

MỤC LỤC

1 Tính toán sơ bộ.....	3
1.1 Tính dòng điện tải I_b	3
1.1.1 Dòng điện định mức của tải	3
1.1.2 Dòng điện làm việc của tải	3
1.1.3 Dòng điện tải trong các dây dẫn.....	4
1.2 Lựa chọn CB	6
2 Tính toán kích thước dây dẫn.....	7
2.1 Lựa chọn máy biến áp.....	7
2.2 Tính toán lựa chọn dây dẫn.....	8
2.3 Tính toán độ sụt áp.....	10
2.3.1 Phương pháp 1: tra bảng	10
2.3.2 Phương pháp 2: Tính theo các công thức lý thuyết.....	11
2.3.3 Bảng tính toán độ sụt áp trên dây dẫn:	12
3 Tính toán lựa chọn CB theo dòng ngắn mạch.....	13
3.1 Tính toán dòng ngắn mạch 3 pha lớn nhất.....	13
3.2 Kiểm tra khả năng cắt dòng ngắn mạch của CB	15
3.3 Kiểm tra độ bền nhiệt của dây dẫn.....	15
4 Lựa chọn bộ bảo vệ động cơ	18
4.1 Lựa chọn bộ bảo vệ động cơ (Rò le nhiệt, CB và Contactor):	19
4.2 Kiểm tra việc phối hợp CB, Contactor và Rò le nhiệt.....	20
4.3 Lựa chọn CB và bộ khởi động động cơ:	21
5 Tính toán bù công suất.....	21
5.1 Tính toán lượng công suất cần bù	21

5.2	Chọn tụ bù và kiểu bù	22
6	Lựa kiểm tra sự bảo vệ chọn lọc của CB	23
6.1	Kiểm tra điều kiện bảo vệ chọn lọc của CB:	23
6.2	Kiểm tra áp dụng kỹ thuật cascading:.....	27
7	Bảo vệ điện giật gián tiếp.....	29
8	Lựa chọn thiết bị đóng cắt 22kV và bảo vệ máy biến áp	31
8.1	Thiết kế máy biến áp có một lộ vào 22kV	32
8.2	Thiết kế hai lộ vào 22 kV:.....	40
9	Tính toán bằng phần mềm Ecodial	41
10	Kết luận	46

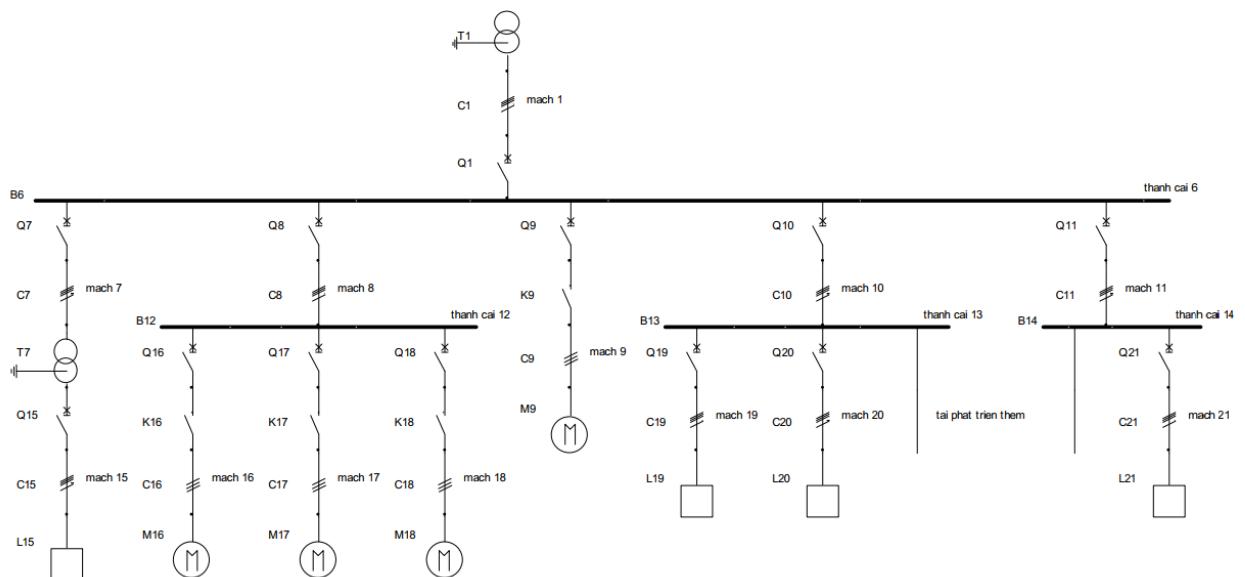
DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1. 1: Bảng tra hệ số đồng thời.....	4
Hình 2. 1: Bảng tra hệ số K để tính toán độ sụt áp.....	11
Hình 2. 2: Bảng tra tính toán độ sụt áp.....	11
Hình 3. 1: Bảng tra tổng trở máy biến áp dựa vào công suất	13
Hình 3. 2: Bảng tra hệ số K để kiểm tra độ bền nhiệt	16
Hình 3. 3: Biểu đồ năng lượng tích trữ trong CB	16
Hình 3. 4: Biểu đồ tích trữ năng lượng trong CB.....	17
Hình 4. 1: Bảng tra sự kết hợp giữa Contactor và Rò le nhiệt	20
Hình 5. 1: Bảng tra tụ bù dựa vào công suất MBA	22
Hình 5. 2: Bảng tra dây dẫn cho tụ bù	23
Hình 6. 1: Bảng tra kiểm tra độ chọn lọc	24
Hình 6. 2: Bảng tra kiểm tra độ chọn lọc	25
Hình 6. 3: Bảng tra kiểm tra độ chọn lọc	26
Hình 6. 4: Bảng tra kiểm tra kỹ thuật Cascading	28
Hình 7. 1: Bảng tra thời gian ngắn của CB	29
Hình 7. 2: Bảng tra tiết diện dây PE.....	30
Hình 7. 3: Bảng tra tripping curve của CB	31
Hình 8. 1: Bảng tra thông số cầu chì	33
Hình 8. 2: Đồ thị khả năng chịu dòng theo thời gian của cầu chì	34
Hình 9. 1: Tủ đóng cắt SM6	36
Hình 9. 2: Tủ vận hành tự động SM6.....	36
Hình 9. 3: Tủ cầu chì SM6	37
Hình 9. 4: Tủ CB SM6.....	38
Hình 9. 5: Tủ CB SM6.....	39
Hình 9. 6: Sơ đồ đi dây cho tủ SM6 của hệ thống.....	40

DANH SÁCH BẢNG BIỂU

Bảng 1. 1: Thông số phụ tải.....	3
Bảng 1. 2: Kết quả tính toán dòng làm việc của tải.....	4
Bảng 1. 3: Tính toán lại dòng điện tải trên dây dẫn	5
Bảng 1. 4: Thông số dòng, dây và CB	6
Bảng 1. 5: Chọn lại CB cho phù hợp với máy biến áp	7
Bảng 2. 1: Tính toán cáp điện và busway	10
Bảng 2. 2: Bảng tính toán độ sụt áp trên dây dẫn:.....	12
Bảng 3. 1: Bảng tính toán tổng trở trên từng nhánh	14
Bảng 3. 2: Kết quả kiểm tra khả năng cắt dòng ngắn mạch của CB	15
Bảng 3. 3: Kết quả kiểm tra độ bền nhiệt của dây dẫn	18
Bảng 4. 1: Bảo vệ phối hợp CB, Contactor và Rò le nhiệt.....	20
Bảng 4. 2: Bảng kiểm tra đạt yêu cầu CB với động cơ	21
Bảng 4. 3: Bảo vệ phối hợp CB, Contactor và Rò le nhiệt.....	21
Bảng 5. 1: Bảng tính toán công suất của tải	21
Bảng 6. 1: Bảng kiểm tra tính chọn lọc	27
Bảng 6. 2: Bảng kiểm tra kỹ thuật Cascading	29
Bảng 7. 1: Tính tổng trở dây dẫn	30
Bảng 7. 2: Tính dòng sự cố và kiểm tra.....	31
Bảng 9. 1: Bảng so sánh MBA tính toán và Ecodial	41
Bảng 9. 2: Bảng so sánh tính tách và Ecodial	42
Bảng 9. 3: Bảng so sánh CB tính toán và Ecodial	43
Bảng 9. 4: Bảng so sánh dây dẫn tính toán và Ecodial.....	45

Đề 5: Thiết kế cung cấp điện cho hệ thống nhà máy có sơ đồ và thông số sau:



De 5													
Phu tai	L15	M16	M17	M18	M9	L19	L20	L21					
Pdm (kW)	50	5.5	55	11	110	40	30	160					
Day dan	C10	C11											
Ib (A)	280.5	180											
Day dan	C1	C15	C7	C8	C9	C10	C11	C16	C17	C18	C19	C20	C21
Ma so	II	II	III	XII	XIII	VI	VII	IV	IX	X	XI	VIII	V

Phụ tãi	L15	M16	M17	M18	M9	L19	L20	L21
P _{đm} (kW)	50	5.5	55	11	110	40	30	160

Dây dẫn	C10	C11
I _b (A)	280.5	180

Dây dẫn	C1	C15	C7	C8	C9	C10	C11	C16	C17	C18	C19	C20	C21
Mã số	I	II	III	XII	XIII	VI	VII	IV	IX	X	XI	VIII	V

Ký hiệu lắp đặt dây dẫn	Chiều dài (mét)	Phương pháp và điều kiện lắp đặt dây dẫn
I	56 m	Cáp điện đơn lõi, bìa đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp, nhiệt độ môi trường 40°C
II	125 m	Cáp điện đa lõi, bìa đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp cùng với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 40°C
III	28 m	Cáp điện đơn lõi, bìa nhôm (Al), cách điện PVC, đặt trong ống chôn ngầm trong đất ẩm với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 35°C
IV	55 m	Cáp điện đơn lõi, bìa đồng (Cu), cách điện PVC, đặt trong ống chôn ngầm trong đất ướt, nhiệt độ môi trường 25°C
V	40 m	Cáp điện đơn lõi, bìa đồng (Cu), cách điện XPLE, đặt trong ống chôn ngầm trong đất khô với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 35°C
VI	20 m	Cáp điện đơn lõi, bìa nhôm (Al), cách điện PVC, đặt trong máng (khay) cáp cùng với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 45°C
VII	50 m	Cáp điện đơn lõi, bìa nhôm (Al), cách điện XLPE, đặt trong ống chôn ngầm trong đất ẩm với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30°C
VIII	135 m	Cáp điện đa lõi, bìa đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp với 3 mạch khác, nhiệt độ môi trường 45°C
IX	30 m	Cáp điện đa lõi, bìa đồng (Cu), cách điện PVC, đặt trong ống chôn ngầm trong đất ướt với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 25°C
X	55 m	Cáp điện đa lõi, bìa đồng (Cu), cách điện PVC, đặt trên thang cáp cùng với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30°C
XI	130 m	Cáp điện đa lõi, bìa đồng (Cu), cách điện XPLE, chôn trong tường với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 35°C
XII	45 m	Cáp điện đa lõi, bìa đồng (Cu), cách điện PVC, chôn trong tường với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30°C
XIII	185 m	Cáp điện đa lõi, bìa đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp cùng với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30°C

1 Tính toán sơ bộ

1.1 Tính dòng điện tải I_b

1.1.1 Dòng điện định mức của tải

- Dòng điện định mức I_{dm} đối với tải 3 pha:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm} \cdot 1000}{(\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos\phi)}$$

- Trong đó U của tải L15 là 230 (V), tất cả tải còn lại có U là 400 (V).
- Kết quả tính toán dòng định mức của tải.

Phụ tải	L15	M16	M17	M18	M9	L19	L20	L21
P _{dm} (kW)	50	5.5	55	11	110	40	30	160
η (%)	100	84	95	87	93	100	100	100
cosφ	0.8	0.83	0.86	0.86	0.87	0.8	0.8	0.8
I _{dm} (A)	156.89	11.39	97.17	21.22	196.23	72.17	54.13	288.68

Bảng 1. 1: Thông số phụ tải

1.1.2 Dòng điện làm việc của tải

- Trong điều kiện vận hành bình thường, công suất tiêu thụ của tải đôi khi nhỏ hơn công suất định mức do nhà sản xuất đưa ra, vì vậy hệ số sử dụng k_{sd} được nhân vào để ước tính các giá trị thực tế.

$$I_b = k_{sd} \cdot I_{dm}$$

- Hệ số này phải được áp dụng cho từng tải riêng biệt, đặc biệt chú ý đến động cơ điện, rất hiếm khi hoạt động ở chế độ đầy tải.
- Trong lắp đặt công nghiệp, hệ số này có thể được ước tính trung bình là **0,75** đối với động cơ.
- Đối với tải thường như đèn, chúng thường hoạt động tối đa công suất nên hệ số này thường là **1**.

- Kết quả tính toán dòng làm việc của tải

Phụ tải	L15	M16	M17	M18	M9	L19	L20	L21
I _{dm} (A)	125.51	11.386	97.167	21.22	196.23	57.735	43.301	230.94
k _{sd}	1	0.75	0.75	0.75	0.75	1	1	1
I _b (A)	156.89	8.54	72.88	15.92	147.17	72.17	54.13	288.68

Bảng 1. 2: Kết quả tính toán dòng làm việc của tải

1.1.3 Dòng điện tải trong các dây dẫn

- Một vấn đề khá phổ biến là hoạt động đồng thời của tất cả các tải được lắp đặt của một hệ thống nhất định không bao giờ xảy ra trong thực tế và thực tế này được tính đến để tính toán bằng cách sử dụng một hệ số k_{dt}.

