

SỞ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ TỔNG HỢP HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

MÔ ĐUN: ĐO LƯỜNG ĐIỆN LẠNH

**NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ
ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP NGHỀ

*hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-TCNTH ngày... tháng... năm 2024
của Hiệu trưởng Trường Trung cấp nghề Tổng hợp Hà Nội*

Hà Nội, 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

Mô đun đo lường điện - lạnh là mô đun về các thiết bị đo lường các thiết bị rất quan trọng được sử dụng rộng rãi trong một số ngành công nghiệp, đặc biệt trong ngành kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí.

Giáo trình này được biên soạn nhằm cung cấp cho học sinh các kiến thức cơ bản về lý thuyết cũng như thực hành Đo lường điện - lạnh. Giáo trình gồm 6 bài đề cập đến những thiết bị đo lường như: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, lưu lượng, các dụng cụ đo điện như đo Vôn, Ampe, điện trở, giúp học sinh nắm rõ lý thuyết và thao tác thực hành chuẩn và chính xác.

Xin trân trọng cảm ơn Quý thầy cô trong Khoa Điện - Điện tử, tin học đã hỗ trợ để hoàn thành được quyển giáo trình này.

Giáo trình biên soạn nên không tránh khỏi sai sót, rất mong nhận được ý kiến đóng góp của quý bạn đọc. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Khoa Điện - Điện tử Tin học, Trường Trung cấp nghề Tổng hợp Hà Nội.

Hà Nội, ngày tháng năm 2024

Nhóm biên soạn

MỤC LỤC

MỤC LỤC	5
BÀI MỞ ĐẦU	9
BÀI 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐO LƯỜNG	11
1. Định nghĩa và phân loại phép đo:	11
2. Những tham số đặc trưng cho phẩm chất của dụng cụ đo:	12
3. Sơ lược về sai số đo lường:	14
BÀI 2: ĐO LƯỜNG ĐIỆN	19
1. Khái niệm chung – các cơ cấu đo điện thông dụng:	19
2. Đo dòng điện:	25
3. Đo điện áp:	30
4. Đo công suất:	36
5. Đo điện trở:	39
BÀI 3 : MỘT SỐ DỤNG CỤ ĐO NHIỆT ĐỘ VÀ CÁC LOẠI CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ	45
1. Khái niệm và phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ:	45
2. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế giãn nở:	48
3. Đo nhiệt độ bằng áp kế:	51
4. Đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt:	54
5. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế điện trở:	62
6. Một số cảm biến đo nhiệt độ	64
6.1. Cảm biến nhiệt độ với vật liệu silic	64
6.1.1 Nguyên tắc	64
6.2. IC cảm biến nhiệt độ	67
6.2.1. Cảm biến nhiệt LM 35/ 34 của National Semiconductor	67
6.2.2 Một số mạch ứng dụng	71
6.3. Nhiệt điện trở NTC	73
6.3.1 Cấu tạo	73
6.3.2 Đặc tính cảm biến nhiệt NTC	75
BÀI 4: ĐO ÁP SUẤT VÀ CHÂN KHÔNG	85
1. Khái niệm cơ bản - phân loại các dụng cụ đo áp suất:	85
2. Đo áp suất bằng áp kế chất lỏng:	87

3. Đo áp suất bằng áp kế đàn hồi:	91
Bài 5: ĐO LƯU LƯỢNG	97
1. Khái niệm và phân loại các dụng cụ đo lưu lượng:	97
2. Đo lưu lượng bằng công tơ đo lượng chất lỏng:	98
3. Đo lưu lượng theo áp suất động của dòng chảy:.....	100
4. Đo lưu lượng bằng phương pháp tiết lưu:.....	101
Bài 6 : ĐO ĐỘ ẨM	105
1. Khái niệm chung:	105
2. Các dụng cụ dùng để đo ẩm:	108
HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG GIÁO TRÌNH.....	113
TÀI LIỆU THAM KHẢO	115

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN ĐO LƯỜNG ĐIỆN - LẠNH

Tên mô đun: Đo lường điện – lạnh

Mã số mô đun: MĐ 15

Thời gian mô đun: 60 giờ (Lý thuyết: 24 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 30 giờ; Kiểm tra 6 giờ)

Vị trí, tính chất của mô đun:

- Vị trí :

+ Đo lường điện - lạnh là mô đun bắt buộc trong chương trình nghề kỹ thuật máy lạnh và điều hoà không khí.

+ Mô đun được sắp xếp sau khi học xong các môn học cơ sở.

- Tính chất :

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

Mục tiêu mô đun:

- Kiến thức

+ Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của các cơ cấu đo lường

+ Trình bày được nguyên lý làm việc các dụng cụ đo: Nhiệt độ, độ ẩm, áp suất...

+ Trình bày được trình tự sử dụng các dụng cụ đo

- Kỹ năng

+ Lựa chọn dụng cụ đo cho phù hợp với công việc: Chọn độ chính xác của các dụng cụ đo, thang đo và sử lý được kết quả đo.

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

+ Sử dụng dụng và bảo quản tốt các dụng cụ đo lường

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm

+ Chăm thận, kiên trì.

+ Thu xếp nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp

+ Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị

BÀI MỞ ĐẦU

Từ xa xưa con người đã biết cách dùng đo lường để ứng dụng vào trong cuộc sống sinh hoạt của mình như biết cách so sánh, đối chiếu khối lượng hàng hóa, ngân lượng...trong trao đổi buôn bán, biết cách đo các kích thước để xác định chu vi diện tích đất ...

Ngày nay cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật là sự không ngừng phát triển của kỹ thuật đo lường.

Chính nhờ đo lường mà con người đã không ngừng hoàn thiện khoa học kỹ thuật, khoa học ứng dụng..., và thông qua đo lường trong các thí nghiệm mà người ta tìm ra các qui luật, các công thức thực nghiệm phục vụ cho khoa học kỹ thuật và đời sống con người...

Kỹ thuật đo lường nhiệt lạnh có liên quan nhiều đến quy trình công nghiệp, nông nghiệp, ngư nghiệp,...kể cả trong cuộc sống sinh hoạt con người

Trong công nghệ nhiệt điện lạnh..., các thiết bị nhiệt ngày càng phát triển do đó yêu cầu về dụng cụ và phương pháp đo lường phải thích hợp. Mặt khác muốn tự động hóa quá trình sản xuất thì trước hết cần đảm bảo khâu đo lường nhiệt. Do đó yêu cầu cán bộ kỹ thuật cần nắm được nguyên lý, thành thạo trong lựa chọn và sử dụng các dụng cụ đo và phương pháp đo, có khả năng nhận biết các nguyên nhân sai số và biết cách khử các nguyên nhân đó phục vụ tốt cho vận hành bảo trì sửa chữa thiết bị và hệ thống

BÀI 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐO LƯỜNG

Mã bài: MD 15 - 01

Giới thiệu:

Trong kỹ thuật đo lường thì vấn đề quan trọng nhất đó là tính chính xác của kết quả đo. Do đó muốn kết quả đo càng chính xác thì người thực hiện đo lường cần phải nắm vững được các phương pháp đo, cũng như sử dụng thành thạo thiết bị đo, nắm được các tham số đặc trưng cho phẩm chất của dụng cụ đo, từ đó biết cách khử các nguyên nhân sai số đảm bảo kết quả đo là chính xác nhất, phục vụ tốt cho quá trình vận hành, bảo trì, sửa chữa thiết bị và hệ thống.

Mục tiêu:

- Trình bày được một số khái niệm cơ bản về đo lường;
- Trình bày được định nghĩa, phân loại các phép đo;
- Đọc hiểu được, chuyển đổi những tham số đặc trưng cho phẩm chất, các sai số của dụng cụ đo;
- Cần thận, chính xác, khoa học.

Nội dung chính:

1. Định nghĩa và phân loại phép đo:

1.1 Định nghĩa về đo lường:

Đo lường là hành động cụ thể thực hiện bằng công cụ đo lường để tìm trị số của một đại lượng chưa biết biểu thị bằng đơn vị đo lường.

Kết quả đo lường là giá trị bằng số của đại lượng cần đo A_x nó bằng tỷ số của đại lượng cần đo X và đơn vị đo X_o .

$$\Rightarrow A_x = \frac{X}{X_o} \Rightarrow X = A_x \cdot X_o$$

- * Ví dụ: Ta đo được $U = 50 \text{ V}$ thì có thể xem là $U = 50 \text{ u}$
 50 – là kết quả đo lường của đại lượng bị đo
 u – là lượng đơn vị

Mục đích của đo lường: là lượng chưa biết mà ta cần xác định

Đối tượng đo lường: là lượng trực tiếp bị đo dùng để tính toán tìm lượng chưa biết.

- * Ví dụ: $S = a.b$ mục đích là m^2 còn đối tượng là m .

1.2 Phân loại đo lường:

1.2.1 Đo trực tiếp:

Là đem lượng cần đo so sánh với lượng đơn vị bằng dụng cụ đo hay đồng hồ chia độ theo đơn vị đo. Mục đích đo lường và đối tượng đo lường thống nhất với nhau

Các phép đo trực tiếp:

- *Phép đọc trực tiếp*: đo chiều dài bằng mét, đo dòng điện bằng ampe mét, đo điện áp bằng vôn mét, đo nhiệt độ bằng nhiệt kế...

- *Phép chỉ không*: đem lượng chưa biết cân bằng với lượng đo đã biết và khi có cân bằng thì đồng hồ chỉ không.

* Ví dụ: cân, đo điện áp

- *Phép trùng hợp*: theo nguyên tắc của thước cặp để xác định lượng chưa biết.

- *Phép thay thế*: lần lượt thay đại lượng cần đo bằng đại lượng đã biết.

1.2.2 Đo gián tiếp:

Lượng cần đo xác định bằng tính toán theo quan hệ hàm đã biết đối với các lượng bị đo trực tiếp có liên quan (trong nhiều trường hợp dùng loại này vì đơn giản hơn so với đo trực tiếp, đo gián tiếp thường mắc sai số và là tổng hợp của sai số trong phép đo trực tiếp).

* Ví dụ : đo diện tích, đo công suất.

1.2.3 Đo tổng hợp:

Tiến hành đo nhiều lần ở các điều kiện khác nhau để xác định được một hệ phương trình biểu thị quan hệ giữa các đại lượng chưa biết và các đại lượng bị đo trực tiếp, từ đó tìm ra các lượng chưa biết

2. Những tham số đặc trưng cho phẩm chất của dụng cụ đo:

2.1. Lý thuyết về những tham số đặc trưng cho phẩm chất của dụng cụ đo:

Ngày nay với sự phát triển của khoa học kỹ thuật cùng với sự không ngừng hoàn thiện của kỹ thuật đo lường, thì dụng cụ đo giữ vai trò rất lớn trong sự phát triển đó. Vì vậy dụng cụ đo cần phải đảm bảo có độ chính xác lớn, tuổi thọ cao, sử dụng đơn giản và có khả năng đo được nhiều đại lượng đo lường khác nhau. Để đánh giá phẩm chất của một dụng cụ đo người ta dựa vào các tham số đặc trưng của nó như: sai số, cấp chính xác, độ nhạy, hạn không nhạy.....

2.2. Những tham số đặc trưng cho phẩm chất của dụng cụ đo:

2.2.1. Sai số và cấp chính xác của dụng cụ đo:

Trên thực tế không thể có một đồng hồ đo lý tưởng cho số đo đúng trị số thật của tham số cần đo. Đó là do vì nguyên tắc đo lường và kết cấu của đồng hồ không thể tuyệt đối hoàn thiện.

Gọi giá trị đo được là: A_d

Còn giá trị thực là: A_t

Sai số tuyệt đối: là độ sai lệch thực tế

$$\delta = A_d - A_t$$

Các loại sai số định tính: Trong khi sử dụng đồng hồ người ta thường để ý đến các loại sai số sau

+ *Sai số cho phép*: là sai số lớn nhất cho phép đối với bất kỳ vạch chia nào của đồng hồ (với quy định đồng hồ vạch đúng tính chất kỹ thuật) để giữ đúng cấp chính xác của đồng hồ.

+ *Sai số cơ bản*: là sai số lớn nhất của bản thân đồng hồ khi đồng hồ làm việc bình thường, loại này do cấu tạo của đồng hồ.

+ *Sai số phụ*: do điều kiện khách quan gây nên.

Trong các công thức tính sai số ta dựa vào sai số cơ bản còn sai số phụ thì không tính đến trong các phép đo.

2.2.2 Độ nhạy:

$$S = \frac{\Delta X}{\Delta A}$$

Với: ΔX : độ chuyển động của kim chỉ thị (m, độ...)

ΔA : độ thay đổi của giá trị bị đo

*Ví dụ:
$$S = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ mm} / ^\circ \text{C}$$

- Tăng độ nhạy bằng cách tăng hệ số khuếch đại

- Giá trị chia độ bằng $1/s = C$: gọi là hằng số của dụng cụ đo

2.2.3 Biến sai:

Là độ lệch lớn nhất giữa các sai số khi đo nhiều lần 1 tham số cần đo ở cùng điều kiện đo lường

$$|A_{dm} - A_{nd}|_{\max}$$

Chú ý: biến sai số chỉ của đồng hồ không được lớn hơn sai số cho phép của đồng hồ.

2.2.4 Hạn không nhảy:

Là mức độ biến đổi nhỏ nhất của tham số cần đo để cái chỉ thị bắt đầu làm việc.

Chỉ số của hạn không nhảy nhỏ hơn $\frac{1}{2}$ sai số cơ bản.

3. Sơ lược về sai số đo lường:

3.1. Khái niệm về sai số đo lường:

Trong khi tiến hành đo lường, trị số mà người xem, đo nhận được không bao giờ hoàn toàn đúng với trị số thật của tham số cần đo, sai lệch giữa hai trị số đó gọi là sai số đo lường. Dù tiến hành đo lường hết sức cẩn thận và dùng các công cụ đo lường cực kỳ tinh vi ... cũng không thể làm mất được sai số đo lường, vì trên thực tế không thể có công cụ đo lường tuyệt đối hoàn thiện người xem đo tuyệt đối không mắc thiếu sót và điều kiện đo lường tuyệt đối không thay đổi Do đó người ta thừa nhận tồn tại sai số đo lường và tìm cách hạn chế số đó trong một phạm vi cần thiết rồi dùng tính toán để đánh giá sai số mắc phải và đánh giá kết quả đo lường.

Người làm công tác đo lường, thí nghiệm, cần phải đi sâu tìm hiểu các đại lượng sai số, nguyên nhân gây sai số để tìm cách khắc phục và biết cách làm mất ảnh hưởng của sai số đối với kết quả đo lường.

3.2. Sơ lược về các sai số đo lường:

3.2.1 Sai số chủ quan:

Trong quá trình đo lường, những sai số do người xem đo đọc sai, ghi chép sai, thao tác sai, tính sai, vô ý làm sai được gọi là sai số nhầm lẫn. Cách tốt nhất là tiến hành đo lường một cách cẩn thận để tránh mắc phải sai số nhầm lẫn.

Trong thực tế cũng có khi người ta xem số đo có mắc sai số nhầm lẫn là số đo có sai số lớn hơn 3 lần sai số trung bình mắc phải khi đo nhiều lần tham số cần đo.

3.2.2 Sai số hệ thống:

Sai số hệ thống thường xuất hiện do cách sử dụng đồng hồ đo không hợp lý, do bản thân đồng hồ đo có khuyết điểm, hay điều kiện đo lường biến đổi không thích hợp và đặc biệt là khi không hiểu biết kỹ lưỡng tính chất của đối tượng đo lường... Trị số của sai số hệ thống thường cố định hoặc là biến đổi theo quy luật vì nói chung những nguyên nhân tạo nên nó cũng là những nguyên nhân cố định hoặc biến đổi theo quy luật. Vì vậy mà chúng ta có thể làm mất sai số hệ thống trong số đo bằng cách tìm các trị số bỏ chính hoặc là sắp xếp đo lường một cách thích đáng. Nếu xếp theo nguyên nhân thì chúng ta có thể chia sai số hệ thống thành các loại sau :

Sai số công cụ: Ví dụ : - Chia độ sai - Kim không nằm đúng vị trí ban đầu - tay đòn của cân không bằng nhau...

Sai số do sử dụng đồng hồ không đúng quy định : Ví dụ : - Đặt đồng hồ ở nơi có ảnh hưởng của nhiệt độ, của từ trường, vị trí đồng hồ không đặt đúng quy định...

Sai số do chủ quan của người xem đo. Ví dụ : Đọc số sớm hay muộn hơn thực tế, ngắm đọc vạch chia theo đường xiên...

Sai số do phương pháp : Do chọn phương pháp đo chưa hợp lý, không nắm vững phương pháp đo ...

3.2.3. Sai số ngẫu nhiên:

Là những sai số mà không thể tránh khỏi gây bởi sự không chính xác tất yếu do các nhân tố hoàn toàn ngẫu nhiên được gọi là sai số ngẫu nhiên.

Nguyên nhân: là do những biến đổi rất nhỏ thuộc rất nhiều mặt không liên quan với nhau xảy ra trong khi đo lường mà không có cách nào tính trước được. Như vậy luôn có sai số ngẫu nhiên và tìm cách tính toán trị số của nó chứ không thể tìm kiếm và khử các nguyên nhân gây ra nó.

3.2.4. Sai số động:

Là sai số của dụng cụ đo khi đại lượng đo thay đổi theo thời gian.

3.2.5. Các cách biểu diễn kết quả đo lường trong phép đo kỹ thuật và phép đo chính xác:

Giả sử đại lượng cần đo F có giá trị chính xác là A

Kết quả đo đại lượng F trong phép đo kỹ thuật và phép đo chính xác được biểu diễn: $A = \bar{A} \pm \Delta A$

Trong đó :

A : Giá trị trung bình của n lần đo

ΔA : Sai số tuyệt đối thu được từ phép tính sai số

a. Đối với phép đo trực tiếp

Giả sử đại lượng cần đo F có giá trị chính xác là A . Nếu đo trực tiếp đại lượng này n lần trong cùng điều kiện, ta sẽ nhận được các giá trị $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ nói chung khác với giá trị A , nghĩa là mỗi lần đo đều có sai số.

Lần đo	Giá trị đo được	Sai số của mỗi lần đo
1	A_1	$\Delta A_1 = A_1 - \bar{A} $
2	A_2	$\Delta A_2 = A_2 - \bar{A} $
3	A_3	$\Delta A_3 = A_3 - \bar{A} $
n	A_n	$\Delta A_n = A_n - \bar{A} $
TB	$\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n}$	$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n}$

Độ chính xác của kết quả đo đại lượng F được đánh giá bằng sai số tương đối của đại lượng cần đo F , đó là tỷ số giữa sai số tuyệt đối của phép đo với giá trị trung bình:

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{\bar{A}} \cdot 100\%$$

b. Đối với phép đo gián tiếp:

Để xác định sai số của phép đo gián tiếp, ta có thể vận dụng các quy tắc sau đây:

- Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu, thì bằng tổng các sai số tuyệt đối của các số hạng.
- Sai số tương đối của một tích hay thương, thì bằng tổng các sai số tương đối của các thừa số.

$$\delta_A = \frac{\Delta A}{\bar{A}} \cdot 100\%$$

Nếu δ_A càng nhỏ thì phép đo càng chính xác.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Trình bày nguyên tắc phân loại các phép đo ?
2. Trình bày những tham số đặc trưng cho phẩm chất của dụng cụ đo ?
3. Trình bày các dạng sai số và các phương pháp tính sai số?
4. Một đồng hồ đo điện áp xoay chiều loại chỉ thị kim có giá trị thang đo lớn nhất là 300V, cấp chính xác của đồng hồ này là 2.5. Hãy cho biết nếu kim của đồng hồ chỉ tại vạch 100 V thì giá trị đúng là khoảng bao nhiêu ?

BÀI 2: ĐO LƯỜNG ĐIỆN

Mã bài: MD 15 - 02

Giới thiệu:

Đo lường điện là việc xác định các đại lượng chưa biết về điện như dòng điện, điện áp, công suất... bằng các dụng cụ đo lường điện. Ứng với mỗi đại lượng chưa biết thì sử dụng các dụng cụ đo cũng như các phương pháp đo khác nhau.

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý làm việc các cơ cấu đo thông dụng;
- Nhận dạng được các dụng cụ đo lường điện;
- Đo kiểm được các thông số cơ bản về điện sử dụng các dụng cụ đo;
- Đảm bảo an toàn và vệ sinh công nghiệp.

Nội dung chính:

1. Khái niệm chung – các cơ cấu đo điện thông dụng:

1.1. Khái niệm chung:

1.1.1. Khái niệm:

Đo lường điện là xác định các đại lượng vật lý của dòng điện nhờ các dụng cụ đo lường như Ampe kế, Vôn kế, Ohm kế, Tần số kế, công tơ điện,...

1.1.2. Vai trò:

Đo lường điện đóng vai trò rất quan trọng đối với nghề KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ vì những lý do đơn giản sau: Nhờ dụng cụ đo lường có thể xác định trị số các đại lượng điện trong mạch. Nhờ dụng cụ đo, có thể phát hiện một số hư hỏng xảy ra trong thiết bị và mạch điện.

* Ví dụ:

Dùng vạn năng kế để đo nguội 2 cực nối của bàn là để biết có hỏng không. Dùng vạn năng kế để đo vỏ tủ lạnh có bị rò điện không.

Đối với các thiết bị điện mới chế tạo hoặc sau khi đại tu, bảo dưỡng cần đo các thông số kỹ thuật để đánh giá chất lượng của chúng. Nhờ các dụng cụ đo và mạch đo thích hợp, có thể xác định các thông số kỹ thuật của thiết bị điện.

Đại lượng, dụng cụ đo và các ký hiệu thường gặp trong đo lường điện:

Đại lượng	Dụng cụ đo	Ký hiệu
Dụng cụ đo điện áp	Vôn kế (V)	V
Dụng cụ đo dòng điện	Ampe kế (A)	A
Dụng cụ đo công suất	Oát kế (W)	W
Dụng cụ đo điện năng	Công tơ điện (Kwh)	Kwh

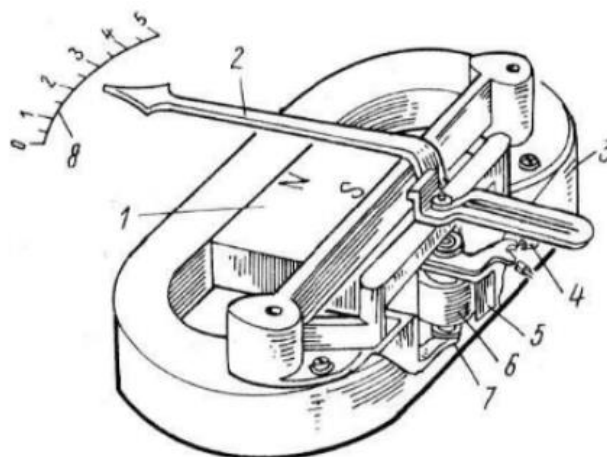
1.2. Các cơ cấu đo điện thông dụng:

1.2.1 Cơ cấu đo từ điện:

a. Cấu tạo: gồm 2 phần là phần tĩnh và phần động

- *Phần tĩnh*: gồm nam châm vĩnh cửu 1, mạch từ và cực từ 3, lõi sắt 6 hình thành mạch từ kín

- *Phần động*: gồm khung dây 5 được quấn bằng dây đồng. Khung dây được gắn vào trục quay. Trên trục quay có 2 lò xo cân 7 mắc ngược nhau, kim chỉ thị 2 và thang đo 8.



