

BÀI GIẢNG AN TOÀN ĐIỆN

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

BẢO VỆ AN TOÀN CHO NGƯỜI

- Bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp
- Bảo vệ chống tiếp xúc gián tiếp
- Bảo vệ chống tiếp xúc trực tiếp và gián tiếp
- Bảo vệ chống giật do tiếp xúc với vật mang điện
- Bảo vệ chống đốt cháy hồ quang



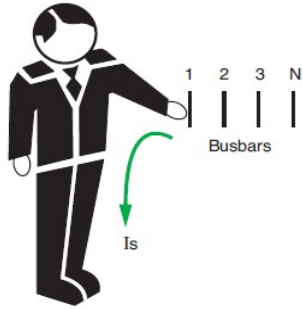


OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC TRỰC TIẾP

- ✓ Con người phải được bảo vệ khỏi nguy hiểm khi tiếp xúc với các bộ phận mang điện.
- ✓ Các biện pháp bảo vệ an toàn cho người
 - Ngăn ngừa dòng điện chạy qua cơ thể
 - Giới hạn dòng
 - Biện pháp bổ sung



Tiếp xúc trực tiếp với mạng điện

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



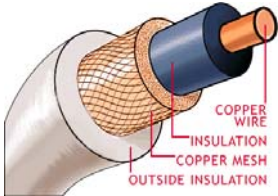
OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC TRỰC TIẾP

NGĂN NGỪA DÒNG ĐIỆN QUA CƠ THỂ NGƯỜI

- ✓ Cách điện các bộ phận mang điện
 - Phải phù hợp tiêu chuẩn áp dụng cho thiết bị đó.
 - Có khả năng chịu đựng lâu dài các ứng suất cơ, hóa, nhiệt và điện khi vận hành bình thường
- ✓ Che chắn hay bao bọc :
 - Tránh người chạm ngẫu nhiên
 - Cảnh báo sự nguy hiểm
 - Tắm chắn hay vỏ bọc cần thỏa :
 - + Mức bảo vệ chống xâm nhập áp dụng cho thiết bị đó
 - + Chỉ mở được khi sử dụng chìa khóa hay dụng cụ
 - + Luôn ở vị trí đóng khi có nguồn



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



BẢO VỆ CHÔNG TIẾP XÚC TRỰC TIẾP

NGĂN NGỪA DÒNG ĐIỆN QUA CƠ THỂ NGƯỜI

✓ Rào chắn

- Tạo khoảng cách an toàn thấy được
- Ngăn ngừa tiếp xúc không chủ ý
- Không ngăn ngừa tiếp xúc có chủ ý.
- Rào chắn phải thỏa khoảng cách an toàn qui định.
VD 0,35m đối với U=15kV
- Cần lắp rào chắn một cách chắc chắn để không bị dỡ bỏ một cách ngẫu nhiên.



PGS.TS. Quyền Huy Ánh

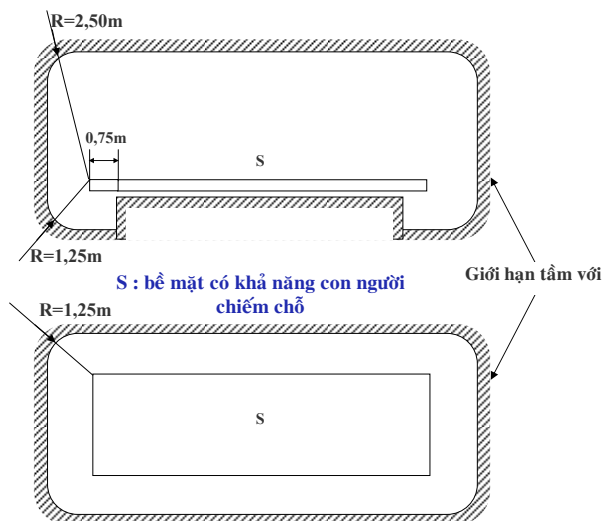


BẢO VỆ CHÔNG TIẾP XÚC TRỰC TIẾP

NGĂN NGỪA DÒNG ĐIỆN QUA CƠ THỂ NGƯỜI

✓ Đặt khối tầm với:

- Ngăn ngừa tiếp xúc không chủ ý
 - Các bộ phận cách nhau $\leq 2,5$ m mà có các điện thế khác nhau thì không đặt trong tầm với.
- Những nơi thường mang vác đồ vật dẫn điện dài hay cồng kênh thì tầm với phải được tăng thêm.



