

UBND HUYỆN CỬ CHI  
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ CỬ CHI

**GIÁO TRÌNH**

**MÔN HỌC/MÔ ĐUN: ĐO LƯỜNG THÍ NGHIỆM ĐIỆN**

**NGÀNH/NGHỀ: KỸ THUẬT LẮP ĐẶT ĐIỆN VÀ ĐIỀU KHIỂN TRONG  
CÔNG NGHIỆP**

**TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP NGHỀ**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 89 /QĐ-TCNCC ngày 15 tháng 8 năm 2024  
của Hiệu trưởng Trường Trung Cấp Nghề Cử Chi*

**Tp. Hồ Chí Minh, năm 2024**

# TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình 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

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Kỹ thuật lắp đặt điện và điều khiển trong công nghiệp ở trình độ TCN, giáo trình Mô đun Đo lường thí nghiệm điện là một trong những giáo trình mô đun đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được Sở Lao động - Thương binh và Xã hội TPHCM và Trường trung cấp nghề Củ Chi ban hành dành cho hệ Trung Cấp Nghề Kỹ thuật lắp đặt điện và điều khiển trong công nghiệp. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ Năng chắt chẽ với nhau, logic.

Khi biên soạn, người biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao. Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 60 giờ gồm có:

- Bài 1: Đo các đại lượng có điện.
- Bài 2: Đo các đại lượng không điện.
- Bài 3: Thí nghiệm động cơ 3 pha.
- Bài 4: Thí nghiệm máy biến áp.
- Bài 5: Thí nghiệm máy biến điện áp.
- Bài 6: Thí nghiệm máy biến dòng.
- Bài 7: Thí nghiệm cầu dao cách ly.

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, Tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học cũng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng.

Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để người biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn.

*Tp. HCM, tháng 8 năm 2024*

*Giáo viên biên soạn*

# MỤC LỤC

1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của cơ cấu đo điện từ, từ điện, cảm ứng và cơ cấu đo điện động .....	8
1.1. Cơ cấu đo điện từ .....	8
1.1.1. Cấu tạo. ....	8
1.3. Cơ cấu đo cảm ứng.....	12
1.4. Cơ cấu đo điện động.....	13
2. Ưu nhược điểm, công dụng, phạm vi sử dụng. ....	14
2.1. Cơ cấu đo điện từ. ....	14
2.2. Cơ cấu đo từ điện. ....	14
2.3. Cơ cấu đo cảm ứng.....	14
2.4. Cơ cấu đo điện động.....	15
3. Phương pháp đo các đại lượng có điện. ....	15
3.1. Các loại sai số của phép đo và cấp chính xác.....	15
3.2. Đo điện áp. ....	16
3.3. Đo dòng điện. ....	16
3.4. Đo điện trở. ....	16
3.4.1. Đo gián tiếp. ....	16
3.5. Đo công suất.....	18
4. Thao tác đo các đại lượng có điện.....	18
4.1. Đo dòng điện một chiều .....	18
4.2. Đo dòng điện xoay chiều.....	19
4.3. Đo điện áp một chiều .....	20
4.4. Đo điện áp xoay chiều.....	21
4.5. Đo điện trở .....	21
4.6. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM).....	22
<b>BÀI 2: ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG KHÔNG ĐIỆN.....</b>	<b>30</b>
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của các thiết bị đo. ....	30
1.1. Chuyển đổi đo lường. ....	30
1.2. Chuyển đổi điện trở.....	30
1.3. Chuyển đổi điện trở lực căng. ....	31
1.4. Chuyển đổi điện từ. ....	31
1.5. Chuyển đổi điện dung. ....	31
1.6. Chuyển đổi nhiệt điện. ....	32
2. Các phương pháp đo các đại lượng.....	32
2.1. Đo ứng suất .....	32
2.2. Đo nhiệt độ.....	33
2.3. Đo áp suất.....	35
2.4. Đo lưu lượng. ....	35
3. Ưu nhược điểm, công dụng, phạm vi sử dụng. ....	36
3.1. Hỏa kế quang học.....	36
3.2. Hỏa kế quang điện.....	37
3.3. Nhiệt kế giãn nở.....	37
3.4. Nhiệt áp kế. ....	39
3.5. Đo nhiệt độ sử dụng cặp nhiệt điện.....	40
3.6. Đo nhiệt độ bằng cảm biến điện trở. ....	40
4. Thao tác đo các đại lượng không điện.....	41
4.1. Đo nhiệt độ.....	41
4.2. Đo áp suất.....	42
4.3. Đo lưu lượng. ....	43
4.4. Cảm biến .....	44
4.4.1. Khái niệm.....	44
<b>BÀI 3: THÍ NGHIỆM ĐỘNG CƠ 3 PHA .....</b>	<b>48</b>
1. Kiểm tra tình trạng cách điện của cuộn dây.....	48
1.1. Khái niệm.....	48
1.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc.....	49

1.3. Kiểm tra tình trạng cách điện của cuộn dây.....	50
1.4. Động cơ điện 3 pha bị hỏng cách điện.....	51
1.5. Kiểm tra phát hiện và sửa chữa.....	51
1.6. Kiểm tra cách điện.....	52
2. Thử nghiệm cách điện của cuộn dây bằng điện áp tăng cao.....	52
3. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.....	53
4. Kiểm tra cực tính của động cơ.....	53
5. Xác định điện trở và điện kháng của các cuộn dây.....	54
5.1. Mục đích thí nghiệm.....	54
5.2. Dụng cụ thí nghiệm.....	55
5.3. Xác định các đầu đầu A, B, C và các đầu cuối X, Y, Z của ba cuộn dây stato.....	55
6. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.....	56
6.1. Kiểm tra, đấu dây vận hành.....	57
2.3. Đấu dây vận hành động cơ không đồng bộ một pha vào lưới điện một pha.....	58
<b>BÀI 4: THÍ NGHIỆM MÁY BIẾN ÁP.....</b>	<b>62</b>
1. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.....	62
2. Kiểm tra và thử nghiệm các bu lông ép và các công sơn của máy.....	63
3. Thử nghiệm cách điện các cuộn dây máy biến áp bằng điện áp tăng cao.....	63
4. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.....	64
5. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.....	66
5.1. Kiểm tra bên ngoài.....	66
5.2. Điện trở cách điện.....	66
5.3. Kiểm tra độ bền của điện môi.....	67
5.4. Đo điện trở một chiều các cuộn dây nguội.....	68
5.5. Đo tỷ số biến và xác định cực tính.....	68
<b>BÀI 5: THÍ NGHIỆM MÁY BIẾN ĐIỆN ÁP.....</b>	<b>71</b>
1. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.....	71
1.1. Máy biến điện áp.....	71
1.2. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.....	73
2. Kiểm tra và thử nghiệm các bu lông ép và các công sơn của máy.....	75
4. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.....	77
5. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.....	78
<b>BÀI 6: THÍ NGHIỆM MÁY BIẾN DÒNG.....</b>	<b>81</b>
1. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.....	81
1.1. Máy biến dòng.....	81
1.2. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.....	82
2. Kiểm tra và thử nghiệm các bu lông ép và các công sơn của máy.....	83
3. Thử nghiệm cách điện các cuộn dây máy biến dòng bằng điện áp tăng cao.....	84
4. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.....	85
5. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.....	86
<b>BÀI 7: THÍ NGHIỆM CẦU DAO CÁCH LY.....</b>	<b>88</b>
1. Kiểm tra khả năng cách điện của sứ đỡ.....	88
2.1. Dao cách ly kiểu quay một trụ.....	88
2.2. Dao cách ly kiểu quay hai trụ.....	88
2.3. Dao cách ly hai trụ, cắt ở giữa.....	89
2.4. Dao cách ly kiểu quay ba trụ.....	89
2.5. Kiểm tra khả năng cách điện của sứ đỡ.....	90
2. Kiểm tra khả năng đóng, khả năng cắt.....	91
3. Kiểm tra độ tiếp xúc.....	92
3.1. Tiến hành đo và lấy số liệu.....	92
3.2. Tính độ không đảm bảo đo dùng thiết bị chuyên dùng điện tử tự động.....	92
4. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.....	94
4.1. Hạng mục kiểm tra.....	94
4.2. Các thông số chính và chọn Dao cách ly.....	94
4.3. Qui định về vận hành, kiểm tra, bảo dưỡng và sửa chữa dao cách ly.....	94

4.3.1. Khi lắp đặt .....	94
4.3.3. Thao tác đóng, cắt phải tiến hành dứt khoát, trang bị đầy đủ dụng cụ an toàn về điện.....	95
4.3.4. Công tác bảo dưỡng dao cách ly được tiến hành cùng với bảo trì, bảo dưỡng đường dây .....	95

# MÔ ĐƠN ĐO LƯỜNG THÍ NGHIỆM ĐIỆN

Mã mô đơn: MĐ 15

## **Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đơn:**

- Vị trí của mô đơn:

+ Môn học Đo lường thí nghiệm điện là môn kỹ thuật cơ sở trong chương trình các môn học, mô đơn đào tạo bắt buộc nghề Kỹ thuật lắp đặt điện và điều khiển trong công nghiệp.

+ Mô đơn Đo lường thí nghiệm điện nhằm trang bị cho học sinh có kiến thức cơ bản về các đại lượng điện và các thiết bị điện.

+ Học song song các môn học/ mô đơn đào tạo chuyên ngành.

- Tính chất của mô đơn:

+ Là mô-đơn bắt buộc

+ Là mô-đơn tạo điều kiện cho học sinh tiếp cận những kiến thức, kỹ năng ngành liên quan góp phần nâng cao kỹ năng nghề nghiệp.

- Ý nghĩa của mô đơn:

Mô đơn giúp người học có kiến thức về các đại lượng điện và các thiết bị điện.

- Vai trò của mô đơn:

Chương trình môn học Đo lường thí nghiệm điện nghề kỹ thuật lắp đặt điện và điều khiển trong công nghiệp không đi sâu vào việc tính toán thiết kế mà chỉ đề cập tới khái niệm, công dụng, đặc điểm, cấu tạo, nguyên lý làm việc của các đại lượng điện và cách đo các đại lượng và thiết bị điện được ứng dụng trong công nghiệp.

## **Mục tiêu của mô đơn:**

\* Kiến thức

- Trình bày được nguyên lý, cấu tạo của các dụng cụ, thiết bị đo.

- Trình bày được các bước cơ bản khi thí nghiệm kiểm tra thiết bị và máy điện.

- Phân tích được các thông số ghi nhận trong các bước làm thí nghiệm.

- Tuân thủ đúng các qui định về an toàn điện trong lao động.

- Nhận biết và mô tả được các thiết bị điện dùng trong công nghiệp.

\* Kỹ năng

- Thao tác đo được các đại lượng điện đúng quy trình, đảm bảo an toàn.

- Có khả năng thay thế được các thiết bị điện trong các mạch điện công nghiệp.

- Lắp đặt được các mạch điện điều khiển trong công nghiệp.

\* Năng lực tự chủ và trách nhiệm

- Chăm thận, bình tĩnh, thực hiện đúng thao tác khi tiếp xúc với điện thế cao.

# BÀI 1: ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG CÓ ĐIỆN

## Giới thiệu:

Đo lường là một quá trình đánh giá định lượng đại lượng cần đo với đơn vị của đại lượng đo. Phân loại cách thực hiện phép đo

Đo trực tiếp: Cách đo mà kết quả nhận được trực tiếp từ một phép đo duy nhất

Đo gián tiếp: Cách đo mà kết quả được suy ra từ sự phối hợp kết quả của nhiều phép đo dùng nhiều cách đo trực tiếp

Các đồng hồ đo lường các đại lượng điện rất đa dạng phong phú nhưng chúng đều được cấu tạo từ các bộ phận cơ bản sau:

+ Khâu chuyển đổi sơ cấp: làm nhiệm vụ biến đổi các đại lượng đo thành tín hiệu điện. Đây là khâu quan trọng nhất của thiết bị đo lường.

+ Mạch đo: là khâu gia công tính toán sau CĐSC, làm nhiệm vụ tính toán và thực hiện phép tính trên sơ đồ mạch.

+ Cơ cấu chỉ thị: là khâu cuối cùng của dụng cụ đo để hiển thị con số so với đơn vị đo.

## Mục tiêu của bài:

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý làm việc các cơ cấu đo.
- Phân biệt được ưu nhược điểm của các cơ cấu đo.
- Phân tích được phương pháp đo các đại lượng có điện.
- Sử dụng được các dụng cụ đo một cách thành thạo.

## Nội dung chính:

### 1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của cơ cấu đo điện từ, từ điện, cảm ứng và cơ cấu đo điện động

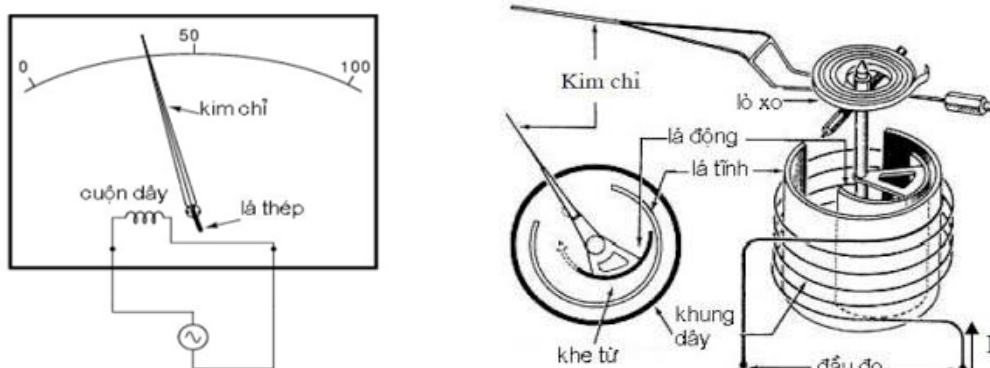
#### 1.1. Cơ cấu đo điện từ

##### 1.1.1. Cấu tạo.

Cơ cấu chỉ thị điện từ gồm:


+ Phần tĩnh: Dòng điện cần đo được đưa vào cuộn dây quấn quanh lá thép cố định (gọi là lá thép tĩnh), bên trong có khe hở không khí.

+ Phần động: Lá thép có khả năng di chuyển tương đối (gọi là lá động) với lá tĩnh trong khe hở không khí. Lá động gắn với trục trên có gắn kim và lò xo phản kháng.



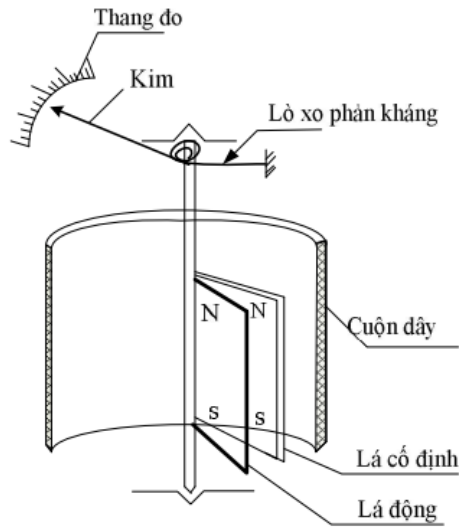
**Hình 1.1.1:** Cơ cấu chỉ thị điện từ



Ký hiệu cơ cấu điện từ: 

- Phần tĩnh: Là một cuộn dây hình trụ rỗng hoặc hình hộp chữ nhật. Lá thép cố định

- Phần động: Trục quay, lá động, kim chỉ, lò xo phản kháng, cần dũa



**Hình 1.1.2:** Cấu tạo cơ cấu điện từ

### 1.1.2. Nguyên lý hoạt động.

Khi cho dòng điện cần đo  $I$  vào cuộn dây 1, lá sắt từ 3 sẽ bị đẩy là  $M$  kim quay đi một góc  $\alpha$ . Trong cuộn dây được tích lũy năng lượng từ trường:

$$W_M = LI^2 / 2$$

+  $L$ : Điện cảm của cuộn dây

Mối quan hệ giữa góc lệch của kim chỉ thị  $\alpha$  với dòng điện cần đo  $I$ :

$$\alpha = SI^2$$

+  $S$ : độ nhạy của cơ cấu đo

Khi cho dòng điện vào cuộn dây điện từ. Với cơ cấu có cuộn dây hình trụ tròn từ trường của cuộn dây sẽ từ hoá lá thép tĩnh và lá thép động

- Hai lá thép cùng tính chất nên bị từ hoá giống nhau sẽ tác động với nhau 1 lực làm lá thép động quay

Trong đó:

$$M_q = \frac{I^2}{2} \frac{dL}{d\alpha}$$

$$M_q = M_c$$

$$\Leftrightarrow \frac{I^2}{2} \frac{dL}{d\alpha} = D\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{I^2}{2D} \frac{dL}{d\alpha}$$

Nhà chế tạo thiết kế sao cho:

$$k_1 = \frac{dL}{2d\alpha} = const$$

$$\Rightarrow M = k_1 I^2 \Rightarrow \alpha = \frac{k_1}{D} I^2 \quad (\text{Dat } k = \frac{k_1}{D})$$

$$\alpha = k I^2$$

Ở dòng điện một chiều hay xoay chiều cũng vậy.

## 1.2. Cơ cấu đo từ điện.

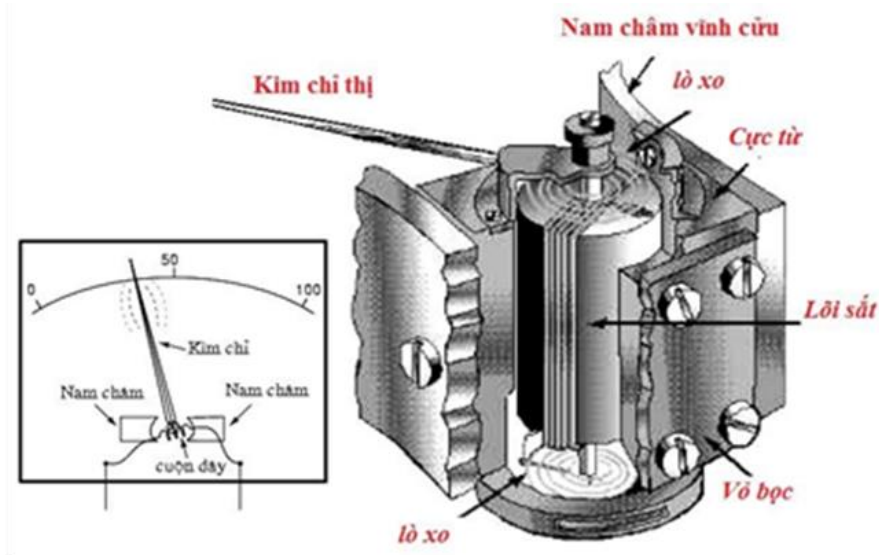
Cơ cấu chỉ thị của các đồng hồ đo lường các đại lượng điện được chia thành hai nhóm chính:

+ Nhóm chỉ thị bằng kim (hay còn gọi Cơ cấu chỉ thị cơ điện) gồm có Cơ cấu chỉ thị từ điện, điện từ và điện động

+ Nhóm chỉ thị số

### 1.2.1. Cấu tạo cơ cấu đo từ điện

Cơ cấu đo từ điện được cấu tạo gồm hai thành phần cơ bản như hình

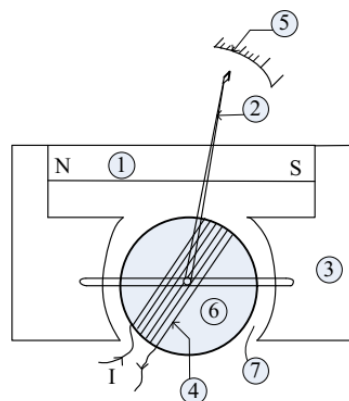


**Hình 1.2.1:** Cơ cấu đo từ điện

+ Phần tĩnh: là một nam châm vĩnh cửu (hình móng ngựa), lõi sắt, cực từ (bằng sắt non). Giữa cực từ và lõi sắt có khe hở không khí rất nhỏ.

+ Phần động: Khung dây được quấn bằng dây đồng. Khung dây gắn trên trục, quay trong khe hở không khí.

Ký hiệu: □



**Hình 1.2.2:** Cấu tạo cơ cấu đo từ điện

Phần động: (4) Khung quay; (2) Kim chỉ

Các lò xo cản:

+ Khung quay làm bằng nhôm mỏng hình chữ nhật, trên có cuộn 1 số vòng dây.

Khung được cố định vào trục quay hay dây treo.

+ Trên trục quay có gắn kim chỉ thị và lò xo phản phóng vừa tạo momen cản vừa dẫn điện vào dây dẫn trên khung dây

Phần tĩnh: (1) Nam châm vĩnh cửu, (3) sắt non làm mạch dẫn từ; (6) lõi sắt non, (5) thang đo; (7) khe hở không khí.

### 1.2.2. Nguyên lý làm việc

Khi có dòng điện một chiều cần đo chạy vào cuộn dây động, từ trường của nó sẽ tác dụng với từ trường của nam châm vĩnh cửu, tạo nên lực FI tác dụng lên hai cạnh cuộn dây động và gây ra Mômen quay  $M_q$ :

$$M_q = FI \cdot D = BLWI \cdot D = K_q \cdot I$$

Mối quan hệ giữa góc lệch  $\alpha$  kim chỉ thị và dòng điện cần đo:

$$\alpha = S \cdot I$$

Trong đó S là độ nhạy của cơ cấu đo.

Khi có dòng điện chạy trong khung dây, dưới tác động của từ trường do nam châm vĩnh cửu sinh ra làm quay khung dây.

Momen quay:

$$M_q = \frac{dW_t}{d\alpha}$$

Trong đó năng lượng điện từ:  $W_t = \Phi I$

Mà:  $\Phi = BSW\alpha$

+ B: Độ từ cảm của NCVC

+ S: dtích khung dây

+ W: Số vòng dây của khung dây

+  $\alpha$ : góc lệch của khung dây so với vị trí ban đầu

$$\Rightarrow M_q = \frac{d(\Phi I)}{d\alpha} = \frac{BSWI d\alpha}{d\alpha} = BSWI$$

Momen cản sinh ra  $M_C = D\alpha$

D: hệ số xoắn của lò xo

Vậy khi cân bằng:  $BSWI = D\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{BSW}{D} I = kI$

Góc quay tỷ lệ bậc nhất với dòng điện

Chỉ đo dòng một chiều vì  $M_q = BSWi = BSW \sin \omega t$  không thể quay được

Độ nhạy:

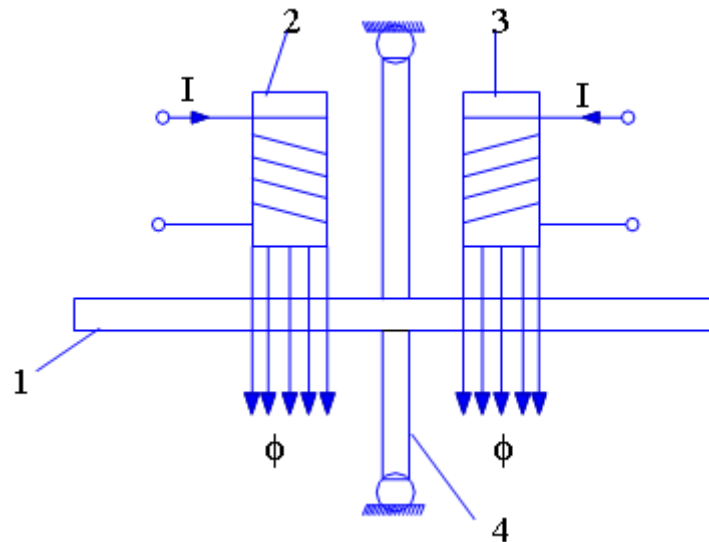
$$s = \frac{\Delta \alpha}{\Delta I} = k$$

+ k: hằng số

### 1.3. Cơ cấu đo cảm ứng.

#### 1.3.1. Cấu tạo.

- Phần tĩnh gồm cuộn dây (2) và cuộn dây (3). Cuộn điện áp (2) có số vòng nhiều, tiết diện nhỏ. Cuộn dòng điện (3) có tiết diện lớn, quấn ít vòng
- Phần động gồm đĩa nhôm (1) gắn với trục (4)



Hình 1.3.1: Cơ cấu đo cảm ứng

Ký hiệu:

Cấu tạo gồm hai phần phần tĩnh và phần động

Phần tĩnh: Gồm hai nam châm điện 1 và 2. Chúng có cấu tạo sao cho khi có dòng điện chạy trong cuộn dây thì sinh ra từ thông móc vòng trong mạch từ và xuyên qua đĩa nhôm phần động

Phần động: Đĩa nhôm mỏng 3 gắn vào trục quay 4 và quay trên trụ 5. Phần động quay được là do sự tác dụng tương hỗ giữa từ trường xoay chiều và dòng điện xoáy được tạo ra trong đĩa nhôm

#### 1.3.2. Nguyên lý làm việc.

Khi cuộn dây 1 và 2 có dòng điện  $I_1, I_2$  chạy qua, hai dòng  $\Psi$ , hai dòng điện sinh ra hai từ thông  $\Phi_1, \Phi_2$  các từ thông nay cũng lệch pha nhau một góc  $\Psi$  như dòng điện

Các từ thông  $\Phi_1, \Phi_2$  xuyên qua đĩa nhôm và biến thiên làm xuất hiện trong đĩa nhôm các sức điện động cảm ứng  $e_1, e_2$  chậm sau các từ thông một góc  $/2$ .

Các dòng điện xoáy  $i_{x1}, i_{x2}$  được sinh ra trong đĩa nhôm lệch pha so với  $e_1, e_2$  là  $\alpha_1, \alpha_2$  vì ngoài điện trở còn có thành phần cảm kháng.

Do có tác dụng tương hỗ giữa các từ thông và dòng điện xoáy mà có các lực  $F_1, F_2$  tác động lên đĩa nhôm. Lực tổng hợp sẽ tạo ra momen quay, làm quay đĩa nhôm. Momen quay được tính theo biểu thức

$$M_q = C f \Phi_1 \Phi_2 \sin \psi$$

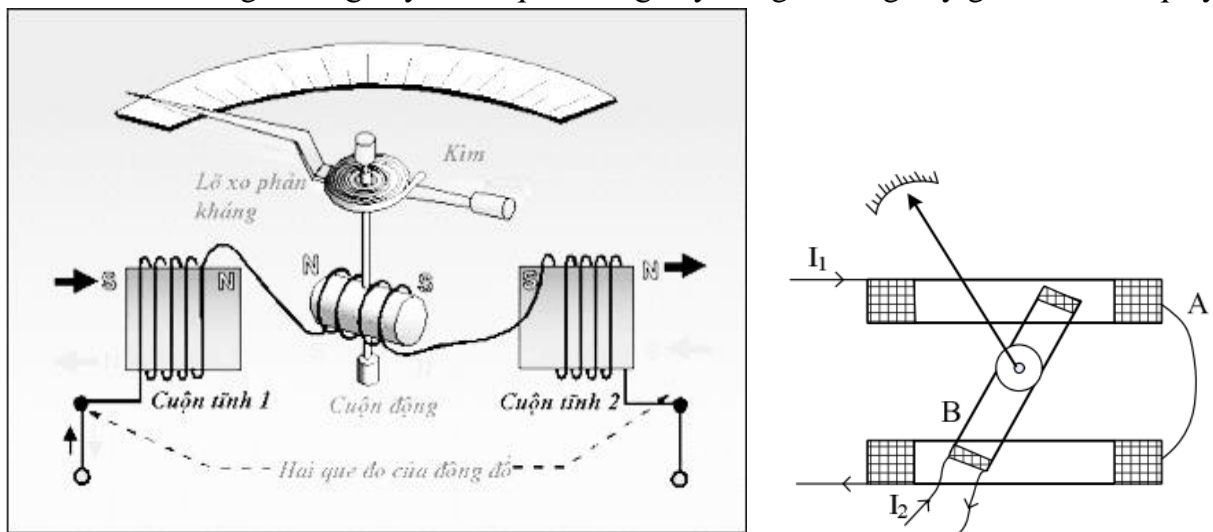
## 1.4. Cơ cấu đo điện động.

### 1.4.1. Cấu tạo.



Cấu tạo của cơ cấu chỉ thị điện động gồm:

+ Phần tĩnh là cuộn dây được chia thành hai phần nối tiếp nhau tạo ra từ trường đều khi có dòng chạy qua nó.

+ Phần động: khung dây được quấn bằng dây đồng. Khung dây gắn trên trục quay.



**Hình 1.4.1:** Cấu tạo cơ cấu chỉ thị điện động

Ký hiệu:  

### 1.4.2. Nguyên lý hoạt động

Dòng điện cần đo được đưa vào cuộn dây 1 ( $I_1$ ) và 2 ( $I_2$ ) tạo nên 2 từ trường đẩy nhau, gây nên MôMen quay. Năng lượng từ trường tích lũy trong 2 cuộn dây:

$$W_M = L_1 I_1^2 / 2 + L_2 I_2^2 / 2 + M I_1 I_2$$

+  $L_1, L_2$ : điện cảm của hai cuộn dây.

+  $M$ : hồ cảm giữa hai cuộn dây

Mối quan hệ giữa góc lệch kim chỉ thị  $\alpha$  với 2 dòng điện cần đo:

$$\alpha = S \cdot I_1 I_2$$

Trong đó  $S$  là độ nhạy của cơ cấu đo

Nếu  $I_1 = I_2 = I$  suy ra  $\alpha = S I^2$

Mômen quay:

$$M_q = \frac{dW_t}{d\alpha} = I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

$$M_c = D\alpha$$

Khi:  $M_q = M_c \Leftrightarrow I_1 I_2 \frac{dM_{12}}{d\alpha} = D\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{I_1 I_2}{D} \frac{dM_{12}}{d\alpha}$

Nhà chế tạo làm cơ cấu sao cho  $\frac{dM_{12}}{d\alpha} = k$  là hằng số trong phạm vi góc quay ứng với cả thang đo

$$0 \rightarrow \alpha \text{ Max}$$

$$\alpha = kI_1I_2$$

Khi  $I_1, I_2$

$$i_1 = I_{1m} \sin \omega t$$

$$i_2 = I_{2m} \sin(\omega t - \psi)$$

$$M_q = \frac{dM}{d\alpha} I_{1m} I_{2m} \sin \omega t \sin(\omega t - \psi)$$

$$\alpha = kI_1I_2 \cos \psi$$

+  $\Psi$ : góc lệch pha giữa  $I_1, I_2$

## 2. Ưu nhược điểm, công dụng, phạm vi sử dụng.

### 2.1. Cơ cấu đo điện từ.

#### \* Ưu điểm:

- Đo được dòng xoay chiều và một chiều
- Khả năng quá tải lớn do tiết diện dây quấn lớn, đo được dòng và áp lớn
- Cấu tạo đơn giản

#### \* Nhược điểm:

- Từ trường bản thân yếu, bị ảnh hưởng của từ trường ngoài. Do tổn hao phụ cô và từ trễ, nên độ chính xác không cao, độ nhạy thấp.
- Thang đo chia độ không đều.

\* **Ứng dụng:** Chế tạo các ampe kế và vôn kế một chiều và xoay chiều

### 2.2. Cơ cấu đo từ điện.

#### \* Ưu điểm:

- Có độ chính xác cao vì các phần tử cơ cấu có độ ổn định cao, từ trường cực từ mạnh nên ít bị ảnh hưởng của từ trường ngoài và công suất tiêu thụ nhỏ
- Thang đo chia độ đều
- Độ nhạy lớn nên đo được các dòng một chiều rất nhỏ.

#### \* Nhược điểm:

- Chỉ đo được dòng Một chiều vì góc lệch  $\alpha$  tỉ lệ bậc nhất với dòng điện
- Tiết diện cuộn dây động nhỏ, nên khả năng quá tải kém
- Cấu tạo phức tạp, hư hỏng khó sửa chữa.

#### \* Ứng dụng:

Chế tạo để đo dòng điện và điện áp Một chiều: vôn kế, ampe kế.

Đo các dòng, áp trị số nhỏ như: điện kế, MilliAmpe kế, Milivol kế.

Đo điện trở: Ôm Mét, MêgôMét

### 2.3. Cơ cấu đo cảm ứng.

- Điều kiện để MôMen quay là phải có hai từ trường
- MôMen quay phụ thuộc tần số dòng điện
- Chỉ làm việc trong Mạch điện xoay chiều

Ứng dụng: Chế tạo công tơ đo điện năng

## 2.4. Cơ cấu đo điện động.

### \* Ưu điểm:

- Không có lõi thép nên không có tổn hao sắt từ, nên độ chính xác cao, chế tạo dụng cụ đo với cấp chính xác đến 0.05.
- Đo được dòng Một chiều và xoay chiều.

### \* Nhược điểm:

- Cuộn dây (2) có tiết diện nhỏ, nên khả năng quá tải kém.
- Cấu tạo phức tạp
- Từ trường của cơ cấu đo bị ảnh hưởng bởi từ trường ngoài.

### \* Ứng dụng:

Chế tạo vôn kế, ampe kế Một chiều và xoay chiều và chế tạo dụng cụ đo công suất (oát kế) là chủ yếu.

## 3. Phương pháp đo các đại lượng có điện.

### 3.1. Các loại sai số của phép đo và cấp chính xác

Sai số tuyệt đối  $\delta$

Hiệu số giữa giá trị đo  $X$  và giá trị thực  $X_{th}$ :

$$\Delta X = |X_{đo} - X_{th}|$$

Sai số tương đối  $\delta\%$

Tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị đo được tính bằng phần trăm:

$$\delta\% = \Delta X / X_{đo} \cdot 100$$

Sai số của dụng cụ đo được đặc trưng bằng sai số tương đối quy đổi  $\gamma\%$

$$\gamma\% = \Delta X / X_{đM} \cdot 100$$

$X_{đM}$  là trị số định Mức của thang đo tương ứng

Sai số phương pháp

Sai số sinh ra do sự không hoàn thiện của phương pháp đo và sự không chính xác biểu thức lí thuyết cho ta kết quả của đại lượng đo

Sai số thiết bị

Sai số của thiết bị đo sử dụng trong phép đo, liên quan đến cấu trúc, tình trạng của dụng cụ đo

Sai số chủ quan

Sai số gây ra do người sử dụng. Ví dụ như Mắt kém, do cầu thả, do đọc lệch

Sai số hệ thống

Thành phần sai số của phép đo luôn không đổi hay là thay đổi có quy luật khi đo nhiều lần Một đại lượng đo.

Cấp chính xác của dụng cụ đo

$$K = \Delta X_{Max} / A \cdot 100$$

+  $\Delta X_{Max}$ : sai số tuyệt đối lớn nhất; A khoảng thang đo trên dụng cụ đo

$K < 0.5$  là loại dụng cụ đo có cấp chính xác cao, thường là M dụng cụ Mẫu. Các dụng cụ đo trong công nghiệp thường có cấp chính xác 1 - 2.5

Độ nhạy của dụng cụ đo:

$$S = \Delta a / \Delta X$$

+  $\Delta a$ : độ biến thiên của chỉ thị đo

+  $\Delta X$ : độ biến thiên của đại lượng cần đo

### 3.2. Đo điện áp.

Đo điện áp người ta dùng vôn kế mắc song song với mạch điện có điện áp cần đo.

Để kết quả đo chính xác thì điện trở vôn kế càng lớn càng tốt.

Để mở rộng thang đo bằng cách mắc thêm điện trở phụ nối tiếp với vôn kế

Gọi  $k = U/U_V$ : hệ số Mở rộng thang đo.

$$+ k = U/U_V = 1 + R_p/R_v$$

Thay đổi  $R_p$  có thể đạt được các giá trị  $k$  khác nhau

Khi đo điện áp  $U$  lớn để Mở rộng thang đo người ta dùng Máy biến áp điện áp.

### 3.3. Đo dòng điện.

Đo dòng điện bằng cách mắc ampe kế nối tiếp với phụ tải có dòng điện cần đo chạy qua. Điện trở trong của ampe kế càng nhỏ càng tốt

Để mở rộng thang đo một chiều, người ta dùng điện trở son (shunt)  $R_s$  nối song song với cơ cấu đo

$$\text{Ta có } I = I_s + I_A$$

$$K = I/I_A = R_A / R_s + 1$$

+  $K$ : hệ số Mở rộng thang đo.

Thay đổi  $R_s$  ta được các hệ số mở rộng thang đo khác nhau

$$R_A / R_s = 9; 99; 999 \text{ suy ra } K = 10; 100; 1000; \dots$$

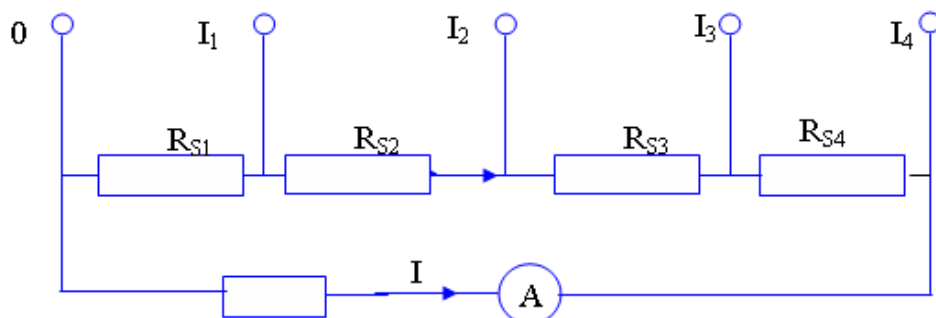
Dòng đi qua cơ cấu đó chỉ bằng  $1/10$ ;  $1/100$ ;  $1/1000$ ; .. với dòng cần đo.