Hình 2.1 Cơ cấu chỉ thị từ điện

b. Nguyên lý làm việc:

Khi có dòng điện chạy qua khung dây 5 dưới tác dụng của từ trường nam châm vĩnh cửu 1 sinh ra mômen quay M_q làm khung dây lệch khỏi vị trí ban đầu một góc α . M_q được tính:

$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha} = B.S.W.I$$

Tại vị trí cân bằng, mômen quay bằng mômen cản:

$$M_q = M_c \Leftrightarrow B.S.W.I = D.\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{1}{D}.B.S.W.I = S_t.I$$

Trong đó: W_e – năng lượng điện từ trường
 B – độ từ cảm của nam châm vĩnh cửu
 S – tiết diện khung dây
 W – số vòng dây của khung dây
 I – cường độ dòng điện

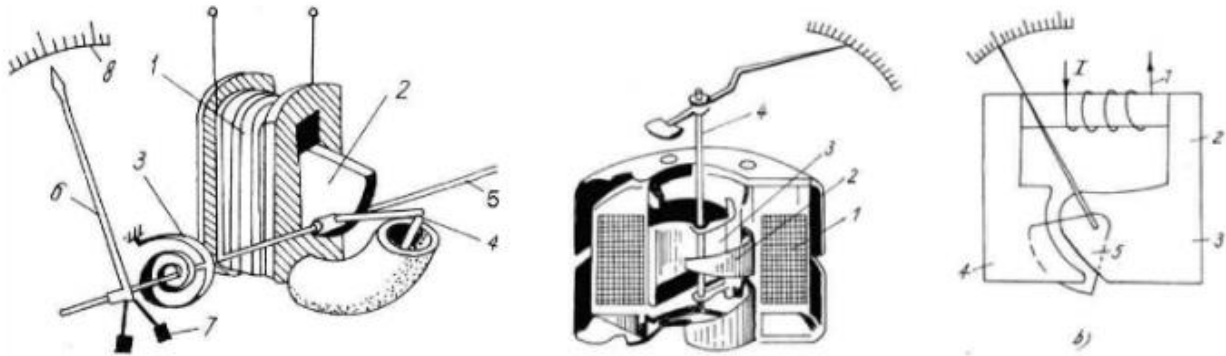
c. Các đặc tính chung:

- Chỉ đo được dòng điện 1 chiều
- Đặc tính của thang đo đều
- Độ nhạy $S_i = \frac{1}{D} \cdot B \cdot S \cdot W$ là hằng số
- *Ưu điểm*: độ chính xác cao, ảnh hưởng của từ trường không đáng kể, công suất tiêu thụ nhỏ, độ cản dẹt tốt, thang đo đều.
- *Nhược điểm*: chế tạo phức tạp, chịu quá tải kém, độ chính xác chịu ảnh hưởng lớn bởi nhiệt độ, chỉ đo dòng 1 chiều.
- *Ứng dụng*:
 - + Chế tạo các loại Ampemét, Vônmet, Ômmét nhiều thang đo, dải đo rộng
 - + Chế tạo các loại điện kế có độ nhạy cao
 - + Chế tạo các dụng cụ đo điện tử tương tự: Vônmet điện tử, tần số kế điện tử.

1.2.2. Cơ cấu đo điện từ:

a. Cấu tạo: gồm 2 phần là phần tĩnh và phần động

- *Phần tĩnh*: là cuộn dây 1 bên trong có khe hở không khí (khe hở làm việc).
- *Phần động*: là lõi thép 2 gắn lên trục quay 5, lõi thép có thể quay tự do trong khe làm việc của cuộn dây. Trên trục quay có gắn: bộ phận cản dẹt không khí 4, kim chỉ 6, đối trọng 7. Ngoài ra còn có lò xo cản 3, bảng khắc độ 8.



Hình 2.2 Cấu tạo chung của cơ cấu chỉ thị điện từ

b. Nguyên lý làm việc:

Dòng điện I chạy vào cuộn dây 1 tạo thành một nam châm điện hút lõi thép 2 vào khe hở không khí với mômen quay:

$$M_q = \frac{dW_e}{d\alpha} = \frac{1}{2} \cdot I^2 \frac{dL}{d\alpha} \text{ với } W_e = \frac{LI^2}{2}, L \text{ là điện cảm của cuộn dây}$$

Tại vị trí cân bằng: $M_q = M_c \Leftrightarrow \alpha = \frac{1}{2D} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2$ là phương trình thể hiện đặc

tính của cơ cấu chỉ thị điện từ.

c. Các đặc tính chung:

- Thang đo không đều, có đặc tính phụ thuộc vào $dL/d\alpha$ là một đại lượng phi tuyến.

- Cân dọi thường bằng không khí hoặc cảm ứng.

- *Ưu điểm*: cấu tạo đơn giản, tin cậy, chịu được quá tải lớn.

- *Nhược điểm*: độ chính xác không cao nhất là khi đo ở mạch một chiều sẽ bị sai số (do hiện tượng từ trễ, từ dư...), độ nhạy thấp, bị ảnh hưởng của từ trường ngoài.

- *Ứng dụng*: thường để chế tạo các loại ampe mét, vôn mét....

1.2.3 Cơ cấu đo điện động:

a. Cấu tạo: gồm 2 phần cơ bản phần động và phần tĩnh:

- *Phần tĩnh*: gồm cuộn dây 1 để tạo ra từ trường khi có dòng điện chạy qua. Trục quay chui qua khe hở giữa hai phần cuộn dây tĩnh.

- *Phần động*: khung dây 2 đặt trong lòng cuộn dây tĩnh. Khung dây 2 được gắn với trục quay, trên trục có lò xo cân, bộ phận cân dọi và kim chỉ thị. Cả phần động và phần tĩnh được bọc kín bằng màn chắn để ngăn chặn ảnh hưởng của từ trường ngoài.

b. Nguyên lý làm việc:

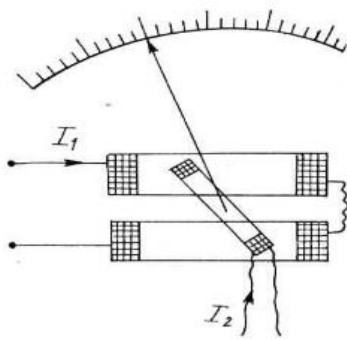
Khi có dòng điện I_1 chạy vào cuộn dây 1 làm xuất hiện từ trường trong lòng cuộn dây. Từ trường tác động lên dòng điện I_2 chạy trong khung dây 2 tạo nên mômen quay làm khung dây 2 quay một góc α .

Mômen quay được tính: $M_q = \frac{dW_e}{d\alpha}$, có 2 trường hợp xảy ra:

- I_1, I_2 là dòng 1 chiều: $\alpha = \frac{1}{D} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot I_1 \cdot I_2$

- I_1, I_2 là dòng xoay chiều: $\alpha = \frac{1}{D} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos\psi$

Với: M_{12} là hồ cảm giữa cuộn dây tĩnh và động; ψ là góc lệch pha giữa I_1 và I_2 .



Hình 2.3 Cấu tạo của cơ cấu chỉ thị điện động

c. Các đặc tính chung:

- Có thể dùng trong cả mạch điện một chiều và xoay chiều.
- Góc quay α phụ thuộc tích $(I_1 \cdot I_2)$ nên thang đo không đều
- Trong mạch điện xoay chiều α phụ thuộc góc lệch pha ψ nên có thể ứng dụng làm Oátmét đo công suất.

- *Ưu điểm*: có độ chính xác cao khi đo trong mạch điện xoay chiều.

- *Nhược điểm*: công suất tiêu thụ lớn nên không thích hợp cho mạch công suất nhỏ, chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài, độ nhạy thấp vì mạch từ yếu.

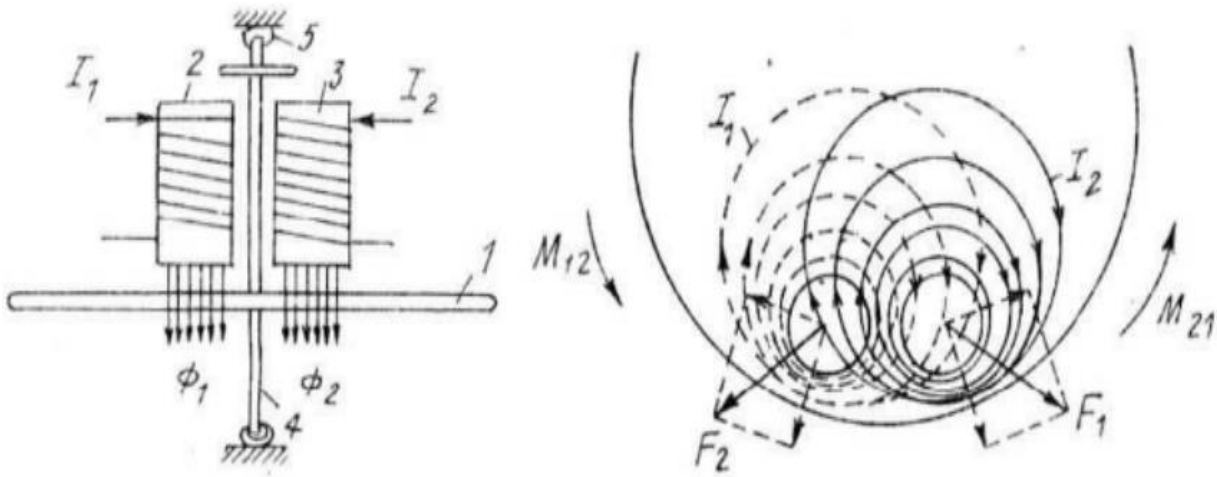
- *Ứng dụng*: Chế tạo các Ampemét, Vônmet, Oátmét một chiều và xoay chiều tần số công nghiệp.

1.2.4 Cơ cấu đo cảm ứng:

a. Cấu tạo: gồm phần tĩnh và phần động

- *Phần tĩnh*: các cuộn dây điện 2,3 có cấu tạo để khi có dòng điện chạy trong cuộn dây sẽ sinh ra từ trường móc vòng qua mạch từ và qua phần động, có ít nhất 2 nam châm điện.

- *Phần động*: đĩa kim loại 1 (thường bằng Al) gắn vào trục 4 quay trên trụ 5



Hình 2.4 Cơ cấu chỉ thị cảm ứng

b. Nguyên lý làm việc:

Dựa trên sự tác động tương hỗ giữa từ trường xoay chiều và dòng điện xoáy tạo ra trong đĩa của phần động, do đó cơ cấu này chỉ làm việc với mạch điện xoay chiều.

Mômen quay được tính: $M_q = C.f.\phi_1.\phi_2.\cos\psi$

Với: C – hằng số

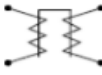
f – tần số của dòng điện I_1, I_2

ϕ_1, ϕ_2 – từ thông

c. Đặc tính chung:

- Để có mômen quay là phải có ít nhất 2 từ trường
- Mômen quay đạt giá trị cực đại nếu góc lệch pha ψ giữa I_1 và I_2 bằng $\pi/2$.
- Mômen phụ thuộc vào tần số của dòng điện tạo ra từ trường.
- Chỉ làm việc trong mạch xoay chiều
 - *Nhược điểm*: mômen quay phụ thuộc tần số nên cần phải ổn định tần số.
 - *Ứng dụng*: chủ yếu để chế tạo công tơ đo năng lượng, có thể đo tần số.

Bảng 2.1: Tổng kết các loại cơ cấu chỉ thị cơ điện

TT	Cơ cấu chỉ thị	Kí hiệu	Tín hiệu đo	Ứng dụng
1	Cơ cấu chỉ thị từ điện		$I =$	A, V, Ω , G
2	Lôgômét từ điện		$I_1 \approx I_2 \approx$	Ω , đo không điện
3	Cơ cấu chỉ thị điện từ		$I^2 \approx$	A, V
4	Lôgômét điện từ		$(I_1 \approx I_2 \approx)^2$	Tần số kế, ômkế, đo góc pha...
5	Cơ cấu chỉ thị điện động		$I_1, I_2 \approx$	A, V, Ω , W, $\cos\varphi$, tần số kế...
6	Cơ cấu chỉ thị sắt điện động		$I_1, I_2 \approx$	A, V, Ω , tự ghi
7	Lôgômét điện động		$I_1 / I_2 \approx$	Ω , tần số kế, $\cos\varphi$
8	Cơ cấu chỉ thị tĩnh điện		$U^2 \approx$	V, kV
9	Cơ cấu chỉ thị cảm ứng		$I_1, I_2 \approx$	Công tơ

2. Đo dòng điện:

2.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo dòng điện:

Dụng cụ được sử dụng để đo dòng điện là Ampe kế hay Ampemet

Ký hiệu là: A

Dụng cụ đo dòng điện có nhiều loại khác nhau tuy nhiên phổ biến nhất hiện nay là đồng hồ vạn năng (VOM) và Ampe kìm

2.1.1. Đồng hồ vạn năng (VOM)



Hình 2.5. Đồng hồ vạn năng VOM

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

Ưu điểm của đồng hồ là đo nhanh, kiểm tra được nhiều loại linh kiện, tuy nhiên đồng hồ này có hạn chế về độ chính xác và có trở kháng đo vậy khi đo vào các mạch có dòng thấp chúng bị sụt áp.

Đo dòng điện là một chế độ đo của đồng hồ vạn năng (VOM). Về bản chất có thể mô tả là đồng hồ vạn năng đo hiệu điện thế do dòng điện gây ra trên một điện trở nhỏ gọi là *shunt*. Các thang đo khác nhau được điều chỉnh bằng việc chọn các shunt khác nhau. Cường độ dòng điện được suy ra từ hiệu điện thế đo được qua định luật Ohm.

2.1.2. Ampe kìm:

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

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

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

tiêu chuẩn. Và có thêm chức năng đo Volt AC / DC và đo Ohm nữa. cơ cấu chỉ thị có loại dùng kim, có loại dùng digital . Bộ phận chỉ thị đồng hồ sẽ chỉ dòng điện xoay chiều cần đo Ampe kìm có nhiều loại tùy thuộc vào nhà sản xuất, mỗi loại có những thông số kỹ thuật khác nhau, đặc biệt là về các cỡ đo. Trong quá trình sử dụng nên đọc kỹ tài liệu hướng dẫn kèm theo của đồng hồ trước khi sử dụng.



Hình 2.6 :Ampe kìm

2.2. Các phương pháp đo dòng điện:

- Phương pháp đo trực tiếp: dùng các dụng cụ đo dòng điện như Ampemet, mili Ampemet, micro Ampemet...để đo dòng và trực tiếp đọc kết quả trên thang chia độ của dụng cụ đo.

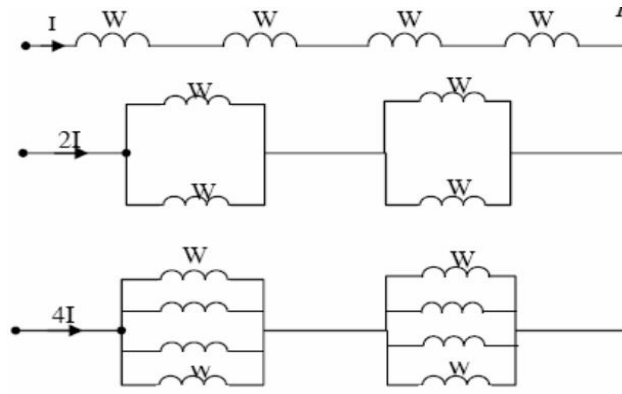
- Phương pháp đo gián tiếp: có thể dùng Vônmet đo điện áp rơi trên một điện trở mẫu (mắc trong mạch có dòng điện cần đo chạy qua); thông qua phương pháp tính toán ta sẽ được dòng điện cần đo.

- Phương pháp so sánh: đo dòng điện bằng cách so sánh dòng điện cần đo với dòng điện mẫu, chính xác; ở trạng thái cân bằng của dòng cần đo và dòng mẫu sẽ đọc được kết quả trên mẫu.

2.3. Mở rộng thang đo:

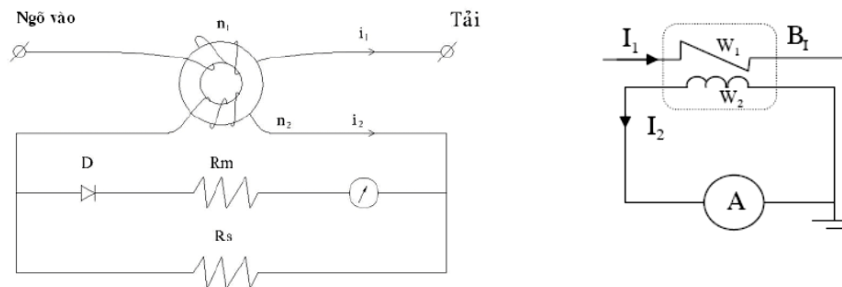
2.3.1. Phương pháp chia nhỏ cuộn dây:

Khi đo dòng điện có giá trị nhỏ người ta mắc các cuộn dây nối tiếp và khi đo dòng lớn thì người ta mắc các cuộn dây song song.



Hình 2.7 Phương pháp chia nhỏ cuộn dây

2.3.2. Phương pháp dùng biến dòng điện:



Hình 2.8: Sơ đồ dùng B_I để đo dòng điện

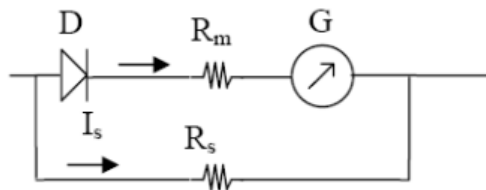
$$I_1 \cdot W_1 = I_2 \cdot W_2 \text{ hay } I_1/I_2 = W_2/W_1 = K_I$$

K_I : hệ số máy biến dòng. VD máy biến dòng: 100/5; 200/5; 300/5...

2.3.3. Phương pháp dùng điện trở Shunt:

Để tăng khả năng chịu dòng cho cơ cấu (cho phép dòng lớn hơn qua người ta mắc thêm điện trở Shunt song song với cơ cấu chỉ thị.

Diode mắc nối tiếp với cơ cấu đo từ điện, do đó dòng điện chỉnh lưu qua cơ cấu đo, dòng điện qua R_s là dòng AC.



I_m dòng điện qua

I_{mmax} dòng điện cực đại

I_{max} dòng điện cực đại cho phép qua cơ cấu đo.

$$\bar{i}_d = 0,318 I_{mmax} = 0,318 \sqrt{2} I_m \leq I_{max}$$

Giá trị dòng điện hiệu dụng của dòng điện AC qua R_s :

$$I_s = I_c - \frac{I_{max}}{0,318 \sqrt{2}} \quad \text{Với } I_c \text{ là dòng điện cần đo}$$

$$R_s = \frac{U_D + R_m \frac{I_{\max}}{0,318\sqrt{2}}}{I_s} (\Omega)$$

2.4. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo:

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ
- Chọn thang đo phù hợp để tránh làm hỏng dụng cụ hoặc làm kết quả đo không chính xác

2.5. Đo dòng điện:

2.5.1. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM):

Cách 1: Dùng thang đo dòng

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

Bước 1: Đặt đồng hồ vào thang đo dòng cao nhất .

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

Nếu kim lên thấp quá thì giảm thang đo

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

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

Cách 2: Dùng thang đo áp DC

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

2.5.2. Sử dụng ampe kìm:

Để đo dòng điện bằng ampe kìm, ta dùng ampe kìm kẹp vào 1 dây nối với tải tiêu thụ

Tuy nhiên ampe kìm có nhiều chủng loại, mỗi loại có những thông số kỹ thuật khác nhau, đặc biệt là về các thang đo. Do đó trong quá trình sử dụng nên đọc kỹ tài liệu hướng dẫn kèm theo của đồng hồ trước khi sử dụng .

2.6. Ghi chép, đánh giá kết quả đo:

2.6.1. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM):

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

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

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

2.6.2. Sử dụng ampe kìm:

Cơ cấu chỉ thị của ampe kìm có 2 loại: dùng kim, dùng digital (hiển thị số)

Do đó giá trị của kết quả đo ta đọc ngay trên giá trị vạch chỉ số hoặc số hiển thị trên màn hình dụng cụ đo

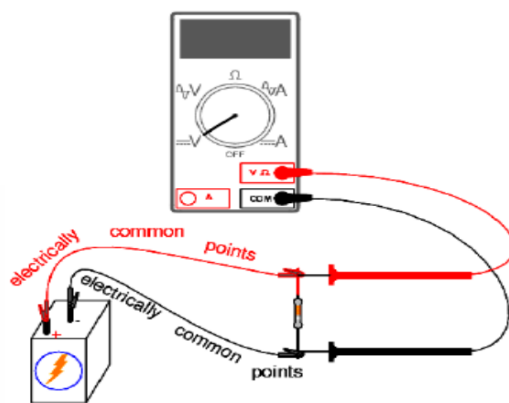
3. Đo điện áp:

3.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của các dụng cụ đo điện áp;

Dụng cụ dùng để đo điện áp gọi là Vôn kế hay Vônmet

Khi đo điện áp bằng Vônmet thì Vônmet luôn được mắc song song với đoạn mạch cần đo.

Để đo điện áp của một phần tử nào đó thì người ta mắc Vônmet như hình:



Hình 2.9 Cách mắc để đo điện áp

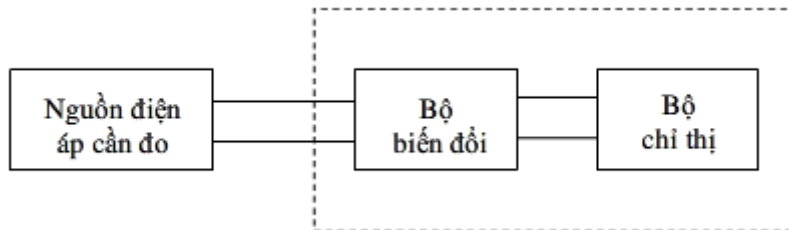
Các Vôn met trong đo lường điện được phân loại căn cứ vào các tính năng sau đây:

- Dạng chỉ thị: Vôn met chỉ thị bằng kim hay Vôn met chỉ thị bằng số

- Thông số của điện áp đo: Vôn mét đo điện áp đỉnh, điện áp trung bình hay điện áp hiệu dụng

- Dải trị số điện áp đo: micro Vôn mét, mili Vôn mét hay kilo Vôn mét

Về cấu tạo chung của các Vôn mét, thì cũng như các loại máy đo các thông số tín hiệu khác, chúng bao gồm hai khối cơ bản: bộ biến đổi và bộ chỉ thị.



Hình 2.10 Cấu tạo chung của Vôn mét

Bộ biến đổi của các Vôn mét mà ta xét là bộ tách sóng. Bộ tách sóng để biến đổi điện áp cần đo có chu kỳ thành điện áp một chiều. Với loại micro Vôn mét thì tín hiệu trước khi đưa vào bộ tách sóng được đưa qua bộ khuếch đại. Yêu cầu của bộ khuếch đại là hệ số khuếch đại phải ổn định, hệ số khuếch đại không được phụ thuộc vào tần số, trở kháng của bộ khuếch đại phải lớn, điện dung vào phải nhỏ.

Bộ chỉ thị của Vôn mét là các bộ đo điện áp một chiều, có thiết bị chỉ thị bằng kim hay hay bằng số. Yêu cầu chung của các bộ này là phải có điện trở vào khá lớn.

Khi đo điện áp xoay chiều cao tần thì thiết bị đo được sử dụng là Vôn mét điện tử. Vì trở kháng vào lớn, độ nhạy cao, tiêu thụ ít năng lượng của mạch đo và chịu được quá tải. Vôn mét điện tử có nhiều loại như là đo điện áp một chiều, điện áp xoay chiều. Cũng theo cấu tạo mà kết quả đo hiển thị số hoặc bằng kim.

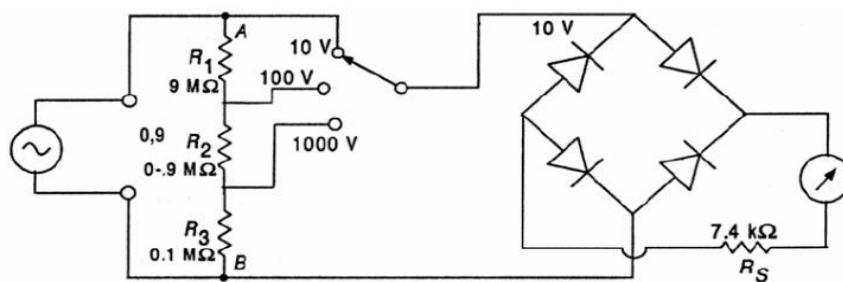
3.2. Các phương pháp đo điện áp:

3.2.1. Đo bằng Vôn mét từ điện:

Vôn mét từ điện được cấu tạo từ cơ cấu đo từ điện bằng cách mắc nối tiếp một điện trở lớn cộng với điện trở của cơ cấu đo.