Type of load	Assumed loading factor
Distribution - 2 and 3 circuits	0.9
Distribution - 4 and 5 circuits	0.8
Distribution - 6 to 9 circuits	0.7
Distribution - 10 or more circuits	0.6
Electric actuator	0.2
Motors ≤ 100 kW	0.8
Motors > 100 kW	1.0

Hình 1. 1: Bảng tra hệ số đồng thời

- Theo tài liệu Schneider ta thấy dây dẫn **C1** phân phối tới 5 mạch khác nên chọn k_{dt}(C1)=0,8; dây dẫn **C7** phân phối tới 1 mạch nên k_{dt}(C7)=1 ;dây dẫn **C8** phân phối tới 3 mạch nên k_{dt}(C8)=0,9; dây dẫn **C9** phân phối tới 1 mạch nên k_{dt}(C9)=1; dây dẫn **C10** phân phối tới 2 mạch nên k_{dt}(C10)=0,9; dây dẫn **C11** phân phối tới 1 mạch nên k_{dt}(C11)=1; dây **C15, C19, C20, C21** chọn k_{dt}=1 vì là tải thông thường; dây dẫn **C16, C17, C18, C9** chỉ gồm 1 tải nên k_{dt}=1.
- Dòng điện tải trên dây dẫn: $I_{b\ total} = k_{dt} \sum I_{bi}$

Dây dẫn	k _{dt}	I _b (A)	Hàm
C1	0.8	701.32	(C7+C8+C9+C10+C11)*0.8
C7	1	90.21	156.89*230/400
C8	0.9	70.09	(6.832+58.304+12.736)*0.9
C9	1	147.17	

C10	0.9	280.5	Giả thiết cho
C11	1	288.68	
C15	1	156.89	
C16	1	8.54	8.54*1
C17	1	72.88	72.88*1
C18	1	15.92	15.92*1
C19	1	72.17	
C20	1	54.13	
C21	1	288.68	

Bảng 1. 3: Tính toán lại dòng điện tải trên dây dẫn

1.2 Lựa chọn CB

Dây đẫn	I _b (A)	I _n (A)	Tên CB	Tên trip unit	Hệ số chỉnh định dòng quá tải	I _r (A)	I _{cu} (kA)
C ₁	701.32	800	Compact NS800L	Micrologic P	0.9	720	150
C ₇	90.21	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	0.9	90	18
C ₈	70.09	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	0.7	70	18
C ₉	147.17	160	Compact NSX160	Micrologic 2.2	0.9	144	18
C ₁₀	280.5 (cho)	400	Compact NSX400	Micrologic 2.3	0.7	280	40
C ₁₁	288.68	400	Compact NSX400	Micrologic 2.3	0.7	280	40
C ₁₅	156.89	160	Compact NSX160	Micrologic 2.2	1	160	18
C ₁₆	8.54	25	Compact NSXm25	TM-G	0.4	10	6
C ₁₇	72.88	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	0.7	60	18
C ₁₈	15.92	25	Compact NSXm25	TM-G	0.6	15	6
C ₁₉	72.17	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	0.7	70	18
C ₂₀	54.13	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	0.6	60	18
C ₂₁	288.68	400	Compact NSX400	Micrologic 2.3	0.7	280	40

Bảng 1. 4: Thông số dòng, dây và CB

2 Tính toán kích thước dây dẫn

2.1 Lựa chọn máy biến áp

- Công suất biểu kiến cung cấp cho mạch (**MBA T1**):

$$S_1 = I_b(C1) \cdot \sqrt{3} \cdot U = 701,32 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 = 485889 \text{ (VA)} = 485,9 \text{ (kVA)}$$

- Công suất biểu kiến cho **MBA T7**:

$$S_7 = I_b(C7) \cdot \sqrt{3} \cdot U = 90,21 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 = 62.499 \text{ (VA)} = 62,5 \text{ (kVA)}$$

- Chọn máy biến áp T1 có công suất biểu kiến 500 kVA, T7 có công suất biểu kiến 100 kVA.

Dây dẫn	I _b (A)	I _n (A)	Tên CB	Tên trip unit	Hệ số chỉnh định dòng quá tải	I _r (A)
C ₁	722	800	Compact NS800L	Micrologic P	0.9	720
C ₇	144	160	Compact NSX160N	TM-D	0.9	144
C ₁₅	250	400	Compact NSX400	Micrologic 2.3	0.6	240

Bảng 1.5: Chọn lại CB cho phù hợp với máy biến áp

2.2 Tính toán lựa chọn dây dẫn

Dây dẫn	Ký hiệu	Điều kiện lắp đặt dây dẫn	Code	K1	K2	K3	K4	Kt	Ir	Iz=Ir/Kt	Sph mm ²
C1	I	Cáp điện đơn lõi, bằng đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp, nhiệt độ môi trường 40°C	C	0.91	1	1	0.7	0.637	720	1130.3	3 dây 185mm ²
C7	III	Cáp điện đơn lõi, bằng nhôm (Al), cách điện PVC, đặt trong óng chôn ngầm trong đất ẩm với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 35C	A1	0.91	1	1	0.55	0.501	144	287.7	5 dây 25mm ²
C8	XII	Cáp điện đa lõi, bằng đồng (Cu), cách điện PVC, chôn trong tường với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30°C	A2	1	0.93	1	0.88	0.818	70	85.5	2 dây 16mm ²
C9	XIII	Cáp điện đa lõi, bằng đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp cùng với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30°C	E	1	1	1	0.88	0.880	144	163.6	1 dây 50mm ²
C10	VI	Cáp điện đơn lõi, bằng nhôm (Al), cách điện PVC, đặt trong máng (khay) cáp cùng với 2	E	0.87	1	1	0.57	0.496	280	564.6	2 dây 150mm ²

		mạch khác, nhiệt độ môi trường 45C								
C11	VII	Cáp điện đơn lõi, băng nhôm (Al), cách điện XLPE, đặt trong ống chôn ngầm trong đất ẩm với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30C	E	0.87	1	1	0.57	0.496	280	564.6
C15	II	Cáp điện đa lõi, băng đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp cùng với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 40C	F	0.91	1	1	0.88	0.801	240	299.7
C16	IV	Cáp điện đơn lõi, băng đồng (Cu), cách điện PVC, đặt trong ống chôn ngầm trong đất ướt, nhiệt độ môi trường 250C	D1	1	0.95	1.05	0.65	0.648	10	15.4
C17	IX	Cáp điện đa lõi, băng đồng (Cu), cách điện PVC, đặt trong ống chôn ngầm trong đất ướt với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 25C	C	1	0.95	1.05	0.65	0.648	60	92.5
C18	X	Cáp điện đa lõi, băng đồng (Cu), cách điện PVC, đặt trên thang cáp cùng với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 30C	E	1	1	1	0.88	0.880	15	17.0

C19	XI	Cáp điện đa lõi, băng đồng (Cu), cách điện XPLE , chôn trong tường với 1 mạch khác, nhiệt độ môi trường 35°C	A2	0.96	1	1	0.85	0.816	70	85.8	1 dây 25mm ²
C20	VIII	Cáp điện đa lõi, băng đồng (Cu), cách điện XLPE, đặt trong máng (khay) cáp với 3 mạch khác, nhiệt độ môi trường 45C	D1	0.87	1	1	0.77	0.670	60	89.6	1 dây 25mm ²
C21	V	Cáp điện đơn lõi, băng đồng (Cu), cách điện XPLE , đặt trong ống chôn ngầm trong đất khô với 2 mạch khác, nhiệt độ môi trường 35C	D1	1	0.8	1	0.55	0.440	280	636.4	2 dây 150mm ²

Bảng 2. 1: Tính toán cáp điện và busway

2.3 Tính toán độ sụt áp

2.3.1 Phương pháp 1: tra bảng

Có thể tránh được các phép toán dựa vào việc tra bảng dưới mà chỉ cần biết các thông số:

- Loại tải: tải động cơ khi hoạt động bình thường $\cos\varphi = 0.8$, khi khởi động $\cos\varphi = 0.35$ hoặc đèn chiếu sáng có $\cos\varphi = 1$.
- Loại mạch: 1 pha hay 3 pha.

Khi đó độ sụt áp có thể tính theo công thức sau:

- $\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$
- K: hệ số tra bảng
- I_b (A): dòng điện đầy tải.
- L (km): chiều dài của cáp.

Copper cables						Aluminium cables					
c.s.a. in mm ²	Single-phase circuit		Balanced three-phase circuit			c.s.a. in mm ²	Single-phase circuit		Balanced three-phase circuit		
	Motor power		Lighting	Motor power		Lighting		Motor power		Lighting	
	Normal service	Start-up		Normal service	Start-up			Normal service	Start-up	Lighting	
	$\cos \varphi = 0.8$	$\cos \varphi = 0.35$	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0.8$	$\cos \varphi = 0.35$	$\cos \varphi = 1$		$\cos \varphi = 0.8$	$\cos \varphi = 0.35$	$\cos \varphi = 1$	
1.5	25.4	11.2	32	33	9.7	27					
2.5	15.3	6.8	19	13.2	5.9	16					
4	9.6	4.3	11.9	8.3	3.7	10.3	6	10.1	4.5	12.5	8.8
6	6.4	2.9	7.9	5.6	2.5	6.8	10	6.1	2.8	7.5	5.3
10	3.9	1.8	4.7	3.4	1.6	4.1	16	3.9	1.8	4.7	3.3
16	2.5	1.2	3	2.1	1	2.6	25	2.50	1.2	3	2.2
25	1.6	0.81	1.9	1.4	0.70	1.6	35	1.8	0.90	2.1	1.6
35	1.18	0.62	1.35	1	0.54	1.2	50	1.4	0.70	1.6	1.18
50	0.89	0.50	1.00	0.77	0.43	0.86	70	0.96	0.53	1.07	0.83
70	0.64	0.39	0.68	0.55	0.34	0.59	120	0.60	0.37	0.63	0.52
95	0.50	0.32	0.50	0.43	0.28	0.43	150	0.50	0.33	0.50	0.43
120	0.41	0.29	0.40	0.36	0.25	0.34	185	0.42	0.29	0.41	0.36
150	0.35	0.26	0.32	0.30	0.23	0.27	240	0.35	0.26	0.31	0.30
185	0.30	0.24	0.26	0.26	0.21	0.22	300	0.30	0.24	0.25	0.26
240	0.25	0.22	0.20	0.22	0.19	0.17	400	0.25	0.22	0.19	0.21
300	0.22	0.12	0.16	0.19	0.18	0.14	500	0.22	0.20	0.15	0.19
											0.18
											0.13

Hình 2. 1: Bảng tra hệ số K để tính toán độ sụt áp

2.3.2 Phương pháp 2: Tính theo các công thức lý thuyết

Circuit	Voltage drop (ΔU)	
	in volts	in %
Phase/phase	$\Delta U = 2I_B(R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$
Phase/neutral	$\Delta U = 2I_B(R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{V_n}$
Balanced 3-phase: 3 phases (with or without neutral)	$\Delta U = \sqrt{3} I_B(R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$

Hình 2. 2: Bảng tra tính toán độ sụt áp

Nhận xét:

- Phương pháp 1 đơn giản hơn, ít tính toán hơn và có độ chính xác thực tế cao hơn so với phương pháp 2.
- Phương pháp 2 cần tính toán nhiều thông số của đường dây: R, L, X. Điều này có thể gây sai sót nhiều hơn so với phương pháp 1.
- Kết quả của phương pháp 2 thường sẽ lớn hơn so với phương pháp 1, điều này sẽ gây hao phí khi thiết kế.
- Vì vậy trong phần tính toán độ sụt áp sẽ chọn phương pháp 1: tra bảng để thực hiện.

2.3.3 Bảng tính toán độ sụt áp trên dây dẫn:

Dây dẫn	Mã hiệu	Sph (mm ²)	I _b (A)	K (V/A/km)	L (km)	Δ U (V)	ΣΔ U (V)	ΣΔU% (%)	Sph (hiệu chỉnh)
C1	I	555	701.32	0.1189	0.056	4.67	4.67	1.17	555
C7	III	125	90.21	0.52167	0.028	1.32	5.99	1.50	125
C8	XII	32	70.09	1.2	0.045	3.78	8.45	2.11	32
C9	XIII	50	147.17	0.77	0.185	20.96	25.63	6.41	50
C10	VI	300	280.5	0.22	0.02	1.23	5.9	1.48	300
C11	VII	190	288.68	0.35	0.05	5.05	9.72	2.43	190
C15	II	95	156.89	0.43	0.125	8.43	11.88	5.17	95
C16	IV	1.5	8.54	33	0.055	15.50	23.95	5.99	1.5
C17	IX	25	72.88	1.4	0.03	3.06	11.51	2.88	25
C18	X	1.5	15.92	33	0.055	28.89	37.34	9.34	1.5
C19	XI	25	72.17	1.6	0.13	15.01	20.91	5.23	25
C20	VIII	25	54.13	1.6	0.135	11.7	17.6	4.40	25
C21	V	300	288.68	0.14	0.04	1.62	11.34	2.84	300

Bảng 2. 2: Bảng tính toán độ sụt áp trên dây dẫn:

Kiểm tra sụt áp khi khởi động động cơ có công suất lớn nhất (động cơ M9 ứng với dây C9):

- Sụt áp trên dây C9 khi khởi động M9:

$$\Delta U_9 = 0.43 \times (5 \times 147.17) \times 0.185 = 58.54 \text{ (V)}$$

- Sụt áp trên dây C1 khi khởi động M9:

$$\Delta U_1 = 4.67 \times \frac{701.32 + 4 \times 147.17}{701.32} = 8.6 \text{ (V)}$$

- Phần trăm sụt áp khi khởi động M9:

$$\Delta U\% = \frac{58.54 + 8.6}{400} \cdot 100\% = 16.78 \%$$

➔ Giải pháp để giảm sụt áp khi khởi động: giảm dòng khởi động bằng cách:

- Dùng biến tần để tăng dàn U cho động cơ.
- Đổi cách đấu dây nguồn cho động cơ Δ → Y

- Dùng động cơ nhỏ khác để quay động cơ.

