ỦY BAN NHÂN DÂN HUYỆN CỦ CHI
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ CỦ CHI

GIÁO TRÌNH

MÔ ĐUN: ĐO LƯỜNG ĐIỆN LẠNH
NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ.
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP NGHỀ

Ban hành kèm theo Quyết định số: 67/QĐ-TCNCC ngày 19 tháng 08 năm 2022 của Hiệu trưởng Trường Trung Cấp Nghề Củ Chi

TP. HỒ CHÍ MINH, năm 2022

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trinh nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Cùng với công cuộc công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, ngành kỹ thuật lạnh đang phát triển mạnh mẽ ở Việt Nam. Nền kinh tế phát triển làm cuộc sống ngày càng tốt hơn. Các loại thiết bị lạnh như máy lạnh, tủ lạnh, tủ kem, tủ trữ, tủ ướp… đã trở nên quen thuộc trong đời sống hàng ngày. Các nhà máy và thiết bị lạnh công nghiệp phục vụ cho tất cả các ngành của xã hội, đặc biệt là ngành đông lạnh thực phẩm đang phát triển mạnh mẽ trong những năm gần đây.

Để đáp ứng cho nhu cầu của xã hội, việc đào tạo và phát triển đội ngũ cán bộ khoa học kỹ thuật và công nhân lành nghề nói chung và ngành điện lạnh nói riêng đang là nhiệm vụ cần thiết.

Trường Trung Cấp Nghề Củ Chi với nhiệm vụ đào tạo các thợ lành nghề ở nhiều lĩnh vực, hàng năm cũng đã góp phần đào tạo ra nhiều công nhân lành nghề cho xã hội, trong đó có nghề sửa chữa điện lạnh.

Với mục đích nâng cao chất lượng đào tạo trong nhà trường và chuẩn hóa giáo trình giảng dạy. Tác giả được phân công biên soạn giáo trình thực hành An toàn lao động và vệ sinh công nghiệp, giảng dạy cho hệ Trung Cấp Nghề.

Kết cấu giáo trình được chia thành 6 bài, các bài được sắp xếp theo thứ tự từ cơ bản đến nâng cao, nội dung của mỗi bài bao quát một vấn đề hoặc một phần trong đo lường các thiết bị trong hệ thống lạnh và hệ thống điện của kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí. Giáo trình không trình bày sâu về lý thuyết, chỉ khái quát các vấn đề cơ bản, tập trung chủ yếu vào các nội dung thực hành.

Giáo trình là tài liệu lưu hành nội bộ của Bộ môn Điện lạnh, Trường Trung Cấp Nghề Củ Chi, dùng để giảng dạy cho hệ trung cấp nghề.

Mặc dù tác giả đã cố gắng, nhưng do chủ quan giáo trình chắc chắn sẽ không tránh khỏi nhiều sai sót. Tác giả mong nhận được các ý kiến đóng góp của các đồng nghiệp và đoc giả để giáo trình ngày càng hoàn thiện hơn.

Các ý kiến đóng góp xin gởi về Bộ môn Điện lạnh, Trường TCN Củ Chi. Thành phố Hồ Chí Minh, ngày … tháng … năm 2022.

Tham gia biên soạn

Võ Thành Nhơn.

NỘI DUNG TỔNG QUÁT VÀ PHÂN BỔ THỜI GIAN

Số TT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	**Bài 1: Đo đại lượng điện**	**12**	2	8	2
	1. Đo dòng điện		1	2	
	2. Đo điện áp		1	2	
	3. Đo công suất			2	
	4. Đo điện trở			2	
	Kiểm tra				2
2	**Bài 2: Đo nhiệt độ**	**8**	2	6	
	1. Phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ		1	3	
	2. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế giãn nở		1	3	
3	**Bài 3: Đo áp suất**	**16**	2	12	2
	1. Tìm hiểu khái niệm thang đo áp suất		2		
	2. Phân loại các dụng cụ đo áp suất			3	
	3. Đo áp suất bằng áp kế chất lỏng			3	
	4. Đo áp suất bằng áp kế đàn hồi			3	
	5. Đo áp suất bằng đồng hồ Gas lạnh			3	
	Kiểm tra				2
4	**Bài 4: Khí cụ điện đóng cắt**	**8**	2	6	
	1. Khảo sát cầu dao		1	2	
	2. Khảo sát các loại công tắc và nút điều khiển		1	2	
	3. Khảo sát áp-tô-mát			2	
5	**Bài 5: Khí cụ điện bảo vệ**	**8**	2	6	
	1. Khảo sát nam châm điện			1	
	2. Khảo sát rơle điện từ			1	
	3. Khảo sát rơle nhiệt			1	
	4. Khảo sát cầu chì			1	
	5. Khảo sát thiết bị chống rò		1	1	
	6. Khảo sát biến áp đo lường		1	1	

6	**Bài 6: Khí cụ điện điều khiển** 1. Khảo sát công-tắc-tơ 2. Khảo sát khởi động từ 3. Khảo sát rơle trung gian và rơle tốc độ 4. Khảo sát rơle thời gian 5. Khảo sát bộ khống chế	**8**	2 1 1	4 1 1 1 1	2
	Cộng	**60**	**12**	**42**	**6**

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU
MỤC LỤC
Giới thiệu Giáo trình
Nội dung giáo trình
Bài 1: ĐO ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN
1. Đo dòng điện..... 9
2. Đo điện áp 11
3. Đo công suất 12
4. Đo điện trở.....13
5. Câu hỏi ôn tập 15
Bài 2: ĐO NHIỆT ĐỘ
1. Phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ 15
2. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế giãn nở 17
3. Câu hỏi ôn tập 20
Bài 3: ĐO ÁP SUẤT
1. Tìm hiểu khái niệm thang đo áp suất 21
2. Phân loại các dụng cụ đo áp suất 22
3. Đo áp suất bằng áp kế chất lỏng 23
4. Đo áp suất bằng áp kế đàn hồi.....24
5. Đo áp suất bằng đồng hồ Gas lạnh.....26
6. Câu hỏi ôn tập 27
Bài 4: KHÍ CỤ ĐIỆN ĐÓNG CẮT
1. Khảo sát cầu dao.....28
2. Khảo sát các loại công tắc và nút điều khiển.....31
3. Khảo sát áp-tô-mát.....36
4. Câu hỏi ôn tập 40
Bài 5: KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ
1. Khảo sát nam châm điện.....41
2. Khảo sát rơle điện từ 45
3. Khảo sát rơle nhiệt.....47
4. Khảo sát cầu chì 52
5. Khảo sát thiết bị chống rò.....59
6. Khảo sát biến áp đo lường 63
7. Câu hỏi ôn tập 65
Bài 6: KHÍ CỤ ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN
1. Khảo sát công-tắc-tơ 66
2. Khảo sát khởi động từ 70

3. Khảo sát rơle trung gian và rơle tốc độ.....72
4. Khảo sát rơle thời gian 74
5. Khảo sát bộ khống chế 78
6. Câu hỏi ôn tập.....82
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....83

CHƯƠNG TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: ĐO LƯỜNG ĐIỆN LẠNH

Mã mô đun: MĐ 12

Thời gian mô đun: 60 giờ; *(Lý thuyết: 12 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 42 giờ; Kiểm tra: 6 giờ)*

I. Vị trí, tính chất của mô đun:

- Vị trí:

+ Là mô đun cơ bản của nghề dành cho cả học sinh trung cấp nghề trong chương trình nghề máy lạnh và điều hoà không khí sau khi đã học xong các môn Kỹ thuật lạnh cơ sở.

+ Là mô đun quan trọng và không thể thiếu trong nghề kỹ thuật máy lạnh và điều hoà không khí vì trong quá trình lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa máy lạnh chúng ta thường xuyên phải sử dụng các dụng cụ đo kiểm tra về dòng điện, điện áp, công suất, điện trở, nhiệt độ, áp suất, lưu lượng,.... trước khi đi vào học các mô đun chuyên sâu của nghề.

- Tính chất: Là mô đun đào tạo nghề bắt buộc.

II. Mục tiêu mô đun:

Sau khi học xong mô đun này, người học có năng lực:

- Kiến thức:

+ Trang bị cho học sinh những khái niệm cơ bản về đo lường nhiệt, đo lường điện, đo áp suất, lưu lượng, các phương pháp.

+ Trình bày được tên gọi chi tiết các loại dụng cụ về đo lường nhiệt, đo lường điện, đo áp suất, lưu lượng.

- Kỹ năng:

+ Nắm vững nguyên lý cấu tạo, làm việc của các dụng cụ đo lường và biết ứng dụng các dụng cụ trong quá trình làm việc.

+ Lựa chọn dụng cụ đo cho phù hợp với công việc.

+ Chọn độ chính xác của các dụng cụ đo, thang đo và xử lý được kết quả đo.

+ Đo chính xác và đánh giá các đại lượng đo được về điện, điện áp, công suất, điện trở, nhiệt độ, áp suất, lưu lượng và độ ẩm.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Cẩn thận, kiên trì, thu xếp nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp

+ Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

+ Rèn luyện ý thức kiên trì, cẩn thận, tỉ mỉ, sáng tạo, an toàn trong quá trình thực hành.

Bài 1: ĐO ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN

Giới thiệu:

Bài học này cung cấp cho người học kiến thức về cách thức và phương pháp đo chính xác các đại lượng điện cơ bản như dòng điện, điện áp, điện trở. Từ đó, có thể tính ra công suất và đo được công suất với sai số thấp nhất. Bên cạnh đó, giúp người học phân tích được sai số khi tiến hành đo đạc các đại lượng điện cơ bản này.

Mục tiêu:

- Trang bị cho học sinh các khái niệm về cơ cấu đo điện thông dụng trên thực tế.
- Đo dòng điện, điện áp, công suất, điện trở của các loại thiết bị chính trong kỹ thuật đo lường điện lạnh ở các hệ thống lạnh trong thực tế.
- Phân tích được các kiến thức cơ bản về sai số khi tiến hành đo lường các loại máy lạnh thông dụng.
- Rèn luyện tính tập trung, tỉ mỉ, tư duy logic, ứng dụng thực tiễn sản xuất áp dụng vào môn học cho HS SV.

1. Đo dòng điện

1.1. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM)

Đồng hồ vạn năng (VOM) là thiết bị đo không thể thiếu được với bất kỳ một kỹ thuật viên điện tử nào, đồng hồ vạn năng có 4 chức năng chính là Đo điện trở, đo điện áp DC, đo điện áp AC và đo dòng điện.

Ưu điểm của đồng hồ là đo nhanh, kiểm tra được nhiều loại linh kiện, thấy được sự phóng nạp của tụ điện , tuy nhiên đồng hồ này có hạn chế về độ chính xác và có trở kháng thấp khoảng 20K/Vol do vậy khi đo vào các mạch cho dòng thấp chúng bị sụt áp.

Hình 1.1: Đồng hồ vạn năng (VOM).

Hướng dẫn đo dòng điện bằng đồng hồ vạn năng:

Cách 1: Dùng thang đo dòng

Để đo dòng điện bằng đồng hồ vạn năng, ta đo đồng hồ nối tiếp với tải tiêu thụ và chú ý là chỉ đo được dòng điện nhỏ hơn giá trị của thang đo cho phép, ta thực hiện theo các bước sau

Bước1 : Đặt đồng hồ vào thang đo dòng cao nhất .

Bước 2: Đặt que đồng hồ nối tiếp với tải, que đỏ về chiều dương, que đen về chiều âm .

Nếu kim lên thấp quá thì giảm thang đo

Nếu kim lên kịch kim thì tăng thang đo, nếu thang đo đã để thang cao nhất thì đồng hồ không đo được dòng điện này.

Chỉ số kim báo sẽ cho ta biết giá trị dòng điện .

Cách 2: Dùng thang đo áp DC

Ta có thể đo dòng điện qua tải bằng cách đo sụt áp trên điện trở hạn dòng mắc nối với tải, điện áp đo được chia cho giá trị trở hạn dòng sẽ cho biết giá trị dòng điện, phương pháp này có thể đo được các dòng điện lớn hơn khả năng cho phép của đồng hồ và đồng hồ cũmg an toàn hơn.

Cách đọc trị số dòng điện và điện áp khi đo như thế nào ?

* Đọc giá trị điện áp AC và DC

Khi đo điện áp DC thì ta đọc giá trị trên vạch chỉ số DC. Nếu ta để thang đo 250V thì ta đọc trên vạch có giá trị cao nhất là 250, tương tự để thang 10V thì đọc trên vạch có giá trị cao nhất là 10. trường hợp để thang 1000V nhưng không có vạch nào ghi cho giá trị 1000 thì đọc trên vạch giá trị Max = 10, giá trị đo được nhân với 100 lần.

Khi đo điện áp AC thì đọc giá trị cũng tương tự. đọc trên vạch AC.10V, nếu đo ở thang có giá trị khác thì ta tính theo tỷ lệ. Ví dụ nếu để thang 250V thì mỗi chỉ số của vạch 10 số tương đương với 25V.

Khi đo dòng điện thì đọc giá trị tương tự đọc giá trị khi đo điện áp.

1.2. Sử dụng Ampe kìm

Ampe kìm còn gọi là Ampe kẹp.

Ampe kẹp được dùng để đo dòng điện trong mạch lớn hoặc đo dòng điện trên nhiều dây dẫn.

Khi một dây dẫn mang dòng điện sẽ tạo ra quanh nó một từ trường. Nếu dòng điện chạy trong dây dẫn là dòng xoay chiều thì từ trường do nó tạo ra là từ trường biến đổi. Cường độ của từ trường tỉ lệ thuận với cường độ dòng điện

Ampe kẹp dùng một biến dòng ‘ tăng áp – giảm dòng ’ để thực hiện việc đo dòng điện

Đồng hồ ampe kẹp có một cơ cấu dạng mỏ kẹp làm bằng sắt từ để kẹp vòng quanh dây dẫn có dòng điện xoay chiều cần đo . Mỏ kẹp còn đóng vai trò là mạch từ của máy biến dòng .Cuộn dây thứ cấp của máy biến dòng được bố trí nằm trong vỏ đồng hồ , các đầu dây ra của nó được nối với một đồng hồ đo dòng tiêu chuẩn . Và có thêm chưc năng đo volt

AC / DC và đo ohm nữa. cơ cấu chỉ thị có loại dùng kim, có loại dùng digital . Bộ phận chỉ thị đồng hồ sẽ chỉ dòng điện xoay chiều cần đo

Ampe kẹp có nhiều loại tùy thuộc vào nhà sản xuất , mỗi loại có những thong số kỹ thuật khác nhau , đặc biệt là về các cỡ đo .Trong qua trình sử sụng nên đọc kỹ tài liệu hướng dẫn kèm theo của đồng hồ trước khi sử dụng .

Kyoritsu 2413F Kyoritsu 2009A

Hình 1.2: Ampe kẹp.

2. Đo điện áp

2.1. Giới thiệu các dụng cụ đo điện áp

Các loại dụng cụ đo điện áp thông dụng của kỹ thuật viên:

+ Đồng hồ đo điện áp 1 chiều DCV.
+ Đồng hồ đo điện áp xoay chiều ACV.
+ Đồng hồ vạn năng VOM.
+ Đồng hồ Ampe kẹp.
+ Vôn kế.

2.2. Sử dụng đồng hồ vạn năng đo điện áp

+ <u>Đo điện áp xoay chiều AC</u>

Khi đo điện áp xoay chiều ta chuyển thang đo về các thang AC, để thang AC cao hơn điện áp cần đo một nấc, Ví dụ nếu đo điện áp AC220V ta để thang AC 250V, nếu ta để thang thấp hơn điện áp cần đo thì đồng hồ báo kịch kim, nếu để thanh quá cao thì kim báo thiếu chính xác.

* Chú ý:

Tuyết đối không để thang đo điện trở hay thang đo dòng điện khi đo vào điện áp xoay chiều => Nếu nhầm đồng hồ sẽ bị hỏng ngay lập tức !

Để nhầm thang đo dòng điện, đo vào nguồn AC => sẽ hỏng đồng hồ . Để nhầm thang đo điện trở, đo vào nguồn AC => sẽ hỏng các điện trở trong đồng hồ

* Nếu để thang đo áp DC mà đo vào nguồn AC thì kim đồng hồ không báo, nhưng đồng hồ không ảnh hưởng. Để thang DC đo áp AC đồng hồ không lên kim tuy nhiên đồng hồ không hỏng

+ <u>Đo điện áp một chiều DC</u>.

Khi đo điện áp một chiều DC, ta nhớ chuyển thang đo về thang DC, khi đo ta đặt que đỏ vào cực dương (+) nguồn, que đen vào cực âm (-) nguồn, để thang đo cao hơn điện áp cần đo một nấc. Ví dụ nếu đo áp DC 110V ta để thang DC 250V, trường hợp để thang đo thấp hơn điện áp cần đo => kim báo kịch kim, trường hợp để thang quá cao => kim báo thiếu chính xác.

Dùng đồng hồ vạn năng đo điện áp một chiều DC

* Trường hợp để sai thang đo :

Nếu ta để sai thang đo, đo áp một chiều nhưng ta để đồng hồ thang xoay chiều thì đồng hồ sẽ báo sai, thông thường giá trị báo sai cao gấp 2 lần giá trị thực của điện áp DC, tuy nhiên đồng hồ cũng không bị hỏng . Để sai thang đo khi đo điện áp một chiều => báo sai giá trị.

* Trường hợp để nhầm thang đo

Chú ý: Tuyệt đối không để nhầm đồng hồ vào thang đo dòng điện hoặc thang đo điện trở khi ta đo điện áp một chiều (DC) , nếu nhầm đồng hồ sẽ bị hỏng ngay !!

Trường hợp để nhầm thang đo dòng điện khi đo điện áp DC => đồng hồ sẽ bị hỏng!

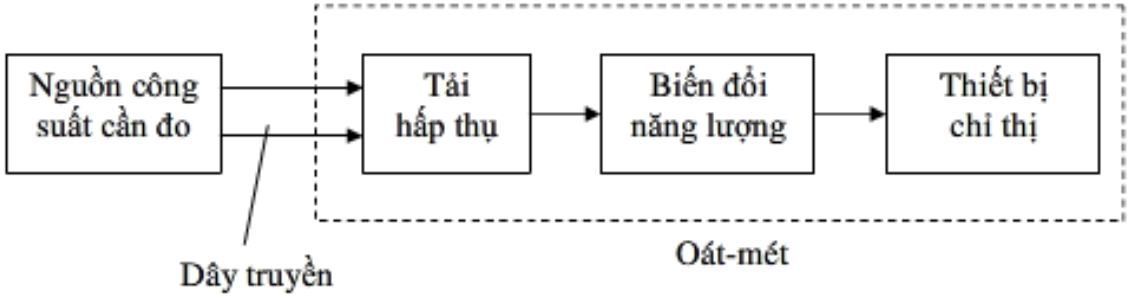
Trường hợp để nhầm thang đo điện trở khi đo điện áp DC => đồng hồ sẽ bị hỏng các điện trở bên trong.

3. Đo công suất

3.1. Khảo sát nguyên lý làm việc của dụng cụ đo công suất

Công suất là đại lượng cơ bản của phần lớn các đối tượng, quá trình và hiện tượng vật lý. Vì vậy việc xác định công suất là một phép đo rất phổ biến. Việc nâng cao độ chính xác của phép đo đại lượng này có ý nghĩa rất to lớn trong nền kinh tế quốc dân, nó liên quan đến việc tiêu thụ năng lượng đến việc tìm những nguồn năng lượng mới, đến việc tiết kiệm năng lượng.

Dải đo của công suất điện thường từ 10^{-20} Wđến 10^{+20} W.



Hình 1.3: Sơ đồ mắc Oát – mét với nguồn công suất cần đo.

Về cấu tạo thì các Oát – mét thường gồm 3 khối: tải hấp thụ, bộ biến đổi năng lượng và thiết bị chỉ thị.

3.2. Khảo sát các phương pháp đo công suất

Ở các mạch điện một chiều, mạch xoay chiều tần số công nghiệp (50Hz, 60Hz), âm tần, cao tần thì phép đo công suất được thực hiện bằng phương pháp đo trực tiếp hay đo gián tiếp.

Đo trực tiếp công suất có thể thực hiện bằng Oát – mét. Oát – mét có bộ biến đổi đại lượng điện là một thiết bị "nhân" điện áp và dòng điện trên tải.

Đo gián tiếp công suất thì được thực hiện bằng phép đo dòng điện, điện áp và trở kháng.

Nếu đo dòng điện ở cao tần: phép đo được thực hiện bằng các phương pháp biến đổi năng lượng điện từ thành các dạng năng lượng khác để đo. Các dạng năng lượng này như là quang năng, nhiệt năng hay cơ năng ….

4. Đo điện trở

Với thang đo điện trở của đồng hồ vạn năng ta có thể đo được rất nhiều thứ.

- Đo kiểm tra giá trị của điện trở
- Đo kiểm tra sự thông mạch của một đoạn dây dẫn
- Đo kiểm tra sự thông mạch của một đoạn mạch in
- Đo kiểm tra các cuộn dây biến áp có thông mạch không
- Đo kiểm tra sự phóng nạp của tụ điện
- Đo kiểm tra xem tụ có bị dò, bị chập không.
- Đo kiểm tra trở kháng của một mạch điện
- Đo kiểm tra đi ốt và bóng bán dẫn.

+ Để sử dụng được các thang đo này đồng hồ phải được lắp 2 Pin tiểu 1,5V bên trong, để xử dụng các thang đo 1 KΩ (1 Kilo-Ohm) hoặc 10 KΩ (Kilo-Ohm) ta phải lắp Pin 9V.

+ <u>Đo kiểm giá tri điên trở</u> :

Đo kiểm tra điện trở bằng đồng hồ vạn năng

Để đo trị số điện trở ta thực hiện theo các bước sau :

- Bước 1 : Để thang đồng hồ về các thang đo trở, nếu điện trở nhỏ thì để thang x1 ohm hoặc x10 ohm, nếu điện trở lớn thì để thang x1 KΩ hoặc 10 KΩ. => sau đó chập hai que đo và chỉnh triết áo để kim đồng hồ báo vị trí 0 ohm.
- Bước 2 : Chuẩn bị đo .
- Bước 3 : Đặt que đo vào hai đầu điện trở, đọc trị số trên thang đo , Giá trị đo được = chỉ số thang đo X thang đo

Ví dụ : nếu để thang x 100 ohm và chỉ số báo là 27 thì giá trị là = 100 x 27 = 2700 ohm = 2,7 K ohm

- Bước 4 : Nếu ta để thang đo quá cao thì kim chỉ lên một chút , như vậy đọc trị số sẽ không chính xác.
- Bước 5 : Nếu ta để thang đo quá thấp , kim lên quá nhiều, và đọc trị số cũng không chính xác.

Khi đo điện trở ta chọn thang đo sao cho kim báo gần vị trí giữa vạch chỉ số sẽ cho độ chính xác cao nhất.

+ Dùng thang điện trở để đo kiểm tra tụ điện :

Ta có thể dùng thang điện trở để kiểm tra độ phóng nạp và hư hỏng của tụ điện , khi đo tụ điện , nếu là tụ gốm ta dùng thang đo x1 KΩ hoặc x 10 KΩ , nếu là tụ hoá ta dùng thang x 1 Ω hoặc x 10 Ω .

Dùng thang x 1 KΩ để kiểm tra tụ gốm

Phép đo tụ gốm trên cho ta biết :

- Tụ C1 còn tốt => kim phóng nạp khi ta đo
- Tụ C2 bị dò => lên kim nhưng không trở về vị trí cũ
- Tụ C3 bị chập => kim đồng hồ lên = 0 Ω và không trở về.

Dùng thang x 10 Ω để kiểm tra tụ hoá

Ở trên là phép đo kiểm tra các tụ hoá, tụ hoá rất ít khi bị dò hoặc chập mà chủ yếu là bị khô (giảm điện dung) khi đo tụ hoá để biết chính xác mức độ hỏng của tụ ta cần đo so sánh với một tụ mới có cùng điện dung.

Ở trên là phép đo so sánh hai tụ hoá cùng điện dung, trong đó tụ C1 là tụ mới còn C2 là tụ cũ, ta thấy tụ C2 có độ phóng nạp yếu hơn tụ C1 => chứng tỏ tụ C2 bị khô (giảm điện dung)

+ **Chú ý:** khi đo tụ phóng nạp, ta phải đảo chiều que đo vài lần để xem độ phóng nạp.

5. CÂU HỎI ÔN TẬP

1/ Trình bày phương pháp đo dòng điện bằng đồng hồ vạn năng?
2/ Trình bày cách thức sử dụng ampe kìm?
3/ Giới thiệu các dụng cụ đo điện áp.
4/ Trình bày phương pháp sử dụng đồng hồ vạn năng đo điện áp?
5/ Trình bày nguyên lý làm việc của dụng cụ đo công suất?
6/ Trình bày các phương pháp đo công suất?
7/ Trình bày cách thức đo kiểm tra giá trị của điện trở?
8/ Trình bày cách thức đo kiểm tra giá trị của tụ điện bằng thang đo tụ điện?

Bài 2: ĐO NHIỆT ĐỘ

Giới thiệu:

Bài học này cung cấp cho người học kiến thức các loại dụng cụ đo nhiệt độ trong kỹ thuật đo lường điện lạnh trên thực tế. Từ đó, người học có thể đo được các loại nhiệt độ theo các phương pháp khác nhau tùy thuộc vào các trường hợp cụ thể.

Bên cạnh đó, giúp người học đo được các loại nhiệt độ của các thiết bị chính của kỹ thuật đo lường điện lạnh ở các hệ thống lạnh trong thực tế .

Mục tiêu:

- Trang bị cho học sinh các khái niệm cơ bản nhất về các loại dụng cụ đo nhiệt độ trong kỹ thuật đo lường điện lạnh trên thực tế.
- Đo được các loại nhiệt độ theo các phương pháp khác nhau tùy thuộc vào các trường hợp cụ thể phụ thuộc vào các loại thiết bị chính của kỹ thuật đo lường điện lạnh ở các hệ thống lạnh trong thực tế.
- Phân tích được các kiến thức cơ bản về sai số khi tiến hành đo lường các loại máy lạnh thông dụng.
- Rèn luyện tính tập trung, tỉ mỉ, tư duy logic, ứng dụng thực tiễn sản xuất áp dụng vào môn học cho HS SV.

1. Phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ

1.1 Khái niệm về nhiệt độ và thang đo nhiệt độ

Hình 2.1: Đồng hồ đo nhiệt độ.

Từ lâu người ta đã biết rằng tính chất của vật chất có liên quan mật thiết tới mức độ nóng lạnh của vật chất đó. Nóng lạnh là thể hiện tình trạng giữ nhiệt của vật và mức độ nóng lạnh đó được gọi là nhiệt độ. Vậy nhiệt độ là đại lượng đặc trưng cho trạng thái nhiệt, theo thuyết động học phân tử thì động năng của vật.

E = 3/2 K.T

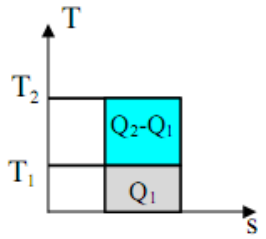
Trong đó: K- hằng số Bonltzman.

E - Động năng trung bình chuyển động thẳng của các phân tử

T - Nhiệt độ tuyệt đối của vật .

Theo định luật 2 nhiệt động học: Nhiệt lượng nhận vào hay tỏa ra của môi chất trong chu trình Cácnô ứng với nhiệt độ của môi chất và có quan hệ:

$$\frac{Q_1}{Q_1} = \frac{T_2}{T_2}$$



Vậy khái niệm nhiệt độ không phụ thuộc vào bản chất mà chỉ phụ thuộc nhiệt lượng nhận vào hay tỏa ra của vật.

