

hungnd@hcmut.edu.vn





# Nội dung

Mục đích, cách thực hiện các sơ đồ nối đất an toàn

Sơ đồ nối đất an toàn TN

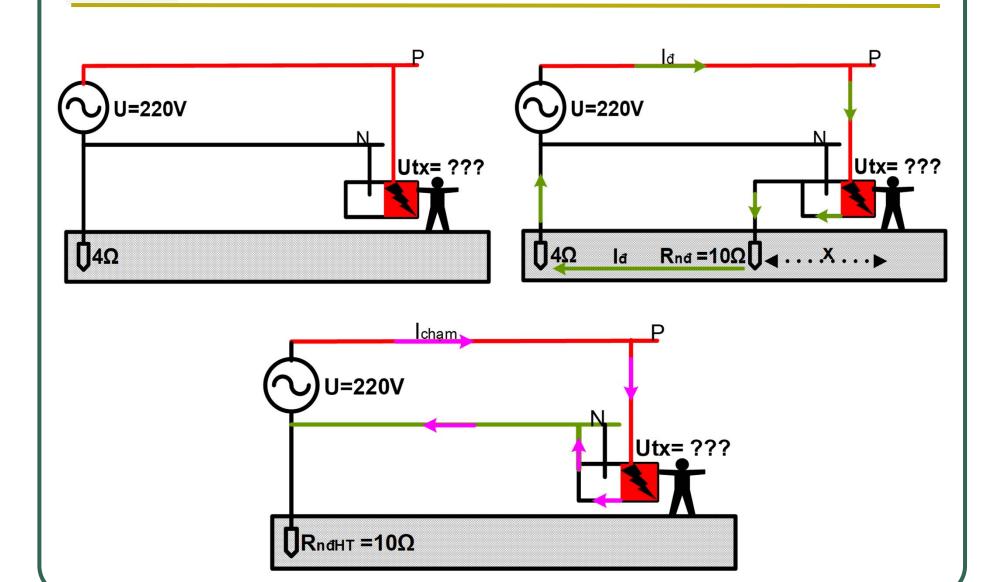
Sơ đồ nối đất an toàn TT

Sơ đồ nối đất an toàn IT

Nguyên tắc chọn sơ đồ nối đất an toàn

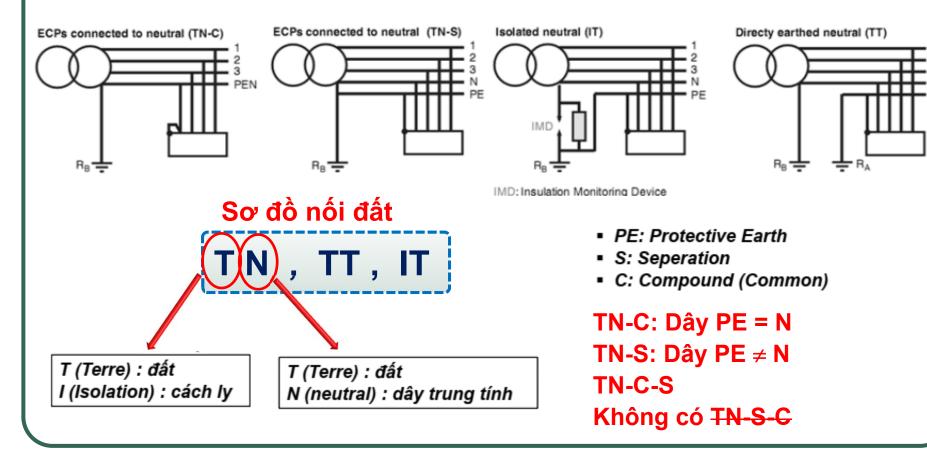


IV.1 MỤC ĐÍCH, CÁCH THỰC HIỆN

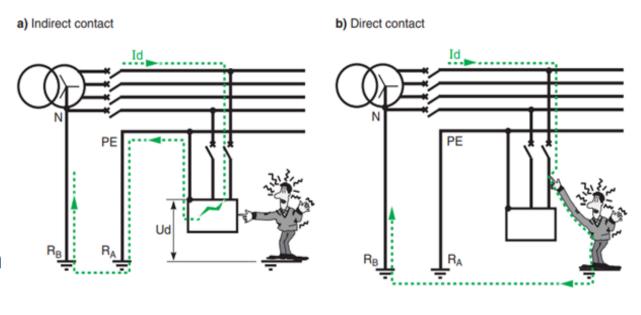


- Vỏ kim loại của thiết bị điện sẽ xuất hiện điện áp khi cách điện bị hỏng (bị rò điện).
- ❖ Biện pháp bảo vệ người chống chạm gián tiếp:
  - ✓ Cần phát hiện tình trạng chạm vỏ thông qua nối vỏ thiết bị xuống đất hình thành các sơ đồ nối đất an toàn.
  - ✓ Giải pháp bảo vệ người là cắt thiết bị chạm vỏ, tách khỏi nguồn điện hoặc báo tín hiệu cho người vận hành.

Các hệ thống nối đất khác nhau đặc trưng bởi cách nối đất điểm trung tính hạ áp của MBA phân phối và nối đất của vỏ thiết bị hạ thế.

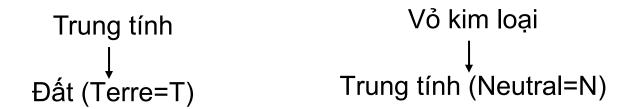


- ❖ Mỗi sơ đồ phản ánh 3 tiêu chuẩn lựa chọn kỹ thuật:
- ✓ Phương pháp nối đất;
- ✓ Cách mắc dây PE;
- ✓ Bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp.
- ❖ Cách mắc sơ đồ sẽ có liên quan tới các điểm sau:
- √ Điện giật
- ✓ Phòng cháy
- ✓ Tính liên tục cung cấp điện;
- ✓ Quá áp;
- ✓ Nhiễu điện từ
- ✓ Thiết kế và vận hành

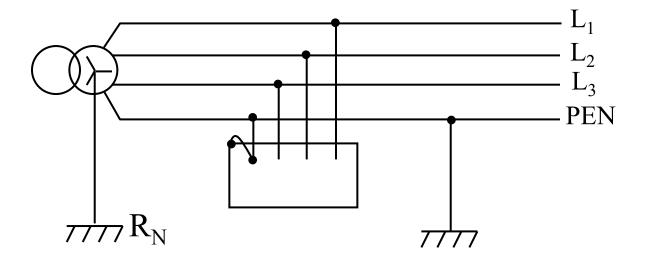




## IV.2 SƠ ĐỒ NỐI ĐẤT AN TOÀN TN



## Sơ đồ TN-C (3 pha 4 dây) (C-Common)

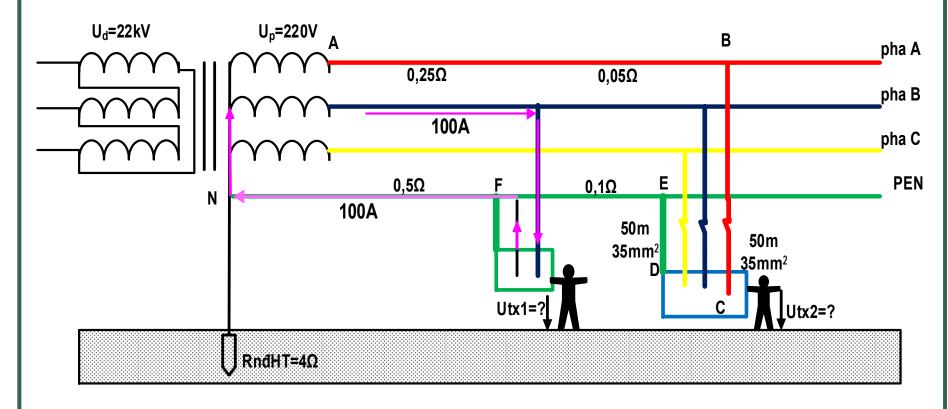


√ Không được phép sử dụng khi dây có tiết diện nhỏ hơn 10 mm² (cho Cu) và 16 mm² (cho Al ) và thiết bị cầm tay

### Cách thực hiện:

- ✓ Điểm trung tính của MBA nối trực tiếp với đất ( $R_{ndHT}$ =4 $\Omega$ )
- ✓ Vỏ kim loại và các vật dẫn tự nhiên của lưới sẽ được nối với dây trung tính.
- ✓ Dây trung tính và dây PE là một được gọi là dây PEN. Dây PEN cần thỏa các điều kiện của 2 chức năng và chức năng PE (bảo vệ) phải được ưu tiên trước.
- ✓ Sơ đồ TN-C đòi hỏi một sự đẳng thế hiệu quả trong lưới với nhiều điểm nối đất lặp lại ( $R_{ndll}$ =10 $\Omega$ )

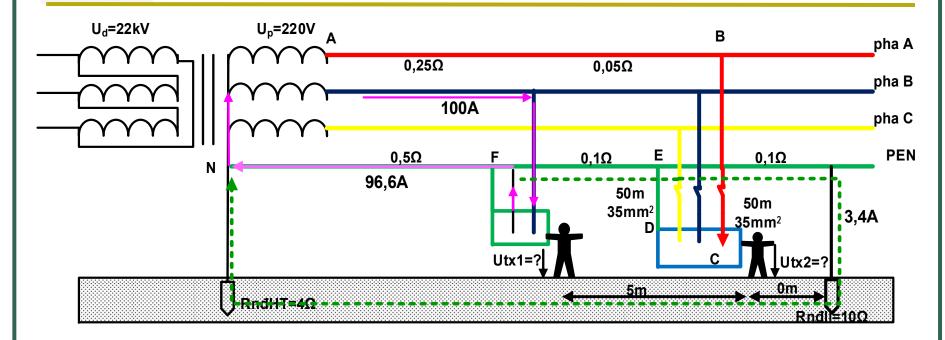
## Sơ đồ TN-C không R<sub>nđll</sub> khi tải 3 pha không đối xứng



## ✓ Điện áp tiếp xúc:

$$U_{tx1} = U_{FN} = R_{FN}.I_{FN} = 0,5.100 = 50V$$
  
 $U_{tx2} = U_{EF} + U_{FN} = R_{EF}.I_{EF} + R_{FN}.I_{FN} = 0,1.0 + 0,5.100 = 50V$ 

# Sơ đồ TN-C có R<sub>nđll</sub> khi tải 3 pha không đối xứng



✓ Dòng điện qua dây trung tính và dòng điện đi vào đất:

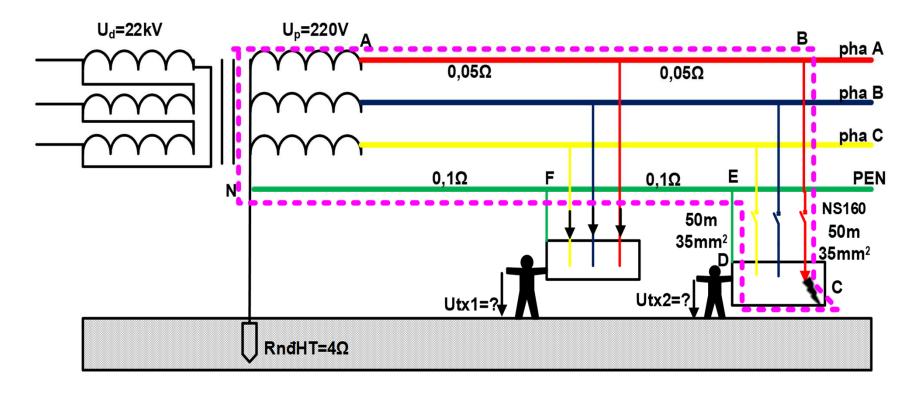
$$I_{N} = I_{tb} \frac{0.1 + 0.1 + 10 + 4}{0.5 + (0.1 + 0.1 + 10 + 4)} = 96.6 \text{ A}$$
  $I_{dat} = I_{tb} - I_{FN} = 3.4 \text{ A}$ 

✓ Điện áp tiếp xúc:

$$U_{tx1} = U_{F-dat} - V_{dat1} = (0, 5.I_N - 4I_{dat}) - \frac{\rho_{dat}I_{dat}}{2\pi x} = (0, 5.96, 6 - 4.3, 4) - \frac{100.3, 4}{2\pi.5} = 23,87V$$

$$U_{tx2} = U_{F-dat} - V_{dat2} = (0, 1.I_{dat} + 10.I_{dat}) - (10.I_{dat}) = 0, 1.3, 4 = 0,34V$$

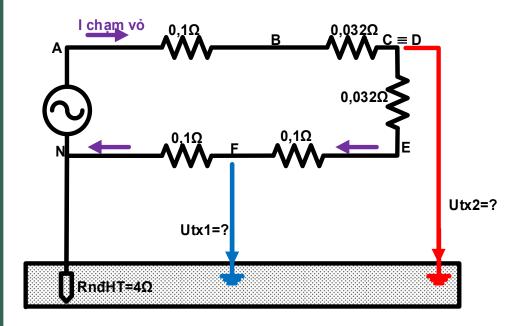
# Chạm vỏ trong sơ đồ TN-C không có R<sub>nđll</sub>