3 Tính toán lựa chọn CB theo dòng ngắn mạch

3.1 Tính toán dòng ngắn mạch 3 pha lớn nhất

Tính toán điện trở dây:

$$R = \frac{23.7 \Omega mm^2 / km}{S(mm^2)}, \text{ đối với dây đồng}$$

$$R = \frac{37.6 \Omega mm^2 / km}{S(mm^2)}, \text{ đối với dây nhôm}$$

Tính toán điện kháng dây: điện kháng dây là không đáng kể đối với dây có tiết diện nhỏ hơn $50 mm^2$. Trong những trường hợp không có thông tin gì ta chọn $X=0.08 (\Omega/km)$

Rated Power (kVA)	Oil-immersed				Cast-resin			
	Usc (%)	Rtr (mΩ)	Xtr (mΩ)	Ztr (mΩ)	Usc (%)	Rtr (mΩ)	Xtr (mΩ)	Ztr (mΩ)
100		37.9	9.5	70.6	6	37.0	99.1	105.8
160	4	16.2	41.0	44.1	6	18.6	63.5	66.2
200	4	11.9	33.2	35.3	6	14.1	51.0	52.9
250	4	9.2	26.7	28.2	6	10.7	41.0	42.3
315	4	6.2	21.5	22.4	6	8.0	32.6	33.6
400	4	5.1	16.9	17.6	6	6.1	25.8	26.5
500	4	3.8	13.6	14.1	6	4.6	20.7	21.2
630	4	2.9	10.8	11.2	6	3.5	16.4	16.8
800	6	2.9	12.9	13.2	6	2.6	13.0	13.2
1000	6	2.3	10.3	10.6	6	1.9	10.4	10.6
1250	6	1.8	8.3	8.5	6	1.5	8.3	8.5
1600	6	1.4	6.5	6.6	6	1.1	6.5	6.6
2000	6	1.1	5.2	5.3	6	0.9	5.2	5.3

Fig. G37 Resistance, reactance and impedance values for typical distribution 400V transformers (no-load voltage = 420 V) with MV windings ≤ 20 kV

Hình 3. 1: Bảng tra tổng trở máy biến áp dựa vào công suất

Để tính dòng sự cố ta sử dụng công thức: $I_{SC} = \frac{400}{\sqrt{3}\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$

Riêng dòng sự cố tại Q15 ta sử dụng công thức: $I_{SC} = \frac{220}{\sqrt{3}\sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$

Dây	R(mΩ)	X(mΩ)	CB	R _T (mΩ)	X _T (mΩ)	I _{sc} (kA)
MV network	0.35	0.351				
T1	3.8	13.6				
T7	37.9	9.4				
C1	2.39	4.48	Q1	6.54	18.43	11.81
C7	8.42	2.24	Q7	6.54	20.67	10.65
C8	33.33	0	Q8	6.54	18.43	10.65
C9	87.69	14.8	Q9	6.54	33.23	10.65
C10	2.51	1.6	Q10	6.54	20.03	10.96
C11	9.89	4	Q11	6.54	22.43	10.65
C15	31.18	10	Q15	52.51	29.72	2.11
C16	869.00	0	Q16	39.87	18.43	5.26
C17	28.44	0	Q17	39.87	18.43	5.26
C18	869.00	0	Q18	39.87	18.43	5.26
C19	123.24	0	Q19	9.05	20.03	10.51
C20	127.98	0	Q20	9.05	20.03	10.51
C21	3.16	3.2	Q21	16.43	22.43	8.31

Bảng 3. 1: Bảng tính toán tông trở trên từng nhánh

3.2 Kiểm tra khả năng cắt dòng ngắn mạch của CB

Dây dẫn	In	CB	Trip unit	Ir (A)	Isc _{max} (kA)	Icu (kA)
C ₁	800	Compact NS800L	Micrologic P	720	11.81	150
C ₇	160	Compact NSX160	Micrologic 2.2	144	10.65	18
C ₈	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	70	10.65	18
C ₉	160	Compact NSX160	Micrologic 2.2	144	10.65	18
C ₁₀	400	Compact NSX400	Micrologic 2.3	280	10.96	40
C ₁₁	400	Compact NSX400	Micrologic 2.3	280	10.65	40
C ₁₅	400	Compact NSX400	Micrologic 2.2	240	2.11	40
C ₁₆	25	Compact NSXm25	TM-G	10	5.26	6
C ₁₇	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	60	5.26	18
C ₁₈	25	Compact NSXm25	TM-G	15	5.26	6
C ₁₉	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	70	10.51	18
C ₂₀	100	Compact NSX100	Micrologic 2.2	60	10.51	18
C ₂₁	400	Compact NSX400	Micrologic 2.3	280	8.31	40

Bảng 3. 2: Kết quả kiểm tra khả năng cắt dòng ngắn mạch của CB

3.3 Kiểm tra độ bền nhiệt của dây dẫn

Khi thời gian của dòng điện ngắn mạch ngắn (tối đa là vài giây đến năm giây), tất cả nhiệt lượng sinh ra được coi là vẫn còn trong vật dẫn, làm cho nhiệt độ của nó tăng lên. Quá trình gia nhiệt được cho là đoạn nhiệt, một giả định đơn giản hóa việc tính toán và đưa ra kết quả xấu nhất, tức là nhiệt độ dây dẫn cao hơn nhiệt độ thực tế xảy ra, vì trong thực tế, nhiệt lượng sẽ tỏa ra dây dẫn và truyền vào lớp cách điện.

Trong khoảng thời gian từ 5 giây trở xuống, mối quan hệ $I^2t < k^2S^2$ đặc trưng cho thời gian tính bằng giây mà trong đó một dây dẫn S (tính bằng mm²) có thể được phép cho dòng điện I, trước khi nhiệt độ của nó đạt đến mức có thể làm hỏng lớp cách điện xung quanh

The factor k is given in **Fig. G52** below.

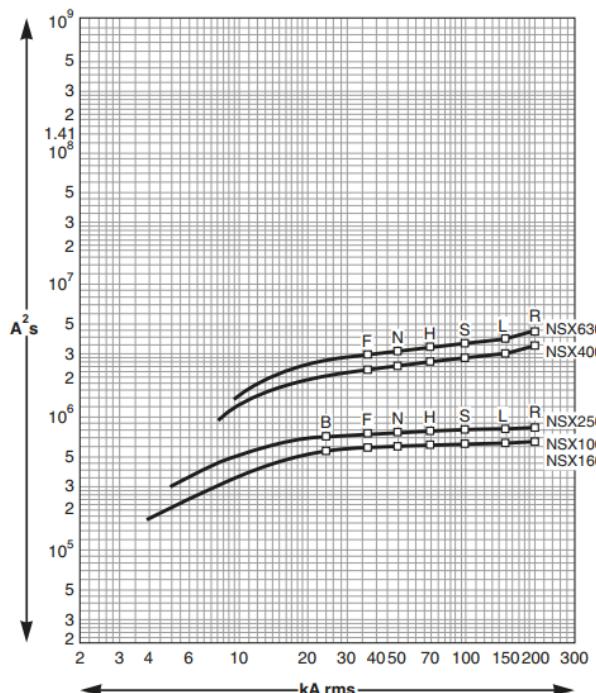
		Conductor insulation			
		PVC $\leq 300 \text{ mm}^2$	PVC $> 300 \text{ mm}^2$	EPR XLPE	Rubber 60 °C
Initial temperature °C		70	70	90	60
Final temperature °C		160	140	250	200
Conductor material	Copper	115	103	143	141
	Aluminium	76	68	94	93

Fig. G52 Value of the constant k according to table 43A of IEC 60364-4-43

Hình 3. 2: Bảng tra hệ số K để kiểm tra độ bền nhiệt

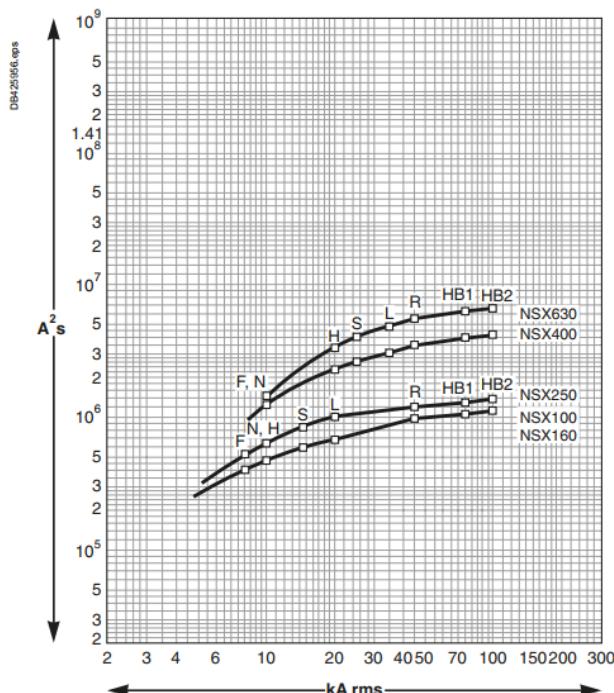
Voltage 400/440 V AC

Limited energy



Voltage 660/690 V AC

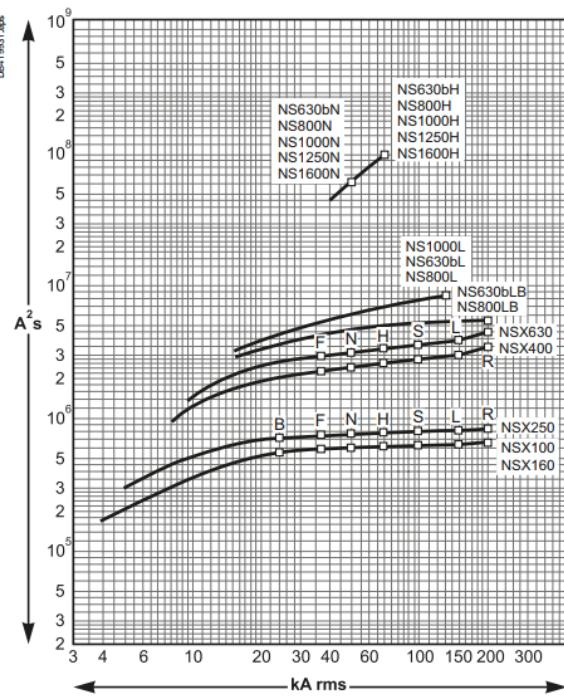
Limited energy



Hình 3. 3: Biểu đồ nồng lượng tích trữ trong CB

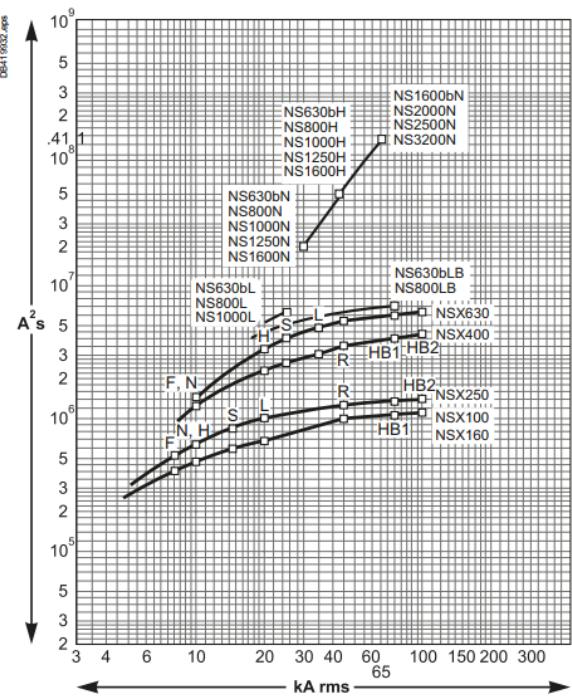
Voltage 400/440 V AC [1]

Limited energy



Voltage 660/690 V AC

Limited energy



Hình 3. 4: Biểu đồ tích trữ năng lượng trong CB

Dây dẫn	Sph (mm ²)	Vật liệu dẫn điện	Cách điện	CB	Trip unit	I _{sc max} (kA)	K	S ² K ² x10 ⁶	I ² t x10 ⁶	Kết quả
C ₁	555	Cu	XLPE	Compact NS800L	Micrologic P	11.81	143	629.9	3	Thỏa
C ₇	125	Al	PVC	Compact NSX160	Micrologic 2.2	10.65	76	90.25	0.4	Thỏa
C ₈	32	Cu	PVC	Compact NSX100	Micrologic 2.2	10.65	115	13.54	0.5	Thỏa
C ₉	50	Cu	XLPE	Compact NSX160	Micrologic 2.2	10.65	143	51.12	0.4	Thỏa
C ₁₀	300	Al	PVC	Compact NSX400	Micrologic 2.3	10.96	76	519.84	2	Thỏa
C ₁₁	190	Al	XLPE	Compact NSX400	Micrologic 2.3	10.65	94	318.98	1.6	Thỏa
C ₁₅	95	Cu	XLPE	Compact NSX400	Micrologic 2.2	2.11	143	184.55	0.1	Thỏa
C ₁₆	1.5	Cu	PVC	Compact NSXm25	TM-G	5.26	115	0.03	0.001	Thỏa
C ₁₇	25	Cu	PVC	Compact NSX100	Micrologic 2.2	5.26	115	8.27	0.2	Thỏa
C ₁₈	1.5	Cu	PVC	Compact NSXm25	TM-G	5.26	115	0.03	0.001	Thỏa
C ₁₉	25	Cu	XPLE	Compact NSX100	Micrologic 2.2	10.51	143	12.78	0.4	Thỏa
C ₂₀	25	Cu	XPLE	Compact NSX100	Micrologic 2.2	10.51	143	12.78	0.4	Thỏa
C ₂₁	300	Cu	XPLE	Compact NSX400	Micrologic 2.3	8.31	143	1840.41	0.01	Thỏa

Bảng 3. 3: Kết quả kiểm tra độ bền nhiệt của dây dẫn

4 Lựa chọn bộ bảo vệ động cơ

Một số đặc tính của tải động cơ khác với tải thông thường:

- Dòng khởi động lớn, gấp 5-7 lần dòng định mức.
- Số lần khởi động và tắt động lớn là lớn.
- Lựa chọn các thiết bị bảo vệ cho động cơ khó hơn vì dòng khởi động lớn.

