



## CHƯƠNG IV

# TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LƯỚI ĐIỆN HẠ THỂ



## **4.5 Tính toán ngắn mạch trong mạng hạ thế**

### **1. Định nghĩa**

**Ngắn mạch là hiện tượng tiếp xúc trực tiếp hai điểm của các pha khác nhau, pha với dây trung tính, hoặc pha với đất, làm cho dòng điện tăng đột ngột.**



## 2. Nguyên nhân của ngắn mạch

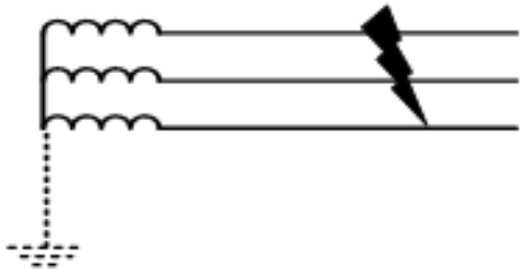
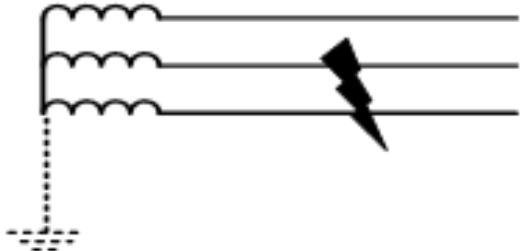
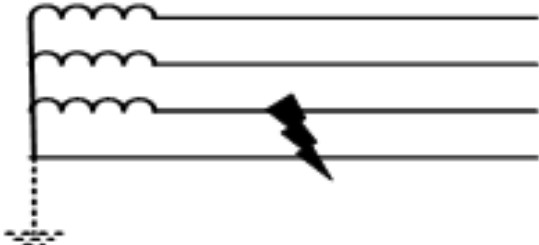
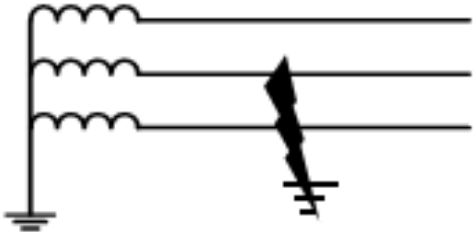
- ✓ Hư hỏng cách điện của thiết bị
- ✓ Quá điện áp gây ra bởi sét
- ✓ Vận hành không đúng.
- ✓ Do động vật hay chim trên đường dây trần trên không, hay chuột trong các thiết bị trong nhà
- ✓ Do thời tiết như gió hay bão...



### 3. Phân loại ngắn mạch

#### Phân loại

- Ngắn mạch 1 pha: thường xảy ra nhất ( $> 65\%$  )
- Ngắn mạch 2 pha
- Ngắn mạch 2 pha với đất
- Ngắn mạch 3 pha

<i>Dạng ngắn mạch</i>	<i>Ký hiệu</i>	<i>Xác suất xảy ra</i>
	$N^{(3)}$	5%
	$N^{(2)}$	10%
	$N^{(1)}$	65%
	$N^{(1,1)}$	20%



## 4. Hậu quả khi xảy ra NM

- Dòng điện tăng đột ngột và lớn hơn nhiều lần so với dòng làm việc bình thường.
- Điện áp tại điểm ngắn mạch rất nhỏ, gần bằng 0. Tại các nhánh khác điện áp giảm
- Các phần tử trong lưới điện có điện trở điện kháng và dung kháng nên hệ thống là mạch dao động.
- Thông thường, dòng ngắn mạch 3 pha là lớn nhất



## 4. Hậu quả khi xảy ra NM

- Nếu thời gian duy trì dòng ngắn mạch lớn ( $>0.01s$ ) sẽ xảy hiện tượng hồ quang điện tại chỗ NM
- Dòng điện rất lớn gây ra tác động cơ điện lên các thiết bị, từ thời điểm xảy ra ngắn mạch
- Tăng lực cơ điện có thể gây hỏng hóc trong các thiết bị
  - ✓ Năng lượng nhiệt trong thiết bị tỷ lệ thuận với bình phương dòng điện có thể làm nóng chảy thiết bị
  - ✓ Giảm điện áp lưới



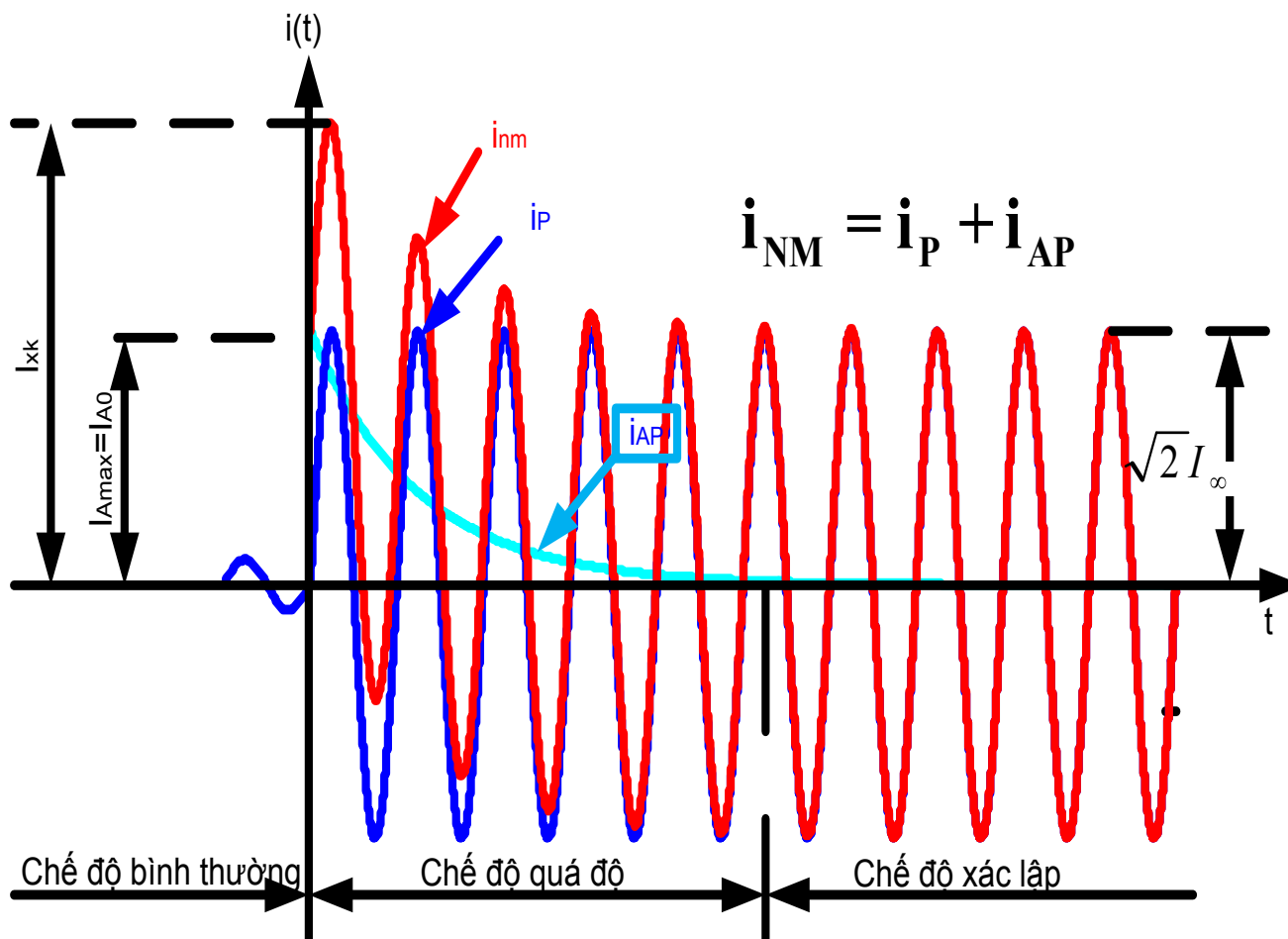
## **5. Biện pháp giảm tác hại của NM**

- ✓ **Ngắt ngay phần tử ngắn mạch ra khỏi lưới**
- ✓ **Lựa chọn thiết bị bền vững khi bị tác động của dòng ngắn mạch**
- ✓ **Sử dụng thiết bị giảm dòng ngắn mạch – kháng điện.**
- ✓ **Thường xuyên kiểm tra cách điện các phần tử lưới điện.**
- ✓ **Lựa chọn và hiệu chỉnh chính xác thiết bị bảo vệ.**





## 6. Phân tích hiện tượng NM





## 6. Phân tích hiện tượng NM

a. Thành phần không chu kỳ tắt dần theo thời gian

$$i_{AP} = I_{A\_max} e^{-\frac{t}{T_A}}$$

$I_{A\_max}$  giá trị lớn nhất của dòng điện không chu kỳ

$T_A$  thời gian tắt dần của dòng điện không chu kỳ

$$T_A = \frac{L_{NM}}{R_{NM}} = \frac{X_{NM}}{2\pi f R_{NM}} = \frac{X_{NM}}{314 R_{NM}}$$



## 6. Phân tích hiện tượng NM

b. Thành phần dòng điện ngắn mạch duy trì có dạng hình sin và trị hiệu dụng là  $I_{\infty}$

$$I_{\infty} = \frac{I_{P\_max}}{\sqrt{2}} = \frac{I_{A\_max}}{\sqrt{2}}$$

$I_{A\_max}$ ,  $I_{P\_max}$  – giá trị lớn nhất của thành phần không chu kỳ và thành phần duy trì của dòng điện ngắn mạch.

$I_{\infty}$  dùng để kiểm tra độ bền nhiệt của các khí cụ điện, thanh cái, sứ xuyên và cáp điện lực.



## 6. Phân tích hiện tượng NM

c. Dòng điện xung kích: là biên độ dòng điện ngắn mạch

$$i_{xk} = I_{P \max} + I_{A \max} e^{\frac{-t}{T_A}}$$

Trong đó  $t_1 = 0.005 - 0.01$  (s)

$$I_{P-\max} = \sqrt{2} I_{P0} = \sqrt{2} I_{\infty} + I_{A \max}$$

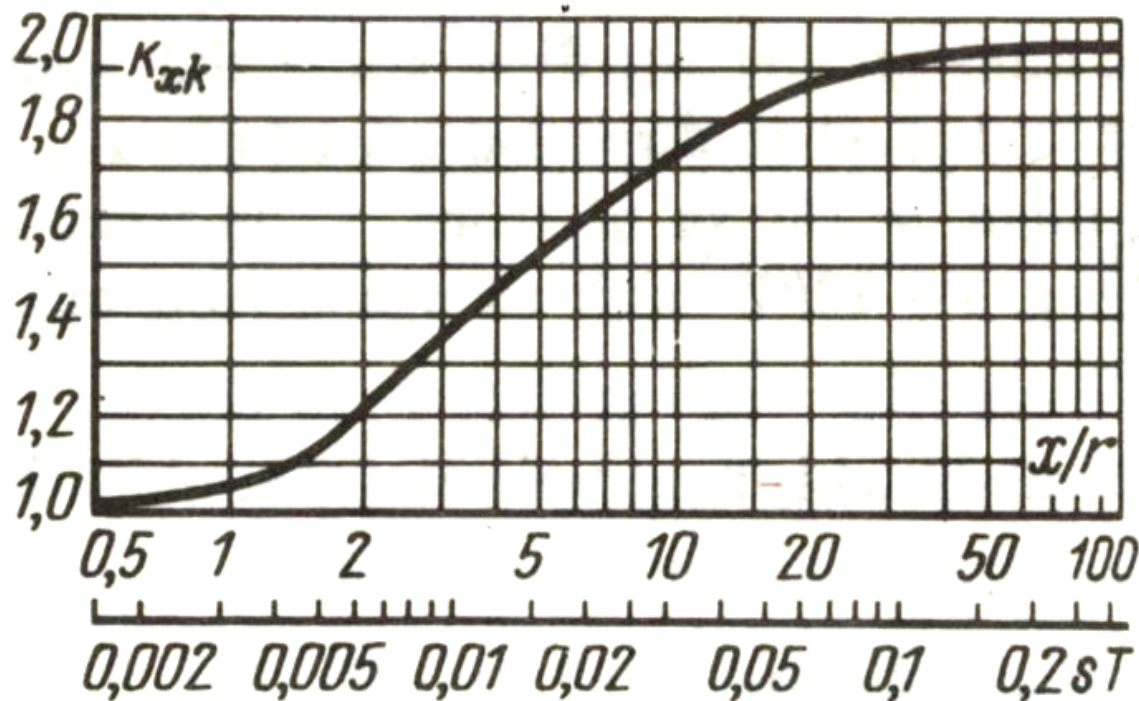
$$i_{xk} = I_{P-\max} (1 + e^{\frac{-t}{T_A}}) = \sqrt{2} I_{\infty} (1 + e^{\frac{-t}{T_A}})$$



## 6. Phân tích hiện tượng NM

Xác định dòng điện xung kích gần đúng bằng đồ thị

$$i_{xk} = \sqrt{2} K_{xk} I_{\infty}$$



Hình 5-10. Sự phụ thuộc của hệ số xung kích vào hằng số thời gian  $T$  (hoặc tỷ số  $\frac{x}{r}$ ).