Đo dòng xoay chiều dùng các ampeMét điện từ hay điện động.

Với dòng xoay chiều ta dùng máy biến dòng để Mở rộng thang đo.

AmpeMét điện từ mở rộng thang đo bằng cách chia cuộn dây tĩnh ra nhiều đoạn bằng nhau và tùy thuộc việc mắc nối tiếp hay song song.

Khi cần đo dòng xoay chiều bằng dụng cụ đo từ điện người ta phải chỉnh lưu dòng xoay chiều thành một chiều



Hình 1.3.1: Cách đo dòng điện

### 3.4. Đo điện trở.

#### 3.4.1. Đo gián tiếp.

Để đo điện trở ta dùng AMpe kế đo dòng điện  $I$  và vôn kế đo điện áp  $U$ .

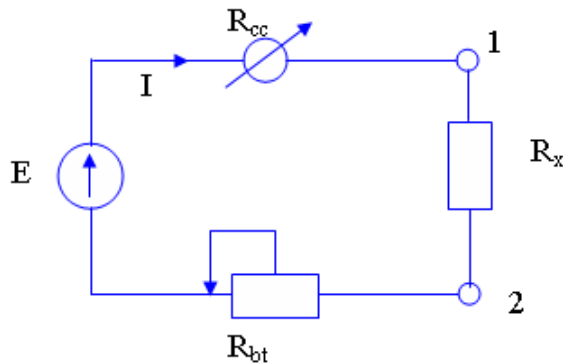


Điện trở cần đo:  $R_x = U/I$

Ta có  $R_x + R_A = U/I$ , điện trở ampe kế gây sai số phép đo.

Ta có:  $I = U/R_x + U/R_v$  suy ra  $R_x = 1/(I/U - 1/R_v)$

Điện trở vôn kế gây nên sai số phép đo, dùng để đo điện trở có giá trị nhỏ



**Hình 1.3.2:** Đo bằng Ôm kế

### 3.4.2. Ôm kế dùng để đo các điện trở có giá trị nhỏ.

Cấu tạo:

- Nguồn pin E
- Cơ cấu chỉ thị kiểu từ điện  $R_{cc}$
- $R_{bt}$  - điện trở dùng để điều chỉnh vị trí không.
- $R_x$  - điện trở cần đo

Khi nối  $R_x$  cần đo vào mạch, dòng điện đi qua cơ cấu đo I:

$$I = E/(R_{bt} + R_x)$$

E và  $R_{bt}$  không đổi thì I phụ thuộc  $R_x$ , đọc được I ta suy ra điện trở  $R_x$

Trên thang đo khắc độ theo đơn vị điện trở tương ứng với dòng điện I

Sau một thời gian sử dụng E của pin giảm, nên trước khi đo cần ngắn mạch 1, 2 để chỉnh kim về vị trí 0, sau đó mới bắt đầu đo.

### 3.4.3. Mêgômét (lôgômét từ điện)

Dùng để đo điện trở lớn như điện trở cách điện

Phần tĩnh là một nam châm vĩnh cửu có lõi thép.

Phần động gồm hai khung dây 1 có điện trở  $R_1$ , khung dây 2 có điện trở  $R_2$

Nguồn cung cấp có điện áp từ 500 – 1000V do máy phát điện 1 chiều quay tay tạo ra

Điện trở phụ dùng để điều chỉnh  $R_{p1}$  mắc nối tiếp với điện trở  $R_1$ ,  $R_{p2}$  mắc nối tiếp với điện trở  $R_2$ , điện trở cần đo  $R_x$  mắc nối tiếp với điện trở  $R_{p1}$

Dòng điện qua 2 khung dây:

$$I_1 = U/(R_1 + R_{p1} + R_x); I_2 = U/(R_2 + R_{p2});$$

Góc quay  $\alpha$  của Mêgômét tỷ lệ với tỷ số của hai dòng:

$$\alpha = f(I_1/I_2) = f[(R_2 + R_{p2}) / (R_1 + R_{p1} + R_x)]$$

Do  $R_1, R_{p1}, R_2, R_{p2}$  không thay đổi, nên  $\alpha = f(R_x)$

### 3.4.4. Cầu đo điện trở

Điện trở cần đo là  $R_x$  là Một nhánh của cầu, các điện trở  $R_1, R_2, R_3$  có thể điều chỉnh được. Điều chỉnh các điện trở  $R_1, R_2, R_3$  cho điện kế G chỉ không, cầu đã cân bằng:

$$R_x/R_2 = R_3/R_1 \text{ suy ra } R_x = R_2 \cdot R_3/R_1$$

### 3.5. Đo công suất.

Dụng cụ đo công suất là Oát kế (oát Mét), đơn vị của công suất là Oát (W).

#### 3.5.1. Đo công suất trong mạch điện sin một pha.

Oát Mét hay dụng cụ đo công suất thường chế tạo theo cơ cấu kiểu điện động

##### \* Nguyên lý hoạt động:

- Cuộn tĩnh 1 mắc nối tiếp với phụ tải và gọi là cuộn dòng, có điện trở rất nhỏ nên thường quấn ít vòng bằng dây cỡ lớn.

- Cuộn 2 ở phần động dùng làm cuộn áp, nối song song với phụ tải cần đo.

Cuộn dây 2 điện trở rất lớn nên người ta nối thêm một điện trở phụ  $R_p$ .

Mômen quay tức thời của cuộn dây 2 phần động:  $M_q = k_g I_I I_U$

Dòng điện qua cuộn dây tĩnh 1 là dòng điện phụ tải  $I_{pt} = I_I$ , còn dòng qua cuộn dây động 2:  $I_I = I_{pt}; I_U = U/(R_2 + R_p)$

suy ra  $I_U \sim U$  suy ra  $M_q \sim P_{pt} = UI \cos P$

Như vậy  $M_q$  của oát mét tỉ lệ với công suất tác dụng của phụ tải nên được dùng để đo công suất mạch xoay chiều và cả một chiều.

#### 3.5.2. Đo công suất mạch điện ba pha.

Khi mạch ba pha bốn dây đối xứng, thì chỉ cần dùng một oát kế đo công suất 1 pha rồi nhân 3 :  $P_{3p} = 3 \cdot P_{1p}$

Nếu là mạch 3 pha 4 dây không đối xứng thì phải dùng 3 oát Mét đo rồi cộng kết quả lại.  $P_{3p} = P_A + P_B + P_C$

Khi Mạch ba pha không có dây trung tính phụ tải bất kỳ, người ta dùng 2 oát kế để đo công suất:

$$P_{3p} = P_1 + P_2$$

Chứng Minh:

Công suất tức thời của Mạch ba pha:  $p_{3p} = u_A i_A + u_B i_B + u_C i_C$  (1)

Ta có:  $i_A + i_B + i_C = 0$  suy ra  $i_C = - (i_A + i_B)$  (2)

Từ (1) và (2) ta có:

$$p_{3p} = i_A (u_A - u_C) + i_B (u_B - u_C) = i_A u_{AC} + i_B u_{BC} = p_1 + p_2$$

Người ta đã chế tạo loại oát kế 3 pha hai phần tử, cách mắc sơ đồ đo tương tự như cách dùng 2 oát kế Một pha

## 4. Thao tác đo các đại lượng có điện.

### 4.1. Đo dòng điện một chiều

#### \* Cách thực hiện:

- Cắm que đo màu đen vào đầu COM, que đo màu đỏ vào đầu (+)
- Đặt chuyển mạch của đồng hồ ở thang DC.A - 250mA.
- Tắt nguồn điện của các mạch thí nghiệm.

- Kết nối que đo màu đỏ của đồng hồ về phía cực dương (+) và que đo màu đen về phía cực âm (-) theo chiều dòng điện trong mạch thí nghiệm. Mắc đồng hồ nối tiếp với mạch thí nghiệm

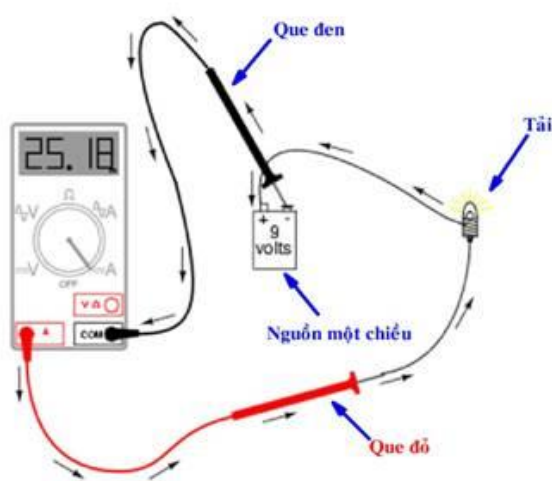
- Bật điện cho mạch thí nghiệm.

- Khi kết quả đọc được nhỏ hơn 25mA, đặt chuyển mạch sang vị trí DC.A – 25mA để được kết quả chính xác hơn.

Tương tự, khi kết quả nhỏ hơn 2,5mA thì đặt chuyển mạch sang vị trí DC.A – 2,5mA.

Tức là bắt đầu từ thang lớn nhất, sau đó giảm dần thang đo đến khi chọn được thang lớn hơn nhưng gần nhất với giá trị dòng điện cần đo.

- Đọc và tính giá trị: Đọc trên cung chia độ C, tính giá trị giống trường hợp đo điện áp 1 chiều. Tức là giá trị thực bằng số chỉ của kim trên cung chia độ nhân với thang đo và chia cho giá trị MAX trên cung chia độ đó (xem phần tính giá trị đo điện áp 1 chiều).



**Hình 1.4.1:** Đo dòng điện một chiều

**\* Chú ý:**

- Phạm vi đo được của đồng hồ lớn nhất là 250mA.

- Các đầu đo của đồng hồ phải được kết nối chắc chắn với mạch điện cần đo. Nếu kết nối chập chờn có thể phát sinh những xung điện gây nguy hiểm cho mạch hoặc đồng hồ đo.

- Không bao giờ thực hiện đo điện áp với các thang đo dòng điện. Các cầu chì có thể bị nổ hoặc hỏng đồng hồ.

- Đặc biệt là khi có điện áp cao hơn 250V được đặt vào thang đo dòng điện, cầu chì có thể không bảo vệ được mạch điện bên trong, nhiều linh kiện sẽ bị hỏng.

**4.2. Đo dòng điện xoay chiều**

**\* Cách thực hiện:**

- Cắm que đo màu đen vào đầu COM, que đo màu đỏ vào đầu AC – 15A

- Đặt chuyển mạch của đồng hồ ở thang AC – 15A.

- Tắt nguồn điện của các mạch thí nghiệm.

- Kết nối 2 que đo của đồng hồ về phía 2 điểm cần đo dòng điện của mạch thí nghiệm (Mắc nối tiếp).

- Bật điện cho mạch thí nghiệm.

- Đọc và tính giá trị: Đọc trên cung chia độ E15, tính giá trị giống trường hợp đo điện áp 1 chiều. Tức là giá trị thực bằng số chỉ của kim trên cung chia độ nhân với thang đo và chia cho giá trị MAX trên cung chia độ đó (xem phần tính giá trị đo điện áp 1 chiều).

**\* Chú ý:**

- Phạm vi đo được dòng điện xoay chiều lên đến 15A.

- Thang đo này không có cầu chì bảo vệ nên nếu nhầm lẫn sẽ gây hư hỏng nghiêm trọng.

- Không dùng thang đo dòng điện xoay chiều để đo điện áp.

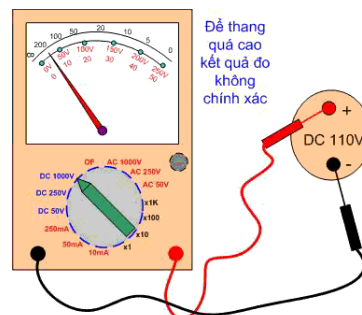
### 4.3. Đo điện áp một chiều

**\* Cách thực hiện**

- Cắm que đo màu đen vào đầu COM, que đo màu đỏ vào đầu (+)

- Đặt chuyển mạch ở thang đo DC.V lớn hơn nhưng gần nhất với giá trị cần đo để kết quả đo là chính xác nhất. Ví dụ: đo điện áp 220V thì có 2 thang lớn hơn là 250V và 1000V, nhưng thang 250V sẽ cho kết quả chính xác hơn.

- Đặt 2 que đo vào 2 điểm cần đo (Đo song song). Que đen vào điểm có điện thế thấp, que đỏ vào điểm có điện thế cao.



**Hình 2.2.1:** Đo điện áp một chiều

- Tính kết quả đo được  $V = A \times (B/C)$

Với V là giá trị điện áp thực

A – Là số chỉ của kim đọc được trên cung chia độ

B – Là thang đo đang sử dụng

C – Là giá trị MAX của cung chia độ

Tỷ lệ B/C là hệ số mở rộng

**\* Chú ý:**

- Khi điện áp cao hơn 250V, cần tắt nguồn điện, nối dây đồng hồ vào điểm cần đo, sau đó mới bật nguồn. Không chạm vào dây đo đồng hồ, ghi lại kết quả đo, tắt nguồn rồi mới tháo dây đo đồng hồ ra khỏi điểm cần đo.

- Không để chuyển mạch ở vị trí thang đo mA hay  $\Omega$ , nếu không đồng hồ sẽ hỏng.

- Không cắm que đo sang đầu đo dòng điện 15A xoay chiều.

- Để đồng hồ ở thang đo một chiều mà đo điện áp xoay chiều, kim chỉ thị sẽ không lên, tuy nhiên dòng qua đồng hồ lớn có thể làm hỏng đồng hồ.

#### 4.4. Đo điện áp xoay chiều

##### \* Cách thực hiện

- Cắm que đo màu đen vào đầu COM, que đo màu đỏ vào đầu (+)  
- Đặt chuyển mạch ở thang đo AC.V lớn hơn nhưng gần nhất với giá trị cần đo để kết quả đo là chính xác nhất.

- Đặt 2 que đo vào 2 điểm cần đo (Đo song song). Không cần quan tâm đến cực tính của đồng hồ

- Tính kết quả đo được giống trường hợp đo điện áp một chiều.

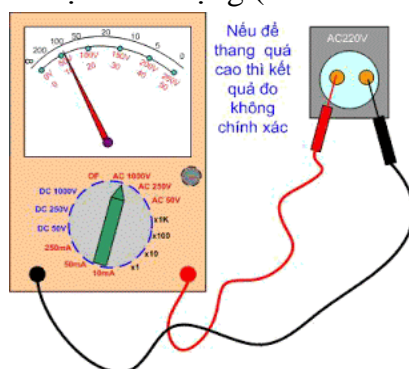
Với V là giá trị điện áp thực

A – Là số chỉ của kim đọc được trên cung chia độ

B – Là thang đo đang sử dụng

C – Là giá trị MAX của cung chia độ

Tỷ lệ B/C là hệ số mở rộng (Tham khảo bảng 1.1)



**Hình 2.2.2:** Đo điện áp xoay chiều

##### \* Chú ý:

- Khi đo điện áp cao hơn 250V, cần tắt nguồn điện, nối dây đồng hồ vào điểm cần đo, sau đó mới bật nguồn. Không chạm vào dây đo đồng hồ, ghi lại kết quả đo, tắt nguồn rồi mới tháo dây đo đồng hồ ra khỏi điểm cần đo.

- Không để chuyển mạch ở vị trí thang đo mA hay  $\Omega$ , nếu không đồng hồ sẽ hỏng.

- Không cắm que đo sang đầu đo dòng điện 15A xoay chiều.

- Đặt chuyển mạch đồng hồ ở vị trí đo điện áp xoay chiều mà đo điện áp 1 chiều, kim đồng hồ vẫn lên nhưng kết quả là không chính xác.

Đối với thang đo xoay chiều 10V cần đọc ở cung chia độ riêng của nó thì kết quả mới chính xác (cung D10)

#### 4.5. Đo điện trở

##### \* Cách thực hiện:

- Cắm que đo màu đen vào đầu COM, que đo màu đỏ vào đầu (+)

- Đặt 2 que đo vào 2 đầu điện trở (Đo song song). Chọn thang đo sao cho khi đo điện trở cần xác định, độ lệch của kim ở khoảng  $\frac{1}{2}$  thang đo.

- Giữ nguyên thang đo này, bỏ điện trở, chạm que đo vạn năng chỉnh 0 $\Omega$ ADJ để kim chỉ ở điểm 0 động.

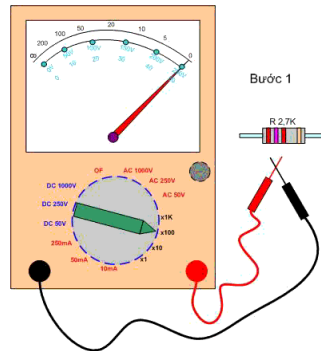
- Đo điện trở lại một lần nữa, kết quả lần này là chính xác.
- Tính kết quả đo được

$$R = A \times B$$

R - Giá trị thực của điện trở

A - Là số chỉ của kim trên cung chia độ

B - Là thang đo



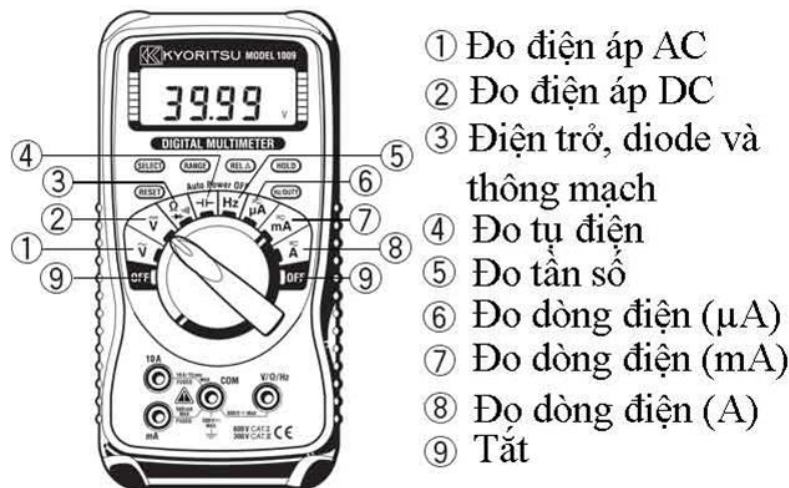
**Hình 2.2.3:** Đo điện trở

**\* Chú ý:**

- Không bao giờ được đo điện trở trong mạch đang được cấp điện. Trước khi đo điện trở trong mạch hãy tắt nguồn trước.
- Không để đồng hồ ở thang đo điện trở mà đo điện áp và dòng điện - đồng hồ sẽ hỏng ngay lập tức (Bảng 1.2).
- Khi đo điện trở nhỏ (cỡ  $<10\Omega$ ) cần để que đo và chân điện trở tiếp xúc tốt nếu không kết quả không chính xác.
- Khi đo điện trở lớn (cỡ  $>10k\Omega$ ), tay không được tiếp xúc đồng thời vào cả 2 que đo, vì nếu tiếp xúc như vậy điện trở của người sẽ mắc song song với điện trở cần đo làm giảm kết quả đo.

**4.6. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM)**

Trong lĩnh vực điện và điện tử, đồng hồ đo điện là dụng cụ không thể thiếu đối với thợ kỹ thuật. Nó được sử dụng để đo điện áp, dòng điện, điện trở, điện dung, kiểm tra diode, transistor... gọi dụng cụ này là đồng hồ vạn năng.



- ① Đo điện áp AC
- ② Đo điện áp DC
- ③ Điện trở, diode và thông mạch
- ④ Đo tụ điện
- ⑤ Đo tần số
- ⑥ Đo dòng điện ( $\mu A$ )
- ⑦ Đo dòng điện (mA)
- ⑧ Đo dòng điện (A)
- ⑨ Tắt

**Hình 2.2.3:** Đồng hồ đo VOM

Trên đồng hồ vạn năng kim hiển thị có một số kí hiệu như sau:

**DC.V** (Direct Current Voltage): Thang đo điện áp một chiều.

**AC.V** (Alternating Current Voltage): Thang đo điện áp xoay chiều.

**DC.A** (Direct Current Ampe): Thang đo dòng điện một chiều.

**AC.A** (Alternating Current Ampe): Thang đo dòng điện xoay chiều

**$\Omega$** : Thang đo điện trở

**0 $\Omega$  ADJ** (0 $\Omega$  Adjust): Chỉnh không ôm (chỉnh điểm không động)

**COM** (Common): Đầu chung, cắm que đo màu đen

**+** : Đầu đo dương

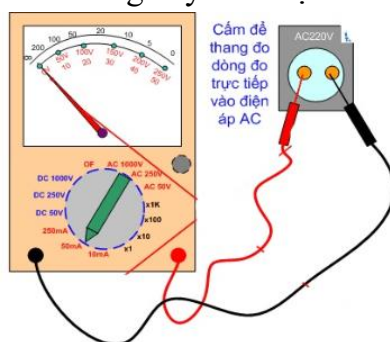
**OUTPUT** cắm que đo màu đỏ trong trường hợp đo điện áp thuần xoay chiều

**AC15A** cắm que đo màu đỏ trong trường hợp đo dòng xoay chiều lớn cỡ A

Đồng hồ vạn năng trước đây có 3 chức năng cơ bản là ampe kế, vôn kế, và ôm kế nên còn gọi là AVO-mét. Sau đó những năm 1970 trở đi bắt đầu có các đồng hồ có thêm các chức năng kiểm tra linh kiện như kiểm tra bóng bán dẫn (transistor, diode), đo điện dung tụ điện C, đo tần số f

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cách đo dòng điện một chiều và xoay chiều?
2. Cách đo điện áp một chiều và xoay chiều?
3. Công dụng của đồng hồ VOM? Cách đo điện trở dung đồng hồ VOM?
4. Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của cơ cấu đo điện từ, từ điện?
5. So sánh ưu nhược điểm của 2 cơ cấu đo từ điện và điện từ?
6. Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của cơ cấu đo điện động?
7. So sánh ưu nhược điểm của 2 cơ cấu đo điện động và cảm ứng?
8. Hãy cho biết thao tác đo như sau đúng hay sai? Tại sao?

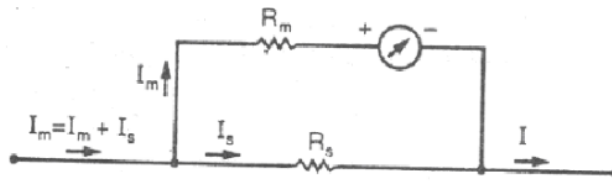


## BÀI TẬP

**Ví dụ:** Một ampe-kế dùng cơ cấu đo từ điện có điện trở cơ cấu đo  $R(m) = 99\Omega$  và dòng làm lệch tối đa  $I_{max} = 0,1mA$ . Điện trở shunt  $R_s = 1\Omega$ . Tính dòng điện tổng cộng đi qua ampe-kế trong các trường hợp:



- a) Kim lệch tối đa  
 b)  $0,5D_m$ ; (FSD =  $I_{max}$ , full scale deviation)  
 c)  $0,25D_m$



**Giải:**

- a) Kim lệch tối đa  $D_m$ :

Điện áp hai đầu cơ cấu đo:

$$V_m = I_m \cdot R_m = 0,1 \text{mA} \cdot 99 \Omega = 99 \text{mV}$$

$$I_s R_s = V_m \Rightarrow I_s = 9,9 \text{mA}$$

Dòng tổng cộng:

$$I = I_s + I_m = 9,9 + 0,1 = 10 \text{mA}$$

- b)  $0,5D_m$ :

$$I_m = 0,5 \cdot 1 \text{mA} = 0,05 \text{mA}$$

$$V_m = I_m \cdot R_m = 0,05 \text{mA} \cdot 99 \Omega = 4,95 \text{mV}$$

$$I_s = V_m / R_s = 4,95 \text{mA}$$

$$I = I_s + I_m = 4,95 \text{mA} + 0,05 \text{mA} = 5 \text{mA}$$

- c)  $0,25D_m$ :

$$I_m = 0,25 \cdot 0,1 \text{mA} = 0,025 \text{mA}$$

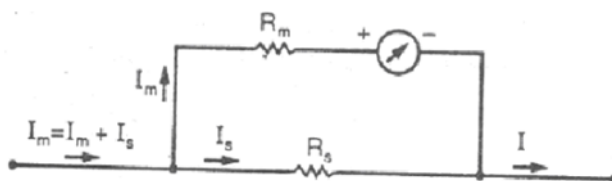
$$V_m = I_m R_m = 0,025 \text{mA} \cdot 99 \Omega = 2,475 \text{mV}$$

$$I_s = V_m / R_s = 2,475$$

**Ví dụ 2:** Một cơ cấu đo từ điện có  $I = 100 \mu\text{A}$ , điện trở nội khung quay  $R = 1 \text{K}\Omega$ . Tính điện trở shunt mắc vào cơ cấu đo để trở thành một ampe-kế tương ứng với hình 1.1.

- a)  $D_m = 100 \text{mA} =$  tầm đo 1

- b)  $D_m = 1 \text{A} =$  tầm đo 2



**Giải:**

- a) Ở tầm đo  $100 \text{mA}$

$$V_m = I_m R_m = 100 \cdot 1 = 100 \text{mV}$$

$$I_t = I_s + I_m \Rightarrow I_s = I_t - I_m = 100 \text{mA} - 100 \mu\text{A} = 9,9 \text{mA}$$

$$R_s = V_m / I_s = 1,001 \Omega$$

- b) Ở tầm đo  $1 \text{A}$ :

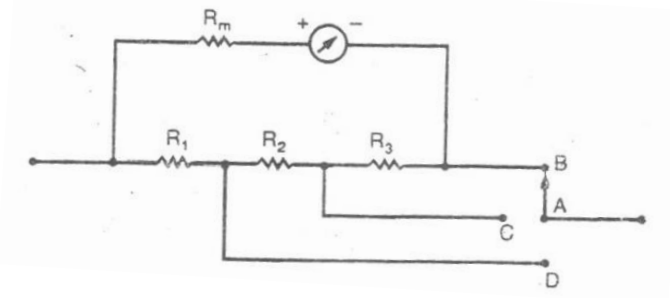
$$V_m = I_m R_m = 100 \text{mV}$$

$$I_s = I_t - I_m = 1 \text{A} - 100 \mu\text{A} = 999,9 \text{mA}$$

$$R_s = 0,10001 \Omega$$



**Ví dụ 3:** Một cơ cấu đo từ điện có ba điện trở shunt được mắc theo kiểu shunt ayrtton sử dụng làm ampe-kế. Ba điện trở có trị số  $R_1=0,05\Omega$ ,  $R_2=0,45\Omega$ ,  $R_3=4,5\Omega$ ,  $R_m= 1k\Omega$ ,  $I_{max} = 50\mu A$ , có mạch đo như hình sau, tính các trị số tầm đo của ampe-kế



**Giải:**

Tại độ lệch 0,5 Dm

$$V_s = I_{max} \cdot R_m = 50\mu A \cdot 1k\Omega = 50mV$$

$$I_s = V_s / (R_1 + R_2 + R_3) = 50 / 5 = 10mA$$

$$I_t = I_s + I_m = 50\mu A + 10mA = 10,05mA; I = 10mA.$$

Khóa điện ở C:

$$V_s = I_m (R_m + R_3) = 50\mu A \cdot (1k\Omega + 4,5\Omega) = 50mV$$

$$I_s = V_s / (R_1 + R_2) = 100mA$$

Khóa điện ở D:

$$V_s = I_m (R_m + R_2 + R_3) = 50\mu A (1k\Omega + 4,5\Omega + 0,45\Omega) = 50mV$$

$$I_s = V_s / R_1 = 50\mu A + 1A = 1,00005A = 1A$$

**Ví dụ 5:** Cho  $E_b = 1,5$ ;  $R_1 = 15k\Omega$ ;  $R_m = 1k\Omega$ ;  $R_2 = 1k\Omega$ ;  $I_{max} = 50\mu A$ . Xác định trị số đọc của  $R_x$  khi  $I_b = I_{max}$ ;  $I_m = \frac{1}{2} I_{max}$ ;  $I_m = \frac{3}{4} I_{max}$ .

**Giải:**

$$\text{Tại } I_m = I_{max} = 50\mu A; V_m = I_{max} \times R_m = 50\mu A \times 1k\Omega = 50mV.$$

$$\text{Do đó: } I_m = V_m / R_2 = 50\mu A$$

$$\text{Như vậy dòng điện: } I_b = 100\mu A.$$

$$\text{Vậy } R_x + R_1 \# E_b / I_b$$

$$\text{Nếu } R_x + R_1 \gg R_2 // R_m \gg 500\Omega .$$

$$R_x + 15k\Omega = 15k\Omega; R_x = 0\Omega.$$

$$\text{Khi } I_m = \frac{1}{2} I_{max} = 25\mu A; V_m = 25mV \Rightarrow I_2 = 25\mu A.$$

$$\text{Suy ra } I_b = 50\mu A. \text{ Vậy } R_x + R_1 \# 50; R_x \# 15k\Omega.$$

$$\text{Trương tự như cách tính trên. } I_m = \frac{3}{4} I_{max} = 37,5\mu A.$$

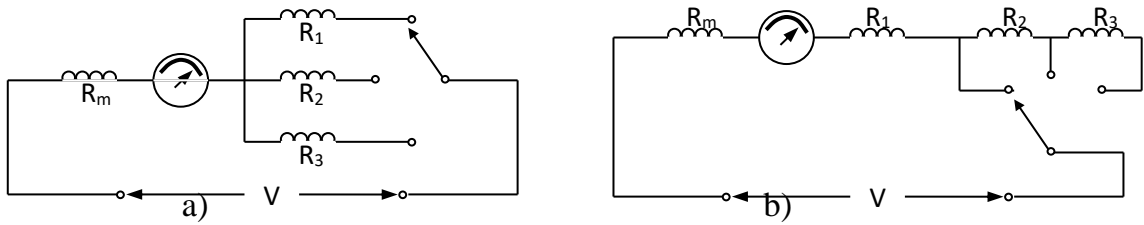
$$I_b = I_m + I_2 = 37,5\mu A + 37,5\mu A = 75\mu A.$$

$$R_x + R_1 = 75\mu A = 20k\Omega, R_x = 5k\Omega.$$

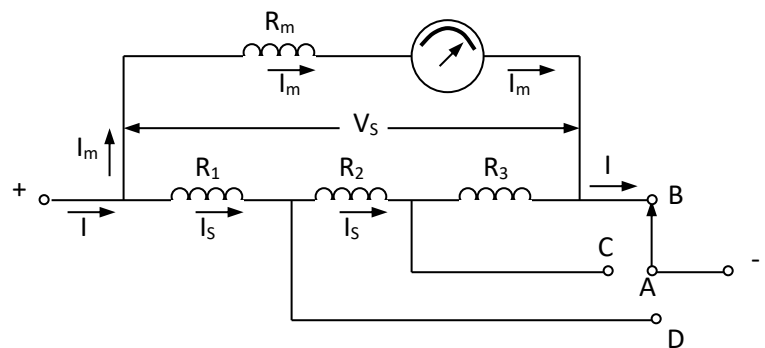
**Câu 1:** Một dụng cụ đo từ điện có độ lệch toàn thang (ĐLTT)  $I_m = 100\mu A$  và điện trở cuộn dây  $R_m = 1K\Omega$ . Tính trị số điện trở shunt cần thiết để biến dụng cụ thành một am kế: (a) với ĐLTT = 100mA và (b) với ĐLTT = 1A.

**Câu 2:** Một dụng cụ đo từ điện với độ lệch toàn thang là  $100 \mu\text{A}$  và điện trở cuộn dây  $1\text{k}\Omega$  được biến đổi thành vôn kế. Hãy xác định điện trở phụ cần thiết nếu vôn kế phải đo được  $100\text{V}$  trên toàn thang. Tính điện áp đặt vào khi dụng cụ chỉ:  $0,75$ ;  $0,5$  và  $0,25$  ĐLTT.

**Câu 3:** Một dụng cụ từ điện có độ lệch toàn thang  $I_m = 50 \mu\text{A}$  và  $R_m = 1700 \Omega$  phải được dùng như một vôn kế với các khoảng đo  $10\text{V}$ ,  $50\text{V}$  và  $100\text{V}$ . Tính các giá trị điện trở phụ cần thiết cho các mạch ở hình a và b.



**Câu 4:** Một dụng cụ từ điện có sun Ayrton ba điện trở mắc với nó để tạo ra ampe kế như minh họa trên hình vẽ. Các trị số điện trở là:  $R_1 = 0,05\Omega$ ,  $R_2 = 0,45\Omega$ ,  $R_3 = 4,5\Omega$ . Máy đo có  $R_m = 1\text{k}\Omega$  và ĐLTT =  $50 \mu\text{A}$ . Tính ba khoảng đo của ampe kế.



**Câu 5:** Một cơ cấu đo từ điện có các thông số:  $R_C = 1\text{k}\Omega$ ;  $I_{C\text{max}} = 50\mu\text{A}$ . Phải mắc điện trở như thế nào? Giá trị bằng bao nhiêu để cơ cấu đo được dòng điện  $10\text{A}$

**Câu 6:** Một cơ cấu kiểu từ điện đo được dòng lớn nhất  $100 \mu\text{A}$ , điện trở  $R_C = 1700\Omega$ . Hỏi phải mắc điện trở như thế nào? giá trị bằng bao nhiêu để cơ cấu đo được điện áp  $300 (\text{V})$ ?



## PHIẾU THỰC HÀNH SỐ 1

### ĐO DÒNG ĐIỆN, ĐIỆN ÁP, ĐIỆN TRỞ

Nhóm:

Lớp:

Ngày thực hiện:

#### A. MỤC TIÊU:

- Sử dụng thành thạo VOM
- Nhận dạng các linh kiện điện tử
- Đo được dòng điện và điện áp một chiều, xoay chiều
- Đọc và tra được các linh kiện điện tử trên mạch điện tử.
- Hình thành tác phong công nghiệp, tổ chức, sắp xếp nơi làm việc, bố trí thiết bị.

#### B. KIẾN THỨC CẦN THIẾT:

- Cách sử dụng VOM.
- Cách đọc các thông số của các linh kiện điện tử
- Cách đo kiểm tra linh kiện, vi mạch điện tử bằng VOM.

#### C. DỤNG CỤ THỰC TẬP:

- Các linh kiện điện tử trên mạch điện tử.
- VOM chỉ thị kim và chỉ thị số, Bộ nguồn thực hành

#### D. NỘI DUNG THỰC TẬP:

- Đọc thông số và thống kê các linh kiện điện tử trên mạch ghi vào bảng.
- Đo trị số các điện trở bằng VOM.
- So sánh giá trị đo bằng VOM và giá trị đọc được.
- Sử dụng VOM ở giai đo 250VAC đo điện áp tại ổ cắm điện gần bàn thực tập.

Dây cắm AC đầu vào máy tính

#### E. BÁO CÁO:

##### Kết quả đo

	Dòng điện DC	Dòng điện AC	V DC	V AC	Điện trở
Giai đo					
Kết quả đo					
Kết luận					

##### Nhận xét kết quả đo được:

.....

.....

.....



## PHIẾU THỰC HÀNH SỐ 2

### ĐỌC VÀ ĐO TRỊ SỐ CÁC LINH KIỆN ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

Nhóm:

Lớp:

Ngày thực hiện:

#### A. MỤC TIÊU:

- Sử dụng thành thạo VOM
- Nhận dạng các linh kiện điện trở, tụ điện, cuộn dây
- Đọc và tra được các linh kiện điện trở, tụ điện, cuộn dây.
- Hình thành tác phong công nghiệp, tổ chức, sắp xếp nơi làm việc, bố trí thiết bị.

#### B. KIẾN THỨC CẦN THIẾT:

- Cách sử dụng VOM.
- Cách đọc các thông số của các linh kiện điện trở, tụ điện, cuộn dây.
- Cách đo kiểm tra linh kiện điện trở, tụ điện, cuộn dây bằng VOM.

#### C. DỤNG CỤ THỰC TẬP:

- Các linh kiện điện trở, tụ điện, cuộn dây.
- VOM chỉ thị kim và chỉ thị số, linh kiện điện trở, tụ điện, cuộn dây.

#### D. NỘI DUNG THỰC TẬP:

- Đọc thông số và thống kê các linh kiện đã nhận, ghi vào bảng.
- Đo trị số các điện trở bằng VOM.
- Kiểm tra chất lượng các linh kiện bằng VOM.
- So sánh giá trị đo bằng VOM và giá trị đọc được.
- Thành thạo kết nối Testboard theo hướng dẫn của giáo viên.
- Lắp ráp một số mạch đơn giản trên Testboard. Mạch led sáng.