Để phối hợp CB và Contactor ta phải tuân theo tiêu chuẩn IEC60947, để có thể phối hợp hiệu quả và an toàn nhất có thể (bảo vệ ngắn mạch và quá tải).

Phân loại động cơ AC:

- AC-1: Tải mang tính trễ, tải chiếu sáng (hoặc mang ít tính cảm).
- AC-2: Động cơ rotor dây quấn: khởi động cắt dòng
- AC-3: Động cơ lồng sóc: khởi động và tắt động cơ khi đang chạy.
- AC-4: Động cơ lồng sóc: yêu cầu khởi động và hãm động cơ nhanh (nhích). Thiết bị mang tải nặng.

→ Trong sơ đồ thiết kế trên, 4 động cơ M9, M16, M17 và M18 thuộc loại động cơ AC-3.

4.1 Lựa chọn bộ bảo vệ động cơ (Rò le nhiệt, CB và Contactor):

Có ba loại phối hợp bảo vệ:

- Type 1: Khi xảy ra sự cố thì không nguy hiểm cho người, tuy nhiên contactor hoặc relay có thể bị hư hại, cần sửa chữa trước khi khởi động lại động cơ.
- Type 2: Khi xảy ra sự cố thì không nguy hiểm cho người, contactor có thể bị hàn dính nhẹ dễ dàng tách ra, chỉ cần kiểm tra đơn giản trước khi khởi động lại.
- Bảo vệ hoàn toàn (Total coordination): Khi xảy ra sự cố thì không nguy hiểm cho người, không có hư hại gì, có thể khởi động lại ngay lập tức.

Trong bài thiết kế này, chúng ta sẽ sử dụng kiểu thiết kế Type 2.

Ta sẽ dựa vào tài liệu “Complementary technical information guide” để tiến hành lựa chọn cho phối hợp giữa CB, Contactor và Rò le nhiệt.

Motors Rated power P(kW)	Guide values of operational current in amps at :			Circuit breakers			Contactors		Thermal o/l relays	
	380V	400V	Ie max	Type	rat(A)	Irm(A) ^[2]	Type	Type	Irh ^[3]	
0.18	0.63	0.6	1	GV4L or GV4LE	2	14	LC1-D09	LRD-05	0.63/1	
0.25	0.89	0.85	1	GV4L or GV4LE	2	14	LC1-D09	LRD-05	0.63/1	
0.37	1.16	1.1	1.6	GV4L or GV4LE	2	22	LC1-D09	LRD-06	1/1.6	
0.55	1.58	1.5	2	GV4L or GV4LE	2	26	LC1-D09	LRD-06	1.6/2.5	
0.75	2.00	1.9	2	GV4L or GV4LE	2	26	LC1-D09	LRD-07	1.6/2.5	
1.1	2.8	2.7	3.5	GV4L or GV4LE	3.5	46	LC1-D25	LRD-08	2.5/4	
1.5	3.8	3.6	7	GV4L or GV4LE	7	56	LC1-D32A + GV1L3	LRD-08	1.6/8	
2.2	5.2	4.9	7	GV4L or GV4LE	7	84	LC1-D32A + GV1L3	LRD-10	1.6/8	
3	6.8	6.5	7	GV4L or GV4LE	7	91	LC1-D40A	LRD-12 ^[4]	5.5/8	
4	8.9	8.5	10	GV4L or GV4LE	12.5	138	LC1-D65A	LRD-14 ^[5]	7 / 10	
5.5	12.1	11.5	12.5	GV4L or GV4LE	12.5	163	LC1-D65A	LRD-313	9/13	
7.5	16.3	15.5	18	GV4L or GV4LE NSX100-MA	25	250	LC1-D65A	LRD-318	12/18	
10	20	19	25	GV4L or GV4LE NSX100-MA	25	325	LC1-D65A	LRD-325	17/25	
11	23	22	25	GV4L or GV4LE NSX100-MA	25	325	LC1-D65A	LRD-325	17/25	
15	31	29	32	GV4L or GV4LE NSX100-MA	50	450	LC1-D65A	LRD-332	23/32	
18.5	37	35	40	GV4L or GV4LE NSX100-MA	50	550	LC1-D65A	LRD-340	30/40	
22	43	41	50	GV4L or GV4LE NSX100-MA	50	550	LC1-D80	LRD-33 55	30/40	
30	58	55	65	GV4L or GV4LE NSX100-MA	50	650	LC1-D80	LRD-33 57	37/50	
37	69	66	80	GV4L or GV4LE NSX100-MA	80	880	LC1-D65A	LRD-365	48/65	
45	84	80	100	GV4L or GV4LE NSX100-MA	100	900	LC1-D80	LRD-33 59	48/65	
55	102	97	115	GV4L or GV4LE NSX160-MA	115	1495	LC1-D115	LRD-33 63	63/80	
75	139	132	150	NSX160-MA	150	1950	LC1-D150	LRD-33 63	63/80	
90	168	160	185	NSX250-MA	220	2420	LC1-F185	LR9-F53 71	132/220	
110	205	195	220	NSX250-MA	220	2860	LC1-F225	LR9-F53 71	132/220	
132	242	230	265	NSX400-Micrologic 1.3M	320	3500	LC1-F265	LR9-F53 71	132/220	
160	295	280	320	NSX400-Micrologic 1.3M	320	4160	LC1-F330	LR9-F73 75	200/330	
									200/330	

Hình 4. 1: Bảng tra sự kết hợp giữa Contactor và Rò le nhiệt

Động cơ	Công suất (kW)	In = Idm (A)	CB	Loại contactor	Rò le nhiệt
M9	110	196.23	NSX250-MA	LC1-F225	LR9-F53 71
M16	5.5	11.39	GV4L	LC1-D65A	LRD-313
M17	55	97.17	GV4L	LC1-D115	LR9D-5369
M18	11	21.22	GV4L	LC1-D65A	LRD-325

Bảng 4. 1: Bảo vệ phối hợp CB, Contactor và Rò le nhiệt

4.2 Kiểm tra việc phối hợp CB, Contactor và Rò le nhiệt

Điều kiện phối hợp với CB: $I_C'' < I_{rm}$.

Trong đó:

- $I_C'' = 2.I_s = 2.6.I_n = 12.I_n$.
- $I_{rm} = 13.I_{rh}$ (I_{rh} được tra trong bảng trên).

Động cơ	Công suất (kW)	In (A)	Ie'' (A)	Irth(A)	Irm(A)	Kết quả
M9	110	196.23	2354.76	220	2860	Đạt
M16	5.5	11.39	136.68	13	169	Đạt
M17	55	97.17	1166.04	150	1950	Đạt
M18	11	21.22	254.64	25	325	Đạt

Bảng 4. 2: Bảng kiểm tra đạt yêu cầu của CB với động cơ

4.3 Lựa chọn CB và bộ khởi động động cơ:

Động cơ	Công suất (kW)	In = Idm (A)	CB	Loại contactor	Rò le nhiệt
M9	110	196.23	NSX400-Micrológic 1.3M	LC1-F225	LR9-F53 71
M16	5.5	11.39	GV4L	LC1-D65A	LRD-313
M17	55	97.17	GV4L	LC1-D115	LR9D-5369
M18	11	21.22	GV4L	LC1-D65A	LRD-325

Bảng 4. 3: Bảo vệ phối hợp CB, Contactor và Rò le nhiệt

Đối chiếu với bảng 4, ta thay lại cả 4 CB ở đầu động cơ.

5 Tính toán bù công suất

5.1 Tính toán lượng công suất cần bù

Bỏ qua các hệ số sử dụng K_{sd} và hệ số đồng thời K_{dt}, ta sử dụng công suất định mức của các tải để tính toán.

Ta có:

$$Q = \frac{P}{\eta} \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}$$

Phụ tải	L15	M16	M17	M18	M9	L19	L20	L21	Total
P _d m(kW)	50	5.5	55	11	110	40	30	160	
η%	100	84	95	87	93	100	100	100	
cos φ	0.8	0.83	0.86	0.86	0.87	0.8	0.8	0.8	
P (kW)	50	6.55	57.89	12.64	118.28	40	30	160	475.37
Q (kVar)	37.5	4.40	34.35	7.50	67.03	30	22.5	120	323.29

Bảng 5. 1: Bảng tính toán công suất của tải

Theo quy định ở Việt Nam, nếu $\cos\varphi < 0.9$ sẽ bị phạt, tuy nhiên để đảm bảo an toàn ta sẽ bù đê đến $\cos\varphi = 0.95$.

$$\text{Ta có: } \cos\varphi_{tổng} = \frac{P_{tổng}}{\sqrt{P_{tổng}^2 + Q_{tổng}^2}} = 0.827$$

Tổng Q cần bù là: $\sum \Delta Q_{tài} = Q_{tổng} - Q_{0.95} = 156.23 \text{ (kVAr)}$

Ngoài ra ta cần phải tính toán bù cho máy biến áp.

Với máy biến áp T1 (500 kVA) tra bảng L-21: $\Delta Q_{T1} = 28.7$

Đối với máy biến áp T7 (100 kVA) tra bảng L-21: $\Delta Q_{T7} = 6.1$

Rated power (kVA)	Reactive power (kvar) to be compensated	
	No load	Full load
100	2.5	6.1
160	3.7	9.6
250	5.3	14.7
315	6.3	18.4
400	7.6	22.9
500	9.5	28.7
630	11.3	35.7
800	20	54.5
1000	23.9	72.4
1250	27.4	94.5
1600	31.9	126
2000	37.8	176

Hình 5. 1: Bảng tra tụ bù dựa vào công suất MBA

$$\sum \Delta Q_{bù} = \sum \Delta Q_{tài} + \Delta Q_{T1} + \Delta Q_{T7} = 156.23 + 28.7 + 6.1 = 191.03 \text{ (kVAr)}$$

5.2 Chọn tụ bù và kiểu bù

Trong thiết kế này, ta sẽ chọn bù tụ tại thanh cái chính B6 để tiết kiệm chi phí lắp đặt.

Với thiết kế này, ta chọn bù tự động công suất 200 kVAr.

Dòng định mức qua tụ: $I_n = \frac{Q}{U_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{200000}{400\sqrt{3}} = 288.675(A)$. Từ đó ta chọn được CB dựa vào dòng định mức.

Lựa chọn tiết diện dây cho tụ dựa vào bảng L-34:

Low polluted Network	Reference number	Power (kvar)	IP 31	IPxxB (door open)	15kA circuit breaker	35kA circuit breaker	Top connection	Bottom connection	Rotary handle	Varlogic NR6/12
Wall-mounted										
	VLVAWONO3526AA	6	■	■	■	-	-	■	-	■
	VLVAWONO3501AA	9	■	■	■	-	-	■	-	■
	VLVAWONO3527AA	12.5	■	■	■	-	-	■	-	■
	VLVAWONO3502AA	16	■	■	■	-	-	■	-	■
	VLVAWONO3503AA	22	■	■	■	-	-	■	-	■
	VLVAWONO3504AA	32	■	■	■	-	-	■	-	■
	VLVAW1N03505AA	34	■	■	-	■	-	■	-	■
	VLVAW1N03528AA	37.5	■	■	-	■	-	■	-	■
	VLVAW1N03506AA	50	■	■	-	■	-	■	-	■
	VLVAW1N03529AA	69	■	■	-	■	-	■	-	■
	VLVAW1N03507AA	75	■	■	-	■	-	■	-	■
	VLVAW1N03530AA	87.5	■	■	-	■	-	■	-	■
	VLVAW1N03508AA	100	■	■	-	■	-	■	-	■
	VLVAW2N03509AA	125	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW2N03531AA	137.5	■	■	-	■	-	■	■	■
With incomer protection circuit breaker	VLVAW2N03510AA	150	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW3N03511AA	175	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW3N03512AA	200	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW3N03513AA	225	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW3N03532AA	238	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW3N03514AA	250	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW3N03515AA	275	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAW3N03516AA	300	■	■	-	■	-	■	■	■
Floor-standing										
	VLVAF5N03517AA	350	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF5N03518AA	400	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF5N03533AA	425	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF5N03519AA	450	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF5N03520AA	500	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF5N03521AA	550	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF5N03522AA	600	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF7N03534AA	700	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF7N03536AA	900	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF7N03537AA	1000	■	■	-	■	-	■	■	■
	VLVAF7N03539AA	1150	■	■	-	■	-	■	■	■

Hình 5. 2: Bảng tra dây dẫn cho tụ bù

6 Lựa kiểm tra sự bảo vệ chọn lọc của CB

6.1 Kiểm tra điều kiện bảo vệ chọn lọc của CB:

Bảo vệ chọn lọc là sự kết hợp của các thiết bị đóng cắt tự động, mà khi có sự cố xuất hiện thì chỉ có tác động của 1 thiết bị đóng cắt duy nhất và không ảnh hưởng tới các CB khác.

Có bốn loại chọn lọc:

- Chọn lọc theo dòng điện.
- Chọn lọc theo thời gian.
- Chọn lọc theo năng lượng.

- Chọn lọc theo logic.

Ở đây ta chọn lọc theo dòng.