## 7. Tính toán dòng điện ngắn mạch

### Mục đích

- ✓ Xác định điều kiện làm việc của thiết bị ở chế độ sự cố.
- ✓ Lựa chọn thiết bị: thanh cái, sứ cách điện, cáp, dây dẫn...
- ✓ Lựa chọn thiết bị bảo vệ, rơ le.
- ✓ Tính dòng ngắn mạch 3 pha để lựa chọn thông số định mức của thiết bị bảo vệ .
- ✓ Để hiệu chỉnh thiết bị bảo vệ hoặc thông số rơ le , cần tính ngắn mạch không đối xứng



## 7. Tính toán dòng điện ngắn mạch

### Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

Các đặc điểm :

- ✓ Thiết bị phía hạ áp nhận nguồn điện từ các MBA trung / hạ công suất 25...2500kVA.
- ✓ Khi công suất hệ thống phía cao áp MBA  $S_{HT} > 25S_{dm\_MBA}$  : nguồn vô cùng lớn, tổng trở nguồn không đáng kể , bỏ qua .
- ✓ Tính cả điện trở R và điện kháng X các phần tử
- ✓ Tính trong đơn vị có tên, với  $U = U_{20}$  của máy biến áp nguồn ( ví dụ với MBA 22/0,4  $\Rightarrow U_{20} = 1,05U_{dm\_lưới} = 400V$  )



# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## Trình tự tính dòng ngắn mạch 3 pha

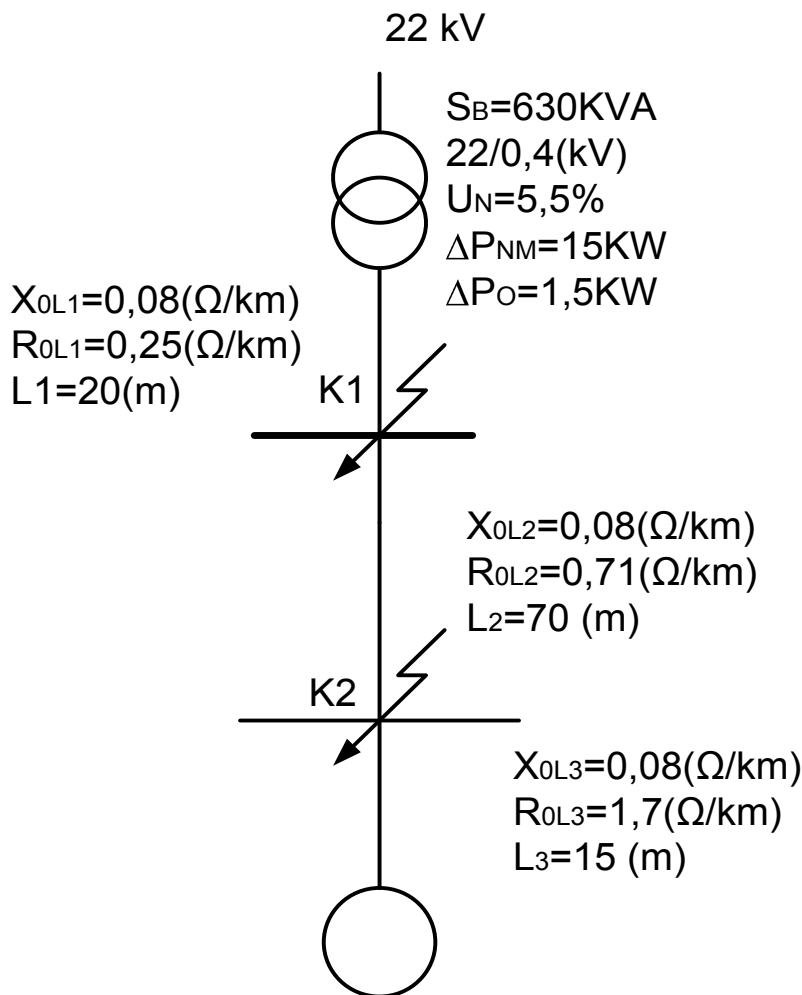
1. Xây dựng sơ đồ thay thế với giá trị  $R, X$
2. Tính tổng trở của các phần tử từ điểm ngắn mạch về nguồn.
3. Tính dòng điện ngắn mạch
4. Tính dòng điện xung kích

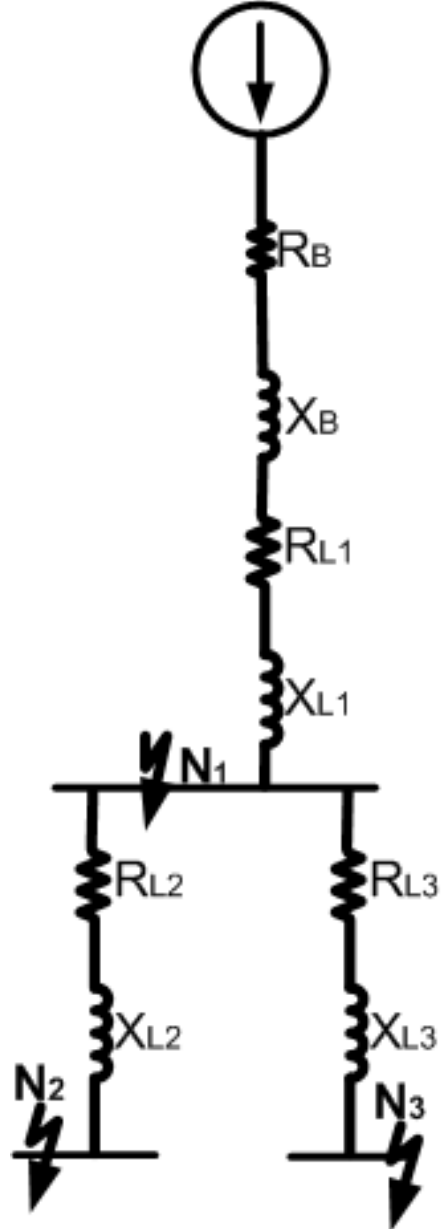




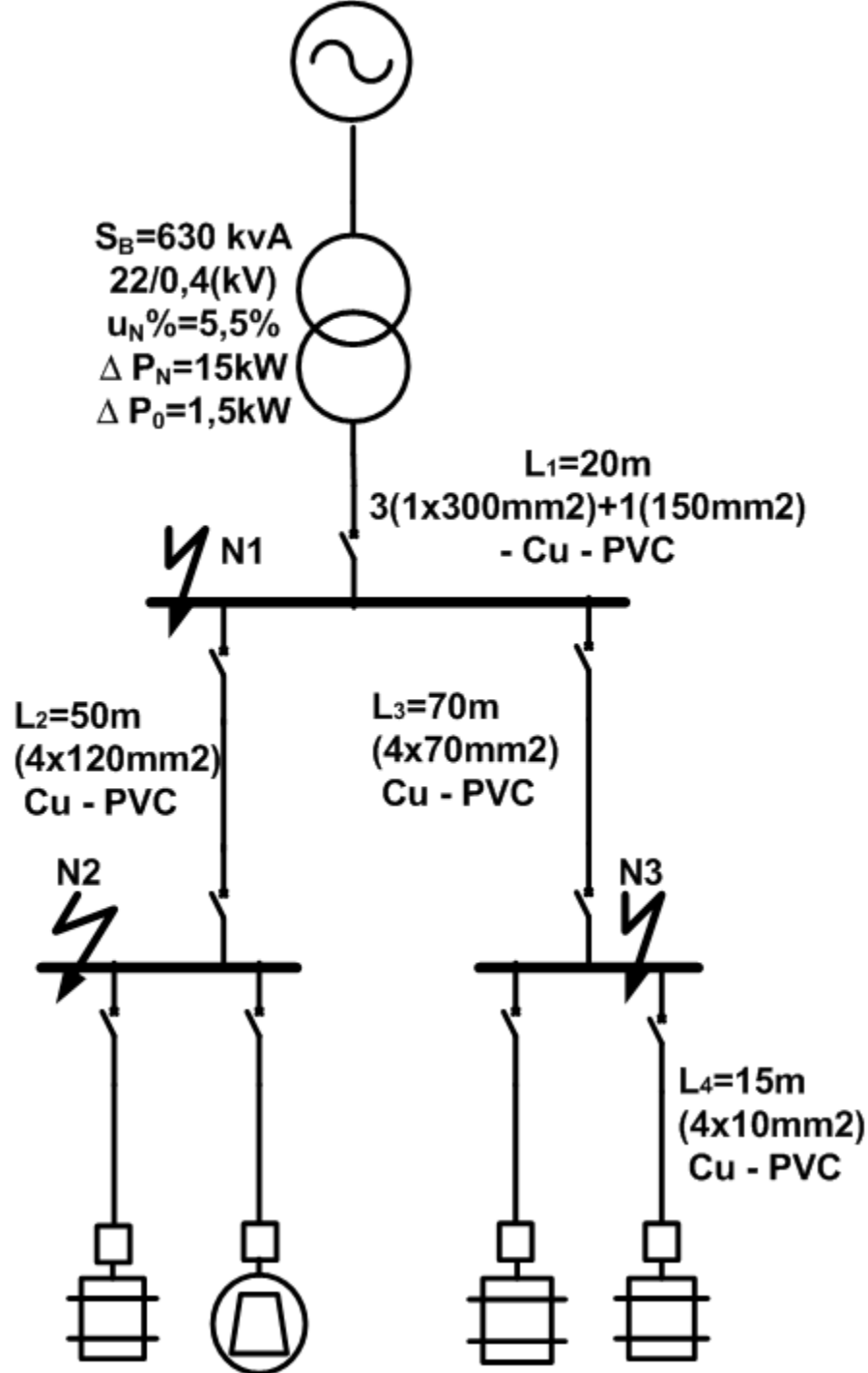
# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

1. Xây dựng sơ đồ thay thế từ sơ đồ nguyên lý với giả thiết điện trở điện kháng của hệ thống bằng 0





## 1. Xây dựng sơ đồ thay thế





# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## 2. Tính toán điện trở, điện kháng của các phần tử

### □ Máy biến áp

$$R_{MBA} = \frac{\Delta P_N U_{20}^2}{S_{đm\_MBA}^2}$$

$$X_{MBA} = \sqrt{\left(\frac{U_N}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_N}{S_{đm\_MBA}}\right)^2} \times \frac{U_{20}^2}{S_{đm\_MBA}}$$

# Trở kháng của dây dẫn

$$R_L = \frac{\rho L}{S}$$

$\rho$  - điện trở suất của vật liệu dây ở nhiệt độ vận hành bình thường

➤ **22,5mΩ. mm<sup>2</sup> /m cho đồng**

➤ **36 mΩ. mm<sup>2</sup> /m cho nhôm**

**S tiết diện của dây (mm<sup>2</sup>)**

**Cảm kháng của cáp có thể được nhà chế tạo cung cấp.**

**S<sub>pha</sub> < 50mm<sup>2</sup> cảm kháng có thể được bỏ qua.**

**S<sub>pha</sub> ≥ 50 mm<sup>2</sup> : X<sub>0</sub> = 0,08mΩ/m (f=50Hz)**

**Đối với thanh dẫn lắp ghép tham khảo catalog của nhà chế tạo.**



# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## □Cáp và dây dẫn

$$X_L = X_0 L \quad R_L = R_0 L$$

## □CB

$I_{dm} \text{ (A)}$	100	140	200	400	600
$X \text{ (m}\Omega\text{)}$	0.86	0.55	0.28	0.1	0.094
$R \text{ (m}\Omega\text{)}$	1.8	0.74	0.36	0.15	0.12

## □Cầu dao

$I_{dm} \text{ (A)}$	50	100	200	400	600	1000	1600
$R \text{ (m}\Omega\text{)}$	1.3	0.75	0.6	0.4	0.094	0	0



# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## □ Máy biến dòng

Tỉ số biến dòng	100/5	150/5	200/5	300/5	400/5	500/5
X ( $m\Omega$ )	2.7	1.2	0.67	0.3	0.17	0.07
R ( $m\Omega$ )	1.7	0.75	0.42	0.2	0.17	0.05



## Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

### 3. Tính tổng trở từ điểm ngắn mạch về nguồn

$$\mathbf{Z}_{N1} = \sqrt{(\mathbf{R}_B + \mathbf{R}_{L1})^2 + (\mathbf{X}_B + \mathbf{X}_{L1})^2}$$

$$\mathbf{Z}_{N2} = \sqrt{(\mathbf{R}_B + \mathbf{R}_{L1} + \mathbf{R}_{L2})^2 + (\mathbf{X}_B + \mathbf{X}_{L1} + \mathbf{X}_{L2})^2}$$

$$\mathbf{Z}_{N2} = \sqrt{(\mathbf{R}_B + \mathbf{R}_{L1} + \mathbf{R}_{L3})^2 + (\mathbf{X}_B + \mathbf{X}_{L1} + \mathbf{X}_{L3})^2}$$



# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## 3. Tính dòng điện ngắn mạch tại các điểm N1,N2,N3

$$I_{N1} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} Z_{N1}}$$

$$I_{N2} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} Z_{N2}}$$

$$I_{N3} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} Z_{N3}}$$

## 4. Tính dòng điện xung kích

$$i_{xk} = \sqrt{2} K_{xk} I_{Ni}$$

$$I_{xk} = I_{Ni} \sqrt{1 + 2(K_{xk} - 1)^2}$$

$K_{xk} = 1.3$  trên thanh cái máy biến áp 400-2000kVA

$K_{xk} = 1$  nếu điểm ngắn mạch rất xa





# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## Ảnh hưởng của động cơ

✓ Nếu động cơ nằm cách điểm ngắn mạch 5-7m, thì dòng ngắn mạch do động cơ gây ra

$$\mathbf{i}_{\text{N-ĐC}} = \frac{0,9}{X_d''} \mathbf{I}_{\text{đmĐC}}; X_d'' = 0,2$$

✓ Dòng điện xung kích

$$\mathbf{i}_{\text{xki}} = \sqrt{2} \left( \mathbf{K}_{\text{xk}} \mathbf{I}_{\text{Ni}} + \frac{0,9}{X_d''} \mathbf{I}_{\text{đmĐC}} \right)$$

✓ Trị hiệu dụng dòng điện xung kích

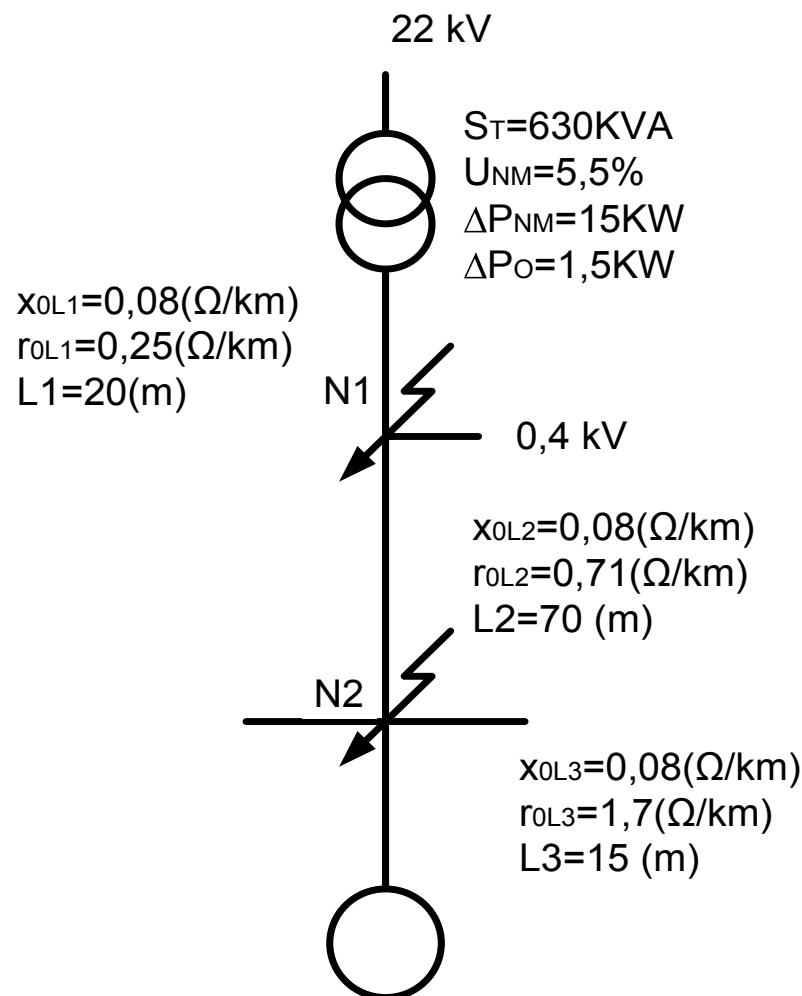
$$\mathbf{I}_{\text{xki}} = \mathbf{I}_{\text{Ni}} \sqrt{1 + 2(\mathbf{K}_{\text{xk}} - 1)^2}$$



# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## Ví dụ

Tính dòng điện ngắn mạch ba pha tại các điểm K1, K2, K3. Giả thiết điện trở của hệ thống và các thiết bị bảo vệ, đo lường là không đáng kể





# Tính dòng ngắn mạch trong lưới hạ thế

## Tính toán dòng điện ngắn mạch không đối xứng

- ✓ Trong lưới hạ áp, có thể tính dòng điện ngắn mạch 1 pha theo công thức sau

$$I_{N1}^{(1)} = \frac{U_{\text{pha-ha}}}{\frac{Z_{\text{MBA}}}{3} + Z_{\Sigma}}$$

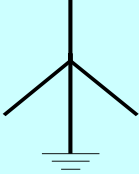
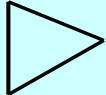
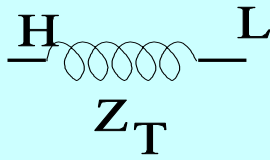
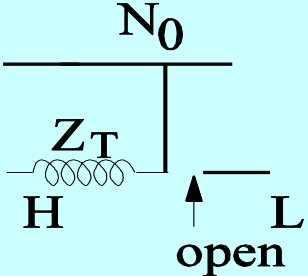
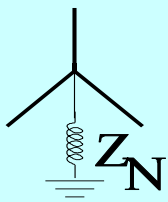
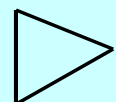
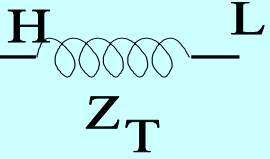
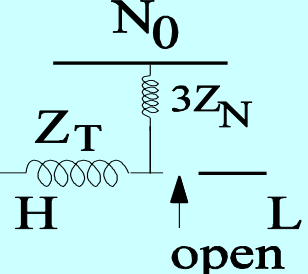
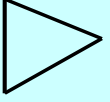
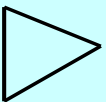
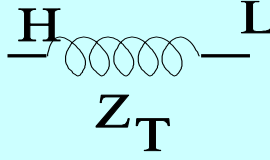
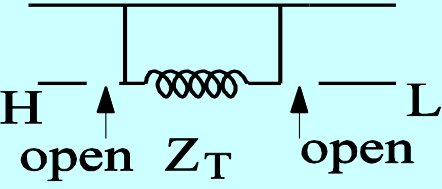
$$Z_{\text{MBA}} = \sqrt{(R_{1B} + R_{2B} + R_{0B})^2 + (X_{1B} + X_{2B} + X_{0B})^2}$$

- ✓  $Z_{\Sigma}$  tổng trở các phần tử từ điểm ngắn mạch trở về nguồn (không bao gồm MBA)

## Sơ đồ đấu dây MBA

## Sơ đồ thay thế thuận- nghịch

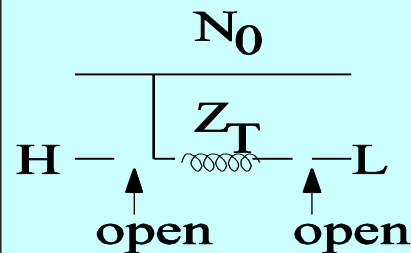
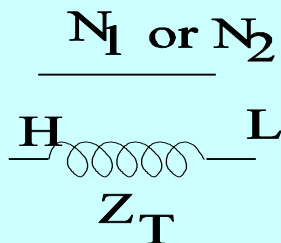
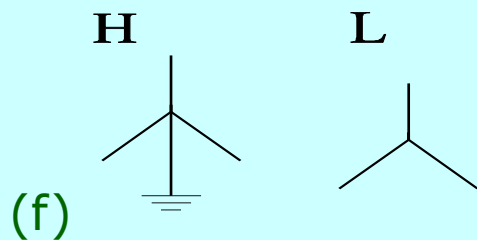
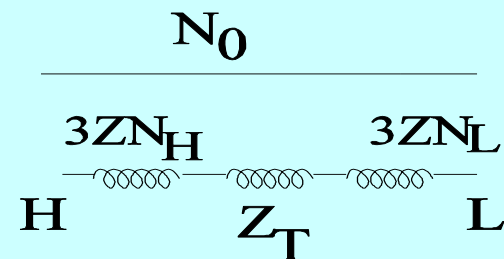
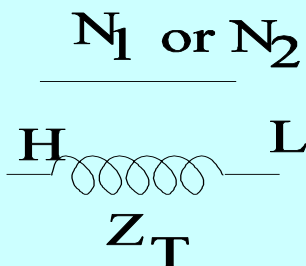
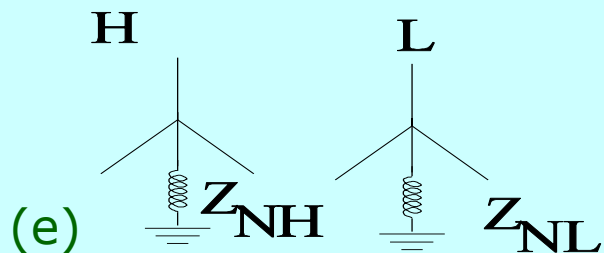
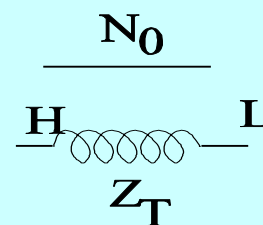
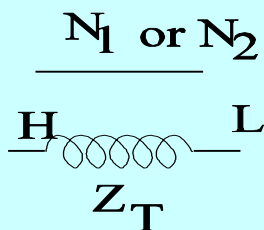
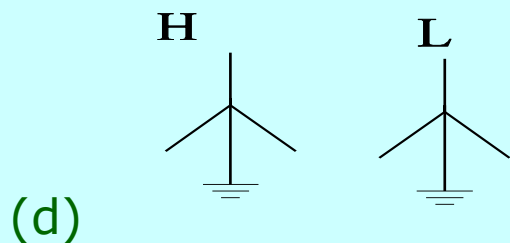
## Sơ đồ thay thế thứ tự không

<p>H</p>  <p>L</p>  <p>(a)</p>	<p><math>N_1</math> or <math>N_2</math></p> 	<p><math>N_0</math></p> 
<p>H</p>  <p>L</p>  <p>(b)</p>	<p><math>N_1</math> or <math>N_2</math></p> 	<p><math>N_0</math></p> 
<p>H</p>  <p>L</p>  <p>(c)</p>	<p><math>N_1</math> or <math>N_2</math></p> 	<p><math>N_0</math></p> 

**Sơ đồ đấu dây MBA**

**Sơ đồ thay thế thuận- nghịch**

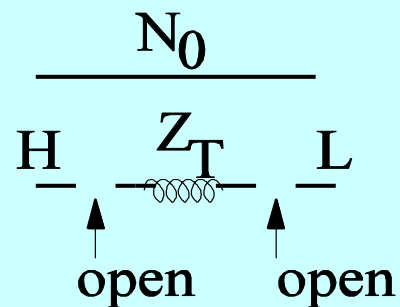
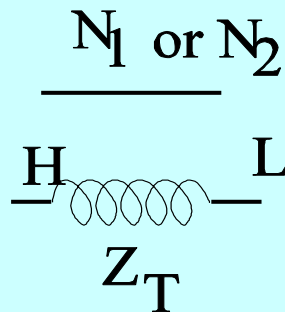
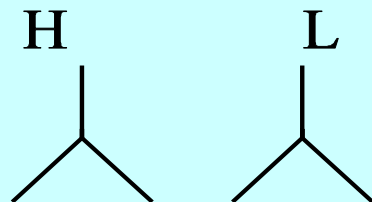
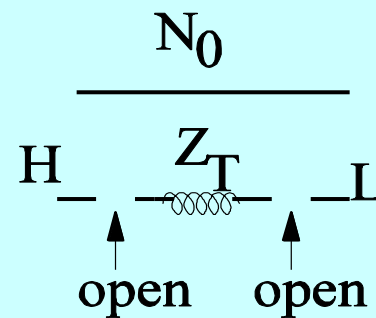
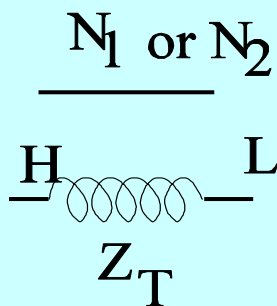
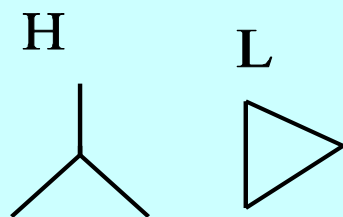
**Sơ đồ thay thế thứ tự không**

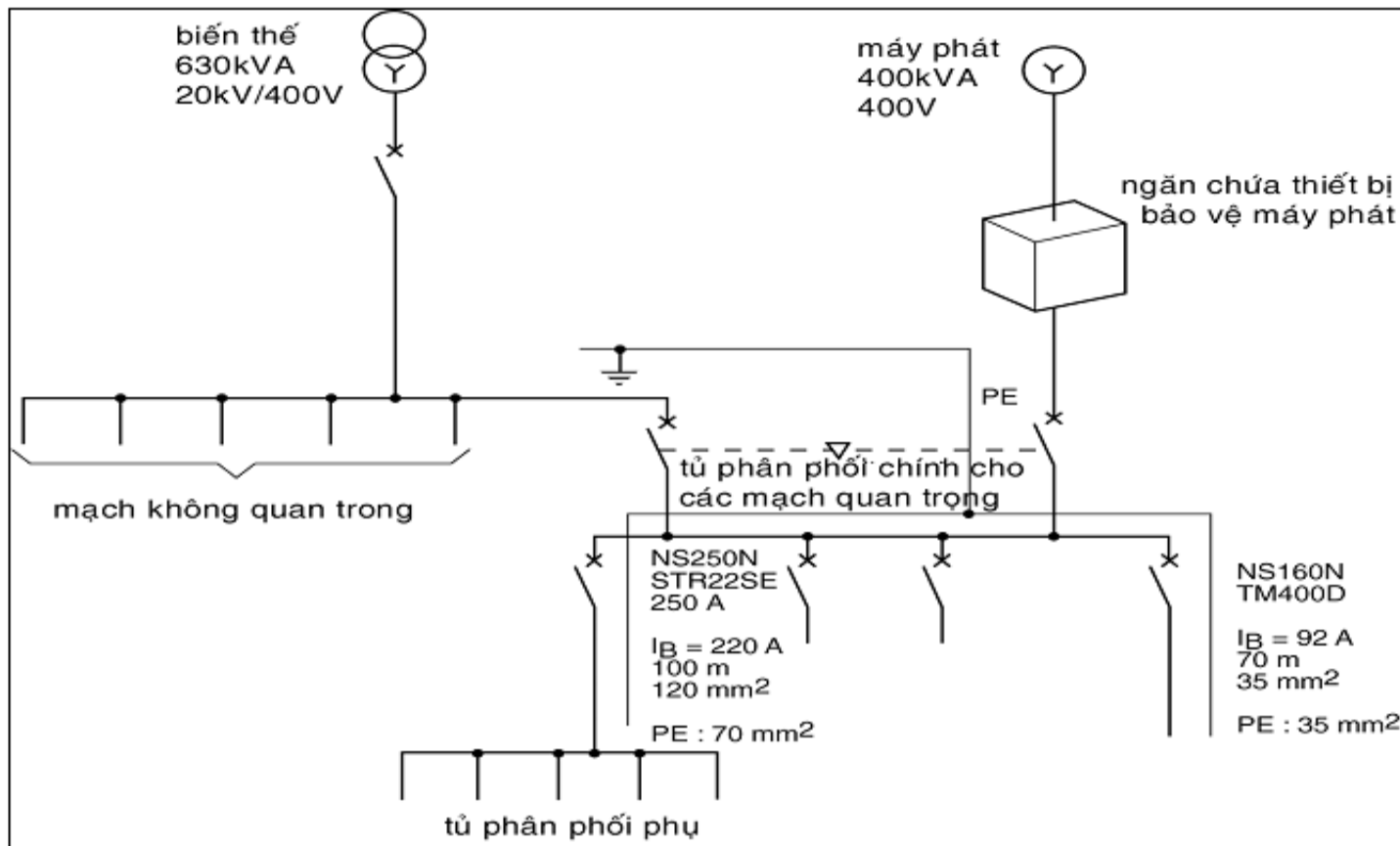


Sơ đồ đấu dây MBA

Sơ đồ thay thế  
thuận- nghịch

Sơ đồ thay thế  
thứ tự không





Mục	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	I <sub>SC</sub> (kA)
Máy phát	R <sub>a</sub>	X' <sub>d</sub>		
Mạch	22,5L/S	0,08xL		
Tổng	R	X	$\sqrt{R^2 + X^2}$	$\frac{1,05 \times V_n}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

**Máy phát điện:**

$$R_a = 0$$

$$\begin{aligned} X'_d &= \frac{U_{dm}^2 \times 0,30}{S_{dm}} \\ &= \frac{380^2 \times 0,30}{400} = 108\text{m}\Omega \end{aligned}$$

**Mạch cáp :**

$$\begin{aligned} R_c &= \frac{22,5 \times 100}{120} = 18,75\text{m}\Omega \\ X_c &= 0,08 \times 100 = 8\text{m}\Omega \end{aligned}$$

$$R = R_a + R_c = 0 + 18,75 = 18,75\text{m}\Omega$$

$$X = X'_d + X_c = 108 + 8 = 116\text{m}\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{(18,75)^2 + (116)^2} = 117,5\text{m}\Omega$$

$$I_N = \frac{1,05 U_{dm}}{Z} = \frac{1,05 \times 220}{117,5} = 1,965\text{kA}$$

$$I_N^{(3)} = 1,965\text{kA (rms) (trị hiệu dụng)}$$



# Tính giá trị tối thiểu dòng ngắn mạch một pha-đất

Mục	R (mΩ)	X (mΩ)	Z (mΩ)	I <sub>N</sub> <sup>(1)</sup> (kA)
Máy phát	R <sub>a</sub>	$\frac{2 X' d + X_o}{3}$		
Mạch	$\frac{22,5L(1 + m)}{S_{ph}}$	$0,08 \times L \times 2$		
Tổng	R	X	$\sqrt{R^2 + X^2}$	$\frac{1,05 \times V_n}{\sqrt{R^2 + X^2}}$

$$X_a = 2 \times 108 + \frac{400^2}{400} \times 0,06 \times \frac{1}{3} = 88 \text{m}\Omega$$

$$R_c = 22,5 \times \frac{100 \times (1 + 120/70)}{120} = 50,89 \text{m}\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{50,89^2 + 104^2} = 115,8 \text{m}\Omega$$

$$I_{sc1}(\text{pha/trung tính}) = \frac{1,05 \times 220}{115,8} = 2,09 \text{kA}$$

máy phát:

$$R_a = 0$$

$$X_a = 2 \times 108 + \frac{400^2}{400} \times 0,06 \times \frac{1}{3} = 88 \text{m}\Omega$$

mạch

$$X_c = 0,08 \times 100 \times 2 = 16 \text{m}\Omega$$

$$R_c = 22,5 \times \frac{100 \times (1 + 120 / 70)}{120} = 50,89 \text{m}\Omega$$