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

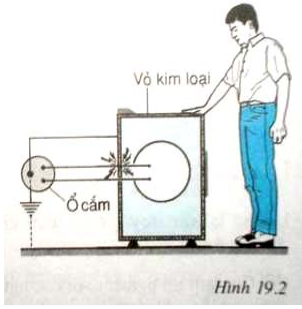


BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC TRỰC TIẾP

GIỚI HẠN DÒNG ĐIỆN QUA CƠ THỂ NGƯỜI

✓ Giảm thấp điện áp tiếp xúc:

- Nối đất các bộ phận kim loại.
- Thực hiện các yêu cầu về điện áp tiếp xúc:
 - $U_{tx} \leq 40V$ đối với nhà sản xuất thiết bị điện.
 - $U_{tx} \leq 250V$ đối với các thiết bị phân phối đã có biện pháp bảo vệ phụ



Hình 19.2

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC TRỰC TIẾP

GIỚI HẠN DÒNG ĐIỆN QUA CƠ THỂ NGƯỜI

Giới hạn cho phép điện áp tiếp xúc U_{tx} theo thời gian cắt t_c của máy cắt khi xuất hiện dòng chạm đất

$U_{tx} [V]$ $t_c [giây]$							
	$\leq 0,2$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	$\geq 0,8$
Loại khu vực							
Đồng người qua lại	125	90	65	55	48	42	40
Ít người qua lại	250	200	165	150	140	130	125

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



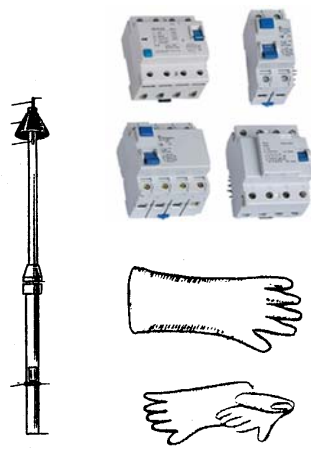
OHS Training
Program

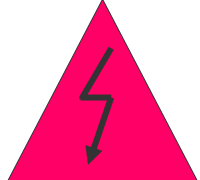


BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC TRỰC TIẾP

CÁC BIỆN PHÁP BẢO VỆ BỔ SUNG

- ✓ Sử dụng thiết bị chống dòng rò tác động dưới 30mA
- ✓ Bảo vệ bằng vật cản.
- ✓ Sử dụng biển báo, khóa liên động
- ✓ Sử dụng phương tiện, dụng cụ an toàn





PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

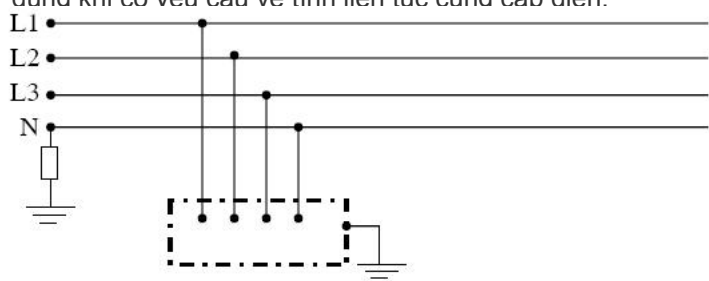


BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

NỐI ĐẤT VỎ THIẾT BỊ

✓ **Mạng IT**

- Trung tính cách ly (nối đất qua điện trở).
- Vỏ thiết bị sử dụng được nối đất trực tiếp.
- Sử dụng khi có yêu cầu về tính liên tục của cấp điện.