Muốn đo nhiệt độ thì phải tìm cách xác định đơn vị nhiệt độ để xây dựng thành thang đo nhiệt độ (có khi gọi là thước đo nhiệt độ). Dụng cụ dùng đo nhiệt độ gọi là nhiệt kế, nhiệt kế dùng đo nhiệt độ cao còn gọi là hỏa kế.

b. Thang đo nhiệt độ và đơn vị

- *Thang Kelvin* (Thomson Kelvin – 1852): Thang nhiệt động học tuyệt đối, đơn vị nhiệt độ là K. Trong thang đo này người người ta gán cho nhiệt độ của điểm cân bằng ba trạng thái nước – nước đá – hơi một giá trị số bằng 273,15 K.

- *Thang Celsius* (Andreas Celsius – 1742): Thang nhiệt độ bách phân, đơn vị nhiệt độ là ^oC. Trong thang đo này nhiệt độ của điểm cân bằng trạng thái nước – nước đá bằng 0^oC, nhiệt độ điểm nước sôi là 100^oC.

Nhiệt độ Celsius xác định qua nhiệt độ Kelvin theo biểu thức:

$T(^oC) = T(K) – 273,15$

- *Thang Fahrenheit* (Fahrenheit – 1706): Đơn vị nhiệt độ là ^oF. Trong thang đo này, nhiệt độ của điểm nước đá tan là 32^oF và điểm nước sôi là 212^oF.

Quan hệ nhiệt độ Fahrenheit và nhiệt Celsius:

$T = t_C + 273$

$t_F = 1,8 \times t_C + 32$

Nhiệt độ	Kelvin (K)	Celsius (^oC)	Fahrenheit (^oF)
Điểm 0 tuyệt đối	0	- 273,15	- 459,67
Hỗn hợp nước – nước đá	273,15	0	32
Cân bằng nước – nước đá – hơi	273,16	0,01	32,018
Nước sôi	373,15	100	212

1.2. Phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ

Theo thói quen người ta thường dùng khái niệm nhiệt kế để chỉ các dụng cụ đo nhiệt độ dưới 600^oC, còn các dụng cụ đo nhiệt độ trên 600^oC thì gọi là hỏa kế. Theo nguyên lý đo nhiệt độ, đồng hồ nhiệt độ được chia thành 5 loại chính:

+ *Nhiệt kế dãn nở* : đo nhiệt độ bằng quan hệ giữa sự dãn nở của chất rắn hay chất nước đối với nhiệt độ. Phạm vi đo thông thường từ -200 đến 500^oC .

Ví dụ như nhiệt kế thủy ngân, rượu....

+ *Nhiệt kế kiểu áp kế* : đo nhiệt độ nhờ biến đổi áp suất hoặc thể tích của chất khí, chất nước hay hơi bão hòa chứa trong một hệ thống kín có dung tích cố định khi nhiệt độ thay đổi. Khoảng đo thông thường từ 0 đến 300 ^oC.

+ *Nhiệt kế điện trở* : đo nhiệt độ bằng tính chất biến đổi điện trở khi nhiệt độ thay đổi của vật dẫn hoặc bán dẫn. Khoảng đo thông thường từ -200 đến 1000°C .

+ *Cặp nhiệt* : còn gọi là nhiệt ngẫu, pin nhiệt điện. Đo nhiệt độ nhờ quan hệ giữa nhiệt độ với suất nhiệt điện động sinh ra ở đầu mối hàn của 2 cực nhiệt điện làm bằng kim loại hoặc hợp kim. Khoảng đo thông thường từ 0 đến 1600^oC

+ *Hỏa kế bức xạ :* gồm hỏa kế quang học, bức xạ hoặc so màu sắc. Đo nhiệt độ của vật thông qua tính chất bức xạ nhiệt của vật. Khoảng đo thường từ 600 đến 6000 ^oC. Đây là dụng cụ đo gián tiếp.

Nhiệt kế còn được chia loại theo mức độ chính xác như:

- Loại chuẩn - Loại mẫu - Loại thực dụng .

Hoặc theo cách cho số đo nhiệt độ ta có các loại :

- Chỉ thị - Tự ghi - Đo từ xa

Hình 2.2: Các loại dụng cụ đo nhiệt độ.

2. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế giãn nở

2.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Thể tích và chiều dài của một vật thay đổi tùy theo nhiệt độ và hệ số dãn nở của vật đó. Nhiệt kế đo nhiệt độ theo nguyên tắc đó gọi là nhiệt kế kiểu dãn nở. 2 loại chính đó là : Nhiệt kế dãn nở chất rắn (còn gọi là nhiệt kế cơ khí) và nhiệt kế dãn nở chất nước.

a. Nhiệt kế giãn nở chất rắn

Nguyên lý đo nhiệt độ là dựa trên độ dãn nở dài của chất rắn.

$$L_t = L_{to} [1 + \alpha (t - t_o)]$$

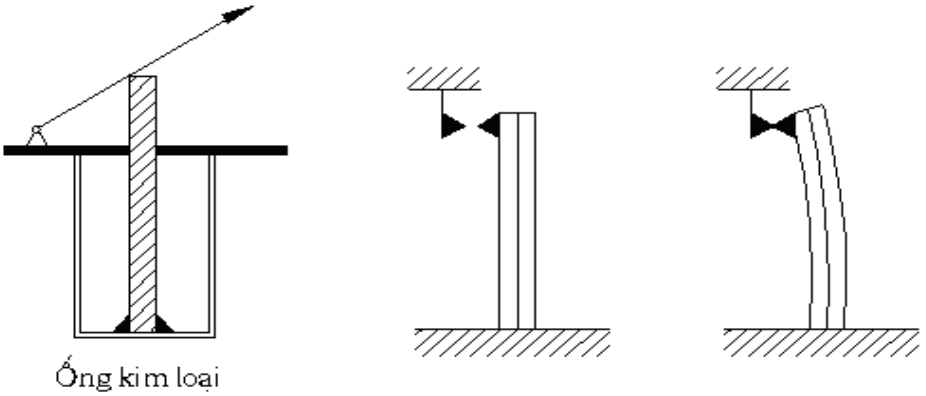
L_t, L_{to} là độ dài của vật ở nhiệt độ t và t_o

α : gọi là hệ số dãn nở dài của chất rắn

Các loại :

+ Nhiệt kế kiểu đũa :

Cơ cấu là gồm - 1 ống kim loại có α_1 nhỏ và 1 chiếc đũa có α_2 lớn



Hình 2.3: Nhiệt kế kiểu đũa

+ Kiểu bản hai kim loại (thường dùng làm rơle trong hệ thống tự động đóng ngắt tiếp điểm).

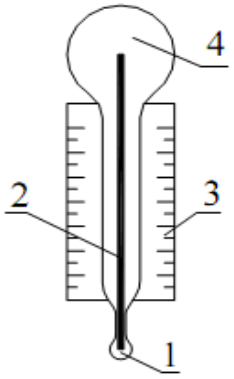
Hệ số dãn nở dài của một số vật liệu

Vật liệu	Hệ số dãn nở dài α (1/độ)
Nhôm Al	$0,238 . 10^4 \div 0,310 . 10^4$
Đồng Cu	$0,183 . 10^4 \div 0,236 . 10^4$
Cr - Mn	$0,123 . 10^4$
Thép không rĩ	$0,009 . 10^4$
H kim Inva (64% Fe & 36% N)	$0,00001 . 10^4$

b. Nhiệt kế giãn nở chất lỏng

Nguyên lý: tương tự như các loại khác nhưng sử dụng chất lỏng làm môi chất (như Hg, rượu)

Cấu tạo:



1 - Phần tiếp xúc môi trường cần đo gọi là bao nhiệt.

2 - ống mao dẫn có đường kính rất nhỏ.

3 - thang đo.

4 - đoạn dự phòng.

Nếu dùng Hg thì $\alpha = 0,18.10^3\ ^oC^{-1}$ còn thủy tinh thì $\alpha = 0,02 . 10^3\ ^oC^{-1}$ (nên có thể bỏ qua)

Người ta dùng loại này làm nhiệt kế chuẩn có độ chia nhỏ và thang đo từ 0 - 50° ; 50 - 100 º và có thể đo đến 600 ºC.

Ưu điểm : đơn giản rẻ tiền sử dụng dễ dàng thuận tiện khá chính xác.

Khuyết điểm : độ chậm trễ tương đối lớn, khó đọc số, dễ vỡ không tự ghi số đo phải đo tại chỗ không thích hợp với tất cả đối tượng (phải nhúng trực tiếp vào môi chất).

Phân loại : Nhiệt kế chất nước có rất nhiều hình dạng khác nhau nhưng :

- Xét về mặt thước chia độ thì có thể chia thành 2 loại chính :

+Hình chiếc đũa

+ Loại thước chia độ trong

Hình 2.4: Các loại nhiệt kế

+ Xét về mặt sử dụng thì có thể chia thành các loại sau:

- Nhiệt kế kỹ thuật : khi sử dụng phần đuôi phải cắm ngập vào môi trường cần đo (có thể hình thẳng hay hình chữ L). Khoảng đo - 30 - 50°C ; 0 - 50 ... 500

Độ chia : 0,5 ºC , 1ºC. Loại có khoảng đo lớn độ chia có thể 5 ºC

- Nhiệt kế phòng thí nghiệm : có thể là 1 trong các loại trên nhưng có kích thước nhỏ hơn.

- Chú ý : Khi đo ta cần nhúng ngập đầu nhiệt kế vào môi chất đến mức đọc.

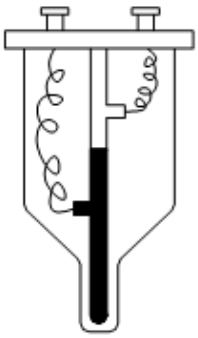
* Loại có khoảng đo ngắn

độ chia 0,0001 - 0,02 ºC dùng làm nhiệt lượng kế để tính nhiệt lượng.

* Loại có khoảng đo nhỏ 50 ºC do đến 350 ºC chia độ 0,1 ºC.

* Loại có khoảng đo lớn 750 ºC đo đến 500 ºC chia độ 2 ºC.

Ngoài ra : ta dùng nhiệt kế không dùng thủy ngân thang đo - 190 °C **Error! Not a valid link.**100 °C và loại nhiệt kế đặc biệt đo đến 600



Trong tự động còn có loại nhiệt kế tiếp

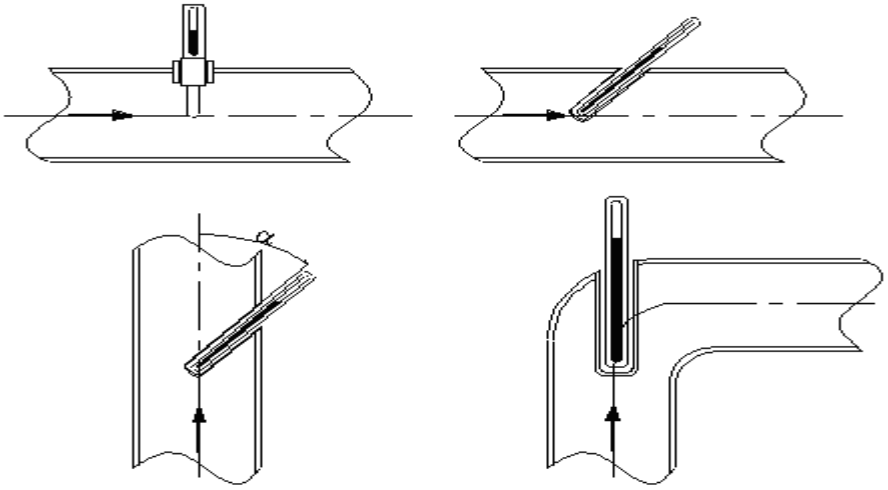
điểm điện.

Các tiếp điểm làm bằng bạch kim

Trong CN phải đặt nơi sáng sủa sạch sẽ

ít chấn động thuận tiện cho đọc và vận hành.

Nếu đường kính ống đựng môi chất lớn thì ta đặt nhiệt kế thẳng đứng.



3. CÂU HỎI ÔN TẬP

1/ Hãy trình bày khái niệm về nhiệt độ và thang đo nhiệt độ?
2/ Hãy phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ?
3/ Hãy trình bày cấu tạo nhiệt kế giãn nở?
4/ Hãy trình bày nguyên lý làm việc nhiệt kế giãn nở?
5/ Hãy trình bày ưu nhược điểm các loại nhiệt kế giãn nở?

Bài 3: ĐO ÁP SUẤT VÀ CHÂN KHÔNG

Giới thiệu:

Bài học này cung cấp cho người học kiến thức về các khái niệm và phương pháp đo đạc áp suất và chân không cơ bản nhất trong kỹ thuật đo lường điện lạnh trên thực tế. Qua đó, hướng dẫn cho người học tiến hành đo đạc được các loại áp suất trong các thiết bị của ngành kỹ thuật lạnh.

Bên cạnh đó, giúp người học Phân tích được các kiến thức cơ bản về sai số khi tiến hành đo lường các loại áp suất của các loại máy lạnh thông dụng.

Mục tiêu:

- Trang bị cho học sinh các khái niệm và phương pháp đo đạc áp suất và chân không cơ bản nhất trong kỹ thuật đo lường điện lạnh trên thực tế.
- Tiến hành đo đạc được các loại áp suất trong các thiết bị của kỹ thuật đo lường điện lạnh ở các hệ thống lạnh trong thực tế.
- Phân tích được các kiến thức cơ bản về sai số khi tiến hành đo lường các loại máy lạnh thông dụng.
- Rèn luyện tính tập trung, tỉ mỉ, tư duy logic, ứng dụng thực tiễn sản xuất áp dụng vào môn học cho HS SV.

1. Tìm hiểu khái niệm thang đo áp suất

1.1. Khái niệm

- Khái niệm : Áp suất là áp lực tác dụng vuông góc lên một đơn vị diện tích thành bình chứa.

$$p = \frac{F}{S}$$, với:

p: áp suất tuyệt đối, N/m^2

F: lực tác dụng, N

S: diện tích thành bình, m^2

- Các đơn vị đo áp suất: N/m^2 , Pa, at, atm, bar, mmHg, mmH_2O.
- Quan hệ giữa các đơn vị đo áp suất trong kỹ thuật lạnh: N/m^2 , Pa, at, atm, bar, mmHg, mmH_2O, PSI:

1 N/m^2 = 1 Pa ; 1 bar = 10^5 Pa

1 at = 735,5 mmHg

1 at = 0,981 bar

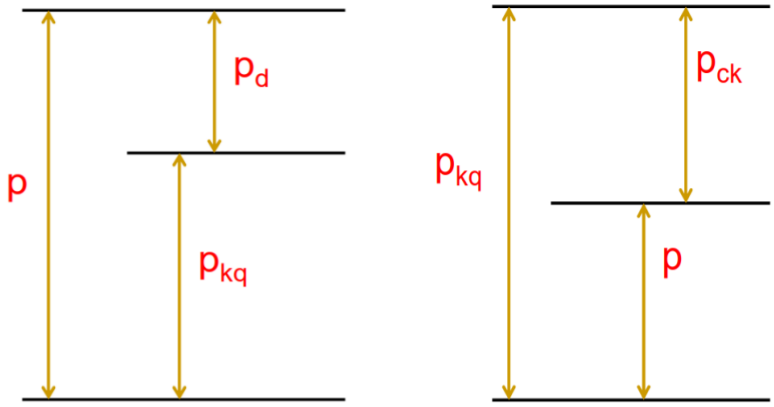
1 at = 14,7 PSI

1 bar = 1,013 at

- Các loại áp suất trong kỹ thuật lạnh:

+ Áp suất khí quyển (áp suất khí trời), ký hiệu: P

+ Áp suất tuyệt đối, ký hiệu: $p_{tđ}$
+ Áp suất chân không, ký hiệu: p_{ck}
+ Áp suất dư, ký hiệu: p_d



Hình 3.1: Quan hệ giữa các loại áp suất trong kỹ thuật lạnh.

- Quan hệ giữa các loại áp suất trong kỹ thuật lạnh:

$$p_{tđ} = P + p_d$$
$$p_{tđ} = P - p_{ck}$$
$$p_{ck} = -p_d$$

Chân không tuyệt đối không thể nào tạo ra được.

1.2. Thang đo áp suất

Tùy theo đơn vị mà ta có các thang đo khác nhau như : kG/cm^2; mmH_2O… Nếu chúng ta sử dụng các dụng cụ đơn vị : mmH_2O, mmHg thì H_2O và Hg phải ở điều kiện nhất định.

2. Phân loại các dụng cụ đo áp suất

2.1. Giới thiệu áp kế dùng trong phòng thí nghiệm

- Áp kế loại chữ U
- Áp kế một ống thẳng
- Vi áp kế
- Khí áp kế thủy ngân
- Chân không kế Mc leod
- Áp kế Pitston

2.2. Giới thiệu áp kế dùng trong công nghiệp

- Áp kế và hiệu áp kế đàn hồi

2.3. Giới thiệu loại áp kế đặc biệt

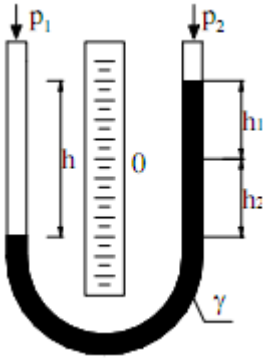
- Chân không kế kiểu dẫn nhiệt
- Chân không kế Ion
- Áp kế kiểu áp từ
- Áp kế áp suất điện trở.

3. Đo áp suất bằng áp kế chất lỏng

3.1. Sử dụng áp kế loại chữ U

Nguyên lý làm việc dựa vào độ chênh áp suất của cột chất lỏng : áp suất cần đo cân bằng độ chênh áp của cột chất lỏng.

$$P_1 - P_2 = \gamma.h = \gamma(h_1 + h_2)$$



Khi đo một đầu nối áp suất khí quyển một đầu nối áp suất cần đo, ta đo được áp suất dư.

Trường hợp này chỉ dùng công thức trên khi γ của môi chất cần đo nhỏ hơn γ của môi chất lỏng rất nhiều.

<u>Nhược điểm</u> *:*

- Các áp kế loại kiểu này có sai số phụ thuộc nhiệt độ (do γ phụ thuộc vào nhiệt độ) và việc đọc 2 lần các giá trị h nên khó chính xác.
- Môi trường có áp suất cần đo không phải là hằng số mà dao động theo thời gian mà ta lại đọc 2 giá trị h_1, h_2 ở vào 2 thời điểm khác nhau chứ không đồng thời được.

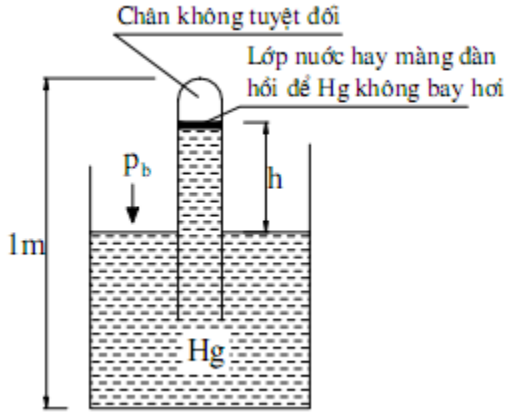
3.2. Sử dụng khí áp kế thủy ngân

Là dụng cụ dùng đo áp suất khí quyển, đây là dụng cụ đo khí áp chính xác nhất.

$$P_b = h.\ \gamma_{Hg}$$

Sai số đọc 0,1 mm

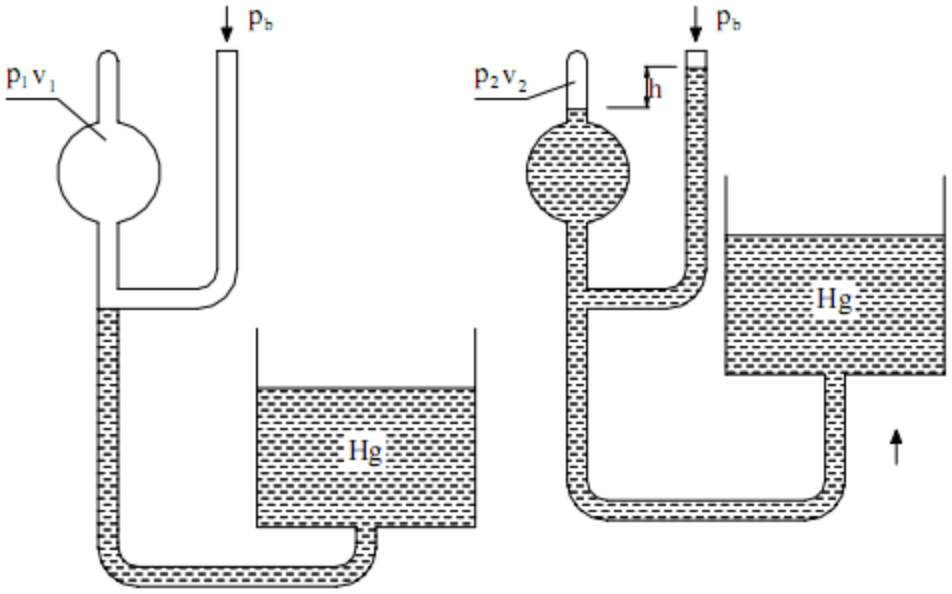
Nếu sử dụng loại này làm áp kế chuẩn thì phải xét đến môi trường xung quanh do đó thường có kèm theo 1 nhiệt kế để đo nhiệt độ môi trường xung quanh để hiệu chỉnh.



Hình 3.2: Khí áp kế thủy ngân

3.3. Sử dụng chân không kế

Đối với môi trường có độ chân không cao, áp suất tuyệt đối nhỏ người ta có thể chế tạo dụng cụ đo áp suất tuyệt đối dựa trên định luật nén đoạn nhiệt của khí lý tưởng.



Hình 3.3: Chân không kế

Nguyên lý : Khi nhiệt độ không đổi thì áp suất và thể tích tỷ lệ nghịch với nhau.

$P_1.V_1 = P_2.V_2$ loại này dùng để đo chân không

Đầu tiên giữ bình Hg sao cho mức Hg ở ngay nhánh ngã 3. Nối P_1 (áp suất cần đo) vào rồi nâng bình lên đến khi được độ lệch áp là h → trong nhánh kín có áp suất P_2 và thể tích V_2.

→ $P_2 = P_1 + \gamma.h$ → $V_2(P_1 + \gamma.h) = P_1$ → $P_1 = \dfrac{h.\gamma.V_2}{V_1 - V_2}$

- Nếu $V_2 << V_1$ thì ta bỏ qua V_2 ở mẫu → $P_1 = \dfrac{h.\gamma.V_2}{V_1}$

- Nếu giữ V_1/V_2 là hằng số thì dụng cụ sẽ có thang chia độ đều.
- Khoảng đo đến 10^{-5} mmHg.

Người ta thường dùng với $V_{1max} = 500\ cm^3$, đường kính ống d = 1 ÷ 2,5 mm.

4. Đo áp suất bằng áp kế đàn hồi

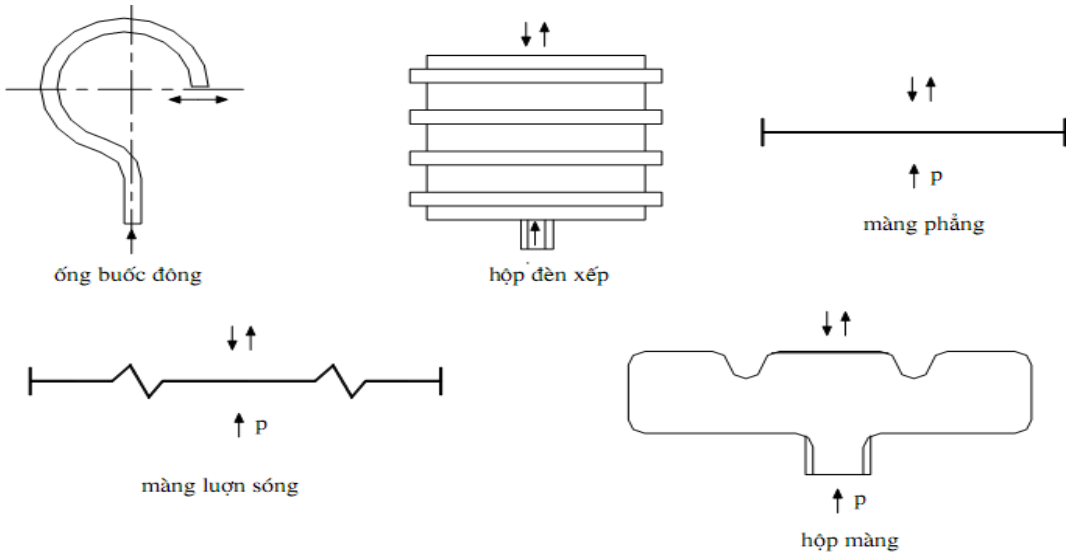
Trong công nghiệp người ta thường dùng để đo hiệu áp suất gọi là hiệu áp kế áp kế và hiệu áp kế đàn hồi.

Hình 3.4: Áp kế đàn hồi

Bộ phận nhạy cảm các loại áp kế này thường là ống đàn hồi hay hộp có màng đàn hồi, khoảng đo từ 0 ÷ 10 000 kG/ cm^2 và đo chân không từ 0,01 ÷ 760 mm Hg. Đặc điểm của loại này là kết cấu đơn giản, có thể chuyển tín hiệu bằng cơ khí, có thể sử dụng trong phòng thí nghiệm hay trong công nghiệp, sử dụng thuận tiện và rẻ tiền.

Nguyên lý làm việc: Dựa trên sự phụ thuộc độ biến dạng của bộ phận nhạy cảm hoặc lực do nó sinh ra và áp suất cần đo, từ độ biến dạng này qua cơ cấu khuếch đại và làm chuyển dịch kim chỉ (kiểu cơ khí).

Các loại bộ phận nhạy cảm:



Hình 3.5: Các loại áp kế đàn hồi

+ Cấu tạo và phạm vi ứng dụng:

** Màng phẳng :*

Nếu làm bằng kim loại thì dùng để đo áp suất cao.

Nếu làm bằng cao su vải tổng hợp, tấm nhựa thì đo áp suất nhỏ hơn (loại này thường có hai miếng kim loại ép ở giữa).

Còn loại có nếp nhăn nhằm tăng độ chuyển dịch nên phạm vi đo tăng.

Có thể có lò xo đàn hồi ở phía sau màng.

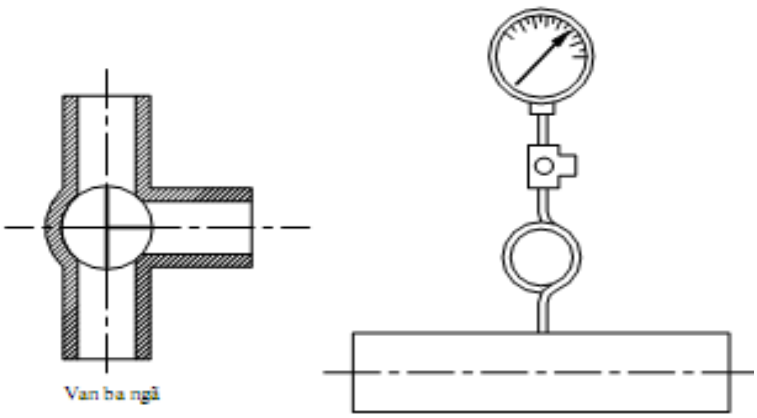
** Hộp đèn xếp* : có 2 loại

Loại có lò xo phản tác dụng, loại này màng đóng vai trò cách ly với môi trường. Muốn tăng độ xê dịch ta tăng số nếp gấp thường dùng đo áp suất nhỏ và đo chân không.

Loại không có lò xo phản tác dụng.

** Ống buốc đông*: Là loại ống có tiết diện là elíp hay ô van uốn thành cung tròn ống thường làm bằng đồng hoặc thép, nếu bằng đồng chịu áp lực < 100 kG/cm^2 khi làm bằng thép (2000 ÷ 5000 kG/cm^2). Và loại này có thể đo chân không đến 760 mm Hg. Khi chọn ta thường chọn đồng hồ sao cho áp suất làm việc nằm khoảng 2/3 số đo của đồng hồ. Nếu áp lực ít thay đổi thì có khi chọn 3/4 thang đo.