- ứng dụng phương pháp tổng trở

$$R = R_a + R_c = 0 + 50,89 = 50,89 \text{m}\Omega$$

$$X = X_a + X_c = 88 + 16 = 104 \text{m}\Omega$$

Tổng tổng trở:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{50,89^2 + 104^2} = 115,8 \text{m}\Omega$$

$$I_N^1 (\text{pha/trung tính}) = \frac{1,05 \times 220}{115,8} = 2,09 \text{kA}$$

## Ảnh hưởng của động cơ

- ✓ Nếu động cơ nằm cách điểm ngắn mạch 5-7m, thì dòng ngắn mạch do động cơ gây ra

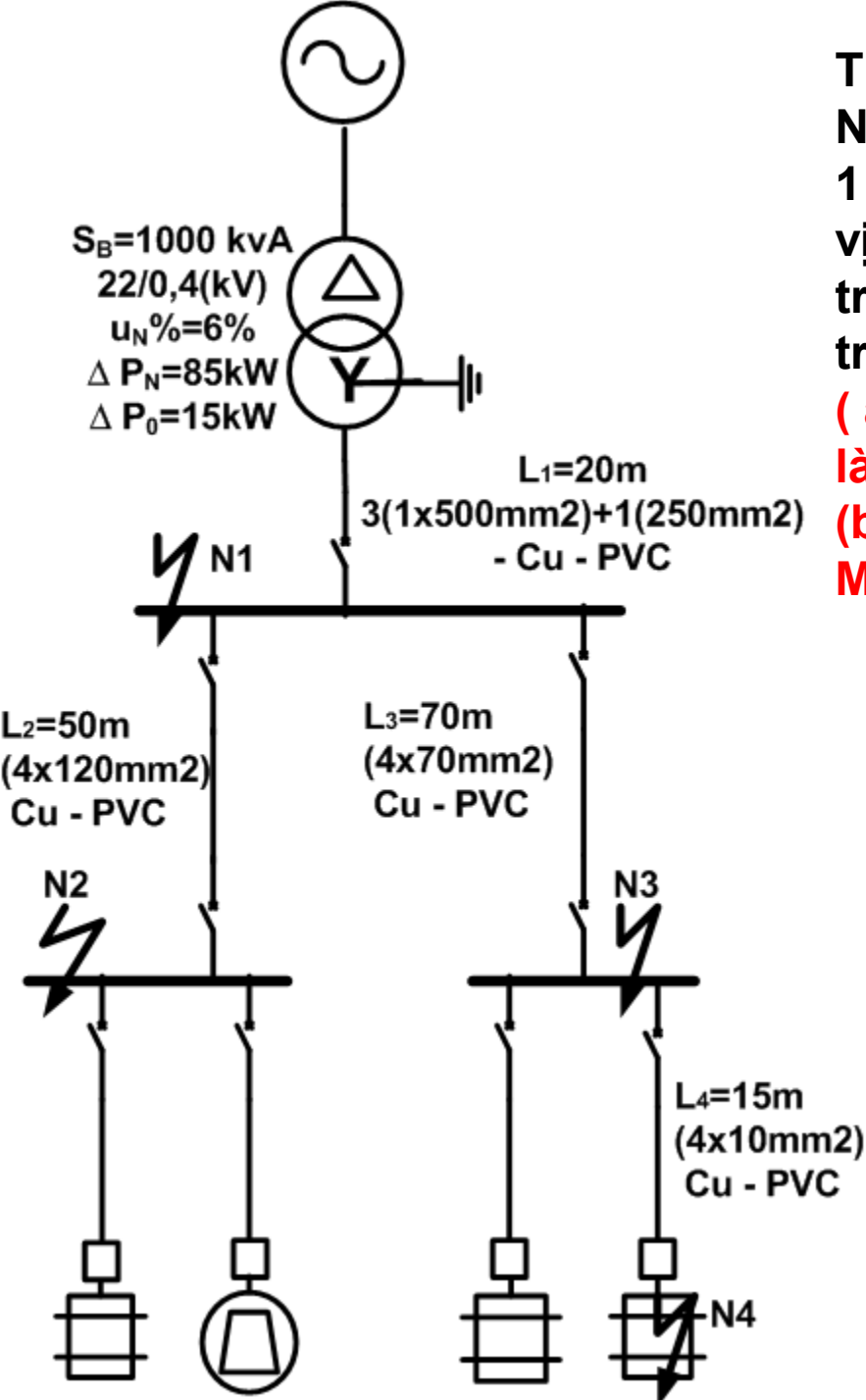
$$I_{N-ĐC} = \frac{0,9}{X_d''} I_{đm-ĐC}; X_d'' = 0,2$$

- ✓ Khi đó dòng điện xung kích

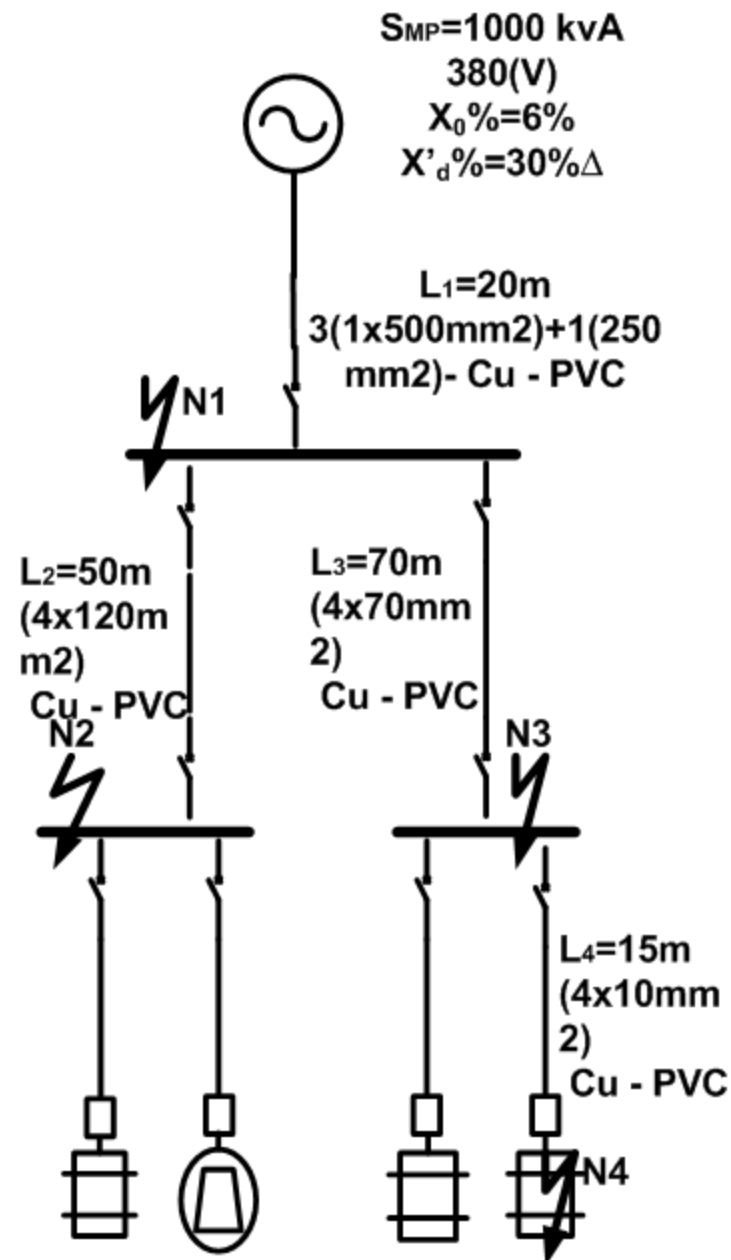
$$i_{xk-i} = \sqrt{2} \left( K_{xk} I_{N-i} + \frac{0,9}{X_d''} I_{đm-ĐC} \right)$$

- ✓ Trị hiệu dụng dòng điện xung kích

$$I_{xk-i} = I_{N-i} \sqrt{1 + 2(K_{xk} - 1)^2}$$



Tính dòng  
NM 3pha và  
1 pha tại các  
vị trí như  
trên hình vẽ  
**( a ) :nguồn  
là MBA**  
**(b) Nguồn là  
MPDP**





## **b. Bảo vệ lưới điện hạ áp**

- ✓ Các chế độ không bình thường :
  - Tăng dòng do quá tải
  - Tăng dòng khi khởi động hoặc tự khởi động động cơ
  - Sự cố ngắn mạch
- ✓ Sự cố gây ra hư hỏng cách điện, tiếp điểm các phần tử trong lưới điện và nguy hiểm đối với người vận hành.
- ✓ Bảo vệ ngắn mạch và quá tải là bắt buộc đối với các tải và lưới điện hạ áp
- ✓ Các thiết bị bảo vệ: cầu chì, máy cắt tự động (CB)
- ✓ Yêu cầu đối với thiết bị bảo vệ phải cắt nhanh phần bị sự cố khỏi lưới đồng thời phải đảm bảo tính chọn lọc
- ✓ Dòng điện định mức của cầu chì và CB phải được lựa chọn có giá trị nhỏ nhất, nhưng không được tác động khi động cơ khởi động và quá tải ngắn hạn



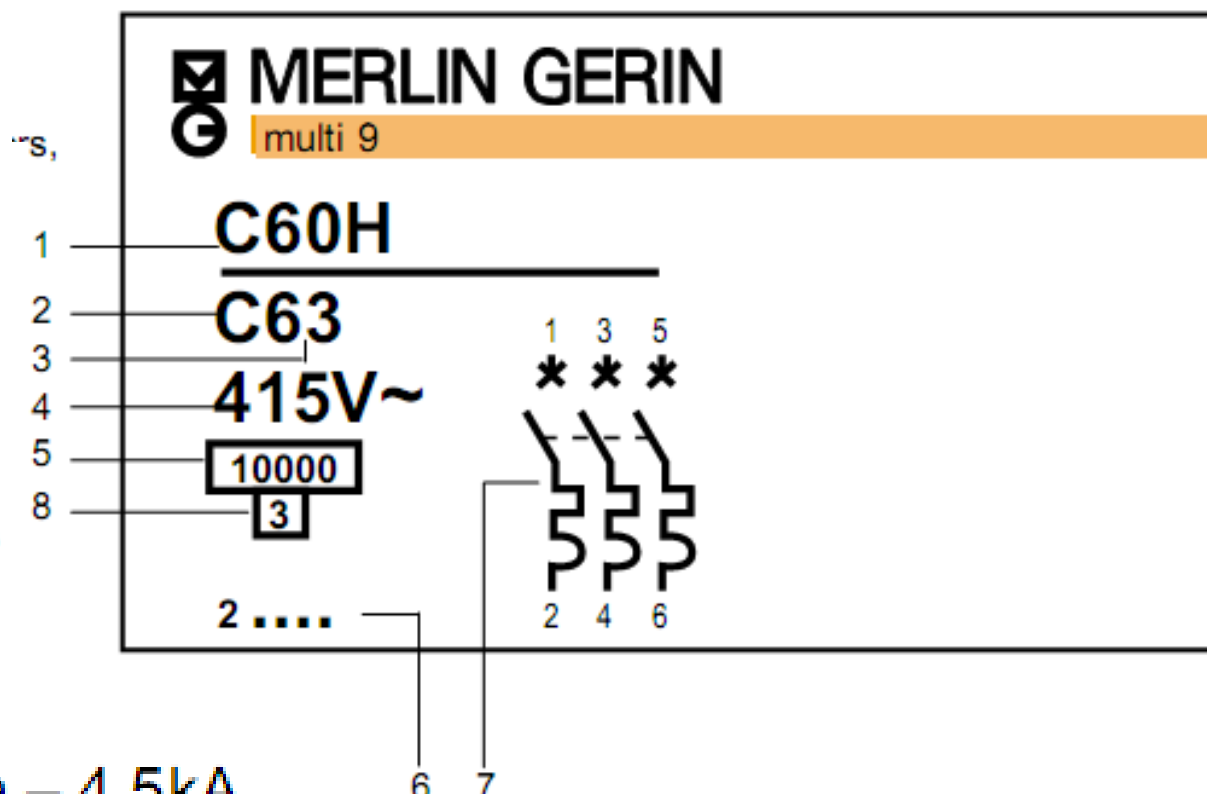
## CB hiệu chỉnh được





## CB không hiệu chỉnh được

1. Circuit Breaker Model Number
2. Tripping Curve
3. Circuit Breaker Current Rating
4. Operating Voltage
5. Rated Breaking Capacity
6. Circuit Breaker Part Number
7. Electrical Diagram - No. of Poles
8. I<sup>2</sup>t classification



C60a – 4.5kA

Dòng Icu

C60N – 6kA

C60H – 10kA

C120N – 10kA

C120H – 15kA



## 4.6 . Chọn thiết bị bảo vệ

### 1. Chọn CB hạ thế

#### Các điều kiện chọn CB

- + Điện áp định mức:  $U_{đmCB} \geq U_{đm\text{lưới}}$
- + Dòng điện định mức:  $I_{đmCB} \geq I_{tt}$  (đối với tủ)
- + Dòng điện định mức:  $I_{đmCB} \geq I_{đm}$  (đối với thiết bị)
- +  $I_{tt} \leq I_r$  (dòng cắt nhiệt)  $\leq K_{hc} \cdot I_{cp}$
- +  $I_{đn} \leq I_m$  (dòng cắt từ)  $\leq I_{Nmin} = I_{chạm\text{ vỏ}} = I_N^{(1)}$
- +  $I_{cắtđm} \geq I_N^{(3)}$  (dòng ngắn mạch 3 pha)





## 4.6. Chọn thiết bị bảo vệ

### Các trường hợp chọn CB

- +  $I_{đmCB} < 100 \text{ A}$ : sử dụng CB không hiệu chỉnh, ng Trip Unit không nh c (Fixed)
- +  $I_{đmCB} > 100 \text{ A}$ : sử dụng CB hiệu chỉnh được, ng Trip Unit nh c
- + Nếu hệ thống là trung tính cách ly hoặc dùng sơ đồ TT thì các CB sẽ không t n c sự cô chạm vỏ và để đảm bảo an toàn cần các thiết bị chống dòng rò.



