chung một rãnh ;

I_{cp} - dòng điện lâu dài cho phép ứng với tiết diện dây hoặc cáp định lựa chọn, tra cẩm nang.

3. Thử lại theo điều kiện kết hợp với thiết bị bảo vệ

- Nếu bảo vệ bằng cầu chì :

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} \quad (4.20)$$

Với mạch động lực $\alpha = 3$; với mạch ánh sáng sinh hoạt $\alpha = 0,3$.

- Nếu bảo vệ bằng aptômát :

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{I_{kđđtA}}{4,5} \quad (4.21)$$

$$\text{hoặc} \quad k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{I_{kđnhA}}{1,5} = \frac{1,25 I_{đmA}}{1,5} \quad (4.22)$$

trong đó :

$I_{kđđtA}$ - dòng điện khởi động điện từ của aptômát (chính là dòng chỉnh định để aptômát cắt ngắn mạch) ;

$I_{kđnhA}$ - dòng điện khởi động nhiệt của aptômát (chính là dòng điện tác động của role nhiệt để cắt quá tải).

4. Kiểm tra theo điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch :

$$F \geq \alpha \cdot I_N \sqrt{t} \quad (4.33)$$

Với $I_N = I'' = I_{CK}$ - dòng ngắn mạch hạ áp lớn nhất qua dây hoặc cáp (kA).

$\alpha = 11$ với cáp nhôm; $\alpha = 6$ với cáp đồng.

$\sqrt{t}$ - thời gian cắt ngắn mạch (s).

5. Kiểm tra tổn thất điện áp :

$$\Delta U_{\max} \leq \Delta U_{cp} = 5\% U_{dm} \quad (4.34)$$

Ví dụ 4.8. Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cáp điện cho động cơ máy mài có số liệu kỹ thuật cho theo bảng dưới đây. Biết rằng dây dẫn được đặt chung rãnh với 5 dây khác, nhiệt độ môi trường là $+30^\circ\text{C}$.

Dộng cơ	P_{dm} (kW)	$\cos\varphi$	K_{mm}	η
Máy mài	10	0,8	5	0,9

GIẢI

Cầu chì bảo vệ máy mài đã chọn có $I_{dc} = 50 \text{ A}$ (xem ví dụ 4.5).

Dòng điện lâu dài qua dây dẫn chính là dòng tính toán :

$$I_{lt} = I_{dmD} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 21,125 \text{ A}$$

Căn cứ vào trị số I_{lt} , tra bảng chọn cáp đồng 4 lõi PVC(4 x 2,5) có $I_{cp} = 36 \text{ A}$. Từ nhiệt độ môi trường $+30^\circ\text{C}$ tra cẩm nang được $k_1 = 0,94$; với số lượng 6 cáp đặt chung một rãnh tra cẩm nang được $k_2 = 0,75$.

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{cp} \geq I_{lt}$$

$$0,94 \cdot 0,75 \cdot 36 = 25,38 \text{ A} > I_{lt} = 21,125 \text{ A}$$

Thử lại theo điều kiện kết hợp với cầu chì bảo vệ :

$$k_1 k_2 I_{cp} = 25,38 \text{ A} > \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{50}{3} = 16,67 \text{ A}.$$

Không cần kiểm tra theo điều kiện ΔU_{cp} vì đường dây ngắn.

Không cần kiểm tra theo điều kiện ổn định nhiệt dòng ngắn mạch vì ngắn mạch cực động cơ là ngắn mạch xa nguồn, dòng ngắn mạch nhỏ.

Ví dụ 4.9. Yêu cầu lựa chọn dây bọc nhựa hạ áp lõi đồng làm đường trục cho một căn hộ có công suất đặt 6 kW. Biết rằng đầu vào căn hộ đặt cầu chì tổng $I_{dc} = 30$ A.

GIẢI

Công suất tính toán của căn hộ :

$$P_{tt} = k_{dt} \cdot P_d = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ kW}$$

Dòng điện tính toán của căn hộ :

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{4,8}{0,22 \cdot 0,85} = 25,67 \text{ A}$$

Chọn dùng dây nội địa $k_1 = 1$. Vì đi riêng $k_2 = 1$. Căn cứ I_{tt} chọn dây đồng bọc nhựa M(2 x 2,5) có $I_{cp} = 30$ A.

$$k_1 k_2 I_{cp} = 1 \cdot 1 \cdot 30 = 30 \text{ A} > I_{tt} 25,67 \text{ A}$$

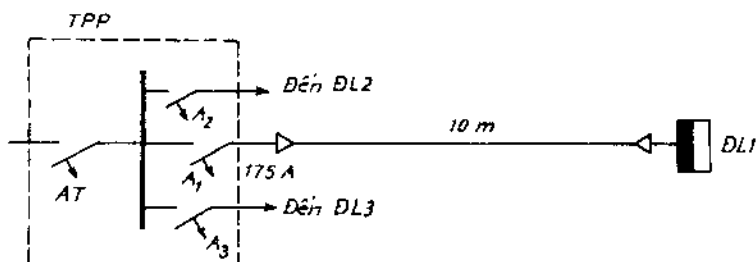
Thử lại điều kiện kết hợp với cầu chì bảo vệ :

$$I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha}, \text{ với ánh sáng sinh hoạt } \alpha = 0,8$$

$$I_{cp} = 30 \text{ A} < \frac{30}{0,8} = 37,5 \text{ A}$$

Điều kiện này không đạt, phải nâng tiết diện lên 4 mm² : M(2 x 4) có $I_{cp} = 41$ A.

Ví dụ 4.10. Yêu cầu lựa chọn cáp từ tủ phân phối phân xưởng cấp điện cho tủ động lực DL1 có phụ tải tính toán $P_{tll} = 60$ kW, $\cos \varphi = 0,6$. Biết rằng aptomat bảo vệ đường cáp có $I_{dMA} = 175$ A. Nhiệt độ môi trường +25°C (xem hình 4.9).



Hình 4.9. Sơ đồ cấp điện cho phân xưởng

GIẢI

Dòng điện tính toán nhóm động cơ được cấp điện từ tủ động lực 1 :

$$I_{u1} = \frac{P_{u1}}{\sqrt{3} U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{60}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 152,11 \text{ A}$$

Vì $t = +25^{\circ}\text{C}$ nên $k_1 = 1$, và do ba cáp đặt chung một rãnh nên $k_2 = 0,85$.

Tra cẩm nang chọn cáp đồng 4 lõi tiết diện 35 mm^2 : PVC(3.35 + 1.25) có $I_{cp} = 170 \text{ A}$. Ta có :

$$k_1 k_2 I_{cp} = 0,85 \cdot 170 = 144,5 \text{ A} < I_{u1} = 152,11 \text{ A}$$

Điều kiện chọn không thoả mãn, cần tăng tiết diện, chọn cáp 50 mm^2 : PVC(3.50 + 1.35) có $I_{cp} = 205 \text{ A}$ và :

$$k_1 k_2 I_{cp} = 0,85 \cdot 205 = 174,25 \text{ A} > I_{u1} = 152,11 \text{ A}$$

Kiểm tra cáp đã chọn theo điều kiện kết hợp với aptômát 175 A :

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dMA}}{1,5}$$

$$k_1 k_2 I_{cp} = 174,25 \text{ A} > \frac{1,25 \cdot 175}{1,5} = 145,83 \text{ A}$$

Không cần kiểm tra điều kiện ΔU và ổn định nhiệt dòng ngắn mạch.

Vậy chọn cáp PVC (3.50 + 1.35) cấp điện cho tủ ĐL1 là thoả mãn.

Ví dụ 4.11. Yêu cầu lựa chọn cáp tổng hạ áp dẫn điện từ máy biến áp sang tủ phân phối hạ áp dài 10 m. Biết rằng trạm đặt một máy biến áp 250 kVA - 10/0,4 kV.

GIẢI

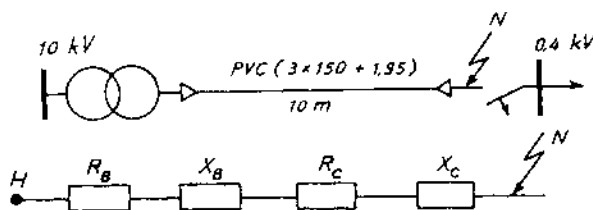
Dòng hạ áp tổng của máy 250 kVA bằng :

$$I_{u1} = I_{dMB} = \frac{S_{dMB}}{\sqrt{3} U_{dMB}} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 361,27 \text{ A}$$

Chọn cáp đồng 4 lõi do Lens chế tạo : PVC (3.150 + 1.95) có $I_{cp} = 397 \text{ A}$.

Vì $t = +25^{\circ}\text{C}$ và cáp đặt riêng một rãnh nên $k_1 = k_2 = 1$.

Để kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch của tiết diện cáp đã chọn, cần tính ngắn mạch hạ áp với sơ đồ thay thế trên hình 4.10.



Hình 4.10. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch hạ áp

Tổng trở biến áp qui về phía hạ áp :

$$R_B = \frac{\Delta P_N U_{dmB}^2}{S_{dmB}^2} \cdot 10^6 = \frac{4,1 \cdot 0,4^2}{250^2} \cdot 10^6 = 10,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_B = \frac{u_N \% U_{dmB}}{S_{dmB}} \cdot 10^4 = \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{250} \cdot 10^4 = 28,8 \text{ m}\Omega$$

trong đó :

$\Delta P_N = 4,1 \text{ kW}$, $u_N \% = 4,5\%$ - tra cẩm nang với máy biến áp 250 kVA do ABB chế tạo.

Với cáp PVC (3.150 + 1.95) do Lens chế tạo có $r_0 = 0,124 \text{ }\Omega/\text{km}$
 $x_0 = 0,1 \text{ }\Omega/\text{km}$

$$\begin{aligned} Z_C &= R_C + jX_C = r_0 l + jx_0 l = \\ &= 0,124 \cdot 10 + j0,1 \cdot 10 = 1,24 + j1 \text{ m}\Omega \end{aligned}$$

Dòng ngắn mạch có trị số :

$$\begin{aligned} I_N &= \frac{U}{\sqrt{3} Z_\Sigma} = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(R_B + R_C)^2 + (X_B + X_C)^2}} \\ &= \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{(10,5 + 1,24)^2 + (28,8 + 1)^2}} = 7,218 \text{ kA} \end{aligned}$$

Muốn ổn định nhiệt dòng ngắn mạch, tiết diện cáp phải thỏa mãn điều kiện sau :

$$\begin{aligned} F &\geq \alpha \cdot I_N \cdot \sqrt{t} \\ 150 &> 6 \cdot 7,218 \cdot \sqrt{0,8} = 38,735 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Vậy chọn cáp PVC (3.150 + 1.95) là thỏa mãn.

Ví dụ 4.12. Yêu cầu lựa chọn cáp tổng cho trạm biến áp đặt hai máy 320 kVA - 10/0,4 kV cấp điện cho xí nghiệp loại 1.

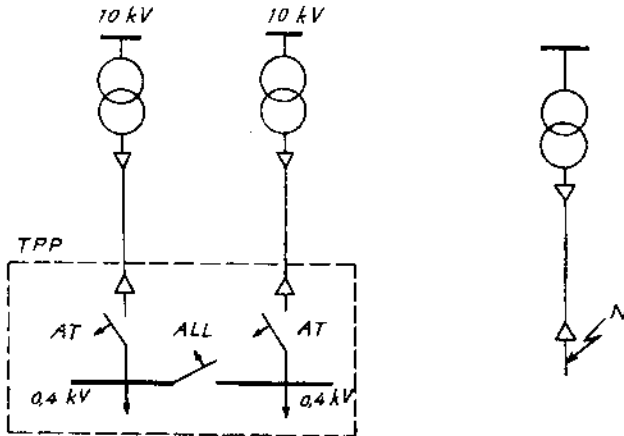
GIẢI

Dòng điện tính toán để chọn cáp tổng là dòng quá tải của máy biến áp khi một máy sự cố :

$$I_{t1} = I_{q1B} = 1,4 I_{dmB} = \frac{320}{\sqrt{3} \cdot 0,4} \cdot 1,4 = 505,4 \text{ A.}$$

Tra cẩm nang chọn cáp đồng 1 lõi do Lens chế tạo : 3PVC (1 x 400) + 1PVC (1 x 240) có $I_{cp} = 662 \text{ A}$.

Vì aptômát liên lạc giữa hai phân đoạn thanh góp hạ áp thường mở, hai máy vận hành độc lập (hình 4.11), nên tính ngắn mạch thực hiện với sơ đồ một biến áp. Tính toán tương tự như ví dụ 4.10 và kết quả kiểm tra ổn định nhiệt dòng ngắn mạch cho thấy chọn cáp tổng như trên là thỏa mãn :



Hình 4.11. Sơ đồ nguyên lý trạm hai máy biến áp
và sơ đồ tính ngắn mạch

Ví dụ 4.13. Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cấp điện cho cầu trục 17 kW có các số liệu kỹ thuật cho trong bảng sau :

Dòng cơ	P_{dm} (kW)	$\cos \varphi$	η	K_1	$K_d(\%)$	K_{mm}
Cầu trục	17	0,6	0,9	1	25	5

GIẢI

Dây dẫn cấp điện cho cầu trục được chọn theo điều kiện dòng phát nóng cho phép và kiểm tra theo điều kiện kết hợp với thiết bị bảo vệ.

Trước hết cần chọn cầu chì bảo vệ.

Cần lưu ý là cầu chì chọn theo dòng tức thời (dòng khởi động động cơ) còn dây dẫn chọn theo dòng làm việc lâu dài (dòng tính toán).

Cầu chì bảo vệ cầu trục chọn theo hai điều kiện sau :

$$I_{dc} \geq I_{lvmax} = K_t \cdot I_{dmD} = \frac{K_t P_{dm}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} = \frac{17}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 43 \text{ A}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} = \frac{K_{mm} \cdot I_{dm}}{\alpha}$$

Với cầu trục, vì là động cơ mở máy nặng, lấy $\alpha = 1,6$:

$$I_{dc} \geq \frac{5 \cdot 43}{1,6} = 134,37 \text{ A}$$

Chọn $I_{dc} = 150 \text{ A}$.

Dây dẫn chọn theo điều kiện dòng phát nóng cho phép.

Để xác định dòng làm việc lâu dài cần qui đổi công suất cầu trục về chế độ dài hạn :

$$P_{qd} = P_{dm} \sqrt{K_d \%} = 17 \sqrt{25\%} = 8,5 \text{ kW}$$

Với $K_1 = K_2 = 1$, dây dẫn cần thỏa mãn điều kiện :

$$I_{cp} \geq I_{tt} = \frac{P_{qd}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} = \frac{8,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 21,5 \text{ A}$$

Chọn cáp cao su 4 lõi PVC (4 x 4) có $I_{cp} = 40 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp với cầu chì bảo vệ :

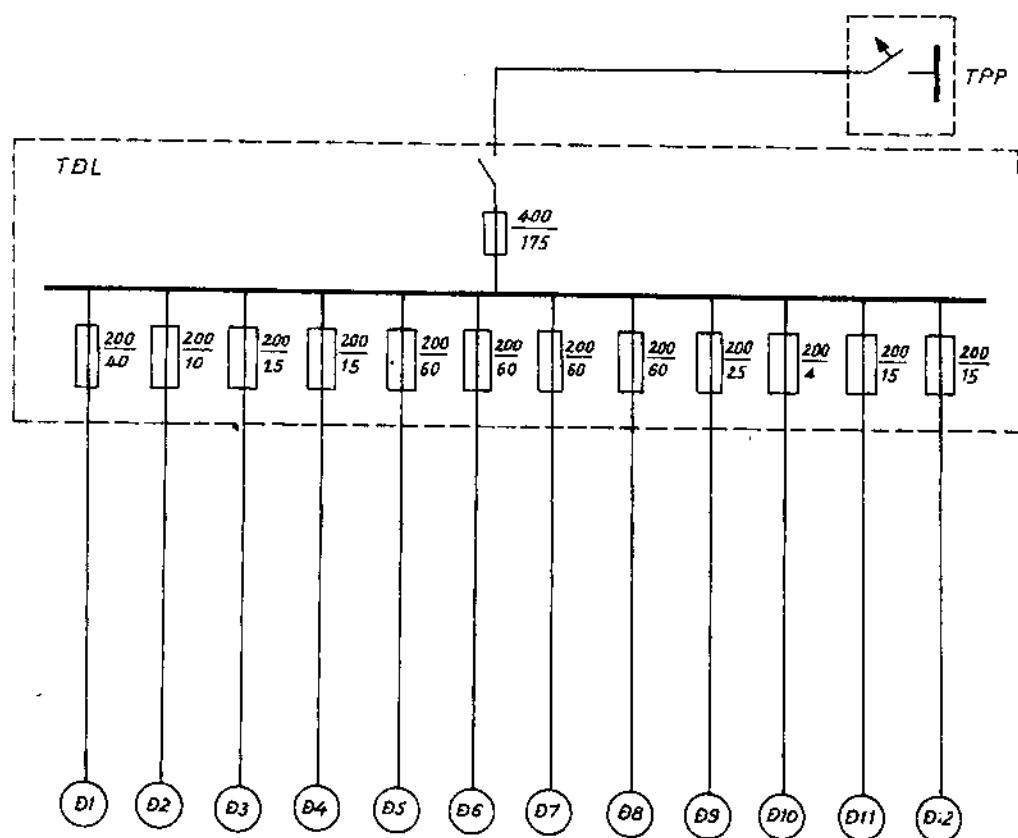
$$I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{150}{3} = 50 \text{ A}$$

Điều kiện kiểm tra không đạt, phải nâng tiết diện cáp lên 6 mm^2 có $I_{cp} = 60 \text{ A}$. Vậy chọn cáp đồng 4 lõi PVC (3.6 + 1.4).

Ví dụ 4.14. Yêu cầu lựa chọn dây dẫn cho một nhóm máy công cụ được cấp điện từ tủ động lực. Số liệu về các máy công cụ cho trong bảng dưới đây. Cầu chì bảo vệ các máy đã chọn, kết quả ghi trên hình 4.12. Tiếp theo lựa chọn dây dẫn từ tủ phân phối về tủ động lực.

Bảng số liệu nhóm máy

Dộng cơ	P_{dm} (kW)	$\cos\varphi$	K_{mm}	Số lượng	Kí hiệu
Máy phay đứng	7	0,6	5	1	Đ1
Máy phay chém hình	17	0,6	5	1	Đ2
Máy ép thủy lực	4,5	0,6	5	1	Đ3
Máy mài tròn	2,8	0,6	5	1	Đ4
Máy mài đứng	10	0,6	5	1	Đ5, Đ6, Đ7, Đ8
Máy doa tọa độ	4,5	0,6	5	1	Đ9
Máy khoan bàn	0,65	0,6	5	1	Đ10
Máy mài hai phía	2,8	0,6	5	1	Đ11
Máy cưa	2,8	0,6	5	1	Đ12



Hình 4.12. Tủ động lực đặt cầu chì bảo vệ cấp điện cho nhóm máy

GIẢI

Để dẫn điện từ tủ động lực đến các máy dùng cáp cao su tổng hợp. Cáp được chọn theo dòng cho phép và kiểm tra theo điều kiện kết hợp với cầu chì bảo vệ :

$$k_1 k_2 I_{cp} \geq I_{tt}$$

Giả thiết nhiệt độ môi trường đặt cáp là $+25^{\circ}\text{C}$ thì $k_1 = 1$, với 12 cáp đặt chung một rãnh, tra bảng được $k_2 = 0,7$.

Tất cả dùng cáp do Việt Nam sản xuất.

Sau đây lần lượt chọn cáp cho từng máy

1. Máy phay đứng

$$0,7 I_{cp} \geq I_{tt} = I_{dm} = \frac{7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 17,75 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{17,75}{0,7} = 25,35 \text{ A}$$

Chọn cáp PVC (4 x 3,5) có $I_{cp} = 27 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ. Máy được bảo vệ bằng cầu chì đặt trong tủ động lực có $I_{dc} = 40 \text{ A}$.

$$0,7 I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{3}$$

$$0,7 \cdot 27 \geq \frac{40}{3} = 13,3 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp PVC (4 x 3,5) là hợp lý.

2. Máy phay chém hình

$$0,7 I_{cp} \geq I_{dm} = \frac{1,7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 4,3 \text{ A}$$

$$I_{cp} \geq \frac{4,3}{0,7} = 6,14 \text{ A}$$

Chọn cáp PVC (4 x 1) tiết diện 1 mm^2 có $I_{cp} = 14 \text{ A}$.

Kiểm tra theo điều kiện kết hợp cầu chì bảo vệ :

$$0,7 I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{3} = \frac{10}{3} = 3,3 \text{ A}$$

$$0,7 \cdot 14 = 9,8 \text{ A} > 3,3 \text{ A}$$

Vậy chọn cáp PVC (4 x 1) là hợp lý.

Các dây cáp còn lại được chọn tương tự, kết quả ghi theo bảng.

3. Chọn cáp từ TPP về TDL

Trước hết cần xác định phụ tải tính toán của nhóm máy.

Sử dụng phương pháp xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại và công suất trung bình :

$$P_{tt} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot \sum P_{đm\dot{i}}$$

Với nhóm máy công cụ, tra bảng được $K_{sd} = 0,2$.

Để xác định $K_{\max}$ cần tính số thiết bị dùng điện hiệu quả

Từ bảng số liệu có $n_1 = 5$, $n = 12$:

$$n_* = \frac{n_1}{n} = \frac{5}{12} = 0,416$$

$$P_* = \frac{P_1}{P_{\Sigma}} = \frac{47}{66,75} = 0,704$$

Từ n_* , P_* tra bảng được $n_{hq*} = 0,7$. Tính được

$$n_{hq} = n \cdot n_{hq*} = 12 \cdot 0,7 = 8,4$$

Từ $K_{sd} = 0,2$ và $n_{hq} = 8,4$ tra bảng có $K_{\max} = 1,95$. Xác định được

$$P_{tt} = 1,95 \cdot 0,2 \cdot 66,75 = 26,03 \text{ kW}$$

Dòng điện lớn nhất qua cáp là dòng tính toán của nhóm .

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm} \cos \varphi} = \frac{26,03}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 65,99 \text{ A}$$

Vì cáp đi riêng, $K_2 = 1$.

Điều kiện chọn cáp $I_{cp} \geq I_{tt} = 65,99 \text{ A}$

Chọn cáp tiết diện 16 mm^2 có $I_{cp} = 68 \text{ A}$.

Với $I_{tt} = 65,99 \text{ A}$, chọn aptômat đầu nguồn có $I_{dmA} = 75 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp aptômat bảo vệ :

$$I_{cp} \geq \frac{1,25 I_{dmA}}{1,5} = \frac{1,25 \cdot 75}{1,5} = 62,5 \text{ A}.$$

Vậy chọn cáp từ TPP về TDL loại PVC (3 . 16 + 1 . 10).

Bảng kết quả chọn cáp

Động cơ	P_{dm} (kW)	I_n (A)	Cáp chọn	I_{cp} (A)
D1	7	17,75	PVC(4 x 3,5)	27
D2	1,7	4,3	PVC(4 x 1)	14
D3	4,5	11,4	PVC(4 x 2,5)	22
D4	2,8	7,7	PVC(4 x 1,5)	17
D5	10	25,35	PVC(3 x 6 + 14)	38
D6	10	25,35	PVC(3,6 + 14)	38
D7	10	25,35	PVC(3,6 + 14)	38
D8	10	25,35	PVC(3,6 + 14)	38
D9	4,5	11,4	PVC(4 x 2,5)	22
D10	0,85	1,65	PVC(4 x 1)	14
D11	2,8	7,7	PVC(4 x 1,5)	17
D12	2,8	7,7	PVC(4 x 1,5)	17
Nhóm DC	66,75	65,99	PVC (3.16 + 1.10)	68

Ví dụ 4.15. Yêu cầu chọn dây dẫn từ bảng điện đến bóng đèn sợi đốt 100 W.

GIẢI

Căn cứ vào biểu thức :

$$I_{cp} \geq I_n = I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{100}{220} = 0,45 \text{ A}$$

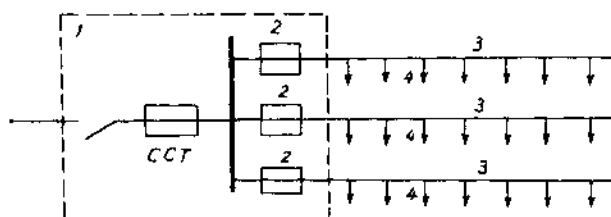
Tra bảng chọn dây đồng mềm nhiều sợi bọc nhựa PVC tiết diện 0,5 mm² có $I_{cp} = 5 \text{ A}$.

Bóng đèn được bảo vệ bằng cầu chì có $I_{dc} = 0,5 \text{ A}$ (xem ví dụ 1.1 chương CẦU CHÌ). Kiểm tra dây đã chọn :

$$I_{cp} = 5 \text{ A} > \frac{I_{dc}}{0,8} = \frac{0,5}{0,8} = 0,625 \text{ A}.$$

Vậy chọn dây đồng mềm bọc PVC : M(2 x 0,5).

Ví dụ 1.6. Yêu cầu lựa chọn các đường dây trục tầng cấp điện cho một nhà giảng đường gồm 3 tầng, mỗi tầng 6 lớp học. Biết rằng tủ điện của tòa nhà có đặt cầu chì bảo vệ mỗi tầng với $I_{dc} = 60 \text{ A}$.



Hình 4.13. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho nhà giảng đường
1. Tủ điện ; 2. Cầu chì tầng ;
3. Đường trục tầng ; 4. Các phòng học.

GIẢI

Dự định cấp điện cho mỗi tầng một pha riêng.

Phụ tải điện một tầng với $P_o = 20 \text{ W/m}^2$.

$$P_{tt} = 6 \cdot (8 \cdot 10) \cdot 20 = 9,6 \text{ kW}$$

Phòng học dùng quạt và đèn tuýp, $\cos\varphi = 0,8$.

Dòng điện đi trên dây trục :

$$I_{tt} = \frac{P_{tt}}{U_{dm} \cdot \cos\varphi} = \frac{9,6}{0,22 \cdot 0,8} = 54,55 \text{ A.}$$

Với $k_1 = k_2 = 1$, cáp trục được chọn theo điều kiện :

$$I_{cp} \geq I_{tt} = 54,55 \text{ A.}$$

Chọn dùng cáp đồng 4 lõi cách điện PVC do Lens chế tạo, tiết diện 6 mm^2 có $I_{cp} = 66 \text{ A}$.

Kiểm tra điều kiện kết hợp cầu chì :

$$I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha} = \frac{60}{0,8} = 75 \text{ A}$$

Điều kiện này không thỏa mãn, phải chọn cáp tiết diện 10 mm^2 có $I_{cp} = 87 \text{ A}$.

Vậy cáp trục mỗi tầng chọn loại PVC (3 x 10 + 1 x 6).

C. TRA CỨU

**Thông số kỹ thuật về mặt cơ, lý của dây đồng trần xoắn
do CADIVI chế tạo**

Bảng 4.1

Tiết diện dinh mức	Số sợi và đường kính sợi	Đường kính ngoài	Khối lượng 1 km dây	Lực kéo đứt (min)	Chiều dài chế tạo
mm ²	No/mm	mm	kg/km	N	m
0,9	1/1,20	1,20	7,913	352	500
1,4	1/1,38	1,38	12,37	558	500
2,0	1/1,60	1,60	17,80	803	500
3,5	1/2,11	2,11	31,66	1430	500
4,0	1/2,24	2,24	35,35	1661	1000
5,5	1/2,63	2,63	49,46	2289	1000
6,0	1/2,76	2,76	52,92	2467	1500
8,0	1/3,20	3,20	71,19	3316	1500
10,0	1/3,57	3,57	89,20	3881	2000
11,0	7/1,40	4,20	95,90	4118	2000
14,0	7/1,60	4,80	125,00	4649	2000
16,0	7/1,70	5,10	142,00	6031	2000
22,0	7/2,00	6,00	197,90	8347	2000
25,0	7/2,13	6,39	224,00	9463	2000
30,0	7/2,30	6,90	261,70	11034	2000
35,0	7/2,52	7,53	311,00	13141	2000
38,0	7/2,60	7,80	334,40	14100	2000
50,0	7/3,00	9,00	430,00	17455	1500
60,0	7/3,30	9,90	537,00	21120	1500
70,0	19/2,13	10,65	602,00	27115	1400
80,0	19/2,30	11,50	702,00	31616	1200
95,0	19/2,52	12,55	850,00	37637	1200
100,0	19/2,60	13,00	898,00	40384	1200
120,0	19/2,80	14,00	1066	46845	1000
125,0	19/2,90	14,50	1140	50251	1000
150,0	19/3,15	15,75	1309	55151	800
160,0	19/3,27	16,35	1368	59433	800
185,0	37/2,52	7,57	1624	73303	700
200,0	37/2,60	8,20	1705	78654	600
240,0	37/2,84	19,88	2.159	93837	600
250,0	37/2,90	20,30	2.255	97844	500
300,0	37/3,15	22,05	2.707	107422	500
315,0	37/3,30	23,10	2.860	117896	400
325,0	37/3,35	23,45	2.882	121467	400
350,0	37/3,45	24,15	3.108	128827	350
400,0	37/3,66	25,26	3.463	144988	350

**Thông số kỹ thuật về điện của dây đồng trần xoắn
do CADIVI chế tạo**

Bảng 4.2

Tiết diện định mức	Đường kính ngoài	Điện trở một chiều ở 20°C	Dòng điện phụ tải cho phép (A)	
			trong nhà	ngoài trời
mm ²	mm	Ω/km		
0,9	1,20	210090	-	-
1,4	1,38	13,4450	-	-
2,0	1,60	9,3370	-	-
3,5	2,11	5,2520	-	-
4,0	2,24	4,6520	25	50
5,5	2,63	3,3600	31	62
6,0	2,76	3,1070	35	70
8,0	3,20	2,3340	50	80
10,0	3,57	1,8440	60	95
11,0	4,20	1,7065	68	105
14,0	4,80	1,3065	80	112
16,0	5,10	1,1573	100	130
22,0	6,00	0,8362	120	165
25,0	6,39	0,7336	135	180
30,0	6,90	0,6290	155	200
35,0	7,63	0,5238	170	220
38,0	7,80	0,4880	180	225
50,0	9,00	0,3800	215	270
60,0	9,90	0,3670	240	300
70,0	10,65	0,2723	270	340
80,0	11,50	0,2335	295	380
95,0	12,55	0,1944	335	415
100,0	13,00	0,1812	350	430
120,0	14,00	0,1580	395	485
125,0	14,50	0,1430	410	515
150,0	15,75	0,1244	465	570
160,0	16,35	0,1191	495	600
185,0	17,57	0,1001	530	640
200,0	18,20	0,0952	570	690
240,0	19,88	0,0791	685	760
250,0	20,30	0,0722	700	785
300,0	22,05	0,0602	740	880
315,0	23,10	0,0569	770	895
325,0	23,45	0,0565	785	920
350,0	24,15	0,0524	820	965
400,0	25,26	0,0471	895	1050

**Các thông số kỹ thuật về mặt cơ, lý của
dây nhôm trần xoắn do CADIVI chế tạo**

Bảng 4.3

Tiết diện định mức	Số sợi/ đường kính sợi	Số lớp xoắn	Chiều dài chế tạo	Lực kéo đứt	Khối lượng 1 km dây không mã kg/km
mm ²	N°/mm		m	N/mm ²	kg/km
10	7/1,35	1	2000	1950	27,4
16	7/1,70	1	2000	3021	43,0
25	7/2,13	1	2000	4500	68,0
35	7/2,52	1	2000	5913	94,0
40	7/2,70	1	2000	6800	109,4
50	7/3,00	1	1500	8198	135,0
63	7/3,39	1	1500	10390	172,3
70	7/3,55	1	1400	11288	189,0
95	7/4,10	1	1400	14784	252,0
100	19/2,59	2	1400	17000	274,9
120	19/2,80	2	1200	19890	321,0
125	19/2,89	2	1200	21250	343,6
150	19/3,15	2	1200	24420	406,0
160	19/3,27	2	1200	26400	439,0
185	19/3,50	2	1200	29832	502,0
200	19/3,66	2	1200	32000	549,7
240	19/4,00	2	1200	38192	655,0
250	19/4,09	2	1200	40000	687,1
300	37/3,15	3	1200	47569	794,0
315	37/3,29	3	1200	51970	867,5
350	37/3,45	3	1200	57057	952,0
400	37/3,66	3	1200	63420	1072,0
450	37/3,90	3	1000	71856	1206,0
500	37/4,15	3	1000	80000	1378,0
550	61/3,37	4	1000	89760	1500,0
560	37/4,39	3	1000	89600	1542,2
600	61/3,50	4	1000	95632	1618,0
630	61/3,63	4	800	100800	1738,4
650	61/3,66	4	800	104575	1771,0
700	61/3,80	4	800	112725	1902,0
710	61/3,85	4	800	113600	1959,2
750	61/3,95	4	800	119584	2062,0

**Thông số kỹ thuật về điện của dây nhôm trần xoắn
do CADIVI chế tạo**

Bảng 4.4a

Tiết diện định mức	Mặt cắt tính toán	Đường kính dây	Điện trở một chiều ở 20°C	Dòng điện phụ tải cho phép (A)	
				trong nhà	ngoài trời
10	10,0	4,05	2,8631	40	65
16	15,9	5,10	1,8007	75	105
25	24,9	6,40	1,1498	105	135
35	34,3	7,50	0,8347	130	170
40	40,0	8,09	0,7157	150	190
50	49,5	9,00	0,5784	165	215
63	63,0	10,16	0,4544	190	235
70	69,3	10,70	0,4131	210	265
95	92,4	12,30	0,3114	255	320
100	100,0	12,94	0,2877	265	335
120	117,0	14,00	0,2459	300	375
125	125,0	14,47	0,2301	310	390
150	148,0	15,80	0,1944	355	440
160	160,0	16,37	0,1798	375	465
185	182,8	17,50	0,1574	410	500
200	200,0	18,30	0,1438	445	550
240	238,7	20,00	0,1205	490	590
250	250,0	20,47	0,1150	510	615
300	288,3	22,10	0,1000	570	680
315	315,0	23,05	0,0915	590	705
350	345,8	24,20	0,0833	630	750
400	389,2	25,60	0,0740	690	815

Thông số kỹ thuật về điện của dây nhôm trần xoắn

Bảng 4.4b

Tiết diện định mức	Mặt cắt tính toán	Đường kính dây	Điện trở một chiều ở 20°C	Dòng điện phụ tải cho phép (A)		Giá thành
				trong nhà	ngoài trời	
mm ²	mm ²	mm	Ω/km			VNĐ/kg
450	449,1	27,30	0,0642	755	900	30400
500	500,4	29,10	0,0576	820	980	30400
550	544,0	30,30	0,0529	875	1010	30400

Tiếp bảng 4.4b

Tiết diện định mức	Mặt cắt tính toán	Đường kính dây	Điện trở một chiều ở 20°C	Dòng điện phụ tải cho phép (A)		Giá thành
mm ²	mm ²	mm	Ω/km	trong nhà	ngoài trời	VND/kg
560	560,0	30,73	0,0531	900	1030	30400
600	586,8	31,50	0,0491	930	1070	30400
630	630,0	32,64	0,0458	-	-	30400
650	641,8	32,90	0,0450	-	-	30400
700	691,7	34,20	0,0417	-	-	30400
710	710,0	34,65	0,0406	-	-	30400
750	747,4	35,60	0,0386	-	-	30400

**Thông số kỹ thuật về cơ lý của dây nhôm lõi thép
do CADIVI chế tạo**

Bảng 4.5

Tiết diện định mức	Dây nhôm lõi thép						Tỷ số mặt cắt nhôm/thép	Chiều dài chế tạo không ít hơn
	Phần sợi nhôm		Phần sợi thép		Số lớp xoắn			
	số sợi	đường kính sợi	số sợi	đường kính sợi	phần nhôm	phần thép		
mm ²	N ^o	mm	No	mm	N ^o	N ^o		m
10/1,8	6	1,50	1	1,50	1	-	6,00	2000
16/2,7	6	1,85	1	1,85	1	-	6,00	2000
25/4,2	6	2,30	1	2,30	1	-	6,00	2000
35/6,2	6	2,80	1	2,80	1	-	6,00	2000
40/6,7	6	2,91	1	2,91	1	-	6,00	2000
50/8,0	6	3,20	1	3,20	1	-	6,00	1500
63/10,5	6	3,66	1	3,66	1	-	6,00	1400
70/11,0	6	3,80	1	3,80	1	-	6,00	1400
70/72,0	18	2,20	19	2,20	19	2	0,95	1200
95/16,0	6	4,50	1	4,50	1	-	6,00	1200
95/141,0	24	2,20	37	2,20	1	3	0,65	1200
100/16,7	6	4,61	1	4,61	1	-	6,00	1200
120/19,0	26	2,40	7	1,85	2	1	6,25	1200
120/27,0	30	2,20	7	2,20	2	1	4,29	1200
123/6,9	18	2,97	1	2,97	2	-	18,11	1200
125/20,4	26	2,47	7	1,92	2	1	-	1200

Tiếp bảng 4.5

Tiết diện định mức	Dây nhôm lõi thép						Tỷ số mặt cắt nhôm/thép	Chiều dài chế tạo không ít hơn
	Phần sợi nhôm		Phần sợi thép		Số lớp xoắn			
	số sợi	đường kính sợi	số sợi	đường kính sợi	phần nhôm	phần thép		
mm ²	N ^o	mm	No	mm	N ^o	N ^o		m
450/58,3	54	3,26	7	3,26	3	1	-	1000
450/56,0	54	3,20	7	3,20	3	1	7,71	1000
500/34,6	45	3,76	7	2,51	3	1	-	1000
500/64,8	54	3,43	7	3,43	3	1	-	1000
500/26,0	42	3,90	7	2,20	3	1	18,86	1000
500/27,0	76	2,84	7	2,20	4	1	18,09	1000
500/64,0	54	3,40	7	3,40	3	1	7,71	1000
500/204,0	90	2,65	37	2,65	3	3	2,43	1000
500/336,0	54	3,40	61	2,65	2	4	146	1000
550/71,0	54	3,60	7	3,60	3	1	7,71	1000
560/38,7	45	3,98	7	2,65	3	1	-	1000
560/70,9	54	3,63	19	2,18	3	2	-	1000
600/72,0	54	3,70	19	2,20	3	2	8,04	1000
630/43,6	45	4,22	7	2,81	3	1	-	800
630/79,8	54	3,85	19	2,31	3	2	-	800
650/79,0	96	2,90	19	2,30	4	2	8,03	800
700/86,0	96	3,02	19	2,40	4	2	8,00	800
710/49,1	45	4,48	7	2,99	3	1	-	800
710/89,9	54	4,09	19	2,45	3	2	-	800
750/93,0	96	3,15	19	2,50	4	2	8,02	800
800/34,6	72	3,76	7	2,51	4	1	-	800
800/66,7	84	3,48	7	3,48	4	1	-	800
800/101,3	54	4,34	19	2,61	3	2	-	800
800/105,0	96	3,30	19	2,65	4	2	7,83	800
900/38,9	72	3,99	7	2,66	4	1	-	800
900/75,0	84	3,69	7	3,69	4	1	-	800
1000/43,2	72	4,21	7	2,80	4	1	-	800
1000/56,0	76	4,10	7	3,20	4	1	17,96	800
1120/47,3	72	4,45	19	1,78	4	2	-	800
1120/91,2	81	4,12	19	2,47	4	2	-	800
1250/52,8	72	4,70	19	1,88	4	2	-	800
1250/101,8	81	4,35	19	2,61	4	2	-	800

**Thông số kỹ thuật về điện của dây nhôm
lõi thép do CADIVI chế tạo**

Bảng 4.6

Tiết diện định mức	Các kích thước tính toán đối với dây nhôm lõi thép										
	Tiết diện tính toán	Đường kính		Điện trở 1 km dây ở 20°C	Dòng phụ tải dài hạn cho phép	Lực kéo đứt	Khối lượng 1 km đường dây				
		nhôm	thép				phần nhôm	phần thép	dây không kể vỏ	Mã ở dây	
										ACSR/HZ	ACSR/Z
mm ²	mm ²	mm	mm	Ω/km	A	N	kg	kg	kg	kg	kg
10/1,8	10,6/1,77	4,50	1,50	2,7046	65	4089	28,9	13,8	42,7	1,0	1,0
16/2,7	16/2,69	5,60	1,90	1,7818	105	6220	44,0	20,9	64,9	1,0	1,0
25/4,2	24,9/4,15	6,90	2,30	1,1521	135	9296	67,9	32,4	100,3	1,5	1,5
35/6,2	36,9/6,15	8,40	2,80	0,7774	170	13524	100,0	48,0	148,0	2,5	2,5
40/6,7	40/6,70	8,74	2,91	0,7172	190	14400	112,5	50,7	161,3	2,5	2,5
50/8,0	48,2/2,04	9,60	3,20	0,5951	215	17112	132,0	63,0	195,0	3,0	3,0
63/10,5	63/10,50	10,97	3,66	0,4553	235	21630	172,0	83	254,0	3,5	3,5
70/11,0	68/11,30	11,40	3,80	0,4218	265	24130	188,0	88,0	276,0	4,5	4,5
70/72,0	68,4/72,20	15,40	11,00	0,4194	265	96826	188,0	567,0	755,0	38,0	38,0
95/16,0	95,4/15,90	13,50	4,50	0,3007	320	33369	261,0	124,0	385,0	6,0	6,0
95/141,0	91,2/141,00	19,80	15,40	0,3146	320	180775	251,0	1106,0	1357,0	69,0	63,0
100/16,7	10/16,70	13,82	4,61	0,2868	335	34333	262,0	110,6	403,2	69,0	63,0
120/19,0	118/18,80	15,20	5,60	0,2440	375	41521	324,0	147,0	471,0	11,0	35,0
120/27,0	114/26,60	15,40	6,60	0,2531	375	49465	320,0	208,0	528,0	14,0	37,0
125/6,9	125/6,90	14,67	2,97	0,2304	390	29167	-	-	397,9	-	-
125/20,4	125/20,40	15,67	5,77	0,2308	390	45691	-	-	503,5	-	-
150/19,0	148/18,80	16,80	5,60	0,2046	440	46307	407,0	147,0	554,0	12,0	42,0
150/24,0	149/24,20	17,10	6,30	0,2039	440	52279	409,0	190,0	599,0	14,0	44,0
150/34,0	117/34,30	17,50	7,50	0,2061	440	62643	406,0	269,0	675,0	18,0	48,0
160/8,9	160/8,90	16,82	3,36	0,1800	465	36178	-	-	509,4	-	-
160/26,1	160/26,10	17,73	6,53	0,1803	465	57689	-	-	644,5	-	-
185/24,0	187/24,20	18,90	6,30	0,1540	500	58075	515,0	190,0	705,0	14,0	53,0
185/29,0	181/29,00	18,80	6,90	0,1591	500	62055	500,0	228,0	728,0	16,0	52,0
185/43,0	185/43,10	19,60	8,40	0,1559	500	77767	509,0	337,0	846,0	23,0	61,0
185/128,0	187/128,00	23,10	14,7	0,1543	500	183816	517,0	1008,0	1525,0	63,0	35,0
200/11,1	200/11,10	18,81	3,76	0,1440	550	44222	566,0	70,7	636,7	15,0	63,0
200/32,6	200/32,60	19,82	7,30	0,1442	550	70134	566,0	240,0	805,6	15,0	63,0
200/27,0	205/26,60	19,80	6,60	0,1407	550	63740	566,0	208,0	774,0	15,0	63,0