Chú ý: Khi lắp đồng hồ cần có ống xi phông để cản lực tác dụng lên đồng hồ và phải có van ba ngả để kiểm tra đồng hồ.



Khi đo áp suất bình chất lỏng cần chú ý đến áp suất thủy tĩnh.

Khi đo áp suất các môi trường có tác dụng hóa học cần phải có hộp màng ngăn.

Khi đo áp suất môi trường có nhiệt độ cao thì ống phải dài 30 ữ 50 mm và không bọc cách nhiệt.

Các đồng hồ dùng chuyên dụng để đo một chất nào có tác dụng ăn mòn hóa học thì trên mặt người ta ghi chất đó. Thường có các lò xo để giữ cho kim ở vị trí 0 khi không đo.

5. Đo áp suất bằng đồng hồ Gas lạnh

Khi sử dụng Đồng hồ gas lạnh đo áp suất thì có các giá trị áp suất cần đo: Áp suất cao Áp suất thấp, Áp suất chân không.

Hình 3.6: Đồng hồ gas lạnh.

Đồng hồ thấp áp: màu xanh biển: dùng để đo áp suất thấp và áp suất chân không.

Đồng hồ cao áp: màu đỏ: dùng để đo áp suất cao.

+ <u>Đo áp suất chân không trong hệ thống lanh</u>:

- Sử dụng trong quá trình hút chân không cho hệ thống lạnh.
- Áp suất chân không của hệ thống lạnh thường thì giá trị dưới “0”. (nhỏ hơn “0”).

+ Cách nhận biết trên đồng hồ gas lạnh: Áp suất chân không trên đồng hồ gas lạnh thông dụng theo thường có màu xanh lá cây.

+ Đo áp suất thấp trong hệ thống lạnh:

- Sử dụng để đo các loại áp suất thấp trong hệ thống lạnh, thường thì đo áp suất bay hơi.
- Áp suất thấp trong hệ thống lạnh thường thì giá trị trên đồng hồ từ 0 PSI – 250 PSI.

+ Đo áp suất cao trong hệ thống lạnh:

- Sử dụng để đo các loại áp suất cao trong hệ thống lạnh, thường thì đo áp suất ngưng tụ.
- Áp suất thấp trong hệ thống lạnh thường thì giá trị trên đồng hồ từ 0 PSI – 500 PSI.

6. CÂU HỎI ÔN TẬP

1/ Hãy trình bày khái niệm thang đo áp suất?
2/ Hãy trình bày các đơn vị và thang đo áp suất?
3/ Hãy phân loại các dụng cụ đo áp suất?
4/ Hãy trình bày phương pháp đo áp suất bằng áp kế chất lỏng?
5/ Hãy trình bày phương pháp đo áp suất bằng áp kế chất lỏng?
6/ Hãy trình bày phương pháp đo áp suất bằng đồng hồ Gas lạnh?

Bài 4: KHẢO SÁT KHÍ CỤ ĐIỆN ĐÓNG CẮT

Giới thiệu:

Bài học này cung cấp cho người học kiến thức về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện đóng cắt thường dùng trong công nghiệp và dân dụng. Từ đó, hướng dẫn cho người học sử dụng được thành thạo các loại khí cụ điện đóng cắt nói trên, đảm bảo an toàn cho người và các thiết bị theo TCVN.

Bên cạnh đó, giúp người học phân tích được các kiến thức cơ bản về sai số khi tiến hành đo lường các loại áp suất của các loại máy lạnh thông dụng.

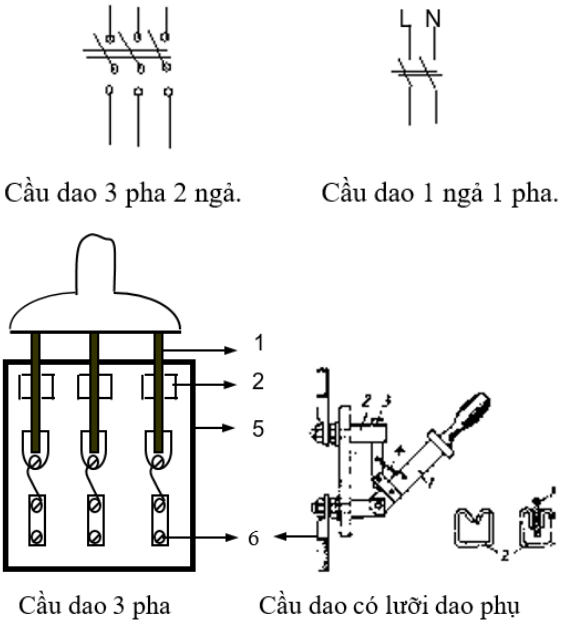
Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện đóng cắt thường dùng trong công nghiệp và dân dụng.
- Sử dụng được thành thạo các loại khí cụ điện đóng cắt nói trên, đảm bảo an toàn cho người và các thiết bị theo TCVN.
- Tính chọn được các loại khí cụ điện đóng cắt thông dụng theo yêu cầu kỹ thuật cụ thể.
- Tháo lắp, phán đoán và sửa chữa được hư hỏng các loại khí cụ điện đóng cắt đạt các thông số kỹ thuật và đảm bảo an toàn.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, nghiêm túc trong công việc.

1. Khảo sát cầu dao

1.1. Tìm hiểu cấu tạo cầu dao

Cầu dao là một loại khí cụ điện dùng để đóng cắt dòng điện bằng tay đơn giản nhất được sử dụng trong các mạch điện có điện áp đến 220VDC hoặc 380VAC.



Cầu dao 3 pha 2 ngả. Cầu dao 1 ngả 1 pha.

Cầu dao 3 pha Cầu dao có lưỡi dao phụ

Hình 4.1: Các bộ phận của cầu dao.

Thông thường gồm:

- Lưỡi dao chính (1).
- Lưỡi dao phụ (3)
- Tiếp xúc tĩnh (ngàm)(2)
- Đế cách điện.(5)
- Lò xo bật nhanh (4).
- Cực đấu dây (6)

Trong cầu dao thì các bộ phận tiếp xúc là rất quan trọng. Theo cách hiểu thông thường, chỗ tiếp xúc điện là nơi gặp gỡ chung hai hay nhiều vật dẫn để dòng điện đi từ vật dẫn này sang vật dẫn khác. Mặt tiếp xúc giữa các vật gọi là bề mặt tiếp xúc.

Tiếp xúc ở cầu dao là dạng tiếp xúc đóng mở, tiếp điểm là tiếp điểm kẹp (cắm). Lưỡi dao được gắn cố định một đầu, đầu kia được gắn vào tay nắm của cầu dao. Vật liệu chế tạo cho các vật dẫn, điểm tiếp xúc thường làm bằng bạc, đồng, platin, vonfram, niken và hữu hạn mới dùng vàng. Bạc có tính dẫn điện và truyền nhiệt tốt, platin (bạch kim) không có lớp ôxyt, điện trở tiếp xúc bé, vofram có nhiệt độ nóng chảy cao và chống bài mòn tốt đồng thời có độ cứng lớn.

Trong đó đồng và đồng thau cùng với những kim loại hoặc hợp kim có nhiệt độ nóng chảy cao là được sử dụng rộng rãi nhất.

Bulong, vít được làm bằng thép, dùng để ghép các vật tiếp xúc cố định với nhau.

Mỗi một cực của cầu dao có bulong hoặc lỗ để đấu nối dây vào.

Tay nắm được làm bằng vật liệu cách điện tốt có thể là bằng sứ, phíp hoặc mica.

Nắp che chắn được làm bằng nhựa hay phíp.

Đế được làm bằng sứ, nhựa hoặc phíp. Có một số cầu dao do công dụng của từng thiết bị mà người ta gắn thêm dây chảy (cầu chì) để bảo vệ ngắn mạch.

1.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động cầu dao

Cầu dao được đóng mở nhờ ngoại lực bên ngoài (bằng tay) tác động. Khi đóng cầu dao, lưỡi dao tiếp xúc với ngàm dao, mạch điện được nối. Lưỡi dao rời khỏi ngàm dao thì mạch điện bị ngắt.

Cầu dao cần được đảm bảo ngắt điện tin cậy cho các thiết bị dùng điện ra khỏi nguồn điện áp. Do đó khoảng cách giữa tiếp xúc điện đến và đi, tức chiều dài lưỡi dao cần phải lớn hơn 50mm. Ta sử dụng lưỡi dao phụ và lò xo để làm tăng tốc độ ngắt mạch. Như vậy sẽ dập được hồ quang một cách nhanh chóng, không làm cho ngàm dao và lưỡi dao bị cháy sém.

Để tiếp xúc giữa lưỡi dao và ngàm dao được tốt cần phải giải quyết hai vấn đề:

- Bề mặt tiếp xúc phải nhẵn sạch và chính xác.
- Lực ép tiếp điểm phải đủ mạnh.

Nếu lưỡi dao và ngàm dao tiếp xúc tốt thì đảm bảo dẫn điện tốt, nhiệt sinh ra chỗ tiếp xúc ít. Nếu mặt tiếp xúc xấu, điện trở tiếp xúc lớn, dòng điện đi qua sẽ đốt nóng mối tiếp xúc, nhiệt độ tại mối tiếp xúc tăng do đó dễ bị hỏng.

Để giảm bớt điện trở tiếp xúc, người ta thường mạ phủ. Lớp kim loại bao phủ có tác dụng bảo vệ kim loại chính. Thường mạ với vật liệu sau:

- Tiếp điểm đồng hoặc đồng thau thường được mạ bạc, mạ thiếc không tốt bằng mạ bạc vì khi có dòng điện đi qua (lúc ngắn mạch) thiếc chảy và bắn ra xung quanh sẽ dẫn đến chạm chập tiếp theo (do nhiệt độ nóng chảy của thiếc nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy của bạc).
- Nhôm thì ta mạ kẽm.
- Kẽm mạ niken nhằm giảm oxy hoá, không chảy hẳn ra ngoài.

Mặt khác, để bảo vệ tốt bề mặt kim loại, kim loại mạ phải có điện thế hóa học gần bằng điện thế hóa học của kim loại làm tiếp điểm, tăng lực ép F và giảm bớt khe hở, giảm bớt độ ăn mòn.

Tay nắm được bố trí ở một bên hay ở giữa hoặc có tay nắm điều khiển được nối dài ra phía trước để thao tác có khoảng cách.

Hoạt động của cầu dao khi ngắn mạch:

- Khi quá tải và đặc biệt khi ngắn mạch, nhiệt độ chỗ tiếp xúc của tiếp điểm rất cao làm giảm tính đàn hồi và cường độ cơ khí của tiếp điểm. Nhiệt độ cho phép khi ngắn mạch đối với đồng, đồng thau là $(200 \div 300)^0$C, còn đối với nhôm là $(150 \div 200)^0$C.

Ta có thể phân biệt 3 trường hợp sau:

- Tiếp điểm đang ở vị trí đóng bị ngắn mạch: tiếp điểm sẽ bị nóng chảy và hàn dính lại. Kinh nghiệm cho thấy lực ép lên tiếp điểm càng lớn thì dòng điện để làm tiếp điểm nóng chảy và hàn dính càng lớn. Thường lực ép F vào khoảng (200 ÷ 500)N. Do đó tiếp điểm cần phải có lực giữ tốt.
- Tiếp điểm đang trong qúa trình đóng bị ngắn mạch: lúc đó sẽ sinh lực điện động kéo rời tiếp điểm ra xa, song do chấn động nên dễ bị sinh ra hiện tượng hàn dính.
- Tiếp điểm đang trong quá trình mở bị ngắn mạch: trường hợp này sẽ sinh ra hồ quang làm nóng chảy tiếp điểm và mài mòn mặt tiếp xúc.

1.3. Tìm hiểu hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

a. Hư hỏng:

- Cầu dao thường gặp các dạng sai hỏng như sau:
- Lưỡi dao động bị mòn, bị rỗ hoặc bị cháy.
- Hư hỏng các cực đấu dây, các ốc vít bị mòn.
- Ngàm cố định bị mòn, bị rỗ, bị cháy hoặc bị hở quá lớn.
- Bị vỡ đế hoặc nắp bảo vệ.

b. Nguyên nhân gây hư hỏng.

- Do thao tác đóng cắt nhiều dẫn đến lưỡi dao động và ngàm cố định bị mòn.
- Lưỡi dao động và ngàm cố định bị rỗ, cháy do quá trình đóng cắt không dứt khoát, do đóng cắt có tải lớn và hiện tượng cháy hồ quang.
- Các cực đấu dây bị hư do tháo lắp nhiều lần và dùng lực quá lớn.

- Do bị lực bên ngoài tác động.

1.4. Sửa chữa cầu dao

- Tháo nắp cầu dao để quan sát cấu tạo bên trong của cầu dao.
- Kiểm tra lưỡi dao động.
- Kiểm tra các cực đấu dây trên và dưới.
- Xiết chặt các ốc vít cố định giữa tay nắm với các lưỡi dao động.
- Kiểm tra lưỡi dao phụ.
- Điều chỉnh mức độ tiếp xúc giữa lưỡi dao động và ngàm tĩnh.
- Lắp ráp lại: ngược với quá trình tháo.
- Lắp nắp bảo vệ của cầu dao lại.

2. Khảo sát các loại công tắc và nút điều khiển

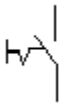
2.1. Tìm hiểu các loại công tắc

2.1.1. Định nghĩa, ký hiệu:

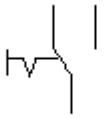
a. Định nghĩa:

Công tắc là một loại khí cụ điện dùng để đóng cắt dòng điện hoặc đổi nối mạch điện bằng tay, trong các mạng điện có công suất bé.

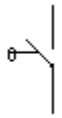
b. Ký hiệu:



Công tắc 1 cực



Công tắc đảo chiều



Công tắc hành trình

2.1.2. Phân loại:

Theo hình dạng bên ngoài, người ta chia công tắc làm ba loại:

- Kiểu hở.
- Kiểu bảo vệ.
- Kiểu kín.

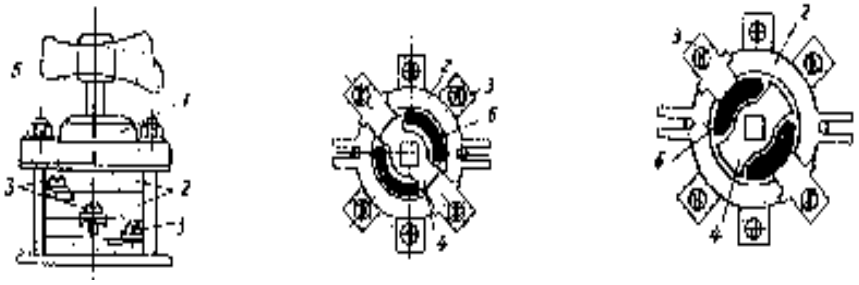
Theo công dụng người ta chia công tắc ra các loại:

- Công tắc đóng ngắt trực tiếp.
- Công tắc chuyển mạch (hay công tắc vạn năng).
- Công tắc hành trình.
- Công tắc một pha dùng trong điện sinh hoạt.

2.1.3. Cấu tạo, nguyên lý hoạt động:

Nhìn chung là dạng tiếp xúc đóng mở, tiếp xúc điểm và các vật dẫn thường được làm bằng đồng.

2.2. Tìm hiểu công tắc hộp

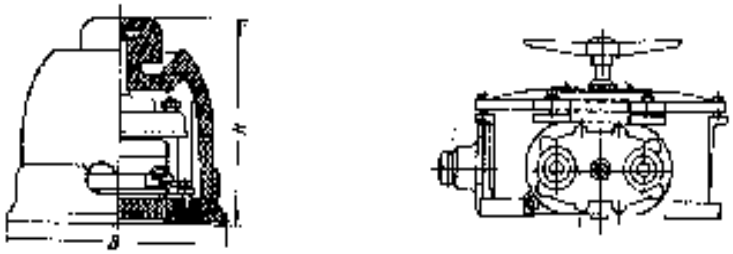


a. b. c.

Hình 4.2: Công tắc hộp
a. Hình dạng chung;
b. Mặt cắt (vị trí đóng);
c. Mặt cắt (vị trí ngắt)

Phần chính là các tiếp điểm tĩnh 3 gắn trên các vành nhựa bakêlit cách điện 2 có đầu vặn vít chìa ra khỏi hộp. Các tiếp điểm động 4 gắn trên cùng trục và cách điện với trục, nằm trong các mạch khác nhau tương ứng với các vành 2. Khi trục quay đến vị trí thích hợp, sẽ có một số tiếp điểm động tiếp xúc với các tiếp điểm tĩnh, còn số khác rời khỏi tiếp điểm tĩnh. Chuyển dịch tiếp điểm động nhờ cơ cấu cơ khí có núm vặn 5. Ngoài ra còn có lò xo phản kháng đặt trong vỏ hộp để tạo nên sức bật nhanh làm cho hồ quang được dập tắt nhanh chóng.

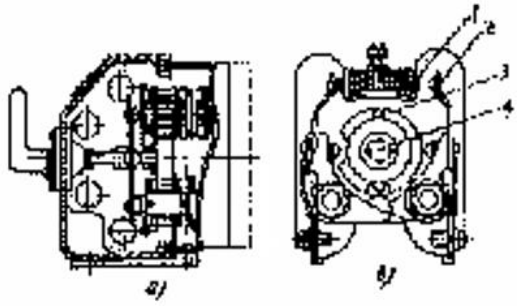
Hình dạng cấu tạo công tắc hộp của Việt Nam, Liên Xô, Đức, Pháp...đều giống như hình trên, chỉ khác ít nhiều về hình dạng kết cấu.



d. Kiểu bảo vệ e. Kiểu kín

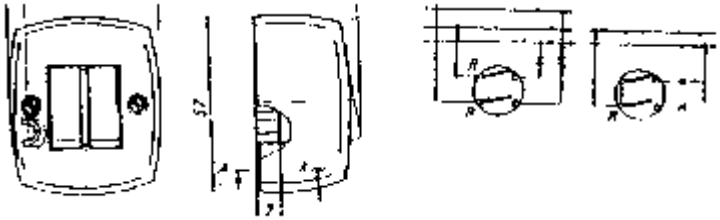
Gồm các đoạn riêng lẽ cách điện với nhau và lắp trên cùng một trục. Các tiếp điểm 1 và 2 sẻ đóng mở nhờ xoay vành cách điện 3 lồng trên trục 4. Khi ta vặn công tắc, tay gạt công tắc vạn năng có một số vị trí chuyển đổi, trong đó các tiếp điểm của các đoạn sẽ đóng hoặc ngắt theo yêu cầu.

Công tắc vạn năng được chế tạo theo kiểu tay gạt có các vị trí cố định hoặc có lò xo phản hồi về vị trí ban đầu (vị trí 0).



Hình 4.3: Công tắc vạn năng
a. Hình dạng chung
b. Mặt cắt ngang
1. Tiếp điểm tỉnh.
2. Tiếp điểm động.
3. Vành cách điện.
4. trục nhỏ.

❖ Hình dáng ngoài của một số công tắc dùng trong dân dụng và công nghiệp:



❖ Hình dạng ngoài và sơ đồ đấu dây loại công tắc đơn trong dân dụng.
❖ Hình dạng ngoài và sơ đồ đấu dây công tắc chuyển đổi động cơ từ sao kép qua tam giác nối tiếp (dùng trong công nghiệp).
❖ **Công dụng:**

Công tắc hộp thường được dùng làm cầu dao tổng cho các máy công cụ, dùng đóng mở trực tiếp các động cơ điện công suất bé, dùng để khống chế các mạch điện tự động. Có khi dùng thay đổi chiều quay của động cơ hoặc đổi cách đấu cuộn dây Stato của động cơ từ sao kép ra tam giác...

Công tắc vạn năng dùng để đóng ngắt, chuyển đổi mạch điện các cuộn dây hút của Contactor, khởi động từ....Nó được dùng trong các mạch điện điều khiển có điện áp đến 440V (một chiều) và đến 500V (xoay chiều tần số 50Hz).

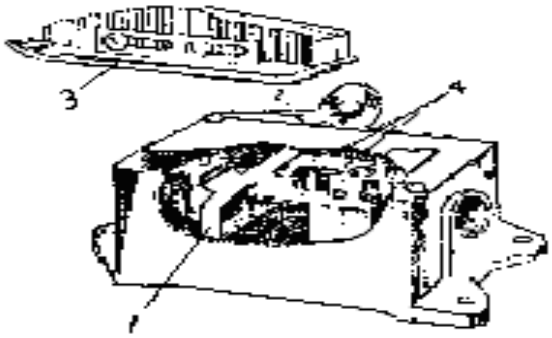
Công tắc một pha dùng trong lưới điện sinh hoạt để đóng mở đèn. Thường được chôn trong tường hay để trên bảng điện.

2.4. Tìm hiểu công tắc hành trình

Hình 2-4 a, b, c giới thiệu dạng ngoài và cấu tạo trong của vài loại công tắc hành trình cở nhỏ:

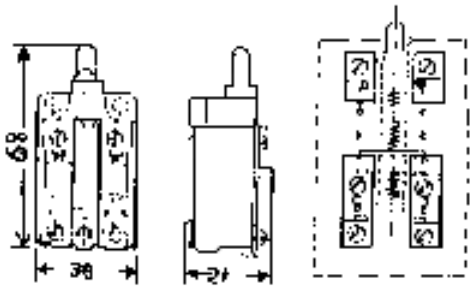
+ Cấu tạo trong: giống như nút nhấn liên động, gồm một cặp tiếp điểm thường đóng và một cặp tiếp điểm thường mở, cơ cấu truyền động.

+ Công dụng: công tắc hành trình dùng để đóng ngắt mạch điện điều khiển trong truyền động điện, tự động hóa... Tuỳ thuộc vị trí cữ gạt ở các cơ cấu chuyển đổi cơ khí nhằm tự động điều khiển hành trình làm việc hay tự động gắt điện ở cuối hành trình để đảm bảo an toàn.

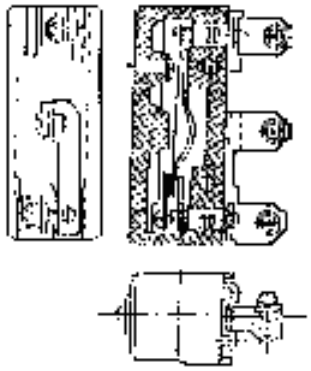


Hình 4.4: a

Ví dụ: Giới hạn khẩu độ đóng và mở cửa, giới hạn hướng dịch chuyển của Balăng điện, giới hạn điểm đến của thang máy...



Hình 4.4: b



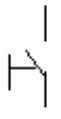
Hình 4.4: c

2.5. Tính chọn công tắc và nút điều khiển

Nút nhấn còn gọi là nút điều khiển, là một loại khí cụ điện dùng để đóng ngắt từ xa các thiết bị điện từ khác nhau, các dụng cụ báo hiệu....

*** Ký hiệu:**

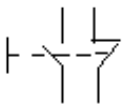
a. Nút nhấn đơn



Thường mở

b. Nút nhấn liên động

Thường đóng



2.5.1. Phân loại, công dụng:

a. Phân loại:

Phân loại theo kiểu dáng người ta chia ra các loại sau:

- Kiểu hở: thường đặt trên bảng nút nhấn, hộp hay trên mặt tủ điện.

- Kiểu bảo vệ: đặt trong vỏ nhựa hoặc vỏ sắt hình hộp chủ yếu chống va đập.
- Kiểu bảo vệ chống bụi: chế tạo với vỏ đúc liền bằng nhựa hoặc kim loại nhẹ.
- Kiểu chống nước: đặt trong vỏ kín bằng nhựa không cho nước vào.
- Kiểu chống nổ: chế tạo với vỏ đặt bịt kín để cho các khí cháy, khí nổ tiếp xúc.

Theo yêu cầu điều khiển có thể chia làm 2 loại:

- Loại 1 nút: đơn (một cặp thường đóng hoặc thường mở, giống nút nhấn chuông của nhà dân).
- Loại 2 nút: liên động, một cặp thường mở và một cặp thường đóng.

b. Công dụng :

- Nút nhấn dùng để phát tín hiệu cho các bộ phận chấp hành là các khí cụ điện.
- Nút nhấn dùng để thay đổi chế độ làm việc của các hệ thống điện.
- Nút nhấn dùng để thông báo tin tức.

Nút nhấn có 2 chế độ làm việc trên mạch điện: duy trì và không duy trì.

+ Duy trì: các thiết bị sẽ tự động làm việc khi ta tác động ngắn vào nút nhấn (tác động xong rồi bỏ tay ra khỏi nút nhấn). Phải phối hợp với rơle trung gian hay Contactor.

+ Không duy trì: các thiết bị chỉ làm việc khi nào có tay của ta tác động vào và giữ luôn trên nút nhấn. Khi ta bỏ tay ra khỏi nút nhấn thì thiết bị sẽ dừng.

Nút nhấn được gắn liền trên các bảng điều khiển, với máy hoặc để cách biệt khi cần điều khiển từ xa.

Nút nhấn được chế tạo làm việc nơi không ẩm ướt, không có khí ăn mòn hóa học, không có bụi.

a. Tính chọn nút nhấn:

Khi lựa chọn nút nhấn tùy vào đặc điểm làm việc của mạch điện và mục đích sử dụng sau đó kết hợp với các thông số kỹ thuật để lựa chọn nút nhấn cho thích hợp.

b. Thông số kỹ thuật:

Đối với nút nhấn kiểu hở và kiểu bảo vệ, dòng điện qua tiếp điểm là 5A, điện áp có thể lên đến 600V, thao tác đóng cắt khoảng 100.000 lần.

Theo qui định về màu của các nhà sản xuất:

- Màu đỏ: màu để dừng hệ thống.
- Màu xanh: màu để khởi động hệ thống.

2.6. Tìm hiểu nút điều khiển

a. Cấu tạo:

Gồm: - Tiếp điểm tĩnh.
- Tiếp điểm động.
- Hệ thống lò xo.

b. Nguyên lý làm việc:

Đối với nút nhấn thường mở: khi có lực tác động vào nút nhấn, tiếp điểm động sẽ thay đổi trạng thái từ mở sang đóng (tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh) tạo thành mạch kín để

phát tín hiệu điều khiển tới thiết bị điện. Khi không còn lực tác động thì nó trở lại trạng thái ban đầu.

Đối với nút nhấn thường đóng: khi có lực tác động vào nút nhấn, tiếp điểm động sẽ thay đổi trạng thái từ đóng sang mở (rời khỏi tiếp điểm tĩnh) tạo thành mạch hở để ngắt tín hiệu điều khiển 1 thiết bị điện. Khi không còn lực tác động thì nó trở lại trạng thái ban đầu.

Đối với nút nhấn liên động: khi có lực tác động vào nút nhấn, tiếp điểm thường đóng thay đổi trạng thái từ đóng sang mở, sau đó tiếp điểm thường mở thay đổi trạng thái từ mở sang đóng (tiếp điểm thường đóng mở trước, sau đó tiếp điểm thường mở mới đóng lại). Khi không còn lực tác động thì nó sẽ trở lại trạng thái ban đầu.

2.7. Sửa chữa công tắc và nút điều khiển

Quan sát toàn bộ hình dạng ban đầu và vận hành thử công tắc.

+ Tháo đai ốc, vít cố định tay nắm với trục công tắc.

+ Tháo đai ốc bắt cố định nắp với đế công tắc.

+ Tháo từng tiếp điểm sắp xếp theo thứ tự của từng tiếp điểm.

+ Quan sát cấu tạo của công tắc, các tiếp điểm động, các tiếp điểm cố định, vòng đệm cách điện, vòng đệm phíp, trục, lò xo và cực đấu dây.