## nh gia cho Trip Unit

**+ Trip Unit c i tu' t (TM -Thermal magnetic)**

$$\text{nh } K_r \rightarrow I_r = K_r \times I_{dmTripUnit}$$

$$\text{nh } K_m \rightarrow I_m = K_m \times I_{dmTripUnit}$$

**+ Trip Unit c i n tu' (Electronic )**

$$\text{nh } K_0, K_r \rightarrow I_r = K_0 \times K_r \times I_{dmTripUnit}$$

$$\text{nh } K_m \rightarrow I_m = K_m \times I_r$$

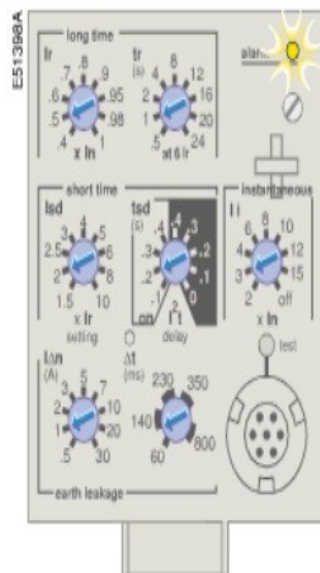
$$I_{dn} \text{ (hay) } I_{mm} \leq \leq = I_{cv}$$



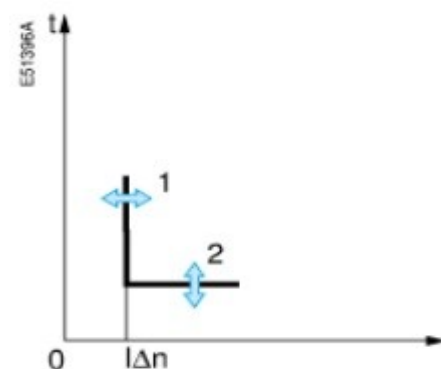
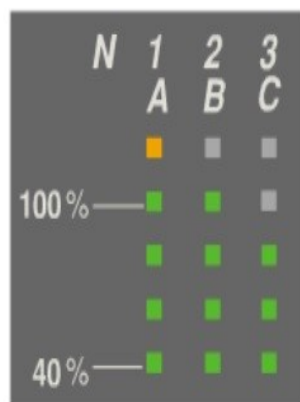
## Ví dụ chọn CB trên nh i từ máy biến áp đến tủ phân phối nh

$I_{tt}$ (A)	$I_{cp} \cdot K_{hc}$ (A)	$I_N^{(3)}$ (A)	Loại CB	Loại trip unit	Trip Unit				$I_{cu}$ (kA)
		$I_N^{(1)}$ (A)			$K_r$	$I_r$ (A)	$K_m$	$I_m$ (A)	
1178,246	1187,01	22215	NS1250 N	Micrologic 7.0	0,94	1175	3	3525	50
		7826,9							

Overload LED

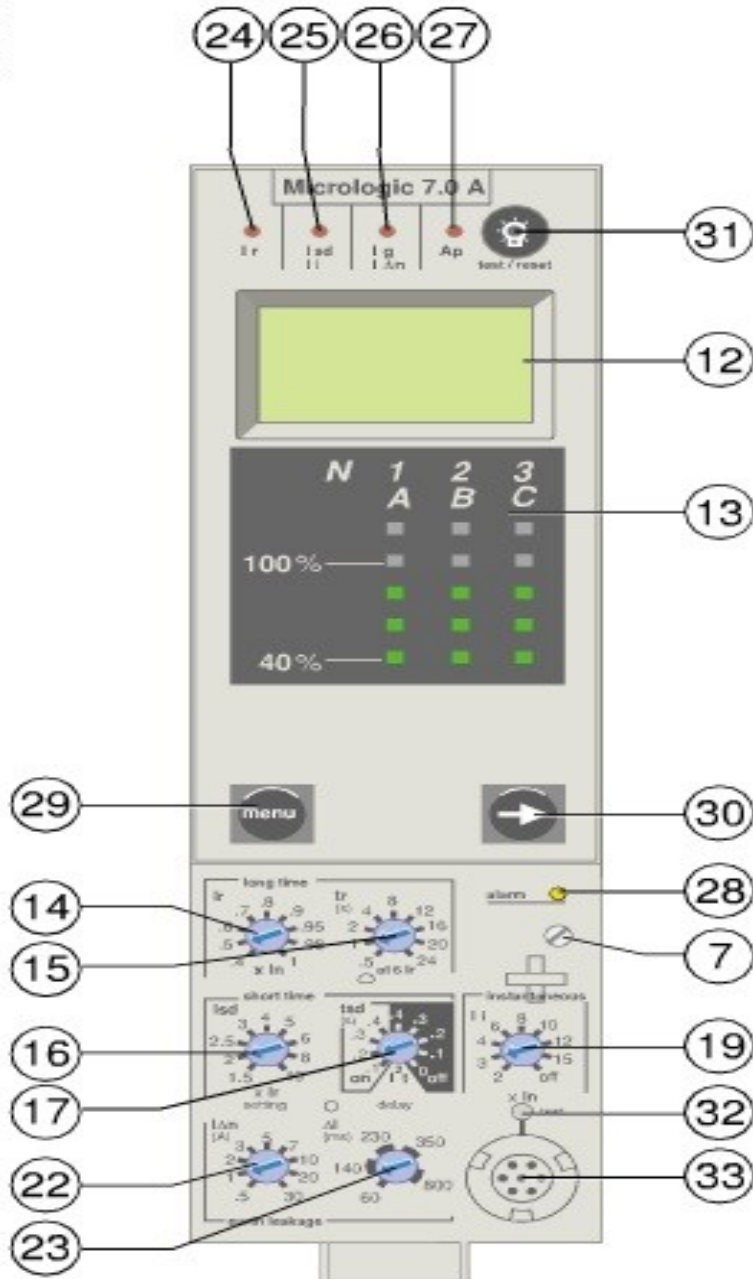


Micrologic 7.0 A

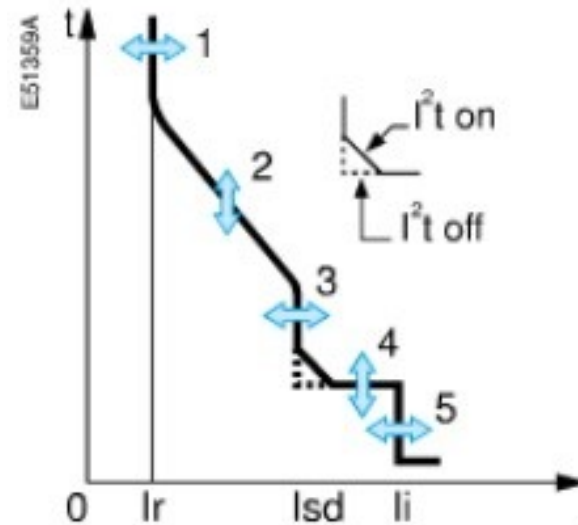


1. pick-up  $I_{\Delta n}$   
(earth leakage)
2. tripping delay  $\Delta t$   
(earth leakage)

E51391A



## Micrologic 5.0 A, 6.0 A, 7.0 A



1. current setting  $I_r$  (long time)
2. tripping delay  $t_r$  (long time) for  $6 \times I_r$
3. pick-up  $I_{sd}$  (short time)
4. tripping delay  $t_{sd}$  (short time)
5. pick-up  $I_i$  (instantaneous)



## Chọn CB cho tuyến đường dây

- Dòng điện tính toán :  $I_{tt} = 292,37(A)$
- Dòng điện đỉnh nhọn :  $I_{đn} = 492,37(A)$
- $I_{cpdd} \cdot K_{hcdd} = 531 \times 0,64 = 339,84(A)$

$$I_N^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{R^2 + X^2}} = 15.69(kA)$$

**Điều kiện chọn CB:**

**Điều kiện 1 :**

$$I_n > I_{tt} \quad \Leftrightarrow \quad I_n > 292.37(A)$$

$$U_{đm(CB)} \geq U_{HT} \quad \Leftrightarrow \quad U_{đm(CB)} \geq 400(V)$$

$$I_{cu} > I_{NM(max)} \quad \Leftrightarrow \quad I_{cu} > 15.69(KA)$$



# Chọn CB cho tuyến đường dây

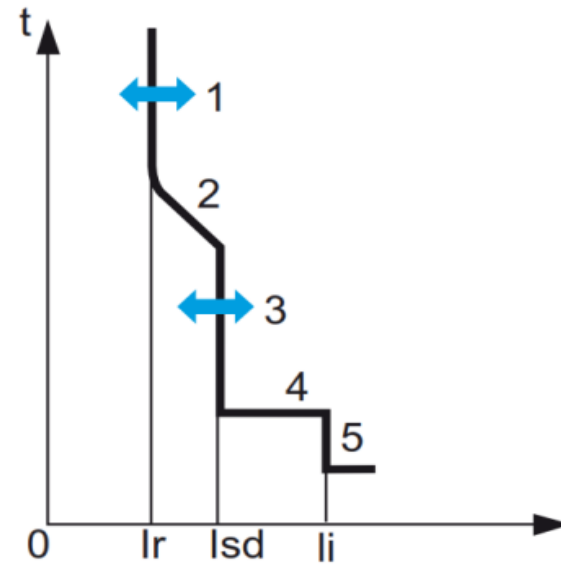
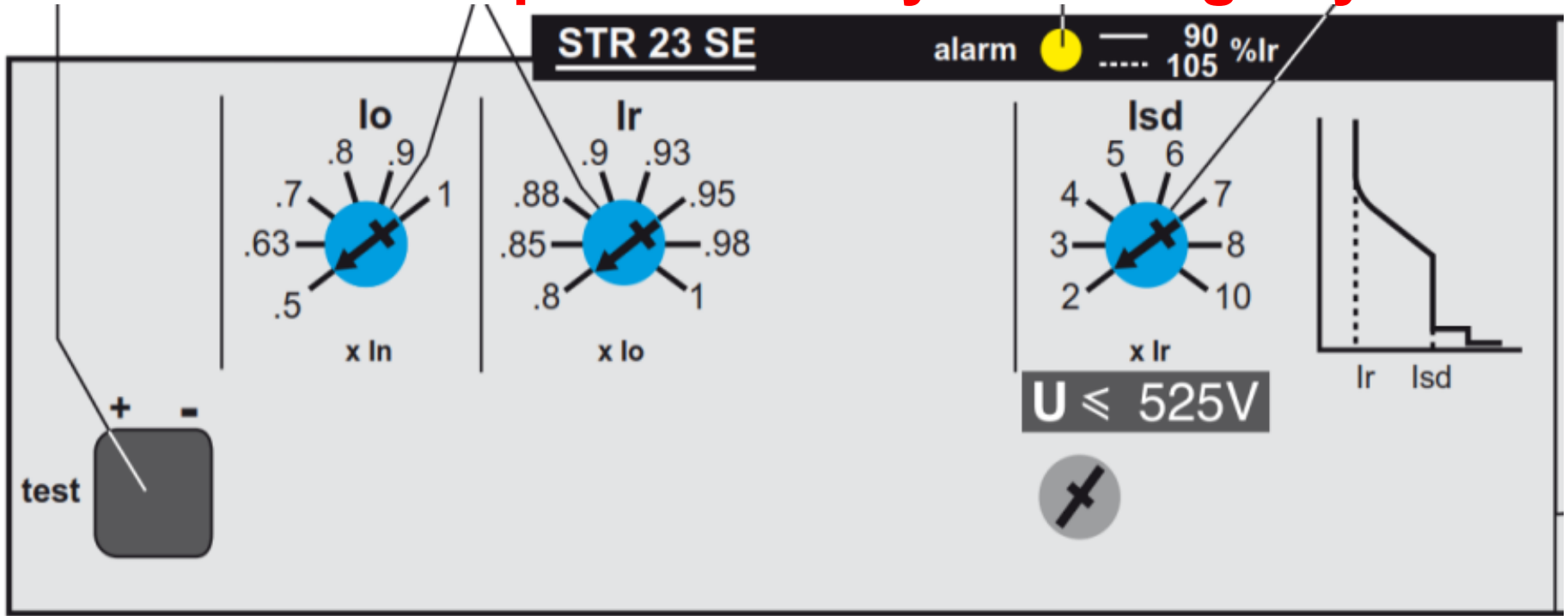
## Điều kiện 2 : Kiểm tra và chọn Trip Unit

- $I_{tt} < I_r < I_{cpdd} \cdot K_{hcdd} \quad \leftrightarrow \quad 292.37(A) < I_r < 339.84(A)$
- $I_{đn} < I_m < I_{NM(min)} \quad \leftrightarrow \quad 492.37(A) < I_m < 13750(A)$

### Thông số CB được chọn:

- Compact CB : NS400N, 4P, Schneider
- $I_n = 400(A)$
- $U_{đm} = 690V (50Hz)$
- $I_{cu} = 50(KA)$  tương ứng với  $U = 380/415V (50/60Hz)$
- Bộ Trip Unit STR23SE (electronic)

# Chọn CB cho tuyến đường dây



## Kiểm tra điều kiện và chỉnh định Trip Unit

$$\begin{aligned} &\triangleright 292.37(\text{A}) < I_r < 339.84(\text{A}) \\ &\triangleright 292.37(\text{A}) < K_o \cdot K_r \cdot I_n < 339.84(\text{A}) \\ &\triangleright 0,73 < K_o \cdot K_r < 0,85 \end{aligned} \quad \frac{292,37}{400} < \mathbf{K_o K_r} < \frac{339,84}{400}$$

• Chỉnh:  $K_o = 0,8$  ;  $K_r = 1$  ;  $\rightarrow I_r = K_o \cdot K_r \cdot I_n = 0,8 \cdot 1 \cdot 400 = 320(\text{A})$

**$292.37(\text{A}) < 320(\text{A}) < 339.84(\text{A})$  Thỏa**

## Chỉnh dòng ngưỡng cắt từ bảo vệ chống ngắn mạch

$$\begin{aligned} \text{Đk: } &492.37(\text{A}) < I_m < 13750(\text{A}) \\ &492.37(\text{A}) < I_{sd} < 13750(\text{A}) \\ &492.37(\text{A}) < K_{sd} \cdot I_r < 13750(\text{A}) \\ &1,54 < K_{sd} < 42,96 \end{aligned} \quad \frac{492,37}{320} < \mathbf{K_{sd}} < \frac{13175}{320}$$

Chỉnh:  $K_{sd} = 5$ ,  $\rightarrow I_{sd} = K_{sd} \cdot I_r = 5 \times 320 = 1600(\text{A})$

**$492,37(\text{A}) < 1600(\text{A}) < 13750(\text{A})$  Thỏa**



# Chọn CB trên nh i n t a tải động lực

<b><math>I_N^{(3)}</math>TỦ ĐỘNG LỰC = 19.547(A)</b>									
Tên thiết bị	L (m)	$I_N^{(1)}$ (A)	$I_{tt}$ (A)	$I_{mm}$ (A)	$I_{cp} \times K_{hc}$ (A)	CB			
						i	Curve	$I_{dm}$ (A)	Icu (kA)
i	14,00	3 370,26	17,09	39,88	17,97	C60L	B	20	25
i	9,50	4 237,97	17,09	39,88	17,97	C60L	B	20	25
i	6,00	5 179,51	17,09	39,88	17,97	C60L	B	20	25
i	14,00	3 370,26	17,09	39,88	17,97	C60L	B	20	25
i	9,50	4 237,97	17,09	39,88	17,97	C60L	B	20	25
i	6,00	5 179,51	17,09	39,88	17,97	C60L	B	20	25
y	19,00	1 540,25	10,64	10,64	12,10	C60L	B	16	25
y	14,60	1 935,11	10,64	10,64	12,10	C60L	B	16	25
y	10,20	2 585,72	10,64	10,64	12,10	C60L	B	16	25
y	10,20	2 585,72	10,64	10,64	12,10	C60L	B	16	25
y	14,60	1 935,11	10,64	10,64	12,10	C60L	B	16	25
y	19,00	1 540,25	10,64	10,64	12,10	C60L	B	16	25
p	15,10	1 270,42	8,55	19,94	9,33	C60L	B	10	25
p	15,10	1 270,42	8,55	19,94	9,33	C60L	B	10	25

**MERLIN GERIN**

multi 9

**C60H**

**C63**

**415V~**

10000

3

2 ....