- Chạm vỏ pha A thiết bị 2
- Tính dòng chạm vỏ
- ➤ Tính điện áp tiếp xúc U<sub>tx1</sub>, U<sub>tx2</sub>

# Chạm vỏ trong sơ đồ TN-C không có R<sub>nđll</sub>

### Mạch tương đương chạm vỏ:



✓ Điện trở đoạn dây BC và DE:

$$R_{BC} = R_{DE} = \rho \frac{\ell}{F}$$
 $R_{BC} = R_{DE} = 22, 5. \frac{50}{35} = 32 \text{ m}\Omega$ 

✓ Điện trở tương đương:

$$R_{td} = 3.0, 1 + 2.0, 032 = 0,364\Omega$$

✓ Dòng chạm vỏ:

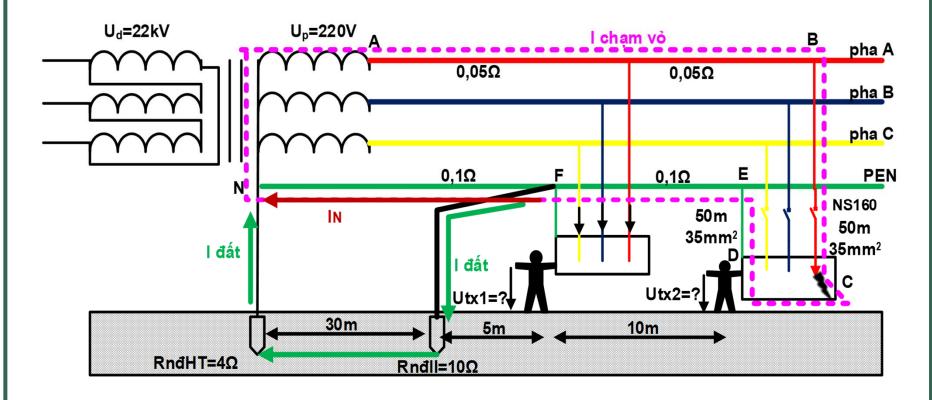
$$I_{cham} = \frac{U}{R_{cham}} = \frac{220}{0,364} = 604,4 \text{ A}$$

✓ Điện áp tiếp xúc:

$$U_{tx1} = U_{FN} = R_{FN} \cdot I_{cham} = 0,1.604,4 = 60,44 \text{ V}$$

$$U_{tx2} = U_{DN} = R_{DN} \cdot I_{cham} = (0.032 + 0.1 + 0.1) \cdot 604.4 = 140.22 \text{ V}$$

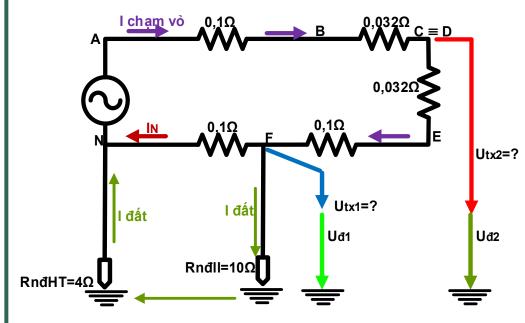
# Chạm vỏ trong sơ đồ TN-C có R<sub>nđll</sub>



- Chạm vỏ pha A thiết bị 2
- > Tính dòng chạm vỏ
- ightharpoonup Tính điện áp tiếp xúc  $U_{tx1}$ ,  $U_{tx2}$

# Chạm vỏ trong sơ đồ TN-C có R<sub>nđll</sub>

### ❖ Mạch tương đương chạm vỏ:



### ✓ Điện trở tương đương:

$$R_{td} = 2.0,1 + 2.0,032 + 0.1 / /14$$
  
= 0,36329\Omega

✓ Dòng chạm vỏ:

Utx2=? 
$$I_{cham} = \frac{U}{R_{td}} = \frac{220}{0,36329} = 605,576 \text{ A}$$

✓ Dòng chạm vỏ:

$$I_{N} = I_{cham} \cdot \frac{14}{14.1} = 601,28 \text{ A}$$

$$I_{dat} = I_{cham} \cdot \frac{0.1}{14.1} = 4,29 \text{ A}$$

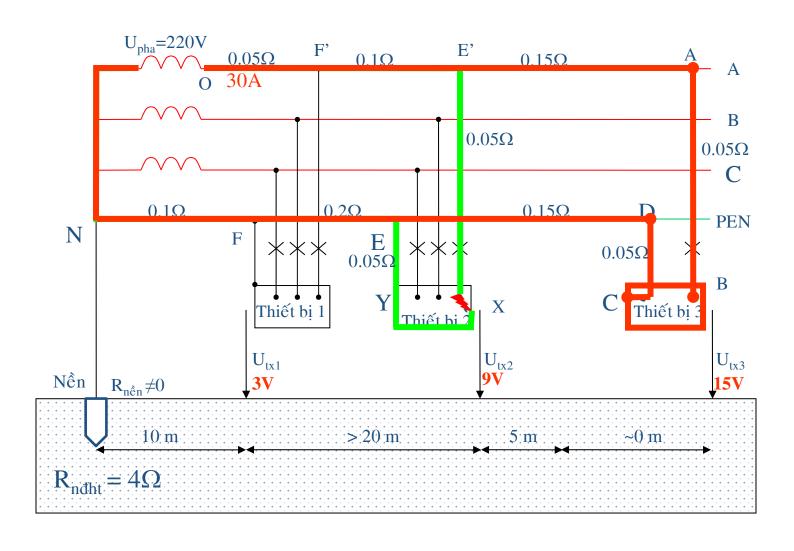
### ✓ Điện áp tiếp xúc:

$$U_{tx1} = U_{F-dat} - V_{dat1} = 10I_{dat} - \frac{\rho_{dat}I_{dat}}{2\pi.5} = 10.4, 29 - \frac{100.4, 29}{2\pi.5} = 29,24V$$

$$U_{tx2} = U_{D-dat} - V_{dat2} = (0,132.I_{cham} + 10.I_{dat}) - \frac{\rho_{dat}I_{dat}}{2\pi.15} = 118,28V$$

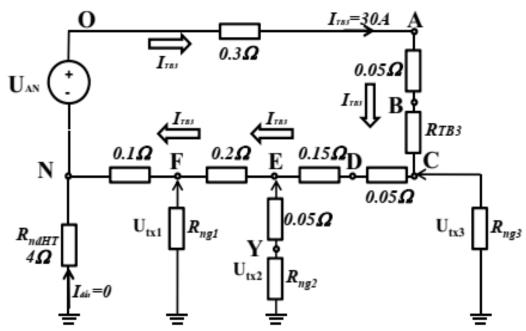
# Ví dụ tính toán:

## Không có nối đất lặp lại



# Ví du tính toán:

### Trường hợp bình thường



- ✓ Dòng điện trên dây PE phụ thuộc vào thiết bị 1 pha có trong hệ thống.
- ✓ Điện áp tiếp xúc khi người sờ tay vào vỏ thiết bị = sụt áp từ trung tính tải đến trung tính nguồn.

 $R_{tb3} = \frac{220}{30} - 0.85 = 6.48\Omega$ 

✓ Điện trở thiết bị:

## Trung tính nguồn $N \cong Dất \rightarrow U_{n-dất} = 0$

$$\checkmark$$
 Điện áp tiếp xúc:  $U_{tx} = R_{PEN}I_{PEN}$ 

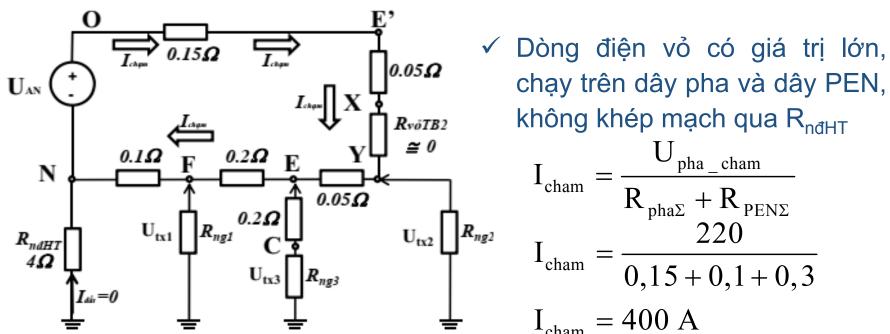
$$U_{tx1} = U_{FN} = R_{FN}I_{tb3} = 0,1.30 = 3 \text{ V}$$

$$U_{tx2} = U_{EN} = R_{EN}I_{tb3} = 0.3.30 = 9 \text{ V}$$

$$U_{tx3} = U_{BN} = R_{BN}I_{tb3} = 0,5.30 = 15 \text{ V}$$

# Ví du tính toán:

### Cham vỏ thiết bị 2 – Pha A



### Trung tính nguồn $N \cong Dất \rightarrow U_{n-dất} = 0$

 $\checkmark$  Điện áp tiếp xúc:  $U_{tx} = R_{PEN}I_{cham}$ 

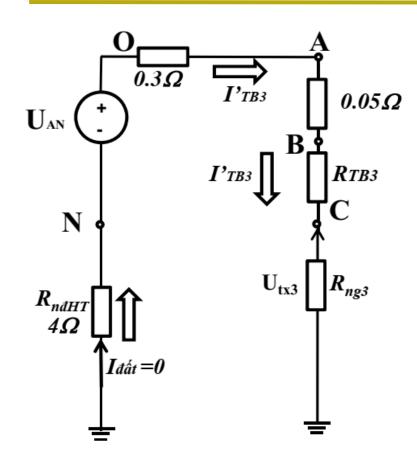
chạy trên dây pha và dây PEN, không khép mạch qua 
$$R_{\text{ndHT}}$$
  $U_{\text{nho-cham}}$ 

$$\begin{split} I_{\text{cham}} &= \frac{U_{\text{pha\_cham}}}{R_{\text{pha}\Sigma} + R_{\text{PEN}\Sigma}} \\ I_{\text{cham}} &= \frac{220}{0,15 + 0,1 + 0,3} \\ I_{\text{cham}} &= 400 \text{ A} \\ I_{\text{cham}} &\text{I\'on} \end{split}$$

$$\begin{split} &U_{tx1} = U_{FN} = R_{FN}I_{cham} = 0,1.400 = 40 \text{ V} \\ &U_{tx2} = U_{YN} = R_{YN}I_{cham} = 0,35.400 = 140 \text{ V} \\ &U_{tx3} = U_{CN} = R_{EN}I_{cham} = 0,3.400 = 120 \text{ V} \end{split}$$

## Ví dụ tính toán:

### Đứt dây trung tính đoạn ED

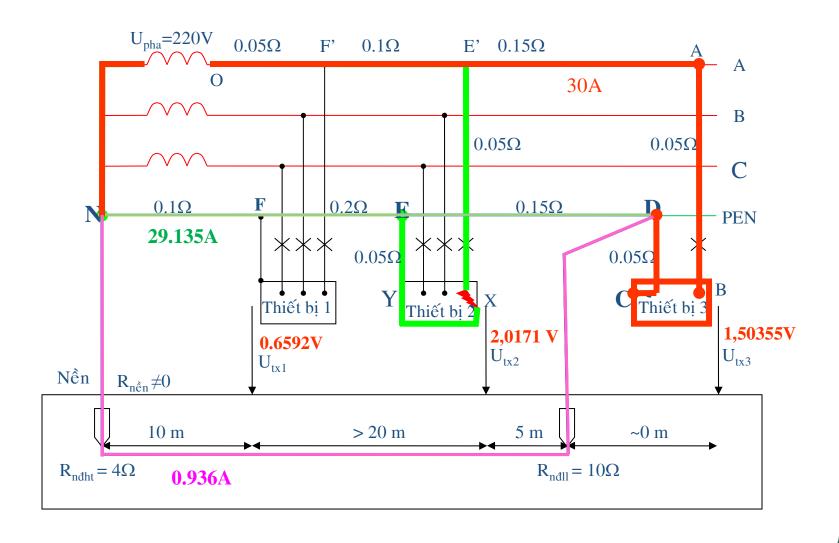


✓ Thiết bị 1 và 2 hoạt động bình thường, <u>thiết bị 3 không hoạt động</u>.

$$egin{aligned} & {\sf U}_{{
m tx1}} = {\sf U}_{{
m tx2}} = 0 \ {\sf V} \ & \\ & {\sf I}_{{
m ltb3}} = 0 \ {\sf A} \ & \\ & {\sf U}_{{
m tx3}} = {\sf U}_{{
m C-d\acute{a}\acute{a}\acute{t}}} = {\sf U}_{{
m pha}} = 220 \ {\sf V} \end{aligned}$$