Giá trị của điện trở nối tiếp có giá trị lớn để đảm bảo chỉ mức dòng chấp nhận được chảy qua cơ cấu đo, được dùng:

- Đo điện áp một chiều: có độ nhạy cao, cho phép dòng nhỏ đi qua.
- Đo điện áp xoay chiều: trong mạch xoay chiều khi sử dụng kèm với bộ chỉnh lưu, chú ý đến hình dáng tín hiệu.



Hình 2.11 Đo bằng Vônmet điện từ

3.2.2. Vônmet điện từ:

Vônmet điện từ ứng dụng cơ cấu chỉ thị điện từ để đo điện áp. Được dùng để đo điện áp xoay chiều ở tần số công nghiệp.

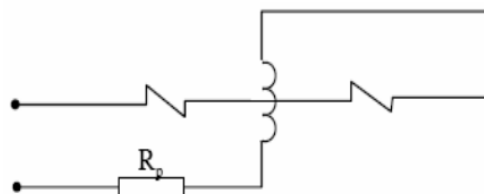
Vì yêu cầu điện trở trong của Vônmet lớn nên dòng điện chạy trong cuộn dây nhỏ, số lượng vòng dây quấn trên cuộn tĩnh rất lớn, cỡ 1000 đến 6000 vòng.

Khi đo ở mạch xoay chiều sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng sinh ra bởi tần số của dòng điện, ảnh hưởng đến trị số trên thang đo.

Khắc phục bằng cách mắc song song với cuộn dây một tụ bù.

3.2.3. Vônmet điện động:

Vônmet điện động có cấu tạo phần động giống như trong ampermet điện động, còn số lượng vòng dây ở phần tĩnh nhiều hơn với phần tĩnh của ampermet và tiết diện dây phần tĩnh nhỏ vì vônmet yêu cầu điện trở trong lớn.



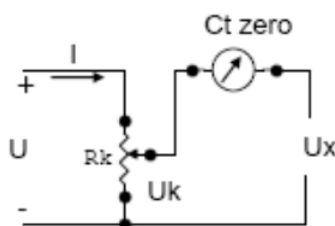
Trong vônmet điện động, cuộn dây động và cuộn dây tĩnh luôn mắc nối tiếp nhau, tức:

$$I_1 = I_2 = I = \frac{U}{Z_v}$$

Khi đo điện áp có tần số quá cao, có sai số phụ đo tần số, nên phải bố trí thêm tụ bù cho các cuộn dây tĩnh và động.

3.2.4. Đo điện áp bằng phương pháp so sánh:

Các dụng cụ đo điện áp đã trình bày ở trên sử dụng cơ cấu cơ điện để chỉ thị kết quả đo nên cấp chính xác của dụng cụ đo không vượt quá cấp chính xác của



chỉ thị. Để đo điện áp chính xác hơn người ta dùng phương pháp bù.

Nguyên tắc cơ bản sau:

- U_k là điện áp mẫu với độ chính xác rất cao được tạo bởi dòng điện I ổn định đi qua điện trở mẫu R_k . Khi đó:

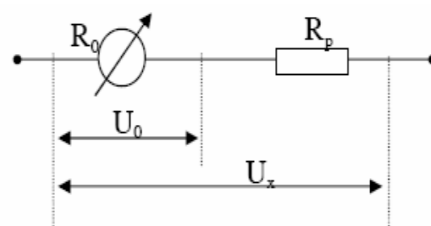
$$U_k = I \cdot R_k$$

- Chỉ thị là thiết bị phát hiện sự chênh lệch điện áp mẫu U_k và điện áp cần đo U_x :

$$\Delta U = U_x - U_k$$

Khi $\Delta U \neq 0$ điều chỉnh con chạy của điện trở mẫu R_k sao cho $U_x = U_k$ nghĩa là làm cho $\Delta U = 0$; chỉ thị Zero.

Chú ý: Các dụng cụ bù điện áp đều có nguyên tắc hoạt động như trên nhưng có thể khác nhau phần tạo điện áp mẫu U_k .



3.3. Mở rộng thang đo:

3.3.1. Phương pháp dùng điện trở phụ:

Với: R_o điện trở của cơ cấu đo

R_p là điện trở phụ

U_o điện áp đặt lên cơ cấu

U_x điện áp cần đo

Ta có:

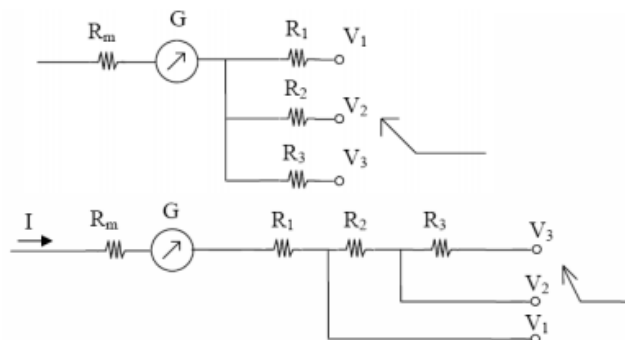
$$\frac{U_o}{R_o} = \frac{U_x}{R_o + R_p} \Rightarrow \frac{U_x}{U_o} = \frac{R_o + R_p}{R_o}$$

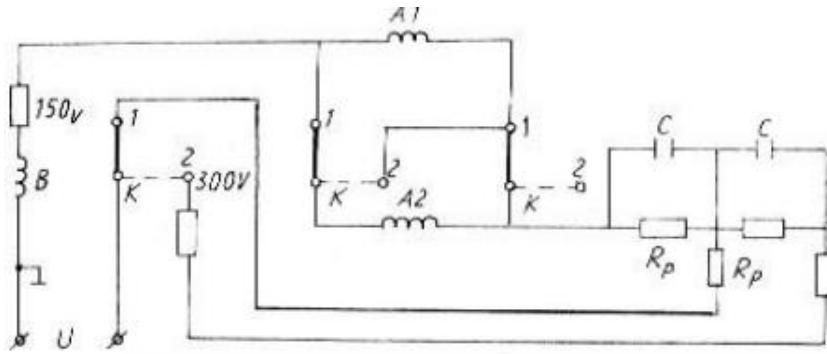
$$\text{Đặt: } K_u = \frac{U_x}{U_o} \Rightarrow K_u = \frac{R_o + R_p}{R_o},$$

$$\text{vậy: } K_u \cdot R_o = R_o + R_p \rightarrow R_p = R_o(K_u - 1)$$

K_u là hệ số mở rộng của thang đo

Có thể chế tạo Vônmet điện động nhiều nhiều thang bằng cách thay đổi cách mắc song song hoặc nối tiếp hai đoạn dây tĩnh và nối tiếp các điện trở phụ. Ví dụ sơ đồ Vônmet điện động có hai thang đo như sau:

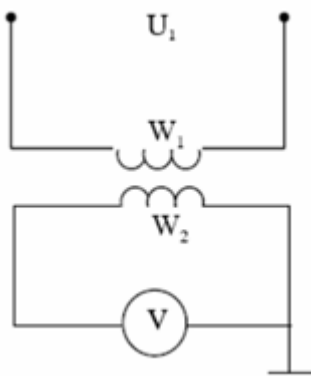




Trong đó: A_1 , A_2 là hai phần của cuộn dây tĩnh. B cuộn dây động. Trong Vônmet này cuộn dây tĩnh và động luôn luôn nối tiếp với nhau và nối tiếp với các điện trở phụ R_p . Bộ đổi nối K làm nhiệm vụ thay đổi giới hạn đo. Các tụ điện C tạo mạch bù tần số cho Vônmet.

3.3.2. Phương pháp dùng biến điện áp:

Vì Vônmet có điện trở lớn nên có thể coi biến áp luôn làm việc ở chế độ không tải:



Ta có: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_v$

Để tiện trong quá trình sử dụng và chế tạo người ta quy ước điện áp định mức của biến áp phía thứ cấp bao giờ cũng là 100V. Còn phía sơ cấp được chế tạo tương ứng với các cấp của điện áp lưới. Khi lắp hợp bộ giữa biến điện áp và Vônmet người ta khắc độ Vônmet theo giá trị điện áp sơ cấp.

Giống như Biến dòng điện, biến điện áp là phần tử có cực tính, có cấp chính xác và phải được kiểm định trước khi lắp đặt.

3.4. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo:

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ
- Chọn thang đo phù hợp để tránh làm hỏng dụng cụ hoặc làm kết quả đo không chính xác

3.5. Đo điện áp:

3.5.1. Sử dụng các loại vônmet:

Khi đo điện áp bằng Vônmet thì Vônmet luôn được mắc song song với đoạn mạch cần đo;

Tuy nhiên Vônmet có nhiều chủng loại, mỗi loại có những thông số kỹ thuật khác nhau, đặc biệt là về các thang đo. Do đó trong quá trình sử dụng nên đọc kỹ tài liệu hướng dẫn kèm theo của đồng hồ trước khi sử dụng .

3.5.2. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM):

a. Đo điện áp xoay chiều AC:

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

* Chú ý:

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

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

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

tuy nhiên đồng hồ không hỏng

b. Đo điện áp một chiều DC:

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

Dùng đồng hồ vạn năng đo điện áp một chiều DC

* Trường hợp để sai thang đo:

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

* Trường hợp để nhầm thang đo:

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

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

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

3.6. Ghi chép đánh giá kết quả đo:

3.6.1. Sử dụng các loại Vônmet:

Kết quả đo được chỉ thị bằng kim hay hay bằng số ngay trên đồng hồ đo

3.6.2. Sử dụng đồng hồ vạn năng (VOM):

Kết quả đo được chỉ thị bằng kim hay hay bằng số ngay trên đồng hồ đo

4. Đo công suất:

4.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo công suất:

Oát mét được chế tạo từ cơ cấu đo điện động : gồm hai cuộn dây một cuộn dây mắc nối tiếp với mạch cần công suất để cho dòng điện trực tiếp đi qua. Cuộn dây này có tiết diện lớn, số vòng dây ít. Cuộn dây thứ hai mắc nối tiếp với một điện trở phụ và mắc song song với mạch cần đo cuộn này có nhiều vòng dây và tiết diện nhỏ.

4.2. Các phương pháp đo công suất:

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

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

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

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

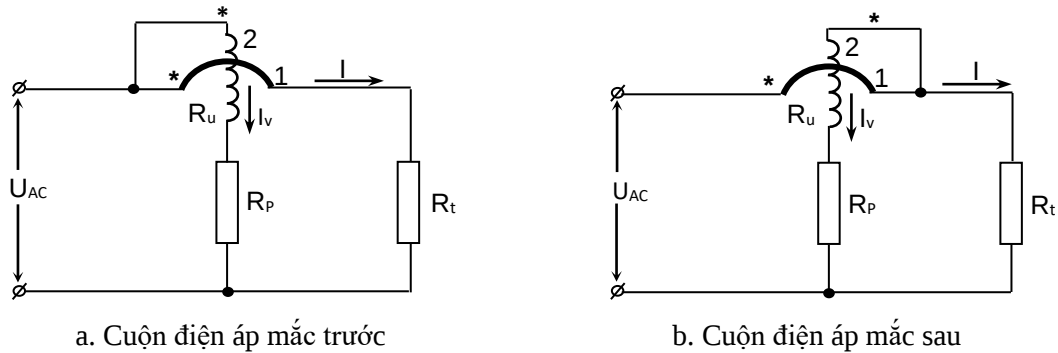
4.3. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo :

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ

- Chọn thang đo phù hợp để tránh làm hỏng dụng cụ hoặc làm kết quả đo không chính xác

4.4. Đo công suất mạch xoay chiều một pha:



Hình 3.24: Hai cách nối Oátmét

+ Cuộn dòng điện của oát mét được đấu nối tiếp với mạch đo, cuộn điện áp thì mắc song song với mạch đo. Khi đấu phải đúng cực tính

+ Đầu đầu cuộn dây được kí hiệu *

4.5. Công suất mạch xoay chiều 3 pha:

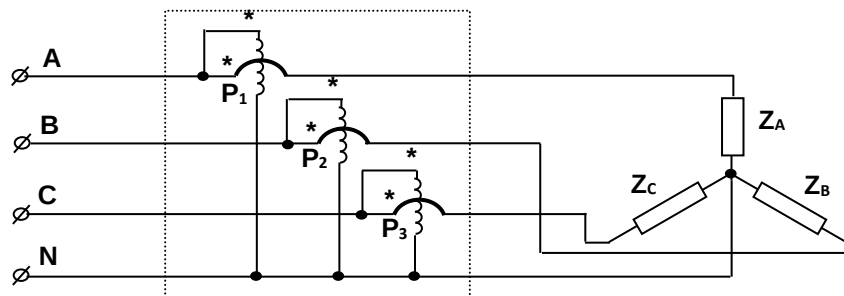
- Mạch 3 pha 4 dây

Để đo công suất ở mạch 3 pha 4 dây người ta dùng 3 Oátmét 1 pha, mỗi Oátmét mắc vào một pha, sau đó cộng các chỉ số của chúng lại với nhau:

$$P_{3P} = P_1 + P_2 + P_3$$

Trong thực tế người ta chế tạo Oátmét 3 pha 3 phần tử. Nó bao gồm 3 cuộn dòng điện, tương ứng với 3 cuộn điện áp gắn trên cùng một trục quay. Mômen làm quay phần động là tổng của 3 mômen thành phần. Tức là số chỉ của Oátmét sẽ tỷ lệ với công suất 3 pha.

+ Sơ đồ mắc như sau



Hình 3.27: Sơ đồ dùng Oátmét ba pha ba phần tử

- Mạch 3 pha 3 dây:

Gọi dòng điện chạy trong 3 pha lần lượt là i_A, i_B, i_C ta có:

$$i_A + i_B + i_C = 0 \Rightarrow i_C = -(i_A + i_B)$$

Công suất tức thời 3 pha:

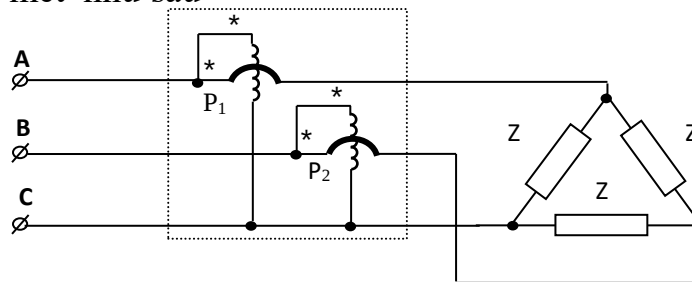
$$\begin{aligned} P_{3P} &= i_A U_A + i_B U_B + i_C U_C = i_A U_A + i_B U_B - (i_A + i_B) U_C \\ &= i_A (U_A - U_C) + i_B (U_B - U_C) = i_A U_{AC} + i_B U_{BC} \\ &= P_1 + P_2 \end{aligned}$$

Như vậy công suất của mạng 3 pha 3 dây được đo 2 Oátmét một pha:

- * Oátmét thứ nhất đo dòng điện pha A và điện áp U_{AC}
- * Oátmét thứ hai đo dòng điện pha B và điện áp U_{BC}

Trong thực tế người ta chế tạo Oátmét 3 pha 2 phần tử nối chung một trục, cách mắc dây Oátmét 3 pha như cách mắc ở phương pháp đo công suất mạng 3 pha bằng 2 Oátmét, số chỉ của Oátmét này sẽ là công suất của mạng 3 pha 3 dây.

+ Sơ đồ mắc oát mét như sau



Hình 3.29. Sơ đồ dùng Oátmét ba pha hai phần tử

Trường hợp mạng 3 pha cân bằng

Nếu trường hợp mạng 3 pha cân bằng chúng ta chỉ cần dùng một Oátmét một pha đo công suất ở một pha sau đó lấy kết quả đo được nhân với 3 (mạch 3 pha 4 dây), hoặc nhân với 2 (mạch 3 pha 3 dây)

4.6. Ghi chép, đánh giá kết quả đo:

Đo trực tiếp công suất: Sử dụng công tơ thì giá trị công suất thì giá trị đo hiển thị ngay trên đồng hồ đo

Đo gián tiếp công suất thì được thực hiện bằng phép đo dòng điện, điện áp và trở kháng. Sau đó sử dụng công thức để tính toán công suất

Nếu đo dòng điện ở cao tần: phép đo được thực hiện bằng các phương pháp biến đổi năng lượng điện từ thành các dạng năng lượng khác để đo. Các

dạng năng lượng này như là quang năng, nhiệt năng hay cơ năng ,Sau đó dùng định luật bảo toàn năng lượng để xác định giá trị công suất .

5. Đo điện trở:

5.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo điện trở:

Dụng cụ đo điện trở phổ biến nhất hiện nay là Ôm kế và đồng hồ vạn năng (VOM)

5.1.1. Ôm mét:

Ôm mét gồm một cục pin nhỏ cung cấp một điện thế cho điện trở. Một ampe kế (Gavanô) đo cường độ dòng điện qua điện trở và theo định luật Ohm, suy ra trị số của điện trở: $R = \Delta V / I$.

Kí hiệu :



5.1.2. Đồng hồ vạn năng (VOM):



Hình 2.14 :Đồng hồ vạn năng

5.2. Các phương pháp đo điện trở:

- Đo trực tiếp: sử dụng Vôn mét, đồng hồ vạn năng (VOM)...
- Đo gián tiếp: Sử dụng các dụng cụ đo trung gian như Ampe kế, Vôn kế, công tơ....Sau đó dựa vào các công thức tính toán để xác định giá trị điện trở

5.3. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo :

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ
- Chọn thang đo phù hợp để tránh làm hỏng dụng cụ hoặc làm kết quả đo không chính xác

5.4. Đo điện trở bằng Ôm mét có chỉ số phụ thuộc vào điện áp nguồn:

Ta dùng đồng hồ vạn năng để đo điện trở

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

Bước 1: Để thang đồng hồ về các thang đo trở Ω , nếu điện trở nhỏ thì để thang $\times 1\Omega$ hoặc $\times 10\Omega$, nếu điện trở lớn thì để thang $\times 1k\Omega$ hoặc $10k\Omega \Rightarrow$ sau đó chạm hai que đo và chỉnh triết áp để kim đồng hồ báo vị trí 0Ω .

Bước 2: Chuẩn bị đo .

Bước 3: Đặt que đo vào hai đầu điện trở, đọc trị số trên thang đo

Chú ý:

- Nếu ta để thang đo quá cao thì kim chỉ lên một chút, như vậy đọc trị số sẽ không chính xác.

- Nếu ta để thang đo quá thấp, kim lên quá nhiều, và đọc trị số cũng không chính xác.

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

5.5. Đo điện trở bằng Ôm mét có chỉ số không phụ thuộc vào điện áp nguồn:

Ta dùng Ôm mét để đo điện trở



Hình 2.15 Ôm mét

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

Bước 1: Để thang đồng hồ về các thang đo trở, nếu điện trở nhỏ thì để thang

$\times 1\Omega$ hoặc $\times 10\Omega$, nếu điện trở lớn thì để thang $\times 1k\Omega$ hoặc $10k\Omega \Rightarrow$ sau đó chạm hai que đo và chỉnh triết áp để kim đồng hồ báo vị trí 0Ω .

Bước 2: Chuẩn bị đo.

Bước 3: Đặt que đo vào hai đầu điện trở, đọc trị số trên thang đo

Chú ý :

- Nếu ta để thang đo quá cao thì kim chỉ lên một chút , như vậy đọc trị số sẽ không chính xác.

- Nếu ta để thang đo quá thấp, kim lên quá nhiều, và đọc trị số cũng không chính xác.

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

5.6. Ghi chép, đánh giá kết quả đo:

Giá trị đo được = chỉ số thang đo X thang đo

Ví dụ: Nếu để thang x 100Ω và chỉ số báo là 27

Thì giá trị là $= 100 \times 27 = 2700\Omega = 2,7 \text{ k}\Omega$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc, đặc điểm ứng dụng cơ cấu đo điện từ ?
2. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc, đặc điểm ứng dụng cơ cấu đo từ điện ?
3. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc, đặc điểm ứng dụng cơ cấu đo điện động ?
4. Nêu cấu tạo và nguyên lý làm việc, đặc điểm ứng dụng cơ cấu đo cảm ứng ?

Bài thực hành 1: Thực hành đo dòng điện

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Dụng cụ đo dòng điện
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

* Đo dòng điện đi qua các động cơ quạt, máy nén và các thiết bị điện trong các mô hình

- Kiểm tra tổng thể mô hình.
- Kiểm tra phần điện của mô hình.
- Kiểm tra phần lạnh của mô hình.
- Kiểm tra các dụng cụ đo như Ampe kìm ,VOM, Ampe kế
- Cấp điện cho mô hình.

*Tiến hành đo dòng điện

- Chọn đúng đại lượng cần đo và thang đo phù hợp trên các dụng cụ đo lường.
- Nắm nguyên tắc đo và cách sử dụng các dụng cụ đo

* Ghi chép các kết quả đo

Bài thực hành 2: Thực hành đo điện áp

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Dụng cụ đo điện áp
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

* Đo dòng điện đi qua các động cơ quạt, máy nén và các thiết bị điện trong các mô hình

- Kiểm tra tổng thể mô hình.
- Kiểm tra phần điện của mô hình.
- Kiểm tra phần lạnh của mô hình.
- Kiểm tra các dụng cụ đo như Ampe kìm ,VOM, Ampe kế

- Cấp điện cho mô hình.

*Tiến hành đo dòng điện

- Chọn đúng đại lượng cần đo và thang đo phù hợp trên các dụng cụ đo lường.

- Nắm nguyên tắc đo và cách sử dụng các dụng cụ đo

* Ghi chép các kết quả đo

Bài thực hành 3: Đo công suất

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Thiết bị đo công suất
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

* Đo công suất các động cơ điện và công suất mạch điện trong mô hình

- Kiểm tra tổng thể mô hình.
- Kiểm tra phần điện của mô hình.
- Kiểm tra phần lạnh của mô hình.
- Kiểm tra các dụng cụ đo

* Cấp điện cho mô hình.

* Tiến hành đo công suất:

- Đo trực tiếp: Sử dụng Oát mét yêu cầu chọn dụng cụ có thang đo phù hợp

- Đo gián tiếp: Sử dụng Ampe kìm và VOM hoặc sử dụng công tơ điện

Yêu cầu chung nắm nguyên tắc nối, đo và cách sử dụng các dụng cụ đo, nhằm đảm bảo an toàn khi đo lường

* Ghi chép các kết quả đo

Bài thực hành 4: Thực hành đo điện trở

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Dụng cụ đo điện trở
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

* Đo điện trở các thiết bị điện trong các mô hình

- Kiểm tra tổng thể mô hình.
- Kiểm tra phần điện của mô hình.
- Kiểm tra phần lạnh của mô hình.
- Kiểm tra các dụng cụ đo
- Cấp điện cho mô hình.

*Tiến hành đo điện trở

- Chọn đúng đại lượng cần đo và thang đo phù hợp trên các dụng cụ đo lường.

- Nắm nguyên tắc đo và cách sử dụng các dụng cụ đo

Yêu cầu: Nắm nguyên tắc nối, đo và cách sử dụng các dụng cụ đo Ôm mét, VOM nhằm đảm bảo an toàn khi đo lường.

* Ghi chép các kết quả đo

BÀI 3 : MỘT SỐ DỤNG CỤ ĐO NHIỆT ĐỘ VÀ CÁC LOẠI CẢM BIẾN NHIỆT ĐỘ

Mã bài: MD 15 - 03

Giới thiệu:

Nhiệt độ là một trong những thông số quan trọng trong khoa học và kỹ thuật, đặc biệt là trong các hệ thống nhiệt lạnh. Để đảm bảo tốt việc khống chế, điều chỉnh ... thông số này, thì cần phải biết nhiệt độ tại các vùng làm việc của hệ thống để từ đó có phương hướng điều chỉnh khống chế cho phù hợp. Do đó việc đo và xác định thông số nhiệt độ là rất quan trọng và cần thiết trong quá trình vận hành sửa chữa và bảo trì hệ thống .