1 3 5

\* \* \*

2 4 6

5 5 5

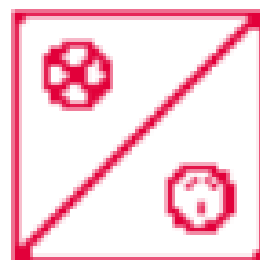
2 4 6



### Curve B

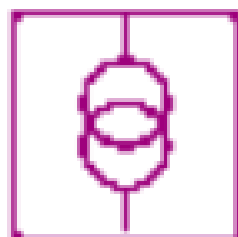
tripping:  
3 to 5 times the rated  
current ( $I_n$ );  
protection of generators,  
persons, very long  
cables.

1



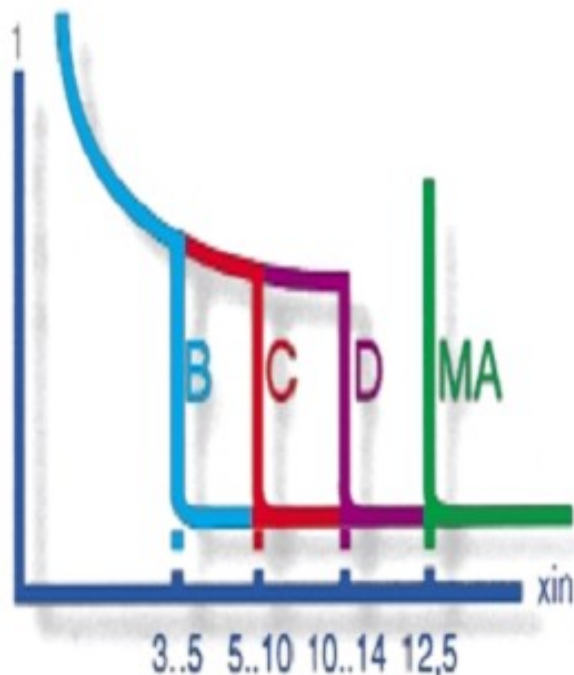
### Curve C

tripping:  
5 to 10  $I_n$ ;  
protection of circuits,  
general applications.



### Curve D

tripping:  
10 to 14  $I_n$ ;  
protection of high surge  
circuits, welders, trans-  
formers, motors.



### Curve MA

(magnetic only)  
tripping: 12  $I_n$ ;  
protection of motor  
starters (+ thermal pro-  
tection when combined  
with contactor).

# C60a circuit-breakers

4.5 kA, C curve



type	rating (A)
------	---------------

## C curve C60a

1P



6
10
16
20
25
32
40
50
63

rating (A)	type	voltage (V)	breaking capacity Icu (A)
1...63	1P	240/415	6 000
	2P	415...480	6 000
	3P	415	6 000

# C60H circuit-breakers

10kA, B, C and D curves



rating (A)
1
2
4
6
10
16
20
25
32
40
50
63

## B curve

### utilisation

when there are small inrush currents  
(generators, long cables).

### technical data

■ power circuit

□ tripping curve:

the magnetic trip units operate between  
3 and 5  $I_n$ .

## C curve

### utilisation

cables feeding conventional loads.

### technical data

■ power circuit

□ tripping curve:

the magnetic trip units operate between 5

## D curve

### utilisation

loads with a high inrush current  
(motors, transformers).

### technical data

■ power circuit

□ tripping curve:

the magnetic trip units operate between  
10 and 14  $I_n$ .

**C120N circuit-breakers**  
10kA, B, C curves - AS/NZS 4898  
10kA, D curve AS 3947-2

**C120N circuit-breakers**  
10kA, B, C curves - AS/NZS 4898  
10kA, D curve AS 3947-2


$$\begin{array}{r} 63 \\ 80 \\ \hline 100 \\ \hline 125 \end{array}$$


**C120H circuit-breakers**  
15kA, B, C curves - AS/NZS 4898  
15kA, D curve AS 3947-2

**C120H circuit-breakers**  
15kA, B, C curves - AS/NZS 4898  
15kA, D curve AS 3947-2



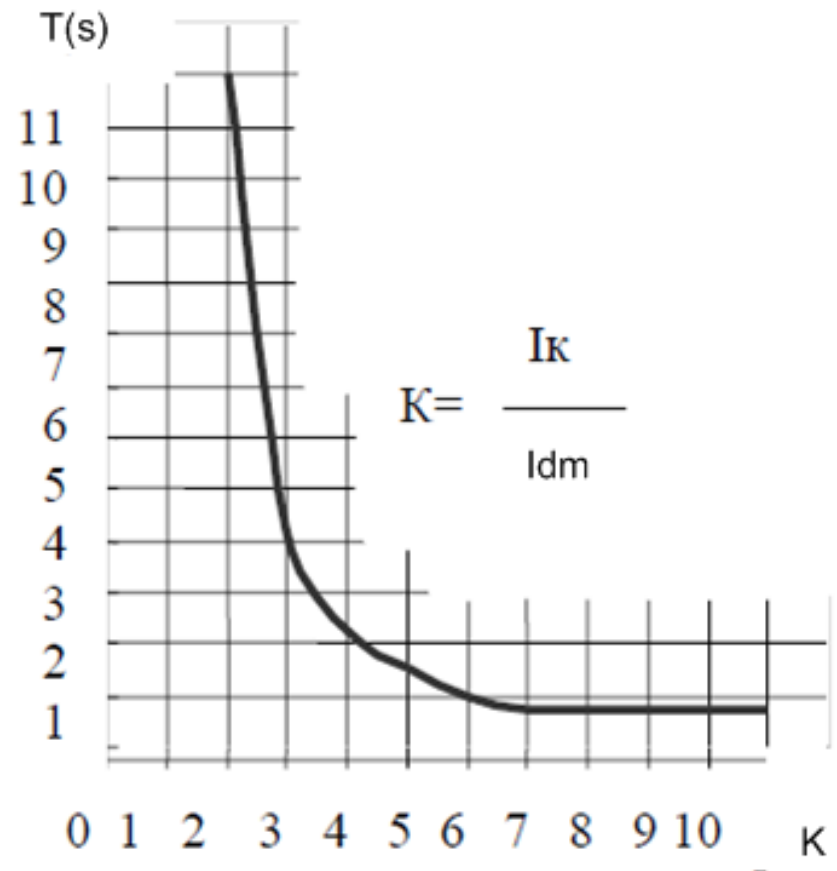
10  
16  
20  
25  
32  
40  
50  
63  
80  
100  
125

## Lựa chọn cầu chì

- ✓ Dùng để bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Khi dòng điện lớn hơn định mức, dây chì nóng chảy và ngắt mạch điện.

### Đặc tính, thông số của cầu chì

- ✓ Điện áp định mức – là điện áp làm việc lâu dài của CC
- ✓ Dòng điện định mức – là dòng điện CC có thể chịu đựng trong thời gian dài mà không chảy.
- ✓ Dòng điện chảy là dòng điện khi đó dây chì bị chảy và không làm hư hỏng vỏ cầu chì.
- ✓ Đặc tính bảo vệ - phụ thuộc của thời gian ngắt vào dòng điện ngắt



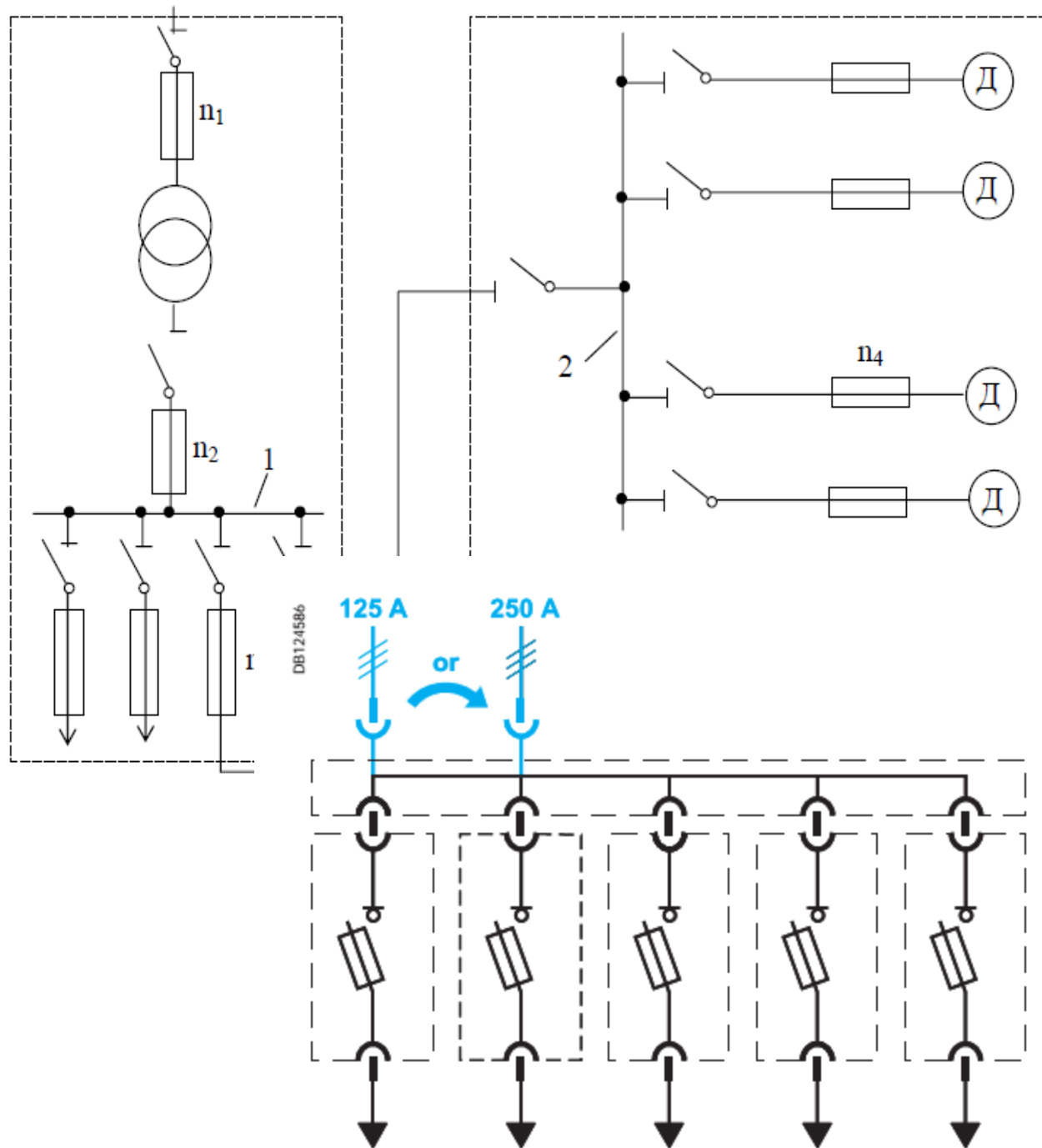
# Lựa chọn cầu chì

## Ưu điểm:

- Cấu tạo đơn giản.
- Thời gian tác động nhanh
- Giá thành thấp.


## Nhược điểm:

- Chỉ ngắt khi dòng khá lớn so với dòng định mức của dây chì, vì vậy không đảm bảo tính chọn lọc
- Khi cầu chì ngắt có thể gây quá áp.
- Có thể bị ngắt 1 pha (khi pha không đều)



**Fupact ISFL 160** lth 160A 40°C  
50/60 Hz

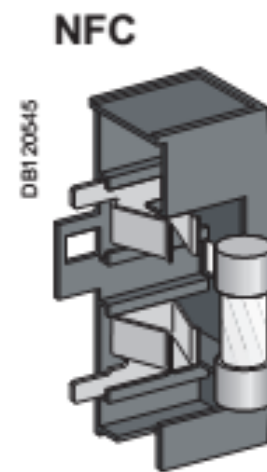
Ui 1000V Uimp 8kV

 **MAX(A)160 Max(W)12**

Ue(V) / Ie(A)	AC21B	AC22B	AC23B
380 / 415V	160	160	160
440 / 500V	160	160	-
660 / 690V	160	160	-

IEC 60947-3 CEI UTE UNE VDE BS  
IEC 60269-2 DIN 43620-1

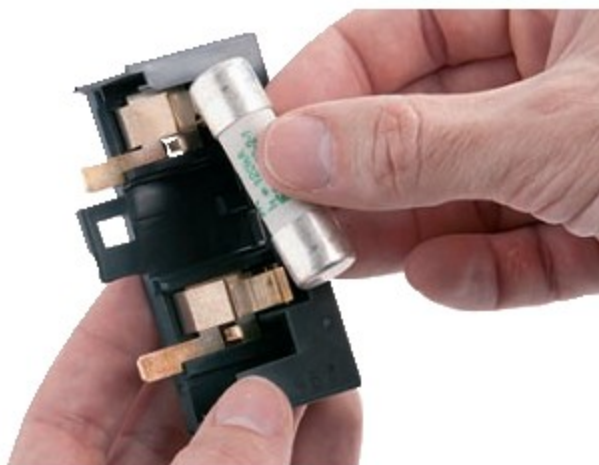
**Merlin Gerin** Made in Germany



Fuse-carrier for INFC32.

