

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG  
**KHOA CÔNG NGHỆ TỰ ĐỘNG HOÁ**



Ths. Vũ Thị Oanh  
Ths. Lê Thị Thu Huyền  
Ths. Đặng Thị Loan Phượng

**BÀI GIẢNG**  
**AN TOÀN VÀ KHÍ CỤ ĐIỆN**

**Tài liệu lưu hành nội bộ**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG  
**KHOA CÔNG NGHỆ TỰ ĐỘNG HOÁ**

Ths. Vũ Thị Oanh

Ths. Lê Thị Thu Huyền

Ths. Đặng Thị Loan Phương

**BÀI GIẢNG**  
**AN TOÀN VÀ KHÍ CỤ ĐIỆN**

**Thái Nguyên, tháng 12 năm 2022**

## MỤC LỤC

MỤC LỤC .....	i
CÁC TỪ VIẾT TẮT.....	vi
MỞ ĐẦU .....	1
CHƯƠNG I: NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ AN TOÀN ĐIỆN.....	2
Nội dung chính của chương .....	2
Mục tiêu cần đạt được của chương:.....	2
Bài 1: Nguyên nhân và những ảnh hưởng do tai nạn điện gây ra. ....	2
1.1 Các tai nạn về điện và các nguyên nhân dẫn đến tai nạn về điện .....	2
1.1.1 Nguyên nhân chung .....	2
1.1.2 Yếu tố về con người.....	4
1.1.3 Yếu tố về trang thiết bị.....	4
1.2 Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể người.....	5
1.2.1 Tác dụng của dòng điện với cơ thể con người.....	5
1.2.2 Các chấn thương do dòng điện gây ra.....	5
1.3 Các nhân tố ảnh hưởng đến chấn thương do tai nạn điện .....	6
1.3.1 Điện trở cơ thể người .....	6
1.3.2 Các ảnh hưởng của trị số dòng điện giật đến tai nạn điện .....	9
1.3.3 Hiện tượng dòng điện đi trong đất.....	11
1.3.4 Điện áp tiếp xúc và điện áp bước.....	15
1.3.5 Điện áp cho phép .....	17
Bài 2: Các biện pháp bảo vệ tai nạn do điện, kỹ thuật phòng chống cháy nổ và cấp cứu người khi bị điện giật .....	19
1.4 Các biện pháp để bảo vệ an toàn cho người tránh tai nạn do điện.....	19
1.4.1 Các quy tắc chung để đảm bảo an toàn điện.....	19
1.4.2 Các biện pháp kỹ thuật an toàn điện .....	19
1.5 Kỹ thuật phòng chống cháy nổ.....	20
1.5.1 Kỹ thuật phòng chống cháy nổ .....	20
1.5.2 Đánh giá xác suất cháy nổ .....	21
1.5.3 Các phương pháp và phương tiện chữa cháy.....	23

1.6 Cấp cứu người khi bị điện giật.....	24
1.6.1. Phương pháp tách người bị nạn ra khỏi mạch điện. ....	24
1.6.2 Phương pháp cấp cứu người khi bị điện giật .....	25
Bài tập cuối chương 1 .....	30
<b>CHƯƠNG II: PHÂN TÍCH AN TOÀN CÁC MẠNG ĐIỆN.....</b>	<b>31</b>
Nội dung chính của chương.....	31
Mục tiêu cần đạt được của chương. ....	31
Bài 3: Phân tích an toàn trong mạng điện cách điện với đất.....	31
2.1. Khái niệm .....	31
2.2. Mạng điện cách điện với đất .....	32
2.2.1. Mạng điện một pha .....	32
2.2.2. Mạng điện ba pha.....	36
Câu hỏi ôn tập: .....	37
Bài 4: Phân tích an toàn trong mạng điện nối đất .....	38
2.3 Mạng điện nối đất.....	38
2.3.1. Mạng điện một pha .....	38
2.3.2. Mạng điện ba pha.....	41
Câu hỏi, bài tập cuối chương 2.....	43
<b>CHƯƠNG III: CÁC MẠCH BẢO VỆ TRONG MẠNG CUNG CẤP ĐIỆN.....</b>	<b>44</b>
Nội dung chính của chương.....	44
Mục tiêu cần đạt được của chương .....	44
Bài 5: Các mạch bảo vệ.....	44
3.1. Bảo vệ nối đất.....	44
3.1.1. Khái niệm chung .....	44
3.1.2 Mục đích, ý nghĩa của bảo vệ nối đất. ....	44
3.1.3. Các hình thức nối đất .....	45
3.1.4. Ứng dụng bảo vệ nối đất.....	47
3.2. Bảo vệ nối dây trung tính .....	52
3.2.1. Khái niệm chung .....	52
3.2.2. Mục đích và ý nghĩa của bảo vệ nối dây trung tính.....	53
3.2.3. Phạm vi ứng dụng của nối dây trung tính.....	53

3.2.4 Nối đất làm việc và nối đất lặp lại trong bảo vệ nối dây trung tính.....	53
3.2.5. Bảo vệ nối dây trung tính trong các mạng điện .....	54
3.2.6. Cách thực hiện bảo vệ nối dây trung tính .....	56
3.3. Cắt bảo vệ.....	57
3.4. Bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp .....	57
3.4.1 Sự nguy hiểm khi có sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp.....	57
3.4.2 Các biện pháp bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp..	59
Câu hỏi, bài tập cuối chương 3.....	61
<b>CHƯƠNG IV: NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KHÍ CỤ ĐIỆN.....</b>	<b>62</b>
Nội dung chính của chương .....	62
Mục tiêu cần đạt được của chương .....	62
Bài 6: Khái niệm và phân loại khí cụ điện, hồ quang điện .....	62
4.1. Khái niệm và phân loại khí cụ điện.....	62
4.1.1. Khái niệm chung .....	62
4.1.2. Phân loại khí cụ điện.....	62
4.2. Hồ quang điện .....	63
4.2.1. Khái niệm chung .....	63
4.2.2. Quá trình hình thành hồ quang điện.....	63
4.2.3. Hồ quang điện 1 chiều .....	65
4.2.4. Hồ quang điện xoay chiều.....	67
4.2.5. Biện pháp và trang bị dập hồ quang trong thiết bị điện.....	68
Bài 7: Tiếp xúc điện, nam châm điện, khí cụ điện không tiếp điểm.....	71
4.3. Tiếp xúc điện .....	71
4.3.1. Khái niệm.....	71
4.3.2. Phân loại tiếp xúc điện.....	71
4.3.3. Hình thức tiếp xúc.....	72
4.3.4. Các yêu cầu kỹ thuật cơ bản đối với tiếp xúc điện .....	72
4.4. Nam châm điện.....	73
4.4.1. Khái niệm và cấu tạo chung của nam châm điện.....	73
4.4.2. Phân loại nam châm điện. ....	74
4.4.3. Lực hút điện từ nam châm điện .....	75

4.5. Những khí cụ điện không tiếp điểm.....	76
4.5.1. Khái quát.....	76
4.5.2. Diode bán dẫn.....	77
4.5.3. Transistor bán dẫn.....	78
4.5.4. Công logic cơ bản.....	80
4.5.5. Mạch điều khiển động cơ sử dụng phân tử không tiếp điểm.....	83
Câu hỏi, bài tập chương 4.....	85
<b>CHƯƠNG 5. CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN CƠ BẢN.....</b>	<b>86</b>
Nội dung chính của chương.....	86
Mục tiêu cần đạt được của chương:.....	86
Bài 8: Khí cụ điện điều khiển bằng tay.....	86
5.1. Khí cụ điện điều khiển bằng tay.....	86
5.1.1. Cầu dao.....	86
5.1.2. Công tắc.....	89
5.1.3. Nút ấn.....	90
Bài 9: Khí cụ điện bảo vệ.....	93
5.2. Khí cụ điện bảo vệ.....	93
5.2.1. Cầu chì.....	93
5.2.2. Aptomat.....	99
Bài 10: Khí cụ điện điều khiển.....	109
5.3. Khí cụ điện điều khiển.....	109
5.3.1. Contactor.....	109
5.3.2. Role.....	117
Câu hỏi, bài tập cuối chương 5.....	134
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>135</b>
<b>PHỤ LỤC.....</b>	<b>136</b>
<b>CÁC CÂU HỎI THƯỜNG GẶP.....</b>	<b>140</b>
<b>BÀI TẬP THỰC HÀNH.....</b>	<b>151</b>
Bài thực hành số 1: Cấp cứu người bị điện giật.....	151
Bài thực hành số 2: Phòng cháy chữa cháy, sử dụng bình cứu hỏa.....	156
Bài thực hành số 3: Đo điện trở nối đất và đo an toàn của thiết bị.....	164

Bài thực hành số 4: Thực hành hướng dẫn kiểm tra các khí cụ điện .....	175
Bài thực hành số 5: Thực hành sử dụng các khí cụ điện điều khiển bằng tay trên các modul phòng thực hành.....	177
Bài thực hành số 6: Thực hành sử dụng các khí cụ điện bảo vệ trên các modul phòng thực hành .....	180
Bài thực hành số 7: Thực hành sử dụng các khí cụ điện điều khiển trên các modul phòng thực hành .....	183
Bài thực hành số 8: Thực hành thiết kế mạch bật tắt công tắc tơ bằng hệ thống nút bấm .....	186
Bài thực hành số 9: Thiết kế mạch điều khiển hệ thống đảo chiều động cơ dùng 2 contactor .....	190

## CÁC TỪ VIẾT TẮT

<b>TT</b>	<b>Từ viết tắt</b>	<b>Ý nghĩa của từ</b>
1	KCĐ	Khí cụ điện
2	CCT	Contactor
3	NCVC	Nam châm vĩnh cửu
4	PCCC	Phòng cháy chữa cháy
5	ĐCKĐB	Động cơ không đồng bộ



## MỞ ĐẦU

Bài giảng An toàn và khí cụ điện được tập thể giảng viên thuộc bộ môn Kỹ thuật điện – điện tử biên soạn nhằm phục vụ cho việc giảng dạy của giảng viên và học tập của sinh viên Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông - Đại học Thái Nguyên. Tập bài giảng này được biên soạn theo nội dung đề cương chi tiết học phần An toàn và khí cụ điện ở trình độ đại học.

Nội dung tài liệu giúp sinh viên nắm được những tai nạn về điện, nguyên nhân tai nạn về điện; Các tác động của dòng điện đối với cơ thể người; Phân tích an toàn khi người bị chạm trực tiếp và gián tiếp và mạch điện có điện áp. Phân tích an toàn và tính toán các sơ đồ mạch điện cách điện với đất và sơ đồ mạch điện nối đất; thực hiện bảo vệ nối đất, bảo vệ an toàn cho người, các biện pháp bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp. Các dụng cụ, phương tiện cần thiết cho an toàn điện, cấp cứu khi người bị điện giật. Đồng thời giúp sinh viên nắm được những cơ sở lý thuyết về khí cụ điện, một số hiện tượng điện, vật lý xảy ra trong khí cụ điện. Sinh viên nắm chắc cấu tạo, nguyên lý hoạt động, tính năng kỹ thuật và điều kiện lựa chọn của các khí cụ điện điều khiển bằng tay, khí cụ điện bảo vệ, khí cụ điện điều khiển để biết tính toán, lựa chọn khí cụ điện trong hệ thống điện, cũng như để là cơ sở học các môn học liên quan: Cung cấp điện, Trang bị điện cho máy công cụ.

Nội dung tài liệu gồm 5 chương:

Chương 1: Những vấn đề chung về an toàn điện

Chương 2 Phân tích an toàn các mạng điện

Chương 3: Các mạch bảo vệ trong mạng cung cấp điện

Chương 4: Những khái niệm chung về khí cụ điện

Chương 5: Các khí cụ điện cơ bản

Mặc dù tập thể tác giả đã dành nhiều thời gian và công sức để biên soạn, song khó tránh khỏi thiếu sót. Vậy chúng tôi kính mong quý thầy cô và các bạn sinh viên đóng góp ý kiến để cuốn bài giảng được hoàn thiện hơn. Xin trân trọng cảm ơn.

# CHƯƠNG I: NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ AN TOÀN ĐIỆN

*Nội dung chính của chương:* Chương I đưa ra những vấn đề chung về an toàn điện; nguyên nhân và những ảnh hưởng do tai nạn điện gây ra; các biện pháp bảo vệ tai nạn do điện điện, kỹ thuật phòng chống cháy nổ và cấp cứu người khi bị điện giật.

*Mục tiêu cần đạt được của chương:* Giúp sinh viên nắm được các nguyên nhân về tai nạn điện, hiểu biết sự ảnh hưởng của dòng điện đối với cơ thể con người. Nắm vững các biện pháp kỹ thuật an toàn điện, kỹ thuật phòng chống cháy nổ và cấp cứu người khi xảy ra tai nạn điện.

**Bài 1: Nguyên nhân và những ảnh hưởng do tai nạn điện gây ra (Số tiết: 03 tiết) [2]; [3]; [4].**

## 1.1 Các tai nạn về điện và các nguyên nhân dẫn đến tai nạn về điện

### 1.1.1 Nguyên nhân chung

Các nguyên nhân dẫn đến tai nạn vì điện có rất nhiều như:

- Không tuân thủ quy trình quy phạm về an toàn
- Không tuân thủ tiêu chuẩn thiết kế
- Tình trạng thiết bị không đảm bảo
- Các hiện tượng cảm ứng điện từ
- Các hiện tượng tĩnh điện
- Bức xạ nhiệt do hồ quang
- Nạn nhân bị ngã (hoặc bị các vật lạ bắn vào)...

Dưới đây là một số nguyên nhân chính dẫn đến tai nạn về điện.

#### 1.1.1.1 Hiện tượng cảm ứng

a, Hiện tượng cảm ứng điện từ

Đối với hiện tượng cảm ứng điện từ, khi tiếp xúc với dây điện có dòng điện cảm ứng, cơ thể người sẽ trở thành một phần của mạch điện và sẽ có dòng điện đi qua gây điện giật.

b, Hiện tượng cảm ứng sóng điện từ

Hiện tượng cảm ứng sóng điện từ do ảnh hưởng của trường điện từ tần số cao, nơi gần các đài phát sóng truyền thanh và truyền hình, sóng điện từ sẽ gây ra trong các thiết bị, máy móc, công cụ như cần cẩu, dây đồng, dây truyền tải... một suất điện

động. Khi các bộ phận cơ thể người tiếp cận đến gần sẽ xuất hiện sự phóng điện hồ quang, có thể gây nguy hiểm.

### c, Hiện tượng cảm ứng tĩnh điện

Dưới ảnh hưởng của trường điện từ, các vật thể kim loại cách ly với đất có thể bị nhiễm một lượng điện tích, khi các bộ phận cơ thể người tiếp xúc trực tiếp với các vật thể này và đồng thời có tiếp xúc với đất (cột điện và dây nối đất), sẽ xuất hiện dòng điện chạy qua cơ thể và gây điện giật do dòng điện truyền xuống đất. Trong một số trường hợp giá trị dòng điện đủ lớn để có thể gây nguy hiểm tử vong hoặc gây chấn thương cho nạn nhân.

Ngoài ảnh hưởng của điện từ, sự nhiễm tĩnh điện còn có thể do ma sát tạo ra. Các vật liệu khác nhau, khi ma sát sẽ có một bề mặt cho và một bề mặt nhận điện tích, sẽ hình thành một điện thế. Hiện tượng tĩnh điện không chỉ ảnh hưởng đến sức khỏe của con người, mà còn có thể gây nguy hại đối với thiết bị, máy móc trong sản xuất.

Tương tự như hiện tượng sét trong tự nhiên. Tĩnh điện trên bề mặt vật thể sẽ phóng các điện tích xuống đất qua trục máy tạo ra tia lửa điện. Khi tĩnh năng lượng tạo ra của tia lửa điện vượt qua điểm cháy nổ của vật liệu sẽ làm phát sinh ngọn lửa gây hỏa hoạn.

#### *1.1.1.2 Nguyên nhân dẫn đến tai nạn do phóng điện hồ quang*

Cơ thể người cũng như máy móc, công cụ dù không trực tiếp tiếp xúc với nguồn điện (dây điện), khi đến gần dưới phạm vi giới hạn, sự cách điện của không khí bị phá vỡ, giữa cơ thể người cũng như máy móc dụng cụ phát sinh sự phóng điện hồ quang. Trường hợp này có thể gây sốc điện hoặc gây bỏng.

#### *1.1.1.3 Nguyên nhân dẫn đến tai nạn do điện áp dư*

Đối với các mạng điện có điện dung lượng lớn, sau khi cắt điện, trên dây dẫn vẫn còn tồn tại một giá trị điện áp dư, có thể đủ lớn để gây nguy hiểm. Đặc biệt đối với các tụ bù, sau khi cắt điện, điện áp dư thường có giá trị khá lớn. Tỷ lệ xảy ra tai nạn do nguyên nhân điện áp dư trong thực tế tương đối lớn.

#### *1.1.1.4 Hiện tượng té ngã*

Loại tai nạn này là tai nạn gián tiếp do điện giật gây choáng váng và bắp thịt bị co rút khiến cho nạn nhân bị té ngã, rơi từ trên cao xuống đất. Mặc dù dòng điện gây giật có thể không lớn, nạn nhân chưa đến mức bị choáng váng, nhưng khi làm việc

trên cao do ảnh hưởng tâm lý, vẫn có thể gây té ngã, nếu không được trang bị đầy đủ các phương tiện an toàn.

#### *1.1.1.5 Tai nạn do sét*

Khi sét đánh xuống đất, tại khu vực sét đánh hình thành một vùng điện thế. Giữa hai điểm trong vùng này sẽ xuất hiện điện áp bước, giá trị có thể đạt đến mức nguy hiểm cho người và súc vật. Ngoài ra tai nạn có thể do sét cảm ứng trên đường dây, dẫn vào mạng điện trong nhà, gây nguy hiểm cho người và thiết bị. Sét cũng là nguồn gây hỏa hoạn rất đáng kể.

#### **1.1.2 Yếu tố về con người**

Có rất nhiều tai nạn xảy ra do sự kém hiểu biết của con người, hoặc do sự chủ quan, không thực hiện đầy đủ các nguyên tắc an toàn. Yếu tố con người thường dẫn đến tai nạn tiếp xúc trực tiếp. Một số nguyên nhân chính dẫn đến tai nạn do yếu tố con người là:

- Không hiểu biết về điện và những công việc liên quan đến điện.
- Không được đào tạo đầy đủ về các rủi ro liên quan đến điện.
- Áp dụng không tốt, hoặc không đầy đủ các quy trình kỹ thuật.
- Phương pháp triển khai không phù hợp ...

Các tình huống dẫn đến tai nạn vì điện:

Tiếp xúc trực tiếp: Tiếp xúc trực tiếp là sự tiếp xúc của các bộ phận cơ thể người với các phần tử trần đang mang điện. Dạng tai nạn này chiếm khoảng 45% tổng số tai nạn vì điện. Tiếp xúc với dây pha khi đang đứng trên nền đất là cực kỳ nguy hiểm, nhưng còn nguy hiểm hơn khi đứng trong môi trường nước.

Tiếp xúc gián tiếp: Tiếp xúc gián tiếp là sự tiếp xúc của các bộ phận cơ thể người với các phần tử bình thường không mang điện, nhưng bất ngờ có sự rò điện do cách điện bị hư hỏng (vỏ thiết bị, bộ máy,...). Dạng tai nạn này chiếm khoảng 20% tổng số tai nạn vì điện.

#### **1.1.3 Yếu tố về trang thiết bị**

Cùng với các nguyên nhân khách quan và chủ quan, các nguyên nhân dẫn đến tai nạn vì điện xảy ra khá phổ biến có liên quan đến tình trạng cũ nát của các thiết bị điện. Trong thực tế thường gặp không ít các thiết bị không phù hợp tiêu chuẩn; Tình trạng thiết bị không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật: bảo dưỡng kém, cũ nát, hỏng hóc...

Một số mạch điện thiếu thiết bị bảo vệ chống quá dòng (quá tải và ngắn mạch), thiết bị chống rò điện... hoặc các thiết bị bảo vệ đặt không phù hợp.

## **1.2 Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể người**

### *1.2.1 Tác dụng của dòng điện với cơ thể con người*

Người bị điện giật là do tiếp xúc với mạch điện có điện áp hay nói một cách khác là do có dòng điện chạy qua cơ thể người. Dòng điện chạy qua cơ thể người sẽ gây ra các tác dụng sau đây:

- Tác dụng nhiệt: làm cháy bỏng thân thể, thần kinh, tim não và các cơ quan nội tạng khác gây ra các rối loạn nghiêm trọng về chức năng.

- Tác dụng điện phân: biểu hiện ở việc phân ly máu và các chất lỏng hữu cơ dẫn đến phá huỷ thành phần hoá lý của máu và các tế bào.

- Tác dụng sinh lý: gây ra sự hưng phấn và kích thích các tổ chức sống dẫn đến co rút các bắp thịt trong đó có tim và phổi. Kết quả có thể đưa đến phá hoại, thậm chí làm ngừng hẳn hoạt động hô hấp và tuần hoàn.

### *1.2.2 Các chấn thương do dòng điện gây ra*

a, Đốt cháy điện: Là dạng chấn thương rùng rợn, thường là tai nạn xảy ra ở mạng điện cao áp, khi giá trị dòng điện cực lớn chạy qua cơ thể người.

Có thể sinh ra do:

+ Ngắn mạch kéo theo phát sinh hồ quang điện

+ Người đến gần vật mang điện áp cao tuy chưa chạm phải nhưng điện áp cao sinh ra hồ quang điện mà dòng điện hồ quang chạy qua người khá lớn khiến nạn nhân có thể bị chấn thương hoặc chết do hồ quang đốt cháy da thịt. Tai nạn này ít xảy ra vì đối với điện áp cao luôn có biển báo và hàng rào an toàn bảo vệ

b, Bỏng điện: Là dạng chấn thương nguy hiểm trầm trọng. Vết bỏng xuất hiện tại vị trí của cơ thể tiếp xúc với phần kim loại dẫn điện hoặc với hồ quang điện. Vết thương bỏng điện khó chữa hơn rất nhiều so với các vết bỏng nhiệt khác, do sự tác động bất ngờ đến hệ thống tuần hoàn máu và gây tử vong cho các bộ phận cơ thể.

c, Chấn thương cơ học: Xuất hiện do kết quả của sự co rút cơ một cách đột ngột và mãnh liệt dưới tác động của dòng điện chạy qua cơ thể người. Kết quả dẫn đến sự đứt da, đứt mạch máu, mô thần kinh, trật hoặc gãy xương

Các nguyên nhân chủ yếu gây chết người bởi dòng điện thường là tim ngừng làm việc và sốc điện:

Tim ngừng đập là trường hợp nguy hiểm nhất và thường cứu sống nạn nhân hơn là ngừng thở và sốc điện. Tác dụng dòng điện đến cơ tim có thể gây ra ngừng tim hoặc rung tim. Rung tim là hiện tượng co rút nhanh và lộn xộn các sợi cơ tim làm cho các mạch máu trong cơ thể bị ngừng hoạt động dẫn đến tim ngừng đập hoàn toàn.

Ngừng thở thường xảy ra nhiều hơn so với ngừng tim, người ta thấy bắt đầu khó thở do sự co rút do có dòng điện 20-25mA tần số 50Hz chạy qua cơ thể. Nếu dòng điện tác dụng lâu thì sự co rút các cơ lồng ngực mạnh thêm dẫn đến ngạt thở, dần dần nạn nhân mất ý thức, mất cảm giác rồi ngạt thở cuối cùng tim ngừng đập và chết lâm sàng.

Sốc điện là phản ứng phản xạ thần kinh đặc biệt của cơ thể do sự hưng phấn mạnh bởi tác dụng của dòng điện dẫn đến rối loạn nghiêm trọng tuần hoàn, hô hấp và quá trình trao đổi chất. Tình trạng sốc điện kéo dài độ vài chục phút cho đến một ngày đêm, nếu nạn nhân được cứu chữa kịp thời thì có thể bình phục.

Hiện nay còn nhiều ý kiến khác nhau trong việc xác định nguyên nhân đầu tiên và quan trọng nhất dẫn đến chết người. Ý kiến thứ nhất cho rằng đó là do tim ngừng đập song loại ý kiến thứ hai lại cho rằng đó là do phổi ngừng thở vì theo họ trong nhiều trường hợp tai nạn điện giật thì nạn nhân đã được cứu sống chỉ đơn thuần bằng biện pháp hô hấp nhân tạo thôi. Loại ý kiến thứ ba cho rằng khi có dòng điện qua người thì đầu tiên nó phá hoại hệ thống hô hấp sau đó nó làm ngừng trệ hoạt động tuần hoàn.

Do có nhiều quan điểm khác nhau như vậy nên hiện nay trong việc cứu chữa nạn nhân bị điện giật người ta khuyên nên áp dụng tất cả các biện pháp để vừa phục hồi hệ thống hô hấp (thực hiện hô hấp nhân tạo) vừa phục hồi hệ thống tuần hoàn (xoay bóp tim).

### **1.3 Các nhân tố ảnh hưởng đến chấn thương do tai nạn điện**

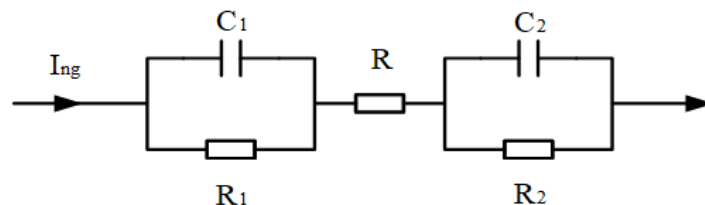
#### *1.3.1 Điện trở cơ thể người*

Điện trở cơ thể người bao gồm điện trở của da tại điểm đi vào của dòng điện, điện trở da tại điểm đi ra và điện trở của các bộ phận nội tạng cơ thể. Thành phần điện trở nội tạng có giá trị rất nhỏ và ở mọi người đều gần bằng nhau, trong khi đó điện trở

lớp da thay đổi trong phạm vi rất rộng. Da người bình thường có một lớp sừng, nên điện trở của da khá cao, giá trị điện trở của lớp da chiếm tỷ lệ chủ yếu trong điện trở cơ thể người, nó phụ thuộc vào trạng thái của cơ thể người. Nhìn chung có thể coi lớp sừng là lớp cách điện (điện trở của nó nằm trong khoảng  $40 \div 500 \text{ k}\Omega$ ). Tuy nhiên do lớp sừng rất mỏng, nên nó nhanh chóng bị đánh thủng. Độ ẩm của da sẽ làm giảm điện trở của lớp sừng. Nếu da khô, lạnh lặn thì điện trở của nó ứng với điện áp 10 V có thể lên đến gần 100 k $\Omega$ . Nếu ở trạng thái ướt hoặc da bị xây sát, thì điện trở của nó có thể giảm xuống chỉ còn 1 k $\Omega$ , thậm chí còn thấp hơn, nếu có mồ hôi muối, hoặc ở trạng thái say rượu... Còn điện trở của các bộ phận nội tạng thì không đáng kể. Khi dòng điện đi qua lớp sừng sẽ bị chọc thủng do tác động nhiệt và các tác động sinh học khác, do đó điện trở da nhanh chóng bị giảm. Điện áp tiếp xúc càng cao thì khả năng chọc thủng da càng lớn.

Qua nghiên cứu rút ra một số kết luận cơ bản về giá trị điện trở cơ thể người như sau:

- Điện trở cơ thể người là một đại lượng không thuần nhất. Thí nghiệm cho thấy dòng điện đi qua người và điện áp đặt vào có sự lệch pha. Sơ đồ thay của điện trở người có thể biểu diễn bằng hình vẽ sau:



*Hình 1. 1: Sơ đồ thay thế của điện trở người*

Trong đó:

R<sub>1</sub>: Điện trở tác dụng của da (tay).

R: Điện trở nội tạng

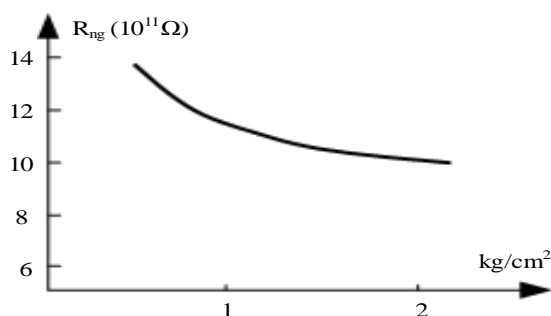
R<sub>2</sub>: Điện trở tác dụng của da (chân).

C: Điện dung của da và lớp thịt dưới da (vì thành phần này rất nhỏ nên trong tính toán thường bỏ qua).

- Điện trở của người luôn luôn thay đổi trong một phạm vi rất lớn từ vài chục ngàn  $\Omega$  đến 600  $\Omega$ . Trong tính toán thường lấy giá trị trung bình là 1000 $\Omega$ . Khi da bị

âm hoặc khi tiếp xúc với nước hoặc do mồ hôi đều làm cho điện trở người giảm xuống.

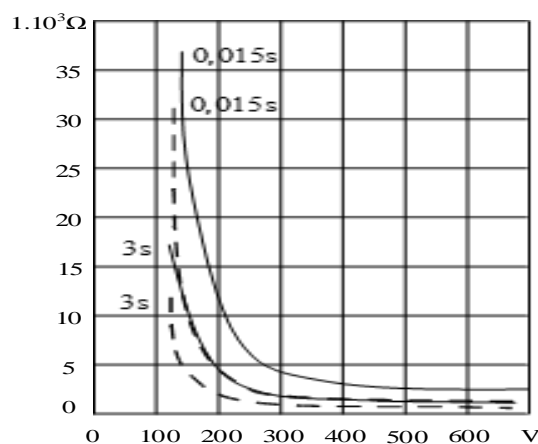
- Điện trở của người phụ thuộc vào áp lực và diện tích tiếp xúc. Áp lực và diện tích tiếp xúc càng tăng thì điện trở người càng giảm. Sự thay đổi này rất dễ nhìn thấy trong vùng áp lực nhỏ hơn  $1\text{kG/cm}^2$  (Hình 1.2).



Hình 1. 2: Sự phụ thuộc của điện trở người vào áp lực và diện tích tiếp xúc

- Điện trở người giảm đi khi có dòng điện đi qua người. Sự giảm này tỷ lệ với thời gian tác dụng của dòng điện. Điều này có thể giải thích vì da bị đốt nóng và có sự thay đổi về điện phân.

- Điện trở người phụ thuộc điện áp đặt vào vì ngoài hiện tượng điện phân còn có hiện tượng chọc thủng. Khi điện áp đặt vào 250V lúc này lớp da ngoài cùng sẽ mất hết tác dụng nên điện trở người giảm xuống rất thấp.



Hình 1. 3: Sự phụ thuộc của điện trở người vào điện áp ứng với thời gian tiếp xúc khác nhau (0.015s và 3s)

Trong đó:

- Đường đi của dòng điện tay – tay.
- Đường đi của dòng điện tay – chân.



### 1.3.2 Các ảnh hưởng của trị số dòng điện giật đến tai nạn điện

Dòng điện là nhân tố trực tiếp gây tổn thương khi bị điện giật. Thông thường thì dòng điện 100mA xoay chiều gây nguy hiểm chết người. Tuy nhiên, cũng có trường hợp dòng điện chỉ khoảng 5-10mA đã làm chết người vì còn tùy thuộc vào điều kiện nơi xảy ra tai nạn, sức khỏe, trạng thái thần kinh, đường đi của dòng điện...

Trong tính toán thường lấy trị số dòng điện an toàn là 10mA đối với dòng điện xoay chiều và 50mA với dòng điện một chiều. Ta có bảng đánh giá tác dụng của trị số dòng điện như sau:

**Bảng 1. 1: Tác dụng của trị số dòng điện với cơ thể người**

Trị số dòng điện (mA)	Tác dụng của dòng điện xoay chiều	Tác dụng của dòng điện một chiều
0.6 – 1.5	Bắt đầu thấy tê	Chưa có cảm giác
2 – 3	Ngón tay tê rất mạnh	Chưa có cảm giác
3 – 7	Bắp thịt bắt đầu co	Đau như kim châm
8 – 10	Tay không rời khỏi vật có điện	Nóng tăng lên
20 – 25	Tay không rời khỏi vật có điện, đau khó thở	Bắp thịt co và rung
50 – 80	Cơ quan hô hấp bị tê liệt, tim bắt đầu đập mạnh	Tay khó rời khỏi vật có điện, khó thở
90 – 100	Cơ quan hô hấp bị tê liệt, kéo dài 3s hoặc dài hơn tim ngừng đập	Cơ quan hô hấp bị tê liệt

Phân tích mức độ tác động của dòng điện ta nhận thấy dòng điện xoay chiều nguy hiểm hơn dòng điện một chiều vì:

- Qua nghiên cứu người ta thấy rằng trị số dòng điện tác dụng lên người không phải là trị số hiệu dụng mà là trị số biên độ của nó.
- Đối với dòng xoay chiều trên cơ thể người tồn tại nhiều vùng nhạy nguy hiểm.

#### 1.3.2.1 Đường đi của dòng điện

Đường đi của dòng điện tức là chiều dòng điện đi vào và đi ra cơ thể người cũng có ảnh hưởng nhất định đến mức độ nguy hiểm của tai nạn vì điện. Nếu trên

đường đi của dòng điện mà có các cơ quan quan trọng như tim, phổi, não... thì sự nguy hiểm sẽ vô cùng lớn vì chúng sẽ nhận sự tác động trực tiếp của dòng điện. Nếu dòng điện đi theo các đường khác thì các cơ quan quan trọng của cơ thể người chỉ nhận sự tác động gián tiếp qua hệ thống thần kinh trung ương. Do điện trở da ở các vị trí khác nhau rất khác nhau nên vị trí tiếp xúc của cơ thể người với vật dẫn có ảnh hưởng đáng kể đến hậu quả của chấn thương điện. Các đường đi thường gặp nhất là: tay – tay, tay phải – chân, tay trái – chân, chân – chân, đầu – chân, đầu – tay. Trong số đó đường đi được coi là nguy hiểm nhất là đầu – tay và đầu – chân khi mà dòng điện sẽ đi qua não bộ và thần kinh lưng. Nhưng may mắn là các trường hợp trên lại ít gặp hơn các trường hợp khác. Để đánh giá mức độ nguy hiểm của dòng điện đi qua cơ thể người ta thường đánh giá thông qua phần trăm dòng điện tổng đi qua tim. Phần trăm dòng điện tổng đi qua tim càng lớn thì mức độ nguy hiểm càng cao. Ta có bảng đánh giá sau:

**Bảng 1. 2: Phần trăm dòng điện tổng đi qua tim**

<b>Đường đi của dòng điện</b>	<b>Phần trăm dòng điện tổng đi qua tim</b>
Tay – tay	3.3%
Tay phải – chân	6.7%
Chân – chân	0.4%
Tay trái – chân	3.7%
Đầu – tay	1.8%
Đầu – chân	6.8%

### 1.3.2.2 Ảnh hưởng của thời gian dòng điện qua người đến tai nạn điện giật

Thời gian tác dụng của dòng điện ảnh hưởng đến điện trở của người. Thời gian tác dụng càng lâu, điện trở của người càng bị giảm xuống vì lớp da bị nóng dần lên và lớp sừng trên da bị chọc thủng ngày càng tăng dần.

Là một yếu tố ảnh hưởng gián tiếp đến điện trở người. Khi mới bắt đầu tiếp xúc với điện áp, lớp da sẽ cùng với cơ thể tạo nên điện trở có giá trị khá cao và do có điện áp nên sẽ xảy ra quá trình xuyên thủng da làm điện trở giảm đưa đến dòng qua người tăng, đồng thời khi dòng điện qua người tăng, nhiệt lượng của cơ thể tỏa ra sẽ tăng,

tạo nên sự hoạt động tích cực của các tuyến mô hô, điều này dẫn đến điện trở người càng giảm. Kết quả là dòng điện chạy qua người càng ngày càng tăng, điện trở của người ngày càng giảm, tức là thời gian dòng điện tác dụng càng lâu càng nguy hiểm.

### *1.3.2.3 Ảnh hưởng của điện áp tiếp xúc và đường đi của dòng điện*

- Điện áp tiếp xúc: Tỷ lệ tổn thương không phụ thuộc tuyến tính vào giá trị điện áp. Điện áp an toàn với điện xoay chiều và 1 chiều tùy theo tiêu chuẩn của mỗi nước có thể từ 12, 24V đến 42V, 50V. Tuy nhiên có thể nói không tồn tại 1 điện áp an toàn tuyệt đối.

- Đường đi của dòng điện: Trên đường đi của dòng điện mà có các cơ quan quan trọng như tim, phổi, não,... thì sự nguy hiểm sẽ càng lớn vì chúng chịu tác động trực tiếp của dòng điện.

- Trạng thái sức khỏe và tâm lý: Người khỏe mạnh sẽ chịu ảnh hưởng của dòng điện ít hơn người ốm yếu, trạng thái tâm lý cũng có ảnh hưởng đến điện trở của người.

- Tình trạng học vấn: Người có kiến thức về điện, an toàn điện sẽ thường chịu hậu quả ít hơn so với người không có kiến thức và không am hiểu do kém bình tĩnh, xử lý không chính xác đúng đắn như người có kiến thức.

### *1.3.3 Hiện tượng dòng điện đi trong đất*

Khi cách điện của thiết bị xảy ra sự cố, nếu vỏ thiết bị được nối đất sẽ có dòng điện đi vào trong đất và tạo nên xung quanh điện cực nối đất một vùng có dòng điện dò và điện áp phân bố.

Về phương diện an toàn mà nói thì dòng điện chạm đất thay đổi cơ bản trạng thái của mạng điện (điện áp giữa dây dẫn và đất thay đổi xuất hiện các thế hiệu khác nhau giữa các điểm trên mặt đất gần chỗ chạm đất). Dòng điện đi vào đất sẽ tạo nên ở điểm chạm đất một vùng dòng điện rò trong đất và điện áp trong vùng này phân bố theo một quy luật nhất định. Để đơn giản nghiên cứu hiện tượng này ta giải thích dòng điện chạm đất đi vào đất qua một cực kim loại hình bán cầu. Đất thì thuần nhất và có điện trở suất là  $\rho$  (tính bằng Ohm.cm). Như thế có thể xem như dòng điện đi từ tâm hình bán kính cầu tỏa ra theo đường bán kính.

Trên cơ sở lý thuyết tượng tự ta có thể xem trường của dòng điện đi trong đất giống dạng trường trong tĩnh điện, nghĩa là tập hợp của những đường sức và đường đẳng thế của chúng giống nhau.

Đại lượng cơ bản trong điện trường của môi trường dẫn điện là mật độ dòng điện  $J$ . Vectơ này hướng theo hướng của vectơ cường độ điện trường.

Phương trình để khảo sát điện trường trong đất là phương trình theo định luật Ohm dưới dạng vi phân:

$$E = J \cdot \rho \quad (1.1)$$

Trong đó:  $\rho$  là điện trở suất.

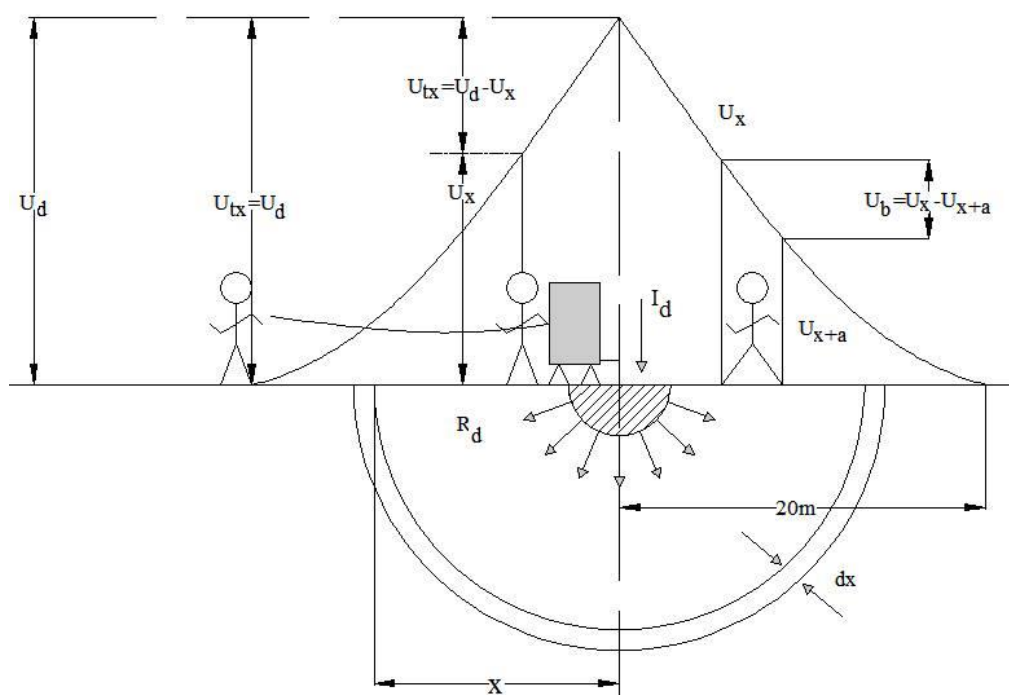
$E$  là điện áp trên đơn vị chiều dài dọc theo đường đi của dòng điện

Mật độ dòng điện tại điểm cách tâm bán cầu một khoảng  $x$  là:

$$J = \frac{I_d}{2\pi \times x^2} \quad (1.2)$$

Trong đó:  $I_d$  là dòng điện đi vào trong đất.

$2\pi x^2$  là diện tích của bán cầu có bán kính là  $x$ .



Hình 1. 4: Phân bố điện áp tiếp xúc và điện áp bước khi dòng điện sự cố chạy vào trong đất

Xét 1 lớp đất có độ dày là  $dx$ , theo hình mặt cầu bán kính  $x$  thì trên đó có 1 điện áp là:

$$dU = J \cdot r \cdot dX = \frac{I_d}{2\pi x^2} \rho \cdot dX$$

Điện thế tại điểm A cách điện cực 1 khoảng  $x$  chính là hiệu điện thế tại A với điểm ở xa vô cùng ( $\varphi_{\text{vô cùng}}=0$ ) là :

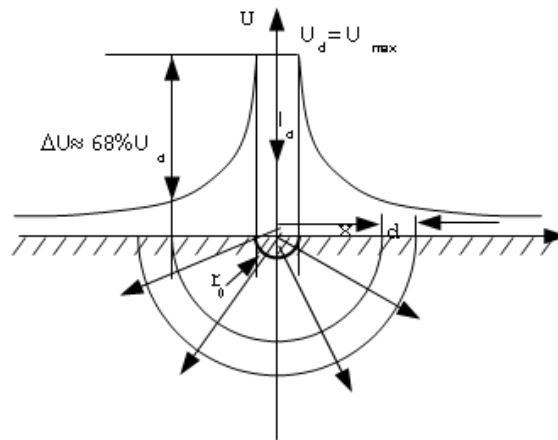
$$U_A = \varphi_A - \varphi_\infty = \int_x^\infty du = \int_x^\infty \frac{I_d}{2\pi \times x^2} \times \rho dx = -\frac{I_d}{2\pi \times x} \times \rho \Big|_x^\infty = \frac{I_d \times \rho}{2\pi \times x} = k \times \frac{1}{x} \quad (1.3)$$

Trong đó:  $k = \frac{I_d \times \rho}{2\pi}$

Nếu dịch chuyển điểm A đến gần mặt của vật nối đất ta có điện áp cao nhất đối với đất  $U_d$ :

$$U_d = \frac{I_d \rho}{2\pi X_d} \quad (1.4)$$

Trong đó  $X_d$  là bán kính của vật đất hình bán cầu.



Hình 1. 5: Dạng chạm đất đi vào đất qua bán cực bán cầu

Ở đây ta xem bản thân vật nối đất có bán kính  $X_d$  như vật mà các điểm của nó có điện áp như nhau. Giả thiết này dựa trên cơ sở vật nối đất có điện dẫn rất lớn (Ví dụ: điện dẫn của thép gần như bằng  $10^9$  lần điện dẫn của đất)

Ta có thể viết:  $\frac{U_A}{U_d} = \frac{X_d}{X_A}$

Hay:  $U_A = U_d \cdot \frac{X_d}{X_A}$

Thay tích  $U_d \cdot X_d = K$  (là một hằng số ứng với những điều kiện nhất định) ta có phương trình hyperbol sau :

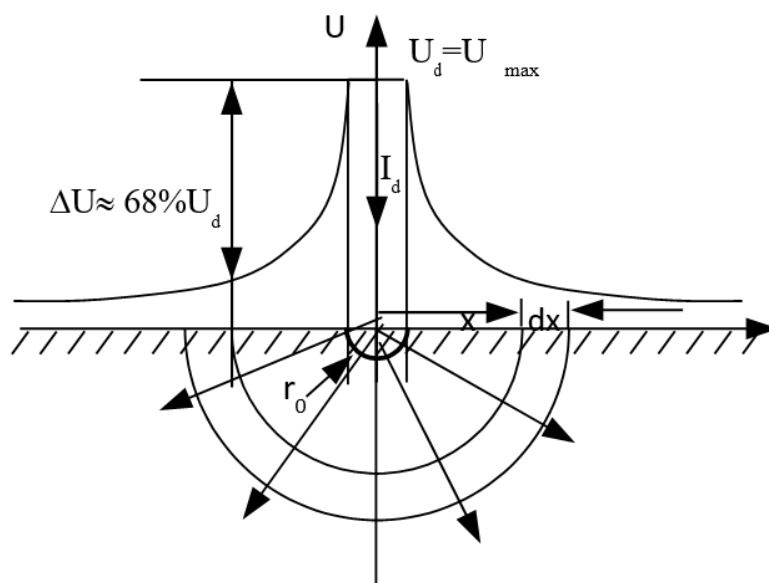
$$U_d = \frac{K}{X_A} \quad (1.5)$$

+ Như vậy, sự phân bố điện áp trong vùng dòng điện rò trong đất đối với điểm vô cực ngoài vùng dòng điện rò có dạng hyperbol.

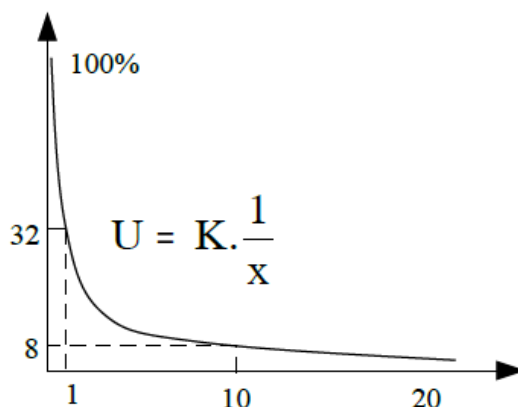
+ Tại điểm chạm đất trên mặt của vật nối đất ta có điện áp đối với đất là cực đại.

+ Không riêng gì vật nổi đất có dạng hình bán cầu mà ngay đối với các dạng khác của vật nổi đất như hình ống, thanh, chữ nhật... cũng đều có sự phân bố điện áp gần giống hình hyperbol.

Dùng cách đo trực tiếp điện áp từng điểm trên mặt đất quanh chỗ chạm đất ta cũng vẽ được đường cong phân bố điện áp đối với đất trong vùng dòng điện rò trong đất có dạng hyperbol.



Hình 1. 6: Dòng chạm đất đi vào đất qua bán cực bán cầu



Hình 1. 7: Đường cong chỉ sự phân bố điện áp của các điểm trên mặt đất lúc có chạm đất.

+ Khi  $x = r_0$  ta được  $U_{r_0} = \frac{I_d \rho}{2\pi r_0} = U_d$ : Gọi là điện thế đất (điện thế tại bề mặt điện cực).

Đặt  $R_d = \frac{\rho}{2\pi r_0}$ : gọi là điện trở nổi đất của điện cực kim loại bán cầu.  $R_d$  chỉ phụ thuộc vào điện trở suất  $\rho$  của đất không phụ thuộc vào điện trở kim loại.  $R_d$  còn gọi là điện trở tản.

Trong thực tế điện trở suất của kim loại rất nhỏ so với điện trở suất của đất vì thế có thể xem điện cực là đẳng thế. Lúc này điện thế trên bề mặt kim loại là:

$$U_{\max} = U_d = I_d \cdot R_d$$

+ Khi  $x > 20m$  thì có thể xem như ngoài vùng dòng điện rò hay còn được gọi là những điểm có điện áp bằng không

+ Trong vùng gần 1m cách vật nổi đất chiếm 68% điện áp rơi.

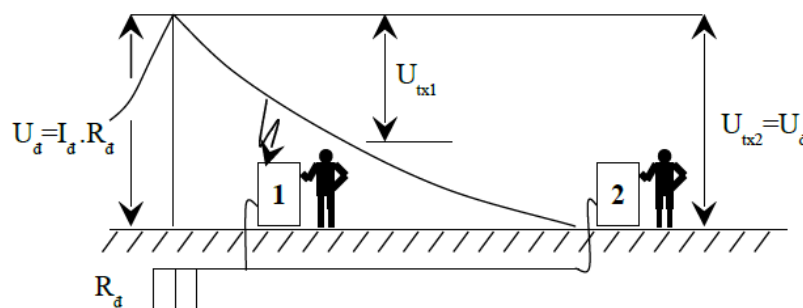
### 1.3.4 Điện áp tiếp xúc và điện áp bước

#### 1.3.4.1 Điện áp tiếp xúc

Trong quá trình tiếp xúc với thiết bị điện, nếu có mạch điện khép kín qua người thì điện áp giáng lên người lớn hay nhỏ là tùy thuộc vào điện trở khác mắc nối tiếp với người.

Điện áp đặt vào người (tay-chân) khi người chạm phải vật có mang điện áp gọi là điện áp tiếp xúc. Hay nói cách khác điện áp giữa tay người khi chạm vào vật có mang điện áp và đất nơi người đứng gọi là điện áp tiếp xúc.

Vì chúng ta nghiên cứu an toàn trong điều kiện chạm vào một pha là chủ yếu cho nên có thể xem điện áp tiếp xúc là thế giữa hai điểm trên đường dòng điện đi mà người có thể chạm phải.



Hình 1. 8: Người chạm vào thiết bị điện mà cách điện 1 pha bị chọc thủng

Trên hình 1.8 vẽ hai thiết bị điện (động cơ, máy sản xuất...) có vỏ máy được nối với vật nổi đất có điện trở đất là  $R_d$ . Giả sử cách điện của một pha của thiết bị 1 bị chọc thủng và có dòng điện chạm đất đi từ vỏ thiết bị vào đất qua vật nổi đất. Lúc này, vật nổi đất cũng như vỏ các thiết bị có nổi đất đều mang điện áp đối với đất là:

$$U_d = I_d \cdot R_d$$

Tay người chạm vào thiết bị nào cũng đều có điện áp là  $U_d$  trong lúc đó điện áp của chân người  $U_{ch}$  lại phụ thuộc người đứng tức là phụ thuộc vào khoảng cách từ chỗ đứng đến vật nối đất. Kết quả là người bị tác động của hiệu số điện áp đặt vào tay và chân, đó là điện áp tiếp xúc:

$$U_{tx} = U_d - U_x \quad (1.6)$$

Trong đó :

$I_d$  là dòng điện đi vào trong đất,  $R_d$  là điện trở nối đất.

$U_x$  là điện áp tại điểm cách cực nối đất 1 khoảng  $x$ .

Từ biểu thức ta thấy điện áp tiếp xúc càng lớn khi người đứng càng xa cực tiếp đất. Nếu người đứng cách xa vật 20m thì  $U_x = 0$ , do đó điện áp tiếp xúc bằng điện áp của cực tiếp đất  $U_d$ .

#### 1.3.4.2 Điện áp bước

Khi người đứng trên mặt đất thường 2 chân ở 2 vị trí khác nhau nên người sẽ chịu sự chênh lệch giữa 2 điện thế khác nhau  $U_x$  và  $U_{x+a}$ . Sự chênh lệch này được gọi là điện áp bước:

$$U_b = U_x - U_{x+a} = \frac{I_d \times \rho}{2\pi} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{x+a} \right) = \frac{I_d \times \rho}{2\pi \times x} \times \frac{a}{x+a} \quad (1.7)$$

Trong đó:

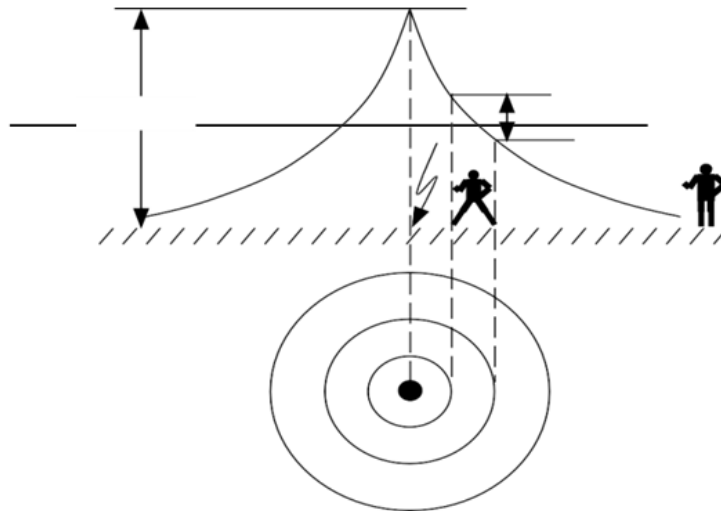
$a$  là độ dài của bước chân (0.4 – 0.8m).

$x$  là khoảng cách đến chỗ chạm đất.

+ Điện áp bước bằng 0 khi đứng ở khoảng cách xa hơn 20m hoặc 2 chân đứng trên vòng tròn đẳng thế.

+ Những vòng tròn đồng tâm (hay chính xác hơn là các mặt phẳng mà tâm điểm là chỗ chạm đất chính là các vòng tròn cân) đẳng thế.





Hình 1. 9: Phân bố thế của các điểm trên mặt đất

**Ví dụ:** Nếu có sự chạm đất với dòng chạm đất  $I_d=100A$  ở nơi có điện trở suất của đất là  $\rho=10^4\text{Ohm.cm}$  thì điện áp bước đặt vào người khi người đứng cách chỗ chạm đất 2,2m (220cm) là:

$$U_a = \frac{100.80.10^4}{2\pi.220.300} = 193V$$

Ở đây ta lấy  $a=80\text{cm}$ .

+ Điện áp bước có thể đạt đến trị số lớn vì vậy mặc dù không tiêu chuẩn hoá điện áp bước nhưng để đảm bảo an toàn tuyệt đối cho người, quy định là khi có xảy ra chạm đất phải cấm người đến gần chỗ bị chạm khoảng cách sau :

- Từ 4,5 m đối với thiết bị trong nhà.
- Từ 8, 10 m đối với thiết bị ngoài trời.

Người ta không tiêu chuẩn hoá điện áp bước nhưng không nên cho rằng điện áp bước không nguy hiểm đến tính mạng con người. Dòng điện qua hai chân người thường ít nguy hiểm nhưng với trị số lớn (trên 100V) thì các bắp cơ của người có thể bị co rút làm người ngã xuống và lúc đó sơ đồ nối điện sẽ thay đổi nguy hiểm hơn.

### 1.3.5 Điện áp cho phép

Trị số dòng điện qua người là yếu tố quan trọng nhất gây ra tai nạn chết người nhưng dự đoán trị số dòng điện qua người trong nhiều trường hợp không thể làm được bởi vì ta biết rằng trị số đó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khó xác định được. Vì vậy, xác định giới hạn an toàn cho người không đưa ra khái niệm “dòng điện an toàn”, mà theo khái niệm “điện áp cho phép”. Dùng “điện áp cho phép” rất thuận lợi vì với mỗi

mạng điện thường có một điện áp tương đối ổn định đã biết. Cũng cần nhấn mạnh rằng “điện áp cho phép” ở đây cũng có tính chất tương đối, đừng nghĩ rằng “điện áp cho phép” là an toàn tuyệt đối với người vì thực tế đã xảy ra nhiều tai nạn điện nghiêm trọng ở các cấp điện áp rất thấp.

Tùy theo mỗi nước mà điện áp cho phép quy định khác nhau:

+ Ba Lan, Thụy Sĩ điện áp cho phép là 50V.

+ Hà Lan, Thụy Điển, Pháp điện áp cho phép là 24V

### **Câu hỏi**

Câu 1: Trình bày các nguyên nhân dẫn đến tai nạn vì điện?

Câu 2: Trình bày hiện tượng dòng điện đi trong đất?

Câu 3: Trình bày tác dụng của dòng điện với cơ thể con người?

Câu 4: Trình bày các ảnh hưởng của trị số dòng điện giật đến tai nạn điện?

Câu 5: Trình bày các chấn thương do dòng điện gây ra?

## Bài 2: Các biện pháp bảo vệ tai nạn do điện, kỹ thuật phòng chống cháy nổ và cấp cứu người khi bị điện giật (Số tiết: 03 tiết) [2]; [3]; [4].

### 1.4 Các biện pháp để bảo vệ an toàn cho người tránh tại nạn do điện

#### 1.4.1 Các quy tắc chung để đảm bảo an toàn điện

Các nguyên nhân dẫn đến tai nạn vì điện có nhiều nhưng có những nguyên nhân chính sau:

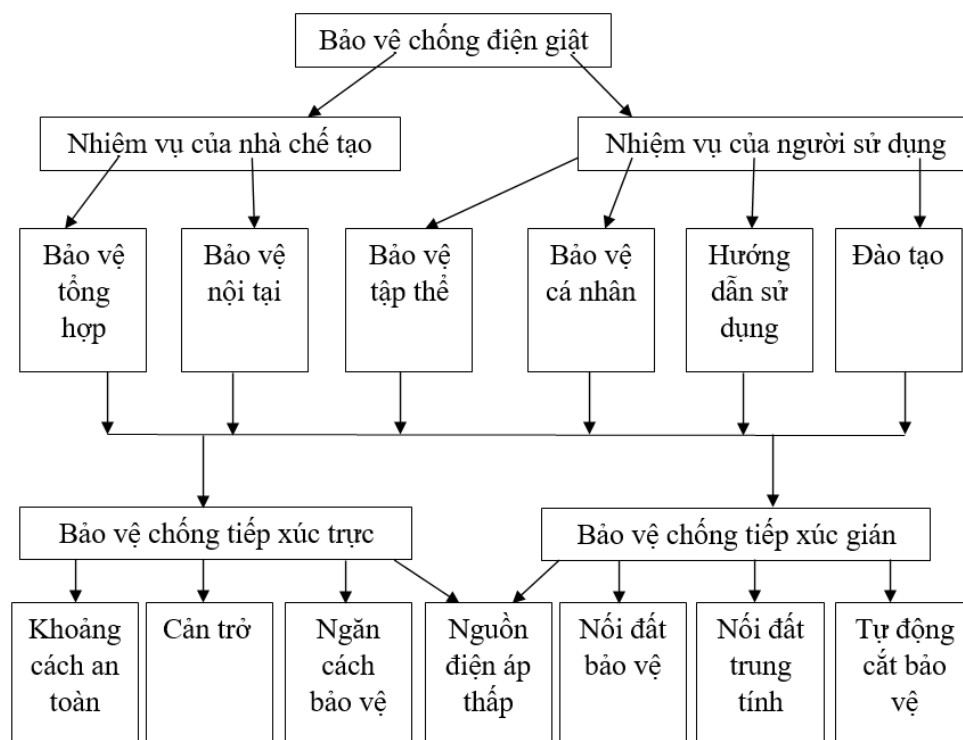
- Không tuân thủ quy trình quy phạm an toàn: Ví dụ khi sửa chữa đường dây cần phải cắt điện và có người canh phòng nhưng người canh phòng bỏ đi và có thể đường dây bị đóng lại gây tai nạn. Hoặc quy trình phải dùng sào chuyên dùng cắt điện lại không dùng mà dùng gậy thường,...