Tiếp bảng 4.6

Tiết diện định mức	Các kích thước tính toán đối với dây nhôm lõi thép										
	Tiết diện tính toán	Đường kính		Điện trở 1 km dây ở 20°C	Dòng phụ tải dài hạn cho phép	Lực kéo đứt	Khối lượng 1 km đường dây				
		nhôm	thép				phần nhôm	phần thép	dây không kể vỏ	Mở ở dây	
										ACSR /HB	ACSR/Z
mm ²	mm ²	mm	mm	Ω/km	A	N	kg	kg	kg	kg	kg
240/32,0	244/31,70	21,60	7,20	0,1182	590	75050	673,0	248,0	921,0	17,0	74,0
240/39,0	236/38,60	21,60	8,00	0,1222	590	80895	650,0	302,0	952,0	22,0	74,0
240/56,0	241/56,30	22,40	9,60	0,1197	590	98253	665	441,0	1106,0	30,0	78,0
300/39,0	301/38,60	24,00	8,00	0,0958	680	90574	830,0	302,0	1132,0	22,0	87,0
300/48,0	295/47,80	24,10	8,90	0,0978	680	100623	812,0	374,0	1186,0	27,0	87,0
300/66,0	288,5/65,80	24,50	10,50	0,1000	680	117520	796,0	517,0	1313,0	37,0	95,0
300/67,0	288,5/67,30	24,50	10,50	0,1000	680	126270	796,0	527,0	1323,0	37,0	95,0
300/204,03	298/204,00	29,20	18,60	0,0968	680	284579	823,0	1603,0	2428,0	102,0	150,0
15/218	315/218,0	23,83	5,77	0,0917	705	79030	867,5	171,7	1039,2	102,0	150,0
315/513	315/513,0	24,87	9,16	0,0976	705	106834	867,5	401,4	1268,9	102,0	150,0
330/30,0	335/29,10	24,80	6,90	0,0861	750	88848	924,0	228,0	1152,0	16,0	112,0
330/43,0	332/43,10	25,20	8,40	0,0869	750	103784	918,0	337,0	1255,0	23,0	113,0
400/27,7	400/27,70	26,91	6,730	0,0722	815	98356	1052,0	267,7	1319,7	12,0	131,0
400/51,9	400/51,90	27,64	9,21	0,0722	815	123037	1052,0	457,7	1509,7	12,0	131,0
400/18,0	381/18,80	26,00	5,60	0,0758	815	85600	1052,0	147,0	1199,0	12,0	131,0
400/22,0	394/22,00	26,60	6,00	0,0733	815	95115	1089,0	172,0	1261,0	12,0	135,0
400/51,0	394/51,10	27,50	9,20	0,0733	815	120481	1090,0	400,0	1490,0	28,0	134,0
400/64,0	390/63,50	27,70	10,20	0,0741	815	129183	1074,0	498,0	1572,0	35,0	135,0
400/93,0	406/93,20	29,10	12,50	0,0711	815	173715	1119,0	732,0	1851,0	53,0	149,0
450/31,1	450/31,10	28,55	7,14	0,0646	900	107467	1199,0	285,0	1484,6	30,0	145,0
450/58,3	450/58,30	20,32	9,77	0,0642	900	138417	1199,0	500,0	1698	30,0	145,0
450/56,0	434/56,3	28,80	9,60	0,0666	900	131370	1199,0	441,0	1640,0	30,0	145,0
500/34,6	500/34,60	30,09	7,52	0,0577	980	119407	1409,6	240,0	1649,6	15,0	152,0
500/26,0	502/26,60	30,00	6,60	0,0575	980	112548	1384,0	208,0	1592,0	15,0	152,0
500/27	481/26,60	29,40	6,60	0,0600	980	112188	1329,0	208,0	1537,0	15,0	152,0
500/64,0	490/63,50	30,60	10,20	0,0588	980	118257	1354,0	498,0	1852,0	33,0	163,0
500/204,0	496/204,00	34,50	18,60	0,0580	980	319609	1374,0	1605,0	2979,0	105,0	230,0
500/336,0	490/336,00	37,50	23,90	0,0538	980	466649	1355,0	2650,0	4005,0	168,0	270,0
550/71,0	549/71,20	32,40	10,80	0,0526	1010	166164	1518,0	558,0	2076,0	38,0	184,0
560/38,7	560/38,70	31,84	7,96	0,0515	1050	133736	1522,5	325,0	1847,5	33,0	194,0
560/70,9	560/70,90	32,70	10,90	0,0516	1050	172592	1544,2	558,0	2102,2	38,0	194,0
600/72,0	580/72,20	33,20	11,00	0,0498	1100	183835	1603,0	567,0	2170,0	39,0	194,0

Tiếp bảng 4.6

Tiết diện định mức	Các kích thước tính toán đối với dây nhôm lõi thép										
	Tiết diện tính toán	Đường kính		Điện trở 1 km dây ở 20°C	Dòng phụ tải dài hạn cho phép	Lực kéo đứt	Khối lượng 1 km dây				
		nhôm	thép				phần nhôm	phần thép	dây không kể vỏ	Mô ở dây	
										ACSR /HZ	ACSR/Z
mm ²	mm ²	mm	mm	Ω/km	A	N	kg	kg	kg	kg	kg
630/43,6	630/43,6	33,79	8,44	0,0458	1150	150453	-	-	2078,5	-	-
630/79,8	630/79,80	34,69	11,56	0,0459	1150	191772	-	-	2365,0	-	-
650/79,0	634/78,90	34,70	11,50	0,0456	1170	200451	1752,0	620,0	2372,0	42,0	230,0
700/86,0	687/89,90	36,20	12,00	0,0420	1220	217775	1900,0	675,0	2575,0	46,0	253,0
710/49,1	710/49,10	35,86	8,96	0,0406	1230	169559	-	-	2342,4	-	-
710/89,9	710/89,90	36,82	12,27	0,0407	1230	216124	-	-	2665,3	-	-
750/93,0	718/93,20	37,70	12,50	0,0386	-	244450	2068,0	732,0	2800,0	49,0	272,0
800/34,6	800/34,60	37,61	7,52	0,0361	-	167407	-	-	2479,6	-	-
800/66,7	800/66,70	38,30	10,45	0,0361	-	205133	-	-	2732,3	-	-
800/101,3	800/101,30	39,09	13,03	0,0361	-	243520	-	-	3003,2	-	-
800/105,0	821/105,00	39,70	13,30	0,0352	-	260073	2269,0	823,0	3092,0	57,0	310,0
900/38,9	900/38,90	39,89	7,98	0,0321	-	188333	-	-	2789,5	-	-
900/75,0	900/75,00	40,63	11	0,0321	-	226500	-	-	3073,9	-	-
1000/43,2	1000/43,20	42,05	8,41	0,0289	-	209259	-	-	3099,4	-	-
1000/56,0	1003,2/56,3	42,40	9,60	0,0288	-	224077	2769,0	4410	3210,0	30,0	355,0
1120/47,3	1120/47,30	44,50	8,90	0,0258	-	234280	-	-	3463,9	-	-
1120/91,2	1120/91,20	45,32	12,36	0,0253	-	283168	-	-	3810,7	-	-
1250/53,8	1250/52,80	47,02	9,10	0,0231	-	261750	-	-	3865,9	-	-
1250/101,8	1250/101,80	47,88	13,06	0,0231	-	316036	-	-	4253,0	-	-

**Dây điện hạ áp lõi đồng và nhôm cách điện PVC
do CADIVI chế tạo (dây cứng một sợi)**

Bảng 4.7

Rượu dẫn điện		Chiều dài cách điện PVC	Đường kính tổng thể	Điện trở dây dẫn ở 20°C		Dòng phụ tải	
Tiết diện định mức	Đường kính sợi			đồng	nhôm	đồng	nhôm
mm ²	mm	mm	mm	Ω/km (max)		A	A
0,50	0,80 ± 0,015	0,8	2,40	35,70	-	5	-
0,75	0,98 ± 0,020	0,8	2,58	23,79	-	7	-
1,00	1,13 ± 0,020	0,8	2,73	17,84	29,30	10	8
1,50	1,38 ± 0,020	0,8	2,98	11,95	19,70	16	12
2,00	1,75 ± 0,020	0,8	3,35	7,41	11,89	20	16
4,00	2,25 ± 0,020	0,9	4,05	4,48	7,40	25	20
6,00	2,78 ± 0,020	1,0	4,78	2,93	4,91	35	29
10,00	3,57 ± 0,020	1,2	5,97	1,78	2,94	50	40

**Dây điện hạ áp lõi đồng mềm nhiều sợi
do CADIVI chế tạo**

Bảng 4.8

Loại dây	Ruột dẫn điện		Chiều dây cách diện PVC	Chiều dây vỏ ngoài PVC	Điện trở dây dẫn ở 20°C	Đường kính tổng thể	Dòng điện phụ tải
	mm ²	N ^o /mm	mm	mm	Ω/km	mm	A
Dây đơn mềm VC _m	0,50	16/020	0,8		37,10	2,6	5
	0,75	24/020	0,8		24,74	2,8	7
	1,00	32/020	0,8		18,56	3,0	10
	1,25	40/020	0,8		14,90	3,1	12
	1,50	30/025	0,8		12,68	3,2	16
	2,50	50/025	0,8		7,60	3,7	25
Dây đôi mềm xoắn VC _m	2 x 0,5	2 x 16/0,20	0,8		39,34	5,2	5
	2 x 0,75	2 x 24/0,20	0,8		26,22	5,6	7
	2 x 1,00	2 x 32/0,20	0,8		19,67	6,0	10
	2 x 1,25	2 x 40/0,20	0,8		15,62	6,2	12
	2 x 1,50	2 x 30/0,25	0,8		13,44	6,4	16
	2 x 2,50	2 x 50/0,25	0,8		8,06	7,4	25
Dây đôi mềm dẹt VC _m	2 x 0,50	2 x 16/0,20	0,8		37,10	2,6 x 5,2	5
	2 x 0,75	2 x 24/0,20	0,8		24,74	2,8 x 0,75	7
	2 x 1,00	2 x 32/0,20	0,8		18,56	3,0 x 6,0	10
	2 x 1,25	2 x 40/0,20	0,8		14,90	3,1 x 6,2	12
	2 x 1,50	2 x 30/0,25	0,8		12,68	3,2 x 6,4	16
	2 x 2,50	2 x 50/0,25	0,8		7,60	3,7 x 7,4	25
Dây đôi mềm tròn VC _m	2 x 0,50	2 x 16/0,20	0,8	1	39,34	7,2	5
	2 x 0,75	2 x 24/0,20	0,8	1	26,22	7,6	7
	2 x 1,00	2 x 32/0,20	0,8	1	19,67	8,0	10
	2 x 1,25	2 x 40/0,20	0,8	1	15,62	8,2	12
	2 x 1,50	2 x 30/0,25	0,8	1	13,44	8,4	16
	2 x 2,50	2 x 50/0,25	0,8	1	8,06	9,4	25

Cáp hạ áp ba lõi loại dệt bọc cách điện PVC

Bảng 4.9

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Kích thước cáp	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)		Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Số sợi/ đường kính sợi	Đường kính dây dẫn				đồng	nhôm	
mm ²	N ⁰ /mm	mm	mm	mm	mm	Ω/km	Ω/km	V
2,00	7/0,60	1,80	0,8	1,5	6,4 x 13,5	9,43	-	1500
2,50	7/0,67	2,01	0,8	1,5	6,6 x 13,9	7,41	-	1500
3,50	7/0,80	2,40	0,8	1,5	7,0 x 15,0	5,30	-	1500
4,00	7/0,85	2,55	0,8	1,5	7,2 x 15,5	4,61	7,41	1500
5,50	7/1,00	3,00	1,0	1,5	8,0 x 18,0	3,40	4,980	1500
6,00	7/1,00	3,20	1,1	1,5	8,3 x 19,0	3,08	4,610	1500
8,00	7/1,20	3,60	1,2	1,5	9,0 x 21,0	2,31	3,830	1500
10,00	7/1,35	4,05	1,3	1,5	9,7 x 23,0	1,83	3,080	1500
0,75	1/1,00	1,00	0,8	1,5	5,6 x 11,0	24,50	37,085	1500
1,00	1/1,20*	1,20	0,8	1,5	5,6 x 11,5	18,10	25,753	1500
2,00	1/1,60	1,60	0,8	1,5	6,2 x 13,0	9,43	14,900	1500
3,00	1/2,00	2,00	0,8	1,5	6,6 x 14,0	6,07	10,100	1500
4,00	1/2,30	2,30	1,0	1,5	7,3 x 16,0	4,61	7,410	1500
5,00	1/2,60	2,60	1,0	1,5	7,7 x 17,0	3,66	6,070	1500
7,00	1/3,00	3,00	1,2	1,5	8,4 x 19,2	2,52	4,120	1500

Cáp hạ áp hai lõi loại dệt bọc cách điện PVC

Bảng 4.10

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Kích thước cáp	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)		Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Số sợi /đường kính sợi	Đường kính dây dẫn				đồng	nhôm	
mm ²	N ⁰ /mm	mm	mm	mm	mm	Ω/km	Ω/km	V
2,00	7/0,60	1,80	0,8	1,5	6,4 x 9,8	9,43		1500
2,50	7/0,67	2,01	0,8	1,5	6,6 x 10,2	7,41		
3,50	7/0,80	2,40	0,8	1,5	7,0 x 11,0	5,30		
4,00	7/0,85	2,56	0,8	1,5	7,2 x 11,3	4,61	7,41	

Tiếp bảng 4.10

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Kích thước cáp	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)		Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Số sợi /đường kính sợi	Đường kính dây dẫn				đồng	nhôm	
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	Ω/km	Ω/km	V
5,50	7/1,00	3,00	10	15	8,0 x 13,0	3,40	4,980	1500
6,00	7/1,04	3,12	11	15	8,3 x 13,7	3,08	4,610	
8,00	7/1,20	3,60	12	15	9,0 x 15,0	2,31	3,830	
10,00	7/1,35	4,05	13	15	9,7 x 16,3	1,83	3,080	
0,75	1/1,00	1,00	0,8	15	5,6 x 8,2	24,50	37,085	1500
1,00	1/1,20	1,20	0,8	15	5,8 x 8,6	18,10	25,753	
2,00	1/1,60	1,60	0,8	15	6,2 x 9,4	9,01	14,900	
3,00	1/2,80	2,00	0,8	15	6,6 x 10,5	6,07	10,100	
4,00	1/2,30	2,30	10	15	7,3 x 11,6	4,61	7,410	
5,00	1/2,60	2,60	10	15	7,6 x 12,5	3,66	6,070	
7,00	1/3,00	3,00	12	15	8,4 x 13,8	2,52	4,120	

Cáp hạ áp một lõi đồng, cách điện PVC loại nửa mềm
đặt cố định do CADIVI chế tạo, ký hiệu CVV

Bảng 4.11.

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
10	7/0,40	1,20	0,8	15	5,80	18	18,10	1500
15	7/0,50	1,50	0,8	15	6,10	23	12,10	1500
20	7/0,60	1,80	0,8	15	6,40	29	9,43	1500
25	7/0,67	2,01	0,8	15	6,60	36	7,41	1500
35	7/0,80	2,40	0,8	15	7,00	41	5,30	1500
40	7/0,85	2,55	0,9	15	7,35	47	4,61	1500
55	7/1,00	3,00	10	15	8,00	53	3,40	1500

Tiếp bảng 4.11

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ⁰ /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	8,32	59	3,08	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	9,00	66	2,31	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	9,65	73	1,83	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	9,80	79	1,71	2000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	10,60	94	1,33	2000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,5	11,10	108	1,15	2000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,5	12,20	122	0,84	2000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,5	12,62	130	0,727	2000
30,0	7/2,30	6,90	1,6	1,5	13,10	148	0,635	2000
35,0	7/2,52	7,56	1,7	1,5	13,96	165	0,524	2500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,5	14,40	174	0,497	2500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,5	15,60	204	0,387	2500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,5	16,60	234	0,309	2500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	1,5	17,50	242	0,268	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	1,5	18,50	268	0,234	2500
95,0	19/2,52	12,60	2,0	1,5	19,60	283	0,193	2500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	1,5	20,00	312	0,184	2500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	1,5	21,20	355	0,153	2500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	1,6	22,10	364	0,147	3000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	1,6	23,70	420	0,124	3000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	1,7	25,64	450	0,099	3000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	1,7	26,40	480	0,094	3000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	1,8	28,65	550	0,075	3000
250,0	61/2,30	20,70	2,4	1,8	29,10	568	0,073	3500
300,0	61/2,52	22,68	2,5	1,9	31,48	607	0,0601	3500
325,0	61/2,60	23,40	2,6	1,9	32,40	654	0,0576	3500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	2,0	35,30	742	0,0470	3500
500,0	61/3,20	28,80	2,8	2,1	38,60	864	0,0366	3500
630,0	91/2,95	32,45	2,8	2,2	42,45	950	0,0283	3500
800,0	91/3,36	36,96	2,8	2,4	47,36	1130	0,0221	3500
1000,0	91/3,75	41,25	3,0	2,6	52,45	1282	0,0176	3500

**Cáp hạ áp hai lõi đồng cách điện PVC, loại nửa mềm
đặt cố định do CADIVI chế tạo, ký hiệu CVV**

Bảng 4.12

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thử
Tiết diện đỉnh mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
1,0	7/0,40	1,20	0,8	1,5	9,00	15	18,10	1500
1,5	7/0,50	1,50	0,8	1,5	9,60	21	12,10	1500
2,0	7/0,60	1,80	0,8	1,5	10,20	24	9,43	1500
2,5	7/0,67	2,01	0,8	1,5	10,62	27	7,41	1500
3,5	7/0,80	2,40	0,8	1,5	11,40	34	5,30	1500
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	12,10	37	4,61	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	13,40	44	3,40	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	14,4	48	3,08	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	15,50	55	2,31	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	16,80	65	1,83	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	17,10	67	1,71	2000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	18,90	77	1,33	2000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,5	19,40	83	1,15	2000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,6	21,80	102	0,84	2000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,6	22,64	111	0,727	2000
30,0	7/2,30	6,90	1,6	1,7	23,60	121	0,635	2000
35,0	7/2,52	7,56	1,7	1,7	25,52	132	0,524	2500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,8	26,40	141	0,497	2500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,9	29,00	164	0,387	2500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,9	31,20	187	0,309	2500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	1,9	33,00	201	0,268	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	2,0	35,20	222	0,234	2500
95,0	19/2,52	12,00	2,0	2,1	37,60	242	0,193	2500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	2,1	38,40	255	0,184	2500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	2,2	41,00	284	0,153	2500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	2,2	42,40	292	0,147	3000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	2,3	46,00	334	0,124	3000
165,0	37/2,52	17,64	2,3	2,5	49,88	367	0,0991	3000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	2,5	51,40	392	0,0940	3000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	2,7	55,90	426	0,0540	3000

Tiếp bảng 4.12

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
250,0	61/2,30	20,70	2,4	2,7	56,80	452	0,0738	3.000
300,0	61/2,52	22,68	2,5	2,9	61,56	500	0,0601	3.000
325,0	61/2,60	23,40	2,6	2,9	63,40	522	0,0576	3.500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	3,1	69,40	-	0,0470	3.500
500,0	61/3,20	28,80	2,8	3,3	76,00	-	0,0366	3.500

Cáp hạ áp ba lõi đồng cách điện PVC, loại nửa mềm
đặt cố định do CADIVI chế tạo, ký hiệu CVV

Bảng 4.13

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
1,0	7/0,40	1,20	0,8	1,5	9,43	14	18,10	1500
1,5	7/0,50	1,50	0,8	1,5	10,08	17	12,10	1500
2,0	7/0,60	1,80	0,8	1,5	10,73	20	9,43	1500
2,5	7/0,67	2,01	0,8	1,5	11,18	22	7,41	1500
3,5	7/0,80	2,40	0,8	1,5	12,02	27	5,30	1500
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	12,70	30	4,61	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	14,27	35	3,40	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	14,96	38	3,08	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	16,43	44	2,31	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	17,83	49	1,83	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	18,15	52	1,71	2.000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	20,08	62	1,33	2.000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,6	20,65	68	1,15	2.000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,6	23,22	82	0,84	2.000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,6	24,13	88	0,727	2.000

Tiếp bảng 4.13

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ⁰ /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
30,0	7/2,30	6,90	16	17	25,36	97	0,635	2000
35,0	7/2,52	7,56	17	17	27,22	108	0,524	2500
38,0	7/2,60	7,80	18	18	28,36	113	0,497	2500
50,0	19/1,80	9,00	18	19	31,15	132	0,387	2500
60,0	19/2,00	10,00	18	19	33,30	150	0,309	2500
70,0	19/2,14	10,70	19	2,0	35,44	163	0,268	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	2,1	37,80	177	0,234	2500
95,0	19/2,52	12,60	2,0	2,2	40,37	198	0,193	2500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	2,2	41,23	206	0,184	2500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	2,3	44,02	228	0,153	2500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	2,3	45,72	236	0,147	3000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	2,5	49,57	270	0,124	3000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	2,6	53,52	298	0,099	3000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	2,6	55,16	311	0,0940	3000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	2,8	59,98	348	0,0540	3000
250,0	61/2,30	20,70	2,4	2,8	60,94	360	0,0738	3000
300,0	61/2,52	22,68	2,5	3,0	66,04	400	0,0601	3000
325,0	61/2,60	23,40	2,6	3,1	68,42	414	0,0576	3500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	3,3	74,64	-	0,0470	3500
500,0	61/3,20	28,80	2,8	3,5	81,72	-	0,0366	3500

Cáp hạ áp bốn lõi đồng cách điện PVC, loại nửa mềm
đặt cố định do CADIVI chế tạo, ký hiệu CVV

Bảng 4.14

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ⁰ /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
1,0	7/0,40	1,20	0,8	1,5	10,16	14	18,10	1500
1,5	7/0,50	1,50	0,8	1,5	10,88	17	12,10	1500
2,0	7/0,60	1,80	0,8	1,5	11,61	20	9,43	1500

Tiếp bảng 4.14

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ⁰ /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
2,5	7/0,67	2,01	0,8	1,5	12,12	22	7,41	1500
3,5	7/0,80	2,40	0,8	1,5	13,06	27	5,30	1500
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	14,00	30	4,61	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	15,57	35	3,40	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	16,34	38	3,08	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	17,79	44	2,31	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	19,75	49	1,83	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	20,12	52	1,71	2000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	22,25	62	1,33	2000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,6	22,96	68	1,15	2000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,6	25,81	82	0,84	2000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,6	26,82	88	0,727	2000
30,0	7/2,30	6,90	1,6	1,7	28,18	97	0,635	2000
35,0	7/2,52	7,56	1,7	1,7	30,26	108	0,524	2500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,8	31,52	113	0,497	2500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,9	34,62	132	0,387	2500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,9	37,23	150	0,309	2500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	2,0	39,41	163	0,268	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	2,1	42,02	177	0,234	2500
95,0	19/2,52	12,60	2,0	2,2	45,08	198	0,193	2500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	2,2	46,24	206	0,184	2500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	2,3	49,34	228	0,153	2500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	2,3	51,03	236	0,147	3000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	2,5	55,09	270	0,124	3000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	2,6	59,69	298	0,0991	3000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	2,6	61,73	311	0,0994	3000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	2,8	67,08	348	0,0540	3000
250,0	61/2,30	20,70	2,4	2,8	68,36	360	0,0738	3000
300,0	61/2,52	22,68	2,5	3,0	74,03	400	0,0601	3000
325,0	61/2,60	23,40	2,6	3,1	76,25	414	0,0576	3500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	3,3	83,36	-	0,0470	3500
500,0	61/3,20	28,80	2,8	3,5	91,25	-	0,0366	3500

**Cáp hạ áp một lõi nhôm cách điện PVC, loại nửa mềm
đặt cố định do CADIVI chế tạo, ký hiệu AVV**

Bảng 4.15

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	7,35	31	7,41	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	8,00	36	4,98	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	8,32	40	4,61	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	9,00	47	3,83	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	9,65	55	3,08	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	9,80	61	2,81	2000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	10,60	67	2,17	2000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,5	11,10	75	1,91	2000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,5	12,20	92	1,38	2000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,5	12,62	105	1,20	2000
30,0	7/2,30	6,90	1,6	1,5	13,10	119	1,04	2000
35	7/2,52	7,56	1,7	1,5	13,96	130	0,868	2500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,5	14,40	143	0,814	2500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,5	15,60	165	0,641	2500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,5	16,60	187	0,507	2500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	1,5	17,50	210	0,443	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	1,5	18,50	230	0,384	2500
95,0	19/2,52	12,60	2,0	1,5	19,60	250	0,320	2500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	1,5	20,00	265	0,300	2500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	1,5	21,20	295	0,253	2500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	1,6	22,10	302	0,242	3000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	1,6	23,70	340	0,206	3000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	1,7	25,64	390	0,164	3000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	1,7	26,40	413	0,154	3000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	1,8	28,65	465	0,125	3000
250,0	61/2,30	20,70	2,4	1,8	29,10	480	0,120	3500
300,0	61/2,52	22,68	2,5	1,9	31,48	528	0,10	3500
325,0	61/2,60	23,40	2,6	1,9	32,40	555	0,0946	3500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	2,0	35,30	628	0,0778	3500
500,0	61/3,2	28,80	2,8	2,1	38,60	752	0,0605	3500

Tiếp bảng 4.15

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
630,0	91/2,95	32,45	2,8	2,2	42,45	-	0,0469	3.500
800,0	91/3,36	36,96	2,8	2,4	47,36	-	0,0367	3.500
1000,0	91/3,75	41,25	3,0	2,6	52,45	-	0,0291	3.500

**Cáp hạ áp hai lõi nhôm cách điện PVC, loại nửa mềm
đặt cố định do CADIVI chế tạo, ký hiệu AVV**

Bảng 4.16

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	12,10	25	7,41	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	13,40	29	4,98	1500
6,0	1/1,04	3,12	1,1	1,5	14,4	32	4,61	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	15,50	38	3,83	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	16,80	44	3,08	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	17,10	49	2,81	2000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	18,90	54	2,17	2000
16,0	7/1,70	5,10	1,5	1,5	19,40	60	1,91	2000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,6	21,40	74	1,38	2000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,6	22,64	84	1,20	2000
30,0	7/2,30	6,90	1,6	1,7	23,60	95	1,04	2000
35,0	7/2,52	7,56	1,7	1,7	25,52	104	0,868	2500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,8	26,40	114	0,814	2500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,9	29,00	132	0,641	2500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,9	31,20	150	0,507	2500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	1,9	33,00	168	0,443	2500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	2,0	35,20	184	0,384	2500

Tiếp bảng 4.16

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
95,0	19/2,52	12,00	2,0	2,1	37,60	200	0,320	2.500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	2,1	38,40	212	0,300	2.500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	2,2	41,00	236	0,253	2.500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	2,2	42,40	242	0,242	3.000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	2,3	46,00	272	0,206	3.000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	2,5	49,88	312	0,164	3.000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	2,5	51,40	330	0,154	3.000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	2,7	55,90	372	0,125	3.000
250,0	61/2,30	20,70	2,4	2,7	56,80	326	0,120	3.000
300,0	61/2,52	22,68	2,5	2,9	61,56	359	0,10	3.000
325,0	61/2,60	23,40	2,6	2,9	63,40	377	0,0946	3.500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	3,1	69,40	-	0,0778	3.500
500,0	61/3,20	28,80	2,8	3,3	76,00	-	0,0605	3.500

**Cáp hạ áp ba lõi nhôm, cách điện PVC, loại nửa mềm
đặt cố định, do CADIVI chế tạo, ký hiệu AVV**

Bảng 4.17

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
4,0	7/0,85	2,55	0,9	1,5	12,70	18	7,41	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	1,5	14,27	21	4,98	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	1,5	14,96	23	4,61	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	1,5	16,43	27	3,83	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	1,5	17,83	32	3,08	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	1,5	18,15	35	2,81	2.000
14,0	7/1,60	4,80	1,4	1,5	20,08	39	2,11	2.000

Tiếp bảng 4.17

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
16,0	7/1,70	5,10	15	16	20,65	43	1,91	2.000
22,0	7/2,00	6,00	16	16	23,22	53	1,38	2.000
25,0	7/2,14	6,42	16	16	24,13	61	1,20	2.000
30,0	7/2,30	4,90	16	17	25,36	69	1,04	2.000
35,0	7/2,52	7,56	17	17	27,22	75	0,868	2.500
38,0	7/2,60	7,80	18	18	28,36	83	0,814	2.500
50,0	19/1,80	9,00	18	19	31,15	95	0,641	2.500
60,0	19/2,00	10,00	18	19	33,30	108	0,507	2.500
70,0	19/2,14	10,70	19	20	35,44	121	0,443	2.500
80,0	19/2,30	11,50	20	21	37,80	133	0,384	2.500
95,0	19/2,52	12,6	20	22	40,37	145	0,320	2.500
100,0	19/2,60	13,00	20	22	41,23	153	0,300	2.500
120,0	19/2,80	14,00	21	23	44,02	171	0,253	2.500
125,0	19/2,90	14,50	22	23	45,72	175	0,242	3.000
150,0	37/2,30	16,10	22	25	49,57	197	0,206	3.000
185,0	37/2,52	17,64	23	26	53,52	225	0,164	3.000
200,0	37/2,60	18,20	24	26	55,16	239	0,154	3.000
240,0	61/2,25	20,25	24	28	59,98	269	0,125	3.000
250,0	61/2,30	20,70	24	28	60,94	277	0,120	3.000
300,0	61/2,52	22,68	25	30	66,04	305	0,10	3.000
325,0	61/2,60	23,40	26	31	68,42	321	0,0946	3.500
400,0	61/2,90	26,10	26	33	74,64	-	0,0778	3.500
500,0	61/3,20	28,80	28	35	81,72	-	0,0605	3.500

Cáp hạ áp bốn lõi nhôm, cách điện PVC, loại nửa mềm
đặt cố định, do CADIVI chế tạo, ký hiệu AVV

Bảng 4.18

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
4,0	7/0,85	2,55	0,9	15	14,00	18	4,61	1500
5,5	7/1,00	3,00	1,0	15	15,57	21	3,40	1500
6,0	7/1,04	3,12	1,1	15	16,34	23	3,08	1500
8,0	7/1,20	3,60	1,2	15	17,79	27	2,31	1500
10,0	7/1,35	4,05	1,3	15	19,75	32	1,83	1500
11,0	7/1,40	4,20	1,3	15	20,12	35	1,71	2.000

Tiếp bảng 4.18

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Chiều dây vỏ bọc PVC	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn						
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
14,0	7/160	4,80	1,4	1,5	22,25	39	1,33	2.000
16,0	7/170	5,10	1,5	1,6	20,65	43	1,15	2.000
22,0	7/2,00	6,00	1,6	1,6	23,22	53	0,84	2.000
25,0	7/2,14	6,42	1,6	1,6	24,13	61	0,727	2.000
30,0	7/2,30	6,90	1,6	1,7	25,36	69	0,635	2.000
35,0	7/2,52	7,56	1,7	1,7	27,22	75	0,524	2.500
38,0	7/2,60	7,80	1,8	1,8	28,36	83	0,497	2.500
50,0	19/1,80	9,00	1,8	1,9	31,15	95	0,387	2.500
60,0	19/2,00	10,00	1,8	1,9	33,30	108	0,309	2.500
70,0	19/2,14	10,70	1,9	2,0	35,44	121	0,268	2.500
80,0	19/2,30	11,50	2,0	2,1	37,80	133	0,234	2.500
95,0	19/2,52	12,6	2,0	2,2	40,37	145	0,193	2.500
100,0	19/2,60	13,00	2,0	2,2	41,23	153	0,184	2.500
120,0	19/2,80	14,00	2,1	2,3	44,02	171	0,153	2.500
125,0	19/2,90	14,50	2,2	2,3	51,03	175	0,147	3.000
150,0	37/2,30	16,10	2,2	2,5	55,09	197	0,124	3.000
185,0	37/2,52	17,64	2,3	2,6	59,69	225	0,0991	3.000
200,0	37/2,60	18,20	2,4	2,6	61,73	239	0,0940	3.000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	2,8	67,08	269	0,0540	3.000
250,0	61/2,30	20,70	2,4	2,8	68,36	277	0,0738	3.000
300,0	61/2,52	22,68	2,5	3,0	74,03	305	0,0601	3.000
325,0	61/2,60	23,40	2,6	3,1	76,25	321	0,0576	3.500
400,0	61/2,90	26,10	2,6	3,3	83,36	-	0,0470	3.500
500,0	61/3,20	28,80	2,8	3,5	91,25	-	0,0366	3.500

Cáp hạ áp một lõi đồng, cách điện PVC, loại mềm
do CADIVI chế tạo

Bảng 4.19

Dây dẫn			Chiều dây cách điện	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thủ
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn					
mm ²	N ^o /mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
1,0	1/100	1,13	1,0	3,1	18	18,10	1500
1,5	1/137	1,37	1,0	3,4	23	12,10	1500
2,5	1/176	1,76	1,0	3,8	36	7,41	1500
3,5	1/2,06	2,06	1,0	4,2	41	5,30	1500
4,0	1/2,24	2,24	1,0	4,7	47	4,61	1500
6,0	1/2,73	2,73	1,2	9,1	59	3,08	1500

Tiếp bảng 4.19

Dây dẫn			Chiều dày cách điện	Đường kính tổng thể	Phụ tải dòng điện	Điện trở dây dẫn ở 20°C (max)	Điện áp thử
Tiết diện định mức	Kết cấu	Đường kính dây dẫn					
mm ²	N°/mm	mm	mm	mm	A	Ω/km	V
10,0	7/1,35	3,99	12	10,3	73	1,83	1500
16,0	7/1,70	5,04	14	12,3	108	1,15	2.000
25,0	7/2,14	6,33	14	13,9	130	0,727	2.000
35,0	7/2,52	7,47	16	16,1	165	0,524	2.500
70,0	19/2,14	10,7	18	19,7	242	0,268	2.500
95,0	19/2,52	12,45	18	21,8	283	0,193	2.500
120,0	19/2,80	14,07	18	23,5	355	0,153	2.500
150,0	37/2,30	15,68	2,0	24,6	420	0,124	3.000
185,0	37/2,52	17,43	2,2	26,6	450	0,099	3.000
200,0	37/2,60	19,89	2,4	27,5	480	0,094	3.000
240,0	61/2,25	20,25	2,4	30,1	550	0,075	3.000

Thông số kỹ thuật của dây nhôm
do hãng LENS (Pháp) chế tạo

Bảng 4.20.

Tiết diện		Số sợi và đường kính 1 sợi	Đường kính ngoài cùng	Trọng lượng	Khả năng chịu lực	Điện trở dây dẫn ở 20°C
định mức	thực tế					
mm ²	mm ²	N°/mm	mm	kg/km	daN	Ω/km
16	15,89	7/1,70	5,1	44	290	1,8018
25	24,25	7/2,10	6,3	67	425	1,1808
35	34,36	7/2,50	7,5	94	585	0,8332
50	49,48	7/3,00	9,0	135	810	0,5736
60	48,36	19/1,80	9,0	133	860	0,5950
70	65,82	19/2,10	10,5	181	1150	0,4371
95	93,27	19/2,50	12,5	256	1595	0,3084
120	117,00	19/2,80	14,0	322	1910	0,2459
150	114,10	37/2,25	15,2	406	2570	0,1960
185	181,60	37/2,50	17,5	501	3105	0,1587
240	242,54	61/2,25	20,2	670	4015	0,1191
300	299,43	61/2,50	22,5	827	4850	0,09650
400	400,14	61/2,89	26,0	1105	6190	0,07221
500	499,83	61/3,23	29,1	1381	7600	0,05781
625	626,20	91/2,96	32,6	1733	9690	0,04625
800	802,10	91/3,35	36,8	2219	12055	0,03611
1000	999,71	91/3,74	41,1	2766	14845	0,02897

**Thông số kỹ thuật dây nhôm lõi thép
do hãng LENS (Pháp) chế tạo**

Bảng 4.21

Tiết diện				Số sợi và đường kính 1 sợi		Đường kính ngoài	Trọng lượng			Khả năng chịu lực	t ₀ ở 20°C
Định mức A/C	thực tế						A	C	AC		
mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm	mm	mm	kg/km	kg/km	kg/km	daN	Ω/km
16/2,5	15,3	2,5	17,8	6/1,80	1/1,80	5,4	42	20	62	595	1,8780
25/4,0	23,8	4,0	27,8	6/2,25	1/2,25	6,8	65	32	97	920	1,2002
35/6,0	34,3	5,7	40,0	6/2,70	1/2,70	8,1	94	46	140	1265	0,8352
44/32,0	44,0	31,7	75,7	14/2,00	7/2,40	11,2	122	250	372	4500	0,6573
50/8,0	48,3	8,0	56,3	6/3,20	1/3,20	9,6	132	64	196	1710	0,5946
50/30	51,2	29,8	81,0	12/2,33	7/2,33	11,7	141	237	378	4380	0,5643
70/12	69,9	11,4	81,3	26/1,85	7/1,44	11,7	193	91	284	2680	0,4130
95/15	94,4	15,3	109,7	26/2,15	7/1,67	13,6	260	123	383	3575	0,3058
95/55	96,5	56,3	152,8	12/3,20	7/3,20	16,0	266	446	712	7935	0,2992
105/75	105,7	75,5	181,5	14/3,10	19/2,25	17,5	292	599	891	10845	0,2735
120/20	121,6	19,8	141,4	26/2,44	7/1,90	15,5	336	158	494	4565	0,2374
120/70	122,0	71,3	193,3	12/3,60	7/3,60	18,0	337	564	901	10000	0,2364
125/30	127,9	29,8	157,7	30/2,33	7/2,33	16,3	353	238	591	5760	0,2259
150/25	148,9	24,2	173,1	26/2,70	7/2,10	17,1	411	194	605	5525	0,1939
170/40	171,8	40,1	211,9	30/2,70	7/2,70	18,9	475	319	794	7675	0,1682
185/30	183,8	29,8	213,6	26/3,00	7/2,33	19,0	507	239	746	6620	0,1571
210/35	209,1	34,1	243,2	26/3,20	7/2,49	20,3	577	273	850	7490	0,1380
210/50	212,1	49,5	261,6	30/3,00	7/3,00	21,0	587	394	981	9390	0,1362
230/30	230,9	29,8	260,7	24/3,50	7/2,33	21,0	638	239	877	7310	0,1249
240,40	243,0	39,5	282,5	26/3,45	7/2,68	21,9	671	316	987	8640	0,1188
265,35	263,7	34,1	297,8	24/3,74	7/2,49	22,4	728	274	1002	8305	0,1094
300/50	304,3	49,5	353,7	26/3,86	7/3,00	24,5	840	396	1236	10700	0,09487
305/40	304,6	39,5	344,1	54/2,68	7/2,68	24,1	843	317	1160	9940	0,09490
340/30	339,3	29,8	369,1	48/3,00	7/2,33	25,0	938	242	1180	9290	0,08509
380/50	382,0	49,5	431,5	54/3,00	7/3,00	27,0	1056	397	1453	12310	0,07573
385/35	386,0	34,1	420,1	48/3,20	7/2,49	26,7	1067	277	1344	10480	0,07478
435/55	434,3	56,3	490,6	54/3,20	7/3,20	28,8	1203	450	1653	13645	0,06656
450/40	448,7	39,5	488,2	48/3,45	7/2,68	28,7	1241	320	1561	12170	0,06434
490/65	390,3	63,6	553,9	54/3,40	7/3,40	30,6	1356	510	1866	15310	0,05896
495/35	394,1	34,1	528,2	45/3,74	7/2,49	29,9	1363	283	1646	12180	0,05846
510/45	510,2	45,3	555,5	48/3,68	7/2,87	30,7	1413	365	1778	13665	0,05655
550/70	550,0	71,3	621,3	54/3,60	7/3,60	32,4	1520	572	2092	17060	0,05259
560/50	561,7	49,5	611,2	48/3,86	7/3,00	32,2	1553	401	1954	14895	0,05140
570/40	565,5	39,5	610,3	45/4,00	7/2,68	32,2	1563	325	1888	13900	0,05108
650/45	698,8	45,3	653,49	45/4,30	7/2,87	34,4	1791	372	2163	15552	0,0442
680/85	678,8	86,0	764,8	54/4,00	7/2,40	36,0	1866	702	2570	21040	0,04260
1045/4	1045,58	45,3	1090,9	72/4,30	7/2,87	43,0	2879	370	3249	21787	0,0277

**Cáp nhôm hạ áp cách điện PVC
do hãng LENS chế tạo**

Bảng 4.22

Đang 4.22

F, mm ²	Đường kính, mm			Trọng lượng 1 km đường dây kg/km	Điện trở dây dẫn, Ω/km ở 20°C	I _{cp} (A)	
	lõi	vỏ				trong nhà	ngoài trời
		min	max				
Cáp 1 lõi							
1 x 16	4,5	8,5	10,5	113	1,91	87	84
1 x 25	5,7	10,3	12,5	161	1,20	111	101
1 x 35	6,6	11,4	13,5	200	0,868	134	126
1 x 50	8,6	12,7	15,0	249	0,641	160	154
1 x 70	10,2	14,4	17,0	333	0,443	197	198
1 x 95	11,9	16,2	19,0	431	0,320	234	241
1 x 120	13,8	17,9	21,0	523	0,253	266	280
1 x 150	15,2	19,9	23,0	641	0,206	300	324
1 x 185	17,0	21,9	25,5	782	0,164	337	371
1 x 240	19,1	25,1	28,5	1018	0,125	388	439
1 x 300	21,4	27,5	31,0	1228	0,100	440	508
1 x 400	24,4	31,1	34,5	1536	0,0778	515	663
1 x 500	28,8	35,9	38,5	2026	0,0605	583	770
1 x 630	32,4	39,9	43,0	2569	0,0469	662	899
Cáp 2 lõi							
2 x 16	4,5	14,5	18,5	352	1,91	104	91
2 x 25	5,7	17,5	22,0	494	1,20	133	108
2 x 35	6,6	19,5	24,5	626	0,868	160	135
Cáp 3 lõi							
3 G 16	4,5	15,5	19,5	388	1,91	87	77
3 G 26	5,7	19,0	23,5	558	1,20	111	97
3 G 35	6,6	21,0	26,0	690	0,868	134	120
3 G 50	8,8	24,5	29,0	742	0,641	160	146
3 G 70	10,2	28,5	34,0	1380	0,443	197	187

Tiếp bảng 4.22

F, mm ²	Đường kính, mm			Trọng lượng 1 km đường dây kg/km	Điện trở dây dẫn Ω/km ở 20°C	I _{cp} (A)	
	lõi	vỏ				trong nhà	ngoài trời
		min	max				
Cáp 3 lõi							
3 G 95	11,9	32,5	38,5	1293	0,320	234	227
3 G 120	13,8	36,0	42,5	1574	0,253	266	263
3 G 150	15,2	40,0	47,5	1912	0,206	300	304
3 G 185	17,0	44,5	53,0	2355	0,164	337	347
3 G 240	19,1	50,5	59,5	3186	0,125	388	409
3 G 300	21,4	56,0	66,0	5203	0,100	440	471
Cáp 3 lõi + trung tính							
3 x 70 + 50	9,75/8,10	31,1	36,2	1635	0,443/0,641	197	187
3 x 95 + 50	11,20/8,10	34,7	40,6	1579	0,320/0,641	234	227
3 x 120 + 70	12,60/9,75	38,9	45,4	1917	0,253/0,443	266	263
3 x 150 + 70	15,2/9,75	42,6	49,5	2330	0,206/0,443	300	304
3 x 240 + 95	18,00/11,20	53,2	61,5	3863	0,125/0,320	388	409

**Cáp đồng hạ áp 1, 2, 3 lõi cách điện PVC
do LENS chế tạo**

Bảng 4.23

F, mm ²	Đường kính, mm			Trọng lượng 1 km đường dây kg/km	Điện trở dây dẫn Ω/km ở 20°C	I _{cp} (A)	
	lõi	vỏ				trong nhà	ngoài trời
		min	max				
Cáp 1 lõi							
1 x 1,5	1,4	5,3	6,6	49	12,1	31	24
1 x 2,5	1,8	5,7	7,0	61	7,41	41	33
1 x 4	2,25	6,2	7,6	79	4,61	53	45
1 x 6	2,90	6,9	8,2	105	3,08	66	58
1 x 10	3,80	7,7	9,2	150	1,83	87	80

Tiếp bảng 4.23

F, mm ²	Đường kính, mm			Trọng lượng 1 km đường dây kg/km	Điện trở dây dẫn Ω/km ở 20°C	I _{cp} (A)	
	lõi	vỏ				trong nhà	ngoài trời
		min	max				
Cáp 3 lõi + trung tính							
3 x 95 + 50	11,1/8,4	34,7	40,6	3910	0,193/0,387	301	298
3 x 120 + 70	12,6/10	38,9	45,4	5090	0,153/0,268	343	346
3 x 150 + 70	14,0/10	42,6	49,5	5055	0,124/0,268	397	395
4 x 185 + 70	15,6/10	47,1	54,4	7400	0,0991/0,268	434	450
3 x 240 + 95	17,9/11,1	53,2	61,5	9600	0,0754/0,193	501	538

Cáp đồng hạ áp 3, 4 lõi cách điện PVC
do LENS chế tạo

Bảng 4.24

F, mm ²	Đường kính, mm			Trọng lượng 1 km đường dây kg/km	Điện trở dây dẫn Ω/km ở 20°C	I _{cp} (A)	
	lõi	vỏ				trong nhà	ngoài trời
		min	max				
Cáp 3 lõi							
3 G 1,5	1,4	9,2	11,0	148	12,1	31	23
3 G 2,5	1,8	10,0	12,5	188	7,41	41	31
3 G 4	2,25	11,0	13,5	255	4,61	53	42
3 G 6	2,90	12,0	15,0	323	3,08	66	54
3 G 10	3,80	13,5	17,0	479	1,83	87	75
3 G 16	4,8	15,5	19,5	681	1,15	113	100
3 G 25	6,0	19,0	23,5	1095	0,727	144	127
3 G 35	7,1	21,0	26,0	1435	0,524	174	158
3 G 50	8,4	24,5	29,0	1885	0,387	206	192
3 G 70	10,0	28,5	34,0	2645	0,268	254	246
3 G 95	12,1	32,5	38,5	3450	0,193	301	298
3 G 120	12,6	36,0	42,5	4425	0,153	343	346
3 G 150	14,0	40,0	47,5	5440	0,124	387	395
3 G 185	15,6	44,5	53,0	6810	0,0991	434	450
3 G 240	17,9	50,5	59,5	8815	0,0754	501	538
3 G 300	20,1	56,0	66,0	10725	0,0601	565	621

Tiếp bảng 4.24

F, mm ²	Đường kính, mm			Trọng lượng 1 km đường dây kg/km	Điện trở dây dẫn Ω/km ở 20°C	I _{cp} (A)	
	lõi	vỏ				trong nhà	ngoài trời
		min	max				
Cáp 4 lõi							
4 G 15	1,4	9,8	12,0	176	12,1	31	23
4 G 2,5	1,8	10,5	13,0	227	7,41	41	31
4 G 4	2,25	12,0	14,5	298	4,61	53	42
4 G 6	2,90	13,0	16,0	406	3,08	66	54
4 G 10	3,80	15,0	18,50	600	1,83	87	75
4 G 16	4,8	17,0	21,0	851	1,15	114	100
4 G 25	6,0	20,5	25,5	1294	0,727	144	127
4 G 35	7,1	23,0	28,5	1730	0,524	174	158
4 G 50	8,4	27,0	32,5	2276	0,387	206	192
4 G 70	10,0	31,5	37,5	3195	0,268	254	246
4 G 95	11,1	36,0	42,5	4150	0,193	301	298
4 G 120	12,6	40	47,5	5310	0,153	343	346
4 G 150	14,0	44,5	52,5	6605	0,124	387	395
4 G 185	15,6	50,0	59,0	8175	0,0991	434	450