Mục tiêu:

- Trình bày được nguyên lý chung - các dụng cụ đo nhiệt độ
- Lựa chọn, kết nối và điều chỉnh được các dụng cụ đo
- Đo kiểm và ghi chép được kết quả đo nhiệt độ

Nội dung chính:

1. Khái niệm và phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ:

1.1. Khái niệm về nhiệt độ và thang đo nhiệt độ:

1.1.1. Khái niệm:

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

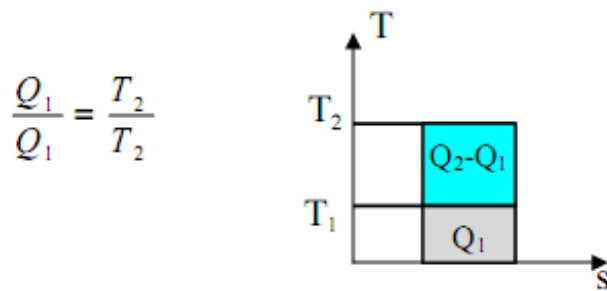
$$E = 3/2 K.T$$

Trong đó: K- hằng số Bonltzman.

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

T - Nhiệt độ tuyệt đối của vật .

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



Hình 3.1: Chu trình Cárnot

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

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

1.1.2. Thang đo nhiệt độ và đơn vị:

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

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

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

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

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

Quan hệ nhiệt độ Fahrenheit và nhiệt Celsius:

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

Bảng 3.1: Nhiệt độ một số hiện tượng quan trọng theo các thang đo

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

1.2. Phân loại các dụng cụ đo nhiệt độ:

Có nhiều cách phân loại

Theo phương pháp đo ta có thể chia dụng cụ đo nhiệt độ làm 2 loại chính:

- Dụng cụ đo nhiệt độ kiểu trực tiếp tiếp xúc.
- Dụng cụ đo kiểu gián tiếp tiếp xúc.

Theo mức độ chính xác như: Loại chuẩn - Loại mẫu - Loại thực dụng.

Hoặc theo cách cho số đo nhiệt độ ta có các loại: Chỉ thị - Tự ghi - Đo từ xa

1.2.1. Dụng cụ đo nhiệt độ kiểu trực tiếp tiếp xúc:

Dụng cụ đo nhiệt độ kiểu trực tiếp tiếp xúc là dụng cụ đo nhiệt độ có phần tử cảm biến tiếp xúc trực tiếp với vật hoặc môi trường cần đo nhiệt độ .

Loại này thường được dùng để đo ở dải nhiệt độ trung bình và thấp

Theo đặc điểm và nguyên lý làm việc ta có thể chia dụng cụ đo nhiệt độ kiểu trực tiếp tiếp xúc thành các loại sau:

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

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

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

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

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

1.2.2. Dụng cụ đo nhiệt độ kiểu gián tiếp:

Dụng cụ đo nhiệt độ kiểu gián tiếp là dụng cụ đo nhiệt độ có phần tử cảm biến không tiếp xúc trực tiếp với vật hoặc môi trường cần đo nhiệt độ

Loại này thường được dùng để đo ở dải cao và rất cao.

Khi khoảng đo có nhiệt độ cao (600°C đến 6000°C) thì người ta dùng một dụng cụ đo gọi là hỏa quang kế. Đo nhiệt độ của vật thông qua tính chất bức xạ của vật

Theo đặc điểm nguyên lý làm việc người ta chia ra 3 loại chính:

- Hỏa quang kế phát xạ
- Hỏa quang kế cường độ sáng
- Hỏa quang kế màu sắc

2. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế giãn nở:

2.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo nhiệt độ bằng nhiệt kế giãn nở:

2.1.1. Nhiệt kế giãn nở chất rắn:

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

$$L_t = L_{t_0} [1 + \alpha (t - t_0)]$$

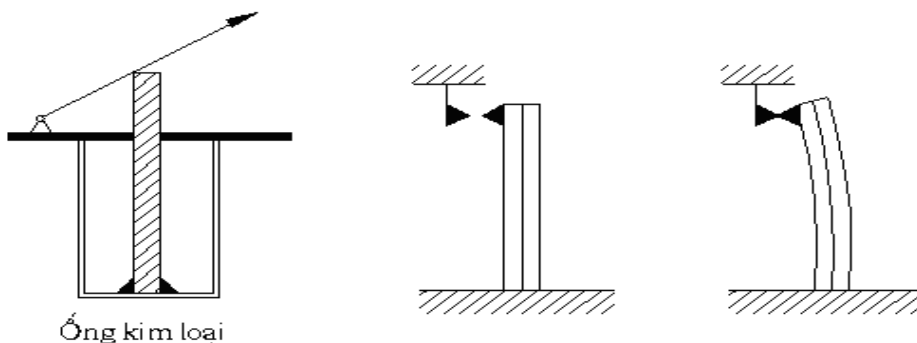
L_t , L_{t_0} là độ dài của vật ở nhiệt độ t và t_0

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

Các loại:

+ *Nhiệt kế kiểu đũa:*

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



Hình 3.2 Nhiệt kế kiểu đũa

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

Hệ số giãn nở dài của một số vật liệu:

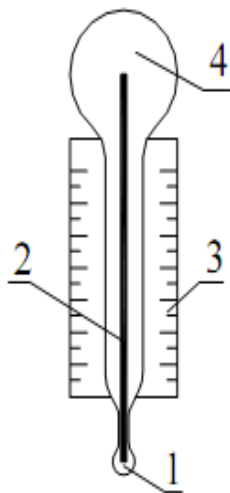
Bảng 3.1. Hệ số dẫn nở dài của một số vật liệu

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

2.1.2. Nhiệt kế giãn nở chất lỏng:

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

Cấu tạo:



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

2 - ống mao dẫn có đường kính rất nhỏ.

3 - thang đo.

4 - đoạn dự phòng.

Nếu dùng Hg thì $\alpha = 0,18 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ còn thủy

tinh thì $\alpha = 0,02 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (nên có thể bỏ qua)

Hình 3.3: Cấu tạo nhiệt kế giãn nở chất lỏng

Người ta dùng loại này làm nhiệt kế chuẩn có độ chia nhỏ và thang đo từ $0 - 50^\circ$; $50 - 100^\circ$ và có thể đo đến 600°C .

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

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

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

Theo hình dạng mặt thước chia độ thì có thể chia thành 2 loại chính:

+ Hình chiếc đũa

+ Loại thước chia độ trong



Hình 3.4 Các loại nhiệt kế

Theo ứng dụng thì có thể chia thành các loại sau:

- Nhiệt kế kỹ thuật: khi sử dụng phần đuôi phải cắm ngập vào môi trường cần đo (có thể hình thẳng hay hình chữ L).

Khoảng đo – 30 - 50°C; 0 - 50 ... 500

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

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

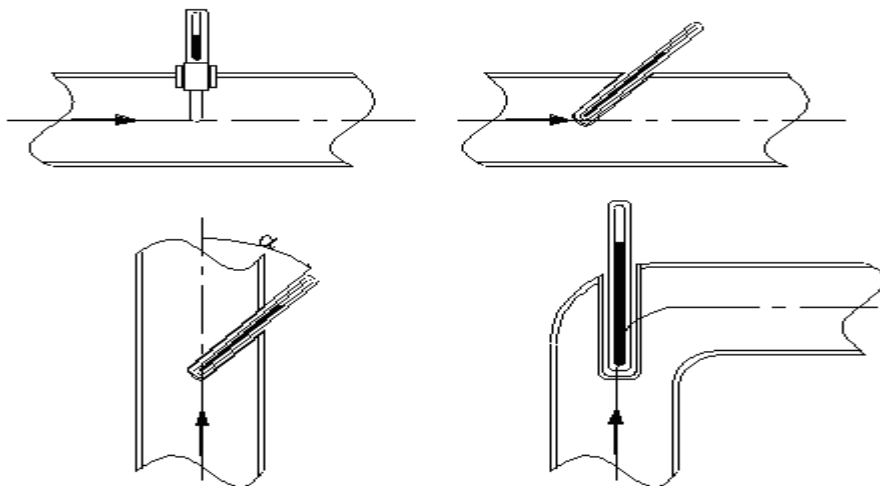
- Chú ý: Khi đo ta cần nhúng ngập đầu nhiệt kế vào môi chất đến mức đọc.

- * Loại có khoảng đo ngắn: độ chia 0,0001 - 0,02 °C dùng làm nhiệt lượng kế để tính nhiệt lượng.

- * Loại có khoảng đo nhỏ 50 °C đo đến 350 °C chia độ 0,1 °C.

- * Loại có khoảng đo lớn 750 °C đo đến 500 °C chia độ 2 °C.

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



Hình 3.5: Hướng bố trí thiết bị đo nhiệt độ

Trong tự động còn có loại nhiệt kế tiếp điểm điện được sử dụng khi đo nhiệt độ cao đến 600°C, các tiếp điểm làm bạch kim

2.2. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo:

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ
- Chọn thang đo phù hợp để tránh làm hỏng dụng cụ hoặc làm kết quả đo

không chính xác

2.3. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế dẫn nở chất rắn:

Bước 1: Chọn dụng cụ đo có thang đo, dải nhiệt độ đo phù hợp

Bước 2: Tiến hành đo, cho dụng cụ đo tiếp xúc trực tiếp với vật hoặc môi trường cần đo

Bước 3: Đọc và ghi kết quả

2.4. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế dẫn nở chất lỏng:

Bước 1: Chọn dụng cụ đo có thang đo, dải nhiệt độ đo phù hợp

Bước 2: Tiến hành đo, cho đầu cảm biến của dụng cụ đo tiếp xúc trực tiếp với vật hoặc môi trường cần đo

Bước 3: Đọc và ghi kết quả

2.5. Ghi chép, đánh giá kết quả đo:

Kết quả đo được chỉ thị ngay trên các vạch đo của đồng hồ đo....

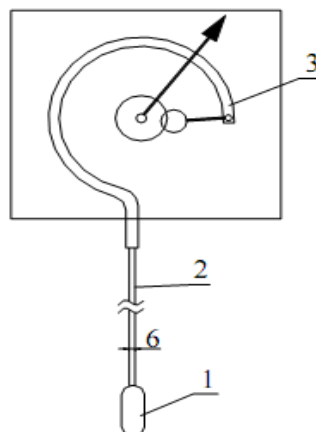
3. Đo nhiệt độ bằng áp kế:

3.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo nhiệt độ kiểu áp kế:

3.1.1. Nguyên lý làm việc:

Dựa vào sự phụ thuộc áp suất môi chất vào nhiệt độ khi thể tích không đổi

3.1.2. Cấu tạo:



1 - Bao nhiệt chứa chất lỏng hay khí (Bộ phận nhạy cảm)

2 - Ống mao dẫn

3 - Áp kế có thang đo như nhiệt độ

Phía ngoài ống mao dẫn có ống kim loại mềm (dây xoắn bằng kim loại hoặc ống cao su để bảo vệ).

Loại nhiệt kế này: Đo nhiệt độ từ $-50^{\circ}\text{C} \div 0^{\circ}\text{C}$ và áp suất làm việc tới 60kg/m^2 cho số chỉ thị hoặc tự ghi có thể chuyển tín hiệu xa đến 60 m, độ chính xác tương đối thấp $\text{CCX} = 1,6 ; 4 ; 2,5$ một số ít có $\text{CCX} = 1$.

3.1.3. Đặc điểm:

Chịu được chấn động, cấu tạo đơn giản nhưng số chỉ bị chậm trễ tương đối lớn phải hiệu chỉnh luôn, sửa chữa khó khăn.

3.1.4. Phân loại:

a. Áp kế loại chất lỏng :

Dựa vào mối liên hệ giữa áp suất p và nhiệt độ t

$$p - p_0 = (t - t_0) \alpha / \xi$$

Trong đó:

p, t : là áp suất và nhiệt độ chất lỏng ứng với lúc đo.

p_0, t_0 : Áp suất và nhiệt độ chất lỏng ứng với lúc không đo đặc

α : hệ số giãn nở thể tích

ξ : Hệ số nén ép của chất lỏng

Khi sử dụng phải cấm ngập bao nhiệt trong môi chất cần đo

b. Áp kế loại chất khí:

Thường dùng các khí trơ: $\text{N}_2, \text{He} \dots$

Quan hệ giữa áp suất và nhiệt độ xem như khí lý tưởng

$$\alpha = 0,0365 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

c. Áp kế loại dùng hơi bão hòa:

Một số hơi bão hòa thường dùng như: Axêton ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$), Cloruaêtilen, cloruaamêtilen....., Loại này tương tự loại nhiệt áp kế chất khí tuy nhiên, số chỉ của nhiệt kế không chịu ảnh hưởng của môi trường xung quanh, thước chia độ không đều (phía nhiệt độ thấp vạch chia sát hơn còn phía nhiệt độ cao vạch chia thưa dần), bao nhiệt nhỏ: Nếu đo nhiệt độ thấp có sai số lớn người ta có thể nạp thêm một chất lỏng có điểm sôi cao hơn trong ống dẫn để truyền áp suất.

d. Chú ý khi lắp đặt:

- Tránh va đập mạnh

- Không được làm cong, biến dạng ống mao dẫn, đường kính chỗ cong $> 20 \text{ mm}$.

- 6 tháng phải kiểm định một lần

Đối với các nhiệt kế kiểu áp kế sử dụng môi chất là chất lỏng chú ý vị trí đồng hồ sơ cấp và thứ cấp nhằm tránh gây sai số do cột áp của chất lỏng gây ra. Loại này ta hạn chế độ dài của ống mao dẫn < 25 m đối với các môi chất khác thủy ngân, còn môi chất là Hg thì < 10 m.

3.2. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo:

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ
- Chọn thang đo phù hợp để tránh làm hỏng dụng cụ hoặc làm kết quả đo

3.3. Đo nhiệt độ bằng nhiệt áp kế chất lỏng:



Hình 3.4: Nhiệt áp kế chất lỏng

Để đo nhiệt độ bằng nhiệt áp kế chất lỏng ta thực hiện như sau:

Bước 1: Chọn dụng cụ đo có thang đo, dải nhiệt độ đo phù hợp

Bước 2: Tiến hành đo, cho dụng cụ đo tiếp xúc trực tiếp với vật hoặc môi trường cần đo

Bước 3: Đọc và ghi kết quả

3.4. Đo nhiệt độ bằng nhiệt áp kế chất khí :



Hình 3.5: Nhiệt áp kế chất khí

Để đo nhiệt độ bằng nhiệt áp kế chất lỏng ta thực hiện như sau:

Bước 1: Chọn dụng cụ đo có thang đo, dải nhiệt độ đo phù hợp

Bước 2: Tiến hành đo, cho đầu cảm biến của dụng cụ đo tiếp xúc trực tiếp với vật hoặc môi trường cần đo

Bước 3: Đọc kết quả trên đồng hồ đo

3.5. Đo nhiệt độ bằng nhiệt áp kế hơi bão hoà:

Về mặt cấu tạo và nguyên lý tương tự, nhiệt áp kế chất khí tuy nhiên thay vì chất nạp bên trong đồng hồ đo là các chất khí ($N_2, He...$) thì người ta thay vào đó là *hơi bão hoà*. Ví dụ: Axêton ($C_2H_4Cl_2$) Cloruaêtilen, Clorua mêtilen

Để đo nhiệt độ bằng nhiệt áp kế chất lỏng ta thực hiện như sau:

Bước 1: Chọn dụng cụ đo có thang đo, dải nhiệt độ đo phù hợp

Bước 2: Tiến hành đo, cho dụng cụ đo tiếp xúc trực tiếp với vật hoặc môi trường cần đo

Bước 3: Đọc và ghi kết quả

3.6. Ghi chép, đánh giá kết quả đo:

Đối với trường hợp sử dụng nhiệt áp kế chất lỏng thì kết quả đo được hiển thị ngay trên vạch chỉ của đồng hồ.

Còn đối với trường hợp sử dụng nhiệt áp kế chất khí và nhiệt áp kế chất bão hoà thì giá trị đo hiển thị bởi vạch chỉ của kim ngay trên đồng hồ đo.

4. Đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt:

4.1. Hiệu ứng nhiệt điện và nguyên lý đo:

Giả sử nếu có hai bản dây dẫn nối với nhau và 2 đầu nối có nhiệt độ khác nhau thì sẽ xuất hiện suất điện động (sđđ) nhỏ giữa hai đầu nối do đó sinh ra hiệu ứng nhiệt.

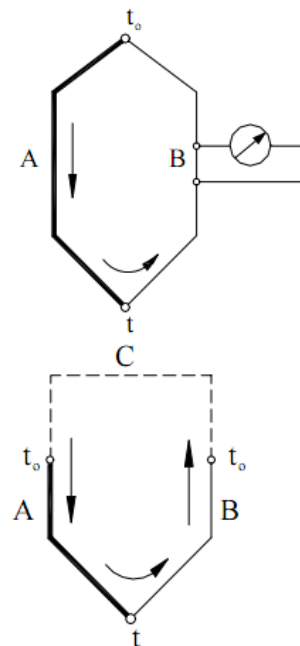
Nguyên lý: Dựa vào sự xuất hiện sđđ trong mạch khi có độ chênh nhiệt độ giữa các đầu nối.

Cấu tạo: Gồm nhiều dây dẫn khác loại có nhiệt độ khác nhau giữa các đầu nối. Giữa các điểm tiếp xúc xuất hiện sđđ ký sinh và trong toàn mạch có sđđ tổng.

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0)$$

$$= e_{AB}(t) + e_{AB}(t_0)$$

$e_{AB}(t), e_{BA}(t_0)$ là sđđ ký sinh hay điện thế tại điểm có nhiệt độ t và t_0 . Nếu $t = t_0$ thì $E_{AB}(t, t_0) = 0$ trong mạch không có sđđ. Trong



thực tế để đo ta thêm dây dẫn thứ 3, lúc này có các trường hợp sđđ sinh ra toàn mạch Σ sđđ ký sinh tại các điểm nối, từ hình vẽ.

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0)$$

Mà $e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = -e_{AB}(t_0) (= e_{BA}(t_0)) \rightarrow E_{ABC}(t, t_0) = E_{AB}(t, t_0)$. Vậy sđđ sinh ra không phụ thuộc vào dây thứ 3.

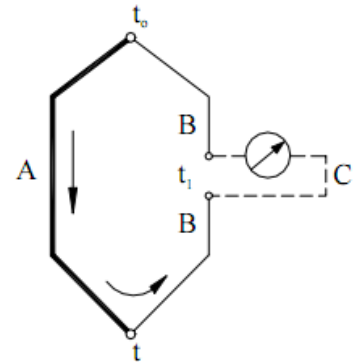
Khi nối hai đầu của hai dây kia có nhiệt độ không đổi (t_0)

- Trường hợp này tương tự ta cũng có:

$$E_{ABC}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_1) + e_{CB}(t_1) + e_{BA}(t_0) = E_{AB}(t, t_0).$$

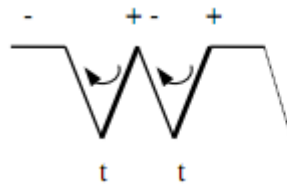
Chú ý: - Khi nối cặp nhiệt với dây dẫn thứ 3 thì những điểm nối phải có nhiệt độ bằng nhau.

- Vật liệu cặp nhiệt phải đồng nhất theo chiều dài.



4.2. Các phương pháp nối cặp nhiệt:

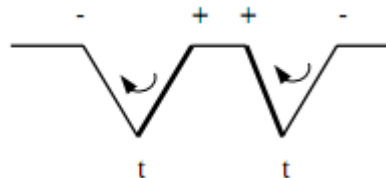
4.2.1. Cách mắc nối tiếp thuận:



$$E_{\Sigma} = \Sigma E_i$$

Chú ý: thường mắc cùng một loạt cách mắc này đo chính xác hơn làm góc quay của kim chỉ lớn, sử dụng khi đo nhiệt độ nhỏ.

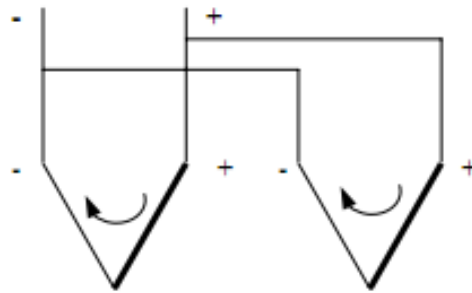
4.2.2. Cách mắc nối tiếp nghịch:



$$E_{\Sigma} = E_1 - E_2$$

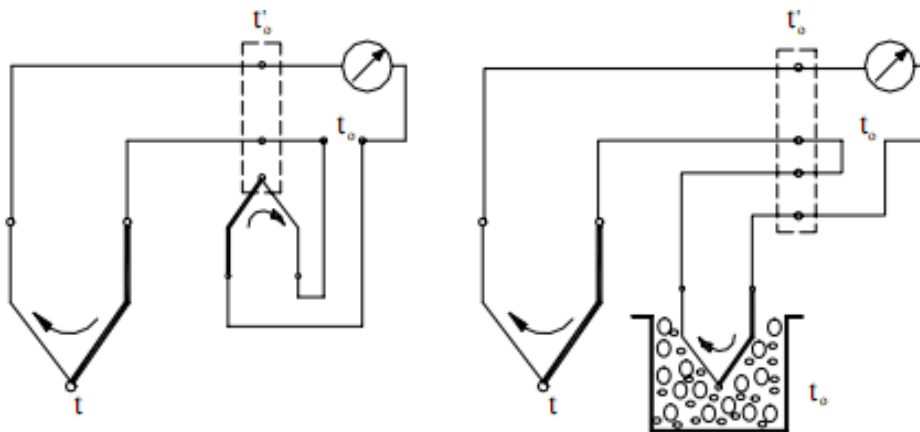
Dùng để đo hiệu nhiệt độ giữa hai điểm và thường chọn cặp nhiệt có đặc tính thẳng nhiệt độ đầu tự do như nhau.

4.2.3. Cách mắc song song:



Sử dụng để đo nhiệt độ trung bình của một số điểm.

4.2.3. Cách mắc để bù đầu lạnh cho cặp nhiệt chính:



Sơ đồ nối tiếp thuận

Sơ đồ nối tiếp ngược

Thường sử dụng cách này để tiết kiệm dây bù.

4.3. Các phương pháp bù nhiệt độ đầu tự do cặp nhiệt:

Nếu biết nhiệt độ đầu lạnh t_0 của cặp nhiệt thì ta sẽ xác định được nhiệt độ cần đo t thông qua giá trị đọc được từ cặp nhiệt. Trong các đồng hồ dùng cặp nhiệt để cho đơn giản thì nhiệt độ ứng với lúc không đo: $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Tuy nhiên thực tế thì

Giá trị đó thường khác 0 vì vậy mà trước khi đo cần bù nhiệt độ đầu tự do của thiết bị.

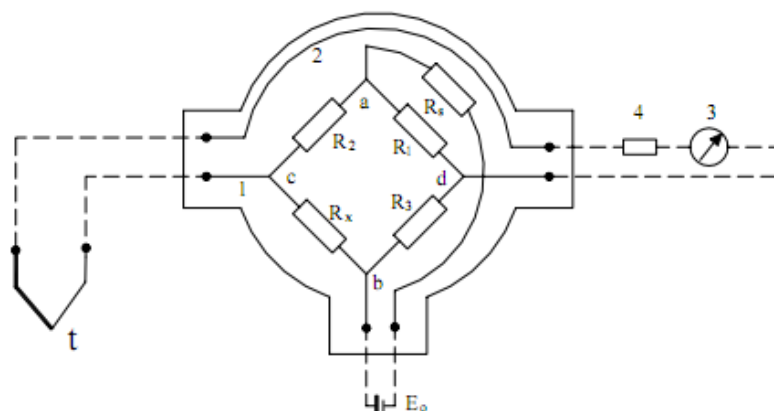
* Các phương pháp bù nhiệt độ đầu tự do:

- Nếu quan hệ là đường thẳng thì ta chỉ cần điều chỉnh kim đi một đoạn

$$t - t' = t_0' - t_0.$$

- Thêm vào mạch cặp nhiệt 1 sđđ bằng sđđ $E_{AB}(t_0', t_0)$

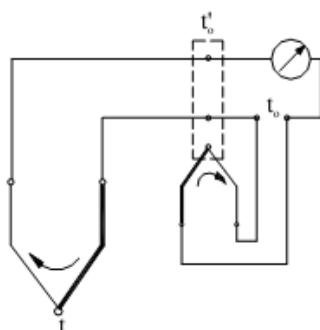
Sơ đồ bù :



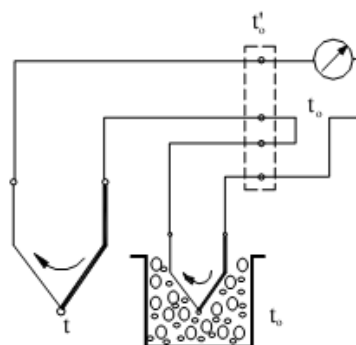
Người ta lấy điện áp từ cầu không cân bằng một chiều gọi là cầu bù.
Ký hiệu KT – 08 ; KT – 54.