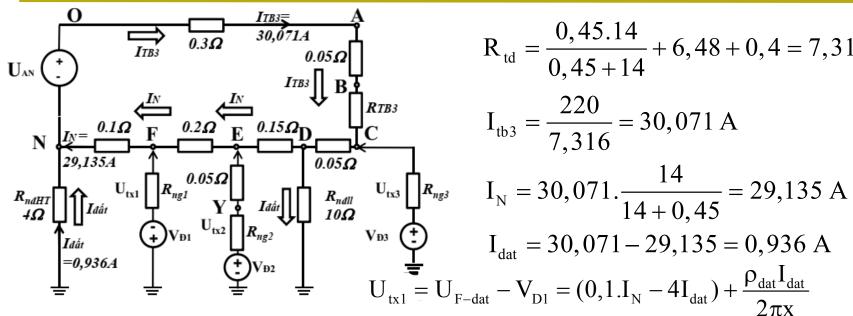
## Ví dụ tính toán:

## Anh hưởng của nối đất lặp lại



## Ví du tính toán:

## Trường hợp bình thường, có R<sub>nđll</sub>



$$R_{td} = \frac{0,45.14}{0,45+14} + 6,48+0,4 = 7,316 \Omega$$

$$I_{tb3} = \frac{220}{7,316} = 30,071 \text{ A}$$

$$I_N = 30,071.\frac{14}{14+0,45} = 29,135 A$$

$$I_{dat} = 30,071 - 29,135 = 0,936 \text{ A}$$

$$U_{tx1} = U_{F-dat} - V_{D1} = (0, 1.I_N - 4I_{dat}) + \frac{\rho_{dat}I_{dat}}{2\pi x}$$

## Trung tính nguồn N ≠ Đất

- Dòng trên dây PEN phân thành 2 nhánh I<sub>N</sub> và I<sub>đất</sub>
- Có dòng l<sub>đát</sub> khép mạch qua  $R_{ndHT}$  và  $R_{ndLL} \rightarrow \underline{tao}$ ra điện thế trên mặt đất.

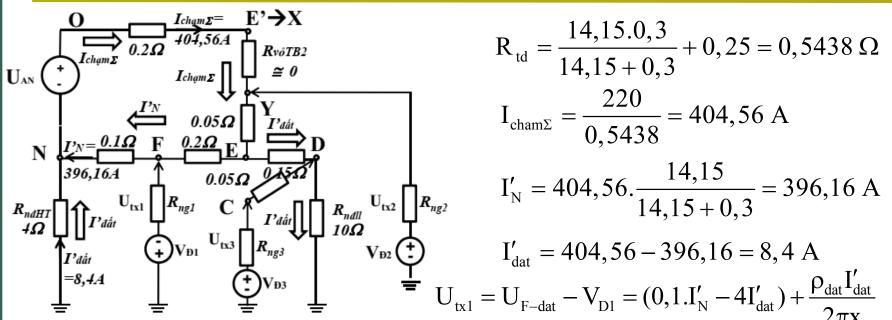
= 
$$(0,1.29,135-4.0,936) + \frac{100.0,936}{2\pi.10} = 0,6592V$$

$$U_{tx2} = U_{E-dat} - V_{D2} = (0, 3.I_N - 4I_{dat}) - \frac{\rho_{dat}I_{dat}}{2\pi x}$$

= 
$$(0,3.29,135-4.0,936) - \frac{100.0,936}{2\pi.5} = 2,0171V$$

$$U_{tx3} = U_{C-dat} - V_{D3} = (0,05.I_{tb3} + 10.I_{dat}) - R_{dat}I_{dat}$$
$$= 0,05.30,071 = 1,50355V$$

#### Chạm vỏ thiết bị 2 – pha A, có R<sub>nđll</sub> Ví dụ tính toán:



Trung tính nguồn N ≠ Đất

- ❖ Dòng trên dây PEN phân thành 2 nhánh I<sub>N</sub> và I<sub>đất</sub>
- Có dòng l<sub>đất</sub> khép mạch qua  $R_{ndHT}$  và  $R_{ndLL} \rightarrow \underline{tao}$ ra điện thế trên mặt đất.

$$R_{td} = \frac{14,15.0,3}{14,15+0,3} + 0,25 = 0,5438 \Omega$$

$$I_{\text{cham}\Sigma} = \frac{220}{0,5438} = 404,56 \text{ A}$$

$$I'_{N} = 404,56. \frac{14,15}{14,15+0,3} = 396,16 \text{ A}$$

$$I'_{dat} = 404,56 - 396,16 = 8,4 A$$

$$U_{tx1} = U_{F-dat} - V_{D1} = (0, 1.I'_{N} - 4I'_{dat}) + \frac{\rho_{dat}I'_{dat}}{2\pi x}$$

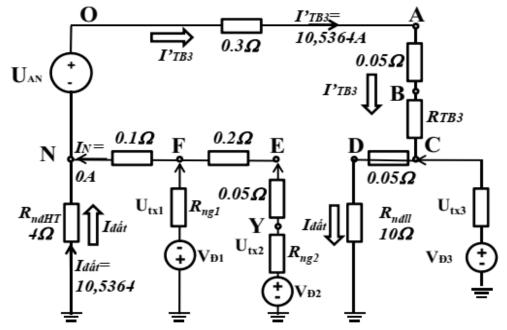
= 
$$(0,1.396,16-4.8,4) + \frac{100.8,4}{2\pi.10} = 19,385$$
V

$$U_{tx2} = U_{Y-dat} - V_{D2} = (0,05.I_{cham\Sigma} + 10,15.I'_{dat}) + \frac{\rho_{dat}I'_{dat}}{2\pi.5}$$

= 
$$(0,05.404,56-10,15.8,4) - \frac{100.8,4}{2\pi.5} = 78,75$$
V

$$U_{tx3} = U_{D-dat} - V_{D3} = 10.I'_{dat} - R_{dat}I'_{dat} = 0V$$

# Ví dụ tính toán: Đứt dây trung tính đoạn ED, có R<sub>nđll</sub>



✓ Thiết bị 1 và 2 hoạt động bình thường, thiết bị 3 hoạt động không bình thường.

$$I'_{tb3} = \frac{220}{0.4 + 6.48 + 10 + 4} = 10,5364 \text{ A}$$

$$U_{tx1} = -4.10,5364 + \frac{100.10,5364}{2\pi.10} = -25,3764V$$

$$U_{tx2} = -4.10,5364 + \frac{100.10,5364}{2\pi.5} = -75,684V$$

$$U_{tx3} = 10,05.10,5364 - 10.10,5364 = 0,5268V$$

# Ví dụ tính toán:

# So sánh 2 trường hợp

		Không có R <sub>nđll</sub>	Có R <sub>nđll</sub>
Bình thường	I <sub>N</sub>	30A	29.135A
	l <sub>đất</sub>	0A	0,936A
	$U_{tx1}$	3V	0,659V
	$U_{tx2}$	9V	2,017V
	$U_{tx3}$	15V	1,504V
Chạm vỏ thiết bị 2 – pha A	I <sub>N</sub>	400A	396,16A
	l <sub>đất</sub>	0A	8,4A
	U <sub>tx1</sub>	40V	19,385V
	U <sub>tx2</sub>	140V	78,75V
	$U_{tx3}$	120V	<b>0V</b>
Đứt dây PEN đoạn DE	I <sub>N</sub>	0A	10,536A
	l <sub>đất</sub>	0A	10,536A
	U <sub>tx1</sub>	0V	-25,376V
	U <sub>tx2</sub>	0V	-75,684V
	U <sub>tx3</sub>	220V	0,527V

### Chạm gián tiếp

- □ Bảo vệ chống chạm điện gián tiếp
- ✓ TN-C có dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn.
- ✓ Hư hỏng cách điện được coi như ngắn mạch pha – trung tính
   → Phải ngắt điện.
- ✓ Ngắt điện được thực hiện bằng CB hoặc cầu chì. Không được dùng RCD.

Uo <sup>(1)</sup> (V)	T (s)
50 < Uo ≤ 120	0.8
120 < Uo ≤ 230	0.4
230 < Uo ≤ 400	0.2
Uo > 400	0.1

<sup>(1)</sup> Uo is the nominal phase to earth voltage

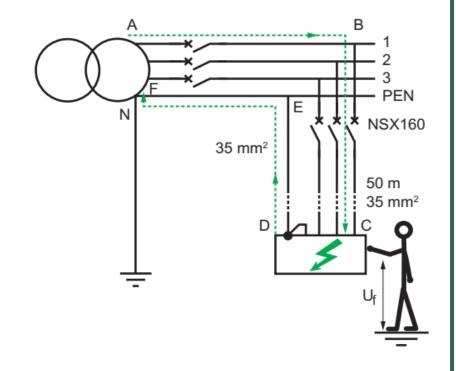


Fig. F12: Automatic disconnection in TN system

### Hệ quả

### ☐ Quá áp:

- ✓ Trong điều kiện bình thường, điểm trung tính, vỏ thiết bị và đất có cùng điện thế.
- ✓ Khi hư hỏng cách điện trung áp, dòng sẽ qua điện cực nối đất của trung tính cuộn hạ máy biến áp và điện áp tần số công nghiệp sẽ xuất hiện giữa vỏ thiết bị hạ áp và đất ở xa.
- ✓ Khi hư hỏng cách điện hạ áp, điểm trung tính của tam giác điện áp sẽ dịch chuyển, điện áp giữa pha và vỏ thiết bị sẽ vượt quá điện áp pha – trung tính. Thực tế, U<sub>pha-vỏ</sub> =1,45U<sub>pha-đất</sub> (tính gần đúng).

### ☐ Chống cháy:

- ✓ Sơ đồ TN-C không dùng ở nơi có khả năng cháy nổ cao.
  - Nguyên nhân là khi nối đất các vật dẫn tự nhiên của tòa nhà với dây PEN sẽ tạo nên dòng chạy trong công trình gây hiểm họa cháy và nhiễu điện từ.

Hệ quả

### ☐ Tương hợp điện từ:

- ✓ Khi có dây PEN, dòng tải không đối xứng sẽ tạo nên một điện áp rơi và tạo các độ lệch điện thế. Do đó sẽ có dòng chạy trong mạch tạo bởi vỏ thiết bị, vật dẫn tự nhiên, cáp đồng trục và vỏ máy tính hoặc hệ thống thông tin.
- ✓ Các điện áp rơi sẽ được khuếch đại trong các công trình hiện đại do tồn tại các thiết bị tạo hài bậc 3. Biên độ của những hài này sẽ tăng gấp 3 lên trong các dây trung tính.
- ✓ Xuất hiện trường điện từ gây nhiễu lên các ống cực cathode, màn hình, các thiết bị y khoa với ngưỡng chừng 0,7A/m (nghĩa là 5A trên 1 m từ các thiết bị nhạy cảm). Hiện tượng này sẽ được khuếch đại lên khi có hư hỏng cách điện.
- An mòn: Bắt nguồn từ thành phần dòng DC mà dây PEN có thể tải và thành phần dòng điện đất. Chúng ăn mòn điện cực nối đất và kết cấu kim loại trong trường hợp nối đất lặp lại nhiều lần.

# Úng dụng, ưu - khuyết điểm

### ☐ Ứng dụng:

- ✓ Sơ đồ TN-C không được phép sử dụng đối với các dây nhỏ hơn 10mm² (dây Cu) và 16mm² (dây Al) và thiết bị điện cầm tay.
- ✓ Không dùng nơi có khả năng cháy nổ cao.

### □ Ưu điểm:

✓ Kinh tế (ít dây, thiết bị cắt là CB ít cực, không dùng RCD đắt tiền)

## ☐ Khuyết điểm:

- ✓ Không đảm bảo tính liên tục cung cấp điện
- ✓ Cần đặt thêm nhiều R<sub>nđll doc</sub> theo dây PEN
- ✓ Đòi hỏi phải kiểm tra tính hiệu quả của CB khi vừa lắp đặt
- ✓ Dòng chạm lớn ⇒ Nguy cơ cháy nố cao, nhiễu điện từ lớn.