- Không tuân thủ tiêu chuẩn thiết kế: Thiết bị theo thiết kế chịu được công suất điện áp nhỏ đem sử dụng ở công suất, điện áp lớn hơn gây sự cố, tai nạn,...

- Cách điện bị hỏng.

Để tránh, hạn chế các tai nạn điện cần tuyệt đối tuân thủ quy trình quy phạm an toàn, tuân thủ thiết kế, định kỳ kiểm tra cách điện.

#### 1.4.2 Các biện pháp kỹ thuật an toàn điện



Hình 1. 10: Các biện pháp kỹ thuật an toàn

## 1.5 Kỹ thuật phòng chống cháy nổ

### 1.5.1 Kỹ thuật phòng chống cháy nổ

Cháy là phản ứng hóa học diễn ra rất nhanh của vật chất, kèm theo sự tỏa nhiệt và sự phát sáng (bốc lửa).

Phụ thuộc tốc độ lan truyền của ngọn lửa, phân biệt:

- Sự cháy bình thường: tốc độ lan truyền vài cm/s đến vài m/s.
- Nổ: cháy trong không gian kín, thoát khí khó khăn gây tăng nhiệt, tăng áp suất, tăng tốc độ lan truyền cháy.
- Kích nổ: tốc độ lan truyền lớn đến vài trăm m/s, nhiệt độ khối hỗn hợp khí tăng cao đến nhiệt độ cháy.
- Hòa hoạn: sự cháy không kiểm soát được gây thiệt hại về vật chất.

\* Các chất được chia thành:

- Chất không cháy: không có khả năng cháy khi đến nhiệt độ 200<sup>0</sup>C
- Chất khó cháy: có khả năng cháy dưới tác động môi cháy trong không khí ở thành phần bình thường, nhưng không có khả năng tự cháy.
- Chất dễ cháy: có khả năng cháy trong không khí do nguồn phát cháy và tiếp tục cháy khi tách khỏi nguồn cháy. Chúng còn được gọi là nhiên liệu.

\* Nhiệt độ và sự cháy:

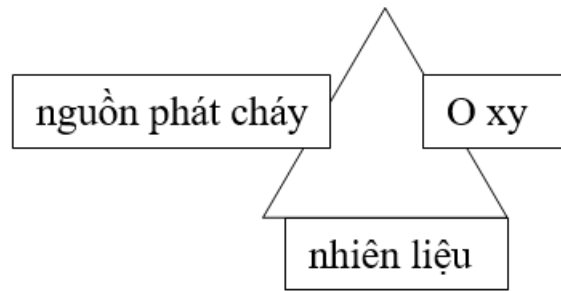
- Nhiệt độ bùng cháy: nhiệt độ thấp nhất mà hơi nước và khí tạo trên bề mặt hỗn hợp cháy, bùng cháy vào không khí do nguồn phát cháy gây lên, nhưng không ổn định, tốc độ lan truyền thấp.

$$T_{bc} = 0.736.T_{sôi} (^{\circ}K)$$

- Nhiệt độ bắt lửa: nhiệt độ hỗn hợp cháy mà khí cháy và hơi nước thoát vào không khí với tốc độ lớn, gây bắt lửa bởi nguồn phát cháy và diễn ra sự cháy ổn định.
- Nhiệt độ tự bắt lửa: nhiệt độ nhỏ nhất tại đó tốc độ phản ứng tỏa nhiệt tăng và kết thúc bằng sự cháy.

\* Điều kiện cần thiết cho quá trình cháy

- Tam giác cháy: mô tả ba yếu tố cần thiết cho quá trình cháy là chất cháy, chất ô xy hóa và nguồn phát cháy.



Hình 1. 11: Ba yếu tố cần thiết cho quá trình cháy

Thiếu 1 trong 3 yếu tố này không thể gây ra sự cháy.

### 1.5.2 Đánh giá xác suất cháy nổ

#### \* Các nguyên nhân tiềm ẩn

- Quy trình công nghệ có sử dụng nhiên liệu, nguyên liệu dễ bắt lửa.
- Tia lửa điện, dây dẫn điện không đảm bảo an toàn, chập điện.
- Quần áo chuyên dụng tẩm dầu và sự cọ xát chúng.
- Hiện tượng tĩnh điện.
- Các lò công nghệ có nhiệt độ cao.
- Các đường ống dẫn khí đốt, nhiên liệu.
- Độ bền của các thiết bị chứa nhiên liệu không đảm bảo.
- Do người sản xuất thao tác không đúng quy trình.
- Do sét.

#### \* Phân loại môi trường

- Loại A: có sử dụng, chứa chất lỏng dễ bắt lửa nhiệt độ bùng cháy  $\leq 28$  độ C như kho xăng dầu.

- Loại B: có bụi, sợi nhiên liệu bay lơ lửng dễ bắt lửa, nhiệt độ bùng cháy 20 độ C (phân xưởng chế biến bột rom, nhà máy may, xưởng mazut của nhà máy điện).

- Loại C: có sinh ra, có chứa chất cháy rắn và lỏng nhưng không có khả năng tạo hỗn hợp cháy nổ với không khí (xưởng mộc, chế biến thức ăn gia súc, kho chứa than, trạm biến áp,...)

- Loại D: trong đó có đốt hoặc chế biến sản phẩm không cháy ở trạng thái nung nóng hay nóng chảy (lò hơi, xưởng rèn, gian đặt máy phát điện,...)

- Loại E: có các chất không cháy ở trạng thái lạnh: trạm bơm, nhà kính, kho lạnh,...

#### \* Các yêu cầu chung với hệ thống chống cháy nổ:

- Cần chú ý ngay từ khâu thiết kế để khi xảy ra hỏa hoạn có thể phát hiện, cứu chữa,...

- Có thể sơ tán được người và vật chất nhanh chóng khi cháy nổ.

- Ngăn chặn ảnh hưởng của điện trong khi cháy nổ.

\* Đánh giá xác suất cháy nổ:

Hiểm họa cháy nổ của đối tượng bất kỳ được xác định trên cơ sở hiểm họa cháy nổ của các phần tử của nó (các thiết bị công nghệ, máy móc, nhà xưởng,...)

Xác suất cháy nổ trong 1 cơ sở được xác định theo biểu thức:

$$p(cn) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - p_i(c)] \quad (1.8)$$

Trong đó:

$P_i(c)$ : xác suất xuất hiện cháy (nổ) trong năm ở phần tử thứ  $i$  của đối tượng xét.

$n$ : số các phần tử của cơ sở xét.

Xác suất xuất hiện cháy (nổ) ở phần tử bất kỳ được xác định theo biểu thức:

$$p_i(c) = 1 - \left\{ \sum_{j=1}^m [1 - p_j(ca)] \right\} \cdot [1 - p_i(cV)] \quad (1.9)$$

Trong đó:

$P_j(ca)$ : xác suất xuất hiện cháy (nổ) thiết bị thứ  $j$  của phần tử thứ  $I$  của cơ sở xét.

$P_i(cV)$ : xác suất xuất hiện cháy (nổ) trong năm đối với tổng thể tích của cơ sở thứ  $i$ .

$m$ : số lượng các thiết bị công nghệ trong cơ sở thứ  $i$ .

Sự xuất hiện cháy (nổ) ở một thiết bị bất kỳ là do sự hình thành hỗn hợp cháy trong môi trường có thể xuất hiện nguồn cháy. Xác suất xuất hiện cháy (nổ)  $P_i(cV)$  và  $P_j(ca)$  tại cơ sở xét bằng xác suất tổng của các sự kiện ngẫu nhiên mà có thể dẫn đến sự hình thành môi trường cháy và của nguồn cháy. Xác suất  $P_i(cV)$  được tính theo biểu thức:

$$p_i(cV) = p_i \left[ \bigcup_{k=1}^K \bigcup_{n=1}^N (Ch_k \cap Nc_n) \right] \quad (1.10)$$

Trong đó:

$K$ : số loại chất cháy

$N$ : số nguồn cháy

$Ch_k$ : Sự kiện tạo ra môi trường chất cháy thứ  $k$

$Nc_n$ : sự kiện xuất hiện nguồn cháy thứ  $n$

$\cap$ : ký hiệu tích các sự kiện.

$\cup$  : ký hiệu tổng các sự kiện

Xác suất  $P_i(ca)$  được tính theo biểu thức:

$$p_i(ca) = 1 - \prod_{k=1}^K \prod_{n=1}^N \left[ 1 - p_i(Ch_k) \cdot p_i\left(\frac{Nc_i}{Ch_k}\right) \right] \quad (1.11)$$

Trong đó:

$p_i(Ch_k)$  xác suất xuất hiện ở phân tử thứ  $i$  của cơ sở xét môi trường cháy thứ  $k$  trong năm.

$p_i\left(\frac{Nc_i}{Ch_k}\right)$  xác suất có điều kiện xuất hiện ở phân tử thứ  $i$  của cơ sở xét nguồn cháy thứ  $n$  mà có khả năng gây cháy trong môi trường thứ  $k$ .

### 1.5.3 Các phương pháp và phương tiện chữa cháy

#### \* Các nguyên tắc dập lửa

- Không cho oxy (không khí) vào khu vực cháy.
- Làm nguội khu vực cháy xuống dưới nhiệt độ bùng cháy.
- Phân tách chất cháy bằng chất không cháy.
- Ngăn tốc độ phản ứng hóa học trong lửa.
- Phân tách ngọn lửa.

#### \* Các chất dập lửa

- Nước: không dùng chữa cháy kim loại kiềm, axetylen và các đám cháy có nhiệt độ  $>1700$  độ C.

- Bột hóa học: dùng dập cháy xăng dầu hay chất lỏng khác. Không dùng chữa cháy kim loại kiềm, axetylen, thiết bị điện và các đám cháy có nhiệt độ  $>1700$  độ C.

- Bột khí – cơ học: cũng dùng chữa cháy xăng dầu, cháy chất rắn.

- Khí trơ và khí không cháy:  $CO_2$ ,  $NO_2$ . Không dùng chữa cháy phân đạm, kim loại kiềm, kiềm thổ, thuốc súng. Trừ  $CO_2$  ra thì khí trơ và khí không cháy có thể dùng dập lửa cho mọi đám cháy cả cháy điện.

- Các hợp chất halogen, bột chữa cháy.

#### \* Các phương tiện, thiết bị

- Xe cứu hỏa
- Phương tiện báo hiệu

- Thiết bị cứu nạn
- Khí tài chữa cháy
- Thiết bị dập lửa
- Bình dập lửa: Trên bình chữa cháy có các nhãn biểu thị công dụng chữa cháy

cho các nhóm khác nhau

Nhãn hiệu	A	B	C	D	E
Nhóm cháy	Chất rắn	Chất lỏng	TB điện	Kim loại	Bếp ăn

Để sử dụng: Tháo chốt an toàn sau đó (với loại bình AB, bình bột phải dốc ngược bình lắc vài cái) hướng vòi vào nơi cần phun, bóp cò (mở khóa van) để chất cháy phun ra.

\* Sơ cứu nạn nhân bỏng :

- Cần thực hiện nhanh chóng.
- Bỏng axit hoặc bazo phải dùng nước sạch rửa.
- Không cần thay quần áo nếu bị bỏng nặng, bôi thuốc chống bỏng, chống nhiễm trùng.
- Yêu cầu nạn nhân không cử động nhiều, nằm ở trạng thái thoải mái.
- Nhanh chóng đưa đi cấp cứu tại bệnh viện.

## 1.6 Cấp cứu người khi bị điện giật

### 1.6.1. Phương pháp tách người bị nạn ra khỏi mạch điện.

a, Trường hợp cắt được mạch điện

Phương pháp tốt nhất là tức khắc cắt điện bằng cách cắt cầu dao, công tắc điện liên quan đến nguồn điện giật nạn nhân và ở gần nạn nhân nhất.

Khi cắt điện cần chú ý:

Vì có thể cắt điện vào ban đêm nên cần phải có các nguồn sáng dự phòng.

Nếu người bị nạn ở trên cao thì phải có phương tiện hứng đỡ khi người đó rơi xuống.

b, Trường hợp không cắt được mạch điện

Đối với mạch điện hạ áp: Người cứu chữa phải có biện pháp an toàn cá nhân thật tốt như đứng trên bàn ghế bằng gỗ khô, đi dép cao su hoặc đi ủng, mang găng tay cách điện...Dùng tay đeo găng cao su kéo nạn nhân ra khỏi dây điện, hoặc dùng gậy



gỗ, tre khô gạt dây điện ra khỏi nạn nhân hoặc túm lấy áo, quần (khô) của nạn nhân kéo ra. Ngoài ra cũng có thể dùng búa, rìu cán bằng gỗ...để chặt đứt dây điện.

Đối với mạch điện cao áp: Tốt nhất là phương tiện thông tin báo cho điện lực khu vực gần nhất để cắt điện và người cứu chữa bắt buộc phải trang bị an toàn cá nhân đầy đủ: ủng cách điện, găng tay cách điện và dùng sào cách điện cao thế để gạt hoặc đẩy người bị nạn ra khỏi mạng điện

Tóm lại khi tách nạn nhân khỏi mạng điện cần chú ý:

- Ở điện cao áp phải chờ cắt điện.
- Không được nắm tay không và tiếp xúc với phần để trần của người bị nạn.
- Không tiếp xúc với những vật dẫn hay dây dẫn ở gần người bị nạn.

### *1.6.2 Phương pháp cấp cứu người khi bị điện giật*

Nguyên nhân chính làm chết người vì điện giật là do hiện tượng kích thích chứ không phải do bị chấn thương.

Mỗi một người làm nghề điện đều phải biết cách cấp cứu người bị điện giật. Kỹ thuật cắt nguồn điện lúc có người bị điện giật cũng như phương pháp cứu chữa đều có ghi trong quy trình an toàn. Dưới đây chỉ trình bày những nguyên tắc cơ bản.

Người bị điện giật sau khi được cắt khỏi nguồn điện nếu chỉ bị ngất thôi thì chỉ cần mở cửa sổ cho thoáng, cởi áo quần và cho người amoniac.

Nếu nạn nhân ngừng thở và tim ngừng đập phải tìm mọi cách cho hô hấp và tim đập trở lại.

Nhiều cuộc thí nghiệm và thực tế chứng minh rằng từ lúc bị điện giật đến một phút nạn nhân được cứu chữa ngay thì 90% trường hợp cứu sống được, để sáu phút sau mới cấp cứu chỉ có thể cứu sống 10%, nếu để từ 10 phút trở đi mới cấp cứu thì rất ít trường hợp được cứu sống.

Trước kia người ta dùng những phương pháp không đúng để cứu người bị sét đánh, điện giật như:

- Lay nạn nhân thật mạnh rồi ném xuống đất.
- Cởi hết quần áo đem chôn đứng dưới đất ngang cổ.

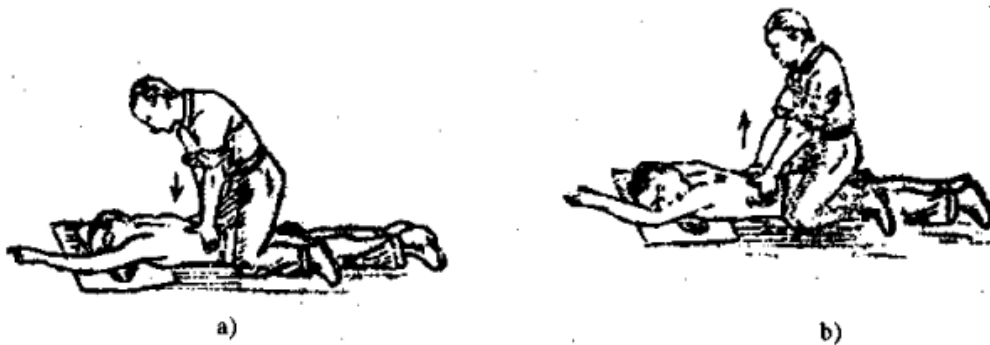
Hiện nay thường dùng ba phương pháp hô hấp nhân tạo sau đây: phương pháp nằm sấp, phương pháp nằm ngửa, phương pháp thổi ngạt (hà hơi thổi ngạt).

Trước khi làm hô hấp phải chuẩn bị các việc sau đây:

- Nhanh chóng cởi áo, nới thắt lưng để khỏi cản trở hô hấp.
- Dùng vật cứng nạy miệng nạn nhân. Lấy các vật trong miệng ra, kéo lưỡi vì lưỡi thường bị tụt sâu bên trong sau khi bị điện giật.

#### 1.6.2.1 Phương pháp nằm sấp

Đặt người bị nạn nằm sấp, một tay đặt dưới đầu (Hình 1.12). Đặt đầu nghiêng và tay còn lại để duỗi thẳng. Người cứu chữa quỳ trên lưng và hai tay cứ bóp theo hơi thở của mình, ấn vào hoành cách mô theo hướng tim.



Hình 1. 12: Cấp cứu theo phương pháp nằm sấp a) Thở ra; b) Thở vào

Khi tim đập được thì hô hấp cũng sẽ dần dần hồi phục được.

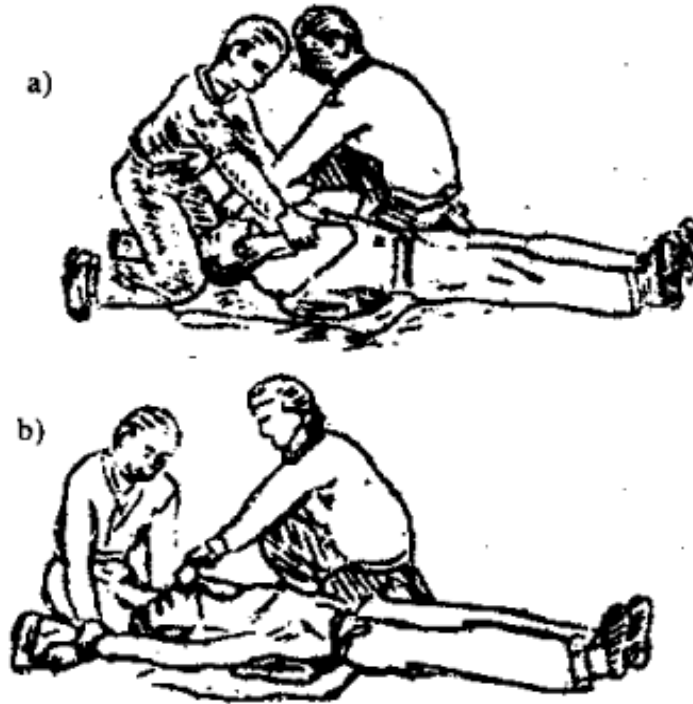
Nhược điểm của phương pháp này là khối lượng không khí vào trong phổi ít.

Ưu điểm của phương pháp nằm sấp là với vị trí đặt nạn nhân như trên, các chất dịch vị và nước miếng không theo đường khí quản vào bên trong và cản trở sự hô hấp.

#### 1.6.2.2 Phương pháp nằm ngửa

Nếu người cấp cứu có thêm người giúp việc thì đặt nạn nhân nằm ngửa (Hình 1.13).

Dưới lưng đặt thêm áo quần cho đầu ngửa ra sau và lồng ngực được rộng rãi thoải mái. Người cấp cứu chính quỳ ở đằng đầu cầm hai tay nạn nhân kéo lên thả xuống theo nhịp thở của mình. Người giúp việc thì kéo lưỡi. Nếu có hai người giúp việc thì công việc kéo hai tay lên xuống do hai người làm, còn người ở phía đầu chỉ kéo lưỡi. Phương pháp này có nhược điểm là nạn nhân nằm ngửa nên dịch vị dễ chạy lên cuống họng làm cản trở hô hấp. Khi thấy có hiện tượng tốt (mí mắt rung rinh, môi rung) thì lập tức nghỉ hô hấp nhân tạo vài giây để cho nạn nhân tự hô hấp. Lúc nạn nhân đã tự thở được phải bọc cho họ thật ấm và không cho cử động vì tim lúc ấy hãy còn yếu có thể nạn nhân bị ngắt lại.



Hình 1. 13: Cấp cứu theo phương pháp nằm ngửa

a) Thở ra; b) Thở vào



Hình 1. 14: Cấp cứu theo phương pháp nằm ngửa có hai người trợ giúp

a) Thở ra; b) Thở vào

### 1.6.2.3 Phương pháp thổi ngạt (hà hơi thổi ngạt)

Trong cấp cứu nạn nhân bị ngừng thở hay ngắt, trước kia ta thường làm theo hai phương pháp nói trên (phương pháp nằm sấp và phương pháp nằm ngửa).

Các phương pháp này hiệu lực kém vì chỉ đem rất ít lượng không khí vào phổi. Ngoài ra còn có khó khăn nếu có thêm các phần thương tổn khác như nạn nhân bị gãy xương sườn, gãy cột sống... vì các động tác này quá mạnh. Tuy vậy đối với trường hợp bị thương ở hàm mặt các phương pháp trên vẫn có tác dụng. Những năm gần đây ở trên thế giới, phương pháp hô hấp nhân tạo được thay thế bằng phương pháp thổi ngạt. Cứu chữa theo phương pháp này lượng không khí vào phổi nhiều hơn hai phương pháp trên từ 6 đến 15 lần.

Cách thực hiện như sau:

1. Trước một nạn nhân ngừng thở hay thoi thóp việc trước tiên là phải thổi ngạt ngay.

Đặt nạn nhân nằm ngửa, người cấp cứu quỳ bên cạnh sát ngang vai, nhìn mắt nạn nhân. Một tay nâng gáy, một tay nâng cằm, ngửa hẳn đầu nạn nhân ra phía trước để cho cuống lưỡi không bịt kín đường hô hấp (Hình 1.15). Cũng có khi chỉ dùng động tác này nạn nhân đã bắt đầu thở được.



Hình 1. 15: Cấp cứu theo phương pháp thổi ngạt

Nếu nạn nhân chưa thở được, người cấp cứu vẫn để đầu nạn nhân ở tư thế trên, một tay mở miệng, một tay luồn một ngón có vải sạch, kiểm tra trong họng nạn nhân, lau hết đờm rãi, chất nôn và moi hết hàm răng giả, răng gãy... đang làm vướng cổ họng. Đặt một miếng gạc mỏng che kín miệng nạn nhân.

Người cấp cứu hít thật mạnh, một tay vẫn mở miệng, một tay bóp hai bên bịt kín mũi nạn nhân, áp kín miệng mình vào miệng nạn nhân rồi thổi mạnh (đối với trẻ em thổi nhẹ hơn một chút).

Ngực nạn nhân phồng lên, người cấp cứu ngẩng đầu lên hít hơi thứ hai, khi đó nạn nhân sẽ tự thở ra được do sức đàn hồi của lồng ngực.

Tiếp tục như thế với nhịp độ khoảng 10 lần 1 phút, liên tục cho đến khi nạn nhân hồi tỉnh: hơi thở trở lại, môi mất hồng hào, hoặc cho đến khi nạn nhân có dấu hiệu đã chết hẳn biểu hiện bằng đồng tử trong mắt giãn to (thường là 1÷ 2 giờ sau).

## 2. Thổi ngạt kết hợp với ấn tim ngoài lồng ngực.

Nếu gặp nạn nhân mê man, không nhúc nhích, tím tái, ngừng thở, không nghe thấy tim đập phải lập tức ấn tim ngoài lồng ngực kết hợp với thổi ngạt.

Mọi người tiến hành thổi ngạt như trên.



Hình 1.16: Cấp cứu theo phương pháp ấn tim ngoài lồng ngực

Người thứ hai làm việc ấn tim:

Hai bàn tay chồng lên nhau, đè vào 1/3 dưới xương ức, ấn mạnh bằng cả sức cơ thể, từ xuống vùng xương ức (không từ sang phía xương sườn để phòng nạn nhân có thể bị gãy xương) (Hình 1.16).

Sau mỗi lần ấn xuống, lại rời nhẹ tay để lồng ngực trở lại như cũ.

Nhịp độ phối hợp giữa hai người như sau: cứ ấn tim 5 đến 6 lần lại phối hợp thổi ngạt 1 lần, tức là ấn 50 đến 60 lần trong 1 phút.

Thổi ngạt kết hợp với ấn tim là phương pháp hiệu quả nhất nhưng cần chú ý là khi nạn nhân bị tổn thương cột sống không nên làm động tác ấn tim.

### **Câu hỏi**

Câu 1: Trình bày phương pháp tách người bị điện giật ra khỏi mạch điện?

Câu 2: Trình bày các bước hô hấp nhân tạo để cứu người bị điện giật?

Câu 3: Trình bày các biện pháp kỹ thuật an toàn điện?

Câu 4: Trình bày các biện pháp để bảo vệ an toàn cho người tránh tại nạn do điện?

Câu 5: Trình bày kỹ thuật phòng chống cháy nổ?

## Bài tập cuối chương 1

Câu 1: Những nguyên nhân dẫn đến tai nạn vì điện? Cách khắc phục?

Câu 2: Dòng điện ảnh hưởng như thế nào với cơ thể con người?

Câu 3: Trình bày các ảnh hưởng của trị số dòng điện giật đến tai nạn điện?

Câu 4: Hãy nêu các chấn thương do dòng điện gây ra?

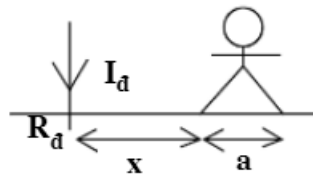
Câu 5. Nêu biện pháp tách người bị điện giật ra khỏi mạch điện?

Câu 6. Nguyên nhân gây ra cháy nổ?

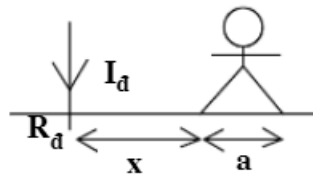
Câu 7: Các biện pháp để bảo vệ an toàn cho người tránh tai nạn do điện?

Câu 8: Các kỹ thuật phòng chống cháy nổ?

Câu 9: Nếu có sự chạm đất với dòng chạm đất  $I_d = 120A$  ở nơi có điện trở suất của đất là  $\rho = 10^4 \text{ Ohm.cm}$  thì điện áp bước đặt vào người khi người đứng cách chỗ chạm đất 2m là bao nhiêu? Biết khoảng cách giữa hai chân  $a = 90\text{cm}$  và tính điện thế chân trước và chân sau?



Câu 10: Nếu có sự chạm đất với dòng chạm đất  $I_d = 150A$  ở nơi có điện trở suất của đất là  $\rho = 10^3 \text{ Ohm.cm}$  thì điện áp bước đặt vào người khi người đứng cách chỗ chạm đất 3m là bao nhiêu? Biết khoảng cách giữa hai chân  $a = 70\text{cm}$  và tính điện thế chân trước và chân sau?



## CHƯƠNG II: PHÂN TÍCH AN TOÀN CÁC MẠNG ĐIỆN

*Nội dung chính của chương:* Chương II đưa ra khái niệm về phân tích an toàn các mạng điện. Phân tích các tình huống tiếp xúc với mạng điện trong quá trình vận hành, sửa chữa và bảo dưỡng. Cụ thể phân tích các bài toán mạch điện 1 pha và 3 pha trong các trường hợp cách điện với đất và trực tiếp nối đất

*Mục tiêu cần đạt được của chương:* Sinh viên phân tích được rõ ràng các tình huống tiếp xúc với mạng điện để biết được mức độ nguy hiểm khi tiếp xúc với mạng điện.

**Bài 3: Phân tích an toàn trong mạng điện cách điện với đất (Số tiết: 03 tiết) [2]; [3]; [4].**

### 2.1. Khái niệm

Phân tích an toàn trong mạng điện là tính toán, xác định giá trị dòng điện qua người trong các điều kiện khác nhau mà người có thể tiếp xúc với mạng điện trong quá trình vận hành lưới điện và thiết bị điện. Quá trình phân tích an toàn mạng điện cũng cần phải đánh giá được các yếu tố khác, cũng như các thông số của mạng điện ảnh hưởng đến tai nạn điện giật.

Tai nạn điện giật có thể xảy ra khi ta tiếp xúc hai pha hoặc một pha nhưng ở đây ta chỉ xét một pha. Tiếp xúc một pha có thể được xem là chạm đất không an toàn và lúc này dòng điện qua người phụ thuộc vào chế độ trung tính của mạng điện.

Dòng điện qua người khi người tiếp xúc với vật nối đất có dòng chạm đất đi qua phụ thuộc vào dòng điện chạm đất.

Dòng điện chạm đất là dòng điện đi qua chỗ chạm đất vào đất phụ thuộc vào các thông số mạng điện và trung tính của lưới.

Trung tính máy biến áp và máy phát có thể được nối đất trực tiếp hoặc cách điện đối với đất.

Nếu trung tính máy biến áp, máy phát không nối với các thiết bị nối đất hoặc nối qua thiết bị để bù dòng điện dung trong mạng, qua máy biến điện áp ...hay qua khí cụ có điện trở lớn, được gọi là trung tính cách điện đối với đất. Ngược lại, nếu trung tính nối trực tiếp với thiết bị nối đất hoặc qua một điện trở bé (máy biến dòng) được gọi là trung tính trực tiếp nối đất.

Theo “Quy trình thiết bị điện” người ta có thể chia ra:

+ Thiết bị có điện áp dưới 1000V (hạ áp).

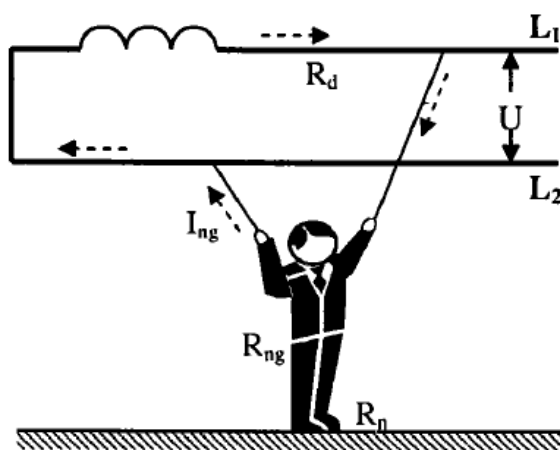
+ Thiết bị có điện áp trên 1000V (cao áp).

## 2.2. Mạng điện cách điện với đất

### 2.2.1. Mạng điện một pha

a, Người chạm vào 2 cực của mạng điện (2 dây 1 pha)

Hiện tượng chạm 2 cực mạng điện là sự tiếp xúc đồng thời hai điểm ở 2 dây khác nhau của mạng điện. Tai nạn xảy ra do người lao động khi 1 tay làm việc chạm vào cực thứ nhất, tay kia hay vai chạm vào cực thứ 2. Trong mạng điện này không kể có nối đất hay không, dù người đó đứng trên ghế cách điện, cách điện vẫn không có tác dụng giảm dòng điện qua người và trường hợp này dòng điện qua người vẫn có giá trị lớn nhất



Hình 2. 1: Người chạm vào 2 cực của mạng một pha

Dòng điện qua người sẽ có trị số lớn nhất:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} \quad (2.1)$$

Ở đây: I<sub>ng</sub>: Dòng điện qua người (A)

R<sub>ng</sub>: Điện trở của người (Ω)

U : Điện áp giữa hai cực của mạng điện (V)

Đây là trường hợp nguy hiểm nhất, tuy nhiên lại ít xảy ra trong thực tế.

❖ Các biện pháp an toàn:

- Trang bị cho công nhân đầy đủ kiến thức về an toàn điện
- Tổ chức công việc và thực hiện từng bước công việc sao cho không xảy ra tai nạn.

nạn.

- Dùng điện áp cung cấp với giá trị thấp (<40V).



**Ví dụ 1:** Tính dòng điện qua người, khi người chạm vào hai cực của mạng điện một pha điện áp 240V? Nêu biện pháp giảm nguy hiểm cho người?

Giải:

Điện trở tính toán của người:  $R_{ng} = 1000\Omega$

Dòng điện qua người khi người chạm vào hai cực của mạng điện

$$I_{ng} = \frac{U_{ng}}{R_{ng}} = \frac{240}{1000} = 0,24 = 240mA$$

Giá trị dòng điện qua người rất lớn. Yêu cầu phải cắt nhanh với thời gian  $t < 10ms$ . Yêu cầu này không thể đáp ứng với các thiết bị bảo vệ như máy cắt hạ áp hay cầu chì ở mức ngưỡng dòng 240 mA. Biện pháp duy nhất nhằm giảm nguy hiểm cho người là phải tuân thủ các quy định về an toàn khi sửa chữa thiết bị điện (cắt điện), sử dụng gang tay cách điện, công cụ sửa chữa có bọc cách điện,..

**Ví dụ 2:** Nếu điện trở cơ thể người  $R_{ng} = 1k\Omega$  thì khi tiếp xúc 2 pha của mạng điện hạ áp 0,38kV dòng điện qua cơ thể người là bao nhiêu? Nhận xét?

Giải:

$$I_{ng} = 380/1000 = 0,38A = 380mA$$

Nhận xét: nguy cơ tử vong cao

b, Chạm vào một dây pha và 1 dây trung tính

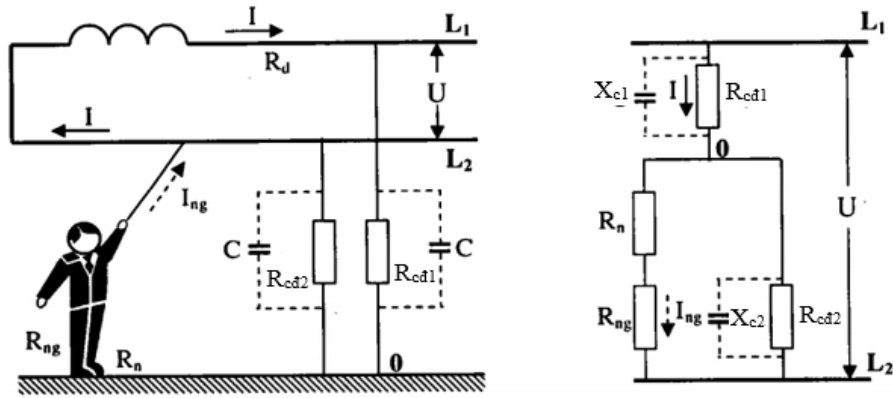
Khi chạm vào 1 dây pha (dây nóng) và 1 dây trung tính của mạng điện thì điện áp tiếp xúc sẽ bằng điện áp pha. Nhưng trong trường hợp này điện áp đặt vào cơ thể người chỉ là điện áp pha nên sẽ giảm  $\sqrt{3}$  so với điện áp đặt vào cơ thể người ở trường hợp trước.

$$I_{ng} = \frac{U}{\sqrt{3}R_{ng}} \quad (2.2)$$

Mặc dù  $I_{ng}$  giảm so với trường hợp chạm vào 2 dây nhưng vẫn còn nguy hiểm.

c, Người chạm vào một cực của mạng điện

Trường hợp này xảy ra khi người đứng dưới đất và tay chạm vào phần dẫn điện do cách điện của dây dẫn bị hỏng, dòng điện qua người tùy thuộc vào điện trở người, điện trở cách điện của dây dẫn và điện áp mạng điện:



Hình 2. 2: Người chạm vào một cực của mạng một pha

a. Sơ đồ lưới điện; b. Sơ đồ thay thế của mạng khi người chạm phải dây

Ở đây:

$U$ : Điện áp giữa 2 cực của mạng điện

$R_{cd1}, R_{cd2}$ : Điện trở cách điện của dây dẫn đối với đất

$X_{c1}, X_{c2}$ : Điện dung của dây dẫn đối với đất

$I_{ng}$ : Dòng điện đi qua cơ thể người

$R_{ng}$ : Điện trở của cơ thể người

Khi mạng điện có điện áp thấp thì điện dung đối với đất nhỏ, vì vậy  $X_c$  rất nhỏ nên có thể bỏ qua trong các mạng song song.

Dòng điện của mạch điện có giá trị:

$$I = \frac{U}{\frac{R_{ng}R_1}{R_{ng} + R_1} + R_2} = \frac{U(R_{ng} + R_1)}{R_{ng}R_1 + R_2(R_{ng} + R_1)}$$

$$U_1 = \frac{U(R_{ng} + R_1)}{R_{ng}R_1 + R_2(R_{ng} + R_1)} \cdot \frac{R_{ng}R_1}{R_{ng} + R_1}$$

$$U_1 = \frac{UR_{ng}R_1}{R_{ng}(R_1 + R_2) + R_1R_2}$$

Dòng điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{UR_{ng}R_1}{R_{ng}(R_1 + R_2) + R_1R_2} \cdot \frac{1}{R_{ng}}$$

$$I_{ng} = \frac{UR_1}{R_{ng}(R_1 + R_2) + R_1R_2} \quad (2.3)$$

Nếu người đứng có 1 điện trở cách điện nhất định hay người ngăn cách đối với đất bằng phương tiện bảo hộ lao động trong mạch có 1 điện trở phụ  $R_s$  mắc nối tiếp với  $R_{ng}$  do đó dòng điện chạy qua người sẽ là:

$$I_{ng} = \frac{UR_1}{(R_{ng}+R_s)(R_1+R_2)+R_1R_2} \quad (2.4)$$

❖ Các biện pháp an toàn:

- Giảm điện áp vận hành của mạng
- Tăng  $R_{cd}$  đủ lớn để giảm được  $I_{ng}$  đến mức an toàn.

Khi biết dòng điện an toàn qua người cho phép  $I_{ngcp}$  ta có thể xác định được trị số an toàn của điện trở cách điện để đảm bảo an toàn như sau:

$$R_{cdat} \geq \frac{U}{I_{ngcp}} - 2R_{ng}$$

$R_{cdat}$ : điện trở cách điện an toàn

Khi tính toán thường lấy  $R_{ng}=(800\div 1000)\Omega$ ,  $I_{ngcp}=(8\div 10)mA$

Vậy điều kiện để đảm bảo an toàn là  $R_{cd} \geq R_{cdat}$

Trường hợp nguy hiểm nhất là khi tiếp xúc phải dây dẫn 1 trong lúc dây dẫn 2 bị chạm đất ( $R_{cd2}=0$ ). Dòng điện qua người:

$$I_{ngmax} = \frac{U}{R_{ng}}$$

**Ví dụ 3:** Xác định trị số cần thiết của điện trở cách điện để đảm bảo yêu cầu an toàn cho người chạm vào một cực của mạng điện một pha điện áp 240V, cách điện so với đất. Cho biết giá trị dòng điện an toàn cho phép đi qua cơ thể người là  $I_{ngcp} = 10mA$  và giá trị điện trở tính toán của người  $R_{ng} = 1000\Omega$

Giải:

Để đảm bảo an toàn cho người thì điện trở cách điện của dây dẫn phải thỏa mãn điều kiện  $R_c > R_{cmin}$

$$R_{cmin} = \frac{U}{I_{cmin}} - 2R_{ng} = \frac{240}{0,01} - 2 \cdot 1000 = 22000\Omega = 22M\Omega$$

Như vậy, đối với mạng điện một pha điện áp 240V, điện trở cách điện của dây dẫn với đất phải có giá trị lớn hơn 22MΩ.

**Lưu ý:** Đối với mạng điện xoay chiều một pha có giá trị điện dung với rất đáng kể, cần xác định dòng điện qua người do thành phần điện dung theo biểu thức:

$$I_{ngC} = \frac{U\omega C}{\sqrt{1 + 4R_{ng}^2\omega^2 C^2}}$$

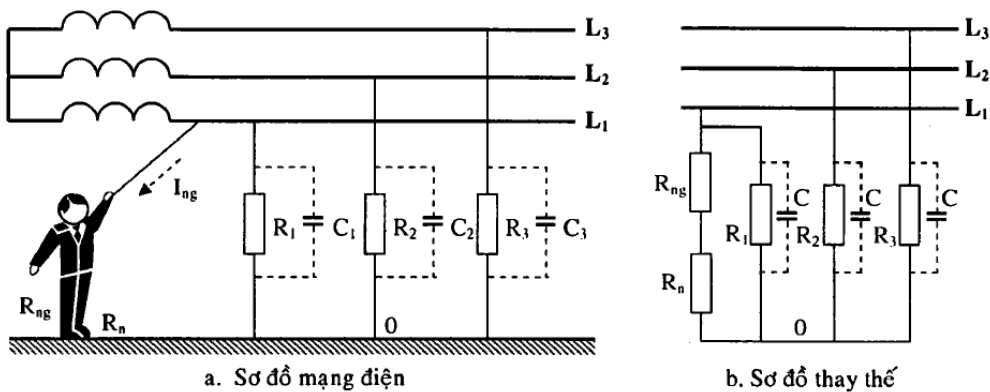
Với  $\omega$ : Tần số góc, C là điện dung của dây dẫn so với đất

Dòng điện tổng qua người  $I_{ng}$  bao gồm thành phần dòng điện do điện trở cách điện  $I_{ngR}$  và thành phần dòng điện do điện dung của dây dẫn  $I_{ngC}$

$$I_{ng} = \sqrt{I_{ngR}^2 + I_{ngC}^2}$$

### 2.2.2. Mạng điện ba pha

Xét trường hợp người chạm vào một cực của mạng ba pha (Hình 2.3)



Hình 2. 3: Người chạm vào một cực trong mạng ba pha

Giả thiết ban đầu mạng điện đối xứng có  $U_A = U_B = U_C$  và điện trở cách điện của 3 pha là như nhau và bằng điện trở cách điện  $R_{cd}$ . Ta có  $U_A + U_B + U_C = 0$ . Khi có sự tiếp xúc của cơ thể người với 1 pha thì sự đối xứng bị phá vỡ. Điện áp của pha bị chạm sẽ giảm xuống, còn điện áp hai pha kia sẽ tăng lên. Xuất hiện một điện thế trung tính gọi là chuyển dịch trung tính  $U_0$ . Theo định luật Kiechoff 1 ta có:

$$I_{ng} + I_A + I_B + I_C = 0$$

Giá trị các dòng điện khi có sự tiếp xúc:

$$I_{ng} = \frac{U_C - U_0}{R_{ng}}, I_A = \frac{U_A - U_0}{R_{cd}}, I_B = \frac{U_B - U_0}{R_{cd}}, I_C = \frac{U_C - U_0}{R_{cd}}$$

$$\text{Rút } U_0 = \frac{R_{cd}U_C}{R_{cd} + 3R_{ng}}$$

$$I_{ng} = \frac{3U_C}{3R_{ng} + R_{cd}} \quad (2.5)$$

Ở đây ta thấy điện trở cách điện có vai trò rất lớn đối với sự an toàn của nạn nhân. Trong trường hợp cách điện bị hư hỏng, tức  $R_{cd} = 0$  thì giá trị dòng điện  $I_{ng}$  sẽ tương đương với trường hợp chạm vào dây pha ở mạng điện trung tính nối đất và sẽ

rất nguy hiểm. Giá trị điện trở tối thiểu của cách điện để đảm bảo an toàn được xác định theo biểu thức:

$$R_{c\text{dmin}} = \frac{3 \cdot U}{I_{\text{at}}} - 3R_{ng}$$

Trong đó:  $I_{\text{at}}$  là ngưỡng an toàn của dòng điện chạy qua cơ thể người ( $I_{\text{at}} \leq 10 \cdot 10^{-3} \text{A}$ )

Trường hợp  $R_1 \# R_2 \# R_3$  thì:

$$I_{ng} = U \frac{R_1 \sqrt{R_2^2 + R_2 R_3 + R_3^2}}{R_{ng} (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) + R_1 R_2 R_3}$$

Trường hợp kể đến điện dung C thì:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} \frac{I}{\sqrt{3} \sqrt{1 + \frac{R_c (R_c + 6R_{ng})}{9 + (1 + R_c^2 \omega^2 C^2) R_{ng}^2}}}$$

### Câu hỏi ôn tập:

Câu 1: Phân tích an toàn khi người tiếp xúc vào mạch điện 1 pha cách điện với đất?

Câu 2: Phân tích an toàn khi người tiếp xúc vào mạch điện 3 pha cách điện với đất?

Câu 3: Tính dòng điện qua người, khi người chạm vào hai cực của mạng điện một pha điện áp 220V? Nêu biện pháp giảm nguy hiểm cho người?

Câu 4: Xác định trị số cần thiết của điện trở cách điện để đảm bảo yêu cầu an toàn cho người chạm vào một cực của mạng điện một pha điện áp 240V, cách điện so với đất. Cho biết giá trị dòng điện an toàn cho phép đi qua cơ thể người là  $I_{ngcp} = 8 \text{mA}$  và giá trị điện trở tính toán của người  $R_{ng} = 1000 \Omega$ .

Câu 5: Xác định dòng điện qua người, khi người chạm vào một cực của mạng điện ba pha điện áp dây 400V, cách điện so với đất, tần số 50Hz. Cho biết giá trị điện trở cách điện của dây dẫn so với đất  $R_c = 46,6 \text{M}\Omega$ , giá trị điện dung  $C = 10 \mu\text{F}$  và giá trị điện trở tính toán của người  $R_{ng} = 1000 \Omega$ .

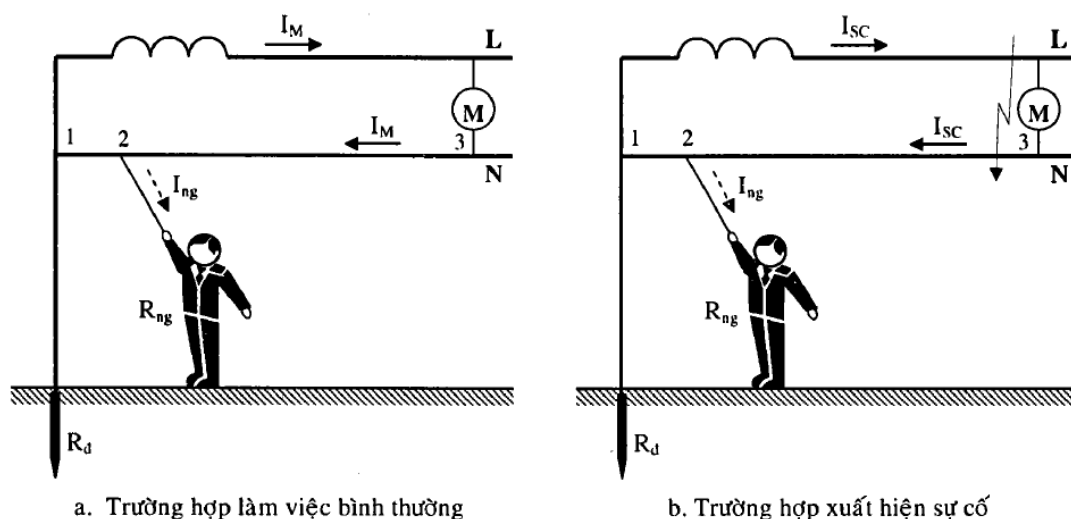
## Bài 4: Phân tích an toàn trong mạng điện nối đất (Số tiết: 03 tiết) [2]; [3]; [4].

### 2.3 Mạng điện nối đất

#### 2.3.1. Mạng điện một pha

Mạng điện nối đất có hai dây dẫn thường là các mạng cung cấp điện cho các nhà máy hàn, mạng các đèn di động, các máy biến áp đo lường một pha.

a, Người chạm vào dây trung tính của mạng điện



Hình 2. 4: Người chạm vào một điểm của dây nối đất

Gọi  $I$  là dòng điện làm việc lúc bình thường, phân bố điện áp trên dây dẫn có nối đất N (dây trung hòa) có dạng tuyến tính theo chiều dài. Điện áp so với đất có giá trị cực tiểu tại điểm 1 ( $U_{\min} = U_1 = 0$ ) và có giá trị cực đại tại 3 ( $U_{\max} = U_3 = R_{13} \cdot I$ ). Khi người chạm vào điểm 2 trên dây dẫn có nối đất (2.4a) người sẽ chịu điện áp  $U_{ng}$  và giá trị này được xác định theo biểu thức:

$$U_{ng} = U_2 = \frac{R_{12}}{R_{13}} U_{\max} = \frac{L_{12}}{L_{13}} U_{\max}$$

Điện áp  $U_2$  đạt giá trị cực đại khi người chạm vào điểm 3. Tuy nhiên, giá trị điện áp cực đại này chỉ vào khoảng 2,5%U và không có khả năng gây nguy hiểm cho người.

Khi xảy ra ngắn mạch tại điểm 3 (2.4b), dòng điện ngắn mạch  $I_{sc}$  có giá trị rất lớn. Điều này dẫn đến  $U_{ng}$  có giá trị lớn nhất và có thể gây nguy hiểm cho người:

$$U_{ng} = U_3 = I_{sc} R_{13} = \frac{U}{2}$$

Trường hợp này, thiết bị bảo vệ cần nhanh chóng cắt nhanh để bảo vệ an toàn cho người.

**Ví dụ:** Mạng điện một pha 220V, cung cấp cho một tải bằng cáp đơn lõi dài  $L = 100\text{m}$ , bọc cách điện bằng PVC có điện trở trên một đơn vị chiều dài  $r_0 = 0,1\text{m}\Omega/\text{m}$ , điện kháng trên một đơn vị chiều dài  $x_0 = 0,08\text{m}\Omega/\text{m}$ . Dòng tải lúc bình thường  $I_L = 40\text{A}$ . Đường dây được bảo vệ bằng máy cắt hạ áp có dòng tác động của rơ le từ  $I_m = 400\text{A}$ , thời gian tác động ngắt  $t_c = 30\text{ms}$ . Đánh giá nguy hiểm cho người khi người chạm vào dây trung hòa ở đầu cực tải lúc làm việc bình thường và lúc sự cố ngắn mạch cuối đường dây, biết rằng giá trị tính toán của điện trở người  $R_{ng} = 1,1\text{k}\Omega$  và giá trị cho phép của điện áp tiếp xúc  $U_{T\text{cp}} = 50\text{V}$ ?

Giải:

a, Lúc làm việc bình thường:

Tổng trở của dây trung tính:

$$Z = \sqrt{r_0^2 + x_0^2} L = \sqrt{0,1^2 + 0,08^2} \cdot 100 = 12,8\text{m}\Omega = 0,0128\Omega$$

Điện áp người khi người chạm dây trung hòa ở đầu cực tải:

$$U_{ng} = U_b = I_L \cdot Z = 40 \cdot 0,0128 = 0,512\text{V}$$

Vì  $U_{ng} = 0,512\text{V} < U_{T\text{cp}} = 50\text{V}$ , nên trường hợp này người không bị nguy hiểm cho dù máy cắt hạ áp không tác động cắt nguồn.

b, Khi sự cố ngắn mạch cuối đường dây

Điện áp người khi người chạm vào dây trung hòa ở đầu cực tải:

$$U_{ng} = \frac{U}{2} = \frac{220}{2} = 110\text{V}$$

Vì  $U_{ng} = 110\text{V} > U_{T\text{cp}} = 50\text{V}$ , nên trường hợp này người bị nguy hiểm.

Dòng ngắn mạch:

$$I_N = \frac{U}{2 \cdot Z} = \frac{220}{2 \cdot 0,0128} = 8594\text{A}$$

Vì  $I_N > I_m$  nên máy cắt hạ áp sẽ tác động cắt ngắn mạch trong thời gian  $t_c = 30\text{ms}$

Dòng điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{U_{ng}}{R_{ng}} = \frac{110}{1,1} = 100\text{mA}$$

Ứng với  $I_{ng} = 100\text{mA}$ ,  $t_c = 30\text{ms}$ , theo đồ thị vùng tác động thời gian và dòng điện lên cơ thể người trường hợp này không gây tác hại về sinh lý nghĩa là không nguy hiểm cho người.

b, Trường hợp chạm vào dây dẫn không có nối đất của mạng điện

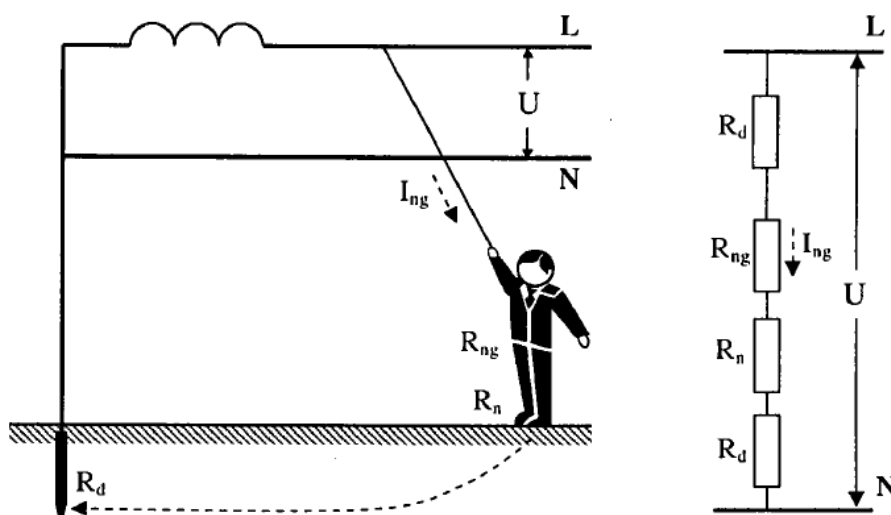
Trường hợp người chạm vào dây dẫn không nối đất L (dây pha). Lúc này toàn bộ điện áp U đặt lên người và dòng điện qua người xác định theo biểu thức:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng} + R_n + R_d + R_d}$$

Ở đây:  $R_{ng}$  là điện trở người,  $R_n$  là điện trở nền,  $R_d$  là điện trở nối đất,  $R_d$  là điện trở dây dẫn của hệ thống.

Trường hợp  $R_d$  và  $R_d$  có giá trị nhỏ so với  $R_{ng}$  và  $R_n$  nên có thể bỏ qua

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng} + R_n}$$



Hình 2. 5: Người chạm vào một điểm của dây không nối đất

**Ví dụ:** Xác định điện áp tiếp xúc khi người đứng và không đứng trên thảm cách điện có  $R_n=100k\Omega$  và chạm vào dây không nối đất của mạng điện có điện áp 240V. Cho biết điện trở người tính toán  $R_{ng}=1k\Omega$  điện trở dây dẫn có thể bỏ qua?

Giải:

1, Trường hợp người đứng trên thảm cách điện

Dòng điện qua người được xác định theo biểu thức:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng} + R_n} = \frac{220}{1000 + 100000} = 0,00218 \text{ (A)} = 2,18 \text{ mA}$$

Điện áp tiếp xúc cũng chính là điện áp người và được xác định theo biểu thức:

$$U_T = U_{ng} = I_{ng} \cdot R_{ng} = 0,00218 \cdot 1000 = 2,18 \text{ V}$$

Giá trị điện áp tiếp xúc này nhỏ hơn giá trị điện áp tiếp xúc cho phép  $U_{Tcp}=50\text{V}$  nên không gây nguy hiểm cho người.



## 2, Trường hợp người không đứng trên thảm cách điện

Dòng điện qua người được xác định theo biểu thức

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} = \frac{240}{1} = 240mA$$

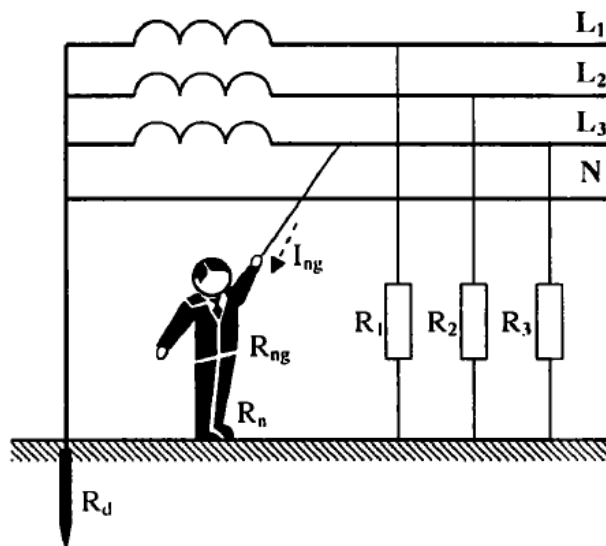
Điện áp tiếp xúc cũng chính là điện áp người và được xác định theo biểu thức:

$$U_T = U_{ng} = I_{ng} \cdot R_{ng} = 240 \cdot 1 = 240V$$

Giá trị điện áp tiếp xúc này bằng giá trị điện áp pha và lớn hơn giá trị điện áp tiếp xúc cho phép  $U_{T_{cp}}=50V$  nên rất nguy hiểm cho người.

### 2.3.2. Mạng điện ba pha

Mạng điện có trung tính trực tiếp nối đất



Hình 2. 6: Người chạm vào một điểm của dây pha

a, Mạng điện điện áp thấp  $U \leq 1000V$

Mạng điện ba pha có điểm trung tính cách điện với đất nguy hiểm nhất là trường hợp có một dây pha chạm đất hoặc chạm vào vỏ máy và người đứng ở đất chạm vào một trong hai dây pha còn lại. Để giảm bớt nguy hiểm trong trường hợp này, cần thực hiện nối đất điểm trung tính của nguồn cung cấp (mạng 240/400V) nhằm bảo đảm cho thiết bị điện bảo vệ (máy cắt, cầu chì) nhanh chóng cắt điện khi một pha chạm đất.

Nhược điểm chính của mạng điện có trung tính trực tiếp nối đất là trường hợp làm việc bình thường người chạm phải một dây pha, dòng điện qua người tương đối lớn.

$$I_{ng} = \frac{U}{\sqrt{3}(R_{ng} + R_d + R_n)}$$

Ở đây:  $R_{ng}$  là điện trở người,  $R_d$  là điện trở nối đất của điểm trung tính,  $R_n$  là điện trở của nền dưới chân người,  $U$  là điện áp dây.

Nếu nối đất tốt ( $R_d=0$ ) và sàn nền đất ướt ( $R_n = 0$ ) thì dòng điện đi qua người sẽ là:

$$I_{ng} = \frac{U}{\sqrt{3}R_{ng}}$$

Đối với mạng điện trung tính nối đất, cho dù điện trở cách điện của các pha đối với đất là rất lớn ( $R_1 = R_2 = R_3 = R_{cd}$ ) thì vẫn không làm giảm được dòng điện đi qua người và điện áp mà người phải chịu là điện áp pha rất nguy hiểm

Trường hợp người chạm vào dây pha và dây trung tính, dòng điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{U}{\sqrt{3}R_{ng}}$$

Trường hợp nguy hiểm nhất là người chạm vào hai dây pha, dòng điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}}$$

**b, Mạng điện có điện áp cao  $U > 1000V$**

- Đối với lưới điện có điện áp  $U \geq 110kV$  về mặt an toàn, trung tính được trực tiếp nối đất có lợi là khi chạm đất một pha, mạch bảo vệ sẽ cắt ngay sự cố nên giảm thời gian tồn tại của điện áp giáng ngay tại chỗ chạm đất. Do đó, giảm được xác suất nguy hiểm đối với người làm việc gần đó. Nhược điểm của mạng điện trung tính trực tiếp nối đất là dòng ngắn mạch chạm đất lớn.