**Thông  
số kỹ  
thuật  
cầu chì**

ISFL label.




DB401285

**Fupact ISFT100N**

Ui 800V Uimp 8kV 50/60 Hz

lth 100A 40°C

 **Max(A) 100 Max(W) 7,5**

Ue (V) / Ie (A)	AC21B	AC22B	AC23B
380/415V	100	100	100
500V	100	100	-
690V	100	-	-

	DC21B	DC22B
220V / nb pole	100 / 3	100 / 3
440V / nb pole	100 / 3	100 / 3

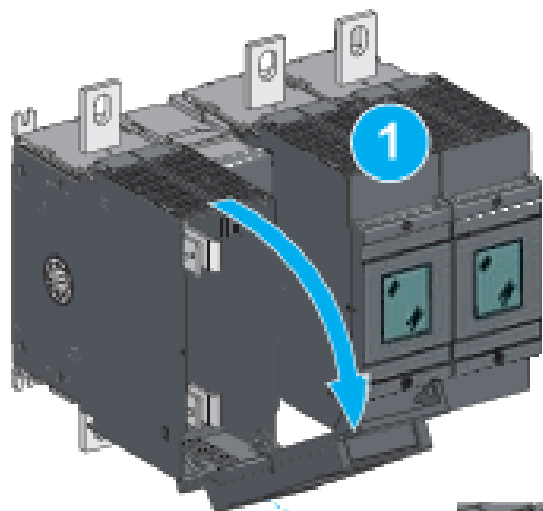
**Merlin Gerin** made in Germany

IEC 60 947-3 CEI - UTE - UNE - VDE - BS  
IEC 60 269-1 DIN 43 620-1

ISFT label.

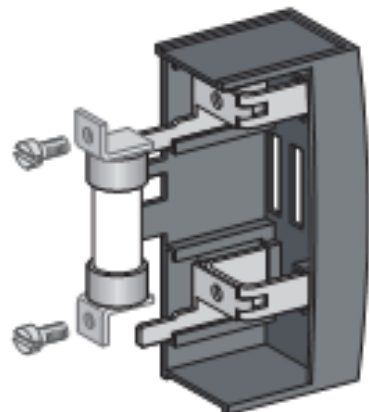


# Một số cầu chì – cầu dao của Schneider



BS

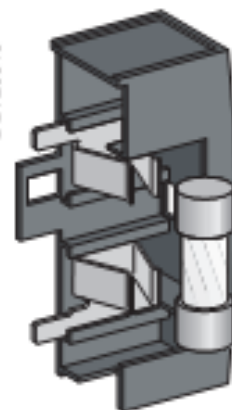
DB1 20535



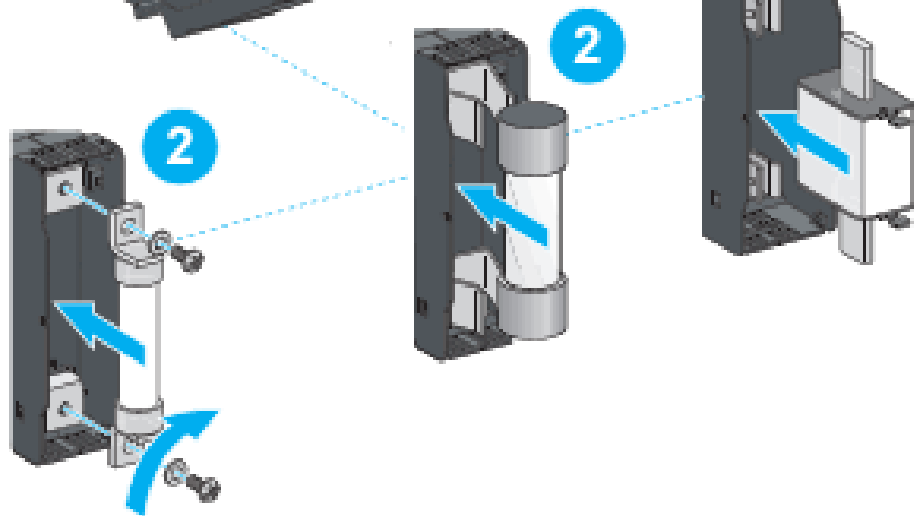
Fuse-carrier for INFB32.

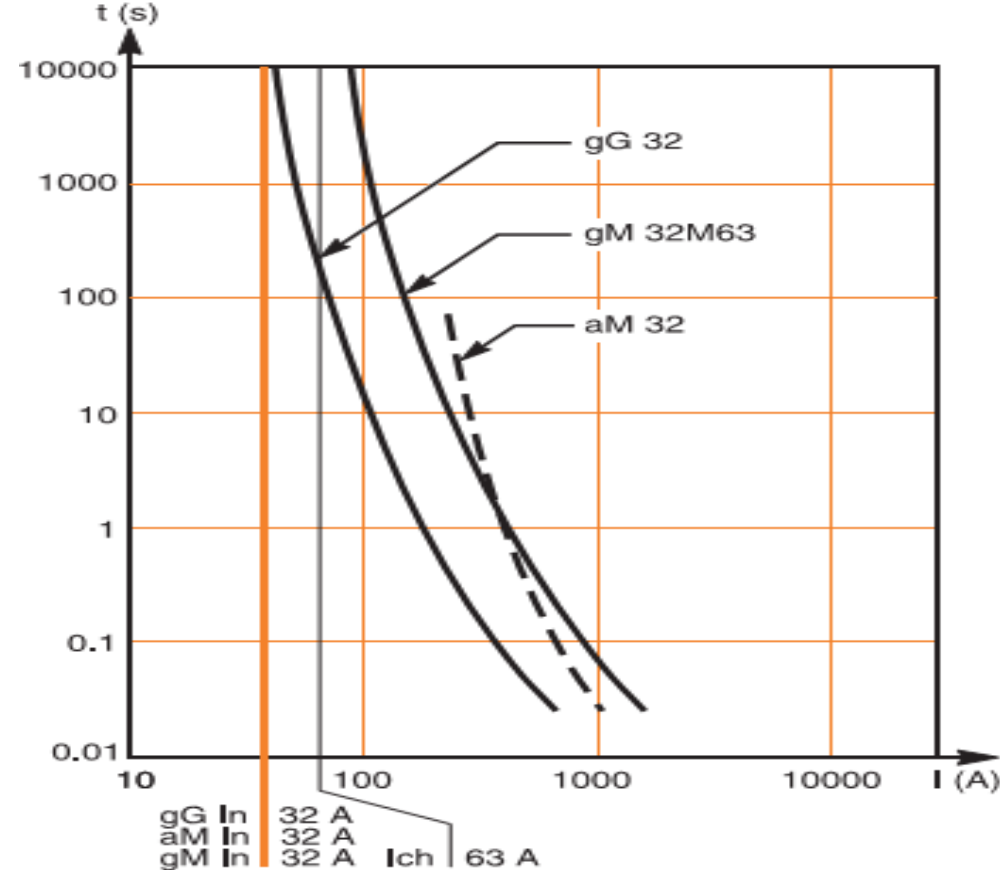
NFC

DB1 20545



Fuse-carrier for INFC32.



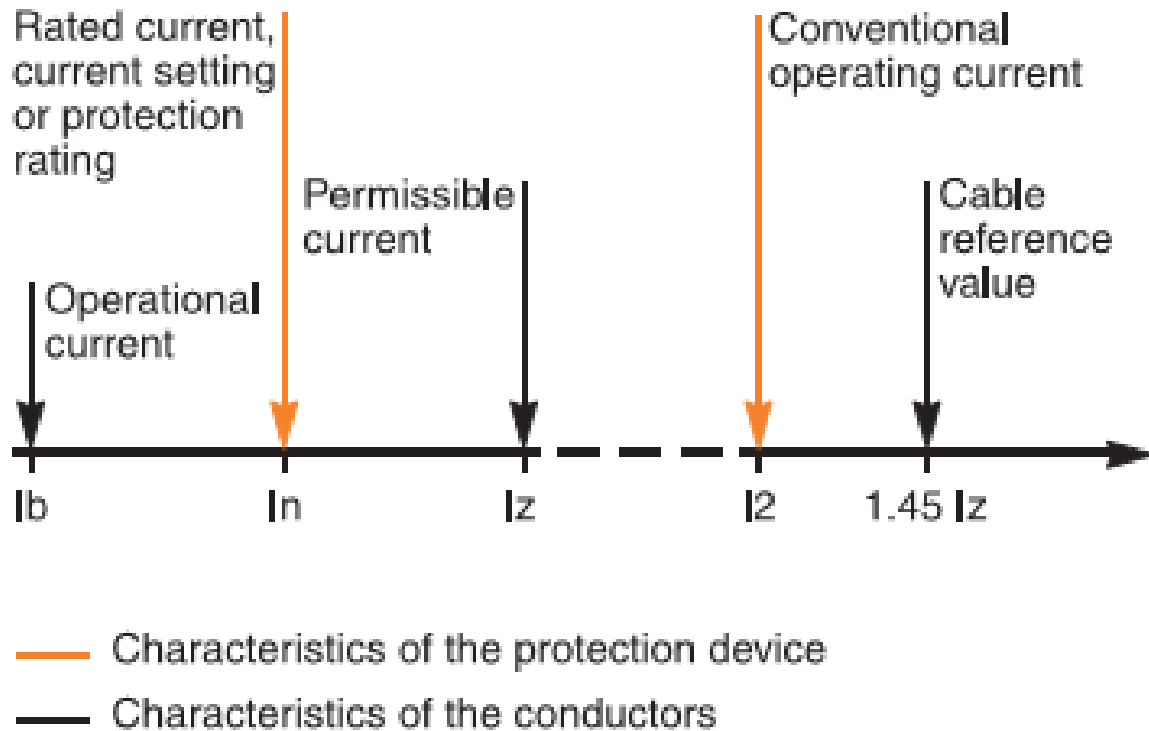


*The three curves represent the three types of 32 A fuse-links.*

First letter: type of fuse-link (breaking range)	Second letter: type of protection	Distribution	Motor
<b>g = general use</b> (full-range breaking capacity up to rated breaking capacity)	<b>gG</b>	■	
	<b>gM</b>		■
<b>a = back-up use</b> (partial-range breaking capacity starting at 4 In)	<b>aM</b>		■

## Standard IEC 60364

### Bảo vệ chống quá tải



*Wiring system protection fuse.*

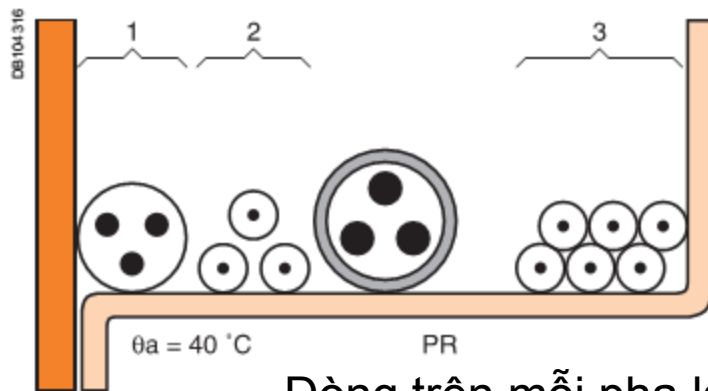
Dây dẫn có dòng  $I_{cp}$  ( $I_z$ ) cung cấp điện cho tải có dòng  $I_{tt}$  ( $I_b$ ) và được bảo vệ bởi cầu chì có dòng định mức  $I_{đmCC}$  ( $I_n$ ).  $I_{cp}$  được xác định :

$$I_{đmCC} > I_{tt}$$

Dòng chảy của cầu chì  $I_2 \leq 1.6 I_{đmCC}$

Bảo vệ chống quá tải cho dây dẫn :  $I_2 \leq 1.45 I_{cpdd}$

Dây dẫn cần chọn :  $I_{cpdd} > 1.1 I_{đmCC}$



## Ví dụ

Cáp 3 pha XPLE đi trên khay cáp có 3 mạch đi kè :  
Một cáp 3 pha (mạch 1)

3 cáp 1 lõi (mạch 2)

6 cáp 1 lõi (mạch 3) làm thành hai dây / pha

Vậy có 5 mạch 3 pha đi kè. Nhiệt độ môi trường 40 °C

Dòng trên mỗi pha là 23 A.

Hệ số hiệu chỉnh theo cách đi dây gồm K1, K2, K3.

$K1 = 1$ ,  $K2 = 0.75$ ,  $K3 = 0.91$ .

$K = K1 \times K2 \times K3 = 1 \times 0.75 \times 0.91 = 0.68$ .

Permissible current (Iz) and the corresponding protection fuse-link (F)

		Insulation and number of loaded conductors																	
Reference method	B	PVC3		PVC2				PR3				PR2							
	C			PVC3				PVC2		PR3				PR2					
	E					PVC3				PVC2		PR3				PR2			
	F					PVC3				PVC2		PR3				PR2			
Copper, cross-sectional area (mm <sup>2</sup> )		Iz	F	Iz	F	Iz	F	Iz	F	Iz	F	Iz	F	Iz	F	Iz	F	Iz	F
	1.5	15.5	10	17.5	10	18.5	10	19.5	16	22	16	23	16	24	20	26	20		
	2.5	21	16	24	20	25	20	27	20	30	25	31	25	33	25	36	32		
	4	28	20	32	25	34	25	36	32	40	32	42	32	45	40	49	40		
	6	36	32	41	32	43	40	46	40	51	40	54	50	58	50	63	50		

Chọn cầu chì  $I_{dmCC} > I_{tt} = 23 \text{ A}$  ;  $I_{dmCC} = 25 \text{ A}$  and  $I_{cpdd} = 31 \text{ A}$  , do  $K_{hc} = 0.68$

Dòng cho phép khi có hiệu chỉnh  $23 / 0.68 = 33.8 \text{ (A)}$  , chọn  $I_{cpdd} = 42 \text{ A}$  , dây dẫn có tiết diện  $4 \text{ mm}^2$

## Lựa chọn cầu chì cho động cơ

✓ Cầu chì phải bảo vệ động cơ khỏi ngắn mạch và quá tải, nhưng không được ngắt khi động cơ khởi động bình thường.