**Dòng điện ổn định nhiệt (I_{N15}) với cáp PVC và XLPE
do Delta chế tạo**

Bảng 4.25

F _{dm} (mm ²)	I _{N15} với cáp PVC (A)	I _{N15} với cáp XLPE (A)
1	115	140
1,5	173	210
2,5	288	350
4	460	570
6	690	850
10	1150	1400
16	1840	2200
25	2875	3600

Tiếp bảng 4.25

F_{dm} (mm ²)	I_{N1s} với cáp PVC (A)	I_{N1s} với cáp XLPE (A)
35	4025	5000
50	5750	6800
70	8050	9800
95	10930	13600
120	13800	17200
150	17250	21100
185	21280	26500
240	27600	34900
300	34500	43700
400	41200	55900
500	51500	70600
630	64900	90800

Cáp XLPE 6.350/11.000 V lõi đồng, đai thép,
loại BS6622 do DELTA chế tạo

Bảng 4.26

F_{dm} (mm ²)	L_o mH/m	x_o Ω/k	r_o Ω/km	C_o μF/km	I_{dm} (A)			I_N (kA)			$I_{đất}$ (kA)		
					trục tiếp trong dầu	trong ống	ngoài trời	0,2 s	1 s	2 s	0,2 s	1 s	2 s
25	0,36	0,114	0,93	0,19	152	131	163	8,1	3,6	2,0	8,1	3,6	2,0
35	0,34	0,106	0,68	0,22	181	156	197	11,2	5,0	2,9	11,2	5,0	2,9
50	0,32	0,101	0,51	0,24	213	182	236	15,2	6,8	3,9	15,2	6,8	3,9
70	0,31	0,096	0,35	0,28	260	224	291	21,9	9,8	5,6	21,9	9,8	5,6
95	0,29	0,092	0,26	0,32	309	263	353	30,4	13,6	7,8	30,4	13,6	7,8
120	0,28	0,088	0,22	0,36	349	306	402	38,5	17,2	9,9	35,3	15,8	9,1
150	0,27	0,086	0,18	0,39	390	342	454	47,3	21,1	12,2	37,6	16,8	9,7
185	0,27	0,084	0,15	0,43	436	379	515	59,3	26,5	15,3	40,0	17,9	10,3
240	0,26	0,081	0,13	0,48	499	438	600	78,1	34,9	20,1	54,8	24,5	14,1
300	0,25	0,080	0,11	0,53	563	481	676	98,0	43,7	25,2	58,8	26,3	15,2
400	0,25	0,078	0,10	0,59	619	552	768	>100	55,9	32,3	63,7	28,5	16,5

**Cáp XLPE 19.000/33.000 V, lõi đồng dai thép,
loại BS 6622 do DELTA chế tạo**

Bảng 4.27

F_{dm} (mm ²)	L_o mH/m	x_o Ω/k	r_o Ω/km	C_o $\mu F/km$	I_{dm} (A)			I_N (kA)			$I_{đất}$ (kA)		
					trục tiếp trong đất	trong ống	ngoài trời	0,2s	1s	2s	0,2s	1s	2s
50	0,490	0,154	0,517	0,14	221	212	260	15,2	6,8	3,9	15,2	6,8	3,9
70	0,460	0,145	0,370	0,15	270	260	320	21,9	9,8	5,6	21,9	9,8	5,6
95	0,440	0,138	0,283	0,17	320	300	385	30,4	13,6	7,8	26,8	12,0	6,9
120	0,420	0,132	0,236	0,18	362	340	441	38,5	17,2	9,9	32,0	14,3	8,3
150	0,410	0,129	0,205	0,20	410	370	497	47,3	21,1	12,2	42,7	19,1	11,0
185	0,400	0,126	0,178	0,22	450	400	565	59,3	26,5	15,3	44,7	20,0	11,5
240	0,380	0,119	0,154	0,24	512	450	656	78,1	34,9	20,1	47,4	21,2	12,2
300	0,370	0,115	0,139	0,26	570	490	741	98,0	43,7	25,2	50,1	22,4	12,9
400	0,350	0,111	0,127	0,29	640	530	842	>100	55,9	32,3	52,8	23,6	13,6
500	0,340	0,107	0,118	0,31	700	573	946	>100	70,6	40,7	56,6	25,3	14,6
630	0,330	0,103	0,110	0,35	762	620	1056	>100	90,8	52,6	60,2	26,9	15,5

**Cáp cách điện giấy 6.350/11.000 V lõi đồng hoặc nhôm
loại BS 6480 do DELTA chế tạo**

Bảng 4.28

F_{dm} (mm ²)	x_o Ω/km	Lõi đồng				Lõi nhôm			
		r_o Ω/km	I_{dm} (A)			r_o Ω/km	I_{dm} (A)		
			dưới đất	trong ống	ngoài trời		dưới đất	trong ống	ngoài trời
*16	0,114	1,381	100	86	95	2,298	79	66	74
*25	0,107	0,877	125	110	120	1,446	99	84	94
*35	0,100	0,636	150	130	145	1,047	115	100	110
50	0,096	0,474	180	155	175	0,777	140	120	135
70	0,091	0,334	220	185	220	0,541	170	145	170
85	0,087	0,248	265	225	265	0,394	205	175	205
120	0,085	0,203	300	255	310	0,317	235	200	240
150	0,083	0,171	340	285	350	0,262	265	225	270

Tiếp bảng 4.28

F_{dm} (mm ²)	x_o Ω/km	Lõi đồng				Lõi nhôm			
		r_o Ω/km	I_{dm} (A)			r_o Ω/km	I_{dm} (A)		
			dưới đất	trong ống	ngoài trời		dưới đất	trong ống	ngoài trời
185	0,081	0,145	380	325	400	0,214	300	255	315
240	0,079	0,121	435	375	475	0,171	345	295	370
300	0,077	0,107	485	420	540	0,144	390	335	430
400	0,076	0,096	550	470	620	0,122	440	380	495

**Cáp cách điện giấy 19.000/33.000 V lõi đồng và nhôm
loại BS 6480 do DELTA chế tạo**

Bảng 4.29

F_{dm} (mm ²)	x_o Ω/km	Lõi đồng				Lõi nhôm			
		r_o Ω/km	I_{dm} (A)			r_o Ω/km	I_{dm} (A)		
			dưới đất	trong ống	ngoài trời		dưới đất	trong ống	ngoài trời
50	0,140	0,477	180	155	190	0,770	140	120	150
70	0,132	0,342	225	185	240	0,541	175	145	185
95	0,125	0,260	265	225	290	0,397	205	175	225
120	0,120	0,217	305	250	335	0,322	235	200	260
150	0,115	0,187	340	280	380	0,270	265	220	300
185	0,111	0,162	385	315	440	0,224	300	250	340
240	0,107	0,140	445	360	520	0,182	350	285	405
300	0,104	0,127	500	400	590	0,158	395	320	465
400	0,101	0,116	570	445	690	0,138	450	360	540
500	0,098	0,108	630	490	780	0,123	510	405	620
630	0,095	0,102	710	540	890	0,111	580	450	730
800	0,092	0,097	780	580	1010	0,103	650	495	830
1000	0,090	0,094	840	610	1110	0,098	710	530	940
960 (4x240)	0,089	0,092	870	620	1170	-	-	-	-
1200 (4x300)	0,087	0,089	950	660	1300	-	-	-	-

**Cáp XLPE, một lõi đồng, điện áp 600/1000 V và 1900/3300 V
do DELTA chế tạo**

Bảng 4.30

F_{dm} (mm ²)	I (A) của cáp đơn 600/1000 V				I_{dm} (A) của cáp đơn 1900/3300 V		
	dưới đất	trong ống	không khí	ngoài trời	dưới đất	trong ống	ngoài trời
50	231	231	223	231	222	219	240
70	284	278	284	295	271	264	300
95	340	327	352	362	324	310	368
120	386	366	412	420	366	342	428
150	431	396	475	483	409	376	487
185	485	437	551	555	460	414	556
240	558	489	658	654	528	464	656
300	623	534	761	745	589	506	747
400	691	567	887	851	651	535	851
500	765	615	1027	963	720	579	963
630	841	664	1186	1084	789	624	1084
800	888	692	1347	1178	831	650	1178
1000	942	735	1503	1278	880	689	1278

**Cáp XLPE, 2, 3, 4 lõi đồng, điện áp 600/1000 V và 1900/3300 V
do DELTA chế tạo**

Bảng 4.31

F_{dm} (mm ²)	I_{dm} (A) của cáp 600/1000 V 2 lõi			I_{dm} (A) của cáp 3, 4 lõi, đai đúng, 600/1000 V			I_{dm} (A) của cáp 3 lõi, đai đúng, 1900/3300 V		
	dưới đất	trong ống	ngoài trời	dưới đất	trong ống	ngoài trời	dưới đất	trong ống	ngoài trời
1,5	38	31	31	32	26	26	-	-	-
2,5	49	41	41	42	34	35	-	-	-
4	65	53	55	55	45	47	-	-	-
6	81	67	70	69	56	59	-	-	-
10	109	89	95	92	75	82	-	-	-
16	141	115	126	119	96	107	114	96	112
25	183	148	164	152	124	140	147	124	149

Tiếp bảng 4.31

F_{dm} (mm ²)	I_{dm} (A) của cáp 600/1000 V 2 lõi			I_{dm} (A) của cáp 3, 4 lõi, đai đúng, 600/1000 V			I_{dm} (A) của cáp 3 lõi, đai đúng, 1900/3300 V		
	dưới đất	trong ống	ngoài trời	dưới đất	trong ống	ngoài trời	dưới đất	trong ống	ngoài trời
35	219	178	202	182	149	172	175	147	177
50	259	211	244	217	177	209	207	174	213
70	317	260	306	266	218	263	254	214	268
95	381	313	378	319	263	324	304	257	328
120	433	357	437	363	300	376	345	293	380
150	485	401	499	406	338	430	387	328	432
185	547	455	576	458	382	495	436	371	496
240	632	527	680	529	442	584	502	428	583
300	708	592	775	592	496	666	563	480	667
400	799	669	892	667	570	766	633	549	765

Cáp PVC một lõi đồng, điện áp 600/1000 V
do DELTA chế tạo

Bảng 4.32

F_{dm} (mm ²)	I_{dm} (A)			
	dưới đất	trong ống	ngoài trời	trong ống
50	203	199	184	193
70	248	241	233	243
95	207	282	290	298
120	337	311	338	347
150	376	342	388	395
185	423	375	450	452
240	485	419	537	532
300	542	459	620	607
400	600	489	722	690
500	660	523	832	776
630	721	563	957	869
800	756	587	1083	937
1000	797	621	1206	1010

**Cáp PVC, 2, 3, 4 lõi đồng, điện áp 600/1000 V
do DELTA chế tạo**

Bảng 4.33

F _{dm} (mm ²)	I _{dm} (A) cáp 2 lõi			I _{dm} (A) cáp 3 - 4 lõi		
	dưới đất	trong ống	ngoài trời	dưới đất	trong ống	ngoài trời
1,5	32	26	24	27	22	21
2,5	41	34	33	35	29	28
4	55	45	44	47	38	38
6	69	57	56	59	48	48
10	92	76	77	78	64	66
16	119	98	102	101	83	87
25	158	129	136	132	107	116
35	190	154	166	159	129	142
50	225	183	201	188	153	172
70	277	225	252	233	190	218
95	332	271	312	279	228	268
120	377	309	360	317	260	310
150	422	346	409	355	292	355
185	478	393	473	401	331	407
240	551	455	558	462	382	480
300	616	510	636	517	428	547
400	693	574	729	580	490	627

**Cáp nhôm hạ áp đặt ngoài không khí cách điện XLPE
do ALCATEL chế tạo (ngoài 4 lõi thông thường,
còn có thêm 1, 2 lõi chiếu sáng)**

Bảng 4.34

Tiết diện các lõi (mm ²)	Đường kính (mm)					Khối lượng kg/km	Điện trở ở 20°C (Ω/km)		Dòng tải cho phép (A)	
	Lõi		Cả vỏ		Toàn bộ		pha	chiều sáng	pha	chiều sáng
	pha	chiều sáng	pha	chiều sáng						
3x70+70	9,7	-	13,3	-	32	1034	0,443	-	213	-
3x70+70+16	9,7	4,6	13,3	7,0	33	1103	0,443	1910	213	74
3x70+70+2x16	9,7	4,6	13,3	7,0	34	1172	0,443	1910	213	74
3x150+70	13,9	-	17,3	-	40	1749	0,260	-	335	-
3x150+70+16	13,9	4,6	17,3	7,0	41	1817	0,206	1910	335	74
3x150+70+2+16	13,9	4,6	17,3	7,0	42	1885	0,206	1910	335	74

**Cáp nhôm hạ áp đặt ngoài không khí cách điện XLPE
do ALCATEL chế tạo (ngoài 4 lõi thông thường,
còn có thêm 1, 2 lõi chiếu sáng)**

Bảng 4.31

Tiết diện các lõi (mm ²)	Đường kính (mm)					Khối lượng kg/km	Điện trở ở 20°C (Ω/km)		Dòng tải cho phép (A)	
	Lõi		Cả vỏ		Toàn bộ		pha	chiếu sáng	pha	chiếu sáng
	pha	chiếu sáng	pha	chiếu sáng						
3x25+54,6	5,8	-	8,6	-	24	531	1,200	-	97	-
3x25+54,6+16	5,8	4,6	8,6	7,0	25	600	1,200	-	97	74
3x25+54,6+2x16	5,8	4,6	8,6	7,0	26,5	670	1,200	1,910	97	74
3x35+54,6	6,8	-	10,0	-	24,6	641	0,868	1,910	118	74
3x35+54,6+16	6,8	4,6	10,0	7,0	25,5	710	0,868	1,910	118	74
3x35+54,6+2x16	6,8	4,6	10,0	7,0	27,5	779	0,868	1,910	118	74
3x50+54,6	7,9	-	11,1	-	27	770	0,641	-	141	-
3x50+54,6+16	7,9	4,6	11,1	7,0	28,5	839	0,641	1,910	141	74
3x50+54,6+2x16	7,9	4,6	11,1	7,0	30	907	0,641	1,910	141	74
3x70+54,6	9,7	-	13,1	-	30	985	0,443	-	180	-
3x70+54,6+16	9,7	4,6	13,1	7,0	32,2	1054	0,443	1,910	180	74
3x70+54,6+2x16	9,7	4,6	13,1	7,0	33	1122	0,443	1,910	180	74

**Cáp nhôm hạ áp, 4 lõi nhôm cách điện XLPE
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.36

Tiết diện các lõi (mm ²)	Đường kính (mm)			Khối lượng (kg/km)	Độ uốn cong max (mm)	Điện trở ở 20°C (Ω/km)		Dòng cho phép (A)		
	Lõi	Toàn bộ				pha	trung tính	Dưới đất		Không khí
		min	max					tải liên tục	tải không liên tục	
3x16+16	4,6	18,0	24,3	860	170	1,91	1,91	74	83	84
3x25+25	5,6	21,5	29,0	845	200	1,20	1,20	94	108	83
3x35+25	6,6	23,3	30,0	1005	220	0,868	0,868	119	132	102
1x35+35	6,6	20,0	27,0	975	189	0,868	0,868	119	132	102
1x50+50	7,8	21,0	28,0	1200	196	0,641	0,641	141	156	122

Tiếp bảng 4.36

Tiết diện các lõi (mm ²)	Đường kính (mm)			Khối lượng (kg/km)	Độ uốn cong max (mm)	Điện trở ở 20°C (Ω/km)		Dòng cho phép (A)		
	Lõi	Toàn bộ				pha	trung tính	Dưới đất		Không khí
		min	max					tải liên tục	tải không liên tục	
3x25+25+2x15*	5,6	21,5	29,0	880	200	120	120	97	108	83
1x35+35+2x15	6,6	20,0	27,0	1060	189	0,869	0,869	119	132	102
3x35+35+2x15*	6,6	23,3	30,0	1045	220	0,868	0,868	119	132	102
1x50+50+2x15	7,8	21,0	28,0	1250	196	0,641	0,641	141	156	122

Cáp ngầm hạ áp 4 lõi nhôm cách điện XLPE,
do ALCATEL chế tạo

Bảng 4.37

Tiết diện các lõi mm ²	Đường kính (mm)		Khối lượng (kg/km)	Độ uốn cong max (mm)	Điện trở ở 20°C, (Ω/km)		Dòng cho phép (A)		
	min	max			pha	trung tính	Dưới đất		Trong rãnh cáp
							tải liên tục	tải không liên tục	
3 x 50 + 50	25,5	33,5	1700	230	0,641	0,461	141	156	122
3 x 95 + 50	30,0	38,6	1870	310	0,320	0,641	215	238	187
3 x 150 + 70	36,5	48,5	2605	370	0,206	0,443	285	273	213
3 x 150 + 150*	38,5	48,5	3065	390	0,206	0,206	285	316	246
3 x 240 + 95	45,5	58,7	3900	450	0,125	0,320	375	417	324

Cáp đồng và nhôm cách điện XLPE điện áp 3,6/6(7,2) kV
do ALCATEL chế tạo

Bảng 4.38

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở ở 90°C Ω/km		Điện kháng mH/km	Điện dung μF/km	Dòng điện tải cho phép (A)									
					Vùng mát				Vùng nóng					
					dưới đất		không khí		dưới đất		không khí			
	Cu	Al			Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
Loại 1 lõi, không đai thép														
25	0,927		0,99	0,26	171		153	119	133		121			
35	0,668	1,113	0,38	0,28	206	160	189	147	160	124	149	116		
50	0,494	0,822	0,36	0,31	244	189	228	177	188	146	180	139		

Tiếp bảng 4.38

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở ở 90°C Ω/km		Điện kháng mH/km	Điện dung μF/km	Dòng điện tải cho phép A							
					Vùng mát				Vùng nóng			
					dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
	Cu	Al			Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
Loại 1 lõi, không đai thép												
70	0,342	0,568	0,34	0,36	299	231	286	221	230	178	225	174
95	0,247	0,411	0,32	0,41	358	278	350	272	275	214	275	214
120	0,196	0,325	0,31	0,44	406	316	404	314	312	242	318	247
150	0,159	0,265	0,30	0,48	455	354	460	357	349	271	361	281
185	0,128	0,211	0,29	0,53	515	401	530	413	394	307	417	325
240	0,098	0,162	0,29	0,57	596	467	627	491	456	357	493	386
300	0,079	0,130	0,27	0,56	672	528	723	568	513	403	568	446
400	0,063	0,102	0,27	0,58	761	603	839	664	581	460	659	522
500	0,051	0,081	0,27	0,61	850	681	956	765	648	519	751	601
630	0,042	0,064	0,26	0,68	952	774	1097	891	725	589	862	700
800	0,035	0,052	0,25	0,81	1053	872	1246	1032	801	663	979	811
1000	0,030	0,044	0,25	0,70	1148	971	1388	1189	872	738	1090	934
Loại 3 lõi, đai thép												
25	0,927	1,539	0,44	0,26	154	119	138	108	123	95	110	85
35	0,668	1,113	0,43	0,28	183	142	166	129	146	113	132	102
50	0,494	0,822	0,40	0,31	216	168	198	154	173	134	158	122
70	0,342	0,568	0,39	0,36	264	205	246	191	210	163	195	152
95	0,247	0,411	0,36	0,40	317	246	299	232	252	196	238	184
120	0,196	0,325	0,36	0,44	360	280	343	266	286	222	272	212
150	0,159	0,265	0,35	0,48	404	314	389	302	320	249	309	240
185	0,128	0,211	0,34	0,53	456	356	444	346	361	282	353	275
240	0,098	0,162	0,33	0,57	526	412	524	407	417	326	414	324
300	0,079	0,130	0,31	0,56	592	466	596	468	469	368	474	373
400	0,063	0,102	0,31	0,58	671	533	689	547	530	422	548	438

**Cáp đồng và nhôm cách điện XLPE điện áp 6/10 (12) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.39

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở ở 90°C Ω/km		Điện kháng mH/km	Điện dung μF/km	Dòng điện tải cho phép (A)							
					Vùng mát				Vùng nóng			
	dưới đất				không khí		dưới đất		không khí			
	Cu	Al			Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
Loại 1 lõi, không đai thép												
25	0,927		0,42	0,19	173		157		134		124	
35	0,668	1,113	0,40	0,21	206	160	189	147	160	124	149	116
50	0,494	0,822	0,38	0,24	244	189	228	177	188	146	180	139
70	0,342	0,568	0,36	0,27	299	231	286	221	230	178	225	174
95	0,247	0,411	0,34	0,30	358	278	350	272	275	214	275	214
120	0,196	0,325	0,33	0,33	406	316	404	314	312	242	318	247
150	0,159	0,265	0,32	0,35	455	354	460	357	349	271	361	281
185	0,128	0,211	0,31	0,39	515	401	530	413	394	307	417	325
240	0,098	0,162	0,30	0,43	596	467	627	491	456	357	493	386
300	0,079	0,130	0,30	0,48	672	528	723	568	513	403	568	446
400	0,063	0,102	0,29	0,54	761	603	839	664	581	460	659	522
500	0,051	0,081	0,28	0,60	850	681	956	765	648	519	751	601
630	0,042	0,064	0,27	0,67	952	774	1097	891	725	589	862	700
800	0,035	0,052	0,26	0,75	1053	872	1246	1032	801	663	979	811
1000	0,030	0,044	0,26	0,83	1149	971	1389	1189	873	738	1091	934
1200	-	0,039	0,26	0,87	-	1025	-	1248	-	782	-	982
Loại 3 lõi, đai thép												
25	0,927	1,539	0,47	0,19	154	119	138	108	123	95	110	85
35	0,668	1,113	0,45	0,21	183	142	166	129	146	113	132	102
50	0,494	0,822	0,43	0,24	216	168	198	154	173	134	158	122
70	0,342	0,568	0,41	0,27	264	205	246	191	210	163	195	152
95	0,247	0,411	0,39	0,30	317	246	299	232	252	196	238	184
120	0,196	0,325	0,38	0,33	360	280	343	266	286	222	272	212
150	0,159	0,265	0,37	0,35	404	314	389	302	320	249	309	240
185	0,128	0,211	0,36	0,39	456	356	444	346	361	282	353	275
240	0,098	0,162	0,34	0,43	526	412	521	407	417	326	414	324
300	0,079	0,130	0,34	0,48	592	466	596	468	469	368	474	373
400	0,063	0,102	0,33	0,52	671	533	689	547	530	422	548	438

**Cáp đồng và nhôm cách điện XLPE điện áp 8,7/15 (17,5) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.40

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở ở 90°C Ω/km		Điện kháng mH/km	Điện dung μF/km	Dòng điện tải cho phép (A)							
					Vùng mát				Vùng nóng			
	Cu	Al			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
					Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
Loại 1 lõi, không đai thép												
25	0,927		0,44	0,16	173		161		134		127	
35	0,668	1,113	0,42	0,17	206	160	194	150	160	124	153	118
50	0,494	0,822	0,40	0,19	245	189	233	180	189	146	183	142
70	0,342	0,568	0,38	0,21	298	231	291	225	230	178	229	177
95	0,247	0,411	0,36	0,24	357	277	356	276	275	214	280	217
120	0,196	0,325	0,35	0,26	405	315	410	318	312	243	323	251
150	0,159	0,265	0,34	0,28	454	353	465	362	349	271	366	285
185	0,128	0,211	0,33	0,31	514	400	536	417	395	307	422	328
240	0,098	0,162	0,32	0,34	595	466	633	495	456	357	498	390
300	0,079	0,130	0,31	0,38	671	527	729	572	514	403	573	450
400	0,063	0,102	0,30	0,43	761	602	844	667	582	460	664	525
500	0,051	0,081	0,29	0,47	851	680	962	769	650	519	757	605
630	0,042	0,064	0,28	0,52	954	774	1103	894	728	590	868	703
800	0,035	0,052	0,28	0,58	1057	873	1254	1036	805	665	987	815
1000	0,030	0,044	0,27	0,64	1153	973	1397	1191	878	740	1098	937
1200	-	0,039	0,27	0,68	-	1027	-	1251	-	785	-	986
Loại 3 lõi, đai thép												
25	0,927	1,539	0,51	0,16	154	120	141	110	124	96	112	87
35	0,668	1,113	0,49	0,17	184	142	169	131	147	114	135	105
50	0,494	0,822	0,46	0,19	217	168	202	156	173	134	161	124
70	0,342	0,568	0,44	0,21	265	206	250	194	212	164	199	154
95	0,247	0,411	0,42	0,24	317	246	303	235	253	196	241	187
120	0,196	0,325	0,40	0,26	360	280	347	270	287	223	276	215
150	0,159	0,265	0,39	0,28	404	314	393	305	321	249	313	243
185	0,128	0,211	0,38	0,31	456	356	450	350	362	282	358	279
240	0,098	0,162	0,36	0,34	527	412	527	412	418	327	419	328
300	0,079	0,130	0,36	0,38	594	466	604	474	471	369	481	377
400	0,063	0,102	0,35	0,41	672	533	694	550	532	422	553	439

**Cáp đồng và nhôm cách điện XLPE điện áp 12/20 (24) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.41

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở ở 90°C Ω/km		Điện kháng mH/km	Điện dung μF/km	Dòng điện tải cho phép (A)							
					Vùng mát				Vùng nóng			
	Cu	Al			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
					Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
Loại 1 lõi, không đai thép												
25	0,927		0,46	0,13	173		163		134		129	
35	0,668	1,113	0,44	0,15	206	159	197	152	160	124	155	120
50	0,494	0,822	0,42	0,17	245	188	236	183	189	146	186	144
70	0,342	0,568	0,39	0,19	297	230	294	228	231	179	232	180
95	0,247	0,411	0,38	0,21	356	276	359	279	275	214	283	220
120	0,196	0,325	0,36	0,22	405	314	414	321	312	243	326	253
150	0,159	0,265	0,35	0,24	453	352	469	365	349	271	370	288
185	0,128	0,211	0,34	0,26	513	399	540	420	395	307	426	331
240	0,098	0,162	0,33	0,29	594	465	637	498	457	357	502	393
300	0,079	0,130	0,32	0,32	670	526	732	574	514	404	577	453
400	0,063	0,102	0,31	0,36	761	601	848	670	593	460	668	528
500	0,051	0,081	0,30	0,39	851	679	966	771	651	520	761	607
630	0,042	0,064	0,29	0,44	956	773	1108	896	730	591	873	706
800	0,035	0,052	0,28	0,48	1060	873	1260	1037	809	666	992	817
1000	0,030	0,044	0,28	0,53	1157	975	1403	1194	882	742	1104	940
1200	-	0,039	0,27	0,56	-	1029	-	1253	-	787	-	989
Loại 3 lõi, đai thép												
25	0,927	1,539	0,55	0,13	154	120	143	111	124	96	114	89
35	0,668	1,113	0,51	0,15	184	142	172	133	147	114	137	106
50	0,494	0,822	0,49	0,17	217	168	204	158	174	135	163	126
70	0,342	0,568	0,46	0,19	265	206	253	196	212	165	201	156
95	0,247	0,411	0,44	0,21	317	247	306	238	254	197	244	189
120	0,196	0,325	0,42	0,22	360	280	350	272	287	223	279	217
150	0,159	0,265	0,41	0,24	404	314	397	308	322	250	316	246
185	0,128	0,211	0,40	0,26	456	356	453	353	362	283	361	281
240	0,098	0,162	0,38	0,29	527	412	533	416	419	328	425	332
300	0,079	0,130	0,37	0,31	594	466	609	477	472	370	485	380
400	0,063	0,102	0,36	0,35	672	533	698	533	533	423	441	441

**Cáp đồng và nhôm cách điện XLPE điện áp 18/30 (36) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.42

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở ở 90°C Ω/km		Điện kháng mH/km	Điện dung μF/km	Dòng điện tải cho phép (A)									
					Vùng mát				Vùng nóng					
					dưới đất		không khí		dưới đất		không khí			
	Cu	Al			Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
Loại 1 lõi, không đai thép														
35	0,668		0,48	0,12	205		202		160		160			
50	0,494	0,822	0,45	0,13	245	189	242	188	189	146	192	149		
70	0,342	0,568	0,43	0,14	296	229	301	233	231	179	238	184		
95	0,247	0,411	0,41	0,16	354	275	366	284	276	214	290	225		
120	0,196	0,325	0,40	0,17	402	313	421	327	313	243	333	258		
150	0,159	0,265	0,38	0,18	451	350	476	370	350	272	377	293		
185	0,128	0,211	0,37	0,20	511	397	547	425	395	308	432	336		
240	0,098	0,162	0,36	0,22	592	463	644	503	457	357	509	398		
300	0,079	0,130	0,35	0,24	668	524	739	579	515	404	584	457		
400	0,063	0,102	0,33	0,26	759	599	854	673	585	461	675	532		
500	0,051	0,081	0,32	0,29	851	677	973	774	654	521	769	612		
630	0,042	0,064	0,31	0,32	958	773	1116	899	735	593	881	710		
800	0,035	0,052	0,30	0,35	1065	873	1269	1040	816	669	1002	821		
1000	0,030	0,044	0,29	0,38	1164	977	1413	1196	891	747	1115	944		
1200	-	0,039	0,29	0,41	-	1033	-	1256	-	793	-	993		
Loại 3 lõi đai thép														
35	0,668	1,113	0,57	0,12	184	143	176	137	148	115	141	109		
50	0,494	0,822	0,54	0,13	217	168	209	162	175	135	167	130		
70	0,342	0,568	0,51	0,14	266	206	259	201	213	166	207	161		
95	0,247	0,411	0,49	0,16	318	247	314	243	255	198	250	194		
120	0,196	0,325	0,47	0,17	361	280	359	279	289	224	287	223		
150	0,159	0,265	0,45	0,18	405	314	407	316	323	251	325	252		
185	0,128	0,211	0,44	0,20	457	356	463	361	365	284	370	288		
240	0,098	0,162	0,42	0,22	528	412	541	423	421	329	432	337		
300	0,079	0,130	0,41	0,23	595	466	617	483	474	371	493	386		

**Cáp đồng một lõi cách điện XLPE điện áp 36/63
đến 40/69 (72,5) kV do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.43

Tiết diện lõi mm ²	Hình dáng lõi	Điện trở Ω/km	Điện dung μF/km	I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp chống lên nhau				I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
				dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
				20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
150R	R : cả khối tròn	0,1240	0,17	400	345	460	365	420	365	525	420
185R		0,0991	0,18	480	390	525	415	510	410	600	480
240R		0,0754	0,21	520	450	615	490	555	475	710	570
300R		0,0601	0,22	585	505	705	560	625	540	810	645
400R		0,0470	0,25	660	570	810	640	715	615	945	755
500R		0,0366	0,25	745	640	925	735	815	700	1090	870
630R		0,0283	0,26	870	750	1100	870	930	800	1260	1005
800R		0,0221	0,028	975	840	1250	990	1050	900	1445	1155
1000R		0,0176	0,35	1070	920	1395	1105	1165	1000	1645	1310
1000S	S - tách	0,0176	0,35	1160	995	1520	1205	1240	1065	1750	1395
1200S	ra sáu	0,0515	0,36	1245	1070	1645	1305	1340	1155	1895	1510
1600S	phần	0,0113	0,40	1420	1220	1920	1520	1550	1335	2245	1790

**Cáp nhôm một lõi cách điện XLPE điện áp 36/63
đến 40/69 (72,5) kV do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.44

Tiết diện lõi mm ²	Hình dáng lõi	Điện trở Ω/km	Điện dung μF/km	I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp chống lên nhau				I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
				dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
				20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
150R	R : cả khối tròn	0,2060	0,17	310	270	360	285	325	280	405	325
185R		0,1640	0,19	350	305	410	325	370	320	470	375
240R		0,1250	0,22	405	350	480	380	430	370	555	440
300R		0,1000	0,22	460	395	555	440	485	420	635	505
400R		0,0778	0,25	525	450	640	505	560	480	740	590
500R		0,0605	0,25	595	515	740	585	640	550	855	680
630R		0,0469	0,26	695	600	875	695	735	630	1000	795
800R		0,0367	0,28	790	680	1010	800	835	720	1155	920
1000R		0,0291	0,35	880	755	1150	910	945	810	1335	1060
1200R		0,0247	0,35	945	815	1250	990	1020	875	1450	1155

**Cáp đồng một lõi cách điện XLPE điện áp 64/110 (123) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.45

Tiết diện lõi mm ²	Hình dáng lõi	Điện trở Ω/km	Điện dung μF/km	I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
				dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
				20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
240R	R - cá khối tròn	0,0754	0,16	515	445	615	490	550	475	700	560
300R		0,0601	0,16	580	500	700	560	620	535	795	635
400R		0,0470	0,18	655	565	805	640	710	610	925	740
500R		0,0366	0,19	740	640	925	735	810	700	1065	850
630R		0,0283	0,23	870	750	1095	870	925	795	1235	990
800R		0,0221	0,23	970	835	1245	990	1040	900	1420	1135
1000R		0,0176	0,24	1065	920	1390	1105	1155	995	1595	1275
1000S	S -	0,0176	0,27	1150	990	1510	1200	1235	1065	1720	1370
1200S	chia 6	0,0151	0,28	1230	1060	1630	1295	1330	1145	1860	1485
1600S	mảnh	0,0113	0,32	1400	1205	1900	1505	1540	1325	2200	1755

**Cáp nhôm cách điện XLPE điện áp 64/110 (123) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.46

Tiết diện lõi mm ²	Hình dáng lõi	Điện trở Ω/km	Điện dung μF/km	I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
				dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
				20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
240R	R - cá	0,1250	0,16	405	350	480	385	425	370	540	435
300R	khối	0,1000	0,17	455	395	550	440	485	420	620	495
400R	tròn	0,0778	0,19	520	450	635	505	555	480	720	575

**Cáp đồng một lõi cách điện XLPE điện áp 76/132 (145) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.47

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở Ω/km	Điện dung μF/km	I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
			20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
240R	0,0754	0,15	515	445	615	490	540	475	690	555
300R	0,0601	0,15	580	500	765	560	620	535	855	630
400R	0,0470	0,16	655	565	805	640	705	610	915	730
500R	0,0366	0,17	735	635	920	730	805	695	1055	845
630R	0,0283	0,19	865	750	1090	870	920	795	1225	980
800R	0,0221	0,20	970	835	1245	990	1040	895	1405	1120
1000R	0,0176	0,23	1065	915	1385	1100	1155	995	1580	1265
1000S	0,0176	0,23	1145	985	1500	1190	1235	1065	1690	1350
1200S	0,0151	0,25	1230	1060	1630	1295	1335	1150	1850	1480
1600S	0,0113	0,26	1400	1205	1890	1500	1545	1330	2175	1735

**Cáp nhôm một lõi cách điện XLPE điện áp 76/132 (145) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.48

Tiết diện lõi mm ²	Điện trở Ω/km	Điện dung μF/km	I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I _{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
			20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
240R	0,1250	0,15	405	350	480	385	425	370	540	430
300R	0,1000	0,16	455	395	550	440	480	415	620	495
400R	0,0778	0,17	520	450	635	505	550	480	715	570

**Cáp đồng một lõi cách điện XLPE điện áp 130/225 (245) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.49

Tiết diện lõi mm^2	Điện trở Ω/km	Điện dung $\mu\text{F}/\text{km}$	I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
			20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
400R	0,0470	0,14	645	555	795	635	700	610	895	715
500R	0,0366	0,15	725	625	910	725	800	695	1040	830
630R	0,0283	0,16	860	740	1080	860	915	790	1195	955
800R	0,0221	0,18	965	830	1235	980	1035	890	1380	1105
1000R	0,0176	0,18	1055	910	1375	1090	1145	990	1540	1230
1000S	0,0176	0,20	1130	970	1475	1175	1215	1050	1650	1320
1200S	0,0151	0,20	1215	1045	1600	1275	1320	1140	1795	1435
1600S	0,0113	0,23	1375	1180	1860	1475	1525	1310	2115	1690

**Cáp đồng một lõi cách điện XLPE điện áp 130/225 (245) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.50

Tiết diện lõi mm^2	Điện trở Ω/km	Điện dung $\mu\text{F}/\text{km}$	I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
			20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
400R	0,0778	0,14	510	440	630	500	550	475	700	560
500R	0,0605	0,15	580	500	725	580	630	545	815	655
630R	0,0469	0,16	685	590	860	685	720	625	945	755
800R	0,0367	0,17								
1000R	0,0291	0,18								
1200R	0,0247	0,20								
1600S	0,0186	0,24	930	800	1220	970	1000	865	1365	1090
			1120	965	1500	1190	1215	1045	1680	1345

**Cáp đồng một lõi cách điện XLPE điện áp 290/500 (525) kV
do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.51

Tiết diện lõi mm^2	Điện trở Ω/km	Điện dung $\mu\text{F}/\text{km}$	I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
			20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
800R	0,0221	0,13	930	795	1195	945	1000	860	1310	1045
1000R	0,0176	0,15	1015	870	1335	1065	1105	950	1480	1180
1000S	0,0176	0,16	1080	920	1430	1130	1175	1005	1580	1255
1200S	0,0151	0,17	1160	990	1540	1270	1085	1085	1705	1355
1600S	0,0113	0,18	1310	1110	1790	1460	1245	1245	2015	1600

**Cáp nhôm một lõi cách điện ALPE
điện áp 290/500 (525) kV do ALCATEL chế tạo**

Bảng 4.53

Tiết diện lõi mm^2	Điện trở Ω/km	Điện dung $\mu\text{F}/\text{km}$	I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp chồng lên nhau				I_{cp} (A) khi đặt 3 cáp cách nhau 2d			
			dưới đất		không khí		dưới đất		không khí	
			20°C	30°C	30°C	50°C	20°C	30°C	30°C	50°C
800R	0,0367	0,13	750	640	960	760	800	685	1045	835
1000R	0,0291	0,15	835	715	1090	860	900	770	1200	955
1200R	0,0247	0,16	900	765	1185	935	970	830	1315	1045
1600S	0,0186	0,17	1065	905	1445	1135	1165	995	1600	1270

Cáp đồng ba lõi 1,8 đến 3 kV, cách điện XLPE, đai thép,
vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật Bản) chế tạo

Bảng 4.53

F_{dm} 1 lõi	Hình dạng	Đường kính 1 lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ dày lớp PVC bên trong	Đường kính ngoài PVC bên trong	Đường kính sợi dây thép mạ	Độ dày vỏ PVC	Đường kính ngoài cùng	Trọng lượng	I_{cp} ngoài trời 40°C	I_{cp} dưới đất 25°C	r_o ở 20°C DC	r_o ở 90°C AC	x_o với 50 kg	I_{nts}
mm ²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ω/km	Ω/km	Ω/km	kA
10	Vận xoắn	3,7	2,0	1,0	19,6	16	1,8	27	1320	73	82	183	2,23	0,109	143
16		4,7	2,0	1,0	21,7	16	1,8	29	1600	95	105	115	1,47	0,101	2,28
25		5,9	2,0	1,0	24,3	16	1,9	32	2020	125	135	0,727	0,927	0,0946	3,57
35		7,0	2,0	1,0	26,6	16	1,9	35	2430	150	160	0,524	0,669	0,0904	5,00
50		8,1	2,0	1,2	29,5	2,0	2,1	39	3240	128	190	0,387	0,494	0,0871	7,15
70		9,7	2,0	1,2	33,0	2,0	2,2	42	4070	230	235	0,268	0,343	0,0832	10,0
95		11,4	2,0	1,2	36,6	2,0	2,3	46	5060	280	280	0,193	0,247	0,0802	13,5
120		12,8	2,0	1,4	40,0	2,5	2,4	51	6470	325	320	0,153	0,197	0,0782	17,1
150		14,3	2,0	1,4	43,3	2,5	2,5	54	750	365	360	0,124	0,160	0,0765	21,4
185		16,0	2,0	1,4	46,9	2,5	2,7	58	890	420	405	0,0991	0,129	0,0748	26,4
240		18,4	2,0	1,6	52,5	2,5	2,8	64	1100	490	465	0,0754	0,0994	0,0730	34,3
300		20,6	2,0	1,6	57,2	2,5	3,0	69	13300	560	520	0,0601	0,0808	0,0717	42,9
400		23,3	2,0	1,6	63,0	2,5	3,2	76	16300	640	580	0,0470	0,0653	0,0704	57,2
500		26,3	2,2	1,8	70,9	3,15	3,5	86	21000	725	640	0,0366	0,0533	0,0702	71,5

Cáp đồng 3 lõi 3,6 đến 6 kV, cách điện XLPE, đai thép,
vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật Bản) chế tạo

Bảng 4.54

F_{dm} 1 lõi	Hình dạng	Đường kính 1 lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ dày lớp PVC bên trong	Đường kính ngoài PVC bên trong	Đường kính sợi dây thép mạ	Độ dày vỏ PVC	Đường kính ngoài cứng	Trong lượng	I_{cp} ngoài trời 40°C	I_{cp} dưới đất 25°C	r_o ở 20°C D.C	r_o ở 90°C A.C	C_o	x_o với 50 kg	I_{hts}
mm^2		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ω/km	Ω/km	$\mu F/km$	Ω/km	kA
10	Vận xoắn	3,7	2,5	12	25,9	2,0	2,1	35	2100	80	87	183	2,33	0,19	0,127	143
16		4,7	2,5	12	28,0	2,0	2,2	37	2470	105	110	115	147	0,21	0,117	228
25		5,9	2,5	12	30,5	2,0	2,3	40	2920	135	140	0,727	0,927	0,24	0,109	357
35		7,0	2,5	12	33,2	2,0	2,3	42	3410	165	170	0,524	0,668	0,28	0,105	500
50	Vận xoắn	8,1	2,5	13	35,9	2,5	2,5	46	4410	195	200	0,387	0,494	0,31	0,100	715
70		9,7	2,5	14	39,6	2,5	2,6	50	5350	245	245	0,268	0,342	0,35	0,0949	100
95		11,4	2,5	14	43,7	2,5	2,7	55	6510	300	290	0,193	0,247	0,40	0,0914	135
120		12,8	2,5	15	46,9	2,5	2,8	58	7550	340	330	0,153	0,196	0,43	0,0885	171
150		14,3	2,5	15	50,1	2,5	2,9	61	8670	385	365	0,124	0,160	0,47	0,0860	214
185		16,0	2,5	16	54,0	2,5	3,0	65	10000	440	415	0,0991	0,128	0,52	0,0837	264
240		18,4	2,6	17	59,9	2,5	3,2	72	12500	515	475	0,0754	0,0988	0,56	0,0817	343
300		20,6	2,8	18	65,7	3,15	3,5	80	15900	585	530	0,0601	0,0800	0,57	0,0805	429
400		23,3	3,0	2,0	72,6	3,15	3,8	88	19300	665	590	0,0470	0,0643	0,60	0,0790	572
500		26,3	3,2	2,1	80,3	3,15	4,0	96	23200	745	650	0,0366	0,0522	0,62	0,0779	715

Cáp đồng 6 đến 10 kV, ba lõi, cách điện XLPE, đai thép,
vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật Bản) chế tạo

Bảng 4.55

F_{dm} 1 lõi	Hình dạng	Đường kính 1 lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ dày lớp PVC bên trong	Đường kính ngoài PVC bên trong	Đường kính sợi dây thép mạ	Độ dày vỏ PVC	Đường kính ngoài cùng	Trong lượng	I_{cp} ngoài trời 40°C	I_{cp} dưới đất 25°C	r_o ở 20°C D.C	r_o ở 90°C A.C	C_o	x_o với 50 kg	I_{n15}
mm^2		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ω/km	Ω/km	$\mu F/km$	Ω/km	kA
16	Vận xoắn	4,7	3,4	12	32,3	2,0	2,3	41	2870	105	110	115	147	0,17	0,128	228
25		5,9	3,4	13	35,1	2,5	2,4	45	3760	140	140	0,727	0,927	0,19	0,118	357
35		7,0	3,4	13	37,8	2,5	2,5	48	4310	170	170	0,524	0,668	0,22	0,113	500
50		8,1	3,4	14	40,4	2,5	2,6	51	4940	200	200	0,387	0,494	0,24	0,108	715
70		9,7	3,4	14	43,9	2,5	2,7	55	5880	250	245	0,268	0,342	0,27	0,120	1010
95		11,4	3,4	15	48,2	2,5	2,9	59	7120	300	290	0,193	0,247	0,31	0,0976	135
120		12,8	3,4	16	51,3	2,5	3,0	63	8180	345	330	0,153	0,196	0,33	0,0944	171
150		14,3	3,4	16	54,6	2,5	3,1	66	9330	390	365	0,124	0,160	0,36	0,0915	214
185		16,0	3,4	17	58,4	2,5	3,2	70	10800	445	410	0,0991	0,128	0,40	0,0888	264
240		18,4	3,4	18	63,8	3,15	3,4	78	14000	520	475	0,0754	0,0986	0,44	0,0856	343
300		20,6	3,4	19	68,7	3,15	3,6	84	16400	585	525	0,0601	0,0798	0,48	0,0833	429
400		23,3	3,4	20	74,7	3,15	3,8	90	19600	665	590	0,0470	0,0641	0,53	0,0809	572
500		26,3	3,4	21	81,4	3,15	4,0	97	23400	745	650	0,0366	0,0521	0,59	0,0788	715

Cáp đồng 8,7 đến 15 kV, ba lõi, cách điện XLPE, đai thép,
vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật Bản) chế tạo