- Đối với mạng điện có điện áp  $U \leq 35kV$ , điểm trung tính ít khi nối đất trực tiếp, thường cách điện và nối đất qua cuộn dập hồ quang. Khi nối đất qua cuộn dập hồ quang, về mặt an toàn nó có tác dụng giảm dòng điện qua chỗ chạm đất nên giảm được điện áp quang chỗ chạm đất.

## Câu hỏi, bài tập cuối chương 2

Câu 1: Phân tích an toàn khi người tiếp xúc vào mạch điện 1 pha nối đất?

Câu 2: Phân tích an toàn khi người tiếp xúc vào mạch điện 3 pha nối đất?

Câu 3: Phân tích an toàn khi người chạm vào dây trung tính của mạng điện một pha?

Câu 4: Phân tích an toàn trường hợp chạm vào dây dẫn không có nối đất của mạng điện một pha?

Câu 5: Mạng điện điện áp thấp  $U \leq 1000V$  phân tích an toàn khi người tiếp xúc vào mạch điện 3 pha nối đất?

Câu 6: Nếu điện trở cơ thể người  $R_{ng} = 1k\Omega$  thì khi tiếp xúc 2 pha của mạng điện hạ áp 0,38kV dòng điện qua cơ thể người là bao nhiêu? Nhận xét?

Câu 7: Xác định trị số cần thiết của điện trở cách điện để đảm bảo yêu cầu an toàn cho người chạm vào một cực của mạng điện một pha điện áp 220V, cách điện so với đất. Cho biết giá trị dòng điện an toàn cho phép đi qua cơ thể người là  $I_{ngcp} = 7.5mA$  và giá trị điện trở tính toán của người  $R_{ng} = 1000\Omega$ .

Câu 8: Xác định trị số cần thiết của điện trở cách điện để đảm bảo yêu cầu an toàn cho người khi chạm vào một cực của mạng điện ba pha điện áp dây 400V, cách điện so với đất. Cho biết giá trị dòng điện an toàn cho phép đi qua cơ thể người là  $I_{ngcp} = 10mA$  và giá trị điện trở tính toán của người  $R_{ng} = 1000\Omega$

Câu 9: Xác định điện áp tiếp xúc khi người đứng và không đứng trên thảm cách điện có  $R_n = 180k\Omega$  và chạm vào dây không nối đất của mạng điện có điện áp 240V. Cho biết điện trở người tính toán  $R_{ng} = 1k\Omega$  điện trở dây dẫn có thể bỏ qua?

Câu 10: Mạng điện một pha 220V, cung cấp cho một tải bằng cáp đơn lõi dài  $L = 150m$ , bọc cách điện bằng PVC có điện trở trên một đơn vị chiều dài  $r_0 = 0,3m\Omega/m$ , điện kháng trên một đơn vị chiều dài  $x_0 = 0,09m\Omega/m$ . Dòng tải lúc bình thường  $I_L = 30A$ . Đường dây được bảo vệ bằng máy cắt hạ áp có dòng tác động của rơ le từ  $I_m = 400A$ , thời gian tác động ngắt  $t_c = 25ms$ . Đánh giá nguy hiểm cho người khi người chạm vào dây trung hòa ở đầu cực tải lúc làm việc bình thường và lúc sự cố ngắn mạch cuối đường dây, biết rằng giá trị tính toán của điện trở người  $R_{ng} = 1k\Omega$  và giá trị cho phép của điện áp tiếp xúc  $U_{Tcp} = 50V$ ?

## CHƯƠNG III: CÁC MẠCH BẢO VỆ TRONG MẠNG CUNG CẤP ĐIỆN

*Nội dung chính của chương:* Chương 3 nội dung về các mạch bảo vệ trong mạng cung cấp điện. Bao gồm bảo vệ nối đất, bảo vệ nối dây trung tính, cắt bảo vệ và bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp.

*Mục tiêu cần đạt được của chương:* Sinh viên biết cách xây dựng các mạch bảo vệ trong mạng cung cấp điện nhằm bảo vệ an toàn cho người khi tiếp xúc với thiết bị.

**Bài 5: Các mạch bảo vệ (Số tiết: 3 tiết) [2]; [3]; [4].**

### 3.1. Bảo vệ nối đất

#### 3.1.1. Khái niệm chung

Tai nạn điện giết thường xảy ra do người vận hành vô ý chạm phải bộ phận mang điện, hoặc do tiếp xúc với các bộ phận của thiết bị điện bình thường không mang điện nhưng do cách điện bị hư hỏng trở nên có điện. Để tránh điện giết trước tiên là phải chấp hành nghiêm chỉnh quy tắc vận hành các thiết bị điện, tiếp đến là phải thực hiện việc nối đất các bộ phận có thể bị mang điện khi cách điện bị hư hỏng gọi là bảo vệ nối đất.

Hệ thống bảo vệ nối đất là hệ thống không tham gia vào sự làm việc của mạng điện nhưng được thực hiện theo yêu cầu an toàn sử dụng thiết bị điện, để đề phòng tai nạn do vỏ thiết bị có điện áp. Bằng cách nối vỏ thiết bị với hệ thống nối đất, bảo vệ nối đất là biện pháp phổ biến nhất, an toàn và hữu hiệu để tránh tai nạn do dòng điện rò ra vỏ máy.

#### 3.1.2 Mục đích, ý nghĩa của bảo vệ nối đất.

Bảo vệ nối đất nhằm bảo vệ an toàn cho người khi người tiếp xúc với thiết bị đã bị chạm vỏ bằng cách giảm điện áp trên vỏ thiết bị xuống một trị số an toàn.

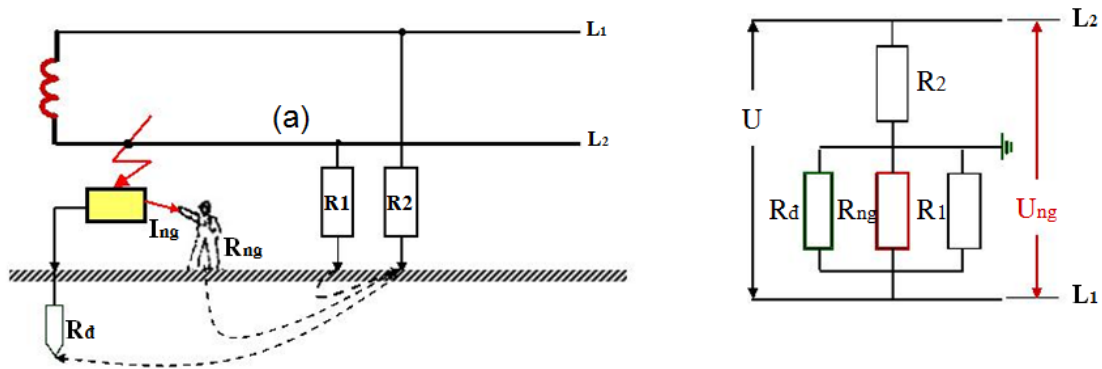
Chú ý ở đây ta hiểu chạm vỏ là hiện tượng một pha nào đó bị hỏng cách điện và có sự tiếp xúc điện với vỏ thiết bị.

Ý nghĩa của bảo vệ nối đất và sơ đồ thay thế tính toán được trình bày ở Hình 3.1.

Giả sử vỏ thiết bị điện được nối đất với vật nối đất có điện trở nối đất là  $R_d$  thì khi cách điện bị chọc thủng, điện áp trên vỏ thiết bị so với đất là:

$$U_d = I_d \cdot R_d$$

Ở đây:  $I_d$  là dòng điện ngắn mạch một pha chạm đất



Hình 3. 1: Bảo vệ nối đất trong mạch điện hai dây (a), sơ đồ thay thế (b)

Khi tiếp xúc với vỏ thiết bị điện có điện áp, người có điện trở là  $R_{ng}$  sẽ chịu tác dụng của dòng điện  $I_{ng}$ .

Gọi  $R_1, R_2$  lần lượt là điện trở cách điện của thiết bị điện ở các pha  $L_1, L_2$  thì điện áp tác dụng lên người được xác định theo biểu thức:

$$U_{ng} = \frac{R_d // R_{ng} // R_1}{R_2 + (R_d // R_{ng} // R_1)} U$$

$$U_{ng} = \frac{U}{1 + R_2 \left( \frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_{ng}} + \frac{1}{R_1} \right)}$$

Vì  $R_1, R_2, R_{ng}$  có trị số lớn hơn nhiều so với  $R_d$  ( $R_1, R_2, R_{ng} \gg R_d$ ) nên có thể xác định gần đúng như sau:

$$U_{ng} \approx \frac{U \cdot R_d}{R_2} \approx I_d \cdot R_d \approx U_d$$

Vậy điều kiện đảm bảo an toàn cho người sẽ là:

$$U_{ng} = I_d \cdot R_d = U_{cp}$$

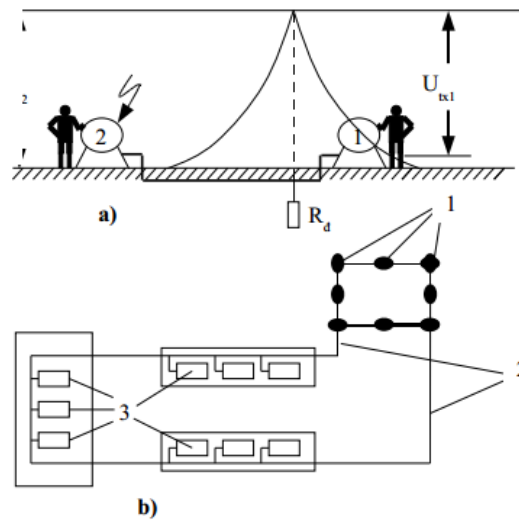
$U_{cp}$ : là trị số điện áp tiếp xúc cho phép

Để thực hiện điều kiện đó, phải tiến hành bảo vệ nối đất với trị số điện trở nối đất  $R_d$  càng nhỏ càng tốt. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng có thể giảm điện trở nối đất  $R_d$ , nhất là ở các nơi có điện trở suất của đất quá cao.

### 3.1.3. Các hình thức nối đất

a. Nối đất tập trung là hình thức dùng một số cọc nối đất tập trung tại một chỗ một vùng nhất định phía ngoài vùng bảo vệ.

Nhược điểm của nối đất tập trung là trong nhiều trường hợp nối đất tập trung không thể giảm được điện áp tiếp xúc và điện áp đến giá trị an toàn cho người.



Hình 3. 2: Nối đất tập trung

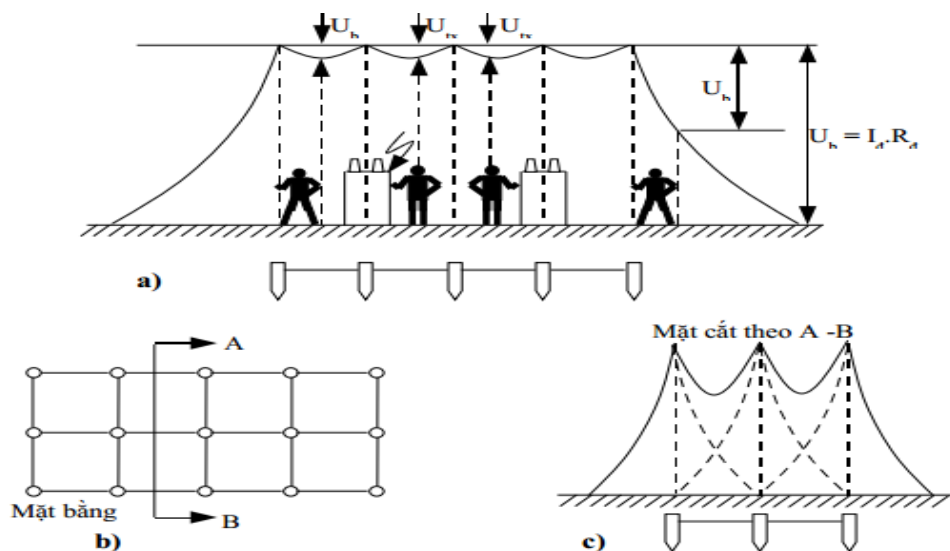
a. Phân bố điện áp; b. Sơ đồ mặt bằng nối đất

1.Các cực nối đất; 2.Dây dẫn nối đất chính; 3.Thiết bị điện

Theo hình 3.2a điện áp tiếp xúc khi có sự chạm vỏ khi tiếp xúc với thiết bị 1 là  $U_{tx1}$  nhỏ hơn tiếp xúc với thiết bị 2 (thiết bị 2 đặt xa vật nối đất từ 20m trở lên).  $U_{tx1} < U_{tx2} = U_d$ . Với điện áp bước thì ngược lại:  $U_{b1} > U_{b2}$ . Ta thấy càng xa vật nối đất thì điện áp tiếp xúc càng lớn.

b. Nối đất mạch vòng

Để khắc phục nhược điểm nối đất tập trung người ta sử dụng hình thức nối đất mạch vòng. Đó là hình thức dùng nhiều cọc đóng theo chu vi và có thể ở giữa khu vực đặt thiết bị điện.



Hình 3. 3: Nối đất mạch vòng

Mặt cắt AB (Hình 3.3c) chỉ cách xây dựng đường thế hiệu của mỗi ống nối đất riêng rẽ và sau đây cộng tất cả tung độ của các đường cong này lại sẽ có mạng phân bố điện áp cho hệ thống nối đất trong vùng bảo vệ (đường liền nét).

Trên hình (3.3a) chúng ta thấy rất nhiều điểm trên mặt đất có thế cực đại (các điểm nằm trên trục thẳng của vật nối đất), cho nên thế giữa các điểm trong vùng bảo vệ chênh lệch rất ít do đó giảm được điện áp tiếp xúc cũng như điện áp bước.

Lưu ý: Ngoài vùng bảo vệ của mạng nối đất đường phân bố điện áp còn rất dốc nên điện áp bước nguy hiểm. Để tránh điều này người ta chôn các tấm bằng sắt và các tấm sắt này không nối với hệ thống nối đất.

### 3.1.4. Ứng dụng bảo vệ nối đất.

#### 3.1.4.1. Các trường hợp cần nối đất

Đối với các thiết bị có điện áp  $U > 1000V$  thì bảo vệ nối đất phải được áp dụng trong mọi trường hợp, không phụ thuộc vào chế độ làm việc của trung tính và loại nhà cửa.

Đối với các thiết bị có điện áp  $U < 1000V$  thì việc có áp dụng bảo vệ nối đất hay không là phụ thuộc vào chế độ làm việc của trung tính. Khi trung tính cách điện đối với đất thì phải áp dụng bảo vệ nối đất còn nếu trung tính nối đất thì thay bảo vệ nối đất bằng biện pháp bảo vệ nối dây trung tính.

Trong mạng có trung tính cách điện đối với đất điện áp  $U < 1000V$  thì tùy theo điện áp mà chia ra các trường hợp sau:

+ Với mạng có trung tính cách điện và điện áp  $U > 150V$  (như các mạng điện 220V, 380V, 500V...) đều phải được thực hiện nối đất trong tất cả các nhà sản xuất và các thiết bị điện đặt ngoài trời không phụ thuộc vào điều kiện môi trường.

+ Khi mạng điện có trung tính cách điện đối với đất từ 150V đến 35V (như mạng 110V) thì cho phép chỉ cần thực hiện nối đất:

- Cho các nhà nguy hiểm đặc biệt, nhà có khả năng dễ cháy nổ.
- Cho các thiết bị điện ngoài trời.
- Cho các bộ phận kim loại mà con người có thể tiếp xúc đến như: tay cầm, cần điều khiển, thiết bị điện.

+ Khi điện áp  $U < 65V$  cho phép không cần thực hiện nối đất bảo vệ trừ các trường hợp đặt biệt.

#### 3.1.4.2. Điện trở nối đất, điện trở suất của đất

##### a. Điện trở nối đất

Điện trở nối đất phụ thuộc vào điện trở suất của đất, hình dạng kích thước điện cực, độ ẩm của đất và độ chôn sâu trong đất.

Bộ phận nối đất cần có trị số điện trở nối đất càng nhỏ càng an toàn cho người.

##### 1. Trị số cho phép của điện trở nối đất

Trường hợp tổng quát:  $R_d = 10 \Omega$

Trường hợp riêng

+ Mạng hạ áp 3 pha trung tính cách điện:  $R_d = 4\Omega$

+ Mạng hạ áp 3 pha trung tính nối đất:  $R_d = 8\Omega$

Việc tăng trị số điện trở nối đất phải giới hạn trong phạm vi nhỏ hơn  $10\Omega$ .

- Với mạng điện tiêu thụ dòng điện rất lớn  $I > 500A$ ,  $U < 1000V$

$$R_d < 0,5\Omega$$

- Với mạng ba pha trung tính cách điện  $U < 1000V$

$$R_d \approx 4\Omega$$

- Với mạng ba pha trung tính nối đất  $U < 220-380-660V$

$$R_d = (2 \div 8) \Omega$$

- Với mạng đường dây dẫn điện cao áp và thiết bị phân phối và các cột nối đất

$$R_d = 125/I_N \text{ với } I_N \text{ là dòng ngắn mạch cực đại}$$



Nếu giá trị  $R > 10\Omega$  thì phải lấy  $R_d = 10\Omega$ .

- Với các đường dây dẫn điện áp  $U < 1000V$  khi trung tính không nối đất thì điện trở nối đất của cột  $R_d = 50\Omega$ . Nếu đường dây trung tính nối đất, các cột được nối với dây trung tính.

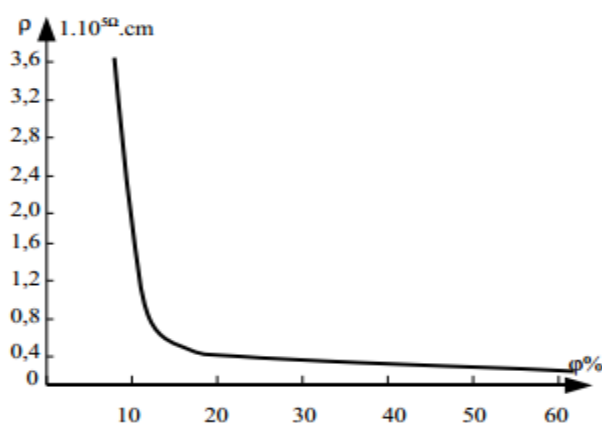
Điện trở suất của đất ( $\rho$ ) thường được tính bằng đơn vị  $\Omega.m$  hay  $\Omega.cm$ .

Do thành phần phức tạp của điện trở suất nên điện trở suất của đất được thay đổi trong một phạm vi rất rộng. Thực tế cho thấy rằng điện trở suất phụ thuộc vào các yếu tố chính sau:

+ Thành phần của đất: Thành phần của đất khác nhau thì có điện trở suất khác nhau. Đất chứa nhiều muối, axit thì có điện trở suất nhỏ. Các trị số gần đúng của điện trở suất của đất tính bằng  $\Omega.m$  như sau:

- Cát  $7.10^4$ .
- Đất cát  $3.10^4$ .
- Đất sét, sét lẫn sỏi  $1.10^4$ .
- Đất đen, đất vườn  $0,5.10^4$ .
- Đất bùn  $0,2.10^4$ .

+ Độ ẩm: Độ ẩm ảnh hưởng rất lớn đến điện trở suất của đất. Ở trạng thái hoàn toàn khô ráo có thể xem điện trở suất của đất bằng vô cùng. Khi tỷ lệ độ ẩm từ 15% trở lên thì ảnh hưởng đến điện trở của đất không đáng kể. Tuy nhiên, lúc độ ẩm lớn hơn 70 -80% điện trở đất có thể tăng lên. Độ ẩm càng tăng thì điện trở suất càng giảm.



Hình 3. 4: Sự phụ thuộc điện trở suất của đất vào lượng độ ẩm tính bằng phần trăm

+ Nhiệt độ: Khi nhiệt độ hạ xuống quá thấp sẽ làm cho đất như bị đông kết lại và do đó điện trở suất tăng lên rất nhanh. Khi nhiệt độ  $< 100^0C$  thì điện trở suất giảm

xuống vì các chất muối trong đất được hòa tan dễ. Khi nhiệt độ >100<sup>0</sup>C nước bị bốc hơi và điện trở suất của nước tăng lên.

+ Độ nén của đất: Tức là đất có được nén chặt hay không, đất được nén chặt tức là mật độ lớn nên điện trở suất của đất giảm. Điện trở suất của đất không phải là một trị số nhất định trong năm mà thay đổi theo mùa do ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ của đất. Do đó làm cho điện trở suất của hệ thống nối đất cũng thay đổi. Vì vậy trong tính toán nối đất người ta phải dùng khái niệm điện trở suất tính toán của đất, đó là trị số lớn nhất trong năm.

$$\rho_{tt} = K_m \cdot \rho$$

Trong đó:

$\rho$ : Trị số điện trở suất đo trực tiếp được.

$K_m$ : Hệ số tăng cao hay hệ số mùa có thể tham khảo ở bảng sau:

**Bảng 3. 1: Hệ số mùa theo các hình thức nối đất**

HÌNH THỨC NỐI ĐẤT	K1	K2	K3
-Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,5m	6,5	5	4,5
-Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,8m	3,0	2,0	1,6
-Cọc thép, ống thép, thép góc đóng sâu cách mặt đất 0,5-	2,0	1,5	1,4

(Chú thích: K1; K2; K3 là do khi đất ẩm, khi đất ẩm trung bình, khi đất khô)

### b. Phân tích các hệ thống nối đất

Hiện nay ngoài một số hệ thống nối đất được thiết kế và lắp đặt theo công nghệ mới, đa phần sử dụng ống sắt tráng kẽm hay sắt góc dài từ 2÷6m và được đóng thẳng xuống đất cách mặt đất 0,5÷0,8m. Chúng được nối kết với nhau bằng cáp đồng trần, liên kết giữa cọc nối đất với cáp là liên kết cơ khí (sử dụng ốc xiết) hay hàn gió đá, tạo thành lưới nối đất. Ở Việt Nam, để giảm điện trở nối đất thường dùng các biện pháp đơn giản như tăng số lượng cọc, kích thước cọc, cải tạo đất bằng cách dùng than, muối. Các biện pháp này tuy dễ làm nhưng hiệu quả kỹ thuật không cao và gặp một số hạn chế như sau:

Điện trở nối đất không giảm tuyến tính theo số lượng cọc, việc tăng số lượng cọc không đem lại hiệu quả cao đồng thời cũng làm gia tăng chi phí xây dựng hệ thống nối đất. Muối rất dễ hòa tan trong nước, vì vậy sau một vài mùa mưa muối sẽ bị

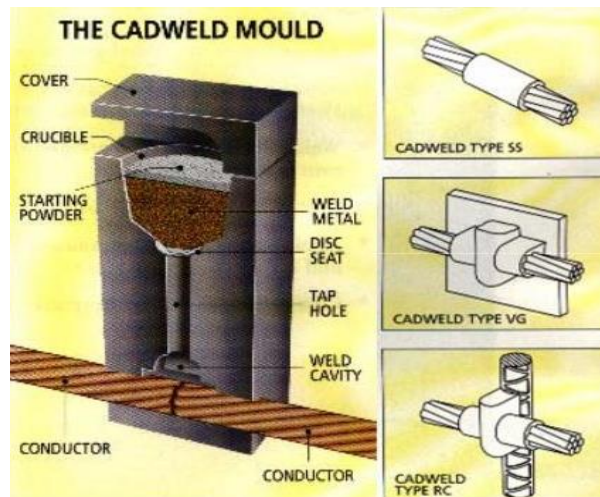
phân tán và bị rửa trôi. Điều này dẫn đến giá trị điện trở nối đất không ổn định và đòi hỏi phải có chế độ kiểm tra và bảo trì theo định kỳ.

Việc liên kết giữa các bộ phận nối đất bằng ốc xiết có ưu điểm là đơn giản trong lắp đặt nhưng không đảm bảo có mối liên kết tốt và bền về mặt dẫn điện.

Không giảm được giá trị tổng trở nối đất của hệ thống nối đất do không giảm được thành phần dung kháng.

Các nhược điểm này có thể khắc phục nhờ ứng dụng các thiết bị, vật liệu và công nghệ mới cho phép nâng cao chất lượng và hiệu quả của hệ thống nối đất.

Thiết bị, vật liệu và công nghệ mới đó là điện cực nối đất, liên kết giữa các bộ phận nối đất như dùng hàn hoá nhiệt CADWELD.



Hình 3. 5: Khuôn và các dạng nối kết

Sử dụng hóa chất giảm điện trở đất GEM được sử dụng cho các vùng có điện trở suất cao.



a. Cọc thép bọc đồng, băng đồng, hoá chất



b. Hoá chất GEM

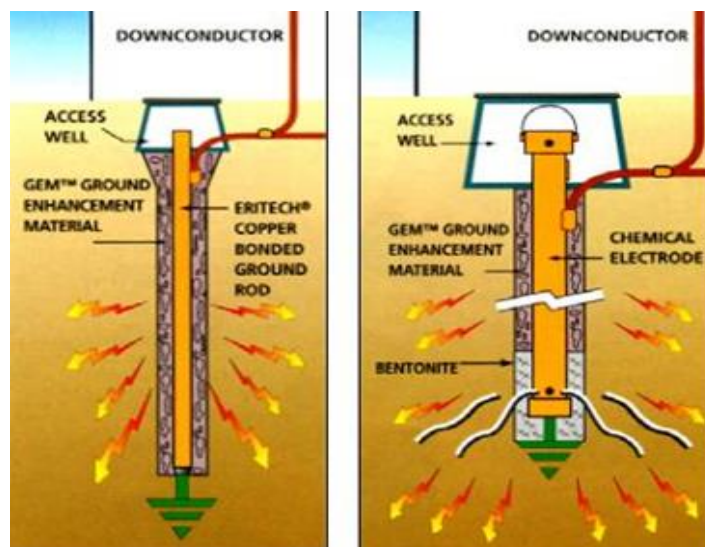


c. Băng đồng tiếp đất

Hình 3. 6: Vật liệu thực hiện hệ thống đất

Ở các vùng có điện trở suất của đất quá cao và diện tích dành cho việc thi công lắp đặt bị hạn chế thì có thể sử dụng cọc hoá chất để thực hiện hệ thống đất có điện

trở nối đất thấp.



Hình 3. 7: Cọc hóa chất

Hiện nay, một số nhà sản xuất máy đo điện trở nối đất hiện đại cho phép người sử dụng có thể đo điện trở nối đất mà không cần sử dụng cọc dò hay cọc phụ.



Hình 3. 8: Máy đo điện trở nối đất và điện trở suất của đất

## 3.2. Bảo vệ nối dây trung tính

### 3.2.1. Khái niệm chung

Trong mạng điện 3 pha 4 dây điện áp nhỏ hơn 1000V có trung tính trực tiếp nối đất người ta không áp dụng hình thức bảo vệ nối đất mà thay vào đó là phương pháp bảo vệ nối dây trung tính. Trong bảo vệ nối dây trung tính người ta nối các phần kim loại của thiết bị điện hoặc các kết cấu kim loại mà những bộ phận đó có thể xuất hiện điện áp khi cách điện bị hỏng với dây trung tính.

Khi có sự cố do cách điện của thiết bị bị hư hỏng thì xảy ra ngắn mạch giữa pha có sự cố với dây trung tính của lưới điện. Để tránh sự cố loại này xảy ra, phải nối vỏ

thiết bị điện đến dây trung tính bảo vệ, tức là thực hiện bảo vệ dây nối dây trung tính.

### *3.2.2. Mục đích và ý nghĩa của bảo vệ nối dây trung tính*

Mục đích: Bảo vệ nối dây trung tính nhằm bảo đảm an toàn cho người khi có sự chạm vỏ của 1 pha nào đó bằng cách nhanh chóng cắt phần điện có sự chạm vỏ.

Ý nghĩa: Bảo vệ nối dây trung tính dùng để thay thế cho bảo vệ nối đất trong các mạng điện 3 pha 4 dây điện áp nhỏ hơn 1000V có trung tính trực tiếp nối đất như ở mạng điện 380/220V, 220/127V...

Như chúng ta đã biết trong mạng điện 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất mà vẫn áp dụng hình thức bảo vệ nối đất thì không thể bảo đảm an toàn cho người.

### *3.2.3. Phạm vi ứng dụng của nối dây trung tính*

Trong các cơ sở sản xuất với các mạng điện 3 pha 4 dây điện áp nhỏ hơn 1000V có trung tính trực tiếp nối đất phải luôn luôn thực hiện biện pháp bảo vệ nối dây trung tính. Tuy vậy cần lưu ý một số điểm sau:

+ Với các mạng điện 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất, điện áp 220/127V cho phép chỉ thực hiện bảo vệ nối dây trung tính trong các trường hợp sau:

- Xưởng đặc biệt nguy hiểm về mặt an toàn.
- Các thiết bị đặt ngoài trời.
- Các bộ phận bằng kim loại của các thiết bị điện mà người cần tiếp xúc như tay cầm, cần điều khiển...

+ Với các phòng làm việc, nhà ở có nền cao ráo thì với điện áp 380/220V và 220/127V (trong mạng có trung tính nối đất) cho phép không cần bảo vệ nối dây trung tính.

+ Trên các đường dây 3 pha 4 dây điện áp 380/220V có trung tính trực tiếp nối đất các cột thép, xà thép phải được nối với dây trung tính.

### *3.2.4 Nối đất làm việc và nối đất lặp lại trong bảo vệ nối dây trung tính.*

Khi thực hiện bảo vệ nối dây trung tính, dây trung tính sẽ được nối đất ở đầu nguồn (gọi là nối đất làm việc) và có thể được nối đất lặp lại trong từng đoạn của mạng điện gọi là nối đất lặp lại dây trung tính.

Nhiệm vụ của nối đất làm việc là tạo ra các điều kiện làm việc bình thường cho các thiết bị điện.

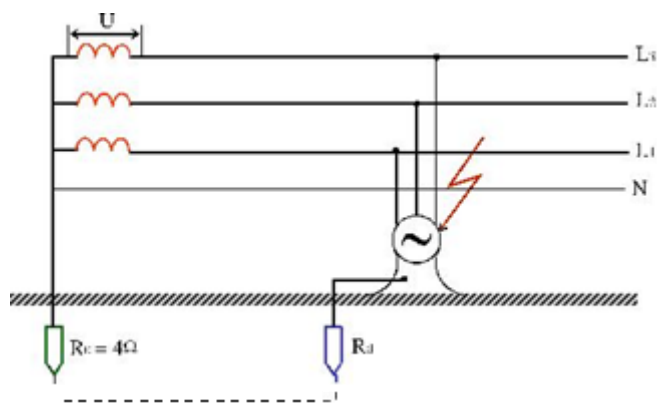
Điện trở nối đất làm việc đầu nguồn của mạng điện có trung tính trực tiếp nối đất không được quá 4 và 8Ω tương ứng với mạng 380/220V và 220/127V (chỉ với các nguồn công suất bé 100 kVA ở mạng 380/220V thì cho phép đến 10Ω).

Nhiệm vụ của nối đất lặp lại dây trung tính là giảm điện áp trên vỏ thiết bị so với đất khi có sự chạm vỏ, nhất là trong trường hợp dây trung tính bị đứt. Ta hãy phân tích nhiệm vụ đó khi so sánh với trường hợp khi không có nối đất lặp lại.

### 3.2.5. Bảo vệ nối đất trung tính trong các mạng điện

#### 3.2.5.1. Mạng điện hạ áp ba pha bốn dây, trung tính trực tiếp nối đất

Đối với mạng điện hạ áp ba pha bốn dây trung tính trực tiếp nối đất 380/220V và 220/127V, biện pháp bảo vệ nối đất cho từng thiết bị điện sẽ không an toàn (Hình 3.9). Điều này có thể giải thích như sau:



Hình 3. 9: Bảo vệ nối đất trong mạng 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất

Khi cách điện bị hư hỏng (chạm vỏ) thì dòng điện ngắn mạch xác định theo biểu thức:

$$I_d = \frac{U}{R_d + R_o}$$

Ở đây:  $R_o$ ,  $R_d$  lần lượt là điện trở nối đất trung tính và điện trở nối đất vỏ thiết bị;  $U$  là điện áp pha chạm vỏ.

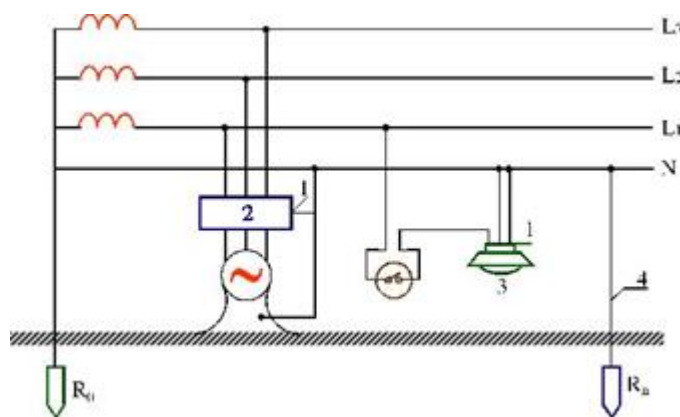
Do quá tải và mất cân bằng của lưới điện có thể sự cố chạm vỏ có điện áp  $U$  nhỏ hơn giá trị định mức khiến dòng điện ngắn mạch không lớn, không làm khí cụ điện bảo vệ (cầu chì, máy cắt...) tác động. Điều này làm cho tình trạng ngắn mạch chạm đất kéo dài và trên vỏ thiết bị điện sẽ tồn tại lâu dài điện áp so với đất  $U_d$  được xác định theo biểu thức:

$$U_d = I_d R_d = \frac{U R_d}{R_d + R_o}$$



Giá trị điện áp  $U_d$  này có thể gây nguy hiểm cho người khi tiếp xúc với vỏ thiết bị điện. Vì vậy, muốn bảo vệ đạt được mục đích khi có sự cố chạm vỏ thiết bị điện để cắt được mạch điện thì phải tăng dòng điện ngắn mạch  $I_{nm}$  ( $I_{nm} = 3 I_{dm}$ ) bằng cách nối vỏ thiết bị điện với dây trung tính và giá trị điện trở nối đất trung tính  $R_o$  càng nhỏ thì khí cụ điện bảo vệ sẽ tác động càng nhanh khi xuất hiện sự cố chạm đất. Như vậy, mục đích của bảo vệ nối dây trung tính là làm cho dòng điện chạm vỏ đạt trị số đủ lớn làm cho các khí cụ điện bảo vệ tác động cắt điện cho thiết bị điện bị chạm vỏ. Thông thường, trong mạng điện hạ áp ba pha bốn dây trung tính trực tiếp nối đất, vỏ kim loại của thiết bị phải được nối với dây trung tính và dây trung tính cũng là dây bảo vệ.

Sơ đồ nối dây trung tính cho các trang thiết bị có điện áp  $U = 1000V$  có trung tính trực tiếp nối đất được trình bày hình 3.10.



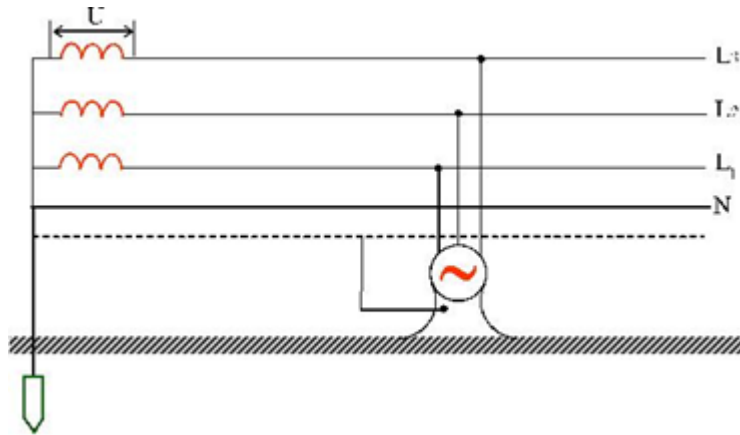
Hình 3. 10: Bảo vệ nối dây trung tính trong mạng điện 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất

- 1: Bulong hoặc vít dung cho nối đất; 2: Khí cụ điện bảo vệ; 3: Đèn;  
4: Nối đất trung tính lặp lại

### 3.2.5.2. Mạng điện hạ áp ba pha năm dây

Với mạng điện ba pha bốn dây tải không cân bằng sẽ có điện trên dây trung tính. Do đó, khi thao tác vận hành trên lưới điện rất nguy hiểm. Để khắc phục, có thể áp dụng mạng điện ba pha năm dây (Hình 3.11).

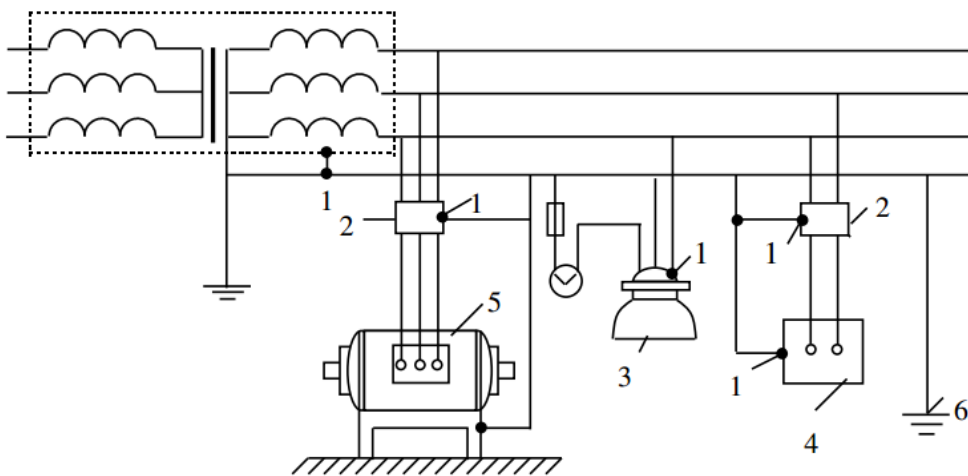
Ở mạng điện ba pha năm dây, dây trung tính N chỉ làm nhiệm vụ dẫn điện, còn dây PE là dây bảo vệ, dây này chỉ dẫn điện khi có sự cố điện chạm vỏ.



Hình 3. 11: Bảo vệ nối dây trung tính trong mạng điện 3 pha 5 dây

### 3.2.6. Cách thực hiện bảo vệ nối dây trung tính

Khi thực hiện bảo vệ nối dây trung tính thì tất cả các phần kim loại của các thiết bị điện, của các kết cấu kim loại (như vỏ thiết bị, khung bệ của thiết bị phân phối điện, vỏ kim loại của cáp...) mà có thể xuất hiện điện áp khi có sự cố chạm vỏ đều phải được nối một cách chắc chắn với dây trung tính. Trên hình 3.12 cho ta một cách thực hiện bảo vệ nối dây trung tính.



Hình 3. 12: Ví dụ về nối dây trung tính các thiết bị

Khi thực hiện bảo vệ nối dây trung tính cần chú ý một số đặc điểm sau:

- + Dây trung tính không được đặt cầu chì, cầu dao hoặc các thiết bị đóng cắt khác.
- + Khi nối dây trung tính phải dùng dây riêng, dây này không được dùng làm dây dẫn điện.



+ Trong mạng có trung tính trực tiếp nối đất, nếu vì một nguyên nhân nào đó mà bị mất trung tính thì không được phép dùng đất như một dây dẫn.

+ Khi xây dựng đường dây hạ áp phải chú ý bố trí dây trung tính nằm dưới dây pha.

+ Khi sử dụng vỏ kim loại của cáp để bảo vệ nối đất hoặc bảo vệ nối dây trung tính cần lưu ý:

- Vỏ nhôm của cáp có thể sử dụng làm dây trung tính hoặc dây nối bảo vệ vì nó có đủ độ dẫn điện cần thiết. Ngược lại vỏ nhôm của cáp lại không được sử dụng như một điện cực nối đất (khi nó đặt trong đất) vì bên ngoài vỏ nhôm của cáp thường có lớp phủ cách điện bên ngoài (để bảo vệ nhôm chống sự ăn mòn).

### **3.3. Cắt bảo vệ**

Thiết bị tự động cắt bảo vệ RCD (Residual Current protect Device) Thiết bị dòng điện dư được thiết kế để:

- Bảo vệ con người khỏi sự cố xảy ra trong quá trình lắp đặt điện.
- Ngắt kết nối điện áp trong trường hợp tiếp xúc ngẫu nhiên hoặc sai sót với các bộ phận trực tiếp của quá trình lắp đặt điện trong khi rò rỉ hiện tại.
- Bảo vệ chống đánh lửa của hệ thống dây điện trong trường hợp lỗi trái đất (nhà ở)

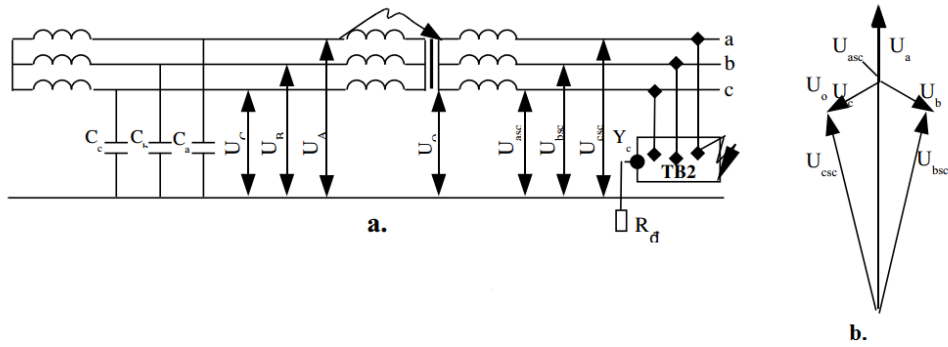
Nguyên lý hoạt động: Thiết bị chống dòng điện rò hoạt động trên nguyên lý bảo vệ so lệch, được thực hiện trên cơ sở cân bằng giữa tổng dòng điện đi vào và tổng dòng điện đi ra thiết bị tiêu thụ điện.

Khi thiết bị tiêu thụ điện bị rò điện, một phần của dòng điện được rẽ nhánh xuống đất, đó là dòng điện rò. Khi có dòng điện về đường dây trung tính rất nhỏ và rơ-le so lệch sẽ dò tìm sự mất cân bằng này và điều khiển cắt mạch điện nhờ thiết bị bảo vệ so lệch.

### **3.4. Bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp**

#### *3.4.1 Sự nguy hiểm khi có sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp*

1. Mạng điện phía sơ cấp và thứ cấp đều có trung tính cách điện



Hình 3. 13: Xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp

a. Sơ đồ nguyên lý

b. Đồ thị vec tơ

Giả thiết máy biến áp có cấp biến đổi điện áp là 6000/380V, phía sơ cấp và thứ cấp đều trung tính cách điện đối với đất. Cũng giả thiết rằng điện trở cách điện và điện dung của các pha trong mạng điện là như nhau thì:

$$U_A = U_B = U_C = \frac{6000}{\sqrt{3}} = 3400V$$

Khi có sự xâm nhập điện áp cao từ phía sơ cấp sang phía thứ cấp thì trung tính phía điện áp 380 sẽ nối điện với phía điện áp cao do đó nó cũng có điện áp bằng 3460V. Nếu tổ nối dây của máy biến áp là Y/Y0 thì trung tính hạ áp sẽ có điện áp trùng với điện áp pha A của phía cao áp. Do đó từ đồ thị vectơ ta có:

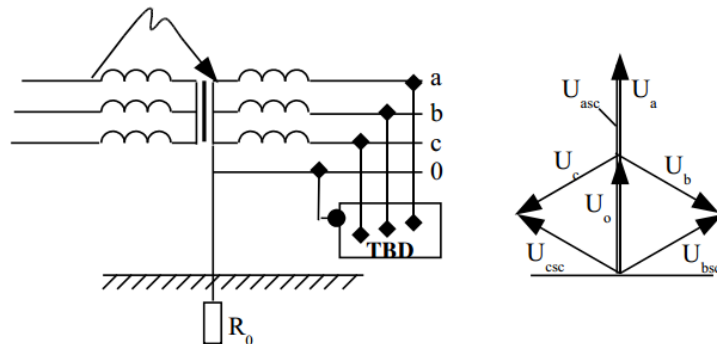
+ Điện áp pha A phía sơ cấp so với đất:

$$U_{asc} = 3460 + 220 = 3680 V$$

+ Điện áp pha B,C so với đất:

$$U_{bsc} = U_{csc} = |3460 + a^2 \times 220| = |3460 + a \times 220| = 3356V$$

2. Mạng điện phía sơ cấp có trung tính cách điện, phía hạ áp có trung tính trực tiếp nối đất



Hình 3. 14: Sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp

Khi có sự xâm nhập của điện áp cao sang điện áp thấp thì có sự chạm đất một pha của mạng cao áp và dòng điện này có thể xác định theo công thức:

$$I_d = \frac{U \times (35 \times l_c + l_d)}{250}$$

Trong đó:

$U$ : điện áp dây của mạng cao áp.

$l_c, l_d$ : chiều dài của các mạng điện cáp và mạng đường dây trên không có sự liên hệ về điện với nhau (km).

Từ đồ thị vectơ ta có điện áp các dây pha so với đất sẽ bằng:

$$+ \text{Pha A: } U_{asc} = I_d \cdot R_0 + 220 = U_0 + 220$$

$R_0$ : điện trở nối đất của trung tính nguồn.

Giả sử  $R_0 = 4\Omega$  và  $I_d = 30A$ :

$$\text{Pha A: } U_{asc} = 4 \cdot 30 + 220 = 340V$$

$$\text{Pha B, C: } U_{bsc} = U_{csc} = |120 + a \times 220| = |120 + a^2 \times 220| = 190V$$

Trong trường hợp này điện áp lớn nhất trên dây trung tính (cũng chính là điện áp trên vỏ các thiết bị điện hạ áp) cũng có thể có giá trị tương đối cao và bằng:

$$U_0 = I_d \cdot R_0$$

Với trị số dòng chạm đất trong mạng này (cao áp có trung tính cách điện) thường không lớn (khoảng 5-30A) thì nếu  $R_0$  lớn thì  $U_0$  có thể sẽ nguy hiểm cho người. Trị số điện áp này phụ thuộc vào điện trở nối đất của trung tính  $R_0$ , nếu  $R_0$  lớn thì điện áp sẽ lớn và ngược lại. Tuy nhiên với các thiết bị hạ áp, khi có xâm nhập điện áp cao sang thấp thì điện áp của các pha so với vỏ thiết bị (đã được nối với dây trung tính) vẫn không thay đổi và bằng điện áp pha nên không nguy hiểm cho thiết bị hạ áp.

### *3.4.2 Các biện pháp bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp.*

a, Mạng điện có trung tính cách điện phía sơ cấp và có trung tính trực tiếp nối đất phía thứ cấp

Các biện pháp bảo vệ chính là:

+ Chế tạo, sử dụng các MBA có chất lượng tốt, lúc cần thiết có thể phải sử dụng loại MBA có thêm màn che giữa cuộn sơ và thứ cấp.

+ Chọn giá trị nối đất cuộn hạ áp của MBA  $R_0$  thích hợp.

+ Chọn  $R_0 \leq 4 \Omega$  (với mạng 380/220 V) là thoả mãn.

+ Thực hiện nối đất lặp lại dây trung tính nhiều lần. Vì lúc này:

$$U = I_d \times R_{td} = I_d \times \frac{R_0 \times R_l}{R_0 + R_l} < I_d \times R_0$$

Trong đó:

$R_{td}$ : điện trở tương đương của các điện trở nối đất lặp lại.

b, Mạng điện có trung tính cách điện phía sơ cấp và có trung tính cách điện phía thứ cấp

Trong trường hợp này, ngoài các biện pháp bảo vệ như ở mạng có trung tính cách điện ở phía cao áp, thì cần phải tính toán, bảo vệ rơ le để có thể cắt nhanh lưới cao áp (phía sơ cấp MBA) khi có xâm nhập điện áp cao sang thấp.

c, Bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp khi điện áp cuộn sơ cấp bé hơn 1000V

Trong các trường hợp khi điện áp cuộn sơ cấp bé hơn 1000V, để chống sự xâm nhập điện áp từ phía cuộn sơ cấp sang phía thứ cấp người ta phải nối đầu dây của cuộn thứ cấp với đất (trong mạng có trung tính cách điện) hoặc với dây trung tính (trong mạng có trung tính nối đất).

### **Câu hỏi, bài tập cuối chương 3**

Câu 1: Trình bày các hình thức bảo vệ nối đất?

Câu 2: Mục đích và ý nghĩa của bảo vệ nối dây trung tính?

Câu 3: Các cách bảo vệ nối dây trung tính?

Câu 4: Trình bày sự nguy hiểm khi có sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp?

Câu 5: Các biện pháp bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp?

Câu 6: Trình bày ứng dụng bảo vệ nối đất?

Câu 7: Trình bày phạm vi ứng dụng của bảo vệ nối dây trung tính??

Câu 8: Trình bày ứng dụng của bảo vệ nối đất?

Câu 9: Phân biệt nối đất tập trung và nối đất vòng?

Câu 10: Trình bày các bước để đo điện trở đất?

## CHƯƠNG IV: NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KHÍ CỤ ĐIỆN

*Nội dung chính của chương:* Chương 4 cung cấp cho sinh viên các khái niệm chung về khí cụ điện sử dụng trong công nghiệp.

*Mục tiêu cần đạt được của chương:* Sau khi học xong chương 4, sinh viên nắm được các khái niệm chung của các khí cụ điện dùng trong công nghiệp

**Bài 6: Khái niệm và phân loại khí cụ điện, hồ quang điện (Số tiết: 3 tiết) [1]; [5].**

### 4.1. Khái niệm và phân loại khí cụ điện

#### 4.1.1. Khái niệm chung

Khí cụ điện (KCD) là những thiết bị dùng để đóng cắt, chuyển đổi mạch điện, khống chế, bảo vệ, điều khiển và kiểm tra sự hoạt động của các đối tượng điện cũng như không điện (nhiệt độ, ánh sáng) trong hệ thống điện. Khí cụ điện có rất nhiều chủng loại với chức năng, nguyên lý làm việc và kích cỡ khác nhau, được dùng rộng rãi trong công nghiệp.

#### 4.1.2. Phân loại khí cụ điện

a, Phân loại theo chức năng

- Nhóm KCD đóng cắt: Chức năng chính của nhóm này là đóng cắt tự động hoặc bằng tay để thay đổi các chế độ làm việc khác nhau của mạch điện. Các KCD đóng cắt bao gồm: Role, nút ấn, công tắc, cầu chì, aptomat, contactor, cầu dao, máy cắt điện, dao cách ly.

- Nhóm KCD hạn chế dòng điện, điện áp: Nhóm này có chức năng hạn chế dòng điện, điện áp trong mạch không tăng quá một giá trị chỉ định nào đó hoặc không tăng quá cao khi bị sự cố. Các KCD nhóm này bao gồm: Role dòng điện, role điện áp, kháng điện dùng để hạn chế dòng điện ngắn mạch, ...

- Nhóm KCD mở máy, điều khiển: Nhóm này gồm các KCD như: Role, Contactor, khởi động từ, van điện, cơ cấu điện từ chấp hành...

- Nhóm KCD kiểm tra, theo dõi: Nhóm KCD này có chức năng kiểm tra, theo dõi sự làm việc và biến đổi các tín hiệu không điện thành tín hiệu điện. Như các loại: Role, các bộ cảm biến.

- Nhóm KCD tự động điều chỉnh: Nhóm KCD này có chức năng khống chế, duy trì chế độ làm việc và các tham số của đối tượng: Các bộ ổn định điện áp, ổn định tốc độ, ổn định nhiệt độ...

- Nhóm KCD làm nhiệm vụ đo lường: Máy biến dòng điện, máy biến điện áp,...

b, Phân loại theo nguyên lý làm việc

Theo cách phân loại này KCD được chia thành các nhóm: KCD làm việc theo nguyên lý điện cơ, điện từ, từ điện, nhiệt, có tiếp xúc và không có tiếp xúc...

c, Phân loại theo nguồn điện

Dựa vào nguồn điện cung cấp cho KCD làm việc ta có: KCD một chiều, KCD xoay chiều.

Theo độ lớn của điện áp làm việc KCD chia thành KCD hạ áp, KCD cao áp.

d, Phân loại theo điều kiện môi trường

Theo cách phân loại này KCD được chia thành các nhóm: KCD lắp đặt trong nhà, KCD lắp đặt ngoài trời, KCD làm việc trong môi trường dễ cháy nổ,...

## **4.2. Hồ quang điện**

### *4.2.1. Khái niệm chung*

Hồ quang điện là hiện tượng phóng điện trong chất khí với mật độ dòng điện rất lớn (khoảng  $10^2$  đến  $10^3$  A/mm<sup>2</sup>) có nhiệt độ rất cao (khoảng 5000 đến 6000 độ C) và thường kèm theo hiện tượng phát sáng.

- Hồ quang điện có ích: Hồ quang điện thực sự có ích khi được sử dụng trong các lĩnh vực như: hàn điện, luyện thép... trong các trường hợp này hồ quang điện cần duy trì cháy ổn định.

- Hồ quang điện có hại: Khi đóng cắt các thiết bị điện như: contactor, rơle, máy cắt... hồ quang điện sẽ xuất hiện giữa cặp tiếp điểm. Khi hồ quang điện xuất hiện nhiều lần và duy trì lâu sẽ làm hại các tiếp điểm và bản thân thiết bị điện. Trong trường hợp này để đảm bảo chế độ làm việc tin cậy của thiết bị điện yêu cầu phải dập tắt hồ quang điện càng nhanh càng tốt.

### *4.2.2. Quá trình hình thành hồ quang điện*

Hồ quang điện phát sinh là do môi trường giữa các điện cực (hoặc giữa cặp tiếp điểm) bị ion hóa (xuất hiện các hạt dẫn điện). Ion hóa có thể xảy ra bằng các con đường khác nhau dưới tác dụng của ánh sáng, nhiệt độ, điện trường mạnh... trong thực tế quá trình phát sinh hồ quang điện có những dạng ion hóa sau:

+ Quá trình phát xạ điện tử nhiệt.

- + Quá trình tự phát xạ điện tử.
- + Quá trình ion hóa do va chạm.
- + Quá trình ion hóa do nhiệt.

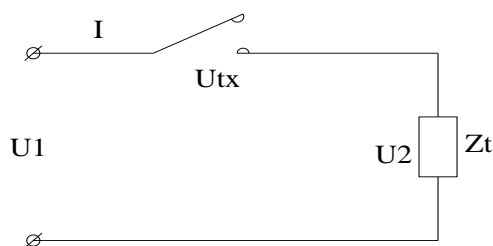
**Phát xạ điện tử:** Là sự tạo thành các electron tự do trong không gian với điện trường mạnh lúc tiếp điểm vừa mở.

**Phát xạ điện tử nhiệt:** Là sự tạo nên các điện tử trong không gian do khe hở, do nhiệt độ.

**Ion hoá do va chạm:** Sau khi tiếp điểm mở ra, dưới tác dụng của nhiệt độ cao hoặc điện trường lớn thì các điện tử tự do sẽ phát sinh, chuyển động từ cực âm sang cực dương. Do điện trường rất lớn nên các điện tử chuyển động với tốc độ cao, trên đường đi các điện tử này va chạm với các nguyên tử và phân tử khí trung hoà làm bật ra các điện tử tự do mới và các ion dương. Các phân tử mang điện này lại tiếp tục tham gia chuyển động và va chạm để làm xuất hiện các phân tử mang điện khác, do vậy số lượng các phân tử mang điện tăng lên không ngừng làm mật độ điện tích trong không gian giữa các tiếp điểm rất lớn, đó là quá trình ion hoá do va chạm.

**Ion hoá do nhiệt:** nhiệt độ khí càng tăng lên thì tốc độ chuyển động của các phân tử khí càng tăng, số lần va chạm cũng tăng. Do va chạm các nguyên tử và phân tử chuyển động nhanh mà tạo thành những hạt điện tích gọi là ion hoá do nhiệt.

Xét mạch điện đơn giản như hình vẽ:



Hình 4. 1: Sơ đồ mạch điện

Trong đó:  $U_1$ : Điện áp nguồn.

$U_2 = I \cdot Z_t$ : Điện áp giữa hai đầu cực phụ tải.

$U_{tx} = I \cdot R_{tx}$ : Điện áp tiếp xúc trên bề mặt tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh của công tắc K.

Giả sử công tắc K đang ở vị trí 1 (đóng) nếu bỏ qua điện trở kháng đường dây thì  $U_1 = U_{tx} + U_2$ . Khi mạch điện đang đóng, điện trở tiếp xúc rất bé ( $U_{tx} = 0$ ). Vì

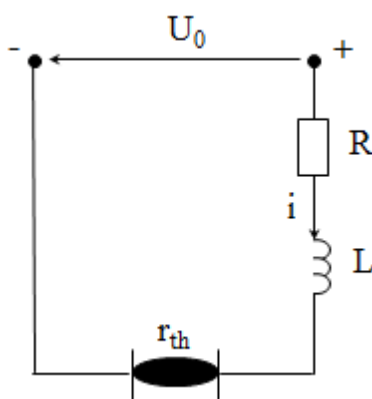


vậy  $U_1 = U_2$ . Khi cắt điện qua công tắc K, tiếp xúc động bắt đầu rời khỏi tiếp xúc tĩnh, làm cho điện trở tiếp xúc tăng dần lên, do đó  $U_{tx}$  cũng tăng theo vì vậy  $U_2$  bị giảm dần ( $U_1 = \text{const}$ ). Khi tiếp xúc động của công tắc K di chuyển đến vị trí 2 (cắt) thì có thể xem như dòng điện trong mạch bị ngắt, do không khí giữa 2 đầu tiếp xúc rất nhỏ ( $d \ll \lambda$ ) vì vậy cường độ điện trường E rất lớn ( $E = U/d$ ) có thể đạt tới 107 v/cm làm cho mật độ của dòng điện giữa hai đầu tiếp xúc động và tĩnh của công tắc K tăng lên hàng chục lần. Không khí giữa khe hẹp của hai đầu tiếp xúc động và tĩnh bị ion hoá rất mạnh, cho nên không khí trở nên dẫn điện, gây ra phóng điện giữa hai đầu tiếp xúc động và tĩnh, ta gọi đó là hồ quang điện.

Khi điện áp đặt vào giữa hai đầu tiếp xúc càng cao, hay dòng điện chạy qua mạch càng lớn thì hồ quang điện phát sinh càng mãnh liệt. Nếu dòng điện tải lớn, khi tiếp xúc động bắt đầu rời khỏi tiếp xúc tĩnh thì nhiệt độ tiếp xúc tăng lên đến mức làm nóng chảy lớp kim loại trên bề mặt tiếp xúc, tạo thành gọt kim loại lỏng. Khi tiếp xúc động bắt đầu rời khỏi tiếp xúc tĩnh ra xa thì gọt kim loại lỏng cũng bị kéo dài ra tạo thành một cầu kim loại lỏng nối liền giữa tiếp xúc động và tiếp xúc tĩnh. Vậy bản chất hồ quang điện là quá trình ion hoá lớp điện môi giữa hai đầu cực, gây ra hiện tượng phóng điện khi cường độ điện trường ở đó đạt tới giới hạn điện trường ion hoá  $E_i$ .