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

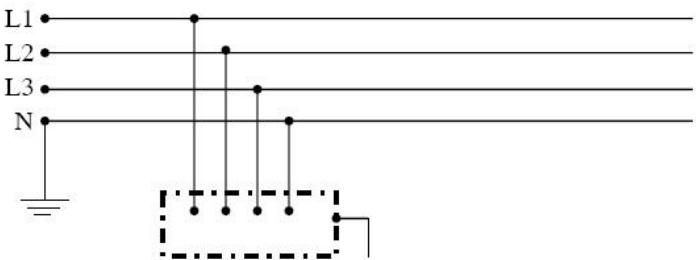


BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

NỐI ĐẤT VỎ THIẾT BỊ

✓ **Mạng TT**

- Trung tính của nguồn được nối đất trực tiếp.
- Vỏ kim loại của thiết bị sử dụng được nối đất trực tiếp.
- Dây trung tính không được nối đất ở phía sau RCD.
- Thích hợp cho lưới công cộng hoặc khách hàng.



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

NỐI ĐẤT VỎ THIẾT BỊ

✓ **Mạng TT**

Giá trị nối đất yêu cầu

U(V)	Chế độ trung tính nguồn	Giá trị nối đất yêu cầu	Đối tượng cần nối đất
>1000	Nối đất	$R \leq 0,5 \Omega$ Riêng nối đất nhân tạo $R \leq 1 \Omega$	Trung tính và vỏ thiết bị điện
	Cách ly	Chung cho cả hạ áp $R = 125/I (\Omega) \leq 10 (\Omega)$ Chỉ riêng cao áp $R = 125/I (\Omega) \leq 10 (\Omega)$ I : Dòng NM chạm đất	Vỏ thiết bị điện

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIẢN TIẾP



NỐI ĐẤT VỎ THIẾT BỊ

Giá trị nối đất yêu cầu

✓ **Mạng TT**

U(V)	Chế độ trung tính nguồn	Giá trị nối đất yêu cầu	Đối tượng cần nối đất
≤ 1000	Cách ly	$R \leq 4 \Omega$ $R \leq 4 \Omega$ (1) Đối với MBA có S 100 kVA	Trung tính và vỏ thiết bị điện
	Nối đất trực tiếp	2(Ω) Cho cấp 380/660 (V) 4(Ω) Cho cấp 220/380 (V) 8(Ω) Cho cấp 110/220 (V)	Trung tính nguồn và vỏ biến áp
		2(Ω) Cho cấp 380/660 (V) 4(Ω) Cho cấp 220/380 (V) 8(Ω) Cho cấp 110/220 (V)	Nối đất lặp lại

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIẢN TIẾP



CẮT NHANH BẰNG MÁY CẮT

✓ Thiết bị bảo vệ tự động cắt nguồn khi có sự cố chạm chập giữa phần mang điện và vỏ.

✓ Kết hợp đặc tính dây dẫn, thiết bị bảo vệ và các hình thức nối đất.

✓ Các thiết bị bảo vệ chạm đất:

- CB kiểu từ nhiệt và CB kiểu điện tử.
- CB kiểu điện tử kết hợp với bảo vệ chạm đất.
- CB kiểu điện tử kết hợp với bảo vệ dòng rò.
- CB chống dòng rò.