#### E. BÁO CÁO:

**Câu 1:** Lập bảng thống kê các linh kiện điện trở nhận được.

STT	Vạch màu ở trên thân điện trở	Trị số đọc	Trị số đo	Nhận xét
1				
2				
3				
4				
5				
6				

7				
8				

**Câu 2:** Chọn ra 3 cuộn cảm, lần lượt lấy ra từng cuộn cảm phân loại, nhận biết vật liệu lõi sau đó điền kết quả vào bảng

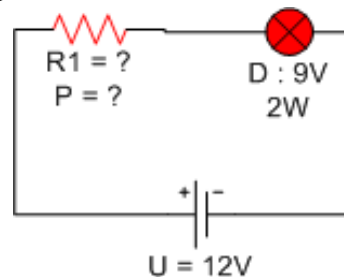
STT	Loại cuộn cảm	Ký hiệu và vật liệu lõi	Nhận xét
1	Cuộn cảm cao tần		
2	Cuộn cảm trung tần		
3	Cuộn cảm âm tần		

**Câu 3:** Lập bảng thống kê các linh kiện tụ điện nhận được.

STT	Loại tụ điện	Số liệu kỹ thuật ghi trên tụ	Trị số đọc	Trị số đo	Nhận xét
1					
2					
3					
4					
5					

**Câu 3:** Cho mạch điện như hình vẽ

- Lắp ráp mạch điện theo sơ đồ nguyên lý đã cho lên test board
- Đo, kiểm tra các thông số tín hiệu ra
- Thiết kế mạch in và hàn linh kiện lên bo mạch in
- Đo, kiểm tra các thông số tín hiệu ra



## BÀI 2: ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG KHÔNG ĐIỆN

### Giới thiệu:

Các đại lượng không điện như áp suất, nhiệt độ, lưu lượng, mực chất lỏng, vận tốc của vật, tốc độ quay, có thể đo được một cách chính xác bằng phép đo lường điện.

Đồng thời tín hiệu điện được truyền dẫn và điều khiển thuận lợi hơn.

Sơ đồ khối của dụng cụ đo lường các đại lượng không điện bao gồm:

- Cơ cấu chuyển đổi đo lường
- Để biến đổi các đại lượng không điện thành các đại lượng điện như điện áp, dòng điện, điện trở, điện cảm, điện dung .v.v
- Các khâu trung gian như khuếch đại, bù các đại lượng điện
- Các cơ cấu đo lường ở đầu ra có thang chia theo các đại lượng không điện

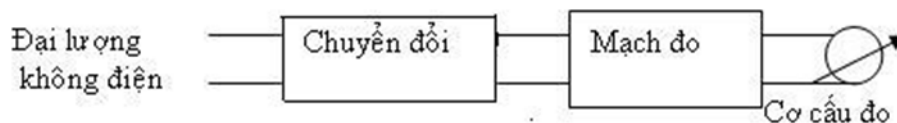
### Mục tiêu của bài:

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý đo các đại lượng không điện.
- Phân biệt được ưu nhược điểm của các cơ cấu đo.
- Phân tích được phương pháp đo các đại lượng không điện
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### Nội dung chính:

#### 1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của các thiết bị đo.

Các đại lượng không điện như nhiệt độ, di chuyển, ứng suất... có thể được đo một cách chính xác bằng phép đo lường điện. Ưu điểm cơ bản của phương pháp đo là có độ chính xác cao, có thể đo tự động, đo từ xa và tự ghi kết quả. Sơ đồ khối cơ bản của dụng cụ đo lường các đại lượng không điện bao gồm các khâu chủ yếu sau đây:



**Hình 2.1.1:** Sơ đồ khối đo lường các đại lượng không điện.

Chuyển đổi đo lường: để biến đổi các đại lượng không điện thành biến thiên của các đại lượng điện như điện áp, điện trở, điện cảm, điện dung...

Các khâu trung gian nhằm khuếch đại, bù ảnh hưởng của nhiệt độ hay tần số.

Cơ cấu đo lường ở đầu ra như vôn kế, điện thế kế... thường có thang chia theo đại lượng không điện.

Một vài bộ chuyển đổi:

#### 1.1. Chuyển đổi đo lường.

Chuyển đổi đo lường là khâu chức năng nhằm biến các đại lượng cần đo khác nhau thành các đại lượng điện.

Người ta phân chia các chuyển đổi đo lường theo nguyên lý tác động của nó.

#### 1.2. Chuyển đổi điện trở.

Biến trở là một ví dụ đơn giản nhất của chuyển đổi. Điện trở của biến trở:

$$R_x = R \cdot \frac{I_x}{I}$$

Trong đó:

- + R: là điện trở toàn bộ của biến trở.
- + I: chiều dài toàn bộ biến trở.
- + I<sub>x</sub>: khoảng di chuyển của con chạy tính từ đầu biến trở.

Biến trở loại này dùng để đo di chuyển thẳng. Nếu chế tạo biến trở quay quanh trục có thể dùng để đo di chuyển góc.

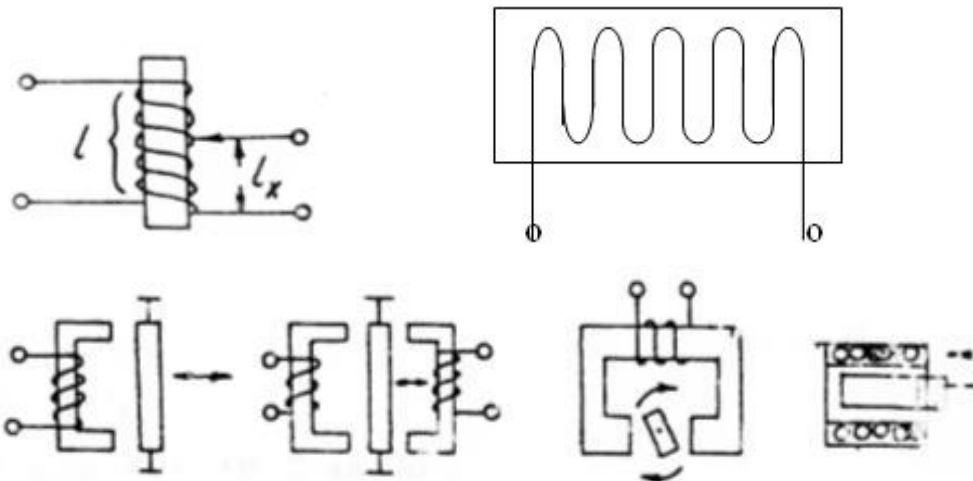
### 1.3. Chuyển đổi điện trở lực căng.

Cấu tạo gồm miếng giấy mỏng làm đế, trên đó dán một sợi dây mảnh hình răng lược bằng constantan nicrom. Mặt trên chuyển đổi lại dán một lớp giấy mỏng để bảo vệ. Chuyển đổi được dán lên trên các chi tiết cần đo biến dạng, sao cho các dây răng lược theo chiều biến dạng. Sự biến thiên của điện trở chuyển đổi:

$$\frac{\Delta R}{R} = K \cdot \frac{\sigma}{E}$$

Trong đó:

- + K: là độ nhạy của chuyển đổi.
- + σ: là ứng suất tác dụng lên chuyển đổi cần đo
- + E: là môđun đàn hồi.



**Hình 2.1.2:** Chuyển đổi nhạy với lực căng

### 1.4. Chuyển đổi điện từ.

Là chuyển đổi trong đó đại lượng không điện (thường là các di chuyển thẳng hay góc) dẫn đến thay đổi điện cảm, hồ cảm hoặc xuất hiện sức điện động cảm ứng ở cuộn dây.

Sự di chuyển của phần động mạch từ làm thay đổi điện cảm của cuộn dây.

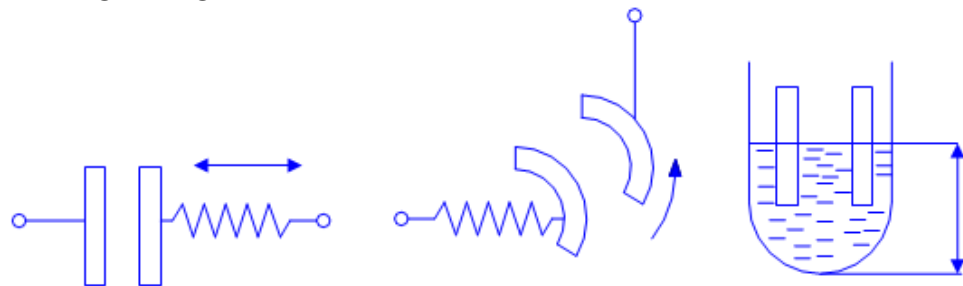
### 1.5. Chuyển đổi điện dung.

Điện dung của tụ điện:

$$C = \frac{\epsilon S}{d}$$

Trong đó:

- +  $\epsilon$ : là hằng số điện môi.
- +  $S$ : là diện tích bản cực.
- +  $d$ : là khoảng cách giữa các bản cực.

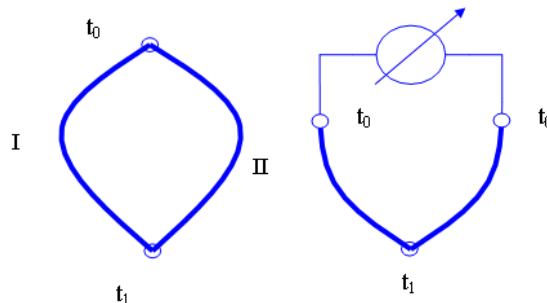


**Hình 2.1.3:** Chuyển đổi điện dung.

Sự di chuyển của khoảng cách giữa hai điện cực, góc quay hay chiều dày của điện môi có thể dẫn tới biến thiên của điện dung tụ điện.

### 1.6. Chuyển đổi nhiệt điện.

Trong chuyển đổi nhiệt điện, sự biến thiên của nhiệt độ dẫn tới sự xuất hiện sức điện động cảm ứng (nhiệt ngẫu) hay dẫn tới thay đổi điện trở của nó (nhiệt điện trở). Quá trình có liên hệ chặt chẽ với môi trường xung quanh, diện tích trao đổi nhiệt, tốc độ chuyển động của môi trường, nồng độ của môi trường dẫn điện vì thế các chuyển đổi nhiệt không những chỉ dùng đo nhiệt độ mà còn dùng để đo độ ẩm, tốc độ, di chuyển...

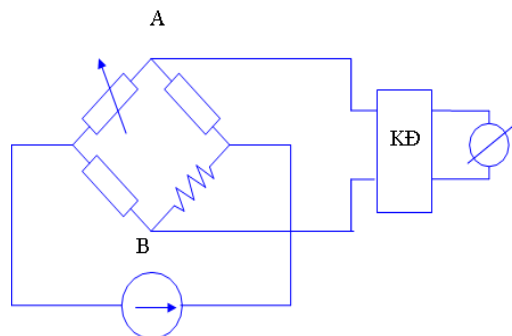


**Hình 2.1.4:** Chuyển nhiệt điện.

## 2. Các phương pháp đo các đại lượng.

### 2.1. Đo ứng suất

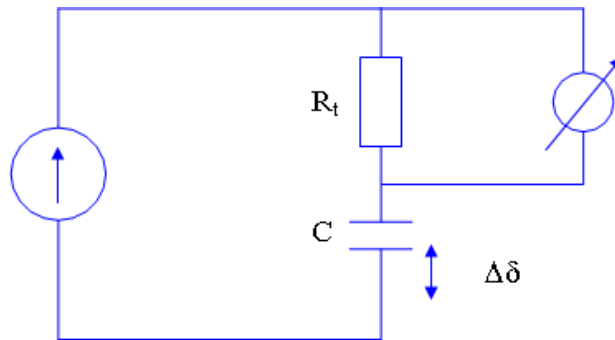
Để đo ứng suất tại một điểm người ta dán chuyển đổi nhạy với lực căng và là một nhánh của cầu. Sự biến thiên của điện áp ra trên đường chéo của cầu được khuếch đại và đưa vào cơ cấu đo.



**Hình 2.2.1:** Dán chuyển đổi điện trở lực căng lên điểm cần đo



Dán chuyển đổi điện trở lực căng lên điểm cần đo và là một nhánh của mạch cầu  
 Sự biến thiên của điện áp ra trên đường chéo được khuếch đại và đưa vào cơ cấu đo



**Hình 2.2.2:** Đo sự di chuyển

Sự di chuyển của vật thể dẫn đến sự thay đổi khoảng cách 2 bản cực của tụ C, dẫn đến thay đổi điện dung C, biến thiên điện áp và tín hiệu được đưa ra cơ cấu đo. Cơ cấu đo sẽ được khắc vạch khoảng di chuyển tương ứng.

## 2.2. Đo nhiệt độ.

### 2.2.1. Khái niệm về nhiệt độ và thang đo nhiệt độ.

Nhiệt độ là đại lượng vật lý đặc trưng cho mức chuyển động hỗn loạn của các phân tử trong các vật thể.

Đề đo được nhiệt độ thì phải có dụng cụ đo , thông thường trong công nghiệp nhiệt độ được đo bằng cảm biến và phương pháp này tiện lợi là có thể truyền tín hiệu nhiệt độ đi xa , không ảnh hưởng tới sự làm việc của hệ thống khi cần xác định nhiệt độ.

Đề đo chính xác nhiệt độ thì cần có hiệu số TX - T là cực tiểu với TX là nhiệt độ môi trường cần đo, T là nhiệt độ của cảm biến đặt trong môi trường cần đo. Khi cảm biến được đặt trong môi trường cần đo nhiệt độ, thì nhiệt lượng cảm biến hấp thụ từ môi trường tỷ lệ với độ chênh nhiệt giữa cảm biến và môi trường theo biểu thức:

$$T = T_X - k.e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Với k là hằng số

Thang đo nhiệt độ: Là một dãy các mốc nằm trong khoảng nhiệt độ giới hạn bởi hai điểm sôi và nóng chảy cố định của một vật chất tinh khiết, hai điểm này gọi là điểm gốc để phân độ toàn thang.

Ngày nay trên thế giới tồn tại 3 loại thang đo nhiệt độ:

#### a. Thang nhiệt độ động học tuyệt đối hay còn gọi là thang Kelvin đơn vị là K

Do nhà vật lý người Anh là Thomson đề ra năm 1852.

Trong thang nhiệt độ này người ta lấy 3 trạng thái của nước ở điểm cân bằng nước - nước đá - hơi nước một giá trị số bằng 273,15<sup>0</sup>K.

Từ thang nhiệt độ Kelvin người ta xác định các thang nhiệt độ mới là thang Celsiú và thang Fahrenheit.

#### b. Thang nhiệt độ bách phân (Thang Celsius).

Trong thang đo này đơn vị nhiệt độ là 0C . Do nhà vật lý người Thụy Điển Celsius đưa ra năm 1742 dựa vào điểm tan của nước đá và điểm sôi của nước chia ra 100 khoảng. Quan hệ giữa thang Celsius và thang Kelvin được xác định bởi biểu thức:

$$t(^{\circ}\text{C}) = t(^{\circ}\text{K}) - 273,15$$

### c. Thang đo nhiệt độ $^{\circ}\text{F}$ .

Do nhà vật lý Hà Lan Fahrenheit đưa ra năm 1706, lấy nhiệt độ của nước đá đang tan là 32 0F và sôi ở 212 0F.

Đổi từ thang 0C ra nhiệt độ 0F và ngược lại theo công thức:

$$t(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} \{t(^{\circ}\text{C}) + 32\}$$

Năm 1948 hội nghị đo lường quốc tế thứ 19 đã lấy thang nhiệt độ bách phân (Celsius) là thang nhiệt độ quốc tế

Xây dựng thang đo nhiệt độ quốc tế người ta ghi nhận các điểm cố định sau:

- Điểm sôi của O<sub>2</sub> là -182,97<sup>0</sup>C
- Điểm tan của nước đá (điểm gốc) 0,00<sup>0</sup>C
- Điểm sôi của nước ( điểm gốc ) 100,00<sup>0</sup>C
- Điểm sôi của lưu huỳnh 444,60<sup>0</sup>C
- Điểm kết tinh của bạc 960,80<sup>0</sup>C
- Điểm kết tinh của vàng 1063,00<sup>0</sup>C

Trạng thái	<sup>0</sup> K	<sup>0</sup> C	<sup>0</sup> F
Điểm 0 tuyệt đối	0	-273,15	-459,6
Hoà hợp nước - Nước đá	273,15	0	32
Cân bằng nước-nước đá-hơi nước	273,16	0,01	32,108
Nước sôi	373,15	100	212

**Bảng 1.1:** Bảng trạng thái đo nhiệt độ

### 2.2.2. Phân loại hệ thống đo nhiệt độ.

Phân loại hệ thống đo nhiệt độ có nhiều cách, nếu theo nguyên tắc làm việc của máy đo nhiệt độ thì có thể phân thành các nhóm:

+ Nhiệt kế giãn nở: Dựa trên sự biến đổi thể tích của chất lỏng hay chiều dài của chất rắn khi nhiệt độ thay đổi.

+ Nhiệt áp kế: Dựa trên nguyên tắc biến đổi thể tích chất lỏng, chất khí, hơi trong hệ thống kín khi nhiệt độ môi trường thay đổi.

+ Nhiệt kế cặp nhiệt điện: Dựa trên nguyên tắc thay đổi sức điện động khi cặp nhiệt điện thay đổi.

+ Nhiệt kế điện trở: Dựa trên sự phụ thuộc giữa nhiệt độ của dây dẫn, bán dẫn với điện trở của chúng.

+ Hoả kế bức xạ, hoả kế phát quang: Dựa vào biên độ sóng ánh sáng thay đổi khi nhiệt độ vùng cần đo thay đổi.

+ Siêu âm nhiệt độ: Nguyên lý hoạt động dựa trên quan hệ giữa nhiệt độ và môi trường truyền âm

### **2.3. Đo áp suất.**

Áp suất là đại lượng có giá trị bằng tỉ số giữa lực tác dụng vuông góc lên một mặt với diện tích của nó:

$$p = \frac{dF}{ds}$$

Đối với các chất lỏng, khí hoặc hơi (gọi chung là chất lưu), áp suất là một thông số quan trọng xác định trạng thái nhiệt động học của chúng. Trong công nghiệp, việc đo áp suất chất lưu có ý nghĩa rất lớn trong việc đảm bảo an toàn cho thiết bị cũng như giúp cho việc kiểm tra và điều khiển hoạt động của máy móc thiết bị có sử dụng chất lưu.

Trong hệ đơn vị quốc tế (SI) đơn vị áp suất là pascal (Pa): 1 Pa là áp suất tạo bởi một lực có độ lớn bằng 1N phân bố đồng đều trên một diện tích 1m<sup>2</sup> theo hướng pháp tuyến.

Đơn vị Pa tương đối nhỏ nên trong công nghiệp người ta còn dùng đơn vị áp suất là bar (1 bar = 105 Pa) và một số đơn vị khác.

Đo lưu lượng đóng một vai trò quan trọng, không chỉ vì nó phục vụ cho mục đích kiểm kê, đo đếm mà còn bởi vì ứng dụng của nó trong hệ thống tự động hóa các quá trình sản xuất. Chính vì vậy việc hiểu rõ về phương pháp đo, cũng như nắm vững các đặc tính của thiết bị đo lưu lượng là điều hết sức cần thiết.

### **2.4. Đo lưu lượng.**

Lưu lượng kế là cảm biến đo không thể thiếu để đo lưu lượng của chất khí, chất lỏng, hay hỗn hợp khí-lỏng trong các ứng dụng công nghiệp như thực phẩm-nước giải khát, dầu mỏ- khí đốt, hóa chất-dược phẩm, sản xuất giấy, điện, xi măng ... Trên thị trường, các loại lưu lượng kế rất đa dạng và luôn sẵn có cho bất kỳ ứng dụng công nghiệp hay dân dụng nào. Việc chọn lựa cảm biến đo lưu lượng loại nào cho ứng dụng cụ thể thường dựa vào đặc tính chất lỏng (dòng chảy một hay hai pha, độ nhớt, độ đậm đặc, ...), dạng dòng chảy (chảy tầng, chuyển tiếp, chảy hỗn loạn, ...), dải lưu lượng và yêu cầu về độ chính xác phép đo.

Cảm biến đo lưu lượng trong công nghiệp được lắp đặt ở môi trường nhiều cao và thường bị xung áp. Điều này đòi hỏi các cảm biến đo lưu lượng phải hoạt động bình thường cả với xung điện áp và bù được nhiễu để đảm bảo đưa ra tín hiệu đo với độ chính xác cao. Thông thường, trong công nghiệp hay sử dụng giao diện truyền dẫn tín hiệu 4-20mA giữa bộ truyền tín hiệu đo với thiết bị điều khiển.

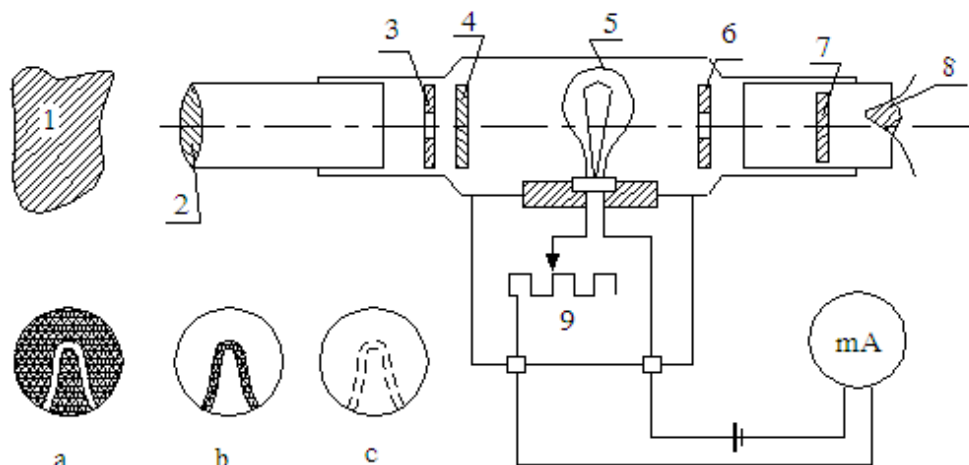
Các cảm biến lưu lượng được phân làm bốn nhóm chính dựa vào nguyên lý hoạt động của chúng: cảm biến lưu lượng dựa vào chênh lệch áp suất, cảm biến lưu lượng điện từ, cảm biến lưu lượng Coriolis, cảm biến lưu lượng siêu âm. Dưới đây, bài báo sẽ trình

bày tổng quát về nguyên tắc hoạt động, ưu điểm và nhược điểm, cũng như những đặc tính của cảm biến lưu lượng chất lỏng, chất khí nhằm giúp người sử dụng chọn đúng cảm biến cho ứng dụng của mình.

### 3. Ưu nhược điểm, công dụng, phạm vi sử dụng.

#### 3.1. Hỏa kế quang học.

Nguyên lý làm việc của hỏa kế quang học: so sánh cường độ sáng của vật cần đo với cường độ sáng của một nguồn sáng chuẩn đó là bóng đèn sợi đốt vonfram sau khi đã được già hóa trong khoảng 100 giờ với nhiệt độ  $2000^{\circ}\text{C}$ , sự phát sáng của đèn ổn định nếu sử dụng ở nhiệt độ  $400 \div 1500^{\circ}\text{C}$ . Cường độ sáng có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi dòng đốt hoặc dùng bộ lọc ánh sáng. Đầu tiên hướng ống kính về phía đối tượng cần đo, điều chỉnh kính vật để ảnh thật của vật nằm trên mặt phẳng của dây tóc bóng đèn, điều chỉnh kính mắt để nhìn rõ ảnh vật và dây tóc bóng đèn. Sau đó điều chỉnh biến trở để độ sáng của dây tóc bằng độ cường độ sáng của đối tượng cần đo và được so sánh bằng mắt. Nếu cường độ sáng của đối tượng nhỏ hơn độ sáng của sợi đốt ta sẽ thấy được vệt sáng trên nền thẫm (a), nếu độ sáng của đối tượng lớn hơn độ sáng của sợi đốt ta sẽ thấy được vệt thẫm trên nền sáng (b), lúc độ sáng của đối tượng bằng độ sáng của sợi đốt thì hình ảnh của sợi đốt biến mất (c) (ta không thể phân biệt được vệt dây tóc bóng đèn). Lúc này ta đọc được giá trị nhiệt độ của đối tượng cần đo.



- 1- vật cần đo nhiệt độ      2- thấu kính (kính vật)      3- vòng đ/chính  
 4- kính mờ      5- bóng đèn      7- kính đỏ (bộ lọc)  
 6-vòng đ/chính      8- kính mắt (ống nhòm)      9- biến trở

**Hình 2.3.1:** Hỏa kế quang học

Nhiệt độ đo được bằng phương pháp này gọi là nhiệt độ sáng  $T_s$  các hỏa kế quang học được chia độ theo bức xạ của vật đen tuyệt đối nên khi đo thực tế ta được nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thật  $T_s < T_t$ .

Trong thực tế khi đo nhiệt độ của vật có  $T < 3000^{\circ}\text{C}$  với bước sóng  $\lambda$  trong khoảng  $0,4 \div 0,7 \mu\text{m}$  thì mật độ phổ bức xạ của vật đen tuyệt đối có quan hệ với nhiệt độ theo định luật Planck

So sánh bằng mắt tuy thủ công nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác nhất định. Vì cường độ sáng thay đổi nhiều hơn gấp 10 lần sự thay đổi của nhiệt độ.

Nhận xét: Giá trị độ đen  $\epsilon_\lambda$  ứng với  $\lambda = 0,65 \mu\text{m}$  của các vật được người ta xác định và lập thành lập bảng cho sẵn trong sổ tay.

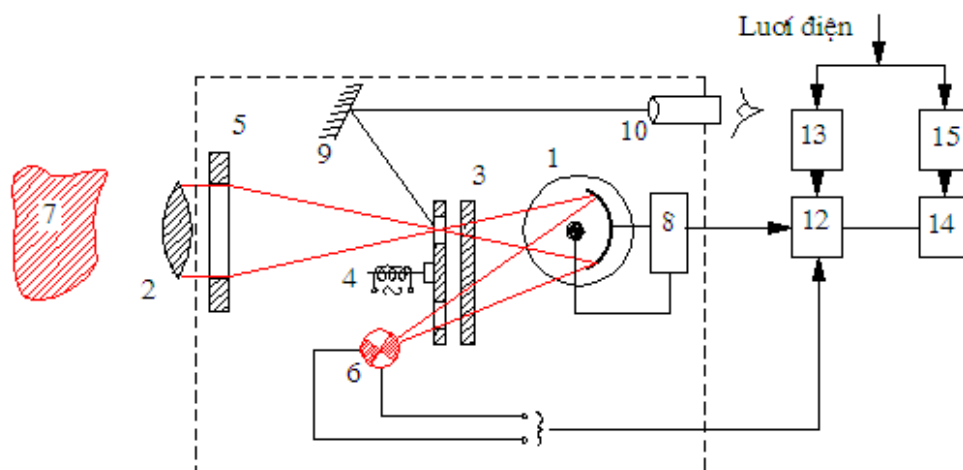
Trong một số trường hợp  $\epsilon_\lambda$  khó xác định chính xác thì phải tìm cách tạo trường hợp tương tự sao cho  $\epsilon_\lambda = 1$ .

Ví dụ: Hỏa kế quang học đo nhiệt độ gang nóng chảy, kim đồng hồ chỉ 2000oK xác định nhiệt độ thật của nó.

Tra bảng với gang ta có  $\epsilon_\lambda = 0,4 \Rightarrow \Delta T = 180,5^\circ\text{K}$

Hỏa kế quang học đo nhiệt độ từ  $700 \div 6000^\circ\text{K}$  có sai số cơ bản cho phép  $0,6 \div 2\%$ .

### 3.2. Hỏa kế quang điện.



- 1- Đèn quang điện    2- Kính vật    3- Kính lọc  
 4- Máy điều biến sóng ánh sáng kiểu chấn động điện từ    5- Màn điều tiết  
 6- Bóng đèn    7- Vật cần đo    8- Bộ khuếch đại điện tử  
 9- Gương phản xạ    10- Kính mắt    11- Bộ phận chứa đèn quang điện  
 12- Hộp điện    13- Bphận ôn áp    14- Điện thế kế điện tử  
 15- Biến áp cách ly.

**Hình 2.3.2:** Hỏa kế quang điện

Phạm vi đo  $600 \div 2000 \text{ oC}$  đặc biệt khi sử dụng kính mờ có thể đo đến  $4000 \text{ oC}$ .

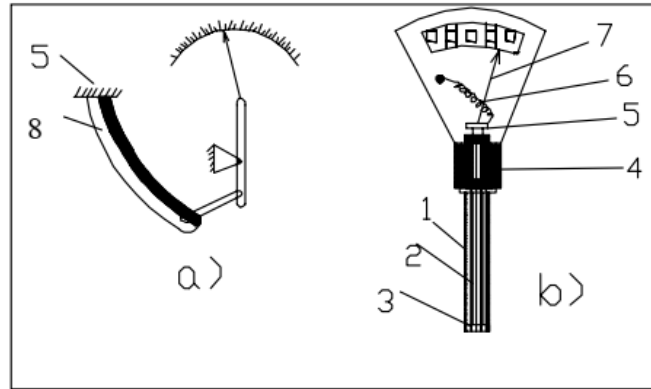
### 3.3. Nhiệt kế giãn nở:

+ **Nhiệt kế hai thanh kim loại:** Nhiệt kế hai thanh kim loại khác nhau uốn thành lò xo, ống xoắn nhiều vòng hàn lại với nhau thành thanh, khi nhiệt độ đốt nóng hai thanh nó sẽ dài ra không giống nhau và lò xo sẽ uốn về phía kim loại nào có hệ số giãn nở nhỏ làm kim chỉ chuyển dịch ta đọc được nhiệt độ bên trong.

- 1- ống
- 2- Thanh kéo.
- 3- Đáy ống.
- 4- 6, Lò xo.
- 5- Vỏ máy

7- Kim máy đo

8- Hai thanh kim loại của nhiệt kế

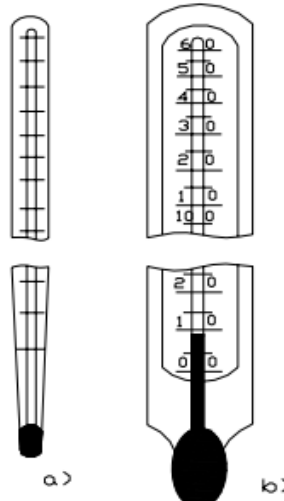


**Hình 2.3.3:** Nhiệt kế hai thanh kim loại

Chiều dài của 1 thanh ở 1 nhiệt độ được tính theo công thức:  $l_t = l_0(1 + \alpha t)$

Với  $l_0$  là chiều dài của thanh ở nhiệt độ  $00C$  ,  $\alpha$  là hệ số giãn nở nhiệt của kim loại của thanh đó

+ **Nhiệt kế thủy tinh chất lỏng:** Nhiệt kế kiểu thanh gồm 1 ống và 1 thanh kéo chế tạo bằng hai vật liệu khác nhau .Thanh kéo 1 được đặt trong ống, một đầu được gắn chặt vào đáy ống , khi bị đốt nóng và thanh kéo dài ra không giống nhau, tác động cơ khí lên kim chỉ quay đi 1 góc tương ứng với nhiệt độ cần đo chia trên thang mặt đồng hồ.



**Hình 2.2.4:** Nhiệt kế thủy ngân

Nhiệt kế giãn nở có độ chính xác thấp, nên dùng trong các hệ thống cần đo và điều khiển nhiệt độ đơn giản

Nguyên tắc làm việc của loại nhiệt kế này là dựa trên hiện tượng giãn nở vì nhiệt của chất lỏng chứa trong bầu thủy tinh , khi chất lỏng trong bầu bị đốt nóng, chất lỏng được dâng lên theo ống nối gắn với bầu chứa, quan sát chiều cao cột chất lỏng ta sẽ có nhiệt độ tương ứng được khắc trên thang đo.

Tiết diện càng nhỏ thì nhiệt kế càng nhạy với nhiệt độ, chất lỏng chứa trong bầu thủy tinh có thể là rượu hoặc thủy ngân.

Nhiệt kế thủy ngân thanh thẳng, có ống nổi nhỏ ,dài và dày làm bằng thủy tinh chịu nhiệt hoặc bằng thạch anh. Loại nhiệt kế này có độ chính xác cao hay sử dụng trong phòng thí nghiệm.

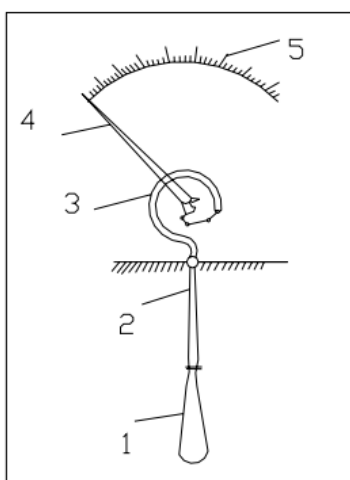
Nhiệt kế thủy ngân chế tạo đơn giản, giá thành hạ.Nhược điểm khó đọc số, số chỉ báo chậm , độ bền kém, không thể tự ghi và truyền tín hiệu đi xa.

### 3.4. Nhiệt áp kế.

Nhiệt áp kế có cơ cấu đo kiểu lò xo áp kế. Khi tăng nhiệt độ của túi nhiệt làm cho chất lỏng, chất khí chứa trong nó tăng thể tích nhưng do túi nhiệt là thể tích kín nên làm cho tăng áp suất và làm biến dạng lò xo, truyền qua cơ cấu truyền động tới kim chỉ của áp kế , ống nối với túi nhiệt có đường kính từ 0,2 ÷ 0,5mm gọi là ống lò xo đàn hồi. Ống lò xo này có thể là một hoặc nhiều vòng tùy theo thiết kế của nhà chế tạo.

Nhiệt áp kế phân theo tính chất làm việc như: nhiệt áp kế chất lỏng, chất khí, chất hơi. Với nhiệt áp kế chất lỏng chủ yếu là thủy ngân và rượu. Nhiệt áp kế chất hơi thường dùng chất lỏng có nhiệt độ sôi thấp như benzen, axeton

Trong nhiệt áp kế chất khí thì trong toàn bộ hệ thống áp suất đều chứa khí trơ như: heli, nitơ, ở áp suất cao hơn áp suất khí quyển



**Hình 2.3.5:** Nhiệt áp kế

- 1- Túi nhiệt
- 2- ống nối
- 3- Lò xo đàn hồi
- 4- Kim chỉ
- 5 -Thang đo

Cấu tạo của nhiệt áp kế. Túi nhiệt được chế tạo từ thép hoặc đồng thau, ống dẫn nối chế tạo từ vật liệu là thép hoặc đồng, lò xo ống đàn hồi làm bằng đồng thau. áp suất tối đa trong hệ thống kín của nhiệt áp kế có thể đạt tới 60 atmoppe, phía ngoài của nhiệt áp kế có thể lắp thêm công tắc tín hiệu, các bộ phận truyền tín hiệu đi xa, các cơ cấu tự ghi các thông số đo

Sai số của các loại nhiệt áp kế chất lỏng , chất khí không quá  $\pm 1,5\%$ ; sai số của nhiệt áp kế chất hơi có thể tới  $\pm 2,5\%$ . Nhược điểm của các loại nhiệt áp kế là độ bền cơ học của ống nối thấp, thời gian báo kết quả đo chậm, khó sửa chữa và lắp ráp.

### 3.5. Đo nhiệt độ sử dụng cặp nhiệt điện.

Nguyên tắc làm việc của cặp nhiệt điện là khi có hai thanh kim loại A và B khác nhau được hàn lại với nhau ở hai đầu 1 và 2. Đầu 1 có nhiệt độ là  $t$  (đầu đo nhiệt độ)

Đầu 2 có nhiệt độ là  $t_0$  (đầu tự do).

Do tính chất kim loại của hai thanh A, B khác nhau nên lượng điện tử tự do trong hai thanh cũng khác. Số lượng điện tử tự do khuếch tán sang qua mối hàn cũng khác nhau, khi cân bằng ở nhiệt độ nào đó thì ở mối nối giữa hai thanh sẽ xuất hiện một sức điện động xác lập.

Nếu đầu 1 và 2 có cùng nhiệt độ:  $E_{AB}(t) = e_{AB}(t) - e = f(t)$

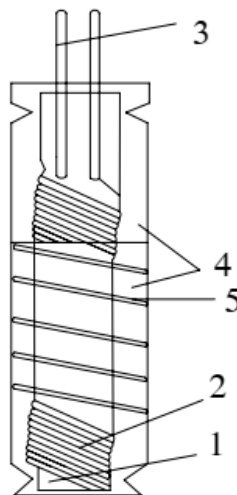
### 3.6. Đo nhiệt độ bằng cảm biến điện trở.

Từ năm 1821 người ta đã phát hiện ra điện trở của một số kim loại thay đổi theo nhiệt độ. Ngày nay với trình độ công nghệ kỹ thuật cao đã tạo ra được các loại cảm biến điện trở chia ra làm 3 nhóm: kim loại, bán dẫn và nhiệt điện trở, ưu điểm cơ bản của cảm biến điện trở là đơn giản, độ nhạy cao, ổn định dài hạn.