Bảng 4.56

F_{dm} l lõi	Hình dạng	Đường kính l lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ dày lớp PVC bên trong	Đường kính ngoài PVC bên trong	Đường kính sợi dây thép ma	Độ dày vỏ PVC	Đường kính ngoài cùng	Trong lượng	I_{cp} ngoài trời 40°C	I_{cp} dưới đất 25°C	r_o ở 20°C D.C	r_o ở 90°C A.C	C_o	x_o với 50 kg	I_{N15}
mm^2		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ω/km	Ω/km	$\mu F/km$	Ω/km	kA
25	Vấn xoắn	5,9	4,5	1,4	42,2	2,5	2,6	53	4640	140	140	0,727	0,927	0,16	0,131	3,57
35		7,0	4,5	1,4	44,8	2,5	2,7	56	5220	170	170	0,524	0,668	0,18	0,124	5,00
50		8,1	4,5	1,5	47,5	2,5	2,8	59	5920	200	200	0,387	0,494	0,20	0,118	7,15
70		9,7	4,5	1,5	51,0	2,5	2,9	62	6910	250	245	0,268	0,342	0,22	0,112	10,0
95	Vấn xoắn	11,4	4,5	1,6	55,3	2,5	3,0	67	8170	305	290	0,193	0,247	0,25	0,107	13,5
120		12,8	4,5	1,7	58,4	2,5	3,1	70	9260	350	330	0,153	0,196	0,27	0,103	17,1
150		14,3	4,5	1,7	61,6	2,5	3,2	74	10500	395	370	0,124	0,159	0,29	0,0994	21,4
185		16,0	4,5	1,8	65,5	3,15	3,4	80	12900	450	410	0,0991	0,128	0,31	0,0962	26,4
240		18,4	4,5	1,9	70,9	3,15	3,6	86	15400	520	475	0,0754	0,0983	0,35	0,0924	34,3
300		20,6	4,5	2,0	75,8	3,15	3,7	91	17800	590	530	0,0601	0,0794	0,38	0,0896	42,9
400		23,3	4,5	2,1	81,8	3,15	4,0	98	21100	665	590	0,0470	0,0636	0,42	0,0868	57,2
500		26,3	4,5	2,2	88,5	3,15	4,2	105	25000	750	650	0,0366	0,0515	0,46	0,0842	71,5

Cáp đồng ba lõi 12 đến 24 kV, cách điện XLPE, đai thép, vỏ PVC
do hãng FURUKAWA (Nhật Bản) chế tạo

Bảng 4.57

F_{dm} 1 lõi	Hình dạng	Đường kính 1 lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ dày lớp PVC bên trong	Đường kính ngoài PVC bên trong	Đường kính sợi dây thép mạ	Độ dày vỏ PVC	Đường kính ngoài cùng	Trọng lượng	I_{cp} ngoài trời 40°C	I_{cp} dưới đất 25°C	r_o ở 20°C D.C	r_o ở 90°C A.C	C_o	x_o với 50 kg	I_{N15}
mm^2		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ω/km	Ω/km	$\mu F/km$	Ω/km	kA
35	Vấn xoắn	7,0	5,5	15	49,4	2,5	2,8	60	5880	170	170	0,524	0,568	0,16	0,130	5,00
50		8,1	5,5	16	52,0	2,5	2,9	63	6560	205	200	0,387	0,494	0,17	0,124	7,15
70		9,7	5,5	16	55,5	2,5	3,1	67	7610	250	240	0,268	0,342	0,19	0,117	10,0
95		11,4	5,5	17	59,7	2,5	3,2	72	8890	305	290	0,193	0,247	0,21	0,112	13,5
120		12,8	5,5	17	62,7	3,15	3,3	77	10900	350	330	0,153	0,196	0,23	0,108	17,1
150	Vấn xoắn	14,3	5,5	18	66,2	3,15	3,4	81	12200	395	365	0,124	0,159	0,25	0,104	21,4
185		16,0	5,5	19	70,0	3,15	3,6	85	13800	450	410	0,0991	0,128	0,27	0,100	26,4
240		18,4	5,5	20	75,4	3,15	3,7	91	16200	520	470	0,0754	0,0981	0,30	0,0963	34,3
300		20,6	5,5	20	80,1	3,15	3,9	96	18700	590	525	0,0601	0,0792	0,32	0,0933	42,9
400		23,3	5,5	22	86,3	3,15	4,1	102	22100	665	585	0,0470	0,0634	0,35	0,0902	57,2
500		26,3	5,5	23	93,0	3,15	4,3	109	26000	750	650	0,0366	0,0512	0,39	0,0873	71,5

Cáp đồng ba lõi 18 đến 36 kV, cách điện XLPE, đai thép,
vỏ PVC do hãng FURUKAWA (Nhật Bản) chế tạo

Bảng 4.58

F_{dm} 1 lõi	Hình dạng	Đường kính 1 lõi	Độ dày lớp XLPE	Độ lớp PVC bên trong	Đường kính ngoài PVC bên trong	Đường kính sợi dây thép mạ	Độ dày vỏ PVC	Đường kính ngoài cùng	Trong lượng	I_{cp} ngoài trời 40°C	I_{cp} dưới đất 25°C	r_o ở 20°C D.C	r_o ở 90°C A.C	C_o	x_o với 50 kg	I_{N15}
mm^2		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A	Ω/km	Ω/km	$\mu F/km$	Ω/km	kA
50		8,1	8,0	1,8	63,3	3,15	3,4	78	9220	205	200	0,387	0,494	0,13	0,137	7,15
70		9,7	8,0	1,8	66,8	3,15	3,5	82	10400	255	240	0,268	0,342	0,15	0,129	10,0
95		11,4	8,0	1,9	71,1	3,15	3,6	86	11800	310	290	0,193	0,247	0,16	0,123	13,5
120		12,8	8,0	2,0	74,3	3,15	3,7	89	13000	350	325	0,153	0,196	0,18	0,118	17,1
150	Vấn xoắn	14,3	8,0	2,0	77,5	3,15	3,8	93	14300	395	365	0,124	0,159	0,19	0,114	21,4
185		16,0	8,0	2,1	81,4	3,15	4,0	97	16100	450	410	0,0991	0,128	0,20	0,110	26,4
240		18,4	8,0	2,2	86,8	3,15	4,1	103	18600	520	470	0,0754	0,0978	0,22	0,105	34,3
300		20,6	8,0	2,3	91,7	3,15	4,3	108	21200	590	525	0,0601	0,0789	0,24	0,102	42,9
400		23,3	8,0	2,4	97,7	3,15	4,5	114	24700	665	585	0,0470	0,0629	0,26	0,0981	57,2
500		26,3	8,0	2,5	104,3	3,15	4,7	121	28700	750	650	0,0366	0,0506	0,29	0,0947	71,5

Đặc tính cơ lý của dây dẫn do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 4.59

Vật liệu dây dẫn	Trọng lượng riêng, N/dm ³	Cường độ giới hạn đứt, N/mm ²	Môđun đàn hồi, N/mm ²	Hệ số nhiệt nở dài, độ ⁻¹
Đồng kéo cứng	87,2	382	127.10 ³	17.10 ⁻⁶
Đồng đỏ	87,2	529	127.10 ³	18.10 ⁻⁶
Nhôm	26,5	147 - 157(+)	616.10 ³	23.10 ⁻⁶
Hợp kim andơrây (Al, Mg, Si)	26,5	294 - 343	(55-55,8).10 ³	23.10 ⁻⁶
Thép :				
đơn IIIC	77	540	196.10 ³	12.10 ⁻⁶
bện IIC và IIMC	77	636 - 685(++)	196.10 ³	12.10 ⁻⁶
trong dây nhôm lõi thép				
và dây thép chống sét	77	1175	196.10 ³	12.10 ⁻⁶

**Các số liệu tính toán của dây đồng và
dây nhôm do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 4.60

Tiết diện định mức, mm ²	Tiết diện tính toán, mm ²	Đường kính tính toán của dây dẫn, mm	Điện trở khi nhiệt độ 20°C, Ω/km không lớn hơn	Khối lượng tính toán của dây dẫn, kg/km
M				
4	3,94	2,2	4,65	35
6	5,85	2,7	3,06	52
10	9,79	3,5	7,81	87
16	15,5	5,0	1,20	140
25	24,5	6,3	0,74	221
35	34,1	7,5	0,54	323
50	48,5	8,9	0,39	439
70	68,3	10,7	0,28	618
95	92,5	12,5	0,20	837
120	117	14,0	0,158	1058
150	148	15,8	0,123	1338
185	180	17,4	0,103	1627
240	234	19,9	0,078	2120
300	288	22,1	0,062	2608
400	389	25,6	0,047	3521

Tiếp bảng 4.60

Tiết diện định mức, mm ²	Tiết diện tính toán, mm ²	Đường kính tính toán của dây, mm	Điện trở khi nhiệt độ 20°C, Ω/km không lớn hơn	Khối lượng tính toán của dây dẫn, kg/km
A				
16	15,9	5,1	1,98	41
25	24,7	6,4	1,28	68
35	34,4	7,5	0,92	95
50	49,5	9,0	0,64	136
70	69,3	10,7	0,46	191
95	93,3	12,4	0,34	257
120	117	14,0	0,27	322
150	148	15,8	0,21	407
185	183	17,5	0,17	503
240	239	20,0	0,132	656
300	298	22,4	0,106	817
400	396	25,8	0,080	1087
500	501	29,1	0,063	1376
600	604	32,0	0,052	1658

Số liệu tính toán của dây nhôm lõi thép
do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 4.61

Tiết diện định mức của dây dẫn, mm ²	Tiết diện tính toán của dây dẫn, mm ²		Đường kính tính toán, mm		Điện trở khi nhiệt độ +20°C, Ω/km, không lớn hơn	Khối lượng tính toán của dây dẫn, kg/km
	Phần nhôm dẫn điện của dây dẫn	Lõi thép	Dây dẫn	Lõi thép		
AC						
10	10,1	11,3	4,4	12	3,12	36
16	15,3	2,50	5,4	18	2,06	62
25	22,8	3,80	6,6	22	1,38	92
35	36,9	6,20	8,4	28	0,85	150
50	48,3	8,0	9,6	3,2	0,65	196
70	68,0	11,3	11,4	3,8	0,46	275
95	95,4	15,9	13,5	4,5	0,33	386
120	115	22,0	15,2	6,0	0,27	492

Tiếp bảng 4.61

150	148	26,6	17,0	6,6	0,21	617
185	181	34,4	19,0	7,5	0,17	771
240	238	43,1	21,6	8,4	0,132	997
300	295	56,3	24,2	9,6	0,107	1257
400	395	72,2	28,0	11,0	0,080	1660
ACO						
150	148	17,8	16,6	5,4	0,21	559
185	181	22,0	18,4	6,0	0,17	687
240	243	31,7	21,6	7,2	0,130	937
300	291	37,2	23,5	7,8	0,108	1098
400	322	49,5	27,2	9,0	0,080	1501
500	482	59,7	30,2	10,0	0,065	1836
600	578	72,2	33,1	11,0	0,055	2206
700	712	93,3	37,1	12,5	0,044	2756
ACY						
120	116	26,6	15,5	6,6	0,28	530
150	147	34,4	17,5	7,5	0,21	678
185	185	43,1	19,6	8,4	0,17	850
240	241	56,3	22,4	9,6	0,131	1111
300	297	72,2	25,2	11,0	0,106	1390
400	400	93,3	29,0	12,5	0,079	1840

**Dòng điện cho phép của dây không bọc (dây trần),
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 4.62

Dây đồng			Dây nhôm			Dây nhôm lõi thép	
Tiết diện mm ²	Dòng điện cho phép, A		Tiết diện mm ²	Dòng điện cho phép, A		Mã hiệu dây dẫn	Dòng điện cho phép khi đặt ngoài trời, A
	Đặt ngoài trời	Đặt trong nhà		Đặt ngoài trời	Đặt trong nhà		
4	50	25	10	75	55	AC - 16	105
6	70	35	16	105	80	AC - 25	135
10	95	60	25	135	110	AC - 35	170
16	130	100	35	170	135	AC - 50	220
25	180	140	50	215	170	AC - 70	275
35	220	175	70	265	215	AC - 95	335
50	270	220	95	325	260	AC - 120	380

Tiếp bảng 4.62

Dây đồng			Dây nhôm			Dây nhôm lõi thép	
Tiết diện mm ²	Dòng điện cho phép, A		Tiết diện mm ²	Dòng điện cho phép, A		Mã hiệu dây dẫn	Dòng điện cho phép khi đặt ngoài trời, A
	Đặt ngoài trời	Đặt trong nhà		Đặt ngoài trời	Đặt trong nhà		
70	340	280	120	375	310	AC - 150	445
95	415	340	150	440	370	AC - 185	515
120	485	405	185	500	425	AC - 240	610
-	-	-	240	610	-	AC - 300	700
-	-	-	-	-	-	AC - 400	800
-	-	-	-	-	-	ACY - 300	710
-	-	-	-	-	-	ACY - 400	865

**Dòng điện phụ tải cho phép của dây dẫn và dây chum ruột đồng
có cách điện bằng cao su và PVC, A do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 4.63

Tiết diện ruột, mm ²	Dây dẫn để lộ ở ngoài	Dây dẫn một ruột đặt trong cùng một ống		
		hai dây	ba dây	bốn dây
0,5	11	-	-	-
0,75	15	-	-	-
1	17	16	15	14
1,5	23	19	17	16
2,5	30	27	25	25
4	41	38	35	30
6	50	46	42	40
10	80	70	60	50
16	100	85	80	75
25	140	115	100	90
35	170	135	125	115
50	215	185	170	150
70	270	225	210	185
95	330	275	255	225
120	385	315	290	260
150	440	360	330	-
185	510	-	-	-
240	605	-	-	-
300	695	-	-	-
400	830	-	-	-

Khi xác định số dây dẫn đặt trong cùng một ống thì không tính đến dây
trung tính của hệ thống điện xoay chiều ba pha bốn dây.

**Dòng điện phụ tải cho phép của dây dẫn ruột nhôm có cách điện
bằng cao su và PVC, A do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 4.64

Tiết diện ruột, mm ²	Dây dẫn để lộ ở ngoài	Dây dẫn một ruột đặt trong cùng một ống		
		dai dây	ba dây	bốn dây
2,5	24	20	19	19
4	32	28	28	23
6	39	36	32	30
10	55	50	47	39
16	80	60	60	55
25	105	85	80	70
35	130	100	95	85
50	165	140	130	120
70	210	175	165	140
95	255	215	200	175
120	295	245	220	200
150	340	275	255	-
185	390	-	-	-
240	465	-	-	-
300	535	-	-	-
400	645	-	-	-

Khi xác định số dây dẫn đặt trong cùng một ống, không tính đến dây trung tính của hệ thống xoay chiều ba pha bốn dây.

**Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột đồng có cách điện
bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không cháy có vỏ chì
hay nhôm đặt trong đất do Liên Xô (cũ) chế tạo, A.**

Bảng 4.65

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	50
6	-	-	60
10	80	-	85
16	105	95	115
25	135	120	150
35	160	150	175
50	200	180	215
70	245	215	265

Tiếp bảng 4.65

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
95	295	265	310
120	340	310	350
150	390	355	395
185	440	400	450
240	510	460	-

Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột đồng có cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không cháy có vỏ chì hay nhôm đặt trong đất do Liên Xô (cũ) chế tạo, A.

Bảng 4.66

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	35
6	-	-	45
10	55	-	60
16	65	60	80
25	90	85	100
35	110	105	120
50	145	135	145
70	175	165	185
95	215	200	215
120	250	240	260
150	290	270	300
185	325	305	340
240	375	350	-

Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột nhôm có cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không cháy, vỏ chì hay nhôm đặt trong đất do Liên Xô (cũ) chế tạo, A.

Bảng 4.67

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	38
6	-	-	46
10	60	-	65
16	80	75	90
25	105	90	115
35	125	115	135
50	155	140	165
70	190	165	200
95	225	205	240
120	260	240	270
150	300	275	305
185	300	310	345
240	390	355	-

Dòng điện phụ tải cho phép của cáp ruột nhôm có cách điện bằng giấy tẩm nhựa thông và nhựa không cháy, vỏ chì hay nhôm đặt trong đất không khí do Liên Xô (cũ) chế tạo, A.

Bảng 4.68

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
4	-	-	27
6	-	-	35
10	42	-	45
16	50	46	60
25	70	65	75
35	85	80	95

Tiếp bảng 4.68

Tiết diện ruột, mm ²	Cáp ba ruột		Cáp bốn ruột
	6 kV	10 kV	dưới 1 kV
	Nhiệt độ cho phép của ruột cáp, °C		
	65	60	80
50	110	105	110
70	135	130	140
95	165	155	165
120	190	185	200
150	225	210	230
185	250	235	260
240	290	270	-

Dòng điện phụ tải cho phép của cáp có cách điện bằng giấy tẩm nhựa cách điện, vỏ bằng PVC (mã hiệu BM, ABM, ABM) đặt trong đất do Liên Xô (cũ) chế tạo, A.

Bảng 4.69

Tiết diện, mm ²	Cáp dưới 1 kV			
	Ruột đồng		Ruột nhôm	
	ba ruột	bốn ruột	ba ruột	bốn ruột
	Nhiệt độ cho phép của ruột 65°C			
4	50	40	40	30
6	70	60	55	45
10	90	80	70	60
16	125	115	95	90
25	150	135	115	105
35	190	170	145	130
50	230	205	175	160
70				

**Cảm kháng của đường dây trên không
dây dẫn đồng và nhôm, x_0 (Ω/km)**

Bảng 4.70

Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn, mm	Mã hiệu dây dẫn												
	M-6	M-10	M-16 A-16	M-25 A-25	M-35 A-35	M-50 A-50	M-70 A-70	M-95 A-95	M-120 A-120	M-150 A-150	M-185 A-185	M-240	M-300
400	0,371	0,355	0,333	0,319	0,308	0,297	0,283	0,274	-	-	-	-	-
600	0,397	0,381	0,358	0,345	0,336	0,325	0,309	0,300	0,292	0,287	0,280	-	-
800	0,415	0,399	0,377	0,363	0,352	0,344	0,327	0,318	0,310	0,305	0,298	-	-
1000	0,429	0,413	0,391	0,377	0,366	0,355	0,341	0,332	0,324	0,319	0,313	0,305	0,298
1250	0,443	0,427	0,405	0,391	0,380	0,369	0,355	0,346	0,338	0,333	0,327	0,319	0,311
1500	-	0,438	0,416	0,402	0,391	0,380	0,366	0,357	0,349	0,344	0,338	0,330	0,323
2000	-	0,457	0,435	0,421	0,410	0,398	0,385	0,376	0,368	0,363	0,357	0,349	0,342
2500	-	-	0,449	0,435	0,421	0,413	0,399	0,390	0,382	0,377	0,371	0,363	0,353
3000	-	-	0,460	0,446	0,435	0,423	0,410	0,401	0,393	0,388	0,382	0,374	0,374
3500	-	-	0,470	0,456	0,445	0,433	0,420	0,411	0,403	0,398	0,392	0,384	0,377
4000	-	-	0,478	0,464	0,453	0,441	0,428	0,419	0,411	0,406	0,400	0,392	0,385
4500	-	-	-	0,471	0,460	0,448	0,435	0,426	0,418	0,413	0,407	0,399	0,392
5000	-	-	-	-	0,467	0,456	0,442	0,433	0,425	0,420	0,414	0,406	0,399
5500	-	-	-	-	-	0,462	0,448	0,439	0,431	0,426	0,420	0,412	0,405
6000	-	-	-	-	-	0,468	0,454	0,445	0,437	0,432	0,426	0,418	0,411

Cảm kháng của đường dây trên không
dây nhôm lõi thép, x_0 (Ω/km)

Bảng 4.71

Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn, mm	Mã hiệu dây dẫn														
	AC-35	AC-50	AC-70	AC-95	AC-120	AC-150	AC-185	AC-240	AC-300	AC-400	ACY- 300	ACY- 400	ACO- 300	ACO- 500	ACO- 600
2000	0,403	0,392	0,382	0,371	0,365	0,358	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500	0,417	0,406	0,396	0,385	0,379	0,372	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	0,429	0,418	0,408	0,397	0,391	0,381	0,377	0,369	-	-	-	-	-	-	-
3500	0,438	0,427	0,417	0,406	0,400	0,398	0,386	0,378	-	-	-	-	-	-	-
4000	0,446	0,435	0,425	0,414	0,408	0,404	0,394	0,386	-	-	-	-	-	-	-
4500	-	-	0,433	0,422	0,416	0,409	0,402	0,394	-	-	-	-	-	-	-
5000	-	-	0,440	0,429	0,423	0,416	0,409	0,401	-	-	-	-	-	-	-
5500	-	-	-	-	0,429	0,422	0,415	0,407	-	-	-	-	-	-	-
6000	-	-	-	-	-	-	-	0,413	0,404	0,396	0,402	0,393	-	-	-
6500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,409	0,400	0,407	0,398	-	-	-
7000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,414	0,406	0,412	0,403	-	-	-
7500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,418	0,409	0,417	0,408	-	-	-
8000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,422	0,414	0,421	0,412	-	-	-
8500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,425	0,418	0,424	0,415	-	-	-
9000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,427	0,420	0,426	0,416	0,408

Dung dẫn của đường dây trên không,
dây nhôm lõi thép, $b_0(\frac{1}{\Omega \cdot \text{km}} \cdot 10^{-6})$

Bảng 4.72

Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn, m	Mã hiệu dây dẫn												
	AC-70	AC-95	AC-120	AC-150	AC-185	AC-240	AC-300	AC-400	ACY-300	ACY-400	ACO-300	ACO-500	ACO-600
3,0	2,79	2,87	2,92	2,97	3,03	3,10	-	-	-	-	-	-	-
3,5	2,73	2,81	2,85	2,90	2,96	3,02	-	-	-	-	-	-	-
4,0	2,68	1,71	2,79	2,85	2,90	2,96	-	-	-	-	-	-	-
4,5	2,62	2,69	2,74	2,79	2,84	2,89	-	-	-	-	-	-	-
5,0	2,58	2,65	2,69	2,74	2,82	2,85	-	-	-	-	-	-	-
Khoảng cách trung bình hình học giữa các dây dẫn, m	Mã hiệu dây dẫn												
	AC-70	AC-95	AC-120	AC-150	AC-185	AC-240	AC-300	AC-400	ACY-300	ACY-400	ACO-300	ACO-500	ACO-600
5,5			2,67	2,70	2,71	2,80	-	-	-	-	-	-	-
6,0	-	-	-	-	-	2,76	2,81	2,88	2,84	2,91	-	-	-
6,5	-	-	-	-	-	-	2,78	2,84	2,80	2,87	-	-	-
7,0	-	-	-	-	-	-	2,74	2,78	2,77	2,83	-	-	-
7,5	-	-	-	-	-	-	2,71	2,76	2,73	2,80	-	-	-
8,0	-	-	-	-	-	-	2,69	2,73	2,70	2,77	-	-	-
8,5	-	-	-	-	-	-	2,67	2,70	2,68	2,75	-	-	-
9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	2,74	2,78

**Hệ số hiệu chỉnh k_1 về nhiệt độ của môi trường
xung quanh đối với phụ tải của cáp,
dây dẫn cách điện và không cách điện**

Bảng 4.73

Nhiệt độ tiêu chuẩn của môi trường xung quanh °C	Nhiệt độ lớn nhất cho phép của dây, °C	Hệ số k_1 khi nhiệt độ của môi trường xung quanh là, °C											
		-5	-0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15 25	80	1,14 1,24	1,11 1,20	1,08 1,17	1,04 1,13	1,00 1,09	0,96 1,04	0,92 1,00	0,88 0,95	0,83 0,90	0,78 0,85	0,73 0,80	0,68 0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15 25	65	1,18 1,32	1,14 1,27	1,10 1,22	1,05 1,17	1,00 1,12	0,95 1,06	0,89 1,00	0,84 0,94	0,77 0,87	0,71 0,79	0,63 0,71	0,55 0,61
15 25	60	1,20 1,36	1,16 1,31	1,12 1,25	1,06 1,20	1,00 1,13	0,94 1,07	0,88 1,00	0,82 0,93	0,75 0,85	0,67 0,76	0,57 0,66	0,47 0,54

**Hệ số hiệu chỉnh k_2 về số dây cáp cùng đặt
trong một hầm cáp hoặc một rãnh dưới đất**

Bảng 4.74

Khoảng cách giữa các sợi cáp, mm	Số sợi cáp						
	1	2	3	4	5	6	7 - 10
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75	0,7
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81	0,8
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85	0,8

Bộ nối cáp ngầm trung áp do CEET (Pháp) chế tạo

Bảng 4.75

Điện áp (kV) (tối đa)	Tiết diện, mm ²	Kiểu mẫu (tham khảo)
7,2	95 - 150	RTU 7/150
	185/300	RTU 7/150
12	50/150	RTU 12/150
	150/300	RTU 12/300
25	25/50	RTU 25/50
	50/150	RTU 25/150
	150/300	RTU 25/300
36	35/50	RTU 36/50
	50/150	RTU 36/150
	150/300	RTU 36/300

Bộ đầu cáp trung áp do CEET (Pháp) chế tạo

Bảng 4.76

Điện áp (kV)	Cỡ mm ²	Trong nhà	Ngoài trời
12 tới 17,5	35 - 70	1 lõi XLPE EUI-S-15/1	1 lõi XLPE EUEP-S-15/1
	95 - 300	EUI-S-15/3	EUEP-S-15/3
	400 - 800	EUI-S-15/4	EUEP-S-15/4
12 tới 17,5	16 - 50	3 lõi XLPE (có màng bao) ETI-15/0	3 lõi XLPE (có màng bao) ETEP-15/0
	50 - 120	ETI-15/1	ETEP-15/1
	120 - 300	ETI-15/3	ETEP-15/3

Tiếp bảng 4.76

Điện áp, (kV)	Cỡ (mm ²)	Trong nhà	Ngoài trời
12 tới 17,5	35 - 50 70 - 120 150 - 300	3 lõi PILC (có đai) EXI-C-15/0 EXI-C-15/1 EXI-C-15/3	3 lõi PILC (có đai) EXEP-C-15/0 EXEP-C-15/1 EXEP-C-15/3
24 hoặc 25	25 - 50 35 - 150 150 - 300 400 - 630 800 - 1200	1 sợi XLPE EUI-S-24/0 EUI-S-24/1 EUI-S-24/3 EUI-S-24/4 EUI-S-24/5	1 sợi XLPE EUEP-S-24/0 EUEP-S-24/1 EUEP-S-24/3 EUEP-S-24/4 EUEP-S-24/5
24 hoặc 25	35 - 50 70 - 120 150 - 300	3 sợi (có màng bao) XLPE PILC ETI-24/0 ETI-24/0 ETI-24/0 EXI-24/0 EXI-24/3 EXI-24/3	3 sợi (có màng bao) XLPE PILC ETEP-24/0 EXEP-24/0 ETEP-24/0 EXEP-24/0 ETEP-24/3 EXEP-24/3
36	35 - 95 50 - 300	1 sợi XLPE EUI-S-36/1 EUI-S-36/3	1 sợi XLPE EUEP-S-36/1 EUEP-S-36/3
36	35 - 150 150 - 300	3 sợi (có màng bao) XLPE PILC ETI-36/1 EXI-36/1 ETI-36/3 EXI-36/3	3 sợi (có màng bao) XLPE PILC ETEP-36/1 EXEP-36/1 ETEP-36/3 EXEP-36/3

**Bộ đầu cáp XLPE, ba lõi, điện áp 3,6/6 (7,2) kV
do SUCOFIT chế tạo**

Bảng 4.77

Mã hiệu	Điện áp	Nơi dùng I - trong nhà F - ngoài trời	Đầu cốt
SMST-6I-GX3A1	3,6/6/(7,2) kV	I	16 - 70 mm ²
SMST-6I-GX3B1	3,6/6/(7,2) kV	I	16 - 70 mm ²
SMST-6I-GX3C1	3,6/6/(7,2) kV	I	16 - 70 mm ²
SMST-6F-GX3B1	3,6/6/(7,2) kV	F	16 - 70 mm ²
SMST-6F-GX3C1	3,6/6/(7,2) kV	F	16 - 70 mm ²
SMST-6I-GX3B2	3,6/6/(7,2) kV	I	50 - 150 mm ²
SMST-6I-GX3C2	3,6/6/(7,2) kV	I	50 - 150 mm ²
SMST-6I-GX3D2	3,6/6/(7,2) kV	I	50 - 150 mm ²
SMST-6F-GX3B2	3,6/6/(7,2) kV	F	50 - 150 mm ²
SMST-6F-GX3C2	3,6/6/(7,2) kV	F	50 - 150 mm ²
SMST-6F-GX3D2	3,6/6/(7,2) kV	F	50 - 150 mm ²
SMST-6I-GX3B3	3,6/6/(7,2) kV	I	120 - 300 mm ²
SMST-6I-GX3C3	3,6/6/(7,2) kV	I	120 - 300 mm ²
SMST-6I-GX3D3	3,6/6/(7,2) kV	I	120 - 300 mm ²
SMST-6F-GX3C3	3,6/6/(7,2) kV	F	120 - 300 mm ²
SMST-6F-GX3D3	3,6/6/(7,2) kV	F	120 - 300 mm ²

**Bộ đầu cáp XLPE, một lõi, điện áp 6/10 (12) kV
do SUCOFIT chế tạo**

Bảng 4.78

Mã hiệu	Điện áp	Nơi dùng I - trong nhà F - ngoài trời	Đầu cốt
SMTS-10I-GX100	6/10 (12) kV	I	10 - 16 mm ²
SMST-10F-GX100	6/10 (12) kV	F	10 - 16 mm ²
SMTS-10I-GX101	6/10 (12) kV	I	16 - 50 mm ²
SMST-10F-GX101	6/10 (12) kV	F	16 - 50 mm ²

Tiếp bảng 4.78

Mã hiệu	Điện áp	Nơi dùng I - trong nhà F - ngoài trời	Đầu cốt
SMST-10I-GX102	6/10 (12) kV	I	35 - 120 mm ²
SMST-10F-GX102	6/10 (12) kV	F	35 - 120 mm ²
SMST-10I-GX103	6/10 (12) kV	I	95 - 300 mm ²
SMST-10F-GX103	6/10 (12) kV	F	95 - 300 mm ²
SMST-10I-GX104	6/10 (12) kV	I	150 - 500 mm ²
SMST-10F-GX104	6/10 (12) kV	F	150 - 500 mm ²
SMST-10I-GX105	6/10 (12) kV	I	400 - 1000 mm ²
SMST-10F-GX105	6/10 (12) kV	F	400 - 1000 mm ²

**Bộ đầu cáp XLPE, một lõi, điện áp 12/20 (24) kV
do SUCOFIT chế tạo**

Bảng 4.79

Mã hiệu	Điện áp	Nơi dùng I - trong nhà F - ngoài trời	Tiết diện cáp
SMST-20I-GX101	12/20 (24) kV	I	16 - 50 mm ²
SMST-20F-GX101	12/20 (24) kV	F	16 - 50 mm ²
SMST-20I-GX102	12/20 (24) kV	I	25 - 95 mm ²
SMST-20F-GX102	12/20 (24) kV	F	25 - 95 mm ²
SMST-20I-GX103	12/20 (24) kV	I	70 - 240 mm ²
SMST-20F-GX103	12/20 (24) kV	F	70 - 240 mm ²
SMST-20I-GX104	12/20 (24) kV	I	120 - 400 mm ²
SMST-20F-GX104	12/20 (24) kV	F	120 - 400 mm ²
SMST-20I-GX105	12/20 (24) kV	I	300 - 800 mm ²
SMST-20F-GX105	12/20 (24) kV	F	300 - 800 mm ²
SMST-20I-GX106	12/20 (24) kV	I	500 - 1000 mm ²
SMST-20F-GX106	12/20 (24) kV	F	500 - 1000 mm ²

**Bộ đầu cáp XLPE, ba lõi, điện áp 12/20(24) kV
do SUCOFIT chế tạo**

Bảng 4.80

Mã hiệu	Điện áp	Nơi dùng I - trong nhà F - ngoài trời	Đầu cốt
SMST-20I-GX3B2	12/20/(24) kV	I	25 - 70 mm ²
SMST-20I-GX3C2	12/20/(24) kV	I	25 - 70 mm ²
SMST-20I-GX3D2	12/20/(24) kV	I	25 - 70 mm ²
SMST-20F-GX3C2	12/20/(24) kV	F	25 - 70 mm ²
SMST-20F-GX3D2	12/20/(24) kV	F	25 - 70 mm ²
SMST-20F-GX3E2	12/20/(24) kV	F	25 - 70 mm ²
SMST-20I-GX3C3	12/20/(24) kV	I	95 - 240 mm ²
SMST-20I-GX3D3	12/20/(24) kV	I	95 - 240 mm ²
SMST-20I-GX3E3	12/20/(24) kV	I	95 - 240 mm ²
SMST-20F-GX3C3	12/20/(24) kV	F	95 - 240 mm ²
SMST-20F-GX3D3	12/20/(24) kV	F	95 - 240 mm ²
SMST-20F-GX3E3	12/20/(24) kV	F	95 - 240 mm ²
SMST-20I-GX3C4	12/20/(24) kV	I	185 - 400 mm ²
SMST-20I-GX3D4	12/20/(24) kV	I	185 - 400 mm ²
SMST-20I-GX3E4	12/20/(24) kV	I	185 - 400 mm ²
SMST-20F-GX3D4	12/20/(24) kV	F	185 - 400 mm ²
SMST-20F-GX3E4	12/20/(24) kV	F	185 - 400 mm ²
SMST-20I-GX3C5	12/20/(24) kV	I	300 - 800 mm ²
SMST-20I-GX3D5	12/20/(24) kV	I	300 - 800 mm ²
SMST-20I-GX3E5	12/20/(24) kV	I	300 - 800 mm ²
SMST-20F-GX3D5	12/20/(24) kV	F	300 - 800 mm ²
SMST-20F-GX3E5	12/20/(24) kV	F	300 - 800 mm ²

**Bộ đầu cáp XLPE, ba lõi, điện áp
18/30 (36) kV do SUCOFIT chế tạo**

Bảng 4.81

Mã hiệu	Điện áp	Nơi dùng I - trong nhà F - ngoài trời	Tiết diện cáp
SMST-30I-GX3C3	18/30 (36) kV	I	35 - 120 mm ²
SMST-30I-GX3D3	18/30 (36) kV	I	35 - 120 mm ²
SMST-30I-GX3E3	18/30 (36) kV	I	35 - 120 mm ²

Tiếp bảng 4.81

Mã hiệu	Điện áp	Nơi dùng I - trong nhà F - ngoài trời	Tiết diện cáp
SMST-30F-GX3C3	18/30 (36) kV	F	35 - 120 mm ²
SMST-30F-GX3D3	18/30 (36) kV	F	35 - 120 mm ²
SMST-30F-GX3E3	18/30 (36) kV	F	35 - 120 mm ²
SMST-30I-GX3C4	18/30 (36) kV	I	95 - 240 mm ²
SMST-30I-GX3D4	18/30 (36) kV	I	95 - 240 mm ²
SMST-30I-GX3E4	18/30 (36) kV	I	95 - 240 mm ²
SMST-30F-GX3D4	18/30 (36) kV	F	95 - 240 mm ²
SMST-30I-GX3E4	18/30 (36) kV	F	95 - 240 mm ²
SMST-30I-GX3D5	18/30 (36) kV	I	185 - 630 mm ²
SMST-30F-GX3E5	18/30 (36) kV	I	185 - 630 mm ²
SMST-30F-GX3D5	18/30 (36) kV	F	185 - 630 mm ²
SMST-30F-GX3E5	18/30 (36) kV	F	185 - 630 mm ²

Bộ nối cáp điện áp 7,2 đến 36 kV, cách điện cao su và nhựa tổng hợp, không đai thép do FURUKAWA chế tạo

Bảng 4.82

U _{dm} (kV)	Tiết diện cáp mm ²	Mã hiệu	Kích thước (mm)	
			A	B
7,2	25 - 50	SP - 7,2 - 1B - 1 - □	180	~500
	70 - 120	SP - 7,2 - 1B - 2 - □	190	~500
	150 - 180	SP - 7,2 - 1B - 3 - □	200	~600
	240 - 300	SP - 7,2 - 1B - 4 - □	210	~650
	400 - 500	SP - 7,2 - 1B - 5 - □	260	~800
	630	SP - 7,2 - 1B - 6 - □	270	~800
12	16 - 25	SP - 12 - 1B - 1 - □	180	~500
	35 - 70	SP - 12 - 1B - 2 - □	190	~600

Tiếp bảng 4.82

U _{dm} (kV)	Tiết diện cáp mm ²	Mã hiệu	Kích thước (mm)	
			A	B
12	95 - 150	SP - 12 - 1B - 3 - □	200	~600
	185 - 300	SP - 12 - 1B - 4 - □	210	~650
	400 - 500	SP - 12 - 1B - 5 - □	260	~800
	630	SP - 12 - 1B - 6 - □	270	~800
17,5	25 - 35	SP - 17,5 - 1B - 1 - □	190	~550
	50 - 95	SP - 17,5 - 1B - 2 - □	200	~600
	120 - 185	SP - 17,5 - 1B - 3 - □	210	~650
	240 - 300	SP - 17,5 - 1B - 4 - □	220	~700
	400 - 500	SP - 17,5 - 1B - 5 - □	270	~800
	630	SP - 17,5 - 1B - 6 - □	280	~800
24	25 - 50	SP - 24 - 1B - 1 - □	220	~650
	70 - 150	SP - 24 - 1B - 2 - □	240	~700
	185 - 240	SP - 24 - 1B - 3 - □	250	~750
	300 (400)	SP - 24 - 1B - 4 - □	280	~800
36	50 - 70	SP - 36 - 1B - 1 - □	280	~800
	95 - 150	SP - 36 - 1B - 2 - □	280	~800
	185 - 400	SP - 36 - 1B - 3 - □	300	~800
	500 - 630	SP - 36 - 1B - 4 - □	300	~850

Ghi chú: 1. Ô vuông trong mã hiệu ghi tiết diện cáp cần nối;
 2. A là độ dài từ chỗ bóc vỏ cáp đến giữa điểm nối,
 B là độ dài toàn bộ đoạn nối.

Bộ nối cáp điện áp từ 7,2 đến 36 kV, cách điện bằng cao su và nhựa tổng hợp, không đai thép do FURUKAWA chế tạo

Bảng 4.83

U_{dm} (kV)	Tiết diện cáp mm^2	Mã hiệu	Kích thước (mm)		
			A	B	L
7,2	25 - 50	SP - 7,2 - 3B - 1 - □	600	350	~1200
	70 - 120	SP - 7,2 - 3B - 2 - □	600	350	~1300
	150 - 185	SP - 7,2 - 3B - 3 - □	700	400	~1400
	240 - 300	SP - 7,2 - 3B - 4 - □	750	400	~1500
12	16 - 35	SP - 12 - 3B - 1 - □	600	350	~1200
	50 - 95	SP - 12 - 3B - 2 - □	600	350	~1300
	120 - 185	SP - 12 - 3B - 3 - □	700	400	~1400
	240 - 300	SP - 12 - 3B - 4 - □	750	400	~1500
17,5	25 - 35	SP - 17,5 - 3B - 1 - □	600	350	~1300
	50 - 95	SP - 17,5 - 3B - 2 - □	700	400	~1400
	120 - 185	SP - 17,5 - 3B - 3 - □	750	400	~1500
	240 - 300	SP - 17,5 - 3B - 4 - □	800	400	~1600
24	25 - 50	SP - 24 - 3B - 1 - □	800	350	~1500
	70 - 150	SP - 24 - 3B - 2 - □	850	400	~1600
	185 - 240	SP - 24 - 3B - 3 - □	900	450	~1700
	300 (400)	SP - 24 - 3B - 4 - □	1000	500	~1900
36	25 - 50	SP - 36 - 3B - 1 - □	920	470	~1800
	70 - 150	SP - 36 - 3B - 2 - □	1020	520	~1900
	185 - 240	SP - 36 - 3B - 3 - □	1120	570	~2100

Ghi chú: 1. Ô vuông trong mã hiệu để ghi tiết diện cáp nối;
 2. A, B - khoảng cách từ chỗ bóc vỏ cáp 2 phía tới điểm giữa chỗ nối;
 L - chiều dài toàn bộ chỗ nối :

Bộ nối cáp điện áp 7,2 đến 36 kV, cách điện cao su và nhựa tổng hợp, có đai thép do FURUKAWA chế tạo

Bảng 4.84

U _{dm} (kV)	Tiết diện cáp mm ²	Mã hiệu	Kích thước (mm)		
			A	B	L
7,2	25 - 50	SP - 7,2 - 3A - 1 - □	750	450	~1500
	70 - 120	SP - 7,2 - 3A - 2 - □	750	450	~1500
	150 - 185	SP - 7,2 - 3A - 3 - □	800	500	~1600
	240 - 300	SP - 7,2 - 3A - 4 - □	850	550	~1700
12	16 - 35	SP - 12 - 3A - 1 - □	750	450	~1500
	50 - 95	SP - 12 - 3A - 2 - □	750	450	~1500
	120 - 185	SP - 12 - 3A - 3 - □	800	500	~1600
	240 - 300	SP - 12 - 3A - 4 - □	850	550	~1700
17,5	25 - 35	SP - 17,5 - 3A - 1 - □	750	450	~1500
	50 - 95	SP - 17,5 - 3A - 2 - □	750	450	~1500
	120 - 185	SP - 17,5 - 3A - 3 - □	800	500	~1600
	240 - 300	SP - 17,5 - 3A - 4 - □	850	550	~1700
24	25 - 50	SP - 24 - 3A - 1 - □	920	570	~1800
	70 - 240	SP - 24 - 3A - 2 - □	1020	570	~1900
	300 (400)	SP - 24 - 3A - 3 - □	1120	620	~2100
36	35 - 150	SP - 36 - 3A - 1 - □	1020	570	~1900
	185 - 300	SP - 36 - 3A - 2 - □	1120	620	~2100
	400	SP - 36 - 3A - 3 - □	1220	670	~2200

Ghi chú: 1. Ô vuông trong mã hiệu để ghi tiết diện cáp nối;
2. A, B - khoảng cách từ chỗ bóc vỏ cáp đến giữa điểm nối;
L - chiều dài toàn bộ chỗ nối.

5. MÁY CẮT ĐIỆN

Máy cắt điện là thiết bị đóng cắt mạch điện cao áp (trên 1000 V). Ngoài nhiệm vụ đóng cắt dòng điện phụ tải phục vụ cho công tác vận hành, máy cắt còn có chức năng cắt dòng ngắn mạch để bảo vệ các phần tử của hệ thống điện.

Máy cắt ít dầu : dầu làm nhiệm vụ sinh khí dập tắt hồ quang, cách điện là chất rắn.

Máy cắt nhiều dầu : dầu vừa làm nhiệm vụ cách điện vừa làm nhiệm vụ dập hồ quang.

Máy cắt không khí : dùng khí nén dập tắt hồ quang.

Máy cắt chân không : hồ quang được dập tắt trong môi trường chân không.

Máy cắt tự sinh khí : dùng vật liệu cách điện tự sinh khí ở nhiệt độ cao để dập tắt hồ quang.

Máy cắt điện từ : hồ quang bị lực điện từ đẩy vào khe hở hẹp và bị dập tắt trong đó.

Máy cắt phụ tải : đó chính là *dao cắt phụ tải* dùng kết hợp với cầu chì. Dao cắt phụ tải có nhiệm vụ đóng cắt dòng phụ tải, còn cầu chì làm nhiệm vụ cắt ngắn mạch.

Để đảm bảo khả năng dập tắt hồ quang, người ta chế tạo trong buồng dập hồ quang 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, v.v... chỗ cắt tùy theo cấp điện áp. Cấp điện áp càng cao càng bố trí nhiều chỗ cắt.

Máy cắt điện được chọn và kiểm tra theo các điều kiện ghi trong các bảng sau :

Bảng 5.1

Các điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt

Đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức, kV Dòng điện định mức, A	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$ $I_{dmMC} \geq I_{cb}$

Tiếp bảng 5.1

Dại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Dòng điện cắt định mức, kV	$I_{cdm} \geq I''_N$
Công suất cắt định mức, MVA	$S_{cdm} \geq S''_N$
Dòng điện ổn định động, kA	$I_{đm} \geq I_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt, kA	$I_{nh,đm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh,đm}}}$

Điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt phụ tải

Bảng 5.2

Dại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức, kV	$U_{đmMC} \geq U_{đmLD}$
Dòng điện định mức, A	$I_{đmMC} \geq I_{cb}$
Dòng điện ổn định động, kA	$I_{đ,đm} \geq I_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt, kA	$I_{nh,đm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh,đm}}}$
Dòng điện định mức cầu chì, A	$I_{đmcc} \geq I_{cb}$
Dòng điện cắt định mức, kA	$I_{cdm} \geq I''$
Công suất cắt định mức cầu chì, MVA	$S_{cdm} \geq S''$

Ví dụ 5.1. Chọn máy cắt và dao cách ly cho mạch máy phát điện với các số liệu cho sau đây :

Điện áp lưới điện $U_{đmLD} = 10$ kV

Dòng điện cường bức $I_{cb} = 3,61$ kA

Dòng điện ngắn mạch chu kỳ $I'' = 54,4$ kA.