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

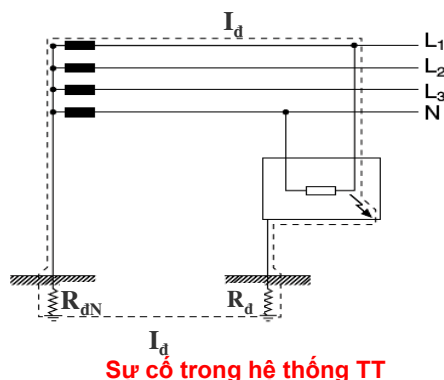
CẮT NHANH BẰNG MÁY CẮT

✓ Mạng TT :

- Giá trị điện trở tổng $R_t(\Omega)$ nhằm giới hạn điện áp tiếp xúc $U_T = 50(V)$:

$$R_t \leq \frac{50}{I_a} \quad \text{hay} \quad R_t \leq \frac{50}{I_{\Delta n}}$$

- $I_a(A)$: dòng tác động cắt ứng với 5s của CB.
- $I_{\Delta n}(A)$: dòng tác động cắt ứng với 1s của RCD



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CẮT NHANH BẰNG MÁY CẮT

✓ Mạng TT :

- Vậy để bảo vệ tất cả tải trong mạng TT nên dùng RCD để đạt một lúc hai mục đích :
 - Cắt mạch nhanh khi có sự cố
 - Yêu cầu điện trở nối đất không quá thấp





OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CẮT NHANH BẰNG MÁY CẮT

✓ **Mạng TN :**

- Điểm trung tính của nguồn cấp điện được nối đất trực tiếp.
- Vỏ kim loại của thiết bị nối với điểm trung tính của nguồn cấp điện.
- Tránh được trị số cao của điện trở nối đất.
- Mạng điện TN thường có các dạng như sau :
 - Mạng TN-C
 - Mạng TN-S
 - Mạng TN-C-S

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

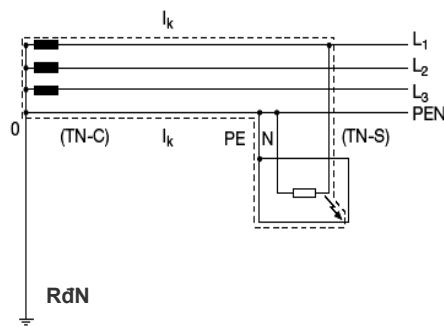
CẮT NHANH BẰNG MÁY CẮT

✓ **Mạng TN :**

- Mạch vòng sự cố không ảnh hưởng đến hệ thống.
- Điều khiển cắt nguồn tự động khi có sự cố.

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

- $Z_s(\Omega)$: tổng trở mạch vòng.
- $U_o(V)$: điện áp pha.
- $I_a(A)$: dòng cắt của thiết bị bảo vệ.



Sự cố trong hệ thống TN

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

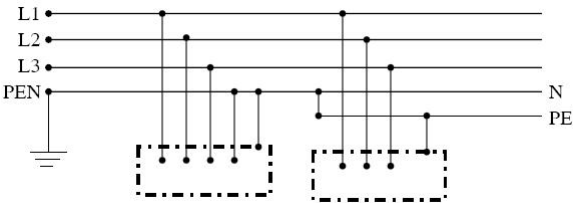
BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP



CẮT NHANH BẰNG MÁY CẮT

✓ **Mạng TN :**

- Một số chú ý trong mạng TN:
 - Trong mạng TN, tổng trở ngắn mạch thấp → dòng ngắn mạch thấp → sử dụng CB bảo vệ chạm đất gián tiếp
 - Sử dụng RCD khi tổng trở ngắn mạch cao.
 - RCD không sử dụng trong mạng TN-C



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

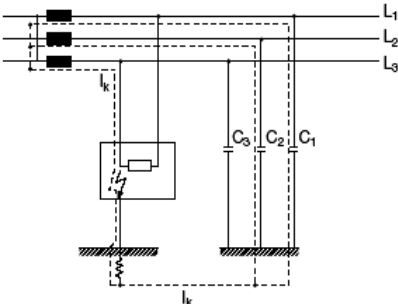


CẮT NHANH BẰNG MÁY CẮT

✓ **Mạng IT :**

- Dòng chạm đất đi qua dung kháng của đường dây đến điểm trung tính của nguồn cấp điện.
- Thiết bị cắt nguồn không cần thiết nếu thỏa :

$$R_d \cdot I_d \leq U_T$$
- Với :
 - $R_d (\Omega)$: điện trở nối đất vỏ thiết bị
 - $U_T = 50V$ hay $25V$ (nơi đặc biệt)
 - $I_d (A)$: dòng chạm đất thứ nhất