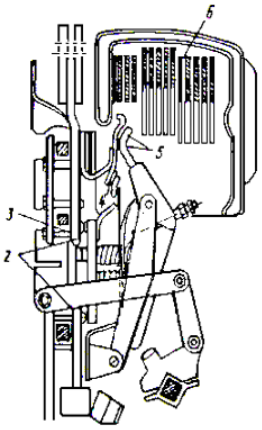
Làm vệ sinh các bộ phận của công tắc.

- Lắp ráp lại: ngược với quá trình tháo.
- Vận hành thử.

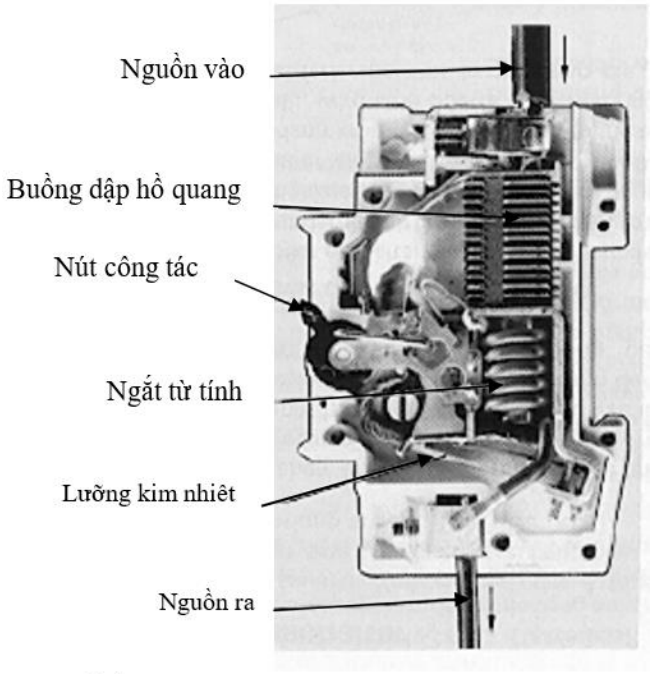
3. Khảo sát áp-tô-mát

3.1. Tìm hiểu cấu tạo của áp-tô-mát

a. Cấu tạo:



2, 3. Các tiếp điểm chính
4. Các tiếp điểm phụ
5. Tiếp điểm hồ quang
6. Buồng dập hồ quang



b/

Hình 4.5: Cấu tạo Áptômát.
a: Hệ thống tiếp điểm của một kiểu Áptômát.
b: Các bộ phận của một kiểu Áptômát.

Tiếp điểm: áptômát thường được chế tạo có 2 cấp tiếp điểm (chính và hồ quang), hoặc 3 cấp tiếp điểm (chính, phụ và hồ quang). Khi đóng mạch tiếp điểm hồ quang đóng trước tiếp theo là tiếp điểm phụ và sau cùng là tiếp điểm chính. Khi cắt mạch thì ngược lại tiếp điểm chính mở trước rồi tiếp điểm phụ và sau cùng là tiếp điểm hồ quang. Như vậy hồ quang chỉ cháy trên tiếp điểm hồ quang do đó bảo vệ được tiếp điểm chính để dẫn điện. Dùng thêm tiếp điểm phụ để tránh hồ quang cháy lan vào làm hỏng tiếp điểm chính.

Tiếp điểm thường được làm bằng hợp kim gốm chịu được hồ quang như: Ag - W, Cu - W, Cu - Ni v.v...

Buồng dập hồ quang:

Để Áptômát dập được hồ quang trong tất cả các chế độ làm việc của lưới điện người ta thường dùng 2 kiểu thiết bị dập hồ quang là: kiểu nửa kín và kiểu hở.

+ Kiểu nửa kín được đặt trong vỏ kín của Áptômát có lỗ thoát khí. Loại này có dòng giới hạn cắt không quá 50 KA.

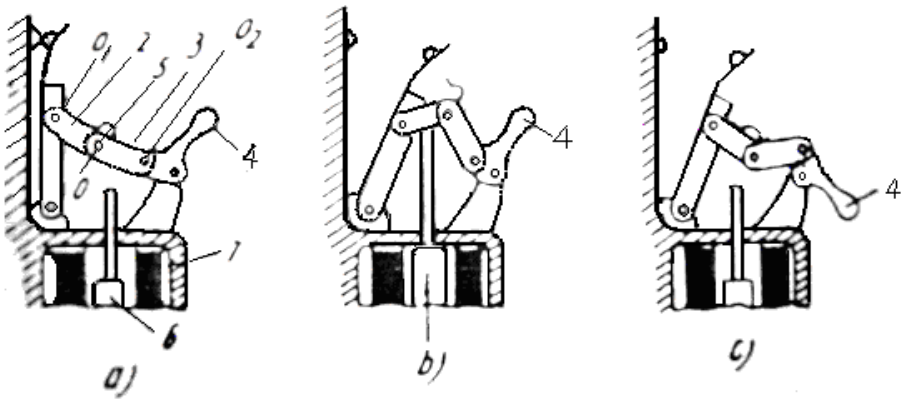
+ Kiểu hở: được dùng khi dòng điện cắt lớn hơn 50 KA hoặc điện áp lớn hơn 1kV.

Trong buồng dập hồ quang thông thường người ta dùng những tấm thép xếp thành lưới ngăn để phân chia hồ quang thành nhiều đoạn ngắn thuận lợi cho việc dập tắt hồ quang.

Cơ cấu truyền động cắt Áptômát.

Truyền động cắt áptômát thường có hai cách: bằng tay và bằng cơ điện (điện từ).

Điều khiển bằng tay được thực hiện với các áptômát có dòng điện định mức không lớn hơn 600A. Điều khiển bằng điện từ (nam châm điện) được ứng dụng ở các Áptômát có dòng điện lớn hơn (đến 1000A).



Hình 4.6: Cơ cấu truyền động của Aptomat.

Hình 2.20 (a) cơ cấu điều khiển Áptômát cắt bằng nam châm điện có những khớp tự do.

Khi đóng bình thường (không có sự cố), các tay đòn (2) và (3) được nối cứng vì tâm xoay O nằm thấp hơn đường nối hai điểm O1 và O2. Giá đỡ (5) làm cho hai tay đòn không gập lại được. Ta nói điểm O ở vị trí chết.

Khi có sự cố, phần ứng (6) của nam châm điện (7) bị hút đập vào hệ thống tay đòn (2) , (3) làm cho điểm O thoát khỏi vị trí chết. Điểm O sẽ cao hơn đường nối O1O2 lúc này tay đòn (2) , (3) không được nối cứng nữa. Các tiếp điểm sẽ nhanh chóng mở ra dưới tác dụng của lò xo kéo tiếp điểm (hình 2.21 b). Muốn đóng Áptômát ta phải kéo tay đòn (4) xuống phía dưới như (hình 2.20 c) sau đó mới đóng vào được.

Móc bảo vệ.

Áptômát tự động cắt nhờ các phần tử bảo vệ, gọi là móc bảo vệ:

Móc bảo vệ quá tải (còn gọi là quá dòng điện) để bảo vệ thiết bị điện khỏi bị quá tải, đường thời gian – dòng điện của móc bảo vệ phải nằm dưới đường đặc tính của đối tượng cần bảo vệ. Người ta thường dùng hệ thống điện từ và rơle nhiệt làm móc bảo vệ đặt bên trong áptômát.

Móc kiểu điện từ có cuộn dây mắc nối tiếp với mạch điện chính. Khi dòng điện vượt quá trị số cho phép thì phần ứng bị hút và móc sẽ đập vào khớp rơi tự do, làm tiếp điểm của áptômát mở ra như (hình 2.21) ở trên. Điều chỉnh vít để thay đổi lực kháng của lò xo, ta có thể điều chỉnh được giá trị dòng điện tác động. Để giữ thời gian trong bảo vệ kiểu điện từ, người ta thêm một cơ cấu giữ thời gian (ví dụ bánh xe răng như trong cơ cấu đồng hồ).

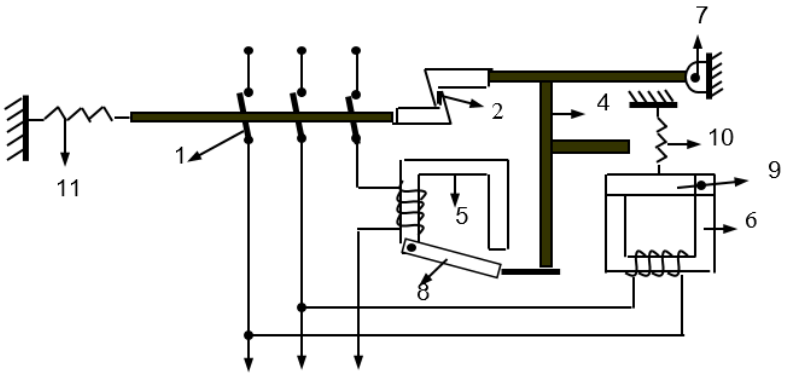
Móc kiểu rơle nhiệt đơn giản hơn, có kết cấu tương tự như rơle nhiệt có phần tử đốt nóng đấu nối tiếp với mạch điện chính, tấm kim loại kép giãn nở làm nhả khớp rơi tự do

để mở tiếp điểm của áptômát khi có quá tải. Kiểu này có nhược điểm là quán tính nhiệt lớn nên không ngắt được dòng điện tăng vọt khi có ngắn mạch, do đó chỉ bảo vệ được dòng điện ngắn mạch.

Vì vậy người ta thường sử dụng tổng hợp cả móc bảo vệ kiểu điện từ và móc kiểu rơle nhiệt trong một áptômát. Loại này thường được dùng ở áptômát có dòng điện định mức đến 600A.

Móc bảo vệ sụt (còn gọi là bảo vệ điện áp thấp) cũng thường dùng kiểu điện từ. Cuộn dây mắc song song với mạch điện chính.

3.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động của áp-tô-mát



Hình 4.7: Nguyên lí cấu tạo.

1. Bộ phận tiếp xúc;4. Tay đòn; 7. Trục quay;
2. Móc răng; 5. Rơle dòng điện; 8, 9. Lá sắt non

Lúc mạng điện bình thường, các chi tiết ở vị trí như hình vẽ, mạch được đóng kín.

+ Khi mạch bị ngắn mạch (hoặc quá tải), dòng điện tăng cao nên Rơle dòng điện (5) sẽ hút lá sắt non (8) làm tay đòn (4) tác động vào cần răng (3) làm nhả móc (2). Dưới lực kéo của lò xo (11) bộ phận tiếp xúc sẽ mở ra và mạch bị cắt.

+ Tương tự khi sụt áp, Rơle điện áp (6) sẽ nhả lá sắt non (9). Dưới lực kéo của lò xo (10) lá sắt non đẩy tay đòn tác động vào cần răng và móc (2) cũng bị nhả, mạch điện cũng bị cắt.

3.3. Tính chọn áp-tô-mát

Việc lựa chọn Áptômát chủ yếu dựa vào.

+ Dòng điện tính toán đi trong mạch.

+ Dòng điện quá tải.

+ Điện áp mạng.

+ Tính thao tác có chọn lọc.

Ngoài ra lựa chọn áptômát còn phải căn cứ vào tính chất làm việc của phụ tải là áptômát 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 của phụ tải.

Yêu cầu chung là dòng điện định mức của móc bảo vệ I_{CB} không được bé hơn dòng điện tính toán I_{tt} của mạch.

$U_{cb} \geq U_{mạng.}$

$I_{cb} \geq I_{tt}$.

Tùy theo đặc tính của phụ tải ta chọn dòng điện định mức bảo vệ bằng 125%, 150% hay lớn hơn với dòng điện tính toán mạch .

Sau cùng Áptômát được chọn theo các số liệu kỷ thuật đã cho của nhà chế tạo. Áptômát được chọn theo các tiêu chuẩn sau:

- ♦ Hệ tiêu chuẩn
- ♦ Số cực.
- ♦ Điện áp vận hành
- ♦ Dòng điện vận hành
- ♦ Tần số
- ♦ Dung lương cắt.
- ♦ Loại mạch điện bảo vệ (đặc tính cắt)
- ♦ *Các chức năng phụ.*

Áptômát tự động ngắt mạch loại B đảm nhận bảo vệ dây dẫn. Công tắc tự động ngắt mạch loại C sử dụng để bảo vệ các thiết bị có dòng điện đóng mạch lớn. Thí dụ các động cơ nhỏ, máy biến áp hoặc nhóm đèn huỳnh quang lớn với tụ bù.

Áptômát tự động ngắt mạch loại B ngắt mạch ngay lập tức ở dòng điện lớn gấp 3 đến 5 lần dòng định mức, loại C ở dòng điện lớn gấp 5 đến 10 lần dòng định mức.

4. CÂU HỎI ÔN TẬP

1/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của cầu dao?
2/ hư hỏng –nguyên nhân gây hư hỏng – cầu dao
3/ Hãy trình bày cách sửa chữa cầu dao?
4/ Hãy trình bày cách phân loại các loại công tắc?
5/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của công tắc hộp?
6/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của công tắc hành trình?
7/ Phân loại và tính chọn các loại nút nhấn?
8/ Hãy trình bày phương pháp sửa chữa các loại nút nhấn?
9/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của áp-tô-mát?
10/ Hãy trình bày cách tính chọn áp-tô-mát?

Bài 5: KHẢO SÁT KHÍ CỤ ĐIỆN BẢO VỆ

Giới thiệu:

Bài học này cung cấp cho người học kiến thức về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện bảo vệ thường dùng trong công nghiệp và dân dụng. Từ đó, hướng dẫn cho người học sử dụng được thành thạo các loại khí cụ điện đóng cắt nói trên, đảm bảo an toàn cho người và các thiết bị theo TCVN.

Bên cạnh đó, giúp người học tháo lắp, phán đoán và sửa chữa được hư hỏng các loại khí cụ điện bảo vệ đạt các thông số kỹ thuật và đảm bảo an toàn.

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện bảo vệ thường dùng trong công nghiệp và dân dụng.
- Sử dụng được thành thạo các loại khí cụ điện bảo vệ, đảm bảo an toàn cho người và các thiết bị theo TCVN.
- Tính chọn được các loại khí cụ điện bảo vệ thông dụng theo yêu cầu kỹ thuật cụ thể.
- Tháo lắp, phán đoán và sửa chữa được hư hỏng các loại khí cụ điện bảo vệ đạt các thông số kỹ thuật và đảm bảo an toàn.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, nghiêm túc trong công việc

1. Khảo sát nam châm điện

1.1. Tìm hiểu cấu tạo nam châm điện

Nam châm điện là một bộ phận rất quan trọng của khí cụ điện. Nó hoạt động dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ.

Nam châm điện được dùng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: tự động hóa, các loại rơle, Contactor,...

Trong công nghiệp, nó được dùng ở cần trục để nâng các tấm kim loại.

Trong truyền động điện, nó được dùng ở các bộ ly hợp, các van điện từ,...

Trong sinh hoạt hàng ngày, nam châm điện được ứng dụng rộng rãi như: chuông điện, loa điện,...

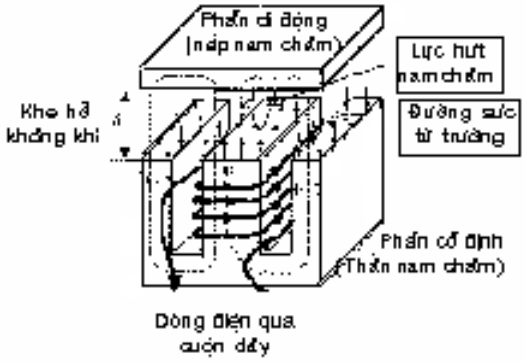
Gồm hai bộ phận chính:

- Cuộn dây (phần điện).
- Mạch từ (phần từ).

Trong thực tế, ta thường gặp hai loại sau:

+ Loại có nắp chuyển động:

- Cấu tạo: gồm có cuộn dây, lõi sắt từ (phần cố định và phần di động).



Hình 5.1: Loại có nắp chuyển động.

+ Loại không có nắp:

- Cấu tạo: gồm cuộn dây và lõi sắt từ. Đối với loại này, các vật liệu sắt thép bị hút được xem như là nắp.

1.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động và phân loại nam châm điện

Sự làm việc của nam châm điện dựa trên nguyên tắc điện từ, khi một cuộn dây có N vòng dây quấn được bố trí trên mạch từ. Cho dòng điện I đi qua cuộn dây sẽ sinh ra từ trường, vật liệu sắt từ đặt trong từ trường đó sẽ bị từ hóa và phân cực tính. Từ thông xuyên qua vật liệu sắt từ theo đường khép kín. Theo quy định, chỗ từ thông đi ra ở vật liệu sắt từ gọi là cực bắc (N), chỗ từ thông đi vào gọi là cực nam (S).

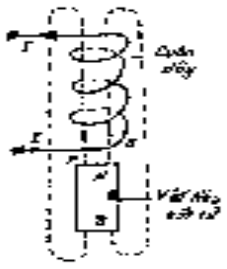
Hình 3-2 ta thấy, cực tính của vật liệu sắt từ khác dấu với cực tính của cuộn dây nên vật liệu sắt từ bị hút về phía cuộn dây bởi lực hút điện từ F.

$$F = k\frac{i^2}{\delta^2}$$

Nếu lực F đạt giá trị ≥ lực phản hồi của lò xo, tức là dòng điện I đạt giá trị dòng điện tác động ($I = I_{td}$), nắp từ bắt đầu di chuyển về phía thân từ, quá trình di chuyển của nắp từ 2 sẽ có tốc độ tăng dần do khe hở không khí (δ) bị giảm đi.

Nếu đổi chiều dòng điện trong cuộn dây thì từ trường sẽ đổi chiều, vật liệu sắt từ sau khi từ hóa vẫn có cực tính khác dấu với cực tính của cuộn dây, do đó vật liệu sắt từ vẫn bị hút về phía cuộn dây. Vì vậy, khi lõi từ mang cuộn dây có dòng điện, từ trường sẽ làm cho nắp bị từ hóa và hút nắp về phía lõi.

Khi dòng điện trong cuộn dây giảm tới giá trị mà lực F không còn đủ lớn để thắng lực pl hồi của lò xo, nắp từ sẽ bị kéo rời, các mặt cực từ trở về vị trí ban đầu. Giá trị dòng điện tại đó nắp từ bắt đầu rời mặt cực được gọi là dòng điện trở về (I_{tv}), hay dòng điện nhả.



Hình 3-2. Nam châm điện không có nắp

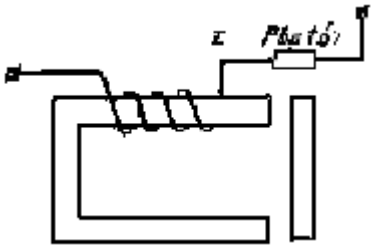
Tỷ số: $k_{tv} = \frac{I_{tv}}{I_{td}}$ gọi là hệ số trở về.

Phân loại:

Có nhiều cách phân loại:

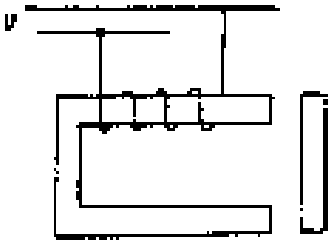
- Dựa vào tính chất của dòng điện: có loại một chiều và loại xoay chiều. Trị số dòng điện trong cuộn dây phụ thuộc vào điện kháng của cuộn dây và tỷ lệ với khe hở không khí.
- Dựa vào hình dáng:
- Loại hút chập hay hút quay, nắp quay quanh một trục.
- Loại hút thẳng: nắp hút thẳng về phía lõi.
- Loại hút ống (còn gọi là loại piston).
- Dựa vào cách đấu cuộn dây vào nguồn điện:

- Đấu nối tiếp (hình 3-3): Phụ tải được mắc nối tiếp với cuộn dây, còn gọi là cuộn dây dòng điện.



Hình 5.2: Đấu nối tiếp.

- Đấu song song (hình 3-4): Dòng điện trong cuộn dây phụ thuộc vào tham số của cơ cấu điện từ và điện áp nguồn điện, còn gọi là cuộn dây điện áp.



Hình 5.3: Đấu song song cuộn dây.

1.3. Tìm hiểu ứng dụng nam châm điện

Nam châm điện được ứng dụng nhiều trong các thiết bị nâng hạ, trong các thiết bị phanh hãm, trong các cơ cấu truyền lực chuyển động (bộ ly hợp).

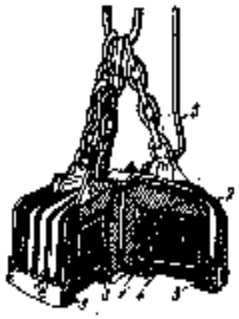
a) Nam châm điện nâng hạ (hình 3-5):

Thường được dùng nhiều trong các cần trục, đặc biệt là trong các nhà máy chế tạo cơ khí và luyện kim.

Nam châm điện nâng hạ (hình 3-5) có cuộn dây 1 được quấn trên lõi sắt từ 2, sau đó được đổ đầy một lớp nhựa. Mặt cực 3 được bắt chặt vào lõi nam châm bằng các bu lông. Dây dẫn mềm 5 để đưa điện áp vào cuộn dây. Phần dưới của cuộn dây được bảo vệ bằng một vành 4 làm bằng vật liệu không dẫn từ (như thép mangan cao cấp).

Lực nâng của nam châm điện tùy thuộc loại tải trọng cần di chuyển:

Loại tải trọng	Lực nâng của nam châm điện
Thỏi đúc, tấm đúc	16000
Thép vụn	600
Thỏi gang	600
Thép hình	200



Hình 5.4: Hình dạng chung của nam châm điện nâng hạ.

b) Nam châm điện phanh hãm:

Thường được dùng để hãm các bộ phận chuyển động của cần trục, trục chính các máy công cụ,...Có nhiều kết cấu thiết bị hãm nhưng thông dụng hơn cả là nam châm điện kiểu guốc phanh, kiểu băng, kiểu đĩa. Thường có hai loại:

- Nam châm điện hãm có hành trình dài.
- Nam châm điện có hành trình ngắn.

c) Bộ ly hợp điện từ:

Thường dùng nam châm điện dòng điện một chiều kết hợp với các đĩa ma sát để làm nhiệm vụ truyền chuyển động quay (bộ ly hợp) hoặc để phanh hãm (dừng chính xác) trong các bộ phận chuyển động của máy công cụ. Nó được chế tạo hai loại: loại một phía và loại ly hợp hai phía.

Bộ ly hợp điện từ được sử dụng nhiều trong những năm gần đây để tự động hóa quá trình điều khiển chạy và dừng các bộ phận cơ khí trong các máy móc gia công cắt gọt kim loại mà vẫn chỉ dùng một động cơ điện kéo.

Lưu ý: Khi sử dụng bộ ly hợp cần thực hiện kiểm tra định kỳ ba tháng một lần gồm:

- Kiểm tra độ mòn của chổi than, vành trượt.
- Kiểm tra cách điện của cuộn dây.
- Kiểm tra khe hở không khí...

Trường hợp không truyền được momen quay (có hiện tượng trượt đĩa thép ma sát và làm nóng đột ngột) thì phải dừng máy ngay và kiểm tra tình trạng phun dầu làm nguội, trị số khe hở không khí, tình hình mặt đĩa ma sát,...riêng về khe hở hành trình hút, cần phải theo hướng dẫn của nhà chế tạo.

1.4. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

Hư hỏng cuộn dây:

Ngắn mạch cục bộ giữa các vòng dây do cách điện xấu.

Ngắn mạch giữa các dây dẫn ra do cách điện xấu hoặc ngắn mạch giữa dây dẫn và các vòng dây quấn do đặt giao nhau mà không có lót cách điện.

Đứt dây quấn.

Điện áp tăng cao quá điện áp định mức của cuộn dây.

Cách điện của cuộn dây bị phá hủy do cuộn dây bị quá nóng hoặc vì tính toán các thông số quấn lại sai hoặc điện áp cuộn dây nâng cao quá, hoặc lõi thép hút không hoàn toàn hoặc điều chỉnh không đúng hành trình lõi thép.

Do nước emunxi, do muối, dầu, khí hóa chất của môi trường xâm thực làm chọc thủng cách điện vòng dây.

1.5. Sửa chữa nam châm điện

Lựa chọn nam châm điện phải đúng công suất, dòng điện, điện áp và các chế độ làm việc tương ứng.

Kiểm tra và loại trừ các nguyên nhân bên ngoài gây hư hỏng cuộn dây và quấn lại cuộn dây theo mẫu hoặc tính toán lại cuộn dây đúng điện áp và công suất tiêu thụ theo yêu cầu.

Khi quấn lại cuộn dây, cần làm đúng công nghệ và kỹ thuật quấn dây, vì đó là một yếu tố quan trọng để đảm bảo độ bền và tuổi thọ của cuộn dây.

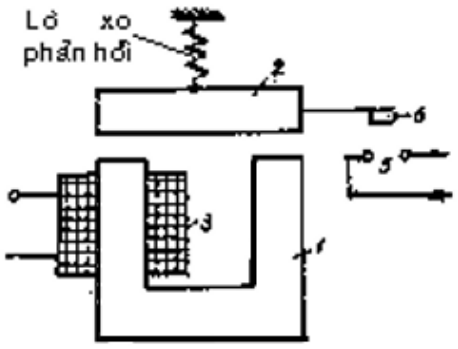
2. Khảo sát rơle điện từ

2.1. Tìm hiểu cấu tạo rơle điện từ

Rơle kiểu điện từ có cấu tạo cơ bản gồm các phần chủ yếu như sau (hình 3-6):

Phần mạch từ: (lõi sắt)

- Phần cố định 1 (phần tĩnh). Để chống rung, trên lõi sắt phần tĩnh có vòng ngắn mạch.
- Phần nắp từ 2 (phần động).



Hình 5.5: Cấu tạo của Rơle điện từ

+ Phần động lực:

Cuộn dây nam châm 3 tùy thuộc đại lượng dòng điện đi vào mà kết cấu phù hợp.

+ Phần tiếp xúc (hệ thống tiếp điểm):

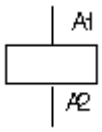
- Tiếp điểm thường đóng.
- Tiếp điểm thường mở.

Tiếp điểm thường đóng: là loại tiếp điểm ở trạng thái kín mạch (có liên lạc về điện với nhau), khi cuộn dây nam châm trong rơle ở trạng thái nghỉ (không được cung cấp điện).

Tiếp điểm thường mở: là loại tiếp điểm ở trạng thái hở mạch (không liên lạc về điện với nhau), khi cuộn dây nam châm trong rơle ở trạng thái nghỉ (không được cung cấp điện).

Ký hiệu:

a. Cuộn dây:



b. Tiếp điểm:

Thường mở Thường đóng

2.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động rơle điện từ

Sự làm việc của rơle điện từ dựa trên nguyên tắc lực điện từ (lý luận tương tự nguyên l nam châm điện):

- Khi cuộn dây hút 3 (hình 3-6) có điện sẽ sinh ra từ trường, lực từ sẽ hút nắp từ 2 đ khép kín mạch từ. Hệ thống tiếp điểm sẽ thay đổi trạng thái, tiếp điểm thường đóng sẽ m ra và tiếp điểm thường mở sẽ đóng lại.

- Khi cuộn dây hút 3 mất điện, lò xo phản hồi 4 sẽ kéo nắp từ 2 về vị trí ban đầu, trả cá tiếp xúc về vị trí ban đầu chuẩn bị cho lần làm việc tiếp theo.

2.3. Tìm hiểu ứng dụng rơle điện từ

Rơ le điện từ được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành công nghiệp và sinh hoạt bởi tính năng tự động hóa, giúp giám sát các hệ thống điện an toàn, hoặc được ứng dụng để ngắt điện cho máy móc, thiết bị, đảm bảo độ chính xác, nhanh chóng.

2.4. Tìm hiểu rơle dòng điện

2.4.1. Khái niệm:

Rơle dòng điện thường gặp các loại: dòng điện một chiều hay dòng điện xoay chiều, có dòng điện cực đại hay dòng điện cực tiểu.