GIẢI

Căn cứ vào các số liệu đã cho chọn máy cắt MT-10 và dao cách ly PBK-10/4000 do Liên Xô (trước đây) chế tạo. Kết quả kiểm tra các thông số kỹ thuật cho theo bảng sau :

Bảng kết quả lựa chọn và kiểm tra máy cắt điện

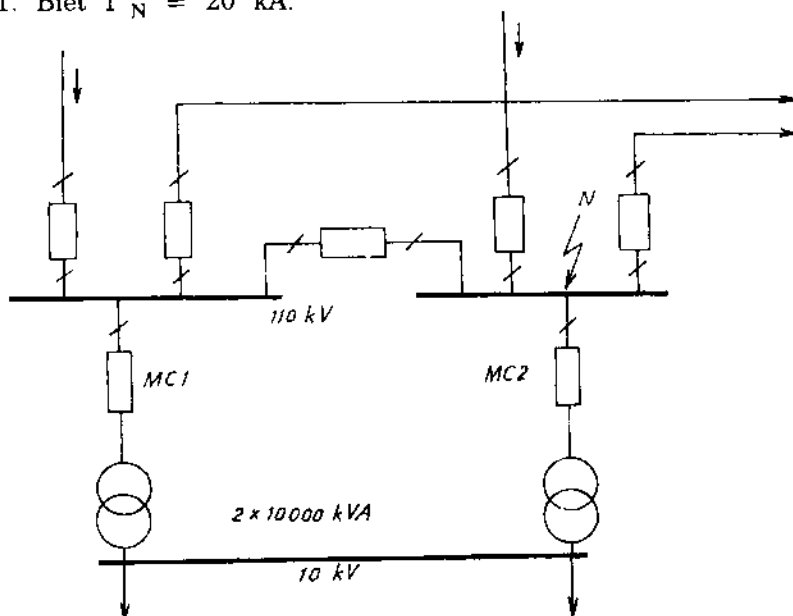
Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức, kV	$U_{dmMC} = 10 = U_{dmLD}$
Dòng điện định mức, kA	$I_{dmMC} = 5 = I_{cb} = 3,61$
Dòng điện cắt định mức, kA	$I_{cdm} = 105 = I'' = 54,4$
Công suất cắt định mức, MVA	$S_{cdm} = 1500 > S'' = \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 54,4 = 941,12$
Dòng ổn định động, kA	$I_{d,dm} = 300 > I_{xk} = \sqrt{3} \cdot 18 \cdot 54,4 = 138$

Bảng kết quả chọn và kiểm tra dao cách ly

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức, kV	$U_{dmDCL} = 10 = U_{dmLD}$
Dòng điện định mức, kA	$I_{dmDCL} = 4 > I_{cb} = 3,61$
Dòng ổn định động, kA	$I_{d,dm} = 200 > I_{xk} = 138$
Dòng ổn định nhiệt, kA	không cần kiểm tra

Trong hai bảng trên không cần kiểm tra máy cắt và dao cách ly theo điều kiện ổn định nhiệt vì chúng đều có dòng định mức lớn hơn 1 kA.

Ví dụ 5.2: Yêu cầu lựa chọn MC1, MC2 phía cao áp trạm biến áp trung gian 110/10 kV đặt hai máy biến áp 2×10.000 kVA có sơ đồ trên hình 5.1. Biết $I''_N = 20$ kA.



Hình 5.1. Sơ đồ trạm biến áp trung gian 110/10 kV

GIẢI

Dòng điện cường bức qua MC1 và MC2 chính là dòng quá tải sự cố khi cắt một biến áp :

$$I_{cb} = I_{qtBA} = 1,4 I_{dmBA} = 1,4 \cdot \frac{10.000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 73,57 \text{ A}$$

Chọn dùng hai máy cắt 110 kV do Schneider chế tạo có các thông số cho trong bảng sau :

Loại máy cắt	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3s} (kA)	Uxungsét (kV)
SB6	123	2000	100	40	550

Vì máy cắt có $I_{dm} = 2000 \text{ A}$ không cần kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt. Các điều kiện chọn và kiểm tra khác cho trong bảng sau :

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức, kV	$U_{dmMC} = 123 > U_{dmLD} = 110$
Dòng điện định mức, A	$I_{dmMC} = 2000 > I_{cb} = 73,57$
Dòng điện cắt định mức, kA	$I_{cdm} = 40 > I'' = 20$
Công suất cắt định mức, MVA	$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot I_{cdm} \cdot U_{dmMC} > S'' = \sqrt{3} \cdot I'' \cdot U_{dmLD}$
Dòng ổn định động, kA	$I_{d,dm} = 100 > I_{kk} = 1,8 \sqrt{2} \cdot 20 = 50,76$

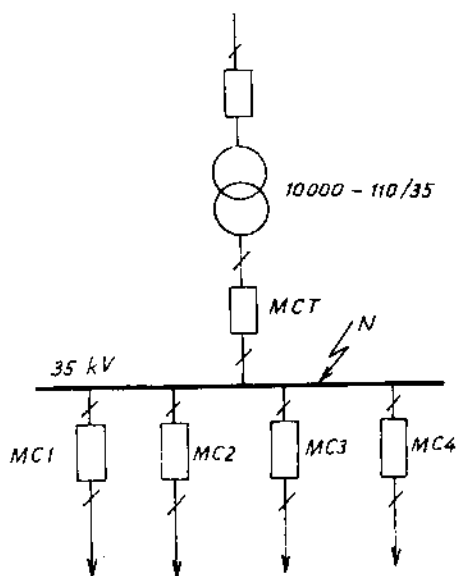
Ví dụ 5.3. Trạm biến áp trung gian ngoài trời 110/35 kV cấp điện cho một huyện đặt 1 máy biến áp 10.000 kVA có sơ đồ cho trên hình 5.2. Yêu cầu lựa chọn máy cắt phía 35 kV, biết rằng ngắn mạch tại thanh cái 35 kV có trị số $I'' = 10 \text{ kA}$.

GIẢI

Biết rằng các trạm biến áp trung gian cấp điện cho các phụ tải nông thôn thường non tải, khi cần thiết trong những giờ cao điểm có thể cho phép quá tải 25%. Vậy :

$$I_{cb} = I_{qtBA} = 1,25 \cdot I_{dmBA} = 1,25 \cdot \frac{10.000}{\sqrt{3} \cdot 35} = 206,44 \text{ A}$$

I_{cb} chính là dòng điện lớn nhất qua máy cắt tổng MCT 35 kV, các máy cắt đầu 4 tuyến dây 35 kV có dòng cường bức bằng 1/4 dòng cường bức qua máy cắt tổng bằng 51,6 A.



Hình 5.2. Sơ đồ trạm biến áp trung gian 110/35 kV cấp điện cho một huyện nông nghiệp

Chọn dùng máy cắt 35 kV đặt ngoài trời do Siemens chế tạo, có dòng định mức thấp nhất 630 A. Các thông số kỹ thuật của máy cắt cho trong bảng sau :

Loại máy cắt	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{N3s} (kA)	U_N (kV)	I_{Nmax} (kA)
36G1-E16	36	630	16	16	40

Bảng kết quả chọn và kiểm tra

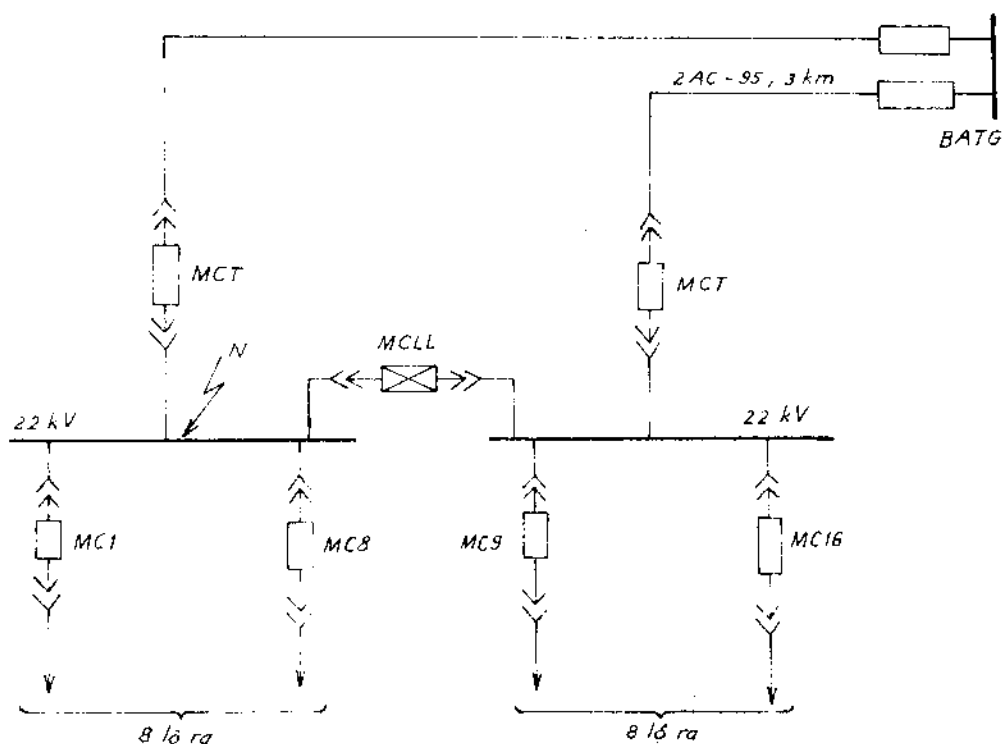
Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức, kV	$U_{dmMC} = 36 > U_{dmLD} = 35$
Dòng điện định mức, A	$I_{dmMC} = 630 > I_{cb} = 206,44$
Dòng điện cắt định mức, kA	$I_{cdm} = 16 > I'' = 10$
Công suất cắt định mức, MVA	$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot 36 \cdot 16 > \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 35$
Dòng ổn định động, kA	$I_{d,dm} = 40 > i_{xk} = \sqrt{2} \cdot 18 \cdot 10 = 25,38$
Dòng ổn định nhiệt, kA	$I_{nh,dm} = I_{3s} = 16 \gg I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh,dm}}} = 10 \sqrt{\frac{0,2}{3}}$

Trong bảng trên vì ngắn mạch xa nguồn nên $I_{\infty} = I''$, $t_{qd} = 0,2$ s.

Qua bảng kiểm tra nhận thấy chọn máy cắt như trên hoàn toàn thỏa mãn mọi điều kiện kỹ thuật.

Vậy chọn 5 máy cắt loại 36G1-E16 đặt ngoài trời do Siemens chế tạo.

Ví dụ 5.4. Trạm phân phối trung tâm 22 kV của một nhà máy cỡ lớn có sơ đồ như ở hình 5.3. Yêu cầu lựa chọn các máy cắt trên sơ đồ. Biết rằng công suất tính toán của nhà máy $S_{tt} = 8.000$ kVA. Nhà máy được cấp điện từ trạm biến áp trung gian 110/22 kV cách 3 km bằng DDK-2AC-95, máy cắt đầu nguồn loại 8BJ50 có $I_{cdm} = 25$ kA.



Hình 5.3. Trạm phân phối trung tâm 22 kV của nhà máy theo sơ đồ một hệ thống thanh góp có MCLL

GIẢI

Khi một đường dây cung cấp bị sự cố, toàn bộ phụ tải tính toán của nhà máy truyền tải qua đường dây còn lại và MC tổng :

$$I_{cb} = \frac{S_{lt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{8000}{\sqrt{3} \cdot 22} = 210 \text{ A}$$

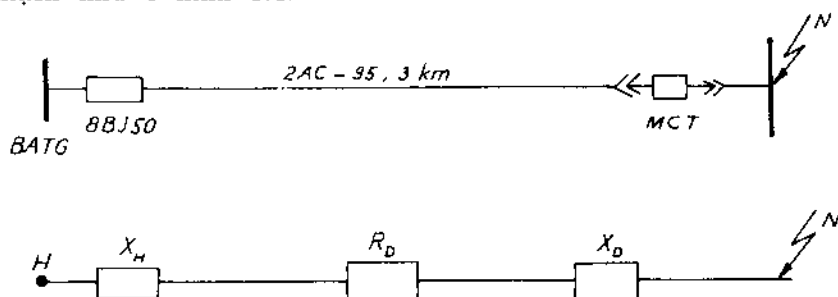
Dòng điện cường bức qua các máy cắt nhánh bé hơn rất nhiều.

Chọn dùng loại máy cắt hợp bộ 8DC11 cách điện SF₆ do Siemens chế tạo, có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng sau :

Loại tủ	U _{dm} (kV)	I _{dm} (A)	I _{Nmax} (kA)	I _{N1-91} (kA)
8DC11	24	1250	125	25

Để kiểm tra khả năng cắt ngắn mạch, cần tính dòng ngắn mạch qua máy cắt tổng MCT, máy cắt liên lạc MCLL và các máy cắt nhánh MC1 đến MC16.

Chỉ cần tính một điểm ngắn mạch trên thanh góp 22 kV của trạm phân phối trung tâm. Máy cắt liên lạc thường mở. Sơ đồ thay thế tính ngắn mạch như ở hình 5.4.



Hình 5.4. Sơ đồ nguyên lý và sơ đồ thay thế tính toán ngắn mạch

Sử dụng các công thức (2.21), (2.22), (2.23) ta có :

$$X_H = \frac{U_{tb}^2}{S_{cdm}} = \frac{23^2}{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 25} = 0,556 \text{ } \Omega$$

$$Z_D = r_o l + jx_o l = 0,33.3 + j0,4.3 = 0,99 + j1,2 \text{ } \Omega$$

$$I_N = I'' = I_{\infty} = \frac{U_{tb}}{\sqrt{3} Z_N} = \frac{23}{\sqrt{3} \sqrt{0,99^2 + (0,556 + 1,2)^2}} = 6,58 \text{ kA}$$

Kết quả kiểm tra máy cắt 8DC11 cho trong bảng sau :

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} = 24 > U_{dmLD} = 22$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} = 1250 > I_{cb} = 210$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{cdm} = 25 > I'' = 6,58$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{cdm} = 9515 > S'' = \sqrt{3} \cdot 22 \cdot 6,58 = 239$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{d,dm} = 125 > i_{kt} = \sqrt{2} \cdot 18 \cdot 6,58 = 16,8$

Vậy chọn 19 tủ máy cắt 8DC11 cho trạm phân phối trung tâm của nhà máy.

Ví dụ 5.5. Trạm biến áp phân phối 1000 – 22/0,4 kV cấp điện cho khách sạn, dùng máy cắt phụ tải (dao cắt phụ tải – cầu chì) 22 kV. Yêu cầu lựa chọn máy cắt phụ tải cho trạm, biết rằng dòng ngắn mạch đã tính được có trị số $I'' = 8$ kA.

GIẢI

Dòng cường bức qua máy cắt (giả thiết không cho phép biến áp quá tải) :

$$I_{cb} = I_{dmBA} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 22} = 26,27 \text{ A}$$

Chọn dùng dao cắt phụ tải của ABB kết hợp với bộ cầu chì ống của Siemens có các thông số kỹ thuật cho trong bảng dưới đây.

Thông số kỹ thuật của cầu dao phụ tải do ABB chế tạo

Loại cầu dao phụ tải	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3s} (kA)
NPS 24 B1/A1	24	400	40	10

Thông số kỹ thuật của cầu chì ống do Siemens chế tạo

Loại cầu chì ống	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{Nmax} (kA)	I_{N3s} (kA)
36D1 406-4B	24	32	31,5	27

Kết quả kiểm tra MCPT và CC ghi trong bảng sau :

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMCPT} = 24 > U_{dmLD} = 22$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMCPT} = 400 > I_{cb} = 26,27$

Các đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Dòng ổn định động (kA)	$I_{d,đm} = 40 > I'' = 8$
Dòng ổn định nhiệt (A)	$I_{nh,đm} = 10 \gg 8 \sqrt{\frac{0,8}{3}}$
Dòng định mức cầu chì (A)	$I_{dmcc} = 32 > I_{cb} = 26,27$
Dòng điện cắt định mức cầu chì (kA)	$I_{cdmcc} = 40 > I'' = 8$
Công suất cắt định mức cầu chì (MVA)	$S_{cdm} = \sqrt{3} \cdot 22 \cdot 40 > \sqrt{3} \cdot 8 \cdot 22$

**Các loại máy cắt điện từ 7,2 đến 800 kV
do ABB chế tạo**

Bảng 5.3

Loại máy cắt	EAK	ENK-2	ELK-0	ELK-1	ELK-2	ELK-3	ELK-4
U_{dm} (kV)	7,2 - 36	52 - 72	72 - 170	170 - 245	245 - 362	362 - 550	550 - 800
Điện áp chịu xung sét (kV)	170	350	750	750 - 1050	1050 - 1300	1420-1550	1800 - 2000
I_N (kA)	31,5	31,5	40	40 - 63	40 - 63	40 - 63	40 - 50
I_{dm} (A)	2500	1250-2500	2000-3150	3150-4000	3150-4000	4000-6300	5000 - 6300
Kích thước (mm)	rộng	750	1200	1200	2240	2400	3200
	cao	2200	2500	3000	3500	4200	5100
	sâu	1500	2900	4600	4400	4400	4900
Khối lượng (kg)	1500	3000	3700	5900	5500	14000	30000

Máy cắt điện trung áp loại HVF do ABB chế tạo

Bảng 5.4

Loại máy cắt	HVF 205	HVF 601	HVF 604
U_{dm} (kV)	12	24	24
I_{dm} (A)	630 1250 2000	630 1250	630 1250 2000
I_N (kA)	31,5	12,5	25
I_{Nmax} (kA)	80	50	63
I_{N3s} (kA)	31,5	12,5	25
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	28	50	50
Điện áp chịu đựng xung (kV)	75	125	125

Tủ máy cắt hợp bộ trung áp do ABB chế tạo

Bảng 5.5

Loại tủ	ZS1		ZS4	ZS8		ZS8	
Thiết bị đóng cắt	Máy cắt chân không		Máy cắt chân không	Máy cắt chân không		Cầu dao phụ tải	
U_{dm} (kV)	12,24		17,50	12,24		12,24	
I_{dm} (A)	4000	2500	3150	2500	1600	1250	1250
I_N (kA)	50	25	31,5	25	16	25	16

Máy cắt điện cao áp SF₆ loại ELK-0 do ABB chế tạo

Bảng 5.6

Loại U_{dm} (kV)	60/72,5	110/123	132/145	150/170
I_{dm} (A)	1250 - 1600 - 2000 - 2500 - 3150			
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	385	630	750	860
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	195	265	315	375
I_N (kA)	31,5 - 40	31,5 - 40	31,5 - 40	31,5 - 40
I_{Nmax} (kA)	80 - 100	80 - 100	80 - 100	80 - 100

Máy cắt điện 7,2 kV loại 3AF do ABB chế tạo

Bảng 5.7

Loại máy cắt	3AF 104-4	3AF 105-4	3AF 116-3	3AF 117-3
U_{dm} (kV)	7,2 (3,6)			
I_{dm} (A)	630 1250 2000	630 1250 2000 2500	1250 2000 2500 3150	1250 2500 3150

Tiếp bảng 5.7

Loại máy cắt	3AF 104-4	3AF 105-4	3AF 116-3	3AF 117-3
I_N (kA)	25	31,5	40	50
I_{Nmax} (kA)	63	80	100	125
I_{N3s} (kA)	25	31,5	40	50
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	60			
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	20			

Máy cắt 12 kV loại 3AF do ABB chế tạo

Bảng 5.8

Loại máy cắt	3AF 154-4	3AF 175-4	3AF 176-3	A3F 177-3
U_{dm} (kV)	12			
I_{dm} (A)	630 1250 2000	630 1250 2000 2500	1250 2000 2500 3150	1250 2500 3150
I_N (kA)	25	31,5	40	50
I_{Nmax} (kA)	63	80	100	125
I_{N3s} (kA)	25	31,5	40	50
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	75			
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	28			

Máy cắt điện 24 kV loại 3AF do ABB chế tạo

Bảng 5.9

Loại máy cắt	3AF 611-4	3AF 612-4	3AF 613-4	3AF 614-4
U_{dm} (kV)	24			
I_{dm} (A)	630 1250	630 1250	1250 2000	630 1250 2000 2500
I_N (kA)	12,5	16	20	25
I_{Nmax} (kA)	31,5	40	50	63
I_{N3s} (kA)	12,5	16	120	25
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	125			
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	50			

Máy cắt điện 123 kV loại SGF do ABB chế tạo

Bảng 5.10

Loại máy cắt	SGF 123n	SGF 123p	SGF 123p
U_{dm} (kV)	123	123	123
I_{dm} (A)	1600	2500	2500
I_{Nmax} (kA)	100	100	125
I_{N1s} (kA)	40	40	50
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	230	230	230
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	550	550	550

Máy cắt điện 245 kV loại SGF do ABB chế tạo

Bảng 5.11

Loại máy cắt	SGF 245n	SGF 245p	SGF 245p
U_{dm} (kV)	245	245	245
I_{dm} (A)	1600	2500	2500
I_{Nmax} (kA)	100	100	125
I_{N1s} (kA)	40	40	50
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	460	460	460
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	1050	1050	1050

Máy cắt điện SF₆ ngoài trời 24 kV loại GI-E do Schneider chế tạo

Bảng 5.12

Loại máy cắt	24GI - E16	24GI - E20	24GI - E25	24GI - E31
U_{dm} (kV)	24	24	24	24
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	60	60	60	60
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	150	150	150	150
I_{dm} (A)	630 1250 1600	630 1250 1600	630 1250 1600 2000 3150	2000 3150
I_{N3s} (kA)	16	20	25	31,5
I_N (kA)	16	20	25	31,5
I_{Nmax} (kA)	40	50	63	80

**Máy cắt SF₆ ngoài trời 36 kV loại GI - E
do Schneider chế tạo**

Bảng 5.13

Loại máy cắt	36GI - E16	36GI - E20	36GI - E25	36GI - E31
U _{dm} (kV)	36	36	36	36
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	80	80	80	80
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	200	200	200	200
I _{dm} (A)	630 1250 1600	630 1250 1600	630 1250 1600 2000 3150	2000 3150
I _{N3s} (kA)	16	20	25	31,5
I _N (kA)	16	20	25	31,5
I _{Nmax} (kA)	40	50	63	80

Máy cắt SF₆ cao áp do Schneider chế tạo

Bảng 5.14

Loại máy cắt	SB6		MHMe - P	
U _{dm} (kV)	123	245	123	245
Số buồng cắt	1	1	1	1
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	230	460	230	460
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	550	1050	550	1050
I _{dm} (A)	2000 3150	2000 3150	2000 3150	2000 3150
I _{Nmax} (kA)	80 - 100	80 - 100	125	125
I _{N3s} (kA)	31,5 - 40	31,5 - 40	40 - 50	40 - 50

Máy cắt cao áp SF₆ do Schneider chế tạo

Bảng 5.15

Loại máy cắt	MXM - 1P	MHMe - 2P		MHMe - 4P
U_{dm} (kV)	245	245	550	550
Số buồng cắt	1	2	2	4
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	460	460	620	620
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	1050	1050	1550	1550
I_{dm} (A)	2000	2000	2000	2000
	3150	3150	3150	3150
	4000	4000	4000	4000
I_{Nmax} (kA)	125	125 - 158	125 - 158	125 - 158
I_{N3s} (kA)	50	50 - 63	50 - 63	50 - 63

**Thông số kỹ thuật các tủ máy cắt 7,2 đến 36 kV đặt tại trạm biến áp
trung gian và trạm phân phối do SIEMENS chế tạo**

Bảng 5.16

Loại tủ	Cách điện	Loại trạm	I_{dm} (A) của thanh cái				I_{dm} (A) các nhánh				$I_{kn}(kA)$ max				I_N (kA) 1-3s			
			7,2	12	24	36	7,2	12	24	36	7,2	12	24	36	7,2	12	24	36
8BJ50	không khí	1HTTG 2HTTG	2500	2500	2500	-	2500	2500	2000	-	40	40	40	-	40	40	25	-
8BK20	không khí	1HTTG 2HTTG	4000	4000	2500	2500	4000	4000	2000	2500	125	125	125	80	50	50	25	31,5
8BK30	không khí	1HTTG	4000	4000	-	-	4000	4000	-	-	125	125	-	-	50	50	-	-
8BK40	không khí	1HTTG	5000	5000	5000	-	5000	5000	5000	-	160	160	160	-	63	63	63	-
8BK41	không khí	Máy phát	-	-	-	-	12500	12500	12500	-	225	225	225	-	80	80	80	-
8DC11	SF ₆	1HTTG	1250	1250	1250	-	1250	1250	1250	-	63	63	63	-	25	25	25	-
8DA10	SF ₆	1HTTG	3150	3150	3150	2500	2500	2500	2500	2500	110	110	110	110	40	40	40	40
8DB10	SF ₆	2HTTG	3150	3150	3150	2500	2500	2500	2500	2500	110	110	110	110	40	40	40	40
8FG10	không khí	Máy phát	-	-	-	-	1250	1250	1250	-	225	225	225	-	80	80	80	-

Chú chú: - Tủ 8BK30 đặt công tác dùng cho động cơ cao áp;

- Có thể thay máy cắt trong các tủ trên bằng các thiết bị khác như cầu chì dao cắt phụ tải;
- Mỗi loại tủ chế tạo với nhiều loại sơ đồ đấu nối khác nhau (xem chào hàng của Siemens).

**Thông số kỹ thuật các tủ hợp bộ 7,2 đến 24 kV
dùng cho trạm biến áp phân phối do SIEMENS chế tạo**

Bảng 5.17

Loại tủ	Cách điện	Đặc điểm sử dụng	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A) lộ cấp	I_{dm} (A) lộ MBA	I_N (kA) 1s	I_{Nmax} (A)	Thiết bị đóng cắt
8DJ10	SF ₆		7,2 12 24	630 630 630	200 200 200	25 21 16	63 52 40	Dao cắt phụ tải
8DJ20	SF ₆	Dùng cho trạm treo, một máy	7,2 12 24	630 630 630	200 200 200	10 10 10	25 25 25	Dao cắt phụ tải
8DJ30	SF ₆	Siêu bền	7,2 12 24	630 630 -	200 200 -	25 21 -	63 52 -	Dao cắt phụ tải
8DJ40	SF ₆	Dùng nơi đất hẹp	7,2 12 24	- 630 630	- 200 200	- 20 16	- 50 40	Dao cắt phụ tải
8DH10	SF ₆	Tủ có thể mở rộng	7,2 12 24	1250 1250 1250	200 200 200	25 25 16	63 63 50	Dao cắt phụ tải Cầu chì Thiết bị đo lường
8AA20	không khí		7,2 12 24	630 630 630	630 630 630	20 20 16	50 50 40	Dao cắt phụ tải Cầu chì Thiết bị đo lường

Ghi chú: - Có thể thay đổi các thiết bị đóng cắt đặt trong tủ ;
- Có thể lựa chọn sơ đồ tủ thích hợp (Siemens có 38 sơ đồ mẫu).

**Máy cắt chân không trung áp đặt trong nhà loại 3CG
do Siemens chế tạo**

Bảng 5.18

Loại máy cắt	3CG		
U_{dm} (kV)	7,2	12	24
Điện áp xung kích chịu đựng (kV)	60	75	120
I_{Nmax} (kA)	50	50	40

Tiếp bảng 5.18

I_{N3s} (kA)	20	20	16
I_{dm} (A)	800	800	800
Thời hạn kiểm tra, bảo dưỡng	Sau 10 năm hoặc sau 10000 thao tác		

Máy cắt chân không trung áp đặt ngoài trời loại 3AF và 3AG do Siemens chế tạo

Bảng 5.19

Loại máy cắt	3AG	3AF
U_{dm} (kV)	12	36
Điện áp xung kích chịu đựng (kV)	75	170
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	28	70
I_{N3s} (kA)	25	25
I_{Nmax} (kA)	63	63
I_{dm} (A)	1600	1600

Máy cắt chân không trung áp đặt trong nhà loại 3AH do Siemens chế tạo

Bảng 5.20

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_N (kA)
3AH1	7,2	800 - 1250	20
		800 - 1250	25
		1250 - 2500	31,5
		1250 - 3150	40
	12	800 - 1250	20
		800 - 1250	25
		1250 - 2500	31,5
		1250 - 3150	40

Tiếp bảng 5.20

3AH1	24	800 - 1250	16
		880 - 2500	20
		800 - 1250	25
3AH2	7,2	1250 - 2500	31,5
		1250 - 3150	40
	12	1250 - 31500	31,5
		1250 - 3150	40
	24	800 - 1250	25
3AH3	7,2	1250 - 3150	50
		1250 - 4000	63
	12	1250 - 3150	50
		1250 - 4000	63
	24	2500	40
3AH4	24	2500	40
	36	1250 - 2500 2500	31,5 40
3AH5	12	800	13,1
		800 - 1250	16
		800 - 1250	20
	36	800 - 1250	16
Thời hạn kiểm tra, bảo dưỡng	Tất cả các máy cắt 3AH chỉ phải kiểm tra và bảo dưỡng sau 10.000 chu kỳ thao tác		

Các loại máy cắt cách điện khí SF₆ đặt tại các trạm biến áp do Siemens chế tạo

Bảng 5.21

Loại máy cắt	8DN9	8DP3	8DQ1
Điện áp định mức U_{dm} (kV)	đến 145	đến 300	đến 550
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	đến 275	đến 460	đến 740

Tiếp bảng 5.21

Điện áp chịu đựng xung sét (kV)	đến 650	đến 1050	đến 1550
Dòng điện định mức I_{dm} (A)	đến 3150	đến 5000	đến 6300
Dòng cắt ngắn mạch I_N (kA)	đến 40	đến 50	đến 63
Dòng ổn định nhiệt 1 s I_{N1s} (kA)	đến 40	đến 50	đến 63
Thời hạn làm việc không cần bảo dưỡng	> 20 năm	> 20 năm	> 20 năm

**Máy cắt không khí từ 72 kV đến 800 kV
do Siemens chế tạo**

Bảng 5.22

Loại		3AQ1				
U_{dm} (kV)		72,5	123	145	170	245
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)		140	230	275	325	420
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)		325	550	650	750	1050
I_{dm} (A)		đến 2000/3150	đến 3150/4000	đến 3150/4000	đến 4000	đến 4000
I_{N3s} (kA)		25/31,5	31,5/40	31,5/40	40/50	40/50
I_{Nmax} (kA)		62,5/78,8	78,8/100	78,8/100	100/125	100/125
Khối lượng (kg)		770/1300	1700/1400	1800/1400	2010/2240	2950/3160
Kích thước (mm)	rộng	750/980	1000/1400	1410	1410	1410
	cao	2650/3070	3450/3700	3870	4315	5735
Thời hạn kiểm tra, bảo dưỡng		Sau 20 năm hoặc sau 6000 chu kỳ thao tác				

**Máy cắt SF₆ điện áp từ 72 kV đến 242 kV
do Siemens chế tạo**

Bảng 5.23

Loại		SP/SPS	SPS		TCP			
U _{dm} (kV)		72,5	121	145	121	145	169	242
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)		160	260	310	260	310	365	425
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)		350	550	650	550	650	750	900
I _{dm} (A)		3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
I _{ns} (kA)		20/31,5/40	20/25 31,5/40	20/25 31,5/40	20/31,5/40/50		20/31,5/40/50/63	
I _{N max} (kA)		54/85/108	54/67/ 85/108	54/67/ 85/108	54/85/108/135		54/85/108/135/170	
Khối lượng (kg)		1750	3250	3250	4300	4300	5500	5500
Kích thước (mm)	rộng	1600/2400	2100	2100	2330	2330	2590	2590
	cao	3330/3500	2780	2780	4036	4036	4780	4780
Thời hạn kiểm tra, bảo dưỡng		Sau 6 năm hoặc 2000 chu kỳ thao tác						

**Máy cắt không khí từ 245 đến 550 kV
do Siemens chế tạo**

Bảng 5.24

Loại		3AQ2/3AT2/3AT3				
U _{dm} (kV)		245	300	362	420	550
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)		460	380/520	450/520	520/610	620/760
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)		1050	1050	1175	1425	1550

Tiếp bảng 5.24

Loại		3AQ2/3AT2/3AT3				
I_{dm} (A)		4000	4000	4000	4000	4000
I_{n3s} (kA)		50/80	50/80	50/63	50/63	50
I_{Nmax} (kA)		125/200	125/200	125/160	125/160	125/160
Khối lượng (kg)		4440/5880	4440/5880	5535/9090	5610/9210	11000
Kích thước (mm)	rộng	3695/4060	3695/4025	4180/5110	4180/5110	5150
	cao	3700/4140	4700/4140	4250/4700	5000/5500	6200
Thời hạn kiểm tra, bảo dưỡng		Sau 20 năm hoặc sau 6000 chu kỳ thao tác				

**Máy cắt không khí từ 362 kV đến 800 kV
do Siemens chế tạo**

Bảng 5.25

Loại		3AT4/3AT5			
U_{dm} (kV)		362	420	550	765/800
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)		450/520	520/610	620/760	830/1100
Điện áp chịu đựng xung sét (kV)		1175	1425	1550	2100
I_{dm} (A)		4000	4000	4000	4000
I_{n3s} (kA)		80	80	80	63
I_{Nmax} (kA)		200	200	200	160
Khối lượng (kg)		16.000	16.000	20.000	23.400
Kích thước (mm)	rộng	6350	6350	6360	9060
	cao	4900	5700	7100	8065
Thời hạn kiểm tra, bảo dưỡng		Sau 20 năm hoặc sau 6000 chu kỳ thao tác			

Máy cắt điện trung cao áp SF₆ do ALSTHOM chế tạo

Bảng 5.26

Loại máy cắt	GL - 107	S1 - 145F1	FXT - 11	FXT - 12	FXT - 14
U_{dm} (kV)	36	145	123	145	245
I_{dm} (A)	1600	3150	2500	3150	3150
Điện áp chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	70	275	230	275	460
Điện áp chịu đựng zung sét (kV)	170	650	550	650	1050
I_{Nmax} (kA)	63	80	62,5	80	80
I_{n3s} (kA)	25	31,5	31,5	31,5	31,5

Máy cắt trung áp do Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 5.27

Loại máy cắt	Điện áp định mức, kV	Dòng điện định mức, A	Dòng điện xung kích, kA	Trị số hiệu dụng của dòng điện toàn phần, kA	Dòng điện ổn định nhiệt, kA			Dòng điện và công suất cắt định mức, CkA/(MVA) khi điện áp, kV			Khối lượng, kg		Loại cơ cấu truyền động
					1s	5s	10s	3	6	10	không dầu	dầu	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
BMĐ-6	3 - 6	200	16,8	10	10	8,5	6,0	$\frac{3,3}{17}$	$\frac{14}{15}$	-	55	15	ΠΡΕΑ hay ΠΙС-10
BMĐ-6-50	3 - 6	200	12,4	7,2	7,2	4,8	3,4	$\frac{4,8}{25}$	$\frac{4,8}{50}$	$\frac{2,9}{50}$	58	18	ΠΡΕΑ
BMĐ-10-50	10	200	12,4	7,2	7,2	4,8	3,4	$\frac{4,8}{25}$	$\frac{4,8}{50}$	$\frac{2,9}{50}$	60	18	ΠΡΕΑ
BM3-10	6 - 10	200	25	15	15	10	6	$\frac{9,7}{50}$	$\frac{9,7}{100}$	$\frac{5,8}{100}$	120	50	JIC-10 hay ΠΡΑ-10
		400	25	15	15	10	10				125	50	
		600	25	15	15	10	10				100	50	
BMT-10	10	600	52	30	30	20	14	$\frac{20}{100}$	$\frac{20}{200}$	$\frac{20}{350}$	165	8	ΠΙС-10 hay ΠΕΑΡ như trên
		1000	52	30	30	20	14	$\frac{20}{100}$	$\frac{20}{200}$	$\frac{11,6}{200}$	175	8	
BMT-133-I	10	600	52	30	30	20	14	$\frac{20}{100}$	$\frac{20}{200}$	$\frac{11,6}{200}$	170	5	như trên
BMT-133-II	10	600	52	30	30	20	14	$\frac{20}{100}$	$\frac{20}{200}$	$\frac{20}{250}$	190	10	như trên hay ΠΠБ-10

Tiếp bảng 5.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
BIT-113-M	10	1000 2000	52	30	30	20	14	20 100	20 200	20 350	200	10	nhu trên
MIT-10	10	3000	75	43,5	43,5	30	21	29 150	29 300	39 500	580	20	II3-2
MIT-220	10	4000 3000	200	116	116	116	85		90 940	90 1500	1900	55	II3-2 II3-30
MIT-225M	10	400	198	120		120	85		120 1250	90 1250	2150	55	II3-30
Khi diện áp là													
								20-	35	10			
BM-35	35	600	17,3	10	10	10	7,1	6,6 230	6,6 400	-	1000	300	IIIHP-35
BMII-35	35	600	17,3	10	10	10	7,1	6,6 230	6,6 400	-	1025	300	IIIIIC-10
BMP-35-690	35	600	26	15	15	10	7,1	9,9 340	9,9 600	-	1100	300	IIIIIC-10 hay IIIIIP
MKII-35	35	600	30	17,3	17,3	12,5	9	12,5 430	12,5 750	-	2600	800	IIIIIP-2
MKII-35	35	1000	45	24	24	16,5	11,7	16,6 570	16,5 1000	-	2000	800	IIIIIP-2
MKII-35-1250	35	1000	53	31	31	20,5	17,5	20,7 720	20,5 1250	-	2750	800	IIIIIP-31
MKII-110	110	600	50	29	29	18,4	13	-	-	13,2 2500	980	850	IIIIIP-33

Bảng 5.28

Kiểu	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	I_{max} (kA)	I_{N10s} (kA)	I_{cdm} (kA)	S_{cdm} (MVA)	Khối lượng (kg)	
							vỏ	dầu
MKП-110M	110	600 và 1000	50	13	18,4	3500	9830	8500
У-220-10	110	1000	-	-	-	5000	-	-
MKП-220-7	220	1000 và 1500	50	13	18,5	7000	42.000	48.000
MKП-220-10*	220	1000 và 2000	82	18,6	26,3	1000	38.100	45.900
MKП-500	500	1500	50	13	13,9	12.000	101.700	88.200
MKП-35	35	600	25	7	8,2	500	930	36
BMK-35***	35	800	45	11,7	16,5	1000	560	100
BMK-110***	110	1500	50	13	18,4	3500	4500	600
МГ-110	110	600	49	11	13,2	2500	3000	600
МГ-220	220	1000	54	11	21	8.000	10.000	2.000
BBH-35	35	600 và 1000	50	21	16,5	1000	1200	-
BBH-35/2000-2	35	2000	82	21	33	2.000	-	-
BBH-110/800-1	110	800	55	15	21	4.000	5.900	-
BBH-110/2000-1	110	2000	55	15	21	4.000	5.900	-
BBH-110-6**	110	2000	80	20	31,5	6.000	9.000	-
BBH-110-10**	110	2000	-	-	52,5	10.000	-	-
BBH-220/1000-7	220	1000	55	12	18,4	7.000	20.000	-
BBH-220/2000-7	220	2000	55	12	18,4	7.000	20.000	-
BBH-220/10**	220	2000	70	15	26,2	10.000	15.000	-
BBH-220/15**	220	2000	400	18,3	39,4	15.000	16.200	-
BBH-330-15**	330	2000	67	17	26,3	15.000	33.900	-
BBH-500-25**	500	2000	58,8	34 (1 s)	29	25.000	57.000	-

Ghi chú: - Theo tài liệu sơ bộ; ** - Có DCL tự động; *** - Kiểu cột

6. TỤ ĐIỆN BÙ $\cos\varphi$

Trong hệ thống điện, tụ điện được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau : bù kinh tế, bù kỹ thuật, bù thay đổi thông số của đường dây tải điện...

Ở đây chỉ xét vấn đề lựa chọn công suất của bộ tụ điện đặt tại các trạm biến áp phân phối hoặc tại các phân xưởng của xí nghiệp công nghiệp nhằm mục đích nâng cao hệ số công suất, còn gọi là bù $\cos\varphi$.

Người ta chế tạo tụ điện bù $\cos\varphi$ với nhiều kích cỡ, chúng lại với công suất bù từ vài kVar đến vài trăm kVar, với điện áp từ 0,22 kV tới 24 kV, một pha và ba pha. Có loại tụ điện rời, có loại lắp đặt sẵn thành tủ tụ bù.

Tụ điện bù $\cos\varphi$ có thể đặt ở phía cao áp hoặc hạ áp của trạm biến áp phân phối, có thể đặt chung cho cả phân xưởng hoặc đặt riêng tại cục động cơ.

Đặt tụ bù ở vị trí nào với công suất bao nhiêu là lời giải của bài toán kinh tế phụ thuộc vào nhiều yếu tố : giá tiền 1 kVar tụ bù cao áp, hạ áp, kết cấu lưới hạ áp, giá tiền tổn thất điện năng, tính chất làm việc của phụ tải v.v...

A. XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT CỦA BỘ TỤ ĐIỆN

Để tính toán bù $\cos\varphi$ cần sử dụng các công thức sau :

1. Tổng công suất phản kháng Q_b cần đặt để nâng hệ số công suất từ $\cos\varphi_1$ lên $\cos\varphi_2$:

$$Q_b = P (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \quad (6.1)$$

trong đó :

P - tổng công suất tác dụng của phụ tải tại nút cần đặt bù ;

$\operatorname{tg}\varphi_1, \operatorname{tg}\varphi_2$ - ứng với $\cos\varphi_1$ và $\cos\varphi_2$.

2. Phân bố công suất bù tối ưu đặt ở phía cao và hạ áp của trạm biến áp

$$Q_{bH} = Q - \frac{M}{R_B + R_{LD}} \quad (6.2)$$

$$Q_{bC} = Q_b - Q_{bH} \quad (6.3)$$

trong đó :

Q - tổng công suất phản kháng của phụ tải tại trạm biến áp;

Q_{bC} , Q_{bH} - công suất bù tối ưu đặt ở phía cao và hạ áp ;

R_B - điện trở máy biến áp qui về hạ áp :

$$R_B = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dmBA}^2}{S_{dmBA}^2} \cdot 10^3, \Omega \quad (6.4)$$

ΔP_N - tổn thất ngắn mạch (tải định mức) trong máy biến áp, kW ;

U_{dmBA} , S_{dmBA} - điện áp và công suất định mức của máy biến áp, kV, kVA.

R_{LD} - điện trở tương đương của lưới điện hạ áp, Ω .

Thường chưa biết rõ điểm đặt tụ bù ở những điểm nào trên lưới hạ áp, có thể sử dụng công thức gần đúng sau :

$$R_{LD} = \lambda \cdot R_B \quad (6.5)$$

λ - hệ số, có các giá trị sau :

• với trạm ngoài phân xưởng : $\lambda = 0,8$

• với trạm kế phân xưởng :

- mạng dây dẫn hoặc cáp $\lambda = 0,4$

- mạng thanh dẫn $\lambda = 0,6$

Nếu chỉ bù tập trung tại thanh cái hạ áp thì $R_{LD} = 0$.

$$M = \frac{(a_H - a_C) U_H^2 \cdot 10^3}{2T \cdot k.c.t} \quad (6.6)$$

a_C , a_H - giá tiền 1 đơn vị tụ bù phía cao, hạ áp của trạm biến áp, đ/kVAr ;

U_H - điện áp định mức hạ áp, kV ;

T - thời hạn thu hồi vốn đầu tư, năm ;

k - hệ số xét đến tính chất làm việc của phụ tải :

- làm việc 1 ca : $k = 0,3$
- làm việc 2 ca : $k = 0,55$
- làm việc 3 ca : $k = 0,75$

c - giá tiền tổn thất điện năng, đ/kWh

t - thời gian đóng bộ tụ bù vào lưới, h

- nếu đóng cả năm $t = 8760$ h,
- chỉ đóng khi phụ tải cực đại $t = T_{\max}$ h

3. Phân bố tối ưu công suất bù tại các nút phụ tải

$$Q_{bi} = Q_i - (Q - Q_b) \frac{R_{td}}{R_i} \quad (6.7)$$

trong đó :

Q_{bi} - công suất tụ bù tối ưu đặt tại nút i, kVar

Q_i - công suất phản kháng của phụ tải tại nút i, kVar

Q - tổng công suất phản kháng cần bù, kVar

R_{td} - điện trở tương đương của lưới điện, Ω :

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n}} \quad (6.8)$$

R_i - điện trở của nhánh dây thứ i, Ω .

Trong quá trình tính toán, nếu có một trị số nào đó $Q_i < 0$ thì có nghĩa là tại đó không nên đặt tụ bù, ta cho $Q_i = 0$ và giải lại hệ phương trình với $(n-1)$ ẩn cho đến khi toàn bộ các nghiệm đều có số dương hoặc bằng 0.

Khi lắp đặt bộ tụ điện bù cần lưu ý :

- Cần tính toán lắp đặt điện trở phóng điện để đảm bảo an toàn cho người vận hành khi cắt bộ tụ.

- Cần căn cứ vào đồ thị phụ tải hoặc tính chất làm việc của phụ tải để định ra chế độ làm việc hợp lý của bộ tụ (đóng liên tục, cắt bớt một phần khi phụ tải giảm hay cắt toàn bộ khi phụ tải cực tiểu v.v...), mục đích để tránh hiện tượng quá bù làm cho điện áp tăng cao nguy hại đến cách điện của các thiết bị điện hoặc ảnh hưởng đến tuổi thọ của chúng.

Ví dụ 6.1. Một xưởng cơ khí nhỏ, công suất đặt 50 kW, $\cos\varphi = 0,6$. Yêu cầu đặt bộ tụ bù để nâng $\cos\varphi$ lên 0,9.