Sự cố trong hệ thống IT

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CẮT NHANH BẰNG CẦU CHÌ

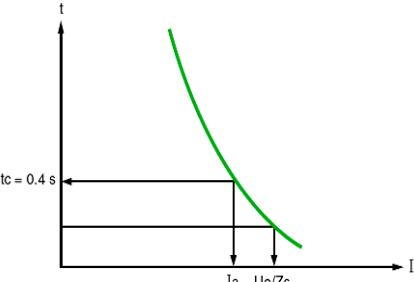
✓ **Mạng TN :**

- Giá trị dòng gây tác động đứt cầu chì I_a thỏa điều kiện :

$$I_a(0,4S) \leq U_0/Z_S$$

$\rightarrow U_0$: Điện áp pha
 $\rightarrow Z_S$: tổng trở mạch vòng

$$\rightarrow Z_S \leq \frac{U_0}{I_a(0,4)}$$
- Thay vì xác định Z_S , ta [tra bảng](#) tìm chiều dài dây max mà cầu chì có thể bảo vệ với các điều kiện sau :
 - $U_{mạng} = 230/400V, U_L = 50V$
 - Mạng TN
 - Dây dẫn bằng đồng



Đặc tuyến của cầu chì

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CÁC BIỆN PHÁP KHÁC

✓ Các biện pháp bảo vệ mà không cần cắt điện khi xảy ra tiếp xúc gián tiếp.

✓ Ưu điểm : đảm bảo tính liên tục cung cấp điện

✓ Một số phương pháp cụ thể :

- Sử dụng thiết bị cấp II hay cách điện tương đương
- Vị trí không dẫn điện
- Liên kết các đẳng thế cục bộ không nối đất
- Cách ly về điện

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

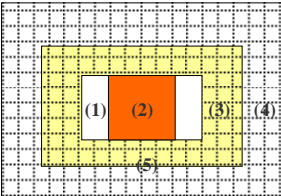


BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CÁC BIỆN PHÁP KHÁC

✓ **Sử dụng thiết bị cấp II hay cách điện tương đương**

- Ngăn ngừa điện áp nguy hiểm trên các phần chạm tới được của thiết bị điện.
- Biện pháp cụ thể :
 - Sử dụng thiết bị cấp II.
 - Đặt thêm cách điện phụ cho thiết bị chỉ có cách điện chính.
 - Cách điện tăng cường cho các bộ phận không được cách điện.
 - Các bộ phận có khả năng dẫn điện cần phải thỏa các điều kiện về cấp bảo vệ , mức bảo vệ chống xâm nhập cần thiết.



□ : Phần mang điện (1)

■ : Cách điện chức năng (2)

■ : Cách điện cơ bản (3)

■ : Cách điện bổ sung (4)

■ : Cách điện tăng cường (5)

PGS.TS. Quyền Huy Ánh

Các cách điện của thiết bị



OHS Training
Program



BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CÁC BIỆN PHÁP KHÁC

✓ **Vị trí không dẫn điện:**

- Ngăn ngừa tiếp xúc đồng thời các bộ phận mang điện có điện thế khác nhau.
- Biện pháp chủ yếu là bố trí sao cho con người không thể tiếp xúc đồng thời hai bộ phận để trần.
- Một số cách bố trí :
 - Khoảng cách của các phần để trần và phần dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt chính phải >2m hoặc 1,25m (ngoài tầm với).
 - Đặt chướng ngại vật giữa các bộ phận để trần và các bộ phận dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt.
 - Đảm bảo các bộ phận dẫn có đủ độ bền cơ, khả năng chịu điện áp (>2000V), dòng rò <1mA.