- Rơle dòng điện cực đại thường được dùng trong mạch bảo vệ quá dòng, quá tải cho hệ thống. Có thể dùng trong mọi hệ thống cung cấp điện, trang bị điện hay các hệ thống tự động.

- Rơle dòng điện cực tiểu thường được sử dụng trong các hệ thống bảo vệ chống làm việc non tải, trong hệ thống cung cấp điện, trong hệ thống tự động điều chỉnh tốc độ trong truyền động điện...

2.4.2. Nguyên lý làm việc:

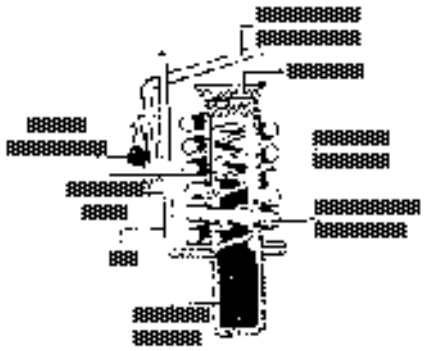
Nguyên lý làm việc của rơle dòng điện là phụ thuộc vào cường độ dòng điện đi qua cuôn dây:

- Đối với rơle dòng điện cực đại: nếu dòng điện I đi qua cuộn dây của rơle nhỏ hơn hoặc bằng dòng điện định mức của cuộn dây rơle. Hệ thống tiếp điểm của rơle không thay đổi trạng thái. Vì một lý do nào đó mà dòng điện I đi qua cuộn dây rơle lớn hơn dòng định mức của nó thì hệ thống tiếp điểm sẽ thay đổi trạng thái.

- Đối với rơle dòng điện cực tiểu: ngược lại, nếu dòng điện I đi qua cuộn dây của rơle lớn hơn hoặc bằng dòng điện định mức của cuộn dây rơle. Hệ thống tiếp điểm của rơle không thay đổi trạng thái. Vì một lý do nào đó mà dòng điện I đi qua cuộn dây rơle nhỏ hơn dòng định mức của nó thì hệ thống tiếp điểm sẽ thay đổi trạng thái.

Trị số tác động của rơle thường được chỉnh định theo yêu cầu sử dụng trong một giới hạn cho trước đối với mỗi cấp, mỗi loại rơle cụ thể.

Cuộn dây hút của rơle dòng điện thường có tiết diện dây lớn (chịu được dòng điện lớn), số vòng ít. Với mạch công suất nhỏ thường được nối nối tiếp trong mạch cần bảo vệ. Đối với mạch có dòng làm mạch thứ cấp của máy biến dòng.



Hình 5.6: Cấu tạo cơ bản của rơle dòng điện.

2.5. Tìm hiểu rơle điện áp

Tương tự rơle dòng điện, cũng có 2 loại:

- Rơle bảo vệ quá áp.
- Rơle bảo vệ thiếu áp.

Có nguyên lý làm việc tương tự rơle dòng điện. Điểm khác nhau cơ bản là đại lượng tác động phụ thuộc vào sự biến đổi của điện áp đặt vào cuộn dây.

Cấu tạo tương tự hình 3-11 tuy nhiên cuộn dây có số vòng nhiều hơn và tiết diện nhỏ hơn.

Trong mạng hạ áp, rơle điện áp thường mắc trực tiếp với mạch.

3. Khảo sát rơle nhiệt

3.1. Tìm hiểu cấu tạo rơle nhiệt

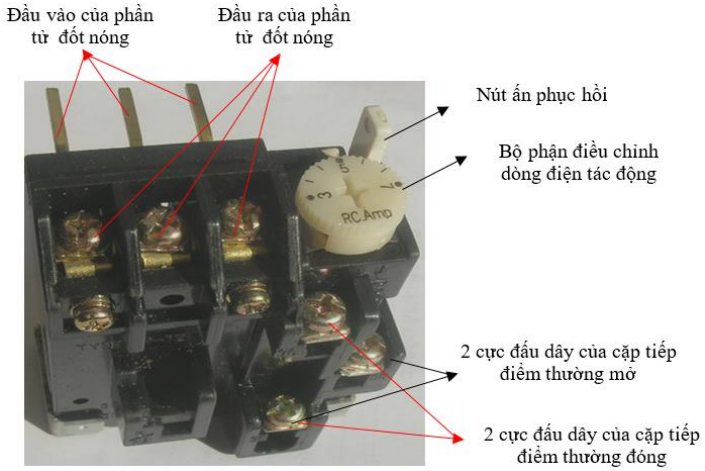
3.1.1. Cấu tạo:

Rơle nhiệt là một loại khí cụ điện để bảo vệ động cơ và mạch điện khỏi bị quá tải, thường kết hợp với Contactor. Nó được dùng ở điện áp xoay chiều đến 500V, tần số 50Hz.

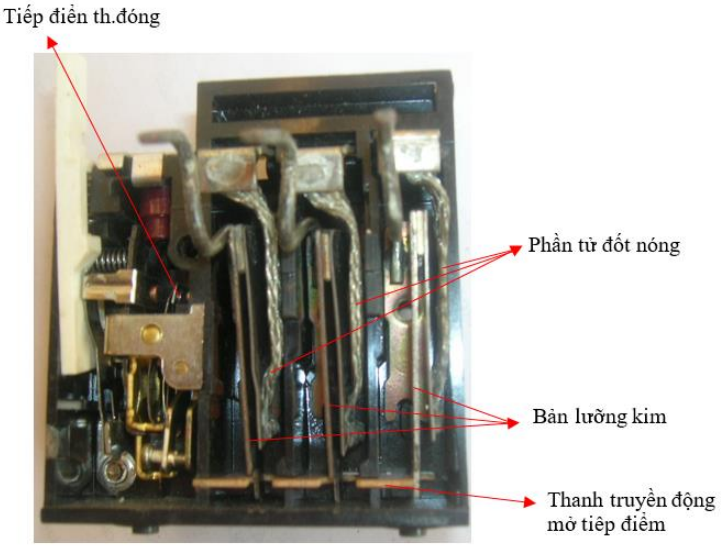
Một số kết cấu mới của rơle nhiệt có dòng điện định mức đến 150A, có thể dùng ở lưới điện một chiều có điện áp đến 440V.

Rơle nhiệt được đặt trong tủ điện, trên bảng điện, trước hoặc sau bộ phận bắt dây dẫn. Rơle nhiệt không tác động tức thời theo trị số dòng điện vì nó có quán tính nhiệt lớn, phải có thời gian để phát nóng. Do đó nó chỉ tác động sau vài giây đến vài phút khi bắt đầu có sự cố. Vì vậy nó không thể dùng để bảo vệ ngắn mạch.

Thường khi dùng rơle nhiệt bảo vệ quá tải, ta phải dùng kèm cầu chì loại "aM" để bảo vệ ngắn mạch.



a)



b)

Hình 5.7: Cấu tạo của rơ le nhiệt.
a. Cấu tạo mặt ngoài.
b. Cấu tạo phía trong.

3.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động và phân loại rơle nhiệt

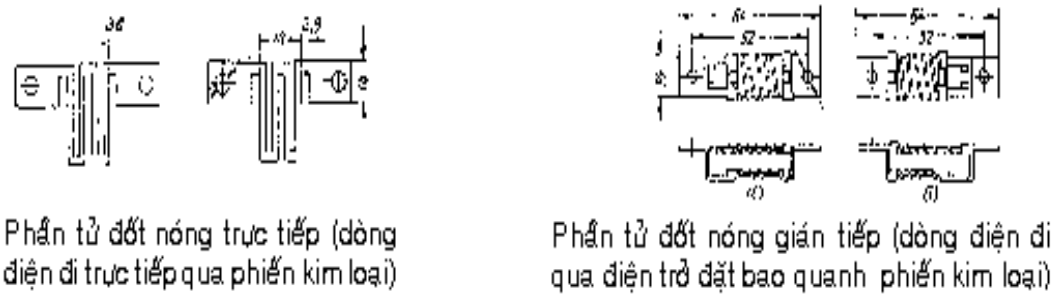
3.2.1. Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý chung của rơle nhiệt là dựa trên cơ sở tác dụng nhiệt của dòng điện. Ngày nay người ta ứng dụng rộng rãi rơle nhiệt có phiến kim loại kép.

Nguyên lý tác dụng của loại rơle này là dựa trên sự khác nhau về hệ số giãn nở dài của hai kim loại khi bị đốt nóng. Do đó, phần tử cơ bản của rơle này là phiến kim loại kép có cấu tạo từ hai tấm kim loại. Một tấm là invar (H36 có 36% Ni, 64% Fe), có hệ số giãn nở dài bé và một tấm khác thường là đồng thau (hoặc thép Crôm- Niken), có hệ số giãn nở dài lớn (thường lớn hơn 20 lần). Hai tấm kim loại này được ghép chặt với hai bằng phương pháp cán nóng hoặc hàn để tạo thành một phiến. Ta gọi nó là phần tử đốt nóng hay lưỡng kim nhiệt.

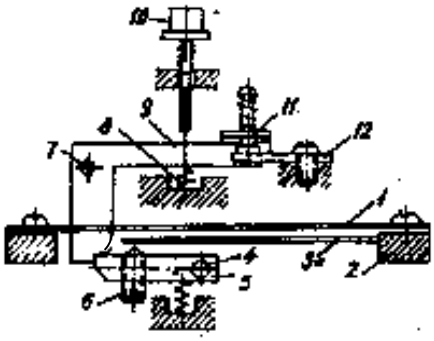
Khi quá tải, dòng điện phụ tải qua phần tử đốt nóng tăng lên, nhiệt độ của phần tử đốt nóng sẽ nung nóng phiến kim loại kép. Do độ giãn nở nhiệt khác nhau, mà lại bị gắn chặt hai đầu nên thanh kim loại kép sẽ bị uốn cong về phía thanh kim loại có độ giãn nở nhỏ.

Sự phát nóng có thể do dòng điện trực tiếp đi qua phiến kim loại hoặc gián tiếp qua điện trở đốt nóng đặt bao quanh phiến kim loại.



Hình 5.8: Các hình thức đốt nóng của Rơle nhiệt.

Cách tác động của rơle nhiệt có thể minh họa bằng hình 3-14.



Hình 5.9: Nguyên lý cấu tạo của rơle nhiệt

Rơle nhiệt gồm hai mạch độc lập: mạch động lực có dòng điện phụ tải đi qua và mạch điều khiển để đóng ngắt cuộn dây Contactor. Lưỡng kim nhiệt 1 được đấu nối tiếp với mạch động lực bởi vít 2 và ôm lấy phiến kim loại kép 3. Vít 6 bắt trên giá nhựa cách điện 5 dùng để điều chỉnh mức độ uốn cong gần hoặc xa của đầu tự do phiến 3. Giá 5 có thể xoay trục 4. Tuỳ theo trị số dòng điện chạy qua lưỡng kim mà nó sẽ cong nhiều hay ít đẩy vào vít 6 làm xoay giá 5 để mở ngàm đòn bẩy 9. Dưới tác dụng của lò xo 8, đòn bẩy 9

được xoay quanh trục 7 ngược chiều kim đồng hồ làm mở cầu tiếp điểm động 11 khỏi tiếp điểm tĩnh 12. Nút ấn 10 để khôi phục rơle về vị trí ban đầu sau khi miếng kim loại kép nguội trở lại.

3.2.2. Phân loại:

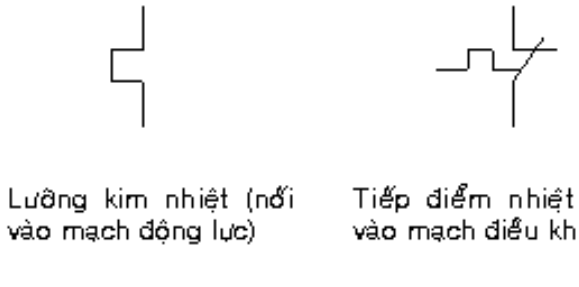
Theo phương thức đốt nóng, người ta chia làm 3 loại:

- Đốt nóng trực tiếp: dòng điện đi trực tiếp qua phiến kim loại kép.
- Đốt nóng gián tiếp:đòng điện đi qua điện trở đặt bao quanh phiến kim loại.
- Đốt nóng hỗn hợp: tương đối tốt vì vừa đốt trực tiếp vừa đốt gián tiếp. Nó có tính ổn định nhiệt cao và có thể làm việc ở bội số quá tải lớn đến (12-15)$I_{đm}$.

Theo yêu cầu sử dụng, người ta chia làm 2 loại:

- Một cực: bảo vệ ở mạng một pha.
- Hai hoặc ba cực: bảo vệ ở mạng xoay chiều ba pha.

Ký hiệu:



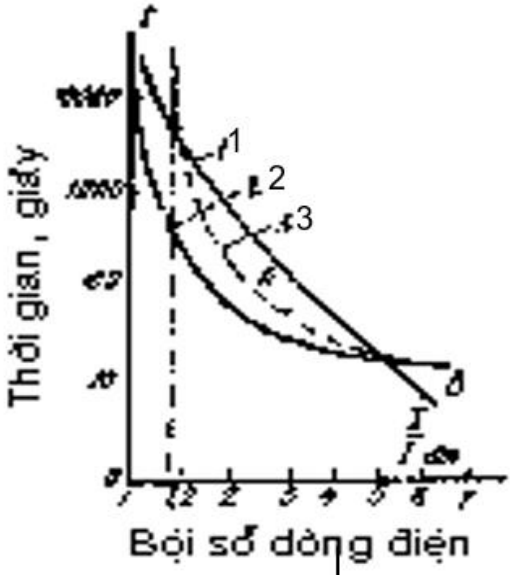
3.3. Tính chọn rơle nhiệt

Đặc tính cơ bản của rơle nhiệt là quan hệ giữa thời gian tác động và dòng điện phụ tải chạy qua (đặc tính Ampe-Giây).

Mặt khác, để đảm bảo yêu cầu giữ được tuổi thọ lâu dài cho thiết bị theo đúng số liệu kỹ thuật của nhà sản xuất, các đối tượng cần bảo vệ cũng có đặc tính Ampe-Giây (đường 1 hình 3-15).

Rơle nhiệt được chọn lựa đúng, nghĩa là đường đặc tính Ampe-Giây của nó (đường 2 hình 3-15) thấp hơn một ít và gần sát đường đặc tính Ampe-Giây của đối tượng cần bảo vệ (đường 1). Chọn thấp quá sẽ không tận dụng được công suất của thiết bị cần bảo vệ, ngược lại nếu chọn cao quá sẽ làm giảm tuổi thọ thiết bị.

Trong thực tế sử dụng, cách lựa chọn phù hợp là chọn *dòng điện định mức của rơle nhiệt bằng dòng định mức của thiết bị cần bảo vệ* và rơle nhiệt tác động ở giá trị I_{td} = (1,2 - 1,3)$I_{đm}$ (đường 3).



Hình 5.10: Các đường đặc tính Ampe-Giây của Rơle nhiệt.

Ngoài ra, khi nhiệt độ môi trường xung quanh thay đổi, dòng điện tác động rơle cũng thay đổi theo làm cho sự bảo vệ kém chính xác. Thông thường, nhiệt độ môi trường xung quanh tăng, dòng điện tác động giảm, vì thế ta cần phải hiệu chỉnh lại vít (núm) điều chỉnh.

Ví du:

- Dòng điện định mức của rơle là 10A (hình 3-16).
- Dòng quá tải I_{lv} là 20A.

Bội số dòng điện chỉnh định rơle: 20/10 = 2.

- Kiểm tra xem khi thời gian quá tải là 20 giây và 4 phút, rơle sẽ tác động ở thời điểm nào?

Giải:

Dựa vào hình 3-16 ta thấy:

- Với thời gian quá tải 20 giây (điểm A) rơle không tác động (không ngắt mạch).
- Với thời gian quá tải 4 phút (điểm B) rơle tác động (ngắt mạch).

3.4. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

Hiện tượng hư hỏng tiếp điểm:

Do sử dụng lâu ngày, do dòng điện vượt quá dòng định mức của tiếp điểm, do ngắn mạch mạch điều khiển.

Lực ép trên các tiếp điểm không đủ.

Giá đỡ tiếp điểm không bằng phẳng, cong, vênh hoặc lắp ghép lệch.

Bề mặt tiếp điểm bị oxy hóa do xâm thực của môi trường làm việc.

Hiện tượng hư hỏng phần tử đốt nóng:

Do sử dụng lâu ngày làm thay đổi hệ số giãn nở của các thanh lưỡng kim.

Do tác dụng của dòng điện làm cháy hoặc đứt phần tử nhiệt.

3.5. Sửa chữa rơle nhiệt

Lựa chọn rơ le nhiệt phải đúng công suất, dòng điện và các chế độ làm việc tương ứng.

Kiểm tra thanh lưỡng kim xem có bị biến dạng, cong vênh.

Kiểm tra nắn thẳng, phẳng các tiếp điểm của rơ le.

Kiểm tra các lò xo, nút nhấn phục hồi.

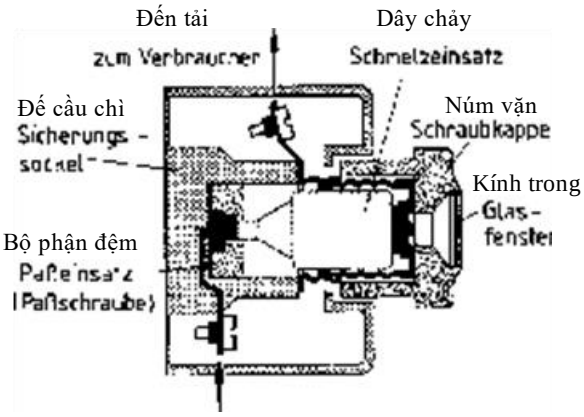
4. Khảo sát cầu chì

4.1. Tìm hiểu cấu tạo cầu chì

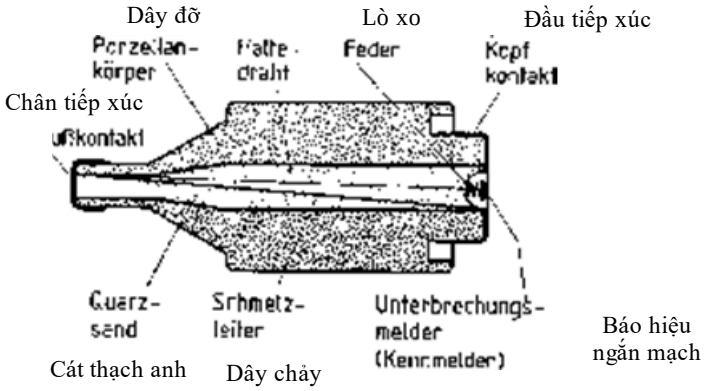
4.1.1. Cấu tạo:

+ Cầu chì là KCĐ dùng bảo vệ thiết bị điện và lưới điện tránh khỏi dòng điện ngắn mạch. Cầu chì là loại KCĐ bảo vệ phổ biến và đơn giản nhất được dùng bảo vệ cho đường dây, máy biến áp, động cơ điện, mạng điện gia đình.

Trường hợp mạch điện bị quá tải lớn và dài hạn cầu chì cũng tác động, nhưng không nên phát huy tính năng này của cầu chì, vì khi đó thiết bị sẽ bị giảm tuổi thọ ảnh hưởng nghiêm trọng đến đường dây.



Hình 5.11: Hình cắt cầu chì.



Hình 5.12: Cấu tạo của cầu chì.

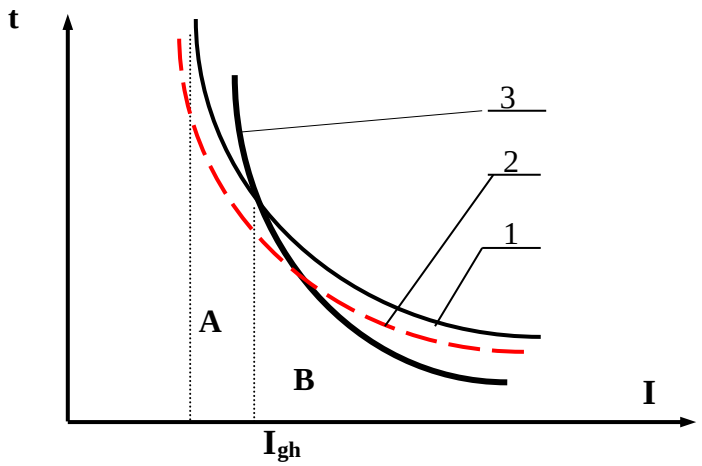
4.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động và phân loại cầu chì

4.2.1. Nguyên lý hoạt động

Dòng điện trong mạch đi qua dây chảy sẽ làm dây chảy nóng lên theo định luật Jeunle-Lenx. Nếu dòng điện qua mạch bình thường, nhiệt lượng sinh ra còn trong phạm vi chịu đựng của dây chảy thì mạch phải hoạt động bình thường.

Khi ngắn mạch hoặc bị quá tải lớn dòng điện tăng rất cao, nhiệt lượng sinh ra sẽ làm dây chảy bị đứt và mạch điện bị cắt, thiết bị được bảo vệ.

Đặc tính Ampe - giây của cầu chì



Hình 5.13: Đường đặc tính Ampe - giây của cầu chì

Đặc tính cơ bản của cầu chì là sự phụ thuộc của thời gian chảy đứt với dòng điện chạy qua (Đặc tính Ampe - giây).

Để có tác dụng bảo vệ đường đặc tính Ampe-giây của cầu chì (đường 2) tại mọi điểm phải thấp hơn đường đặc tính của đối tượng được bảo vệ (đường 1). Đường đặc tính thực tế của cầu chì là (đường 3). Trong miền quá tải lớn (vùng B) cầu chì bảo vệ được đối tượng. Trong miền quá tải nhỏ (vùng A) cầu chì không bảo vệ được đối tượng. Trong thực tế khi quá tải $(1,5 \div 2)I_{đm}$ sự phát nóng của cầu chì xảy ra chậm và phần lớn nhiệt lượng đều toả ra môi trường xung quanh. Do đó cầu chì không bảo vệ được quá tải nhỏ.

4.2.2. Phân loại

Trong mạng điện hạ thế và trung thế thường sử dụng các loại cầu chì sau:

1) Cầu chì loại gG:

Các cầu chì loại này cho phép bảo vệ chống quá tải và ngắn mạch. Các dòng qui ước được tiêu chuẩn hóa gồm dòng không nóng chảy và dòng nóng chảy: dòng qui ước không nóng chảy I_{nf} là giá trị dòng mà cầu chì có thể chịu được không bị nóng chảy trong một khoảng thời gian qui định.

Dòng qui ước nóng chảy I_f là giá trị dòng gây ra hiện tượng nóng chảy trước khi kết thúc khoảng thời gian qui định.

Bảng 8: Dòng chảy và không chảy của cầu chì.

Loại	Dòng định mức I_{dm} (A)	Dòng qui ước không chảy I_{nf}	Dòng qui ước chảy I_f	Thời gian qui ước (giờ)
gG gM	$I_{dm} \leq 4A$	1.50 I_{dm}	2.1 I_{dm}	1
	$4 < I_{dm} \leq 16A$	1.50 I_{dm}	1.9 I_{dm}	1
	$16 < I_{dm} \leq 63A$	1.25 I_{dm}	1.6 I_{dm}	1
	$63 < I_{dm} \leq 160A$	1.25 I_{dm}	1.6 I_{dm}	2
	$160 < I_{dm} \leq 400A$	1.25 I_{dm}	1.6 I_{dm}	3
	$400 < I_{dm}$	1.25 I_{dm}	1.6 I_{dm}	4

2)Cầu chì loại aM:

Cầu chì loại này chỉ đảm bảo bảo vệ chống ngắn mạch và đặc biệt được sử dụng phối hợp với các thiết bị khác (contactor, máy cắt) nhằm mục đích bảo vệ chống các loại quá tải nhỏ hơn 4 I_{dm} vì vậy không được sử dụng độc lập. Cầu chì không được chế tạo để bảo vệ chống quá tải thấp.

Điện áp và dòng điện của dây chảy cầu chì hạ áp do hãng ABB chế tạo:

Điện áp xoay chiều (V)	230, 400, 500, 690, 750, 1000
Điện áp một chiều (V)	220, 440, 500, 600, 750, 1200, 1500, 2400, 3000
Dòng định mức (A)	2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250

3)Cầu chì rơi (FCO: Fure Cut Out) kiểu CC-15 VÀ CC-24:

Cầu chì rơi (FCO) kiểu CC-15 và CC-24 sử dụng để bảo vệ quá tải và ngắn mạch hệ thống tại các trạm biến thế điện áp 6-15 kV và 22 - 27 kV. Khi tác động, dây chì bị đứt, bộ ống cầu chì bị bật rơi xuống tạo ra khoảng cách cách điện nhìn thấy được, cách ly mạch cần bảo vệ khỏi đường dây mang điện áp.

Cầu chì rơi kiểu CC-15 và CC-24 là thiết bị bảo vệ có đặc tính và độ tin cậy cao phù hợp với các tiêu chuẩn IEC265-1, IEC60282-2, GOST 2213-79, ANSI C37.41, C37.42, TCVN5767, TCVN 5768 được sản xuất trên dây chuyền công nghệ và thiết bị hiện đại, đảm bảo chất lượng theo ISO 9001.

Hình 5.14: Hình dáng ngoài của FCO.

Kiểu	CC-15 và CC-24
Điện áp danh định (Un)	6-15kV và 22-27 kV
Tần số danh định (fn)	50/60Hz
Dung lượng cắt	8,10,12kA Asym
Dòng điện định mức lớn nhất (I_{max})	200A
Dòng điện định danh (In)	10,20,25,30,35,40,50,75,100A...max 200A
Khối lượng	6,5 kg và 7kg

Kiểm tra trước khi lắp đặt: Kiểm tra trị số dòng điện danh định của dây chì, so sánh với yêu cầu của dòng điện cần bảo vệ thiết bị đã phù hợp chưa.

Vị trí lắp đặt: cầu chì rơi cao tới 4,5m so với mặt đất. Khi lắp đặt Cầu chì rơi kiểu CC-15 và CC-24 trong hệ thống 3 pha, khoảng cách pha phải là 450 ÷ 600mm.

Gá lắp - Đấu dây:

- Gá lắp: Kết cấu giá đỡ phải cứng vững. Bộ giá đỡ Cầu chì rơi trong hệ thống 3 pha cùng nằm trên một mặt phẳng. Các Cầu chì rơi kiểu CC-15 và CC-24 có thể lắp đặt tại bất cứ kết cấu phân phối ngoài trời bằng 3 bulông M12 kẹp chặt với Ke bắt của Cầu chì rơi (Xem hình vẽ kết cấu - kích thước lắp đặt).

- Đấu dây: đầu nối với nguồn ở phía trên được nối với dây nguồn và đầu nối với phụ tải ở phía dưới được nối với phụ tải bằng bulông M10.

Lắp dây chì (Xem hình bên):

Mở đai ốc bảo vệ, nắp che nhôm - Tháo ống bảo vệ dây chì - Lắp dây chảy bằng 2 Vít M3 vào đầu nối dây chì và dây dẫn - Lắp ống bảo vệ bên ngoài dây chì - Luồn đầu dây dẫn vào ống dập hồ quang - Vặn chặt đai ốc bảo vệ phía đầu nối dây chì - Kéo dây dẫn đủ căng, sau đó bắt đủ chặt đầu cuối dây dẫn với tiếp điểm động dưới của bộ ống cầu chì bằng vòng đệm và Tai hồng.