Downstream	Switch-disconnector	NSX100NA	NSX160NA	NSX250NA	NSX400NA	NSX630NA	
	Ith A 60°	100	160	250	400	630	
	Icw (kA)	1.8	2.5	3.5	5	6	
	Icm (kA)	2.6	3.6	4.9	7.1	8.5	
Upstream	Icu (kA)						
Circuit breaker	415 V	440 V	Ir	Switch-disconnector conditional short-circuit current and related making capacity			
NSX100B	25	20	Ir ≤ 100	T	T	T	T
NSX160B			Ir ≤ 160	T	T	T	T
NSX250B			Ir ≤ 200	T	T	T	T
TMD / TMG / Micrologic			Ir ≤ 250	T	T	T	T
NSX100F	36	35	Ir ≤ 100	T	T	T	T
NSX160F			Ir ≤ 160	T	T	T	T
NSX250F			Ir ≤ 200	T	T	T	T
TMD / TMG / Micrologic			Ir ≤ 250	T	T	T	T
NSX400F	36	30	Ir = 100 ^[1]	T	T	T	T
NSX630F			Ir ≤ 160	T	T	T	T
Micrologic			Ir ≤ 250	T	T	T	T
			Ir ≤ 400		T	T	T
			Ir ≤ 630			T	T
NSX100N	50	50	Ir ≤ 100	T	T	T	T
NSX160N			Ir ≤ 160	T	T	T	T
NSX250N			Ir ≤ 200	T	T	T	T
TMD / TMG / Micrologic			Ir ≤ 250	T	T	T	T
NSX400N	50	42	Ir = 100 ^[1]	T	T	T	T
NSX630N			Ir ≤ 160	T	T	T	T
Micrologic			Ir ≤ 250	T	T	T	T
			Ir ≤ 400		T	T	T
			Ir ≤ 630			T	T

Hình 6. 1: Bảng tra kiểm tra độ chọn lọc

Upstream			NSX100B/F/N/H/S/L/R										NSX160B/F/N/H/S/L					NSX250B/F/N/H/S/L/R				
Trip unit			TM-D																			
Downstream			Rating (A)	16	25	32	40	50	63	80	100	80	100	125	160	160	200	250				
CB	Rating	Th Relay	Setting (Ir)	16	25	32	40	50	63	80	100	80	100	125	160	160	200	250				
iC60L MA	1.6	LRD6	1/1.6	0.19	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
iC60L MA	2.5	LRD7	1.6/2.5	0.19	0.3	0.4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
iC60L MA	4	LRD8	2.5/4	0.19	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	T	0.63	T	T	T	T	T	T				
iC60L MA	6.3	LRD10	4/6.3		0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	5	0.63	5	T	T	T	T	T				
iC60L MA	10	LRD12	5.5/8		0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	2	0.63	2	T	T	T	T	T				
iC60L MA	10	LRD14	07/10			0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T				
iC60L MA	12.5	LRD16	9/13				0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T				
iC60L MA	16	LRD21	12/18					0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T	T				
iC60L MA	25	LRD22	17/25						0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T	T				
iC60L MA	40	LRD32	23/32							0.8		0.8	T	T	T	T	T	T				
iC60L MA	40	LRD3355	30/40									T	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	1.6	LRD6	1/1.6	0.19	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	2.5	LRD7	1.6/2.5	0.19	0.3	0.4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	4	LRD8	2.5/4	0.19	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	T	0.63	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	6.3	LRD10	4/6.3		0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	5	0.63	5	T	T	T	T	T				
NG125L MA	10	LRD12	5.5/8		0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	2	0.63	2	T	T	T	T	T				
NG125L MA	10	LRD14	07/10			0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T				
NG125L MA	12.5	LRD16	9/13				0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T				
NG125L MA	16	LRD21	12/18					0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	25	LRD22	17/25						0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	40	LRD32	23/32							0.8		0.8	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	40	LRD3355	30/40									T	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	63	LRD3357	37/50									T	T	T	T	T	T	T				
NG125L MA	63	LRD3359	48/65										T	T	T	T	T	T	T			
GV2 L/LE	03	LRD3	0.25/0.40	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	04	LRD4	0.40/0.63	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	05	LRD5	0.63/1	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	06	LRD6	1/1.6	0.19	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	07	LRD7	1.6/2.5	0.19	0.25	0.4	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	08	LRD8	2.5/4	0.19	0.25	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	10	LRD10	4/6.3		0.25	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	14	LRD14	07/10			0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	16	LRD16	9/13				0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	20	LRD21	12/18						0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T	T				
GV2 L/LE	22	LRD22	17/25							0.63	0.8	0.63	0.8	T	T	T	T	T	T			
GV2 L/LE	32	LRD32	23/32							0.8		0.8	T	T	T	T	T	T				
GV3 L	25	LRD22	20/25							0.63	0.8	0.63	0.8	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV3 L	32	LRD32	23/32							0.8		0.8	T	T	T	T	T	T				
GV3 L	40	LRD340	30/40								0.8		T	T	T	T	T	T				
GV3 L	50	LRD350	37/50										1.25	1.25	1.25	T	T	T				
GV3 L	65	LRD365	48/65											1.25	1.25	1.25	T	T	T			
GV4 L/LE	02	LRD-07	1.6/2.5	0.19	0.25	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV4 L/LE	03	LRD-08	2.5/4		0.25	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV4 L/LE	07	LRD-12	5.5/8		0.25	0.4	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV4 L/LE	12	LRD-313	9/13			0.5	0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV4 L/LE	25	LRD-325	17/25				0.5	0.5	0.5	0.63	0.8	0.63	0.8	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV4 L/LE	50	LRD-350	37/50					0.63	0.8	0.63	0.8	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV4 L/LE	80	LRD-33 63	63/80						0.8		0.8	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	T	T				
GV4 L/LE	115	LRD-5369	90/150															T	T			

Hình 6. 2: Bảng tra kiểm tra độ chọn lọc

Upstream	NS630b 800 1000 1250 1600 N/H						NS630b 800 1000 1250 1600 N/H						NS630b 800 1000 1250 1600 N/H													
Trip unit	Micrologic 2.0						Micrologic 5.0 - 6.0 - 7.0						Micrologic 5.0 - 6.0 - 7.0													
Downstream	Rating	630					800	1000	1250	1600	630		800	1000	1250	1600	630		800	1000	1250	1600				
	Setting Ir	250	400	630			800	1000	1250	1600	250	400	630		800	1000	1250	1600	250	400	630		800	1000	1250	1600
Selectivity limit (kA)																										
iC60 L MA1.6...MA40 + LRD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
NG125L MA2.5...MA63 + LRD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
LUB12 + LUC●6..12	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
LUB32 + LUC●6..32	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
GV2 ME01..ME32	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
GV2 P01...P32	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
GV2 L03..L32 + LRD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
GV3 P13..P65	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
GV3 L25..L65 + LRD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
GV4 P/PE/PEM 02-115	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
GV4 L/LE 02-115 + LRD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
NSX100 F/N/H/S/L MA 2.5...MA6.3 + LRD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
NSX100 F/N/H/S/L/R MA12.5...MA100 + LRD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
NSX160 F/N/H/S/L 150 MA150 + LR9D/F	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
NSX250 F/N/H/S/L/R 220 MA220 + LR9D/F		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T		
NSX400 F/N/H/S/L/R 320 Mic. 1.3M +LR9F				T	T	T							T	T	T					T	T	T				
NSX630 F/N Mic. 1.3M +LR9F 500							T						T										T			

Hình 6. 3: Bảng tra kiểm tra độ chọn lọc

				Phía nguồn (upstream)			
				Q1	Q8	Q10	Q11
				Compact NS800L	Compact NSX100	Compact NSX400	Compact NSX400
				Micrologic P	Micrologic 2.2	Micrologic 2.3	Micrologic 2.3
Phía tải (downstream)	Q7	NSX400	Micrologic 1.3M	Không			
	Q8	Compact NSX100	Micrologic 2.2	T			
	Q9	Compact NSX160	Micrologic 2.2	T			
	Q10	Compact NSX400	Micrologic 2.3	Không			
	Q11	Compact NSX400	Micrologic 2.3	Không			
	Q16	GV4L		T	0.8		
	Q17	GV4L		T	0.8		
	Q18	GV4L		T	0.8		
	Q19	Compact NSX100	Micrologic 2.2	T		T	
	Q20	Compact NSX100	Micrologic 2.2	T		T	
	Q21	Compact NSX400	Micrologic 2.3	Không			T

Bảng 6. 1: Bảng kiểm tra tính chọn lọc

Nhận xét:

- Ta thấy CB Q8 bảo vệ từng phân đối với CB Q16, Q17 và Q18. Ta nên thay CB Q8 thành CB NSX250B để có tính chọn lọc toàn phần.
- Ta thấy CB Q1 không có tính chọn lọc với CB Q7, Q10 và Q11. Ta nên thay CB Q1 thành CB NS1000 để có tính chọn lọc toàn phần.

6.2 Kiểm tra áp dụng kỹ thuật cascading:

Sử dụng kỹ thuật cascading để hạn chế dòng các thiết bị đóng cắt, do đó làm giảm chi phí lắp đặt.

Upstream		NS800				NS1000				NS1250		NS1600	
		N	H	L	LB	N	H	L	N	H	N	N	H
	Icu (kA)	50	70	150	200	50	70	150	50	70	50	50	70
Trip unit													
Micrologic													
Downstream													
Rating (A)		800	800	800	800	1000	1000	1000	1250	1250	1600	1600	
	Trip unit	Icu (kA)	Reinforced breaking capacity (kA)										
NSX100B	TM-D / Micrologic	25	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	
NSX100F	TM-D / Micrologic	36	50/50	70/70	150/150	150/150	50/50	70/70	150/150	50/50	70/70	50/50	70/70
NSX100N	TM-D / Micrologic	50		70/70	150/150	150/150		70/70	150/150		70/70		70/70
NSX100H	TM-D / Micrologic	70			150/150	150/150			150/150				
NSX100S	TM-D / Micrologic	100			150/150	200/200			150/150				
NSX100L	TM-D / Micrologic	150				200/200							
NSX160B	TM-D / Micrologic	25	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	
NSX160F	TM-D / Micrologic	36	50/50	70/70	150/150	150/150	50/50	70/70	150/150	50/50	70/70	50/50	70/70
NSX160N	TM-D / Micrologic	50		70/70	150/150	150/150		70/70	150/150		70/70		70/70
NSX160H	TM-D / Micrologic	70			150/150	150/150			150/150		70/70		
NSX160S	TM-D / Micrologic	100			150/150	200/200			150/150				
NSX160L	TM-D / Micrologic	150				200/200							
NSX250B	TM-D / Micrologic	25	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	50/50	
NSX250F	TM-D / Micrologic	36	50/50	70/70	150/150	150/150	50/50	70/70	150/150	50/50	70/70	50/50	70/70
NSX250N	TM-D / Micrologic	50		70/70	150/150	150/150		70/70	150/150		70/70		70/70
NSX250H	TM-D / Micrologic	70			150/150	150/150			150/150				
NSX250S	TM-D / Micrologic	100			150/150	200/200			150/150				
NSX250L	TM-D / Micrologic	150				200/200							
NSX400F	Micrologic	36	50/50	70/70	10/150	10/150	50/50	70/70	15/150	50/50	70/70	50/50	70/70
NSX400N	Micrologic	50		70/70	10/150	10/150		70/70	15/150		70/70		70/70
NSX400H	Micrologic	70			10/150	10/150			15/150				
NSX400S	Micrologic	100			10/150	10/200			15/150				
NSX400L	Micrologic	150				10/200							
NSX630F	Micrologic	36					50/50	65/70	10/150	50/50	65/70	50/50	65/70
NSX630N	Micrologic	50						65/70	10/150		65/70		65/70
NSX630H	Micrologic	70							10/150				
NSX630S	Micrologic	100							10/150				

Hình 6. 4: Bảng tra kiểm tra kỹ thuật Cascading

CB	CB ban đầu	Iscmax(kA)	Cascading
Q1	NS1000N	11.81	NS1000N
Q7	NSX400		NSX400
Q8	NSX250B		NSX250B
Q9	Compact NSX160B		Compact NSX160B
Q10	Compact NSX400F	10.96	Compact NSX400F
Q11	Compact NSX400F	10.65	Compact NSX400F
Q15	Compact NSX400F	2.11	Compact NSX400F
Q16	GV4L		GV4L
Q17	GV4L		GV4L
Q18	GV4L		GV4L
Q19	Compact NSX100B		Compact NSX100B
Q20	Compact NSX100B		Compact NSX100B
Q21	Compact NSX400F	8.31	Compact NSX400F

Bảng 6. 2: Bảng kiểm tra kỹ thuật Cascading

Nhận xét: Sau kiểm tra cascading các CB phối hợp với CB Q1 thì không cần phải thay đổi bất kì CB nào thêm.