PGS.TS. Quyền Huy Ánh

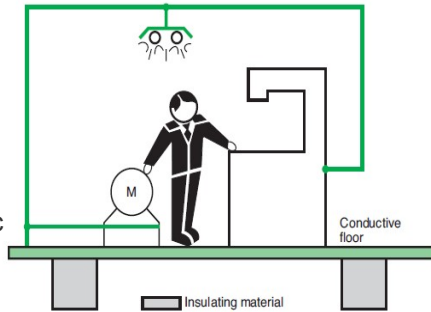


BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CÁC BIỆN PHÁP KHÁC

✓ Liên kết các đẳng thế cục bộ không nối đất :

- Ngăn ngừa sự xuất hiện điện áp tiếp xúc đạt giá trị nguy hiểm.
- Các biện pháp cụ thể :
 - Đẳng thế các bộ phận trần và các bộ phận dẫn không thuộc hệ thống lắp đặt.
 - Hệ thống liên kết đẳng thế cục bộ không được tiếp xúc trực tiếp về điện với đất.
 - Đảm bảo không nguy hiểm khi con người đi vào vùng đẳng thế.



Đẳng thế không nối đất

PGS.TS. Quyền Huy Ánh

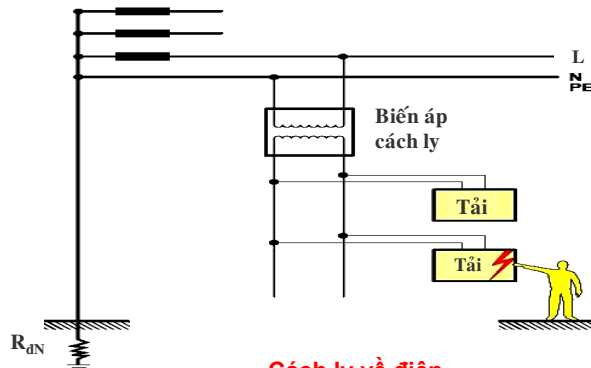


BẢO VỆ CHỐNG TIẾP XÚC GIÁN TIẾP

CÁC BIỆN PHÁP KHÁC

✓ Cách ly về điện :

- Giới hạn dòng điện qua cơ thể người.
- Tạo sự cách ly về điện giữa nguồn và thiết bị.



Cách ly về điện

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



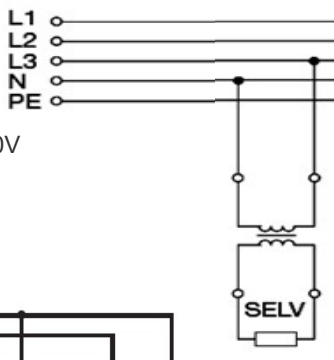
OHS Training
Program

BẢO VỆ CHỐNG
TIẾP XÚC TRỰC TIẾP VÀ GIÁN TIẾP

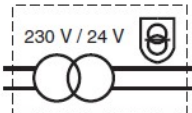


HỆ THỐNG SELV

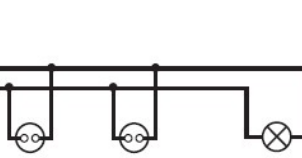
- ❖ Hệ thống an toàn điện áp cực thấp SELV (Safety Extra Low Voltage).
- ✓ Sử dụng trong mạch công suất thấp, và trong các trường hợp đặc biệt như : công viên, bể bơi.
- ✓ Cung cấp nguồn độc lập hay an toàn.
 - Nguồn độc lập : Ắc quy, máy phát ...
 - Nguồn an toàn :
MBA cách ly thỏa IEC 742 và $U_{thứ cấp} \leq 50V$
- ✓ Không có điểm nối đất.
- ✓ Cách biệt với hệ thống điện khác.