#### \* Cảm biến nhiệt độ điện trở kim loại

Nguyên lý làm việc của hệ thống đo nhiệt độ này là dựa trên sự thay đổi điện trở của kim loại làm điện trở khi nhiệt độ môi trường đo thay đổi so với trị số điện trở ở nhiệt độ tiêu chuẩn. Ví dụ điện trở của dây đồng thay đổi theo nhiệt độ:

$$R_{Cu t} = R_{Cu t_0} [1 + \alpha(t - t_0)] \Omega$$



**Hình 2.3.6:** Cấu tạo của một điện trở bạch kim sử dụng làm cảm biến nhiệt

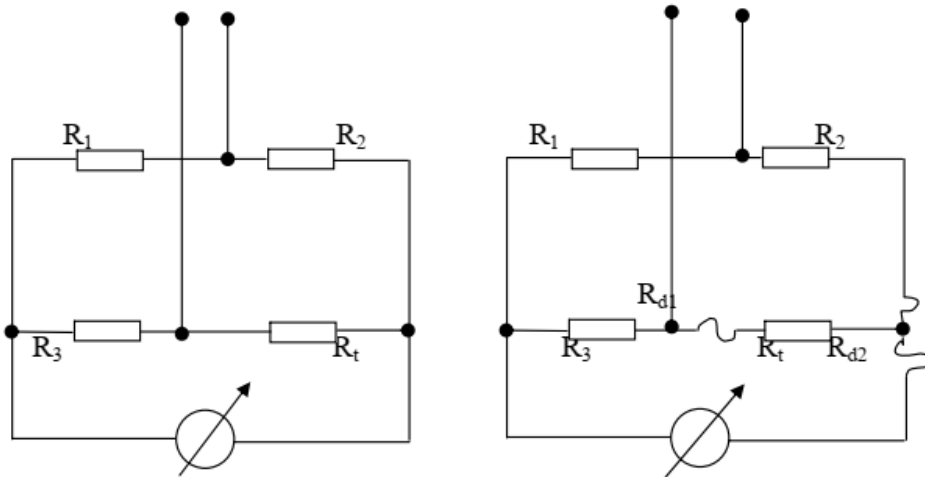
- 1- Tấm mica có đường ren
- 2- Dây platin
- 3- Đầu nối ra
- 4- Đệm mica
- 5- Dây bạc để gắn đệm mica

#### \* Cảm biến nhiệt điện trở Silic:

Silic tinh khiết hoặc đơn tinh thể silic có hệ số điện trở âm, tuy nhiên khi được kích tạp loại chất n ở một dải nhiệt độ nào đó hệ số nhiệt điện trở của nó thành dương.



Người ta đã thấy khi ở nhiệt độ dưới 2000C thì hệ số nhiệt điện trở của cảm biến nhiệt điện trở silic có trị số dương; còn khi nhiệt độ lớn hơn 200<sup>0</sup>C hệ số nhiệt điện trở là âm



**Hình 2.3.7:** Sơ đồ nối cảm biến nhiệt độ điện trở

#### 4. Thao tác đo các đại lượng không điện.

##### 4.1. Đo nhiệt độ

Đo nhiệt độ bằng phương pháp gián tiếp.

Quá trình trao đổi nhiệt giữa các vật có thể diễn ra dưới hình thức bức xạ nhiệt, không cần các vật đó trực tiếp tiếp xúc với nhau. Bức xạ nhiệt chính là sự truyền nội năng của vật bức xạ đi bằng sóng điện từ. Khi một vật khác hấp thụ sóng điện từ của vật bức xạ thì sóng điện từ đó lại được chuyển thành nhiệt năng.

Bất kỳ một vật nào sau khi nhận nhiệt thì cũng có một phần nhiệt năng chuyển đổi thành năng lượng bức xạ, số lượng được chuyển đổi đó có quan hệ với nhiệt độ.

Vậy từ năng lượng bức xạ người ta sẽ biết được nhiệt độ của vật. Dụng cụ dựa vào tác dụng bức xạ nhiệt để đo nhiệt độ của vật gọi là hỏa kế bức xạ, chúng thường được dùng để đo nhiệt độ trên 600 <sup>0</sup>C.

Nếu bức xạ có bước sóng  $\lambda = 0,4 \div 0,44 \mu\text{m} \rightarrow$  tím than

$\lambda = 0,44 \div 0,49 \mu\text{m} \rightarrow$  xanh đậm - xanh da trời

$\lambda = 0,49 \div 0,58 \mu\text{m} \rightarrow$  xanh lá cây thẫm

$\lambda = 0,58 \div 0,63 \mu\text{m} \rightarrow$  vàng nghệ

$\lambda = 0,63 \div 0,76 \mu\text{m} \rightarrow$  đỏ tươi - đỏ thẫm

Một vật bức xạ một lượng nhiệt là  $Q$  (W)  $\Rightarrow$  mật độ bức xạ toàn phần  $E$  (là năng lượng bức xạ qua một đơn vị diện tích)

$$E = \frac{dQ}{dF} \text{ W/m}^2, Q = \sum_{\lambda} Q_{\lambda} \Rightarrow E_{\lambda} = \frac{dQ_{\lambda}}{dF}$$

$E_{\lambda}$ : mật độ phổ. Bằng số năng lượng bức xạ trong một đơn vị thời gian với một đơn vị diện tích của vật và xảy ra trên một đơn vị độ dài sóng.

Cường độ bức xạ đơn sắc:

$$E_{\lambda} = dE/d\lambda \text{ (W/m}^2)$$

Dựa vào năng lượng do một vật hấp thụ người ta có thể biết được nhiệt độ của vật bức xạ nếu biết được các quan hệ giữa chúng.

Người ta có thể đo nhiệt độ bằng cách sử dụng các định luật bức xạ nhiệt.

#### **4.2. Đo áp suất.**

Các phương pháp đo áp suất hiện nay bao gồm: dùng đồng hồ đo áp suất để đo và dùng cảm biến áp suất để đo.

Có 2 phương pháp để đo áp suất, đó là sử dụng cảm biến đo áp suất (hay còn gọi là sensor đo áp suất) và đồng hồ đo áp suất.

Về ứng dụng thì 2 phương pháp này đều chung mục đích là đo tín hiệu áp suất. Tuy nhiên, cách xử lý tín hiệu này thì lại khác nhau. Cụ thể là:

+ Đồng hồ đo áp suất: là một phương pháp đo áp suất bằng cơ. Nghĩa là chúng ta chỉ cần gắn đồng hồ áp suất vào vị trí cần đo → giám sát tín hiệu này trên mặt đồng hồ – > xong.

+ Cảm biến đo áp suất: là phương pháp sử dụng một loại cảm biến để đo tín hiệu áp suất. Phương pháp này phức tạp hơn dùng đồng hồ đo áp suất là ở chỗ ta phải cấp nguồn cho thiết bị. Ngoài ra tín hiệu áp suất ở ngõ ra là tín hiệu 4-20mA. Không thể nào đọc được trực tiếp tín hiệu này, mà phải thông qua bộ hiển thị hoặc lập trình trên PLC.

Cảm biến đo áp suất sử dụng nguyên lý lực căng của bề mặt. Cảm biến áp suất có 1 màng bằng sứ bên trong. Khi áp lực tác động lên bề mặt của màng sẽ làm thay đổi bề mặt màng cảm biến. Tùy theo độ biến dạng của màng, bộ xử lý sẽ tính ra được áp suất là bao nhiêu. Và sau đó là cho ra tín hiệu 4-20mA.

Đồng hồ đo áp suất hoạt động dựa trên nguyên lý giãn nở của ống bourdon (bourdon tube). Khi áp suất đi vào phần chân kết nối sẽ đi vào ống bourdon. Khi đó ống bourdon sẽ giãn nở ra do tác động của áp suất. Việc giãn nở của ống bourdon sẽ làm cho bộ phận truyền động di chuyển kim trên mặt đồng hồ.

Mỗi phương pháp đều đại diện cho một cách đo và sử dụng tín hiệu áp suất khác nhau. Tùy theo mục đích sử dụng mà ta sẽ chọn phương pháp tương ứng

Sử dụng đồng hồ đo áp suất nếu chỉ muốn đo và giám sát tín hiệu tại chỗ.

Và sử dụng cảm biến đo áp suất nếu muốn lấy tín hiệu áp suất về PLC để lập trình, điều khiển.

#### **\* Nguyên lý đo áp suất của cảm biến áp suất.**

Nguyên lý hoạt động cảm biến áp suất cũng gần giống như các loại cảm biến khác là cần nguồn tác động (nguồn áp suất, nguồn nhiệt,... nguồn cần đo của cảm biến loại đó) tác động lên cảm biến, cảm biến đưa giá trị về vi xử lý, vi xử lý tín hiệu rồi đưa tín hiệu ra.

Đối với chất lưu không chuyển động, áp suất chất lưu là áp suất tĩnh. Do vậy, đo áp suất chất lưu thực chất là xác định lực tác dụng lên một diện tích thành bình.

Trong cách đo thứ nhất, phải sử dụng một cảm biến đặt sát thành bình. Trong trường hợp này, áp suất cần đo được cân bằng với áp suất thủy tĩnh do cột chất lỏng mẫu tạo nên hoặc tác động lên một vật trung gian có phần tử nhạy cảm với lực do áp suất gây ra. Khi sử dụng vật trung gian để đo áp suất, cảm biến thường trang bị thêm bộ phận chuyển đổi điện.

Trong cách đo thứ hai, người ta gắn lên thành bình các cảm biến đo ứng suất để đo biến dạng của thành bình.

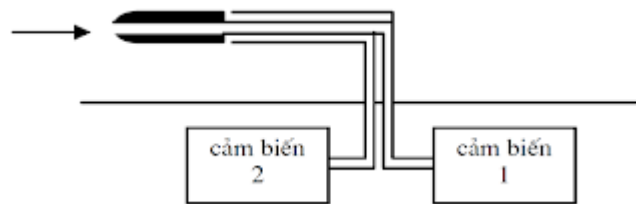
Đối với chất lưu chuyển động, áp suất chất lưu ( $p$ ) là tổng áp suất tĩnh ( $p_t$ ) và áp suất động

$$(p\text{đ}): p = p_t + p\text{đ}$$

Áp suất tĩnh tương ứng với áp suất gây nên khi chất lỏng không chuyển động. Áp suất động do chất lưu chuyển động gây nên và có giá trị tỷ lệ với bình phương vận tốc chất lưu:

$$p_d = \frac{\rho v^2}{2}$$

Khi dòng chảy va đập vuông góc với một mặt phẳng, áp suất động chuyển thành áp suất tĩnh, áp suất tác dụng lên mặt phẳng là áp suất tổng. Do vậy áp suất động được đo thông qua chênh lệch giữa áp suất tổng và áp suất tĩnh. Thông thường việc đo hiệu áp suất ( $p - p_t$ ) thực hiện nhờ hai cảm biến nối với hai đầu ra của một ống Pitot (như hình vẽ bên dưới), trong đó cảm biến (1) đo áp suất tổng, cảm biến (2) đo áp suất tĩnh



### 4.3. Đo lưu lượng.

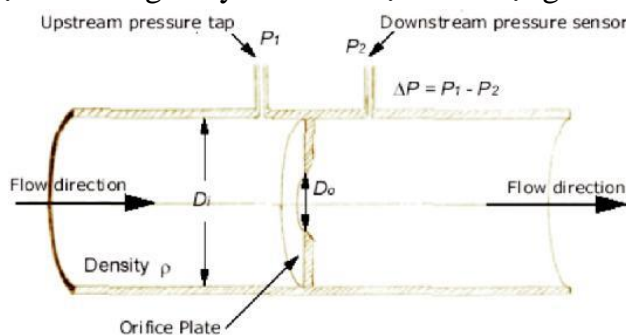
Sử dụng cảm biến lưu lượng dựa vào chênh lệch áp suất để đo lưu lượng.

Lưu lượng kế loại này hoạt động dựa vào nguyên lý Bernoulli. Tức là sự chênh lệch áp suất xảy ra tại chỗ thắt ngẫu nhiên nào đó trên đường chảy, dựa vào sự chênh lệch áp suất này để tính toán ra vận tốc dòng chảy.

Cảm biến lưu lượng loại này thường có dạng lỗ orifice, ống pitot và ống venture. Hình 1 thể hiện loại cảm biến tâm lỗ orifice, lỗ này tạo ra nút thắt trên dòng chảy.

Khi chất lỏng chảy qua lỗ này, theo định luật bảo toàn khối lượng, vận tốc của chất lỏng ra khỏi lỗ tròn lớn hơn vận tốc của chất lỏng đến lỗ đó.

Theo nguyên lý Bernoulli, điều này có nghĩa là áp suất ở phía mặt vào cao hơn áp suất mặt ra. Tiến hành đo sự chênh lệch áp suất này cho phép xác định trực tiếp vận tốc dòng chảy. Dựa vào vận tốc dòng chảy sẽ tính được lưu lượng thể tích dòng chảy.



**Hình 2.2.4:** Cảm biến lưu lượng

Khi chọn lựa, lắp đặt thiết bị đo lưu lượng loại này trong ứng dụng công nghiệp cần lưu ý các điểm sau:

- Cảm biến được chế tạo dựa trên công nghệ cổ điển, hoạt động ổn định-bền vững, dễ bảo trì-bảo dưỡng;
- Phù hợp cho dòng chảy hỗn hợp;
- Độ chính xác thấp ở dải lưu lượng nhỏ;
- Sử dụng kỹ thuật đo lưu lượng chiết tách trong một đoạn ống dẫn, vì vậy đòi hỏi phải tiêu hao thêm năng lượng khi chạy bơm;
- Yêu cầu chính xác vị trí lắp đặt tấm lỗ orifice, điểm trích lỗ đo áp suất đầu nguồn và điểm trích lỗ đo áp suất phía hạ nguồn dòng chảy.

#### 4.4. Cảm biến

##### 4.4.1. Khái niệm

Cảm biến: là chuyển đổi thực hiện chức năng biến đổi đại lượng không điện thành đại lượng điện. Ví dụ như biến áp suất, nhiệt độ, lưu lượng, vận tốc... thành tín hiệu điện (mv, V, mA...)

Chuyển đổi đo lường: là các chuyển đổi đại lượng điện này thành đại lượng khác

Các bộ cảm biến thường được định nghĩa theo nghĩa rộng là thiết bị cảm nhận và đáp ứng với các tín hiệu và kích thích.

Nói cách khác cảm biến chính là các chuyển đổi đo lường sơ cấp được đặt trong một vỏ hộp có kích thước hình dáng rất khác nhau và được chuẩn hoá để phù hợp với sử dụng trong thực tế (lắp đặt, đặc tính, cấu tạo..)

##### 4.4.2. Phân loại.

- Cảm biến thụ động

Đại lượng	Thông số biến đổi	Vật liệu làm cảm biến
Nhiệt độ	Điện trở suất	Kim loại : platine, nickel, đồng, chất bán dẫn Thủy tinh
Nhiệt độ rất thấp	Hằng số điện môi	
Biến dạng	Điện trở suất	Hợp kim niken và silic mạ Hợp kim sắt từ
	Độ từ thẩm	
Vị trí	Điện trở suất	Từ trở
Từ thông của bức xạ quang	Điện trở suất	Bán dẫn
Độ ẩm	Điện trở suất Hằng số điện môi	Chlorure de lithium Hợp kim polymere
Mức	Hằng số điện môi	Cách điện lỏng

- Cảm biến tích cực

Đại lượng vật lý cần đo	Hiệu ứng sử dụng	Tín hiệu ra
Lực áp suất Gia tốc	Áp điện	Điện tích
Nhiệt độ	Nhiệt điện	Điện áp
Tốc độ (vận tốc)	Cảm ứng điện từ	Điện áp
Vị trí	Hiệu ứng Hall	Điện áp
Từ thông bức xạ quang	Hoa quang Phát xạ quang Hiệu ứng quang áp Hiệu ứng quang điện từ	Điện tích Dòng điện Điện áp Điện áp

- Phân loại cảm biến theo kích thước

#### 4.4.3. Ứng dụng

Các loại cảm biến hay được sử dụng trong công nghiệp và dân dụng.

- + Cảm biến đo nhiệt độ (37,29%)
- + Cảm biến đo vị trí (27,12%)
- + Cảm biến đo di chuyển (16,27%)
- + Cảm biến đo áp suất (12,88%)
- + Cảm biến đo lưu lượng (1,36%)
- + Cảm biến đo mức (1,2%)
- + Cảm biến đo lực (1,2%)
- + Cảm biến đo độ ẩm (0,81%)

### CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phần tử cơ bản của thiết bị đo công suất và năng lượng?
2. Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động và ưu nhược điểm của đo lường nhiệt?
3. So sánh ưu nhược điểm của từng cách đo nhiệt độ?
4. Để đánh giá sai số của cảm biến, người ta thường quan tâm đến loại sai số nào?



## PHIẾU THỰC HÀNH SỐ 3

### SỬ DỤNG AMPE - KẾ KẸP

Nhóm:

Lớp:

Ngày thực hiện:

#### A. MỤC TIÊU:

- Sử dụng thành thạo Ampe kế kẹp.
- Đo đúng và đọc đúng chỉ số đo được hiển thị trên Ampe kế.

#### B. KIẾN THỨC CẦN THIẾT:

Loại Ampe kế thường phải mắc nối tiếp và cố định trong mạch. Để tiện cho việc sử dụng, người ta chế tạo ra loại Ampe kế kẹp (Amprobe) để đo cường độ dòng điện mà không cần mắc nối tiếp trong mạch.

Ampe kế kẹp có cấu tạo cơ bản gồm có một khung mạch từ khép mở dễ dàng nhờ lò xo. Trên mạch từ được quấn nhiều vòng dây để lấy điện cảm ứng làm nguồn điện cung cấp cho điện kế khung dây quay sau khi đã chỉnh lưu.

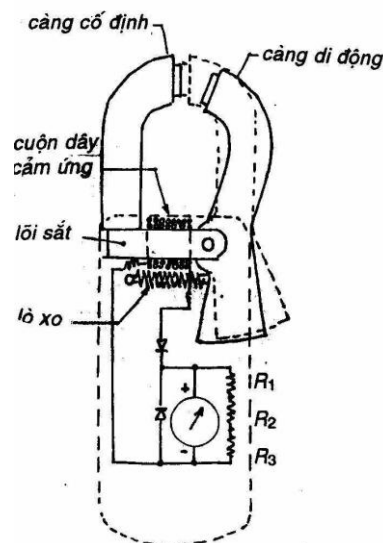
Ampe kế kẹp làm việc dựa trên nguyên lý của máy biến áp

#### C. DỤNG CỤ THỰC TẬP:

- Ampe kế kẹp.
- Nguồn điện xoay chiều, phụ tải (động cơ 1 pha, 3 pha...).

#### D. NỘI DUNG THỰC TẬP:

##### Bước 1: Đo dòng điện xoay chiều:

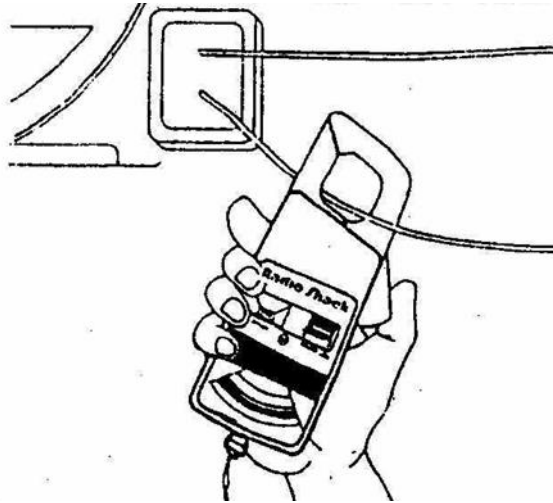


- Bật công tắc về những tầm đo có ký hiệu AC.A (Ampe).
- Chọn thang đo thích hợp thích hợp với dòng điện cần đo.
- Kẹp Ampe kế vào dây dẫn cần đo.
- Đọc chỉ số trên những thang đo tương ứng.

Nếu dòng điện chạy qua dây dẫn quá nhỏ, gây khó khăn cho việc đọc, ta quấn dây dẫn một vài vòng xung quanh khung của Ampe kế kẹp để tăng dòng cảm ứng. Khi đó, chỉ số dòng sẽ tăng lên tỷ lệ thuận với số vòng dây quấn. Vì vậy, ta lấy chỉ số đọc được chia cho số vòng dây quấn thì được chỉ số thực của dòng điện cần đo.

**Bước 2: Đo điện áp xoay chiều:**

- Bật công tắc về những tầm đo có ký hiệu AC.V.
- Chọn thang đo thích hợp thích hợp với điện áp cần đo.
- Dùng hai que đo đo áp cần đo.
- Đọc chỉ số trên thang đo tương ứng với tầm đo.



**Bước 3: Đo điện trở R:**

- Bật công tắc về những tầm đo có ký hiệu  $\Omega$
- Chọn thang đo thích hợp thích hợp với điện trở cần đo.
- Dùng hai que đo đo điện trở cần đo.
- Đọc chỉ số trên thang đo tương ứng với tầm đo.

**E. BÁO CÁO:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## **BÀI 3: THÍ NGHIỆM ĐỘNG CƠ 3 PHA**

### **Giới thiệu:**

Để các thiết bị điện vận hành an toàn liên tục đảm bảo điều kiện kỹ thuật và kinh tế phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng vận hành của các thiết bị trong hệ thống điện. Trong quá trình sản xuất và vận hành, trang thiết bị điện áp cao khó tránh khỏi xuất hiện những khuyết tật trong cách điện, với một xác suất nhất định nào đó, do những sai sót trong chế tạo, vận chuyển, lắp ráp hoặc trong thời gian vận hành cũng như do những tác nhân bên ngoài chưa lường trước được. Để giảm thấp một cách đáng kể xác suất sự cố do hư hỏng cách điện, cần phải áp dụng một qui trình kiểm tra, thử nghiệm chất lượng các thiết bị điện bằng nhiều công đoạn với nhiều thử nghiệm khác nhau trong quá trình chế tạo, kiểm tra xuất xưởng, đóng điện nghiệm thu sau khi lắp đặt cũng như định kỳ thử nghiệm trong quá trình vận hành và thử nghiệm trong sửa chữa lớn để đảm bảo sự làm việc ổn định tin cậy của thiết bị. Với tính chất công việc sản xuất và vận hành các thiết bị điện chúng ta quan tâm nhiều đến các thử nghiệm sau lắp đặt, thử nghiệm định kỳ trong quá trình vận hành và thử nghiệm trong sửa chữa lớn.

Động cơ điện xoay chiều 3 pha cao áp là động cơ có điện áp định mức lớn hơn 1000V (thường dùng ở lưới điện 6000V). Gồm hai loại: Động cơ điện đồng bộ và động cơ điện không đồng bộ.

- Động cơ điện đồng bộ là động cơ điện có tốc độ rôto bằng tốc độ của từ trường quay. Có 2 cuộn dây: cuộn dây stato 3 pha và 1 cuộn dây rôto.

- Động cơ điện không đồng bộ là động cơ điện có tốc độ rôto nhỏ tốc độ của từ trường quay:

- + Có 1 cuộn dây: cuộn dây stato 3 pha và các thanh dẫn rôto. (đối với rôto lồng sóc)

- + Có 2 cuộn dây: cuộn dây stato 3 pha và 3 cuộn dây rôto. (đối với rôto dây quấn thường dùng với động cơ hạ áp có điều chỉnh tốc độ)

### **Mục tiêu của bài:**

- Phân tích được mục đích ý nghĩa của công tác thí nghiệm động cơ 3 pha.
- Trình bày được các bước tiến hành khi kiểm tra thí nghiệm động cơ 3 pha.
- Sử dụng được các thiết bị để kiểm tra thí nghiệm động cơ một cách thành thạo..
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### **Nội dung chính:**

#### **1. Kiểm tra tình trạng cách điện của cuộn dây.**

##### **1.1. Khái niệm.**

Tiêu chuẩn này áp dụng cho động cơ điện không đồng bộ ba pha công suất 100 W và lớn hơn, làm việc trong lưới điện xoay chiều 3 pha với tần số dưới 400 Hz.

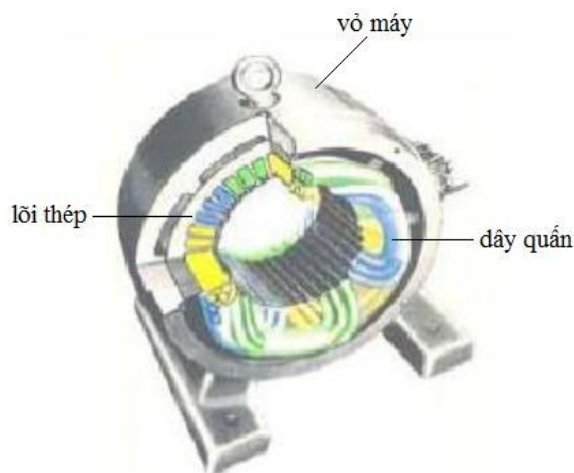
Tiêu chuẩn quy định các phương pháp thử sau:

- Đo điện trở cách điện của các cuộn dây với vỏ máy và giữa các cuộn dây với nhau.



- Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều ở trạng thái nguội.
- Xác định hệ số biến áp - đối với các động cơ điện rôto dây cuốn.
- Thử độ bền điện của cách điện các cuộn dây với vỏ máy và giữa các cuộn dây.
- Thử độ bền điện của cách điện giữa các vòng dây của cuộn dây.
- Xác định dòng điện và tổn hao không tải.
- Xác định dòng điện và tổn hao ngắn mạch, mômen quay khởi động ban đầu và dòng điện khởi động ban đầu.
- Thử khi tăng tốc độ quay.
- Thử phát nóng.
- Kiểm tra các giá trị hiệu suất, hệ số công suất, hệ số trượt.
- Thử quá tải ngắn hạn theo dòng điện.
- Xác định mômen quay lớn nhất.
- Xác định mômen quay nhỏ nhất trong quá trình khởi động đối với các động cơ điện rôto ngắn mạch.
- Thử nóng ẩm.

## 1.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc.



**Hình 3.1.1:** Phần Stator của động cơ

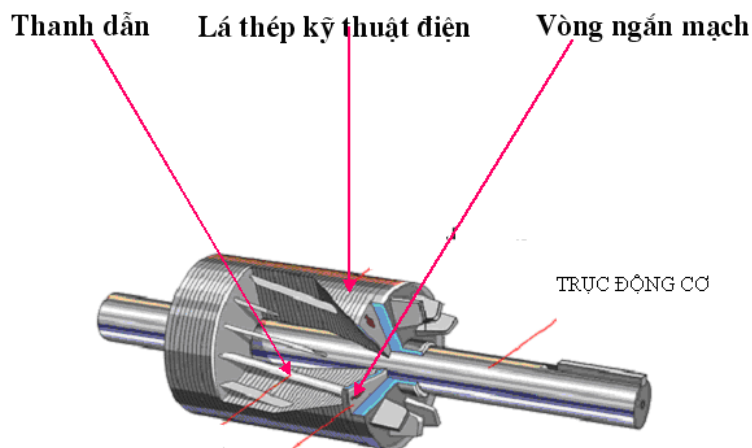
- Động cơ điện đồng bộ thường được chế tạo theo kiểu cực lõi và được sử dụng để kéo các tải không đòi hỏi phải thay đổi tốc độ, công suất chủ yếu từ 200KW trở lên.
- Động cơ điện đồng bộ cực lõi thường có tốc độ quay thấp, vì vậy khác với động cơ đồng bộ cực ẩn, đường kính rô to của nó có thể lên tới 15m trong khi chiều dài lại nhỏ.
- Rô to của động cơ điện đồng bộ cực lõi công suất nhỏ và trung bình có lõi thép được chế tạo bằng thép đúc và gia công thành khối lăng trụ trên mặt có đặt các cực từ. Ở các động cơ có công suất lớn lõi thép được hình thành bởi các tấm thép dày từ 1÷6mm, được dập hoặc đúc định hình sẵn để ghép thành các khối lăng trụ và lõi thép này thường không trực tiếp lồng vào trục máy. Cực từ đặt trên lõi thép rô to được ghép bằng những lá thép dày 1÷1,5mm.
- Việc cố định cực từ trên lõi thép được thực hiện nhờ các bu long xuyên qua mặt cực và vít chặt vào lõi thép rô to.

- Dây quấn kích từ được chế tạo bởi dây đồng tiết diện chữ nhật quấn uốn theo chiều mỏng thành từng cuộn dây. Cách điện giữa các vòng dây là các lớp mica. Các cuộn dây sau khi đã ra công được lồng vào các thân cực.

- Stato của động cơ điện đồng bộ bao gồm lõi thép trong có đặt dây quấn ba pha và thân máy, nắp máy. Lõi thép stato được ép bằng lá tôn silic dày 0,5mm. Hai mặt có phủ sơn cách điện. Lõi thép stato được đặt cố định trên thân máy.

- Trên bề mặt phía trong của lõi thép stato được sê đánh và đặt bộ dây ba pha, bộ dây này được làm bằng đồng hoặc nhôm có quấn cách điện với nhau và cách điện với lõi thép, vỏ và đất.

- Trong các động cơ điện đồng bộ công suất trung bình và lớn thân máy được chế tạo theo kết cấu khung thép, mặt ngoài bọc bằng tấm thép dát dày. Thân máy phải thiết kế và chế tạo để sao cho trong nó hình thành hệ thống đường thông gió làm mát cho động cơ. Nắp máy cũng được chế tạo từ thép tấm hoặc từ gang đúc. Ở các động cơ điện công suất trung bình và lớn ổ trục không đặt ở nắp máy mà ở giá đỡ ổ trục đặt cố định trên bề mặt.



**Hình 3.1.2:** Phần Rotor của động cơ

### 1.3. Kiểm tra tình trạng cách điện của cuộn dây.

Khi cuộn dây của động cơ điện 3 pha bị ngắn mạch, dưới tác động của dòng điện ngắn mạch rất lớn, nhanh chóng động cơ điện 3 pha sẽ bốc khói. Sự phát nóng cục bộ sẽ làm cho một trong số các cuộn dây sẽ bị cháy.

Trường hợp cuộn dây có nhiều vòng thì khi số vòng dây bị chập mạch ít thì động cơ có thể quay thêm một thời gian ngắn nữa. Ngay lúc này thì động cơ điện có tiếng ồn rất lớn, dòng điện 3 pha không cân bằng, tốc độ quay giảm, có hiện tượng nóng cục bộ.

#### Bước 1: Ngừng, tháo động cơ điện ra

- Kiểm tra bên ngoài: khi tháo động cơ điện ra thì thấy chỗ cách điện bị cháy xém, ngửi thấy mùi khét, khi dùng tay sờ thấy được chỗ chập mạch rất nóng.

- Dùng Mega-ohm đo điện trở cách điện giữa hai cuộn dây pha bất kỳ. Nếu điện trở cách điện gần như bằng 0 thì chứng tỏ hai pha đã chạm điện.

- Dùng VOM để thang đo X1, X10, X100 nếu đo các đầu đều lên 0 là hư. Còn nếu là động cơ 1 pha vì có 2 cuộn riêng biệt đo từng cuộn có giá trị nào khác 0 thì còn được, 3 pha thì đo 3 cuộn.

- Với động cơ 3 pha roto lồng sóc bác tách các đầu dây riêng ra, dùng VOM (điện tử càng tốt) đo R từng cuộn, kết quả 3 cuộn tương đương nhau là ok (động cơ lớn khi đo R nó cho kết quả bằng 0 vì vậy phải dùng đồng hồ Mili Ohm, Micro Ohm kể hoặc dùng phương pháp Volt/ampere mới đo được), sau đó dùng megaohm đo cách điện giữa 3 cuộn dây với nhau và 3 cuộn với vỏ, kết quả không nhỏ hơn 0,5 Mega Ohm là tốt.

## **Bước 2: Sửa chữa.**

Sự cố chập mạch của cuộn dây phần lớn là do bị bung môi hàn ở đệm cách điện tam giác giữa các cuộn pha gây ra. Có thể dùng dòng điện hoặc máy sấy tóc làm cho lớp sơn tẩm cuộn dây bị mềm đi. Sau đó dùng dụng cụ chuyên dùng tách vòng dây có sự cố ở đầu cuộn dây để sửa chữa, tẩm sấy chất cách điện mới và tăng thêm đệm lót vào chỗ chập mạch.

### **1.4. Động cơ điện 3 pha bị hỏng cách điện.**

Phần lớn sự cố trong động cơ điện là xảy ra là do hỏng cách điện của cuộn dây stator và dây quấn.

- Hiện tượng: Động cơ điện 3 pha đang làm việc thì có mùi khét, có khói bốc lên kèm theo động cơ điện nóng dữ dội. Đó là cách điện cuộn dây của động cơ điện bị hỏng gây ra chập mạch bởi dây với vỏ hoặc giữa các bó dây pha với nhau, chập chập vòng dây trong một bó dây.

- Nguyên nhân:

+ Cách điện bị ẩm ướt.

+ Cuộn dây bị bụi bẩn, dầu mỡ hoặc bụi kim loại.

+ Va chạm cơ học làm xước cách điện bởi dây.

+ Trong môi trường làm việc có hóa chất ăn mòn cách điện như: Axit, kiềm.

+ Động cơ điện bị quá tải lâu dài làm cho cách điện bị dòn.

+ Lão hóa lớp cách điện.

### **1.5. Kiểm tra phát hiện và sửa chữa**

#### **\* Trường hợp cuộn dây bị ẩm.**

Kiểm tra bằng Mega ohm. Chú ý khi dùng Mega ohm:

Động cơ điện sử dụng điện áp định mức tới 500 V thì dùng ohm kế 500 V.

Động cơ điện sử dụng điện áp cao (tới 6.000 V) thì dùng ohm kế từ 1.000 V-2.500 V.

Khi đo điện trở cách điện giữa pha với vỏ và pha với pha nhỏ hơn 0.4 Mega ohm và thấp hơn 0.5 Mega ohm đối với cuộn dây rotor của động cơ điện ruột quấn thì cách điện của động cơ điện bị ẩm cần sấy lại cuộn dây.

Dùng khí nén (áp suất nhỏ hơn 4 kg/cm<sup>2</sup>) thổi sạch bụi. Khi thổi có thể tháo rời rotor ra khỏi stator để tiện kiểm tra có các vết xước hỏng cách điện do va chạm cơ học. Tùy theo mức độ nặng hay nhẹ để quyết định quét lớp sơn cách điện hoặc tẩm lại cuộn dây.

Trường hợp đã xác định là không có chập chập pha với vỏ hoặc pha với pha mà động cơ điện vẫn có hiện tượng kêu và quá nóng cục bộ. Khi đo dòng điện 3 pha thấy mất cân bằng ngay cả khi không tải. Đây là nguyên do chập chập vòng dây.

### \* Trường hợp bị bụi bẩn.

Có nhiều cách như: Bằng đèn điện, bằng khí nóng, tẩm sơn bằng cách dội hoặc quét.v.v...

Hiện đại như: Tẩm sấy trong lò chân không có áp lực.

Thực tế trong sửa chữa người ta thường dùng: Dòng điện chạy trực tiếp trong cuộn dây của động cơ điện, sấy bằng dòng cảm ứng gián tiếp ...

### 1.6. Kiểm tra cách điện.

Dùng Mega ôm để thang 500v đối với động cơ đã qua sử dụng, thang đo 1000v nếu là động cơ mới.

Kiểm tra đo các pha với vỏ động cơ

Kiểm tra các pha với nhau (phải tháo điểm nối chung để 6 dây nằm riêng ra)

Tiêu chuẩn đạt từ 0.5 Mega ôm trở lên đối với động cơ hạ thế là có thể chạy được

Nhưng động cơ có cách điện tốt, không có bụi bám trong cuộn dây đo thực tế thường từ 20 Mega ôm đến vô cực

Nếu chỉ số đo được dưới 0.3 Mega ôm là động cơ bị ẩm hoặc bị quá nhiều bụi bẩn dẫn điện không đạt yêu cầu kỹ thuật phải làm sạch, sấy khô...

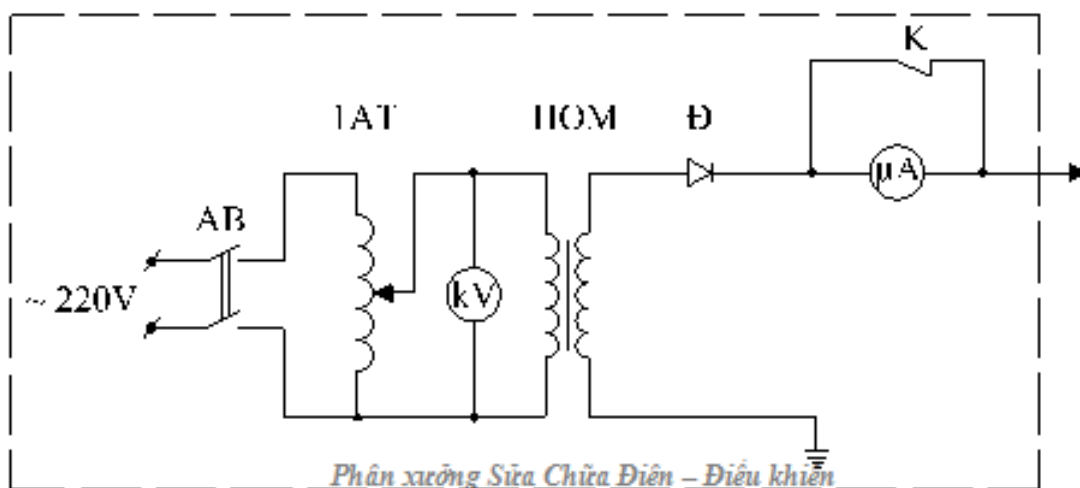
Đồng hồ vọt lên chỉ số bằng 0 thì động cơ đã bị hỏng (chạm mát, chạm pha) phải tháo ra sửa hoặc quấn lại.