7 Bảo vệ điện giật gián tiếp

Trong thiết kế này ta sẽ sử dụng sơ đồ nối đất TN-S. Thời gian ngắt tối đa của CB được tra bảng:

Uo (V)	50 < Uo ≤ 120	120 < Uo ≤ 230	230 < Uo ≤ 400	Uo > 400
System TN or IT	0.8	0.4	0.2	0.1
TT	0.3	0.2	0.07	0.04

Hình 7. 1: Bảng tra thời gian ngắt của CB

Kiểm tra điện giật gián tiếp:

- Ta có: $I_d = U_0/Z_s$

Với Z_s : tổng trở kháng khi xảy ra sự cố; U_0 : điện áp pha

- Sau đó so sánh I_d với dòng cắt thời gian nhanh nhất của CB, nếu I_d lớn hơn sẽ thỏa điều kiện.
- Chọn tiết diện dây PE như hình:

Simplified method ⁽¹⁾	c.s.a. of phase conductors S_{ph} (mm^2)	Minimum c.s.a. of PE conductor (mm^2)	Minimum c.s.a. of PEN conductor (mm^2)	
	$S_{ph} \leq 16$	S_{ph} ⁽²⁾	Cu	Al
	$16 < S_{ph} \leq 25$	16	S_{ph} ⁽³⁾	16
	$25 < S_{ph} \leq 35$			25
	$35 < S_{ph} \leq 50$	$S_{ph}/2$	$S_{ph}/2$	
	$S_{ph} > 50$			$S_{ph}/2$
Adiabatic method	Any size	$SPE/PEN = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$ ^{(3) (4)}		

Hình 7. 2: Bảng tra tiết diện dây PE

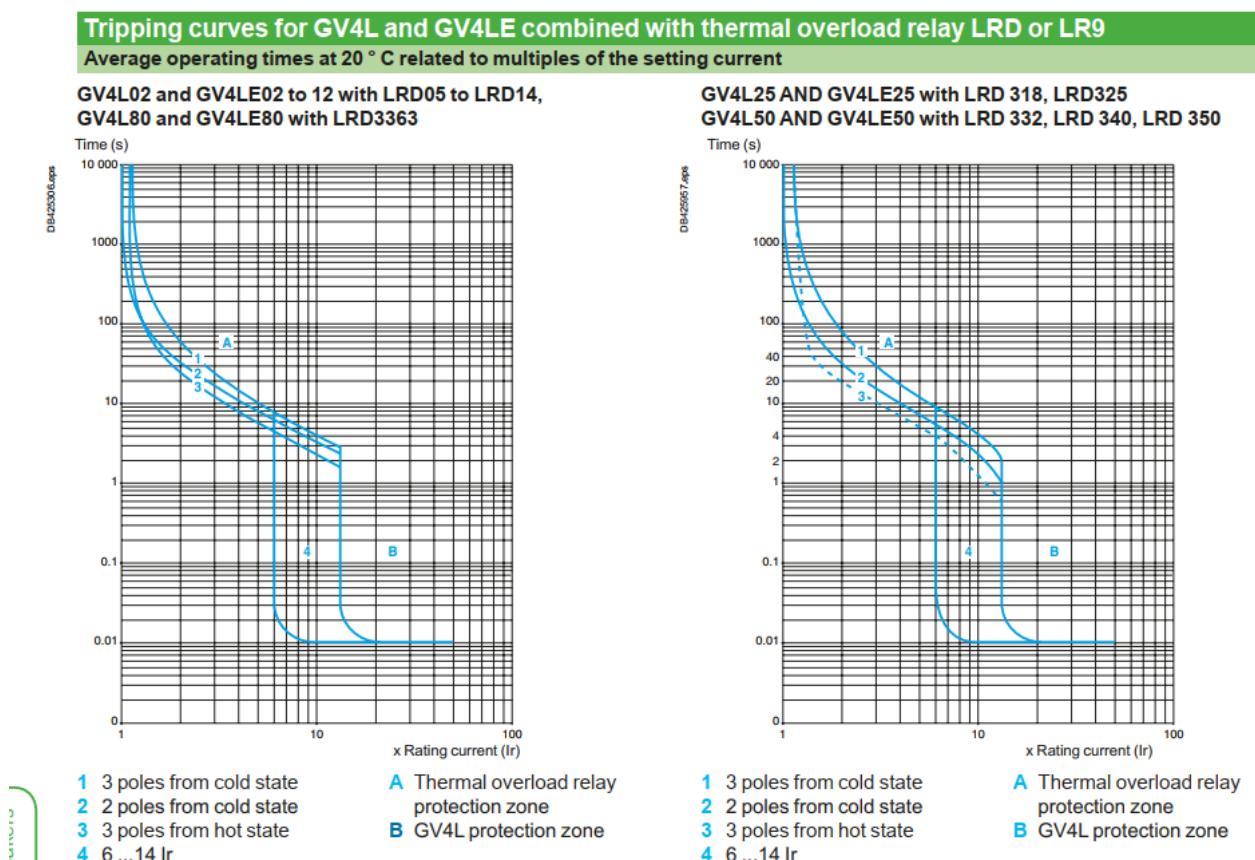
Dây dẫn	Dây dẫn	Vật liệu	S_{ph}	SPE	R_d ($\text{m}\Omega$)	X_d ($\text{m}\Omega$)	R_{PE} ($\text{m}\Omega$)	X_{PE} ($\text{m}\Omega$)
C1	Cu	XLPE	555	300	2.39	4.48	4.78	4.48
C7	Al	PVC	125	70	8.42	2.24	16.84	2.24
C8	Cu	PVC	32	16	33.33	0	66.66	0
C9	Cu	XLPE	50	25	87.69	14.8	175.38	14.8
C10	Al	PVC	300	150	2.51	1.6	5.02	1.6
C11	Al	XLPE	190	95	9.89	4	19.78	4
C15	Cu	XLPE	95	50	31.18	10	62.36	10
C16	Cu	PVC	1.5	1.5	869	0	1738	0
C17	Cu	PVC	25	16	28.44	0	56.88	0
C18	Cu	PVC	1.5	1.5	869	0	1738	0
C19	Cu	XPLE	25	16	123.24	0	246.48	0
C20	Cu	XPLE	25	16	127.98	0	255.96	0
C21	Cu	XPLE	300	150	3.16	3.2	6.32	3.2

Bảng 7. 1: Tính tổng trổ dây dẫn

Dây dẫn	CB	RT (mohm)	Id(kA)	Trip unit	Ir(A)	Im	Điều kiện	
C9	Compact NSX160B	11.48	1.51	Micrologic 2.2	144	(5-13)Ir	Thỏa	
C15	Compact NSX400F	95.65	1.39	Micrologic 2.2	240	(5-13)Ir	Thỏa	
C16	GV4L				10	(5-13)Ir	Thỏa	
C17	GV4L		111.47	2.28	60	(5-13)Ir	Thỏa	
C18	GV4L				15	(5-13)Ir	Thỏa	
C19	Compact NSX100B		19.66	12.92	Micrologic 2.2	70	(5-13)Ir	Thỏa
C20	Compact NSX100B				Micrologic 2.2	60	(5-13)Ir	Thỏa
C21	Compact NSX400F	42.21	6.02	Micrologic 2.3	280	(5-13)Ir	Thỏa	

Bảng 7. 2: Tính dòng sự cố và kiểm tra

Để tra Im ta dựa vào tripping curves đối với các CB GV, đối với các CB NSX ta tra bảng tương ứng



Hình 7. 3: Bảng tra tripping curve của CB

8 Lựa chọn thiết bị đóng cắt 22kV và bảo vệ máy biến áp

Các sự cố máy biến áp:

- Quá tải.
- Ngắn mạch: bên trong máy biến áp hoặc bên ngoài máy biến áp.
- Chạm vỏ máy biến áp.

8.1 Thiết kế máy biến áp có một lộ vào 22kV

Vì máy biến áp có công suất 500 kVA (dưới 2 MVA) nên chọn sơ đồ cầu chì kết hợp với khóa. Các nguyên tắc chọn cầu chì để bảo vệ máy biến áp:

- $I_{\text{fuse}(0.1s)} > 12 * I_N \text{ Transformer}$
- $1.4 * I_{\text{overload}} < I_N \text{ fuse}$
- $I_N \text{ Transfomer} / U_{sc}\% > I_3$.

Dòng định mức phía cao áp của MBA: $I_{N-Transformer} = \frac{500}{\sqrt{3}.22} = 13.12(A)$

Ta chọn thông cầu chì theo bảng sau:

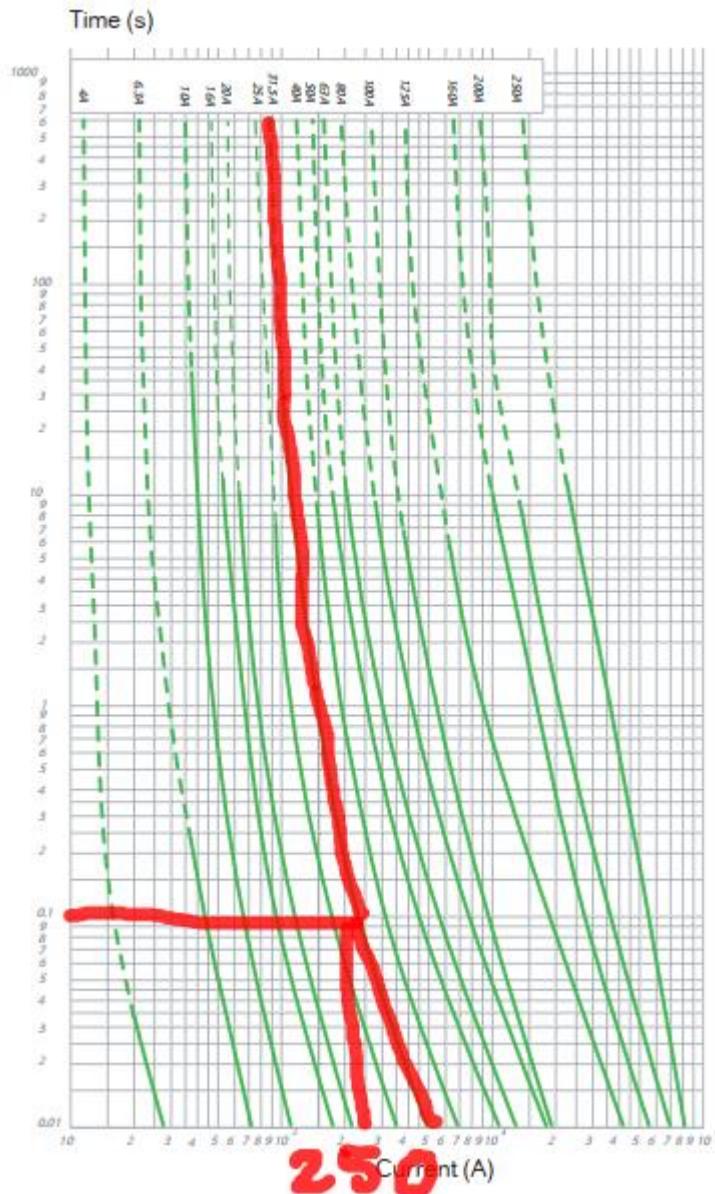
Type of fuse	Service voltage (kV)	Transformer rating (kVA)														Rated voltage (kV)	
	25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Solefuse (UTE NFC standards 13.100, 64.210)																	
5.5	6.3	16	31.5	31.5	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	7.2	
10	6.3	6.3	16	16	31.5	31.5	31.5	63	63	63	63	63	63	63	63		
15	6.3	6.3	16	16	16	16	16	43	43	43	43	43	43	43	43		
20	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	43	43	43	43	43	43	43	63	24	
Solefuse (general case, UTE NFC standard 13.200)																	
3.3	16	16	31.5	31.5	31.5	63	63	100	100							7.2	
5.5	6.3	16	16	31.5	31.5	63	63	63	80	80	100	125					
6.6	6.3	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80	100	125	125					
10	6.3	6.3	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80	80	100			12	
13.8	6.3	6.3	6.3	16	16	16	31.5	31.5	43	63	63	80				17.5	
15	6.3	6.3	16	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80					
20	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63				24	
22	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	31.5	31.5	43	43	43	63			
Fusarc CF and SIBA⁽¹⁾ (general case for OM, QMB and QMC cubicle according to IEC 62271-105)																	
3.3	16	25	40	50	50	80	80	100	125	125	160 ⁽¹⁾	200 ⁽¹⁾				7.2	
5	10	16	31.5	40	40	50	63	80	80	125	125	160 ⁽¹⁾					
5.5	10	16	31.5	31.5	40	50	50	63	80	100	125	125	160 ⁽¹⁾	160 ⁽¹⁾			
6	10	16	25	31.5	40	50	50	63	80	80	125	125	160 ⁽¹⁾	160 ⁽¹⁾			
6.6	10	16	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	125	125	160 ⁽¹⁾			
10	6.3	10	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	100	125 ⁽¹⁾	200 ⁽¹⁾	
11	6.3	10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63	80	100	100	125 ⁽¹⁾	160 ⁽¹⁾	
13.8	6.3	10	16	16	20	25	31.5	31.5	40	50	50	63	80	80	100 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾
15	6.3	10	10	16	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾
20	6.3	6.3	10	10	16	16	25	25	31.5	40	40	50	50	63	80	100 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾
22	6.3	6.3	10	10	10	16	20	25	25	31.5	40	40	50	50	80	80	100 ⁽¹⁾
Fusarc CF for dry type transformers⁽²⁾																	
30			10			10	16	20	25	31.5	31.5	50	50	63	63	36	
31.5			10			10	16	20	25	25	31.5	50	50	63	63		
33			6.3			10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63		
34.5			6.3			10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63		
Fusarc CF oil immersed type transformers⁽²⁾																	
30			10			10	16	20	25	31.5	31.5	40	40	50	63	36	
31.5			10			10	16	20	25	31.5	31.5	40	40	50	63		
33			10			10	16	20	25	25	31.5	40	40	50	50		
34.5			10			10	16	20	25	25	31.5	40	40	50	50		

Hình 8. 1: Bảng tra thông số cầu chì

Thông số cầu chì bảo vệ

Với công suất MBA 500 kVA ở cấp điện áp 22 kV ta chọn cầu chì với dòng định mức:

$$I_{\text{fuse}} = 31.5 \text{ (A)}$$



Hình 8. 2: Đồ thị khả năng chịu dòng theo thời gian của cầu chì

- Dựa vào đồ thị ta thấy $I_{\text{fuse}(0.1s)} = 250 \text{ (A)} > 12 * (I_{N-\text{Transfomer}}) = 157 \text{ (A)} \rightarrow \text{Thỏa.}$
- $(1.4 * I_{\text{Overload}} = 18.368 \text{ A}) < (I_{N-\text{fuse}} = 31.5 \text{ A}) \rightarrow \text{Thỏa.}$
- $(I_{N-\text{Transfomer}} / U_{sc} \% = 13.12/5\% = 262.4 \text{ A}) > (I_3 = 6 * I_{\text{fuse}} = 189 \text{ A}) \rightarrow \text{Thỏa.}$