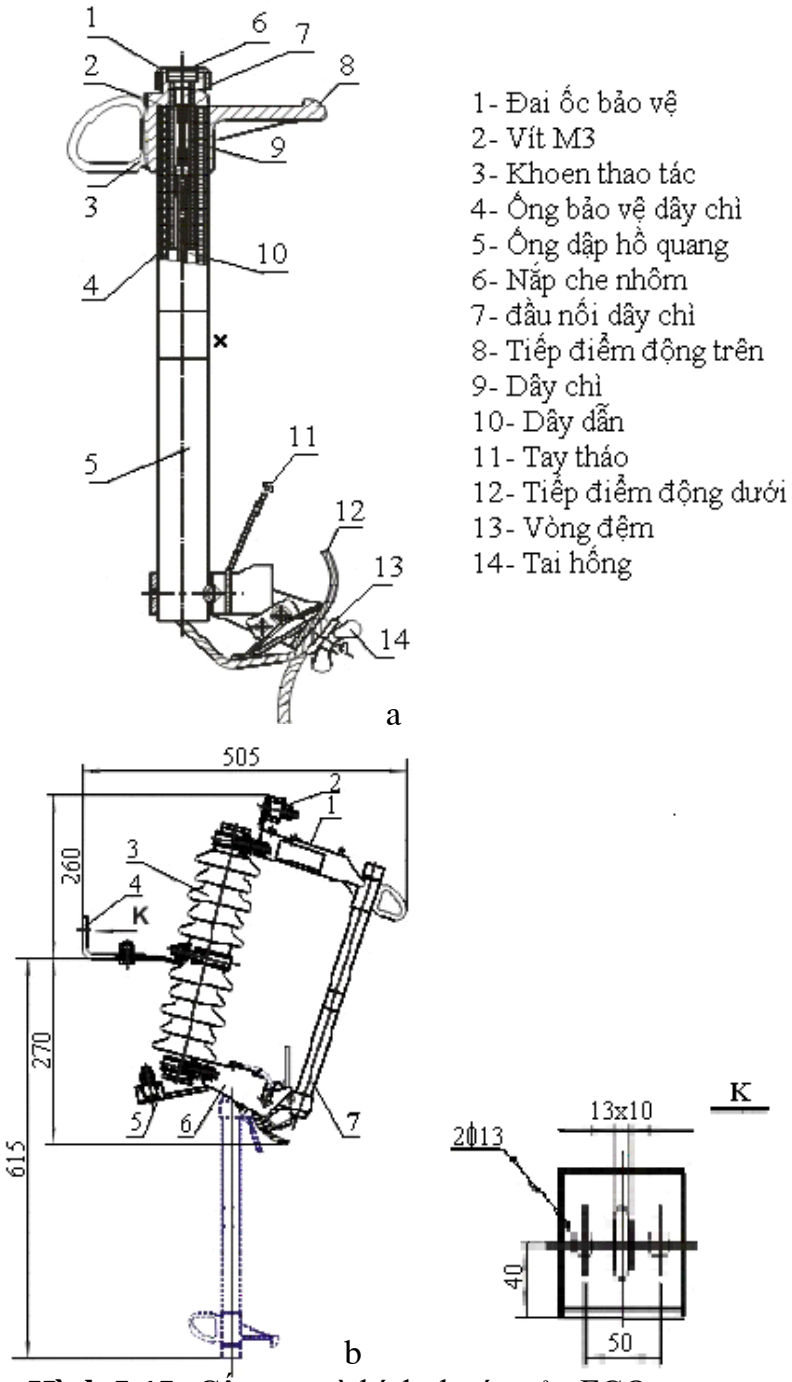
- Lắp bộ ống cầu chì (xem hình vẽ kết cấu - kích thước lắp đặt):

- Điều kiện máy biến thế làm việc không tải hoặc không có điện áp.

- Dùng sào cách điện lồng vào tai tháo của bộ ống cầu chì để đặt bộ ống cầu chì vào rãnh gối đỡ của bộ tiếp điểm tĩnh dưới.

- Móc sào cách điện vào khoen thao tác phía trên của bộ ống cầu chì, đẩy mạnh lên phía trên để đóng tiếp điểm động trên vào tiếp điểm tĩnh trên của bộ tiếp điểm tĩnh trên.

+ Tháo bộ ống cầu chì: trình tự ngược lại với lắp bộ ống cầu chì.



Hình 5.15: Cấu tạo và kích thước của FCO

a. Các bộ phận của FCO

b. Kích thước lắp đặt và các bộ phận của FCO

1. Bộ Tiếp điểm tĩnh trên
2. Đầu nối với nguồn
4. Ke bắt
5. Đầu nối với phụ tải

+ Khi vận chuyển yêu cầu phải tránh va đập sao cho sứ cách điện và các bộ phận khác không bị hư hại.

+ Bảo quản trong môi trường khô ráo, không có bụi bẩn và hoá chất ăn mòn.

+ Sản phẩm xuất xưởng là thiết bị trọn bộ.

+ Phụ tùng kèm theo Cầu chì rơi gồm 3 dây chì.

- Kiểm tra trạng thái Sứ cách điện.
- Kiểm tra trạng thái ống cầu chì.
- Kiểm tra trạng thái các bề mặt tiếp điểm, tiếp xúc.
- Kiểm tra trạng thái lắp ghép, đặc biệt là các bulông kẹp dây dẫn.

+ Bảo dưỡng:

- Làm sạch bề mặt Sứ cách điện.
- Kiểm tra trạng thái ống cầu chì.
- Làm sạch bề mặt tiếp xúc của các tiếp điểm và Kẹp dây (dùng giấy ráp mịn).
- Xiết chặt lại các bulông tại các mối lắp ghép.

4.3. Tính chọn cầu chì

Trong lưới điện ánh sáng sinh hoạt :

Cầu chì được chọn theo 2 điều kiện sau:

$U_{đmCC} \geq U_{đmLD}$

$I_{đm} \geq I_{tt}$

Trong đó: + $U_{đmCC}$: điện áp định mức của cầu chì.

+ $I_{đm}$: dòng định mức của dây chảy (A), nhà chế tạo cho theo các bảng.

+ I_{tt}: dòng điện tính toán là dòng lâu dài lớn nhất chạy qua dây chảy cầu chì (A).

Với thiết bị một pha (ví dụ các thiết bị điện gia dụng), dòng tính toán chính là dòng định mức của thiết bị điện:

$$I_{tt} = I_{đmtb} = \frac{p_{dm}}{U_{dm} * \cos\varphi}$$

Trong đó: + I_{dmtb}: Là dòng định mức của thiết bị (A)

+ U_{dm}: điện áp pha định mức bằng 220V

+ cosφ: lấy theo thiết bị điện

Với đèn sợi đốt, bàn là, bếp điện, bình nóng lạnh: cosφ = 1

Với quạt, đèn tuýp, điều hoà, tủ lạnh, máy giặt: cosφ = 0,8

Khi cầu chì bảo vệ lưới ba pha, dòng tính toán xác định như sau:

$$I_{tt} = \frac{P_{dm}}{\sqrt{3} * U_{dm} * \cos\varphi}$$

Trong đó: + U_{dm}: điện áp dây định mức của lưới điện bằng 380V

+ Cosφ: lấy theo thực tế

b. Cầu chì bảo vệ một động cơ:

Cầu chì bảo vệ một động cơ chọn theo hai điều kiện sau:

$$I_{dm} \geq I_{tt} = K_t * I_{dmD}$$

$$I_{dm} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} = \frac{K_{mm} * I_{dmD}}{\alpha}$$

K_t: hệ số tải của động cơ, nếu không biết lấy $K_t = 1$, khi đó:

$$I_{dm} \geq I_{dmD}$$

I_{dmD}: dòng định mức của động cơ xác định theo công thức:

$$I_{dmD} = \frac{P_{dmD}}{\sqrt{3} * U_{dm} * \cos\varphi_{dm} * \eta}$$

Trong đó:

$U_{đm}$= 380V là điện áp định mức lưới hạ áp của mạng 3 pha 380V

Cosφ: hệ số công suất định mức của động cơ nhà chế tạo cho thường bằng 0.8

η: hiệu suất của động cơ, nếu không biết lấy

K_{mm}: hệ số của động cơ nhà chế tạo cho, thường K_{mm}= (4 ÷7)

α : hệ số lấy như sau:

Với động cơ mở máy nhẹ hoặc mở máy không tải (máy bơm, máy cắt gọt kim loại), α =2.5

Với động cơ mở máy nặng hoặc mở máy có tải (cần cẩu, cần trục, máy nâng), α =1.6

c. Cầu chì bảo vệ 2, 3 động cơ:

Trong thực tế, cụm hai, ba động cơ nhỏ hoặc cụm động cơ lớn cùng một, hai động cơ nhỏ ở gần có khi được cấp điện chung bằng một cầu chì. Trường hợp này cầu chì cũng được chọn theo hai điều kiện sau:

$$I_{dm} \geq \sum_{1}^{n} K_{ti} * I_{dmtbi}$$

$$I_{dm} \geq \frac{I_{mm\max} + \sum_{1}^{n-1} K_{ti} * I_{dmtbi}}{\alpha}$$

α: lấy theo tính chất của động cơ mở máy.

4.4. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

Hiện tượng hư hỏng các bộ phận tiếp xúc:

Do sử dụng lâu ngày, lực ép trên các bộ phận tiếp xúc không đủ như các cực bắt dây không chặt gây nên hiện tượng move làm hư hỏng.

Hiện tượng hư hỏng dây chảy:

Do tác dụng của dòng điện xung kích, dòng điện khởi động hoặc dòng điện vượt quá định mức trong thời gian dài.

4.5. Sửa chữa cầu chì

Lựa chọn cầu chì phải đúng công suất, dòng điện và các chế độ làm việc tương ứng.

Kiểm tra các chỗ tiếp xúc, các cực bắt dây vào và ra xem có bị biến dạng, cong vênh hoặc bị oxy hóa hay không.

Kiểm tra nắn thẳng, phẳng các tiếp điểm của rơ le.

Kiểm tra các lò xo, nút nhấn phục hồi.

Kiểm tra trạng thái Sứ cách điện.

Kiểm tra trạng thái ống cầu chì.

Kiểm tra trạng thái các bề mặt tiếp điểm, tiếp xúc.

Kiểm tra trạng thái lắp ghép, đặc biệt là các bulông kẹp dây dẫn.

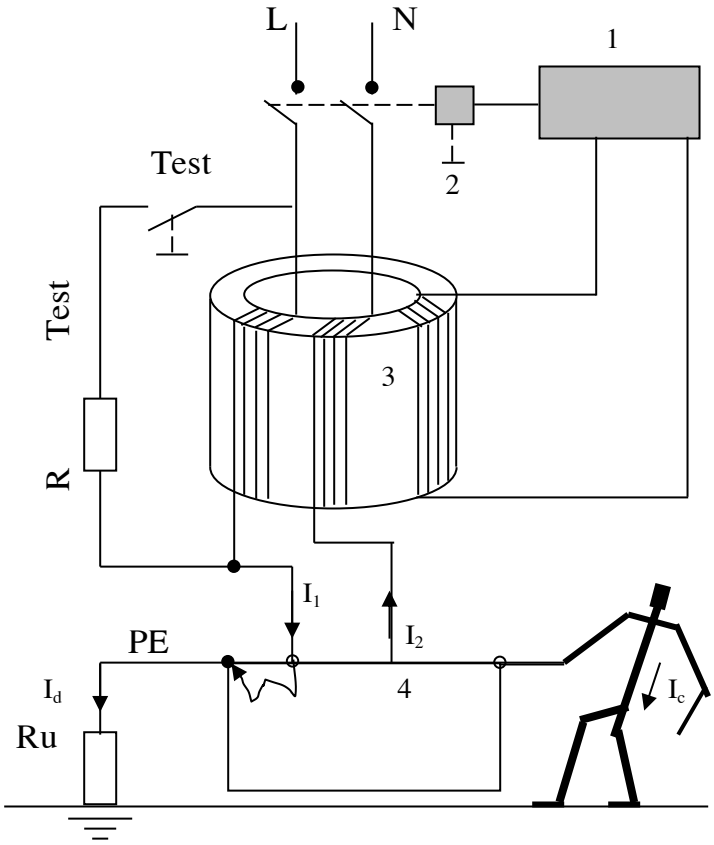
5. Khảo sát thiết bị chống rò

5.1. Tìm hiểu cấu tạo thiết bị chống rò

Các phần tử chính cấu tạo nên DDR là

➤ Mạch từ có dạng hình xuyến mà trên đó được quấn các cuộn dây phần công suất (Dây có tiết diện lớn), dòng điện cung cấp cho hộ tiêu thụ điện sẽ chạy qua cuộn dây này.

➤ Rơle mở mạch cung cấp được điều khiển bởi cuộn dây đo lường (dây có tiết diện bé), cũng được đặt trên mạch từ hình xuyến, nó tác dụng trên các cực cắt.



Hình 5.16: Cấu tạo aptomat so lệch (DDR)

1. Đo lường sự cân bằng .
2. Cơ cấu nhả.
3. Mạch từ hình xuyến
4. Thiết bị điện

5.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động và phân loại thiết bị chống rò

Trong trường hợp sự cố ta có

$$\vec{I}_1 = \vec{I}_2 + \vec{I}_d, \quad \text{do đó: } I_1 > I_2$$

Trong đó:

I_1 là dòng điện đi vào thiết bị tiêu thụ điện

I_2 là dòng điện đi từ thiết bị tiêu thụ điện ra.

I_d là dòng điện sự cố .

I_c là dòng điện đi qua cơ thể người.

Do vậy mất cân bằng trong mạch từ hình xuyến, dẫn đến một dòng điện cảm ứng trong cuộn dây dò tìm đưa đến tác động rơle và kết quả làm mở mạch điện.

Phân loại:

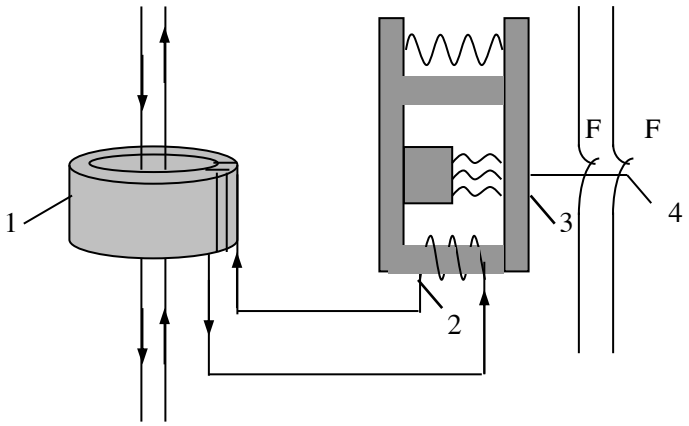
a. Aptomat so lệch.

Là loại áptômát có cuộn dây để phát hiện dòng so lệch, người ta còn gọi là aptomat bảo vệ so lệch hay aptomat dòng điện so lệch dư hoặc DDR (**D**isjoncteur a courant **D**ifferentiel **R**esiduel). Đó là loại aptomat dùng vào mục đích chính là bảo vệ an toàn điện đối với người tiếp xúc gián tiếp với vỏ thiết bị dùng điện, khi thiết bị này bị chạm mát. Ngoài nhiệm vụ nêu trên loại áptômát so lệch này còn có thêm hai Rơle: điện từ – nhiệt, đó là hai Rơle nhằm bảo vệ đối với quá tải và ngắn mạch của lưới điện hay mạch điện được mắc ở sau nó.

b. Cầu dao so lệch: là loại cầu dao cũng chỉ có cuộn dây để phát hiện dòng so lệch mà thôi, người ta còn gọi nó là cầu dao bảo vệ so lệch hay ID (**I**nterrupteur **D**ifferentiel). Nó chỉ có nhiệm vụ duy nhất là bảo vệ an toàn điện khi có hiện tượng rò điện hay chạm điện vỏ thiết bị. Nó sẽ tác động ở dòng điện nhỏ hơn nhiều so với áptômát so lệch (DDR).

c. Thiết bị chống dòng điện rò RCCB: (**R**esidual **C**ulrent **C**iruit **B**reakr)

Cấu tạo.



Hình 5.17: Nguyên tắc cấu tạo của RCCB

1- Biến dòng
2- Cuộn tác động
3- Cơ cấu đóng cắt
4- Hệ thống tiếp điểm

Thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò có nhiều chủng loại: RCCB, DDR, ID và RCD (**R**esidual **C**urrent **D**evice)) và có nhiều thông số khác nhau để lựa chọn. Tùy theo đặc điểm tính chất và yêu cầu của mạng điện cần bảo vệ mà lựa chọn thiết bị sao cho bảo đảm

cung cấp nguồn liên tục, nếu có sự cố xảy ra thì phạm vi bị tác động mất nguồn là nhỏ nhất. Có các cơ sở chọn lựa như sau:

Đảm bảo cắt có chọn lọc

Khi một thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò được sử dụng ở đầu vào như một thiết bị tổng và tại các nhánh tiếp theo đó có nhiều loại thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò với độ nhạy khác nhau. Khi đó tính đóng cắt có chọn lọc trở thành đặc tính quan trọng nhất để tránh cắt nhầm.

5.3. Tính chọn thiết bị chống rò

+ Chọn lọc theo dòng tác động.

Thiết bị chống dòng điện rò có nhiều loại (RCCB, DDR, ID và RCD), có nhiều giá trị tác động khác nhau để lựa chọn: 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA.

+ Loại thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò có độ nhạy 300mA và 500mA chỉ thích hợp khi dùng để bảo vệ hệ thống điện dân dụng tránh các rủi ro về hỏa hoạn

Đối với các thiết bị gia dụng để xảy ra hiện tượng chạm vỏ liên tục với dòng điện rò lớn có thể dùng loại 100mA.

+ Loại 30mA là phổ biến nhất được dùng làm thiết bị bảo vệ chống điện giật

Trong các hệ thống điện đòi hỏi độ an toàn cao như ở nơi công cộng hoặc ở nơi mà người sử dụng là người tàn tật, người không có kỹ năng sử dụng điện như bệnh viện, trường học, nhà trẻ, phòng riêng của trẻ cần có thiết bị đặc biệt an toàn. Trong những trường hợp này ta sử dụng thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò có độ nhạy 10mA.

- Chọn lựa theo đặc điểm của mạng điện.

Có nhiều thiết bị chống dòng điện rò khác nhau với những đặc điểm khác nhau của mạng điện. Những đặc điểm khác nhau đó là chính là mức độ ổn định của mạng điện được phân thành các cấp sau:

- Mạng điện tiêu chuẩn (cấp AC) là mạng điện làm việc có tính ổn định. Thiết bị chống dòng điện rò cho mạng này có thể chọn loại bình thường.
- Mạng điện có mặt của thành phần một chiều dao động (cấp A). Trong trường hợp có sự cố chạm đất trong mạch sẽ sinh ra dòng một chiều xung, sóng này không kích hoạt cơ cấu đóng ngắt của RCCB thông thường, ta cần sử dụng loại RCCB đặc biệt có biến dòng làm bằng vật liệu sắt từ có độ từ thẩm cực cao để cảm nhận dòng sự cố một chiều xung tác động ngắt mạch.
- Mạng điện có mặt của thành phần một chiều ổn định (cấp B). Nhà chế tạo cũng đã chế tạo loại RCCB thích hợp.

Đối với hệ thống không ổn định (cấp C) mạng điện có sự dao động lớn bởi quá điện áp khí quyển (sét), động cơ khởi động. Trong mạng này sử dụng loại Si-RCCB.

5.4. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

Hiện tượng hư hỏng tiếp điểm.

Nguyên nhân:

Chọn không đúng công suất khí cụ điện: chẳng hạn dòng điện định mức, điện áp và tần số thao tác của khí cụ điện không đúng với thực tế v v…

Lực ép trên các tiếp điểm không đủ.

Giá đỡ tiếp điểm không bằng phẳng, cong, vêng hoặc lắp ghép lệch.

Bề mặt tiếp điểm bị ôxy hóa do xâm thực của môi trường làm việc (có hóa chất, ẩm ướt vv…

Do hậu quả của việc xuất hiện dòng điện ngắn mạch giữa dây pha với ‘’đất’’ở phía sau thiết bị chống rò.

Hiện tượng hư hỏng các cuộn dây.

Nguyên nhân:

Ngắn mạch cục bộ giữa các vòng dây do cách điện xấu.

Ngắn mạch giữa các dây dẫn ra do chất lượng cách điện xấu hoặc ngắn mạch giữa dây dẫn và các vòng dây quấn do đặt giao nhau mà không có lót cách điện.

Đứt dây quấn.

Điện áp tăng cao quá điện áp định mức, dòng điện tăng quá dòng định mức làm hỏng các cuộn dây so lệch.

Do nước êmunxi, do muối, dầu, khí hóa chất…của môi trường xâm thực làm chọc thủng cách điện vòng dây.

5.5. Giới thiệu một số thiết bị chống rò thường sử dụng

a. Aptomat so lệch.

Là loại áptômát có cuộn dây để phát hiện dòng so lệch, người ta còn gọi là aptomat bảo vệ so lệch hay aptomat dòng điện so lệch dư hoặc DDR (**D**isjoncteur a courant **D**ifferentiel **R**esiduel). Đó là loại aptomat dùng vào mục đích chính là bảo vệ an toàn điện đối với người tiếp xúc gián tiếp với vỏ thiết bị dùng điện, khi thiết bị này bị chạm mát. Ngoài nhiệm vụ nêu trên loại áptômátso lệch này còn có thêm hai Rơle: điện từ – nhiệt, đó là hai Rơle nhằm bảo vệ đối với quá tải và ngắn mạch của lưới điện hay mạch điện được mắc ở sau nó.

b. Cầu dao so lệch: là loại cầu dao cũng chỉ có cuộn dây để phát hiện dòng so lệch mà thôi, người ta còn gọi nó là cầu dao bảo vệ so lệch hay ID (**I**nterrupteur **D**ifferentiel). Nó chỉ có nhiệm vụ duy nhất là bảo vệ an toàn điện khi có hiện tượng rò điện hay chạm điện vỏ thiết bị. Nó sẽ tác động ở dòng điện nhỏ hơn nhiều so với áptômát so lệch (DDR).

c. Thiết bị chống dòng điện rò RCCB: (**R**esidual **C**ulrent **C**iruit **B**reakr)

Cấu tạo.

Thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò có nhiều chủng loại: RCCB, DDR, ID và RCD (**R**esidual **C**urrent **D**evice)) và có nhiều thông số khác nhau để lựa chọn. Tùy theo đặc điểm tính chất và yêu cầu của mạng điện cần bảo vệ mà lựa chọn thiết bị sao cho bảo đảm cung cấp nguồn liên tục, nếu có sự cố xẩy ra thì phạm vi bị tác động mất nguồn là nhỏ nhất. Có các cơ sở chọn lựa như sau:

Đảm bảo cắt có chọn lọc.

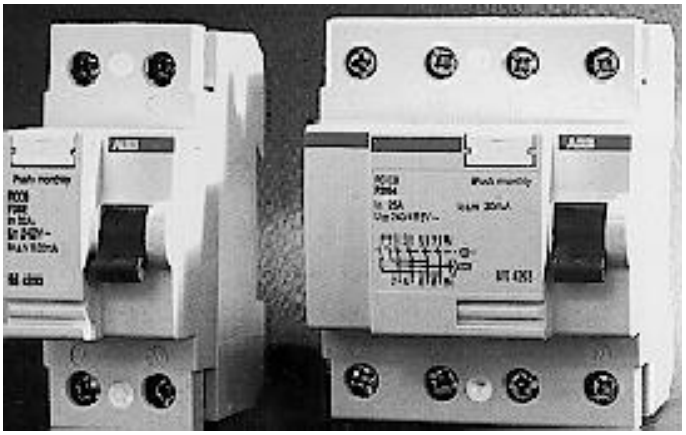
Khi một thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò được sử dụng ở đầu vào như một thiết bị tổng và tại các nhánh tiếp theo đó có nhiều loại thiết bị bảo vệ chống dòng điện rò với độ nhạy khác nhau. Khi đó tính đóng cắt có chọn lọc trở thành đặc tính quan trọng nhất để tránh cắt nhầm.

d. Công tắc bảo vệ FI

Trong hệ thống điện có sử dụng dây trung tính, luôn có khả năng dòng điện chạy từ dây dẫn xuống đất và sau đó trở về nguồn. Dòng điện rò xuống đất này thường do một số loại sự cố gây ra và được gọi là dòng chạm đất. Dòng điện chạm đất rất nguy hiểm và thậm chí có thể gây chết người, tùy thuộc vào độ lớn của dòng điện và môi trường xung quanh. Hậu quả do thời gian chạm đất khá lâu trong hệ thống điện nội thất có thể gây rủi ro về hỏa hoạn và điện giật. Không có cách nào ngăn chặn sự xuất hiện dòng điện chạm đất này song có thể cách ly mạch rò ra khỏi nguồn một cách nhanh chóng bằng một thiết bị chống rò (công tắc FI, RCCB, áp tô mát visai).

❖ **Nguyên lý của công tắc FI**

Trong bộ biến đổi, dòng điện trong các dây pha và dây trung tính được so sánh với nhau như hình vẽ. Sự sai lệch giữa hai thành phần này nếu có, ví dụ lớn hơn 30mA (tùy theo điều kiện thiết bị), Vì một phần dòng điện rò chạy trên dây bảo vệ hoặc dây nối đất mà không chạy qua bộ biến đổi dòng tổng, vì vậy công tắc bảo vệ FI sẽ làm ngưng hoạt động của thiết bị. Nếu so sánh trong tất cả các phương pháp bảo vệ thì thiết bị bảo vệ FI có độ an toàn lớn nhất.



6. Khảo sát biến áp đo lường

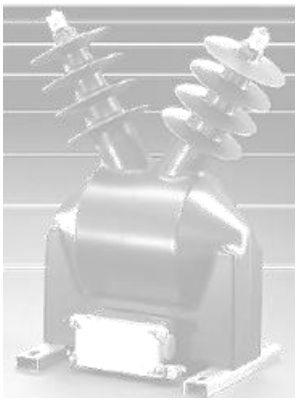
6.1. Khảo sát biến điện áp (BU)

Máy biến điện áp có nhiệm vụ đổi điện áp từ trị số cao xuống trị số thấp để phục vụ cho việc đo lường, bảo vệ rơ le và tự động hóa. Điện áp phía thứ cấp của máy biến điện áp khoảng 100V. Bất kể điện áp phía sơ cấp là bao nhiêu.

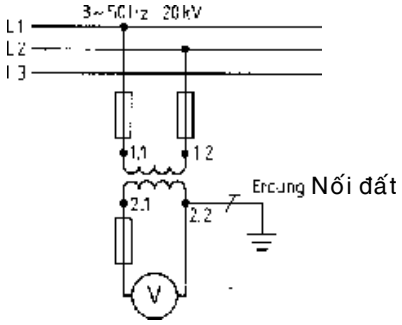
Về mặt nguyên lí làm việc của máy biến điện áp cũng tương tự như nguyên lí của máy biến áp điện lực, nhưng chỉ khác là có công suất nhỏ từ 5VA đến 300VA.

Do tổng trở mạch ngoài của thứ cấp máy biến điện áp (TU) rất lớn nên có thể xem như máy biến điện áp thường xuyên làm việc không tải.

Máy biến điện áp thường được chế tạo thành loại một pha, ba pha hay ba pha 5 trụ theo các cấp điện áp như 6, 10, 24, 36KV …



Hình dạng của bên ngoài của máy biến điện áp loại VZF.

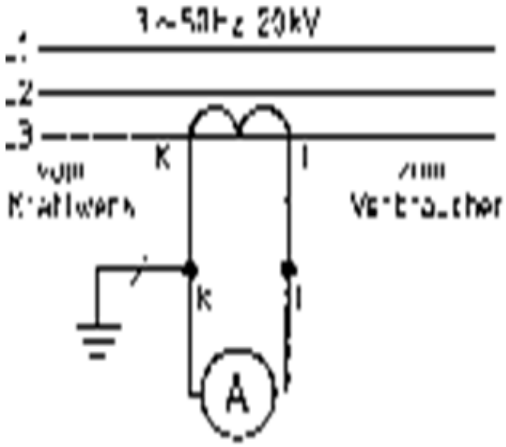


Sơ đồ mắc máy biến áp.