### 2. Thử nghiệm cách điện của cuộn dây bằng điện áp tăng cao.

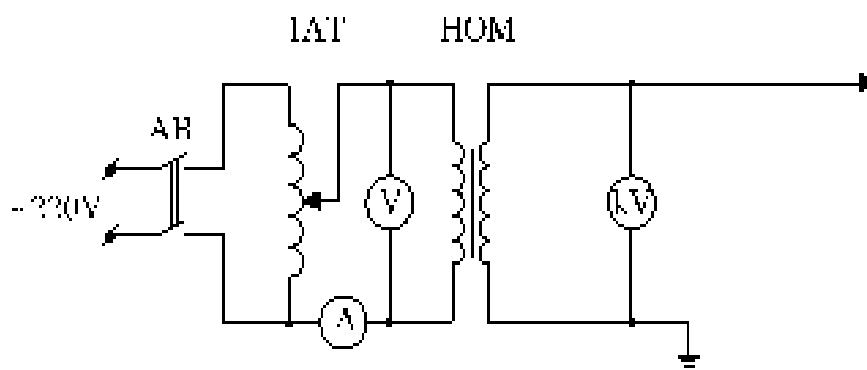
Mục đích thử nghiệm cách điện của cuộn dây bằng điện áp tăng cao:

- Khi trị số điện trở cách điện và hệ số hấp thụ đạt tiêu chuẩn chứng tỏ cách điện cuộn dây của động cơ là khô ta tiến hành thử nghiệm điện áp xoay chiều tăng cao đối với cuộn dây stato.

- Nhằm đánh giá quyết định về cách điện của cuộn dây. Hạng mục này phát hiện những chỗ hư hỏng cục bộ, những chỗ nứt gãy, thủng, những bọt khí và đánh giá tình trạng làm việc lâu dài của cách điện cuộn dây mà khi đo điện trở cách điện bằng megôm mét không phát hiện ra (do điện áp của megôm mét rất thấp so).



Hình 3.2.1: Thử điện áp xoay chiều tăng cao cuộn dây



**Hình 3.2.2:** Thử điện áp xoay chiều tăng cao cuộn dây máy kích thích chính số 3

Thử nghiệm điện áp xoay chiều tăng cao đối với cuộn dây stator của động cơ được tiến hành khi lắp mới, sau khi sửa chữa cuộn dây, trước và sau khi sửa chữa lớn (đại tu). Khi thử nghiệm điện áp xoay chiều tăng cao đối với cuộn dây stator của động cơ ta tiến hành thử nghiệm điện áp xoay chiều tăng cao chung luôn cả sứ đỡ các thanh phíp ở hộp cực.

Điện áp thử nghiệm khi xuất xưởng:  $U_{tn} = (2U_{đm} + 1)KV$

Điện áp thử nghiệm trong sửa chữa và đại tu:  $U_{tn} = (1,6 U_{đm} + 0,8)KV$

Điện áp thử nghiệm khi nghiệm thu (sau khi sửa chữa và đại tu xong):  
 $U_{tn} = U_{đm}$ .

Thời gian thử nghiệm = 1 phút.

Trong khi thử nghiệm không có hiện tượng phóng điện, không có khói, dòng điện, điện áp ổn định. Thì chúng ta cách điện cuộn dây của động cơ đạt tiêu chuẩn kỹ thuật.

Đối với cuộn dây roto việc thử nghiệm điện áp xoay chiều tăng cao có thể thay thế bằng việc dùng mê gôm 2500V đo điện trở cách điện trong thời gian 1 phút.

### 3. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.

Nhằm phát hiện chất lượng các mối hàn và sự chạm chập các vòng dây trong một pha.

Thiết bị thí nghiệm: Dùng cầu đo một chiều P333 hoặc P4833

- Đối với cuộn dây stator trị số điện trở đo được so sánh với nhau hoặc so sánh với lần đo trước qui về cùng nhiệt độ tiêu chuẩn (20oC) không lệch nhau quá 2%.

- Đối với cuộn dây rôto trị số điện trở đo được so sánh với nhà chế tạo hoặc so sánh với lần đo trước qui về cùng nhiệt độ tiêu chuẩn (20oC) không lệch nhau quá 2%.

### 4. Kiểm tra cực tính của động cơ.

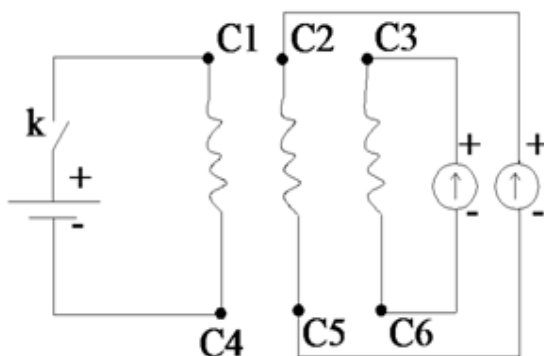
Thứ tự pha của cuộn dây ba pha là quy ước các đầu dây của của động cơ điện ba pha khi ta đấu chúng với lưới điện ba pha thứ tự thuận thì động cơ sẽ quay theo chiều thuận (trục quay động cơ sẽ quay theo chiều kim đồng hồ khi nhìn từ phía trục động cơ). Làm cơ sở cho việc đấu nối các cuộn dây của động cơ phù hợp với điện áp làm việc của động cơ.

Cần so sánh đối chiếu ngay cực tính đo với cực tính cho trong lý lịch máy (nhãn máy) để kiểm tra kết quả của từng cặp cuộn dây, kịp thời phát hiện các sai sót, các trường hợp bất thường không phù hợp với nhãn máy

Đối với các động cơ mới trước khi đưa vào vận hành, hoặc các động cơ mất mát đầu cốt, hoặc trước khi sửa chữa lớn tháo ra không đánh dấu thì trước khi đấu cáp vào ta phải xác định cực tính động cơ.

Có nhiều phương pháp để kiểm tra cực tính của động cơ:

- Kiểm tra cực tính bằng phương pháp một chiều:



**Hình 3.4.1:** Sơ đồ đấu dây kiểm tra cực tính của động cơ.

Dùng pin 1,5V hoặc 3V

Điện kế chỉ 0 hoặc cơ cấu của đồng hồ vạn năng, để ở thang điện áp hoặc dòng điện một chiều nhỏ.

Nếu đầu dương của pin và đầu dương của điện kế đấu đúng như sơ đồ trên kim của điện kế chỉ trái thì các đầu C1C2C3 là đầu đầu, các đầu C4C5C6 là đầu cuối. nếu trong khi thử nghiệm có pha nào kim điện kế chỉ phải thì ta tráo hai đầu của pha đó cho nhau.

- Kiểm tra cực tính bằng phương pháp xoay chiều:

Dùng nguồn 50V AC và 2 vôn mét

Giả sử gọi C1,C2,C3 là đầu đầu

C4,C5,C6 là đầu cuối

Nối C2,C3 với nhau, đưa nguồn 50V AC vào C1 và C4, dùng vôn mét đo điện áp C5 và C6 nếu vôn mét chỉ 0V, chứng tỏ C2 và C3 cùng đầu. (Nếu vôn mét chỉ 100V thì đảo một trong hai đầu dây cho nhau). Tiếp tục nối C1 với C3, đưa điện áp 50V AC vào C2, C5, nếu vôn mét chỉ 0V, chứng tỏ C1,C2,C3 là đầu đầu, còn lại C4,C5,C6 Là đầu cuối.

## 5. Xác định điện trở và điện kháng của các cuộn dây.

### 5.1. Mục đích thí nghiệm.

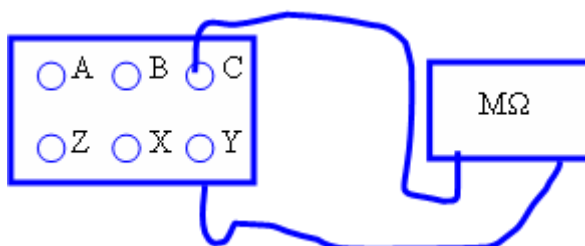
Tìm hiểu cấu tạo của động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc ba pha.

Kiểm tra sơ bộ chất lượng Một động cơ, xác định các đầu dây ra để biết cách đấu Một động cơ 3 pha

Tập đấu dây, khởi động và đổi chiều quay động cơ ở hai cách đấu sao và đấu tam giác

### 5.2. Dụng cụ thí nghiệm.

Stt	Tên thiết bị	Kí hiệu	Quy cách	Số lượng
1	Nguồn 220V xoay chiều	220V~		1
2	Động cơ không đồng bộ 3 pha	ĐC3	220V/380V/ 0,18KW	1
3	Vôn Mét	$V_1$	0÷450 V	1
4	Vôn Mét	V	0÷15 V	1
5	MegaohM	MW		1
6	Đồng hồ vạn năng	VOM		1
7	Cầu dao đảo	$K_2$	30 A	1
8	Ampe Mét	$A_1$		1
9	Watt Mét	KW		1
10	Biến áp tự ngẫu	BAT	220V/250V/6.6A	1



**Hình 3.5.1:** Đo điện trở ba cuộn dây stato

Dùng đồng hồ VOM (đồng hồ số) để ở giai đo điện trở để đo điện trở ba cuộn dây AX, BY, CZ.

Ghi các giá trị điện trở của ba cuộn dây stato:  $R_{AX} = R_{BY} = R_{CZ}$

Nếu  $R_{AX} = R_{BY} = R_{CZ}$  thì tốt

Nếu  $R_{AX} \neq R_{BY} \neq R_{CZ}$  thì dây quấn stato bị chạm, có sự cố, phải sửa chữa.

Chú ý:

Hai đầu dây của một cuộn có một giá trị điện trở nào đó (khoảng vài ôhm tới vài chục ôhm) còn hai đầu dây khác cuộn có điện trở bằng ∞.

Ví dụ AY, BX, CX ... có điện trở bằng ∞

### 5.3. Xác định các đầu đầu A, B, C và các đầu cuối X, Y, Z của ba cuộn dây stato

Khi đặt vào 2 cuộn dây stato của động cơ một điện áp  $U_{đm}$  Mà rô to đứng yên thì tương đương với hiện tượng ngắn mạch động cơ, dòng điện trong dây quấn rất lớn sẽ làm cháy động cơ, do đó phải hạn chế điện áp đặt vào động cơ sao cho dòng điện I qua động cơ là  $I_{đm}$  (trong thí nghiệm này thì  $I_{đm} = 0,4A$ ).

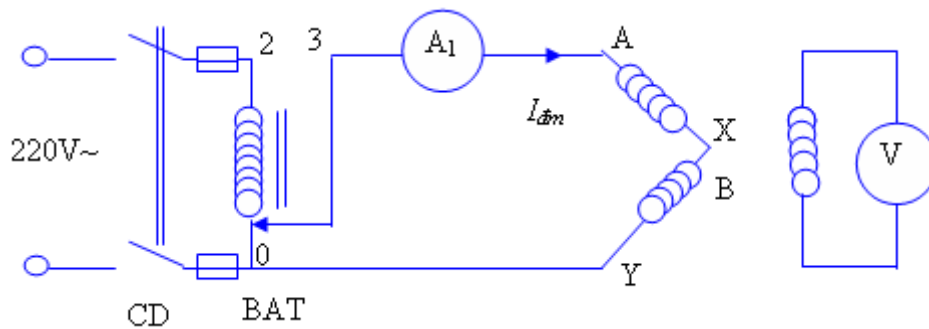
- Sau khi ttra mạch điện, xoay núm vạn của BAT về 0 (vặn ngược chiều kim đồng hồ).

- Đóng cầu dao CD cung cấp điện cho BAT.

- Chỉnh núm vạn BAT theo chiều kim đồng hồ sao cho dòng điện qua ampe kế  $A_1$  là 0,4A.

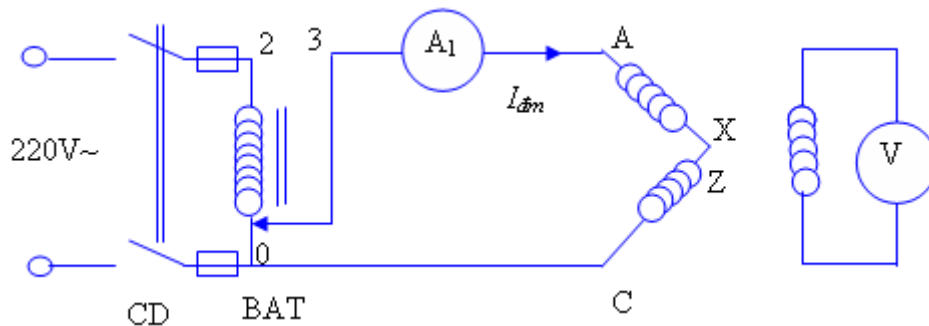
- Nếu kim lệch phải và vôn kế chỉ vài vôn thì các đầu dây trên sơ đồ là đúng (X nối B: cuối cuộn này nối đầu cuộn kia )

- Nếu vôn kế chỉ 0V thì các đầu dây trên sơ đồ là X nối Y, cuối cuộn này nối cuối cuộn kia như hình



**Hình 3.5.2:** Sơ đồ X nối Y

Khi đã xác định AX, BY đổi vị trí cuộn BY và cuộn CZ để xác định C,Z như hình



**Hình 3.5.2:** Sơ đồ để xác định C,Z

## 6. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.

Các biện pháp an toàn trong thí nghiệm:

- Luôn luôn thực hiện đầy đủ các thủ tục phiếu công tác. Đối với công việc thử nghiệm cao áp bắt buộc phải có lãnh đạo phiếu công tác.

- Tất cả các thí nghiệm chỉ được tiến hành sau khi đã cắt điện và cách ly hoàn toàn đối tượng được đo với hệ thống điện đang vận hành.

- Luôn luôn nối đầu cực nối đất của megômmét với đất.

- Lưu ý rằng điện áp cao luôn xuất hiện giữa 2 đầu cao thế của megômmét khi ấn nút ấn để thí nghiệm.

- Trong quá trình đo cũng như khi chưa xả hết điện tích tàn dư, tuyệt đối không chạm vào các đầu ra của đối tượng được đo.

- Phải luôn luôn đặt trả chuyển mạch về vị trí OFF sau khi hoàn tất 1 phép đo bất kỳ để tránh mọi thao tác vô ý có thể gây nguy hiểm cho người đang tiến hành chuẩn bị sơ đồ đo.

- Đo xong cần phóng điện qua tiếp đất của máy, thời gian nối đất phóng điện yêu cầu lớn hơn hoặc bằng 3 phút.

- Kiểm tra đối tượng được thí nghiệm đã được cắt điện, cách ly hoàn toàn với các nguồn điện áp, vỏ thiết bị phải được nối đất.



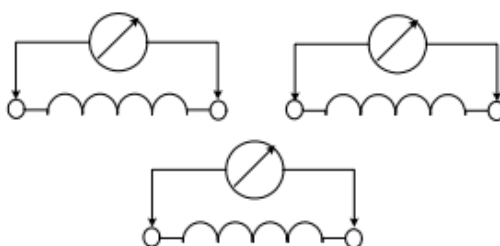
- Nối đất tạm thời các đầu cực của đối tượng được thí nghiệm, sau đó tách các đầu cực của đối tượng đang nối vào hệ thống
- Thực hiện thêm việc nối tắt và nối đất các đầu ra của các cuộn dây không thử nghiệm.
- Vệ sinh các bề mặt cách điện bên ngoài của đối tượng được thí nghiệm
- Kiểm tra nguồn, các đầu nối và dây đo của thiết bị phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.
- Đầu nối sơ đồ đo phù hợp quy trình sử dụng thiết bị đo.
- Làm hàng rào an toàn bảo vệ, treo biển báo và cử người canh an toàn.
- Ghi nhận các giá trị nhiệt độ môi trường và nhiệt độ cuộn dây từ các đồng hồ nhiệt lắp trong đối tượng đo.
- Tháo các nối đất tạm thời đang nối trên các đầu cực của đối tượng được thí nghiệm.

### 6.1. Kiểm tra, đấu dây vận hành.

Để xác định các đầu dây ra của động cơ một pha ta thực hiện các bước sau:

**Bước 1:** Xác định cuộn liên lạc (sử dụng đồng hồ VOM ở giai đo điện trở).

- Chọn tầm đo  $R \times 10$  hoặc  $R \times 100$ .
- Đo lần lượt các cặp đầu dây ra của động cơ để xác định các cuộn dây.
- Ở cặp đầu dây nào, kim đồng hồ lên chỉ một số Ohm nhất định thì hai đầu đó là hai đầu của một cuộn dây.



**Hình 3.6.1:** Cách xác định cuộn liên lạc

Ở lần xác định này, nếu ta dùng Ohm- kế kỹ thuật số thì ta có thể xác định được cuộn chạy và cuộn đề của động cơ. Vì khi đo Ohm ba cuộn dây sẽ có hai cuộn dây có số Ohm bằng nhau và nhỏ hơn số Ohm cuộn còn lại. Hai cuộn dây đó là hai cuộn dây CHẠY, cuộn còn lại là cuộn ĐỀ.

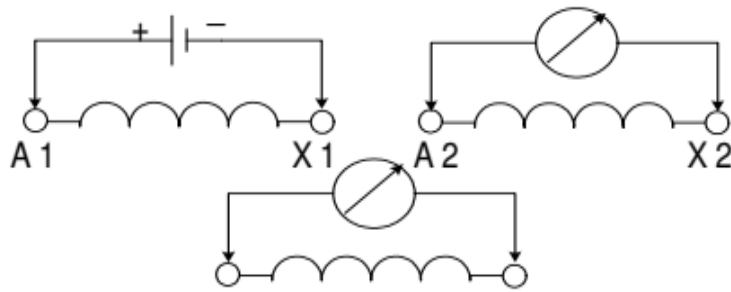
$$R_{\text{CHẠY}1} = R_{\text{CHẠY}2} < R_{\text{ĐỀ}}$$

**Bước 2:** Xác định cuộn dây Chạy, Đề của động cơ.

- Sử dụng phương pháp nhấp pin
- Khi ta nhấp pin vào một cuộn dây và đo ở các cuộn dây còn lại, sẽ có thể xảy ra một trong hai trường hợp sau:

+ TH1: Ta nhấp pin vào một trong hai cuộn CHẠY thì khi đo ở hai cuộn còn lại sẽ có một cuộn kim lên và một cuộn kim không lên hoặc lên ít. Cuộn nào kim lên là cuộn chạy còn lại, và cuộn không lên là cuộn ĐỀ.

+ TH2: Ta nhấp pin vào cuộn đề thì khi đo ở hai cuộn còn lại kim sẽ không lên hoặc lên ít. Cuộn nhấp pin vào là cuộn ĐỀ



**Hình 3.6.2:** Cách xác định cuộn dây chạy, đề của động cơ

**Bước 3:** Xác định cực tính của các cuộn dây.

Ta nháp pin vào một cuộn CHẠY và dùng mA- kế đo ở hai cuộn còn lại, ta thấy:

- Nếu kim đồng hồ không lên hoặc lên ít thì cuộn đó chính là cuộn dây đề.

- Ta tiếp tục đo cuộn dây còn lại. Nếu kim đồng hồ lên thuận thì ta kết luận:

+ Gọi đầu dương của pin chính là đầu đầu của cuộn dây1 (A1). Đầu âm của pin chính là đầu cuối của cuộn dây 1 (X1).

+ Thì đầu dương của đồng hồ là đầu đầu của cuộn dây 2 (A2). Và âm của đồng hồ cũng là đầu cuối của cuộn dây 2 (X2).

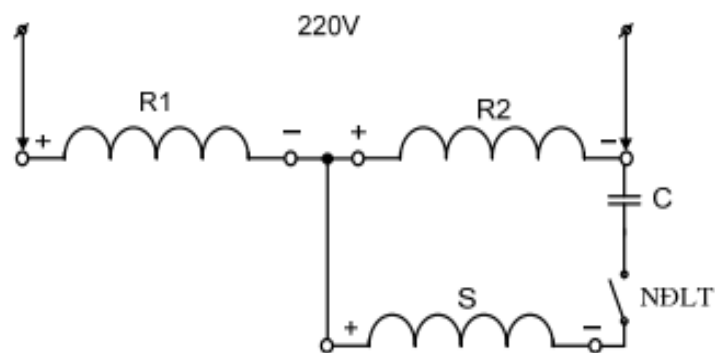
Chú ý: Nếu nháp pin mà không thấy cuộn dây nào có kim đồng hồ không lên hoặc lên ít thì đó chính là cuộn dây đề. Để kiểm tra lại,ta phải đổi nguồn điện một chiều(pin) sang cuộn dây khác và đo đồng hồ trên cuộn dây đó.

### 2.3. Đấu dây vận hành động cơ không đồng bộ một pha vào lưới điện một pha.

**\* Đối với điện áp cao (220V):**

- Đối với điện áp cao ta đấu như sau đấu cuối cuộn chạy1 (R1) với đầu đầu cuộn chạy 2 (R2).

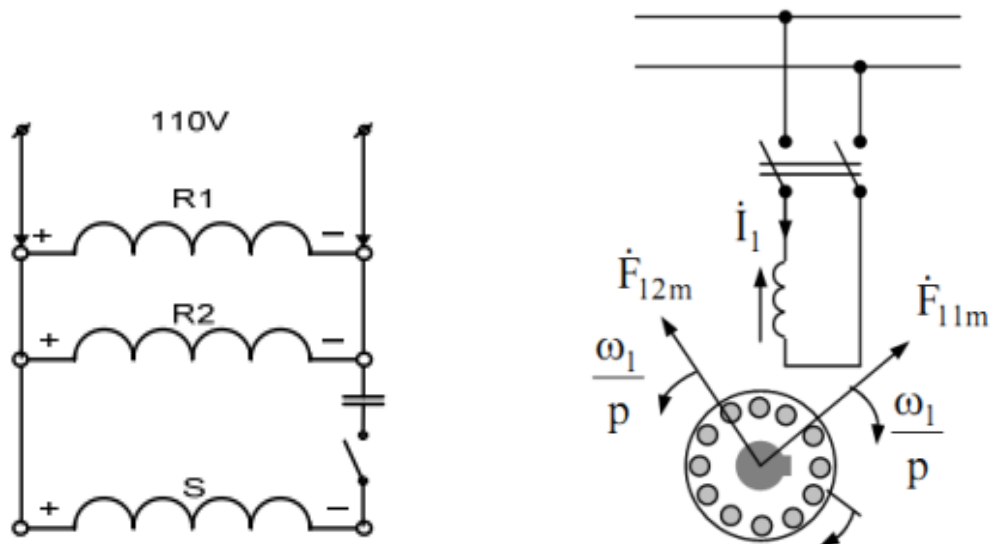
- Một đầu dây đề (S) nối vào điểm chung giữa hai đầu cuộn dây chạy, đầu còn lại đấu vào tụ và một đầu dây của tụ đấu vào đầu đầu của cuộn chạy một (R1). Nếu muốn đảo chiều quay của động cơ ta chỉ cần đưa một đầu dây của tụ từ đầu đầu của cuộn chạy một sang đầu cuối của cuộn chạy 2 thì động cơ sẽ quay ngược



**Hình 3.6.3:** Sơ đồ đấu dây động cơ một pha điện áp 220V

**\* Đối với điện áp thấp 110V.**

Để cho động cơ chạy với điện áp thấp,ta đấu tụ nối tiếp với cuộn dây đề sau đó đấu song song với các cuộn dây chạy, nếu muốn đảo chiều quay của động cơ, ta chỉ cần đảo hai chiều quay của cuộn dây đề.



**Hình 3.6.4:** Sơ đồ đấu dây động cơ một pha điện áp 110V

### CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thí nghiệm là gì? Cho ví dụ minh họa?
2. Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của động cơ 3 pha?
3. So sánh ưu nhược điểm của từng phương pháp thí nghiệm động cơ pha?
4. Trình bày thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn?
5. Trình bày phương pháp xác định cuộn liên lạc động cơ 3P 6 đầu dây?
6. Trình bày phương pháp xác định cực tính động cơ 3P 6 đầu dây?



## PHIẾU THỰC HÀNH SỐ 4

### XÁC ĐỊNH CỰC TÍNH ĐỘNG CƠ BA PHA - 6 ĐẦU DÂY

Nhóm:

Lớp:

Ngày thực hiện:

#### A. MỤC TIÊU:

- Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động và cách đấu động cơ ba pha vào mạch điện

- Xác định đúng các bước: xác định cuộn liên lạc, đấu dây chạy thử động cơ.

#### B. KIẾN THỨC CẦN THIẾT:

- Cách sử dụng VOM.

- Cơ cấu của động 3 pha 6 đầu dây

#### C. DỤNG CỤ THỰC TẬP:

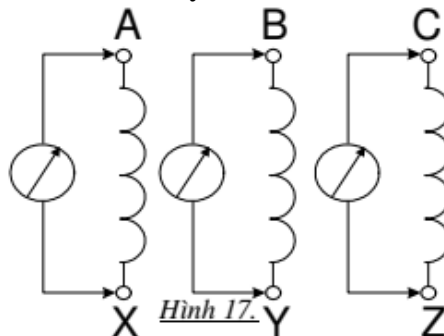
- Đồng hồ đo VOM, pin 1,5 volt, dây nối, nguồn điện xoay chiều 3 pha.

- Động cơ điện xoay chiều không đồng bộ 3 pha 6 đầu dây.

#### D. NỘI DUNG THỰC TẬP:

##### Bước 1: Xác định cuộn liên lạc:

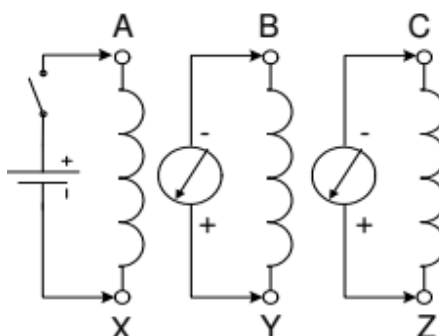
Dùng Olm- kế đo từng cặp đầu dây ra của động cơ, ở cặp dây nào kim Olm kế lên thì đó là 1 cuộn dây liên lạc. Các cuộn dây còn lại làm tương tự.



Hình 17.

##### Bước 2: Xác định cực tính các cuộn dây

Dùng phương pháp nhấp pin để xác định cực tính các cuộn dây:



Nhấp pin vào một trong 3 cuộn dây (giả sử nhấp pin vào cuộn dây AX).

Dùng đồng hồ VOM thang đo mA đo ở các cuộn dây còn lại.

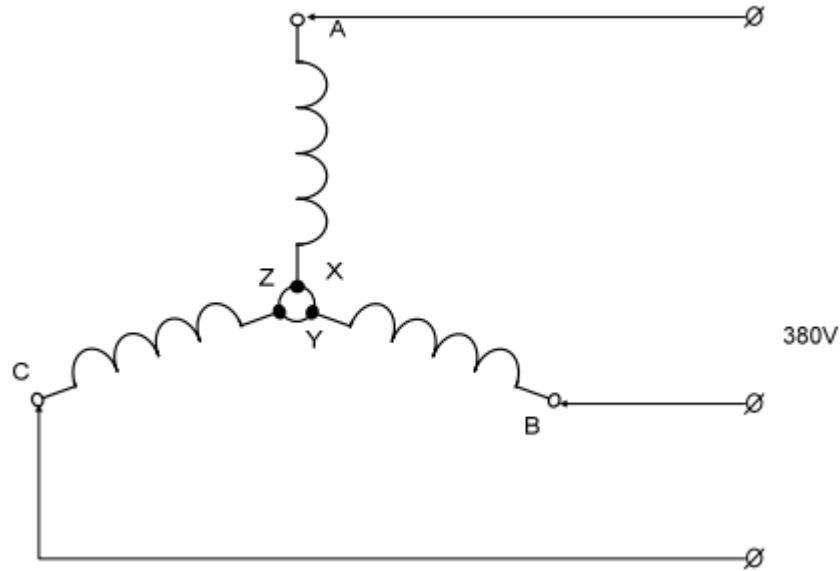
Nếu kim lên thuận thì que đỏ đồng hồ sẽ là đầu cuối cuộn dây, que đen là đầu đầu.

**Bước 3: Đấu dây chạy thử động cơ:**

Để kiểm tra xem quá trình thao tác đúng hay không, ta kiểm tra bằng cách đấu dây chạy thử động cơ và đo dòng không tải của động cơ khi làm việc.

Đối với nguồn điện xoay chiều 3 pha 380V, ta đấu sao (Y) bằng cách chụm 3 đầu X,Y,Z lại với nhau và cấp nguồn vào 3 đầu A,B,C.

Dùng Ampe- kế đo dòng không tải của động cơ ở cả 3 pha đều là  $0,1 \div 0,3$  A là đạt



**E. BÁO CÁO:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## BÀI 4: THÍ NGHIỆM MÁY BIẾN ÁP

### Giới thiệu:

Thử nghiệm Máy biến áp lực ở chế độ ban đầu, định kỳ hoặc sau sửa chữa nhằm đảm bảo độ chính xác, tin cậy của kết quả đo lường thử nghiệm, đảm bảo an toàn cho con người và trang thiết bị. Hướng dẫn này đưa các yêu cầu cụ thể về điều kiện và nội dung thử nghiệm cho các Máy biến áp lực lắp đặt trong nhà và ngoài trời, vận hành trên các lưới điện cao và hạ áp.

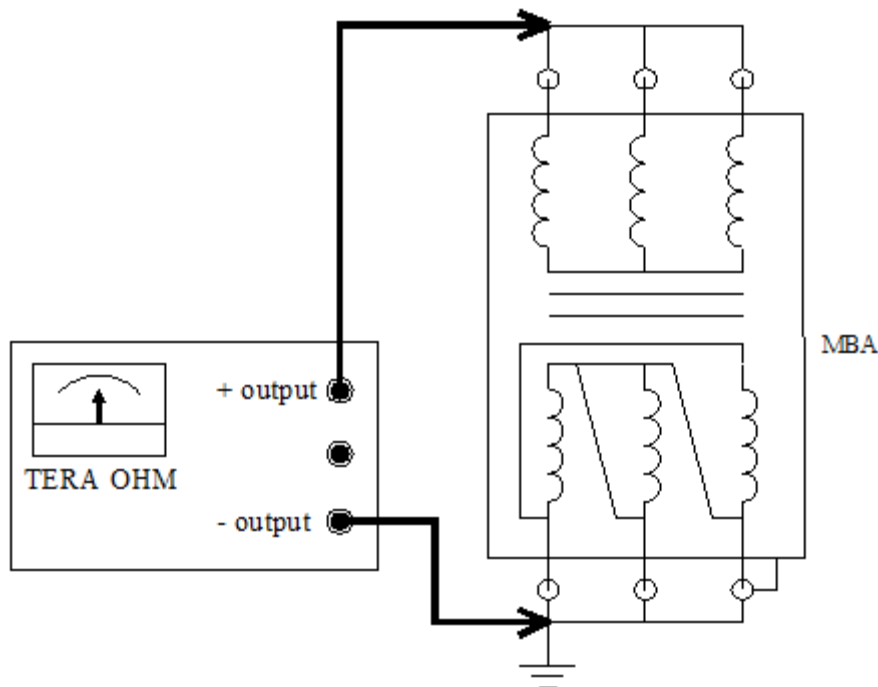
### Mục tiêu của bài:

- Phân tích được mục đích ý nghĩa của công tác thí nghiệm máy biến áp.
- Trình bày được các bước tiến hành khi kiểm tra thí nghiệm máy biến áp.
- Sử dụng được các thiết bị để kiểm tra thí nghiệm máy biến áp một cách thành thạo.
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### Nội dung chính:

#### 1. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.

Thiết lập sơ đồ đo điện trở cách điện MBA theo sơ đồ sau:



**Hình 4.1.1:** Sơ đồ đo điện trở cách điện cuộn dây MBA

Bước 1: Đấu nối thiết bị theo sơ đồ. Khởi động thiết bị và cài đặt các thông số theo hướng dẫn sử dụng thiết bị đo điện trở cách điện.

Bước 2: Đo và đọc giá trị điện trở ở thời điểm 15 giây, 60 giây.

Bước 3: Ghi thông số điện trở cách điện vào mẫu Phiếu kết quả thử nghiệm Máy biến áp lực.

Bước 4: Tháo các dây đo.

Bước 5: Dùng dây tiếp đất xả hết điện tích dư trên đối tượng thử nghiệm.

Kết thúc phép đo, chờ để chắc chắn mạch điện xả hết điện tích dư trong đối tượng thử nghiệm ít nhất là 3 phút. Tháo sơ đồ, kết thúc phép đo.

Ghi chép đầy đủ quan trắc gốc. Tính toán đánh giá sơ bộ kết quả đo nếu số liệu thực nghiệm nằm trong giới hạn cho phép. Tương tự thực hiện tiếp các phép thử đo điện trở cách điện cuộn dây cấp điện áp khác.

## **2. Kiểm tra và thử nghiệm các bu lông ép và các công sơn của máy.**

Kiểm tra hồ sơ của MBA:

- Các hướng dẫn về vận hành, sử dụng;
- Các sơ đồ và các chi tiết, phụ kiện cần có cho việc thử nghiệm;
- Các hướng dẫn đặc biệt của MBA (nếu có).

Kiểm tra bằng cách quan sát: không có sự hư hỏng do cơ học, do phóng điện và ăn mòn; MBA phải còn nguyên vẹn; các cực nối chắc chắn, không nứt vỡ; mức dầu MBA nằm trong giới hạn cho phép...

Thiết lập sơ đồ đo tỷ số biến và xác định cực tính MBA như sau:

– Loại cho máy biến áp 1 pha: Dây nối cho phía sơ cấp ký hiệu là X với 2 đầu dây là X1 và X2, dây nối cho phía hạ thứ cấp với 2 đầu dây ký hiệu là H1 và H2.

– Loại cho máy biến áp 3 pha: Gồm dây nối cho phía cao với 4 đầu dây H1, H2, H3, H0 và dây nối cho phía hạ với 4 đầu dây X1, X2, X3, X0. Đối với tổ đấu dây kiểu Y hoặc  $\Delta$  thì chỉ dùng 3 đầu dây H1, H2, H3 hoặc X1, X2, X3. Đối với tổ đấu dây Y0 thì dùng cả 4 đầu dây.

Bước 1: Đấu nối thiết bị thử nghiệm theo sơ đồ

Bước 2: Cắm dây nguồn và khởi động thiết bị.

Bước 3: Vào mục cài đặt để chọn điện áp bơm cần thử nghiệm.

Bước 4: Chọn kiểu nối dây và tỉ số biến đổi: chọn kiểu nối dây như: single phase,  $\Delta/Y$ ,  $Y/\Delta$ , ... Sau khi chọn xong thì nhập vào tỉ số biến áp theo nấc phân áp đang thử nghiệm nhập các giá trị điện áp cho phía cao và phía hạ. Có thể chọn chế độ tự động dò tìm tổ đấu dây. Chọn tổ nối dây và nhập tỉ số biến áp giống như ghi trên nhãn máy hoặc theo xuất xưởng của NSX.

Nếu tại bước này ta cần dò tìm tổ đấu dây thì chọn mục Auto test và tiếp tục nhập tỉ số biến áp.

Bước 5: Chọn bắt đầu đo. Trong quá trình đo máy liên tục phát ra tiếng bíp.

Bước 6: Lúc này thiết bị sẽ tự khởi động bơm áp vào cuộn dây phía hạ và thực hiện tính toán kết quả, sau khi máy thực hiện xong sẽ hiển thị kết quả đo ra màn hình.

Bước 7: Thực hiện chuyển nấc phân áp, đo tỉ số biến tại các nấc khác được tiến hành tương tự.

Bước 8: Ghi kết quả vào mẫu Phiếu kết quả thử nghiệm Máy biến áp lực.