Mạch SELV



230 V / 24 V



Mạch SELV

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



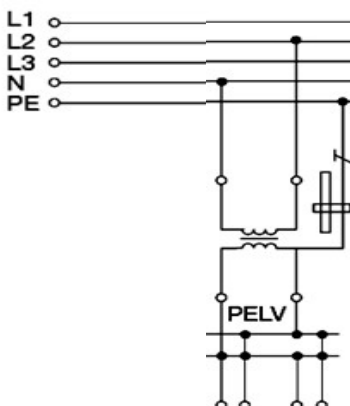
OHS Training
Program

BẢO VỆ CHỐNG
TIẾP XÚC TRỰC TIẾP VÀ GIÁN TIẾP



HỆ THỐNG PELV

- ❖ Hệ thống bảo vệ điện áp cực thấp PELV (Protective Extra Low Voltage).
- ✓ Gần giống hệ thống SELV
- ✓ Có ít nhất một điểm nối đất thường trực
- ✓ Mức độ an toàn kém hơn hệ thống SELV



Mạch PELV

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



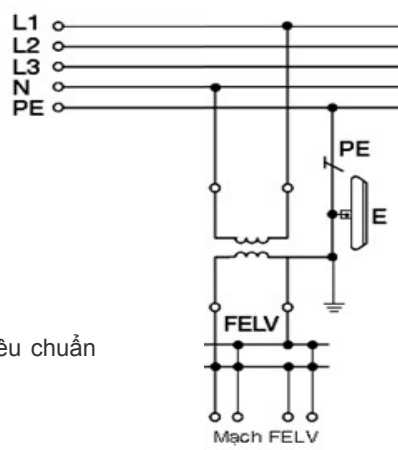
OHS Training
Program

**BẢO VỆ CHỐNG
TIẾP XÚC TRỰC TIẾP VÀ GIÁN TIẾP**



HỆ THỐNG FELV

- ❖ Hệ thống chức năng điện áp cực thấp FELV (Functional Extra Low Voltage).
- ✓ Sử dụng khi có các thiết bị có cách điện không đảm bảo.
- ✓ Chống tiếp xúc gián tiếp :
 - Nối bộ phận dẫn để trần mạch PELV với dây PE của mạch sơ cấp (bảo vệ tự động cắt nguồn) hay với dây liên kết đẳng thế (bảo vệ cách ly)
- ✓ Chống tiếp xúc trực tiếp:
 - Tắm chắn, vỏ bọc hay cách điện đạt tiêu chuẩn điện áp thử
 - Phích cắm và ổ cắm chuyên biệt



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



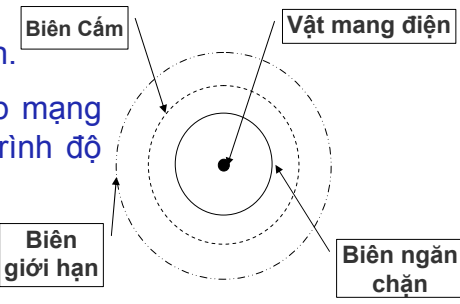
OHS Training
Program

**BẢO VỆ CHỐNG GIẬT
DO TIẾP CẬN VẬT MANG ĐIỆN**



KHOẢNG CÁCH TIẾP CẬN

- ✓ Là khoảng cách cho phép giữa người và thiết bị.
- ✓ Phụ thuộc vào biên tiếp cận.
- ✓ Phụ thuộc vào cấp điện áp mạng điện, loại vật mang điện, trình độ công nhân...



Các loại biên tiếp cận

PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training
Program

**BẢO VỆ CHỐNG GIẬT
DO TIẾP CẬN VẬT MANG ĐIỆN**



KHOẢNG CÁCH TIẾP CẬN

Các yêu cầu đặc biệt

Vượt qua biên cấm khi	Vượt qua biên ngăn chặn khi
✓ Có tay nghề tương ứng công việc ✓ Có kế hoạch và được sự cho phép ✓ Chắc chắn cơ thể không chạm biên ngăn chặn hay biên cấm ✓ Thiết bị bảo vệ tương ứng với nguy hiểm	✓ Được huấn luyện đặc biệt ✓ Có kế hoạch và được sự cho phép ✓ Phân tích rủi ro ✓ Thiết bị bảo vệ tương ứng với nguy hiểm