#### 4.2.3. Hồ quang điện 1 chiều

Chúng ta khảo sát quá trình xuất hiện hồ quang giữa hai điện cực trong mạch điện như hình vẽ:



Hình 4. 2: Khảo sát quá trình xuất hiện hồ quang giữa hai điện cực

$U_0$ : là điện áp nguồn

R: là điện trở mạch

L: là điện cảm mạch đặc trưng cho điện trở hồ quang

$r_{hq}$ : Đặc trưng cho điện áp trên hồ quang

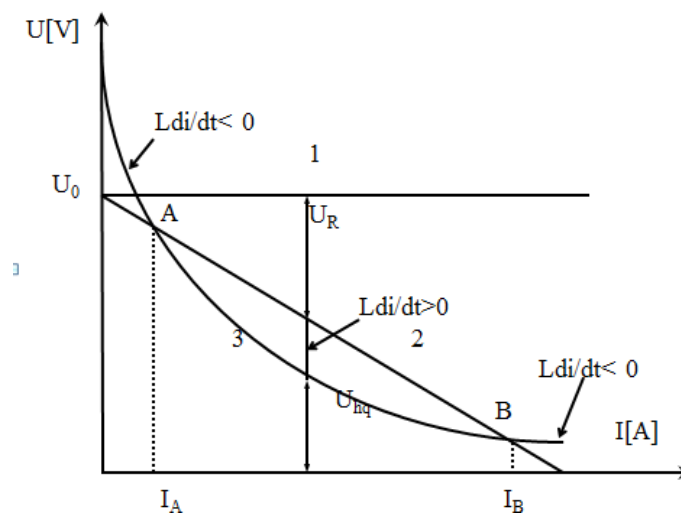
Theo định luật Kiết hốp II ta có phương trình cân bằng điện áp trong mạch khi mở tiếp điểm và hồ quang bắt đầu cháy như sau:

$$U_0 = i \cdot R + u_{hq} + L \frac{di}{dt} \quad (4.1)$$

Khi hồ quang cháy ổn định thì dòng điện không đổi  $i=I$  và có  $\frac{di}{dt} = 0$  phương trình cân bằng áp sẽ là:

$$U_0 = u_r + u_{hq} = I \cdot R + I \cdot r_{hq} \quad (4.2)$$

Các thành phần điện áp trong phương trình 4.1 được thể hiện trên hình vẽ:



Hình 4. 3: Đồ thị thể hiện các thành phần điện áp

Đường 1: là điện áp nguồn

Đường 2: là điện áp rơi trên điện trở R

Đường 3: Là đặc tính  $u(i)$  của hồ quang

Trên đồ thị các đường đặc tính 2 và 3 giao nhau tại 2 điểm A và B. Tại 2 điểm này phương trình được thỏa mãn, các điểm A và B là hai điểm cháy của hồ quang

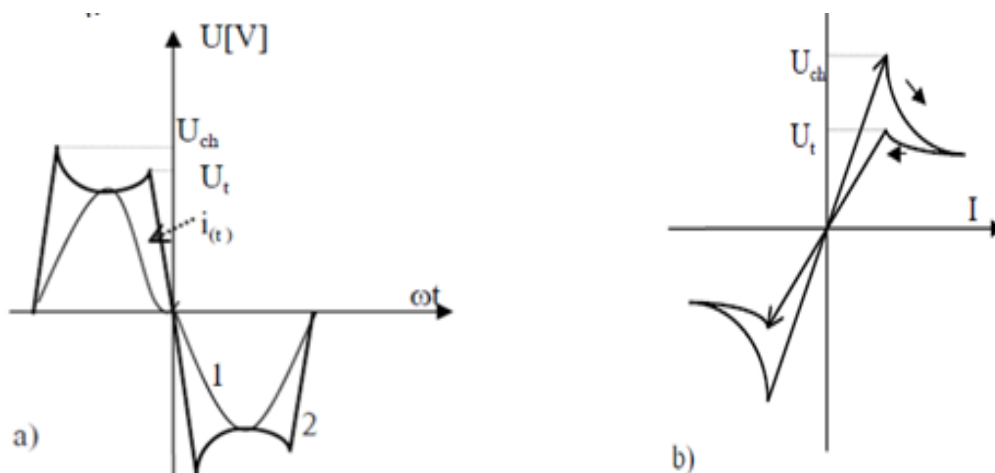
Tại điểm B: Hồ quang đang cháy nếu vì một lý do nào đó làm dòng điện  $i$  tăng lớn hơn  $I_B$

Thì theo đồ thị ta thấy sức điện động tự cảm trên L là  $Ldi/dt < 0$  (ngược chiều dòng tăng) sẽ làm dòng điện  $i$  giảm xuống  $I_B$ . Còn ngược lại nếu  $i$  giảm nhỏ hơn  $I_B$  thì  $Ldi/dt > 0$  sẽ làm  $i$  tăng trở lại giá trị  $I_B$ , do vậy điểm B là điểm hồ quang cháy ổn định.

Tương tự tại điểm A: Khi hồ quang đang cháy ổn định với  $i = I_A$  nếu vì 1 lý do nào đó  $i$  giảm nhỏ hơn  $I_A$  thì  $Ldi/dt < 0$  nên dòng tiếp tục giảm về 0 và hồ quang tắt.

Còn nếu  $i$  tăng lớn hơn  $I_A$  thì trên đặc tính  $Ldi/dt > 0$  nên dòng tiếp tục tăng đến  $I_B$  và hồ quang cháy ổn định tại điểm B, vậy điểm A là điểm cháy không ổn định.

#### 4.2.4. Hồ quang điện xoay chiều



Hình 4. 4: Dạng sóng của dòng điện, điện áp hồ quang

Đặc điểm của mạch xoay chiều là trong một chu kỳ biến thiên dòng điện có hai lần qua trị số  $i = 0$ . Khi có hồ quang tại thời điểm  $i = 0$  quá trình phản ion hóa xảy ra mạnh hơn quá trình ion hóa. Khi  $i = 0$  hồ quang không dẫn điện và đây là thời điểm tốt để dập tắt hồ quang xoay chiều.

Khi hồ quang xoay chiều đang cháy ta đưa dòng điện và điện áp của hồ quang vào dao động ký ta sẽ được dạng sóng của dòng điện và điện áp hồ quang như hình 4.4a.

Dòng điện có dạng sóng gần giống sóng hình sin còn điện áp thì trong một nửa chu kỳ có hai đỉnh nhọn tương ứng với hai giá trị điện áp cháy ( $U_{ch}$ ) và điện áp tắt ( $U_t$ ) của hồ quang. Từ dạng sóng thu được trên màn hình dao động ký ta xây dựng được đặc tính V-A của hồ quang điện xoay chiều.

Ta nhận thấy ở thời điểm dòng điện qua trị số 0 nếu điện áp nguồn nhỏ hơn trị số điện áp cháy  $U_{ch}$  của hồ quang sẽ tắt. Do vậy quá trình dập hồ quang điện xoay chiều phụ thuộc rất nhiều vào tính chất của phụ tải.

Ta thấy trong mạch có phụ tải điện trở thuần dễ dập hồ quang hơn trong mạch có tải điện cảm, bởi ở mạch thuần trở khi dòng điện qua trị số không ( thời gian  $i=0$  thực tế kéo dài khoảng  $0,1\mu s$ ) thì điện áp nguồn cũng bằng không (trùng pha), còn ở mạch thuần cảm khi dòng bằng không thì điện áp nguồn đang có giá trị cực đại (điện áp vượt trước dòng điện 1 góc  $90^\circ$ )

#### 4.2.5. Biện pháp và trang bị dập hồ quang trong thiết bị điện

##### 4.2.5.1. Yêu cầu dập hồ quang

- Trong thời gian ngắn phải dập tắt được hồ quang, hạn chế phạm vi cháy hồ quang là nhỏ nhất.

- Tốc độ đóng mở tiếp điểm phải lớn.
- Năng lượng hồ quang sinh ra phải bé, điện trở hồ quang phải tăng nhanh.
- Tránh hiện tượng quá điện áp khi dập hồ quang.

##### 4.2.5.2. Các nguyên tắc cơ bản để dập hồ quang điện

- Kéo dài ngọn lửa hồ quang.
- Dùng năng lượng hồ quang sinh ra để tự dập.
- Dùng năng lượng nguồn ngoài để dập.
- Chia hồ quang thành nhiều phần ngắn để dập.
- Mắc thêm điện trở song song để dập.

##### 4.2.5.3. Các biện pháp và trang bị dập hồ quang ở thiết bị điện hạ áp

###### a) Kéo dài hồ quang điện bằng cơ khí

- Đây là biện pháp đơn giản thường dùng ở cầu dao công suất nhỏ hoặc ở role.  
- Kéo dài hồ quang làm cho đường kính hồ quang giảm, điện trở hồ quang sẽ tăng dẫn đến tăng quá trình phản ion để dập hồ quang.

- Tuy nhiên biện pháp này chỉ thường được dùng ở mạng hạ áp có điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 220V và dòng điện tới 150 A.

###### b) Dùng cuộn dây thỏi từ kết hợp buồng dập hồ quang

- Người ta dùng một cuộn dây mắc nối tiếp với tiếp điểm chính tạo ra một từ trường tác dụng lên hồ quang để sinh ra một lực điện từ kéo dài hồ quang.

- Thông thường biện pháp này kết hợp với trang bị thêm buồng dập bằng amiăng. Lực điện từ của cuộn thỏi từ sẽ thổi hồ quang vào tiếp giáp amiăng làm tăng quá trình phản ion.

###### c) Dùng buồng dập hồ quang có khe hở quanh co

- Buồng dập được dùng bằng amiăng có hai nửa lồi lõm và ghép lại hợp thành những khe hở quanh co (khi đường kính hồ quang lớn hơn bề rộng khe thì gọi là khe hẹp). Khi cắt tiếp điểm lực điện động sinh ra sẽ đẩy hồ quang vào khe quanh co sẽ làm kéo dài và giảm nhiệt độ hồ quang.

d) Phân chia hồ quang ra làm nhiều đoạn ngắn

Trong buồng hồ quang ở phía trên người ta người ta đặt thêm nhiều tấm thép non. Khi hồ quang xuất hiện, do lực điện động hồ quang bị đẩy vào giữa các tấm thép và bị chia ra làm nhiều đoạn ngắn. Loại này thường được dùng ở lưới một chiều dưới 220 V và xoay chiều dưới 500 V.

e) Tăng tốc độ chuyển động của tiếp điểm động

Người ta bố trí các lá dao động, có một lá chính và một lá phụ (thường là ở cầu dao) hai lá này nối với nhau bằng một lò xo, lá dao phụ cắt nhanh do lò xo đàn hồi (lò xo sẽ làm tăng tốc độ cắt dao phụ) khi kéo dao chính ra trước .

f) Kết cấu tiếp điểm kiểu bắc cầu

Một điểm cắt được chia ra làm hai tiếp điểm song song nhau, khi cắt mạch hồ quang được phân chia làm hai đoạn và đồng thời do lực điện động ngọn lửa hồ quang sẽ bị kéo dài ra làm tăng hiệu quả dập.

#### 4.2.5.4. Các biện pháp và trang bị dập hồ quang ở thiết bị điện trung và cao áp

a) Dập hồ quang trong dầu biến áp kết hợp phân chia hồ quang

Ở các máy cắt trung áp các tiếp điểm cắt được ngâm trong dầu biến áp, khi cắt hồ quang xuất hiện sẽ đốt cháy dầu sinh ra hỗn hợp khí (chủ yếu là H<sub>2</sub>) làm tăng áp suất vùng hồ quang, đồng thời giảm nhiệt độ hồ quang. Các máy cắt điện áp cao mỗi pha thường được phân ra làm nhiều chỗ ngắt.

b) Dập hồ quang bằng khí nén

Dùng khí nén trong bình có sẵn hoặc hệ thống ống dẫn khí nén để khi hồ quang xuất hiện (tiếp điểm khi mở) sẽ làm mở van của bình khí nén, khí nén sẽ thổi dọc hoặc ngang thân hồ quang làm giảm nhiệt độ và kéo dài hồ quang.

c) Dập hồ quang bằng cách dùng vật liệu tự sinh khí

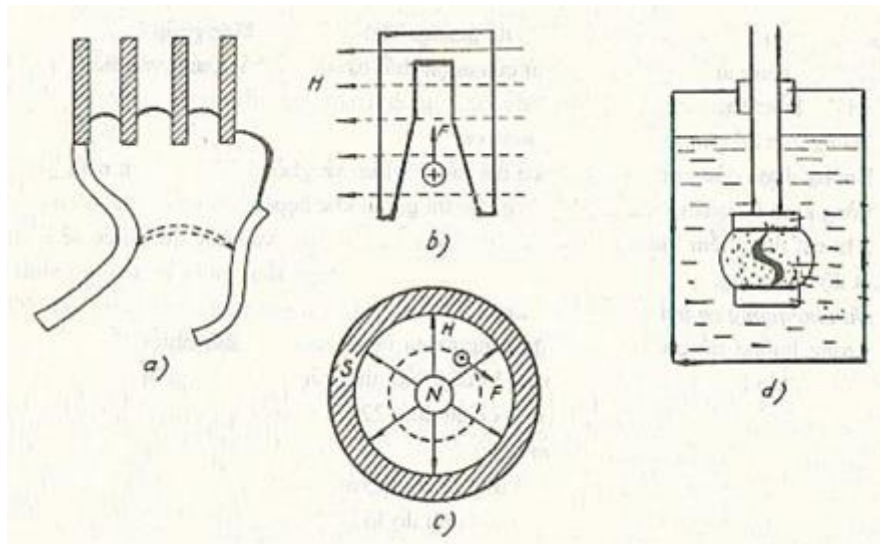
Thường dùng trong cầu chì trung áp, khi hồ quang xuất hiện sẽ đốt cháy một phần vật liệu sinh khí (như thủy tinh hữu cơ,...) sinh ra hỗn hợp khí làm tăng áp suất vùng hồ quang.

d) Dập hồ quang trong chân không

Người ta đặt tiếp điểm cắt trong môi trường áp suất chỉ khoảng 10<sup>-6</sup> đến 10<sup>-8</sup> N/cm<sup>2</sup>. Ở môi trường này thì độ bền điện cao hơn rất nhiều độ bền điện của không khí nên hồ quang nhanh chóng bị dập tắt.

e) Dập hồ quang trong khí áp suất cao

Khí được nén ở áp suất tới khoảng 200 N/cm<sup>2</sup> hoặc cao hơn sẽ tăng độ bền điện gấp nhiều lần không khí. Trong các máy cắt điện áp cao và siêu cao áp hiện nay thường sử dụng khí SF<sub>6</sub> được nén trong các bình khí nén để dập hồ quang. Hồ quang dập trong môi trường SF<sub>6</sub> rất đảm bảo (bởi vì ngay cả ở điều kiện áp suất thường hồ quang cũng đã tắt nhanh trong môi trường khí SF<sub>6</sub>).



Hình 4. 5: Các biện pháp nhân tạp dập tắt hồ quang thường dùng

- a. Chia hồ quang thành nhiều đoạn
- b. Dập hồ quang trong khe hẹp buồng dập
- c. Di chuyển hồ quang trong từ trường
- d. Dập hồ quang trong dầu

**Câu hỏi, bài tập**

1. Nêu khái niệm, phân loại và các yêu cầu của khí cụ điện ?
2. Trình bày các chế độ phát nóng của khí cụ điện?
3. Hồ quang điện là gì? Trình bày quá trình hình thành hồ quang điện?
4. Trình bày các biện pháp dập tắt hồ quang điện trong mạng điện hạ áp?
5. Trình bày các biện pháp dập tắt hồ quang điện trong mạng điện trung áp và cao áp?

## Bài 7: Tiếp xúc điện, nam châm điện, khí cụ điện không tiếp điểm (Số tiết: 3 tiết) [1]; [5].

### 4.3. Tiếp xúc điện

#### 4.3.1. Khái niệm

Tiếp xúc điện là chỗ tiếp xúc của hai hay nhiều vật dẫn, để truyền dẫn dòng điện đi từ vật này sang vật khác. Bề mặt tiếp xúc giữa các vật dẫn được gọi là bề mặt tiếp xúc điện.

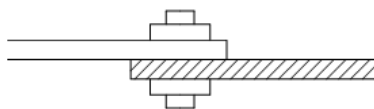
Tiếp xúc điện là phần rất quan trọng của khí cụ điện, trong quá trình đóng cắt mạch điện, chỗ tiếp xúc của tiếp điểm đóng cắt bị phát nóng cao, bị mài mòn do va đập và ma sát, đặc biệt là sự huỷ hoại của hồ quang điện.

Một số vật liệu dùng làm tiếp điểm: Đồng, Bạc, Nhôm, Vonfram...

#### 4.3.2. Phân loại tiếp xúc điện

a, Tiếp xúc cố định: Khi hai vật dẫn tiếp xúc không rời nhau bằng bu lông hoặc đinh tán.

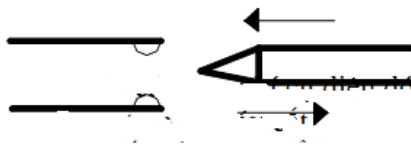
Ví dụ như: Tiếp xúc của kẹp nối dây, tiếp xúc giữa dây dẫn và cốt bắt dây ở sứ xuyên...



Hình 4. 6: Tiếp xúc cố định

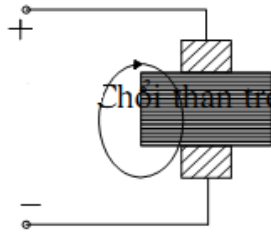
b, Tiếp xúc đóng mở: Đó là tiếp xúc giữa tiếp điểm động và tĩnh của các loại khí cụ điện đóng cắt mạch điện.

Ví dụ như: Tiếp xúc của tiếp điểm cầu dao, công tắc, aptomat, máy cắt..



Hình 4. 7: Tiếp xúc đóng mở

c, Tiếp xúc trượt : Đó là dạng tiếp xúc vật dẫn này tiếp xúc trượt trên vật dẫn kia.



Hình 4. 8: Tiếp xúc trượt

#### 4.3.3. Hình thức tiếp xúc

- Tiếp xúc điểm: Là hình thức các vật dẫn tiếp xúc nhau ở diện tích rất nhỏ được xem là một điểm. Ví dụ: Tiếp xúc giữa mặt cầu với mặt cầu, tiếp xúc giữa mặt cầu với mặt phẳng trong một số loại Rơle điện từ.

- Tiếp xúc đường: Là hình thức các vật dẫn tiếp xúc nhau trên đường thẳng hoặc đường cong.

- Tiếp xúc mặt: là hình thức các vật dẫn tiếp xúc nhau trên nhiều điểm của mặt phẳng hoặc mặt cong. Ví dụ: Tiếp xúc giữa tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh của máy cắt, cầu dao, aptomat...

#### 4.3.4. Các yêu cầu kỹ thuật cơ bản đối với tiếp xúc điện

Các yêu cầu cơ bản của tiếp xúc điện:

- Nơi tiếp xúc điện phải chắc chắn, đảm bảo.
- Mọi nơi tiếp xúc phải có độ bền cơ khí cao.
- Mọi nơi không được phát nóng quá giá trị cho phép.
- Ổn định nhiệt và ổn định động khi có dòng điện cực đại đi qua.
- Chịu được tác động của môi trường (nhiệt độ, chất hoá học...)

Để đảm bảo các yêu cầu trên, vật liệu dùng làm tiếp điểm có các yêu cầu:

- Điện dẫn và nhiệt dẫn cao.
- Độ bền chống rỉ trong không khí và trong các khí khác.
- Độ bền chống tạo lớp màng có điện trở suất cao.
- Độ cứng bé để giảm lực nén.
- Độ cứng cao để giảm hao mòn ở các bộ phận đóng ngắt.
- Độ bền chịu hồ quang cao (nhiệt độ nóng chảy).
- Đơn giản gia công, giá thành hạ.



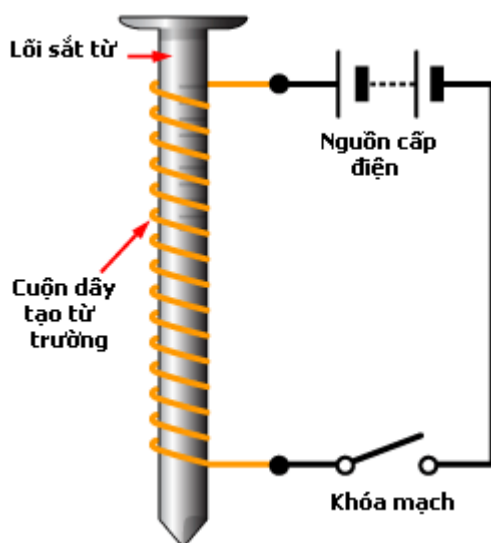
## 4.4. Nam châm điện

### 4.4.1. Khái niệm và cấu tạo chung của nam châm điện.

Nam châm điện là loại cơ cấu điện từ biến đổi điện năng thành cơ năng, nam châm điện được dùng rộng rãi như cơ cấu truyền động của rơle điện cơ, Contactor, các thiết bị đóng cắt, bảo vệ.

Nam châm điện là một dụng cụ tạo từ trường hay một nguồn sản sinh từ trường hoạt động nhờ từ trường sinh ra bởi cuộn dây có dòng điện lớn chạy qua. Cảm ứng từ của nam châm điện được dẫn và tạo thành lớn nhờ việc sử dụng một lõi sắt dẫn từ làm bằng vật liệu từ mềm có độ từ thẩm lớn và cảm ứng từ bão hòa cao. Khác với nam châm vĩnh cửu có cảm ứng từ cố định, nam châm điện có thể thay đổi được nhờ việc điều khiển dòng điện chạy qua cuộn dây.

Hình dáng, kết cấu và kích thước của nam châm điện rất đa dạng tùy thuộc vào chức năng và mục đích sử dụng. Nam châm điện có 2 bộ phận chính là Mạch từ và Cuộn dây. Nguyên lý của một nam châm điện có khe hở không khí khi làm việc.



Hình 4. 9: Cấu tạo nam châm điện

Khi mắc một dây dẫn điện có nhiều vòng quấn với nguồn điện, dòng điện sản sinh một điện trường  $E$  trong các vòng quấn. Khi dòng điện đi qua các vòng quấn, biến đổi của điện trường trong các vòng quấn sinh ra một từ trường  $B$  vuông góc với điện trường  $E$ . Từ trường của cuộn dây dẫn điện có tính chất giống như từ trường của một nam châm cũng hút hay đẩy một từ vật nằm trong từ trường của cuộn dây. Khi ngắt dòng điện khỏi cuộn dây, từ trường biến mất. Cuộn dây không còn có thể hút hay

đẩy từ vật. Vậy chỉ khi nào có dòng điện đi qua, cuộn dây mới trở thành nam châm điện. Từ trường của cuộn dây tùy thuộc vào số từ cảm cuộn dây và dòng điện trong cuộn dây.

$$B = L.I \quad (4.3)$$

Từ cảm trong cuộn dây tỉ lệ thuận với chiều dài, số vòng quấn và tỉ lệ nghịch với diện tích cuộn dây.

Một vòng dây dẫn điện với vài vòng quấn.

Nam châm điện gồm hai phần là cuộn dây tạo từ trường và lõi dẫn (khuếch đại) từ. Chi tiết của từng loại nam châm điện có thể khác nhau nhưng đều theo nguyên lý chung này.

Cuộn dây tạo từ trường: Thông thường cuộn dây là cuộn solenoid được quấn nhiều vòng dây đều nhau. Cường độ từ trường sinh ra trong ống dây được tính theo công thức với  $N$ ,  $L$ ,  $I$  lần lượt là số vòng dây, chiều dài cuộn dây và cường độ dòng điện chạy trong cuộn dây.

Lõi dẫn từ: Lõi dẫn từ của nam châm điện là các vật liệu từ mềm và thông thường chúng phải thỏa mãn các yêu cầu như có độ từ thẩm lớn, cảm ứng từ bão hòa cao, có tổn hao trễ nhỏ để không làm trễ quá trình thay đổi từ trường của nam châm. Khi có lõi dẫn từ, cảm ứng từ sinh ra tại bề mặt của nam châm điện sẽ được xác định theo công thức với là độ từ thẩm của chân không và độ từ thẩm tỉ đối của vật liệu dùng làm lõi dẫn từ.

#### *4.4.2. Phân loại nam châm điện.*

Có nhiều cách phân loại nam châm điện:

- Phân theo nguồn điện cung cấp cho cuộn dây:
  - + Nam châm điện một chiều.
  - + Nam châm điện xoay chiều.
- Theo cách nối cuộn dây với nguồn điện:
  - + Mắc nối tiếp.
  - + Mắc song song.
- Theo các dạng mạch từ:
  - + Mạch từ nắp hút thẳng, chập.

+ Mạch từ nắp hút xoay: Trong quá trình làm việc nắp mạch từ chuyển động khe hở không khí giữa nắp và lõi sẽ thay đổi làm cho lực hút điện từ sẽ thay đổi.

#### 4.4.3. Lực hút điện từ nam châm điện

Tính lực hút điện từ theo công thức Maxell: Theo Maxell thì khi có một vật dẫn từ trường thì vật dẫn từ sẽ chịu một lực tác dụng:

$$\vec{F} = \frac{1}{\mu_0} \oint_s \left\{ (\vec{B} \cdot \vec{n}) \cdot \vec{B} - \frac{1}{2} B^2 \cdot \vec{n} \right\} ds \quad (4.4)$$

Trong đó:

- $\vec{B}$ : Vecto từ cảm ở khe hở không khí bề mặt cực từ.
- $\vec{n}$ : Vecto pháp tuyến đơn vị ở bề mặt cực từ.
- S: Diện tích bề mặt vật dẫn.
- $\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-8}$  (H/cm): Độ từ thẩm của không khí.

Vì hệ số từ dẫn của vật liệu sắt từ lớn hơn nhiều của không khí ( $\mu \gg \mu_0$ ) nên xem như cùng phương  $\vec{n}$  ( $\alpha = 0$ ) và  $(\vec{B} \cdot \vec{n}) \vec{B} = B^2 \cdot \vec{n}$

Và ta có:

$$\vec{F} = \frac{1}{2\mu_0} \oint_s B^2 \vec{n} \cdot ds$$

Khi khe hở không khí bé, từ trường có thể xem như phân bố đều trên bề mặt cực từ  $B = \text{const}$ , nên coi  $ds \approx s$  thì ta có:

$$F = \frac{1}{2\mu_0} B^2 \cdot S \quad [N] \quad (4.5)$$

Trong đó:

- B: đơn vị (Wb/cm<sup>2</sup>).
- S: Diện tích từ thông qua (cm<sup>2</sup>).
- $\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-8}$  (Wb/A.cm).

Nếu tính B theo đơn vị Tesla thì:  $F = \frac{1}{2\mu_0} B^2 \cdot S \quad [N]$

## 4.5. Những khí cụ điện không tiếp điểm

### 4.5.1. Khái quát

Những phần hoạt động nhảy cấp như rơ le nhưng không gây ra hồ quang, chúng

hoạt động không phải để tạo ra khoảng cách nơi tiếp xúc mà là tạo ra ở đó độ dẫn điện nhảy cấp, đó là phần tử không tiếp điểm.

Như vậy: Trong cấu tạo của phần tử không tiếp điểm không có bộ phận chuyển động (tiếp điểm) mà sự hoạt động của phần tử không tiếp điểm cũng làm thay đổi trạng thái của mạch điện khi nó là một phần tử trong mạch điện.

Phần tử không tiếp điểm là các cổng logic cơ bản, các cổng logic đa năng hay các mạch tổ hợp (gọi chung là IC số), kết hợp các bộ cảm biến, các công tắc hoặc các linh kiện điện tử công suất như SCR, TRIAC, để thay thế các contactor trong các mạch động lực. ... được nối lại với nhau theo một sơ đồ logic cụ thể thực hiện một yêu cầu công nghệ nhất định. Các hệ thống điều khiển tự động dùng các phần tử không tiếp

điểm có các ưu điểm nổi bật sau:

- Tuổi thọ cao vì không có sự đóng mở cơ học và hồ quang điện;
- Tác động nhanh và tần số công tác lớn vì quán tính nhỏ.
- Kích thước nhỏ, lắp ráp thành từng khối thuận tiện cho kiểm tra, thay thế.

Nhược điểm của hệ thống điều khiển không tiếp điểm:

- Nhạy cảm với nhiễu điện;
- Chịu ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm;

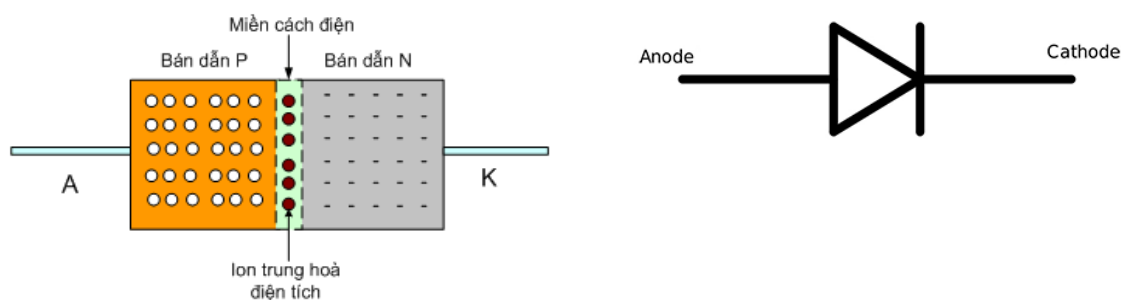
Thường số phần tử nhiều hơn số phần tử của hệ thống có tiếp điểm 3- 5 lần. Theo kết quả nghiên cứu ở liên xô cho biết nên dùng thiết bị không tiếp điểm trong các trường hợp sau:

- Số lượng công tắc tơ làm việc trong hệ thống lớn hơn 50;
  - Số tín hiệu vào hệ thống nhiều hơn tín hiệu ra 5 lần;
  - Số lượng thiết bị chuyển đổi logic nhiều hơn số lượng cơ cấu chấp hành 5 lần,
- nhược điểm này có thể được khắc phục khi dùng các mạch logic đa chức năng.

- Các mạch điều khiển các linh kiện được nối cứng với nhau. Do đó, khi muốn thay đổi nhiệm vụ điều khiển thì phải nối dây lại toàn bộ mạch điện. Với các hệ thống phức tạp thì không hiệu quả và rất tốn kém.

#### 4.5.2. Diode bán dẫn

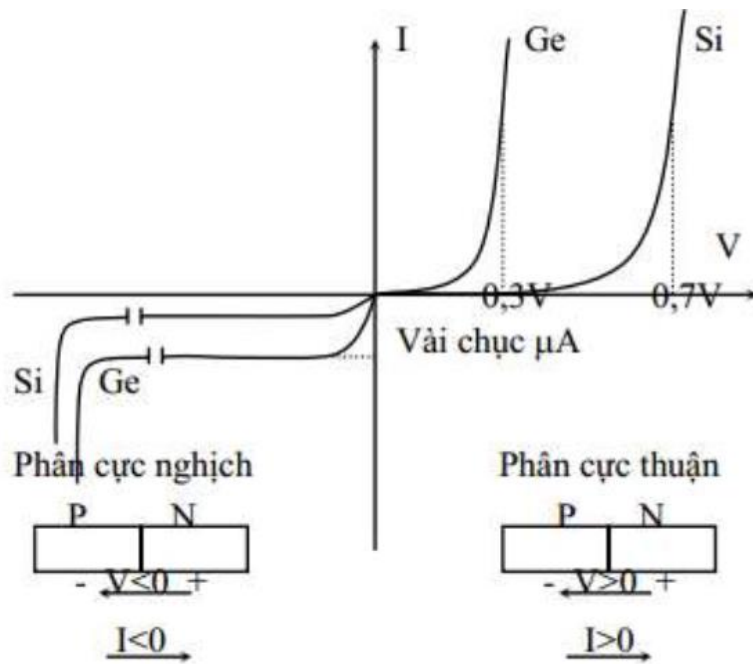
Diode là phần tử được cấu tạo bởi hai chất bán dẫn tạp P và N được ghép tiếp xúc với nhau tạo nên một lớp tiếp giáp bán dẫn  $p-n$ . Diode có 2 cực, anode (A) là cực nối với lớp bán dẫn P, cathode (K) là cực nối với lớp bán dẫn N (hình 4.10). Do hiệu ứng khuếch tán các phân tử dẫn điện cơ bản giữa 2 miền, tại lớp tiếp xúc hình thành 1 hiệu điện thế tiếp xúc, tạo ra điện trường  $E_{TX}$  để ngăn cản sự khuếch tán tiếp tục của các phân tử dẫn điện cơ bản. Kết quả là ở trạng thái cân bằng, sự khuếch tán của các hạt dẫn điện không tồn tại, và nó chỉ được hình thành khi điện trường tiếp xúc bị phá vỡ.



Hình 4. 10: Cấu trúc và ký hiệu của Diode bán dẫn

Diode có đặc tính Von- Ampe như hình 4.11. do điện trở thuận và điện trở ngược lệch nhau nhiều, nên nếu sử dụng được các trạng thái khác nhau theo chiều của diode, chúng ta sẽ được sự đóng, cắt tốt. Ở đây ta cần quan tâm đến ngưỡng mở diode ( $U_1$ ) (đối với diode Ge:  $U_1 = 0,3V$ ; đối với diode Si:  $U_1 = 0,7v$ ) là do đặc tính phi tuyến của đặc tính thuận. Nếu tín hiệu ra là dòng điện tương ứng với ký hiệu logic:

$$Y = \begin{cases} 0 & \text{nếu } I_a < I_0 \\ 1 & \text{nếu } I_a > I_0 \end{cases}$$

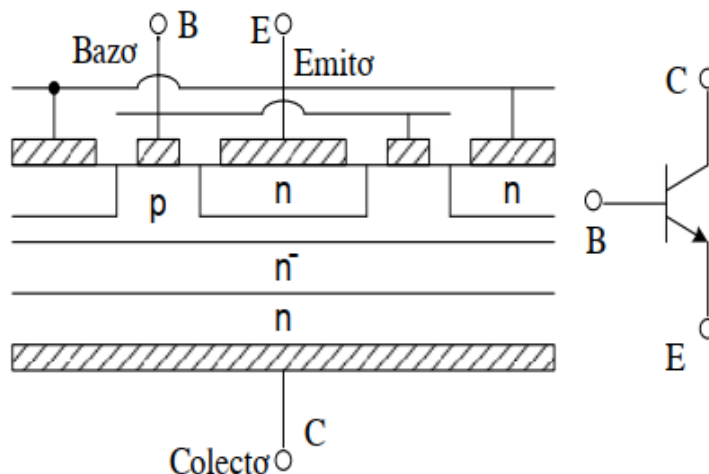


Hình 4. 11: Đặc tính V-A của Diode bán dẫn

#### 4.5.3. Transistor bán dẫn

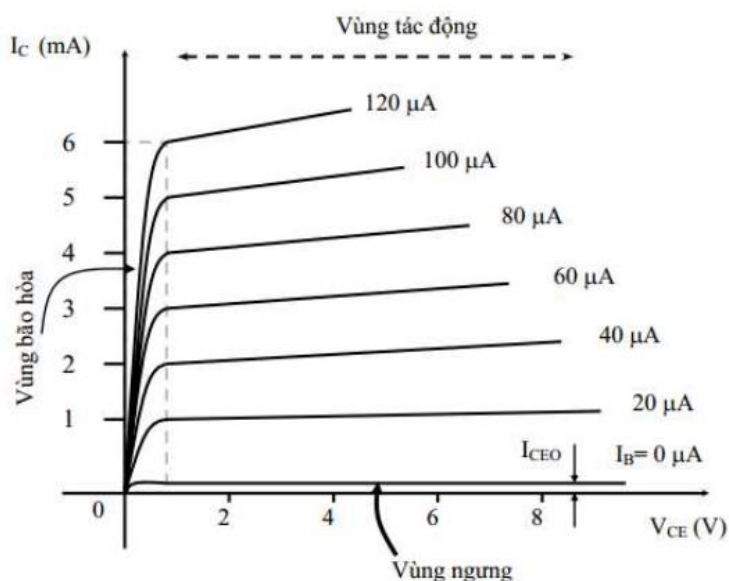
Transistor là phần tử bán dẫn có cấu trúc gồm 3 lớp bán dẫn  $p-n-p$  (Transistor thuận) hoặc  $n-p-n$  (Transistor ngược), tạo nên hai tiếp giáp  $p-n$  ( $J_E, J_C$ ). Lớp tiếp xúc  $J_E$  phân cực theo chiều thuận để kéo điện tử về vùng Base, lớp tiếp xúc  $J_C$  phân cực theo chiều nghịch để thu điện tử về vùng collector.

Cấu trúc này thường được gọi là Bipolar Junction Transistor (BJT), vì dòng điện chạy trong cấu trúc này bao gồm cả hai loại điện tích âm và dương (Bipolar nghĩa là hai cực tính). Transistor có ba cực: Base (B), Collector (C) và Emitter (E). BJT công suất thường là loại Transistor ngược. Cấu trúc tiêu biểu và ký hiệu trên sơ đồ của một BJT công suất được biểu diễn trên hình 4.12, trong đó lớp bán dẫn  $n$  xác định điện áp đánh thủng của tiếp giáp B-C và của C-E.



Hình 4. 12: Cấu trúc và ký hiệu Transistor

Xét họ đặc tính ra của transistor hình 4.13, được biểu diễn bởi mối quan hệ giữa dòng điện cực thu  $I_C$  theo điện thế ngõ ra  $V_{CE}$  với dòng điện ngõ vào  $I_B$  được chọn làm thông số.



Hình 4. 13: Đặc tính ra của transistor

Trong điện tử công suất, transistor BJT được sử dụng như khóa đóng ngắt các mạch điện và phần lớn được mắc theo dạng mạch có chung emitter. Đặc tính V-A của BJT được phân làm 3 vùng:

Vùng I transistor làm việc trong chế độ bão hòa (Vùng bão hòa), khi tín hiệu vào lớn đến mức transistor được mở hoàn toàn. Nội trở của transistor được giảm xuống tới mức tối đa và tương đương với độ sụt áp trên nó là thấp nhất. Đồng thời dẫn

đến việc  
tồn hao năng lượng trong transistor nhỏ làm cho sự phát nhiệt trong các mặt ghép của  
nó  
cũng nhỏ.

Vùng II đặc trưng cho chế độ khuếch đại của transistor (Vùng khuếch đại): cực  
gốc của transistor có nhiệm vụ điều khiển. Tín hiệu vào có công suất nhỏ điều khiển  
được tín hiệu ra có công suất lớn hơn nhiều lấy ra ở cực Collector hoặc cực Emitter. Do  
đó transistor có thể được sử dụng như một phần tử khuếch đại tín hiệu.

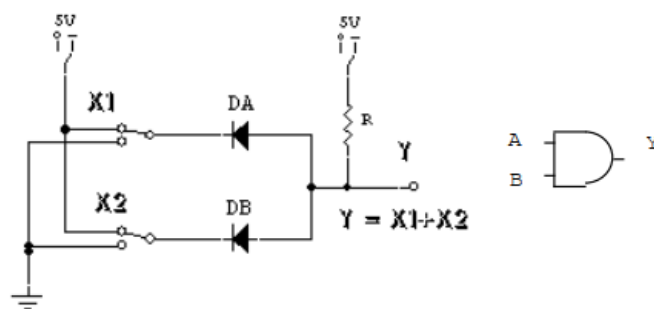
Vùng III transistor làm việc ở chế độ cắt dòng (Vùng ngưng dẫn), lúc này tín  
hiệu  
có trị số nhỏ nhất. Để đảm bảo cho transistor không bị hiện tượng lan truyền về dòng  
điện do dòng nhiệt  $I_0$  gây nên, transistor được khóa chắc chắn nhờ dòng điện chuyển  
dịch dương đặt vào cực gốc. Như vậy điện áp trên transistor có trị số lớn nhất, xấp xỉ  
bằng điện áp nguồn.

$$Y = \begin{cases} 0 & \text{transistor mở } \Delta U \approx 0 \\ 1 & \text{transistor khóa } \Delta U \approx U_n \end{cases}$$

#### 4.5.4. Cổng logic cơ bản

##### a. Cổng And

- Sơ đồ mạch điện nguyên lý và ký hiệu cổng And:



Hình 4. 14: Sơ đồ mạch điện nguyên lý và ký hiệu cổng And

- Nguyên lý hoạt động và bảng chân lý

Hàm logic của cổng And ;  $y = x_1 \cdot x_2$

Nếu bất kỳ đầu vào nào không có tín hiệu thì diode tương ứng của nó thông, ví  
dụ  $x_1 = 0$  thì  $D_1$  thông vì lúc đó coi  $x_1$  bị nối đất có thế dương của nguồn,  $D_1$  đầu thuận  
chiều với điện áp nguồn và cho thông dòng, điện áp đầu ra bằng độ sụt áp trên điện trở



thuận của diode (nếu coi diode là lý tưởng thì sự sụt áp đó bằng không). Tín hiệu đầu ra có trị số bằng trị số đầu vào  $x_1$  và  $y = 0$  không phụ thuộc vào giá trị tín hiệu đầu vào khác của phần tử khi và chỉ khi tất cả các đầu vào tín hiệu đều có các diode đều bị khóa không có dòng điện chạy qua điện trở R vì thế đầu ra có cùng trị số với điện áp nguồn tương ứng với  $y = 1$ .

Các trị số hàm logics của cổng And được ghi trên bảng:

**Bảng 4. 1: Bảng trị số hàm logics của cổng And**

Trạng thái	$x_1$	$x_2$	$y$
1	0	0	0
2	0	1	0
3	1	0	0
4	1	1	1

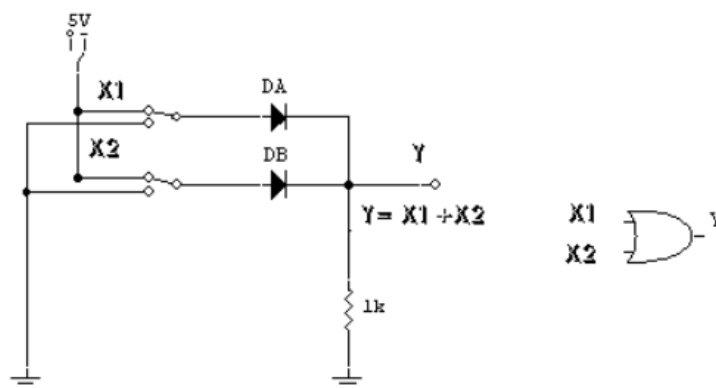
- Vai trò điều khiển của cổng AND. Nếu lựa chọn một đầu vào của cổng AND làm chức năng điều khiển (giả sử  $x_1 = C$ , control) thì:

Khi để C có mức logic 0, đầu ra y luôn có trạng thái 0, không phụ thuộc đầu vào có mức logic 0 hoặc 1.

Khi để C có mức logic 1, đầu ra y có trạng thái giống đầu vào.

#### b. Cổng OR

- Sơ đồ mạch điện nguyên lý và ký hiệu cổng OR:



*Hình 4. 15: Sơ đồ mạch điện nguyên lý và ký hiệu cổng OR*

- Nguyên lý hoạt động và bảng chân lý

Hàm logic của cổng OR:  $y = x_1 + x_2$

Giả sử một đầu vào bất kỳ có tín hiệu ( $x_1 = 1$ ) thì diode Đ<sub>1</sub> được thông, không phụ thuộc vào sự hoạt động của diode Đ<sub>2</sub>. Ở đầu ra y xuất hiện tín hiệu có giá trị, về lý tưởng bằng giá trị tín hiệu vào (coi độ sụt áp trên diode lý tưởng bằng không). Trường hợp cả 2 đầu vào tín hiệu đều không có ( $x_1 = x_2 = 0$ ) các diode Đ<sub>1</sub>, Đ<sub>2</sub> bị khóa, không có dòng chạy qua điện trở R, do đó thế ở đầu ra cũng chính là thế ở điểm chung (đất). Vậy  $y = 0$ . Các giá trị của cổng OR được ghi trên bảng chân lý:

**Bảng 4. 2: Bảng trị số hàm logics của cổng OR**

Trạng thái	$x_1$	$x_2$	$y$
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	1

- Vai trò điều khiển của cổng OR.

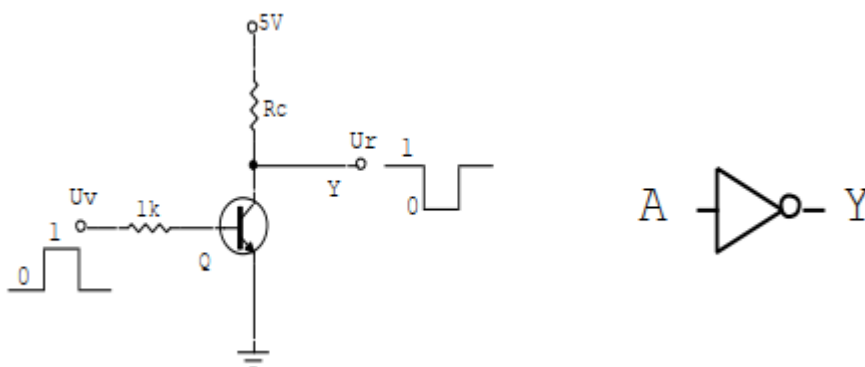
Nếu lựa chọn một đầu vào của cổng OR làm chức năng điều khiển (giả sử  $x_1 = C$ , control) thì:

Khi để C có mức logic 0, đầu ra y có trạng thái giống đầu vào;

Khi để C có mức logic 1, đầu ra y luôn có trạng thái 1 không phụ thuộc đầu vào có mức logic 0 hoặc 1.

### c. Cổng NOT

- Mạch điện và ký hiệu cổng NOT:



Hình 4. 16: Sơ đồ mạch điện và ký hiệu cổng NOT

- Nguyên lý hoạt động và bảng chân lý

Trong sơ đồ khi chưa có tín hiệu vào  $x = 0$  transistor ở chế độ cắt dòng do nguồn chuyển dịch +  $U_{cd}$  không chế vào  $y = 1$ . Khi có tín hiệu vào  $x = 1$  (thông thường tín

hiệu vào có giá trị điện áp lớn xấp xỉ điện áp nguồn), transistor làm việc ở chế độ thông dòng với  $y = 0$

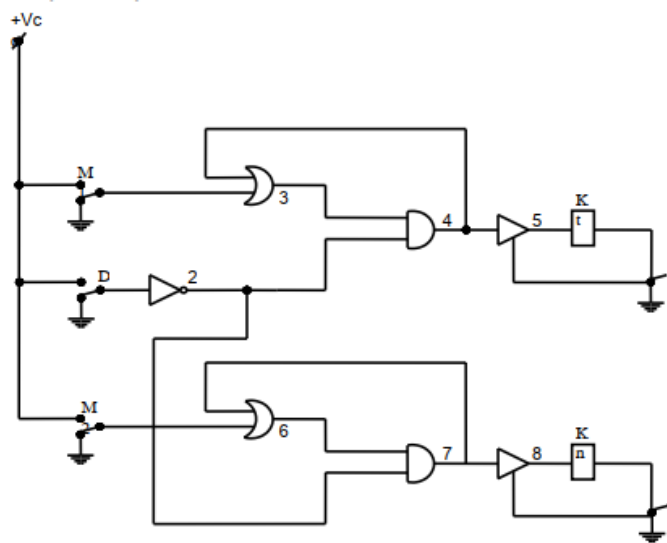
**Bảng 4. 3: Bảng trạng thái cổng NOT**

Trạng thái	x	y
1	0	1
2	1	0

4.5.5. Mạch điều khiển động cơ sử dụng phần tử không tiếp điểm

a. Mạch điều khiển động cơ xoay chiều ba pha có đảo chiều quay

- Sơ đồ mạch điện



Hình 4. 17: Mạch điều khiển động cơ xoay chiều ba pha có đảo chiều quay dùng phần tử không tiếp điểm

- Nguyên lý hoạt động

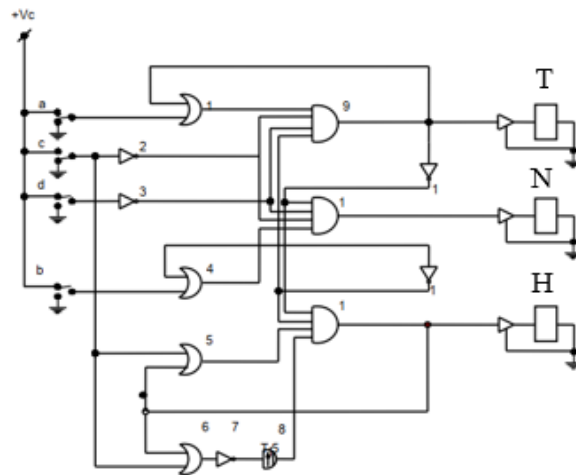
Khi  $M_1=1$  và  $D = 0 \rightarrow 3=1 \rightarrow 4=1 \rightarrow$  cuộn dây CTT KT có điện cấp điện cho động cơ quay theo chiều thuận.

Khi  $M_2=1$  và  $D = 0 \rightarrow 6=1 \rightarrow 7=1 \rightarrow$  cuộn dây CTT KN có điện cấp điện cho động cơ quay theo chiều ngược.

Khi  $D = 1$  động cơ dừng

b. Mạch điều khiển động cơ 3 khởi động pha qua 2 cấp điện trở phụ có đảo chiều quay theo nguyên tắc thời gian

- Sơ đồ mạch điện:



Hình 4. 18: Mạch khởi động động cơ xoay chiều 3 pha qua 2 cấp điện trở phụ có đảo chiều quay theo nguyên tắc thời gian không có tiếp điểm

- Nguyên lý hoạt động:

+ Khi khởi động

Công tắc  $a = 1, c = 0, y = 0 \rightarrow 9 = 1 \rightarrow$  CTT T có điện cấp điện cho động cơ quay thuận

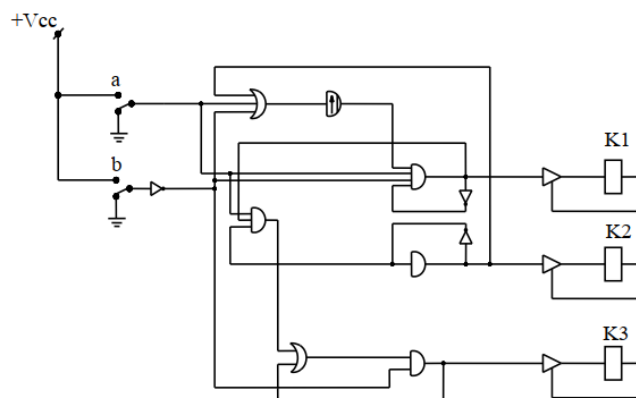
Khi  $b = 1, c = 0, x = 0 \rightarrow 10 = 1 \rightarrow$  CTT N có điện cấp điện cho động cơ quay ngược

+ Khi hãm

Khi  $d = 0, x = 0, y = 0 \rightarrow 11 = 1 \rightarrow$  CTT H có điện cấp nguồn điện một chiều vào động cơ thực hiện quá trình hãm động năng

c. Mạch điều khiển khởi động sao tam giác dùng phân tử không tiếp điểm

- Sơ đồ mạch điện:



Hình 4. 19: Mạch điều khiển động cơ khởi động sao tam giác dùng phân tử không tiếp điểm

- Nguyên lý hoạt động:

Khi bật công tắc  $a = 1$ , công tắc  $b = 0$ , Cuộn dây  $K2 = 0 \rightarrow$  công tắc tơ  $K2$  có điện động cơ khởi động sao, đồng thời  $P(t)=1$ . Sau thời gian 5 giây  $K1$  mất điện  $\rightarrow K2$  có điện chuyển động cơ sang làm việc ở chế độ tam giác.

Khi  $b = 1$  động cơ dừng.

#### **Câu hỏi, bài tập chương 4**

- Câu 1. Hồ quang điện là gì? Trình bày quá trình phát sinh và dập tắt hồ quang điện?
- Câu 2. Vì sao hồ quang điện xoay chiều lại dễ dập tắt hơn hồ quang điện một chiều?
- Câu 3. Trình bày các trạng bị dập tắt hồ quang điện trong khí cụ điện?
- Câu 4. So sánh đặc điểm giống và khác nhau giữa nam châm điện một chiều và nam châm điện xoay chiều một pha?
- Câu 5. Vì sao nam châm điện xoay chiều 3 pha ít dùng trong thực tế?
- Câu 6. Tại sao nam châm điện xoay chiều lại phải sử dụng vòng chống rung?
- Câu 7. Vẽ sơ đồ mạch điều khiển động cơ xoay chiều ba pha có đảo chiều quay dùng phần tử không tiếp điểm?
- Câu 8. Vẽ sơ đồ mạch khởi động động cơ xoay chiều 3 pha qua 2 cấp điện trở phụ có đảo chiều quay theo nguyên tắc thời gian không có tiếp điểm?
- Câu 9. Vẽ sơ đồ mạch điều khiển động cơ khởi động sao tam giác dùng phần tử không tiếp điểm?
- Câu 10. Khái niệm tiếp xúc điện? Phân loại tiếp xúc điện?

## CHƯƠNG 5. CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN CƠ BẢN

*Nội dung chính của chương:* Chương 5 cung cấp cho sinh viên cấu tạo, nguyên lý làm việc, đặc điểm, tính chọn thiết bị và ứng dụng của các khí cụ điện cơ bản sử dụng trong công nghiệp.

*Mục tiêu cần đạt được của chương:* Sau khi học xong chương 5, sinh viên nắm được cấu tạo, nguyên lý làm việc và đặc điểm của các khí cụ điện cơ bản dùng trong công nghiệp. Biết cách tính chọn và ứng dụng các khí cụ điện trong mạch điện.

### **Bài 8: Khí cụ điện điều khiển bằng tay (Số tiết: 3 tiết) [1]; [5].**

Khí cụ điện điều khiển bằng tay là những khí cụ điện làm việc nhờ vào tác động của truyền động bằng cơ khí hoặc bằng tay để đóng cắt các mạch điện một chiều hay xoay chiều có điện áp đến 500V, thông thường là các mạch điện động lực, mạch điện thấp sáng, khởi động, khống chế,... khí cụ điện điều khiển bằng tay được dùng trong những sơ đồ đơn giản không yêu cầu điều khiển tự động và tần số đóng ngắt cao của máy công tác.

Dưới đây ta xét một số khí cụ điều khiển bằng tay thường dùng.

### **5.1. Khí cụ điện điều khiển bằng tay**

#### *5.1.1. Cầu dao*

##### a, Khái niệm

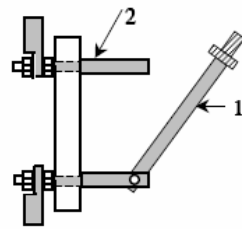
Cầu dao là một khí cụ điện dùng để đóng cắt mạch điện bằng tay, được sử dụng trong các mạch điện có nguồn dưới 500V, dòng điện định mức có thể lên tới vài KA.

Khi thao tác đóng ngắt mạch điện, cần đảm bảo an toàn cho thiết bị dùng điện. Bên cạnh, cần có biện pháp dập tắt hồ quang điện, tốc độ di chuyển lưỡi dao càng nhanh thì hồ quang kéo dài nhanh, thời gian dập tắt hồ quang càng ngắn. Vì vậy khi đóng ngắt mạch điện, cầu dao cần phải thực hiện một cách dứt khoát.

Thông thường, cầu dao được bố trí đi cùng với cầu chì để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện.

##### b, Cấu tạo

Phần chính của cầu dao là lưỡi dao và hệ thống kẹp lưỡi, được làm bằng hợp kim của đồng, ngoài ra bộ phận nối dây cũng làm bằng hợp kim đồng.



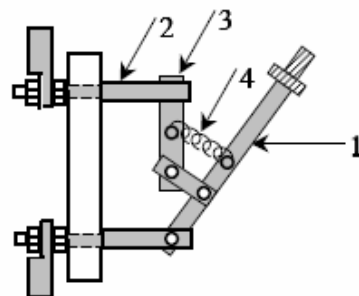
**Cầu dao có:**  
**1. Lưỡi dao chính.**  
**2. Tiếp xúc tĩnh (ngàm)**  
**(hệ thống kẹp).**

*Hình 5. 1: Cấu tạo cầu dao*

c, Nguyên lý hoạt động của cầu dao cắt nhanh

Khi thao tác trên cầu dao, nhờ vào lưỡi dao và hệ thống kẹp lưỡi, mạch điện được đóng ngắt. Trong quá trình ngắt mạch, cầu dao thường xảy ra hồ quang điện tại đầu lưỡi dao và điểm tiếp xúc trên hệ thống kẹp lưỡi. Người sử dụng cần phải kéo lưỡi dao ra khỏi kẹp nhanh để dập tắt hồ quang.

Do tốc độ kéo bằng tay không thể nhanh được nên người ta làm thêm lưỡi dao phụ. Lúc dẫn điện thì lưỡi dao phụ cùng lưỡi dao chính được kẹp trong ngàm. Khi ngắt điện, tay kéo lưỡi dao chính là trước còn lưỡi dao được kéo căng ra và tới một mức nào đó sẽ bật nhanh kéo lưỡi dao phụ ra khỏi ngàm một cách nhanh chóng. Do đó, hồ quang được kéo dài nhanh và hồ quang bị dập tắt trong thời gian ngắn.



**Cầu dao có cầu dao phụ:**  
**1. Lưỡi dao chính.**  
**2. Tiếp xúc tĩnh (ngàm).**  
**3. Lưỡi dao phụ.**  
**4. Lò xo bật nhanh.**

*Hình 5. 2: Nguyên lý hoạt động của cầu dao*

d, Phân loại

Phân loại cầu dao dựa vào các yếu tố sau:

- Theo kết cấu: cầu dao được chia làm loại một cực, hai cực, ba cực hoặc bốn cực.

- Cầu dao có tay nắm ở giữa hoặc tay ở bên. Ngoài ra còn có cầu dao một ngã, hai ngã được dùng để đảo nguồn cung cấp cho mạch và đảo chiều quay động cơ.

- Theo điện áp định mức: 250V, 500V.

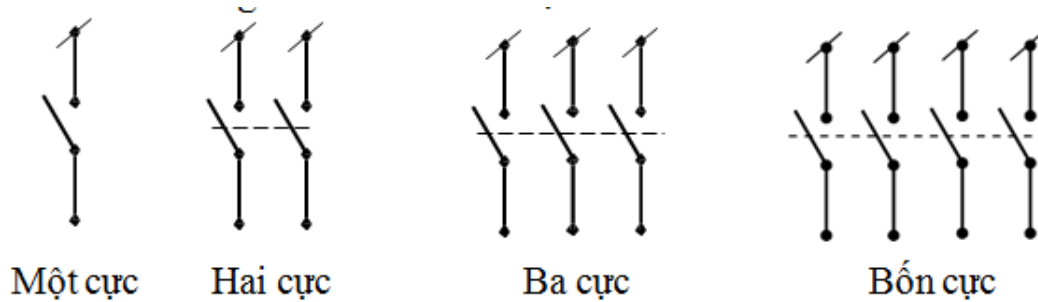
- Theo dòng điện định mức: dòng điện định mức của cầu dao được cho trước bởi nhà sản xuất (thường là các loại 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 60A, 75A, 100A, 150A, 200A, 350A, 600A, 1000A...).