Nguyên lý: Tạo ra điện áp $U_{cd} \approx E_{AB}(t_0', t_0)$, được điều chỉnh bằng R_s và nguồn $E_0 = 4V$, các điện trở R_1, R_2, R_3 làm bằng Mn, R_x làm bằng Ni hay Cu. Nếu nhiệt độ thay đổi thì R_x cũng thay đổi và tự động làm U_{cd} tương ứng với $E_{AB}(t_0', t_0)$.

Chú ý: khi dây bù thì phải giữ nhiệt độ đầu tự do không đổi bằng cách đặt đầu đo trong ống dầu và ngâm trong nước đá đang tan, một số trường hợp ta đặt trong hộp nhồi chất cách nhiệt và chôn xuống dưới đất hay đặt vào các buồng hằng nhiệt.



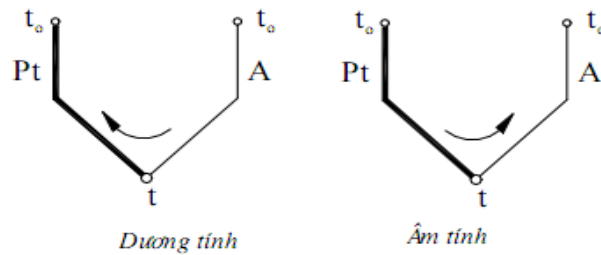
Sơ đồ nối tiếp thuận



Sơ đồ nối tiếp ngược

4.4. Vật liệu dùng chế tạo cặp nhiệt và các cặp nhiệt thường dùng:

Có thể chọn rất nhiều loại vật liệu khác nhau, tuy nhiên đòi hỏi tinh khiết, người ta thường lấy bạch kim tinh khiết làm cực chuẩn vì: Bạch kim có độ bền hóa học cao các tính chất được nghiên cứu rõ, có nhiệt độ nóng chảy cao, dễ điều chế tinh khiết và so với nó người ta chia vật liệu làm *dương tính* và *âm tính*.



Yêu cầu của các kim loại:

- Có tính chất nhiệt điện không đổi theo thời gian, chịu được nhiệt độ cao có độ bền hóa học, không bị khuếch tán và biến mất. Sđđ sinh ra biến đổi theo đường thường đối với nhiệt độ.

- Độ dẫn điện lớn, hệ số nhiệt độ điện trở nhỏ, có khả năng sản xuất hàng loạt, rẻ tiền.

Một số cặp nhiệt thường dùng:

Cặp nhiệt	Ký hiệu	Hạn đo trên		E (100, 0)
		Dài hạn	Ngắn hạn	
Pt.Rh - Pt	$\pi\pi$	1300	1600	$0,46 \pm 0,8\%$
Cromen - Alumen	XA	900	1800	$4,10 \pm 1\%$
Cromen - Copen	XK	600	800	$6,95 \pm 1\%$
Fe - Cotantan	∞H	600	800	5,37
W - W + Ro	BP	-----	2800	$\frac{45}{2800} mV/^{\circ}C$

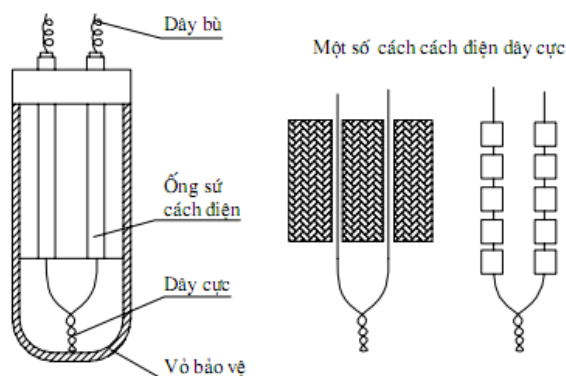
Ứng với mỗi loại cặp nhiệt có một loại dây bù riêng, dây bù thường được cấu tạo dây đôi.

Ví dụ : Loại $\pi\pi$ dây bù Ca, Ni

XA dây bù Cu – Costanta

4.5. Cấu tạo cặp nhiệt:

4.5.1. Cấu tạo:



Hình 3.6: Cấu tạo cặp nhiệt

- Đầu nóng của cặp nhiệt thường xoắn lại và hàn với nhau đường kính dây cực từ $0,35 \div 3$ mm số vòng xoắn từ $2 \div 4$ vòng. Ống sứ có thể thay các loại như cao su, tơ nhân tạo ($100^{\circ}\text{C} \div 130^{\circ}\text{C}$), hồ phách (250°C), thủy tinh (500°C), thạch anh (1000°C), ống sứ (1500°C).

- Vỏ bảo vệ: Thường trong phòng thí nghiệm thì không cần, còn trong công nghiệp thì phải có.

- Dây bù nối từ cặp nhiệt đi phía trên có hộp bảo vệ.

4.5.2. Yêu cầu của vỏ bảo vệ:

- Đảm bảo độ kín
- Chịu nhiệt độ cao và biến đổi đột ngột của nhiệt độ
- Chống ăn mòn cơ khí và hóa học
- Hệ số dẫn nhiệt cao
- Thường dùng thạch anh, đồng, thép không rỉ để làm vỏ bảo vệ

4.6. Đồng hồ thứ cấp dùng với cặp nhiệt:

Cặp nhiệt chỉ phát ra suất nhiệt điện động rất nhỏ do đó chỉ có thể đo bằng những đồng hồ chuyên dùng đo điện áp nhỏ. Các đồng hồ này có thể chia độ theo điện áp, theo nhiệt độ hoặc cả hai.

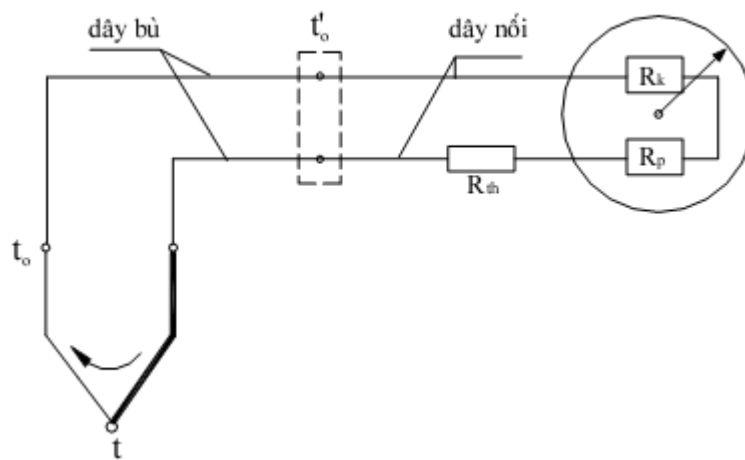
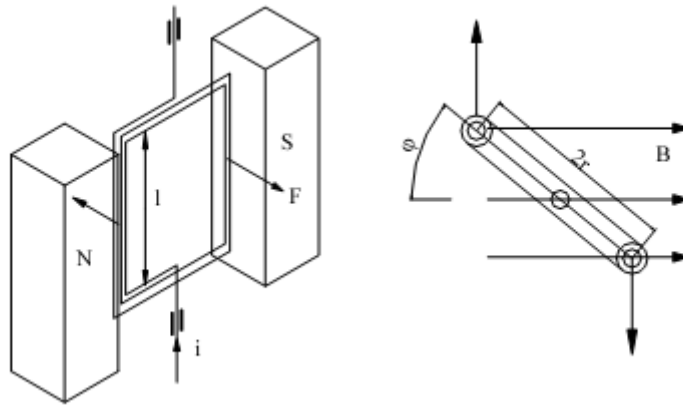
4.6.1. Milivolmet:

Nguyên lý làm việc :

Khung dây đặt trong từ trường nam châm khi có dòng điện đi qua sẽ sinh ra một lực từ tạo mô men quay làm khung quay.

Nếu tác dụng lên khung dây một mô men cản tỷ lệ với góc quay của khung dây thì khung sẽ quay đến vị trí cân bằng. Trong khi thiết kế đồng hồ thì người ta tính toán sao cho góc quay của khung dây chỉ phụ thuộc dòng điện I đi qua khung dây theo quan hệ đường thẳng. Độ lớn của I thể hiện cho suất điện động cần đo.

Sơ đồ nối:



Trong kỹ thuật đo lường thường dùng các loại chỉ thị hoặc tự ghi

- Loại chỉ thị ví dụ như ГKHII, MII (MII-18, MII-28.....)
- Loại tự ghi ví dụ CF....

4.6.2. Điện thế kế:

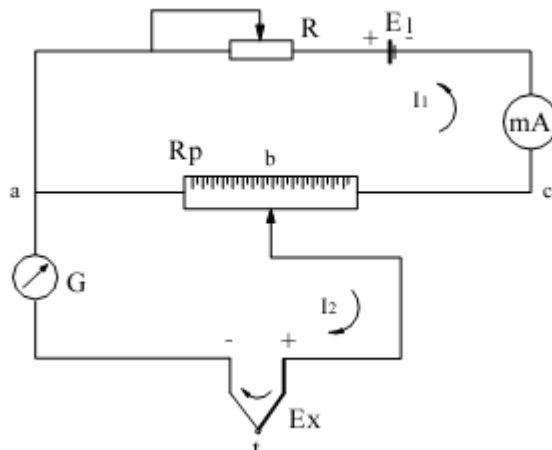
Nguyên lý: Sử dụng phương pháp bù dựa trên sự cân bằng của điện áp cần đo với điện áp đã biết

* Điện thế kế có điện trở không đổi

- Hai đầu biến trở con chạy R_p nối với điện áp không đổi E sao cho U_{ab} ngược chiều E_x

- Di chuyển con chạy trên R_p tìm vị trí sao cho $U_{ab}=E_x$ nhờ đồng hồ chỉ không G ($i_2=0$)

Ta có thể thay đổi U_{ab} bằng 2 cách là thay đổi R và R_p



* Điện thế kế có điện trở thay đổi:

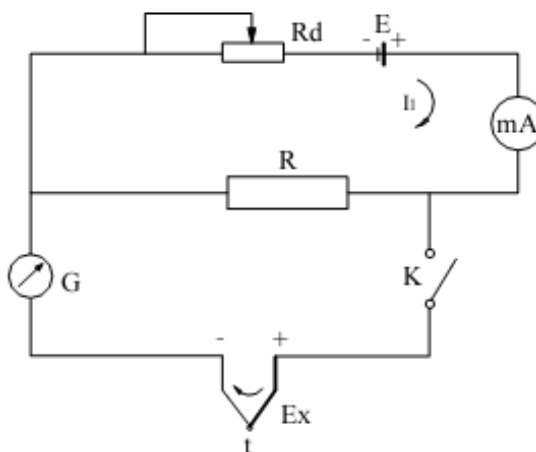
Mạch làm việc có cặp nhiệt, khi đóng khóa K ta điều chỉnh R_d sao cho điện kế G có giá trị 0 và đọc giá trị $E_x = R \cdot i$

Đặc điểm:

- Loại không cần pin chuẩn
- Thêm một đồng hồ đo dòng điện mA có độ chính xác cao nên tăng chi phí đầu tư

4.6.3. Điện thế kế tự động hay điện thế kế điện tử

Dùng đo suất điện động bằng phương pháp bù hoàn toàn tự động khi đo lường



4.7. Ghi chép, đánh giá kết quả đo:

Đối với phương pháp đo thủ công sử dụng Milivolmet, điện thế kế...

Sau khi xác định được điện áp hay suất điện động E_x ta tra ứng với cặp nhiệt ta tính toán được nhiệt độ cần đo.

Đối với các loại đồng hồ có chia độ theo nhiệt độ hoặc theo nhiệt độ và điện áp. Thì kết quả đo được chỉ thị ngay trên mặt đồng hồ đo.

5. Đo nhiệt độ bằng nhiệt kế điện trở:

Điện trở là một đặc tính vật liệu có quan hệ với nhiệt độ. Nếu xác định được mối quan hệ có trước thì sau này chỉ cần đo điện trở là biết được nhiệt độ của vật. Hệ thống đo nhiệt độ theo nguyên tắc này gồm: phần tử nhạy cảm nhiệt thường gọi là nhiệt kế điện trở. Dây nối và đồng hồ thứ cấp.

Nguyên lý đo nhiệt độ bằng nhiệt kế điện trở :Dựa trên sự thay đổi điện trở của vật liệu theo nhiệt độ

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

Trong đó :

R_t, R_{t_0} : Điện trở ở nhiệt độ t và t_0

α : Hệ số nhiệt độ của điện trở đặc trưng cho loại vật liệu

5.1. Vật liệu dùng chế tạo nhiệt kế điện trở:

Vật liệu làm nhiệt kế điện trở có thể sử dụng nhiều loại kim loại khác nhau như Cu, Pt..., kể cả chất bán dẫn

Yêu cầu vật liệu làm nhiệt kế điện trở:

- Nhiệt trở lớn
- Độ bền cơ nhiệt, hóa cao
- Rẻ tiền dễ kiếm dễ chế tạo

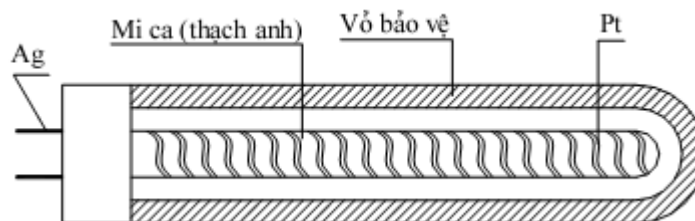
Chính vì vậy tuy hợp kim có độ bền cơ hóa lý cao nhưng nhiệt điện trở của nó nhỏ, vì vậy loại vật liệu này ít khi sử dụng

5.2. Các nhiệt kế điện trở thường dùng và cấu tạo:

Dựa vào vật liệu làm dây điện trở trong nhiệt kế nhiệt trở, thì nhiệt kế điện trở có nhiều loại khác nhau như nhiệt kế điện trở đồng, nhiệt kế nhiệt trở bạch kim, sắt và niken,.....

5.3. Nhiệt kế điện trở bạch kim:

5.3.1. Cấu tạo:



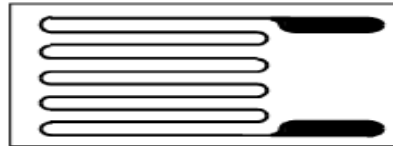
Đây là loại nhiệt kế điện trở dùng dây bạch kim (Pt). Dây Pt được gấp đôi quấn quanh lõi mica, dây không sơn cách điện, đường kính dây 0,07 mm chiều dài dây $l > 100$ m....

5.4. Nhiệt kế điện trở đồng:

Tương tự như loại nhiệt kế điện trở bạch kim, tuy nhiên thay vì dùng dây điện trở là dây bạch kim (Pt) thì người ta thay bằng dây đồng có sơn cách điện quấn quanh lõi nhựa, dây nối đến đầu nhiệt kế bằng đồng $\Phi 1 \div 1,5 \text{ mm}$

5.5. Nhiệt kế điện trở sắt và nikel:

Loại này thường dùng để đo nhiệt độ trên bề mặt vật rắn chúng thường được chế tạo bằng quang hóa và sử dụng hợp kim sắt niken để chế tạo



Hình 3.7: Cấu trúc nhiệt kế điện trở sắt niken

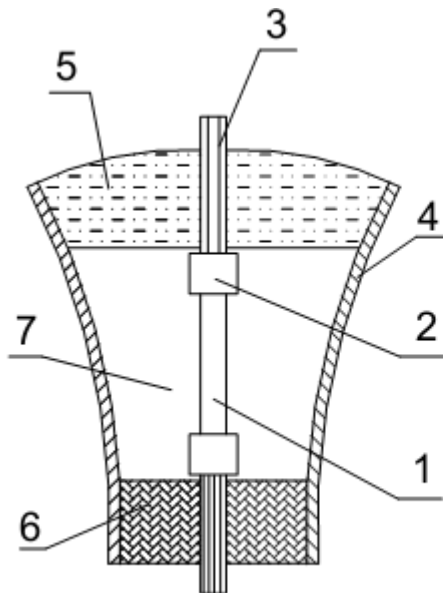
Trên cấu trúc chiều dày lớp kim loại cỡ vài μm và kích thước nhiệt kế cỡ 1 cm^2

Đặc trưng:

- Độ nhạy nhiệt: khoảng $5.10^{-3} / ^\circ\text{C}$
- Dải nhiệt độ sử dụng: $-195^\circ\text{C} \div 260^\circ\text{C}$

Khi sử dụng loại nhiệt kế này cần lưu ý đến ảnh hưởng biến dạng của bề mặt đo

5.6. Nhiệt kế điện trở bán dẫn:



Nhiệt kế điện trở bán dẫn

- 1- Vật bán dẫn
- 2- Nắp tiếp mạch
- 3- Dây nối (thường = Cu)
- 4- Vỏ kim loại bảo vệ
- 5- Chất cách điện (thủy tinh)
- 6- Thiếc
- 7- Sơn emay cách điện.

Hình 3.8 Cấu tạo nhiệt kế điện trở bán dẫn

Đặc điểm: nhiệt kế điện trở bán dẫn có độ nhạy cao, kích thước nhỏ tuy nhiên để tránh sai số lớn khi đo yêu cầu chất bán dẫn phải có độ tinh khiết cao

6. Một số cảm biến đo nhiệt độ

6.1. Cảm biến nhiệt độ với vật liệu silic

6.1.1 Nguyên tắc

Silic tinh khiết hoặc đơn tinh thể silic có hệ số nhiệt điện trở âm, tuy nhiên khi được kích tạp loại n thì trong khoảng nhiệt độ thấp chúng lại có hệ số nhiệt điện trở dương, hệ số nhiệt điện trở $\sim 0,7\%/^{\circ}\text{C}$ ở 25°C . Phần tử cảm nhận nhiệt của cảm biến silic được chế tạo có kích thước $500 \times 500 \times 240 \mu\text{m}$ được mạ kim loại ở một phía còn phía kia là bề mặt tiếp xúc.

Trong dải nhiệt độ làm việc ($-55 \div 200^{\circ}\text{C}$) có thể lấy gần đúng giá trị điện trở của cảm biến theo nhiệt độ theo công thức (1.14):

$$R_T = R_0[1 + A(T - T_0) + B(T - T_0)^2]$$

Trong đó R_0 và T_0 là điện trở (Ω) và nhiệt độ tuyệt đối ở điểm chuẩn.

Ứng dụng: Các cảm biến silic có thể được thiết kế như một phần tử nằm trong tổ hợp ống nghiệm hoặc tích hợp trực tiếp trên board mạch in trong kết cấu lắp đặt bề mặt. Trong mẫu thiết kế IC cảm biến nhiệt độ sử dụng công nghệ silic cần rất cẩn trọng đối với hiện tượng quá dòng có thể gây ra sự phát nhiệt tự thân của phần tử cảm biến.

Một số nhà sản xuất đã phát triển các mẫu thiết kế cảm biến IC cảm biến nhiệt độ IC để dùng thay thế các nhiệt kế thermostats trong một số ứng dụng. Chúng có tiện ích được lập trình sẵn khi xuất xưởng hoặc lập trình bởi người sử dụng đối với điểm đặt nhiệt độ setpoint và độ trễ. Chúng được chế sẵn theo các cấu hình tiêu chuẩn JEDEC (*Joint Electron Device Engineering Council*). Các phương án IC cảm biến nhiệt độ IC được chế xuất có bộ phận chuẩn hoá tín hiệu bên trong chip trực tiếp đưa ra tín hiệu dòng hoặc áp tới bộ điều khiển hoặc bộ chỉ thị. Bởi có bộ nhớ trong, các cảm biến dạng IC có thể được hiệu chuẩn rất chính xác. Chúng hoạt động rất hiệu quả trong những môi trường đa cảm biến *multi-sensor environments* như các mạng truyền thông.



Hình 3.9 Cảm biến KTY - 10

Trị số tín hiệu đầu ra của hầu hết các cảm biến IC tỷ lệ với nhiệt độ trong một phạm vi đặc trưng. Cùng với chức năng cơ bản điều khiển và chỉ thị nhiệt độ, trong mạch in cũng thường tổ hợp thêm những tính năng khác nhau như bù nhiệt.

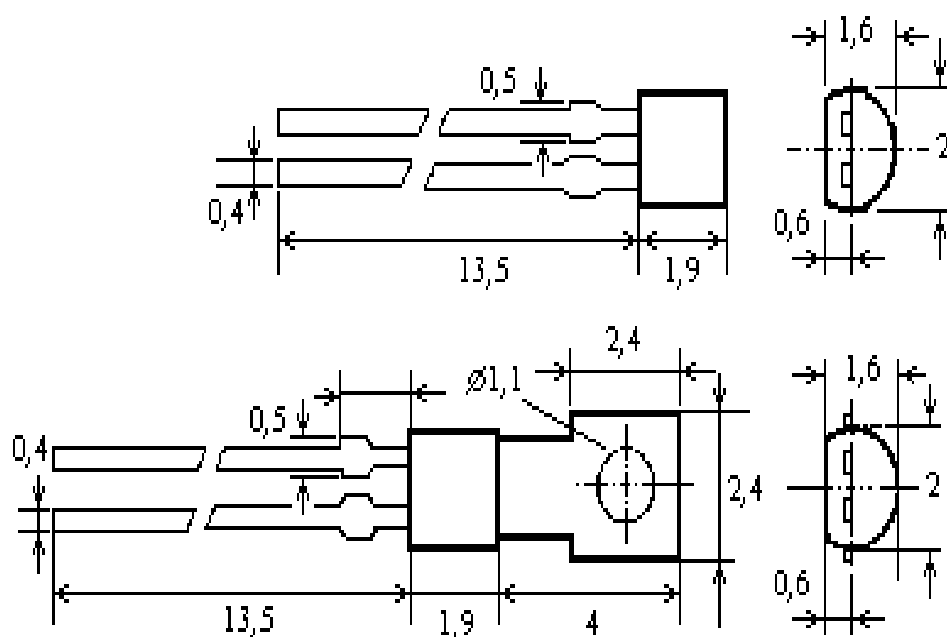
Các thông số vận hành của mẫu thiết kế dạng lập trình được bởi người sử dụng, thực hiện bằng cách dùng các điện trở mắc ngoài hoặc được lập trình số thông qua giao diện cấp chuyển đổi với bộ vi xử lý processor.

Phần tử cảm biến nhiệt KTY10 đến KTY16 có chứa lớp tinh thể silic n chế theo công nghệ planart, không có tiếp giáp bán dẫn, chỉ có hai đầu cực dẫn ra. Để đo nhiệt độ, thông thường tận dụng tính phụ thuộc nhiệt độ của điện trở giữa hai điện cực. Đặc tuyến điện trở $R=f(T)$ chỉ gần tuyến tính (hình 1.20), còn phải tuyến tính hoá tiếp bằng một mạch điện trở ngoài. Các linh kiện cảm biến này vốn có tính năng phụ thuộc chiều dòng điện chạy qua điện trở, bằng cách bố trí thích ứng điện cực của phần tử cũng có thể giảm thiểu được ảnh hưởng này đến mức có thể bỏ qua. Phần tử biến trở loạt này làm việc trong dải nhiệt độ từ -50 đến +150 [°C]. Điện trở danh định của KTY 10 ở nhiệt độ 25 [°C] khoảng từ 1890 [Ω] đến 2110 [Ω].