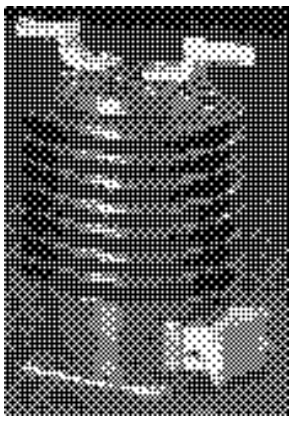
6.2. Khảo sát biến dòng điện (BI)

Xuống trị số nhỏ, nhằm cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ rơ le và tự động hóa. Thông thường dòng điện phía thứ cấp của TI là 1A hoặc 5A. Công suất định mức khoảng 5VA đến 120VA.

Về nguyên lí cấu tạo thì máy biến dòng cũng giống như máy biến áp điện lực. Cuộn dây sơ cấp của TI được mắc nối tiếp với dây dẫn điện áp cao. Ở đầu ra nối với đồng hồ đo. Dòng điện chạy qua cuộn sơ cấp là dòng qua tải. Cuộn dây sơ cấp có số vòng rất nhỏ. Với dòng điện sơ cấp nhỏ hơn hoặc bằng 600A thì cuộn sơ cấp chỉ có một vòng dây. Phụ tải thứ cấp của TI rất nhỏ có thể xem như máy biến dòng luôn luôn làm việc trong tình trạng ngắn mạch. Để đảm bảo an toàn cho người vận hành, cuộn thứ cấp của máy biến dòng luôn phải được nối đất.



Sơ đồ mắc máy biến dòng.



Hình dạng bên ngoài của máy biến dòng.

7. CÂU HỎI ÔN TẬP

1/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của nam châm điện?
2/ Hãy xác định hư hỏng và nguyên nhân gây hư hỏng nam châm điện?
3/ Hãy trình bày cách phân loại và nêu các ứng dụng của nam châm điện?
4/ Hãy trình bày cách sửa chữa nam châm điện?
5/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động rơ le điện từ?
6/ Hãy trình bày ứng dụng của rơ le điện từ?
7/ Hãy nêu khái niệm rơ le điện áp?
8/ Hãy trình bày nguyên lý làm việc rơ le điện áp?
9/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của rơ le nhiệt?
10/ Hãy nêu cách phân loại rơ le nhiệt?
11/ Hãy nêu cách tính chọn rơ le nhiệt?
12/ Hãy xác định hư hỏng và nguyên nhân gây hư hỏng rơ le nhiệt?
13/ Hãy trình bày cách sửa chữa rơ le nhiệt?
14/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của cầu chì?
15/ Hãy trình bày cách phân loại cầu chì?
16/ Hãy nêu cách tính chọn cầu chì?
17/ Hãy xác định hư hỏng và nguyên nhân gây hư hỏng của cầu chì?
18/ Hãy trình bày cách sửa chữa cầu chì?
19/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các thiết bị chống rò?
20/ Hãy trình bày cách phân loại các thiết bị chống rò?
21/ Hãy xác định hư hỏng và nguyên nhân gây hư hỏng của các thiết bị chống rò?
22/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy biến điện áp?
23/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy biến dòng điện?

Bài 6: KHẢO SÁT KHÍ CỤ ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN

Giới thiệu:

Bài học này cung cấp cho người học kiến thức về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện bảo vệ thường dùng trong công nghiệp và dân dụng. Từ đó, hướng dẫn cho người học sử dụng được thành thạo các loại khí cụ điện đóng cắt nói trên, đảm bảo an toàn cho người và các thiết bị theo TCVN.

Bên cạnh đó, giúp người học tháo lắp, phán đoán và sửa chữa được hư hỏng các loại khí cụ điện bảo vệ đạt các thông số kỹ thuật và đảm bảo an toàn..

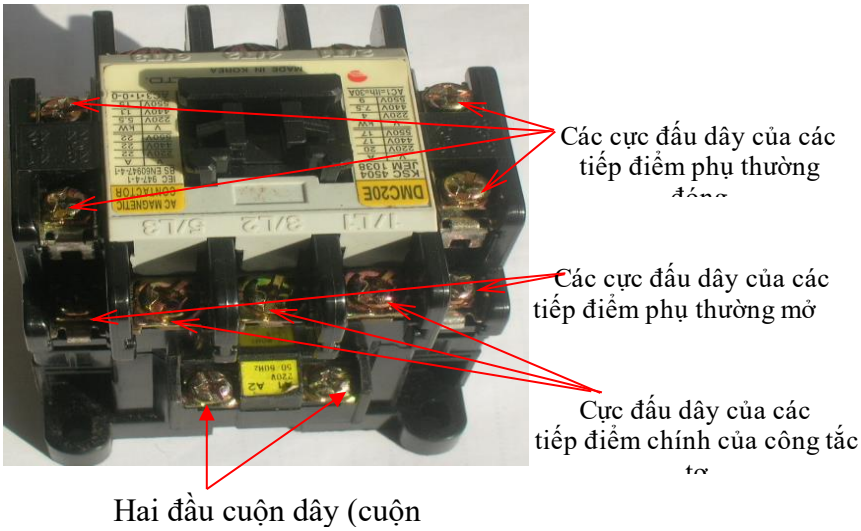
Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện điều khiển thường dùng trong công nghiệp và dân dụng.
- Sử dụng thành thạo được các loại khí cụ điện điều khiển nói trên, đảm bảo an toàn cho người và các thiết bị theo TCVN.
- Tính chọn được các loại khí cụ điện điều khiển thông dụng theo yêu cầu kỹ thuật cụ thể.
- Tháo lắp, phán đoán và sửa chữa được hư hỏng các loại khí cụ điện bảo vệ đạt các thông số kỹ thuật và đảm bảo an toàn.
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ, nghiêm túc trong công việc

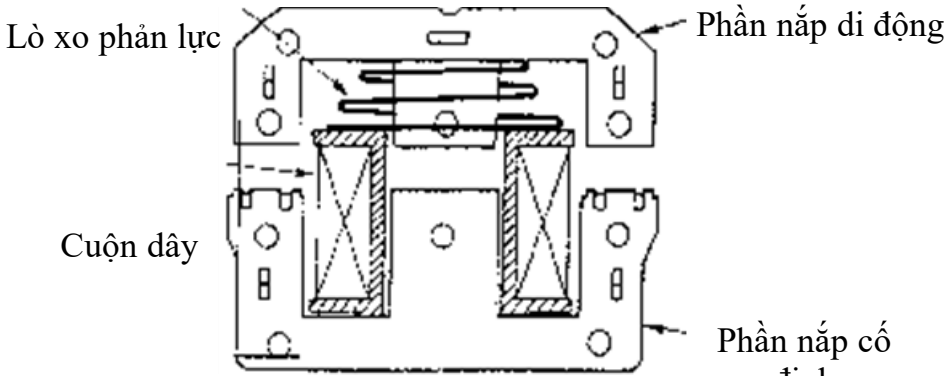
1. Khảo sát công-tắc-tơ

1.1. Tìm hiểu cấu tạo công-tắc-tơ

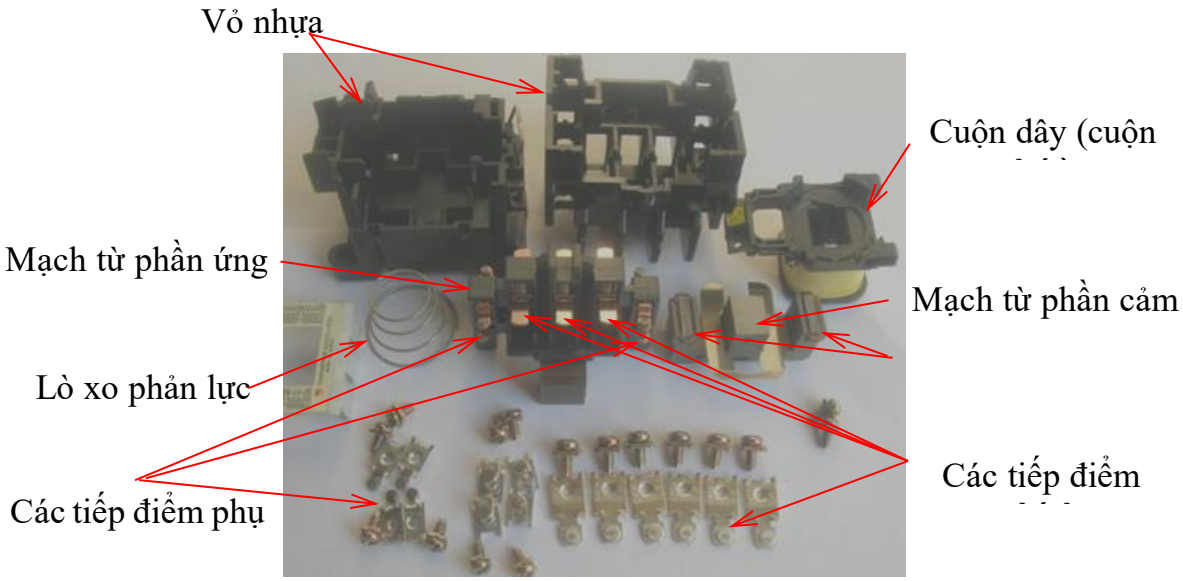
Contactor là một loại khí cụ điện đóng cắt hạ áp dùng để khống chế tự động và điều khiển từ xa các thiết bị điện có điện áp 500V và dòng điện 600A. với sự hỗ trợ của nút ấn.



Hình 6.1: Cấu tạo bên ngoài của Công tắc tơ.



Hình 6.2: Mặt cắt dọc của Contactor.



Hình 6.3: Các bộ phận chính của Contactor.

Mạch từ: là các lõi thép có hình dạng EI hoặc chữ UI. Nó gồm những lá tôn silic, có chiều dầy 0,35mm hoặc 0,5mm ghép lại để tránh tổn hao dòng điện xoáy. Mạch từ thường chia làm hai phần, một phần được kẹp chặt cố định (phần tĩnh), phần còn lại là nắp (phần động) được nối với hệ thống tiếp điểm qua hệ thống tay đòn.

Cuộn dây: cuộn dây có điện trở rất bé so với điện kháng. Dòng điện trong cuộn dây phụ thuộc vào khe hở không khí giữa nắp và lõi thép cố định. Vì vậy, không được phép cho điện vào cuộn dây khi nắp mở. Cuộn dây có thể làm việc tin cậy (hút phần ứng) khi điện áp cung cấp cho nó nằm trong phạm vi (85-100)% $U_{đm}$.

- Hệ thống tiếp điểm:

a. Theo khả năng dòng tải:

* Tiếp điểm chính: chỉ có ở Contactor chính, 100% là tiếp điểm thường mở, làm việc ở mạch động lực, vì thế dòng điện đi qua rất lớn (10 ÷ 2250)A.

* Tiếp điểm phụ: có cả thường đóng và thường mở, dòng điện đi qua các tiếp điểm này nhỏ chỉ từ 1A đến khoảng 10A, làm việc ở mạch điều khiển.

b. Theo nhiệm vụ làm việc:

* Tiếp điểm thường đóng và tiếp điểm thường mở: (xem phần Rơle).

- Cơ cấu truyền động: phải có kết cấu sao cho giảm được thời gian thao tác đóng ngắt tiếp điểm, nâng cao lực ép tiếp điểm và giảm được tiếng va dập.

Phân loại:

+ Theo nguyên lý truyền động có: Contactor kiểu điện từ, kiểu hơi ép, kiểu thuỷ lực. Thường gặp Contactor kiểu điện từ. Contactor kiểu điện từ có hai loại:

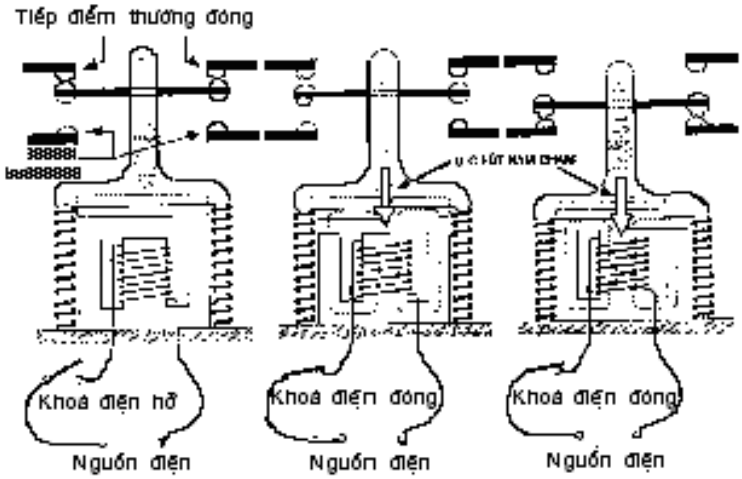
- Contactor chính: có 3 tiếp điểm chính còn lại là tiếp điểm phụ.
- Contactor phụ: Chỉ có tiếp điểm phụ (không có tiếp điểm chính).

+ Theo dạng dòng điện ta có: Contactor điện một chiều, Contactor điện xoay chiều

+ Theo kết cấu ta có: Contactor dùng ở nơi hạn chế chiều cao (ở bảng điện gầm xe) và ở nơi hạn chế chiều rộng (buồng tàu điện).

1.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động công-tắc-tơ

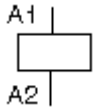
Sự làm việc của Contactor điện từ dựa trên nguyên tắc lực điện từ, khi ta cung cấp một điện áp U = (85 ÷ 100)% $U_{đm}$ vào cuộn dây, nó sẽ sinh ra từ trường, từ trường này sẽ tạo ra lực từ có lực lớn hơn lực kéo lò xo của hệ thống truyền động. Nó sẽ hút lõi sắt phần động để khép kín mạch từ. Hệ thống tiếp điểm sẽ thay đổi trạng thái. Nếu như ở điều kiện bình thường (khi cuộn dây chưa có điện), tiếp điểm là đóng thì khi cho điện vào cuộn dây, tiếp điểm sẽ mở ra. Ngược lại, nếu như ở điều kiện bình thường (khi cuộn dây chưa có điện), tiếp điểm là mở thì khi cho điện vào cuộn dây, tiếp điểm sẽ đóng lại.



Hình 6.4: Quá trình chuyển động hệ thống tiếp điểm của Contactor trước và sau khi có điện.

Ký hiệu:

a) Cuộn dây:



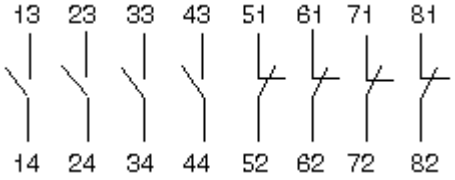
b) Tiếp điểm chính:

Thường được ký hiệu bởi 1 ký số: Các ký số đó là: 1 - 2; 3 - 4; 5 - 6.

Trong Contactor chính, 3 tiếp điểm đầu tiên bên tay trái luôn luôn là tiếp điểm chính, những tiếp điểm còn lại là tiếp điểm phụ.

c) Tiếp điểm phụ:

Thường được ký hiệu bởi 2 ký số:



- Ký số thứ nhất: Chỉ vị trí tiếp điểm (số thứ tự, đánh từ trái sang).
- Ký số thứ hai: Chỉ vai trò tiếp điểm:

+ 1 - 2 (NC): Thường đóng.

+ 3 - 4 (NO): Thường mở.

1.3. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

<u>Hiện tượng hư hỏng tiếp điểm</u>

Nguyên nhân:

Chọn không đúng công suất khí cụ điện: chẳng hạn dòng điện định mức, điện áp và tần số thao tác của khí cụ điện không đúng với thực tế v v…

Lực ép trên các tiếp điểm không đủ.

Giá đỡ tiếp điểm không bằng phẳng, cong, vêng (nhất là đối với loại tiếp điểm bắc cầu) hoặc lắp ghép lệch.

Bề mặt tiếp điểm bị ôxy hóa do xâm thực của môi trường làm việc (có hóa chất, ẩm ướt vv…

Do hậu quả của việc xuất hiện dòng điện ngắn mạch một pha với ‘’đất’’ hoặc dòng ngắn mạch hai pha ở phía sau công tắc tơ, khởi động từ vv…

<u>Hiện tượng hư hỏng cuộn dây (cuộn hút)</u>

Nguyên nhân:

Ngắn mạch cục bộ giữa các vòng dây do cách điện xấu.

Ngắn mạch giữa các dây dẫn ra do chất lượng cách điện xấu hoặc ngắn mạch giữa dây dẫn và các vòng dây quấn do đặt giao nhau mà không có lót cách điện.

Đứt dây quấn.

Điện áp tăng cao quá điện áp định mức của cuộn dây.

Cách điện của cuộn dây bị phá hỏng do bị va đập cơ khí.

Cách điện của cuộn dây bị phá hủy do cuộn dây bị quá nóng hoặc vì tính toán các thông số quấn lại sai hoặc điện áp cuộn dây bị nâng cao quá, hoặc lõi thép hút không hoàn toàn, hoặc điều chỉnh không đúng hành trình lõi thép.

Do nước êmunxi, do muối, dầu, khí hóa chất…của môi trường xâm thực làm chọc thủng cách điện vòng dây.

1.4. Sửa chữa khí cụ điện điều khiển

Biện pháp sửa chữa:

Lựa chọn khí cụ điện cho đúng công suất dòng điện, điện áp và các chế độ làm việc tương ứng.

Kiểm tra và sửa chữa nắn thẳng, phẳng giá đỡ tiếp điểm, điều chỉnh sao cho trùng khớp hoàn toàn các tiếp điểm động và tỉnh của Contactor

Kiểm tra lại lò xo của tiếp điểm động xem có bị méo, biến dạng hay đặt lệch tâm khỏi chốt giữ. Phải điều chỉnh đúng lực ép tiếp điểm (có thể dùng lực kế để kiểm tra).

Thay thế bằng tiếp điểm mới khi kiểm tra thấy tiếp điểm bị quá mòn hoặc bị rỗ cháy hỏng nặng.

Đặc biệt trong điều kiện làm việc có đảo chiều hay hãm ngược, các tiếp điểm thường hư hỏng và mài mòn rất nhanh đặc biệt là tiếp điểm động.

Kiểm tra và loại trừ các nguyên nhân bên ngoài gây hư hỏng cuộn dây và quấn lại cuộn dây theo mẫu hoặc tính toán lại cuộn dây đúng điện áp và công suất tiêu thụ yêu cầu.

Khi quấn lại cuộn dây, cần làm đúng công nghệ và kỹ thuật quấn dây, vì đó là một yếu tố quan trọng để đảm bảo độ bền và tuổi thọ của cuộn dây.

2. Khảo sát khởi động từ

2.1. Tìm hiểu cấu tạo khởi động từ

Khởi động từ là khí cụ điện điều khiển gián tiếp từ xa. Được ứng dụng trong những mạch điện: Khởi động động cơ; đảo chiều quay động cơ... có sự bảo vệ quá tải cho động cơ bằng nguyên lý của rơle nhiệt.

Có thể hiểu một cách đơn giản: Khởi động từ là một thiết bị được hợp thành bởi Contactor và một thiết bị bảo vệ chuyên dùng (thường là rơle nhiệt) để đóng cắt cho động cơ hoặc cho mạch điện khi có sự cố.

Căn cứ vào điều kiện làm việc của Khởi động từ. Trong chế tạo người ta thường dùng kết cấu tiếp điểm bắc cầu (có 2 chỗ ngắt mạch ở mỗi pha do đó đối với cỡ nhỏ dưới 25A. Không cần dùng thiết bị dập hồ quang. Kết cấu Khởi động từ bao gồm các bộ phận: Tiếp điểm động

chế tạo kiểu bắc cầu có lò xo nén tiếp điểm để tăng lực tiếp xúc và tự phục hồi trạng thái ban dầu. Giá đỡ tiếp điểm làm bằng đồng thau, tiếp điểm thường làm bàng bột gốm kim loại.

Nam châm điện chuyển động thường có mạch từ hình **E – I**, gồm lõi thép tĩnh và lõi thép phần ứng (động) nhờ có lò xo Khởi động từ tự về được vị trí ban đầu. Vòng chập mạch được đặt ở 2 đầu mút 2 mạch rẽ của lõi thép tĩnh, lõi thép phần ứng của nam châm điện được lắp liền với giá đỡ động cách điện trên đó có mang các tiếp điểm động và lo xo tiếp điểm. Giá đỡ cách điện thường làm bằng bakêlít chuyển động trong rãnh dẫn hướng ở trên thân nhựa đúc của Khởi động từ.

2.2. Tìm hiểu độ bền điện và bền cơ của các tiếp điểm

Độ bền chịu mài mòn về điện và về cơ của các tiếp điểm quyết định tuổi thọ của bộ tiếp điểm, yếu tố cơ bản để ảnh hưởng đến sự mài mòn của tiếp điểm là:

1. Kết cấu của tiếp điểm và bản thân Contactor.
2. Công nghệ sản xuất các tiếp điểm.
3. Quá trình sử dụng, vận hành, bảo quản và sữa chữa.

Một trong những yếu tố khách quan để đảm bảo tuổi thọ cho Contactor cũng như khởi động từ là phải đảm bảo trong phạm vi sử dụng vận hành và bảo quản sữa chữa. Nhất là đối với các khởi động từ làm việc trong chế độ khắc nghiệt (môi trường nhiều bụi bẩn, nhiều khí ăn mòn hóa học, động cơ khởi động và đóng ngắt liên tục...).

2.3. Lựa chọn và lắp đặt khởi động từ

Hiện nay động cơ điện KĐB 3 pha rôto lồng sóc có công suất từ (0,6 ÷ 100) KW được sử dụng rộng rãi ở nước ta. Để vận hành chúng người ta dùng Khởi động từ. Do đó để việc lựa chọn Khởi động từ thuận tiện nhà sản xuất cho biết dòng điện định mức của Khởi động từ và cho công suất động cơ điện mà Khởi động từ điều khiển ứng với các cấp điện áp khác nhau. Đôi khi còn hướng dẫn cả công suất lớn nhất và công suất nhỏ nhất của động cơ điện mà Khởi động từ có thể làm việc được ở các điện áp định mức khác nhau. Cũng có thể căn cứ theo trị số dòng điện định mức của động cơ điện trong các chế độ làm việc mà chọn Khởi động từ. Khởi động từ được lựa chọn theo điều kiện định mức các tiếp điểm chính của Contactor, điện áp định mức của cuộn dây hút và chế độ bảo vệ của rơle nhiệt lắp trên khởi động từ.

$I_{đm\ KĐT} \geq I_{đm}$

$U_{KĐT} = U_{lưới}$

Do yêu cầu giảm chấn động và đảm bảo độ tin cậy trong làm việc của khởi động từ và cần chú ý các điều kiện lắp đặt:

1. Lắp đúng chiều qui định về tư thế làm việc của khởi động từ .
2. Gá lắp cứng vững, không gây rung động khi đóng cắt.
3. Đảm bảo sự hoạt động linh hoạt của các cơ cấu cơ khí, nhất là đối với các khởi động từ kép có khóa chéo bằng đòn gánh cơ khí.
4. Đảm bảo độ sạch trên các tiếp điểm, các rãnh trượt của nắp tự động để chống mất tiếp xúc hoặc hở mạch từ (cuộn hút quá tải bị nóng hoặc cháy).

5. Trước khi sử dụng Contactor cũng như khởi động từ, rất cần thiết phải kiểm tra các thông số cũng như điều kiện phụ tải phải phù hợp với các yêu cầu đã nêu.

2.4. Tìm hiểu đặc tính kỹ thuật và ứng dụng

Khởi động từ có tuổi thọ cao đạt từ 1 triệu đến 2 triệu lần thao tác

Khởi động từ điều khiển được động cơ điện từ (0,6 ÷ 810) KW và làm việc tin cậy ở điện áp lưới trong giới hạn từ (85 ÷ 105)% $U_{đm}$. Khi điện áp lưới hạ thấp đến (35 ÷ 40)% trị số định mức. Khởi động từ cũng ngắt tin cậy

Khởi động từ được sử dụng rộng rãi để điều khiển từ xa việc đóng, cắt đảo chiều quay động cơ điện KĐB rôto lồng sóc.

3. Khảo sát rơle trung gian và rơle tốc độ

3.1. Khảo sát rơle trung gian

Rơle trung gian là một khí cụ điện dùng để khuếch đại gián tiếp các tín hiệu tác động trong các mạch điều khiển hay bảo vệ...

Trong mạch điện, rơle trung gian thường nằm giữa hai rơle khác nhau (vì điều này nên có tên là trung gian).

a. Cấu tạo:

Cuộn dây hút của rơle trung gian thường là cuộn dây điện áp và không có khả năng điều chỉnh giá trị điện áp. Do vậy, yêu cầu quan trọng của rơle trung gian là độ tin cậy trong tác động. Phạm vi giá trị điện áp làm việc của rơle trung gian thường là $U_{đm} \pm 15\%$. Hệ thống tiếp điểm phụ thuộc vào từng loại rơ le và chỉ có tiếp điểm phụ không có tiếp điểm chính, các tiếp điểm thường nhỏ và giống nhau.

b. Nguyên lý hoạt động:

Nguyên lý hoạt động của rơ le trung gian là dựa trên nguyên lý điện từ. Khi đưa điện áp xoay chiều thích hợp vào hai đầu cuộn dây của rơ le thì phần cảm sẽ hút phần ứng làm đóng, mở hệ thống tiếp điểm. Khi cắt dòng điện của cuộn dây ro le thì các tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

Bộ tiếp xúc (hệ thống tiếp điểm) của các rơle trung gian thường có số lượng tương đối lớn, thường lớn hơn rất nhiều so với các rơle dòng điện, rơle điện áp cũng như các loại rơle khác.

Rơle trung gian chỉ làm việc ở mạch điều khiển nên nó chỉ có tiếp điểm phụ mà không có tiếp điểm chính. Cường độ dòng điện đi qua các tiếp điểm là như nhau.

c. Tính chọn ro le trung gian:

Khi tính chọn rơ le trung gian ta cần chú ý các điểm sau:

- Điện áp định mức của rơ le: $U_{đm} = U_{mạng}$
- Dòng điện định mức: $I_{đm\ role} > I_{tt}$ (I_{tt} là dòng điện tính toán của mạch).
- Số lượng tiếp điểm.
- Loại tiếp điểm thường đóng và thường mở.

- Cắn cứ vào nhu cầu sử dụng kết hợp với các điểm trên để chọn loại rơ le có các thông số thích hợp.

d. Hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng:

Hư hỏng tiếp điểm:

Nguyên nhân:

Lực ép trên các tiếp điểm không đủ.

Giá đỡ tiếp điểm không bằng phẳng, cong, vêng.

Bề mặt tiếp điểm bị oxy hóa do xâm thực của môi trường làm việc.

Do hậu quả của việc xuất hiện dòng điện ngắn mạch của dây pha với đất ở phía sau của rơ le.

Hư hỏng cuộn dây:

Nguyên nhân:

Ngắn mạch cục bộ giữa các vòng dây do cách điện xấu.

Ngắn mạch giữa các dây dẫn ra do chất lượng cách điện xấu hoặc ngắn mạch giữa dây dẫn và các vòng dây quấn do đặt giao nhau mà không có lót cách điện.

Đứt dây quấn.

Điện áp tăng cao quá điện áp định mức của cuộn dây.

Cách điện của cuộn dây bị phá hỏng do va đập cơ khí.

Hư hỏng các chân cắm vào đế rơ le.

Nguyên nhân:

Do người sử dụng không cẩn thận khi tháo, lắp rơ le ra khỏi đế của rơ le.