GIẢI

Công suất tác dụng tính toán của xưởng :

$$P = K_{nc} \cdot P_d = 0,4 \cdot 50 = 20 \text{ kW}$$

Với $\cos\varphi_1 = 0,6$ ta có $\operatorname{tg}\varphi_1 = 1,33$

$\cos\varphi_2 = 0,9$ ta có $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0,48$

Công suất bộ tụ bù cần đặt để nâng $\cos\varphi$ của xưởng từ 0,6 lên 0,9:

$$Q_b = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = 20 (1,33 - 0,48) = 17 \text{ kVar}$$

Chọn dùng loại tụ 3 pha, công suất 20 kVar do DAE YEONG chế tạo có các hệ số cho trong bảng sau :

Loại tụ	$Q_b(\text{kVar})$	$U_{dm} \text{ (V)}$	$I_{dm} \text{ (A)}$	Số pha	Kích thước (mm)	
					cao thùng	cao toàn bộ
DLE-2B20K6T	20	220	525	3	300	365

Ví dụ 6.2. Một máy khuấy đặt trong xí nghiệp sản xuất giấy có công suất 100 kW, $\cos\varphi = 0,7$, hệ số tải $K_t = 0,8$. Yêu cầu tính toán lắp đặt bộ tụ bù để nâng $\cos\varphi$ tại cực động cơ lên 0,9.

GIẢI

Công suất tác dụng tính toán của máy khuấy :

$$P = K_t \cdot P_{dm} = 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ kW}$$

Với $\cos\varphi_1 = 0,7$ ta có $\operatorname{tg}\varphi_1 = 1$

$\cos\varphi_2 = 0,9$ ta có $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0,48$

Công suất bộ tụ bù cần đặt tại cực động cơ máy khuấy để nâng $\cos\varphi$ từ 0,7 lên 0,9 là :

$$Q_b = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = 80 (1 - 0,48) = 41,6 \text{ kVar}$$

Chọn dùng bộ tụ 50 kVar, 3 pha do DAE YEONG chế tạo, có các thông số kỹ thuật ghi ở bảng sau :

Loại tụ	Q_b (kVar)	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Số pha	Kích thước (mm)	
					cao thùng	cao toàn bộ
DLE-3H50	50	380	76	3	260	325

Ví dụ 6.3. Một siêu thị đặt trạm biến áp 250 kVA, điện áp 22/0,4 kV. Yêu cầu tính toán đặt bộ tụ bù tại thanh cái hạ áp để nâng $\cos\varphi$ lên 0,9.

GIẢI

Siêu thị thường dùng các phụ tải là bóng đèn tuýp, điều hòa, hầm lạnh, có $\cos\varphi = 0,8$.

Với $\cos\varphi_1 = 0,8$ ta có $\tan\varphi_1 = 0,75$

$\cos\varphi_2 = 0,9$ ta có $\tan\varphi_2 = 0,48$

Công suất tác dụng cần cấp cho siêu thị :

$$P = S \cdot \cos\varphi = 250 \cdot 0,8 = 200 \text{ kW}$$

Công suất bộ tụ cần đặt để nâng $\cos\varphi$ từ 0,8 lên 0,9 :

$$Q_b = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 200 (0,75 - 0,48) = 54 \text{ kVar}$$

Chọn dùng bộ tụ 75 kVA, điện áp 400 V do DAE YEONG chế tạo, có các thông số ghi ở bảng sau :

Loại tụ	Q_b (kVar)	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Số pha	Kích thước (mm)	
					cao thùng	cao toàn bộ
DLE-4D75K5S	75	440	98,4	3	350	415

Ví dụ 6.4. Một nhà máy cơ khí đặt trạm biến áp 1 máy 500 kVA - 10, 0,4 kV của ABB, công suất tính toán của nhà máy $S_{II} = 300 + j 400$ kVA. Yêu cầu xác định dung-lượng bù tối ưu đặt tại thanh cái cao hạ áp của trạm để nâng $\cos\varphi$ lên 0,95. Cho biết nhà máy làm việc 2 ca, $T_{\max} = 4000$ h. Giá tiền tổn thất điện năng $c = 500$ đ/kWh, giá tiền một đơn vị tụ bù cao áp $a_C = 50.000$ đ/kVar, hạ áp $a_H = 100.000$ đ/kVar.

GIẢI

Trị số $\tan\varphi_1$ của phụ tải nhà máy trước khi đặt bù :

$$\tan\varphi_1 = \frac{Q}{P} = \frac{400}{300} = 1,33$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\sin \varphi_2}{\cos \varphi_2} = \frac{\sqrt{1 - 0,95^2}}{0,95} \approx 0,33$$

Tổng công suất cần bù tại trạm để nâng $\cos \varphi$ lên 0,95 là :

$$Q_b = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 300 (1,33 - 0,33) = 300 \text{ kVAr}$$

Máy biến áp 500 kVA - 10/0,4 kV của ABB có $\Delta P_N = 7 \text{ kW}$.

Điện trở máy biến áp quy về hạ áp :

$$R_B = \frac{\Delta P_N \cdot U_{dm}^2}{S_{dm}^2} \cdot 10^3 = \frac{7 \cdot 0,4^2}{500^2} \cdot 10^3 = 0,00448 \Omega$$

Vì đặt bù tập trung phía hạ áp tại thanh cái hạ áp của trạm nên điện trở của lưới hạ áp $R_{LD} = 0$.

Công suất bù tối ưu tại thanh cái hạ áp là :

$$Q_{bH} = Q - \frac{M}{R_B}$$

$$M = \frac{(a_H - a_C) U_H^2 10^3}{2T.k.c.t} = \frac{(100.000 - 50.000) 0,4^2 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 0,75 \cdot 500 \cdot 400} = 1,2$$

trong đó đã lấy thời hạn thu hồi vốn đầu tư $T = 3$ năm, $k = 0,75$ với xí nghiệp làm việc 2 ca.

$$Q_{bH} = 400 - \frac{1,2}{0,00448} = 400 - 268 = 132 \text{ kVAr.}$$

Công suất bù tối ưu phía cao áp của trạm :

$$Q_{bC} = Q_b - Q_{bH} = 300 - 132 = 168 \text{ kVAr}$$

Chọn dùng bộ tụ 10 kV, 200 kVAr do Cooper chế tạo có các thông số cho ở bảng sau :

Loại tụ	Q_b (kVAr)	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	Số pha
CEP 129M19	200	11,4	10,14	3

Phía hạ áp chọn dùng bộ tụ 150 kVAr do DAE YEONG chế tạo

Loại tụ	Q_b (kVAr)	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Số pha	Kích thước (mm)	
					cao thùng	cao toàn bộ
DLE-4D150 K5T	150	440	196,8	3	550	655

Trong ví dụ này, nếu thực hiện phương án đặt tụ bù hạ áp tại các phân xưởng, lúc ấy phải kể đến điện trở mạng hạ áp. Trường hợp này trạm biến áp đặt ngoài, lấy :

$$R_{LD} = 0,8 R_{BA} = 0,8 \times 0,00448 = 0,00358$$

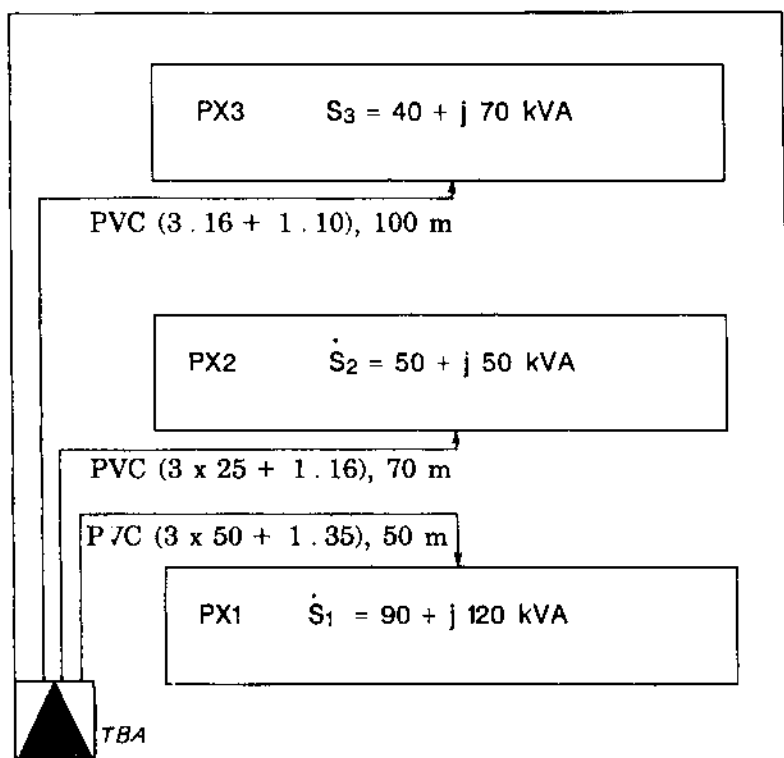
Khi đó, công suất bù tối ưu đặt bên hạ áp sẽ là :

$$Q_{bH} = Q - \frac{M}{R_{BA} + R_{LD}} = 400 - \frac{1,2}{0,00448 + 0,00358} = 251,2 \text{ kVAr}$$

$$Q_{bC} = 300 - 251,2 = 48,8 \text{ kVAr.}$$

Với lượng công suất bù phân bổ cho cả phía cao và hạ áp như trên, tốt nhất đặt bù toàn bộ cho hạ áp 300 kVAr. Công suất 300 kVAr này sẽ được phân phối cho các phân xưởng theo công thức (6.7).

Ví dụ 6.5. Một xí nghiệp gồm 3 phân xưởng có mặt bằng cho trên hình 6.1. Yêu cầu đặt ba tủ tụ bù bên cạnh các tủ phân phối của ba phân xưởng để nâng $\cos\varphi$ lên 0,95.



Hình 6.1 Mặt bằng cấp điện của xí nghiệp

GIẢI

Tổng công suất của xí nghiệp :

$$\dot{S} = \dot{S}_1 + \dot{S}_2 + \dot{S}_3 = 180 + j 240 \text{ kVA}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{P}{Q} = \frac{240}{180} = 1,33$$

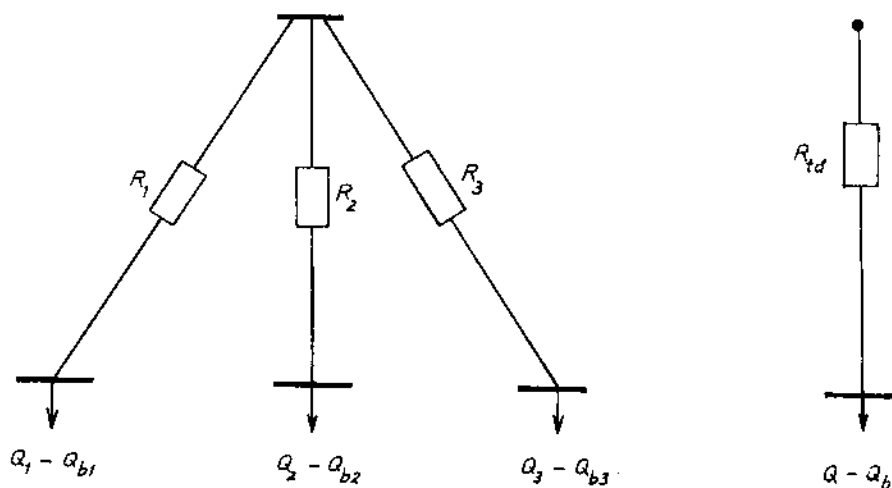
$$\cos \varphi_2 = 0,95 \text{ do đó } \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,33$$

Tổng công suất các bộ tụ bù cần đặt để nâng hệ số công suất của xí nghiệp từ 0,6 lên 0,95 là :

$$Q_b = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 180 (1,33 - 0,33) = 180 \text{ kVar}$$

Từ trạm biến áp xí nghiệp về ba phân xưởng dùng cáp CADIVI có các thông số kỹ thuật cho ở bảng sau :

Đường dây	Loại cáp	r (m)	r_o (Ω/km)	R (Ω)
TBA - PX1	PVC (3.50 + 1.35)	50	0,387	0,0194
TBA - PX2	PVC (3.25 + 1.16)	70	0,727	0,0509
TBA - PX3	PVC (3.16 + 1.10)	100	1,15	0,115



Hình 6.2. Sơ đồ thay thế và sơ đồ tương đương lưới điện hạ áp xí nghiệp để tính công suất tụ bù

Điện trở tương đương của lưới điện hạ áp xí nghiệp :

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{0,0194} + \frac{1}{0,0509} + \frac{1}{0,115}} = 0,0126 \, \Omega$$

Áp dụng công thức :

$$Q_{bi} = Q_i - (Q - Q_b) \frac{R_{td}}{R_i}$$

lần lượt tính được công suất các tụ bù đặt tại ba phân xưởng :

$$Q_{b1} = 120 - (240 - 180) \frac{0,0126}{0,0194} = 81 \, \text{kVar}$$

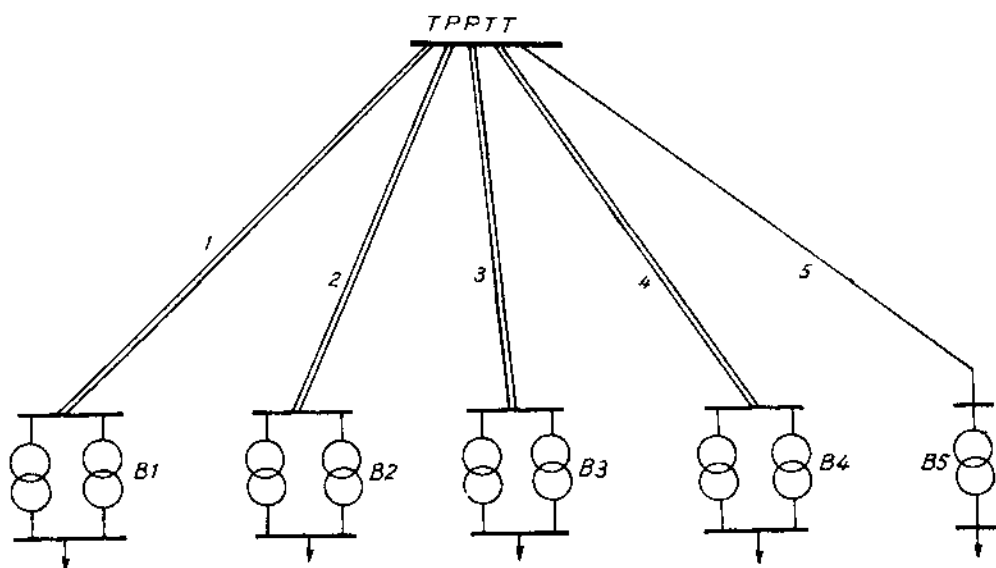
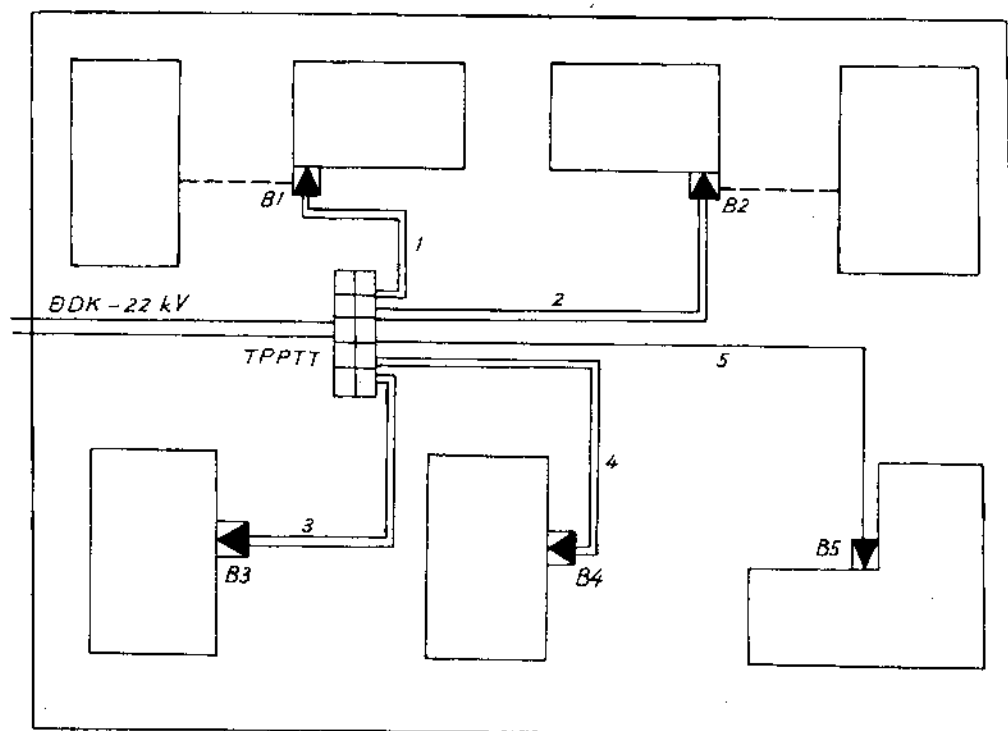
$$Q_{b2} = 50 - (240 - 180) \frac{0,0126}{0,0509} = 35 \, \text{kVar}$$

$$Q_{b3} = 70 - (240 - 180) \frac{0,0126}{0,115} = 64 \, \text{kVar}$$

Chọn dùng ba bộ tụ bù do DAE YEONG chế tạo, có các thông số kỹ thuật cho ở bảng sau :

Nơi đặt	Loại tụ	Số lượng	Q_b (kVar)	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	Số pha	Kích thước (mm)	
							cao thùng	cao toàn bộ
PX1	DLE-4D40 K5S	2	40	440	52,4	3	250	315
PX2	DLE-4D40 K5S	1	40	440	52,4	3	250	315
PX3	DLE-4D75 K5S	1	75	440	98,4	3	350	415

Ví dụ 6.6. Xí nghiệp cơ khí trung qui mô được cấp điện bằng điện áp 22 kV. Lưới điện cao áp xí nghiệp bao gồm một trạm phân phối trung tâm và 5 trạm biến áp phân xưởng 22/0,4 kV. Sơ đồ mặt bằng cấp điện và sơ đồ nguyên lý cấp điện cho trên hình 6.3. Yêu cầu xác định dung lượng bù tối ưu đặt tại thanh cái hạ áp các trạm biến áp phân xưởng để nâng $\cos\varphi$ của xí nghiệp lên 0,95.



Hình 9.3. Mặt bằng cấp điện và sơ đồ nguyên lý lưới điện cao áp xí nghiệp

Bảng thông số kỹ thuật lưới cao áp xí nghiệp

Trạm biến áp	S_{dm} (kVA)	ΔP_n (kW)	Đường dây	Loại dây	r_0 (Ω /km)	l (m)
B1	2 x 1000	13	1	XLPE (3 . 25 + 1 . 16)	0,927	50
B2	2 x 1000	13	2	XLPE (3 . 25 + 1 . 16)	0,927	100
B3	2 x 1000	13	3	XLPE (3 . 25 + 1 . 16)	0,927	60
B4	2 x 800	10,5	4	XLPE (3 . 25 + 1 . 16)	0,927	80
B5	1 x 1000	13	5	XLPE (3 . 25 + 1 . 16)	0,927	120

GIẢI

Tổng công suất tính toán toàn xí nghiệp :

$$\dot{S} = \sum_1^5 \dot{S}_i = 3800 + j 5067 \text{ kVA}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q}{P} = \frac{5067}{3800} = 1,33 \text{ do đó } \cos \varphi_1 = 0,6$$

$$\cos \varphi_2 = 0,95 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,33.$$

Tổng công suất của tụ bù cần đặt :

$$Q_b = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 3800 (1,33 - 0,33) = 3800 \text{ kVar}$$

Điện trở của trạm biến áp B1 :

$$R_{B1} = \frac{13 \cdot 22^2}{2 \cdot 1000^2} \cdot 10^3 = 3,146 \Omega$$

Điện trở của các đường cáp :

$$R_{C1} = r_0 \cdot l = 0,927 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,04635 \Omega$$

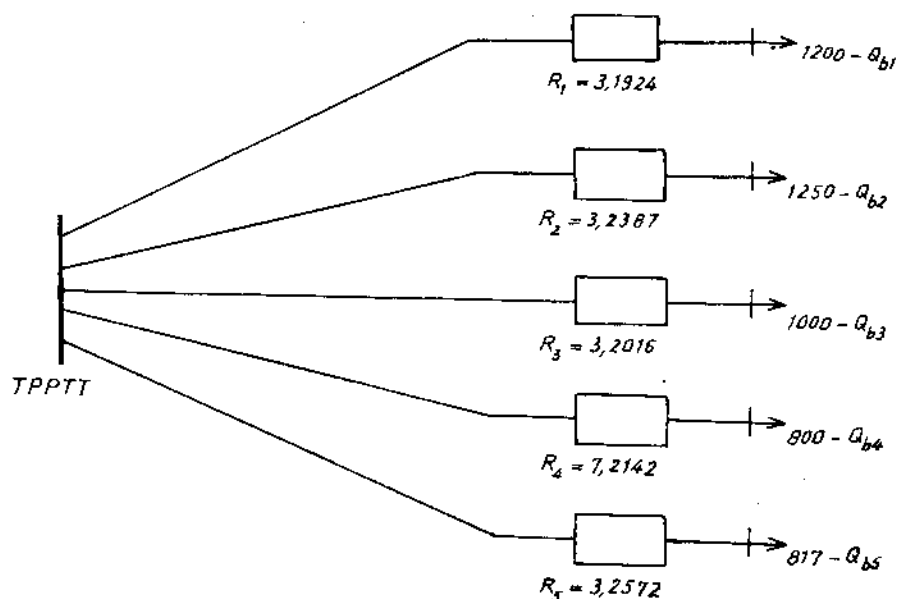
Các trạm biến áp và các đường cáp khác tính tương tự, kết quả ghi ở bảng sau :

Trạm biến áp	R_B (Ω)	Đường dây	R_C (Ω)	$R = R_B + R_{C1}$ (Ω)
B1	3,146	1	0,04635	$R_1 = 3,19235$
B2	3,146	2	0,0927	$R_2 = 3,2387$
B3	3,146	3	0,05562	$R_3 = 3,2016$
B4	7,94	4	0,07416	7,2146
B5	3,146	5	0,11124	3,25724

Điện trở tương đương toàn mạng cao áp :

$$R_{td} = \frac{1}{\frac{1}{3,1924} + \frac{1}{3,2387} + \frac{1}{3,2016} + \frac{1}{7,2142} + \frac{1}{3,2572}}$$

$$R_{td} = 0,7274$$



Hình 6.4. Sơ đồ thay thế và sơ đồ tương đương lưới điện cao áp xí nghiệp

Công suất bù tối ưu đặt tại thanh cái các trạm biến áp phân xưởng là :

$$Q_{b1} = 1200 - (5067 - 3800) \frac{0,7274}{3,1924} = 911 \text{ kVar}$$

$$Q_{b2} = 1250 - (5067 - 3800) \frac{0,7274}{3,2387} = 965 \text{ kVar}$$

$$Q_{b3} = 1000 - (5067 - 3800) \frac{0,7274}{3,2016} = 712 \text{ kVar}$$

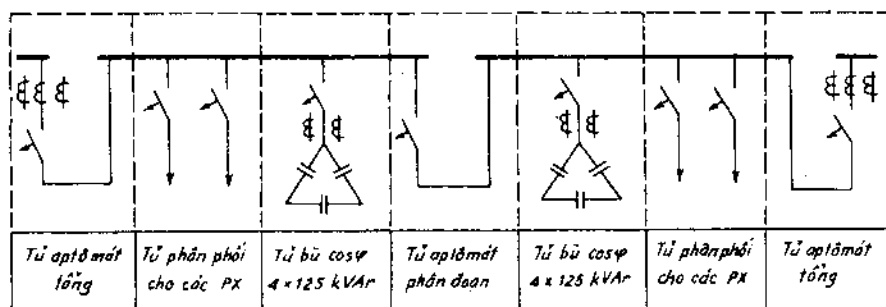
$$Q_{b4} = 800 - (5067 - 3800) \frac{0,7274}{7,2142} = 672 \text{ kVar}$$

$$Q_{b5} = 817 - (5067 - 3800) \frac{0,7274}{3,2572} = 534 \text{ kVar}$$

Chọn dùng các bộ tụ bù của DAE YEONG, cụ thể với từng trạm biến áp ghi ở bảng sau :

Trạm biến áp	Loại tụ	Q_b (kVar)	Số bộ	Tổng Q_b (kVar)	Q_b yêu cầu (kVar)
B1	DLE - 4D125 K5T	125	8	1000	911
B2	DLE - 4D125 K5T	125	8	1000	965
B3	DLE - 4D100 K5T	100	8	800	712
B4	DLE - 4D100 K5T	100	8	800	672
B5	DLE - 4D100 K5T	100	6	600	534

Cần lưu ý rằng với các trạm hai biến áp, cần chọn số bộ tụ là chẵn để chia đều cho hai phân đoạn thành góp hạ áp.



Hình 6.5. Lắp đặt tủ điện bù trên hai phân đoạn thanh góp 0,4 kV trạm biến áp B1

**Tụ điện từ 10 đến 50 μF do
hãng DAE YEONG chế tạo**

Bảng 6.1

Điện áp (V)	Điện dung (μF)	Mã hiệu	Số pha	I_{dm} (A)	Kích thước (mm)			
					rộng thùng	rộng toàn bộ	cao thùng	cao toàn bộ
200	10	DLE - 2B10T	1	0,83	5,3	81	70	95
		DLE - 2B10T	3	0,48	5,3	81	70	95
	15	DLE - 2B15T	1	1,24	5,3	81	70	95
		DLE - 2B15T	3	0,72	5,3	81	70	95
	20	DLE - 2B20T	1	1,66	5,3	81	70	95
		DLE - 2B20T	3	0,96	5,3	81	70	95
	30	DLE - 2B30T	1	2,49	5,3	81	70	95
		DLE - 2B30T	3	1,44	5,3	81	100	125
	40	DLE - 2B40S	1	3,32	5,3	81	100	125
		DLE - 2B40T	3	1,92	5,3	81	100	125
	50	DLE - 2B50S	1	4,15	5,3	81	100	125
		DLE - 2B50T	3	2,39	5,3	81	100	125

Tụ điện từ 75 đến 1000 μF do DAE YEONG chế tạo

Bảng 6.2

U_{dm} (V)	Điện dung μF	Mã hiệu	I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
220	75	DLE - 2B75ST	6,22	3,59	100	122
	100	DLE - 2B100ST	8,29	4,79	80	107

Tiếp bảng 6.2

U_{dm} (V)	Điện dung μF	Mã hiệu	I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
220	150	DLE - 2B150ST	12,44	7,18	105	132
	175	DLE - 2B175ST	14,51	8,38	120	147
	200	DLE - 2B200ST	16,59	9,58	120	147
	250	DLE - 2B250ST	20,7	12,0	145	172
	300	DLE - 2B300ST	24,9	14,4	165	192
	400	DLE - 2B400ST	33,2	19,1	215	242
	500	DLE - 2B500ST	41,5	23,9	245	272
	600	DLE - 2B600 ^S _T	49,8	29,7	245	305
	700	DLE - 2B700 ^S _T	58,1	33,5	265	325
	750	DLE - 2B750 ^S _T	62,2	35,9	215	280
	800	DLE - 2B800 ^S _T	66,4	38,3	225	290
	900	DLE - 2B900 ^S _T	74,6	43,1	225	290
	1000	DLE - 2B1000 ^S _T	82,9	47,9	250	315

Tụ điện từ 10 đến 250 μF do DAE YEONG chế tạo

Bảng 6.3

U_{dm} (V)	Điện dung μF	Mã hiệu	I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
380	10	DLE - 3H10 ^S _T	1,43	0,83	100	122
	15	DLE - 3H15 ^S _T	2,15	1,24	100	122

Tiếp bảng 6.3

U_{dm} (V)	Điện dung μF	Mã hiệu	I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
380	20	DLE - 3H20 ^S _T	2,87	1,65	100	122
	30	DLE - 3H30ST	4,30	2,48	80	107
	40	DLE - 3H40ST	5,73	3,31	80	107
	50	DLE - 3H50ST	7,16	4,41	90	117
	75	DLE - 3H75ST	10,74	6,20	130	157
	100	DLE - 3H100ST	14,33	8,27	130	157
	150	DLE - 3H150ST	21,48	12,41	165	192
	200	DLE - 3H200ST	28,65	16,54	185	212
	250	DLE - 3H250ST	35,81	20,67	215	242
	300	DLE - 3H300ST	42,97	24,81	265	292
440	10	DLE - 4D10 ^S _T	1,66	0,96	100	122
	15	DLE - 4D15 ^S _T	2,49	1,44	100	122
	20	DLE - 4D20 ^S _T	3,32	1,92	100	122
	30	DLE - 4D30ST	4,98	2,87	80	107
	40	DLE - 4D40ST	6,63	3,83	90	117
	50	DLE - 4D50ST	8,29	4,79	105	132
	75	DLE - 4D75ST	12,44	7,18	130	157
	100	DLE - 4D100ST	16,59	9,58	165	192
	150	DLE - 4D150ST	24,88	14,37	185	212
	200	DLE - 4D200ST	33,16	19,15	215	242
	250	DLE - 4D250ST	41,40	23,94	265	292

**Tụ điện bù cosφ điện áp 220 V
do DAE YEONG chế tạo**

Bảng 6.4

U _{dm} (V)	Q _b (kVar)	C (μF)	Mã hiệu		Tần số (Hz)	I _{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha		1 pha	3 pha	cao thùng	cao tổng bộ
220	10	657,7	DLE - 2B10K5S	DLE - 2B10K5T	50	45,2	26,2	265	325
		548,1	DLE - 2B10K6S	DLE - 2B10K6T	60			220	280
	15	986,5	DLE - 2B15K5S	DLE - 2B15K5T	50	68,2	39,4	250	315
		822,1	DLE - 2B15K6S	DLE - 2B15K6T	60			225	290
	20	1315,3	DLE - 2B20K5S	DLE - 2B20K5T	50	90,9	52,5	300	365
		1096,1	DLE - 2B20K6S	DLE - 2B20K6T	60				
	25	1644,1	DLE - 2B25K5S	DLE - 2B25K5T	50	113,6	65,6	250	315
		1370,1	DLE - 2B25K6S	DLE - 2B25K6T	60			300	365
	30	1973,0	DLE - 2B30K5S	DLE - 2B30K5T	50	136,4	78,7	260	325
		1644,2	DLE - 2B30K6S	DLE - 2B30K6T	60			250	315
	35	2301,8	DLE - 2B35K5S	DLE - 2B35K5T	50	159,1	91,9	310	375
		1918,2	DLE - 2B35K6S	DLE - 2B35K6T	60			290	355
	40	2630,7	DLE - 2B40K5S	DLE - 2B40K5T	50	181,8	105,0	350	415
		2192,2	DLE - 2B40K6S	DLE - 2B40K6T	60			300	365
	45	2959,5	DLE - 2B45K5S	DLE - 2B45K5T	50	204,5	118,1	390	455
		2466,2	DLE - 2B45K6S	DLE - 2B45K6T	60			340	405
	50	3288,3	DLE - 2B50K5S	DLE - 2B50K5T	50	227,3	131,2	400	465
		2740,3	DLE - 2B50K6S	DLE - 2B50K6T	60			350	415

**Tụ điện bù cosφ điện áp 380, 440 V
do DAE YEONG chế tạo**

Bảng 6.5

U _{dm} (V)	Q _b (kVAr)	C (μF)	Mã hiệu	I _{dm} (A)	Kích thước (mm)	
					các thùng	cao toàn bộ
380	100	2,205	DLE - 3H100K5T	151,9	500	605
	125	2,757	DLE - 3H125K5T	189,0	550	655
	150	3,308	DLE - 3H150K5T	227,9	600	705
440	100	1,645	DLE - 4D100K5T	131,2	450	555
	125	2,056	DLE - 4D125K5T	164,0	500	605
	150	2,467	DLE - 4D150K5T	196,8	550	655

**Tụ điện bù cosφ điện áp 440 V
do DAE YEONG chế tạo**

Bảng 6.6

U _{dm} (V)	Q _b (kVAr)	C (μF)	Mã hiệu		I _{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
440	5	82,2	DLE - 4D5K5S	DLE - 4D5K5T	11,3	6,5	145	172
	7,5	123,3	DLE - 4D7,5K5S	DLE - 4D7,5K5T	17,0	9,8	165	192
	10	164,5	DLE - 4D10K5S	DLE - 4D10K5T	22,7	13,1	175	235
	12	197,3	DLE - 4D12K5S	DLE - 4D12K5T	27,2	15,7	210	270
	15	246,7	DLE - 4D15K5S	DLE - 4D15K5T	34,1	19,7	220	280
	20	328,9	DLE - 4D20K5S	DLE - 4D20K5T	45,4	26,2	330	390
	25	411,2	DLE - 4D25K5S	DLE - 4D25K5T	56,8	32,8	190	255
	30	493,5	DLE - 4D30K5S	DLE - 4D30K5T	68,2	39,3	220	285

Tiếp bảng 6.6

U_{dm} (V)	Q_b (kVAR)	C (μF)	Mã hiệu		I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	1 pha	3 pha	cao thường	cao toàn bộ
440	35	575,7	DLE - 4D35K5S	DLE - 4D35K5T	79,5	45,9	220	285
	40	657,9	DLE - 4D40K5S	DLE - 4D40K5T	90,9	52,4	250	315
	45	740,2	DLE - 4D45K5S	DLE - 4D45K5T	102,3	59,1	250	315
	50	822,5	DLE - 4D50K5S	DLE - 4D50K5T	113,6	65,6	270	335
	75	1233,7	DLE - 4D75K5S	DLE - 4D75K5T	170,5	98,4	350	415

Tụ điện bù cos ϕ điện áp 380 đến 480 V
do DAE YEONG chế tạo

Bảng 6.7

U_{dm} (V)	Q_b (kVAR)	C (μF)	Mã hiệu	I_{dm} (A)	Kích thước (mm)	
					Cao thùng	Cao toàn bộ
380	100	1,83	DLE - 3H100K6T	151,9	400	505
	125	2,296	DLE - 3H125K6T	189,9	500	605
	150	2,755	DLE - 3H150K6T	227,9	550	655
	175	3,216	DLE - 3H175K6T	265,9	600	705
440	100	1,370	DLE - 3D100K6T	131,2	400	505
	125	1,712	DLE - 3D125K6T	164,0	450	555
	150	2,056	DLE - 3D150K6T	196,8	500	605
	175	2,399	DLE - 3H175K6T	229,6	550	655
460	100	1,254	DLE - 4F100K6T	125,5	400	505
	125	1,568	DLE - 4F125K6T	188,2	500	605
	150	1,881	DLE - 4H150K6T	188,2	550	655
480	100	1,162	DLE - 4H100K6T	120,3	400	505
	125	1,440	DLE - 4F125K6T	150,4	500	605

**Tụ điện bù cosφ điện áp 380 đến 480 V
do DAE YEONG chế tạo**

Bảng 6.8

U _{dm} (V)	Q _b (kVAr)	C (μF)	Mã hiệu		I _{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
380	10	183,7	DLE - 3H10K6S	DLE - 3H10K6T	26,3	15,2	175	235
	15	257,6	DLE - 3H15K6S	DLE - 3H15K6T	39,5	22,8	220	280
	20	367,4	DLE - 3H20K6S	DLE - 3H20K6T	52,5	30,4	245	305
	25	459,5	DLE - 3H25K6S	DLE - 3H25K6T	65,8	38,0	225	290
	30	551,1	DLE - 3H30K6S	DLE - 3H30K6T	78,9	45,6	200	265
	35	642,9	DLE - 3H35K6S	DLE - 3H35K6T	92,1	53,2	230	295
	40	734,8	DLE - 3H40K6S	DLE - 3H40K6T	105,3	60,8	230	295
	45	826,6	DLE - 3H45K6S	DLE - 3H45K6T	118,4	68,4	260	325
	50	918,5	DLE - 3H50K6S	DLE - 3H50K6T	131,6	76,0	260	325
	75	1377,7	DLE - 3H75K6S	DLE - 3H75K6T	197,4	114,0	350	415
440	10	137,0	DLE - 4D10K6S	DLE - 4D10K6T	22,7	13,1	175	235
	15	205,5	DLE - 4D15K6S	DLE - 4D15K6T	34,1	19,7	220	280
	20	274,0	DLE - 4D20K6S	DLE - 4D20K6T	45,5	26,2	245	305
	25	342,5	DLE - 4D25K6S	DLE - 4D25K6T	56,8	32,8	225	290
	30	411,0	DLE - 4D30K6S	DLE - 4D30K6T	68,2	39,3	190	255
	35	479,5	DLE - 4D35K6S	DLE - 4D35K6T	79,5	45,9	220	285
	40	548,1	DLE - 4D40K6S	DLE - 4D40K6T	90,9	52,5	220	285
	45	616,6	DLE - 4D45K6S	DLE - 4D45K6T	102,3	59,0	250	315
	50	685,1	DLE - 4D50K6S	DLE - 4D50K6T	113,6	65,6	250	315

Tiếp bảng 6.8

U_{dm} (V)	Q_b (kVar)	C (μ F)	Mã hiệu		I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
440	75	1027,6	DLE - 4D75K6S	DLE - 4D75K6T	170,2	98,4	350	415
460	25	313,5	DLE - 4D25K6S	DLE - 4D25K6T	54,3	31,3	225	290
	75	940,7	DLE - 4D75K6S	DLE - 4D75K6T	163,1	94,1	350	415
480	30	345,5	DLE - 4D30K6S	DLE - 4D30K6T	62,5	36,1	250	315
	50	575,7	DLE - 4D50K6S	DLE - 4D50K6T	104,1	60,1	250	315

Tụ điện bù cos ϕ điện áp 400 V
do DAE YEONG chế tạo

Bảng 6.9

U_{dm} (V)	Q_b (kVar)	C (μ F)	Mã hiệu		I_{dm} (A)		Kích thước (mm)	
			1 pha	3 pha	1 pha	3 pha	cao thùng	cao toàn bộ
400	5	99,5	DLE - 4J5K5S	DLE - 4J5K5T	12,5	7,2	165	192
	7,5	149,2	DLE - 4J7,5K5S	DLE - 4J7,5K5T	18,8	10,8	165	192
	10	199,1	DLE - 4J10K5S	DLE - 4J10K5T	25,0	14,4	185	212
	12	238,3	DLE - 4J12K5S	DLE - 4J12K5T	29,9	17,2	215	242
	12,5	248,7	DLE - 4J12EK5S	DLE - 4J12EK5T	31,3	18,0	215	242
	15	298,5	DLE - 4J15K5S	DLE - 4J15K5T	37,5	21,7	220	285
	20	398,1	DLE - 4J20K5S	DLE - 4J20K5T	50,0	28,9	190	255
	25	497,6	DLE - 4J25K5S	DLE - 4J25K5T	62,5	36,1	190	255
	30	597,1	DLE - 4J30K5S	DLE - 4J30K5T	75,0	43,3	220	285
	35	696,6	DLE - 4J35K5S	DLE - 4J35K5T	87,5	50,5	250	315
	40	796,1	DLE - 4J40K5S	DLE - 4J40K5T	99,9	57,7	250	315
	45	895,7	DLE - 4J45K5S	DLE - 4J45K5T	112,5	64,9	290	355
	50	99,2	DLE - 4J50K5S	DLE - 4J50K5T	125,0	72,2	300	365
	75	1492,8	DLE - 4J75K5S	DLE - 4J75K5T	187,5	108,2	400	465

**Tụ bù hợp bộ loại KKY cao, hạ áp
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 6.10

Kiểu và công suất	Suất tổn hao, kW/kVAr	Khối lượng thiết bị, T	Thể tích, m ³
KKY-0,38-1 ; 80 kVAr	0,0045	0,38	25
KKY-0,38-3 ; 160 kVAr	0,0045	0,925	30
KKY-0,38-3 ; 160 kVAr có BPP-1	0,0045	1,23	30
KKY-0,38-5 ; 280 kVAr	0,0045	1,3	50
KKY-0,38-5 ; 280 kVAr có BPP-1	0,0045	1,6	50
Thiết bị bù 6 đến 10 kV đặt trong nhà			
KY-6-1 ; 330 kVAr	0,003	1,31	40
KY-6-1 ; 330 kVAr có BPP-2	0,003	1,34	40
KY-6-1 ; 500 kVAr	0,003	1,71	50
KY-6-2 ; 500 kVAr có BPP-2	0,003	1,74	50
KY-10-1 ; 330 kVAr	0,003	1,31	40
KY-10-1 ; 330 kVAr có BPP-2	0,003	1,34	40
KY-10-2 ; 500 kVAr	0,003	1,71	50
KY-10-2 ; 500 kVAr có BPP-2	0,003	1,74	50
Thiết bị bù 6 đến 10 kV đặt ngoài trời			
KY-6-2 ; 420 kVAr	0,003	1,21	10
KY-6-2 ; 420 kVAr có BPP-2	0,003	1,24	10
KY-10-2 ; 400 kVAr	0,003	1,41	10
KY-10-2 ; 400 kVAr có BPP-2	0,003	1,44	10

**Tụ bù hợp bộ kiểu YK cao, hạ áp
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 6.11

Kiểu và công suất	Suất tổn hao, kW/kVAr	Khối lượng thiết bị, T	Thể tích, m ³	Giá tiền, 10 ³ rúp			
				Thiết bị	Lắp đặt và vật liệu	Phần xây dựng	Toàn bộ
Thiết bị bù bằng tụ, điện áp 0,38 kV đặt trong nhà							
УКЛН (УКЛН)-0,38-110	0,0045	0,34	30	103	0,04	0,34	151

**Tụ điện bù cosφ hạ áp và cao áp
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 6.12

Loại	U_{dm} (kV)	Q_{dm} (kVAr)	Điện dung (μF)	Số pha	Chiều cao (mm)	Khối lượng (kg)
Loại 1						
KM1-3,15-12-2Y1	3,15	12	3,8	Một pha	466	-
KM1-6,3-12-2Y1	6,3	12	10	"	506	-
KM1-10,5-12-2Y1	10,5	12	0,35	"	546	-
KM2-3,15-24-2Y1	3,15	24	7,7	"	781	-
KM2-6,3-24-2Y1	6,3	24	19	"	821	-
KM2-10,5-24-2Y1	10,5	24	0,7	"	861	-
Loại 2						
KC1-0,22-3Y1	0,22	6	395	Một pha	472	-
KC1-0,38-14-3Y1	0,38	14	309	và ba pha	472	-
KC1-0,5-14-3Y1	0,50	14	178		472	-
KC1-0,66-16-3Y1	0,66	14	117		472	-
KC2-0,22-12-3Y3	0,23	12	790		725	-
KC2-0,38-36-3Y3	0,38	36	794		725	-
KC2-0,5-36-3Y3	0,5	36	458		725	-
KC2-0,66-40-3Y3	0,66	40	292		739	-
KC2-0,22-12-3Y1	0,22	12	790		787	-
KC2-0,38-28-3Y1	0,38	28	618		787	-
KC2-0,5-28-3Y1	0,50	28	357		787	-
KC2-0,66-32-3Y1	0,66	32	234		787	-
Loại 3						
KC1-0,22-8-3Y3	0,22	8	526	Một pha	410	30
KC1-0,38-25-3Y3	0,38	25	551	và ba pha	410	30
KC1-0,66-25-3Y3	0,66	25	183		418	30
KC1-0,22-8-3Y1	0,22	8	526		472	30
KC1-0,38-20-3Y1	0,38	20	442		472	30
KC1-0,66-20-3Y1	0,66	20	146		466	30
KC1-105-37,5-2Y3	105	37,5	108		418	30

Tiếp bảng 6.12

tiếp bảng 6.12

Loại	U_{dm} (kV)	Q_{dm} (kVAr)	Điện dung (μF)	Số pha	Chiều cao (mm)	Khối lượng (kg)
KC1-3,15-37,5-2Y3	3,15	37,5	12	Một pha và ba pha	441	30
KC1-6,3-37,5-2Y3	6,3	37,5	3		471	30
KC1-10,5-37,5-2Y3	10,5	37,5	1		526	30
KC1-10,5-30-2Y1	10,5	30	867		466	30
KC1-3,15-30-2Y1	3,15	30	10		466	30
KC1-6,3-30-2Y1	6,3	30	2		506	30
KC1-10,5-30-2Y1	10,5	30	1		504	30
KC2-0,22-16-3Y3	0,22	16	1052		725	60
KC2-0,38-50-3Y3	0,38	50	1102		725	60
KC2-0,66-50-3Y3	0,66	50	366		739	60
KC2-0,22-16-3Y1	0,22	16	1052	787	60	
KC2-0,38-40-3Y1	0,38	40	884	787	60	
KC2-0,66-40-2Y1	0,66	40	292	787	60	
KC2-3,15-75-2Y3	10,5	75	217	739	60	
KC2-3,15-75-2Y3	3,15	75	24	756	60	
KC2-6,3-75-2Y3	6,3	75	6	786	60	
KC2-10,5-75-2Y3	10,5	75	2	841	60	
KC2-10,5-60-2Y1	10,5	60	173	787	60	
KC2-3,15-60-2Y1	3,15	60	19	781	60	
KC2-6,3-60-2Y1	6,3	60	5	821	60	
KC2-10,5-60-2Y1	10,5	60	2	861	60	
Loại 4						
KC0-0,22-4-3Y3		4	260	Một pha và ba pha	260	18
KC0-0,38-12,5-3Y3		12,5	275		260	18
KC0-0,66-12,5-3Y3		12,5	92		274	18
KC0-3,15-25-2Y3		25	8	Một pha	296	18
KC0-6,3-25-2Y3		25	2		326	18
KC0-10,5-25-2Y3		25	1		390	18
KC1-3,15-50-2Y3		50	16		441	30
KC1-6,3-50-2Y3		50	3		471	30
KC1-10,5-50-2Y3		50	14		526	30
KC1-3,15-37,5-2Y1		37,5	12		466	30
KC1-6,3-37,5-2Y1		37,5	3		506	30

Tiếp bảng 6.12

Loại	U_{dm} (kV)	Q_{dm} (kVAr)	Điện dung (μF)	Số pha	Chiều cao (mm)	Khối lượng (kg)
KC1-10,5-37,5-2Y1		37,5	11	Một pha	546	30
KC1-3,15-100-2Y3		100	32,7		756	60
KC2-6,3-100-2Y3		100	8		786	60
KC2-10,5-100-2Y3		100	2,9		841	60
KC2-3,15-75-2Y1		75	24		701	60
KC2-6,3-75-2Y1		75	6		821	60
KC2-10,5-75-2Y1		75	2,2		861	60
KCII-0,66-36T1		36	263		787	-
KCTC-0,38-9,4-Y2		9,4	207		305	19

Ghi chú: K-tụ điện cosine; M và C-tấm dầu hoặc chất lỏng tổng hợp; II-cho thiết bị bù dọc;
TC-cho máy biến áp hàn; 0, 1, 2-kích thước của vỏ không một, hai.