- Theo vật liệu cách điện: có loại sứ, đế nhựa, đế đá.

- Theo điều kiện bảo vệ: loại có nắp và không có nắp (loại không có nắp được đặt trong hộp hay tủ điều khiển).

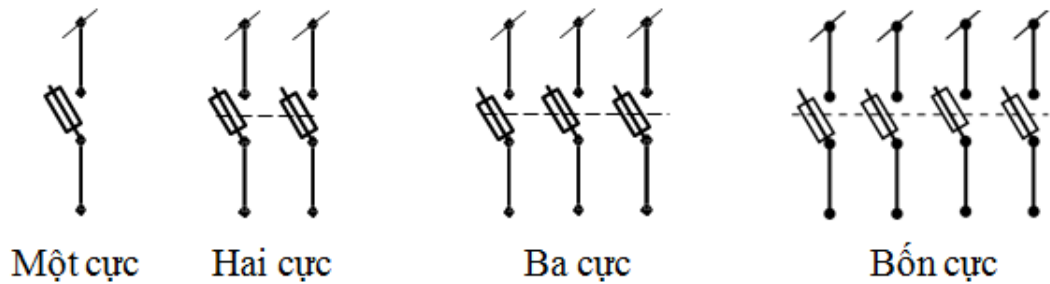
- Theo yêu cầu sử dụng: loại cầu dao có cầu chì bảo vệ ngắn mạch hoặc không có cầu chì bảo vệ.

Ký hiệu cầu dao không có cầu chì bảo vệ:



Hình 5. 3: Ký hiệu cầu dao không có cầu chì

Ký hiệu cầu dao có cầu chì bảo vệ:



Hình 5. 4: Ký hiệu cầu dao có cầu chì bảo vệ

e, Các thông số định mức của cầu dao

Chọn cầu dao theo dòng điện định mức và điện áp định mức:

Gọi  $I_{tt}$  là dòng điện tính toán của mạch điện.

$U_{dm LD}$  là điện áp nguồn của lưới điện sử dụng.

f, Cách chọn cầu dao

Cách lựa chọn cầu dao.:

- Chọn cầu dao hạ áp theo 2 điều kiện:



$$U_{dm\ CD} > U_{dm\ LD}$$

$$I_{dm\ CD} > I_{tt}$$

Trong đó:  $U_{dm\ CD}$  - điện áp định mức của cầu dao.

$U_{dm\ LD}$  - điện áp định mức của lưới điện hạ áp.

$I_{dm\ CD}$  - dòng điện định mức của cầu dao

$I_{tt}$  - dòng điện tính toán của thiết bị

Ngoài ra còn phải chú ý đến số pha, số cực, khả năng cắt tải, trong nhà, ngoài trời v.v...

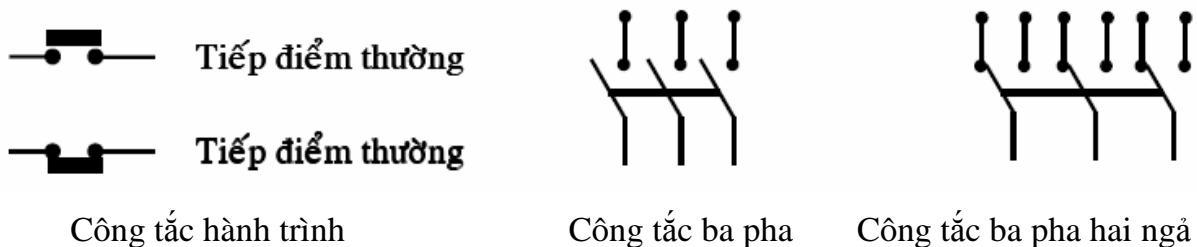
### 5.1.2. Công tắc

#### a, Khái quát và công dụng

Công tắc là khí cụ điện dùng để đóng ngắt mạch điện có công suất nhỏ và có dòng điện định mức nhỏ hơn 6A. Công tắc thường có hộp bảo vệ để tránh sự phóng điện khi đóng mở. Điện áp của công tắc nhỏ hơn hay bằng 500V.

Công tắc hộp làm việc chắc chắn hơn cầu dao, dập tắt hồ quang nhanh hơn vì thao tác ngắt nhanh và dứt khoát hơn cầu dao.

Một số công tắc thường gặp:



Hình 5. 5: Một số công tắc thường gặp

#### b, Phân loại và cấu tạo

- Cấu tạo của công tắc: phần chính là tiếp điểm đóng mở được gắn trên đế nhựa và có lò xo để thao tác chính xác.

- Phân loại theo công dụng làm việc, có các loại công tắc sau:

+ Công tắc đóng ngắt trực tiếp.

+ Công tắc chuyển mạch (công tắc xoay, công tắc đảo, công tắc vạn năng), dùng để đóng ngắt chuyển đổi mạch điện, đổi nối sao tam giác cho động cơ.

+ Công tắc hành trình và cuối hành trình, loại công tắc này được áp dụng trong các máy cắt gọt kim loại để điều khiển tự động hoá hành trình làm việc của mạch

điện.

### c. Các yêu cầu thử của công tắc

Việc kiểm tra chất lượng công tắc phải thử các bước sau:

- Thử xuyên thủng: đặt điện áp 1500V trong thời gian một phút ở các điểm cách cách điện giữa chúng.

- Thử cách điện: đo điện trở cách điện  $< 2M\Omega$ .

- Thử phát nóng.

- Thử công suất cắt.

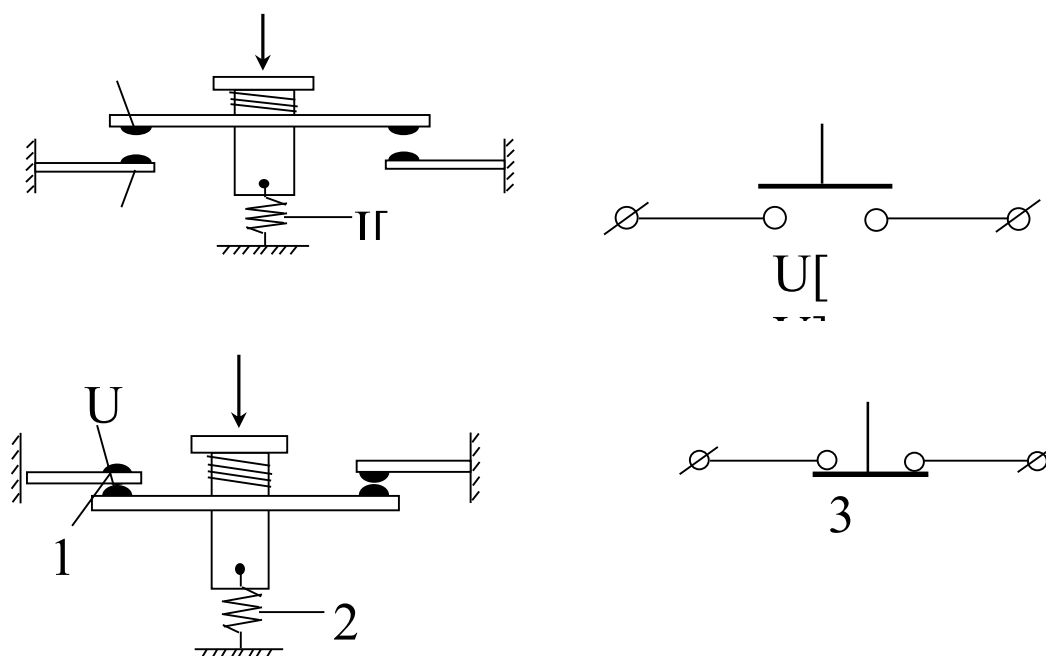
- Thử độ bền cơ khí.

- Thử nhiệt độ đối với các chi tiết cách điện: các chi tiết cách điện phải chịu đựng  $100^{\circ}C$  trong thời gian hai giờ mà không bị biến dạng hoặc sủi nhám.

#### 5.1.3. Nút ấn

##### a, Khái quát và công dụng

Nút ấn còn gọi là nút điều khiển, là loại KCD dùng để đóng ngắt từ xa bằng tay, các dụng cụ báo hiệu và cũng để chuyển đổi các mạch điện điều khiển, tín hiệu, liên động, bảo vệ... Nút ấn thường dùng để khởi động, dừng, đảo chiều quay động cơ điện bằng cách đóng ngắt các cuộn dây hút của công tắc tơ, khởi động từ...



Hình 5. 6: Nút ấn

##### b, Phân loại và cấu tạo

- Cấu tạo:

+ Nút nhấn gồm hệ thống lò xo, hệ thống các tiếp điểm thường hở-thường đóng và vỏ bảo vệ.

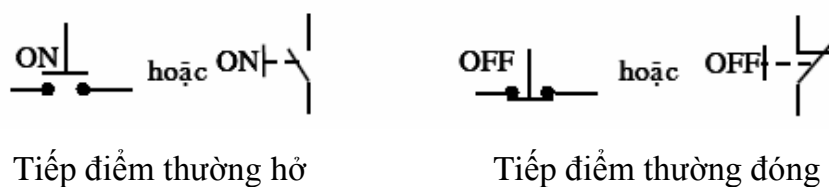
+ Khi tác động vào nút nhấn, các tiếp điểm chuyển trạng thái: khi không còn tác động, các tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

- Phân loại:

➤ Phân loại theo chức năng trạng thái hoạt động của nút nhấn, có các loại:

+ Nút nhấn đơn: Mỗi nút nhấn chỉ có một trạng thái (ON hoặc OFF)

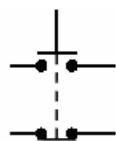
Ký hiệu:



Hình 5. 7: Nút ấn đơn

+ Nút nhấn kép: Mỗi nút nhấn có hai trạng thái (ON và OFF)

Ký hiệu:



Hình 5. 8: Nút nhấn kép

Trong thực tế, để dễ dàng sử dụng vào tháo ráp lắp lần trong quá trình sửa chữa, thường người ta dùng nút nhấn kép, ta có thể dùng nó như là dạng nút nhấn ON hay OFF.

➤ Phân loại theo hình dạng bên ngoài, người ta chia nút nhấn ra thành 4 loại:

+ Loại hở

+ Loại bảo vệ

+ Loại bảo vệ chống nước và chống bụi: Nút nhấn kiểu bảo vệ chống nước được đặt trong một hộp kín khí để tránh nước lọt vào.

+ Loại bảo vệ khỏi nổ: Nút nhấn kiểu chống nổ dùng trong các hầm lò, mỏ than hoặc ở nơi có các khí nổ lẫn trong không khí. Cấu tạo của nó đặc biệt kín khí không lọt được tia lửa ra ngoài và đặc biệt vững chắc để không bị phá vỡ khi nổ.

➤ Theo yêu cầu điều khiển người ta chia nút ấn ra 3 loại: một nút, hai nút, ba

nút.

- Theo kết cấu bên trong:
  - + Nút ấn loại có đèn báo.
  - + Nút ấn loại không có đèn báo.

**Câu hỏi:**

1. Nêu cách lựa chọn cầu dao?
2. Khái niệm và cấu tạo, vẽ các ký hiệu của cầu dao trong mạch điện?
3. Khái niệm và cấu tạo, vẽ các ký hiệu của nút ấn trong mạch điện?
4. Khái niệm và cấu tạo, vẽ các ký hiệu của công tắc trong mạch điện?
5. Trình bày nguyên lý hoạt động của cầu dao?

## Bài 9: Khí cụ điện bảo vệ (Số tiết: 3 tiết) [1]; [5].

### 5.2. Khí cụ điện bảo vệ

#### 5.2.1. Cầu chì

a, Khái niệm

Cầu chì là một loại khí cụ điện dùng để bảo vệ thiết bị và lưới điện tránh sự cố ngắn mạch, thường dùng để bảo vệ cho đường dây dẫn, máy biến áp, động cơ điện, thiết bị điện, mạch điện điều khiển, mạch điện thấp sáng. Cầu chì có đặc điểm là đơn giản, kích thước bé, khả năng cắt lớn và giá thành hạ nên được ứng dụng rộng rãi.

Cầu chì điện công suất nhỏ: thường dùng trong các thiết bị điện dân dụng, gia đình.



Hình 5. 9: Cầu chì điện công suất nhỏ

Cầu chì ống: 1 pha, 2 pha, 3 pha, công suất trung bình, dùng để bảo vệ các thiết bị, hệ thống dây chuyền điện trong sản xuất công nghiệp.



Hình 5. 10: Cầu chì ống

b, Những yêu cầu cơ bản đối với cầu chì

- Đặc tính ampe - giây của cầu chì cần phải thấp hơn hoặc trùng với đặc tính làm việc của đối tượng được bảo vệ.

- Tác động của cầu chì phải có tính chọn lọc.

- Cầu chì cần có đặc tính làm việc ổn định, các tham số ít thay đổi.

- Việc thay thế dây chảy cầu chì bị cháy phải dễ dàng và tốn ít thời gian.

c, Thông số cơ bản của cầu chì

- Điện áp định mức  $U_{dm}$ : là giới hạn điện áp lớn nhất cho phép đặt vào cầu chì. Nó quy định khoảng cách giữa các cực của cầu chì.

- Dòng điện định mức của dây chảy  $I_{dmcc}$ : là dòng điện định mức của dây chảy cầu chì trong chế độ làm việc dài hạn.

- Dòng điện định mức của cầu chì  $I_{dmcc}$ : là dòng điện lớn nhất cho phép đi qua các bộ phận tiếp xúc của cầu chì trong chế độ dài hạn mà không làm cầu chì bị phát nóng quá nhiệt độ cho phép.  $I_{dmcc} \geq I_{dmcc}$

- Dòng điện tới hạn  $I_{th}$ : là dòng điện lớn nhất qua dây chảy mà chưa làm chảy dây chảy.  $I_{th} = (1,3 \div 2)I_{dmcc}$ .

- Thời gian ngắt của cầu chì: là khoảng thời gian bắt đầu xảy ra sự cố cho đến khi hồ quang được dập tắt hoàn toàn.  $T_{ng} = t_0 + t_1 + t_2$

Với  $t_0$ : thời gian kể từ khi sự cố xảy ra đến khi nhiệt độ dây chảy đạt đến nhiệt độ nóng chảy, là khoảng thời gian gia nhiệt đến nhiệt độ dây nóng chảy của dây chảy.

$t_1$ : thời gian quá độ khi dây chảy đứt

$t_2$ : thời gian dập tắt hồ quang

Tùy theo loại cầu chì mà thời gian ngắt khi ngắn mạch:  $t_{ng} = 0,01 \div 0,02s$

d, Cấu tạo của cầu chì điện:

Cầu chì bao gồm các thành phần sau:

+ Phần tử ngắt mạch: Đây chính là thành phần chính của cầu chì, phần tử này phải có khả năng cảm nhận được giá trị hiệu dụng của dòng điện qua nó. Phần tử này có giá trị điện trở suất bé (thường bằng bạc, đồng hay các vật liệu dẫn có giá trị điện trở suất nhỏ lân cận với các giá trị nêu trên...). Hình dạng của phần tử có thể ở dạng là một dây (tiết diện tròn), dạng băng mỏng.

+ Thân của cầu chì: Thường bằng thủy tinh, ceramic (sứ gốm) hay các vật liệu khác tương đương.

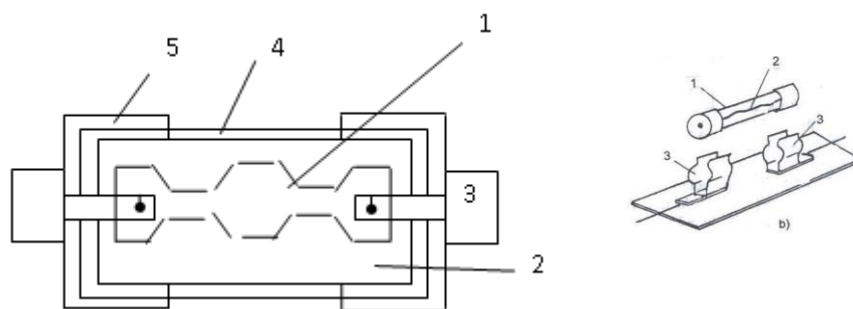
Vật liệu tạo thành thân của cầu chì phải đảm bảo được hai tính chất:

- + Có độ bền cơ khí.
- + Có độ bền về điều kiện dẫn nhiệt và chịu đựng được các sự thay đổi nhiệt độ đột ngột mà không hư hỏng.

- + Vật liệu lấp đầy (bao bọc quanh phần tử ngắt mạch trong thân cầu chì): Thường bằng vật liệu Silicat ở dạng hạt, nó phải có khả năng hấp thụ được năng lượng sinh ra do hồ quang và phải đảm bảo tính cách điện khi xảy ra hiện tượng ngắt mạch.

- + Các đầu nối: Các thành phần này dùng định vị cố định cầu chì trên các thiết bị đóng ngắt mạch; đồng thời phải đảm bảo tính tiếp xúc điện tốt.

1. Dây chảy.
2. Môi trường dập hồ quang.
3. Đầu nối tiếp xúc.
4. Vỏ.
5. Nắp.



Hình 5. 11: Cấu tạo cầu chì

e, Nguyên lý làm việc của cầu chì điện:

- Khi  $I < I_{th}$  cầu chì làm việc bình thường
- Khi quá tải  $I > I_{th}$ : dây chảy bị nóng chảy rồi đứt, hồ quang phát sinh và bị kéo dài dọc theo chiều dài dây chảy rồi tắt.

- Khi xảy ra ngắn mạch  $I \gg I_{th}$ : Quá trình nhiệt là quá trình đoạn nhiệt, dây chảy bị đứt do lực điện động sinh ra khi có dòng điện lớn đột ngột chạy qua (dòng ngắn mạch).

- Nếu  $I = I_{th}$  thì dây chảy cầu chì bị phát nóng dữ dội mà vẫn chưa bị nóng chảy.

Đặc tính bảo vệ của cầu chì điện:

- Là sự phụ thuộc của thời gian chảy đứt dây chảy theo dòng điện chạy qua nó, dòng điện qua dây chảy càng lớn thì thời gian chảy đứt càng nhỏ và ngược lại.

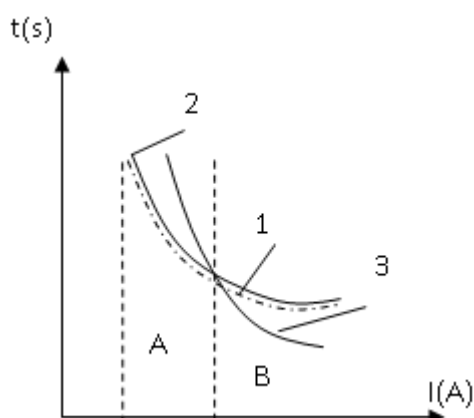
*Đường 1:* Đặc tính A - S mong muốn của cầu chì

*Đường 2:* Đặc tính A - S của đối tượng được bảo vệ

*Đường 3:* Đặc tính A - S thực tế của cầu chì

- Để cầu chì bảo vệ được đối tượng với 1 trị số dòng điện nào đó trong mạch, thì dây chảy phải đứt trước khi đối tượng đối bị phá huỷ, tức là đặc tính A - S của dây chảy phải nằm dưới đường đặc tính của đối tượng. Thực tế, dây chảy có đặc tính như đường 3, nên trong miền quá tải lớn (miền B) cầu chì bảo vệ được đối tượng.

Trong miền quá tải nhỏ (miền A) cầu chì không bảo vệ được đối tượng, khi  $I = (1.5 - 2)I_{dm}$  là vùng quá tải nhỏ, sự phát nóng của dây chảy diễn ra chậm và phần lớn nhiệt lượng toả ra xung quanh.



Hình 5. 12: Đặc tính A-S của cầu chì

+ Đối với dòng điện định mức của cầu chì: Năng lượng sinh ra do hiệu ứng Joule khi có dòng điện định mức chạy qua sẽ toả ra môi trường và không gây nên sự nóng chảy, sự cân bằng nhiệt sẽ được thiết lập ở một giá trị mà không gây sự già hoá hay phá hỏng bất cứ phần tử nào của cầu chì.

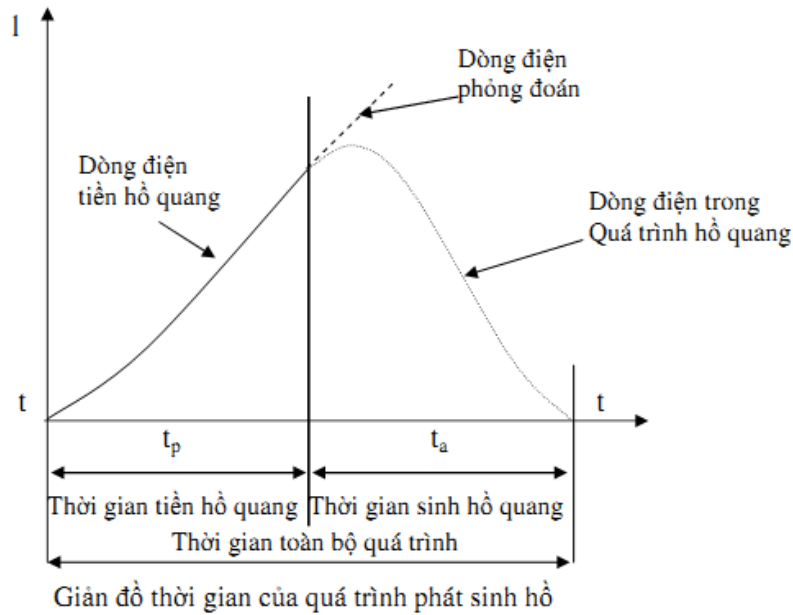
+ Đối với dòng điện ngắn mạch của cầu chì: Sự cân bằng trên cầu chì bị phá huỷ, nhiệt năng trên cầu chì tăng cao và dẫn đến sự phá huỷ cầu chì:

Người ta phân thành hai giai đoạn khi xảy ra sự phá huỷ cầu chì:

Quá trình tiền hồ quang ( $t_p$ ).

Quá trình sinh ra hồ quang ( $t_a$ ).





Hình 5. 13: Giản đồ thời gian của quá trình phát sinh hồ quang

Trong đó:  $t_0$ : Thời điểm bắt đầu sự cố.

$t_p$ : Thời điểm chấm dứt giai đoạn tiền hồ quang.

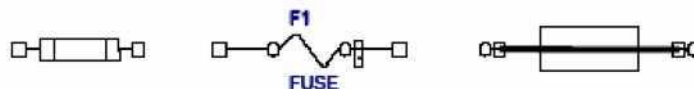
$t_t$ : Thời điểm chấm dứt quá trình phát sinh hồ quang.

+ Quá trình tiền hồ quang: Giả sử tại thời điểm  $t_0$  phát sinh sự quá dòng, trong khoảng thời gian  $t_p$  làm nóng chảy cầu chì và phát sinh ra hồ quang điện. Khoảng thời gian này phụ thuộc vào giá trị dòng điện tạo nên do sự cố và sự cảm biến của cầu chì.

+ Quá trình phát sinh hồ quang: Tại thời điểm  $t_p$  hồ quang sinh ra cho đến thời điểm  $t_t$  mới dập tắt toàn bộ hồ quang. Trong suốt quá trình này, năng lượng sinh ra do hồ quang làm nóng chảy các chất làm đầy tại môi trường hồ quang sinh ra; điện áp ở hai đầu cầu chì hồi phục lại, mạch điện được ngắt ra.

f, Phân loại, ký hiệu, công dụng

Cầu chì dùng trong lưới điện hạ thế có nhiều hình dạng khác nhau, trong sơ đồ nguyên lý ta thường ký hiệu cho cầu chì theo một trong các dạng sau:



Hình 5. 14: Ký hiệu cầu chì

Cầu chì có thể chia thành hai dạng cơ bản, tùy thuộc vào nhiệm vụ:

+ Cầu chì loại g: Cầu chì dạng này chỉ có khả năng ngắt mạch, khi có sự cố hay quá tải hay ngắn mạch xảy ra trên phụ tải.

+ Cầu chì loại a: Cầu chì dạng này chỉ có khả năng bảo vệ duy nhất trạng thái ngắn mạch trên tải.

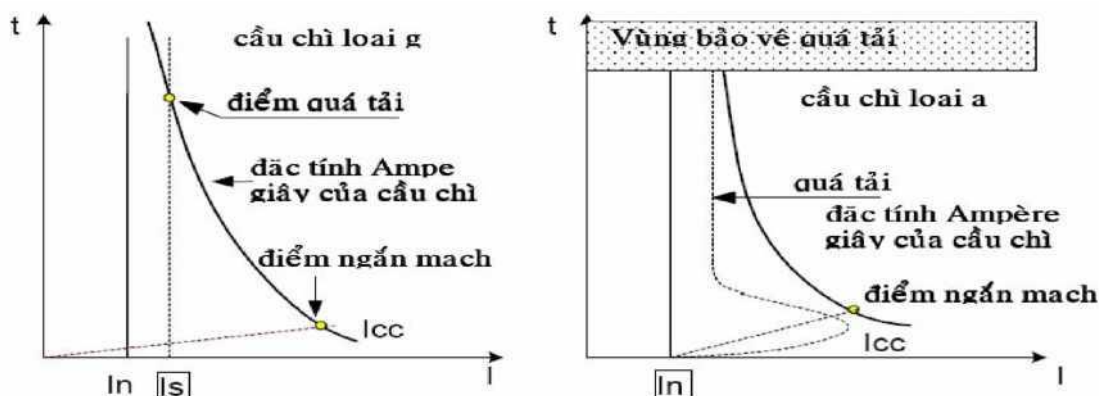
Muốn phân biệt nhiệm vụ làm việc của cầu chì, ta cần căn cứ vào đặc tuyến Ampe - giây (là đường biểu diễn mô tả mối quan hệ giữa dòng điện qua cầu chì và thời gian ngắt mạch của cầu chì).

Gọi  $I_{CC}$ : Giá trị dòng điện ngắn mạch.

$I_S$ : Giá trị dòng điện quá tải.

Với cầu chì loại g: Khi có dòng  $I_{CC}$  qua mạch nó phải ngắt mạch tức thì và khi có dòng  $I_S$  qua mạch cầu chì không ngắt mạch tức thì mà duy trì một khoảng thời gian mới ngắt mạch (thời gian ngắt mạch và giá trị dòng  $I_S$  tỉ lệ nghịch với nhau).

Do đó nếu quan sát hai đặc tính Ampe - giây của hai loại cầu chì a và g; ta nhận thấy đặc tính Ampe - giây của cầu chì loại a nằm xa trục thời gian (trục tung) và cao hơn đặc tính Ampe - giây của cầu chì loại g.



Hình 5. 15: Đặc tính Ampe – giây của các loại cầu chì

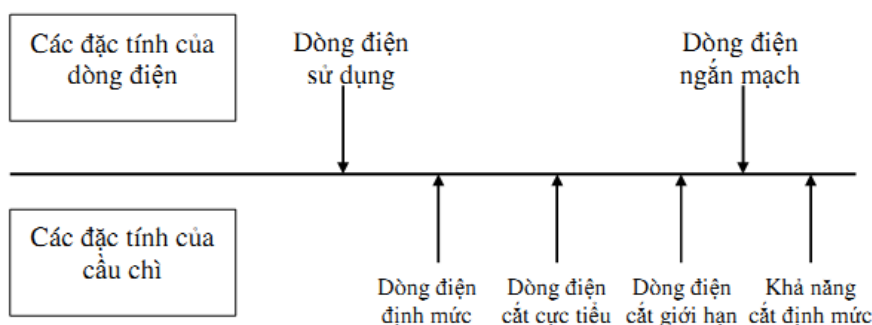
Các đặc tính điện áp của cầu chì :

Điện áp định mức là giá trị điện áp hiệu dụng xoay chiều xuất hiện ở hai đầu cầu chì (khi cầu chì ngắt mạch), tần số của nguồn điện trong phạm vi 48Hz đến 62Hz..

Dòng điện định mức là giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều mà cầu chì có thể tải liên tục thường xuyên mà không làm thay đổi đặc tính của nó.

Dòng điện cắt cực tiểu là giá trị nhỏ nhất của dòng điện sự cố mà dây chì có khả năng ngắt mạch. Khả năng cắt định mức là giá trị cực đại của dòng điện ngắn mạch mà cầu chì có thể cắt.

Sau đây là các vị trí trên biểu đồ của các dòng điện khác nhau:



Hình 5. 16: Biểu đồ dòng điện

### g, Cách chọn cầu chì

$$U_{dmCC} \geq U_{dm\ mang}$$

$$I_{dmTB} \leq I_{dc} \leq I_{dm\ vo}$$

$$I_{dc} \geq \frac{I_{dn}}{a} = \frac{k_{mm} \cdot I_{dm}}{a}$$

- $I_{v0}$  là dòng điện vỏ của cầu chì
- $I_{dc}$ : dòng định mức của dây chày (A)
- $I_{dn}$  là dòng điện đỉnh nhọn.
- $k_{mm}$  là hệ số khởi động của động cơ.
- + ) Đối với động cơ không đồng bộ  $k_{mm} = (5 \div 7)$ .
- + ) Đối với động cơ đồng bộ  $k_{mm} = (2 \div 2,5)$ .
- $a$  là hệ số chọn theo tình hình cụ thể của phụ tải và tần số khởi động.
  - + ) Đối với máy hàn  $a = 1,5$
  - + ) Đối với động cơ mở máy có tải  $a = (1,6 \div 2)$ .
  - + ) Đối với động cơ mở máy không tải  $a = 2,5$

### 5.2.2. Aptomat

#### a. Giới thiệu chung về Aptomat

Aptomat là khí cụ điện tự động ngắt mạch điện khi có sự cố (quá tải, ngắn mạch, giảm thấp điện áp, thay đổi phương công suất), ngoài ra nó còn dùng để đóng cắt không thường xuyên những mạch điện công suất nhỏ làm việc ở chế độ định mức.

#### **Các yêu cầu cơ bản:**

- Phần mang điện (chủ yếu là tiếp điểm) có khả năng làm việc lâu dài với dòng điện định mức và phải chịu được dòng ngắn mạch ngắn hạn.

- Aptomat phải ngắt được dòng ngắn mạch lớn, sau khi ngắt phải đảm bảo vẫn làm việc tốt ở chế độ định mức.

- Aptomat phải có thời gian cắt bé, độ tin cậy cao, bảo vệ chọn lọc, sử dụng an toàn, công suất cắt lớn, kích thước nhỏ gọn.

**Các tham số cơ bản:**

-  $U_{đm}$ : cấp điện áp làm việc cho phép (V)

-  $I_{đm}$ : dòng điện định mức của tiếp điểm (A)

- Số cực, số tiếp điểm.

-  $I_{gh}$ : dòng điện lớn nhất khi cắt (KA)

-  $S_{ngắt} = \sqrt{3} \cdot U_{đm} \cdot I_{ngắt}$  công suất cắt

- Thời gian cắt t

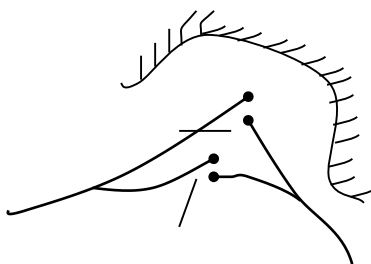
**b. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động**

**Cấu tạo của Aptomat**

**Hệ thống tiếp điểm:** Gồm tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh, thường là dạng ngón có 1, 2 hoặc 3 cấp (tiếp điểm chính, tiếp điểm trung gian, tiếp điểm hồ quang).

- Khi đóng tiếp điểm hồ quang đóng trước, sau đó đến tiếp điểm trung gian và sau cùng là tiếp điểm chính.

- Khi cắt thì tiếp điểm chính cắt trước, sau đó đến tiếp điểm trung gian và sau cùng là tiếp điểm hồ quang. Vì thế, hồ quang chỉ phát sinh trên tiếp điểm hồ quang và bảo vệ được tiếp điểm chính.



Hình 5. 17: Hệ thống tiếp điểm của aptomat

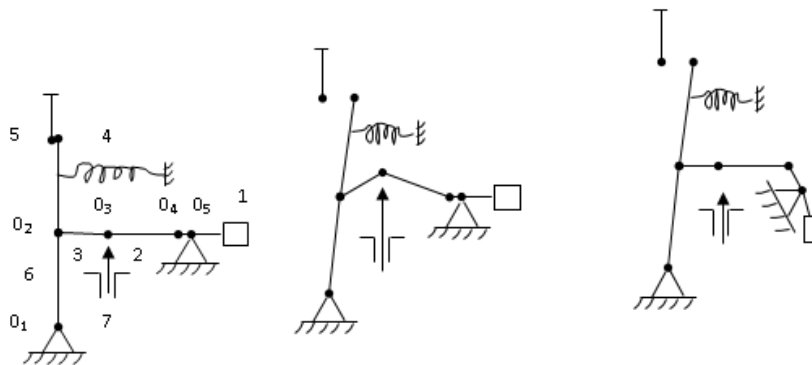
**Hệ thống dập hồ quang:** Có nhiệm vụ nhanh chóng dập tắt hồ quang khi cắt, và không cho nó cháy lặp lại. Thường dùng, mạng dập hồ quang kết hợp với cuộn dây thổi từ. Buồng dập hồ quang :

- Kiểu hở, có dòng điện cắt lớn

- Kiểu nửa hở có dòng điện cắt trung bình.

- Kiểu kín có dòng điện cắt nhỏ.

**Hệ thống truyền động tiếp điểm:** Trong aptomat việc đóng hoặc cắt được thực hiện bằng tay, nam châm điện, động cơ điện, khí nén hoặc thủy lực. Khi tự động cắt thì dùng lò xo cắt. Việc truyền chuyển động đến tiếp điểm được thực hiện qua một cơ cấu, gọi là cơ cấu tự do trượt khớp. Có nguyên lý như sau: Khi không có sự cố, cơ cấu này giữ hệ thống tiếp điểm ở vị trí đóng. Nếu có sự cố xảy ra, dù cố giữ tay gạt ở vị trí đóng, Aptomat vẫn không đóng được vì có khâu tự do trượt khớp.



Hình 5. 18: Hệ thống truyền động tiếp điểm

- Ở trạng thái đóng của Aptomat (hình 5.18a), tâm  $O_3$  hơi lệch về phía dưới điểm chết của hai thanh 2 và 3 (phía trên đoạn  $O_2O_4$ ), hai thanh này không thể tụt thấp hơn được nữa vì vướng cần tác động 7, do đó chúng tương tự như một thanh giữ chặt thanh 6 trên có gắn tiếp điểm động nên Aptomat duy trì ở trạng thái đóng. Khi có sự cố, cần 7 tác động sẽ đẩy điểm  $O_3$  làm thanh 2 và 3 gặp lại (tâm  $O_3$  di chuyển lên phía trên điểm chết), lò xo ngắt 4 tác động kéo tiếp điểm động rời khỏi tiếp điểm tĩnh (hình 5.18b). Lúc này, nếu cố tình giữ tay gạt 1 ở vị trí đóng, Aptomat vẫn không đóng được. Sau khi sự cố được giải phóng, muốn Aptomat đóng lại, trước hết phải quay tay gạt về vị trí ngắt để cho hai thanh 2 và 3 duỗi thẳng ra, Aptomat ở tư thế sẵn sàng đóng (hình 5.18c).

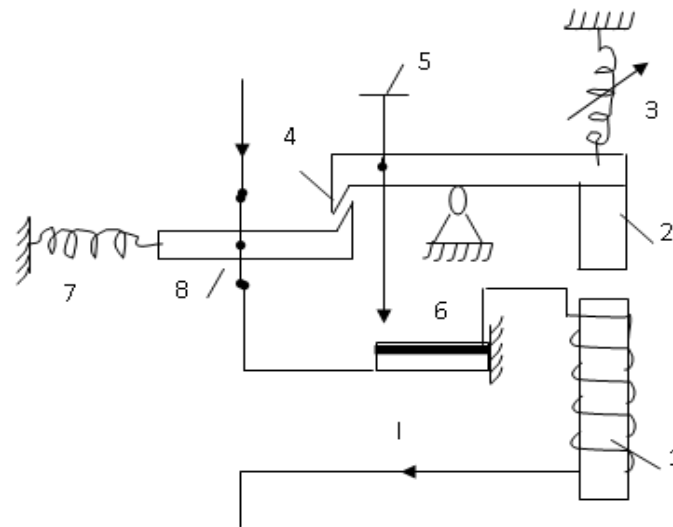
### Nguyên lý làm việc

Dựa vào chức năng bảo vệ, người ta chia aptomat thành các loại có nguyên lý làm việc như sau :

#### ➤ Aptomat bảo vệ dòng điện cực đại.

+ **Công dụng :** Dùng để bảo vệ mạch điện, thiết bị điện khi dòng điện trong mạch tăng quá mức quy định (vượt quá giá trị chính định  $I_{cd}$ )

**+ Cấu tạo :**



Hình 5. 19: Aptomat bảo vệ dòng điện cực đại

1. Nam châm điện
2. Phần ứng
3. Lò xo phản
4. Móc cơ khí
5. Vít
6. Thanh kim loại kép
7. Lò xo cắt;
8. Tiếp điểm.

**+ Nguyên lý làm việc:**

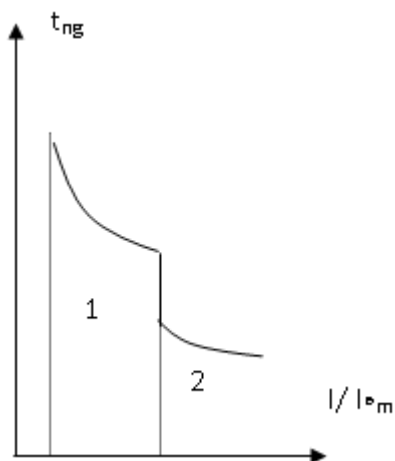
- Khi làm việc ở chế độ định mức ( $I < I_{cd}$ ), Aptomat được duy trì ở trạng thái đóng, nhờ sự ăn khớp của móc 4.

- Khi xảy ra quá tải ( $I > I_{cd}$ ), thanh kim loại kép 6 bị nóng và cong lên đẩy vào vít 5 làm mở móc 4 và AB tác động cắt tiếp điểm 8 nhờ lò xo cắt 7.

- Khi xảy ra ngắn mạch ( $I \gg I_{cd}$ ), lực hút điện từ của nam châm điện 1 thắng được sức căng của lò xo phản 3 nên hút phần ứng 2 làm nhả móc 4, AB tác động.

**+ Đặc tính bảo vệ :**  $t_{ng} = f(I/ I_{dm})$

- Đặc tính được chia thành hai vùng :
- Vùng 1: vùng bảo vệ của rơle nhiệt
- Vùng 2: vùng bảo vệ của nam châm điện.

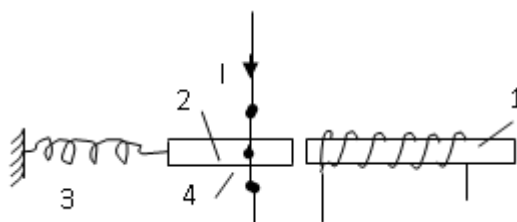


Hình 5. 20: Đặc tính bảo vệ Aptomat bảo vệ dòng điện cực đại

➤ **Aptomat bảo vệ dòng điện cực tiểu.**

+ **Công dụng:** Dùng để bảo vệ mạch điện và thiết bị điện khi dòng điện trong mạch giảm quá mức quy định ( $I < I_{cd}$ ).

+ **Cấu tạo:**



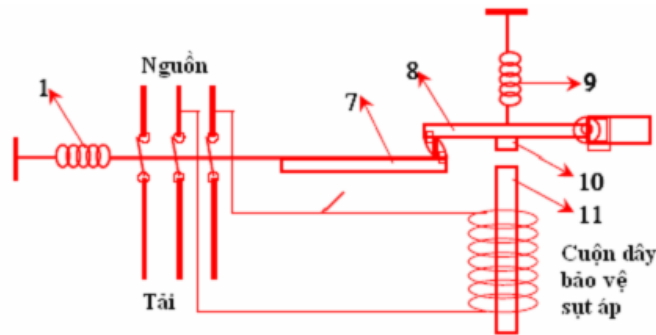
Hình 5. 21: Aptomat bảo vệ dòng điện cực tiểu.

1. Nam châm điện
2. Phân ứng
3. Lò xo phản
4. Tiếp điểm.

+ **Nguyên lý làm việc:** Khi  $I < I_{cd}$  thì  $F_{dt} < F_{lò xo 3}$ , nên lò xo 3 sẽ kéo tiếp điểm động ra khỏi tiếp điểm tĩnh → AB tác động.

+ **Ứng dụng :** AB bảo vệ dòng điện cực tiểu dùng để bảo vệ máy phát khởi chuyển sang chế độ động cơ khi nhiều máy phát làm việc song song. Tuy nhiên, hiện nay người ta sử dụng AB bảo vệ công suất ngược.

➤ **Aptomat điện áp thấp**



Hình 5. 22: Aptomat bảo vệ điện áp thấp.

Bật Aptomat ở trạng thái ON, với điện áp định mức nam châm điện 11 và phần ứng 10 hút lại với nhau. Khi sụt áp quá mức, nam châm điện 11 sẽ nhả phần ứng 10, lò xo 9 kéo móc 8 bật lên, móc 7 thả tự do, thả lỏng, lò xo 1 được thả lỏng, kết quả các tiếp điểm của Aptomat được mở ra, mạch điện bị ngắt.

**Giới thiệu một số loại Aptomat thường gặp.**



Hình 5. 23: Aptomat 1 pha, 3 pha công suất nhỏ và trung bình dùng trong dân dụng và công nghiệp

- Aptomat 3 pha công suất trung bình và lớn chỉ dùng trong công nghiệp:



Hình 5. 24: Aptomat 3 pha công suất trung bình và lớn chỉ dùng trong công nghiệp



### c. Phân loại và cách lựa chọn Aptomat

#### ➤ Phân loại:

Theo kết cấu, người ta chia Aptomat ra làm ba loại: một cực, hai cực và ba cực.

Theo thời gian thao tác, người ta chia Aptomat ra loại tác động không tức thời và loại tác động tức thời (nhạy).

Tùy theo công dụng bảo vệ, người ta chia Aptomat ra các loại: Aptomat cực đại theo dòng điện, Aptomat cực tiểu theo điện áp. Aptomat dòng điện ngược ...

#### ➤ Việc lựa chọn Aptomat chủ yếu dựa vào:

+ Dòng điện tính toán đi trong mạch.

+ Dòng điện quá tải.

+ Điện áp mạng.

+ Aptomat thao tác phải có tính chọn lọc.

Ngoài ra lựa chọn Aptomat còn phải căn cứ vào đặc tính làm việc của phụ tải là Aptomat không được phép cắt khi có quá tải ngắn hạn thường xảy ra trong điều kiện làm việc bình thường như dòng điện khởi động, dòng điện đỉnh trong phụ tải công nghệ.

Yêu cầu chung là dòng điện định mức của móc bảo vệ ICB không được bé hơn dòng điện tính toán  $I_{tt}$  của mạch.

Tùy theo đặc tính và điều kiện làm việc cụ thể của phụ tải, người ta hướng dẫn lựa chọn dòng điện định mức của móc bảo vệ bằng 125%, 150% hay lớn hơn nữa so với dòng điện tính toán.

### d. Cách chọn Aptomat

$$U_{dm AT} \geq U_{dm mạng}$$

$$I_{dm AT} \geq I_{tt}$$

$$I_{chính định} = (1,25-1,5) \cdot I_{tt}$$

Aptomat có thể được chỉnh định như sau (chỉ thực hiện với các aptomat được phép chỉnh định):

#### ➤ Chỉnh định quá tải.

$$\text{Dòng tác động:} \quad I_{td} = k_{at} \cdot I_{tt}$$

Trong đó:

-  $k_{at}$  là hệ số an toàn,  $k_{at} = (1,1 \div 1,3)$ .

➤ **Chỉnh định cắt nhanh.**

$$I_{td} = k_{at} [k_{mm \max} \cdot I_{dm \max} + (I_{tt} - k_{sd \max} \cdot I_{dm \max})]$$

Trong đó:

- $k_{at} = 1,25$  là hệ số an toàn để Aptomat không tác động nhầm với dòng định nhẹn
- $I_{dm \max}$  là dòng định mức của động cơ có dòng mở máy lớn nhất.
- $k_{sd \max}, k_{mm \max}$  là hệ số sử dụng và hệ số mở máy của động cơ có dòng mở máy lớn nhất.
- $I_{tt}$  là dòng điện tính toán của nhóm các thiết bị mắc sau aptomat.

➤ **Kiểm tra độ nhạy của áp tô mát.**

$$k_{nh} = \frac{I_{N.min}}{I_{td.AT}} \geq 1,3$$

Trong đó:

- $k_{nh}$  là độ nhạy của Aptomat.
- $I_{N.min}$  là dòng ngắn mạch nhỏ nhất ở cuối vùng bảo vệ của áp tô mát.
- $I_{td.AT}$  là dòng tác động của Aptomat.

Ngày nay đã có các Aptomat kỹ thuật số có khả năng đáp ứng rất cao cho các yêu cầu của bảo vệ:

Cài đặt chế độ bảo vệ thuận lợi

Tác động chính xác

Nhớ các thông số cơ bản của sự cố đã tác động

Phổ đặc tính được điều chỉnh rộng.

Tuy nhiên giá thành còn khá cao (khoảng 3 đến 5 lần Aptomat thông thường)

**Bảng 3. 2 :Thông số kỹ thuật của aptomat kiểu A3100 do Liên Xô chế tạo**

Kiểu	Ký hiệu theo kết cấu	Dòng định mức $I_{dm}, A$	Điện áp $U_{dm}, V$		Số cực	Dạng móc bảo vệ dòng điện cực đại	Dòng điện định mức của móc bảo vệ, A	Dòng điện tác động tức thời, A
1	2	3	4		5	6	7	8
A3160	A3161 A3162 A3163	60	110 220 220	220 380 380	1 2 3	Phân tử nhiệt	15, 20, 25 30, 40, 50 60	-

A3110	A3133/5	100	220	500	2	Tổng hợp	15	150
	A3114/5				3		20	200
					4		25	250
					5		30	300
					6		40	400
					7		50	500
					8		60	600
9	80	800						
10	100	1000						
A3110	A3113/5	100	220	500	2	Điện tử	15	150
	A3114/5				3		20	200
					4		25	250
					5		40	300, 400
					6		60	500, 600
7	100	1000						
A3120	A3123	100	220	500	2	Tổng hợp	15, 20, 25, 30	430
	A3124				3		40, 50, 60, 80	600
					4		100	800
					5			
						30	430	
						100	840	
							600, 800	
A3130	A3133	200	220	500	2	Tổng hợp	120	840
	A3134				3		150	1050
					4		200	1400
							840	
							200	1050
								1400
1	2	3	4	5	6	7	8	1
A3140	A3143	600	200	500	2	Tổng hợp	300	2100
	A3144				3		400	2800
							500	3500
							600	4200
								1750
							600	2100
								2800
								3500
								4200

*Chú thích:*

- Khi dòng quá tải bằng 1,1 dòng chỉnh định aptomat không tác động.
- Khi dòng quá tải bằng 1,35 dòng chỉnh định aptomat tác động không quá 30 phút.

### **Câu hỏi, bài tập**

1. Trình bày các biện pháp cải thiện đặc tính của cầu chì?
2. Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của cầu chì.
3. Trình bày các thông số cơ bản của aptomat?
4. Trình bày khái niệm aptomat, các yêu cầu cơ bản của aptomat?
5. Việc lựa chọn aptomat chủ yếu dựa vào các yếu tố nào?
6. Trạm biến áp 250 (kVA), điện áp 10/0,4 (kV) cấp điện cho hai dây phố, mỗi dây có công suất tính toán 100(kW), cho  $\cos\varphi = 0,85$  (bỏ qua kiểm tra điều kiện ngắn mạch).  
Hãy chọn các aptomat đặt trong tủ phân phối của trạm.

## **Bài 10: Khí cụ điện điều khiển (Số tiết: 3 tiết) [1]; [5].**

### **5.3. Khí cụ điện điều khiển**

#### *5.3.1. Contactor*

##### a, Khái niệm

Contactor là một khí cụ điện dùng để đóng ngắt các tiếp điểm, tạo liên lạc trong mạch điện bằng nút nhấn. Như vậy khi sử dụng Contactor ta có thể điều khiển mạch điện từ xa có phụ tải với điện áp đến 500V và dòng là 600A (vị trí điều khiển, trạng thái hoạt động của Contactor rất xa vị trí các tiếp điểm đóng ngắt mạch điện).

##### ***Phân loại:***

- Theo nguyên lý truyền động tiếp điểm: gồm CTT đóng cắt các tiếp điểm bằng điện từ, bằng khí nén, bằng thủy lực và CTT không tiếp điểm.

- Theo dạng dòng điện: CTT một chiều và CTT xoay chiều.

CTT một chiều dùng để đóng cắt mạch điện một chiều, sử dụng nam châm điện một chiều. CTT xoay chiều dùng để đóng cắt mạch điện xoay chiều, có thể sử dụng nam châm điện một chiều và xoay chiều.

##### b. Cấu tạo của CTT

Contactor được cấu tạo gồm các thành phần: Cơ cấu điện từ (nam châm điện), hệ thống dập hồ quang, hệ thống tiếp điểm (tiếp điểm chính và phụ).

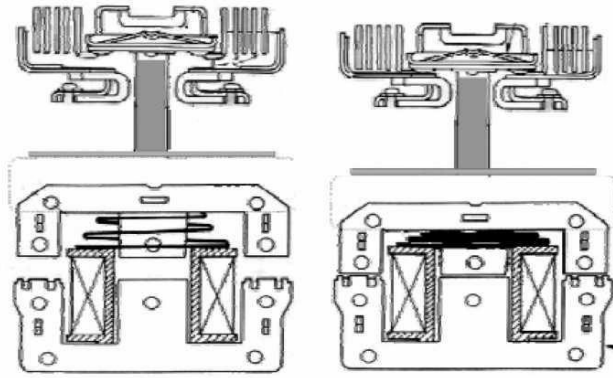
##### ***Nam châm điện:***

Nam châm điện gồm có 4 thành phần:

- Cuộn dây dùng tạo ra lực hút nam châm.

- Lõi sắt (hay mạch từ) của nam châm gồm hai phần: Phần cố định và phần nắp di động. Lõi thép nam châm có thể có dạng EE, EI hay dạng CI.

- Lò xo phản lực có tác dụng đẩy phần nắp di động trở về vị trí ban đầu khi ngừng cung cấp điện vào cuộn dây.



*Trạng thái nam châm chưa hút*

*Trạng thái nam châm tạo lực hút*

*Hình 5. 25: Trạng thái làm việc của nam châm*

### **Hệ thống dập hồ quang điện:**

Khi Contactor chuyển mạch, hồ quang điện sẽ xuất hiện làm các tiếp điểm bị cháy, mòn dần. Vì vậy cần có hệ thống dập hồ quang gồm nhiều vách ngăn làm bằng kim loại đặt cạnh bên hai tiếp điểm tiếp xúc nhau, nhất là ở các tiếp điểm chính của Contactor.

### **Hệ thống tiếp điểm của Contactor:**

Hệ thống tiếp điểm liên hệ với phần lõi từ di động qua bộ phận liên động về cơ. Tùy theo khả năng tải dẫn qua các tiếp điểm, ta có thể chia các tiếp điểm của Contactor thành hai loại:

**Tiếp điểm chính:** Có khả năng cho dòng điện lớn đi qua (từ 10A đến vài nghìn A, thí dụ khoảng 1600A hay 2250A). Tiếp điểm chính là tiếp điểm thường hở đóng lại khi cấp nguồn vào mạch từ của Contactor làm mạch từ Contactor hút lại.

**Tiếp điểm phụ:** Có khả năng cho dòng điện đi qua các tiếp điểm nhỏ hơn 5A. Tiếp điểm phụ có hai trạng thái: Thường đóng và thường hở.

Tiếp điểm thường đóng là loại tiếp điểm ở trạng thái đóng (có liên lạc với nhau giữa hai tiếp điểm) khi cuộn dây nam châm trong Contactor ở trạng thái nghỉ (không được cung cấp điện). Tiếp điểm này hở ra khi Contactor ở trạng thái hoạt động. Ngược lại là tiếp điểm thường hở.

Như vậy, hệ thống tiếp điểm chính thường được lắp trong mạch điện động lực, còn các tiếp điểm phụ sẽ lắp trong hệ thống mạch điều khiển (dùng điều khiển việc cung cấp điện đến các cuộn dây nam châm của các Contactor theo quy trình định trước).

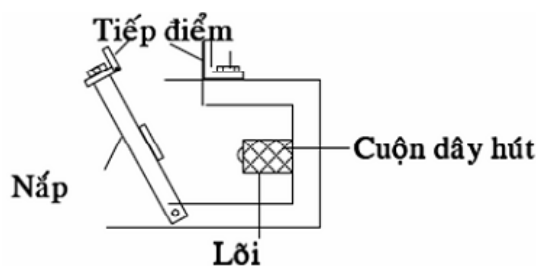
Theo một số kết cấu thông thường của Contactor, các tiếp điểm phụ có thể được liên kết cố định về số lượng trong mỗi bộ Contactor, tuy nhiên cũng có một vài nhà sản xuất chỉ bố trí cố định số tiếp điểm chính trên mỗi Contactor, còn các tiếp điểm phụ được chế tạo thành những khối rời đơn lẻ. Khi cần sử dụng ta chỉ ghép thêm vào trên Contactor, số lượng tiếp điểm phụ trong trường hợp này có thể bố trí tùy ý.

c, Nguyên lý hoạt động

### **Công tác tơ một chiều**

- Mạch từ làm bằng thép khối, có kích thước phụ thuộc vào kích thước cuộn dây, ở nam châm điện một chiều lực hút tỷ lệ với bình phương khe hở không khí  $\delta$ , thường  $\delta = 4 \div 10$  mm.

- Cuộn dây CTT một chiều thường có dây hình trụ tròn, cao và dày sức từ động trong cuộn dây tỷ lệ thuận với tiết diện và tỷ lệ nghịch với số vòng dây. Khi mạch từ đã xác định thì các tham số của cuộn dây là không đổi.



Hình 5. 26: Công tác tơ 1 chiều

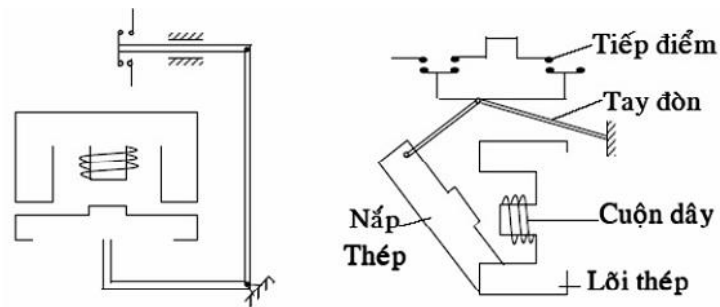
- Tiếp điểm thường là tiếp xúc đường và có dạng hình ngón, gồm tiếp điểm chính (thường mở), tiếp điểm phụ (thường kín và thường mở).

- Hệ thống dập hồ quang : Gồm buồng dập hồ quang kiểu khe hẹp hoặc khe rộng làm bằng vật liệu cách điện (như gốm sứ, xi măng, amiăng) và kết hợp với cuộn dây thổi từ mắc nối tiếp với tiếp điểm. Buồng dập hồ quang có tác dụng dập tắt hồ quang phát sinh khi đóng cắt các tiếp điểm và khoan vùng khí nóng vào một phạm vi nhất định nên ngăn ngừa được hiện tượng ngắn mạch giữa các cực kề nhau.

### **Công tác tơ xoay chiều .**

- Mạch từ hình chữ II hay chữ T, có phần ứng quay quanh trục hay hút thẳng vào cuộn dây. Mạch từ do nhiều tấm tôn silic dày từ 0,35 – 0,5 mm, có phủ một lớp sơn cách điện bên ngoài ghép lại với nhau. Ở đầu cực từ được gắn vòng ngắn mạch hoặc lò xo giảm chấn để chống rung.

- Cuộn dây thường ngắn và to thường là dây đồng, không, quấn sát vào lõi thép mà có một khe hở để toả nhiệt, dòng điện trong cuộn dây phụ thuộc vào khe hở không khí  $\delta$  ( $I \sim \delta$ ), mà điện kháng  $\sim 1/\delta$ .



Hình 5. 27: Công tắc tơ xoay chiều

Lực hút điện từ xoay chiều tỷ lệ với điện áp  $U$ , khi  $U = \text{const}$  thì  $F$  có thể xem như không đổi.

- Tiếp điểm thường là dạng ngón hay hình bắc cầu, được lắp trên một trục cách điện chung. Độ mở (khoảng cách) giữa tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh thường lớn. Tiếp điểm chính thường là ba cặp.

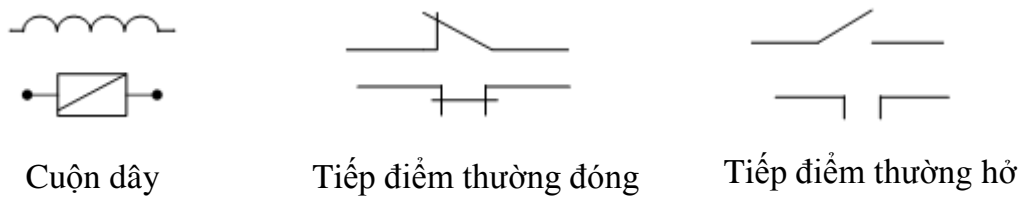
- Hệ thống dập hồ quang: Thường được chế tạo loại kết cấu một pha có hai chỗ ngắt, sử dụng tiếp điểm dạng bắc cầu đặt trong buồng dập hồ quang kiểu dàn dập. Để tăng hiệu quả dập hồ quang ở một số CTT cũng sử dụng cuộn dây thổi từ và buồng dập hồ quang có khe hẹp.

Khi cấp nguồn điện bằng giá trị điện áp định mức của Contactor vào hai đầu của cuộn dây quấn trên phần lõi từ cố định thì lực từ tạo ra hút phần lõi từ di động hình thành mạch từ kín (lực từ lớn hơn phản lực của lò xo), Contactor ở trạng thái hoạt động. Lúc này nhờ vào bộ phận liên động về cơ giữa lõi từ di động và hệ thống tiếp điểm làm cho tiếp điểm chính đóng lại, tiếp điểm phụ chuyển đổi trạng thái (thường đóng sẽ mở ra, thường hở sẽ đóng lại) và duy trì trạng thái này. Khi ngừng cấp nguồn cho cuộn dây thì Contactor ở trạng thái nghỉ, các tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

Các ký hiệu dùng để biểu diễn cho cuộn dây (nam châm điện) trong Contactor và các loại tiếp điểm.