$$I_{dmCC} \geq I_{max} = I_{tt}$$

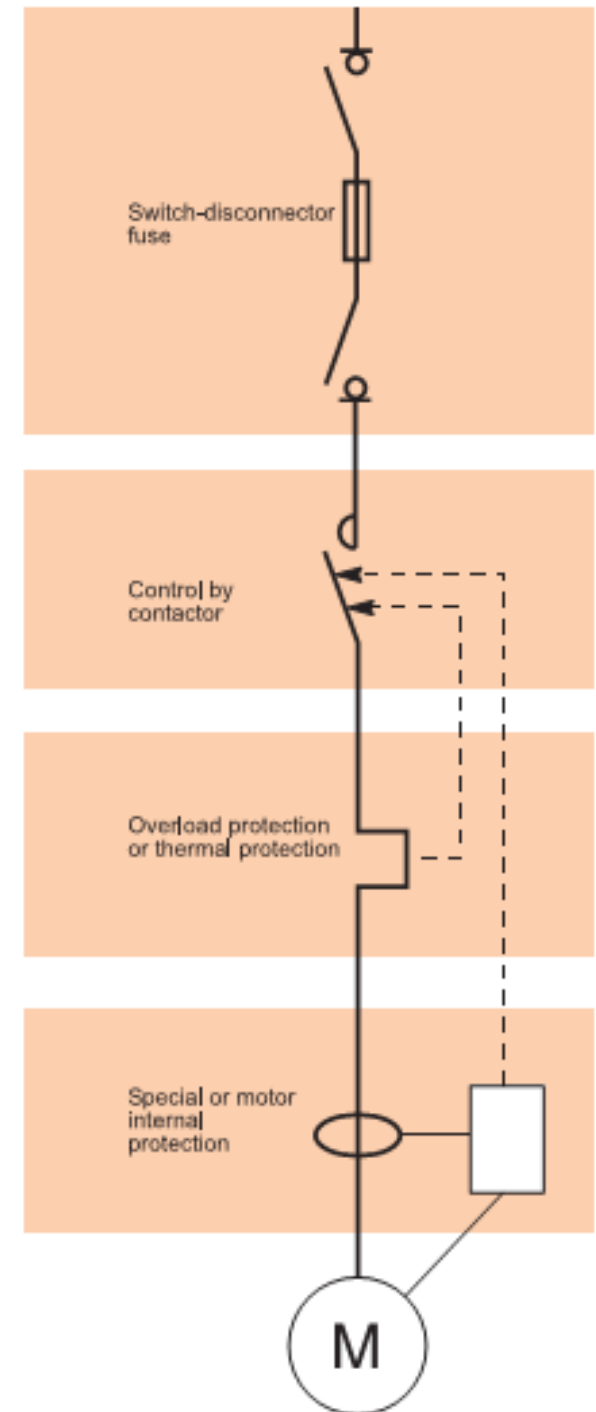
$$I_{dmCC} \geq \frac{I_{mm}}{K_{mmCC}}$$

$K_{mmCC}$  hệ số quá tải ngắn hạn của cầu chì

Khởi động nhẹ ( $t_{kd} < 10s$ : bơm, quạt)  $K_{mmCC} = 2.5$

Khởi động nặng, nhiều lần ( $t_{kd} > 10s$ : băng tải, thiết bị nâng hạ)  $K_{mmCC} = 1.6 - 2$

Đối với máy hàn  $K_{mmCC} = 1.6$



## Bảo vệ mạch động cơ bằng cầu chì NFC

230/240 V						
P(kW)	(HP)	In (A)	Fupact	gG	Fupact	aM
0.37	0.49	1.9	INFC32	6	INFC32	2
0.55	0.73	2.7	INFC32	10	INFC32	4
0.75	1	3.6	INFC32	16	INFC32	4
1.1	1.5	4.5	INFC32	16	INFC32	6
1.5	2	6.3	INFC32	20	INFC32	8
2.2	2.9	9	INFC32	25	INFC32	10
3	4	11.7	INFC32	32	INFC32	12
4	5.3	15.2	INFC32	40	INFC32	16
5.5	7.3	19.8	INFC32	50	INFC32	20
7.5	10	26	INFC50	50	INFC32	32
10	13	34	INFC63	80	INFC50	40
11	15	38	INFC63	80	INFC50	40
15	20	51	INFC63	100	INFC63	63
18.5	25	63	-	160	INFC125	80
22	29	74	-	160	INFC125	80
30	40	99	-	200	INFC125	100
37	49	125	-	250	INFC125	125

380/400V						
P(kW)	(HP)	In (A)	Fupact	gG	Fupact	aM
0.37	0.49	1.1	INFC32	4	INFC32	2
0.55	0.73	1.6	INFC32	6	INFC32	2
0.75	1	2.2	INFC32	10	INFC32	4
1.1	1.5	2.7	INFC32	10	INFC32	4
1.5	2	3.8	INFC32	16	INFC32	4
2.2	2.9	5.5	INFC32	16	INFC32	6
3	4	7.1	INFC32	20	INFC32	8
4	5.3	9.2	INFC32	25	INFC32	10
5.5	7.3	12	INFC32	32	INFC32	12
7.5	10	16	INFC32	40	INFC32	16
10	13	21	INFC32	50	INFC32	25
11	15	23	INFC32	50	INFC32	25
15	20	31	INFC63	80	INFC32	32
18.5	25	38	INFC63	80	INFC50	40
22	29	45	INFC63	100	INFC50	50
30	40	60	INFC63	125	INFC63	63
37	49	75	-	160	INFC125	80
45	60	87	-	200	INFC125	100
55	73	107	-	200	INFC125	125

# Bảo vệ mạch động cơ bằng cầu chì DIN

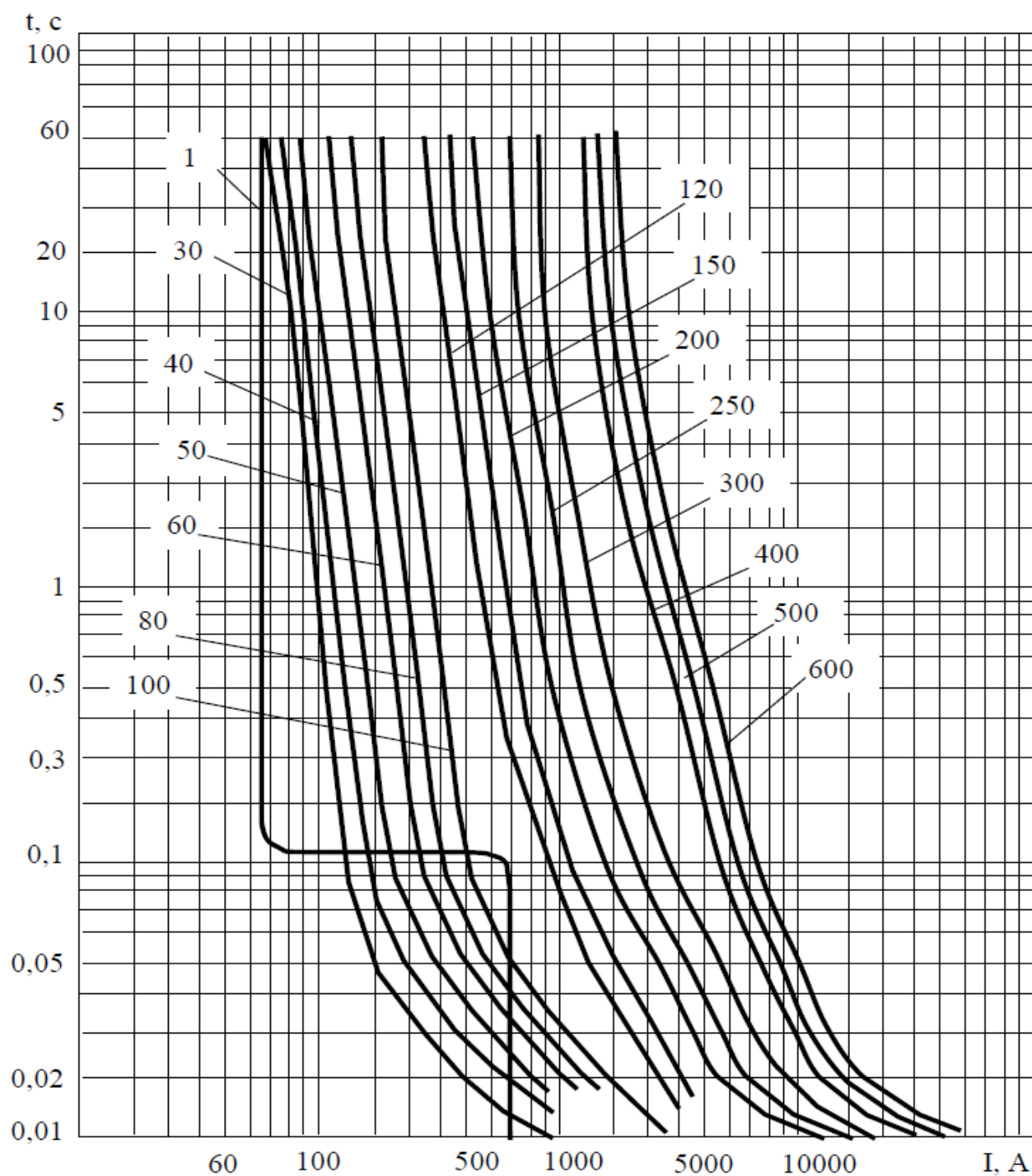
230/240 V						
P(kW)	(HP)	In (A)	Fupact	gG	Fupact	aM
0.37	0.49	1.9	INFD40	6	INFD40	2
0.55	0.73	2.7	INFD40	10	INFD40	4
0.75	1	3.6	INFD40	16	INFD40	4
1.1	1.5	4.5	INFD40	16	INFD40	6
1.5	2	6.3	INFD40	20	INFD40	8
2.2	2.9	9.0	INFD40	25	INFD40	10
3	4	11.7	INFD40	32	INFD40	12
4	5.3	15.2	INFD40	40	INFD40	16
5.5	7.3	19.8	INFD40	50	INFD40	20
7.5	10	26	INFD40	50	INFD40	32
10	13	34	INFD40	80	INFD40	40
11	15	38	INFD40	80	INFD40	40
15	20	51	INFD63	100	INFD63	63
18.5	25	63	INFD160	160	INFD160	80
22	29	74	INFD160	160	INFD160	80
30	40	99	INFD200	200	INFD160	100
37	49	125	INFD200	250	INFD160	125
45	60	144	INFD200	250	INFD160	160
55	73	177	INFD250	355	INFD200	200
75	100	245	INFD400	400	INFD400	250
90	120	296	INFD400	450	INFD400	315
110	147	354	INFD630	630	INFD400	350
132	176	408	INFD630	800	INFD630	450
150	200	484	INFD630	800	INFD630	500
160	213	496	INFD630	800	INFD630	500
200	267	646	-	-	INFD800	800

380/400V						
P(kW)	(HP)	In (A)	Fupact	gG	Fupact	aM
0.37	0.49	1.1	INFD40	4	INFD40	2
0.55	0.73	1.6	INFD40	6	INFD40	2
0.75	1	2.2	INFD40	10	INFD40	4
1.1	1.5	2.7	INFD40	10	INFD40	4
1.5	2	3.8	INFD40	16	INFD40	4
2.2	2.9	5.5	INFD40	16	INFD40	6
3	4	7.1	INFD40	20	INFD40	8
4	5.3	9.2	INFD40	25	INFD40	10
5.5	7.3	12	INFD40	32	INFD40	12
7.5	10	16	INFD40	40	INFD40	16
10	13	21	INFD40	50	INFD40	25
11	15	23	INFD40	50	INFD40	25
15	20	31	INFD40	80	INFD40	32
18.5	25	38	INFD40	80	INFD40	40
22	29	45	INFD63	100	INFD63	50
30	40	60	INFD63	125	INFD63	63
37	49	75	INFD160	160	INFD160	80
45	60	87	INFD200	200	INFD160	100
55	73	107	INFD200	200	INFD160	125
75	100	149	INFD200	250	INFD160	160
90	120	179	INFD250	355	INFD200	200
110	147	214	INFD400	400	INFD250	250
132	176	247	INFD400	450	INFD250	250
150	200	293	INFD400	500	INFD400	315
160	213	300	INFD630	630	INFD400	315
200	267	391	INFD630	800	INFD400	400
240	320	467	INFD630	800	INFD630	500
280	373	533	-	-	INFD630	630
300	400	573	-	-	INFD630	630
320	427	588	-	-	INFD630	630



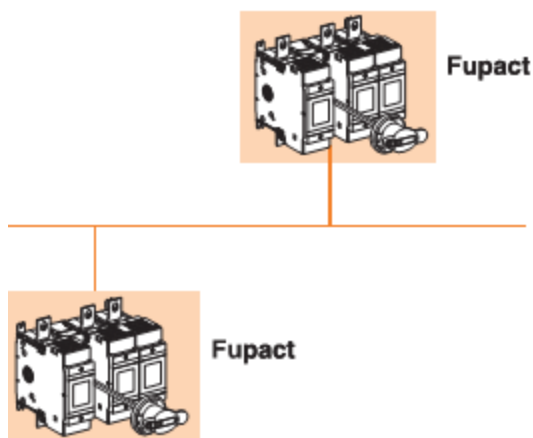
## Tính chọn lọc

Dòng định mức cầu chì phía dưới phải nhỏ hơn 2-3 lần so với cầu chì phía trên





# Phối hợp chọn lọc giữa hai cầu chì



Upstream fuse-link gG (In) / gM (Ich)	Downstream fuse-link gG (In) / gM (Ich)	aM (In)
Rating (A)		
16	6	4
20	10	6
25	16	8
32	20	10
40	25	12
50	32	16
63	40	20
80	50	25
100	63	32
125	80	40
160	100	63
200	125	80
250	160	125
315	200	125
400	250	160
500	315	200
630	400	250
800	500	315
1000	630	400
1250	8000	500

## Lựa chọn cầu chì cho máy hàn

$$I_{đmCC} = 1,2 I_{đm} \sqrt{a}$$

$I_{đm}$  – dòng điện định mức máy hàn, trong điều kiện làm việc dài hạn;

A: hằng số đóng điện của thiết bị làm việc theo chế độ ngắn hạn lặp lại

## Lựa chọn cầu chì cho nhóm tụ điện bù

$$I_{đmCC} \geq \frac{1,6n Q_{đmtu}}{\sqrt{3} U_{đm}}$$

n – số tụ bù

$Q_{đmtu}$  – công suất định mức của một bộ tụ

# **Xây dựng sơ đồ chọn lọc hệ thống bảo vệ**

- ✓ Số bậc bảo vệ không quá 3-4 bậc
- ✓ Đảm bảo bảo vệ tác động tại vị trí sự cố
- ✓ Đảm bảo chọn lọc theo dòng điện và thời gian

## **Lựa chọn vị trí lắp đặt bảo vệ**

Thiết bị bảo vệ phải đặt ở vị trí sao cho

- ✓ Không bị tác động hư hỏng cơ khí
- ✓ An toàn cho người vận hành và sử dụng

Bảo vệ phải thiết lập tại điểm:

- ✓ Tiết diện dây dẫn thay đổi
- ✓ Tại điểm yêu cầu chọn lọc
- ✓ Nếu thiết bị cần bảo vệ ở nơi khó tiếp cận, có thể đặt bảo vệ cách xa đến 30m.

Ví dụ