## So sánh sơ đồ TN-C và TN-S

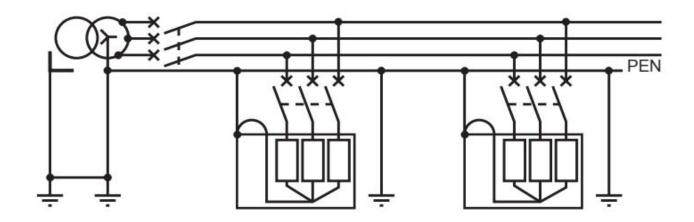


Fig. E13: TN-C system

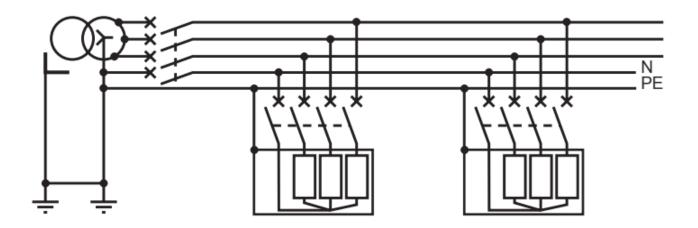


Fig. E14: TN-S system

### Cách thực hiện

- ✓ Vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên được nối với dây bảo vệ PE. Dây PE được nối với trung tính của máy biến áp tại đầu sơ đồ TN-S.
- ✓ Dây PE tách biệt với dây trung tính và được định kích cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể xảy ra. Đối với cáp có vỏ bọc chì, dây bảo vệ thường là vỏ chì.
- ✓ Dây PE không được nối đất lập lại nhằm tranh tạo nên điện áp rơi và dòng trên dây PE trong điều kiện vận hành bình thường.

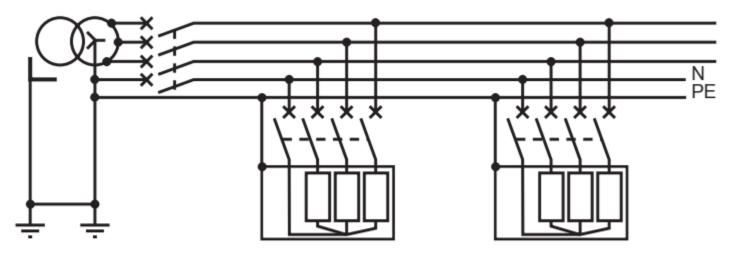


Fig. E14: TN-S system

### Chạm gián tiếp

### ☐ Bố trí bảo vệ chống chạm điện:

- ✓ Do dòng sự cố và điện áp tiếp xúc lớn nên phải tự động ngắt điện khi có hư hỏng cách điện;
- ✓ Các CB, cầu chì sẽ đảm nhận vai trò ngắt điện (hoặc các RCD), vì bảo vệ chống chạm điện sẽ tách biệt với bảo vệ ngắn mạch pha – pha hoặc pha – trung tính. Các đặc tính tương tự như của sơ đồ TN-C sẽ được sử dụng.

Hệ quả

### ☐ Quá áp:

✓ Trong điều kiện bình thường, trung tính MBA, vỏ các thiết bị sẽ có cùng điện thế, thậm chí ngay cả khi xảy ra hiện tượng quá độ.

### ☐ Chống cháy:

✓ Sử dụng RCD với dòng tác động ≤ 500mA sẽ tránh được hỏa hoạn do điện. Những hư hỏng này xảy ra do hư hỏng cách điện hoặc ngắn mạch qua tổng trở.

### ☐ Tương hợp điện từ:

- ✓ Trong điều kiện bình thường, trên PE không có sụt áp và các nhược điểm của sơ đồ TN-C được khắc phục.
- ✓ Nếu bảo vệ chống chạm gián tiếp có trang bị RCD: để tránh nhiễu hài bậc ba, thường dùng dòng rò lớn (lớn hơn 1A).

# Úng dụng, ưu - khuyết điểm

### ☐ Ứng dụng:

- ✓ Sơ đồ TN-C là bắt buộc đối với các dây nhỏ hơn 10mm² (dây Cu) và 16mm² (dây Al) và cho các thiết bị điện di động.
- ✓ Sơ đồ TN-S nên dùng cho
  - Lưới được theo dõi kiểm tra thường xuyên (đo lường tổng trở)
  - Lưới không mở rộng, cải tạo (cần kiểm tra lại đk bảo vệ của CB)
  - Sơ đồ này thường chỉ cần các RCD có độ nhạy trung bình.

#### □ Ưu điểm:

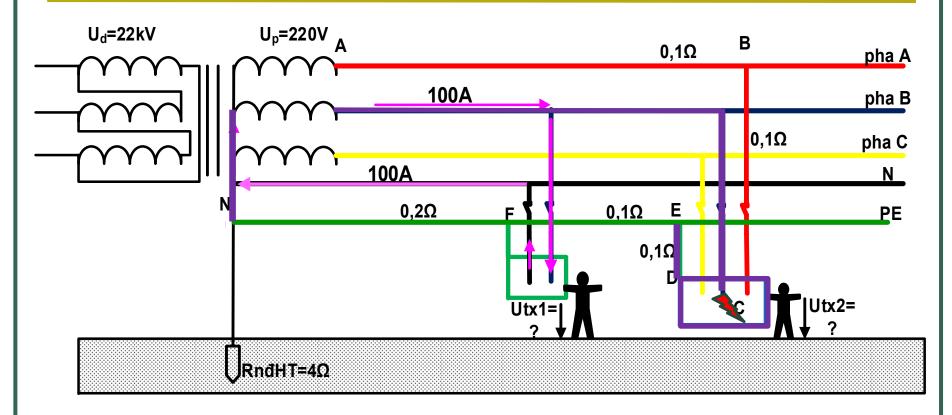
- ✓ Trong điều kiện làm việc bình thường, trên dây PE không có sụt áp ⇒ không tạo nên nhiễu điện từ.
- ✓ Kinh tế (dùng CB cắt dòng chạm vỏ)

### ☐ Khuyết điểm:

- ✓ Dòng chạm lớn ⇒ Nguy cơ cháy nổ cao, nhiễu điện từ lớn
- ✓ Không đảm bảo tính liên tục cung cấp điện.

### Ví dụ tính toán 1:

### Chạm vỏ pha B - Thiết bị 2



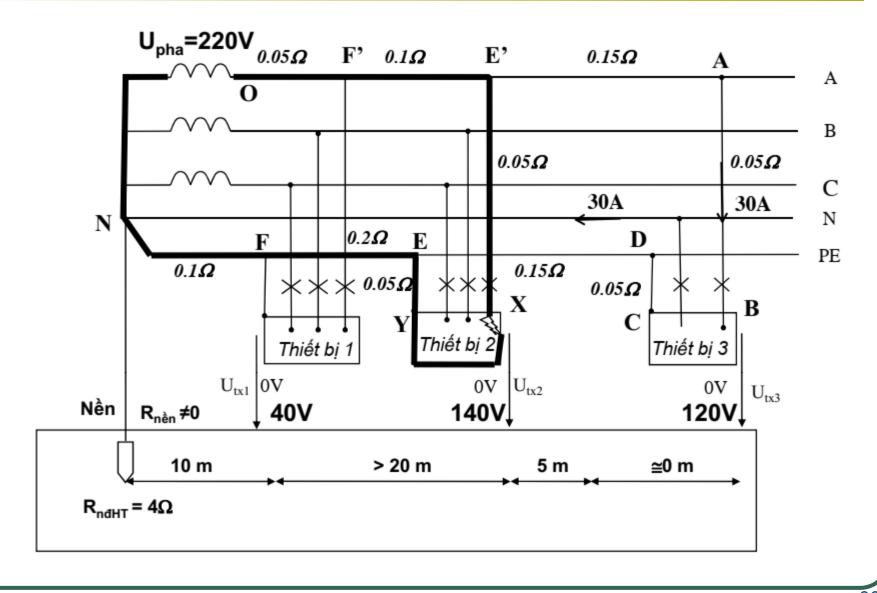
- ✓ Dòng chạm vỏ:  $I_{cham} = 220/0,6=366,67 \text{ A}$
- ✓ Điện áp tiếp xúc:

$$U_{tx1} = U_{FN} = R_{FN}.I_{cham} = 0,2.366,67 = 73,33 \text{ V}$$

$$U_{tx2} = U_{DN} = R_{DN} \cdot I_{cham} = 0,4.366,67 = 146,67 \text{ V}$$

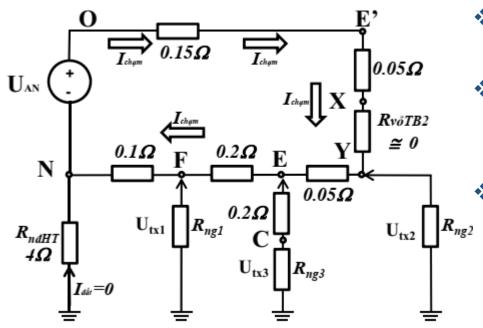
## Ví dụ tính toán 2:

## Chạm vỏ pha A - Thiết bị 2



### Ví dụ tính toán 2:

### Chạm vỏ thiết bị 2 - pha A



- ❖ Bình thường: Dây PE không điện  $U_{tx1} = U_{tx2} = U_{tx3} = 0V$ .
- Dòng chạm vỏ có giá trị lớn, chạy trên dây pha và dây PE, không khép mạch qua R<sub>nđHT</sub>
- ❖ Dòng chạm vỏ:

$$I_{\text{cham}} = \frac{220}{0,15+0,1+0,3} = 400A$$

### Trung tính nguồn $N \cong Dất \rightarrow U_{n-dất} = 0$

$$U_{tx} = R_{PE}.I_{cham}$$

$$U_{tx1} = U_{FN} = R_{FN}.I_{cham} = 0,1.400 = 40 \text{ V}$$

$$U_{tx2} = U_{yy} = R_{yy}.I_{cham} = 0,35.400 = 140 \text{ V}$$

$$U_{tx3} = U_{CN} = R_{EN}.I_{cham} = 0,3.400 = 120 V$$

- ⇒ Dòng chạm vỏ và điện áp tiếp xúc lớn tương tự sơ đồ TN-C
- ⇒ Dùng CB cắt dòng chạm vỏ.

# Sơ đồ TN-C-S

- ✓ Sơ đồ TN-C và TN-S có thể được sử dụng trong cùng một lưới.
- ✓ Trong sơ đồ TN-C-S, TN-C (4 dây) cấm sử dụng sau TN-S.
- ✓ Bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp tương tự trong sơ đồ TN-C và TN-S.

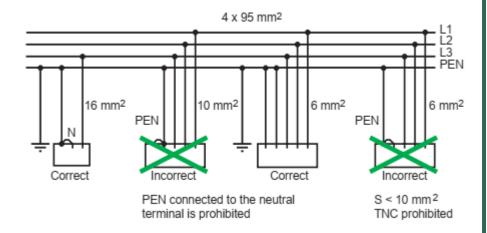


Fig. E7: Connection of the PEN conductor in the TN-C system

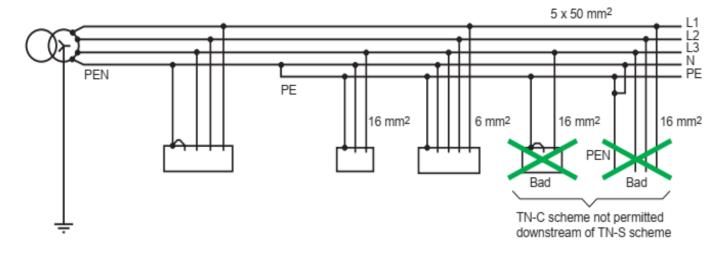


Fig. E6: TN-C-S system

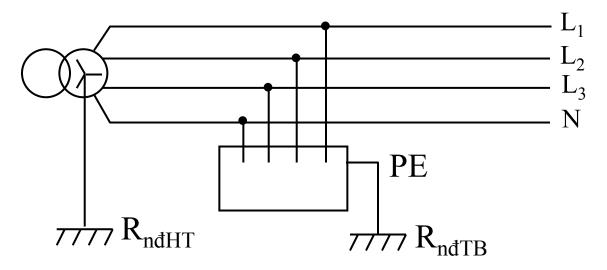


### IV.3 SƠ ĐỒ NỐI ĐẤT AN TOÀN TT

# Sơ đồ TT



# Sơ đồ TT (3 pha 5 dây)



PE - Protective Earth

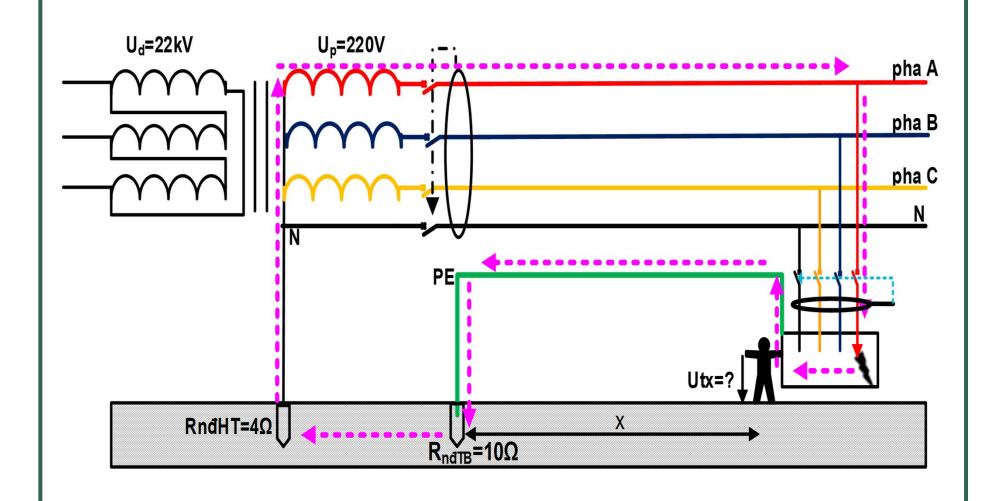
# Sơ đồ TT

#### ☐ Cách thực hiện:

- ✓ Điểm nối sao của nguồn sẽ được nối đất trực tiếp ( $R_{ndHT} = 4\Omega$ )
- Các bộ phận cần nối đất (vỏ kim loại của các thiết bị) và vật dẫn tự nhiên sẽ nối chung tới cực nối đất riêng biệt của lưới (thông qua dây PE hoặc nối đất trực tiếp tại chỗ). Dây PE riêng biệt với dây trung tính và được định cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể xảy ra. Đối với lưới phân phối, tiết diện của PE có thể nhỏ hơn so với trường hợp sơ đồ TN-S.
- ✓ Điện cực này có thể độc lập hoặc phụ thuộc về điện với điện cực của nguồn, hai vùng ảnh hưởng có thể bao trùm lẫn nhau mà không tác động đến thao tác của các thiết bị bảo vệ.