Có nhiều tiêu chuẩn của các quốc gia khác nhau, dùng để biểu diễn cho cuộn dây và tiếp điểm của Contactor





Hình 5. 28: Biểu diễn contactor trên sơ đồ

d, Các thông số cơ bản của Contactor

- **Điện áp định mức:** Điện áp định mức của Contactor  $U_{dm}$  là điện áp của mạch điện tương ứng mà tiếp điểm chính phải đóng ngắt, chính là điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây của nam châm điện sao cho mạch từ hút lại. Cuộn dây hút có thể làm việc bình thường ở điện áp trong giới hạn  $(85 \div 105) \%$  điện áp định mức của cuộn dây. Thông số này được ghi trên nhãn đặt ở hai đầu cuộn dây Contactor, có các cấp điện áp định mức: 110V, 220V, 440V một chiều và 127V, 220V, 380V, 500V xoay chiều.

- **Dòng điện định mức:** Dòng điện định mức của Contactor  $I_{dm}$  là dòng điện định mức đi qua tiếp điểm chính trong chế độ làm việc lâu dài.

Dòng điện định mức của Contactor hạ áp thông dụng có các cấp là: 10A, 20A, 25A, 40A, 60A, 75A, 100A, 150A, 250A, 300A, 600A. Nếu đặt trong tủ điện thì dòng điện định mức phải lấy thấp hơn 10% vì làm kém mát, dòng điện cho phép qua Contactor còn phải lấy thấp hơn nữa trong chế độ làm việc dài hạn.

- **Khả năng cắt và khả năng đóng:**

Khả năng cắt của Contactor điện xoay chiều đạt bội số đến 10 lần dòng điện định mức với phụ tải điện cảm.

Khả năng đóng: Contactor điện xoay chiều dùng để khởi động động cơ điện cần phải có khả năng đóng từ 4 đến 7 lần  $I_{dm}$ .

- **Tuổi thọ của Contactor:** Tuổi thọ của Contactor được tính bằng số lần đóng mở, sau số lần đóng mở ấy thì Contactor sẽ bị hỏng và không dùng được.

- **Tần số thao tác:** Là số lần đóng cắt Contactor trong một giờ: Có các cấp: 30, 100, 120, 150, 300, 600, 1200, 1500 lần/giờ.

- **Tính ổn định lực điện động:** Tiếp điểm chính của Contactor cho phép một dòng điện lớn đi qua (khoảng lần dòng điện định mức) mà lực điện động không làm tách rời tiếp điểm thì Contactor có tính ổn định lực điện động.

- **Tính ổn định nhiệt:** Contactor có tính ổn định nhiệt nghĩa là khi có dòng điện ngắn mạch chạy qua trong một khoảng thời gian cho phép, các tiếp điểm không bị nóng chảy và hàn dính lại.

### **Khởi động từ**

#### **a, Khái niệm**

Khởi động từ (KĐT) dùng để đóng cắt chuyển đổi mạch điện và bảo vệ quá tải (nếu có lắp thêm role nhiệt), thường dùng để đóng cắt, đảo chiều và bảo vệ quá tải cho động cơ không đồng bộ ba pha. KĐT là tổ hợp gồm có CTT và role nhiệt lắp trong cùng một hộp, nếu không chế động cơ quay thuận ngược thì KĐT phải có hai CTT đặt song song nối liên hệ động cơ có khoá cơ khí và khoá điện với nhau, khi CTT này bị hút thì CTT kia bị nhả và ngược lại, role nhiệt dùng để bảo vệ quá tải.

- KĐT đơn gồm một CTT và hai role nhiệt dùng để điều khiển động cơ quay một chiều.

- KĐT kép gồm hai CTT và hai role nhiệt dùng để điều khiển động cơ quay hai chiều.

#### **b, Các yêu cầu kỹ thuật**

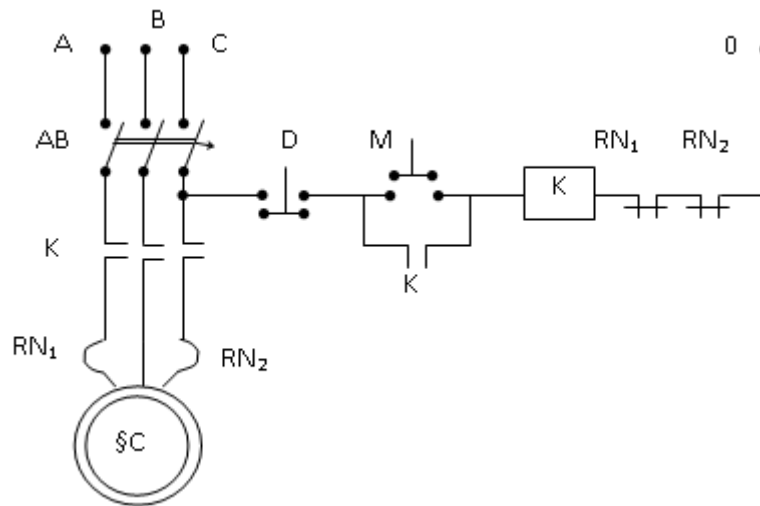
Động cơ điện không đồng bộ ba pha có thể làm việc liên tục được hay không tùy thuộc vào mức độ tin cậy của khởi động từ. Do đó khởi động từ cần phải thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Tiếp điểm có độ bền chịu mài mòn cao.
- Khả năng đóng - cắt cao.
- Thao tác đóng - cắt dứt khoát.
- Tiêu thụ công suất ít nhất.
- Bảo vệ động cơ không bị quá tải lâu dài (có Role nhiệt).
- Thoả mãn điều khởi động (dòng điện khởi động từ 5 đến 7 lần dòng điện định

mức).

#### **c, Nguyên lý làm việc**

- Sơ đồ dùng khởi động từ đơn:



Hình 5. 29: Sơ đồ nguyên lý mạch khởi động động cơ KĐB sử dụng khởi động từ đơn

- Mở máy: Ấn nút M, cuộn dây K của CTT có điện và các tiếp điểm thường đóng lại, động cơ quay, tiếp điểm thường mở K mắc song song với nút M trên mạch điều khiển vừa có tác dụng giữ cho mạch điện kín khi thả nút M ra vừa có tác dụng ngăn ngừa động cơ tự khởi động khi điện áp lưới điện phục hồi sau khi mất điện hoặc điện áp sụt quá thấp.

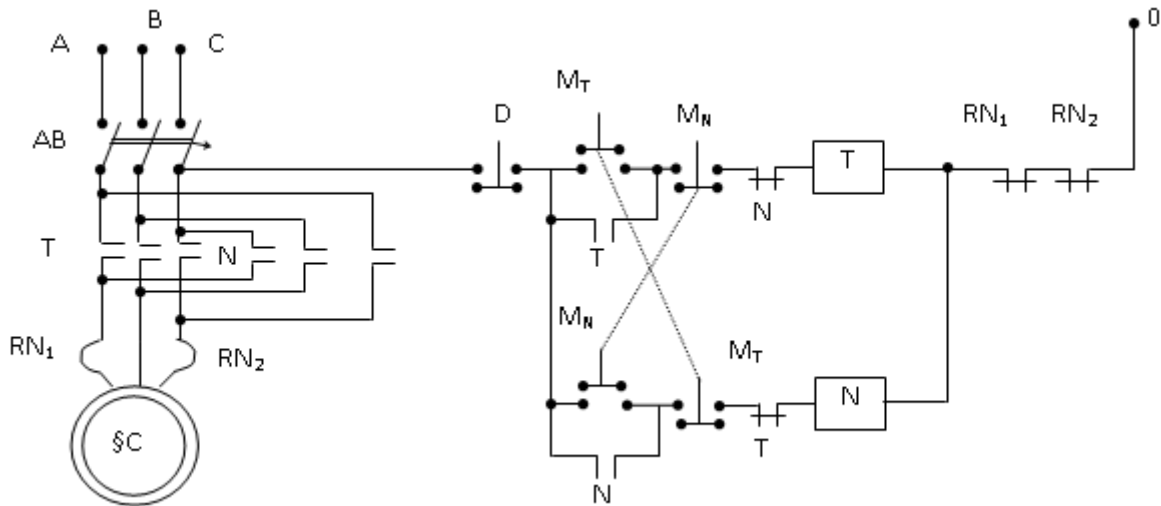
- Dừng máy: Ấn nút D các tiếp điểm K mở ra. động cơ sẽ dừng.

- Khi xảy ra sự cố quá tải, phần tử đốt nóng của các role nhiệt nóng lên làm cho role nhiệt tác động, tiếp điểm thường kín của các role nhiệt mở ra và CTT không có điện vào cuộn dây K → động cơ dừng quay.

- Khi xảy ra ngắn mạch thì AB sẽ tác động cắt mạch điện.

• **Sơ đồ dùng khởi động từ kép:**

- Khởi động động cơ quay theo chiều thuận, ấn nút  $M_T$  khi đó cuộn dây T có điện làm đóng các tiếp điểm thường mở T (trên mạch động lực và mạch điều khiển) và mở các tiếp điểm thường kín T, động cơ được khởi động theo chiều quay thuận (tiếp điểm thường mở T mắc song song với nút  $M_T$  trên mạch điều khiển vừa có tác dụng giữ cho mạch điện kín khi thả nút  $M_T$  ra vừa có tác dụng ngăn ngừa động cơ tự khởi động khi điện áp lưới điện phục hồi sau khi mất điện hoặc điện áp sụt quá thấp, tiếp điểm thường kín T có tác dụng làm cho cuộn dây N không thể có điện khi cuộn dây T có điện)



Hình 5. 30: Sơ đồ nguyên lý mạch đảo chiều động cơ KĐB sử dụng khởi động từ kép

- Để đảo chiều quay của động cơ, ta ấn nút dừng D, sau đó ấn nút  $M_N$  khi đó quá trình xảy ra trong mạch ngược lại trường hợp khởi động theo chiều quay thuận.

- Dừng máy: Ấn nút D, dù động cơ đang quay thuận hay ngược thì các tiếp điểm thường mở đều mở ra và động cơ sẽ dừng.

- Khi xảy ra sự cố quá tải, phần tử đốt nóng của các role nhiệt nóng lên làm cho role nhiệt tác động, tiếp điểm thường kín của các role nhiệt mở ra và CTT không có điện vào cuộn dây → động cơ dừng quay.

d, Cách chọn khởi động từ

$$\begin{cases} U_{dmK} \geq U_{dmLD} \text{ (V)} \\ I_{dmK} \geq I_{dmD} \text{ (A)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_{dk} = U_{cd} \text{ (V)} \\ I_{dmRN} = K_{kd} \cdot I_{dmD} \text{ (A)} \end{cases}$$

$U_{dmK}$  : Điện áp định mức của khởi động từ

$U_{dmLD}$  : Điện áp định mức của lưới điện

$U_{cd}$  : Điện áp định mức cuộn dây dùng để đóng mở công tắc tơ (điều khiển công tắc tơ)

$U_{dk}$  : Điện áp điều khiển chung của tủ điện. Với nguồn xoay chiều 3 pha, thuận tiện dùng  $U_{dk} = 220 \text{ V-AC}$ , đồng thời điện áp cuộn dây  $U_{cd} = 220 \text{ V-AC}$ .

$I_{dmK}$  : Dòng điện định mức của khởi động từ

$I_{dmD}$  : Dòng điện định mức của động cơ mà role nhiệt cần bảo vệ

$I_{dmRN}$  : Dòng điện định mức của role nhiệt

$K_{kd} = (1,2-1,5)$ : Hệ số khởi động

**Bảng 5. 1: Thông số kỹ thuật khởi động từ**

Mã, kí hiệu		LS MC-40a	LS MC-32a	LS MC-18b	LS MC-12b	LS MC-9b
Dòng điện định mức	$I_{dm}(A)$	40	32	18	12	9
Điện áp hoạt động	$U_{dm}(V)$	690	690	690	690	690
Điện áp định mức cuộn dây	$U_{cd}(V)$	220	220	220	220	220
Công suất	$P_{dm}(kW)$	18,5	15	7,5	5,5	4
Tiếp điểm phụ		2NO 2NC	2NO 2NC	1NO 1NC	1NO 1NC	1NO 1NC
Số cực		3	3	3	3	3

### 5.3.2. Role

#### a, Khái niệm và phân loại

Role và khí cụ điện dùng để tự động đóng cắt mạch điều khiển, bảo vệ và điều khiển sự làm việc của mạch điện.

Phân loại role điện.

Có rất nhiều loại role với nguyên lý và chức năng làm việc rất khác nhau. Do vậy có nhiều cách để phân loại role khác nhau.

#### ➤ Theo nguyên lý làm việc.

- Role điện từ: Dựa trên tác dụng lực của từ trường do dòng điện chạy trong cuộn dây sinh ra lên phần ứng bằng vật liệu sắt từ làm nắp dịch chuyển.
- Role từ điện: Dựa trên tác dụng của từ trường do nam châm vĩnh cửu tạo ra lên dòng điện chạy trong cuộn dây làm cuộn dây dịch chuyển.
- Role phân cực: Là Role điện từ có thêm từ trường phân cực do NCVC tạo ra.
- Role điện động: Dựa trên tác dụng tương hỗ giữa từ trường do dòng điện chạy trong cuộn dây sinh ra với dòng điện chạy trong cuộn dây khác làm cuộn dây này dịch chuyển.
- Role nhiệt: Dựa trên sự co giãn về kích thước và thể tích, áp suất của các vật liệu khi nhiệt độ của chúng thay đổi.

➤ **Theo nguyên lý tác động của cơ cấu chấp hành.**

- Loại có tiếp điểm: Role có tiếp điểm tác động lên mạch điều khiển bằng cách đóng hoặc mở tiếp điểm do chuyển động của phần động role để thực hiện việc đóng hoặc cắt mạch điện.

- Loại không có tiếp điểm: Tác động bằng cách thay đổi đột ngột những tham số của bộ phận chấp hành nối trong mạch điều khiển( như thay đổi R, L, C. ) loại role này gọi là role tĩnh.

➤ **Theo tính chất của đại lượng đầu vào**

- Role dòng điện

- Role điện áp

- Role công suất....

➤ **Theo mục đích sử dụng**

- Role bảo vệ hệ thống điện

- Role điều khiển, truyền động điện

- Role tự động và thông tin liên lạc

Ngoài ra, role còn phân loại theo dòng điện: dòng 1 chiều và xoay chiều.

b, Cấu tạo, các thông số kỹ thuật cơ bản của role

➤ **Cấu tạo của Role.**

Các bộ phận chính của role:

- Cơ cấu thu: Tiếp nhận những tín hiệu đầu vào và biến đổi thành những đại lượng vật lý cần thiết cho role hoạt động.

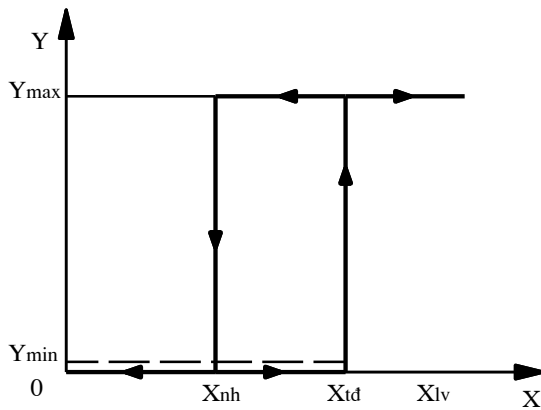
- Cơ cấu trung gian: So sánh tín hiệu đầu vào đã được biến đổi với tín hiệu mẫu(chuẩn), rồi truyền nó đến cơ cấu chấp hành.

- Cơ cấu chấp hành: Phát tín hiệu ra cho mạch điều khiển nối sau role.

➤ **Đặc tính và các thông số cơ bản của role.**

**Đặc tính của Role.**

Đường biểu diễn mối quan hệ giữa đại lượng đầu vào và đại lượng đầu ra của role gọi là đặc tính “vào - ra ”. Là đặc tính cơ bản của role, ta có dạng của đường đặc tính như hình vẽ :



$$k_{nh} = x_{nh}/x_{td}$$

$$k_{nh} < 1$$

$$k_{dt} = x_{lv}/x_{td}$$

$$k_{dt} > 1$$

$$k_{dk} = p_{dk}/p_{td}$$

Hình 5. 31: Đặc tính của rơ le

Khi thay đổi  $X$  từ 0 đến  $X_{td}$  thì  $Y$  luôn bằng 0 (với rơle có tiếp điểm), hoặc  $Y = Y_{min}$  (với Rơle không tiếp điểm). Khi  $X = X_{td}$  thì đại lượng đầu ra tăng đột ngột đến  $Y_{max}$ , sau đó dù  $X$  có tiếp tục tăng đến  $X_{lv}$  thì  $Y$  vẫn giữ nguyên  $Y_{max}$ , gọi là rơle tác động. Ngược lại, khi đại lượng đầu vào giảm từ  $X_{lv}$  đến  $X_{nh}$  thì  $Y$  vẫn giữ nguyên, khi  $X = X_{nh}$  thì  $Y$  giảm đột ngột từ  $Y_{max}$  về 0 (hoặc  $Y_{min}$ ) và không đổi dù  $X$  tiếp tục giảm, quá trình này gọi là rơle nhả. Đại lượng đầu vào ứng với lúc rơle tác động gọi là giá trị tác động  $X_{td}$ , và ứng với lúc rơle nhả gọi là giá trị nhả  $X_{nh}$  của rơle.

#### Các tham số của Role.

- Hệ số nhả: Tỷ số  $K_{nh} = X_{nh}/X_{td}$  gọi là hệ số nhả của Role (đôi khi còn gọi là hệ số trở về). Hệ số  $K_{nh}$  luôn nhỏ hơn 1.

+ Khi  $K_{nh}$  lớn, bề rộng của đặc tính Role  $\Delta X = X_{td} - X_{nh}$  nhỏ. Đặc tính role dạng này phù hợp với bảo vệ có tính chọn lọc cao, sử dụng trong các hệ thống điện.

+ Khi  $K_{nh}$  nhỏ, bề rộng của đặc tính Role  $\Delta X = X_{td} - X_{nh}$  lớn, đặc tính này thích hợp với rơle điều khiển và tự động trong truyền động điện và tự động hóa.

- Hệ số dự trữ: Tỷ số  $K_{dt} = X_{lv}/X_{td}$  gọi là hệ số dự trữ của role,  $K_{dt}$  luôn lớn hơn 1. Khi  $K_{dt}$  càng lớn càng đảm bảo rơle làm việc tin cậy.

- Hệ số điều khiển: Tỷ số  $K_{dk} = P_{dk}/P_{td}$  gọi là hệ số điều khiển của role.

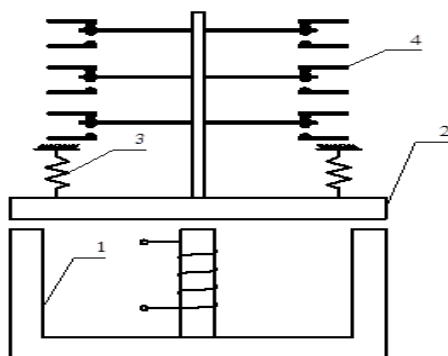
#### 5.3.2.1. Role trung gian

##### a, Khái niệm

Role trung gian là một khí cụ điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động, cơ cấu kiểu điện từ. Role trung gian đóng vai trò điều khiển trung gian giữ các thiết bị điều khiển (Contactor, Role thời gian...).

Role trung gian gồm: Mạch từ của nam châm điện, hệ thống tiếp điểm chịu dòng điện nhỏ (5A), vỏ bảo vệ và các chân ra tiếp điểm.

b, Cấu tạo, nguyên lý làm việc



Hình 5. 32: Cấu tạo rơ le trung gian

1. Mạch từ.
2. Nắp mạch từ.
3. Lò xo nhỏ.
4. Hệ thống tiếp điểm.

Nguyên lý hoạt động của Role trung gian tương tự như nguyên lý hoạt động của Contactor. Khi cấp điện áp bằng giá trị điện áp định mức vào hai đầu cuộn dây của Role trung gian (ghi trên nhãn), lực điện từ hút mạch từ kín lại, hệ thống tiếp điểm chuyển đổi trạng thái và duy trì trạng thái này (tiếp điểm thường đóng hở ra, tiếp điểm thường hở đóng lại). Khi ngừng cấp nguồn, mạch từ hở, hệ thống tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

#### **Điểm khác biệt giữa Contactor và Role có thể tóm lược như sau:**

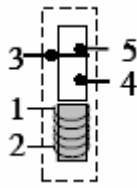
Trong Role chỉ có duy nhất một loại tiếp điểm có khả năng tải dòng điện nhỏ, sử dụng cho mạch điều khiển (tiếp điểm phụ).

Trong Role cũng có các loại tiếp điểm thường đóng và tiếp điểm thường hở, tuy nhiên các tiếp điểm không có buồng dập hồ quang (khác với hệ thống tiếp điểm chính trong Contactor hay CB).

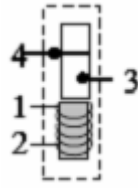
c, Các ký hiệu dùng cho Role trung gian:

Trong quá trình lắp ráp các mạch điều khiển dùng Role hay trong một số mạch điện tử công nghiệp, ta thường gặp các ký hiệu sau đây:

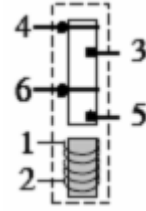




SPDT



SPST



DPST

Hình 5. 33: Ký hiệu của rơ le trung gian

**Ký hiệu SPDT:**

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ SING POLE DOUBLE THROW, Role mang ký hiệu này có một cặp tiếp điểm, gồm tiếp điểm thường đóng và thường hở, cặp tiếp điểm này có một đầu chung.

**Ký hiệu SPST:**

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ SING POLE SINGE THROW, Role mang ký hiệu này gồm có một tiếp điểm thường hở.

**Ký hiệu DPST**

Ký hiệu này được viết tắt từ thuật ngữ DOUBLE POLE SINGE THROW, Role mang ký hiệu này gồm có hai tiếp điểm thường hở.

Ngoài ra, các Role khi được lắp ghép trong tủ điều khiển thường được lắp trên các đế chân ra. Tùy theo số lượng chân ra có các kiểu khác nhau: Đế 8 chân, đế 11 chân, đế 14 chân...

d, Giới thiệu một số role trung gian thông dụng



Hình 5. 34: Một số loại rơ le trung gian

5.3.2.2. Role thời gian

a, Khái niệm

Role thời gian là một khí cụ điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động, với vai trò điều khiển trung gian giữa các thiết bị điều khiển theo thời gian định trước.

Role thời gian gồm: Mạch từ của nam châm điện, bộ định thời gian làm bằng linh kiện điện tử, hệ thống tiếp điểm chịu dòng điện nhỏ (< 5A), vỏ bảo vệ các chân ra tiếp điểm.

Tuỳ theo yêu cầu sử dụng khi lắp ráp hệ thống mạch điều khiển truyền động, ta có hai loại Role thời gian: Role thời gian ON DELAY, Role thời gian OFF DELAY.

- Các yêu cầu cơ bản đối với role :

+ Khả năng duy trì thời gian ổn định, chính xác, tin cậy, không phụ thuộc vào dao động của điện áp nguồn cung cấp, tần số, nhiệt độ và các điều kiện môi trường.

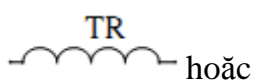
+ Công suất tiêu thụ nhỏ.

+ Kết cấu sử dụng đơn giản.

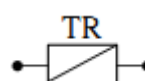
b, Role thời gian ON DELAY

Ký hiệu:

Cuộn dây rơ le thời gian:



hoặc

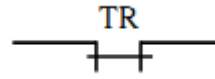
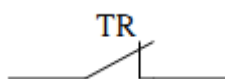


Điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây Role thời gian được ghi trên nhãn, thông thường 110V, 220V...

Hệ thống tiếp điểm:

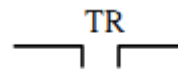
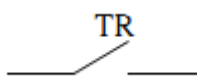
*Tiếp điểm tác động không tính thời gian:* Tiếp điểm này hoạt động tương tự các tiếp điểm của Role trung gian.

Thường đóng



hoặc

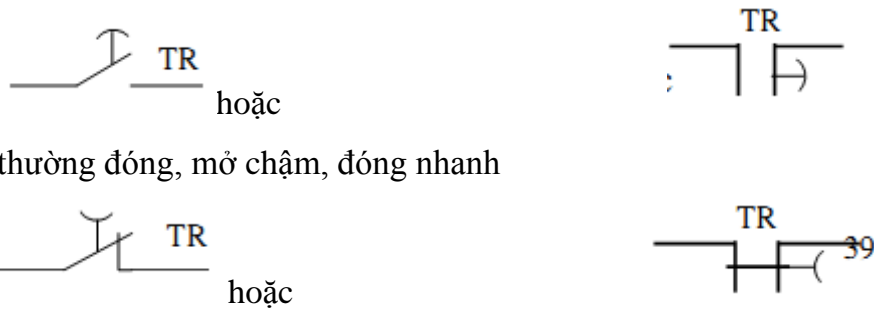
Thường mở



hoặc

*Tiếp điểm tác động có tính thời gian:*

Tiếp điểm thường mở, đóng chậm, mở nhanh:



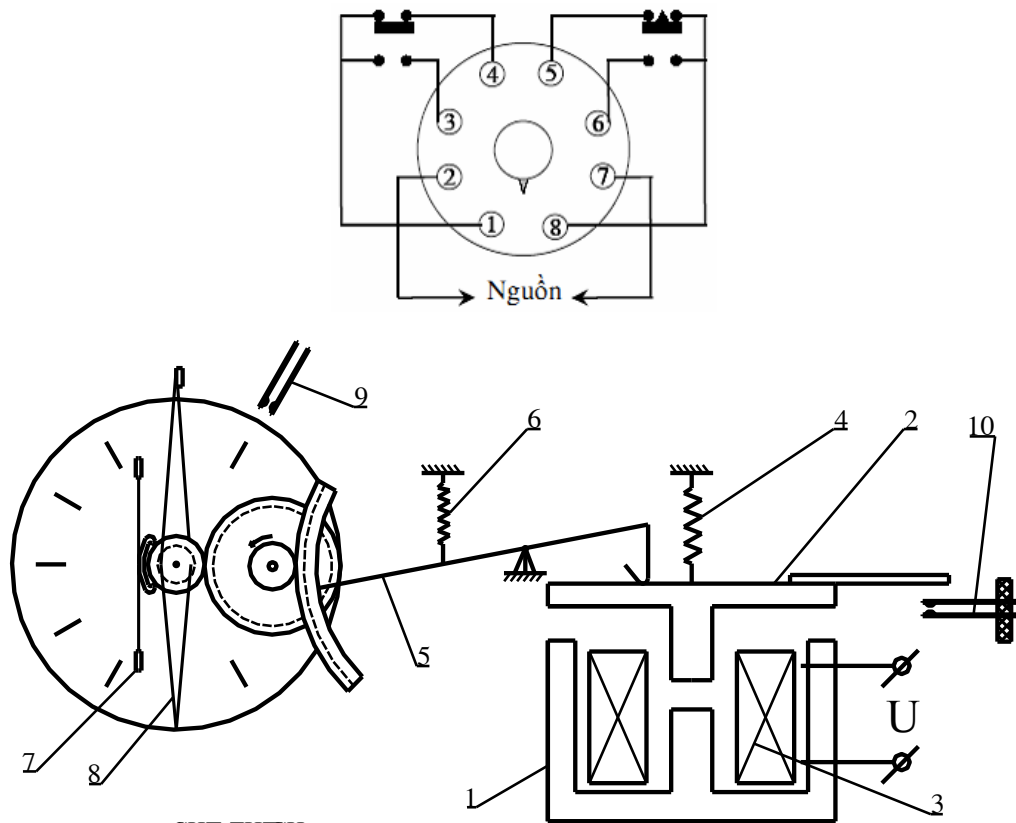
Tiếp điểm thường đóng, mở chậm, đóng nhanh

Nguyên lý hoạt động:

Khi cấp nguồn vào cuộn dây của Role thời gian ON DELAY, các tiếp điểm tác động không tính thời gian chuyển đổi trạng thái tức thời (thường đóng hở ra, thường hở đóng lại), các tiếp điểm tác động có tính thời gian không đổi. Sau khoảng thời gian đã định trước, các tiếp điểm tác động có tính thời gian sẽ chuyển trạng thái và duy trì trạng thái này.

Khi ngừng cấp nguồn vào cuộn dây, tất cả các tiếp điểm tức thời trở về trạng thái ban đầu.

Sau đây là sơ đồ chân của Role thời gian ON DELAY:



**CHỈ THÍCH**

- 1- Nam châm điện; 2- Nắp từ; 3- Cuộn dây hút; 4- Lò xo nhà; 5- Tay đòn; 6- lò xo kéo;
- 7- Cơ cấu cóc; 8- Tay quay; 9- Tiếp điểm đóng chậm; 10- Tiếp điểm đóng nhanh;

Hình 5. 35: Sơ đồ chân của role thời gian ON DELAY

- Mạch từ 1, nắp 2 làm bằng thép lá kỹ thuật điện dập ghép lại để tránh tổn hao trong lõi thép, đồng thời chế tạo đơn giản hơn, cuộn dây 3 đặt ở trụ giữa của mạch từ. Nắp 2 được nối với lò xo nhả số 4. Một đầu tay đòn 5 của cơ cấu đồng hồ tỳ vào nắp 2 nhờ lò xo kéo 6. Khi NCD được cấp điện, nắp 2 được hút xuống làm hệ thống bánh răng đồng hồ quay dưới tác động của lò xo kéo 6, dẫn đến tay quay 8 quay và sau 1 thời gian tác động lên hệ tiếp điểm 9. Nhờ quả lắc (dao động) và cơ cấu cóc 7, tốc độ quay của tay quay được giảm xuống và không đổi, làm cho thời gian tác động của role được kéo dài, độ chính xác và tính ổn định làm việc được tăng cao. Điều chỉnh thời gian tác động của role bằng cách thay đổi góc quay ban đầu giữa tay quay 8 và hệ tiếp điểm 9.

- Ngoài ra, role còn 1 hệ thống tiếp điểm tức thời 10 được đóng mở nhờ nắp NCD, thời gian tác động trễ của role thời gian đồng hồ đạt tới 20 giây  $\pm 1$  c, ROLE thời gian OFF DELAY

Ký hiệu:

Cuộn dây role thời gian :



Điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây Role thời gian được ghi trên nhãn, thông thường 110V, 220V...

Hệ thống tiếp điểm:

*Tiếp điểm tác động không tính thời gian:* Tiếp điểm này hoạt động tương tự các tiếp điểm của Role trung gian.

Role trung gian.

Thường đóng



hoặc

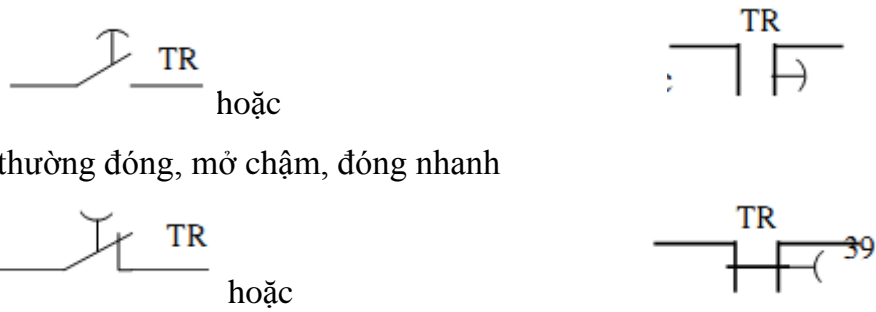
Thường mở



hoặc

*Tiếp điểm tác động có tính thời gian:*

Tiếp điểm thường mở, đóng chậm, mở nhanh:



Tiếp điểm thường đóng, mở chậm, đóng nhanh

Nguyên lý hoạt động:

Khi cấp nguồn vào cuộn dây của Role thời gian OFF DELAY, các tiếp điểm tác động tức thời và duy trì trạng thái này.

Khi ngừng cấp nguồn vào cuộn dây, tất cả các tiếp điểm tác động không tính thời gian trở về trạng thái ban đầu. Tiếp sau đó một khoảng thời gian đã định trước, các tiếp điểm tác động có tính thời gian sẽ chuyển về trạng thái ban đầu.

d, Giới thiệu một số role thời gian thông dụng.

- Role thời gian: Hãng Omron, role bán dẫn, điện áp nguồn 200-230V

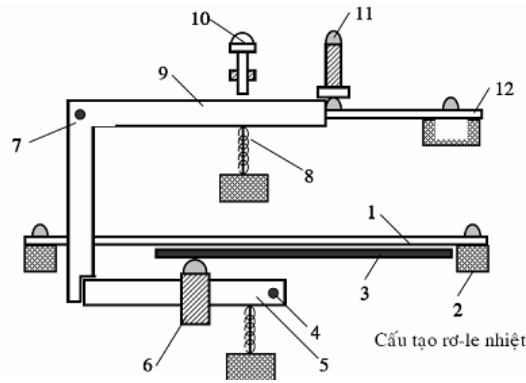


Hình 5. 36: Một số role thời gian thông dụng

### 5.3.2.3. Role nhiệt

a, Khái niệm, cấu tạo

Rơ le nhiệt là một khí cụ điện để bảo vệ động cơ và mạch điện khi có sự cố quá tải. Rơ le nhiệt không tác động tức thời theo trị số dòng điện vì nó có quán tính nhiệt lớn, phải có thời gian phát nóng, do đó nó làm việc có thời gian từ vài giây đến vài phút.



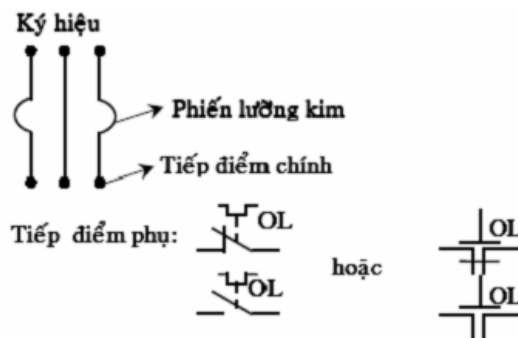
Hình 5. 37: Cấu tạo rơ-le nhiệt

Phần tử phát nóng 1 được đấu nối tiếp với mạch động lực bởi vít 2 và ôm phiến lưỡng kim 3. Vít 6 trên giá nhựa cách điện 5 dùng để điều chỉnh mức độ uốn cong đầu tự do của phiến 3. Giá 5 xoay quanh trục 4, tùy theo trị số dòng điện chạy qua phần tử phát nóng mà phiến lưỡng kim cong nhiều hay ít, đẩy vào vít 6 làm xoay giá 5 để mở ngắt đòn bẩy 9. Nhờ tác dụng lò xo 8, đòn bẩy 9 xoay quanh trục 7 ngược chiều kim đồng hồ làm mở tiếp điểm động 11 khỏi tiếp điểm tĩnh 12. Nút nhấn 10 để Reset Role nhiệt về vị trí ban đầu sau khi phiến lưỡng kim nguội trở về vị trí ban đầu.

b, Nguyên lý hoạt động:

Nguyên lý chung của Rơle nhiệt là dựa trên cơ sở tác dụng nhiệt làm dẫn nở phiến kim loại kép. Phiến kim loại kép gồm hai lá kim loại có hệ số giãn nở khác nhau (hệ số giãn nở hơn kém nhau 20 lần) ghép chặt với nhau thành một phiến bằng phương pháp cán nóng hoặc hàn. Khi có dòng điện quá tải đi qua, phiến lưỡng kim được đốt nóng, uốn cong về phía kim loại có hệ số giãn nở bé, đẩy cần gạt làm lò xo co lại và chuyển đổi hệ thống tiếp điểm phụ.

Để Role nhiệt làm việc trở lại, phải đợi phiến kim loại nguội và kéo cần Reset của Role nhiệt.



Hình 5. 38: Ký hiệu

c, Phân loại Role nhiệt:

- Theo kết cấu Role nhiệt chia thành hai loại: Kiểu hở và kiểu kín.
- Theo yêu cầu sử dụng: Loại một cực và hai cực.
- Theo phương thức đốt nóng:

- Đốt nóng trực tiếp: Dòng điện đi qua trực tiếp tấm kim loại kép. Loại này có cấu tạo đơn giản, nhưng khi thay đổi dòng điện định mức phải thay đổi tấm kim loại kép, loại này không tiện dụng.

- Đốt nóng gián tiếp: Dòng điện đi qua phần tử đốt nóng độc lập, nhiệt lượng tỏa ra gián tiếp làm tấm kim loại cong lên. Loại này có ưu điểm là muốn thay đổi dòng điện định mức ta chỉ cần thay đổi phần tử đốt nóng. Nhược điểm của loại này là khi có quá tải lớn, phần tử đốt nóng có thể đạt đến nhiệt độ khá cao nhưng vì không khí truyền nhiệt kém, nên tấm kim loại chưa kịp tác động mà phần tử đốt nóng đã bị cháy đứt.

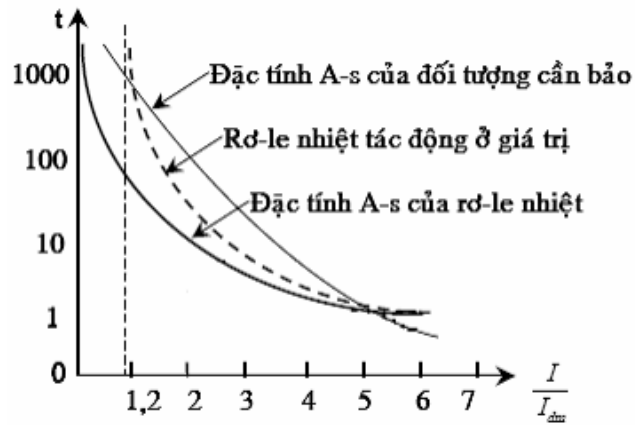
- Đốt nóng hỗn hợp: Loại này tương đối tốt vì vừa đốt trực tiếp vừa đốt gián tiếp. Nó có tính ổn định nhiệt tương đối cao và có thể làm việc ở bội số quá tải lớn.

d, Chọn lựa Role nhiệt

Đặc tính cơ bản của Role nhiệt là quan hệ giữa dòng điện phụ tải chạy qua và thời gian tác động của nó (gọi là đặc tính thời gian - dòng điện, A - s). Mặt khác, để đảm bảo yêu cầu giữ được tuổi thọ lâu dài của thiết bị theo đúng số liệu kỹ thuật đã cho của nhà sản xuất, các đối tượng bảo vệ cũng cần đặc tính thời gian dòng điện.

Lựa chọn đúng Role là sao cho đường đặc tính A - s của Role gần sát đường đặc tính A - s của đối tượng cần bảo vệ. Nếu chọn thấp quá sẽ không tận dụng được công suất của động cơ điện, chọn cao quá sẽ làm giảm tuổi thọ của thiết bị cần bảo vệ.

Trong thực tế, cách lựa chọn phù hợp là chọn dòng điện định mức của Role nhiệt bằng dòng điện định mức của động cơ điện cần bảo vệ, Role sẽ tác động ở giá trị  $(1,2 \div 1,3)I_{dm}$ . Bên cạnh, chế độ làm việc của phụ tải và nhiệt độ môi trường xung quanh phải được xem xét.



Hình 5. 39: Đặc tính A-s của rơ le nhiệt

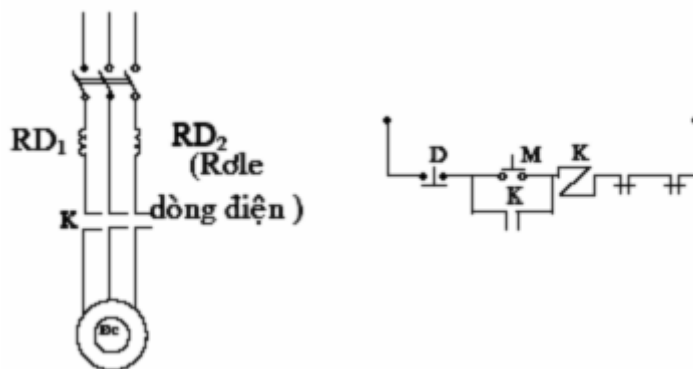
**e, Giới thiệu một số rơ le nhiệt thông dụng.**



Hình 5. 40: Rơ le nhiệt

**5.3.2.4. Role dòng điện**

- Chức năng: Dùng để bảo vệ quá tải và ngắn mạch.



Hình 5. 41: Sơ đồ mạch sử dụng rơ le dòng điện

- Cuộn dây hút có ít vòng và quấn bằng dây to mắc nối tiếp với mạch điện cần bảo vệ, thiết bị thường đóng ngắt trên mạch điều khiển.



- Khi dòng điện động cơ tăng lớn đến trị số tác động của Role, lực hút nam châm thắng lực cản lò xo làm mở tiếp điểm của nó, ngắt mạch điện điều khiển qua công tắc tơ K, mở các tiếp điểm của nó tách động cơ ra khỏi lưới.

Role dòng điện được sử dụng rộng rãi trong các sơ đồ bảo vệ quá dòng (quá tải, ngắn mạch) và tự động điều khiển trong hệ thống điện và truyền động điện.

➤ Phân loại role dòng điện:

- Phân loại theo nguyên lý hoạt động:

- + Role dòng điện kiểu điện từ.
- + Role dòng điện kiểu cảm ứng.
- + Role dòng điện kiểu không tiếp điểm.

- Phân loại theo chức năng bảo vệ:

- + Role dòng điện cực đại.
- + Role dòng điện thứ tự không.
- + Role dòng điện thứ tự nghịch.
- + Role dòng điện xung.
- + Role dòng điện tần số cao.

#### 5.3.2.5. Role số

a, Khái niệm

Role số là loại role trong đó việc sử lý các đại lượng tín hiệu làm việc trên các bộ phận chức năng của role được thực hiện theo kỹ thuật số hay kỹ thuật logic. Về cấu tạo, role số được xây dựng từ các linh kiện bán dẫn, chủ yếu là các vi mạch số, nên đôi khi còn gọi là role bán dẫn.

Người ta đã tạo ra được những role số có các tính năng làm việc ngày một đa dạng và phức tạp hơn, với các ưu điểm vượt trội so với các role kiểu khác. Cho nên role số được sử dụng ngày càng rộng rãi trong nghiên cứu khoa học, nó là thành quả tiến bộ khoa học kỹ thuật tổng hợp của các ngành công nghệ.

b, Phân loại, ưu nhược điểm

➤ **Phân loại**

- + Theo chức năng sử dụng: có role bảo vệ và role điều khiển.
- + Theo khả năng sử lý thông tin: có role không có bộ vi xử lý và có bộ vi xử lý.
- + Theo đại lượng đầu vào: có role một đại lượng và hai đại lượng.

+ Theo loại điện sử dụng: có role một chiều và role xoay chiều.

Mặt khác, role số được hiểu rộng ra là thiết bị có tín hiệu ra thay đổi theo đường đặc tính role: tăng hoặc giảm đột ngột từ giá trị cực tiểu đến giá trị cực đại và ngược lại. Cho nên, mặc dù role số được tổ hợp từ nhiều phần tử role (phần tử logic) đơn giản có hàm truyền logic  $y = x$  hoặc  $y = \bar{x}$ , để có khả năng sử lý tín hiệu theo các hàm logic phức tạp, nhưng vẫn được xem là một role.

➤ **Ưu nhược điểm:**

**- Ưu điểm :**

+ Role số làm việc và sử lý tín hiệu theo kỹ thuật số.

+ Cấu tạo của role chủ yếu là các vi mạch bán dẫn và các linh kiện điện tử làm việc với điện áp thấp, dòng điện nhỏ.

+ Role số không có các bộ phận chuyển động cơ học nên không bị ảnh hưởng do sự trục trặc yếu kém của các bộ phận gây ra khi chúng bị mòn, rỉ, biến dạng...

+ Có độ nhạy, độ chính xác cao, có thể điều chỉnh các thông số làm việc của role sát với khả năng làm việc của thiết bị được bảo vệ.

**- Nhược điểm:**

+ Yêu cầu người vận hành, sửa chữa có trình độ cao

+ Giá thành cao, đầu tư lớn.

+ Chỉ một linh kiện hoặc bộ phận nào đó của role bị hư hỏng cũng làm cho role không làm việc được, gây ngừng trệ tác hại đến cả hệ thống máy móc công tác. Khi có thể sửa chữa khắc phục nhanh chóng, nên phải có thiết bị dự phòng cao hơn các role điện cơ.

+ Phụ thuộc nhiều vào bên cung cấp hàng trong sửa chữa, nâng cấp thiết bị.

+ Chất lượng làm việc chịu ảnh hưởng nhiều của môi trường lắp đặt, nhất là nhiệt độ, độ ẩm.

- Về cơ bản role số vẫn có những ưu điểm vượt trội mà các kiểu role khác không có. Vì thế role số được xem như là thế hệ role mới và được sử dụng ngày càng được rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khoa học, công nghệ và đời sống.

c, Cấu tạo, nguyên lý làm việc.

- Các khối chính của role số:

+ Khối đầu vào.

- + Khối vi xử lý.
- + Khối đầu ra.
- + Khối giao diện sử dụng.
- + Khối nguồn cung cấp.

- Khối đầu vào: Nhận tín hiệu từ role phía trước, từ các thiết bị đo lường... các đại lượng này được biến đổi cho phù hợp với đầu vào của bộ phận biến đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số.

- Khối vi xử lý: Ghi nhớ nội dung các thông số, chức năng, chương trình làm việc của role được đặt vào ban đầu. Thực hiện tính toán logic, so sánh tín hiệu đầu vào với nội dung được ghi nhớ. Khi kết quả đạt đến ngưỡng đã định sẽ phát tín hiệu cho đầu ra role và hiển thị nội dung trên khối giao diện.

- Khối đầu ra: Chuyển tín hiệu phát ra của role đến các thiết bị nối phía sau của role. Khối này thường là các phần tử logic đóng ngắt mạch bằng Transistor hoặc role điện từ công suất bé.

- Khối giao diện: là nơi và phương tiện để người và role, thiết bị trao đổi thông tin làm việc.

- Khối nguồn cung cấp: Nhận nguồn cung cấp từ bên ngoài, xoay chiều hoặc một chiều, biến đổi và ổn định thành nguồn phù hợp cung cấp cho các khối của role làm việc.

d, Giới thiệu một số role số thông dụng.

- Role bảo vệ dòng dò và chạm đất: Dùng trong hệ thống 3 pha 4 dây hoặc 1 pha, thời gian tác động ngắt: 0-9s, mức giới hạn ngắt: 30mA-30°, nguồn cấp: 240VAC/110VAC.



Hình 5. 42: Role bảo vệ dòng dò và chạm đất

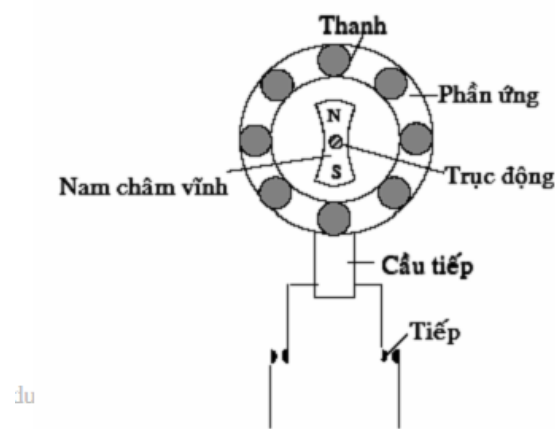
- Role bảo vệ điện áp ba pha: bảo vệ thấp áp, quá áp, ngược pha, mất cân bằng pha, áp dụng bảo vệ pha tại các tủ phân phối hoặc tủ bảo vệ động cơ. Thời gian cắt:

mất pha: 2s, cao áp: 0,5-10s, thấp áp: 0,5-10s, ngược pha: 0,1s, mất cân bằng pha: 3s, tự động reset sau 1 hoặc 5s.



Hình 5. 43: Role bảo vệ điện áp ba pha

### 5.3.2.6. Role vận tốc



Hình 5. 44: Role vận tốc

Làm việc theo nguyên tắc phản ứng điện từ được dùng trong các mạch hãm của động cơ. Role được mắc đồng trục với động cơ và mạch điều khiển. Khi được quay, nam châm vĩnh cửu quay theo. Từ trường của nó quét lên các thanh dẫn sẽ sinh ra suất điện động và dòng điện cảm ứng. Dòng điện này nằm trong từ trường sẽ sinh ra suất điện động và dòng điện cảm ứng. Dòng điện này nằm trong từ trường sẽ sinh ra lực điện từ làm cho phần ứng quay, di chuyển cần tiếp điểm đến đóng tiếp điểm của nó. Khi tốc độ động cơ giảm nhỏ gần bằng không, lực điện từ yếu đi, trọng lượng cần tiếp điểm đưa nó về vị trí cũ và mở tiếp điểm của nó. Role vận tốc thường dùng trong các mạch điều khiển hãm ngược động cơ.

#### Câu hỏi:

1. Vẽ các ký hiệu của: Công tắc tơ, khởi động từ, rơ le thời gian, rơ le nhiệt, rơ le trung gian?
2. Trình bày ứng dụng của khởi động từ (vẽ mạch minh họa)?

3. Trình bày ứng dụng của rơ le thời gian? (vẽ mạch minh họa)?
4. Trình bày cấu tạo của rơ le nhiệt?
5. Có thể sử dụng rơ le nhiệt để bảo vệ ngắn mạch cho động cơ điện được không? Tại sao?

### Câu hỏi, bài tập cuối chương 5

Câu 1. Trình bày các thông số cơ bản của rơ le?

Câu 2. Có thể sử dụng rơ le nhiệt để bảo vệ ngắn mạch cho động cơ điện được không?  
Tại sao?

Câu 3. Trình bày các biện pháp cải thiện đặc tính của cầu chì?

Câu 4. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc, cách lựa chọn cầu chì?

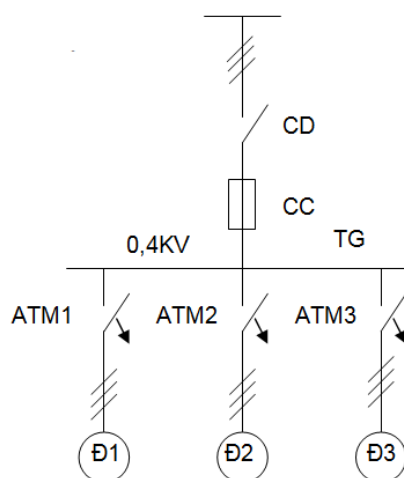
Câu 5. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc, cách lựa chọn aptomat?

Câu 6. Nêu công dụng, thông số kỹ thuật, cách lựa chọn khởi động từ?

Câu 7. Động cơ không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc có thông số định mức sau:  $P_{đm} = 20\text{kW}$ ;  $n_{đm} = 730\text{v/ph}$ ;  $\Delta/Y - 220/380\text{ V}$ ;  $\eta_{đm}(\%) = 88$ ,  $\cos\varphi_{đm} = 0,82$ ;  $k_{mm} = 5,5$ . Điện áp nguồn 380/220V. Hãy chọn dây chảy cầu chì bảo vệ động cơ cho biết động cơ mở máy không tải?

Câu 8. Cho mạng điện như hình vẽ và các thông số sau:  $I_{mmĐ1} = 88\text{ A}$ ,  $I_{mmĐ2} = 55,2\text{ A}$ ,  $I_{mmĐ3} = 152\text{A}$ . Bảng thông số thiết bị được cho trong bảng sau:

TT	Động cơ Đ1	Động cơ Đ2	Động cơ Đ3
$P_{đm}(\text{KW})$	12	10	22
$\cos\varphi$	0,8	0,8	0,85
$K_{mm}$	4	3	4
$K_{sd}$	0,2	0,25	0,15
Chế độ khởi động	Có tải	Không tải	Không tải



Hãy:

a, Tính chọn các Aptomat có trong mạng điện.

b, Tính chọn cầu chì có trong mạng điện.

c, Tính chọn cầu dao có trong mạng điện.

Câu 9. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch khởi động động cơ KĐB sử dụng khởi động từ đơn, thuyết minh nguyên lý hoạt động?

Câu 10. Sơ đồ nguyên lý mạch đảo chiều động cơ KĐB sử dụng khởi động từ kép, thuyết minh nguyên lý hoạt động?

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Văn Chới, Bùi Tín Hữu, Nguyễn Tiến Tôn, (2011), *Khí cụ điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [2] Trần Quang Khánh, (2008), *Bảo hộ lao động và kỹ thuật an toàn điện*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [3]. PGS.TS. Trần Văn Tóp, Nguyễn Quang Thuần, (2010), *Giáo trình kỹ thuật an toàn điện*, NXB Giáo dục Việt Nam
- [4]. Nguyễn Đình Thắng, (2009), *Giáo trình an toàn điện*, NXB Giáo dục Việt Nam
- [5]. Hồ Xuân Thanh, Phạm Xuân Hồ, (2014), *Giáo trình khí cụ điện*, NXB Đại học Quốc gia.

## PHỤ LỤC

Hình 1. 1: Sơ đồ thay thế của điện trở người .....	7
Hình 1. 2: Sự phụ thuộc của điện trở người vào áp lực và diện tích tiếp xúc .....	8
Hình 1. 3: Sự phụ thuộc của điện trở người vào điện áp ứng với thời gian tiếp xúc khác nhau (0.015s và 3s) .....	8
Hình 1. 4: Phân bố điện áp tiếp xúc và điện áp bước khi dòng điện sự cố chạy vào trong đất .....	12
Hình 1. 5: Dạng chạm đất đi vào đất qua bản cực bán cầu .....	13
Hình 1. 6: Dòng chạm đất đi vào đất qua bản cực bán cầu .....	14
Hình 1. 7: Đường cong chỉ sự phân bố điện áp của các điểm trên mặt đất lúc có chạm đất. ....	14
Hình 1. 8: Người chạm vào thiết bị điện mà cách điện 1 pha bị chọc thủng .....	15
Hình 1. 9: Phân bố thế của các điểm trên mặt đất .....	17
Hình 1. 10: Các biện pháp kỹ thuật an toàn .....	19
Hình 1. 11: Ba yếu tố cần thiết cho quá trình cháy .....	21
Hình 1. 12: Cấp cứu theo phương pháp nằm sấp a) Thở ra; b) Thở vào.....	26
Hình 1. 13: Cấp cứu theo phương pháp nằm ngửa.....	27
Hình 1. 14: Cấp cứu theo phương pháp nằm ngửa có hai người trợ giúp.....	27
Hình 1. 15: Cấp cứu theo phương pháp thổi ngạt .....	28
Hình 1. 16: Cấp cứu theo phương pháp ấn tim ngoài lồng ngực .....	29
Hình 2. 1: Người chạm vào 2 cực của mạng một pha.....	32
Hình 2. 2: Người chạm vào một cực của mạng một pha.....	34
Hình 2. 3: Người chạm vào một cực trong mạng ba pha .....	36
Hình 2. 4: Người chạm vào một điểm của dây nối đất.....	38
Hình 2. 5: Người chạm vào một điểm của dây không nối đất.....	40
Hình 2. 6: Người chạm vào một điểm của dây pha.....	41
Hình 3. 1: Bảo vệ nối đất trong mạch điện hai dây (a), sơ đồ thay thế (b) .....	45
Hình 3. 2: Nối đất tập trung.....	46
Hình 3. 3: Nối đất mạch vòng .....	47
Hình 3. 4: Sự phụ thuộc điện trở suất của đất vào lượng độ ẩm tính bằng phần trăm.....	49
Hình 3. 5: Khuôn và các dạng nối kết .....	51
Hình 3. 6: Vật liệu thực hiện hệ thống đất .....	51
Hình 3. 7: Cọc hóa chất .....	52
Hình 3. 8: Máy đo điện trở nối đất và điện trở suất của đất.....	52
Hình 3. 9: Bảo vệ nối đất trong mạng 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất.....	54
Hình 3. 10: Bảo vệ nối dây trung tính trong mạng điện 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất .....	55



Hình 3. 11: Bảo vệ nối dây trung tính trong mạng điện 3 pha 5 dây .....	56
Hình 3. 12: Ví dụ về nối dây trung tính các thiết bị .....	56
Hình 3. 13: Xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp .....	58
Hình 3. 14: Sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp.....	58
Hình 4. 1: Sơ đồ mạch điện .....	64
Hình 4. 2: Khảo sát quá trình xuất hiện hồ quang giữa hai điện cực .....	65
Hình 4. 3: Đồ thị thể hiện các thành phần điện áp .....	66
Hình 4. 4: Dạng sóng của dòng điện, điện áp hồ quang.....	67
Hình 4. 5: Các biện pháp nhân tạp dập tắt hồ quang thường dùng .....	70
Hình 4. 6: Tiếp xúc cố định .....	71
Hình 4. 7: Tiếp xúc đóng mở.....	71
Hình 4. 8: Tiếp xúc trượt .....	72
Hình 4. 9: Cấu tạo nam châm điện .....	73
Hình 4. 10: Cấu trúc và ký hiệu của Diode bán dẫn.....	77
Hình 4. 11: Đặc tính V-A của Diode bán dẫn .....	78
Hình 4. 12: Cấu trúc và ký hiệu Transistor .....	79
Hình 4. 13: Đặc tính ra của transistor.....	79
Hình 4. 14: Sơ đồ mạch điện nguyên lý và ký hiệu cổng And.....	80
Hình 4. 15: Sơ đồ mạch điện nguyên lý và ký hiệu cổng OR .....	81
Hình 4. 16: Sơ đồ mạch điện và ký hiệu cổng NOT .....	82
Hình 4. 17: Mạch điều khiển động cơ xoay chiều ba pha có đảo chiều quay dùng phần tử không tiếp điểm.....	83
Hình 4. 18: Mạch khởi động động cơ xoay chiều 3 pha qua 2 cấp điện trở phụ có đảo chiều quay theo nguyên tắc thời gian không có tiếp điểm .....	84
Hình 4. 19: Mạch điều khiển động cơ khởi động sao tam giác dùng phần tử không tiếp điểm .....	84
Hình 5. 1: Cấu tạo cầu dao .....	87
Hình 5. 2: Nguyên lý hoạt động của cầu dao .....	87
Hình 5. 3: Ký hiệu cầu dao không có cầu chì.....	88
Hình 5. 4: Ký hiệu cầu dao có cầu chì bảo vệ.....	88
Hình 5. 5: Một số công tắc thường gặp .....	89
Hình 5. 6: Nút ấn .....	90
Hình 5. 7: Nút ấn đơn .....	91
Hình 5. 8: Nút nhấn kép.....	91
Hình 5. 9: Cầu chì điện công suất nhỏ.....	93
Hình 5. 10: Cầu chì ống.....	93
Hình 5. 11: Cấu tạo cầu chì .....	95
Hình 5. 12: Đặc tính A-S của cầu chì.....	96

Hình 5. 13: Giảm đồ thời gian của quá trình phát sinh hồ quang.....	97
Hình 5. 14: Ký hiệu cầu chì.....	97
Hình 5. 15: Đặc tính Ampe – giây của các loại cầu chì .....	98
Hình 5. 16: Biểu đồ dòng điện.....	99
Hình 5. 17: Hệ thống tiếp điểm của aptomat.....	100
Hình 5. 18: Hệ thống truyền động tiếp điểm .....	101
Hình 5. 19: Aptomat bảo vệ dòng điện cực đại.....	102
Hình 5. 20: Đặc tính bảo vệ Aptomat bảo vệ dòng điện cực đại.....	103
Hình 5. 21: Aptomat bảo vệ dòng điện cực tiểu.....	103
Hình 5. 22: Aptomat bảo vệ điện áp thấp.....	104
Hình 5. 23: Aptomat 1 pha, 3 pha công suất nhỏ và trung bình dùng trong dân dụng và công nghiệp.....	104
Hình 5. 24: Aptomat 3 pha công suất trung bình và lớn chỉ dùng trong công nghiệp.....	104
Hình 5. 25: Trạng thái làm việc của nam châm.....	110
Hình 5. 26: Công tắc tơ 1 chiều.....	111
Hình 5. 27: Công tắc tơ xoay chiều .....	112
Hình 5. 28: Biểu diễn contactor trên sơ đồ.....	113
Hình 5. 29: Sơ đồ nguyên lý mạch khởi động động cơ KĐB sử dụng KĐT đơn .....	115
Hình 5. 30: Sơ đồ nguyên lý mạch đảo chiều động cơ KĐB sử dụng KĐT kép .....	116
Hình 5. 31: Đặc tính của rơ le .....	119
Hình 5. 32: Cấu tạo rơ le trung gian .....	120
Hình 5. 33: Ký hiệu của rơ le trung gian .....	121
Hình 5. 34: Một số loại rơ le trung gian .....	121
Hình 5. 35: Sơ đồ chân của rơ le thời gian ON DELAY.....	123
Hình 5. 36: Một số rơ le thời gian thông dụng .....	125
Hình 5. 37: Cấu tạo rơ le nhiệt .....	126
Hình 5. 38: Ký hiệu .....	126
Hình 5. 39: Đặc tính A-s của rơ le nhiệt.....	128
Hình 5. 40: Rơ le nhiệt .....	128
Hình 5. 41: Sơ đồ mạch sử dụng rơ le dòng điện .....	128
Hình 5. 42: Role bảo vệ dòng dò và chạm đất.....	131
Hình 5. 43: Role bảo vệ điện áp ba pha.....	132
Hình 5. 44: Role vận tốc.....	132
Bảng 1. 1: Tác dụng của trị số dòng điện với cơ thể người.....	9
Bảng 1. 2: Phần trăm dòng điện tổng đi qua tim .....	10
Bảng 3. 1: Hệ số mùa theo các hình thức nổi đất.....	50
Bảng 3. 2 :Thông số kỹ thuật của aptomat kiểu A3100 do Liên Xô chế tạo.....	106

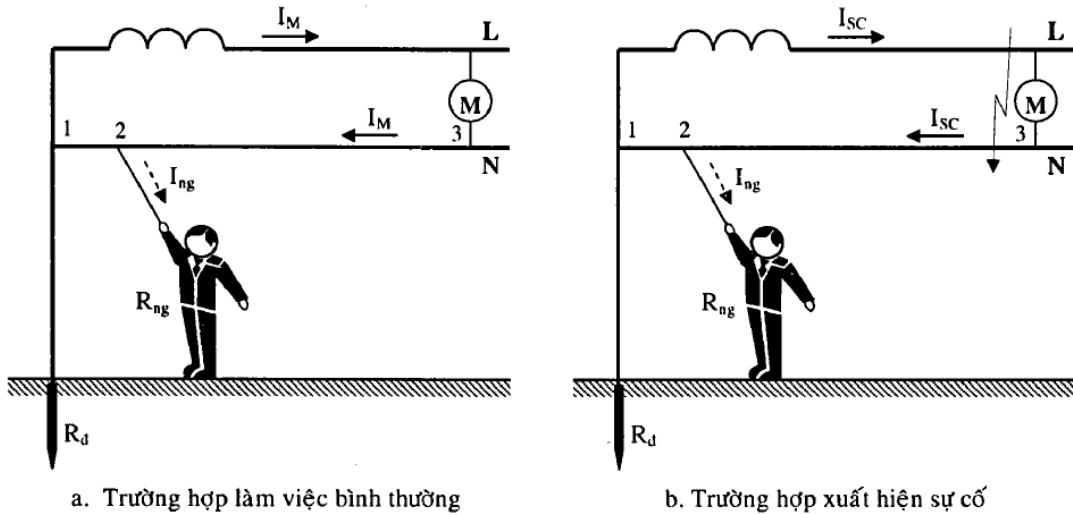
Bảng 4. 1: Bảng trị số hàm logics của cổng And .....	81
Bảng 4. 2: Bảng trị số hàm logics của cổng OR.....	82
Bảng 4. 3: Bảng trạng thái cổng NOT .....	83
Bảng 5. 1: Thông số kỹ thuật khởi động từ .....	117

## CÁC CÂU HỎI THƯỜNG GẶP

**1. Câu hỏi 1:** Hãy phân tích chế độ mạng điện nối đất khi người chạm vào dây trung tính của mạng điện?

### Câu trả lời

Khi người chạm vào dây trung tính của mạng điện



Gọi  $I$  là dòng điện làm việc lúc bình thường, phân bố điện áp trên dây dẫn có nối đất  $N$  (dây trung hòa) có dạng tuyến tính theo chiều dài. Điện áp so với đất có giá trị cực tiểu tại điểm 1 ( $U_{\min} = U_1 = 0$ ) và có giá trị cực đại tại 3 ( $U_{\max} = U_3 = R_{13} \cdot I$ ). Khi người chạm vào điểm 2 trên dây dẫn có nối đất sẽ chịu điện áp  $U_{ng}$  và giá trị này được xác định theo biểu thức:

$$U_{ng} = U_2 = \frac{R_{12}}{R_{13}} U_{\max} = \frac{L_{12}}{L_{13}} U_{\max}$$

Điện áp  $U_2$  đạt giá trị cực đại khi người chạm vào điểm 3. Tuy nhiên, giá trị điện áp cực đại này chỉ vào khoảng 2,5%  $U$  và không có khả năng gây nguy hiểm cho người.