Rating (A)	I_{min} fuse (A) 0.1 s	$I_{N max.}$ $= I_{min(0.1)} / 12$	$I_{N max.}$ $= I_N$ fuse / 1.4	I_3	$I_{N min}$ $= I_3 \times 5\%$ $U_{ce} \%$	Transformer I_N must be between IA and IB
50	401.7	33.4	35.7	180	9	9
50 (36 kV)	385	32	35.7	200	10	10
63	499.8	41.6	45	215	10.7	10.7
63 (36 kV)	489.6	40.8	45	250	12.5	12.5
80 (7.2-12 kV)	680	56.6	57.1	280	14	14
80 (17.5-24 kV)	694.6	57.8	57.1	330	16.5	16.5
100 (7.2-12 kV)	862	71.8	71.4	380	19	19
100 (17.5-24 kV)	862	71.8	71.4	450	22.5	22.5
125	1 666.1	138.8	89.2	650	32.5	32.5
160	2 453.4	204.4	114.2	1 000	50	50
200	3 256.3	271.3	142.8	1 400	70	70
250 (3.6 kV)	4 942.4	411.8	178.5	2 000	100	100
250 (7.2 kV)	4 942.4	411.8	178.5	2 200	110	110
						178.5

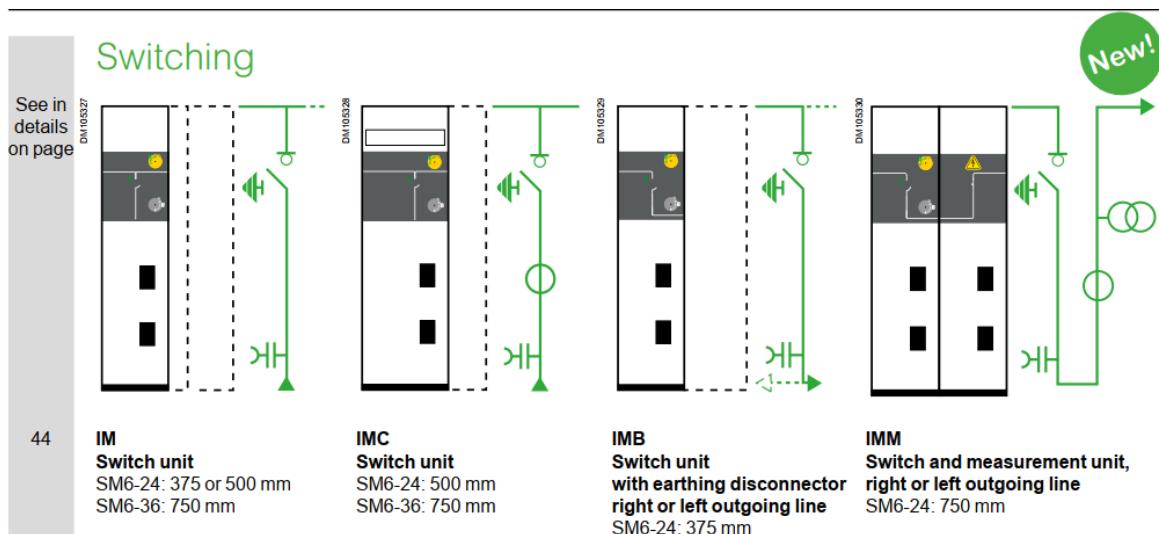
Lựa chọn khác: Sử dụng SM6

Tủ SM6 thường được làm ở dạng mô-đun, các mô-đun có thể cố định hoặc tháo rời tùy chọn. Tủ có thể dùng khí SF6 hoặc chân không để dập tắt dòng sự cố. Các tủ SM6 được dùng trong các trạm biến áp MV/LV phía MV có thể lên đến 36kV. Đối với mạch điện trong bài do chỉ dùng 1 máy biến áp với công suất 500 kVA và chỉ có 1 lộ vào nên dùng tủ SM6 có thể hơi phí nhưng vẫn có thể lắp đặt để phát triển thêm lộ vào hoặc tải sau này.

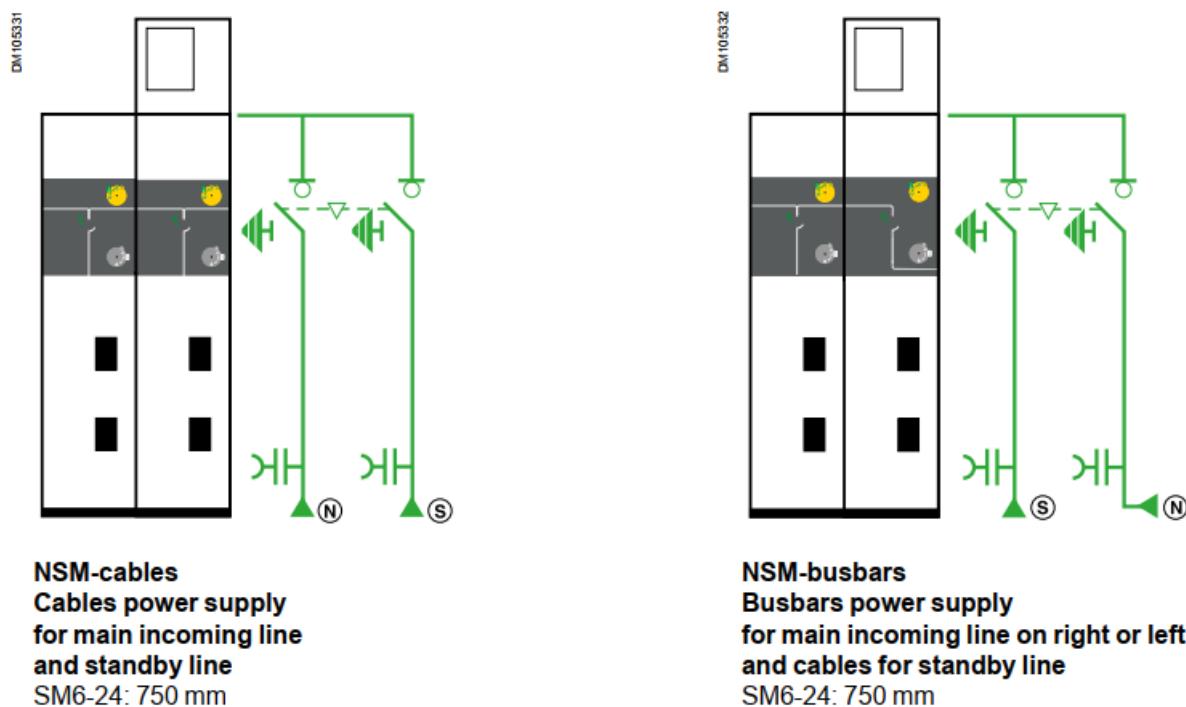
Một số đặc điểm nổi bật của tủ SM6:

- Vận hành dễ dàng và an toàn cho người vận hành với cơ chế chống phóng điện bên trong
- Tích hợp với các bộ theo dõi và điều khiển giúp thuận lợi cho việc vận hành mà không làm gián đoạn công việc khi có lắp đặt thêm thiết bị.
- Nhỏ gọn giúp tiết kiệm chi phí thi công, có thể dễ dàng tích hợp với những trạm biến áp ngoài trời.
- Phạm vi ứng dụng lớn có thể dễ dàng đáp ứng trong tương lai. Sản phẩm được thiết kế theo đúng những tiêu chuẩn ràng buộc.
- Nâng cao độ bền của các thiết bị đóng ngắt làm giảm thiểu chi phí bảo trì.

Các mô-dun tủ SM6 có thể chia làm những loại chính sau:

*Hình 9. 1: Tủ đóng cắt SM6*

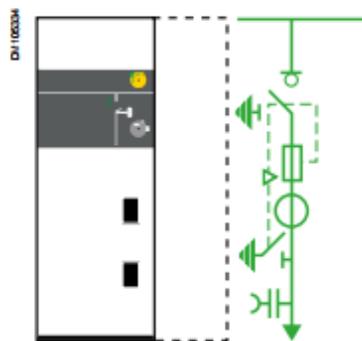
Automatic transfer system

*Hình 9. 2: Tủ vận hành tự động SM6*

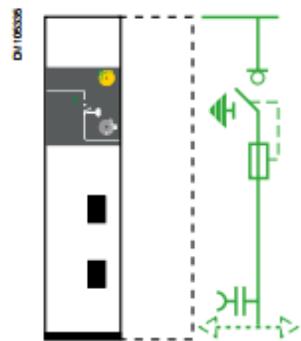
Fuse-switch



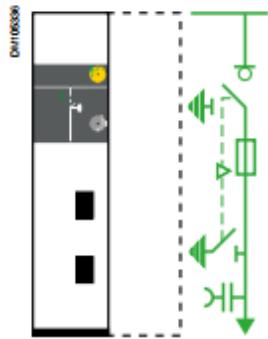
QM
Fuse-switch combination unit
SM6-24: 375 or 500 mm
SM6-36: 750 mm



QMC
Fuse-switch combination unit
SM6-24: 625 mm
SM6-36: 1000 mm

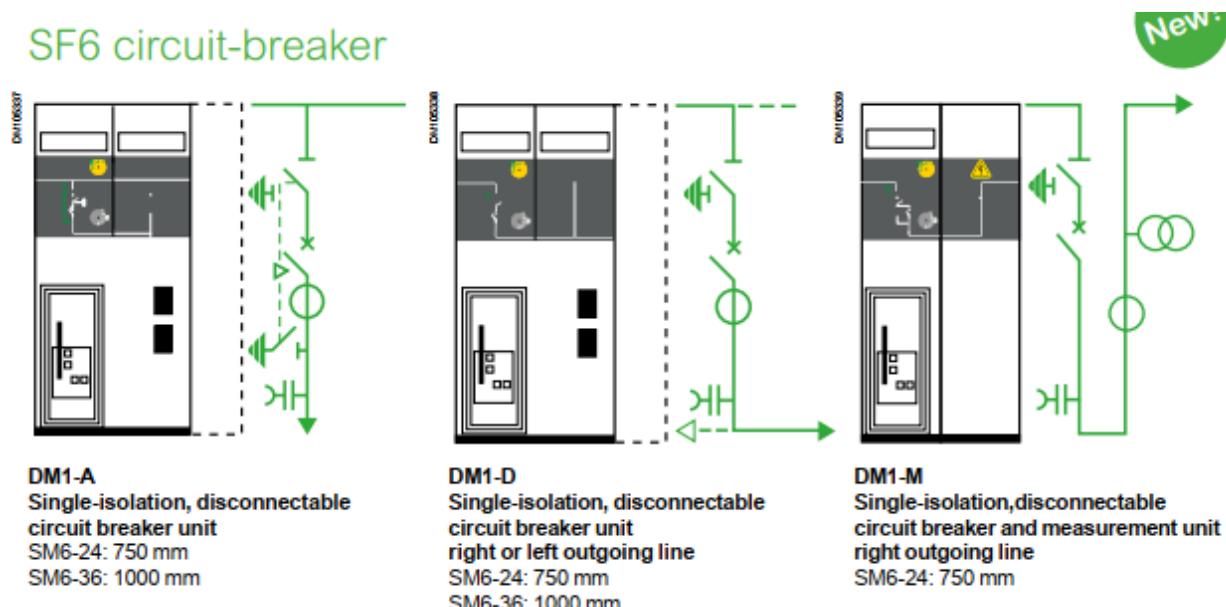


QMB
Fuse-switch combination unit
right or left outgoing line
SM6-24: 375 mm
SM6-36: 750 mm