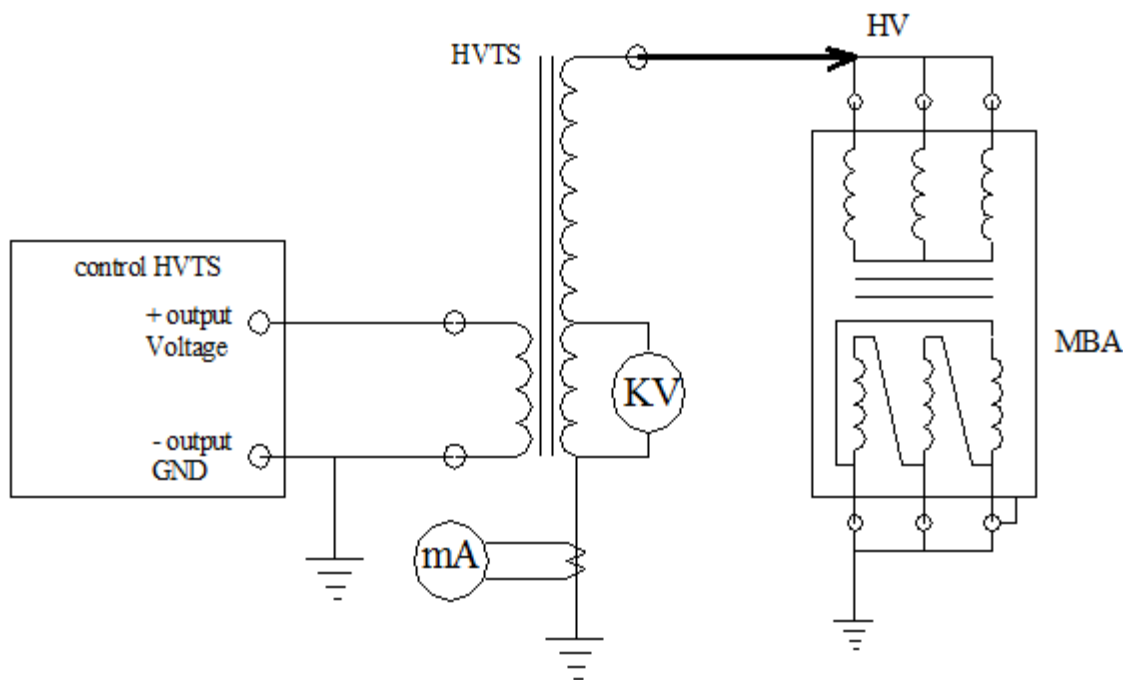
Bước 9: Kết thúc phép đo tỉ số biến.

Tắt các nguồn cung cấp, tháo dỡ các dây đo hệ thống thử nghiệm, vệ sinh an toàn trả lại mặt bằng, tình trạng ban đầu trước khi thử nghiệm.

## **3. Thử nghiệm cách điện các cuộn dây máy biến áp bằng điện áp tăng cao.**

Sử dụng thiết bị thử nghiệm cao áp xoay chiều sao cho đảm bảo yêu cầu thử nghiệm về mặt công suất thử.

Thiết lập sơ đồ sơ đồ thử độ bền điện thử độ bền điện MBA như sau:



**Hình 4.3.1:** Sơ đồ nối dây thử nghiệm độ bền cách điện tần số công nghiệp MBA

Bước 1: Đấu nối thiết bị thử nghiệm theo sơ đồ

Bước 2: Khởi động thiết bị và cài đặt các thông số. Chọn điện áp thử nghiệm và giới hạn dòng rò phù hợp với cấp điện áp của cuộn dây máy biến áp thử nghiệm. Chọn chế độ thử tự động hoặc bằng tay.

Bước 3: Thực hiện thử cao áp cho từng pha theo hướng dẫn sử dụng thiết bị thử nghiệm cao áp xoay chiều.

Bước 4: Tăng đều điện áp lên đến giá trị thử nghiệm với tốc độ tăng 2kV/s và chú ý xem có bị phóng điện không, duy trì giá trị điện áp thí nghiệm này trong vòng 1 phút.

Bước 5: Dừng phép đo, giảm nhanh giá trị điện áp về 0V và cắt aptomat cấp nguồn.

Bước 6: Kết thúc phép đo, chờ để chắc chắn mạch điện xả hết điện tích dư trong đối tượng đo ít nhất là 3 phút. Tháo sơ đồ, kết thúc phép đo.

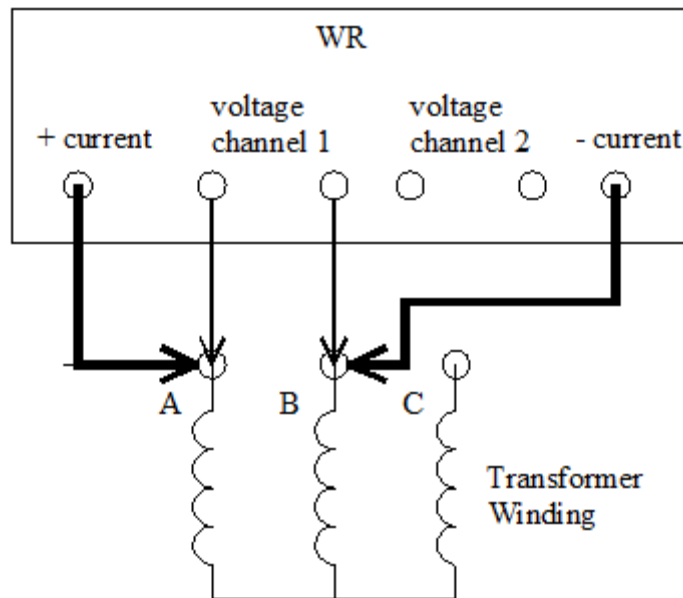
Bước 7: Ghi chép đầy đủ giá trị điện áp thử, thời gian và dòng rò/hiện tượng đánh thủng... theo mẫu Phiếu kết quả thử nghiệm Máy biến áp lực. Xử lý tính toán đánh giá sơ bộ kết quả đo, nếu số liệu thực nghiệm nằm trong giới hạn cho phép. Tương tự thực hiện tiếp các phép thử Độ bền điện tần số công nghiệp còn lại...

#### 4. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.

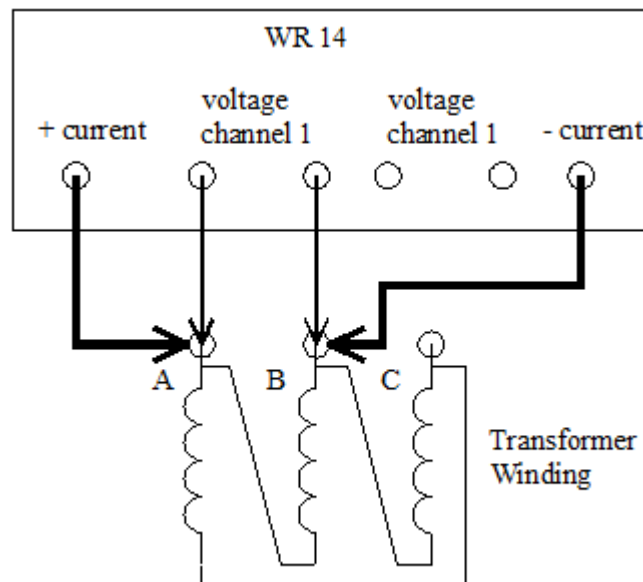
Nguyên tắc phương pháp đo điện trở DC: Đối tượng là cuộn dây MBA thì đều dùng cặp dây bơm dòng của hợp bộ luôn kẹp ngoài cùng đối tượng đo thật chắc chắn, cặp dây đo điện áp rơi kẹp sát đối tượng cần đo, đảm bảo tiếp xúc tốt.



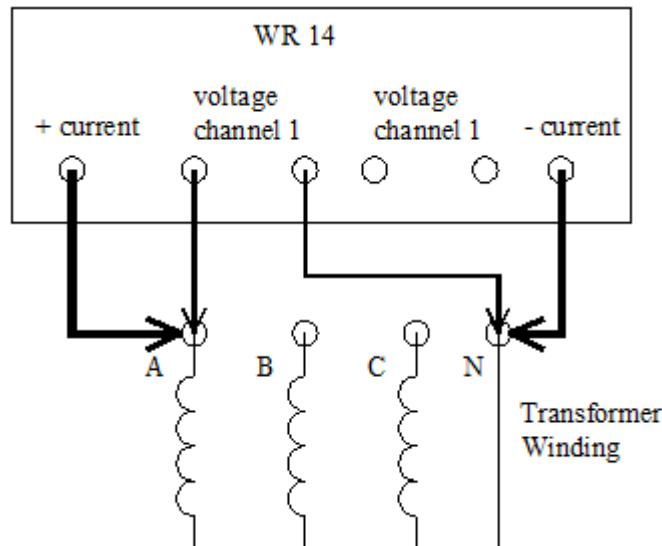
Đấu nối sơ đồ đo điện trở các cuộn dây MBA cần thử nghiệm theo nguyên lý Vôn-Ampemet theo các sơ đồ tương ứng như sau:



**Hình 4.4.1:** Sơ đồ đo điện trở DC pha cuộn dây MBA nối hình Y



**Hình 4.4.2:** Sơ đồ đo điện trở DC pha cuộn dây MBA nối hình  $\Delta$



**Hình 4.4.3:** Sơ đồ đo điện trở DC pha cuộn dây MBA nối hình Yo

Bước 1: Đấu nối thiết bị thử nghiệm theo sơ đồ.

Bước 2: Cắm dây nguồn và khởi động thiết bị.

Bước 3: Vào mục cài đặt để chọn các chế độ cần thiết.

Bước 4: Chọn trị số dòng điện đo, lựa chọn thang dòng và chế độ đo, nhấn OK để xác nhận.

Bước 5: Chọn “Start” để bắt đầu đo.

Bước 6: Khi thấy giá trị hiển thị điện trở ổn định như đã chọn theo chế độ, đèn Safe ON sáng hoặc chọn “Stop” dừng đo, đọc kết quả.

Bước 7: Ghi kết quả vào mẫu Phiếu kết quả thử nghiệm Máy biến áp lực.

Bước 8: Kết thúc phép đo điện trở một chiều.

Tắt các nguồn cung cấp, tháo dỡ các dây đo hệ thống thử nghiệm, vệ sinh an toàn trả lại mặt bằng, tình trạng ban đầu trước khi thử nghiệm.

## 5. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn

### 5.1. Kiểm tra bên ngoài.

Nhãn mác phải đọc được rõ ràng;

Không có sự hư hỏng do cơ học, do phóng điện và ăn mòn;

MBA phải còn nguyên vẹn;

Các cực nối chắc chắn, không nứt vỡ;

### 5.2. Điện trở cách điện.

Giá trị điện trở cách điện đo được sau khi quy đổi về cùng một nhiệt độ không được nhỏ hơn 30% giá trị điện trở cách điện của NSX hoặc lần thí nghiệm/kiểm định trước đó.

Trong trường hợp không có các số liệu để so sánh, cho phép tham khảo giá trị điện trở cách điện cho phép tối thiểu nêu trong QCVN QTD -5:2009/BCT như sau (đơn vị MΩ):

Cấp điện áp cuộn cao áp MBA	Nhiệt độ cuộn dây (°C)						
	10	20	30	40	50	60	70
– Điện áp 35 kV trở xuống, công suất <10000kVA	450	300	200	130	90	60	40
– Điện áp 35 kV công suất >10000kVA – Điện áp 110kV trở lên không phụ thuộc công suất	900	600	400	260	180	120	80

Nếu giá trị điện trở cách điện đo được thỏa mãn điều kiện trên thì ta tiếp tục tiến hành thí nghiệm các hạng mục tiếp theo.

Công thức hiệu chỉnh theo nhiệt độ bằng một hệ số K1:

$\Delta t = t_2 - t_1$	K1	$\Delta t = t_2 - t_1$	K1
1	1.04	10	1.5
2	1.08	15	1.84
3	1.13	20	2.25
4	1.17	25	2.75
5	1.22	30	3.4

Trong đó: – t1: nhiệt độ đo trước đó hay cho trong lý lịch

– t2: nhiệt độ đo sau

- $\Delta t > 0$  khi quy đổi về t1 phải nhân với K1
- $\Delta t < 0$  khi quy đổi về t1 phải chia với K1

Cách quy đổi:  $R_{cd}(\text{ở nhiệt độ } t_1) = K1 * R_{cd}(\text{ở nhiệt độ } t_2)$ .

K1: là giá trị hệ số qui đổi tra bảng với  $\Delta t = t_2 - t_1$ .

Trong trường hợp chênh lệch nhiệt độ không có trong bảng trên thì ta có thể tính theo hệ số đã cho bằng cách nhân các hệ số tương ứng.

Ví dụ: do  $90C = 40C + 50C$  nên ta tính được:

$$K1(\Delta t = 90C) = K1(\Delta t = 40C) * K1(\Delta t = 50C) = 1,17 * 1,22 = 1,42$$

### 5.3. Kiểm tra độ bền của điện môi.

Chỉ tiêu thử nghiệm điện áp tần số công nghiệp trong điều kiện khô cho MBA được xem là đạt yêu cầu khi:

Không có hiện tượng dòng điện cung cấp dao động, tăng vọt bất thường khi tăng điện áp hoặc khi duy trì điện áp thử.

Không có xảy ra hiện tượng phóng điện bề mặt hay chọc thủng cách điện trong suốt thời gian tiến hành thử nghiệm.

Giá trị điện trở cách điện đo lại sau khi thử không bị suy giảm.

#### **5.4. Đo điện trở một chiều các cuộn dây nguội.**

Điện trở một chiều các cuộn dây nguội đo được quy về nhiệt độ ở giá trị 75oC, so sánh với số liệu thiết kế không sai lệch quá ±10% đối với thí nghiệm lần đầu (xuất xưởng), đối với các lần thí nghiệm sau thì không sai lệch quá ±2% so với số liệu thí nghiệm đưa vào vận hành trước đó là đạt yêu cầu;

Nếu ở nhiệt độ thí nghiệm khác 75oC, phải quy đổi giá trị điện trở một chiều đo được về nhiệt độ 75oC bởi công thức:

$$R_{75} = R_t \frac{235+75}{235+t}$$

Trong đó: – R75: điện trở cần quy đổi về 75oC  
– Rt: điện trở đo được ở nhiệt độ t  
– t: nhiệt độ cuộn dây

#### **5.5. Đo tỷ số biến và xác định cực tính.**

Nếu giá trị tỉ số biến đo được là dương thì sơ cấp, thứ cấp cùng cực tính nếu âm thì ngược lại.

$KI\% = (\text{tỷ số tính toán} - \text{tỷ số đo}) / \text{tỷ số tính toán}$ .

Tỷ số tính toán là tỷ số ghi trên nhãn máy hoặc theo xuất xưởng của NSX. Sai lệch tỷ số biến của mỗi cuộn dây sai lệch không quá 0.5% so với tỷ số ghi trên nhãn máy.

Kết quả thử nghiệm được ghi chép vào mẫu Phiếu kết quả thử nghiệm.

## **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc máy biến áp cách ly một pha?
2. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc máy biến áp ba pha?
3. Trình bày phương pháp xác định cuộn liên lạc máy biến áp 1 pha?
4. Trình bày phương pháp xác định cùng pha máy biến áp 1 pha?
5. Trình bày phương pháp xác định cực tính máy biến áp 1 pha?



## PHIẾU THỰC HÀNH SỐ 5

### XÁC ĐỊNH CỰC TÍNH MÁY BIẾN ÁP BA PHA

Nhóm:

Lớp:

Ngày thực hiện:

#### A. MỤC TIÊU:

- Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động và cách đấu máy biến áp 3 pha (MBA 3P).

- Xác định đúng các bước: xác định cuộn liên lạc, xác định cùng pha, xác định cực tính và xác định cuộn sơ- thứ cấp của MBA 3P.

#### B. KIẾN THỨC CẦN THIẾT:

- Cách sử dụng VOM.

- Cơ cấu của MBA 3 pha gồm một mạch từ có 3 cột được ghép lại bằng những lá sắt từ. Trên 3 cột được bố trí các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp. Các cuộn dây này được quấn đồng tâm, có lớp cách điện dày giữ cuộn sơ cấp và thứ cấp.

Các cuộn dây ở phía sơ cấp hoặc thứ cấp có thể đấu sao hoặc tam giác.

Ký hiệu các cuộn pha sơ cấp là AX, BY, CZ. Còn các cuộn pha thứ cấp là ax, by, cz.

#### C. DỤNG CỤ THỰC TẬP:

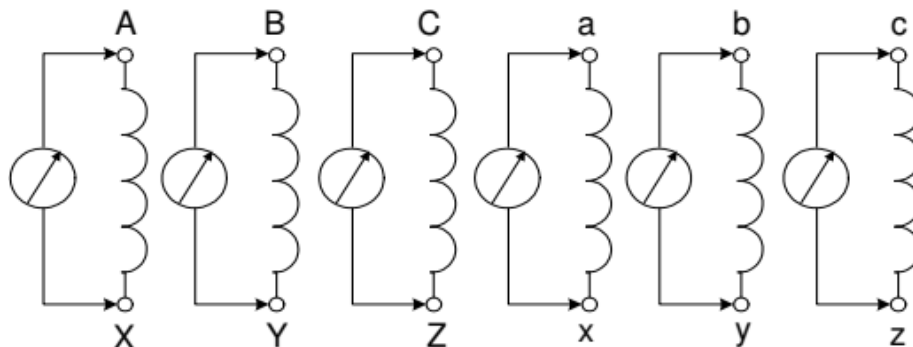
- Đồng hồ đo VOM, pin 1,5 volt, dây nối, nguồn điện xoay chiều 3 pha.

- Máy biến áp 3 pha.

#### D. NỘI DUNG THỰC TẬP:

##### Bước 1: Xác định cuộn liên lạc:

Dùng đồng hồ đo VOM thang đo  $\Omega$  đo từng cặp cọc ra dây bất kỳ, nếu ở cặp cọc nào đó, kim đồng hồ lên thì đó là 1 cuộn dây của MBA. Lần lượt với các cặp còn lại. Khi đã xác định xong, đánh dấu các cuộn liên lạc lại để tránh nhầm lẫn trong quá trình thao tác.

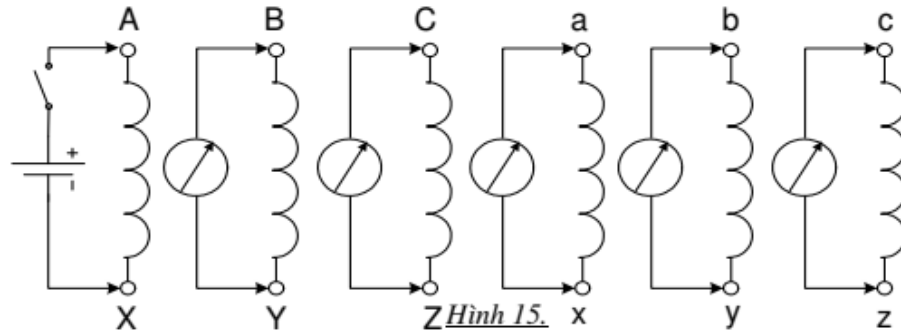


##### Bước 2: Xác định cùng pha.

Bằng phương pháp nhấp pin:

- Nối cực âm của pin với 1 đầu cuộn dây, đầu còn lại nối với 1 công tắc, nối với cực dương pin.

- Dùng đồng hồ đo VOM thang đo mA DC đo ở những cuộn còn lại.



Hình 15.

- Mỗi lần bật tắt công tắc, kim đồng hồ sẽ chỉ một số mA nào đó (nếu kim lên ngược, ta đảo chiều que đo). Nếu ở cuộn dây nào, kim đồng hồ chỉ số mA lớn nhất thì cuộn đó cùng pha với cuộn nhấp pin.

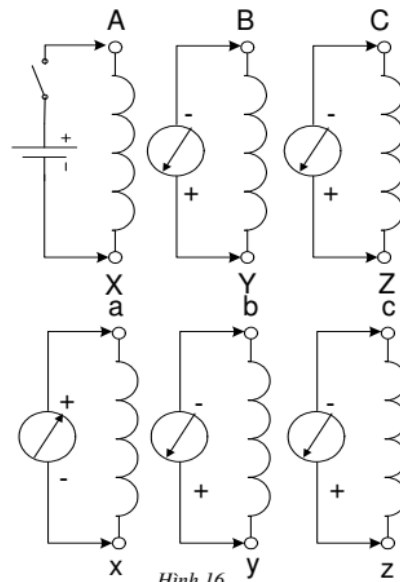
- Làm tương tự với những cuộn còn lại.

**Bước 3: Xác định cực tính.**

Khi đã biết những cuộn cùng pha với nhau, ta nhấp pin vào một cuộn và dùng đồng hồ mA.DC đo ở cuộn cùng pha với nó.

Nếu kim lên thuận thì que đỏ của đồng hồ là đầu đầu, que đen là đầu cuối, và đầu nối với dương pin là đầu đầu, âm pin là đầu cuối.

Vẫn tiếp tục nhấp pin vào cuộn dây đó, ta đo ở những cuộn khác pha còn lại, nếu kim lên thuận thì dương pin là đầu cuối cuộn dây, âm pin là đầu đầu.



Hình 16.

**E. BÁO CÁO:**

.....

.....

.....

## **BÀI 5: THÍ NGHIỆM MÁY BIẾN ĐIỆN ÁP**

### **Giới thiệu:**

Máy biến điện áp là một thiết bị có tác dụng cách ly phần sơ cấp với thứ cấp, nhiệm vụ biến đổi điện áp lưới từ trị số cao xuống trị số thấp, cung cấp cho thiết bị đo lường, bảo vệ, tự động hoá. Thường công suất của tải máy biến điện áp rất bé (vài chục đến vài trăm VA), đồng thời tổng trở mạch ngoài rất lớn có thể xem như máy biến điện áp thường xuyên làm việc không tải.

Máy biến điện áp (BU) là một bộ phận rất quan trọng trong hệ thống điện. Để vận hành hệ thống điện được an toàn ta cần phải đo lường và bảo vệ để biết được các thông số của nó rồi từ đó có phương pháp điều chỉnh hợp lý, cũng như tránh được thiệt hại khi có sự cố xảy ra. Việc thực hiện đo điện áp xoay chiều với điện áp cao thì dụng cụ thông thường không thể đáp ứng được vì điện trở cách điện của thiết bị không cho phép, còn nếu thiết kế chế tạo thiết bị đo lường và bảo vệ với điện áp cao thì rất tốn kém và không an toàn cho người dùng. Vì vậy để đo lường và bảo vệ ở điện áp cao người ta phải dùng một thiết bị trung gian để giảm điện áp xuống thiết bị này được gọi là máy biến điện áp.

Ngày nay cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, máy biến điện áp đã được cải tiến rất nhiều về kiểu loại, kết cấu, vật liệu chế tạo cũng như tính năng làm việc.

### **Mục tiêu của bài:**

- Phân tích được mục đích ý nghĩa của công tác thí nghiệm máy biến điện áp.
- Trình bày được các bước tiến hành khi kiểm tra thí nghiệm máy biến điện áp.
- Sử dụng được các thiết bị để kiểm tra thí nghiệm máy biến điện áp một cách thành thạo.
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### **Nội dung chính:**

#### **1. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.**

##### **1.1. Máy biến điện áp**

Máy biến điện áp được ký hiệu là VT (voltage transformer) hoặc PT (potential transformer). Một số tài liệu ký hiệu là TU, BU....

VT được sử dụng trong hệ thống điện để giảm điện áp hệ thống (điện áp phía sơ cấp) xuống điện áp an toàn (tiêu chuẩn 100 hoặc 110V) để cấp nguồn cho các đồng hồ và relay công suất thấp. Điện áp hệ thống được đặt lên các đầu cuộn dây phía sơ cấp của VT và theo nguyên lý cảm ứng điện từ, điện áp xuất hiện trên các cuộn dây phía thứ cấp.

Một VT lý tưởng, khi mắc các phụ tải (mắc song song) định mức vào phía thứ cấp, tỷ số điện áp phía sơ cấp và thứ cấp tỷ lệ thuận với tỷ số vòng dây.

Nhưng trên thực tế, do tổn hao mạch từ, dây dẫn... dẫn đến sai số tỷ số về biên độ và góc pha.

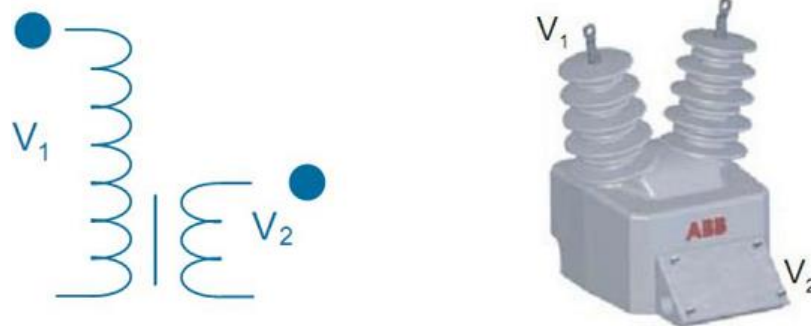


**Hình 5.1.1:** Máy biến điện áp kiểu cảm ứng điện từ và tụ phân áp

Điện áp của các phần tử trong hệ thống điện thường có trị số rất lớn, không thể đưa trực tiếp vào thiết bị đo lường, bảo vệ và các thiết bị tự động khác. Vì vậy ta cần máy biến điện áp – VT để giảm điện áp cao phía sơ cấp về mức tiêu chuẩn.

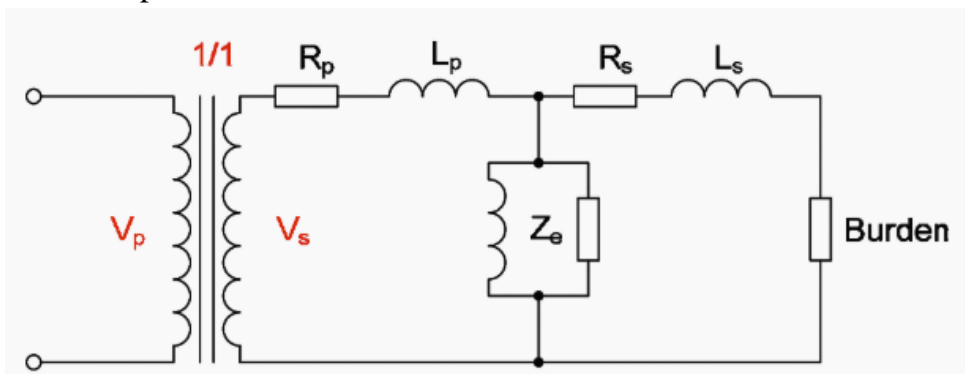
Tên thường gọi: VT, TU, BU - Voltage transformer.

Quy ước cực tính biến điện áp VT: Tương tự biến áp



Đầu các cuộn dây của máy biến điện áp - VT cũng được đánh dấu tương tự như máy biến dòng, đầu đúng đầu cuộn dây đối thiết bị đo lường, bảo vệ có ý nghĩa quan trọng khi xét đến góc lệch pha của đại lượng điện. Cực tính cùng tên được đánh dấu: Hình sao, chấm tròn, chấm vuông...

Trên bản vẽ: Cực tính cùng tên vẽ cạnh nhau. Ở đó tất cả các đại lượng được quy đổi theo phía thứ cấp.



**Hình 5.1.2:** Sơ đồ thay thế tương đương biến điện áp VT



Khi biến điện áp - VT khác tỷ số 1/1, tức mạch tương đương này được cung cấp năng lượng từ biến điện áp lý tưởng với một tỷ số đã cho và không tổn thất.

Máy biến điện áp - VT làm việc giống như các máy biến áp lực có công suất nhỏ, chỉ khác ở chỗ là được thiết kế sao cho đảm bảo được độ chính xác cần thiết khi phụ tải thứ cấp của VT có thể thay đổi trong giới hạn rộng.

#### \* Sai số của biến điện áp VT

Sai số biên độ và góc pha của biến điện áp - VT được tính toán từ sơ đồ véc tơ trên, sai số biên độ được tính theo công thức:

$$\frac{(K_n V_s - V_p)}{V_p} \times 100\%$$

Trong đó:

- +  $K_n$ : Hệ số biến đổi danh định của VT ( $K_n = V_{pdd}/V_{sdd}$ )
- +  $V_p$ : Trị số điện áp đặt vào sơ cấp VT
- +  $V_s$ : Trị số điện áp thu được phía thứ cấp VT

Nét kết quả sai số  $> 0$ , tức  $V_s > V_{sdd}$  (điện áp trên cuộn thứ cấp cao hơn điện áp danh định). Nếu sai số âm, tức điện áp trên cuộn sơ cấp nhỏ hơn điện áp danh định.

Sai số góc  $\theta$  là góc lệch pha giữa điện áp sơ cấp và điện áp thứ cấp.  $\theta > 0$  nếu vecto  $V_s$  được đảo chiều vượt trước vecto  $V_p$ .

#### \* Phân loại máy biến điện áp.

VT khô, VT dầu, VT 1 pha, VT 3 pha...

- VT khô: thường được sử dụng ở cấp điện áp 35kV trở xuống.
- VT dầu: Sử dụng cho mọi yêu cầu .

Với cấp điện áp cao người ta chế tạo theo kiểu phân cấp, phân áp .

- Phân cấp bằng cuộn dây: Gồm nhiều tầng lõi từ, cuộn dây sơ cấp được chia đều trên các lõi, cuộn thứ cấp chỉ được cuốn trên lõi cuối cùng.
- Phân áp bằng tụ: Dùng bộ phân áp bằng tụ lấy một phần điện áp cao đưa vào cuộn sơ cấp.

### 1.2. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.

Trước khi tiến hành các phép thử nghiệm độ bền cách điện đối với PT phải tiến hành đo điện trở cách điện của các cuộn dây sơ cấp, cuộn dây thứ cấp và vỏ. Giá trị điện trở cách điện phải thoả mãn yêu cầu đối với cấp cách điện và cấp điện áp làm việc tương ứng như trong bảng. Việc tiến hành đo được thực hiện như sau:

#### \* Đo điện trở cách điện của cuộn dây sơ cấp

Điện trở cách điện giữa cuộn dây sơ cấp với vỏ và giữa các cuộn dây với nhau phải được đo bằng megômet có điện áp làm việc 1000 V. Giá trị điện trở cách điện theo từng loại PT được quy định như sau:

- Đối với loại PT cuộn dây dây ngâm dầu, điện trở cách điện phải thoả mãn giá trị như trong bảng.

- Đối với loại PT cách điện khô: Điện trở cách điện được xác định phải lớn hơn 50 MΩ.

\* Đo điện trở cách điện của cuộn dây thứ cấp

Điện trở cách điện giữa các cuộn dây thứ cấp với vỏ PT phải được đo bằng mêgômet có điện áp 500 V. Điện trở cách điện phải lớn hơn 2 MΩ.

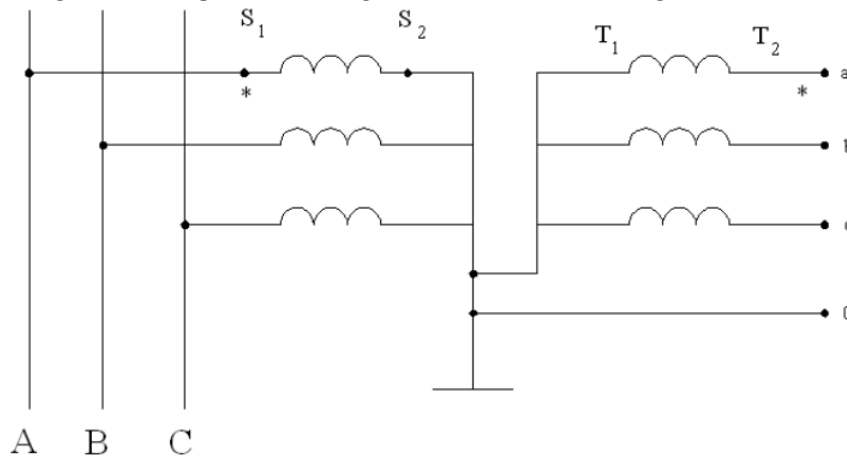
Cấp điện áp danh định (kV)	Nhiệt độ dầu	
	20 °C	30 °C
20 ~ 35	1000 (MΩ)	500 (MΩ)
10 ~ 15	800 (MΩ)	400 (MΩ)
Thấp hơn 10 kV	400 (MΩ)	200 (MΩ)

**Bảng 5.1:** Các giá trị điện trở cách điện của PT cuộn dây ngâm dầu

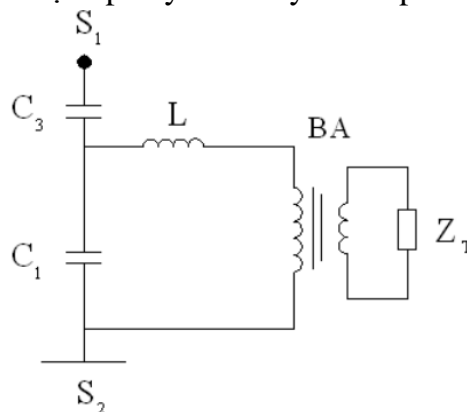
Thí nghiệm không tải:

- Đưa điện áp xoay chiều vào cuộn dây thứ cấp. Giá trị điện áp xoay chiều đưa vào căn cứ theo điện áp định mức cuộn dây thứ cấp thông thường là 110/√3 V hoặc 100/√3 Thường đưa điện áp vào cuộn đo lường do khả năng chịu quá tải tốt hơn cuộn bảo vệ. Chú ý khi làm không tải phải nối đất đầu N của cuộn dây sơ cấp

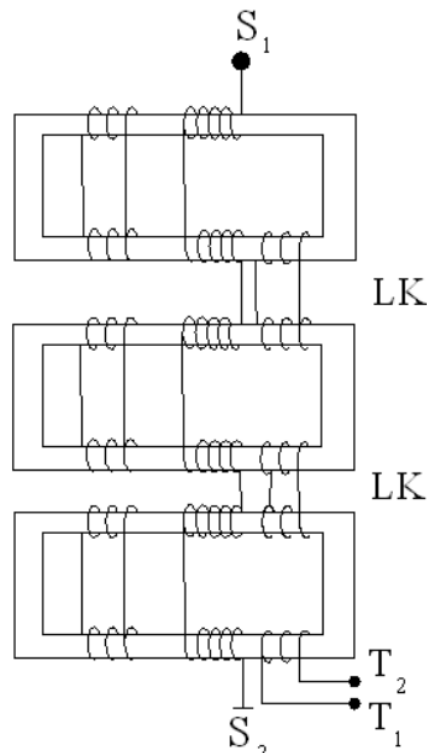
- So sánh giá trị dòng điện không tải và tổn thất không tải với nhà sản xuất



**Hình 5.1.3:** Sơ đồ sử dụng 3BU một pha, hai cuộn dây đấu Y0/Y0, ở phía thứ cấp lấy được điện áp pha và điện áp dây của máy biến áp kiểu cảm ứng điện từ



**Hình 5.1.4:** Máy biến điện áp kiểu tự



**Hình 5.1.5:** Máy biến điện áp kiểu ghép tầng

## 2. Kiểm tra và thử nghiệm các bu lông ép và các công sơn của máy.

Quan sát tổng thể máy biến áp, kiểm tra tình trạng vỏ máy, cánh tản nhiệt, sứ đầu vào, thùng dầu phụ xem có vết trầy xước, vết va chạm mạnh, sự cố nứt vỡ, các vết rỉ dầu (độ kín các mặt bích trên vỏ máy) do chuyên chở, lắp đặt không đúng qui định.

Đối với các máy biến áp có thiết bị kiểm tra độ rung trong quá trình chuyên chở, cần phải xem kết quả đo độ rung này có đạt yêu cầu nhà chế tạo hay không.

Kiểm tra độ nghiêng mặt bằng đặt máy theo thiết kế.

Kiểm tra tiếp địa vỏ máy.

Kiểm tra tiếp địa trung tính của cuộn dây có trung tính nối đất trực tiếp.

Kiểm tra tính lắp đúng của các thiết bị (kể cả các thiết bị phụ lắp sẵn tại nhà máy chế tạo) như rơ le hơi, van phòng nổ (tháo ngàm hãm van phòng nổ trước khi đưa máy vào vận hành). Trong mục này còn có hạng mục kiểm tra tính lắp đúng của bộ truyền động với bộ chuyển nấc phân áp điều áp dưới tải. Phần này được thực hiện theo hướng dẫn của nhà chế tạo đối với từng loại bộ chuyển nấc phân áp dưới tải.

Kiểm tra tính lắp đúng và trạng thái các van dầu tuần hoàn, van dầu lấy mẫu, van dầu liên thông giữa thùng dầu phụ và bộ điều áp dưới tải, van dầu giữa thùng máy và các cánh tản nhiệt, van dầu trong hệ thống tuần hoàn làm mát dầu - nước.

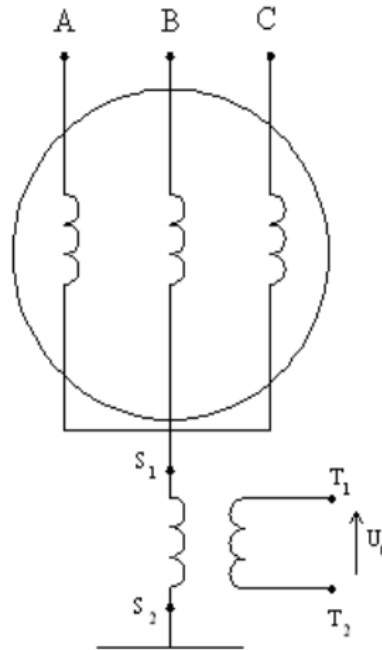
Kiểm tra mức dầu trong máy. Mức dầu trong máy cần phù hợp với nhiệt độ theo tiêu chuẩn của nhà chế tạo yêu cầu.