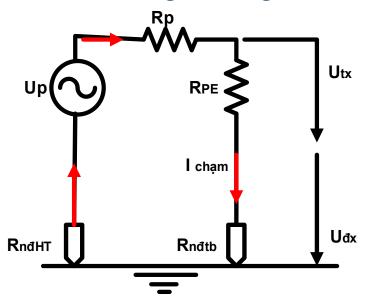


# Chạm vỏ



# Chạm vỏ trong sơ đồ TT

Sơ đồ tương đương khi chạm vỏ



$$I_{\text{cham}} = \frac{U_{\text{p}}}{R_{\text{ndHT}} + R_{\text{ndtb}}}$$

Bỏ qua R<sub>p</sub> và R<sub>PE</sub>

$$U_{tx} = I_{cham}.R_{ndtb} - V_{dx}$$

$$V_{dx} = \frac{I_{d}.\rho_{dat}}{2\pi.x} \quad (x\neq 0; x\neq \infty)$$

$$x = 0$$
,  $V_{dx} = I_{d} \cdot R_{ndtb} \Rightarrow U_{tx} = 0$ 

$$X = \infty$$
,  $V_{dx} = 0 \Rightarrow U_{tx} = I_{d} \cdot R_{ndtb}$ 

# Bảo vệ chống chạm gián tiếp

- ❖ Tự động ngắt khi có sự cố hư hỏng cách điện được thực hiện bằng RCD. Dòng tác động của nó phải nhỏ do có điện trở mắc nối tiếp của 2 điện cực đất.
- ❖ RCD thường được lắp thêm dưới dạng rơ-le vào CB và dưới dạng RCCB vào cầu chì. Chúng có thể bảo vệ mạch đơn hoặc nhóm mạch và dòng thao tác thường được chọn theo giá trị lớn nhất của điện trở cực nối đất của các vỏ thiết bị.
- ❖ Sự có mặt của RCD làm đơn giản hóa thiết kế và các điều kiện ràng buộc. Không cần thiết phải biết tổng trở nguồn và không có giới hạn về chiều dài mạch (ngoại trừ khi cần tránh sụt áp quá lớn). Lưới có thể được cải tạo hoặc mở rộng mà không cần tính lại hoặc đo lại.

# Bảo vệ chống chạm gián tiếp

## ☐ Điều kiện an toàn:

 $\clubsuit$  Điều kiện để tính toán kiểm tra: $|R_{\rm nd}.I_{\Delta n} \le U_{\rm cp}$ 

$$R_{nd}.I_{\Delta n} \le U_{cp}$$

I<sub>∆n</sub> – dòng ngưỡng cắt rò của RCD U<sub>cp</sub> – điện áp cho phép

❖ Nếu chọn RCD trước:

$$R_{nd} \le \frac{U_{cp}}{I_{\Delta n}}$$

❖ Nếu chọn R<sub>nđ</sub> trước, dòng cắt ngưỡng RCD:

$$\left| I_{\Delta n} \leq \frac{U_{cp}}{R_{nd}} \right|$$

# Bảo vệ chống chạm gián tiếp

Protection by automatic disconnection of the supply used in TT system is by RCD

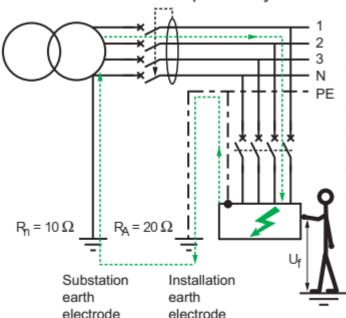
of sensitivity: 
$$I_{\Delta n} \leq \frac{50}{R_A}$$

where

R<sub>A</sub> is the resistance of the earth electrode for the installation

 $I_{\Delta n}$  is the rated residual operating current of the RCD

For temporary supplies (to work sites, ...) and agricultural and horticultural premises, the value of 50 V is replaced by 25 V.



#### Example (see Fig. F9)

- The resistance of the earth electrode of substation neutral R<sub>n</sub> is 10 Ω.
- The resistance of the earth electrode of the installation R<sub>A</sub> is 20 Ω.
- The earth-fault loop current I<sub>d</sub> = 7.7 A.
- The fault voltage  $U_f = I_d \times R_A = 154 \text{ V}$  and therefore dangerous, but  $I_{\Delta n} = 50/20 = 2.5 \text{ A}$  so that a standard 300 mA RCD will operate in about 30 ms without intentional time delay and will clear the fault where a fault voltage exceeding appears on an exposed-conductive-part.

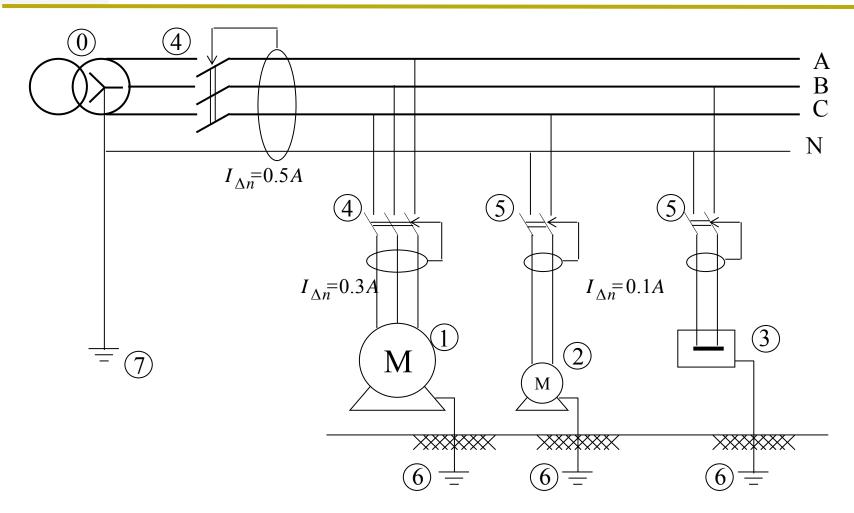
Uo <sup>(1)</sup> (V)	T (s)
50 < Uo 120	0.3
120 < Uo ≤ 230	0.2
230 < Uo ≤ 400	0.07
Uo > 400	0.04

(1) Uo is the nominal phase to earth voltage

Fig. F9: Automatic disconnection of supply for TT system

Fig. F10: Maximum disconnecting time for AC final circuits not exceeding 32 A

# Sơ đồ phối hợp RCD với hệ thống nối đất TT



Hình : 0 - MBA nguồn; 1 - Động cơ  $3\varphi$ ; 2 - Động cơ  $1\varphi$ ; 3 - Tải bt 4 - CBR 3 cực; 5 - CBR 1 cực; 6 - Nối đất Vỏ; 7 - Nối đất HT



### Hệ quả

#### ☐ Tương hợp điện từ:

- ✓ Trong điều kiện bình thường, trên dây PE không bị sụt áp và các khuyết điểm như của sơ đồ TN-C.
- ✓ Khi có hư hỏng cách điện, dòng sự cố thường nhỏ. Độ sụt áp, các nhiễu điện từ và sự khác biệt điện áp quá độ giữa thiết bị được nối với nhau bằng cáp bọc thường nhẹ hơn so với sơ đồ TN-S.
- ✓ Nhờ có RCD cắt, dòng sự cố chỉ tồn tại trong thời gian ngắn và có giá trị nhỏ.

#### ☐ Hỏa hoạn:

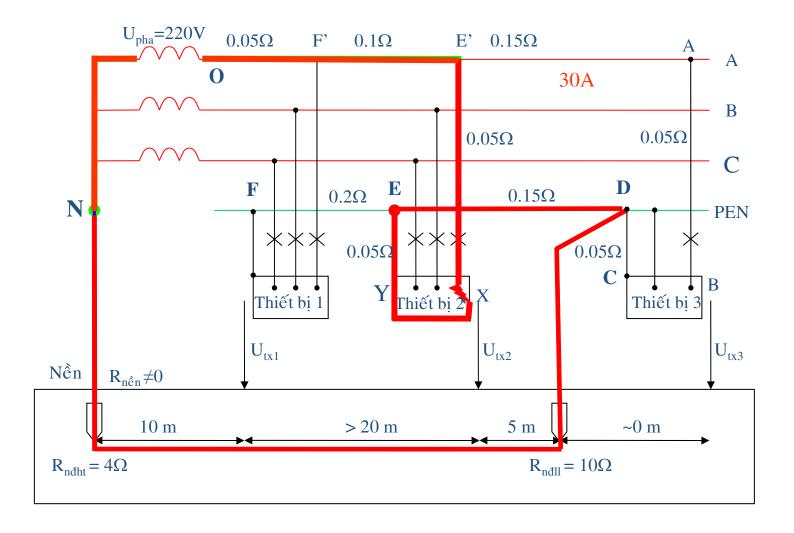
✓ Sử dụng RCD với dòng ≤ 500mA sẽ tranh được hỏa hoạn do điện.

# Sơ đồ TT

#### ☐ Ứng dụng:

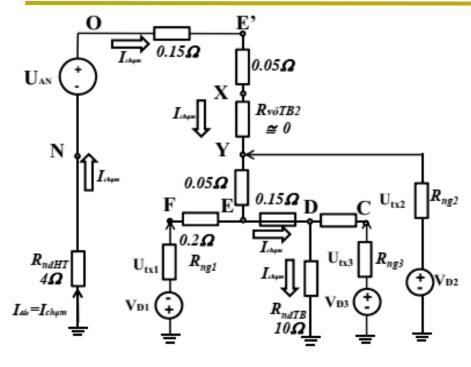
- ✓ Do tính đơn giản và ít ảnh hưởng nhiễu điện từ, sơ đồ TT được sử dụng rộng rãi.
- ✓ Sử dụng thay thế TN ở các điểm cơ khí nhỏ, trên các công trình xây dựng, các xưởng thủ công ... Ở đó, thường sử dụng các phụ tải điện di động, cầm tay có công suất nhỏ và gặp khó khăn hoặc không kinh tế khi kéo dây trung tính bảo vệ PE đến nơi dùng điện.
- ✓ Khi đó, tại mỗi thiết bị dùng điện ta thực hiện nối đất cho nó. Biện pháp này có thể áp dụng khi công suất phụ tải nhỏ và việc nối đất dễ thực hiện, hay đã có sẵn nối đất tự nhiên (cọc, móng bằng cốt thép của công trình).
- ✓ Hệ thống TT sử dụng phổ biến ở nơi có nhiều thiết bị thông tin điện tử
- ✓ Sử dụng tại nơi có yêu cầu chống giật, chống cháy nổ cao như các tòa nhà cao tầng, khách sạn, các xí nghiệp với vật liệu dễ cháy... Khi đó, dây PE phải được nối đất đẳng thế với đất tại mọi vị trí.