Các phần tử khác thuộc loạt này có điện trở danh định là 2000 [Ω]. Dung sai được tính theo phần trăm điện trở danh định, chia thành các nhóm. Bảng 1.1 cho thông số kỹ thuật của phần tử biến trở bán dẫn loạt này, hằng số thời gian đáp ứng của đầu đo đối với thay đổi nhiệt độ môi trường. Hằng số thời gian phụ thuộc vào dạng kết cấu đầu đo, sự truyền nhiệt giữa môi trường và đầu đo, bằng khoảng thời gian mà quá trình thích ứng nhiệt đạt tới khoảng ~63%. Quá trình thích ứng nhiệt diễn ra theo dạng hàm mũ e tự nhiên.

Họ cảm biến nhiệt độ KTY Sử dụng tính chất phụ thuộc nhiệt độ của vật liệu bán dẫn Silic – chính là sự phụ thuộc vào nhiệt độ của điện trở tinh thể hợp chất Silic.

Các dây dẫn kết nối cảm biến với đế nền được thực hiện sao cho sự truyền tải nhiệt năng là tốt nhất và thời gian đáp ứng của đầu dò là nhỏ nhất.

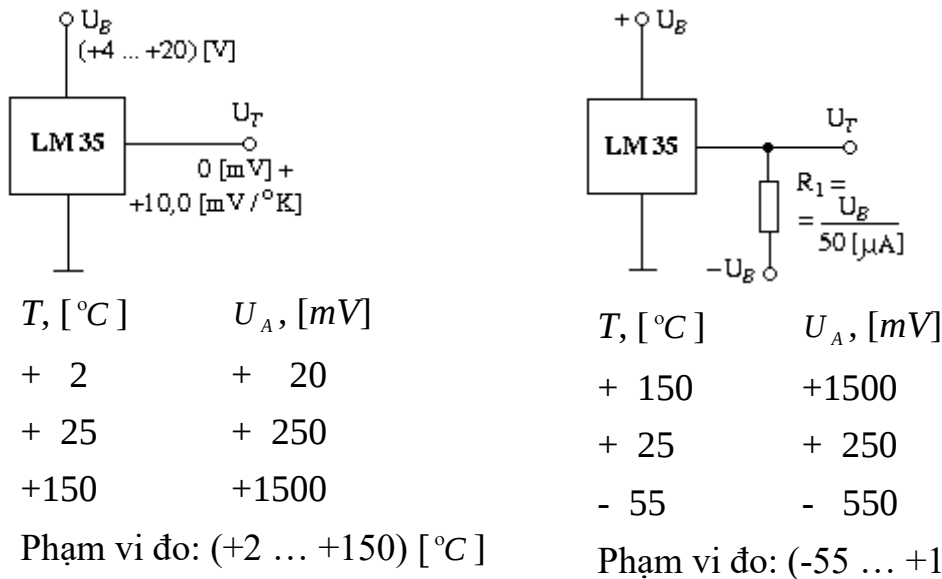


Hình 3.10 Kết cấu phân tử cảm biến nhiệt KTY 11.

Đặc trưng kỹ thuật cơ bản của dòng cảm biến KTY

Bảng 3.1. Thông số kỹ thuật phân tử cảm biến loạt KTY 10 – 16 (hãng Siemens).

Kiểu	$R_{25}, [\Omega]$ ($I_N=1[mA]$)	$\Delta R_{25}, [\%]$ ($I_N=1[mA]$)	$I_{\max}, [mA]$ ở $25 [^{\circ}C]$	Hằng số τ , [s]		$T_{\text{môi trường}},$ [$^{\circ}C$]
				Khí	Dầu	
KTY 10	1890 ...2110	-	5	20	4	-50 ... +150
KTY 11-1A	2 000	± 1	3	9,5	1,3	-50 ... +150
KTY 11-1B	2 000	± 2	3	9,5	1,3	-50 ... +150
KTY 11-1C	2 000	± 5	3	9,5	1,3	-50 ... +150
KTY 11-2A	2 000	± 1	3	11	1,5	-50 ... +150
KTY 11-2B	2 000	± 2	3	11	1,5	-50 ... +150
KTY 11-2C	2 000	± 5	3	11	1,5	-50 ... +150
KTY 14-6	2 000	± 1	5	30	4	-30 ... +125
KTY 15-6	2 000	± 1	5	30	4	-50 ... +150
KTY 16A	2 000	± 1	3	10	2	-25 ... +125
KTY 16B	2 000	± 2	3	10	2	-25 ... +125

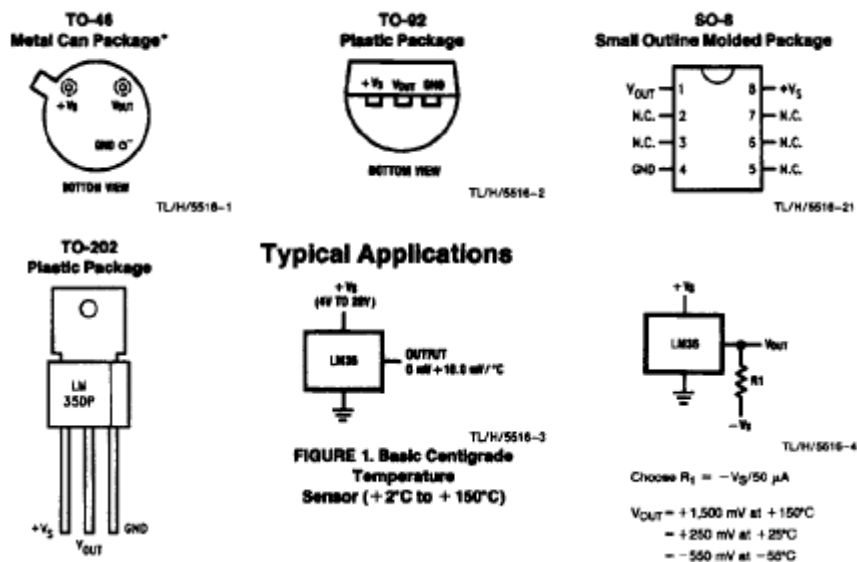


Hình 3.12 Sơ đồ nguyên lý ứng dụng cảm biến bán dẫn LM 35 (hãng National Semiconductor).

Hình 3.13 giới thiệu các dạng kết cấu vỏ IC cảm biến nhiệt độ LM35. Loạt IC cảm biến nhiệt độ LM35 có sẵn dạng chế xuất vỏ bọc kín TO-46 kiểu transistors, còn các loại LM35C, LM35CA, và LM35D được chế sẵn dạng transistors có vỏ chất dẻo. Loại LM35D cũng có chế xuất dạng lắp ráp bề mặt 8-chân và dạng vỏ chất dẻo TO-202.

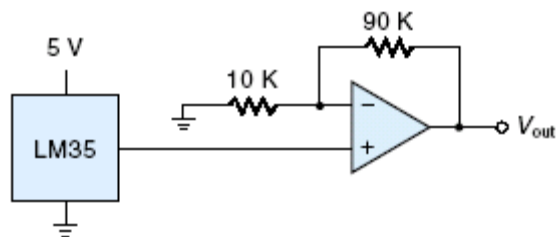
Ưu điểm của IC cảm biến nhiệt độ LM35:

- Được hiệu chuẩn trực tiếp theo nhiệt độ Celsius.
- Hệ số thang đo tuyến tính +10,0[mV/ $^{\circ}\text{C}$].



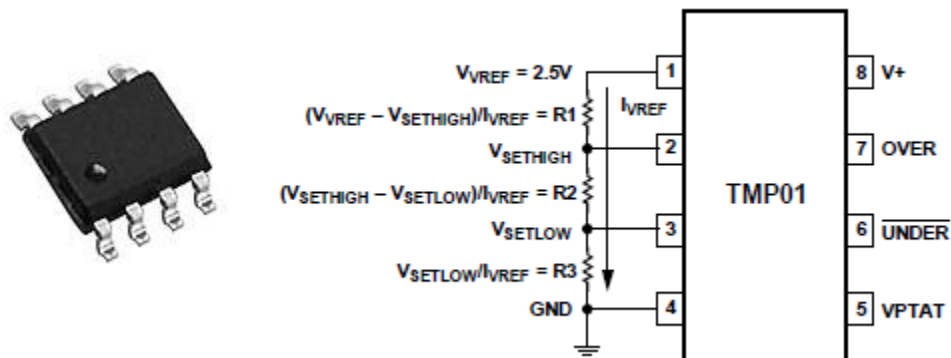
Hình 3.13 IC cảm biến nhiệt độ cảm biến nhiệt LM35 (Courtesy of National Semiconductor).

- Độ chính xác được bảo hành $0,5[^\circ\text{C}]$ ở $+25[^\circ\text{C}]$.
- Đặc tuyến phẳng trên suốt phạm vi nhiệt độ -55 tới $+150[^\circ\text{C}]$.
- Phù hợp cho những ứng dụng điều khiển xa.
- Giá thành thấp do tinh chỉnh ngay trong giai đoạn gia công nền wafer.
- Hoạt động với nguồn cung cấp từ 4 tới $30[\text{V}]$.
- Dòng tiêu thụ nhỏ hơn $60[\mu\text{A}]$.
- Độ phi tuyến điển hình chỉ cỡ $\pm 1/4[^\circ\text{C}]$.
- Trở kháng ra thấp, $0,1\Omega$ đối với tải $1[\text{mA}]$.



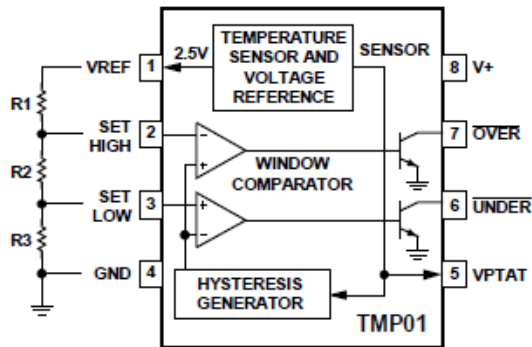
Hình 3.14 Mạch cảm biến nhiệt độ dùng IC

Còn dạng IC cảm biến nhiệt độ cảm biến nhiệt nữa là TMP01 (Analog Devices), được thiết kế đặc biệt cho IC cảm biến nhiệt độ chip đơn nhiệt kế. Ba điện trở ngoài thiết lập điểm đặt ngưỡng nhiệt độ trên và nhiệt độ dưới. Các đầu ra của TMP01 có thể trực tiếp dẫn động các rơ le để tắt mở máy lạnh hay máy nóng khi cần.



Hình 3.15 Hình dạng và cấu trúc các chân IC TMP01

- Bộ chuyển đổi nhiệt độ - số 10 bit
- Dải nhiệt độ làm việc $-55^\circ\text{C} \div +125^\circ\text{C}$



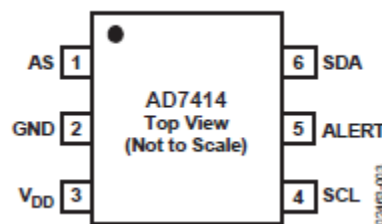
- Độ chính xác: $+1^{\circ}\text{C}$ trên toàn dải đo
- Có 3 điểm lập trình được.
- Độ trễ lập trình được.
- điểm đầu ra hở collector 20mA
- Tương thích với TTL và CMOS
- Nguồn nuôi đơn: 4.5V đến 13.2V
- Loại DIP SO 8 chân giá trị thấp

a. Sơ đồ khối

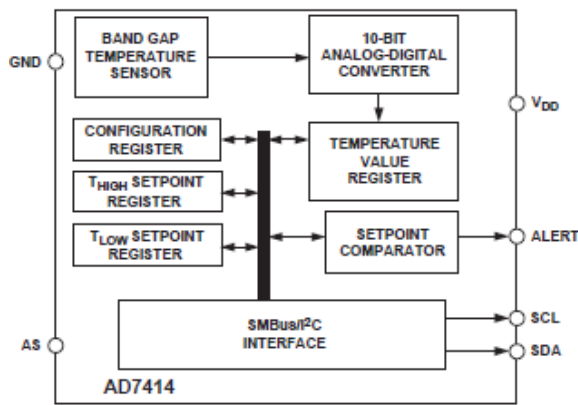
b. Đặc tính kỹ thuật

Hình 3.16 Sơ đồ khối và đặc tính kỹ thuật của IC TMP01

Một IC khác nữa là AD7414 (Analog Devices) là một hệ giám sát nhiệt độ hoàn chỉnh, IC này có 6 chân bao gồm bộ cảm biến nhiệt độ, bộ chuyển đổi tương tự - số 10 bit và một bộ nối tiếp. IC này cũng có thể lập trình với giới hạn trên và giới hạn dưới, một chân ra chỉ thị giới hạn được lập trình vượt quá. Sơ đồ chức năng và các thông số cơ bản được trình bày hình 1.33:



Hình 3.17 . Hình dáng và cấu trúc các chân IC AD7414



Bộ chuyển đổi nhiệt độ 10 bit

Dải nhiệt độ đo: -40°C đến $+125^{\circ}\text{C}$

Độ chính xác: 0.5°C ở 40°C .

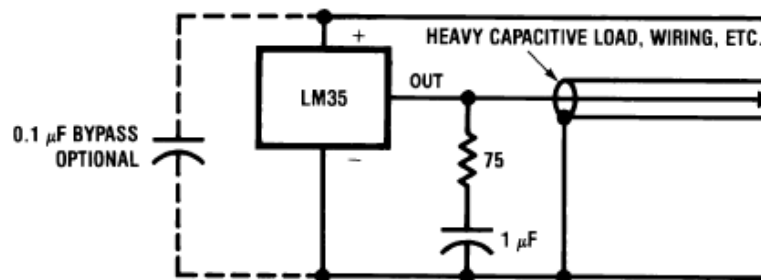
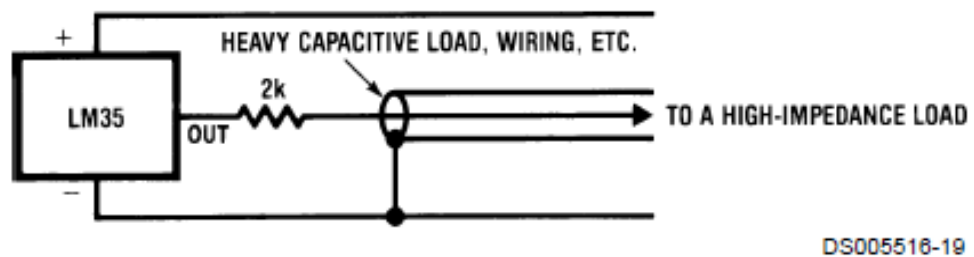
Giao tiếp nối tiếp tương thích với SMBus/I²C

Dòng ngắt nguồn $3\mu\text{A}$.

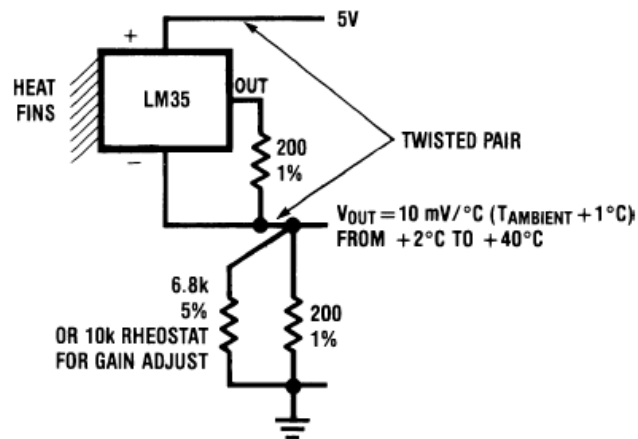
Thời gian chuyển đổi nhiệt độ: $29\mu\text{s}$.

Hình 3.18 Sơ đồ tính năng của IC AD7414

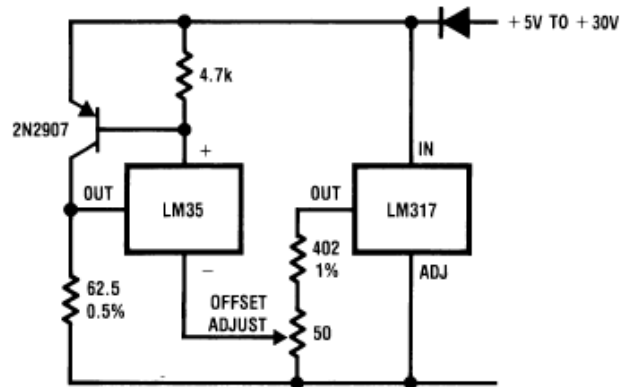
6.2.2 Một số mạch ứng dụng



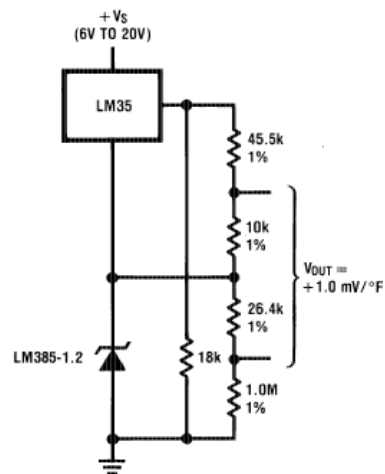
Hình 1.1: LM35 với bộ hạn chế R – C



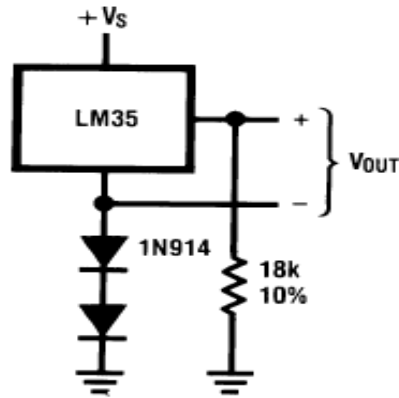
Hình 3.19 Cảm biến nhiệt độ điều khiển từ xa cáp đôi dây xoắn



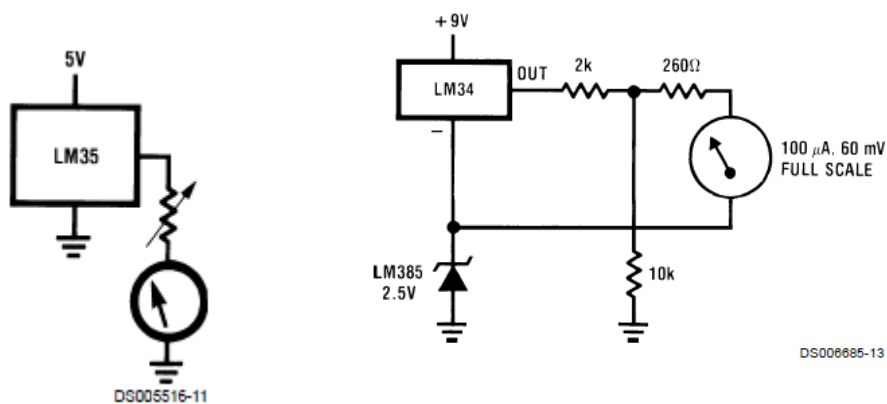
Hình 3.20 Nguồn dòng 4 – 20mA (nhiệt độ đo từ 0°C ÷ $+100^{\circ}\text{C}$)



Hình 3.21 Nhiệt kế thang đo Fahrenheit



Hình 3.22. Cảm biến nhiệt độ, điện áp nguồn đơn, nhiệt độ làm việc từ -50°C đến $+150^{\circ}\text{C}$.



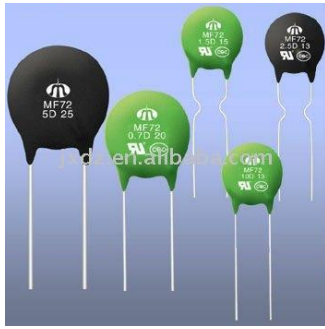
Hình 3.23 Đo nhiệt độ (Thiết bị đo analog)

6.3. Nhiệt điện trở NTC

6.3.1 Cấu tạo

Các thermistors được làm từ các vật liệu bán dẫn trên cơ sở oxyde và được chế xuất với nhiều kích cỡ kiểu dạng khác nhau. Kiểu dạng cấu trúc các phần tử thermistor được định hướng tùy theo ứng dụng cụ thể. Phần lớn những phần tử này có dạng hạt (thủy tinh). Dạng kết cấu hạt cho phép đo nhiệt độ điểm, khi nhiệt độ thay đổi đột ngột dẫn tới những biến động ngắn hạn. Những phần tử thermistor ứng dụng cho các chức năng điều khiển như hạn dòng hay hạn lưu chuyển mạch, thì vì phải làm việc với dòng lớn nên thermistor cũng phải có tiết diện lớn hơn. Đó là kết cấu dạng đĩa (hình 1.41a).

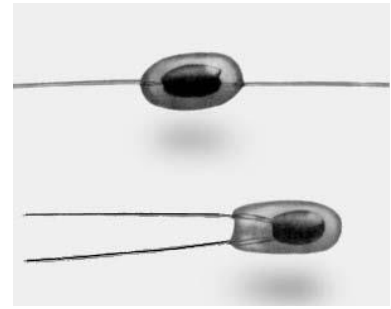
Hệ số nhiệt độ âm này ảnh hưởng có thể là kết quả của một sự thay đổi bên ngoài của nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc nhiệt do hiệu ứng Joule của một dòng chảy thông qua điện trở nhiệt.



a. Dạng đĩa



b. Dạng hạt



c. Điện trở nhiệt màng gốm - thủy tinh trực xuyên tâm

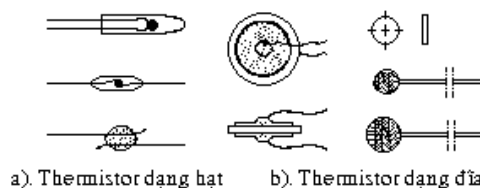
Hình 3.24. Hình dáng điện trở nhiệt NTC thực tế

Bằng cách thay đổi thành phần và kích thước của nhiệt điện trở, phạm vi các giá trị điện trở ($0,1\Omega$ đến $1M\Omega$) và hệ số nhiệt độ (-2 đến $-6\%/^{\circ}C$) có thể đạt được. Điều đó có nghĩa là khi nhiệt độ tăng, các điện trở nhiệt NTC giảm điện trở, cho dòng điện chạy qua lớn hơn, cho nên chúng là phần tử dẫn dòng khi nóng lên và được gọi là phần tử “dẫn nóng”.

Các thermistors phân biệt hai loại theo hệ số nhiệt độ *Temperature Coefficient*:

- NTC-thermistor (còn gọi là “phần tử dẫn nóng”), có hệ số nhiệt độ âm *negative*;
- PTC-thermistor (“phần tử dẫn nguội”), có hệ số nhiệt độ dương *positive*.

Ứng với sự thay đổi nhiệt độ theo hướng tăng thì các linh kiện PTC có tính chất thay đổi dương (tăng điện trở), còn linh kiện NTC có tính thay đổi âm (giảm điện trở).

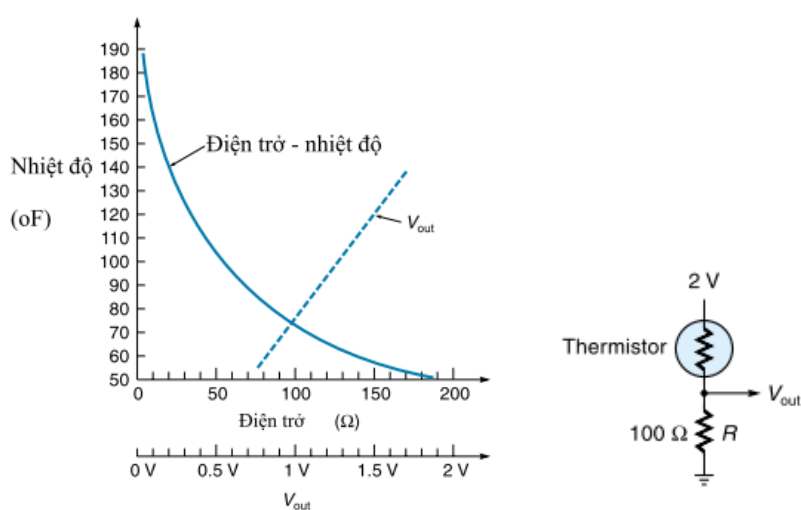


Hình 3.25. Thermistor dạng hạt và dạng đĩa.