Do các chân rơ le bị cong nên không khớp với các lỗ trên đế.

e. Sửa chữa rơ le:

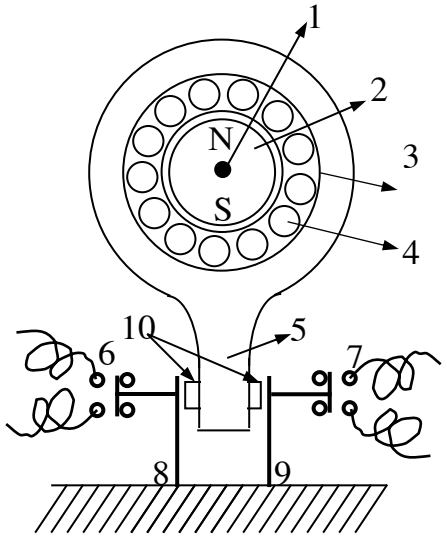
Biện pháp sửa chữa:

- Lựa chọn rơ le phải đúng dòng điện, điện áp và các chế độ làm việc tương ứng.
- Kiểm tra và sửa chữa nắn thẳng, phẳng giá đỡ tiếp điểm, điều chỉnh sao cho trùng khớp hoàn toàn các tiếp điểm động và tĩnh của rơ le.
- Kiểm tra lại độ đàn hồi của các giá đỡ tiếp điểm để đảm bảo lực ép lên tiếp điểm.
- Kiểm tra và loại trừ các nguyên nhân bên ngoài gây hư hỏng cuộn dây và quấn lại cuộn dây theo mẫu hoặc tính toán lại cuộn dây đúng điện áp và công suất tiêu thụ yêu cầu.
- Khi quấn lại cuộn dây, cần làm đúng công nghệ và kỹ thuật quấn dây, vì đó là một yếu tố quan trọng để đảm bảo độ bền của cuộn dây.

3.2. Khảo sát rơle tốc độ

Cấu tạo:

Rơle tốc độ được dùng nhiều nhất trong mạch điện hãm ngược của các động cơ không đồng bộ, nguyên lý cấu tạo như hình vẽ.



1.Trục Rơle
2.Nam châm vĩnh cửu
3.ống trụ quay tự do.
4.Thanh dẫn 4.
5.Cần đẩy
6. } Hệ thống tiếp
7. }
8. Thanh thép đàn hồi
9.
10. Tiếp điểm

Hình 6.5: Nguyên lý cấu tạo rơle tốc độ PKC

Trục 1 của rơle tốc độ được nối đồng trục với rôto của động cơ hoặc với máy cần khống chế. Trên trục 1 có lắp nam châm vĩnh cửu 2 làm bằng hợp kim Fe - Ni có dạng hình trụ tròn. Bên ngoài nam châm có trụ quay tự do 3 làm bằng những lá thép mỏng ghép lại, mặt trong trụ có xẻ rãnh và đặt các thanh dẫn 4 ghép mạch với nhau giống như rôto lồng sóc. Trụ này được quay tự do, trên trụ có lắp tiếp điểm động 10.

b. Nguyên lý hoạt động:

Khi động cơ điện hoặc máy quay, trục 1 quay theo làm quay nam châm 2, từ trường nam châm cắt thanh dẫn 4 cảm ứng ra sức điện động và dòng điện cảm ứng ở lồng sóc, sinh ra momen làm trụ 3 quay theo chiều quay của động cơ... Khi trụ 3 quay, cần đẩy 5 tùy theo hướng quay của rôto động cơ điện mà đóng (hoặc mở) hệ thống tiếp điểm 6 và 7 thông qua thanh thép đàn hồi 8 và 9.

Khi tốc độ động cơ giảm xuống gần bằng không, sức điện động cảm ứng giảm tới mức làm mômen không đủ để cần 5 đẩy được các thanh thép 8 và 9 nữa. Hệ thống tiếp điểm trở về vị trí bình thường.

3.3. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

Hiện tượng hư hỏng:

- Hư hỏng các tiếp điểm thường và tiếp điểm thời gian do bị ngắn mạch phía sau rơ le.
- Các tiếp điểm thời gian hoạt động không đúng do bị nổ đứt bo mạch điện tử đến các chân ra hoặc do hư hỏng bo mạch điện tử.

4. Khảo sát rơle thời gian

4.1. Tìm hiểu cấu tạo rơle thời gian điện từ

Rơle thời gian là một khí cụ tạo ra sự trì hoãn trong các hệ thống tự động. Việc duy trì một thời gian cần thiết khi truyền tín hiệu từ rơle này đến một rơle khác là một yêu cầu cần thiết trong các hệ thống tự động điều khiển.

Rơle thời gian trong các hệ thống bảo vệ tự động thường được dùng để duy trì thời gian quá tải, thiếu áp... trong giới hạn thời gian cho phép.

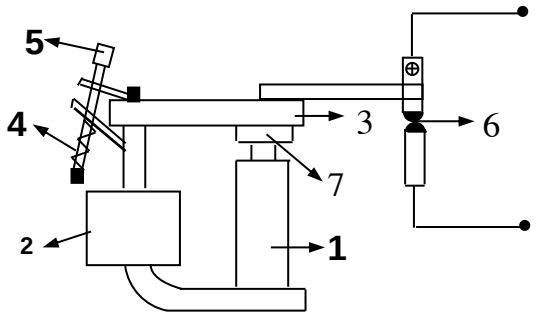
Về cấu tạo, rơle thời gian điện từ một chiều khác với rơle thời gian điện từ xoay chiều. Do vậy, về nguyên tắc tác động, chúng cũng khác nhau.

Đối với rơle thời gian xoay chiều thường là sự hợp bộ của rơle dòng điện, rơle điện áp hoặc rơle trung gian (nhiều nhất là rơle trung gian) với một cơ cấu thời gian. Các cơ cấu thời gian này có thể là cơ cấu cơ khí, cơ cấu khí nén, cơ cấu lò xo kiểu đồng hồ. Ngày nay, cơ cấu thời gian là một Board mạch điện tử khá phức tạp.

Đối với rơle thời gian một chiều, thường dùng theo nguyên lý cảm ứng điện từ để tạo cơ cấu duy trì thời gian. Thường nhất là cơ cấu ống đồng để chống lại sự suy giảm của từ thông trong mạch từ theo định luật cảm ứng điện từ.

Việc điều chỉnh thời gian duy trì của các rơle thời gian thường được thực hiện ngay trên cơ cấu thời gian, mà không chỉnh định trên các đại lượng tác động.

Ngày nay, rơle thời gian được cấu tạo với những cấu trúc điện tử khá phức tạp kết hợp với rơle trung gian. Có hai loại được ứng dụng rất rộng rãi trong thực tế:



1. cuộn dây
2. ống đồng ngắn mạch
3. Nắp phần ứng
4. Lò xo
5. Vít điều chỉnh.
6. Tiếp điểm.
7. Lá đồng điều chỉnh khe hở

Hình 6.6: Cấu tạo rơle thời gian kiểu điện từ

4.2. Tìm hiểu nguyên lý hoạt động rơle thời gian điện từ

Lõi thép hình chử U, bên phải quấn cuộn dây (1), bên trái là ống đồng ngắn mạch. Khi đưa điện áp vào 2 đầu cuộn dây tạo nên từ thông ϕ trong mạch sinh ra lực từ và nắp (3) được hút chặt vào phần cảm làm hệ thống tiếp điểm(6) được đống lại.

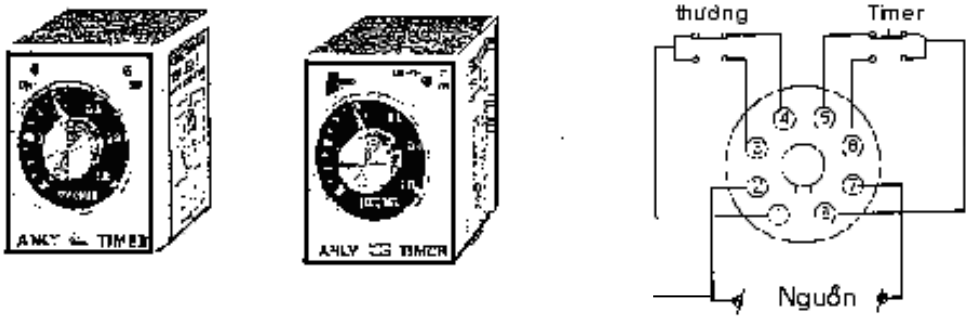
Khi cuộn dây mất điện, từ thông ϕ giảm dần về 0. Trong ống đồng xuất hiện dòng điện cảm ứng tạo nên từ thông chống lại sự giảm của từ thông ϕ ban đầu. Kết quả là từ thông tổng trong mạch không bị triệt tiêu ngay sau khi mất điện.

Do từ thông trong mạch vẫn còn nên tiếp điểm vẫn duy trì trạng thái đóng thêm 1 khoảng thời gian nữa mới mở ra.

Vít (5) dùng điều chỉnh độ căng của lò xo, lá đồng mỏng (7) dùng điều chỉnh khe hở giữa nắp và phần cảm. Hai bộ phận này đều có tác dụng điều chỉnh thời gian tác động của Rơle.

4.3. Giới thiệu một số rơle thời gian điện tử

*** On-delay:** Trì hoản thời gian đóng mạch**.**



Hình 6.7: Một số dạng On-delay của hảng ANLY - Đài Loan

Tóm tắt nguyên lý làm việc của Timer On-delay:

- Khi đặt vào cuộn dây của Timer On-delay (Board mạch điện tử. Chân 2 và 7, hình 4-10) một điện áp định mức:

+ Các tiếp điểm thường (1-3 và 1-4, hình 4.10) của Timer thay đổi trạng thái tức thời (giống tiếp điểm của rơle điện từ), 1-3 đóng lại và 1-4 mở ra.

+ Các tiếp điểm Timer (8-5 và 8-6, hình 4.10) sau một khoảng thời gian (bằng khoảng thời gian chỉnh định chọn trước, tính từ lúc cuộn dây có điện) mới thay đổi trạng thái, 8-5 mở ra và 8-6 đóng lại.

- Sau khi các tiếp điểm Timer đã chuyển trạng thái, hệ thống hoạt động bình thường.

- Khi ta ngưng cấp điện cho cuộn dây Timer. Các tiếp điểm lập tức trở về trạng thái ban đầu (như hình 4.10).

Cách kiểm tra Timer:

- Chỉnh Timer 10s.
- Cho điện áp định mức vào 2 đầu cuộn dây, trên Timer có 1 đèn LED sáng:

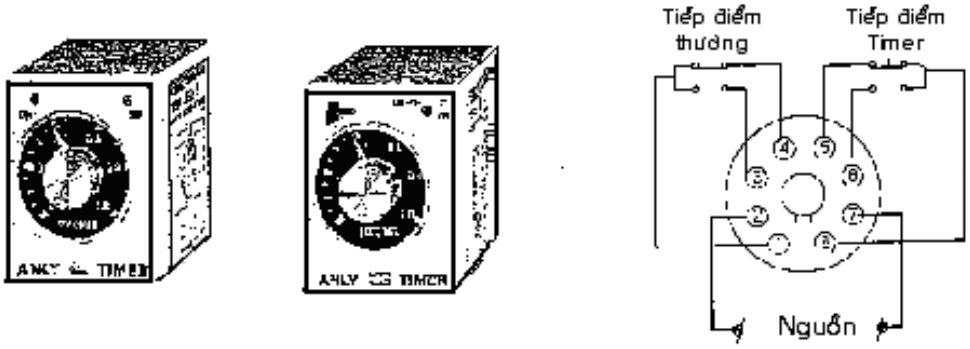
+ Dùng VOM đo thông mạch:

- Đo 2 chân 8-5 (kêu) và 2 chân 8-6 (không kêu): **Chưa kết luận.**
- Nếu ngược lại 8-5 (không kêu), 8-6 (kêu) hoặc 8-5 (kêu), 8-6 (kêu) hoặc 8-5 (không kêu), 8-6 (không kêu): **Hư.**

+ Sau 10s (trên Timer sẽ có 2 LED sáng), dùng thông mạch đo lại, nếu:

- 8-5 (kêu), 8-6 (không kêu): **Hư.**
- 8-5 (không kêu), 8-6 (kêu): **Tốt.**

*** Off-delay:** Trì hoãn thời gian mở mạch.



Hình 6.8: Một số dạng OFF-delay của hảng ANLY - Đài Loan

Tóm tắt nguyên lý làm việc của Timer Off-delay:

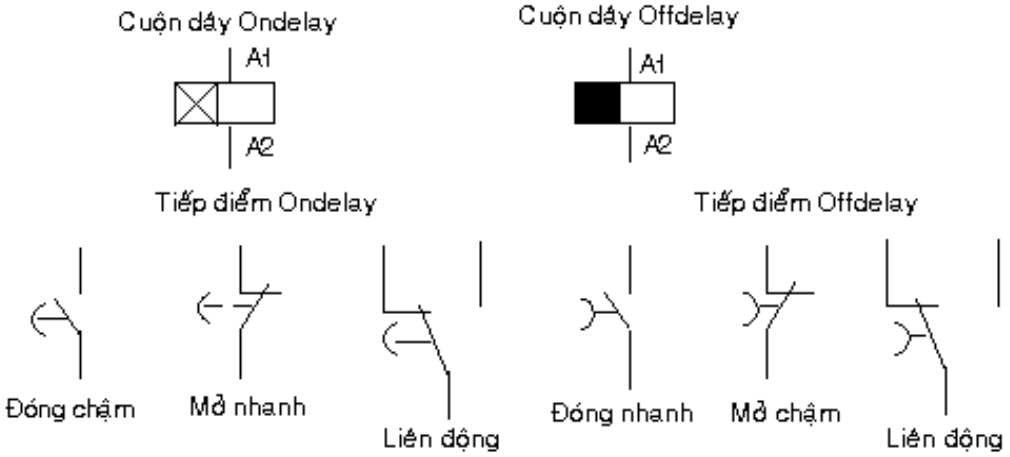
- Khi đặt vào cuộn dây của Timer On-delay (Board mạch điện tử. Chân 2 và 7, hình 4.12) một điện áp định mức:

+ Các tiếp điểm thường (1-3 và 1-4, hình 4.12) của Timer thay đổi trạng thái tức thời (giống tiếp điểm của rơle điện từ), 1-3 đóng lại và 1-4 mở ra.

+ Các tiếp điểm Timer (8-5 và 8-6, hình 4.12) thay đổi trạng thái tức thời, 8-5 mở ra và 8-6 đóng lại. Timer hoạt động bình thường.

- Khi ta ngưng cấp điện cho cuộn dây Timer. Các tiếp điểm thường (1-3 và 1-4) lập tức trở về trạng thái ban đầu nhưng các tiếp điểm Timer vẫn ở trạng thái làm việc một khoảng thời gian bằng chính thời gian chỉnh định mới trở về trạng thái ban đầu (như hình 4.12).

*** Ký hiệu:**



4.4. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

Hiện tượng hư hỏng:

- Hư hỏng các tiếp điểm thường và tiếp điểm thời gian do bị ngắn mạch phía sau rơ le.

- Các tiếp điểm thời gian hoạt động không đúng do bị nổ đứt bo mạch điện tử đến các chân ra hoặc do hư hỏng bo mạch điện tử.

5. Khảo sát bộ khống chế

5.1. Tìm hiểu công dụng và phân loại

*** Công dụng:**

Trong các máy móc công nghiệp người ta sử dụng rộng rãi các bộ không chế để làm các khí cụ điều khiển các thiết bị điện.

Bộ không chế được chia ra làm bộ khống chế động lực (còn gọi là tay trang) để điều khiển trực tiếp và bộ khống chế chỉ huy để điều khiển gián tiếp.

Bộ khống chế là một loại thiết bị chuyển đổi mạch điện bằng tay gạt hay vô lăng quay. Điều khiển trực tiếp hoặc gián tiếp từ xa thực hiện các chuyển đổi mạch phức tạp để điều khiển khởi động, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều, hãm điện ... các máy điện và thiết bị điện.

Bộ khống chế động lực (còn gọi là tay trang) được dùng để điều khiển trực tiếp các động cơ điện có công suất bé và trung bình ở các chế độ làm việc khác nhau nhằm đơn giản hoá thao tác cho người vận hành.

Bộ khống chế chỉ huy được dùng để điều khiển gián tiếp các động cơ điện có công suất lớn, chuyển đổi mạch điện điều khiển các cuộn dây công tắc tơ, khởi động từ. Đôi khi nó cũng được dùng đóng cắt trực tiếp các động cơ điện có công suất bé, nam châm điện và các thiết bị điện khác. Bộ khống chế chỉ huy có thể được truyền động bằng tay hoặc bằng động cơ chấp hành .

Bộ khống chế động lực còn được dùng để thay đổi trị số điện trở đấu trong các mạch điện.

Về nguyên lý bộ khống chế chỉ huy không khác gì bộ khống chế động lực. Chỉ có hệ thống tiếp điểm bé, nhẹ, nhỏ hơn và sử dụng ở mạch điều khiển.

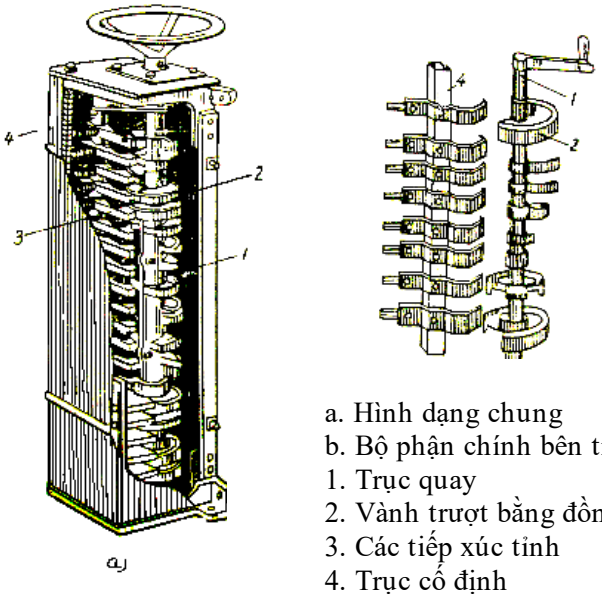
*** Phân loại:**

❖ Theo kết cấu người ta chia bộ khống chế ra làm bộ khống chế hình trống và bộ khống chế hình cam..

Theo nguyên lý sử dụng người ta chia bộ khống chế làm bộ khống chế điện xoay chiều và bộ khống chế điện một chiều.

5.2. Tìm hiểu Cấu tạo và nguyên lý hoạt động bộ khống chế hình trống

Trên trục 1 đã bọc cách điện người ta bắt chặt các đoạn vành trượt bằng đồng 2 có cung dài làm việc khác nhau. Các đoạn này được dùng làm các vành tiếp xúc động sắp xếp ở các góc độ khác nhau. Một vài đoạn vành được nối điện với nhau sẵn ở bên trong. Các tiếp xúc tĩnh 3 có lò xo đàn hồi (còn được gọi là chổi tiếp xúc) kẹp chặt trên một cán cố định đã bọc cách điện 4 mỗi chổi tiếp xúc tương ứng với một đoạn vành trượt ở bộ phận quay. Các chổi tiếp xúc có vành cách điện với nhau và được nối trực tiếp với mạch điện bên ngoài. Khi quay trục 1 các đoạn vành trượt 2 tiếp xúc mặt với các chổi tiếp xúc 3 và do đó thực hiện được các chuyển đổi mạch cần thiết trong mạch điều khiển.

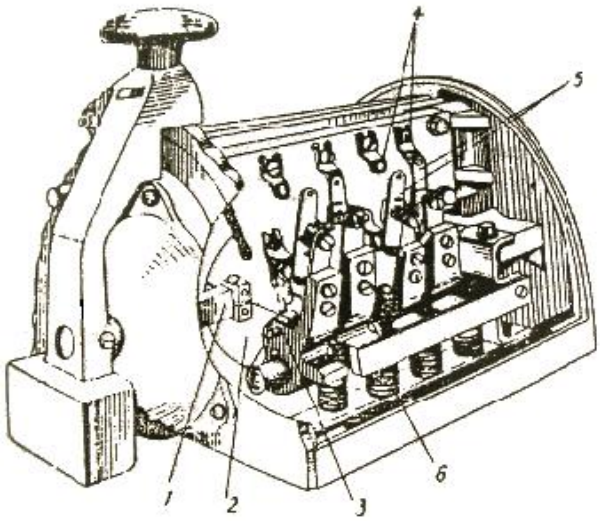


a. Hình dạng chung
b. Bộ phận chính bên trong
1. Trục quay
2. Vành trượt bằng đồng
3. Các tiếp xúc tỉnh
4. Trục cố định

Hình 6.9: Bộ không chê hình trông

5.3. Tìm hiểu Cấu tạo và nguyên lý hoạt động bộ khống chế hình cam

Hình dạng chung của một bộ khống chế hình cam được trình bày như hình vẽ dưới đây. Trên trục quay 1 người ta bắt chặt hình cam 2. Một trục nhỏ có vấu 3 có lò xo đàn hồi 6 luôn luôn đẩy trục vấu 3 tỳ hình cam. Các tiếp điểm động 5 bắt chặt trên giá tay gạt, trục một quay, làm xoay hình cam 2, do đó trục nhỏ có vấu 3 sẽ khớp vào phần lõm hay phần lồi của hình cam, làm đóng hoặc mở các bộ tiếp điểm 4 và 5.



Hình 6.10: Bộ khống chế hình cam.

1. Trục quay
2. Hình cam
3. Trục nhỏ có vấu
4. Các tiếp điểm tĩnh
5. Các tiếp điểm động
6. Lò xo đàn hồi

5.4. Tìm hiểu các thông số kỹ thuật của bộ khống chế

Bộ khống chế hình cam có tần số thao tác lớn hơn nhiều so với bộ khống chế hình trống (hơn 1000 lần / giờ), khống chế được động cơ điện xoay chiều và một chiều công suất lớn (tới 200 kW). Tiếp điểm động tiếp xúc dạng lăn, vì vậy được dùng rộng rãi. ở các bộ khống chế

công suất lớn, mỗi cặp tiếp điểm còn có một hộp dập hồ quang. Bộ khống chế hình trống tần số thao tác bé bởi vì tiếp điểm động và tĩnh có hình dạng tiếp xúc trượt dễ bị mài mòn.

Các thông số định mức của bộ khống chế động lực đối với các kiểu trên được cho ở hệ số thông điện ĐL% = 40% và tần số thao tác không lớn hơn 600 lần / giờ. Các bộ khống chế động lực để điều khiển động cơ điện xoay chiều ba pha rôto dây quấn có công suất 100 kW (ở 380V), động cơ điện một chiều có công suất 80 kW (ở 440V), có trọng lượng xấp xỉ 90 kg. Các bộ khống chế cỡ bé dùng để điều khiển động cơ điện xoay chiều có công suất bé (11-30)kW có trọng lượng xấp xỉ 30 kg.

Bộ khống chế chỉ huy được sản xuất ứng với điện áp 500V, các tiếp điểm có dòng điện làm việc liên tục đến 10A, dòng điện ngắt một chiều ở phụ tải điện cảm đến 1,5A ở điện áp 220V.

5.5. Tính chọn bộ khống chế

Để lựa chọn bộ không chế ta căn cứ vào:

- Dòng điện cho phép đi qua tiếp điểm ở chế độ làm việc liên tục và ở chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại (tần số thao tác trong một giờ).
- Điện áp định mức của nguồn cung cấp.

Khi chọn dòng điện I đi qua tiếp điểm ta căn cứ vào công suất định mức ($P_{đm}$) của động cơ và tính I theo công thức:

+ Đối với động cơ điện một chiều

$$I = 1,2\ \frac{P_{dm}}{U}10^3, A$$

Trong đó:

- $P_{đm}$ là công suất của động cơ điện một chiều, kW.
- U là điện áp nguồn cung cấp V

+ Đối với động cơ điện xoay chiều:

$$I = 1,3\frac{P_{dm}}{\sqrt{3}U}10^3, A$$

Trong đó: - $P_{đm}$ là công suất của động cơ điện xoay chiều, kW.

- U là điện áp nguồn cung cấp V.

- Dòng điện định mức của bộ khống chế hình trống có các cấp:25; 0; 50; 100; 150; 300A khi làm việc liên tục dài hạn. Còn khi làm việc ngắn hạn lặp lại thì dòng điện định mức có thể chọn cao hơn. Khi tăng tần số thao tác ta phải chọn dung lượng bộ khống chế cao hơn.

Khi điện áp nguồn thay đổi, dung lượng bộ khống chế cũng thay đổi theo, chẳng hạn một bộ khống chế có dung lương 100kW ở điện áp 220V, khi sử dụng ở điện áp 380V thì chỉ được dùng tới công suất 60kW.

5.6. Xác định hư hỏng và các nguyên nhân gây hư hỏng

+ *Bộ khống chế hình trống:*

Hư hỏng các vành trượt bằng đồng: do ma sát giữa các bề mặt, do bụi bẩn, bị cong, vênh, bị cháy, bị dính …

Hư hỏng trục quay do các vít bị chờn, bị hỏng ren …

Hư hỏng các tiếp xúc tĩnh do ma sát giữa các bề mặt với các vành trượt bằng đồng, do bụi bẩn, mất tính đàn hồi …

Hư hỏng giữa trục 1 và các tiếp xúc tĩnh 3 do bị tác động của môi trường, nhiệt độ làm việc, do cách điện bị già hóa.

+ *Bộ khống chế hình cam:*

Hư hỏng các tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động: bị cháy, bị dính, bị cong, bị vênh không trùng khớp giữa tiếp điểm động và tiếp điểm tĩnh …

Hư hỏng bề mặt tiếp xúc của hình cam do ma sát, bụi bẩn.

Hư hỏng bộ phận truyền động do các ốc vít bị mòn, bị hỏng, …

Hư hỏng lò xo đàn hồi do đặt không đúng vị trí, độ đàn hồi của lò xo giảm do kim loại bị mỏi …

5.7. Sửa chữa bộ khống chế

+ Sửa chữa bộ khống chế hình trống:

- Thay thế các vành trượt bằng đồng.
- Thay thế các trục quay và các con ốc vít.
- Thường xuyên tra dầu mỡ vào các vành trượt bằng đồng, các con ốc vít trước khi vận hành.

+ Sửa chữa bộ khống chế hình cam:

- Thường xuyên tra dầu mỡ vào các tiếp điểm tĩnh và tiếp điểm động.
- Thường xuyên tra dầu mỡ vào các bề mặt tiếp xúc của hình cam.
- Thường xuyên kiểm tra, tra dầu mỡ vào bộ phận truyền động.
- Thường xuyên kiểm tra độ đàn hồi của lò xo theo định kỳ.

6. CÂU HỎI ÔN TẬP

1/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện điều khiển thường dùng trong công nghiệp?
2/ Hãy trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện điều khiển thường dùng trong dân dụng?
3/ Hãy trình bày quy trình tính chọn được các loại khí cụ điện điều khiển thông dụng theo yêu cầu kỹ thuật ?
4/ Hãy trình bày phương pháp tháo lắp các loại khí cụ điện bảo vệ theo đúng yêu cầu kỹ thuật?
5/ Hãy trình bày phương pháp xác định hư hòng và nguyên nhân hư hỏng các loại khí cụ điện bảo vệ theo đúng yêu cầu kỹ thuật?
6/ Hãy trình bày phương pháp sửa chữa các loại khí cụ điện bảo vệ theo đúng yêu cầu kỹ thuật?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ThS. Nguyễn Ngọc Trung – ThS. Nguyễn Đức Lợi – ***Giáo trình Đo lường và thiết bị đo*** – Trường Cao đẳng Giao Thông Vận Tải TPHCM.
2. Nguyễn Đức Lợi – ***Tủ lạnh, Tủ Đá, Tủ Kem*** *– NXBKHKT – 2001*
3. Nguyễn Đức Lợi – ***Đo Lường Tự Động Hóa Hệ Thống Lạnh*** – NXBKHKT – 2001
4. ***Tài liệu đo lường nhiệt***.
5. ***Tài liệu đo lường điện***.
6. Giáo trình Đo lường Điện lạnh – *Trường Cao Đẳng Nghề TP. Hồ Chí Minh.*