PGS.TS. Quyền Huy Ánh

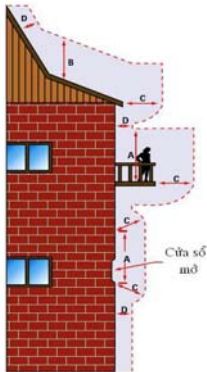


OHS Training
Program

**BẢO VỆ CHỐNG GIẬT
DO TIẾP CẬN VẬT MANG ĐIỆN**



Khoảng cách an toàn



Vùng giới hạn an toàn

Khoảng cách an toàn (m)	$U \leq 1000V$			$U > 1000V$		$1000V < U < 33kV$	$33kV < U < 132kV$
	Dây bọc cách điện	Dây trần (trung hòa)	Dây trần (pha)	Dây bọc cách điện	Dây trần	Cáp cách điện	Dây trần
A	2,7	2,7	3,7	2,7	3,7	4,5	5,0
B	1,25	2,7	2,7	1,25	2,7	3,7	4,5
C	1,25	1,25	1,5	1,25	1,5	2,1	3,0
D	0,1	0,3	0,6	0,1	0,6	1,5	2,5

PGS.TS. Quyền Huy Ánh

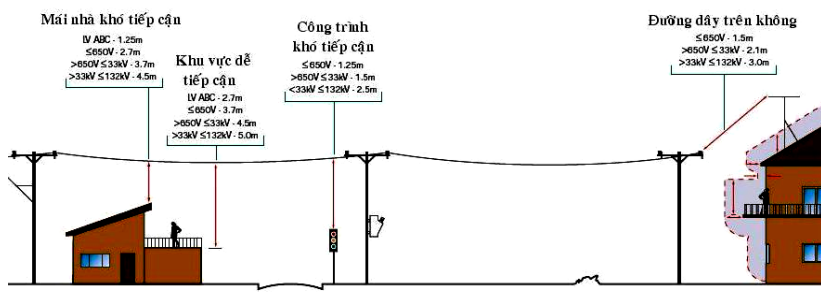


OHS Training Program

**BẢO VỆ CHỐNG GIẬT
DO TIẾP CẬN VẬT MANG ĐIỆN**



Khoảng cách an toàn đối với các loại công trình ở các cấp điện áp



PGS.TS. Quyền Huy Ánh



OHS Training Program

**BẢO VỆ
CHỐNG ĐÓT CHÁY HỒ QUANG**



- ✓ Dòng hồ quang sinh ra do sự cố ngắn mạch trong mạng phân phối có thể gây tổn thương cho người đứng gần.
- ✓ Để đảm bảo an toàn cần giữ một khoảng cách an toàn (biên tối thiểu).

Phương pháp xác định biên tối thiểu trong mạng hạ áp U<600V

TT	Điều kiện	Phương pháp/Công thức
1	$I_{sc} \cdot t \leq 5000 A_s$	$D_c = 1,22m$
2	$I_{sc} \cdot t > 5000 A_s$	$D_c = \sqrt{0,246 \cdot M \cdot V \cdot A_{bt} \cdot t}$ (tiêu chuẩn NFPA) $D_c = \sqrt{4,92 \cdot M \cdot V \cdot t}$
3	$16000A < I_{sc} < 500000A$	$D_c = 0,3048 \cdot \left(\frac{5271 \cdot t \cdot (0,0016 \cdot I_{sc}^2 - 0,0076 \cdot I_{sc} + 0,8938)}{1,2} \right)^{1,9593}$

I_{sc} : Dòng sự cố cực đại (kA)

D_c : Khoảng cách biên tối thiểu (m)

t : thời gian tồn tại sự cố

MVA : Công suất của máy biến áp (MVA)

MVA_{bt} : Công suất sự cố cực đại (MVA)

$M \cdot V \cdot A_{bt} = \sqrt{3} \cdot V_{L-L} \cdot I_{sc}$

PGS.TS. Quyền Huy Ánh