Các thermistors không tuyến tính, do đó, chúng thường không được dùng để cung cấp chỉ số đo nhiệt độ với độ chính xác cao, nhưng để chỉ thị những thay đổi nhiệt độ, nói ví dụ như quá nhiệt. Hơn nữa, phần lớn các thermistors có hệ số nhiệt độ âm, có nghĩa là điện trở giảm khi nhiệt độ tăng, như minh họa bằng đường kẻ đậm trong đồ thị đặc tuyến điện áp-nhiệt độ hình 1.35a. Một tiện

ích rất đáng mong ước ở những dụng cụ này là độ nhạy cao của chúng. Một sự thay đổi nhỏ nhiệt độ có thể tạo ra một thay đổi lớn về điện trở.

Hình 3.26. b giới thiệu một mạch giao diện thermistor đơn giản. Bằng cách đặt thermistor lên đầu một mạch phân áp, điện áp được lấy ra khá là tuyến tính và đặc tuyến có độ dốc dương (đường kẻ đứt quãng trên hình 3.26a). Trị số điện trở R (xem hình 1.35b) nên chọn sao cho gần với trị số danh định của thermistor. Các thermistors được chế xuất với một phạm vi trị số điện trở rộng, từ vài ohm tới megaohm, việc lựa chọn chúng tùy theo phạm vi nhiệt độ quan tâm. Các mẫu điện trở cao được dùng cho những nhiệt độ cao, để tăng độ nhạy, và để giữ cho cảm biến không hút dòng quá lớn.

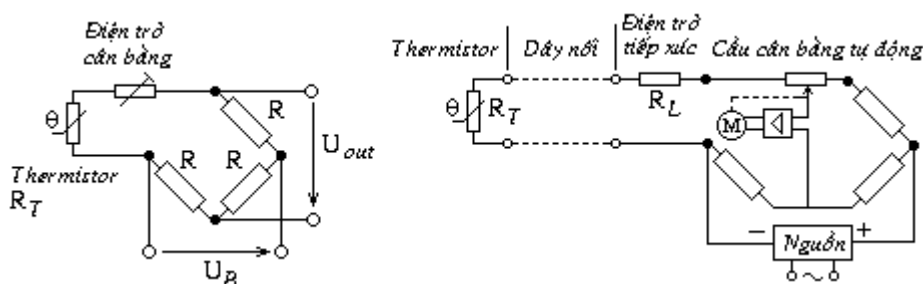


a). Đặc tuyến nhiệt độ–điện trở; b). Mạch điện

Hình 3.26. Thermistor

6.3.2 Đặc tính cảm biến nhiệt NTC

Mạch đo ứng dụng dùng điện trở nhiệt bán dẫn thermistor thường là mạch cầu trở. Hình 1.43 giới thiệu nguyên lý mạch cầu đo với thermistor và cầu cân bằng tự động trong ứng dụng thermistor.



Hình 3.27. Sơ đồ nguyên lý mạch cầu đo dùng thermistor.

Nhiệt điện trở dẫn nóng NTC có hệ số nhiệt độ âm từ -0,030 đến -0,055 [$1/^{\circ}K$]. Khác với các nhiệt điện trở kim loại, khó có thể biểu diễn một cách đơn giản mối liên quan trị số điện trở ở một nhiệt độ nhất định với trị số điện trở ở nhiệt độ tham chiếu của thermistors.

Sự phụ thuộc nhiệt độ của điện trở phân tử thermistor NTC dẫn nóng có thể biểu diễn theo công thức:

$$R_T = R_N . e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_N} \right)} \quad (1.15)$$

$$R_T = R_N . e^{\alpha_{T_N} \cdot \Delta T \cdot \frac{T_N}{T}}; \quad (1.16)$$

$$\alpha_{T_N} = \frac{-B}{T^2}; \quad (1.17)$$

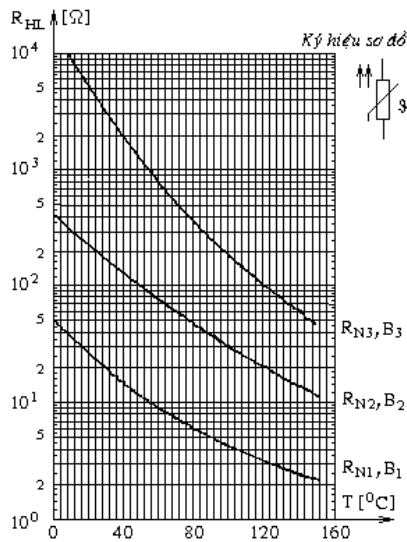
R_T – điện trở phân tử thermistor NTC ở nhiệt độ T , tính bằng [$^{\circ}K$]; R_N – điện trở thermistor NTC ở nhiệt độ dẫn xuất $T_N = 293^{\circ}K = 20^{\circ}C$; B – hằng số vật liệu, xác định sự phụ thuộc nhiệt độ dẫn nóng; α_N – hệ số nhiệt của phân tử thermistor NTC.

Các lượng nhiệt độ T trong những biểu thức này được tính theo đơn vị Kelvin [$^{\circ}K$], (tuy rằng đơn vị chính thức [K] không có dấu độ ($^{\circ}$) như [$^{\circ}C$] hay [$^{\circ}F$], ở đây biểu diễn vậy chỉ để không lẫn với hệ số (hay hằng số) K trong các biểu thức tính toán).

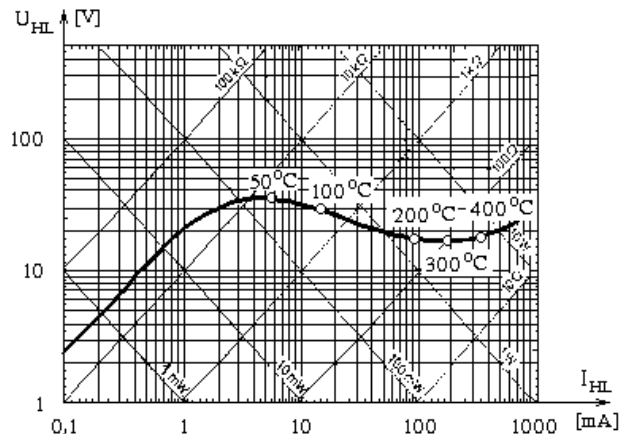
Các biểu thức trên mô tả sự phụ thuộc nhiệt độ của nhiệt điện trở thermistor NTC ở dạng gần đúng. Đối với những phép đo chính xác hơn trong một phạm vi biến thiên nhiệt độ rộng hơn thì ít nhiều sẽ có sai lệch. Cho nên phải coi hằng số B là hàm biến thiên theo nhiệt độ. Hình 1.44 vẽ các đặc tuyến biến trở phụ thuộc nhiệt độ đối với các trị số điện trở dẫn xuất và giá trị B khác nhau.

Trong ứng dụng các phân tử nhiệt điện trở dẫn nóng thì nhiệt độ môi trường được xác định theo trị số điện trở, ví như trong các phép đo nhiệt độ hay trong kỹ thuật điều chỉnh nhiệt, cho nên cần lưu ý không được để phân tử thermistor NTC bị làm nóng lên do dòng điện chạy qua (hiện tượng phát nhiệt tự thân). So với các số liệu giới hạn của thermistor NTC, không được để bị dòng quá tải.

Khi nhiệt độ môi trường thay đổi, sau một thời gian ngắn thermistor NTC sẽ có nhiệt độ bằng nhiệt độ môi trường. Trị số điện trở sẽ được xác định theo đường cong đặc tuyến $R_{HL} = f(T_{HL})$ cho trong tài liệu kỹ thuật của hãng sản xuất ứng với những trị số điện trở danh định khác nhau (xem hình 1.44)



Đặc tuyến điện trở



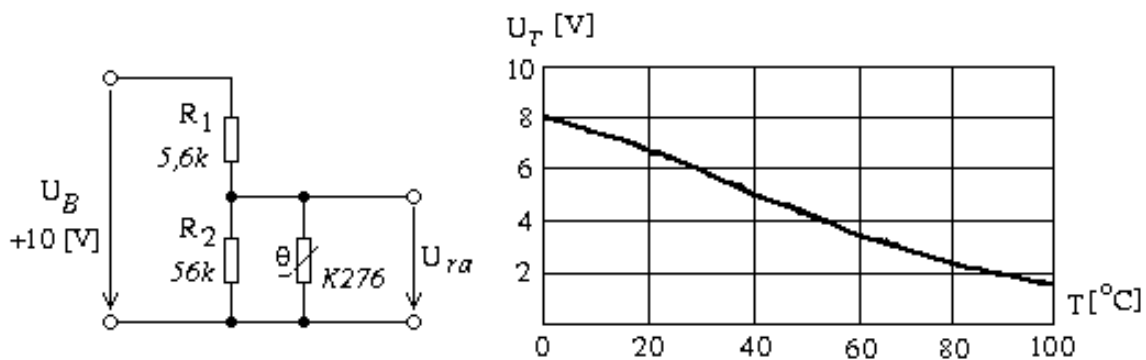
Đặc tuyến volt-ampere trạng thái tĩnh
phần tử dẫn nóng (thường ổn).

Hình 3.28 Đặc tuyến

Trường hợp dòng điện hay điện áp của thermistor NTC lớn hơn bình thường sẽ làm nóng thermistor lên đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của môi trường. Việc này dẫn tới trạng thái thường ổn *stationare*, khi tổn hao công suất điện năng do tăng dòng hay áp sẽ bằng công suất mà phần tử dẫn nóng toả ra môi trường dưới dạng độ nóng gia tăng ấy. Nhằm nghiên cứu các đặc tính này người ta xác định đặc tuyến tĩnh của phần tử.

Vị trí điểm cực đại trên đặc tuyến volt-ampere tùy thuộc điện trở nguội của thermistor NTC, nhiệt độ môi trường và cả diện tích bề mặt của phần tử dẫn nóng. Phần tử có diện tích bề mặt lớn hơn, do đó tản nhiệt tốt hơn, sẽ phát tán công suất ra môi trường nhiều hơn so với phần tử có diện tích bề mặt nhỏ. Trong trường hợp đó điểm cực đại sẽ xô dịch về phía trị số dòng và áp lớn hơn. Các phần tử nhiệt điện trở dẫn nóng dùng trong đo lường và mạch điều khiển bù cân bằng *compensation* chỉ nên chịu tải nhẹ, sao cho không bị phát nhiệt tự thân, như vậy trị số điện trở của chúng mới thật sự chỉ tùy thuộc nhiệt độ môi trường.

Do điện trở nguội và hệ số nhiệt có thể khác nhau cho những phần tử cùng loại, đến mức thường phải chỉnh định cân bằng trị số phần tử bằng cách mắc nối tiếp hay song song một điện trở không phụ thuộc nhiệt độ. Để tuyến tính hoá đặc tuyến, người ta dùng sơ đồ mắc phần tử dẫn nóng vào một bộ phân áp. Điện trở R_1 có trị số sao cho phần tử nhiệt điện trở NTC chỉ thị vào khoảng giữa phạm vi nhiệt độ làm việc. Trị số điện trở R_2 lớn gấp 10 lần điện trở R_1 .



Hình 3.29. Tuyến tính hoá đặc tuyến phân tử biến trở NTC.

6.3.3 Ứng dụng:

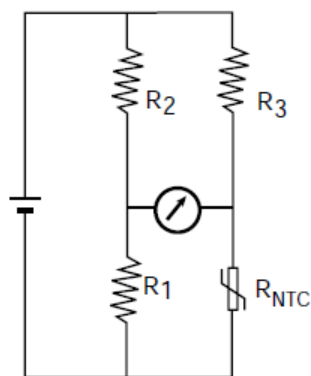
Các phần tử nhiệt điện trở thermistor dẫn nóng NTC được phân loại theo những ứng dụng chủ yếu của chúng và được gọi tên theo đó. Kiểu phần tử K276 dùng cho những mạch chức năng đo và điều chỉnh nhiệt độ làm việc trong môi trường không khí tự nhiên hay trong chất lỏng. Kiểu K252 đặc biệt dùng cho các mạch lắp trên chassis (khung, gầm, vỏ máy, ...).

Tuy nhiên, cũng có thể dùng vào những ứng dụng khác như là trường hợp riêng của nó. Ví dụ, một phần tử biến trở khởi động, hoàn toàn có thể dùng cho mạch đo lường, nhưng khi đó cần phải tính toán lại dung sai toàn phần của đặc tuyến volt-ampere và của đặc tuyến nhiệt một cách riêng lẻ và kỹ lưỡng.

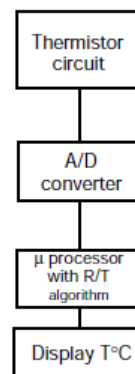
Trên thị trường có sẵn vô số linh kiện phần tử nhiệt điện trở dẫn nóng của nhiều hãng khác nhau, có thể tra một số phần tử, linh kiện nhiệt điện trở dẫn nóng của hãng Siemens dùng trong kỹ thuật đo lường và điều khiển trong bảng tài liệu.

Điện trở nhiệt NTC có độ nhạy cao và chi phí thấp, do đó được dùng phổ biến để đo nhiệt độ. Đặc tính đường cong $R - T$ không tuyến tính được sử dụng để tuyến tính hóa các tín hiệu.

Sơ đồ ví dụ hình 1.46 sử dụng cảm biết nhiệt độ NTC để đo nhiệt độ và hiển thị trên các thiết bị đo lường



Mạch đo

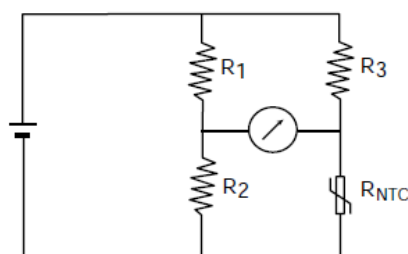


Hiện thị tín hiệu nhiệt độ trên các thiết bị đo lường đơn giản

Hình 3.30 Điều khiển nhiệt độ và cảnh báo

Điện trở nhiệt NTC cũng có thể sử dụng để điều khiển đơn giản ON – OFF hệ thống điều khiển nhiệt độ và hệ thống báo động nhiệt độ cao. Khi nhiệt độ tăng đến một giá trị xác định, trở kháng của điện trở nhiệt giảm và dòng điện tăng đủ cao để ổn định kích hoạt rơ le, cung cho cảnh báo nhiệt độ hoặc hệ thống nhiệt đóng/ ngắt.

Độ nhạy cao của nhiệt điện trở NTC (khoảng 4% trở kháng đối với 10C) cho phép nhiệt độ được điều khiển một cách chính xác.



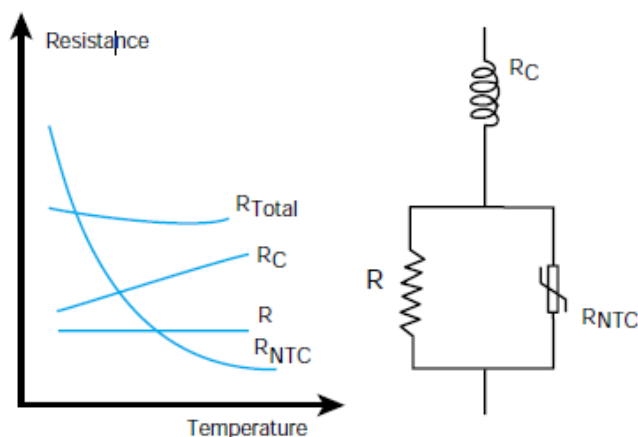
Hình 3.31. Mạch ứng dụng điều khiển nhiệt độ

- Bộ bù nhiệt

Giống như các thành phần điện tử khác (mạch tích phân, mạch khuếch đại...) có hệ số nhiệt độ dương của trở kháng, điện trở nhiệt NTC đặc trưng cho giải pháp giá thành rẻ và giải pháp để bù cho ảnh hưởng này và thực hiện cải thiện độ ổn định nhiệt độ trong các thiết bị điện tử. Bù nhiệt thực sự là cần thiết trong các bo mạch điện tử cấu thành nên mạch điện, hệ số bù nhiệt này được tính toán chính xác.

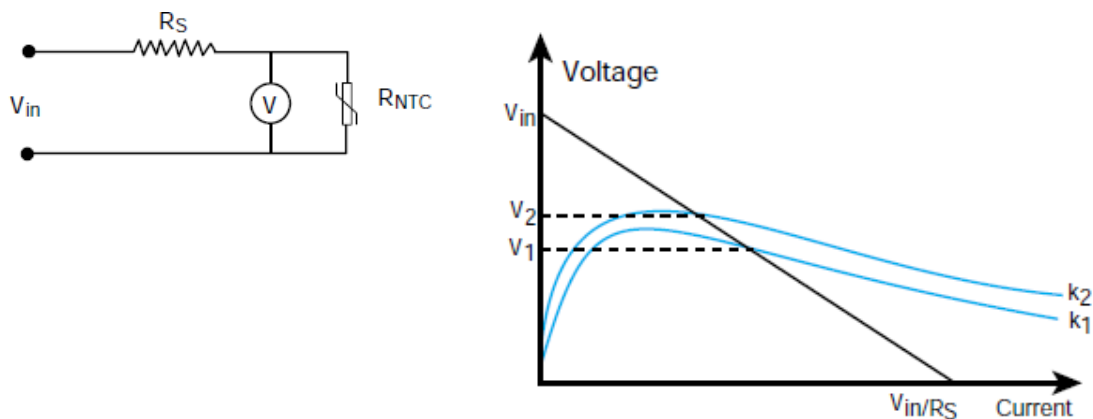
- Phát hiện mức chất lỏng hoặc dòng chảy

Sự suy giảm của nhiệt điện trở là sự khác biệt đáng kể trong chất lỏng hoặc chất khí so với chất lỏng ổn định hoặc bị khuấy. Bộ dò mức chất lỏng hoặc đo lưu lượng khí có thể được thiết kế bằng cách sử dụng đặc tính này.



Hình 3.32. Mạch bù nhiệt độ

Điện áp đo được trên điện trở nhiệt NTC phụ thuộc vào hệ số suy giảm của chính môi trường của nó và có thể được minh họa bằng đường cong V_{in} . Điện áp $U_{R_{NTC}}$ này có thể được sử dụng để phát hiện sự hiện diện (V2) hoặc không có (V1) của chất lỏng khoảng quanh các điện trở nhiệt hoặc đo tốc độ dòng chảy.



a. Mạch điện

b. Đường cong đặc tính

Hình 3.33. Phát hiện mức chất lỏng hoặc dòng chảy

Một thiết kế tốt nên xác định một phạm vi nhiệt độ hoạt động chính xác mà tại đó, tiêu tán trong môi trường tiêu tán cao ở nhiệt độ cao nhất vẫn còn cao hơn so với độ suy giảm trong môi trường thấp ở nhiệt độ môi trường xung quanh thấp nhất.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Trình bày được nguyên tắc đo nhiệt độ dùng nhiệt kế kiểu giãn nở chất lỏng?
2. Trình bày nguyên lý đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt ?
3. Trình bày các cách đấu nối cặp nhiệt với các đồng hồ thứ cấp milivolmet, điện thế kế ?
4. Trình bày nguyên lý đo nhiệt độ bằng nhiệt kế điện trở ?
5. Trình bày cấu tạo nguyên lý làm việc của nhiệt kế điện trở sắt niken, nhiệt kế điện trở bán dẫn?

*** Một số bài thực hành**

Bài thực hành 1: Đo nhiệt độ với cặp nhiệt điện

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Cặp nhiệt điện và các đồng hồ thứ cấp milivolmet, điện thế kế
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

* Đo nhiệt độ tại các vị trí yêu cầu trên mô hình sử dụng cặp nhiệt và các đồng hồ thứ cấp Milivolmet ,điện thế kế .

- Kiểm tra tổng thể mô hình.
- Kiểm tra phần điện của mô hình.
- Kiểm tra phần lạnh của mô hình.
- Kiểm tra cặp nhiệt và các đồng hồ thứ cấp milivolmet ,điện thế kế .
- Tiến hành đo nhiệt độ:

- Yêu cầu đo:
- Nhiệt độ buồng lạnh của tủ lạnh kho lạnh.
 - Nhiệt độ buồng sấy .
 - Nhiệt độ gió thổi ở dàn ngưng.
 - Nhiệt độ ngay trên dàn ngưng.
 - Nhiệt độ ngay trên dàn bay hơi.
 - Nhiệt độ gió ngay trên máy nén.

Chọn loại dụng cụ đo và thang đo phù hợp

Yêu cầu: Trình bày được nguyên tắc đo và cách sử dụng cặp nhiệt và các đồng hồ thứ cấp milivolmet, điện thế kế để đo nhiệt độ

- Ghi chép các kết quả đo

* Nộp tài liệu thu thập, ghi chép được cho giáo viên hướng dẫn.

* Dùng máy, thực hiện vệ sinh công nghiệp.

Bài thực hành 2: Đo nhiệt độ với nhiệt kế điện trở

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Nhiệt kế điện trở và các đồng hồ thứ cấp milivolmet, điện thế kế
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

* Đo nhiệt độ tại các vị trí yêu cầu trên mô hình sử dụng cặp nhiệt và các đồng hồ thứ cấp Milivolmet ,điện thế kế .

- Kiểm tra tổng thể mô hình.
- Kiểm tra phần điện của mô hình.
- Kiểm tra phần lạnh của mô hình.
- Kiểm tra cặp nhiệt và các đồng hồ thứ cấp milivolmet ,điện thế kế .
- Tiến hành đo nhiệt độ:

Yêu cầu đo:

- Nhiệt độ buồng lạnh của tủ lạnh kho lạnh.
- Nhiệt độ buồng sấy .
- Nhiệt độ gió thổi ở dàn ngưng.
- Nhiệt độ ngay trên dàn ngưng.
- Nhiệt độ ngay trên dàn bay hơi.
- Nhiệt độ gió ngay trên máy nén.

Chọn loại dụng cụ đo và thang đo phù hợp

Yêu cầu: Trình bày được nguyên tắc đo và cách sử dụng cặp nhiệt và các đồng hồ thứ cấp milivolmet, điện thế kế để đo nhiệt độ

- Ghi chép các kết quả đo

* Nộp tài liệu thu thập, ghi chép được cho giáo viên hướng dẫn.

* Dừng máy, thực hiện vệ sinh công nghiệp.

BÀI 4: ĐO ÁP SUẤT VÀ CHÂN KHÔNG

Mã bài: MĐ 15 - 04

Giới thiệu:

Bài học giúp sinh viên trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của một số dụng cụ đo áp suất, biết cách lựa chọn dụng cụ đo, thang đo, điều chỉnh, ghi chép và đánh giá các kết quả đo

Yêu cầu:

- Cần có đầy đủ thiết bị dạy học, đồ dùng trực quan để minh họa cho bài giảng để sinh viên sẽ tiếp thu được bài học một cách dễ dàng.
- Để dễ dàng tiếp thu bài học, sinh viên cần đọc trước các tài liệu

Mục tiêu:

- Trình bày được mục đích và phương pháp đo áp suất;
- Trình bày được khái niệm và các thang đo áp suất thông dụng;
- Phân biệt được cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các dụng cụ đo áp suất;
- Lựa chọn, kết nối được dụng cụ đo;
- Điều chỉnh được các dụng cụ đo;
- Đo kiểm áp suất;
- Ghi, chép kết quả đo;
- Đánh giá, so sánh các kết quả đo được;
- Cẩn thận, chính xác, an toàn.