Kiểm tra màu sắc của silicagen trong các bộ thử (bộ sấy không khí). Kiểm tra mức dầu trong chén dầu của bộ thử

Kiểm tra tỷ số biến áp:

- Đo tỷ số biến áp của máy biến điện áp bằng thiết bị đo tỉ số biến chuyên dụng ATRT-03 của nhà sản xuất VANGUARD-Mỹ

- Tỷ số biến theo tính toán được nhập vào trong quá trình đo, thiết bị sẽ tự động tính toán phần trăm sai số giữa kết quả đo được và tính toán. Sai khác so với nhà sản xuất không được quá 0,5%..



**Hình 5.2.1:** Sơ đồ sử dụng có 1 BU mục đích phát hiện chạm đất trong mạng có dòng chạm đất bé.

### 3. Thử nghiệm cách điện các cuộn dây máy biến điện áp bằng điện áp tăng cao.

Máy biến áp cần được tách tất cả các đầu dây nối vào hệ thống. Các đầu ra của mỗi cuộn dây cần đấu tắt với nhau.

Các đầu ra của các cuộn dây máy biến áp phải được đấu tắt và đấu đất để xả điện tích tàn dư ít nhất 5 phút trước khi tiến hành thử phép đầu tiên.

Giữa hai phép thử nghiệm chịu điện áp, các đối tượng đo cần được đấu tắt và đấu đất để xả điện tích tàn dư ít nhất 5 phút trước khi tiến hành thử phép tiếp theo.

Điện áp thử phải được nâng từ giá trị zê rô lên đến điện áp thử với tốc độ nâng điện áp không quá 2KV/giây. Trong quá trình nâng điện áp, phải theo dõi dòng điện cung cấp sao cho không vượt quá thang đo hoặc có hiện tượng tăng đột biến gây nguy hiểm cho cách điện MBA (trong trường hợp MBA có khuyết tật hoặc cách điện máy biến áp bị đánh thủng).

Khi điện áp đạt giá trị điện áp thử, bắt đầu tính thời gian duy trì điện áp (được qui định 60 giây), chú ý quan sát MBA không có các biểu hiện bất thường. Sau đó hạ dần điện áp thử về zê rô.

Nếu dòng điện cung cấp có hiện tượng tăng đột biến, lập tức giảm điện áp thử về zê rô, xả điện tích tàn dư và đo lại cách điện bằng Mê gôm 2500V.

Thí nghiệm cao thế xoay chiều tần số công nghiệp qui định thử các phép sau:

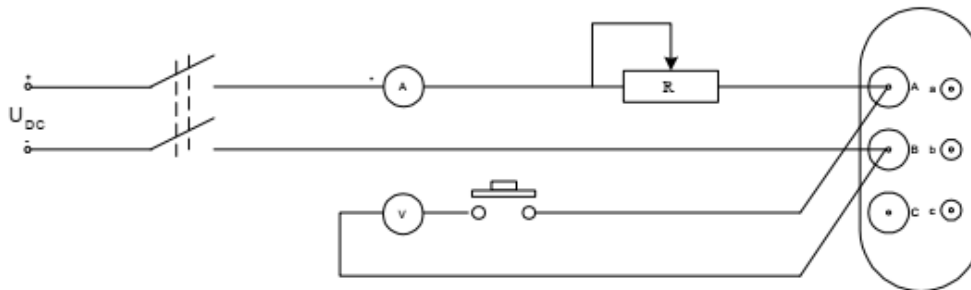
- Đối với MBA có hai cuộn dây:
  1. Cao - (Hạ + Vỏ + Đất)
  2. Hạ - (Cao + Vỏ + Đất)
- Đối với MBA có ba cuộn dây:
  1. Cao - (Trung + Hạ + Vỏ + Đất)
  2. Trung - (Cao + Hạ + Vỏ + Đất)
  3. Hạ - (Cao + Trung + Vỏ + Đất)

TIÊU CHUẨN	ĐIỆN ÁP THỬ NGHIỆM MBA LỰC THEO ĐIỆN ÁP ĐỊNH MỨC (IEC: THEO ĐIỆN ÁP LỚN NHẤT) (KV/KV)						
	0,7	3 (3,6)	6 (7,2)	10 (12,7)	15 (17,5)	20 (24)	35 (36)
TCN	4	16	22	31	40	49	76
	3	9	15	22	33	(40)	(61)
TC IEC		10	20	28	38	50	70
TCVN		8	15	25	36	50	70

#### 4. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.

Đo điện trở một chiều cuộn dây sơ cấp và thứ cấp bằng cầu P333 hoặc máy đo điện trở một chiều TRM-203 của Nhà sản xuất VANGUARD-Mỹ.

Giá trị điện trở một chiều cuộn dây đạt yêu cầu nếu các giá trị điện trở một chiều so với nhà sản xuất sai khác nhau không quá 2% quy về cùng một nhiệt độ.



**Hình 5.4.1:** Sơ đồ đo điện trở một chiều bằng phương pháp Von - Ampe:

Kiểm tra cực tính của cuộn dây thứ cấp:

- Xác định cực tính của cuộn dây thứ cấp bằng cách sử dụng một nguồn một chiều và một vôn kế chỉ không
- Khi cho xung điện áp một chiều vào hai đầu cuộn dây sơ cấp và quy ước đầu cuộn dây được nối vào cực dương của nguồn là cực tính. Hai đầu của cuộn dây thứ cấp được nối với vôn kế chỉ không. Khi ta bắt đầu xung điện áp một chiều thì vôn kế sẽ lệch về phía dương. Đầu dây nào được nối với cực dương của vôn kế chỉ không được xem là có cùng cực tính với đầu dây nối với cực dương của nguồn một chiều.
- Việc kiểm tra cực tính được thực hiện cho tất cả các pha và tiến hành tương tự như trên.
- Việc xác định cực tính cũng được thực hiện qua thiết bị đo tỉ số biến ATRT-03
- Đặt điện áp bằng 1,3 điện áp định mức của cuộn dây thứ cấp tần số 50Hz hoặc đặt điện áp bằng 2 lần điện áp định mức với tần số 100Hz trong thời gian 5 phút. Quan sát giá trị dòng điện và tổn thất không có sự thay đổi bất thường

Thí nghiệm đo góc tổn thất điện môi (đối với máy biến điện áp từ 110kV trở lên):

- Đo góc tổn thất điện môi được thực hiện bằng cầu tang chuyên dụng của nhà sản xuất Doble hoặc Megger.

- Sử dụng sơ đồ đo GST, điện áp đo tang không được nhỏ hơn 2 kV. Giá trị thu được so sánh với nhà sản xuất, không có sự sai khác quá lớn.

**5. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.**

**\* Các hạng mục thí nghiệm**

1. Kiểm tra bên ngoài.
2. Thí nghiệm không tải (Không thực hiện với các máy biến điện áp kiểu tụ)
3. Đo điện trở cách điện cuộn dây sơ cấp và thứ cấp
4. Kiểm tra tỉ số biến áp
5. Đo điện trở một chiều cuộn dây thứ cấp và sơ cấp
6. Kiểm tra cực tính các cuộn dây
7. Thí nghiệm điện áp cảm ứng vòng dây (Không thực hiện đối với máy biến điện áp kiểu tụ)
8. Đo tgδ và C của cuộn dây sơ cấp (đối với máy biến điện áp từ 110kV trở lên)

**\* Quy trình thử nghiệm**

Vệ sinh sạch sẽ máy biến điện áp trước khi thử nghiệm

Vỏ kim loại của máy biến điện áp được nối đất

Kiểu nối đất của hệ thống	Nối cuộn dây sơ cấp	Điện áp thử nghiệm phóng điện cục bộ (giá trị hiệu dụng) (kV)	Mức phóng điện cục bộ cho phép (pC)	
			Loại cách điện ngâm trong dầu	Loại cách điện rắn
Hệ thống trung tính nối đất (hệ số sự cố chạm đất $\leq 1,5$ )	Pha-đất	Um $1,2Um/\sqrt{3}$	10 5	50 20
	Pha-pha	1,2Um	5	20
Hệ thống trung tính cách ly hoặc hệ thống nối đất trung tính không hiệu quả (hệ số sự cố chạm đất $>1,5$ )	Pha-đất	1,2Um $1,2Um/\sqrt{3}$	10 5	50 20
	Pha-pha	1,2Um	5	20

**CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Vẽ hình và trình bày nguyên lý hoạt động của máy biến điện áp kiểu ghép tầng?
2. Vẽ hình và trình bày nguyên lý hoạt động của máy biến điện áp kiểu cảm ứng điện từ?.
3. Vẽ hình đầu dây kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.
4. So sánh ưu nhược điểm của từng các kiểm tra thí nghiệm máy biến điện áp?

## BÀI TẬP

**Bài tập 1:** Máy biến áp là thiết bị:

- A. biến đổi tần số của dòng điện xoay chiều.
- B. có khả năng biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều.
- C. làm tăng công suất của dòng điện xoay chiều.
- D. biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.

HD giải: Máy biến áp là thiết bị có khả năng biến đổi điện áp của dòng điện xoay chiều.  
Chọn B.

**Bài tập 2:** Một máy biến thế có số vòng của cuộn sơ cấp là 5000 và thứ cấp là 1000. Bỏ qua mọi hao phí của máy biến thế. Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng 100 V thì hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp khi để hở có giá trị là:

- A. 20 V.      B. 40 V.      C. 10 V.      D. 500 V.

$U_1 U_2 = N_1 N_2 \Rightarrow 5000 \cdot 1000 = 100 U_2 \Rightarrow U_2 = 20 \text{ V}$   
Chọn A.

**Bài tập 3:** Một máy biến thế có cuộn sơ cấp 1000 vòng dây được mắc vào mạng điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng 220 V. Khi đó hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 484 V. Bỏ qua mọi hao phí của máy biến thế. Số vòng dây của cuộn thứ cấp là:

- A. 2500.      B. 1100.      C. 2000.      D. 2200.

$U_1 U_2 = N_1 N_2 \Rightarrow 1000 N_2 = 220 \cdot 484 \Rightarrow N_2 = 2200$   
Chọn D.

**Bài tập 4:** Một máy biến áp, cuộn sơ cấp có 500 vòng dây, cuộn thứ cấp có 50 vòng dây. Điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp là 100V. Hiệu suất của máy biến áp là 95%. Mạch thứ cấp là một bóng đèn dây tóc tiêu thụ công suất 25W. Cường độ dòng điện qua đèn có giá trị bằng:

- A. 25A.      B. 2,5 A.      C. 1,5 A.      D. 3 A.

HD giải: Ta có  $N_1 N_2 = U_1 U_2 \Rightarrow U_2 = 10 \text{ V}$

Lại có:  $P_2 = U_2 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ A}$

Chọn B.

**Bài tập 5:** Một máy biến thế dùng làm máy giảm thế (hạ thế) gồm cuộn dây 100 vòng và cuộn dây 500 vòng. Bỏ qua mọi hao phí của máy biến thế. Khi nối hai đầu cuộn sơ cấp với hiệu điện thế  $u = 100\sqrt{2}\cos 100\pi t \text{ (V)}$  thì hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn thứ cấp bằng:

- A. 10 V.      B. 20 V.      C. 50 V.      D. 500 V.

$N_1 N_2 = U_1 U_2 \Rightarrow U_2 = \frac{N_2 N_1 U_1}{N_1} = \frac{500 \cdot 100}{100} = 500 \text{ V}$   
Chọn B.

Tên cơ quan thử nghiệm

.....

## BIÊN BẢN THỬ NGHIỆM

Số: .....

Tên đối tượng thử nghiệm:.....

Kiểu: .....

Số sản xuất: .....

Chỉ tiêu kỹ thuật: .....

Cơ sở sản xuất:.....Nước sản xuất: .....

Năm sản xuất:.....

Cơ quan đề nghị thử nghiệm:.....

Tiêu chuẩn/Quy trình thử nghiệm: .....

Điều kiện thử nghiệm: .....

Phòng thử nghiệm: .....

Thời gian tiến hành thử nghiệm: Từ ngày.....tháng.....năm.....

đến ngày.....tháng.....năm.....

### KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM TỔNG HỢP

STT	Tên phép thử	Kết quả	Chú thích
1	<b>Kiểm tra bên ngoài</b>		
2	<b>Kiểm tra kỹ thuật</b> - Đo điện trở cách điện -Kiểm tra chiều dài đường bò -Thử độ bền cách điện đối với cuộn dây sơ cấp -Thử độ bền cách điện đối với cuộn dây thứ cấp		
3	<b>Thử nghiệm đo lường</b> - Thử nghiệm cực tính - Thử nghiệm về độ chính xác		
4	<b>Thử nghiệm các đại lượng ảnh hưởng</b> - Thử nghiệm phóng điện cục bộ. - Thử nghiệm khả năng chịu ngắn mạch - Thử nghiệm sự phát nhiệt - Thử nghiệm xung sét - Thử nghiệm ướt		
5	<b>Kết luận chung</b>		

Người thực hiện



## BÀI 6: THÍ NGHIỆM MÁY BIẾN DÒNG

### Giới thiệu:

Dòng điện cũng như điện áp của các phần tử trong hệ thống điện thường có trị số rất lớn, không thể đưa trực tiếp vào dụng cụ đo hoặc relay bảo vệ, các thiết bị tự động khác, vì vậy các dụng cụ và thiết bị này thường được đấu nối qua máy biến dòng điện (CT) và máy biến điện áp (VT).

Máy biến dòng điện(CT) là thiết bị điện dùng để biến đổi dòng điện có trị số lớn và điện áp cao xuống dòng điện có trị số tiêu chuẩn 5A hoặc 1A, điện áp an toàn để cung cấp cho mạch đo lường, điều khiển và bảo vệ.

CT có cuộn dây sơ cấp đấu nối tiếp vào mạch sơ cấp. Tổng trở của CT, kể cả tổng trở của phụ tải phía thứ cấp rất bé so với tổng trở phía sơ cấp của mạch điện

### Mục tiêu của bài:

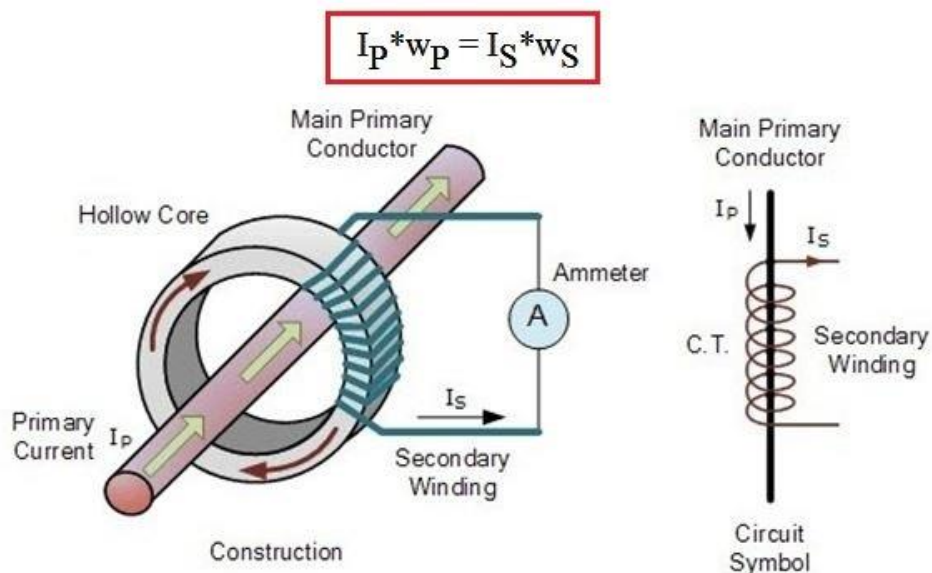
- Phân tích được mục đích ý nghĩa của công tác thí nghiệm máy biến dòng.
- Trình bày được các bước tiến hành khi kiểm tra thí nghiệm máy biến dòng.
- Sử dụng được các thiết bị để kiểm tra thí nghiệm máy biến dòng một cách thành thạo.
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### Nội dung chính:

#### 1. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.

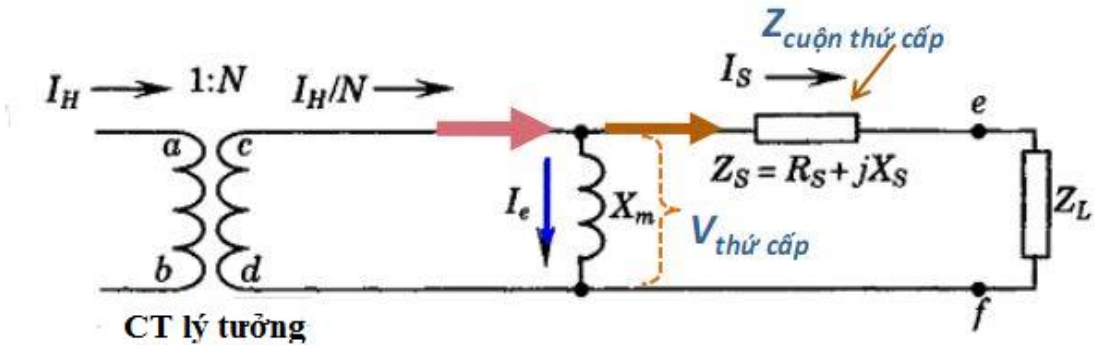
##### 1.1. Máy biến dòng.

Nguyên lý hoạt động máy biến dòng – CT: Dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, thông qua mạch từ lõi thép biến đổi dòng điện lớn phía cao áp sang dòng điện nhỏ cung cấp cho các phụ tải thứ cấp. Tổng trở mạch ngoài của CT rất bé nên có thể xem CT luôn làm việc trong trạng thái ngắn mạch.



**Hình 6.1.1:** Cấu tạo máy biến dòng

Cũng giống như máy biến áp, CT có sơ đồ thay thế:  
 Do số vòng dây phía sơ cấp nhỏ, thường là 1 vòng nên có thể bỏ qua tổng trở phía sơ cấp.



**Hình 6.1.2:** Sơ đồ thay thế của máy biến dòng

Sai số của CT xuất hiện do tồn tại của dòng từ hóa, dòng  $I_e$  càng cao sai số càng lớn.

Điện áp xuất hiện phía thứ cấp:

$$V_{\text{thứ cấp}} = I_{\text{thứ cấp}} * (Z_{\text{cuộn thứ cấp}} + Z_{\text{dây dẫn phụ}} + Z_{\text{thiết bị nối vào}})$$

Tải tăng >  $V_{\text{thứ cấp}}$  tăng > tăng dòng từ hoá  $I_e$  > tăng sai số của CT.

### 1.2. Kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây.

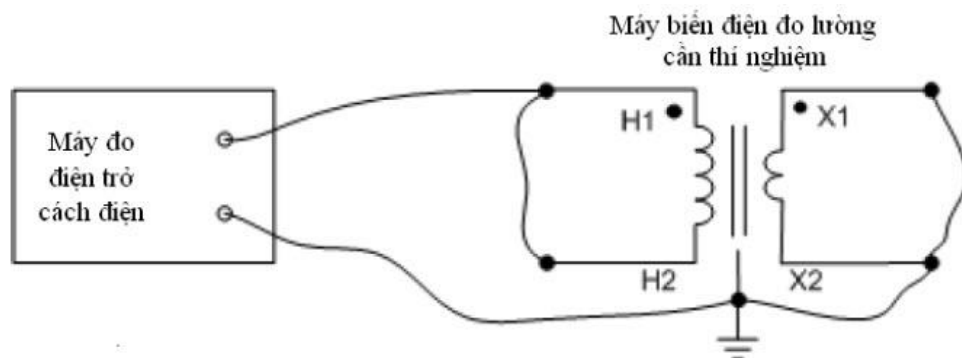
Mục đích: Kiểm tra chất lượng cách điện giữa các cuộn dây với nhau và giữa cuộn dây với vỏ.

Phương pháp:

Với cấp điện áp < 1000V, sử dụng Megaohm có điện áp 2500VDC

Với cấp điện áp > 1000V, sử dụng Megaohm có điện áp 500VDC hoặc 1000VDC

Các phép đo: Cao – (Hạ + Vỏ), Hạ – (Cao – Vỏ), Cao – Hạ, Cao – Vỏ, Hạ – Vỏ.



**Hình 6.1.3:** Sơ đồ kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây

Ví dụ về sơ đồ đấu nối phép đo: Cao – (Hạ + Vỏ)

Đánh giá:

Điện trở cách điện mạch thứ cấp > 2MΩ

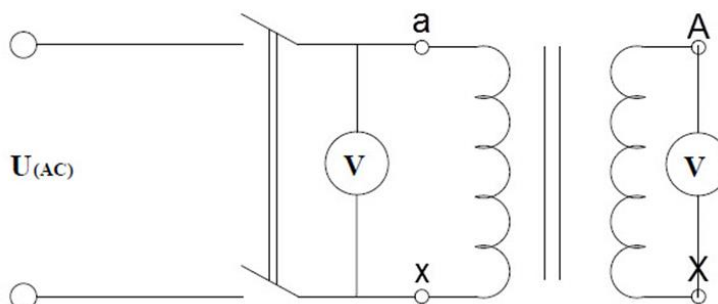
Điện trở cách điện giữa sơ cấp và đất, giữa các cuộn dây không nhỏ hơn giá trị trong bảng sau:

Điện áp Danh định (kV)	Nhiệt độ				
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
Cao hơn 66	1200	600	300	150	75
20 ÷ 35	1000	500	250	125	65
10 ÷ 15	800	400	200	100	50
Thấp hơn 10	400	200	100	50	25

## 2. Kiểm tra và thử nghiệm các bu lông ép và các công sơn của máy.

Đo tỉ số biến: Kiểm tra hư hỏng trong cuộn dây, mạch từ.

### \* Phương pháp điện áp:



Đặt điện áp AC 1 pha vào phía thứ cấp. Lấy đồng thời giá trị trên hai volt kế. Tỷ số biến được tính như sau:  $K = U_{AX}/U_{ax}$

### \* Phương pháp dòng điện:

Đặt dòng điện AC 1 pha vào phía sơ cấp. Đo dòng điện chạy qua phía sơ cấp ( $I_{sc}$ ) và thứ cấp ( $I_{TC}$ ). Tỷ số biến được tính như sau:  $K = I_{sc}/I_{TC}$

Kiểm tra bên ngoài theo các yêu cầu sau đây:

\* Kiểm tra nhãn mác của biến dòng đo lường (CT) phải đảm bảo ghi tối thiểu các thông số cơ bản như sau:

- Hãng sản xuất hoặc nhãn hiệu thương mại
- Ký hiệu cực tính
- Kiểu/loại
- Dòng điện sơ cấp, thứ cấp danh định
- Số chế tạo
- Tần số làm việc danh định
- Năm sản xuất
- Dung lượng
- Tiêu chuẩn sản xuất
- Cấp chính xác
- Mức cách điện
- Dòng điện nhiệt ngắn hạn danh định ( $I_{th}$ )

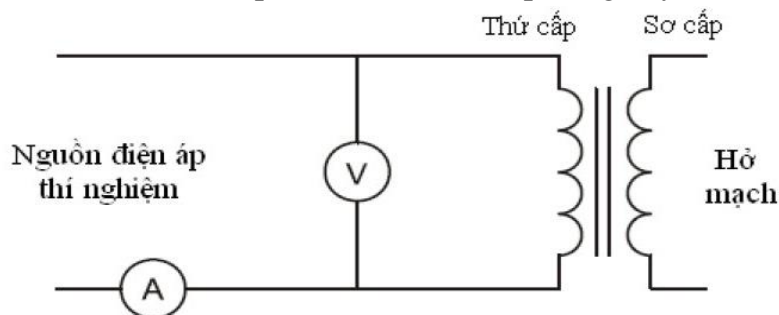
Các thông số ghi trên nhãn mác của máy biến dòng điện phải phù hợp với hồ sơ kỹ thuật do nhà chế tạo công bố (hoặc phù hợp với Tiêu chuẩn về yêu cầu kỹ thuật như: TCVN; IEC...mà nhà sản xuất công bố).

Nắp đầu đấu nối phải có vị trí kẹp chì niêm phong, đảm bảo rằng không thể can thiệp vào các đầu nối dây nếu không phá hủy chì niêm phong.

Vỏ và phần cách điện bên ngoài của CT phải nguyên vẹn, không bị vỡ hoặc rạn nứt trước khi tiến hành thử nghiệm.

### 3. Thử nghiệm cách điện các cuộn dây máy biến dòng bằng điện áp tăng cao.

Kiểm tra đặc tính từ hóa nhằm phát hiện chạm chập vòng dây, mạch từ



**Hình 6.3.1:** Sơ đồ thí nghiệm đặc tính từ hóa

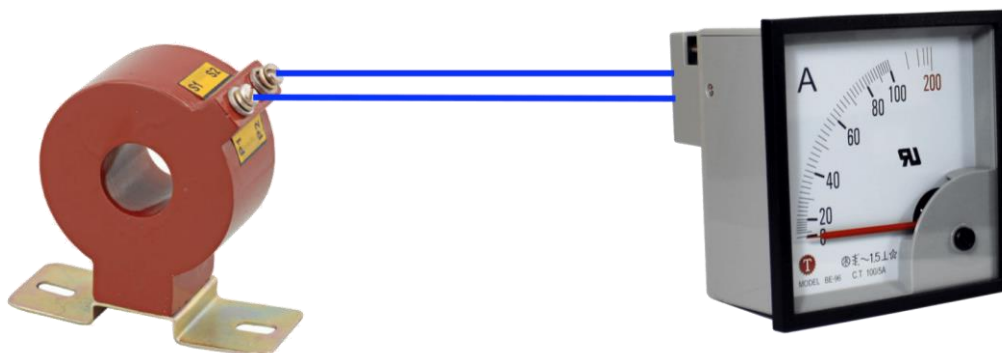
Hồ mạch phía sơ cấp, đặt điện áp AC phía thứ cấp và tăng từ từ. Ghi lại các giá trị trên ampe kế và volt kế. Từ dữ liệu thu thập được, vẽ đường cong đặc tính từ hóa.

Đánh giá: So sánh với dữ liệu NSX, hoặc so sánh với lần thí nghiệm trước hoặc với các CT cùng loại. Nếu giá trị lệch quá 10% cần khử từ dư và thí nghiệm lại. Xem xét cùng với các hạng mục thí nghiệm khác

#### \* Cách đấu biến dòng vào đồng hồ Ampe

Biến dòng sơ cấp có hai dây tương ứng với hai dây đầu vào của đồng hồ Ampe. Đầu tiên chúng ta phải chọn giá trị của biến dòng và giá trị hiển thị của đồng hồ là cùng giá trị. Chẳng hạn biến dòng có giá trị 100A/5A thì chúng ta cũng phải chọn đồng hồ có giá trị hiển thị tương ứng 100/5A.

Trường hợp chúng ta dùng biến dòng 100/5A nhưng lại sử dụng đồng hồ cơ có giá trị 200/5A thì lúc này đồng hồ chỉ hiển thị sai thông tin. VD khi đo dòng 50A thì đồng hồ hiển thị 100A vì hệ số của đồng hồ gấp đôi so với biến dòng.



**Hình 6.3.2:** Cách đấu biến dòng vào đồng hồ Ampe

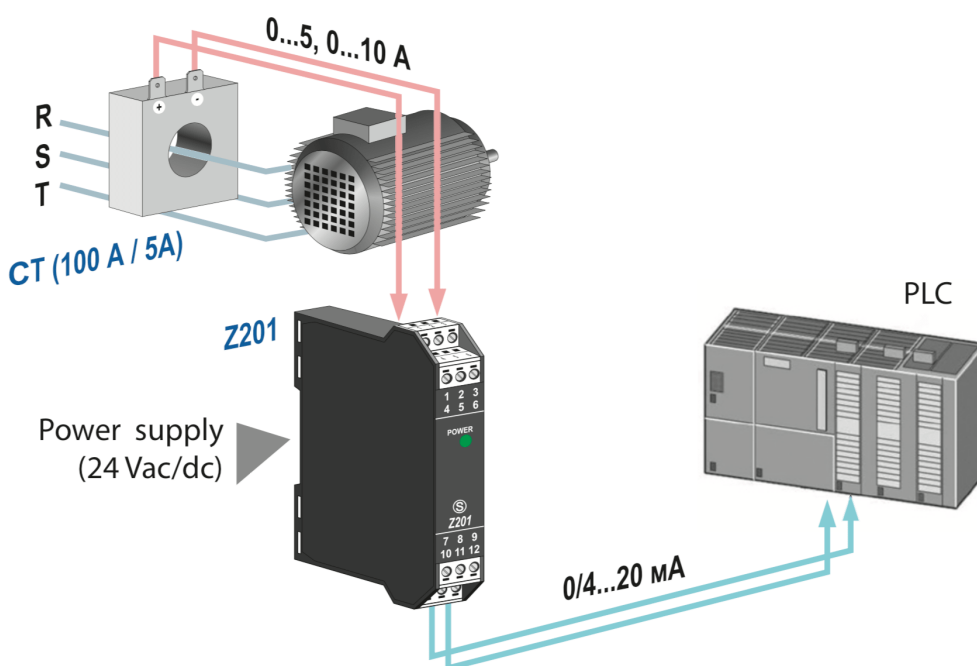
Biến dòng có hai đầu dây ra để đấu vào đồng hồ tương ứng với hai chân trên đồng hồ Ampe. Chúng ta chỉ cần đấu vào 2 chân của đồng hồ Ampe là đã đo được dòng tải của thiết bị cần đo.

**\* Cách đấu biến dòng CT với PLC**

Do tất cả các biến dòng đời mới ngày nay đều tuân theo chuẩn 5A hoặc 10A tương ứng với giá trị của dòng tải lớn nhất. Để hiển thị giá trị dòng điện có hai cách : dùng đồng hồ cơ gắn trên mặt tủ điện hoặc dùng đồng hồ điện tử gắn trên mặt tủ điện.

Tuy nhiên, nếu chúng ta muốn truyền giá trị dòng điện về tủ điều khiển như PLC / DCS chúng ta phải dùng bộ chuyển đổi 5A sang Analog 4-20mA hoặc 0-10V. Bởi PLC/ DCS không có khả năng đọc trực tiếp các giá trị dòng điện lớn như 5A hay 10A.

Bộ chuyển đổi Seneca Z201-H ngoài khả năng chuyển đổi cần phải có khả năng chống nhiễu tại 4000Vac, bởi các dòng tải lớn khả năng làm nhiễu thiết bị đầu ra rất cao. Z201-H có khả năng chống nhiễu lên tới 4000Vac.



**Hình 6.3.3:**Cách đấu biến dòng CT với PLC

Thông số kỹ thuật bộ chuyển đổi Z201-H

Nguồn cấp: 10...40Vdc ( Z201 ) , 230Vac ( Z201-H )

Cách ly chống nhiễu : 4000Vac

Sai số: 0.3%

Thời gian đáp ứng 200ms

Lắp đặt trên DIN Rail 35mm

Input 5Aac / 10Aac

Output áp: 0-1V , 0-5V , 0-10V, 2-10V

Output dòng: 0-20mA , 4-20mA

**4. Đo điện trở của các cuộn dây bằng dòng điện một chiều.**

Mục đích: Xác định tình trạng cuộn dây và mối nối hoặc dùng để thí nghiệm độ tăng nhiệt.

Phương pháp: Tham khảo phương pháp đo điện trở một chiều trong bài thí nghiệm điện trở một chiều.

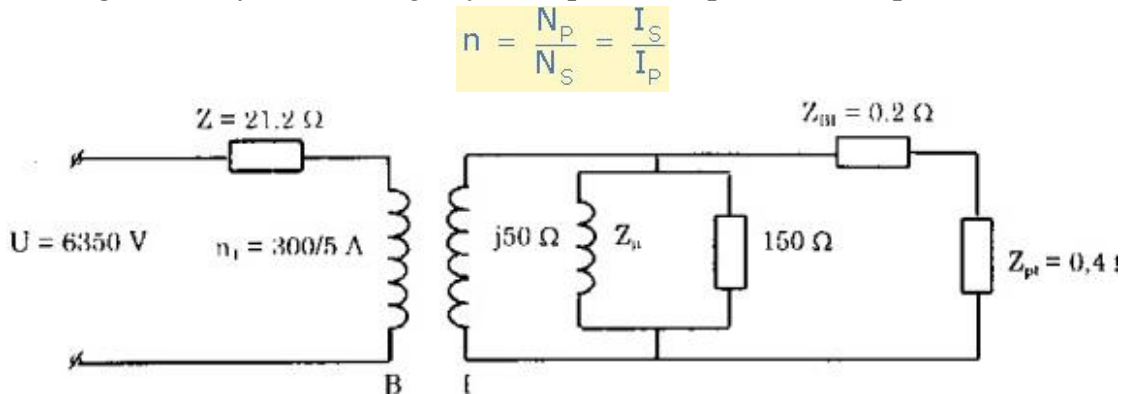
Đánh giá: Sai số nhỏ hơn 2% hoặc 5% so với giá trị NSX hoặc thí nghiệm trước đó phụ thuộc thỏa thuận với chủ đầu tư.

Các chế độ làm việc của CT:

- Chế độ ngắn mạch của dòng sơ cấp, mạch thứ cấp có phụ tải  $Z_2$ : Tỷ số giữa dòng ngắn mạch sơ cấp trên dòng định mức gọi là bội số dòng của máy biến dòng:  $n = I_1 / I_{1dm}$ . Khi  $n$  lớn, sai số CT tăng và sai số này còn phụ thuộc vào dòng thứ cấp  $I_2$  hoặc tải  $Z_2$ . Thường với mạch bảo vệ, bội số dòng điện của CT phải đạt giá trị sao cho sai số của nó dưới 10%.

- Chế độ hở mạch thứ cấp của CT: Khi thứ cấp hở mạch, phía thứ cấp sẽ có điện áp cảm ứng với biên độ rất cao gây nguy hiểm cho người và các thiết bị thứ cấp (lỗi thép bị bão hòa). Để chống hiện tượng bão hòa trong mạch từ, người ta còn chế tạo máy biến dòng có khe hở không khí, còn gọi là biến dòng tuyến tính.

CT có tỷ số dòng điện tỷ lệ nghịch với số vòng dây cuộn. Do đó, có thể thay đổi tỷ số biến bằng cách thay đổi số vòng dây cuộn phía sơ cấp hoặc thứ cấp.



**Hình 6.4.1:** Sơ đồ tương đương của CT

### 5. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.

Thông số của máy biến dòng điện

- Điện áp định mức: là trị số điện áp dây của lưới điện mà máy biến dòng làm việc. Điện áp này quyết định cách điện giữa phía sơ cấp và thứ cấp của máy biến dòng.

- Dòng điện định mức phía sơ cấp và thứ cấp là dòng điện làm việc dài hạn theo phát nóng, có dự trữ.

- Hệ số biến đổi là tỷ số giữa sơ cấp và thứ cấp định mức:

$$K_{dm} = I_{1dm} / I_{2dm}$$

Hệ số biến đổi thường được chế tạo như sau: 10/5A; 15/5; 20/5; 25/5; 50/5A; 75/5; 100/5; 150/5; 200/5; 250/5; 300/5; 400/5; 500/5; 600/5; 700/5; 750/5; 800/5; 850/5; 900/5; 950/5 ; 1.000/5; 1.500/5,...

- Phụ thuộc vào sai số, máy biến dòng điện có những cấp chính xác sau:

+ Cuộn đo lường: 0,2; 0,5; 1.



+ Cuộn bảo vệ: 5P10, 5P20, 10P10,... (5P20: nếu dòng điện qua CT tăng lên gấp 20 lần dòng điện định mức của nó thì sai số chỉ là 5%).

+ Tải định mức của biến dòng tổng trở tính bằng W, với  $\cos\phi=0,8$  mà biến dòng làm việc với cấp chính xác tương ứng.

Công suất định mức của CT:  $P_{2dm}=I_{2dm}^2 \cdot Z_{2dm}$

+ Bội số dòng định mức giới hạn là tỷ số giữa dòng sơ cấp và dòng sơ cấp định mức mà sai số dòng điện đến 10%.

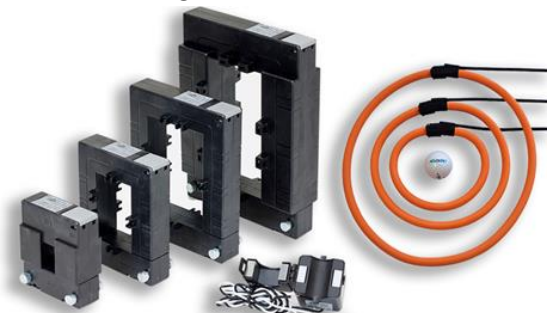
**\* Trước khi tiến hành thử nghiệm phải thực hiện các công việc chuẩn bị sau đây:**

- Lựa chọn chuẩn, dụng cụ đo, các thiết bị tạo nguồn cho phép thử và các dụng cụ đảm bảo an toàn cho các cán bộ thử nghiệm phù hợp với từng phép thử

- Kiểm tra các điều kiện về môi trường, tiếp địa an toàn, và các quy định có liên quan đến phép thử (đối với các yêu cầu đặc biệt sẽ được quy định cụ thể tại phép thử).