# Ví dụ tính toán:



# Ví du tính toán:

### Cham vỏ thiết bị 2 – pha A



- ❖ Bình thường: Dây PE không điện  $U_{tx1} = U_{tx2} = U_{tx3} = 0V.$
- ❖ Dòng chạm vỏ có giá trị khá lớn, chạy trên dây pha và dây PE, khép mạch qua R<sub>nđtb</sub> và R<sub>nđHT</sub>
- ❖ Dòng chạm vỏ:

$$I_{cham} = \frac{U_{pha cham}}{R_{pha\Sigma} + R_{PEN\Sigma} + R_{ndtb} + R_{ndHT}}$$

$$I_{cham} = \frac{220}{0.2 + 0.2 + 10 + 4} = 15,278 \text{ A}$$

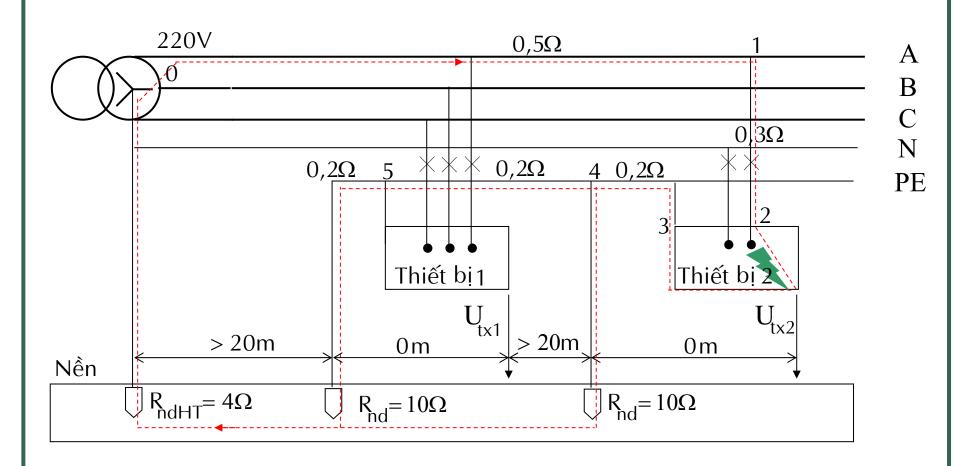
$$U_{tx1} = U_{F-dat} - V_{D1} = 10,15.I_{cham} + \frac{\rho_{dat}I_{cham}}{2\pi.10} = 179,387\,V \\ \Rightarrow \text{Dùng RCD cắt dòng}$$

$$U_{tx2} = U_{Y-dat} - V_{D2} = 10, 2.I_{cham} - \frac{\rho_{dat}I_{cham}}{2\pi.5} = 17,204 V$$

$$U_{tx3} = U_{C-dat} - V_{D3} = 10.I_{cham} - R_{ndtb}.I_{cham} = 0 V$$

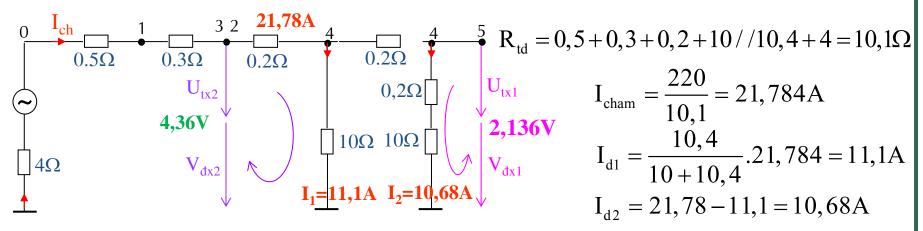
chạm vỏ.

# Ví dụ về mạng TT với 2 thiết bị và 2 điểm nối đất



Ví dụ tính toán sơ đồ TT

# Ví dụ về mạng TT với 2 thiết bị và 2 điểm nối đất



### Sơ đồ phân bố dòng chạm vỏ

$$U_{tx1} = V_{5-d} - V_{d1} = 10, 2.I_{d2} - R_{nd}I_{d2} = 2,136V$$

$$U_{tx2} = V_{3-d} - V_{d2} = 0, 2.I_{cham} + 10I_{d1} - R_{nd}.I_{d1} = 4,356V$$

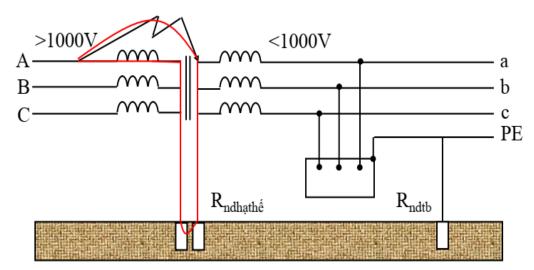
#### ❖ Nhận xét:

✓ Việc nối đẳng thế dây PE và đất sẽ giảm được U<sub>tx</sub> rất nhiều.

# Một số sự cố trong sơ đồ TT

### a) Sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp:

✓ Xảy ra do hỏng cách điện giữa MV và LV của MBA nguồn. Khi đó có 1 dòng chạm đất chảy qua R<sub>nđ</sub> của MV và LV như hình:



$$I_{ ext{d} ilde{ ilde{a} ilde{t}}} = rac{U_p}{R_{ ext{n} ext{d} ilde{a} ext{t}} + Z_{ ext{d} ilde{a} ext{y}}}$$

❖ Điện áp đặt lên R<sub>nđHa</sub>:

$$U_n = I_{d\acute{a}t} \cdot R_{ndHa}$$

Điện áp đặt lên vỏ thiết bị:

$$U_{\text{vo-pha}} + U_{\text{vo-dat}} - U_{\text{n}} - U_{\text{pha}} = 0$$

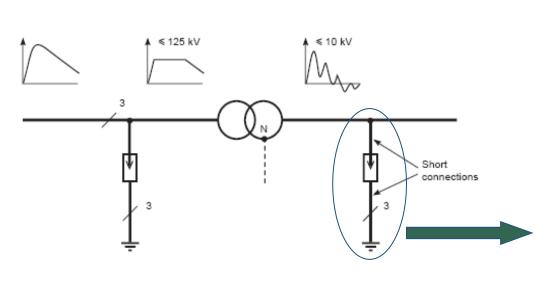
$$U_{\text{vo-pha}} = U_{\text{pha}} + U_{\text{n}} > U_{\text{pha}}$$

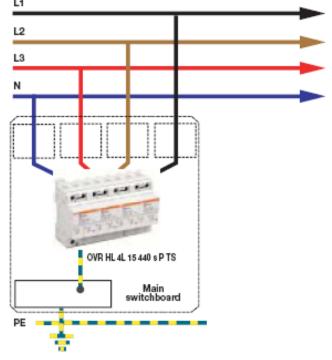
- ⇒ Có thể gây quá áp và chọc thủng cách điện thiết bị phía hạ thế
- ❖ <u>Biện pháp:</u> sử dụng thiết bị hạn chế quá áp LA (Lighting Arrester) đặt ở đầu ra phía hạ thế của MBA.

# Một số sự cố trong sơ đồ TT

### b) Ảnh hưởng của sét:

✓ Khi có sóng sét trên MV, sóng sẽ truyền qua MBA và gây nên quá áp phía hạ. ⇒ Đặt thiết bị giới hạn điện áp (TB chống sét) tại đầu mạng LV.

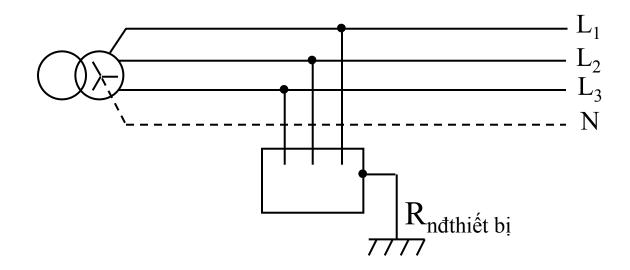






# IV.4 SƠ ĐỒ NỐI ĐẤT AN TOÀN IT

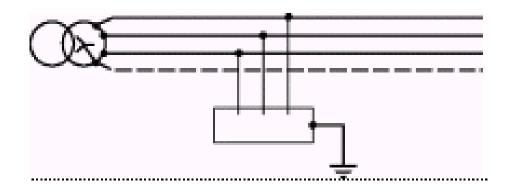




Vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên được nối đất tới một điện cực nối đất chung

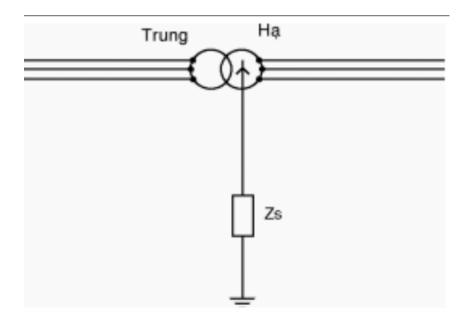
#### ❖ Sơ đồ IT loại 1:

✓ Trung tính cuộn hạ biến áp phân phối và đất hoàn toàn cách ly. Các vỏ kim loại và vật dẫn tự nhiên sẽ nối tới cực nối đất.

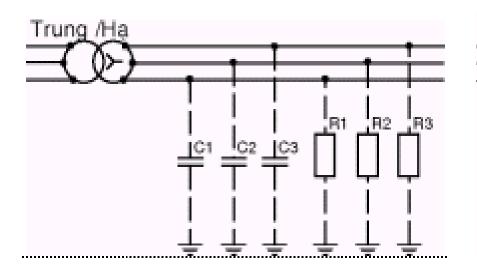


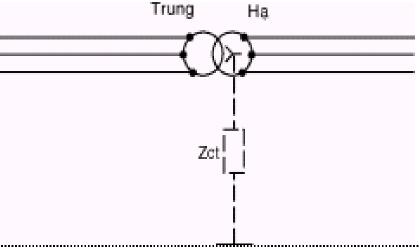
### ❖ Sơ đồ IT loại 2:

 Một điện trở (1-2kΩ) được nối giữa điểm trung tính cuộn hạ MBA và đất.



✓ Trên thực tế đường dây tồn tại tổng trở với đất (điện trở, điện dung)





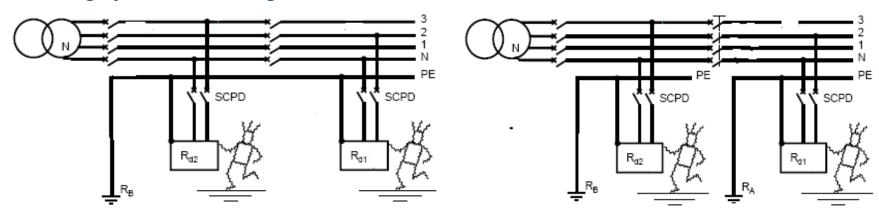
#### ❖ Ví dụ:

Trong sơ đồ 3 pha, 3 dây hạ áp, 1Km cáp sẽ cho tổng trở rò  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  và  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  và tương đương với một  $Z_{ct}$  bằng 3000 đến 4000 $\Omega$ 

### Cách thực hiện

#### ☐ Cách nối đất:

- ✓ Điểm trung tính MBA được cách ly hay nối đất qua điện trở và bộ hạn chế quá áp.
- √ Vỏ và vật dẫn tự nhiên được nối với điện cực nối đất riêng.
- ✓ Dây PE tách biệt dây trung tính và được định cỡ theo dòng sự cố lớn nhất có thể.
- ☐ Bố trí bảo vệ chống chạm điện gián tiếp:
- ✓ Dòng sự cố khi hư hỏng cách điện một điểm thường thấp, không nguy hiểm, không cần cắt.



Nối đất với dây PE hoặc riêng cho từng thiết bị

Sơ đồ IT Hệ quả

#### ☐ Quá áp:

✓ Điều kiện thường, dây trung tính, vỏ thiết bị và cực nối đất có chung một điện thế. Khi sự cố trung áp chạm qua hạ áp, điện áp xuất hiện có thể vượt quá điện áp chịu đụng của thiết bị hạ thế ⇒ Đặt bộ hạn chế quá áp.

### ☐ Tính liên tục cung cấp điện:

✓ Sự cố thứ nhất, thiết bị làm việc bình thường. Sự cố điểm thứ 2 trên pha khác tạo dòng ngắn mạch 2 pha lớn gây nguy hiểm. Cách điện thiết bị cần được chọn theo điều lưu ý này.

#### ☐ Tương hợp điện từ:

✓ Trong điều kiện bình thường và thậm chí khi có sự cố chạm vỏ điểm thứ nhất, dòng sự cố thấp ⇒ Không gây sụt áp và nhiễu điện từ

Hệ quả

#### ☐ Hỏa hoạn:

✓ Sử dụng bộ kiểm soát hư hỏng cách điện và có thể dùng RCD với dòng ≤ 50mA để tránh hỏa hoạn do điện.