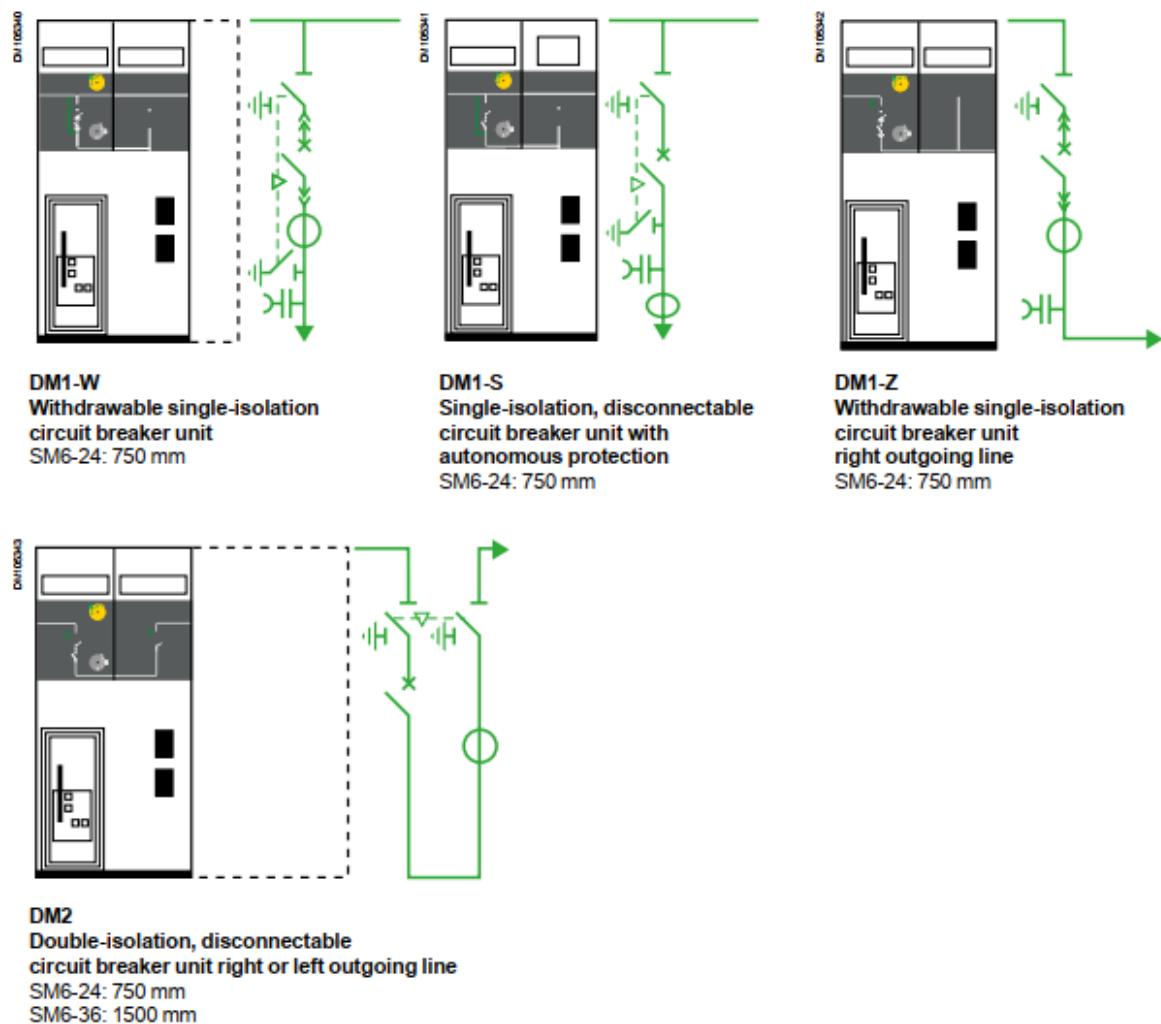


PM
Fuse-switch unit
SM6-24: 375 mm
SM6-36: 750 mm

Hình 9. 3: Tủ cầu chì SM6

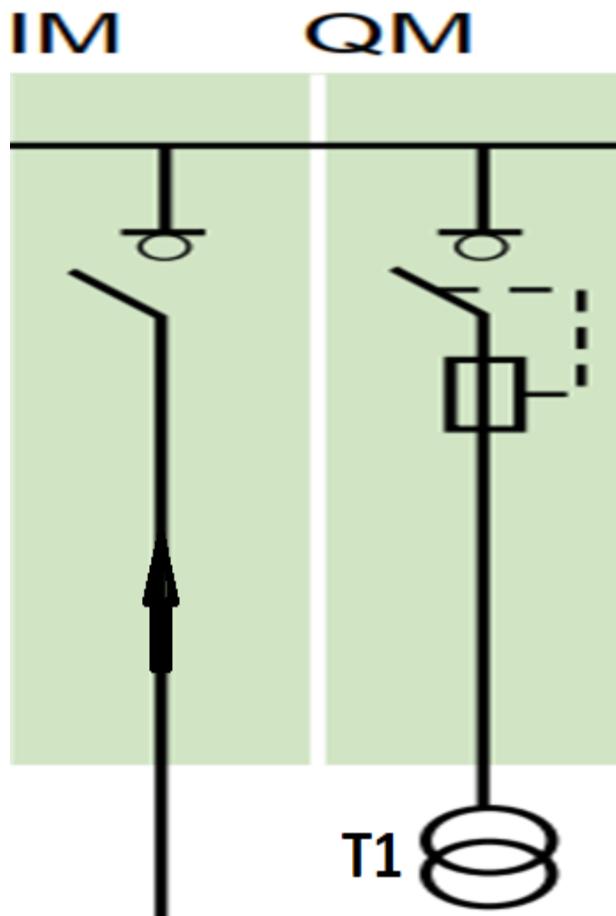
*Hình 9. 4: Tủ CB SM6*

SF6 circuit-breaker



Hình 9. 5: Tủ CB SM6

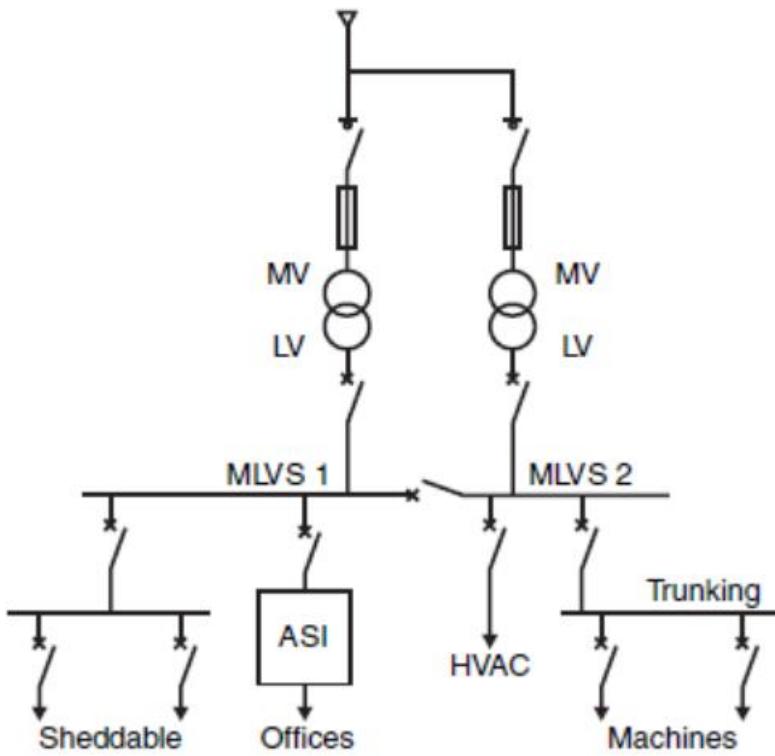
Đối với sơ đồ 1 lộ vào ta chọn 2 module: IM (để lấy điện 22kV từ lưới) và QM (nối vào đầu sơ cấp của MBA T1 để bảo vệ sự cố phía MV).



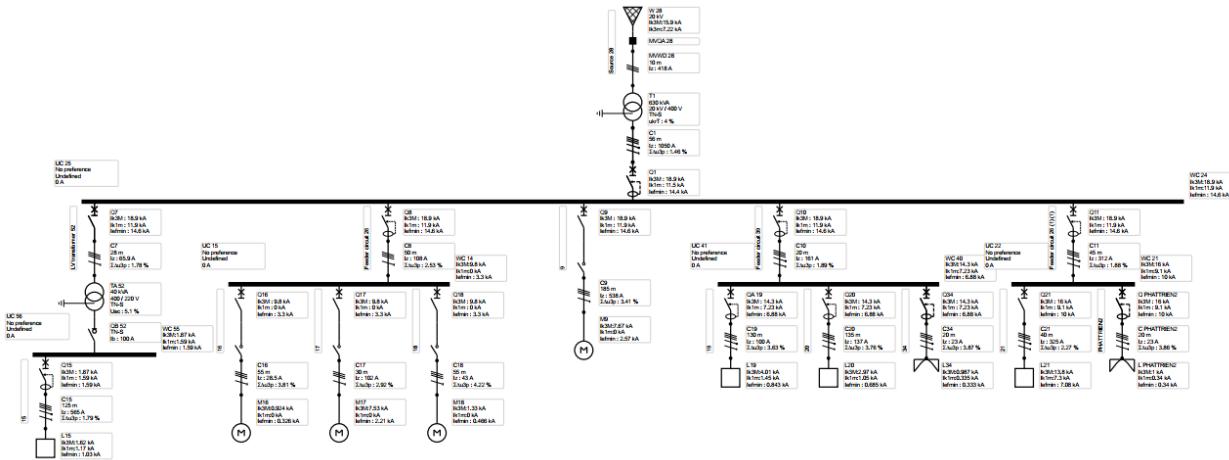
Hình 9. 6: Sơ đồ đi dây cho tủ SM6 của hệ thống

8.2 Thiết kế hai lộ vào 22 kV:

Đối với sơ đồ 2 lộ vào, ta có thể sử dụng 2 lộ vào phía tải LV như sau:



9 Tính toán bằng phần mềm Ecodial



Loại	Thiết bị	Đại lượng	Tính	Ecodial
Máy biến áp	T1	U (kV)	22/0.4	25/0.4
		Sdm (kVA)	500	630
	T7	U (kV)	0.4/0.23	0.4/0.23
		Sdm (kVA)	100	40

Bảng 9. 1: Bảng so sánh MBA tính toán và Ecodial

Nhận xét:

- Với máy biến áp T1, do phần mềm chưa tính toán đến hệ số đồng thời của các thanh cái, nên hệ số đồng thời đều bằng 1, vì vậy công suất MBA T1 được đẩy lên cao. Để tối ưu kinh tế, ta nên chọn MBA 500 kVA
- Phần mềm chọn MBA 40 kVA là hợp lý, vậy nên ta sẽ chọn MBA 40 kVA.

Động cơ			Tính	Ecodial
		$P_{dm}(kW)$	110	118
	M9	$\cos \varphi$	0.87	0.87
	M16	$P_{dm}(kW)$	5.5	6.61
	M17	$\cos \varphi$	0.83	0.83
	M18	$P_{dm}(kW)$	55	55.8
		$\cos \varphi$	0.86	0.83
		$P_{dm}(kW)$	11	13.1
		$\cos \varphi$	0.86	0.86

Bảng 9.2: Bảng so sánh tính toán và Ecodial

	Tính Tên CB	Ecodial Tên CB	Tính Trip Unit	Ecodial Trip Unit	Tính In (A)	Ecodial In (A)
Q1	Compact NS800L	Masterpact MTZ1 - MTZ1 10H1	Micrologic P	Micrologic 7.0 X	800	1000
Q7	Compact NSX160	Acti9 NG125 - NG125L	Micrologic 2.2	Micrologic 4.3D	160	63
Q8	Compact NSX100	Compact NSX - NSX100B	Micrologic 2.2	Micrologic 4.3	100	100
Q9	Compact NSX160	Compact NSX - NSX100B	Micrologic 2.2	MA	160	250
Q10	Compact NSX400	Compact NSX - NSX160B	Micrologic 2.3	Micrologic 4.2	400	160
Q11	Compact NSX400	Compact NSX - NSX400F	Micrologic 2.3	Micrologic 4.3	400	400
Q15	Compact NSX400	Compact NSX - NSX160B	Micrologic 2.2	Micrologic 4.2	400	100
Q16	Compact NSXm25	Acti9 P25M - P25M	TM-G	M	25	14
Q17	Compact NSX100	Compact NSX - NSX160F	Micrologic 2.2	M	100	160
Q18	Compact NSXm25	Acti9 P25M - P25M	TM-G	M	25	23
Q19	Compact NSX100	Compact NSX - NSX100B	Micrologic 2.2	Micrologic 4.2	100	100
Q20	Compact NSX100	Compact NSX - NSX100B	Micrologic 2.2	Micrologic 4.2	100	100
Q21	Compact NSX400	Compact NSX - NSX400F	Micrologic 2.3	Micrologic 2.3	400	400

Bảng 9. 3: Bảng so sánh CB tính toán và Ecodial

Nhận xét:

- Nhìn chung sự khác biệt giữa CB tinh tay và phần mềm là không lớn. Tuy nhiên đối với CB Q1 như ta đã đề cập ở trên, do dòng thực sự chạy trên C1 là nhỏ hơn nhiều, nên để phù hợp ta sẽ giữ nguyên CB Q1 Compact NS800L
- Đối với CB Q7 ta chọn theo phần mềm Acti9 NG125 - NG125L
- Đối với những CB còn lại, ta sẽ giữ nguyên giống như tính toán.

Dây dẫn	Sph (mm ²)	Sph (mm ²)
C1	3 dây 185mm ²	2x240
C7	5 dây 25mm ²	1x70
C8	2 dây 16mm ²	1x95
C9	1 dây 50mm ²	1x95
C10	2 dây 150mm ²	1x95
C11	2 dây 95 mm ²	1x95
C15	1 dây 95 mm ²	1x300
C16	1 dây 1.5mm ²	1x4
C17	1 dây 25mm ²	1x70
C18	1 dây 1.5mm ²	1x6
C19	1 dây 25mm ²	1x50
C20	1 dây 25mm ²	1x35
C21	2 dây 150mm ²	2x185

Bảng 9. 4: Bảng so sánh dây dẫn tính toán và Ecodial

Nhận xét:

- Như đã đề cập, hệ số đồng thời của từng tầng chưa được đề cập đến, vì vậy tiết diện dây do phần mềm tính toán ra được đa phần là khá lớn và quá không cần thiết.

- Riêng đối dây C1, ta chọn như phần mềm 2x240, C7 1x70, C10 1x95. Các dây còn lại ta sẽ giữ nguyên như tính toán.

10 Kết luận

Nhận xét:

- Bài tập lớn đã giúp sinh viên tìm hiểu và biết rõ nhiều kiến thức về khí cụ điện.
- Làm quen với cách chọn các thiết bị trong hệ thống điện thông qua catalogue hay sổ tay của nhà sản xuất.
- Học được cách tính toán các giá trị cần thiết theo chuẩn để chọn thiết bị phù hợp.
- Có thêm kinh nghiệm trong việc lựa chọn khí cụ điện để tối ưu về nhiều mặt trong hệ thống điện
- Việc nạp bài tập lớn hàng tuần để sửa là rất hiệu quả tuy nhiên lại gây khá nhiều áp lực về thời gian.

Kết luận:

Sau khi hoàn thành bài tập lớn hiện thực bằng phần mềm Ecodial:

- Cần phải xác định rõ các thông số và làm theo đúng chuẩn lắp đặt điện để có thể chọn được một khí cụ điện đúng và tối ưu.
- Cần tính toán cẩn thận từng bước vì nếu sai những bước đầu tiên có thể dẫn đến hệ quả dây chuyền khó kiểm soát. Việc tính toán bằng tay có thể dẫn đến sai sót nên chúng ta phải làm song song tính toán bằng tay và kiểm tra với phần mềm cùng lúc để hạn chế sai sót.
- Tuy nhiên cũng không nên quá phụ thuộc và phần mềm vì nó còn nhiều hạn chế, ta chỉ nên dùng phần mềm để kiểm tra thông số tính toán.
- Hệ thống cho trong bài tập lớn còn khá đơn giản và ít thông số hơn so với hệ thống thực tế