- Làm sạch các đầu sứ (bề mặt cách điện) của CT chuẩn và CT thử nghiệm nhưng không được gây nên bất kỳ sự ảnh hưởng nào đến bề mặt cách điện của các CT.

- Kiểm tra các điều kiện về môi trường, khoảng cách an toàn, hệ thống nối đất và bảo vệ còn tốt và làm việc bình thường.



**Hình 6.5.1:** Các loại biến dòng CT thường dùng

Biến dòng 100/5A

Biến dòng 150/5A

Loại biến dòng 250/5A cũng hay được sử dụng

Biến dòng 600/5A

Biến dòng 1000/5A

Cao hơn, biến dòng 2000/5A

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Khái niệm máy biến dòng? Nguyên lý hoạt động của máy biến dòng?
2. Tại sao cần phải thí nghiệm máy biến dòng? Các phương pháp thử nghiệm máy biến dòng?
3. Cách kiểm tra tình trạng cách điện của các cuộn dây? Ưu nhược điểm của phương pháp thử nghiệm?
4. Ứng dụng của máy biến dòng?

## BÀI 7: THÍ NGHIỆM CẦU DAO CÁCH LY

### Giới thiệu:

Dao cách ly là khí cụ điện dùng để đóng cắt mạch điện không có dòng điện hoặc dòng điện nhỏ hơn dòng điện định mức nhiều lần và tạo nên khoảng cách cách điện an toàn.

Dao cách ly có thể đóng cắt dòng điện dung của đường dây hoặc cáp không tải, dòng điện không tải của MBA. Ở trạng thái đóng dao cách ly phải chịu được dòng điện định mức dài hạn, dòng sự cố ngắn hạn như dòng ổn định nhiệt, dòng xung kích.

Có nhiều loại dao cách ly. Mỗi kiểu dao cách ly được lựa chọn phù hợp với sơ đồ trạm biến áp. Hiện nay người ta chế tạo dao cách ly cao áp có điện áp từ 72,5kV đến 800kV, dòng điện định mức từ 1250A đến 4000A, dòng điện ổn định động từ 63A đến 160kA. Trong thiết bị phân phối cao áp, người ta thường sử dụng dao cách ly kiểu quay một trụ, hai trụ và ba trụ.

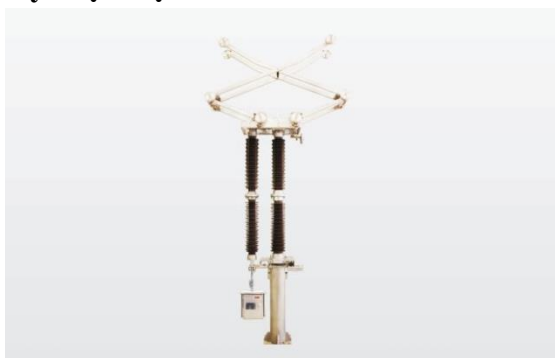
### Mục tiêu của bài:

- Phân tích được mục đích ý nghĩa của công tác thí nghiệm dao cách ly.
- Trình bày được các bước tiến hành khi kiểm tra thí nghiệm dao cách ly.
- Sử dụng được các thiết bị để kiểm tra thí nghiệm dao cách ly một cách thành thạo.
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### Nội dung chính:

#### 1. Kiểm tra khả năng cách điện của sứ đỡ.

##### 2.1. Dao cách ly kiểu quay một trụ



**Hình 7.1.1:** Dao cách ly kiểu quay một trụ

Dao cách ly kiểu quay một trụ, tiếp điểm đóng mở so với các Dao cách ly khác loại dao này đòi hỏi tiết diện mặt bằng nhỏ.

Do vậy chúng được sử dụng trong các trạm cao áp để giảm kích thước trạm đặc biệt là trong các trạm có nhiều thanh góp và Dao cách ly.

##### 2.2. Dao cách ly kiểu quay hai trụ

Dao cách ly kiểu quay hai trụ được sử dụng rộng rãi ở cấp điện áp 72,5 kV đến 420kV, chủ yếu cho các trạm ngoài trời. Tùy theo vị trí của dao mà có thể kèm hoặc không kèm theo dao nối đất.





**Hình 7.1.2:** Dao cách ly kiểu quay hai trụ

Để đóng mở Dao cách ly thường dùng hai đế quay, được nối với nhau bằng thanh kẹp. Các sứ đỡ được gắn với đế quay, trên đỉnh sứ người ta gắn khớp quay có cần và các tiếp điểm cao áp. Khi thao tác cả hai cần quay đều một góc  $90^\circ$ . Ở vị trí mở Dao cách ly có điểm cắt giữa hai trụ sứ tạo nên khoảng cách cách điện nằm ngang.

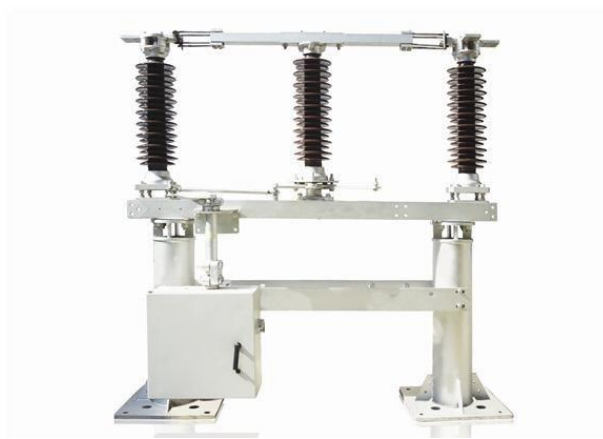
Bộ quay được lắp bằng bulông, cho phép điều chỉnh chính xác hệ thống tiếp xúc. Tùy theo yêu cầu mỗi Dao cách ly có thể lắp thêm một hoặc hai dao nối đất, giữa chúng có khoá liên động để tránh thao tác nhầm lẫn và cố định vị trí để phòng thay đổi vị trí khi làm việc ở tình huống nguy hiểm như có ngắn mạch, gió bão....

### **2.3. Dao cách ly hai trụ, cắt ở giữa**

Khi điện áp làm việc của Dao cách ly cao, khoảng cách cách điện của Dao cách ly lớn đòi hỏi tiếp điểm phải dài. Khi đó để giảm diện tích mặt bằng trạm người ta sử dụng Dao cách ly loại này.

Thường dùng phổ biến ở các cấp điện áp từ 400kV trở lên.

### **2.4. Dao cách ly kiểu quay ba trụ**



**Hình 7.1.3:** Dao cách ly kiểu quay ba trụ

Dao cách ly và dao nối đất có cơ cấu thao tác riêng và có sự liên kết cơ khí bằng thanh nối.

Dao cách ly hai trụ có cấu tạo đơn giản, gọn nhẹ. Nhược điểm của loại dao này là khoảng cách giữa các pha lớn, khi đóng mở cả hai sứ đều chuyển động nên cần bộ truyền động phức tạp.

Để khắc phục một phần nhược điểm của Dao cách ly hai trụ người ta dùng Dao cách ly ba trụ. Hai sứ cách điện phía ngoài cố định và được dùng để giữ hệ thống tiếp xúc. Sứ giữa gắn trên để quay và đỡ lưỡi dao. Khi thao tác sứ quay khoảng 60 độ để đóng mở Dao cách ly.

Dao tiếp đất nếu có được đặt về phía các tiếp điểm tĩnh của Dao cách ly, hai sứ cố định phía ngoài.

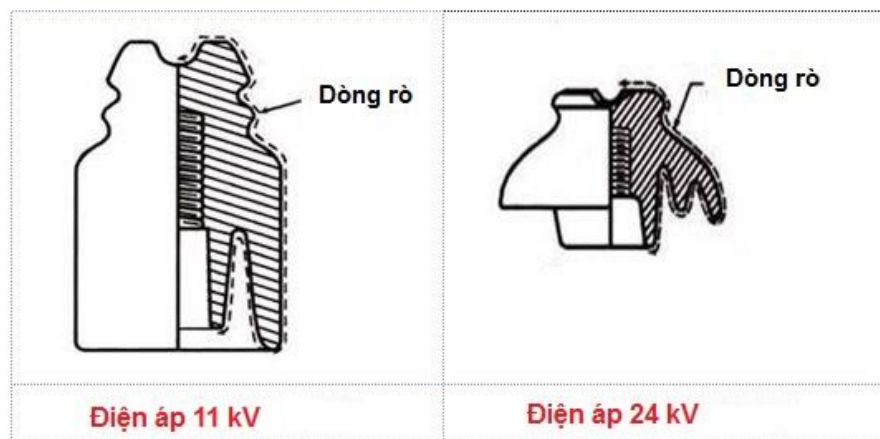
Nhược điểm của Dao cách ly loại này là dùng tới 3 sứ đất tiên, nên thường dùng chúng ở cấp điện áp không cao.

### 2.5. Kiểm tra khả năng cách điện của sứ đỡ.

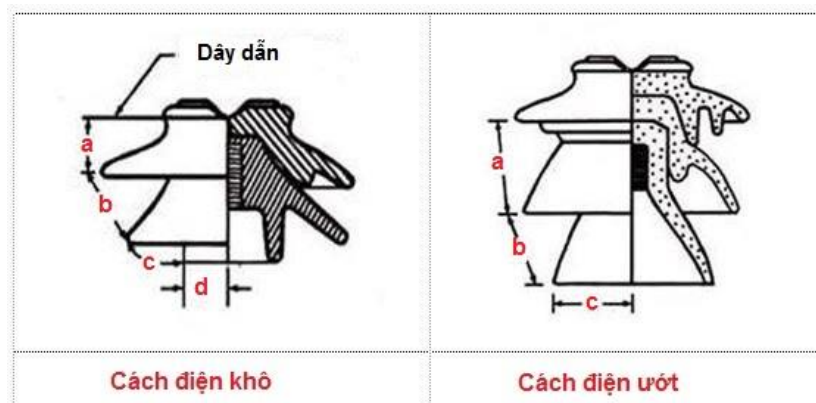
Sứ đỡ có nhiều bát, có lợi thế là một khuyết tật trên một bát sứ không ảnh hưởng nghiêm trọng đến độ bền cơ học, và có thể vẫn hoạt động với điện áp định mức trong khoảng thời gian dài cho đến khi được thay thế.

Đối với đường dây 11 kV, ở khu vực nông thôn do mang tải ít và thường sử dụng cho chiếu sáng, sinh hoạt nên sử dụng 1 bát sứ vì lý do kinh tế. Còn ở đô thị, khu công nghiệp sứ đỡ nhiều bát được ưu tiên.

Khi quan sát bên trong tán sứ, ta thấy, bề mặt tán lõm vào và có đường cong nhấp nhô > tăng chiều dài theo chiều dọc sứ > kéo dài khoảng cách dòng rò. Ngoài ra, nó còn ngắt dòng chảy nước mưa, giảm ảnh hưởng của bụi bẩn theo bề mặt sứ để tránh hiện tượng phóng điện.



**Hình 7.1.4:** Đường dòng rò được thể hiện bằng nét chấm trên 1 bát sứ



**Hình 7.1.5:** Khoảng cách phóng điện với loại sứ đỡ nhiều bát

## 2. Kiểm tra khả năng đóng, khả năng cắt.

Dao cách ly được phép thao tác không điện hoặc có điện khi dòng điện thao tác nhỏ hơn dòng điện cho phép theo Quy trình vận hành của dao cách ly do Đơn vị quản lý vận hành đó ban hành. Cho phép dùng dao cách ly để tiến hành thao tác có điện trong các trường hợp sau:

- a) Đóng và cắt trung tính của các máy biến áp, kháng điện;
- b) Đóng và cắt các cuộn dập hồ quang khi trong lưới điện không có hiện tượng chạm đất;
- c) Đóng và cắt chuyển đổi thanh cái khi máy cắt hoặc dao cách ly liên lạc thanh cái đã đóng;
- d) Đóng và cắt không tải thanh cái hoặc đoạn thanh dẫn;
- e) Đóng và cắt dao cách ly nối tắt thiết bị;
- f) Đóng và cắt không tải máy biến áp, máy biến dòng điện;
- g) Các trường hợp đóng và cắt không tải máy biến áp lực, các đường dây trên không, các đường cáp phải được Đơn vị quản lý vận hành quy định đối với từng loại dao cách ly;
- h) Các bộ truyền động cơ khí hoặc tự động của các dao cách ly dùng để đóng cắt dòng từ hóa, dòng điện nạp, dòng điện phụ tải, dòng điện cân bằng phải đảm bảo hành trình nhanh chóng và thao tác dứt khoát.

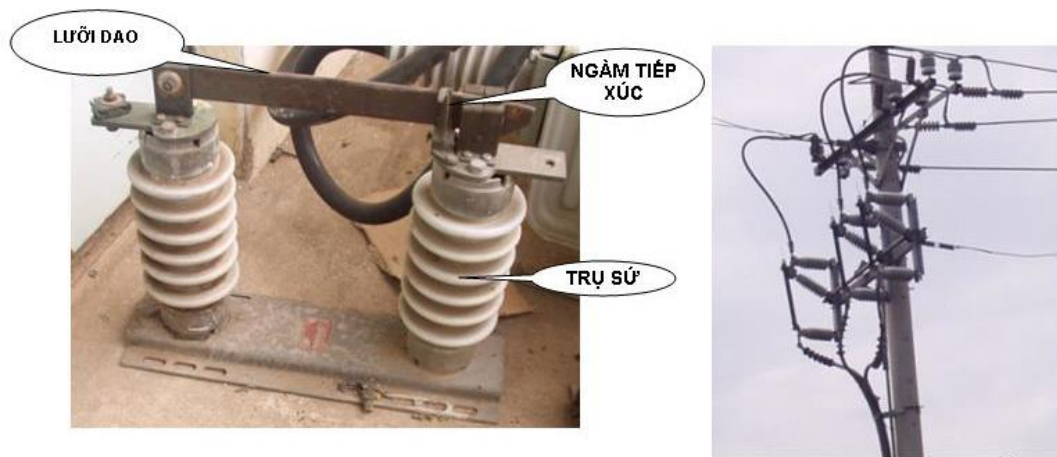
Trước khi thực hiện thao tác tại chỗ dao cách ly, phải kiểm tra đủ các điều kiện để đảm bảo không xuất hiện hồ quang gây nguy hiểm khi thao tác. Điều kiện thao tác dao cách ly tại chỗ được quy định tại Quy trình vận hành dao cách ly do Đơn vị quản lý ban hành, nhưng không được trái với quy định tại Thông tư này.

### \* Trình tự thao tác Dao cách ly hai phía máy cắt như sau:

- a) Trường hợp một phía máy cắt có điện áp, một phía không có điện áp
  - Khi thao tác mở dao cách ly: mở dao cách ly phía không có điện áp trước, mở dao cách ly phía có điện áp sau;
  - Khi thao tác đóng dao cách ly: Đóng dao cách ly phía có điện áp trước, đóng dao cách ly phía không điện áp sau.
- b) Trường hợp hai phía máy cắt đều có điện áp
  - Khi thao tác mở dao cách ly: mở dao cách ly phía nếu có xảy ra sự cố ít ảnh hưởng đến chế độ vận hành của hệ thống trước, mở dao kia sau;
  - Khi thao tác đóng dao cách ly: Đóng dao cách ly phía nếu có sự cố xảy ra ảnh hưởng nhiều đến chế độ vận hành của hệ thống trước, đóng dao cách ly kia sau.

Thao tác dao cách ly tại chỗ phải thực hiện nhanh chóng và dứt khoát, nhưng không được gây hư hỏng dao cách ly. Nghiêm cấm cắt (hoặc đóng) lưới dao trở lại khi thấy xuất hiện hồ quang trong quá trình đóng (hoặc cắt) dao cách ly.

Ngay sau khi kết thúc thao tác, dao cách ly cần được kiểm tra vị trí các lưới dao đã đóng cắt hết hành trình hoặc tiếp xúc tốt trừ các trường hợp thao tác xa đối với trạm điện, nhà máy điện không người vận hành.



**Hình 7.2.1:** Dao cách ly bố trí trên trụ

### 3. Kiểm tra độ tiếp xúc.

#### 3.1. Tiến hành đo và lấy số liệu

Bật công tắc cấp nguồn cho thiết bị đo.

Xác định trước giá trị dòng cần đo.

Xoay núm vặn tự ngẫu theo chiều kim đồng hồ một cách đều đặn đồng thời quan sát các chỉ thị giá trị dòng đo trên đồng hồ sao cho đạt đến giá trị dòng điện đã chọn.

Nhấn nút CHARGE ngay khi dòng điện đã đạt đến giá trị yêu cầu trên. Khi đó thiết bị sẽ ngắt dòng chạy qua đối tượng và chuyển đổi trạng thái sang chế độ tính toán. Sau khoảng 5 giây màn hình sẽ chỉ thị giá trị thực của điện trở tiếp xúc đo được tính theo đơn vị mW (lúc này đèn LED có ký hiệu “mW” sẽ sáng lên).

Sau khi thu được giá trị đo, xoay tự ngẫu ngược chiều kim đồng hồ về “0” để đưa màn hình về trạng thái ban đầu và chuẩn bị cho phép đo sau.

Phép đo được lập lại 3 lần để lấy giá trị trung bình, tiến trình đo lại bắt đầu theo trình tự đã nói trên.

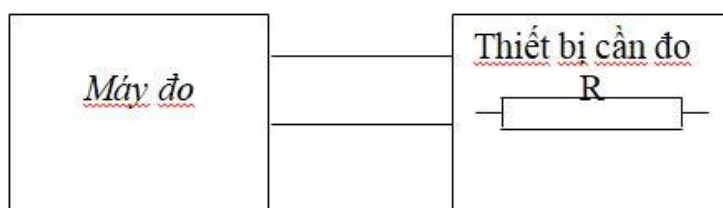
Kết thúc quá trình đo, sau khi quay tự ngẫu về “0” ta tắt công tắc, ngắt nguồn cung cấp cho thiết bị đo.

Tháo các dây đo ra khỏi các đối tượng đo sau đó tháo chúng ra khỏi thiết bị đo.

Sau cùng tháo dây tiếp địa của thiết bị đo, đồng thời tháo dây tiếp địa lưu động ra khỏi đối tượng đo.

Sau khi thực hiện xong tất cả các phép đo trên một đối tượng thiết bị, thử nghiệm viên cần phải vệ sinh thiết bị đo, dọn dẹp và hoàn trả sơ đồ về trạng thái như khi đã nhận ban đầu.

#### 3.2. Tính độ không đảm bảo đo dùng thiết bị chuyên dùng điện tử tự động



**Hình 7.3.1:** Sơ đồ thực hiện phép thử nghiệm

Độ không đảm bảo đo phụ thuộc vào các yếu tố ảnh hưởng đến phép đo. Trong một phép đo xác định, phạm vi phân bố của

- Máy đo điện trở như máy đo MOM 600A.
- Điện trở cần đo có giá trị cho trước.

Đối với dụng cụ đo điện mà trung tâm thí nghiệm điện tiên hành hiệu chuẩn, các yếu tố ảnh hưởng đến độ không đảm bảo đo của phép đo bao gồm: Độ chính xác của thiết bị chuẩn, mức độ thành thạo của người thực hiện phép hiệu chuẩn, ảnh hưởng các yếu tố nhiệt độ độ ẩm môi trường, độ rung và cường độ điện từ trường nơi tiến hành hiệu chuẩn, phương pháp và qui trình thực hiện...

Trong điều kiện hiện tại phòng thí nghiệm được đặt tại địa điểm thích hợp mà sự ảnh hưởng bởi các yếu tố về cường độ từ trường, độ rung xem như không đáng kể.

Để loại trừ yếu tố ảnh hưởng đến độ không đảm bảo đo của phép đo của người thực hiện phòng thí nghiệm phân công trách nhiệm thực hiện việc hiệu chuẩn bởi người có kinh nghiệm và thành thạo trong phép hiệu chuẩn.

Yếu tố nhiệt độ và độ ẩm môi trường nơi tiến hành các phép hiệu chuẩn là một phần quan trọng đến độ không đảm bảo của phép đo của thiết bị. Để hạn chế điều này phòng thí nghiệm quy định thực hiện các phép hiệu chuẩn trong môi trường chuẩn, nhiệt độ và độ ẩm trong phòng luôn được kiểm soát, đảm bảo hoạt động trong phạm vi nhiệt độ 0,55C

Để tiến hành các phép hiệu chuẩn các thiết bị đo lường nằm trong phạm vi hoạt động của phòng thí nghiệm. Phòng thí nghiệm đã xây dựng phương pháp thích hợp và thực hiện theo phương pháp đo trực tiếp bằng cầu đo điện trở tiếp xúc ACCU OHM có cấp chính xác cao. Các thiết bị chuẩn được xây dựng và thực hiện đảm bảo dẫn xuất chuẩn đo lường theo quy định.

Để tính độ không đảm bảo đo của phép thử nghiệm hoặc hiệu chuẩn, căn cứ vào phương pháp đo, xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến phép đo ta lập mô hình toán của phép đo.

Điện trở cần đo là:

$$R_X = R_S + \Delta R_X \quad (1)$$

Trong đó:

$R_X$ : Trị số cần đo của điện trở R.

$R_S$ : Trị số đọc được từ cầu đo ACCU OHM.

$\Delta R_X$ : Trị số hiệu chỉnh của các thiết bị tham gia phép thử nghiệm.

Độ không đảm bảo chuẩn tổng hợp của phép đo:

$$u_c(R_X) = \sqrt{u^2(R_S) + u^2(\Delta R_X)} \quad (2)$$

Xác định độ không đảm bảo chuẩn từng phần  $u(x_i)$  của đại lượng ảnh hưởng (gồm độ KĐB loại A và độ KĐB loại B):

+ Tính  $u(R_S)$ : Độ không đảm bảo của giá trị chuẩn B của cầu đo tra từ sổ tay kỹ thuật của thiết bị với cấp chính xác P thì độ không đảm bảo chuẩn:

$$u(R_S) = \Sigma(P \times \text{Giá trị đo}) / \sqrt{3}$$

Giá trị đo là trị trung bình của các lần đo

+ Tính  $u(R_X)$ : Độ không đảm bảo chuẩn loại A, xác định từ các lần lặp lại

$$u(R_X) = \sqrt{(1/n(n-1)) \Sigma (X_j - \bar{X})^2}$$

Độ không đảm bảo mở rộng:

$$u(R_X) = k * u_c(R_X)$$

Cho biết mức tin cậy gần đúng gắn với khoảng  $\pm u(R_X)$ .

#### 4. Thao tác thực hiện kiểm tra thí nghiệm đúng yêu cầu kỹ thuật, và đảm bảo an toàn.

##### 4.1. Hạng mục kiểm tra.

- Đo điện trở cách điện.
- Đo điện trở tiếp xúc.
- Kiểm tra thao tác đóng, cắt.
- Kiểm tra phần nối đất.

##### 4.2. Các thông số chính và chọn Dao cách ly.

– Điện áp định mức  $U_{dm}$ : Để đảm bảo cho hệ thống cách điện được làm việc lâu dài, tạo ra một khoảng cách an toàn yêu cầu thì điện áp định mức của Dao cách ly phải không nhỏ hơn điện áp danh định của mạng.

$$U_{dm} \geq U_{ddm}$$

– Dòng điện định mức  $I_{dm}$ : Để đảm bảo Dao cách ly không bị phát nóng quá mức khi làm việc lâu dài thì dòng điện làm việc lớn nhất qua Dao cách ly ( $I_{cb}$  – dòng điện cường bức) không được vượt quá dòng điện định mức của dao.

$$I_{dm} \geq I_{cb}$$

– Dòng điện ổn định động  $I_{odđ}$ : Để đảm bảo độ bền cơ học của Dao cách ly dưới tác dụng cơ học của dòng điện ngắn mạch gây ra thì trị số dòng ngắn mạch lớn nhất qua dao (dòng xung kích  $I_{xk}$ ) không được vượt quá dòng ổn định động của dao:

$$I_{odđ} \geq I_{xk}$$

– Dòng ổn định nhiệt  $I_{odnh}$ : Để đảm bảo Dao cách ly không bị phát nóng quá mức cho phép khi có dòng ngắn mạch đi qua trong một thời gian nào đó ( $t_{nh.dm}$ ) thì năng lượng nhiệt do dòng ngắn mạch sinh ra trong thời gian tồn tại của nó (BN) không được vượt quá nhiệt lượng định mức của Dao cách ly ( $B_{nh.dm}$ ):

$$B_{nh.dm} = I^2_{odnh.tnh.dm} \geq BN$$

Điều kiện này thường thỏa mãn với các khí cụ điện có dòng điện cho phép lớn. Do vậy với các Dao cách ly có dòng định mức  $\geq 1000A$  thì không cần kiểm tra điều kiện này.

#### 4.3. Qui định về vận hành, kiểm tra, bảo dưỡng và sửa chữa dao cách ly.

##### 4.3.1. Khi lắp đặt.

- Tiếp địa của dao cách ly phải theo tiêu chuẩn hiện hành;



- Dao cách ly phải được đấu nối với đường dây sao cho khoảng cách giữa các pha với nhau và với dây trung hòa luôn đảm bảo phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật an toàn;
- Dao cách ly lắp đặt ở vị trí phải đảm bảo an toàn, dễ thấy, và thuận tiện trong thao tác vận hành;
- Phải xem xét, kiểm tra tình trạng sứ có bị nứt, bể, hư hỏng men, độ bền các kết cấu của dao cách ly, mức độ hoàn hảo của các tiếp điểm, ...;
- Lắp đặt xong, phải tiến hành thử thao tác đóng cắt, đảm bảo cơ cấu truyền động phải khớp, trơn tru;
- Ngoài ra phải thực hiện đúng hướng dẫn của nhà chế tạo;

#### **4.3.2. Chế độ vận hành bình thường là chế độ cho phép dao cách ly, lắp đặt trên lưới điện, hoạt động bình thường trong điều kiện cho phép của NSX**

- Điện áp vận hành không vượt quá điện áp định mức của dao cách ly;
- Dòng điện liên tục chạy qua dao cách ly không vượt quá giá trị dòng điện định mức của dao cách ly;
- Cơ cấu đóng, cắt dao cách ly phải san sàng hoạt động;

#### **4.3.3. Thao tác đóng, cắt phải tiến hành dứt khoát, trang bị đầy đủ dụng cụ an toàn về điện**

- Thao tác đóng/cắt dao cách ly phải tiến hành theo phiếu thao tác;
- Chỉ được phép đóng cắt dao cách ly các thiết bị và đường dây không điện;
- Cho phép dùng dao cách ly đóng cắt điểm nối đất của các thiết bị (máy biến áp...)

#### **4.3.4. Công tác bảo dưỡng dao cách ly được tiến hành cùng với bảo trì, bảo dưỡng đường dây**

- Làm sạch bề mặt tiếp xúc, làm trơn các khớp xoay, sửa chữa tiếp điểm;
- Lau chùi sứ;
- Xiết các boulon lại cho chặt, điều chỉnh các lưới, ngàm, thanh định vị, thanh truyền động hoạt động chính xác không ?
- Xiết chặt boulon cố định dao cách ly vào đế, giá đỡ, khung sườn ...
- Củng cố lại các mối nối trung thế;
- Củng cố tiếp địa;
- Thay dây tiếp địa bị tưa, đứt;
- Thử các thao tác cắt và đóng để kiểm tra các hoạt động cơ khí có tốt không ?
- Sửa chữa bộ phận truyền động đóng, cắt;

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày các yêu cầu cơ bản đối với các hệ thống cố điều khiển. Các phần tử cơ bản được sử dụng trong mạch điều khiển?
2. Hệ thống các bộ biến đổi xung áp một chiều?
3. Vẽ hình và giải thích nguyên lý hoạt động của mạch khuếch đại xung vuông?



## PHIẾU THỰC HÀNH SỐ 8

### KIỂM TRA CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN TRONG ĐIỀU KHIỂN MÁY ĐIỆN

Nhóm:

Lớp:

Ngày thực hiện:

#### A. MỤC TIÊU:

- Trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các khí cụ điện trong điều khiển máy điện

- Xác định đúng các bước đo kiểm tra khí cụ điện

#### B. KIẾN THỨC CẦN THIẾT:

- Cách sử dụng VOM.

- Kiến thức về khí cụ điện trong máy điện

#### C. DỤNG CỤ THỰC TẬP:

- Đồng hồ đo VOM

- Các khí cụ điện trong máy điện.

#### D. NỘI DUNG THỰC TẬP:

##### I. KIỂM TRA NÚT NHẤN THƯỜNG HỞ

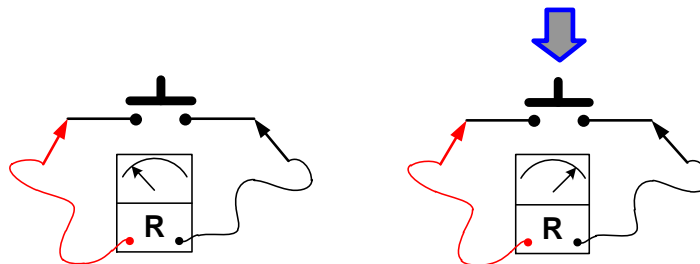


##### 1. Kiểm tra nút nhấn thường hở

Nhận diện các nút nhấn trên bảng thực hành.

Dùng đồng hồ VOM ở tầm đo điện trở  $R \times 10$   để kiểm tra nút nhấn còn tốt hay không.

Thực hiện thao tác như hình vẽ



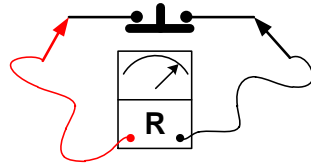
Giá trị điện trở =  $\infty \Omega$

Giá trị điện trở =  $0 \Omega$

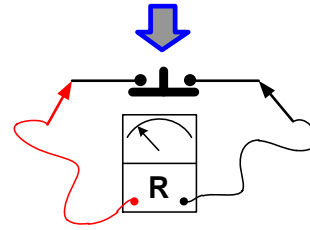


Kết luận: Nút nhấn thường hở tốt.

## 2. Kiểm tra nút nhấn thường kín



Giá trị điện trở =  $0 \Omega$



Giá trị điện trở =  $\infty \Omega$

Kết luận: Nút nhấn thường kín tốt.

## 3. Kiểm tra nút nhấn kép ( Nút nhấn liên động )

Thực hiện tương tự như hai trường hợp trên.

## II. KIỂM TRA CÔNG TẮC HÀNH TRÌNH ( LIMITED SWITCH )



Thực hiện tương tự như kiểm tra nút nhấn

## III. KIỂM TRA CONTACTOR VÀ RƠ LE TRUNG GIAN ( Rơ le kiếng )



- Xác định điện áp và tần số định mức của cuộn dây contactor.
- Xác định các đầu dây của cuộn dây contactor lạ
- Xác định dòng điện định mức của contactor
- Xác định tiếp điểm động lực (Ghi nhận số thứ tự):
- Xác định tiếp điểm điều khiển thường hở:
- Xác định tiếp điểm điều khiển thường đóng:

### 1. Kiểm tra cuộn dây contactor

Dùng đồng hồ VOM ở tầm đo điện trở  $R \times 100 \Omega$  để đo giá trị điện trở cuộn dây contactor. Ghi nhận kết quả đo được  $R_{A1-A2} = 1600 \Omega$  Cuộn dây contactor tốt.

Nếu giá trị điện trở của cuộn dây contactor:  $R_{đo} = 0$  thì cuộn dây contactor bị nối tắt.

Nếu giá trị điện trở của cuộn dây contactor:  $R_{DO} = \infty$  thì cuộn dây contactor bị đứt (Hở mạch).

## 2. Kiểm tra tiếp điểm động lực

Dùng đồng hồ VOM ở tầm đo điện trở Rx10 □ lần lượt đo giá trị điện trở tiếp xúc của từng tiếp điểm động lực: Tiếp điểm 1 – 2 (L1 – T1) ; tiếp điểm 3 – 4 (L2 – T2) và tiếp điểm 5 – 6 (L3 – T3). Ghi nhận kết quả đo được vào bảng sau

Tiếp điểm động lực	Khi chưa ấn nút test	Khi ấn nút test	Kết luận
(L1 – T1)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	
(L2 – T2)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	
(L3 – T3)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	

Nếu kết quả đo được là:

Khi chưa ấn nút test  $R_{DO} = \infty$

Khi ấn nút test  $R_{DO} = 0$

Kết luận: Tiếp điểm động lực tốt

## 3. Kiểm tra tiếp điểm điều khiển thường hở

Dùng đồng hồ VOM ở tầm đo điện trở Rx10 □ lần lượt đo giá trị điện trở tiếp xúc của từng tiếp điểm điều khiển thường hở: Tiếp điểm (13 NO – 14 NO); (23 NO – 24 NO) và (33 NO – 34NO). Ghi nhận kết quả đo được vào bảng sau

Tiếp điểm điều khiển	Khi chưa ấn nút test	Khi ấn nút test	Kết luận
(13 – 14)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	
(23 – 24)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	
(33 – 34)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	

Nếu kết quả đo được là:

Khi chưa ấn nút test  $R_{DO} = \infty$

Khi ấn nút test  $R_{DO} = 0$

Kết luận: Tiếp điểm điều khiển thường hở tốt

## 4. Kiểm tra tiếp điểm điều khiển thường đóng

Dùng đồng hồ VOM ở tầm đo điện trở Rx10 □ lần lượt đo giá trị điện trở tiếp xúc của từng tiếp điểm điều khiển thường đóng: Tiếp điểm (11NC – 12NC) ; (21NC – 22NC) và (31NC – 32NC). Ghi nhận kết quả đo được vào bảng sau

Tiếp điểm động lực	Khi chưa ấn nút test	Khi ấn nút test	Kết luận
(11NC – 12NC)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	
(21NC – 22NC)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	
(31NC – 32NC)	$R_{DO} =$	$R_{DO} =$	

Nếu kết quả đo được là:

Khi chưa ấn nút test  $R_{DO} = \infty$

Khi ấn nút test  $R_{DO} = 0$

Kết luận: Tiếp điểm động lực tiếp xúc tốt

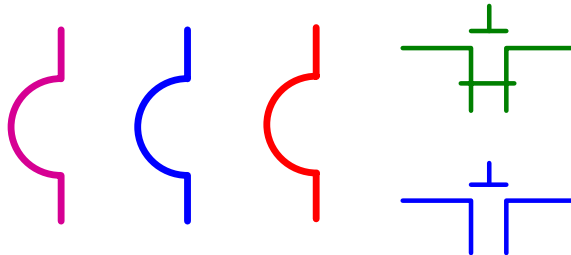
#### IV. KIỂM TRA RƠ LE TRUNG GIAN



Thực hiện tương tự như kiểm tra contactor

Có nhận xét gì giữa contactor và rơ le trung gian: .....

#### V. KIỂM TRA RƠ LE BẢO VỆ QUÁ TẢI OL ( OVER LOAD RELAY )



- Xác định các phần tử đốt nóng của rơ le nhiệt OL
- Xác định tiếp điểm thường hở và thường đóng của rơ le nhiệt OL.
- Xác định chức năng nút “STOP”, “Reset” và nút chỉnh dòng điện tác động trên rơ le nhiệt OL.

Ghi chú các phần tử tương ứng của rơ le nhiệt OL

Kiểm tra các phần tử đốt nóng, tiếp điểm(95 – 96)NO, tiếp điểm (97 – 98)NC của rơ le nhiệt OL

Dùng VOM ở tầm đo  $R \times 10 \square$  đo điện trở tiếp xúc.

Ghi nhận kết quả đo được. Nếu  $R_{Do} = 0$  là tốt.

#### VI. KIỂM TRA RƠ LE THỜI GIAN ( TIMER RELAY )

- Xác định cuộn dây timer A1 – A2
- Xác định cặp tiếp điểm thường hở đóng chậm của rơ le thời gian là cặp tiếp điểm: (17C – 18NO).
- Xác định cặp tiếp điểm thường đóng mở chậm của rơ le thời gian là cặp tiếp điểm: (17C – 18NO).
- Xác định nút chỉnh thời gian tác động trên rơ le thời gian.

**Lưu ý:** Cặp tiếp điểm thường đóng (17C – 28NO) luôn hở khi cuộn dây thời gian chưa cấp điện, cặp tiếp điểm này chỉ đóng khi cuộn dây rơ le thời gian được cấp điện.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Đức Lợi, Giáo trình chuyên ngành điện tập 1,2,3,4, NXB Thống kê 2001
- [2] GS TSKH Trần Đình Long. Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện theo tiêu chuẩn quốc tế ICE. NXB Khoa học và kỹ thuật – 2008.
- [3] Vũ Quang Hồi, Trang bị điện - điện tử công nghiệp, NXB Giáo dục 2000
- [4] Điện tử công suất - Nguyễn Bính - Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật.
- [5] Phân tích và giải mạch điện tử công suất - Phạm Quốc Hải - Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật.
- [6] Nghịch lưu thyristor - Energoiddat, Balian R,K, Sibers M,A, (Russ).