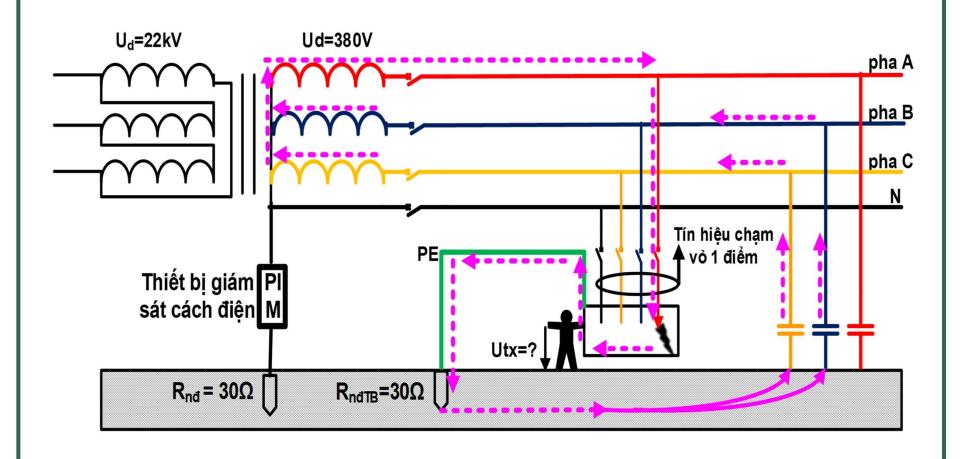
### ☐ Thiết kế và vận hành:

- ✓ Các nhân viên bảo trì được huấn luyện để có khả năng định vị đúng và loại trừ sự cố điểm thứ nhất.
- ✓ Công trình điện cần được thiết kế cẩn thận: sử dụng sơ đồ IT khi có yêu cầu cao về liên tục cung cấp điện, khảo sát ảnh hưởng của dòng rò và chú ý tới RCD, cô lập và phân chia lưới,...
- ✓ Nếu RCD 30mA được dùng để bảo vệ ổ cắm thì: Dòng rò điện dung đất phía sau RCD không được vượt quá 10mA. Nếu các tải không quan trọng lắm, thiết bị RCD sẽ tác động khi có sự cố hư hỏng cách điện điểm thứ nhất và loại trừ nó. Nếu không, nên tránh sử dụng ổ cắm hoặc cần phải thực hiện các biện pháp khác.

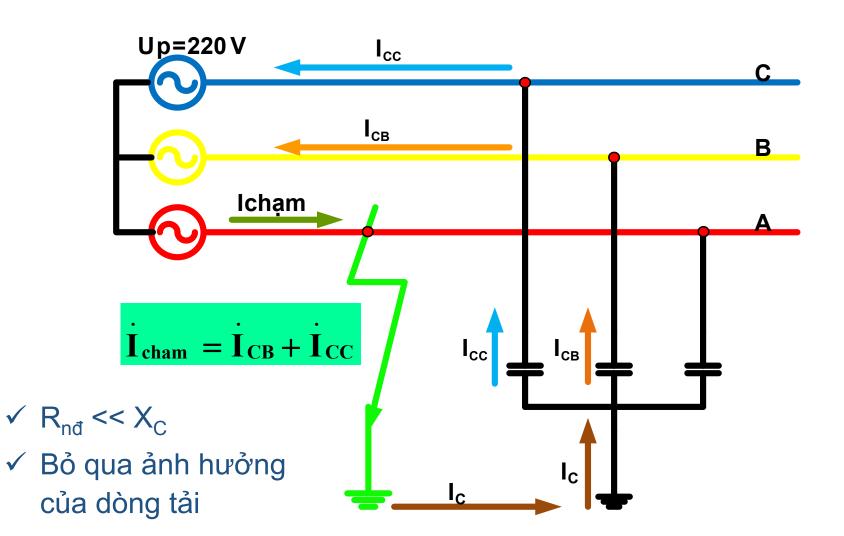
### Tính toán sơ đồ IT

- ☐ Sơ đồ IT loại I (trung tính cách ly)
  - > Sự cố chạm điểm thứ nhất
  - Sự cố chạm điểm thứ hai
- ☐ Sơ đồ IT loại II (nối đất qua tổng trở)
  - > Sự cố chạm điểm thứ nhất
  - > Sự cố chạm điểm thứ hai

# Chạm điểm thứ nhất



# Chạm điểm thứ nhất



## Chạm điểm thứ nhất

# $\dot{\mathbf{U}}_{\mathrm{dat}} = \dot{\mathbf{U}}_{\mathbf{A}}$

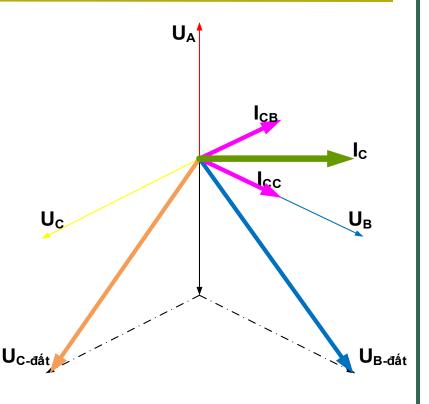
$$\begin{cases} \dot{U}_{A-dat} = 0 \\ \dot{U}_{B-dat} = \dot{U}_B - \dot{U}_{dat} = \dot{U}_B - \dot{U}_A = U_{day} \angle -150^0 \\ \dot{U}_{C-dat} = \dot{U}_C - \dot{U}_{dat} = \dot{U}_C - \dot{U}_A = U_{day} \angle 150^0 \end{cases}$$

✓ Dòng rò pha sau chạm:

$$\dot{I}_{\mathrm{CB}} = \frac{\dot{U}_{\mathrm{B-dat}}}{\dot{X}_{\mathrm{Cpha-dat}}} = \frac{\sqrt{3} U_{\mathrm{pha}} \angle -150^{\circ}}{X_{\mathrm{Cpha}} \angle -90^{\circ}} = \sqrt{3}.I_{\mathrm{ro}~1~\mathrm{pha}} \angle -60^{\circ}~~\mathbf{U}_{\text{C-dát}}$$

$$\dot{I}_{\rm CC} = \frac{\dot{U}_{\rm C-dat}}{\dot{X}_{\rm Cpha-dat}} = \frac{\sqrt{3}U_{\rm pha}\angle 150^{\circ}}{X_{\rm Cpha}\angle -90^{\circ}} = \sqrt{3}.I_{\rm ro\ 1\ pha}\angle 240^{\circ}$$

$$I_{cham} = \dot{I}_{CB} + \dot{I}_{CC} = \frac{3U_{pha} \angle - 90^{O}}{X_{Cpha}} = 3.I_{ro \ 1 \ pha} \angle - 90^{\circ}$$



⇒ Dòng chạm tống bằng 3.I<sub>rò 1 pha</sub> khá bé, không gây nguy hiểm.

# Cham điểm thứ nhất

$$I_{cham} = \frac{\sqrt{3}U_d}{Xc} = \frac{3U_p}{Xc}$$

$$I_{cham} = \frac{\sqrt{3} U_d}{Xc} = \frac{3U_p}{Xc}$$

$$I_{N} = 3 * 220 / 10 = 66 \text{ mA}$$

$$U_{tx} = I_{ch} * R_{ndtb} = 0.066A * 30\Omega = 1.98 \text{ V}$$

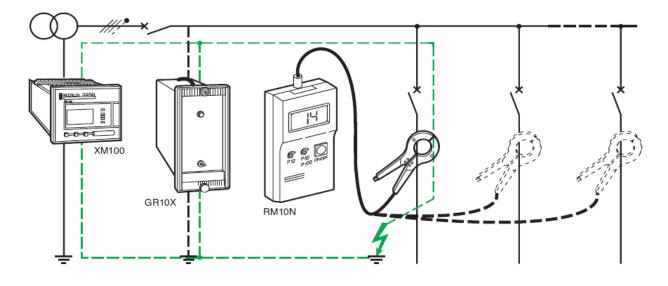
$$\begin{cases} \dot{U}_{A-dat} = 0 \\ \dot{U}_{B-dat} = U_{pha-vo} = \dot{U}_B - \dot{U}_A = U_{day} \angle -150^0 & \Rightarrow \text{Thiết bị phải} \\ \dot{U}_{C-dat} = U_{pha-vo} = \dot{U}_C - \dot{U}_A = U_{day} \angle 150^0 & \text{cao bằng $U_{dây}$} \end{cases}$$

- Không gây nguy hiểm cho người
- Không gây cháy nổ, không gây nhiễu
- Đảm bảo tính liên tục cung cấp điện cao

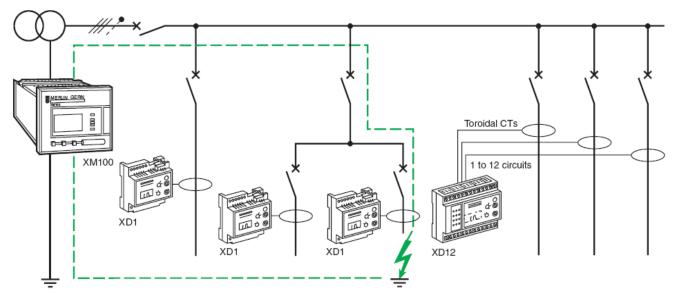
# Bảo vệ chống chạm vỏ 1 điểm

- \* Phát hiện thiết bị chạm vỏ bằng
  - RCD có độ nhạy cao
  - Bộ giám sát cách điện thường trực PIM
- \* Cắt thiết bị chạm vỏ bằng tay

# Định vị chạm đất 1 điểm trong mạng IT



### a. Bằng tay



#### b. Tự động

# Thiết bị dò tìm sự cố chạm vỏ 1 điểm trong mạng IT

Ampe këm đo dòng rò MEGGER DCM300 (Earth Leakage Clamp Meter)



- ▶ Độ phân giải cao
- ► Giữ được dữ liệu
- ► Tự động chuyển tầm đo
- ► Gọng kềm rộng : 40mm
- ▶ Đinh mức an toàn CATIII 300V
- ► 4 tầm đo: 30mA, 300mA, 30A

& 300A

# **Megger DET14C Earth Resistance Clamp Tester**



- ► Đo Rnđ từ 0.05Ω tới 1500Ω
- ► Đo trị hiệu dụng dòng rò từ 0.5mA tới 35A
- ► Gọng kềm 37mm hoặc 50mm
- ► Tự động chỉnh tầm đo
- ► Báo tín hiệu nếu quá cao hoặc quá thấp
- ► Bộ nhớ trữ được 256 số liệu
- ► Màn hình hiển thị LCD
- ► Có bảo vệ quá dòng
- ► Tự động tắt nguồn (configurable)
- ► Earth Resistance Clamp Tester có mức danh định an toàn CAT IV 600V

# Thiết bị dò tìm sự cố chạm vỏ 1 điểm trong mạng IT

Kewtech KEW 2432 Sensitive Earth Leakage Clamp Meter

Ampe kềm đo dòng rò



#### **KEWTECH KEW2432 Clamp Meter**

- ▶ Tầm đo 4mA / 40mA / 100Amps AC
- ► Khoảng chia tới 0.001mA
- ▶ Dùng định vị sự cố khi có rò điện và mạng IT được bảo vệ chạm vỏ 1 điểm bằng RCD
- ► Có nút chuyển chọn tần số để hạn chế sóng hài
- ► Kiềm đo 40mm
- ► Có chức năng giữ được trị đỉnh
- ► Có chức năng chờ tiết kiệm pin
- ► Có chức năng lưu trữ thông tin
- ▶ Phù hợp tiêu chuẩn IEC61010-1 CAT. II 300V

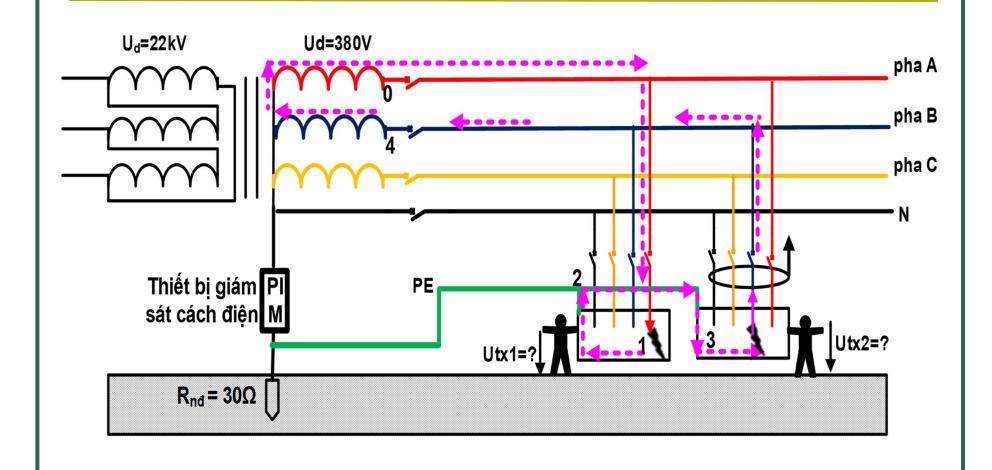
Kewtech KEW 2434 Earth Leakage Clamp Meter