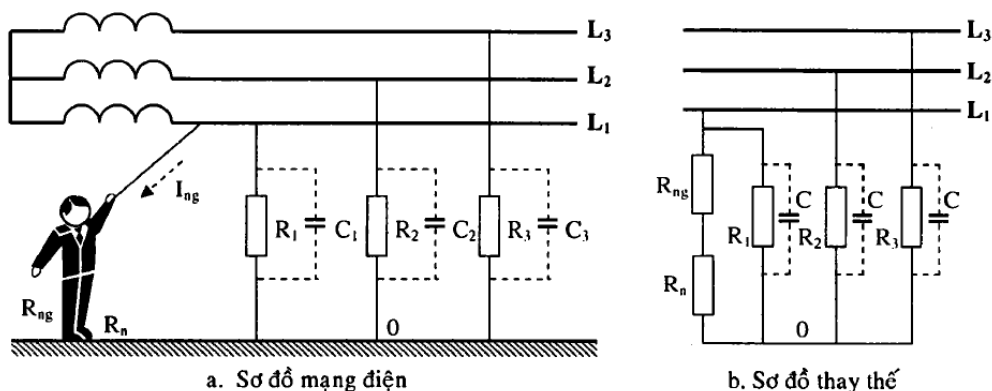
Khi xảy ra ngắn mạch tại điểm 3, dòng điện ngắn mạch  $I_{sc}$  có giá trị rất lớn. Điều này dẫn đến  $U_{ng}$  có giá trị lớn nhất và có thể gây nguy hiểm cho người:

$$U_{ng} = U_3 = I_{sc} R_{13} = \frac{U}{2}$$

Trường hợp này, thiết bị bảo vệ cần nhanh chóng cắt nhanh để bảo vệ an toàn cho người.

**2. Câu hỏi 2:** Hãy phân tích chế độ mạng điện cách điện với đất khi người chạm vào một cực của mạng điện ba pha?

Xét trường hợp người chạm vào một cực của mạng ba pha



### Câu trả lời

Giả thiết ban đầu mạng điện đối xứng có  $U_A = U_B = U_C$

- Điện trở cách điện của 3 pha là như nhau và bằng điện trở cách điện  $R_{cd}$  nên ta có  $U_A + U_B + U_C = 0$ .

Khi có sự tiếp xúc của cơ thể người với 1 pha thì sự đối xứng bị phá vỡ. Điện áp của pha bị chạm sẽ giảm xuống, còn điện áp hai pha kia sẽ tăng lên. Xuất hiện một điện thế trung tính gọi là chuyển dịch trung tính  $U_0$ .

Theo định luật kiechoff 1 ta có:

$$I_{ng} + I_A + I_B + I_C = 0$$

Giá trị các dòng điện khi có sự tiếp xúc:

$$I_{ng} = \frac{U_C - U_0}{R_{ng}}, I_A = \frac{U_A - U_0}{R_{cd}}, I_B = \frac{U_B - U_0}{R_{cd}}, I_C = \frac{U_C - U_0}{R_{cd}}$$

$$\text{Rút } U_0 = \frac{R_{cd} U_C}{R_{cd} + 3R_{ng}}$$

$$I_{ng} = \frac{3U_C}{3R_{ng} + R_{cd}}$$

Trong trường hợp cách điện bị hư hỏng, tức  $R_{cd} = 0$  thì giá trị dòng điện  $I_{ng}$  sẽ tương đương với trường hợp chạm vào dây pha ở mạng điện trung tính nối đất và sẽ rất nguy hiểm. Giá trị điện trở tối thiểu của cách điện để đảm bảo an toàn được xác định theo biểu thức:

$$R_{cdmin} = \frac{3 \cdot U}{I_{at}} - 3R_{ng}$$

Trong đó:  $I_{at}$  là ngưỡng an toàn của dòng điện chạy qua cơ thể người ( $I_{at} \leq 10 \cdot 10^{-3} \text{A}$ )

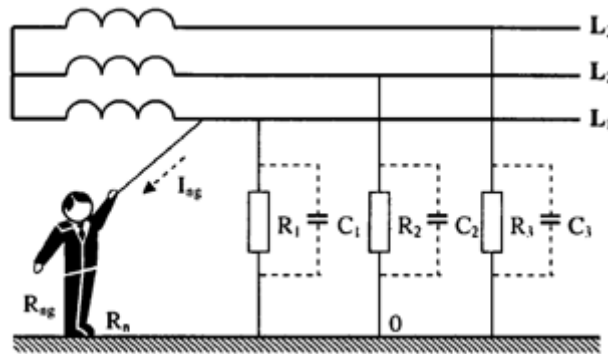
Trường hợp  $R_1 \neq R_2 \neq R_3$  thì

$$I_{ng} = U \frac{R_1 \sqrt{R_2^2 + R_2 R_3 + R_3^2}}{R_{ng}(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) + R_1 R_2 R_3}$$

Trường hợp kể đến điện dung C thì

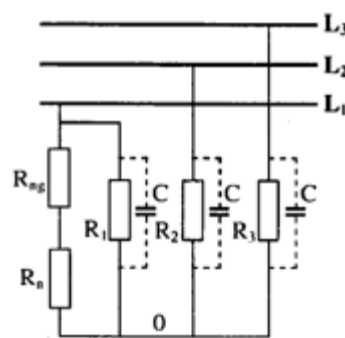
$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} \frac{I}{\sqrt{3} \sqrt{1 + \frac{R_C(R_C + 6R_{ng})}{9 + (1 + R_C^2 \omega^2 C^2)R_{ng}^2}}}$$

**3. Câu hỏi 3:** Hãy đánh giá mức độ nguy hiểm khi chạm vào dây pha của mạng điện 3 pha 380V có trung tính cách ly. Tính toán trong 2 trường hợp: mạng điện làm việc bình thường và sự cố chạm masse? Biết  $R_{cd} = 24k\Omega$ , điện trở người  $R_{ng} = 1k\Omega$ ? (Vẽ sơ đồ thay thế)



**Câu trả lời**

Sơ đồ thay thế:



Sơ đồ thay thế

- Ở chế độ làm việc bình thường, dòng điện chạy qua cơ thể người được xác định:

$$I_{ng} = \frac{3U_{ph}}{3R_{ng} + R_{cd}}$$

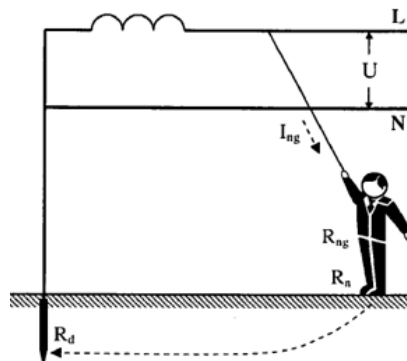
$$I_{ng} = \frac{3.U_{ph}}{3R_{ng} + R_{cd}} = \frac{3.220}{3.1000 + 24000} = (A) = (mA)$$

- Khi sự cố ở chạm masse thì dòng điện qua người sẽ tăng  $\sqrt{3}$  lần

$$I_{SCng} = \sqrt{3}.I_{ng}$$

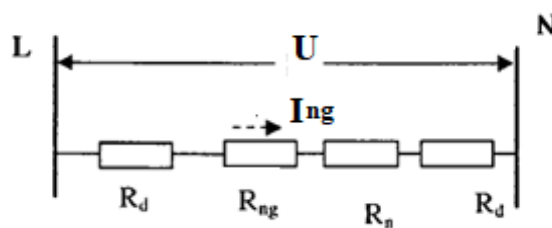
$$I_{SCng} = \sqrt{3}.I_{ng} = \sqrt{3}.0,422 = 0,731(A) = 73,1(mA)$$

**4. Câu hỏi 4:** Hãy xác định dòng điện qua người và điện áp tiếp xúc khi người đứng và không đứng trên thảm cách điện có  $R_n=70k\Omega$  và chạm vào dây không nối đất của mạng điện có điện áp 220V. Cho biết điện trở người tính toán  $R_{ng}=1k\Omega$  điện trở dây dẫn có thể bỏ qua? (Vẽ sơ đồ thay thế)



**Câu trả lời**

Sơ đồ thay thế:



Trường hợp người đứng trên thảm cách điện

Dòng điện qua người được xác định theo biểu thức

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng} + R_n} :$$

Thay số

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng} + R_n} = \frac{220}{1000 + 70000} = 0,0031 (A) = 3,1mA$$

Điện áp tiếp xúc cũng chính là điện áp người và được xác định theo biểu thức:

$$U_T = U_{ng} = I_{ng} \cdot R_{ng} = 0,003 \cdot 1000 = 3,1 \text{ (V)}$$

Giá trị điện áp tiếp xúc này nhỏ hơn giá trị điện áp tiếp xúc cho phép  $U_{T_{cp}} = 50V$  nên không gây nguy hiểm cho người.

Trường hợp người không đứng trên thảm cách điện

Dòng điện qua người được xác định theo biểu thức

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ (A)} = 220 \text{ (mA)}$$

Điện áp tiếp xúc cũng chính là điện áp người và được xác định theo biểu thức:

$$U_T = U_{ng} = I_{ng} \cdot R_{ng} = 0,22 \cdot 1000 = 220V$$

**5. Câu hỏi 5:** Xác định dòng điện qua người, khi người chạm vào một cực của mạng điện ba pha điện áp dây 400V, cách điện so với đất, tần số 50Hz. Cho biết giá trị điện trở cách điện của dây dẫn so với đất  $R_c = 66,3M\Omega$ , giá trị điện dung  $C = 10\mu F$  và giá trị điện trở tính toán của người  $R_{ng} = 1000\Omega$

#### Câu trả lời

Giá trị dòng điện qua người

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} \frac{1}{\sqrt{3} \sqrt{1 + \frac{R_c(R_c + 6R_{ng})}{9(1 + R_c^2 \omega^2 R^2)R_{ng}^2}}}$$

$$I_{ng} = \frac{400}{1000} \frac{1}{\sqrt{3} \sqrt{1 + \frac{66,3 \cdot 10^6(66,3 \cdot 10^6 + 6 \cdot 1000)}{9[1 + (66,3 \cdot 10^6)^2 314^2 (10 \cdot 10^{-6})^2]} 1000^2}}$$

$$I_{ng} = 0,0437 \text{ A} = 43,7 \text{ mA}$$

Như vậy, khi xét đến điện dung  $C$  thì dòng điện qua người có giá trị tăng gấp 4,37 lần so với giá trị dòng điện qua người và đã đạt đến mức có thể gây nguy hiểm cho người.

**6. Câu hỏi 6:** Cùng một khí cụ điện làm việc ở 3 chế độ khác nhau: dài hạn, ngắn hạn, ngắn hạn lặp lại. Chế độ nào cho phép quá tải lớn nhất và nhỏ nhất? Tại sao?

#### Câu trả lời



Chế độ làm việc dài hạn cho phép quá tải nhỏ nhất và chế độ làm việc ngắn hạn cho phép quá tải lớn nhất.

Ở chế độ làm việc dài hạn thời gian làm việc đủ lớn để  $\tau = \tau_{od}$ . Khi làm việc ở trạng thái quá tải  $\tau > \tau_{od}$  trong thời gian dài sẽ dẫn đến hư hỏng thiết bị nên chỉ cho phép hoạt động quá tải trong thời gian ngắn

Ở chế độ làm việc ngắn hạn thời gian làm việc chưa đủ lớn nên độ tăng nhiệt chưa đến trị số xác lập còn thời gian nghỉ đủ dài để nhiệt độ thiết bị bằng nhiệt độ môi trường. Khi thiết bị làm việc sau thời gian làm việc  $t_{lv}$  độ tăng nhiệt chỉ mới đạt tới  $\tau_1 < \tau_{cp}$  điều đó chứng tỏ chưa tận dụng hết khả năng chịu nhiệt của thiết bị nên để tận dụng khả năng chịu nhiệt của thiết bị thường nâng cao công suất làm việc tới  $P_2$  sao cho  $t = t_{lv}$ , độ tăng nhiệt  $\tau = \tau_{cp}$ . Vậy ở chế độ ngắn hạn thiết bị có thể cho phép làm việc quá tải đặc trưng bằng hệ số quá tải.

$$\text{Quá tải theo công suất } K_p = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{1}{1 - e^{-\frac{t_{lv}}{T}}}$$

$$\text{Quá tải theo dòng điện } K_i = \sqrt{K_p}$$

Hệ số quá tải càng lớn khi thời gian làm việc càng bé và hằng số phát nóng càng bé.

**7. Câu hỏi 7:** Có thể sử dụng rơ le nhiệt để bảo vệ ngắn mạch cho động cơ điện được không? Tại sao?

#### Câu trả lời

- Rơ le nhiệt là khí cụ điện dùng để bảo vệ quá tải cho động cơ điện, mạch điện
- Không thể sử dụng rơ le nhiệt để bảo vệ ngắn mạch cho động cơ điện được.
- Vì rơ le nhiệt cần có thời gian để đốt nóng phần tử nhiệt, mà thời gian xảy ra ngắn mạch rất nhanh (thời gian quá độ) không kịp đốt nóng phần tử nhiệt của rơ le nhiệt.

**8. Câu hỏi 8:** Trạm biến áp 315 (kVA), điện áp 22/0,4 (kV) cấp điện cho hai dây phố, mỗi dây có công suất tính toán 150 (kW), cho  $\cos\varphi = 0,85$  (bỏ qua kiểm tra điều kiện ngắn mạch). Hãy lựa chọn các aptômát đặt trong tủ phân phối của trạm.

#### Câu trả lời

Dòng điện tính toán của mỗi dây phố là:

$$I_{n1} = I_{n2} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos\varphi}$$

$$= \frac{150}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 268,12(A)$$

Chọn Aptomat nhánh A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> là: I<sub>dmAN</sub> ≥ I<sub>ttN</sub>

Suy ra chọn: I<sub>dmA1</sub> = I<sub>dmA2</sub> ≥ 268,12 A

Dòng điện định mức của máy biến áp:

$$I_{dmB} = \frac{S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{315}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 454,66(A)$$

Aptomat tổng chọn theo dòng định mức của máy biến áp:

I<sub>dmAT</sub> ≥ I<sub>dmB</sub> suy ra chọn: I<sub>dmAT</sub> ≥ 454,66 A

**9. Câu hỏi 9:** Bảng thông số thiết bị được cho trong bảng sau:

STT	Tên thiết bị	Công suất P <sub>dm</sub> (kW)	Cosφ	K <sub>mm</sub>
1	Động cơ Đ1	12	0,8	4
2	Động cơ Đ2	10	0,8	3
3	Động cơ Đ3	22	0,85	4

Hãy xác định: Dòng điện định mức và dòng điện mở máy của mỗi động cơ.

### Câu trả lời

- Xác định dòng điện phụ tải:

Áp dụng công thức: I<sub>dmĐ</sub> =  $\frac{P_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi}$

+ Dòng điện định mức của động cơ 1:

$$I_{dmĐ1} = \frac{P_{dm1}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{12}{1,7 \cdot 0,4 \cdot 0,8} = 22,06 \approx 22 (A)$$

+ Dòng điện định mức của động cơ 2:

$$I_{dmĐ2} = \frac{P_{dm2}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{10}{1,7 \cdot 0,4 \cdot 0,8} = 18,38 \approx 18,4 (A)$$

+ Dòng điện định mức của động cơ 3:

$$I_{dmĐ3} = \frac{P_{dm3}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot \cos \varphi} = \frac{22}{1,7 \cdot 0,4 \cdot 0,85} = 38,06 \approx 38 (A)$$

- Xác định dòng điện mở máy cho động cơ:

Áp dụng công thức: I<sub>mmĐ</sub> = K<sub>mm</sub> · I<sub>dmĐ</sub>

+ Dòng điện mở máy cho động cơ Đ1:

$$I_{mmD1} = K_{mm} \cdot I_{dmD1} = 4.22 = 88(A)$$

+ Dòng điện mở máy cho động cơ Đ2:

$$I_{mmD2} = K_{mm} \cdot I_{dmD2} = 3.18,4 = 55,2(A)$$

+ Dòng điện mở máy cho động cơ Đ3:

$$I_{mmD3} = K_{mm} \cdot I_{dmD3} = 4.38 = 152(A)$$

**10. Câu hỏi 10:** Trình bày khái niệm Aptomat, các yêu cầu cơ bản của Aptomat?

#### **Câu trả lời**

Aptomat là khí cụ điện hạ áp dùng để bảo vệ mạch điện, thiết bị điện khi có sự cố: quá tải, ngắn mạch, giảm thấp điện áp, thay đổi phương công suất.

Aptomat còn dùng để đóng cắt không thường xuyên những mạch điện công suất nhỏ làm việc ở chế độ định mức.

Aptomat đóng cắt mạch điện tự động hoặc bằng tay.

Các yêu cầu cơ bản đối với áp tô mát:

- Chế độ làm việc dài hạn thì nhiệt độ phát nóng của áp tô mát phải nhỏ hơn nhiệt độ phát nóng cho phép.
- Ở chế độ sự cố thì dòng điện ngắn mạch không được làm hỏng bộ phận của aptomat, phải có độ bền nhiệt cao.
- Khả năng cắt của áp tô mát phải lớn
- Aptomat phải có thời gian cắt bé, độ tin cậy cao, bảo vệ chọn lọc, sử dụng an toàn, công suất cắt lớn, kích thước nhỏ gọn.

**11. Câu hỏi 11:** Điện trở suất của đất phụ thuộc vào những yếu tố nào?

#### **Câu trả lời**

Điện trở suất của đất phụ thuộc vào những yếu tố sau:

- Thành phần của đất
- Độ ẩm
- Nhiệt độ
- Độ nén của đất

**12. Câu hỏi 12:** Trình bày các tình huống dẫn đến tai nạn vì điện và phương pháp tách người bị điện giật ra khỏi mạng điện?

#### **Câu trả lời**

Các tình huống dẫn đến tai nạn vì điện là:

- Tiếp xúc trực tiếp.

- Tiếp xúc gián tiếp

Phương pháp tách người bị điện giật ra khỏi mạng điện :

- Mạng điện hạ áp

+ Trường hợp có thể cắt mạch điện bằng các thiết bị điều khiển đóng cắt cần nhanh chóng cắt mạch điện bằng cầu dao, aptomat gần nhất.

+ Trường hợp không thể sử dụng các thiết bị đóng cắt thì có thể dùng sào cách điện, gậy gỗ khô... để gạt dây dẫn khỏi người bị nạn. Trong các trường hợp đó cần sử dụng các phương tiện phòng hộ cá nhân như ủng, giày, gang tay cách điện, đứng trên thảm cách điện hoặc ván khô

+ Có thể dùng dao, rìu có cán gỗ khô hoặc kim cách điện để chặt đứt dây dẫn điện.

+ Có thể túm áo hoặc kéo tóc khô của nạn nhân. Trong mọi trường hợp tuyệt đối không được chạm vào người bị điện giật

- Mạng điện cao áp

+ Việc tiến hành giải phóng nạn nhân ra khỏi mạng điện cao áp nhất thiết phải dùng các phương tiện an toàn như sào cách điện, ủng, giày, gang tay cách điện...

+ Có thể dùng thiết bị nối đất di động để tạo ngắn mạch và cắt máy cắt ở đầu nguồn, lưu ý khi ném dây nối đất di động lên đường dây phải nối đất trước một đầu

**13. Câu hỏi 13:** Các ảnh hưởng của trị số dòng điện giật đến tai nạn điện? Nếu cùng một trị số dòng điện thì dòng điện xoay chiều nguy hiểm hơn hay dòng điện một chiều nguy hiểm hơn?

#### Câu trả lời

Các ảnh hưởng của trị số dòng điện giật đến tai nạn điện:

- Dòng điện là nhân tố trực tiếp gây tổn thương khi bị điện giật.

- Thông thường thì dòng điện 100mA xoay chiều gây nguy hiểm chết người.

- Tuy nhiên, cũng có trường hợp dòng điện chỉ khoảng 5-10mA đã làm chết người.

- Thường lấy trị số dòng điện an toàn 10mA đối với dòng điện xoay chiều và 50mA với dòng điện một chiều.

Trị số dòng điện	Tác dụng của dòng điện xoay chiều	Tác dụng của dòng điện một chiều

(mA)		
0.6 – 1.5	Bắt đầu thấy tê	Chưa có cảm giác
2 – 3	Ngón tay tê rất mạnh	Chưa có cảm giác
3 – 7	Bắp thịt bắt đầu co	Đau như kim châm
8 – 10	Tay không rời khỏi vật có điện	Nóng tăng lên
20 – 25	Tay không rời khỏi vật có điện, đau khó thở	Bắp thịt co và rung
50 – 80	Cơ quan hô hấp bị tê liệt, tim bắt đầu đập mạnh	Tay khó rời khỏi vật có điện, khó thở
90 – 100	Cơ quan hô hấp bị tê liệt, kéo dài 3s hoặc dài hơn tim ngừng đập	Cơ quan hô hấp bị tê liệt

Nếu cùng một trị số của dòng điện ta nhận thấy dòng điện xoay chiều nguy hiểm hơn dòng điện một chiều.

**14. Câu hỏi 14:** Trình bày các biện pháp bảo vệ chống tác động của trường điện từ?

#### **Câu trả lời**

- Các biện pháp bảo vệ chống tác động của trường điện từ:
- + Khoanh vùng tác động của trường điện từ bằng rào ngăn và các biển cảnh báo
- + Giảm bức xạ điện từ của các nguồn có thể được bằng tăng khoảng cách, giảm công suất máy
- + Chọn chế độ làm việc hợp lý của các thiết bị
- + Việc sửa chữa thiết bị là nguồn trường điện từ cần tiến hành ngoài vùng ảnh hưởng của các nguồn khác
- + Tổ chức hệ thống thông báo về tình trạng làm việc của các nguồn trường điện từ xung
- + Soạn thảo quy trình an toàn khi làm việc

- Các biện pháp công nghệ kỹ thuật gồm :
- + Áp dụng công nghệ tự động điều khiển từ xa
- + Nối đất tất cả các cấu kiện kim loại không mạng điện
- + Sử dụng các phương tiện ngăn chặn sự xâm nhập của năng lượng trường điện từ ở nơi làm việc

**15. Câu hỏi 15:** Mức độ nguy hiểm của điện giật phụ thuộc vào những yếu tố nào?

#### **Câu trả lời**

Mức độ nguy hiểm của điện giật phụ thuộc vào những yếu tố:

- + Điện trở cơ thể người.
- + Trị số dòng điện giật
- + Đường đi của dòng điện
- + Thời gian tác dụng của dòng điện
- + Tần số dòng điện giật
- + Đặc điểm sức khỏe riêng của từng người và yếu tố về môi trường xung quanh cũng ảnh hưởng đến mức độ nguy hiểm do điện giật

## BÀI TẬP THỰC HÀNH

### Bài thực hành số 1: Cấp cứu người bị điện giật (Số tiết: 03 tiết)

+ **Mục đích của bài thực hành:** Trang bị cho sinh viên kiến thức để xử lý khi gặp người khi bị điện giật.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sinh viên cần nắm chắc phương pháp tách người bị nạn ra khỏi mạch điện, sơ cứu người bị nạn và làm hô hấp nhân tạo cho người bị nạn.

#### + Bài giải mẫu

Bài 1.1: Phương pháp tách người bị nạn ra khỏi mạch điện.

a, Trường hợp cắt được mạch điện

Phương pháp tốt nhất là tức khắc cắt điện bằng cách cắt cầu dao, công tắc điện liên quan đến nguồn điện giật nạn nhân và ở gần nạn nhân nhất.

Khi cắt điện cần chú ý:

Vì có thể cắt điện vào ban đêm nên cần phải có các nguồn sáng dự phòng.

Nếu người bị nạn ở trên cao thì phải có phương tiện hứng đỡ khi người đó rơi xuống.

b, Trường hợp không cắt được mạch điện

Đối với mạch điện hạ áp: Người cứu chữa phải có biện pháp an toàn cá nhân thật tốt như đứng trên bàn ghế bằng gỗ khô, đi dép cao su hoặc đi ủng, mang găng tay cách điện... Dùng tay đeo găng cao su kéo nạn nhân ra khỏi dây điện, hoặc dùng gậy gỗ, tre khô gạt dây điện ra khỏi nạn nhân hoặc túm lấy áo, quần (khô) của nạn nhân kéo ra. Ngoài ra cũng có thể dùng búa, rìu cán bằng gỗ... để chặt đứt dây điện.

Đối với mạch điện cao áp: Tốt nhất là phương tiện thông tin báo cho điện lực khu vực gần nhất để cắt điện và người cứu chữa bắt buộc phải trang bị an toàn cá nhân đầy đủ: ủng cách điện, găng tay cách điện và dùng sào cách điện cao thế để gạt hoặc đẩy người bị nạn ra khỏi mạng điện

Tóm lại khi tách nạn nhân khỏi mạng điện cần chú ý:

- Ở điện cao áp phải chờ cắt điện.
- Không được nắm tay không và tiếp xúc với phần để trần của người bị nạn.
- Không tiếp xúc với những vật dẫn hay dây dẫn ở gần người bị nạn.

#### + Bài tập thực hành mức độ cơ bản

## Bài 1.2: Phương pháp sơ cứu người bị nạn.

### a, Nạn nhân chưa mất tri giác

- Khi người bị điện giật chưa mất tri giác biểu hiện: chỉ bị mê trong chốc lát, còn thờ yếu.

- Cần phải để nạn nhân ở chỗ thoáng khí, yên tĩnh và tức thì đi mời y bác sĩ.

### b. Nạn nhân mất tri giác

- Khi người bị điện giật đã mất tri giác nhưng vẫn còn thờ nhẹ, tim đập yếu.

- Cần đặt nạn nhân ở nơi thoáng khí, yên tĩnh, nới rộng quần áo, thắt lưng, lấy vật trong miệng nếu có, cho nạn nhân ngửi amoniac, xoa bóp toàn thân người bị nạn cho nóng lên, đồng thời cho người đi mời y bác sĩ.

### c, Nạn nhân đã tắt thở

- Khi người bị điện giật không thở, tim ngừng đập, toàn thân co giật.

- Cần phải đưa nạn nhân ra chỗ thoáng khí, bằng phẳng, nới rộng quần áo, thắt lưng, moi miệng nạn nhân xem có vướng gì không rồi nhanh chóng làm hô hấp nhân tạo hay hà hơi thổi ngạt kết hợp với xoa tim làm cho đến khi nào có y bác sĩ đến.

+ **Bài thực hành mức độ nâng cao.**

## Bài 1.3: Phương pháp làm hô hấp nhân tạo.

### a, Phương pháp nằm sấp

Đặt người bị nạn nằm sấp, một tay đặt dưới đầu (Hình 1.1). Đặt đầu nghiêng và tay còn lại để duỗi thẳng. Người cứu chữa quỳ trên lưng và hai tay cứ bóp theo hơi thở của mình, ấn vào hoành cách mô theo hướng tim.



Hình 1.1: Cấp cứu theo phương pháp nằm sấp

a) Thở ra; b) Thở vào

Khi tim đập được thì hô hấp cũng sẽ dần dần hồi phục được.

Nhược điểm của phương pháp này là khối lượng không khí vào trong phổi ít.



Ưu điểm của phương pháp nằm sấp là với vị trí đặt nạn nhân như trên, các chất dịch vị và nước miếng không theo đường khí quản vào bên trong và cản trở sự hô hấp.

b, Phương pháp nằm ngửa

Nếu người cấp cứu có thêm người giúp việc thì đặt nạn nhân nằm ngửa (Hình 1.2).

Dưới lưng đặt thêm áo quần cho đầu ngửa ra sau và lồng ngực được rộng rãi thoải mái. Người cấp cứu chính quỳ ở đằng đầu cầm hai tay nạn nhân kéo lên thả xuống theo nhịp thở của mình. Người giúp việc thì kéo lười. Nếu có hai người giúp việc thì công việc kéo hai tay lên xuống do hai người làm, còn người ở phía đầu chỉ kéo lười. Phương pháp này có nhược điểm là nạn nhân nằm ngửa nên dịch vị dễ chạy lên cuống họng làm cản trở hô hấp. Khi thấy có hiện tượng tốt (mí mắt rung rinh, môi rung) thì lập tức nghỉ hô hấp nhân tạo vài giây để cho nạn nhân tự hô hấp. Lúc nạn nhân đã tự thở được phải bọc cho họ thật ấm và không cho cử động vì tim lúc ấy hãy còn yếu có thể nạn nhân bị ngắt lại.



Hình 1.2: Cấp cứu theo phương pháp nằm ngửa

a) Thở ra; b) Thở vào



Hình 1.3: Cấp cứu theo phương pháp nằm ngửa có hai người trợ giúp

a) Thở ra; b) Thở vào

c, Phương pháp thổi ngạt (hà hơi thổi ngạt)

Trong cấp cứu nạn nhân bị ngừng thở hay ngắt, trước kia ta thường làm theo hai phương pháp nói trên (phương pháp nằm sấp và phương pháp nằm ngửa).

Các phương pháp này hiệu lực kém vì chỉ đem rất ít lượng không khí vào phổi. Ngoài ra còn có khó khăn nếu có thêm các phần thương tổn khác như nạn nhân bị gãy xương sườn, gãy cột sống... vì các động tác này quá mạnh. Tuy vậy đối với trường hợp bị thương ở hàm mặt các phương pháp trên vẫn có tác dụng. Những năm gần đây ở trên thế giới, phương pháp hô hấp nhân tạo được thay thế bằng phương pháp thổi ngạt. Cứu chữa theo phương pháp này lượng không khí vào phổi nhiều hơn hai phương pháp trên từ 6 đến 15 lần.

Cách thực hiện như sau:

1. Trước một nạn nhân ngừng thở hay thoi thóp việc trước tiên là phải thổi ngạt ngay.

Đặt nạn nhân nằm ngửa, người cấp cứu quỳ bên cạnh sát ngang vai, nhìn mắt nạn nhân. Một tay nâng gáy, một tay nâng cằm, ngửa hẳn đầu nạn nhân ra phía trước để cho cuống lưỡi không bịt kín đường hô hấp (Hình 1.4). Cũng có khi chi dùng động tác này nạn nhân đã bắt đầu thở được.



*Hình 1.4: Cấp cứu theo phương pháp thổi ngạt*

Nếu nạn nhân chưa thở được, người cấp cứu vẫn để đầu nạn nhân ở tư thế trên, một tay mở miệng, một tay luồn một ngón có vải sạch, kiểm tra trong họng nạn nhân, lau hết đờm rãi, chất nôn và moi hết hàm răng giả, răng gãy... đang làm vướng cổ họng. Đặt một miếng gạc mỏng che kín miệng nạn nhân.

Người cấp cứu hít thật mạnh, một tay vẫn mở miệng, một tay bóp hai bên bịt kín mũi nạn nhân, áp kín miệng mình vào miệng nạn nhân rồi thổi mạnh (đối với trẻ em thổi nhẹ hơn một chút).

Ngực nạn nhân phồng lên, người cấp cứu ngẩng đầu lên hít hơi thứ hai, khi đó nạn nhân sẽ tự thở ra được do sức đàn hồi của lồng ngực.

Tiếp tục như thế với nhịp độ khoảng 10 lần 1 phút, liên tục cho đến khi nạn nhân hồi tỉnh: hơi thở trở lại, môi mắt hồng hào, hoặc cho đến khi nạn nhân có dấu hiệu đã chết hẳn biểu hiện bằng đồng tử trong mắt giãn to (thường là 1 ÷ 2 giờ sau).

## 2. Thổi ngạt kết hợp với ấn tim ngoài lồng ngực.

Nếu gặp nạn nhân mê man, không nhúc nhích, tím tái, ngừng thở, không nghe thấy tim đập phải lập tức ấn tim ngoài lồng ngực kết hợp với thổi ngạt.

Mọi người tiến hành thổi ngạt như trên.



Hình 1.5: Cấp cứu theo phương pháp ấn tim ngoài lồng ngực

Người thứ hai làm việc ấn tim:

Hai bàn tay chồng lên nhau, đè vào 1/3 dưới xương ức, ấn mạnh bằng cả sức cơ thể, tì xuống vùng xương ức (không tì sang phía xương sườn để phòng nạn nhân có thể bị gãy xương) (Hình 1.5).

Sau mỗi lần ấn xuống, lại nới nhẹ tay để lồng ngực trở lại như cũ.

Nhịp độ phối hợp giữa hai người như sau: cứ ấn tim 5 đến 6 lần lại phối hợp thổi ngạt 1 lần, tức là ấn 50 đến 60 lần trong 1 phút.

Thổi ngạt kết hợp với ấn tim là phương pháp hiệu quả nhất nhưng cần chú ý là khi nạn nhân bị tổn thương cột sống không nên làm động tác ấn tim.

## **Bài thực hành số 2: Phòng cháy chữa cháy, sử dụng bình cứu hỏa (Số tiết: 03 tiết)**

+ **Mục đích của bài thực hành:** Trang bị cho sinh viên kiến thức để xử lý khi xảy ra cháy nổ.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sinh viên cần nắm chắc kiến thức và phương pháp xử lý khi xảy ra cháy nổ, biết cách thao tác sử dụng bình cứu hỏa khi xảy ra cháy nổ.

### **+ Bài giải mẫu**

Bài 2.1: Hướng dẫn sử dụng bình chữa cháy bột và bình chữa cháy bột CO<sub>2</sub>

1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: Bình chữa cháy bột. CO<sub>2</sub>: MT3(3kg CO<sub>2</sub>) - MT5(5kg CO<sub>2</sub>)....

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

b. Lắp ghép mạch

*Bình chữa cháy CO<sub>2</sub>: MT3(3kg CO<sub>2</sub>) - MT5(5kg CO<sub>2</sub>)....*

a) Cấu tạo



*Hình 2.1: Cấu tạo bình chữa cháy CO<sub>2</sub>*

b) Công dụng

- Bình chữa cháy CO<sub>2</sub> là loại bình chữa cháy xách tay bên trong chứa khí CO<sub>2</sub> -790C được nén với áp lực cao, dùng để dập tắt các đám cháy nhỏ mới phát sinh: Đám cháy chất rắn, chất lỏng và hiệu quả cao đối với đám cháy thiết bị điện, đám cháy trong phòng kín, buồng hầm. Cách sử dụng và thao tác đơn giản thuận tiện, hiệu quả.

c) Cách sử dụng và nguyên lý chữa cháy

Khi xảy ra cháy, xách bình CO<sub>2</sub> tiếp cận đám cháy, một tay cầm loa phun hướng vào gốc lửa tối thiểu là 0,5m còn tay kia mở khóa van bình. Khi mở van bình,

do có sự chênh lệch về áp suất, CO<sub>2</sub> lỏng trong bình thoát ra ngoài qua hệ thống ống lặn và loa phun chuyển thành dạng như tuyết thán khí, lạnh tới -790C. Khi phun vào đám cháy CO<sub>2</sub> có tác dụng làm loãng nồng độ hỗn hợp hơi khí cháy, đồng thời làm lạnh vùng cháy dẫn tới triệt tiêu đám cháy.

Chú ý:

- Đọc hướng dẫn, nắm kỹ tính năng tác dụng của từng loại bình để bố trí dập các đám cháy cho phù hợp.

- Khi phun phải tắt hẳn mới ngừng phun.

- Khi dập các đám cháy chất lỏng phải phun phủ lên bề mặt cháy, tránh phun sục xuống chất lỏng.

- Khi phun tùy thuộc vào từng đám cháy mà chọn vị trí, khoảng cách đứng phun cho phù hợp.

- Không nên sử dụng bình để dập các đám cháy ngoài trời. Nếu dùng, khi phun phải chọn đầu hướng gió.

- Đề phòng bỏng lạnh. Chỉ được cầm vào phần nhựa, cao su trên vòi và loa phun.

- Trước khi phun ở phòng kín, phải báo cho mọi người ra hết khỏi phòng, phải dự trù lối thoát ra sau khi phun.

d) Những điểm chú ý khi sử dụng bảo quản bình CO<sub>2</sub>

Không sử dụng bình khí CO<sub>2</sub> để chữa các đám cháy có kim loại kiềm, kiềm thổ, than cốc, phân đạm. Vì khi phun khí CO<sub>2</sub> vào đám cháy sẽ sinh ra phản ứng hoá học, trong phản ứng đó sẽ tạo ra khí CO là loại khí vừa độc hại vừa có nguy hiểm cháy nổ làm cho đám cháy phát triển phức tạp thêm.

Khi phun phải cầm vào phần nhựa của loa phun, tránh cầm vào phần kim loại và nhất là không để khí CO<sub>2</sub> phun vào người sẽ gây bỏng lạnh. Không nên dùng bình khí CO<sub>2</sub> chữa các đám cháy ở nơi trống trải, có gió mạnh vì hiệu quả thấp.

Khi chữa cháy các thiết bị có điện cao thế phải đi ủng và găng tay cách điện; chữa cháy trong phòng kín phải có biện pháp bảo đảm an toàn cho người.

Đặt bình ở nơi râm mát, dễ thấy, dễ lấy, thuận tiện khi sử dụng. Không để bình ở nơi có nhiệt độ cao quá 550C để gây hiện tượng tăng áp suất dẫn đến nổ bình nếu van an toàn không hoạt động.

Thường xuyên kiểm tra, bảo dưỡng, thay thế nếu thấy hỏng hóc các bộ phận của bình: Loa phun, vòi phun, van khoá. Thay thế những bình bị rò khí.

Phương pháp kiểm tra lượng CO<sub>2</sub> trong bình: Phổ biến là phương pháp cân, nếu thấy lượng CO<sub>2</sub> giảm so với lượng CO<sub>2</sub> ban đầu là bình bị rò khí.

### *Bình bột chữa cháy*

#### a) Cấu tạo



*Hình 2.1: Cấu tạo bình bột chữa cháy*

#### b) Công dụng

Bình chữa cháy bột là bình chữa cháy bên trong chứa khí N<sub>2</sub> làm lực đẩy để phun bột dập tắt đám cháy. Tùy theo mỗi loại bình chữa cháy có thể dập tắt được các đám cháy chất rắn, lỏng, khí cháy, đám cháy điện và thiết bị điện mới phát sinh. Bột chữa cháy không độc, không dẫn điện, có hiệu quả cao; thao tác sử dụng bình đơn giản, dễ kiểm tra, dùng để chữa cháy những đám cháy nhỏ, mới phát sinh.

Các chữ cái A, B, C trên bình thể hiện khả năng dập cháy của bình chữa cháy đối với các đám cháy khác nhau. Cụ thể:

A: Chữa các đám cháy chất rắn như: gỗ, bông, vải, sợi...

B: Chữa các đám cháy chất lỏng như: xăng dầu, cồn, rượu...

C: Chữa các đám cháy chất khí như: gas (khí đốt hoá lỏng),...

Các số 2, 4, 8 thể hiện trọng lượng bột được nạp trong bình, đơn vị tính bằng kilôgam.

Ví dụ: Bình chữa cháy ký hiệu MFZ8, trên bình có ghi ABC là bình chữa cháy có thể dùng để chữa cháy hầu hết các đám cháy chất rắn, chất lỏng, chất khí dễ cháy...

#### c) Cách sử dụng

\* Đối với loại xách tay: Khi có cháy xảy ra xách bình tới gần địa điểm cháy. Lắc xóc bình từ 3-4 lần để bột tơi, giật chốt hãm kẹp chì, chọn đầu hướng gió hướng

loa phun vào gốc lửa. Giữ bình ở khoảng cách 1,5m tùy loại bình, bóp van bình để bột chữa cháy phun ra, khi khí yếu thì tiến lại gần và đưa loa phun qua lại để dập tắt hoàn toàn đám cháy.

\* Đối với bình xe đẩy:

Đẩy xe đến chỗ có hỏa hoạn, kéo vòi rulo dẫn bột ra, hướng lăng phun bột vào gốc lửa.

Giật chốt an toàn (kẹp chì), kéo van chính trên miệng bình vuông góc với mặt đất.

Cầm chặt lăng phun chọn thuận chiều gió và bóp cò, bột sẽ được phun ra.

Khi mở van (tùy từng loại bình có cấu tạo van khoá khác nhau thì cách mở khác nhau) bột khô trong bình được phun ra ngoài nhờ lực đẩy của khí nén (nén trực tiếp với bột hoặc trong chai riêng) qua hệ thống ống dẫn. Khi phun vào đám cháy bột có tác dụng kìm hãm phản ứng cháy và cách ly chất cháy với ôxy không khí, mặt khác ngăn cản hơi khí cháy tiến vào vùng cháy dẫn đến đám cháy bị dập tắt.

Chú ý:

- Đọc hướng dẫn, nắm kỹ tính năng tác dụng của từng loại bình để bố trí bình cho phù hợp.

- Khi phun phải đứng ở đầu hướng gió (cháy ngoài); đứng gần cửa ra vào (cháy trong). Khi phun phải tắt hẳn mới ngừng phun.

- Khi dập các đám cháy chất lỏng phải phun chất chữa cháy bao phủ lên bề mặt cháy, tránh phun xục trực tiếp xuống chất lỏng để phòng chúng bắn ra ngoài, cháy to hơn.

- Khi phun tùy thuộc vào từng đám cháy và lượng khí đẩy còn lại trong bình mà chọn vị trí, khoảng cách đứng phun cho phù hợp.

- Bình chữa cháy đã qua sử dụng cần để riêng tránh nhầm lẫn.

- Khi phun giữ bình ở tư thế thẳng đứng.

d) Những điểm chú ý khi sử dụng bảo quản bình bột chữa cháy

- Để nơi dễ thấy, dễ lấy thuận tiện cho việc chữa cháy.

- Đặt ở nơi khô ráo, thoáng gió, tránh những nơi có ánh nắng và bức xạ nhiệt mạnh, nhiệt độ cao nhất là 500C. Nếu để ngoài nhà phải có mái che.

- Khi di chuyển cần nhẹ nhàng. Tránh tiếp xúc trực tiếp với nhiệt độ cao, thiết bị rung động.

- Phải thường xuyên kiểm tra bình theo quy định của nhà sản xuất hoặc ít nhất 3 tháng/lần. Nếu kim chỉ dưới vạch đỏ thì phải nạp lại khí.

- Kiểm tra khí đầy thông qua áp kế hoặc cân rồi so sánh với khối lượng ban đầu. Kiểm tra khối lượng bột bằng cách cân so sánh.

- Thường xuyên kiểm tra, bảo dưỡng, thay thế nếu thấy hỏng hóc các bộ phận của bình: Loa phun, vòi phun, van khoá. Thay thế những bình bị rò khí.

#### **+ Bài tập thực hành mức độ cơ bản**

Bài 2.2: Phòng và chữa cháy tại các đám cháy nhỏ

1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: Dụng cụ chữa cháy, thiết bị bảo hộ lao động trong phòng cháy chữa cháy.

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

b. Thực hành thí nghiệm

Các đám cháy nhỏ có tính cơ học và tạo ra môi trường áp lực lớn làm phá huỷ nhiều thiết bị, công trình, ... xung quanh. Cháy nhà máy, cháy chợ, các nhà kho,.. gây thiệt hại về người và của, tài sản của nhà nước, doanh nghiệp và của tư nhân. ảnh hưởng đến an ninh trật tự và an toàn xã hội. Vì vậy cần phải có biện pháp phòng chống cháy, nổ một cách hữu hiệu.

*Biện pháp hành chính, pháp lý.*

- Điều 1 Pháp lệnh phòng cháy chữa cháy 4.10-1961 đã quy định rõ: “Việc phòng cháy và chữa cháy là nghĩa vụ của mỗi công dân” và “trong các cơ quan xí nghiệp, kho tàng, công trường, nông trường, việc PCCC là nghĩa vụ của toàn thể cán bộ viên chức và trước hết là trách nhiệm của thủ trưởng đơn vị ấy”.

- Ngày 31/5/1991 Chủ tịch HĐBT (nay là Thủ tướng chính phủ) đã ra chỉ thị về tăng cường công tác PCCC. Điều 192, 194 của Bộ luật hình sự nước CHXHCNVN quy định trách nhiệm hình sự đối với mọi hành vi vi phạm chế độ, quy định về PCCC.

*Biện pháp kỹ thuật.*

Nguyên lý phòng, chống cháy, nổ.



Nguyên lý phòng cháy, nổ là tách rời ba yếu tố: chất cháy, chất ôxy hoá và môi bắt lửa, thì cháy nổ không thể xảy ra được.

Nguyên lý chống cháy, nổ là hạ thấp tốc độ cháy của vật liệu đang cháy đến mức tối thiểu và phân tán nhanh nhiệt lượng của đám cháy ra ngoài.

Để thực hiện hai nguyên lý này trong thực tế có thể sử dụng các giải pháp khác nhau:

- Trang bị phương tiện PCCC (bình bọt AB, Bình, bột khô như cát, nước, ...).
- Huấn luyện sử dụng các phương tiện PCCC, các phương án PCCC.
- Cơ khí và tự động hoá quá trình sản xuất có tính nguy hiểm về cháy, nổ.
- Hạn chế khối lượng của chất cháy (hoặc chất ôxy hoá) đến mức tối thiểu cho phép về phương diện kỹ thuật.
- Tạo vành đai phòng chống cháy. Ngăn cách sự tiếp xúc của chất cháy và chất ôxy hoá khi chúng chưa tham gia vào quá trình sản xuất. Các kho chứa phải riêng biệt và cách xa các nơi phát nhiệt. Xung quanh các bể chứa, kho chứa có tường ngăn cách bằng vật liệu không cháy.
- Cách ly hoặc đặt các thiết bị hay công đoạn dễ cháy nổ ra xa các thiết bị khác và những nơi thoáng gió hay đặt hẳn ngoài trời.
- Loại trừ mọi khả năng phát sinh ra môi lửa tại những chỗ sản xuất có liên quan đến các chất dễ cháy nổ.
- Thiết bị phải đảm bảo kín, để hạn chế thoát hơi, khí cháy ra khu vực sản xuất.
- Dùng thêm các chất phụ gia trợ, các chất ức chế, các chất chống nổ để giảm tính cháy nổ của hỗn hợp cháy.

#### **+ Bài thực hành mức độ nâng cao.**

Bài 2.3: Phòng và chữa cháy tại các đám cháy, nổ lớn.

1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: Dụng cụ chữa cháy, thiết bị bảo hộ lao động trong phòng cháy chữa cháy.

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

b. Thực hành thí nghiệm

Các phương tiện chữa cháy:

<b>Nhóm phương tiện và thiết bị chữa cháy</b>	<b>Phương tiện và thiết bị chữa cháy cụ thể</b>
<p>1. Phương tiện chữa cháy cơ giới:</p> <p>a). Ô tô chữa cháy - xe chuyên dụng.</p> <p>b). Máy bơm chữa cháy</p>	<p>Xe chữa cháy có téc nước.</p> <p>Xe bơm chữa cháy.</p> <p>Xe chữa cháy sân bay.</p> <p>Xe chở thuốc bột chữa cháy.</p> <p>Xe chở vòi chữa cháy.</p> <p>Xe thang chữa cháy</p> <p>Xe thông tin và ánh sáng.</p> <p>Máy bơm chữa cháy đặt trên rơ moóc.</p>
<p>2. Bình chữa cháy cầm tay và bình lắp trên giá có bánh xe.</p>	<p>Bình chữa cháy bằng bột hóa học A.B.</p> <p>Bình chữa cháy bằng bột hòa không khí.</p> <p>Bình chữa cháy bằng khí ..</p> <p>Bình chữa cháy bằng bột khô MFZ.</p>
<p>3. Hệ thống thiết bị chữa cháy tự động, nửa tự động.</p>	<p>Hệ thống chữa cháy tự động / nửa tự động bằng nước</p> <p>Hệ thống chữa cháy bằng bột.</p> <p>Hệ thống chữa cháy bằng khí.</p> <p>Hệ thống chữa cháy bằng bột.</p> <p>Hệ thống phát hiện nhiệt .</p> <p>Hệ thống phát hiện khói.</p> <p>Hệ thống phát hiện lửa.</p>
<p>4. Các phương tiện và thiết bị chữa cháy khác.</p>	<p>Phương tiện chứa nước, đựng cát chữa cháy.</p> <p>Hạng nước chữa cháy bên trong nhà.</p> <p>Tín hiệu báo: “Nguy hiểm”; “An toàn”...</p> <p>Tủ đựng vòi, giá đỡ bình chữa cháy.</p> <p>Xăng xúc.</p>

*Phân loại phương tiện và thiết bị chữa cháy.*

Các chất chữa cháy là chất đưa vào đám cháy nhằm dập tắt nó:

- Nước: Nước có ẩn nhiệt hoá hơi lớn làm giảm nhanh nhiệt độ nhờ bốc hơi. Nước được sử dụng rộng rãi để chống cháy và có giá thành rẻ. Tuy nhiên không thể dùng nước để chữa cháy các kim loại hoạt tính như K, Na, Ca hoặc đất đèn và các đám cháy có nhiệt độ cao hơn 1700.

- Bụi nước: Phun nước thành dạng bụi làm tăng đáng kể bề mặt tiếp xúc của nó với đám cháy. Sự bay hơi nhanh các hạt nước làm nhiệt độ đám cháy giảm nhanh và pha loãng nồng độ chất cháy, hạn chế sự xâm nhập của ôxy vào vùng cháy. Bụi nước chỉ được sử dụng khi dòng bụi nước trùm kín được bề mặt đám cháy.

- Hơi nước: Hơi nước công nghiệp thường có áp suất cao nên khả năng dập tắt đám cháy tương đối tốt. Tác dụng chính của hơi nước là pha loãng nồng độ chất cháy và ngăn cản nồng độ ôxy đi vào vùng cháy. Thực nghiệm cho thấy lượng hơi nước cần thiết phải chiếm 35% thể tích nơi cần chữa cháy thì mới có hiệu quả.

### **Bài thực hành số 3: Đo điện trở nối đất và đo an toàn của thiết bị (Số tiết: 03 tiết)**

+ **Mục đích của bài thực hành:** Trang bị cho sinh viên kiến thức về đo điện trở nối đất và cách sử dụng đồng hồ để đo điện trở đất

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sinh viên cần nắm chắc kiến thức về đo điện trở nối đất và biết được cách sử dụng đồng hồ để đo điện trở đất

#### **+ Bài giải mẫu**

Bài 3.1: Đo điện trở nối đất và đo an toàn của thiết bị đo.

1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: Sử dụng thiết bị đo điện Model K4102A

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

b. Thực hành thí nghiệm

Tổng quan về thiết bị:

Model K4102A là thiết bị đo điện trở đất ở trạm cung cấp điện, trong hệ thống tải điện, các thiết bị điện... Nó cũng còn đo được điện áp đất khi ta làm phép đo điện áp đất.

Được thiết kế theo tiêu chuẩn an toàn IEC 61557.

Chống bụi và chống ẩm theo tiêu chuẩn an toàn IEC 60529 (IP54). Phép đo có thể được thực hiện trong mọi điều kiện thời tiết.

Phương pháp đo đơn giản, đầu que đo được cấu trúc nối với bộ kẹp cá sấu để có thể sử dụng các thanh thử.

Đèn chỉ thị OK để kiểm tra sự tiếp nối giữa các que đo cùng với dụng cụ hỗ trợ khi đo điện trở đất.

Hộp mềm tiện dụng cho việc chứa đựng các phụ kiện.

Các thông số kỹ thuật

Thang đo và độ chính xác (ở nhiệt độ  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  và độ ẩm  $\leq 75\%$ )

Ta có bảng thang đo chuẩn như sau:

Các thang đo		Thang đo	Độ chính xác
Điện áp đất		0 – 30V	$\pm 3.0\%$ ở toàn thang chia độ
Điện trở đất	x $1\Omega$	0 – $12\Omega$	$\pm 3.0\%$ ở toàn thang chia độ (Điện trở đất hỗ trợ $100\Omega \pm 5\%$ )
	x $10\Omega$	0 – $120\Omega$	

	x 100Ω	0 – 1200 Ω	(Điện áp đất ≤ 10V)
--	--------	------------	---------------------

Các tiêu chuẩn phù hợp:

IEC 61010 – 1 – Điện áp quá tải cấp III 300V

IEC 61010 – 2 – 31

IEC 61557 – 1,5

IEC 60529 (IP54)

JIS C 1304 – 95

Đồng hồ chỉ thị bằng kim.

Các phương pháp đo:

Đo điện áp đất.

Đo độ cảm biến trung bình.

Đo điện trở đất.

Đo dòng xoay chiều không đổi.

Đo tần số ≈ 820 Hz

Dòng đo:

Thang x 1Ω ≈ AC 3mA

Thang x 10Ω ≈ AC 2mA

Thang x 100Ω ≈ AC 1mA

Sai số tối đa cho phép đo:

Sai số khi đo (B) là sai số trong khi đo dưới các điều kiện vận hành được tính bằng sai số thực tế (A) - sai số khi sử dụng thiết bị đo và sai số biến thiên (E<sub>i</sub>)

$$B = \pm (|A| + 1.15 \times \sqrt{(E_1^2 + E_2^2 + E_3^2 + E_4^2 + E_5^2 + E_7^2 + E_8^2)})$$

Trong đó: B: Sai số khi đo

A: Sai số thực tế

E<sub>1</sub>: Biến thiên khi đổi thang đo vị trí

E<sub>2</sub>: Biến thiên khi đổi nguồn cung cấp

E<sub>3</sub>: Biến thiên khi đổi nhiệt độ

E<sub>4</sub>: Biến thiên khi điện áp bị nhiễu

E<sub>5</sub>: Biến thiên khi thay đổi điện trở ở điện cực đất

E<sub>7</sub>: Biến thiên khi thay đổi tần số của hệ thống.

$E_8$ : Biến thiên do sự thay đổi hệ thống điện áp.

Thang đo sẽ giữ lại sai số lớn nhất.

Sai số khi đo được chấp nhận trong khoảng  $\pm 30\%$ .