Tụ điện cao áp do Cooper (Mỹ) chế tạo

Bảng 6.13

U _{dm} (V)	U _{gh} (kV)	50 kVAr		100 kVAr		150 kVAr		200 kVAr	
		2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG
2400	75	CEP 120A1	CEP 120B1	CEP 131A1	CEP 131B1	CEP 132A1	CEP 132B1	CEP 140A1	CEP 140B1
2770	75	CEP 120A2	CEP 120B2	CEP 131A2	CEP 131B2	CEP 132A2	CEP 132B2	CEP 140A2	CEP 140B2
4160	75	CEP 120A3	CEP 120B3	CEP 131A3	CEP 131B3	CEP 132A3	CEP 132B3	CEP 140A3	CEP 140B3
4800	75	CEP 120A4	CEP 120B4	CEP 131A4	CEP 131B4	CEP 132A4	CEP 132B4	CEP 140A4	CEP 140B4
6640	95	CEP 120A5	CEP 120B5	CEP 131A5	CEP 131B5	CEP 132A5	CEP 132B5	CEP 140A5	CEP 140B5
7200	95	CEP 120A6	CEP 120B6	CEP 131A6	CEP 131B6	CEP 132A6	CEP 132B6	CEP 140A6	CEP 140B6
7620	95	CEP 120A7	CEP 120B7	CEP 131A7	CEP 131B7	CEP 132A7	CEP 132B7	CEP 140A7	CEP 140B7
7960	95	CEP 120A8	CEP 120B8	CEP 131A8	CEP 131B8	CEP 132A8	CEP 132B8	CEP 140A8	CEP 140B8
8320	95	CEP 120M7	CEP 123M3	CEP 126M4	CEP 125M3	CEP 128M6	CEP 127M15	CEP 130M13	CEP 129M1
9540	95	CEP 120M4	CEP 123M4	CEP 126M24	CEP 125M4	CEP 128M2	CEP 127M21	CEP 130M30	CEP 129M31
9960	95	CEP 120A9	CEP 120B9	CEP 131A9	CEP 131B9	CEP 132A9	CEP 132B9	CEP 140A9	CEP 140B9
11400	95	CEP 124M8	CEP 123M5	CEP 126M25	CEP 125M19	CEP 128M13	CEP 127M22	CEP 130M31	CEP 129M19

HTTG - Hệ thống thanh góp

Tiếp bảng 6.13

U_{dm} (V)	U_{gh} (kV)	- 50 kVAr		100 kVAr		150 kVAr		200 kVAr	
		2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG
	125	-	-	-	-	-	-	CEP 130M32	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	CEP 129M20
12470	95	CEP 120A10	CEP 120B10	CEP 131A10	CEP 131B10	CEP 132A10	CEP 132B10	CEP 140A10	CEP 140B10
	125	CEP 124M9	-	CEP 126M3	-	CEP 128M11	-	CEP 130M9	-
	150	-	CEP 123B6	-	CEP 130B6	-	CEP 139B6	-	CEP 143B6
13280	95	CEP 120A11	CEP 120B11	CEP 131A11	CEP 131B11	CEP 132A11	CEP 132B11	CEP 140A11	CEP 140B11
	125	CEP 124M10	-	CEP 126M9	-	CEP 128M9	-	CEP 130M9	-
	150	-	CEP 123B7	-	CEP 130B7	-	CEP 139B7	-	CEP 143B8
13800	95	CEP 120A12	CEP 120B12	CEP 131A12	CEP 131B12	CEP 132A12	CEP 132B12	CEP 140A12	CEP 140B12
	125	CEP 124M11	-	CEP 126M20	-	CEP 128M14	-	CEP 130M12	-
	150	-	CEP 123B8	-	CEP 130B8	-	CEP 139B8	-	CEP 143B8
14400	95	CEP 120A13	CEP 120B13	CEP 131A13	CEP 131B13	CEP 132A13	CEP 132B13	CEP 140A13	CEP 140B13
	125	CEP 124M12	-	CEP 126M1	-	CEP 129M5	-	CEP 130M1	-

HTTG - Hệ thống thanh góp

Tiếp bảng 6.13

U _{dm} (V)	U _{gh} (kV)	50 kVAr		100 kVAr		150 kVAr		200 kVAr	
		2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG
	150	-	CEP 123B9	-	CEP 130B9	-	CEP 139B9	-	CEP 143B9
15125	150	-	CEP 123M6	-	CEP 125M1	-	CEP 127M23	-	CEP 129M12
19920	150	-	-	-	CEP 134B4	-	CEP 133B4	-	CEP 145B4
20800	150	-	-	-	CEP 125M20	-	-	-	CEP 129M38
21600	150	-	-	-	CEP 134B5	-	CEP 133B5	-	CEP 145B5
22130	150	-	-	-	-	-	CEP 127M24	-	CEP 129M48
22800	150	-	-	-	CEP 125M21	-	-	-	CEP 129M10
23800	150	-	-	-	-	-	-	-	CEP 129M46
24940	150	-	-	-	-	-	-	-	CEP 129M47

HTTG – Hệ thống thanh góp

Tụ điện cao áp do Cooper (Mỹ) chế tạo

Tiếp bảng C.13

U_{dm} (V)	U_{gh} (kV)	300 kVAr		400 kVAr		500 kVAr	
		2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG	2 HTTG	1 HTTG
2400	75	-	-	-	-	-	-
2770	75	-	-	-	-	-	-
4160	75	-	-	-	-	-	-
4800	75	-	-	-	-	-	-
6640	95	-	-	-	-	CEP 180A5	CEP 180B5
7200	95	CEP 160A6	CEP 160B6	CEP 170A6	CEP 170B6	CEP 180A6	CEP 180B6
7620	95	CEP 160A7	CEP 160B7	CEP 170A7	CEP 170B7	CEP 180A7	CEP 180B7
7960	95	CEP 160A8	CEP 160B8	CEP 170A8	CEP 170B8	CEP 180A8	CEP 180B8
8320	95	CEP 132M9	CEP 131M8	CEP 134M5	CEP 133M13	CEP 150M1	CEP 149M1
9540	95	CEP 132M3	CEP 131M22	CEP 134M6	CEP 133M14	CEP 150M2	CEP 149M2
9960	95	CEP 160A9	CEP 160B9	CEP 170A9	CEP 170B9	CEP 180A9	CEP 180B9
11400	95	CEP 132M18	CEP 131M23	CEP 134M7	CEP 133M15	CEP 150M3	CEP 149M3
	125	-	-	-	-	CEP 150M4	-
	150	-	-	-	-	-	CEP 149M4
12470	95	CEP 160A10	CEP 160B10	CEP 170A10	CEP 170B10	CEP 180A10	CEP 180B10
	125	CEP 132M14	-	CEP 134M4	-	CEP 183A6	-
	150	-	CEP 163B6	-	CEP 173B6	-	CEP 183B6
13280	95	CEP 160A11	CEP 160B11	CEP 170A11	CEP 170B11	CEP 180A11	CEP 180B11
	125	CEP 132M10	-	CEP 134M8	-	CEP 183A7	-

HTTG - hệ thống thanh góp

Tiếp bảng 6.13

U _{dm} (V)	U _{gh} (kV)	300 kVAr		400 kVAr		500 kVAr	
		2HTTG	1 HTTG	2HTTG	1 HTTG	2HTTG	1 HTTG
	150	-	CEP 163B7	-	CEP 173B7	-	CEP 183B7
13800	95	CEP 160A12	CEP 160B12	CEP 170A12	CEP 170B12	CEP 180A12	CEP 180B12
	125	CEP 132M13	-	CEP 134M9	-	CEP 183A8	-
	150	-	CEP 163B8	-	CEP 173B8	-	CEP 183B8
14400	95	CEP 160A13	CEP 160B13	CEP 170A13	CEP 170B13	CEP 180A13	CEP 180B13
	125	CEP 132M5	-	CEP 134M2	-	CEP 183A9	-
	150	-	CEP 163B9	-	CEP 173B9	-	CEP 183B9
15125	150	-	CEP 131M24	-	CEP 133M16	-	CEP 149M5
19920	150	-	CEP 165B4	-	CEP 175B4	-	CEP 185B4
20800	150	-	CEP 131M9	-	CEP 133M17		CEP 149M6
21600	150	-	CEP 165B5	-	CEP 175B5	-	CEP 185B5
22130	150	-	CEP 131M25	-	CEP 133M20	-	CEP 149M10
22800	150	-	-	-	CEP 133M11	-	CEP 149M7
23800	150	-	CEP 131M11	-	CEP 133M8	-	CEP 149M8
24940	150	-	-	-	CEP 133M19	-	CEP 149M9

HTTG - hệ thống thanh góp

7. THANH GÓP, KHÁNG ĐIỆN

A. LỰA CHỌN THANH GÓP

Thanh góp còn được gọi là thanh cái hoặc thanh dẫn. Thanh góp được dùng trong các tủ phân phối, tủ động lực hạ áp, trong các tủ máy cắt, các trạm phân phối trong nhà, ngoài trời cao áp. Với các tủ điện cao hạ áp và trạm phân phối trong nhà, dùng thanh góp cứng; với trạm phân phối ngoài trời thường dùng thanh góp mềm.

Người ta chế tạo thanh góp nhiều kiểu dáng, chủng loại. Có thanh góp bằng đồng và bằng nhôm. Thanh góp nhôm thường chỉ dùng với dòng điện nhỏ (200 đến 300 A), thanh góp đồng dùng cho mọi trị số dòng điện.

Thanh góp được chế tạo hình chữ nhật. Khi dòng điện lớn thì dùng thanh góp ghép từ 2, 3 thanh chữ nhật. Với dòng điện rất lớn (trên 3000 A) người ta chế tạo thanh góp hình máng, hình ống. Cũng chế tạo thanh góp hình tròn và vành khăn.

Thanh góp được chọn theo dòng phát nóng cho phép (hoặc theo mật độ kinh tế của dòng điện) và kiểm tra theo điều kiện ổn định động và ổn định nhiệt dòng ngắn mạch.

Các điều kiện lựa chọn và kiểm tra thanh góp

Bảng 7.1

Đại lượng chọn và kiểm tra	Điều kiện
Dòng điện phát nóng lâu dài cho phép, (A)	$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{cb}$
Khả năng ổn định động, (kG/cm ²)	$\sigma_{cp} \geq \sigma_{tt}$
Khả năng ổn định nhiệt, (mm ²)	$F \geq \alpha I_{\infty} \sqrt{t_{qd}}$

trong đó :

$K_1 = 1$ với thanh góp đặt đứng ;

$K_1 = 0,95$ với thanh góp đặt ngang.

K_2 - hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường ;

σ_{cp} - ứng suất cho phép của vật liệu làm thanh góp

với thanh góp nhôm, $\sigma_{cp} = 700 \text{ kG/cm}^2$

với thanh góp đồng, $\sigma_{cp} = 1400 \text{ kG/cm}^2$

σ_{tt} - ứng suất tính toán, xuất hiện trong thanh góp do tác động của lực điện động dòng ngắn mạch ;

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W}, \text{ kG/cm}^2 \quad (7.1)$$

M - mômen uốn tính toán :

$$M = \frac{F_{tt} \cdot l}{10}, \text{ kG.m} \quad (7.2)$$

F_{tt} - lực tính toán do tác động của dòng ngắn mạch :

$$F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{a} i_{kp} \text{ kG} \quad (7.3)$$

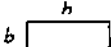
l - khoảng cách giữa các sứ của 1 pha, cm

a - khoảng cách giữa các pha, cm

W - mômen chống uốn của các loại thanh dẫn, kG.m, có công thức tính toán cho ở bảng 7.2.

Mômen chống uốn của các loại thanh góp

Bảng 7.2

Thanh chữ nhật		Thanh chữ nhật rỗng	Thanh tròn	Thanh tròn rỗng
đặt đứng	đặt ngang			
				
$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	$W = \frac{h^3 - h_1^3}{6}$	$W = \frac{\pi D^3}{32}$	$W = \frac{\pi(D^3 - d^3)}{36}$

Với thanh gắp mềm, thường chọn theo J_{kt} và ngoài điều kiện ổn định động, ổn định nhiệt dòng ngắn mạch còn phải kiểm tra thêm điều kiện tổn thất vắng quang.

Ví dụ 7.1. Yêu cầu lựa chọn thanh gắp đặt trong tủ phân phối hạ áp của trạm biến áp 315 kVA - 10/0,4 kV.

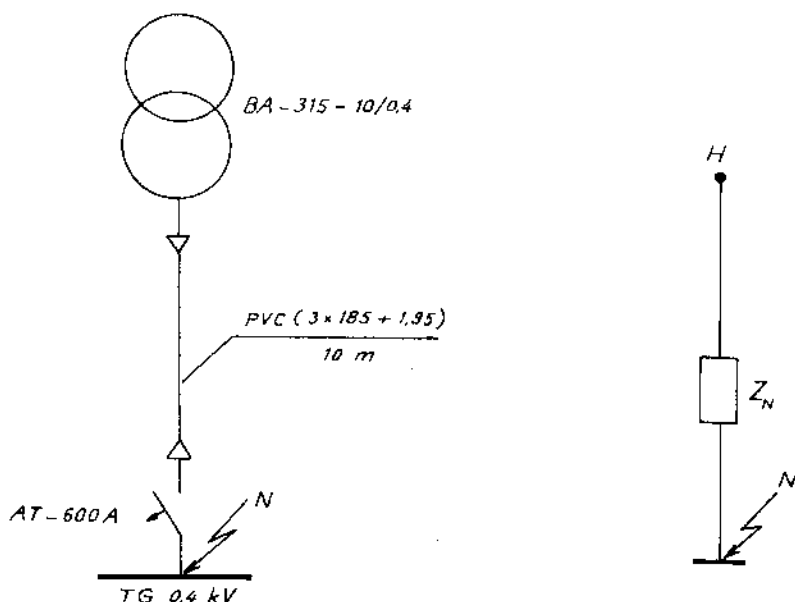
GIẢI

Dòng điện lớn nhất qua thanh gắp là dòng định mức máy biến áp :

$$I_{dmBA} = \frac{S_{dmBA}}{\sqrt{3} U_{dmBA}} = \frac{315}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 455,20 \text{ A}$$

Chọn thanh gắp đồng, tiết diện chữ nhật, M40 x 4 có $I_{cp} = 625 \text{ A}$.

Cần tính dòng ngắn mạch để kiểm tra ổn định động, ổn định nhiệt.



Hình 7.1. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch hạ áp

Tổng trở biến áp qui về hạ áp :

$$Z_{BA} = \frac{\Delta P_N U_{dmBA}^2}{S_{dmBA}^2} \cdot 10^6 + j \frac{U_{N\%} \cdot U_{dmBA}^2}{S_{dmBA}} \cdot 10^4$$

$$= \frac{4,85 \cdot 0,4^2}{315^2} \cdot 10^6 + j \frac{4,5 \cdot 0,4^2}{315} 10^4 = 7 + j 20 \text{ m}\Omega$$

$$Z_N = Z_{BA} + Z_C + Z_{AT}$$

Tuy nhiên, trị số của Z_C và Z_{AT} quá nhỏ so với tổng trở biến áp, có thể bỏ qua :

$$Z_N \approx Z_{BA} = 7 + j 20 \text{ m}\Omega$$

Dòng điện ngắn mạch :

$$I_N = \frac{400}{\sqrt{3} \sqrt{7^2 + 20^2}} = 10,9 \text{ kA}$$

Trị số dòng ngắn mạch xung kích

$$i_{xk} = 1,8 \sqrt{2} I_N = 27 \text{ kA}$$

Dự định đặt ba thanh gắp ba pha cách nhau 15 cm, mỗi thanh được đặt trên hai sứ khung tủ cách nhau 70 cm :

$$F_{II} = 1,67 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{70}{15} \cdot 27 = 2,22 \text{ kG}$$

$$M = \frac{2,22 \cdot 70}{10} = 15,54 \text{ kG.cm}$$

Mômen chống uốn của thanh 40 x 4 đặt đứng :

$$W = \frac{40 \cdot 4^2}{6} = 0,106 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{II} = \frac{M}{W} = \frac{15,54}{0,106} = 146,6 \text{ kG/cm}^2$$

Với $\alpha = 6$ và $t_{qd} = t_c = 0,5 \text{ s}$, kết quả kiểm tra thanh gắp đã chọn cho ở bảng sau :

Dại lượng chọn và kiểm tra	Kết quả
Dòng phát nóng lâu dài cho phép (A)	$K_1 K_2 I_{cb} = 1 \cdot 1 \cdot 625 > I_{cb} = 455,2$
Khả năng ổn định động (kG/cm)	$\sigma_{cp} = 1400 > \sigma_{II} = 146,6$
Khả năng ổn định nhiệt (mm ²)	$F = 40 \times 4 = 160 > \alpha I_N \cdot \sqrt{t_{qd}} =$ $= 6 \cdot 10,9 \sqrt{0,5} = 46$

Vậy chọn thanh cái đồng M40 x 4 là thỏa mãn.

B. LỰA CHỌN KHÁNG ĐIỆN

Kháng điện là thiết bị dùng hạn chế dòng ngắn mạch, vì thế thường chỉ được đặt ở các nhà máy điện cấp điện áp máy phát.

Người ta chế tạo kháng điện bằng đồng hoặc nhôm, loại đơn hoặc kép. Vẽ lắp đặt, kháng điện có thể đặt chồng lên nhau, đặt dàn hàng ngang hay đặt hỗn hợp (hai pha chồng lên nhau, một pha đặt nằm bên cạnh).

Kháng điện được chọn theo các điều kiện sau :

$$U_{dmK} \geq U_{dmLD} \quad (7.4)$$

$$I_{dmK} \geq I_{cb} \quad (7.5)$$

$$x_{dmK}\% \geq x_{Kyc}\% \quad (7.6)$$

Điều kiện (7.6) đảm bảo cho trị số dòng ngắn mạch nhỏ hơn dòng cắt định mức của máy cắt và đảm bảo điều kiện ổn định nhiệt của cáp.

Để tính toán lựa chọn kháng điện cần sử dụng một số công thức sau :

Nếu biết dòng ngắn mạch siêu quá độ ba pha thì có thể tính được điện kháng tổng từ hệ thống đến điểm ngắn mạch trước kháng điện :

$$X_{HT} = \frac{I_{cb}}{I''} \quad (7.7)$$

Điện kháng cáp tính theo đơn vị tương đối (theo công suất cơ bản đã chọn) :

$$X_C = x_0 l \frac{S_{cb}}{U_{lb}^2} \quad (7.8)$$

Dòng ổn định nhiệt của cáp :

$$I_{nhC} = \frac{F \cdot C}{\sqrt{t_c}}, \text{ A} \quad (7.9)$$

F - tiết diện cáp, mm^2

C - hệ số, với đồng $C = 141 \text{ A}^2/\text{s}$;

với nhôm $C = 90 \text{ A}^2/\text{s}$

t_c - thời gian cắt của máy cắt, s.

Để đảm bảo điều kiện làm việc ổn định nhiệt của cáp thì điện kháng

Tương đối cơ bản từ nguồn đến điểm ngắn mạch cấp phải bằng :

$$X_N = \frac{I_{cb}}{I''_{min}} \quad (7.10)$$

$$\begin{aligned} X_N &= X_{HT} + X_K + X_C \\ \text{Vậy} \quad X_K &\approx X_N - X_{HT} - X_C \end{aligned} \quad (7.11)$$

$$\text{Tính theo \% : } x_K\% = x_K \cdot \frac{I_{dmK}}{I_{cb}} \cdot 100 \quad (7.12)$$

$$\text{Với} \quad I_{cb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} U_{tb}}$$

Nếu $x_K\%$ tính được lớn hơn 8% (khi dùng kháng đơn) và 16% khi dùng kháng kép) thì phải dùng kháng kép thay cho kháng đơn hoặc dùng một số kháng đơn.

Ví dụ 7.2. Phụ tải địa phương 10 kV, 5 MVA được cấp điện từ hai phân đoạn của thanh góp điện áp máy phát có sơ đồ cho trên hình 7.2. Biết rằng khi lập sơ đồ tính ngắn mạch đã chọn $S_{cb} = 100$ MVA và đã tính được $I''_{N1} = 54,5$ kA. Yêu cầu chọn đặt kháng điện để có thể sử dụng các máy cắt hợp bộ của Siemens loại 3DC11 có $I_{dm} = 1250$ A và $I_{cdm} = 25$ kA.

GIẢI

Dòng điện lớn nhất qua một kháng khi kháng kia bị sự cố. Vậy dòng cường bức qua kháng bằng :

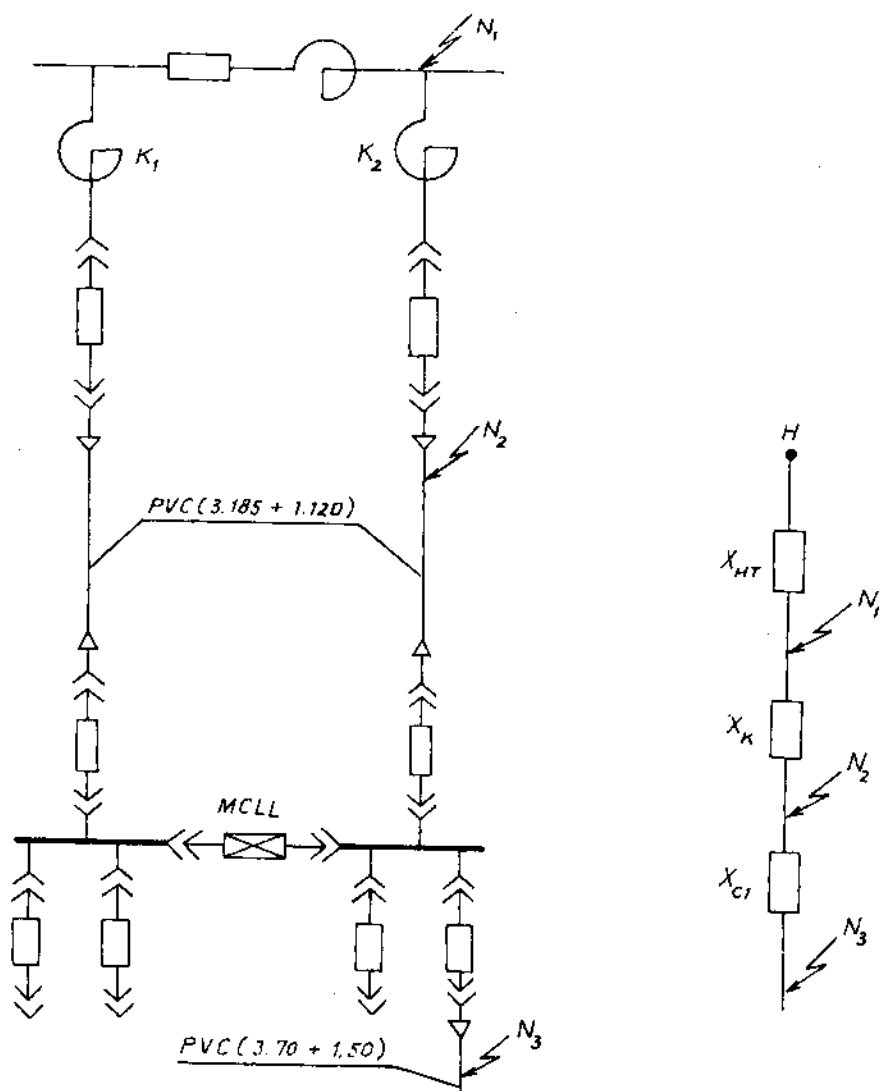
$$I_{cb} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 275,25 \text{ A.}$$

Chọn kháng điện đơn, dây đồng PB-10,5-300 A có $I_{dmK} = 300$ A và $U_{dmK} = U_{dmLD} = 10,5$ kV.

Tiếp theo cần chọn trị số $x_K\%$.

$$X_{HT} = \frac{I_{cb}}{I''_{N1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,101$$

$$X_C = x_0 l \cdot \frac{S_{cb}}{U_{tb}^2} = 0,08 \cdot 2 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 0,145$$



Hình 7.2. Sơ đồ nguyên lý cấp điện cho phụ tải điện áp máy phát và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch

Dòng ổn định nhiệt cấp 1 và cấp 2 :

$$I_{nhC1} = \frac{F_1 C}{\sqrt{t_c}} = \frac{185 \cdot 90}{\sqrt{0,7}} = 18,9 \text{ kA}$$

$$I_{nhC2} = \frac{F_2 C}{\sqrt{t_c}} = \frac{70 \cdot 90}{\sqrt{0,5}} = 8,9 \text{ kA}$$

$$X_N = \frac{I_{cb}}{I_{nh\min}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 8,9} = 0,619$$

$$\begin{aligned} X_K &= X_N - X_{HT} - X_{C1} \\ &= 0,619 - 0,101 - 0,145 = 0,373 \end{aligned}$$

$$x_K\% = X_K \cdot \frac{I_{dmK}}{I_{cb}} 100 = 0,373 \cdot \frac{0,3}{5,5} 100 = 2,035$$

Vậy chọn kháng điện đơn, dây đồng PE-10,5-300 có $U_{dmK} = 10,5$ kV, $I_{dmK} = 300$ A, $x_K\% = 4\%$.

Cần kiểm tra kháng đã chọn về khả năng hạn chế dòng ngắn mạch, đảm bảo trị số dòng ngắn mạch nhỏ hơn khả năng cắt của máy cắt 3DC11 và đảm bảo ổn định nhiệt của cáp 70 mm^2 và 185 mm^2 .

$$X_K = x_K\% \frac{I_{cb}}{I_{dmK}} = 0,04 \frac{5,5}{0,3} = 0,733$$

Dòng điện ngắn mạch tại N2 là :

$$I''_{N2} = \frac{I_{cb}}{X_{HT} + X_K} = \frac{5,5}{0,101 + 0,733} = 6,595 \text{ kA}$$

Dòng điện ngắn mạch tại N3 là :

$$I''_{N3} = \frac{I_{cb}}{X_{HT} + X_K + X_{C1}} = \frac{5,5}{0,101 + 0,733 + 0,145} = 5,618 \text{ kA}$$

Kết quả :

$$I_{cdm} = 25 \text{ kA} > I''_{N2} = 6,595 \text{ kA}$$

$$I_{nhC1} = 18,899 > I''_{N2} = 6,595 \text{ kA}$$

$$I_{nhC2} = 8,9 > I''_{N3} = 5,618 \text{ kA}$$

Vậy chọn kháng như trên là hợp lý.

Loại kháng điện	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	$x_K\%$	Khối lượng (kg)
PE - 10,5 - 300 - 4	10,5	300	4	2400

Điện trở và điện kháng của thanh cái chữ nhật

Bảng 7.1

Kích thước, mm	r_0 khi 65°C, mΩ/m		x_0 (đồng và nhôm), mΩ/m			
	đồng	nhôm	Khoảng cách trung bình hình học, mm			
			100	150	200	300
25 x 3	0,268	0,475	0,179	0,200	0,295	0,244
30 x 3	0,223	0,394	0,163	0,189	0,206	0,235
30 x 4	0,167	0,296	0,163	0,189	0,206	0,235
40 x 4	0,125	0,222	0,145	0,170	0,189	0,214
40 x 5	0,100	0,177	0,145	0,170	0,189	0,214
50 x 5	0,080	0,142	0,137	0,156	0,180	0,200
50 x 6	0,067	0,118	0,127	0,156	0,180	0,200
60 x 6	0,056	0,099	0,119	0,145	0,163	0,189
60 x 8	0,042	0,074	0,119	0,145	0,163	0,189
80 x 8	0,031	0,055	0,102	0,126	0,145	0,179
80 x 10	0,025	0,044	0,102	0,126	0,145	0,170
100 x 10	0,020	0,035	0,090	0,113	0,133	0,157

**Dòng điện phụ tải lâu dài cho phép của thanh cái
bằng đồng và bằng nhôm (nhiệt độ tiêu chuẩn của
môi trường xung quanh là +25°C)**

Bảng 7.2

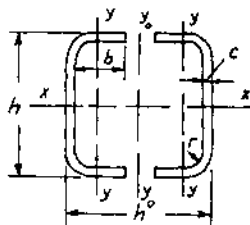
Kích thước, mm	Tiết diện của một thanh, mm ²	Khối lượng, kg/m		Dòng điện cho phép, A					
		đồng	nhôm	Mỗi pha một thanh		Mỗi pha ghép hai thanh		Mỗi pha ghép ba thanh	
				đồng	nhôm	đồng	nhôm	đồng	nhôm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25 x 3	75	0,668	0,203	340	265	-	-	-	-
30 x 3	90	0,800	0,234	405	305	-	-	-	-
30 x 4	120	1,066	0,324	475	365	-	-	-	-
30 x 4	160	1,424	0,432	625	480	-	-	-	-

Tiếp bảng 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40 x 5	200	1,780	0,540	700	540	-	-	-	-
50 x 5	250	2,225	0,675	860	665	-	-	-	-
50 x 6	300	2,676	0,810	955	740	-	-	-	-
60 x 5	300	2,670	0,810	1025	705	-	-	-	-
60 x 6	360	3,204	0,972	1125	870	1740	1350	2240	1700
60 x 8	480	4,272	1,295	1320	1025	2160	1680	2790	2180
60 x 10	600	5,310	1,620	1175	1155	2560	2010	3300	2650
80 x 6	480	4,272	1,295	1480	1150	2110	1630	2720	2100
80 x 8	640	5,698	1,728	1690	1320	2620	2040	3370	2620
80 x 10	800	7,100	2,160	1900	1180	3100	2410	3990	3100
100 x 6	600	5,340	1,620	1810	1125	2170	1935	3170	2500
100 x 8	800	7,120	2,160	2080	1625	3060	2390	3930	3050
100 x 10	1000	8,900	2,700	2310	1820	3610	2860	4650	3640
120 x 8	960	8,460	2,600	2400	1900	3100	2650	4340	3380
120 x 10	1200	10,650	3,240	2650	2070	4100	3200	5200	4100

Thanh dẫn nhôm tiết diện hình máng có quét sơn

Bảng 7.3



Kích thước, mm				Tiết diện một thanh, mm ²	Mômen chống uốn của tiết diện, cm ³			Dòng điện phụ tải, A
h	b	c	r		một thanh		hai thanh dẫn ghép, đối với trục y ₀ -y ₀ , W _{yc}	
					đối với trục x-x, W _x	đối với trục y-y, W _y		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
75	35	5,5	6	695	14,1	3,17	30,1	2670
100	45	4,5	8	775	22,2	4,51	18,6	2820
100	45	6	8	1010	27	5,9	58	3500

Tiếp bảng 7.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
125	55	6,5	10	1370	46,4	9,5	98,5	4640
150	65	7	10	1785	71	14,7	167	5650
175	80	8	12	2440	122	25	250	6430
200	90	10	14	3435	193	40	422	7550
200	90	12	16	4040	225	46,5	490	8830
225	105	12,5	16	4880	307	66,5	645	10300
250	115	12,5	16	5450	360	81	824	10800

Thanh dẫn bằng đồng tròn, I_{cp} ở nhiệt độ môi trường 35°C
và nhiệt độ thanh dẫn 65°C

Bảng 7.3

Đường kính mm	Tiết diện mm^2	Trọng lượng) kg/m	Vật liệu ²⁾	Dòng một chiều theo A một chiều và xoay chiều dưới 60 Hz	
				đúc sơn	dễ trần
5	19,6	0,175	E-Cu F37	95	85
8	50,3	0,447	E-Cu F37	179	159
10	78,5	0,699	E-Cu F37	243	213
16	210	1,79	E-Cu F30	464	401
20	314	2,80	E-Cu F30	629	539
32	804	7,16	E-Cu F30	1160	976
50	1960	17,50	E-Cu F30	1930	1610

Thanh dẫn nhôm mạ đồng, tròn đặt trong nhà,
nhiệt độ môi trường 35°C , nhiệt độ thanh dẫn 65°C

Bảng 7.4

Đường kính mm	Tiết diện mm^2	Trọng lượng) kg/m	Dòng một chiều theo A một chiều và xoay chiều dưới 60 Hz	
			đúc sơn	dễ trần
5	19,6	0,0713	78	70
8	50,3	0,182	148	132
10	78,5	0,285	201	177
16	210	0,730	386	335
20	314	1,14	525	452
32	804	2,92	1000	850
50	1960	7,13	1750	1500

Thanh dẫn đồng hình vành khăn, nhiệt độ môi trường 35°C,
nhiệt độ thanh dẫn 65°C

Bảng 7.5

Đường kính ngoài (mm)

Chiều dày (mm)

Tiết diện (mm²)

Trọng lượng¹⁾ (kg/m)

Vật liệu²⁾

Dòng một chiều theo A

Dòng một chiều theo A

Một chiều và xoay chiều dưới 60 Hz

trong nhà

ngoài nhà

được sơn

để trần

được sơn

để trần

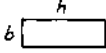
1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	2	113	101	E-Cu F37	384	329	460	449
	3	160	143	E-Cu F37	457	392	548	535
	4	201	179	E-Cu F30	512	438	613	599
	5	236	210	E-Cu F30	554	475	664	648
	6	264	235	E-Cu F25	591	506	708	691
32	2	188	168	E-Cu F37	602	508	679	660
	3	273	244	E-Cu F37	725	611	818	794
	4	352	314	E-Cu F30	821	693	927	900
	5	424	378	E-Cu F30	900	760	1020	987
	6	490	437	E-Cu F25	973	821	1100	1070
40	2	239	213	E-Cu F37	744	624	816	790
	3	349	311	E-Cu F37	899	753	986	955
	4	452	404	E-Cu F30	1020	857	1120	1090
	5	550	490	E-Cu F30	1130	944	1240	1200
	6	641	572	E-Cu F25	1220	1020	1340	1300
50	3	443	395	E-Cu F37	1120	928	1190	1150
	4	578	516	E-Cu F30	1270	1060	1360	1310
	5	707	631	E-Cu F30	1410	1170	1500	1450
	6	829	740	E-Cu F25	1530	1270	1630	1570
	8	1060	942	E-Cu F25	1700	1420	1820	1750
63	3	565	504	E-Cu F30	1390	1150	1440	1390
	4	741	661	E-Cu F30	1590	1320	1650	1590
	5	911	813	E-Cu F30	1760	1460	1820	1750
	6	1070	958	E-Cu F25	1920	1590	1990	1910
	8	1380	123	E-Cu F25	2150	1780	2230	2140
80	3	726	647	E-Cu F30	1750	1440	1760	1690
	4	955	852	E-Cu F30	2010	1650	2020	1930
	5	1180	105	E-Cu F30	2230	1820	2230	2140
	6	1400	124	E-Cu F25	2430	1990	2440	2340
	8	1810	161	E-Cu F25	2730	2240	2740	2630

Tiếp bảng 7.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	3	914	8,15	E-Cu F30	2170	1770	2120	2020
	4	1210	10,8	E-Cu F30	2490	2030	2430	2320
	5	1490	13,3	E-Cu F30	2760	2250	2700	2580
	6	1770	15,8	E-Cu F25	3020	2460	2950	2820
	8	2310	20,6	E-Cu F25	3410	2780	3330	3180

Mômen chống uốn của các loại thanh dẫn

Bảng 7.6

Thanh chữ nhật		Thanh chữ nhật rỗng	Thanh tròn	Thanh tròn rỗng
dặt đứng	dặt ngang			
				
$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$	$W = \frac{h^3 - h_1^3}{6}$	$W = \frac{\pi D^3}{32}$	$W = \frac{\pi(D^3 - d^3)}{32}$

Các đặc tính cơ bản của kháng điện PL - 15,1,
kháng điện bê tông cuộn dây bằng nhôm

Bảng 7.7

Kiểu kháng điện, 6 kV	Tổn thất định mức trong 1 pha, kW	Dòng điện ổn định động (trị số biên độ) $i_{\max}$, kA	Đại lượng đặc trung cho ổn định nhiệt $i_{nh} \sqrt{t_{nh}}$ kA.s ^{1/2}	Phương pháp dặt	Kiểu kháng điện, 10 kV	Tổn thất định mức trong 1 pha, kW	Dòng điện ổn định động (trị số biên độ) $i_{\max}$, kA	Đại lượng đặc trung cho ổn định nhiệt $i_{nh} \sqrt{t_{nh}}$ kA.s ^{1/2}	Phương pháp dặt
PBA-6-150-3	0,75	9,74	9,0	Đ và N	PBA-6-150-6	2,03	6,40	6,75	Đ và N
PBA-6-150-4	143	9,55	8,25	Đ và N	PBA-6-150-8	2,22	4,8	6,0	Đ và N
PBA-6-150-5	157	7,65	7,5	Đ và N	PBA-6-150-10	2,59	3,82	6,0	Đ và N

Tiếp bảng 7.7

Kiểu kháng điện, 6 kV	Tổn thất định mức trong 1 pha, kW	Dòng điện ổn định động (trị số biên độ) $I_{\max} \cdot kA$	Dại lượng đặc trung cho ổn định nhiệt $I_{nh} \sqrt{t_{nh}}$ kA.s ^{1/2}	Phương pháp dặt	Kiểu kháng điện, 6 kV	Tổn thất định mức trong 1 pha, kW	Dòng điện ổn định động (trị số biên độ) $I_{\max} \cdot kA$	Dại lượng đặc trung cho ổn định nhiệt $I_{nh} \sqrt{t_{nh}}$ kA.s ^{1/2}	Phương pháp dặt
PBA-6-200-3	1,31	13,0	12,0	Đ và N	PBA-10-150-3	1,55	9,75	10,86	Đ và N
PBA-6-200-4	1,83	12,75	11,0	Đ và N	PBA-10-150-4	2,0	9,55	8,25	Đ và N
PBA-6-200-5	2,48	10,20	10,0	Đ và N	PBA-10-150-5	2,26	7,65	7,5	Đ và N
PBA-6-200-6	2,69	8,5	9,0	Đ và N	PBA-10-150-6	2,56	6,38	6,75	Đ và N
PBA-6-200-8	3,21	6,4	8,0	Đ và N	PBA-10-150-8	3,07	4,8	6,0	Đ và N
PBA-6-200-10	3,67	5,4	8,0	Đ và N	PBA-10-200-3	2,29	17,0	9,45	Đ và N
PBA-6-300-3	1,8	19,5	18,0	Đ và N	PBA-10-200-4	2,32	12,7	11,0	Đ và N
PBA-6-300-4	2,42	19,8	14,0	Đ và N	PBA-10-200-5	2,21	10,2	10,0	Đ và N
PBA-6-300-5	2,72	15,0	15,0	Đ và N	PBA-10-200-6	3,16	8,5	9,0	Đ và N
PBA-6-300-6	3,26	12,8	13,5	Đ và N	PBA-10-200-8	3,77	6,88	8,0	Đ và N
PBA-6-300-8	3,53	9,5	15	Đ và N	PBA-10-300-3	2,68	19,5	15,6	Đ và N
PBA-6-300-10	4,49	7,65	12	Đ và N	PBA-10-300-4	3,65	17,0	14,5	Đ và N
PBA-6-400-3	2,2	26,0	20,8	Đ và N	PBA-10-300-5	3,42	15,3	15,0	Đ và N
PBA-6-400-4	2,87	25,5	18,9	Đ và N	PBA-10-300-6	4,02	12,8	12,0	Đ và N
PBA-6-400-5	3,32	20,4	19,1	Đ và N	PBA-10-300-8	4,70	9,56	12,0	Đ và N
PBA-6-400-6	3,83	17,0	18,8	Đ và N	PBA-10-400-3	3,01	26,0	20	ĐĐ
PBA-6-400-8	4,61	12,75	18,85	Đ và N	PBA-10-400-4	3,86	25,4	25,6	Đ và N
PBA-6-400-10	5,75	10,2	18,85	Đ và N	PBA-10-400-5	4,28	20,4	19,8	Đ và N
PBA-6-500-3	2,17	32,0	30,0	Đ và N	PBA-10-400-6	4,78	17,0	19,6	Đ và N
PBA-6-500-4	3,17	34,9	27,5	ĐĐ	PBA-10-400-8	5,61	12,75	19,7	Đ và N
PBA-6-500-5	3,2	25,5	25,0	Đ và N	PBA-10-500-3	3,79	32,5	26,8	ĐĐ
PBA-6-400-6	4,09	24,2	22,5	Đ và N	PBA-10-500-4	4,44	31,9	27,5	ĐĐ
PBA-6-500-8	4,40	15,9	20,0	Đ và N	PBA-10-500-5	5,48	25,5	25,0	ĐĐ
PBA-6-500-10	5,44	12,75	20,0	Đ và N	PBA-10-500-6	4,90	21,2	22,5	Đ và N
PBA-6-600-3	2,5	39,0	36,0	ĐĐ	PBA-10-500-8	7,64	15,9	20,0	Đ và N
PBA-6-600-4	3,7	38,2	33,0	ĐĐ	PBA-10-600-3	3,50	50,8	32,9	ĐĐ
PBA-6-600-5	3,9	30,6	30,0	Đ và N	PBA-10-600-4	4,36	38,2	31,6	ĐĐ
PBA-6-600-6	4,42	25,4	28,0	Đ và N	PBA-10-600-5	5,3	30,6	30,0	ĐĐ
PBA-6-600-8	6,63	19,1	24,0	Đ và N	PBA-10-600-6	7,98	25,4	27,0	ĐĐ
PBA-6-600-10	6,24	15,8	24,0	Đ và N					

Tiếp bảng 7.7

Kiểu kháng điện, 6 kV	Tổn thất định mức trong 1 pha, kW	Dòng điện ổn định đồng (trị số biên độ) i_{max} kA	Dại lượng đặc trung cho ổn định nhiệt $\sqrt{t_{nh}} \cdot I_{nh}$ kA.s ^{1/2}	Phương pháp đặt	Kiểu kháng điện, 6 kV	Tổn thất định mức trong 1 pha, kW	Dòng điện ổn định đồng (trị số biên độ) i_{max} kA	Dại lượng đặc trung cho ổn định nhiệt $\sqrt{t_{nh}} \cdot I_{nh}$ kA.s ^{1/2}	Phương pháp đặt
PBA-10-600-8	8,85	19,1	24,0	D và N	PBA-6-3000-8	12,6	72,0	146,0	N
PBA-10-600-10	10,01	15,3	24,0	D và N	PBA-6-3000-10	15,4	60,3	140,0	N
					PBA-6-3000-12	17,4	52,0	136,0	N
PBA-10-750-5	7,55	38,2	37,5	DD	PBA-6-4000-8	15,55	91,1	192,0	N
PBA-10-750-6	8,20	31,9	33,75	DD	PBA-6-4000-10	17,6	78,1	194,0	N
PBA-10-750-8	11,0	23,9	30	D và N	PBA-6-4000-12	24,4	67,7	180,0	N
PBA-10-750-10	10,0	19,1	30	D và N					
PBA-6-750-3	3,45	48,75	40,5	DD	PBA-10-1000-5	4,65	50,8	50	DD
PBA-6-750-4	3,86	47,8	39,6	DD	PBA-10-1000-6	4,65	42,5	45	DD
PBA-6-750-5	4,41	38,2	39,9	D và N	PBA-10-1000-8	5,3	34,9	40	DD
PBA-6-750-6	4,91	31,9	39,98	D và N	PBA-10-1000-10	7,8	25	40	DD
PBA-6-750-8	5,75	23,9	38,26	D và N					
PBA-6-750-10	6,26	19,1	39,62	D và N	PBA-10-1500-6	10,2	53,4	61,0	D
					PBA-10-1500-8	12,4	40,7	62,0	D
PBA-6-1000-4	4,70	63,8	55,0	DD	PBA-10-1500-10	14,6	34,1	59,0	D
PBA-6-1000-5	5,10	51,0	50,0	DD					
PBA-6-1000-6	5,20	42,5	45,0	D và N	PBA-10-2000-8	14,0	53,0	88,0	N
PBA-6-1000-8	7,40	31,9	40,0	D và N	PBA-10-2000-10	16,5	43,9	92,0	N
PBA-6-1000-10	8,60	25,5	40,0	DD	PBA-10-2000-12	18,3	37,4	91,0	N
PBA-6-1500-5	6,2	61,6	63,0	D	PBA-10-3000-8	18,54	72,0	135,0	N
PBA-6-1500-6	6,8	53,1	63,0	D	PBA-10-3000-10	22,6	60,3	125,0	N
PBA-6-1500-8	8,5	40,7	65,0	D	PBA-10-3000-12	25,0	52,0	122,0	N
PBA-6-1500-10	9,6	34,1	62,0	D					
PBA-6-2000-6	8,4	67,2	95,0	N	PBA-10-4000-8	22,2	91,1	185,0	N
PBA-6-2000-8	10,5	53,0	96,0	N	PBA-10-4000-10	24,6	78,1	192,0	N
PBA-6-2000-10	11,7	43,9	93,0	N	PBA-10-4000-12	32,6	67,7	165,0	N
PBA-6-2000-12	13,2	37,4	95,0	N					

Chú thích : Các ký hiệu quy ước : P - kháng điện ; B - bê tông ; A - cuộn dây bằng nhôm ; 6 và 10 kV- điện áp định mức kV ; 150 ÷ 4000 - dòng điện định mức A ; 3 - 12- điện trở cảm ứng của kháng điện, % ; D - đặt đúng cả ba pha kháng điện ; N - đặt ngang cả ba pha ; DD - đặt đúng cả ba pha có đồ ở phía trên mà ổn định dòng chỉ được đảm bảo với phương pháp đặt này.