#### **KEWTECH KEW2434 Clamp Meter**

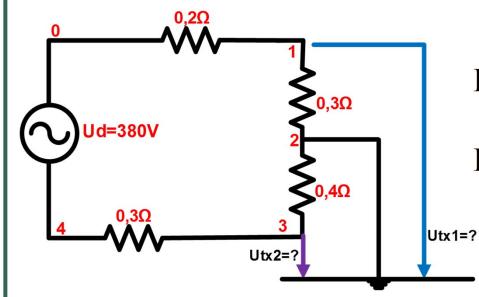
- ► Tầm đo 400mA / 40A / 100Amps AC
- Khoảng chia tới 0.1mA
- ▶ Dùng định vị sự cố khi có rò điện và mạng IT được bảo vệ chạm vỏ 1 điểm bằng RCD
- ► Có nút chuyển chọn tần số để hạn chế sóng hài
- ► Kiềm đo 28mm
- ► Có chức năng chờ tiết kiệm pin
- ► Có chức năng lưu trữ thông tin
- ► Phù hợp tiêu chuẩn IEC61010-1 CAT. II 300V

# Chạm vỏ điểm thứ hai



# Chạm vỏ điểm thứ hai

Sơ đồ tương đương:



✓ Dòng chạm vỏ:

$$I_{cham} = \frac{U_d}{R_{\Sigma}} = \frac{380}{0,2+0,3+0,4+0,3}$$

$$I_{cham} = 316,67(A)$$

✓ Điện áp tiếp xúc của người 1:

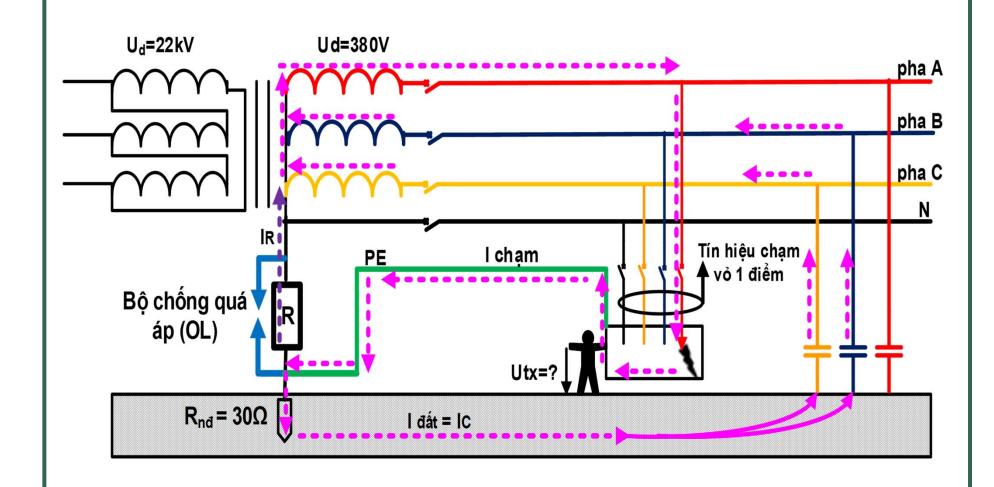
$$U_{tx1} = I_{cham}.R_{12} = 316,67.0,3 = 95(V)$$

⇒ Cần phải cắt nhanh hai thiết bị chạm vỏ bằng CB hoặc cầu chì.

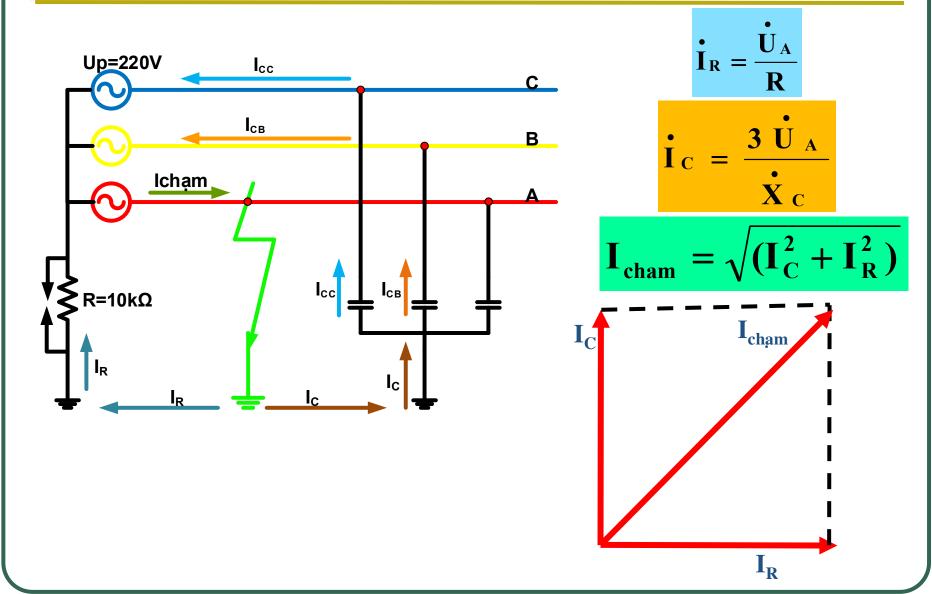
✓ Điện áp tiếp xúc của người 2:

$$U_{tx2} = -I_{cham}.R_{23} = -316,67.0,4 = -126,67(V)$$

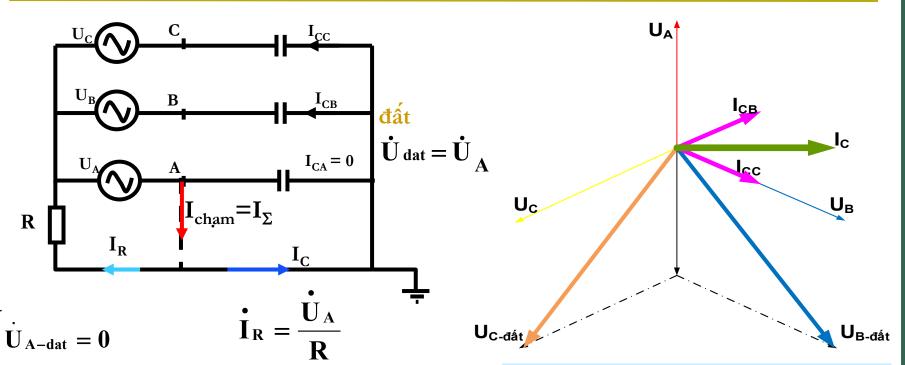
# Chạm vỏ điểm thứ nhất



# Chạm vỏ điểm thứ nhất



# Chạm vỏ điểm thứ nhất



$$\dot{\dot{U}}_{B-dat} = \dot{\dot{U}}_B - \dot{\dot{U}}_{dat} = \dot{\dot{U}}_B - \dot{\dot{U}}_A = U_{day} \angle -150^0$$

$$\dot{\mathbf{U}}_{\mathrm{C-dat}} = \dot{\mathbf{U}}_{\mathrm{C}} - \dot{\mathbf{U}}_{\mathrm{dat}} = \dot{\mathbf{U}}_{\mathrm{C}} - \dot{\mathbf{U}}_{\mathrm{A}} = \mathbf{U}_{\mathrm{day}} \angle 150^{\mathrm{o}}$$

$$\dot{\mathbf{I}}_{C} = \dot{\mathbf{I}}_{CB} + \dot{\mathbf{I}}_{CC} = \frac{\dot{\mathbf{U}}_{B-dat} + \dot{\mathbf{U}}_{C-dat}}{\dot{\mathbf{X}}_{Cpha-dat}}$$

$$I_{C} = \frac{U_{d} \angle -150^{O} + U_{d} \angle 150^{O}}{\dot{X}_{C}} = \frac{\sqrt{3}U_{d} \angle 180^{O}}{\dot{X}_{C}} = \frac{-3\dot{U}_{A}}{\dot{X}_{C}} = \frac{3U_{p} \angle -90^{O}}{X_{C}}$$

# Chạm vỏ điểm thứ nhất

## ❖ Kết quả:

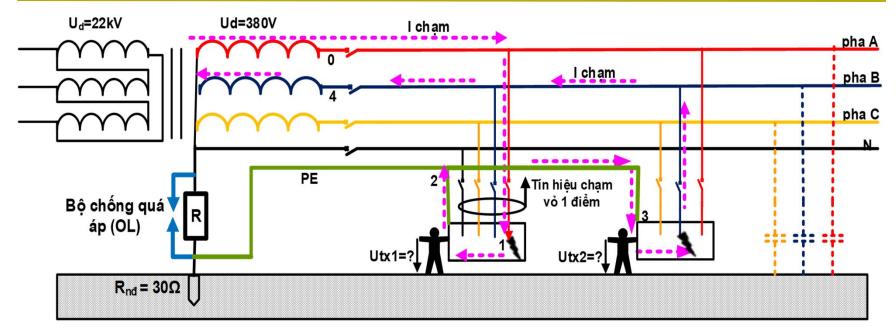
$$I_{R} = \frac{220 \text{ V}}{10 \text{ K}\Omega} = 22 \text{ mA}$$
  $I_{C} = \frac{220 \text{ V} \times 3}{10 \text{ K}\Omega} = 66 \text{ mA}$ 

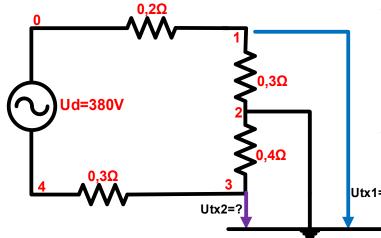
$$I_{cham} = \sqrt{(66^2 + 22^2)} = 69.57 \text{ mA}$$

$$U_{tx} = I_{ch} * R_{ndtb} = 0.06957A * 30\Omega = 2.087 V$$

- Không gây nguy hiểm cho người
- Không gây cháy nổ, nhiễu
- Đảm bảo tính liên tục cấp điện cao

# Chạm vỏ điểm thứ hai





✓ Dòng chạm vỏ điểm thứ hai:

$$I_{cham} = \frac{U_{dây}}{R_{td}} = \frac{380}{1,2} = 316,67 \,A$$

✓ Điện áp tiếp xúc:

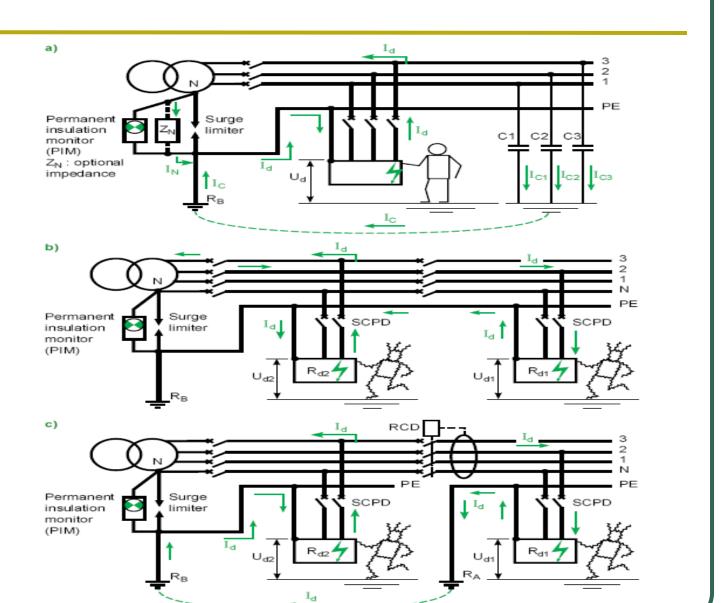
$$U_{tx1} = R_{12} I_{cham} = 0,3.316,67 = 95V$$

$$U_{tx2} = -R_{32}.I_{cham} = -0.4.316.67 = -126.67V$$

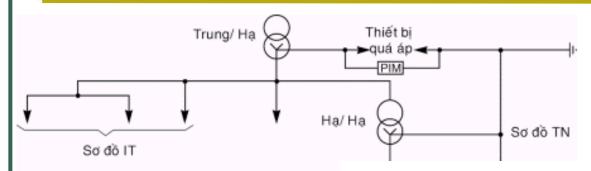


(b) Chạm vỏ 2 điểm mạng IT nối vỏ chung

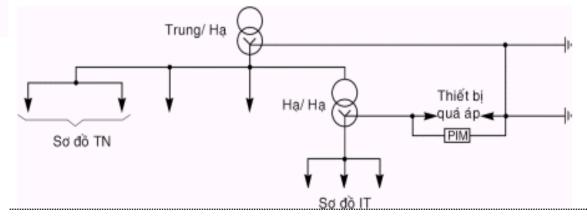
> (c) Chạm vỏ 2 điểm mạng IT nối vỏ tách riêng



# Ví dụ chọn sơ đồ nối đất



Xưởng cần độ tin cậy cung cấp điện cao (IT) và có lò hồ quang (TN). Sử dụng biến áp hạ /hạ cung cấp nguồn cho lò với sơ đồ an toàn TN.



Xí nghiệp với phụ tải (chủ yếu là máy hàn đòi hỏi sơ đồ TN), xưởng sơn với yêu cầu cung cấp điện liên tục bằng mạng kiểu IT độc lập qua biến thế hạ/hạ.