Thang x  $1\Omega$ : 6 –  $12\Omega$

Thang x  $10\Omega$ : 10 –  $120\Omega$

Thang x  $100\Omega$ : 100 –  $1200\Omega$

Số lần đo: 10000 lần hoặc hơn. (Đo  $6\Omega$  trong 5 giây ở thang đo  $1\Omega$  và tạm dừng khoảng 25s)

Nhiệt độ và độ ẩm hoạt động là  $0 - 40^\circ\text{C}$  và  $\leq 85\%$ . Độ ẩm không được đọng nước.

Nhiệt độ và độ ẩm dự trữ cho thiết bị là từ  $-20 \div 60^\circ\text{C}$  và  $\leq 85\%$ . Không được đọng nước.

Nguồn cung cấp: 9V DC = pin R6P x 6 viên

Vị trí quá tải: Điện áp đất và điện trở đất ở thang đo: 276V AC/DC (cho 10 giây)

Điện trở cách điện  $\geq 10\text{M}\Omega$  ở 1000V giữa mạch điện và vỏ thiết bị.

Điện áp chịu đựng 3700V AC cho 01 phút giữa mạch điện và vỏ thiết bị.

Kích thước: 105 (L) x 158 (W) x 70 (D) mm

Trọng lượng: 600 gram.

Các phụ kiện kèm theo:

M- 7095 (que đo): 01 bộ

M- 8032 (cọc đất đo hỗ trợ): 02 chiếc

M- 7127 (que đo cho phương pháp đo đơn giản với 2 đầu nối kẹp cá sấu): 01 bộ

M- 9084 (hộp đựng nhựa): 01 chiếc

Dây đeo bằng vải: 01 chiếc

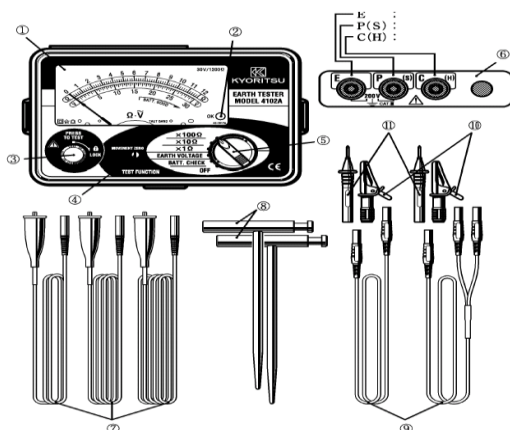
Hướng dẫn sử dụng: 01 quyển

Pin tiêu R6P (SONY): 06 viên

Chứng nhận kiểm định: 01 bản tiếng Anh.

**+ Bài tập thực hành mức độ cơ bản**

## Cách trình bày thiết bị



- ① Mặt thang đo đồng hồ
- ② Đèn chỉ thị OK
- ③ Nút thử
- ④ Chỗ điều chỉnh kim đo về 0.
- ⑤ Công tắc chuyển các thang đo.
- ⑥ Các cực nối để đo
- ⑦ Que đo M7095
- ⑧ Cọc đất hỗ trợ M8032
- ⑨ Que đo cho phương pháp đo đơn giản M7127
- ⑩ Kẹp cá sấu an toàn 7127
- ⑩ Thanh thử

Thang đọc chia vạch



- Có 20 thang đo chỉ thị cho 2 vị trí là điện trở đất và điện áp đất được thể hiện qua bảng sau đây:

Các thang đo	Giá trị đo	Các vạch		Hệ số chia
Điện áp đất	0 – 30V	A	30	x 1
Điện trở đất	0 – 12Ω	B	12	x 1
	0 – 120 Ω	B	12	x 10
	0 – 1200 Ω	B	12	x 100

### Chuẩn bị cho phép đo

Điều chỉnh kim đo về điểm 0 bằng cơ học.

Để đạt được giá trị đo có độ chính xác cao thì ta điều chỉnh kim đo bằng 1 vít nhỏ khi vị trí ở núm công tắc chuyển thang đo ở vị trí tắt (OFF) và khi kim đo được chỉnh (ở ④) cho về điểm 0 ở bên trái thang chia vạch đo.

*Nối dây để thử:*

Cắm thật chặt các đầu đo của dây đo vào các cực sau thiết bị. Nếu nối lỏng lẻo thì có kết quả đo không chính xác.

*Kiểm tra điện áp pin*

- Quay công tắc chọn vị trí vào vị trí BATT-CHECK và ấn nút thử - khi đó chỉ thị sáng lên. Nếu chỉ thị hiện lên ánh sáng chữ BATT-GOOD tức là điện áp pin đủ để ta đưa vào hoạt động. Còn các hiện thị khác xảy ra hoặc không có xuất hiện ánh sáng BATT-GOOD thì là pin yếu không đo được – lúc đó cần thay pin.

*Hướng dẫn sử dụng thiết bị*

### ⚠ NGUY HIỂM

Thiết bị này chỉ được hoạt động điện áp tối đa là 50V giữa 2 cực E – C hoặc E – P ở chức năng đo điện trở đất. Nếu lớn hơn giá trị ấy, thiết bị sẽ bị hỏng.

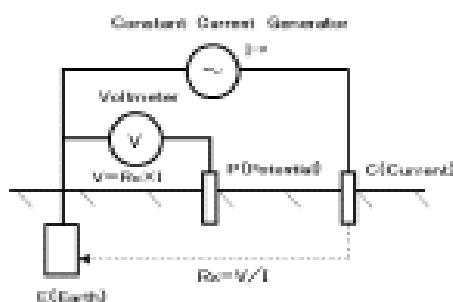
Khi đo điện áp đất không được sử dụng điện áp lớn hơn 30V giữa các cực đo.

Khi đo điện trở đất không được sử dụng điện áp giữa các cực đo.

*Nguyên lý của phép đo*

Thiết bị này đo điện trở đất bằng phương pháp đo sự sụt điện áp nhằm đạt được giá trị điện trở đất  $R_x$  bởi dòng điện không đổi  $I$  giữa vật đo E (cực đất) và C (dòng điện cực) và đạt được hiệu điện thế chênh lệch  $V$  giữa cực E và P (hiệu điện thế điện cực).

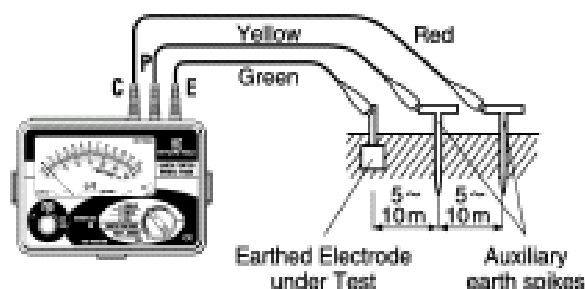
Ta có giá trị  $R_x = V/I$



*Phương pháp đo chính xác (với que đo loại M-7095)*

Nối theo hình vẽ sau:





### ① Cách nối các dây đo:

- Đóng 2 cọc tiếp đất hỗ trợ P và C sâu xuống đất, cách nhau và cách điện cực được nối đất từ 5 ÷ 10m. Nối dây xanh que đo vào điện cực được nối đất của thiết bị đang thử, dây vàng vào cọc hỗ trợ P và dây màu đỏ vào cọc hỗ trợ C từ 2 ÷ 3 lỗ cắm phía sau của thiết bị đo.

#### **\* Chú ý:**

Hãy chắc chắn đóng cọc hỗ trợ đất vào mặt đất ẩm ướt. Nếu vùng đất đó khô ráo thì nên đổ 1 ít nước lên bề mặt cho ẩm trước khi đóng 2 cọc hỗ trợ lên đó.

Nếu mặt bê tông thì hãy đặt 2 cọc sắt hỗ trợ đất dưới nước hoặc đặt vào vải dầm nước lên nó để có điều kiện đo chính xác.

### ② Đo điện áp đất:

Hãy chuyển thang đo vào vị trí EARTH VOLTAGE rồi kiểm tra điện áp đất theo điều kiện ở mục ①. Nếu trên thang đo chỉ thị ánh sáng, điện áp đất có thực. Giá trị điện áp thấp hơn 10V. Nếu như kết quả trên thang đo lớn hơn 10V thì có thể sai số đã quá lớn trong phương pháp đo điện trở đất. Để không gặp phải trường hợp này, cần tắt máy sau mỗi lần đo.

### ③ Đo chính xác:

Chuyển đảo mạch sang vị trí thang đo x 100Ω và ấn nút thử (TEST). Đèn LED sẽ hoạt động trong lúc thử. Quay thang đo đến vị trí x 10Ω và x 1Ω khi điện trở đất có giá trị thấp hơn, những giá trị này được hiển thị là điện trở đất của thiết bị đã được nối với cực đất trong khi thử.

#### **\* Chú ý:**

Nếu như điện trở đất bổ trợ của 2 thanh đất bổ trợ C là quá cao thì kim chỉ thị sẽ dao động mà không có ánh đèn LED sáng lên. Lúc đó, hãy kiểm tra lại cách nối dây của que đo và điện trở đất của thanh đất bổ trợ.

### **⚠ NGUY HIỂM**

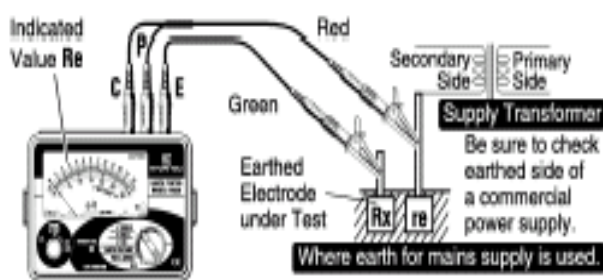
Khi nối các dây đo phải chắc chắn tách rời nhau ra. Nếu phép thử được thực hiện với sự xoắn hoặc chạm các dây đo thì kết quả thu được có thể bị tác động bởi sự cảm ứng điện áp.

Nếu điện trở đất của thanh đất bổ trợ mà quá lớn thì kết quả đạt được của phép đo sẽ không chính xác.

Chắc chắn rằng các thanh đất bổ trợ P và C phải được đóng cẩn thận vào vùng đất ẩm ướt và phải đủ các mối nối giữa các cực và dây.

*Phương pháp đo đơn giản (Với que đo M-7127)*

Theo hình vẽ sau:



Re: Giá trị đọc được trên đồng hồ

Rx: điện cực được đấu đất khi thử

Phương pháp này được sử dụng khi thanh bổ trợ đất không có thể đóng xuống đất được. Ở phương pháp này, điện cực đất với điện trở đất thấp, như ống dẫn nước bằng kim loại, đất chung của nguồn thương mại và cực đất trong công trình xây dựng, có thể sử dụng phương pháp 2 cực đo (E,P).

Sử dụng đơn giản với que đo có kết cấu thuận tiện với kẹp cá sấu và que đo.

#### ① Cách nối dây:

Được nối như hình vẽ trên.

#### **\* Chú ý:**

Khi không sử dụng cách đo đơn giản này, nối ngắn mạch 2 cực P và C.

## **⚠ CÂN THẬN**

Sử dụng dụng cụ quan sát để xem xét kỹ vùng đất của nguồn cung cấp chung.

Không sử dụng thiết bị này để đo đất của nguồn cung cấp chung. Điều này rất nguy hiểm bởi điện áp có thể không được báo có kể cả trong trường hợp không được nối cực đất hoặc nối sai que đo....

Không bao giờ đo điện áp của nguồn cung cấp chung bằng thiết bị này. Khi sử dụng phương pháp đo đơn giản bằng que đo M7127, cực P và C phải được nối ngắn mạch và điện trở trong trở nên nhỏ. Công tắc sẽ ngắt điện khi điện áp trong mạch được đo.

### ② Đo điện áp đất:

Hãy chuyển thang đo vào vị trí EARTH VOLTAGE rồi kiểm tra điện áp đất theo điều kiện ở mục ①. Nếu trên thang đo chỉ thị ánh sáng, điện áp đất có thực. Giá trị điện áp thấp hơn 10V. Nếu như kết quả trên thang đo lớn hơn 10V thì có thể sai số đã quá lớn trong phương pháp đo điện trở đất. Để không gặp phải trường hợp này, cần tắt máy sau mỗi lần đo.

### ③ Cách đo đơn giản:

Chuyển đảo mạch sang vị trí thang đo x 100Ω và ấn nút thử (TEST). Đèn LED sẽ hoạt động trong lúc thử. Quay thang đo đến vị trí x 10Ω và x 1Ω khi điện trở đất có giá trị thấp hơn, những giá trị này được hiển thị là điện trở đất của thiết bị đã được nối với cực đất trong khi thử.

### *\* Chú ý:*

Nếu như điện trở đất bổ trợ của 2 thanh đất bổ trợ C là quá cao thì kim chỉ thị sẽ dao động mà không có ánh đèn LED sáng lên. Lúc đó, hãy kiểm tra lại cách nối dây của que đo và điện trở đất của thanh đất bổ trợ.

### ④ Giá trị của phép đo đơn giản

Phương pháp 2 cực đo được sử dụng trong cách đo đơn giản. Ở phương pháp này, giá trị điện trở đất re của điện cực nối đất đến cực P sẽ được cộng với giá trị điện trở đất thực tế và hiển thị giá trị của Re.

$$\text{Tức là: } \mathbf{Re = Rx + re}$$

Nếu re là giá trị được biết trước thì giá trị điện trở đất thực tế Rx sẽ được tính toán là:

$$\mathbf{Rx = Re - re}$$

## ***Cách thay pin***

### **⚠ NGUY HIỂM**

Không được mở nắp hộp pin ở sau hộp khi bề mặt của thiết bị bị ẩm ướt.

Không được thay pin trong khi đang đo hoặc thử máy. Để tránh tình trạng sốc điện, tắt máy và tháo rời các cực và dây ra khỏi máy trước khi tháo nắp pin

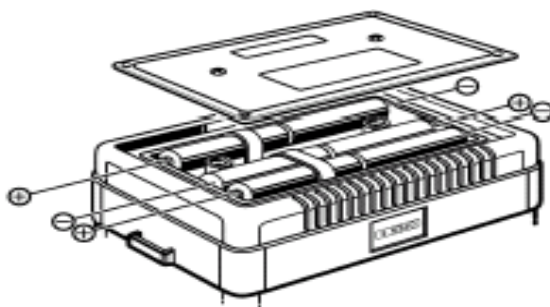
### **⚠ CÂN THẬN**

Không được sử dụng lẫn pin mới với pin cũ.

Phải đặt các cực pin đúng theo chỉ dẫn có dấu ở hộp pin.

#### **\* Chú ý:**

- ① Tắt máy và tháo rời các cực, dây ở phía sau.
- ② Mở hai đinh vít phía dưới máy và mở nắp pin.
- ③ Luôn luôn thay thế cả 6 viên pin theo đúng chiều. Pin khô R6P x 6viên.
- ④ Đậy nắp pin và vặn chặt hai đinh vít.

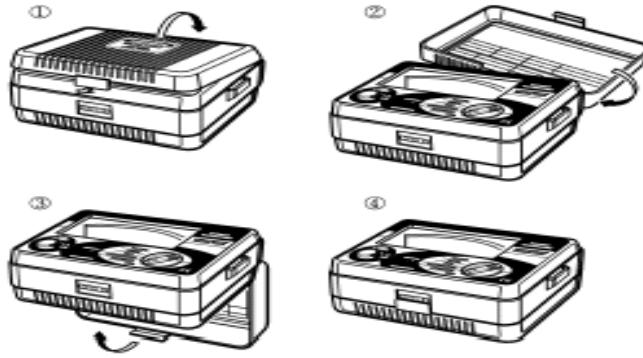


## ***Hướng dẫn cách mở và đóng nắp***

### ***Nắp hộp***

Nắp hộp có thể lật về phía sau trong khi thực hiện phép đo.

Chi tiết theo hình sau:



### Cách đeo dây

Thiết bị này được thiết kế với quai đeo cho phép đeo lên cổ để có thể dùng cả hai tay sử dụng máy dễ dàng và an toàn hơn.



### Vệ sinh vỏ thiết bị

Vỏ thiết bị được phủ lớp chất cách điện, bởi vậy, không lau chùi mạnh bằng khăn khô ngay cả khi bị bẩn. Trong trường hợp bị cũ hay nhiễm điện, lau bằng khăn ướt để làm sạch vết bẩn với chất cách điện.

#### + Các bài thực hành mức độ nâng cao.

Bài 3.2: Đo điện trở nổi đất bằng phương pháp đo chính xác 3 cực

1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: Sử dụng thiết bị đo điện Model K4102A

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

b. Thực hành thí nghiệm

Hoàn thành các bảng thông số sau:

Viết nhận xét (vẽ biểu đồ) kết quả thực nghiệm cho mỗi trường hợp

#### GIA TRỊ ĐIỆN TRỞ ĐẤT PHƯƠNG PHÁP ĐO CHÍNH XÁC 3 CỰC

Khoảng cách PC, PE (lấy bằng nhau)	3 m		5m		7m		9m		10m	
	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK

từ 3m - 10m)										
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Độ sâu điện cực kiểm tra có mạ Trên nền đất thường (m)	0.1		0.2		0.5m		0.7		1	
	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK

Độ sâu điện cực kiểm tra không có mạ trên nền đất thường (m)	0.1		0.2		0.5m		0.7		1	
	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK

Điện trở nối đất tòa nhà. Số lần đo thay đổi vị trí cực P, C ở khoảng cách 5m	1		2		3		4		5	
	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK

**GIÁ TRỊ ĐIỆN TRỞ ĐẤT PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐƠN GIẢN 2 CỰC**

Điện trở nối đất tòa nhà. Số lần đo thay đổi vị trí cực P C và E ở khoảng cách 5m	1		2		3		4		5	
	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK	Giá trị	OK

Viết nhận xét (vẽ biểu đồ) kết quả thực nghiệm cho mỗi trường hợp.

## Bài thực hành số 4: Thực hành hướng dẫn kiểm tra các khí cụ điện (Số tiết: 03 tiết)

+ **Mục đích của bài thực hành:** Sau khi học xong bài học này, học sinh có khả năng: Nhận dạng được các loại khí cụ và bảng thực hành, thiết bị trong xưởng. Biết được công dụng của từng khí cụ điện, kiểm tra sự hoạt động của các khí cụ điện.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sau khi thực hành xong bài học sinh viên phân biệt được các khí cụ điện, kiểm tra được sự hoạt động của các khí cụ điện.

### + Bài giải mẫu

Bài 4.1: Kiểm tra hoạt động của cầu chì:

1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: 01 cầu chì, 01 đồng hồ đo vạn năng

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các hoạt động của cầu chì

Có 2 cách sử dụng để kiểm tra xem cầu chì có tốt hay không.

- Kiểm tra cầu chì bằng trực quan để xem nó bị hỏng không.
- Kiểm tra điện trên cầu chì bằng đồng hồ vạn năng để xem nó còn hoạt động hay không.

Kiểm tra cầu chì bằng trực quan:

Cách đầu tiên là kiểm tra trực quan cầu chì. Nếu cầu chì có dây nối bị đứt hoặc nóng chảy tức là cầu chì đã bị hư

Hình 4.1 là 2 cầu chì bị hư, ta có thể thấy dây nối bị đứt bên trong.



Hình 4.1: Cầu chì

Cầu chì còn tốt sẽ không có dây nối bị đứt tức là dây vẫn còn nối từ đầu này đến đầu kia.

Hình ảnh bên dưới là 2 cầu chì còn tốt, ta có thể thấy dây nối không bị đứt và vẫn còn nối từ đầu này đến đầu kia.

Kiểm tra cầu chì bằng đồng hồ vạn năng:

Bên cạnh kiểm tra trực quan, cách khác để kiểm tra xem cầu chì còn hoạt động hay không là bằng cách tiến hành kiểm tra thông mạch từ đầu này đến đầu kia của cầu chì.

Thực hiện bằng cách lấy đồng hồ vạn năng và vạn nóm chọn ở chế độ đo thông mạch. Đặt một đầu đo ở một đầu của cầu chì và đầu đo còn lại ở đầu kia.

Nếu đồng hồ vạn năng phát ra tiếng bíp, điều này có nghĩa là cầu chì thông mạch và do đó cầu chì còn tốt. Điều này là do không có kết nối bị hỏng.

Nếu đồng hồ vạn năng không phát ra tiếng bíp và đo được giá trị điện trở lớn, điều này có nghĩa là cầu chì bị hư. Nguyên nhân là do dây dẫn không liên tục, tức là nó bị hỏng và không được kết nối.

Nếu đồng hồ vạn năng không có chế độ liên tục, có thể kiểm tra cầu chì bằng chức năng đo ohm. Xoay núm chọn của đồng hồ tới chức năng đo ohm và đặt 2 đầu đo chạm vào 2 đầu của cầu chì. Nếu khi đo được giá trị điện trở rất thấp, chỉ một vài ohm, tức là cầu chì là liên tục, do đó nó vẫn còn tốt. Nếu đo được giá trị điện trở rất cao, chẳng hạn như vài mega ohm, tức là cầu chì bị hư và cần được thay.

## 2. Đánh giá kết quả và viết báo cáo

### + Bài tập thực hành mức độ cơ bản

Bài 4.2: Kiểm tra sự hoạt động của cầu dao, aptomat, công tắc tơ và rơle.

### + Bài thực hành mức độ nâng cao

Bài 4.3: Kết hợp khí cụ điện (cầu dao, cầu chì, aptomat) vào mạch điện chiếu sáng



## Bài thực hành số 5: Thực hành sử dụng các khí cụ điện điều khiển bằng tay trên các modul phòng thực hành (Số tiết: 3 tiết)

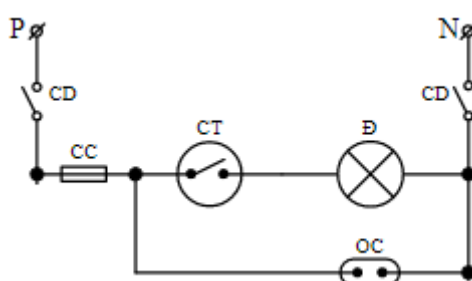
+ **Mục đích của bài thực hành:** Sau khi học xong, sinh viên có khả năng: Nhận dạng được các loại khí cụ điện điều khiển bằng tay trên phòng thực hành. Biết được công dụng của từng khí cụ điện, sử dụng được các khí cụ điện, lắp ráp mạch điện.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sau khi thực hành xong, sinh viên sử dụng thành thạo các khí cụ điện trong mạch điện.

### + Bài giải mẫu

Bài 5.1: Lắp ráp mạch điện một công tắc điều khiển một bóng đèn.

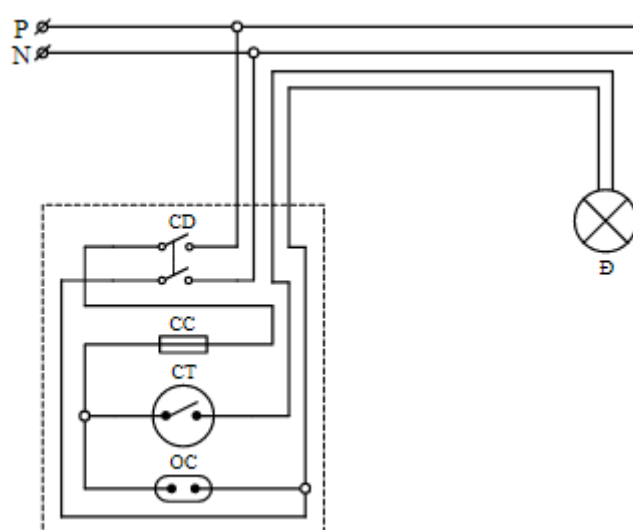
- Bước 1: Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điện:



Hình 5.1: Sơ đồ nguyên lý mạch một công tắc một bóng đèn

- Bước 2: Lựa chọn khí cụ điện cho mạch, bao gồm: Cầu chì, cầu dao, công tắc, ổ cắm

- Bước 3: Vẽ sơ đồ nối dây:



Hình 5.2: Sơ đồ nối dây mạch một công tắc một bóng đèn

- Bước 4: Liên kết các khí cụ điện lại với nhau theo sơ đồ nối dây

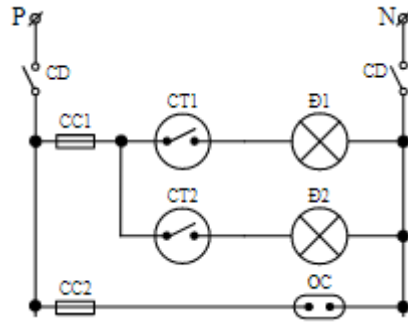
- Bước 5: Kiểm tra nguội bằng VOM để đảm bảo thông điện, cách điện tốt và không ngắn mạch.

- Bước 6: Kiểm tra hoạt động của mạch điện.

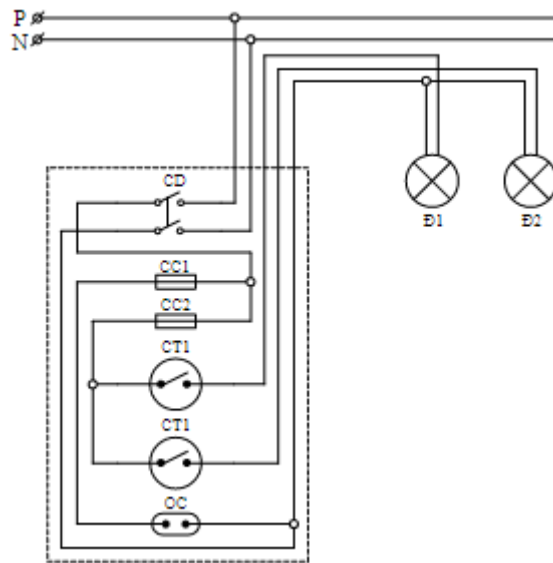
- Bước 7: Đánh giá kết quả, viết báo cáo.

**+ Bài tập thực hành mức độ cơ bản**

Bài 5.2: Lắp ráp mạch điện hai công tắc, hai bóng đèn.



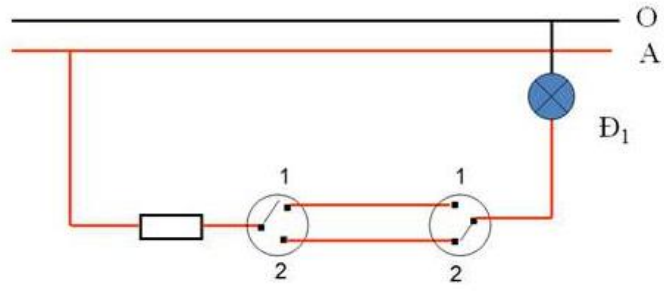
Hình 5.3: Sơ đồ nguyên lý mạch hai công tắc, hai bóng đèn



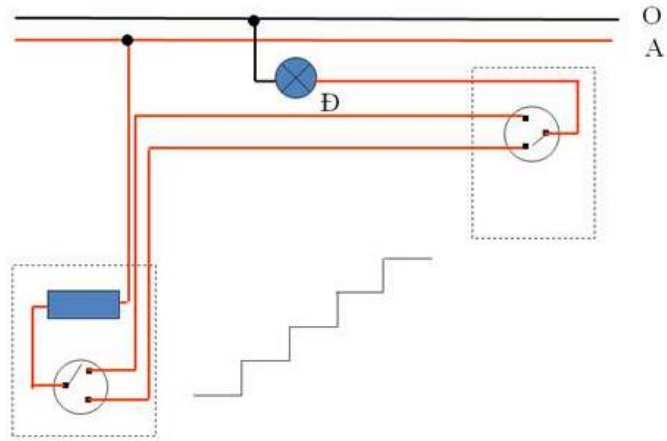
Hình 5.4: Sơ đồ nối dây mạch hai công tắc, hai bóng đèn

**+ Bài thực hành mức độ nâng cao.**

Bài 5.3: Lắp ráp sơ đồ mạch điện cầu thang



Hình 5.5: Sơ đồ nguyên lý mạch hai công tắc ba cực điều khiển một bóng đèn



Hình 5.6: Sơ đồ lắp đặt mạch điện hai công tắc ba cực điều khiển một bóng đèn

## Bài thực hành số 6: Thực hành sử dụng các khí cụ điện bảo vệ trên các modul phòng thực hành (Số tiết: 3 tiết)

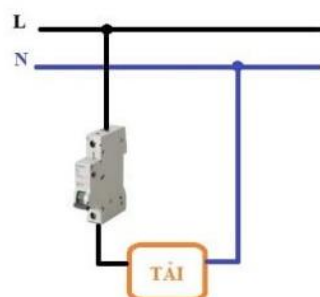
+ **Mục đích của bài thực hành:** Sau khi học xong, sinh viên có khả năng: Nhận dạng được các loại khí cụ điện bảo vệ trên phòng thực hành. Biết được công dụng của từng khí cụ điện, sử dụng được các khí cụ điện, lắp ráp mạch điện.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sau khi thực hành xong, sinh viên sử dụng thành thạo các khí cụ điện trong mạch điện.

### + Bài giải mẫu

Bài 6.1: Đấu nối Aptomat một pha một cực với tải

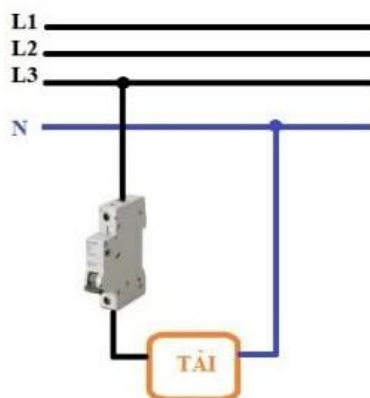
a. Nguồn 1 pha



Hình 6.1: Sơ đồ đấu dây của aptomat 1 pha một cực với nguồn 1 pha

- Đấu dây nóng vào đầu vào của aptomat 1 pha
- Đầu ra của aptomat đấu vào 1 đầu của tải
- Đầu nối còn lại của tải sẽ được nối với dây trung tính của nguồn
- Kiểm tra hoạt động của mạch điện.
- Đánh giá kết quả, viết báo cáo.

b. Nguồn 3 pha



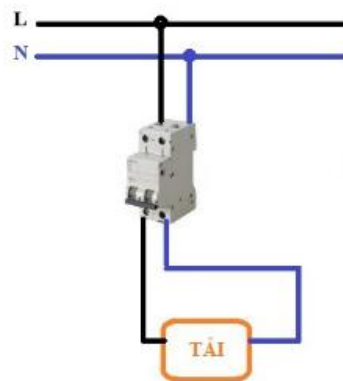
Hình 6.2: Sơ đồ đấu dây của aptomat 1 pha một cực với nguồn 3 pha

- Chọn 1 trong 3 dây pha để đấu vào đầu vào của aptomat 1 pha
- Đầu ra của aptomat đấu vào 1 đầu của tải
- Đầu nối còn lại của tải sẽ được nối với dây trung tính của nguồn
- Kiểm tra hoạt động của mạch điện.
- Đánh giá kết quả, viết báo cáo.

**+ Các bài tập thực hành mức độ cơ bản**

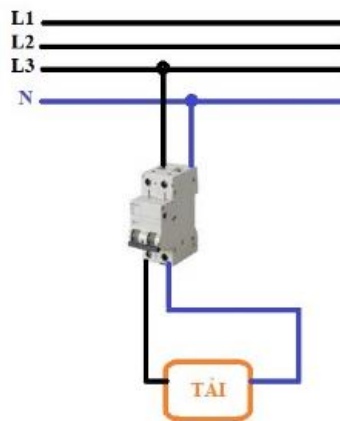
**Bài 6.2: Đấu nối Aptomat 1 pha hai cực với tải**

**a. Nguồn 1 pha**



*Hình 6.3: Sơ đồ đấu dây của aptomat 1 pha hai cực với nguồn 1 pha*

**b. Nguồn 3 pha**

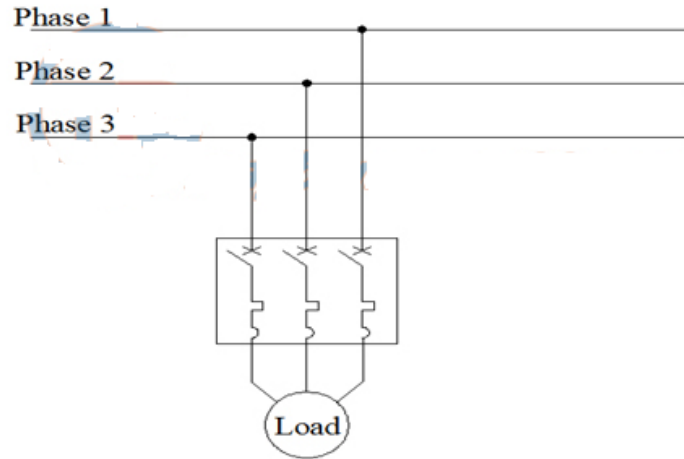


*Hình 6.4: Sơ đồ đấu dây của aptomat 1 pha hai cực với nguồn 3 pha*

**+ Các bài thực hành mức độ nâng cao.**

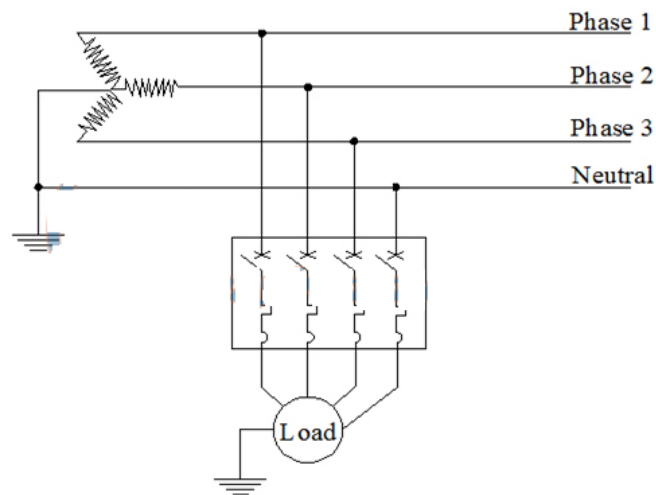
**Bài 6.3: Đấu nối Aptomat 3 pha với tải**

**a. Đấu nối Aptomat 3 pha 3 cực với tải**



Hình 6.5: Sơ đồ đấu dây của aptomat 3 pha ba cực với tải

b. Đấu nối Aptomat 3 pha 4 cực với tải



Hình 6.6: Sơ đồ đấu dây của aptomat 3 pha bốn cực với tải

## Bài thực hành số 7: Thực hành sử dụng các khí cụ điện điều khiển trên các modul phòng thực hành (Số tiết: 03 tiết)

+ **Mục đích của bài thực hành:** Sau khi học xong bài học sinh viên có khả năng: Mô tả được cấu tạo của khí cụ điều khiển và ứng dụng của khí cụ điều khiển trong hệ thống điện.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sau khi thực hành xong bài học sinh viên có thể sử dụng thành thạo các khí cụ điện điều khiển và ứng dụng linh hoạt trong các hệ thống điều khiển.

### + Bài giải mẫu

Bài 7.1: Ứng dụng các khí cụ điện điều khiển trong mạch điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha ở chế độ không tải

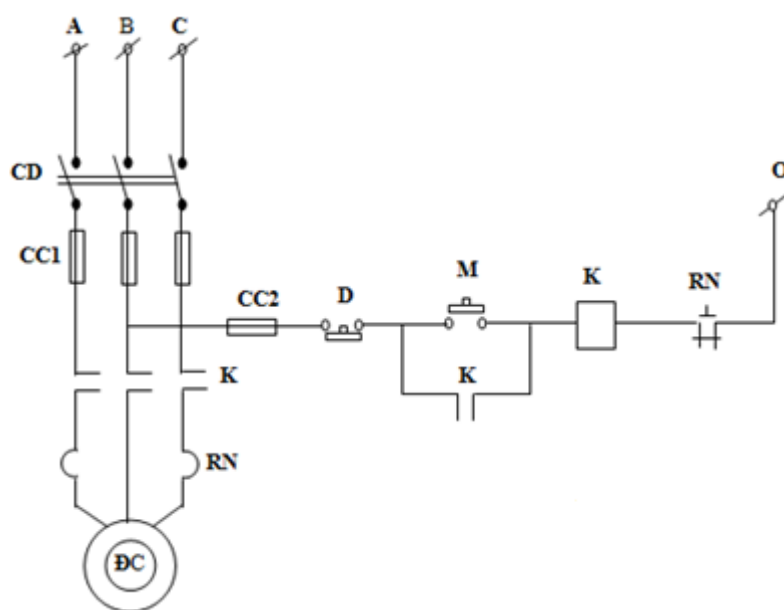
1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: Mạch điều khiển gồm 01 ATM, 01 cầu chì, 01 contactor, 01 rơ le nhiệt, 01 nút ấn thường đóng, 01 nút ấn thường hở, dây cắm thí nghiệm, 01 đồng hồ đo vôn năng

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

b. Lắp ghép mạch

Sử dụng dây cắm lắp mạch theo sơ đồ hình 7.1.

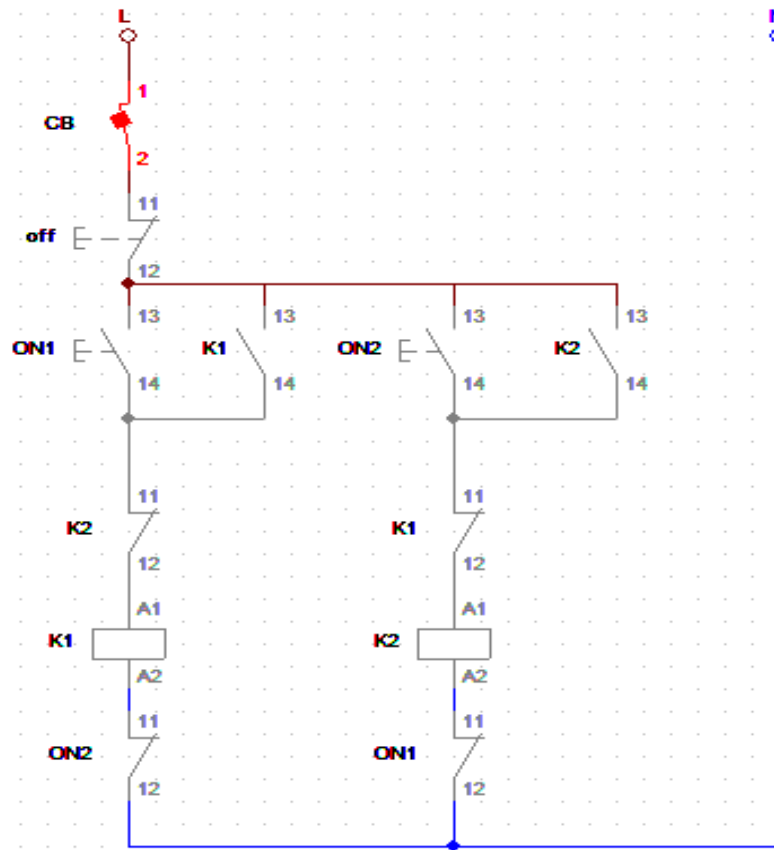


Hình 7.1: Mạch khởi động trực tiếp động cơ không đồng bộ ba pha ở chế độ không tải

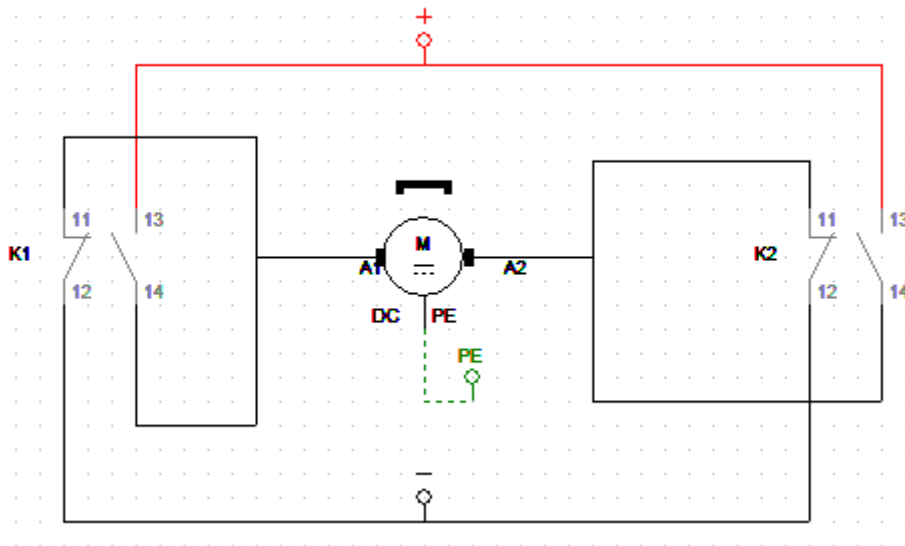
c. Kiểm tra và đánh giá







Hình 7.3: Mạch điều khiển đảo chiều động cơ một chiều



Hình 7.4: Mạch động lực đảo chiều động cơ một chiều

## Bài thực hành số 8: Thực hành thiết kế mạch bật tắt công tắc tơ bằng hệ thống nút bấm (Số tiết: 03 tiết)

+ **Mục đích của bài thực hành:** Sau khi học xong bài học sinh viên có nắm được nguyên lý, cấu tạo và ứng dụng của contactor trong các hệ thống điều khiển.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sau khi thực hành xong bài học sinh viên có thể sử dụng thành thạo hệ thống bật tắt contactor bằng hệ thống nút bấm.

### + Bài giải mẫu

Bài 8.1: Thực hành thiết kế mạch bật tắt công tắc tơ bằng hệ thống nút bấm

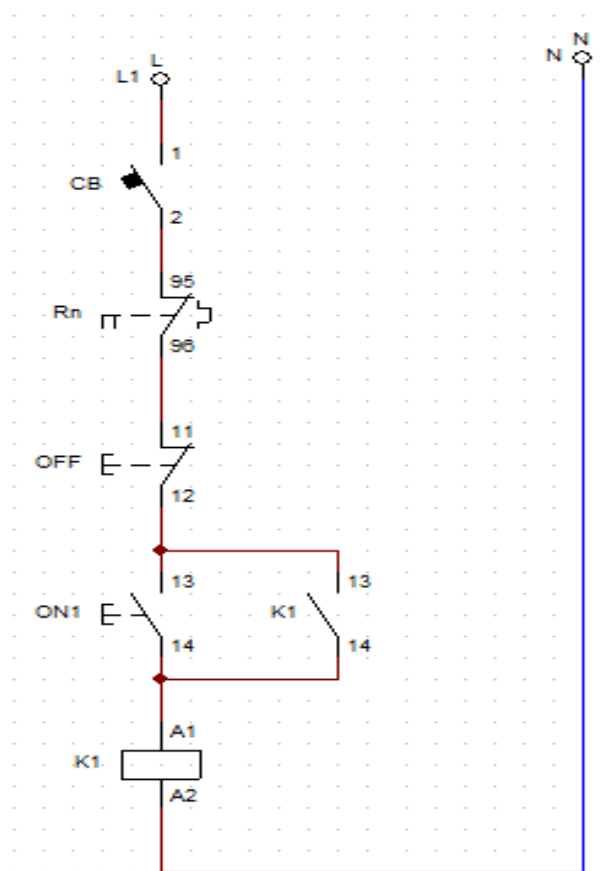
1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: Mạch điều khiển gồm 01 ATM, 01 contactor, 01 rơ le nhiệt, 2 công tắc, dây cắm thí nghiệm, 01 đồng hồ đo vôn năng

2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

b. Lắp ghép mạch

Sử dụng dây cắm lắp mạch theo sơ đồ hình 8.1.



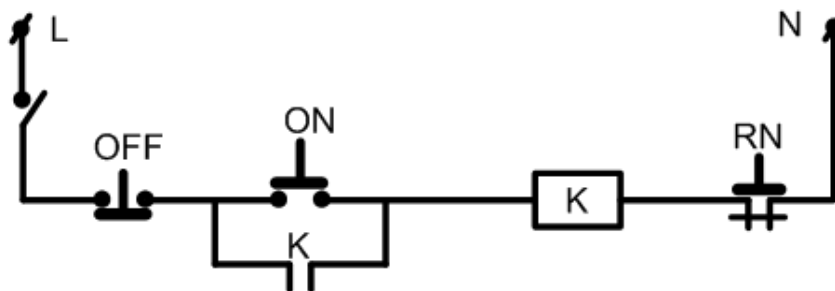
Hình 8.1: Mạch điều khiển dùng khởi động từ đơn

c. Kiểm tra và đánh giá

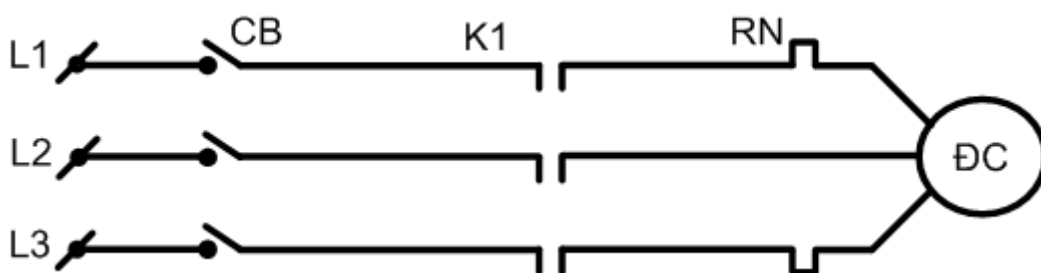
- Kiểm tra đầu nối theo sơ đồ bằng đồng hồ đo vạn năng
- Cấp nguồn và chạy thử
- Đánh giá kết quả và viết báo cáo

**+ Bài tập thực hành mức độ cơ bản**

Bài 8.2: Lắp mạch khởi động trực tiếp động cơ dùng khởi động từ đơn.



Hình 8.2: Mạch điều khiển dùng dùng khởi động từ đơn



Hình 8.3: Mạch động lực dùng dùng khởi động từ đơn

Tìm hiểu về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của công tắc tơ

Cách đọc các thông số của công tắc tơ

Cách xác định cuộn dây làm việc của công tắc tơ, các tiếp điểm chính, tiếp điểm phụ thường đóng và thường mở.

Hướng dẫn:

Khi một contactor được kết hợp với một phần tử bảo vệ như relay nhiệt chẳng hạn thì được gọi là “Khởi động từ”. Khi không được kết hợp với relay bảo vệ nó vẫn gọi là contactor.

Các kí hiệu AC1, AC2, AC3, AC4 theo tiêu chuẩn IEC 60947-5-1 của contactor có những ý nghĩa sau :

- AC: Dùng cho tải AC
- DC: Dùng cho tải DC

-AC1: Dùng cho tải trở thuần, tải thuần dung. Được lựa chọn giá trị dòng định mức qua các tiếp điểm chính của contactor khi lựa chọn đóng cắt những tải có  $\cos\varphi$  lớn hơn 0.95 (thường là tải trở). Loại này áp dụng cho tất cả các tải AC có hệ số  $\cos\varphi$  trên 95%.

- AC2: Dùng để khởi động phanh nhả, phanh ngược cho Động cơ KĐB rotor dây quấn. Khi các tiếp điểm chính contactor đóng kín mạch thì hình thành dòng khởi động, giá trị dòng này bằng khoảng 2,5 lần dòng  $I_n$  của động cơ.

- AC3: Dùng để đóng cắt ĐCKĐB rotor lồng sóc trong suốt quá trình vận hành thông thường. Khi tiếp điểm chính đóng lại thì hình thành dòng khởi động bằng 5 đến 7 lần dòng  $I_n$  của động cơ.

- AC4: Dùng để phanh ngược, phanh nhả, khởi động ĐCKĐB rotor lồng sóc.

- DC2: Dùng cho động cơ DC kích từ song song khi đang vận hành, hằng số thời gian của tải khoảng 7.5 ms. Khi các tiếp điểm chính đóng lại thì hình thành dòng khởi động, dòng này có giá trị khoảng 2.5 lần dòng  $I_n$  của động cơ.

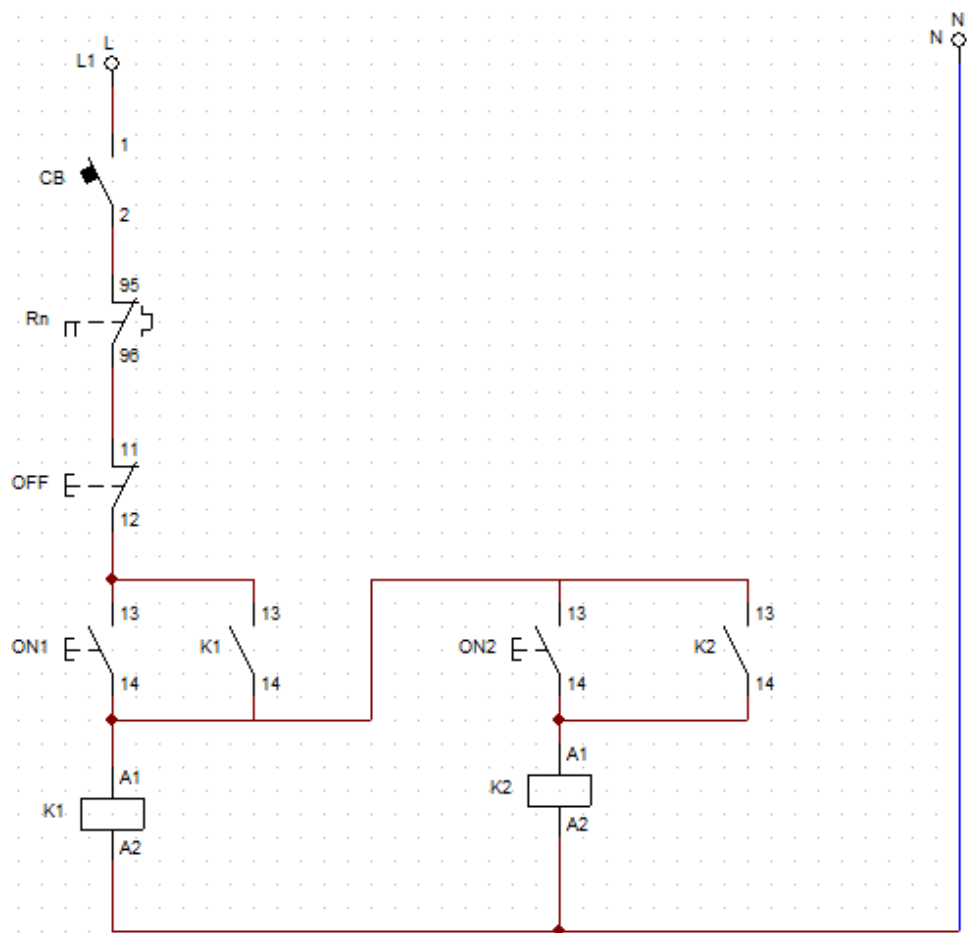
- DC3: Khởi động phanh nhả, phanh ngược các ĐC một chiều kích từ song song, hằng số thời gian của mạch tải nhỏ hơn 2 ms. Khi các tiếp điểm chính đóng lại thì hình thành dòng khởi động, dòng này có giá trị khoảng 2.5 lần dòng  $I_n$  của động cơ.

- DC4: Dùng để ngắt mạch phụ tải là động cơ một chiều kích từ nối tiếp khi động cơ đang vận hành bình thường, hằng số thời gian phụ tải khoảng 10 ms. Khi các tiếp điểm chính đóng lại thì hình thành dòng khởi động, dòng này có giá trị khoảng 2.5 lần dòng  $I_n$  của động cơ.

Về ký hiệu tên model sản phẩm, mỗi nhà chế tạo contactor đều có một kí hiệu, kí số riêng để ghi cho biết thông số dòng, áp... của hãng mình.

#### **+ Bài thực hành mức độ nâng cao.**

Bài 8.3: Thực hành thiết kế mạch bật tắt 2 công tắc tơ bằng hệ thống nút bấm



Hình 8.4: Mạch bật tắt 2 công tắc tơ bằng hệ thống nút bấm

## Bài thực hành số 9: Thiết kế mạch điều khiển hệ thống đảo chiều động cơ dùng 2 contactor (Số tiết: 03 tiết)

+ **Mục đích của bài thực hành:** Sau khi học xong bài học sinh viên có nắm được nguyên lý, cấu tạo và ứng dụng của contactor và ứng dụng trong mạch điều khiển hệ thống đảo chiều động cơ dùng 2 contactor.

+ **Yêu cầu cần đạt được của bài thực hành:** Sau khi thực hành xong bài học sinh viên có thể xây dựng thành thạo mạch điều khiển hệ thống đảo chiều động cơ dùng 2 contactor.

### + Bài giải mẫu

Bài 9.1: Ứng dụng các khí cụ điện xây dựng mạch điều khiển đảo chiều của động cơ xoay chiều 3 pha không tải.

1. Chuẩn bị thiết bị thí nghiệm: 01 ATM, 01 cầu chì, 02 contacto, 01 rơ le nhiệt, 02 nút ấn thường đóng, 02 nút ấn thường hở, dây cắm thí nghiệm, 01 đồng hồ đo vạn năng.

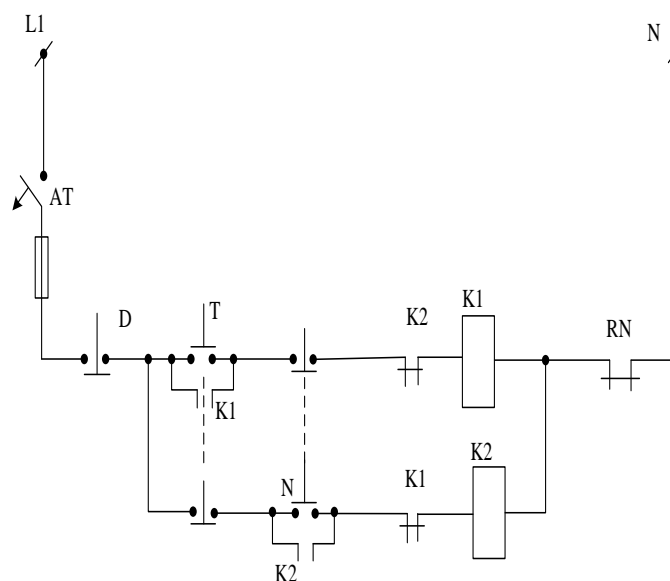
2. Tiến hành thí nghiệm:

a. Kiểm tra các khí cụ điện

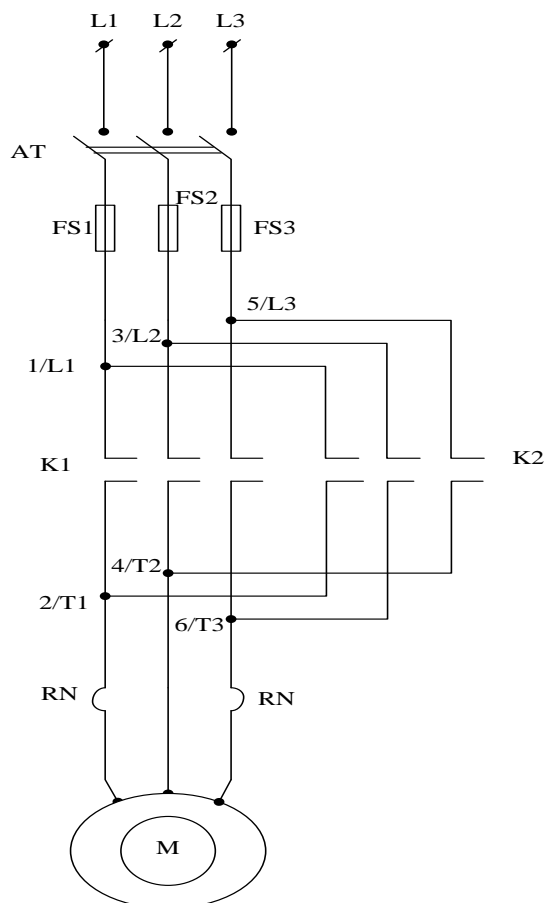
b. Lắp ghép mạch

Sử dụng dây cắm lắp mạch theo sơ đồ hình 9.1.

- Xây dựng sơ đồ mạch động lực, mạch điều khiển như hình 9.1



Hình 9.1: Mạch điều khiển đảo chiều của động cơ xoay chiều 3 pha



Hình 9.2: Mạch động lực đảo chiều của động cơ xoay chiều 3 pha

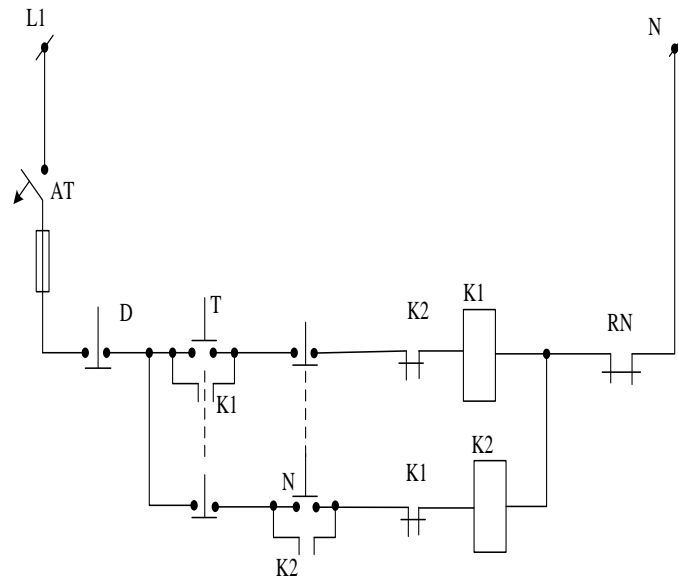
c. Kiểm tra và đánh giá

- Kiểm tra đầu nối theo sơ đồ bằng đồng hồ đo vạn năng
- Cấp nguồn và chạy thử
- Đánh giá kết quả và viết báo cáo

**+ Bài tập thực hành mức độ cơ bản**

Bài 9.2: Ứng dụng các khí cụ điện xây dựng mạch điều khiển đảo chiều của động cơ xoay chiều 3 pha có tải.

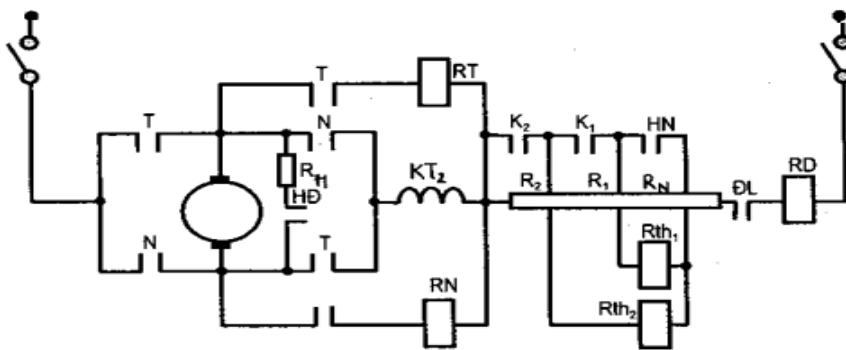
Xây dựng sơ đồ mạch động lực, mạch điều khiển như hình 9.3



Hình 9.3: Mạch điều khiển đảo chiều của động cơ xoay chiều 3 pha có tải

**+ Bài thực hành mức độ nâng cao.**

Bài 9.3: Mạch khởi động, đảo chiều, hãm dừng động cơ một chiều.



Hình 9.4: Mạch lực điều khiển khởi động, hãm, đảo chiều động cơ 1 chiều