Kháng điện kép bê tông cuộn dây bằng nhôm

Bảng 7.8

Kiểu kháng điện 6 kV và 10 kV	Điện kháng, %		Tổn thất trong 1 pha của cả hai nửa kháng điện trong tình trạng bình thường, kW	Dòng điện ổn định động (trị số biên độ I_{max}) khi có dòng điện ngắn mạch chạy qua một nửa kháng điện, kA	Đại lượng đặc trung cho ổn định nhiệt khi có dòng điện ngắn mạch chạy qua một nửa kháng điện, $I_{nh} \sqrt{t_{nh}}$, kA.s ^{1/2}	Phương pháp đặt
	x	x ₁				
РБАС-6-2х600-4	4	11,65	6,3	31,0	26,6	Đ
РБАС-6-2х600-6	6	17,5	8,6	23,5	24,2	Đ
РБАС-6-2х1000-4	4	12,25	8,15	53,0	40,3	Đ
РБАС-6-2х1000-6	6	17,25	11,05	37,4	41,7	Đ
РБАС-6-2х1000-8	8	23,15	13,23	28,9	41,3	Đ
РБАС-6-2х1000-10	10	29,4	14,8	23,5	44,9	Đ
РБАС-6-2х1500-6	6	18,85	15,3	53,0	58,1	Đ
	8	25,6	16,9	41,4	63,5	Đ
РБАС-6-2х1500-8					68,2	N
РБАС-6-2х1500-10	10	32,4	19,2	34,0	65,7	Đ
					70,6	N
РБАС-6-2х2000-8	8	24	19,5	53,0	86,0	N
РБАС-6-2х2000-10	10	30,6	25,8	43,8	84,5	Đ
					93,5	N
РБАС-6-2х2000-12	12	37,2	28,9	37,4	83,3	Đ
					88,5	N
РБАС-6-2х2500-10	10	29,5	28,3	53,0	108,0	N
РБАС-6-2х2500-12	12	35,8	31,4	45,5	110,0	N
РБАС-6-2х2500-15	15	44,3	40,8	37,4	92,4	N
РБАС-6-2х3000-12	12	33,8	38,0	53,0	118	N
РБАС-6-2х3000-15	15	43,2	37,5	48,8	127	N
РБАС-10-2х600-4	4	11,82	8,0	34,0	29,8	Đ
РБАС-10-2х600-6	6	18,1	7,9	23,5	50,3	Đ

Tiếp bảng 7.8

PBAC-10-2x1000-4	4	12,52	11,1	53,0	40,6	D
					44,2	N
PBAC-10-2x1000-6	6	17,65	15,5	37,4	39,8	D
PBAC-10-2x1000-8	8	25,6	18,1	28,9	41,0	D
PBAC-10-2x1000-10	10	30,2	22	23,5	38,8	D
PBAC-10-2x1500-6	6	19,45	20,2	53,0	59,6	D
PBAC-10-2x1500-8	8	26,1	25,2	41,4	58,7	D
PBAC-10-2x1500-10	10	28,1	28,2	34,0	58,2	D
PBAC-10-2x2000-8	8	24,82	29,4	53,0	88	N
PBAC-10-2x2000-10	10	31,6	33,6	43,8	89	N
PBAC-10-2x2000-12	12	37,8	40,6	37,4	81,7	N
PBAC-10-2x2500-10	10	30,6	38,4	53,0	112	N
PBAC-10-2x2500-12	12	37,1	42,4	45,4	111,7	N
PBAC-10-2x2500-15	15	45,7	53,6	37,4	98,5	N
PBAC-10-2x3000-12	12	35,3	51,5	53,0	121	N
PBAC-10-2x3000-15	15	44,8	58,0	43,8	124	N

Chú thích: Các ký hiệu qui ước : P- kháng điện ; B- bê tông ; A- cuộn dây bằng nhôm ; C- kép ; 6 và 10 điện áp định mức, kV ; 600 3000- dòng điện định mức của mỗi nửa kháng điện A ; x- điện kháng của một nửa kháng điện khi không có dòng điện đi trong nửa khác của nó, % ; x1- điện trở cảm ứng của cả hai nửa kháng điện khi dòng điện định mức có chiều như nhau và bằng nhau chạy qua chúng, % ; D- đặt đúng cả ba pha ; N- đặt ngang kháng điện cả ba pha.

8. CHỐNG SÉT VAN, MÁY BIẾN DÒNG ĐIỆN, MÁY BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG

A. CHỐNG SÉT VAN

Nhiệm vụ của chống sét van là chống sét đánh từ ngoài đường dây trên không truyền vào trạm biến áp và trạm phân phối.

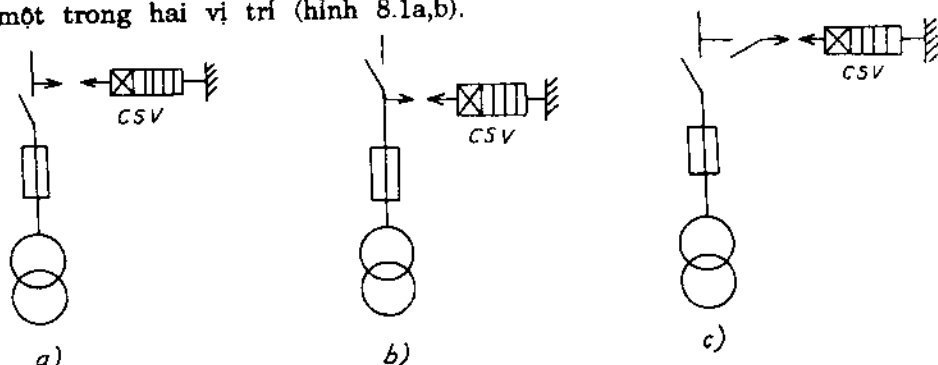
Chống sét van được làm bằng điện trở phi tuyến. Với điện áp định mức của lưới điện, điện trở chống sét van có trị số lớn vô cùng không cho dòng điện đi qua, khi có điện áp sét điện trở giảm tới 0, chống sét van tháo dòng sét xuống đất.

Người ta chế tạo chống sét van mọi cấp điện áp.

Để hỗ trợ làm giảm nhẹ mức độ làm việc của chống sét van, thường người ta đặt thêm chống sét ống trên đường dây cách trạm khoảng 150 đến 200 m. Chống sét ống có nhiệm vụ tháo bớt sét xuống đất, làm giảm bớt biên độ sét trước khi đến chống sét van.

Ở các trạm phân phối trung áp trong nhà, người ta thường chế tạo tủ hợp bộ máy biến áp đo lường và chống sét van.

Ở các trạm biến áp phân phối, chống sét van trung áp có thể đặt tại một trong hai vị trí (hình 8.1a,b).



Hình 8.1. Các vị trí đặt chống sét van trung áp trong trạm biến áp phân phối

1. Đặt chống sét van trước dao cách ly

Ưu điểm của cách đặt này là dòng sét không qua dao cách ly, nhược điểm là muốn kiểm tra, sửa chữa, thay thế chống sét van cần phải cắt máy cắt đặt ở trạm biến áp trung gian.

2. Đặt chống sét van sau dao cách ly

Đặt ở vị trí này thuận tiện cho việc kiểm tra, thay thế chống sét van nhưng dòng sét có trị số rất lớn lại đi qua dao có thể làm giảm tuổi thọ của dao.

3. Đấu chống sét van vào trạm

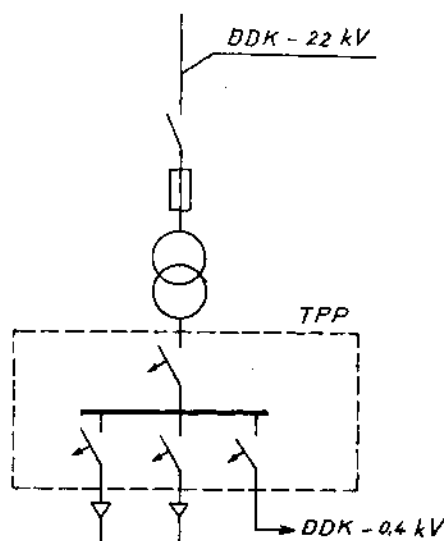
Đây là cách điện tốt nhất với sơ đồ trên hình 8.1c, vừa đảm bảo an toàn cho dao cách ly vừa thuận tiện cho việc sửa chữa thay thế chống sét van. Tuy nhiên cách đấu này phải tốn thêm một dao cách ly và phải có không gian để lắp đặt.

Trong tính toán thiết kế, việc chọn chống sét van rất đơn giản, chỉ cần cứ vào điện áp :

$$U_{dmcsv} \geq U_{dmLD} \quad (8.1)$$

Tuy nhiên, trước khi lắp đặt chống sét van vào lưới, nhất thiết phải thử nghiệm các đặc tính kỹ thuật của chống sét van : điện áp phóng điện, điện áp chịu đựng lớn nhất, điện áp dư, dòng điện rò v.v...

Ví dụ 8.1. Yêu cầu lựa chọn chống sét van đặt trong trạm biến áp phân phối 22/0,4 kV có sơ đồ nguyên lý cho trên hình 8.2.



Hình 8.2. Sơ đồ nguyên lý trạm biến áp phân phối

GIẢI

Trạm biến áp phân phối được cấp điện bằng đường dây trên không ĐDK-22 kV, cần phải đặt chống sét van.

Chọn dùng chống sét van do Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật cho ở bảng sau :

Loại	Vật liệu	U_{dm} (kV)	Dòng điện phóng đỉnh mức, (kA)	Vật liệu vỏ
3EA1	cacbua silíc SiC	24	5	nhựa

Về phía hạ áp, từ tủ phân phối đi ra hai lộ cáp và một lộ đường dây trên không, cần đặt chống sét van hạ áp trong tủ phân phối.

Chọn dùng chống sét van hạ áp do Siemens chế tạo có các thông số kỹ thuật cho ở bảng sau :

Loại	U_{dm} (V)	Số cực	Dòng tháo sét (kA)	Khối lượng (kg)
5 SD7 003	280	4	100	0,825

B. MÁY BIẾN DÒNG ĐIỆN

Chức năng của máy biến dòng điện là biến đổi dòng điện sơ cấp có trị số bất kỳ xuống 5 A (đôi khi 1 A và 10 A), nhằm cấp nguồn dòng cho các mạch đo lường, bảo vệ, tín hiệu, điều khiển...

Riêng biến dòng hạ áp chỉ làm nhiệm vụ cấp nguồn dùng cho đo đếm. Ký hiệu máy biến dòng là TI hoặc BI.

Thông thường máy biến dòng được chế tạo với 5 cấp chính xác 0,2 - 0,5, 1, 3 và 10.

Về hình thức, máy biến dòng chế tạo kiểu hình hộp, kiểu hình xuyên, kiểu trục, kiểu đế.

Ngoài các loại máy biến dòng thông dụng, trong hệ thống điện còn có biến dòng thứ tự không, biến dòng bảo hòa nhanh, v.v...

Máy biến dòng được chọn theo các điều kiện sau :

1. Sơ đồ nối dây và kiểu máy

2. Điện áp định mức

$$U_{dmBI} \geq U_{dmLD} \quad (8.2)$$

3. Dòng điện định mức

$$I_{dmBI} \geq I_{cb} \quad (8.3)$$

4. Cấp chính xác

Cấp chính xác của biến dòng phải phù hợp với cấp chính xác của các dụng cụ nối vào phía thứ cấp.

5. Phụ tải thứ cấp

$$Z_{dmBI} \geq Z_2 = Z_{dc} + Z_{dd} \quad (8.4)$$

trong đó :

Z_{dc} - tổng phụ tải các dụng cụ đo ;

Z_{dd} - tổng trở của dây dẫn từ BI đến các dụng cụ đo.

Trường hợp giới hạn :

$$Z_{dmBI} - Z_{dc} = Z_{dd} \approx R_{dd} = \frac{\rho \cdot l_{tt}}{F_{dd}}$$

Từ đây suy ra tiết diện dây dẫn :

$$F_{dd} \geq \frac{\rho \cdot l_{tt}}{Z_{dmBI} - Z_{dc}} \quad (8.5)$$

ρ - điện trở suất của vật liệu làm dây ;

l_{tt} - chiều dài tính toán của dây dẫn, phụ thuộc vào sơ đồ nối dây của biến dòng và chiều dài thực từ BI đến dụng cụ đo l :

- Sơ đồ dùng 3 BI trên 3 pha nối hình sao : $l_{tt} = l$
- Sơ đồ dùng 2 BI trên 2 pha nối hình sao : $l_{tt} = \sqrt{3} \cdot l$
- Sơ đồ dùng 1 BI trên 1 pha nối hình sao : $l_{tt} = 2l$.

Để đảm bảo độ bền cơ và độ chính xác, tiết diện dây dẫn không nhỏ hơn $1,5 \text{ mm}^2$ với dây đồng ; $2,5 \text{ mm}^2$ với dây nhôm.

6. Ổn định động

$$\sqrt{2} K_G I_{dm1} \geq i_{xk} \quad (8.6)$$

K_G - bội số ổn định động của BI ;

I_{dm1} - dòng định mức sơ cấp của BI.

Riêng với BI kiểu sứ đỡ, điều kiện ổn định động là :

$$F_{cp} \geq F_u \quad (8.7)$$

F_{cp} - lực tác động cho phép lên đầu sứ

F_u - lực tính toán đặt lên đầu sứ của biến dòng.

7. Ổn định nhiệt

$$(I_{dm} \cdot K_{nh.dm})^2 t_{nh.dm} \geq B_N \quad (8.8)$$

$K_{nh.dm}$ - bội số ổn định nhiệt định mức của BI

$t_{nh.dm}$ - thời gian ổn định nhiệt định mức.

Cần lưu ý rằng, trong khi chọn máy biến dòng cho một sơ đồ điện cụ thể, tùy theo đặc điểm của nó, có thể không cần thiết phải kiểm tra tất cả các điều kiện nêu trên. Ví dụ :

- Các máy biến dòng đặt trong tủ phân phối hạ áp của trạm biến áp phân phối có phụ tải rất nhỏ (vài VA) và dây dẫn từ BI tới các đồng hồ rất ngắn, nếu tính tiết diện theo (8.5) thì rất nhỏ, để đảm bảo tính chính xác cho đồng hồ đo đếm cần chọn dây đồng 2,5 mm². Cũng không nhất thiết phải kiểm tra ổn định động, ổn định nhiệt của BI.

Với BI có dòng sơ cấp từ 1000 A trở lên, không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

- Máy biến dòng kiểu thanh dẫn không cần kiểm tra ổn định động vì thanh dẫn đã được kiểm tra đảm bảo ổn định động..

Nói chung, để đảm bảo tính chính xác cho các dụng cụ đo lường và bảo vệ, người ta thường dùng nhiều biến dòng để phân nhỏ tải cho mỗi BI và làm cho dây dẫn không quá lớn.

Ví dụ 8.2. Yêu cầu chọn biến dòng đặt trong tủ phân phối hạ áp của trạm biến áp 100 kVA - 10/0,4 kV.

GIẢI

Dòng điện lớn nhất qua biến dòng :

$$I_{cb} = I_{dmB} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,5 \text{ A}$$

Phụ tải thứ cấp của BI gồm :

1. Ampemét : 0,1 VA
2. Công tơ hữu công : 2,5 VA

3. Công tơ vô công : 2,5 VA

Tổng phụ tải : 5,1 VA.

Các đồng hồ có độ chính xác 0,5

Chọn dùng biến dòng hạ áp do Công ty Đo điện Hà Nội chế tạo, số lượng ba BI đặt trên ba pha, đấu hình sao.

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{2dm} (A)	Số vòng sơ cấp	Dung lượng (VA)	Cấp chính xác
DB5/1	600	1506	5	1	10	0,5

Dây dẫn dùng dây đồng tiết diện $2,5 \text{ mm}^2$, nghĩa là M 2,5

Không cần kiểm tra ổn định động, ổn định nhiệt.

Ví dụ 8.3. Chọn máy biến dòng điện cho mạch máy phát điện $U_{dmF} = 10,5 \text{ kV}$, $I_{cb} = 3610 \text{ A}$ có các phụ tải thứ cấp cho ở bảng sau :

Tên đồng hồ	Phụ tải (VA)		
	Pha A	Pha B	Pha C
Ampe kế	1	1	1
Oát kế tác dụng	5	-	5
Oát kế phản kháng	5	-	5
Oát kế tự ghi	10	-	10
Công tơ hữu công	2,5	-	2,5
Công tơ vô công	2,5	5	2,5
Tổng	26	6	26

GIẢI

Căn cứ theo các số liệu đã cho, chọn BI như sau :

1. Đặt BI trên cả ba pha, ba BI đấu hình sao

2. Chọn BI kiểu thanh dẫn có :

$$U_{dmBI} = 10 \text{ kV}, I_{1dm} = 4000 \text{ A}$$

3. Vì các công tơ có cấp chính xác 0,5 nên cũng chọn BI có cấp chính xác 0,5, BI có $Z_{dmBI} = 1,2 \Omega$.

4. Tổng trở của pha có phụ tải max (A hoặc C), $S_{max} = 26 \text{ VA}$

$$Z_{dc} = \frac{S_{max}}{I_{2dm}^2} = \frac{26}{5^2} = 1,04 \, \Omega$$

Giả sử chiều dài từ BI đến dụng cụ đo $l = 30 \, m = l_{tt}$ tiết diện cần thiết của dây dẫn bằng :

$$F \geq \frac{\rho l_{tt}}{Z_{dm} + Z_{dc}} = \frac{30 \cdot 0,175}{1,2 \cdot 1,04} = 3,27 \, mm^2$$

Chọn dây dẫn đồng tiết diện $4 \, mm^2$, ký hiệu M4.

5. Với BI chọn kiểu thanh dẫn không cần kiểm tra ổn định động

6. Với BI có $I_{ldm} = 4000 \, A$ không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

Vậy chọn BI do Liên Xô (cũ) chế tạo có các thông số ghi ở bảng sau :

Loại	U_{dm} (kV)	I_{dm} (A)	Cấp chính xác	Công suất định mức (VA)	Z_{dm} (Ω)
TJIIIΦA-10	10	4000	0,5	30	12

C. MÁY BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG

Máy biến áp đo lường còn gọi là máy biến điện áp, ký hiệu là BU hoặc TU, có chức năng biến đổi điện áp sơ cấp bất kỳ xuống $100 \, V$ hoặc $100\sqrt{3} \, V$, cấp nguồn áp cho các mạch đo lường, điều khiển, tín hiệu, bảo vệ.

Máy biến áp đo lường được chế tạo với điện áp từ $3 \, kV$ trở lên, có loại khô, loại dầu. Loại khô chỉ đặt cho trạm phân phối trong nhà, loại dầu có thể đặt mọi chỗ. Cả hai loại đều chế tạo một pha, ba pha.

Các BU thường đấu theo sơ đồ V/V ; Y/Y. Ngoài ra còn có loại BU 3 pha 5 trụ đấu $\Delta/\Delta/\nabla$ (sao 0, sao 0, tam giác hở), ngoài chức năng thông thường, cuộn tam giác hở có nhiệm vụ báo chạm đất một pha. BU chỉ dùng ở lưới 3 đến $22 \, kV$ là lưới có trung tính cách điện.

Máy biến áp đo lường được chọn theo các điều kiện sau :

1. Điện áp
2. Sơ đồ đấu dây, kiểu máy
3. Cấp chính xác
4. Công suất định mức
5. Chọn dây dẫn nối BU với các dụng cụ đo lường.

Ví dụ 8.4. Yêu cầu chọn biến áp đo lường cho mạch máy phát có

$$U_{dmF} = 10,5 \text{ kV}, I_{cb} = 3610 \text{ A.}$$

GIẢI

Thực hiện chọn BU theo các điều kiện trên :

1. Chọn loại BU có $U_{dm} = 10 \text{ kV}$
2. Dụng cụ đo bên thứ cấp là công tơ nên dùng hai BU một pha nối dây theo sơ đồ V/V : 2 x HOM - 10 (hình 8.3).
3. Chọn cấp chính xác của BU là 0,5 vì cấp điện cho công tơ.
4. Xác định công suất của BU.

Phụ tải nối vào BU cho ở bảng sau :

Tên đồng hồ	Phụ tải của BU - AB		Phụ tải của BU - BC	
	W	VAr	W	VAr
Vôn kế	7,2	-	-	-
Oát kế	1,8	-	1,8	-
Oát kế phản kháng	1,8	-	1,8	-
Oát kế tự ghi	8,3	-	8,3	-
Tần số kế	-	-	6,5	-
Công tơ hữu công	0,66	162	0,66	162
Công tơ vô công	0,66	162	0,66	162
Tổng	20,4	3,24	19,72	3,24

Các phụ tải đã được phân bố đều cho hai BU.

Phụ tải biến điện áp AB và BC :

$$S_{AB} = \sqrt{20,4^2 + 3,24^2} = 20,7 \text{ VA}$$

$$S_{BC} = \sqrt{19,72^2 + 3,24^2} = 19,1 \text{ VA}$$

5. Xác định tiết diện dây dẫn

Điện áp giáng trên dây a và b là :

$$\Delta U = (I_a + I_b)R = (I_a + I_b) \frac{\rho \cdot l}{F}$$

$$F = (I_a + I_b) \frac{\rho \cdot l}{\Delta U}$$

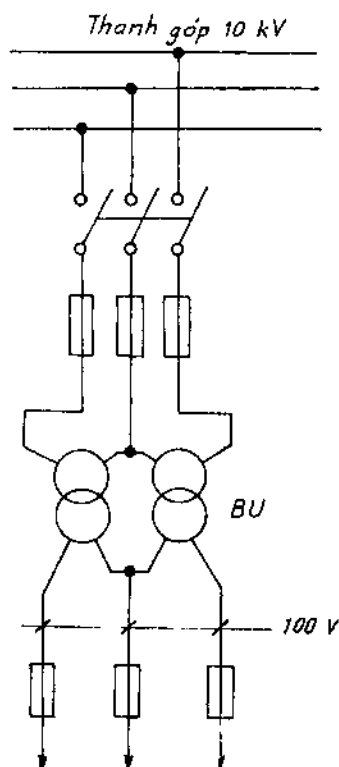
Coi $I_A = I_C = 0,2 \text{ A}$; $\cos\varphi_{AB} = \cos\varphi_{BC} = 1$, $I_B = \sqrt{3} \cdot 0,2 = 0,34 \text{ A}$
 Lấy $\Delta U = 0,5\% U_2 = 0,5 \cdot 100 = 0,5 \text{ V}$. Lấy $l = 50 \text{ m}$, ta có :

$$F = \frac{(0,34 + 0,2) \cdot 0,0175 \cdot 50}{0,5} = 0,945 \text{ mm}^2$$

Theo yêu cầu độ bền cơ và độ chính xác chọn dây đồng $1,5 \text{ mm}^2$.

Vậy chọn 2 x HOM-10 có các thông số kỹ thuật cho ở bảng sau :

Loại	U_{1dm} (kV)	U_{2dm} (V)	Độ chính xác	Công suất (VA)	Khối lượng (kg)
HOM - 10	10	100	0,5	80	81



Hình 2.3. Sơ đồ nối dây máy biến áp đo lường
 theo sơ đồ V/V : 2 x HOM-10

**Các loại chống sét 3 đến 30 kV do hãng
Cooper (Mỹ) chế tạo**

Bảng 8.1

U_{dm} (kV)	Giá đỡ ngang	Giá đỡ khung	Giá đỡ MBA và đường dây	Giá đỡ công xôn kiểu dàn khung	Giá đỡ hình khối
3	AZLP50B3	AZLP51B3	AZLP531A3	AZLP53B3	AZLP519C3
6	AZLP50B6	AZLP51B6	AZLP531A6	AZLP53B6	AZLP519C6
9	AZLP50B9	AZLP51B9	AZLP531A9	AZLP53B9	AZLP519C9
10	AZLP50B10	AZLP51B10	AZLP531A10	AZLP53B10	AZLP519C10
12	AZLP50B12	AZLP51B12	AZLP531A12	AZLP53B12	AZLP519C12
15	AZLP50B15	AZLP51B15	AZLP531A15	AZLP53B15	AZLP519C15
18	AZLP50B18	AZLP51B18	AZLP531A18	AZLP53B18	AZLP519C18
21	AZLP50B21	AZLP51B21	AZLP531A21	AZLP53B21	AZLP519C21
24	AZLP50B24	AZLP51B24	AZLP531A24	AZLP53B24	AZLP519C24
27	AZLP50B27	AZLP51B27	AZLP531A27	AZLP53B27	AZLP519C27
30	AZLP50B30	AZLP51B30	AZLP531A30	AZLP53B30	AZLP519C30

Chống sét van do Siemens chế tạo

Bảng 8.2

Loại	Loại cacbua silic (SiC)			Oxyt kim loại (MO)								
	3EA1	3EG4	3E1	3EA2	3EF1, 3EF2, 3EF3	3EC2	3EE2	3EH2	3EG5	3EG6	3EK5	3EK6
Nơi đặt - Đầu đường dây	x			x								
- Hệ thống phân phối, thiết bị đóng cắt		x							x	x	x	x
- Hệ thống phân phối, máy phát, động cơ, lò điện			x				x					

Tiếp bảng 8.2

Loại	Loại cacbua silic (SiC)			Oxyt kim loại (MO)								
	3EA1	3EG4	3EE1	3EA2	3EF1, 3EF2, 3EF3	3EC2	3EE2	3EH2	3EG5	3EG6	3EK5	3EK6
- Máy biến áp khô, động cơ					x							
- Hệ thống DC, hệ thống vận chuyển						x						
- Trạm phân phối, GIS								x				
Điện áp lớn nhất của lưới điện (kV)	1	24	36	1	20	-	35	36	36	24	36	36
Điện áp làm việc lớn nhất (kV)	1	24	42	1	24	2	45	45	45	30	45	45
Dòng điện phóng định mức (kA)	5	5	1	5	1	10	10	5	10	5/10	10	10
Vật liệu vỏ	nhựa	sứ	sứ	nhựa	nhựa sứ	sứ	sứ	thép	sứ	nhựa	sứ	nhựa

Chống sét van do Siemens chế tạo

Bảng 8.3

Loại	Loại cacbua silic (SiC)	Oxyt kim loại (MO)									
		3EP1	3EP2	3EP3	3EQ1-B	3EQ1	3EQ2	3EQ3, 3ER3	3EP2-K	3EP2-K3	3EP3-K
Nơi đặt : - Trạm phát, trạm biến áp	x	x	x	x		x	x	x			
- Hệ thống DC, hệ thống vận chuyển					x						

Tiếp bảng 8.3

- Trạm phát, trạm biến áp, GIS									x	x	x
Điện áp lớn nhất của lưới điện (kV)	245	170	420	765	25	170	525	525	170	170	525
Điện áp làm việc lớn nhất (kV)	216	186	384	612	37(AC) 4(DC)	189	444	444	168	168	444
Dòng điện phóng định mức (kA)	50/63	40	50/63	100	40	40	63	80	63	63	63
Vật liệu vỏ	sứ	sứ	sứ	sứ	nhựa	nhựa	nhựa	nhựa	thép	thép	thép

Chống sét van đo Liên Xô (cũ) chế tạo

Bảng 8.4

Loại	U_{dm} (kV)	Điện áp cho phép lớn nhất U_{max} (kV)	Điện áp đánh thủng khi tần số 50 Hz (kV)	Điện áp đánh thủng xung kích, khi thời gian phóng điện 2 đến 10 s (kV)	Khối lượng (kg)
1	2	3	4	5	6
PBH - 1Y1	1	1	2,1	4,6	2,3
PBH - 0,5Y1	0,5	0,5	2,5	3,5 - 4,5	2,0
PHK - 0,5Y	0,5	0,5	1,3	1,9 - 2,5	2,3
PBT - 3	3	3,8	7,5	7	14
PBΠ - 3	3	3,8	9	21	3,4
PBO - 3	3	3,8	9	20	2,3
PBM - 3	3	3,8	7,5	8	28
PBT - 6	6	7,6	15	14	17
PBΠ - 6	6	7,6	15	35	4,6
PBO - 6	6	7,6	15	32	3,2
PBM - 6	6	7,6	15	10,5	38
PBC - 10	10	12,7	26	50	6
PBΠ - 10	10	12,7	25	50	6
PBO - 10	10	12,7	26	48	4,2

Tiếp bảng 8.4

1	2	3	4	5	6
PBM - 10	10	12,7	25	25,5	46,4
PBT - 10	10	12,7	25	23,5	34
PBC - 20	20	25	49	80	58
PBM - 20	20	25	47	74	104
PBC - 35	35	40,5	78	125	73
PBM - 35	35	40,5	75	125	165
PBO - 35	35	40,5	78	150	38
PBC - 110	110	126	200	285	212
PBT - 110	110	110	150	240	280
PBC - 220	220	220	400	530	405
PBT - 220	220	220	300	460	500
PBT - 500	500	500	630	930	1000
PBMT - 500	500	500	765	1700	1600

Chống sét van hạ áp do Siemens chế tạo

Bảng 8.5

Loại	U_{dm} (V)	Số cực	Dòng tháo sét (kA)	Khối lượng (kg)
5SD7 050	255	1	75	0,365
5SD7 052	275	1	15	0,125
5SD7 003	280	4	100	0,825
5SD7 002	280	1	5	0,265
5SD7 030	275	1	15	0,125

Máy biến dòng điện hạ áp $U \leq 600$ V
do Công ty Thiết bị đo điện chế tạo

Bảng 8.6

Mã sản phẩm	Dòng sơ cấp (A)	Dòng thứ cấp (A)	Số vòng dây sơ cấp	Dung lượng (VA)	Cấp chính xác	Kích thước (mm)					Trọng lượng (kg)
						đường kính	dài	rộng	cao	lắp đặt	
						D	L	W	H	A	
BD35	50	5	2	2,5	0,5	28	110	72	118	90	1,30
BD28/1	50	5	2	3,75	0,5	28	110	72	118	90	1,30
BD1/1	50	5	2	5	1	34	110	72	118	90	1,38330

Tiếp bảng 8.6

Mã sản phẩm	Dòng số cấp (A)	Dòng thứ cấp (A)	Số vòng dây số cấp	Dung lượng (VA)	Cấp chính xác	Kích thước (mm)					Trọng lượng (kg)
						đường kính	đài	rộng	cao	lắp đặt	
						D	L	W	H	A	
BD26/1	75	5	1	2,5	0,5	28	110	72	118	90	128
BD2/1	75	5	2	5	0,5	34	110	72	118	90	132
DR36	100	5	1	2,5	0,5	28	110	72	118	90	130
BD27/1	100	5	1	3,75	0,5	28	110	72	118	90	130
BD3/1	100	5	1	5	1	34	110	72	118	90	130
BD4/1	150	5	1	5	0,5	34	110	72	118	90	132
BD5/1	150	5	1	10	1	34	110	72	118	90	132
BD6/1	200	5	1	5	0,5	38	110	72	118	90	134
BD37	200	5	1	10	0,5	28	110	72	118	90	134
BD7	250	5	1	10	0,5	38	110	72	118	90	135
BD8	300	5	1	10	0,5	50	120	50	140	100	148
BD9/1	400	5	1	10	0,5	50	120	50	140	100	150
BD11/1	500	5	1	10	0,5	50	120	50	140	100	153
BD33	500	5	1	15	0,5	50	120	50	140	100	153
BD13	600	5	1	15	0,5	50	120	50	140	100	165
BD15/1	750	5	1	15	0,5	80	164	50	191	120	2,60
BD17/1	800	5	1	15	0,5	80	164	50	191	120	2,60
BD19	1000	5	1	15	0,5	80	164	50	191	120	2,68
BD20	1000	5	1	30	0,5	80	164	50	191	120	2,68
BD21	1200	5	1	15	0,5	80	164	50	191	120	2,76

Tiếp bảng 8.6

Mã sản phẩm	Dòng số cấp (A)	Dòng thứ cấp (A)	Số vòng dây sơ cấp	Dung lượng (VA)	Cấp chính xác	Kích thước (mm)					Trọng lượng (kg)
						đường kính	dài	rộng	cao	lắp đặt	
						D	L	W	H	A	
BD22	1200	5	1	30	0,5	80	164	50	191	120	2,76
BD23	1500	5	1	15	0,5	110	195	55	235	120	2,85
BD24	1500	5	1	30	0,5	110	195	55	235	120	2,85
BD34	2000	5	1	15	0,5	110	195	55	235	120	3,20
BD25/1	2000	5	1	30	0,5	110	195	55	235	120	3,20
BD32/1	2500	5	1	15	0,5	110	195	55	235	120	3,30
BD38	3000	5	1	15	0,5	110	195	55	235	120	3,50
BD29	3000	5	1	30	0,5	125	255	65	285	120	3,50
BD39	4000	5	1	15	0,5	125	255	65	285	120	4,30
BD30/1	4000	5	1	30	0,5	125	255	65	285	120	4,50
BD40	5000	5	1	15	0,5	125	255	65	285	120	6,50
BD31/1	5000	5	1	30	0,5	125	255	65	285	120	6,50

Máy biến dòng điện trung áp
do Công ty Thiết bị đo điện chế tạo

Bảng 8.7

Các thông số kỹ thuật	Kí hiệu	Trị số
Kiểu biến dòng	CT	
Điện áp định mức U_{dm} (kV)	n_1	6 ÷ 36
Tần số định mức f (Hz)		50
Dung lượng định mức (VA)		15, 20, 30

Tiếp bảng 8.7

Các thông số kỹ thuật	Kí hiệu	Trị số
Dòng sơ cấp định mức I_1 (A)		5 ÷ 5000
Dòng thứ cấp định mức I_2 (A)	n_3	1 A, 5 A, 1 A và 5 A
Số lõi	n_2	1 ÷ 4
Cấp chính xác cho đo lường		0,5
Cấp chính xác cho bảo vệ	n_6	5P5, 5P10, 5P15, 5P20, 5P30
Số cuộn dây sơ cấp	n_7	1 hoặc 3
Dòng ổn định nhiệt I_{N3s} (kA)		$80 I_1 \cdot 10^{-3}$
Dòng ổn định động I_{xk} (kA)		$2,5 I_{N3s} \cdot 10^{-3}$
Hệ số dòng điện nhiệt định mức		1,2
Giới hạn độ tăng nhiệt		60°C
Nhiệt độ làm việc lớn nhất		45°C
Độ ẩm tương đối lớn nhất		95%

Ghi chú: Mỗi máy biến dòng được ký hiệu theo mã số :

CT $n_1 n_2 n_3 n_4 n_5 n_6 n_7$

trong đó CT - máy biến dòng trung áp

n_1 - điện áp định mức : 10, 15, 22, 35 kV

n_2 - số lõi : 1C (1 lõi), 2C (2 lõi), 3C (3 lõi), 4C (4 lõi)

n_3 - dòng thứ cấp định mức (A) : 1 (1 A), 5 (5 A), 15 (1 và 5 A)

n_4 - vị trí lắp đặt : 1 (trong nhà), 0 (ngoài nhà)

n_5 - số tỷ số biến dòng : 1, 2, 3, 4, 5

n_6 - cấp chính xác cho bảo vệ

Không có n_6 - không có mạch bảo vệ

n_6 = A (cấp 5P5), B (cấp 5P10), C (cấp 5P20), D (cấp 5P30), E (cấp 5P15)

n_7 - số cuộn dây sơ cấp

Không có n_7 - số cuộn dây sơ cấp là 1

n_7 = 3 - số cuộn dây sơ cấp là 3.

Ví dụ : CT22 - 3C50 1A3 là máy biến dòng trung áp 22 kV, ba lõi, dòng thứ cấp 5 A, đặt ngoài trời, 1 tỷ số biến dòng, cấp chính xác cho bảo vệ là 5P5, số cuộn dây sơ cấp là 3.

Máy biến dòng điện trung áp do Siemens chế tạo

Bảng 8.8

Kiểu	Mã hiệu	4MA72	4MA74	4MA76
Hình hộp	U_{dm} (kV)	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 (kV)	28	50	70
	U chịu đựng xung 12/50 μ s (kV)	75	125	170
	I_{1dm} (A)	20 - 2500	20 - 2500	20 - 2000
	I_{2dm} (A)	1 hoặc 5	1 hoặc 5	1 hoặc 5
	$I_{đnhiệt1s}$ (kA)	80	80	80
	$I_{đđđộng}$ (kA)	120	120	120
	Trọng lượng (kg)	20	25	25
Hình xuyên	Mã hiệu	4MB12	4MB13	4MB14
	U_{dm} (kV)	12	36	24
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 (kV)	28	70	50
	U chịu đựng xung 12/50 μ s (kV)	75	170	128
	I_{dm} (A)	1500 - 4000	1500 - 6000	1500 - 4000
	I_{2dm} (A)	1 hoặc 5	1 hoặc 5	1 hoặc 5
	$I_{đnhiệt1s}$ (kA)	80	80	80
	$I_{đđđộng}$ (kA)	120	120	120
	Trọng lượng (kg)	26	34	26
Hình trụ	U_{dm} (kV)	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 kV	28	50	70
	U chịu đựng xung 12/50 μ s (kV)	57	125	170

Tiếp bảng 8.8

Hình trụ	Mã hiệu	4ME12	4ME14	4ME16
	I_{dm} (A)	5 - 1200	5 - 1200	5 - 1200
	I_{2dm} (A)	1 hoặc 5	1 hoặc 5	1 hoặc 5
	$I_{đnhiệt1s}$ (kA)	80	80	80
	$I_{đđộng}$ (kA)	120	120	120
	Trọng lượng (kg)	38	42	50

**Máy biến dòng điện thu tự không kiểu cáp THΠ,
do Liên Xô (cũ) chế tạo**

Bảng 8.10

Kiểu	Số cấp được bao	Đường kính cáp max, mm	Số vòng dây thủ cấp	Công suất từ hóa (VA)	Khối lượng (kg)
THΠ-2	1 - 2	50	20	20	60
THΠ-4	3 - 4	50	20	45	128
THΠ-7	5 - 7	50	27	50	152
THΠ-12	8 - 12	60	27	70	225
THΠ-16	13 - 16	60	27	85	280

**Máy biến dòng điện từ 35 đến 500 kV
đặt ngoài trời do Liên xô (cũ) chế tạo**

Bảng 8.11

Loại	U _{dm} (kV)	Cấp chính xác của lõi thép	I _{dm} sơ cấp (A)	Phụ tải thủ cấp định mức		Khối lượng (kg)
				Cấp chính xác 0,5	Cấp chính xác 1	
TΦH - 35M	35	0,5	800	2	4	200
		P		0,8		
		0,5	1000	2		
		P		0,8		
TΦHP - 35	35	0,5	500, 1000	30		330
			2000			
		P ₁ , P ₂	2000	50		
			3000			
TΦHД - 110M	110	0,5	50 - 600	20		400
		P ₁				
		P ₂				
		0,5	400 - 8000			
TPH - 110Y1	110	P ₁ , P ₂		20		950
		0,5	500			
		P ₁	500 - 7500			
		P ₂	1000 - 1500			
		P ₃	2000	40		

Tiếp bảng 8.11

ТФНД - 220	220	0,5 P_1 P_2 P_3	300, 600 1200	30 30 50 50		2130
ТФНКД - 500 - II	500	P_1, P_2 P_3 P 0,5	500, 1000 2000	75 50 30		4696

Máy biến dòng điện do Haefely - Trench chế tạo

Bảng 8.2

U_{dm} (kV)	72,5	123	145	170	245	300	362	515	550
Dòng sơ cấp I_{1max} (A)	Nếu sơ cấp 1 vòng : 5000 Nếu sơ cấp 2 vòng : 2000 Nếu sơ cấp 4 vòng : 600								
Dòng thứ cấp I_2 (A)	1 hoặc 5								
I_{Nmax} (kA)	178 (sơ cấp 2, 4 vòng) 202 (sơ cấp 1 vòng)								
I_{N15} (kA)	63 (sơ cấp 2, 4 vòng) 80 (sơ cấp 1 vòng)								
Cấp chính xác	Sai số $\leq 0,1\%$ với tải I_{dm} ; $\leq 0,2\%$ với tải $0,2 I_{dm}$								
Điện áp xung chịu đựng (kV)	325	550	650	750	1050	1050	1300	1550	1800

Máy biến áp đo lường do Siemens chế tạo

Bảng 8.3

Kiểu	Thông số kỹ thuật	1 hệ thống thanh góp		2 hệ thống thanh góp	
		4MR12	4MR14	4MR22	4MR24
Hình hộp	U_{dm} (kV)	12	24	12	24
	U chịu đựng tần số công nghiệp (kV)	28	50	28	50

Tiếp bảng 8.13

Kiểu	Thông số kỹ thuật	1 hệ thống thanh góp			2 hệ thống thanh góp		
		4MR12	4MR14		4MR22	4MR24	
Hình hộp	U chịu đựng xung 12/50 μ s (kV)	75	125		75	175	
	U_{dm} (kV)	$11,5/\sqrt{3}$	$22/\sqrt{3}$		11,5	22	
	U_{2dm} (V)	100/ $\sqrt{3}$, 110/ $\sqrt{3}$, 120/ $\sqrt{3}$			100, 110, 120		
	Tải định mức (VA)	359	500		400	400	
	Trọng lượng (kg)	18	28		18	30	
Hình xuyên		1 hệ thống thanh góp			2 hệ thống thanh góp		
		4MR52	4MR54	4MR56	4MR62	4MR64	4MR66
	U_{dm} (kV)	12	24	36	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 kV	28	50	70	28	50	70
	U chịu đựng xung 12/50 μ s (kV)	75	125	170	75	125	170
	U_{dm} (kV)	$11,5/\sqrt{3}$	$22/\sqrt{3}$	$35/\sqrt{3}$	11,5	22	35
	U_{2dm} (V)	100/ $\sqrt{3}$, 110/ $\sqrt{3}$, 120/ $\sqrt{3}$			100, 110, 120		
	Tải định mức (VA)	600	600	800	600	600	800
	Trọng lượng (kg)	25	35	60	25	35	70
Hình trụ		1 hệ thống thanh góp			2 hệ thống thanh góp		
		4MS32	4MS34	4MS36	4MS42	4MS44	4MS46
	U_{dm} (kV)	12	24	36	12	24	36
	U chịu đựng tần số công nghiệp 1 kV	28	50	70	35	55	75
	U chịu đựng xung 12/50 μ s (kV)	75	125	170	75	125	170
	U_{dm} (kV)	$12/\sqrt{3}$	$22/\sqrt{3}$	$35/\sqrt{3}$	12	22	35
	U_{2dm} (V)	100/ $\sqrt{3}$, 110/ $\sqrt{3}$, 120/ $\sqrt{3}$			100, 110, 120		
	Tải định mức (VA)	400	400	400	500	500	900
	Trọng lượng (kg)	45	45	55	40	45	77

THAM KHẢO

1. A. A. Fedorov
Sách tra cứu về cung cấp điện xí nghiệp công nghiệp, NXB Cầu Vồng, 1981, Bản dịch của bộ môn Hệ thống Điện.
2. Bùi Ngọc Thu
Mạng điện, NXB Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, 1964
3. A. A. Vasiliev,...
Phần điện trong nhà máy điện và trạm điện, Bản tiếng Nga, NXB Năng lượng, 1980.
4. Trịnh Hùng Thám, Nguyễn Hữu Khải, Đào Quang Thạch, Lê Văn Út, Phạm Văn Hòa, Đào Kim Hoa
Nhà máy điện và trạm biến áp, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1996.
5. Nguyễn Công Hiền, Đặng Ngọc Dinh,...
Giáo trình cung cấp điện, NXB Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, 1984.
6. Đặng Ngọc Dinh, Bùi Ngọc Thu, Ngô Hồng Quang, Nguyễn Hiền
Quy hoạch và thiết kế mạng điện địa phương, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1970.
7. Phan Đăng Khải, Ngô Hồng Quang, Trần Bách, Đặng Quốc Thống
Hệ thống cung cấp điện, giáo trình ĐHBK, 1978.
8. Ngô Hồng Quang
Thiết kế hệ thống cung cấp điện xí nghiệp, ĐHBK, 1993.
9. Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tầm
Thiết kế cấp điện, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
10. Jean Barry,...
Sơ đồ điện, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Bản dịch của Lê Văn Doanh và Võ Thạch Sơn.
11. K. B. Raina,...
Thiết kế điện, dự toán và giá thành, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1966, Bản dịch của Phạm Văn Niên.

12. Power Engineering Guide Transmission and Distribution và các Catalog chào hàng của hãng Siemens (Đức).
13. Catalog chào hàng của hãng Schneider, Merlin Gerin, Lend (Pháp).
14. Catalog chào hàng của tập đoàn Hwa Shih, Chong Qing (Trung Quốc).
15. Catalog chào hàng của các hãng Cooper, Chance (Mỹ).
16. Catalog chào hàng của Công ty Thiết bị điện Đông Anh, của Liên doanh ABB, TAKAKAO, của Công ty thiết bị đo điện, của CADIVI v.v...
17. Catalog chào hàng của hãng Furukawa, Delta, Acatel, Clipsal, LG, và các hãng khác.

2 0 7 0 7 0



Giá: 60.000đ