Nội dung chính:

1. Khái niệm cơ bản - phân loại các dụng cụ đo áp suất:

1.1. Khái niệm về áp suất và thang đo áp suất:

1.1.1. Áp suất và đơn vị đo áp suất:

a. Khái niệm:

Áp suất là lực tác dụng vuông góc lên một đơn vị diện tích.

ký hiệu là p $p = F/S$ [kg/cm²]

b. Các đơn vị của áp suất:

Tùy theo đơn vị mà ta có các thang đo khác nhau như: kg/cm²; mmH₂O... Nếu chúng ta sử dụng các dụng cụ đơn vị: mmH₂O, mmHg thì H₂O và Hg phải ở điều kiện nhất định.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

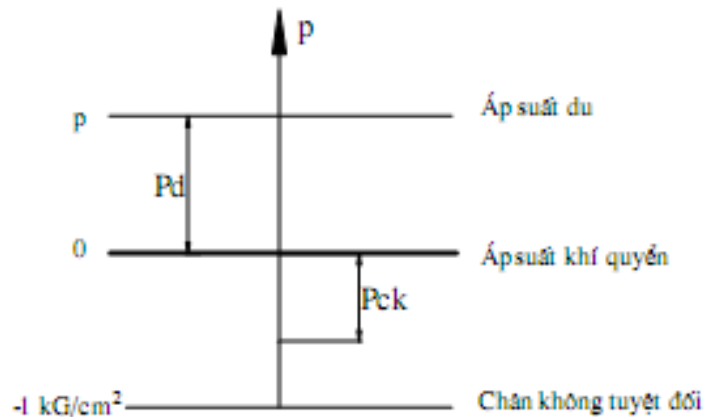
$$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 9,8 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ at} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ mmH}_2\text{O}$$

1.1.2. Phân loại áp suất:



Hình 4.1 Các loại áp suất

- Áp suất chân không: là áp suất nhỏ hơn áp suất khí quyển.
- Áp suất khí quyển (khí áp): là áp suất khí quyển tác dụng lên các vật p_b (at).
- Áp suất dư là hiệu áp suất tuyệt đối cần đo và khí áp.

$$P_d = P_{td} - P_b$$

- Áp suất chân không là hiệu số giữa khí áp và áp suất tuyệt đối

$$P_{ck} = P_b - P_{td}$$

Chân không tuyệt đối không thể nào tạo ra được.

1.1.3. Đọc và chuyển đổi các đơn vị áp suất khác nhau:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 9,8 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ at} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ mmH}_2\text{O}$$

$$1 \text{ at} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ mmH}_2\text{O} = 14,223 \text{ psi}$$

1.2. Phân loại các dụng cụ đo áp suất:

1.2.1. Loại dùng trong phòng thí nghiệm:

- Áp kế loại chữ U
- Áp kế một ống thẳng

- Vi áp kế
- Khí áp kế thủy ngân
- Chân không kế McLeod
- Áp kế Pitot

1.2.2. Loại dùng trong công nghiệp:

- Áp kế và hiệu áp kế đàn hồi

1.2.3. Một số loại áp kế đặc biệt:

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

2. Đo áp suất bằng áp kế chất lỏng:

2.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo áp suất bằng áp kế chất lỏng:

2.1.1. Áp kế cột chất lỏng - ống thủy tinh:

a. Áp kế loại chữ U:

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

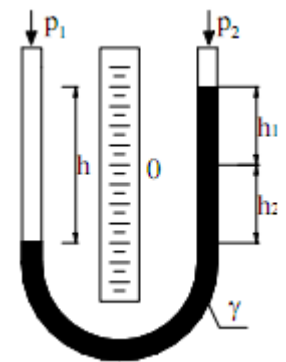
$$P_1 - P_2 = \gamma \cdot h = \gamma(h_1 + h_2)$$

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

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

Nhược điểm:

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



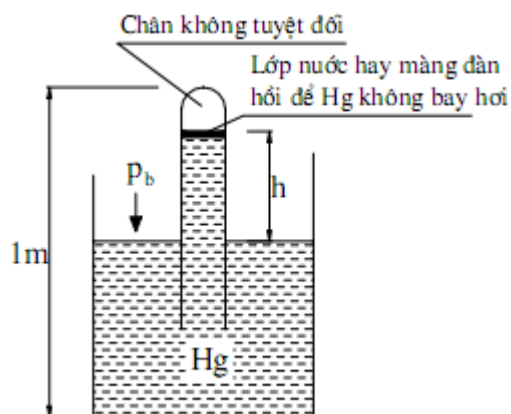
b. Khí áp kế thủy ngân:

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

$$P_b = h \cdot \Gamma_{Hg}$$

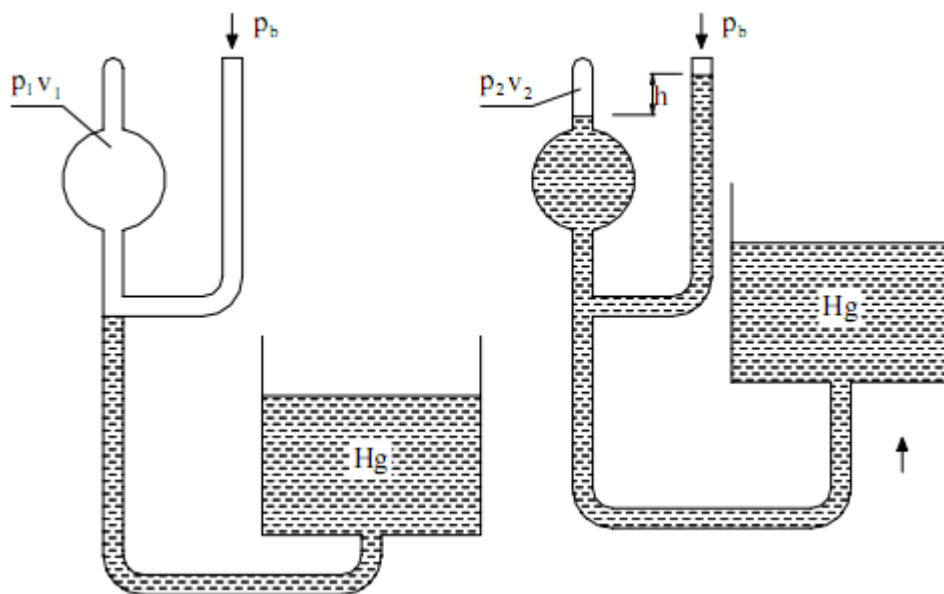
Sai số đọc 0,1 mm

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



c. Chân không kế:

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



Hình 4.2. Chân không kế

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

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Loại này dùng để đo chân không. Đầu tiên giữ bình Hg sao cho mức Hg ở ngay nhánh ngã ba. Nối P_1 (áp suất cần đo) vào rồi nâng bình lên đến khi được độ lệch áp là $h \rightarrow$ trong nhánh kín có áp suất P_2 và thể tích V_2 .

$$\rightarrow P_2 = P_1 + \gamma \cdot h \rightarrow V_2(P_1 + \gamma \cdot h) = P_1 \rightarrow P_1 = \frac{h \cdot \gamma \cdot V_2}{V_1 - V_2}$$

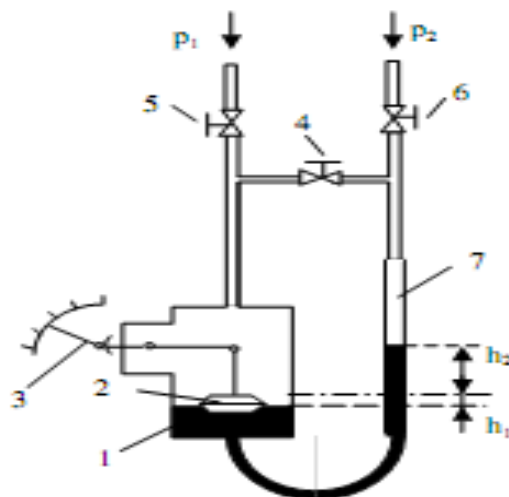
- Nếu $V_2 \ll V_1$ thì ta bỏ qua V_2 ở mẫu $\rightarrow P_1 = \frac{h \cdot \gamma \cdot V_2}{V_1}$
- Nếu giữ V_1/V_2 là hằng số thì dụng cụ sẽ có thang chia độ đều.
- Khoảng đo đến 10^{-5} mmHg.

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

2.1.2 Áp kế phao:

Áp kế kiểu phao gồm hai bình thông nhau, bình lớn có tiết diện F và bình nhỏ có tiết diện f , chất lỏng làm việc là thủy ngân hay dầu biến áp.

Khi đo, áp suất lớn (p_1) được đưa vào bình lớn, áp suất bé (p_2) được đưa vào bình nhỏ. Để tránh chất lỏng làm việc phun ra ngoài khi cho áp suất tác động về một phía người ta mở van (4) và khi áp suất hai bên cân bằng van (4) được khoá lại.



Hình 4.3. Áp kế phao

Khi mức chất lỏng trong bình lớn thay đổi (h_1 thay đổi), phao của áp kế dịch chuyển và qua cơ cấu liên kết làm quay kim chỉ thị trên đồng hồ đo..

Cấp chính xác của áp suất kế loại này cao (1; 1,5) nhưng chứa chất lỏng độc hại mà khi áp suất thay đổi đột ngột có thể ảnh hưởng đến đối tượng đo và môi trường.

2.2. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo:

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ
- Chọn thang đo phù hợp để tránh làm hỏng dụng cụ hoặc làm kết quả đo

2.3. Đo áp suất bằng áp kế cột chất lỏng - ống thủy tĩnh:

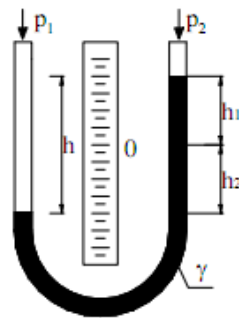
Sử dụng áp kế loại chữ U để đo áp suất ta tiến hành các bước như sau:

Bước 1: Chọn áp kế có thang đo phù hợp với độ lớn áp suất cần đo

Bước 2: Nối một đầu của áp kế với áp suất cần đo, một đầu nối với suất khí quyển

quyển

Bước 3: Xác định độ chênh lệch độ cao của chất lỏng



Hình 4.4: Áp kế loại chữ U

Bước 4: Đọc, ghi kết quả

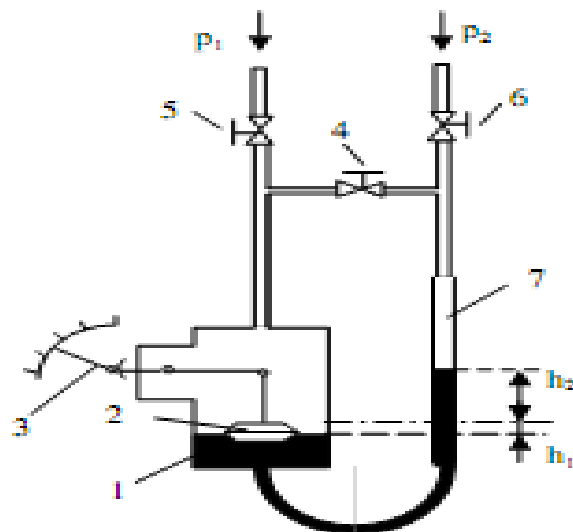
2.4. Đo áp suất bằng áp kế phao:

Sử dụng áp kế phao để đo áp suất ta tiến hành như sau

Bước 1: Chọn áp kế có thang đo phù hợp với áp suất cần đo

Bước 2: Kiểm tra đảm bảo các van đều ở trạng thái đóng

Bước 3: Tiến hành kết nối 2 đầu áp kế với áp suất cần đo



Bước 4: Tiến hành đo

- Nếu đo áp suất về một phía giả sử muốn đo P_1 ta tiến hành mở van số 4, sau đó mở van số 5, van số 6 đóng

- Nếu đo chênh áp suất giữa hai thiết bị thì sau khi kết nối áp kế với thiết bị xong, mở van số 5 và van số 6, van số 4 đóng

Bước 5: Đọc và ghi kết quả đo

2.5. Ghi chép, đánh giá kết quả đo:

Kết quả đo được chỉ thị ngay trên vạch chỉ của đồng hồ đo hoặc thước đo...

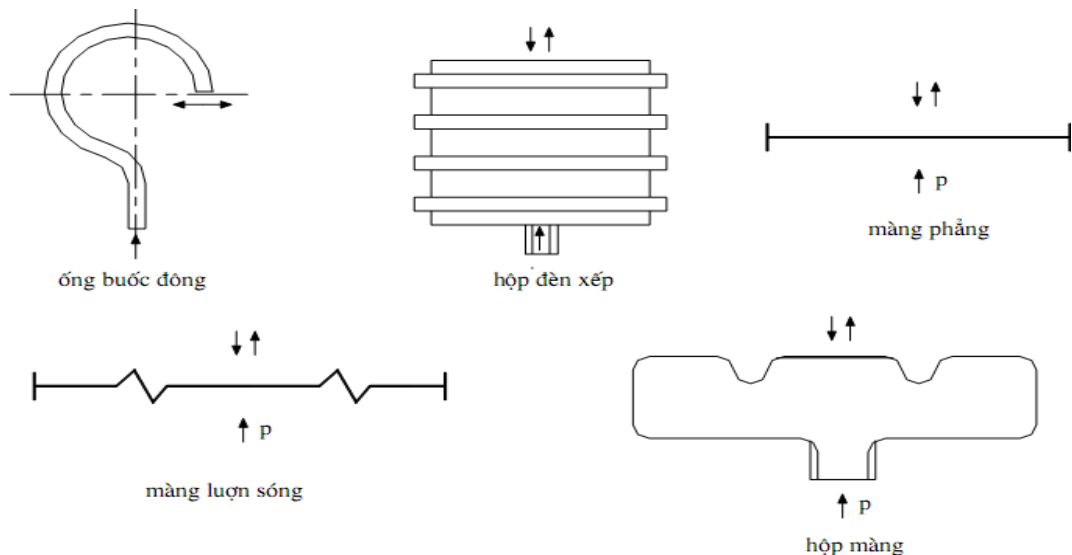
3. Đo áp suất bằng áp kế đàn hồi:

3.1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo áp suất bằng áp kế đàn hồi:

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

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

Các loại bộ phận nhạy cảm:



Hình 4.5 Các loại áp kế đàn hồi

3.1.1. Cấu tạo và phạm vi ứng dụng:

* *Màng phẳng*:



Hình 4.6 Áp kế màng

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

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

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

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

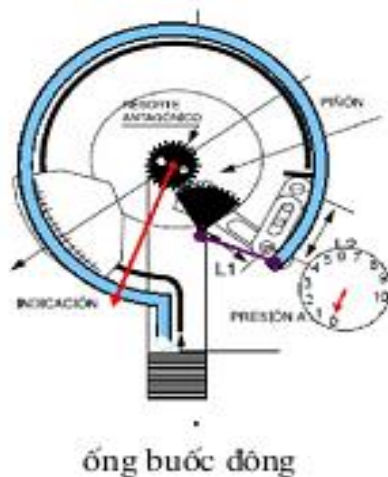
* *Hộp đèn xếp*: có 2 loại

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

* *Loại không có lò xo phản tác dụng*:

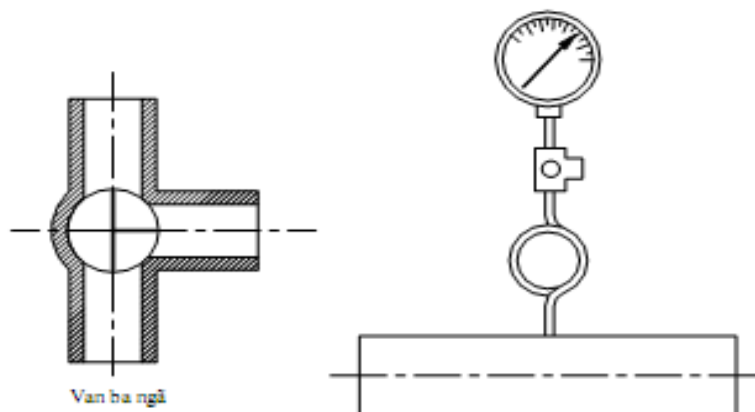
+ Ống buớc đồng:

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



Hình 4.6. Cấu tạo áp kế loại ống bước đồng

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



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

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

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

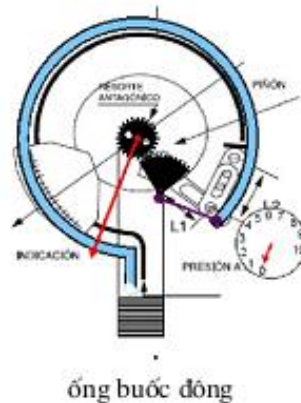
Các đồng hồ dùng chuyên dụng để đo một chất nào có tác dụng ăn mòn hóa học thì trên mặt người ta ghi chất đó. Thường có các lò xo để giữ cho kim ở vị trí 0 khi không đo.

3.2. Điều chỉnh các dụng cụ đo:

Nguyên tắc điều chỉnh dụng cụ đo:

- Chọn đúng chế độ đo của dụng cụ

- ### 3.3. Đo áp suất bằng áp kế hình khuyên (Ống buốc đông):



Sử dụng áp kế phao để đo áp suất ta tiến hành như sau:

- ### 3.4. Đo áp suất bằng áp kế kiểu hộp đèn xếp:

- Bước 1: Chọn áp kế có thang đo phù hợp với áp suất cần đo
 Bước 2: Nối áp kế vào thiết bị cần đo áp suất
 Bước 3: Quan sát đồng hồ, đọc kết quả đo

Sử dụng áp kế phao để đo áp suất ta tiến hành như sau:

- Bước 1: Chọn áp kế có thang đo phù hợp với áp suất cần đo
 Bước 2: Nối áp kế vào thiết bị cần đo áp suất
 Bước 3: Quan sát đồng hồ, đọc kết quả đo

Các kết quả đo được chỉ thị ngay trên vạch kim của đồng hồ

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc áp kế chất lỏng ?
2. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc áp kế đàn hồi ?

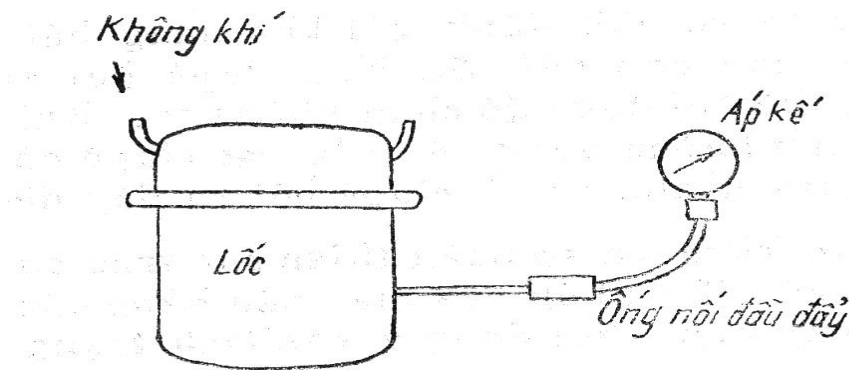
Thực hành đo áp suất của máy nén

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Thiết bị đo áp suất
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

- Kết nối thiết bị như hình vẽ



- Cho lốc chạy, triệt tiêu các chỗ xì, hở phía cao áp.
- Quan sát áp kế: Kim dịch chuyển từ 0 $\Rightarrow$ tăng nhanh $\Rightarrow$ chậm dần $\Rightarrow$ dừng hẳn.
- Nếu kim chỉ:
 - + $p_A \geq 21\text{at}$ đến 32at (300 psi đến 450 psi) $\Rightarrow$ Máy nén còn tốt, dùng được;
 - + $p_A \leq 17\text{at}$ (250 psi) $\Rightarrow$ Máy nén quá yếu;
 - + p_A càng lớn hơn 450 psi càng tốt.
- Kim đứng yên: $\Rightarrow$ Van đẩy kín.
- Kim quay từ từ về 0 $\Rightarrow$ van đẩy đóng muối.
- Kim quay từ từ về B rồi quay nhanh về 0 $\Rightarrow$ van đẩy bị cong vênh, hở hoặc rỗ.
- Lắp ráp máy nén tương tự nhưng dùng chân không kế (hoặc áp kế hạ áp) và lắp vào đầu hút của lốc (đầu nạp phải hàn kín, đầu đẩy để tự do trong không khí):

- Cho lốc chạy và quan sát đồng hồ áp kế:
 - + $P_{CK} = 760\text{mmHg} \Rightarrow$ Máy hút chân không còn rất tốt.
 - + P_{CK} nhỏ $\Rightarrow$ các van hút và đẩy hở.
 - + Kim đứng yên $\Rightarrow$ các van tốt.
 - + Kim quay nhanh về 0 $\Rightarrow$ các van đều hở.

Bài 5: ĐO LƯU LƯỢNG

Mã bài: MB 15 – 05

Giới thiệu:

Bài này cung cấp cho học sinh sinh viên kiến thức về thiết bị đo lường đo lưu lượng, các khái niệm về lưu lượng và thang đo lưu lượng, các dụng cụ đo lưu lượng lắp đặt và điều chỉnh thiết bị đo.

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm, mục đích và phương pháp đo lưu lượng;
- Lựa chọn, kết nối và điều chỉnh được dụng cụ đo;
- Đọc được các giá trị đo

Nội dung chính:

Trong các quá trình nhiệt thường đòi hỏi phải luôn luôn theo dõi lưu lượng môi chất. Đối với thiết bị truyền nhiệt và thiết bị vận chuyển môi chất thì lưu lượng môi chất trực tiếp đặc trưng cho năng lực làm việc của thiết bị. Vì vậy kiểm tra lưu lượng môi chất sẽ giúp ta có thể trực tiếp phán đoán được phụ tải của thiết bị và tình trạng làm việc của thiết bị về mặt an toàn và kinh tế.

Trong đời sống hàng ngày cũng như trong công nghiệp, đo lưu lượng là công việc rất bức thiết. Người ta thường phải đo lưu lượng của các chất lỏng như nước, dầu, xăng, khí than.

1. Khái niệm và phân loại các dụng cụ đo lưu lượng:

1.1. Khái niệm:

Lượng vật chất (hoặc năng lượng) được vận chuyển đi trong một đơn vị thời gian:

$$G = \frac{\Delta G}{\Delta t} = \frac{dG}{dt}$$

Lưu lượng tích phân đó là tổng hợp vật chất chuyển đi trong một khoảng thời gian:

$$G_s = \int_{t_1}^{t_2} G \cdot dt \quad \text{Đơn vị: kg/s; m}^3/\text{s (khí)}$$

Ngoài ra: kg/h; tấn/h; l/phút; m³/h.

Khi đơn vị là: m³/s $\rightarrow$ lưu lượng thể tích Q

$$G = \gamma \cdot Q \quad (\gamma - \text{là trọng lượng riêng của môi chất cần đo})$$

1.2. Phân loại các dụng cụ đo lưu lượng:

1.2.1. Đo lưu lượng theo lưu tốc:

- Ống pi tô
- Đồng hồ đo tốc độ (đồng hồ đo tốc độ của gió, đồng hồ nước)

1.2.2. Đo lưu lượng theo phương pháp dung tích:

- Lưu lượng kế kiểu bánh răng
- Thùng đong và phễu lật

1.2.3. Đo lưu lượng theo phương pháp tiết lưu:

- Thiết bị tiết lưu quy chuẩn
- Thiết bị tiết lưu ngoại quy chuẩn
- Lưu lượng kế kiểu hiệu áp kế
- Bộ phân tích

1.2.4. Lưu lượng kế có giáng áp không đổi:

- Rôtamét
- Lưu lượng kế kiểu Piston

1.2.5. Một vài lưu lượng kế đặc biệt:

- Lưu lượng kế kiểu nhiệt điện
- Lưu lượng kế kiểu điện từ
- Lưu lượng kế siêu âm
- Lưu lượng kế dùng đồng hồ phóng xạ

2. Đo lưu lượng bằng công tơ đo lượng chất lỏng:

2.1 Đồng hồ nước:



Bộ phận nhạy cảm là chong chóng và trục của nó gắn với bộ phận đếm số:

$$Q = n.F/C$$

Với : C – giá trị thực nghiệm

F – tiết diện

N – số vòng quay vg/s

Các cánh là cánh phẳng dùng đo nước có $t = 90^\circ\text{C}$, $p = 15 \text{ kg/cm}^2$ và $Q < 6 \text{ m}^3/\text{h}$.
Các loại đồng hồ nước chong chóng xoắn thay cánh phẳng bằng trục vít đo lưu lượng $Q = 400 \div 600 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$n = K \cdot \omega_{tb} / l \quad ; \quad l - \text{bước răng trục vít}$$

* *Chú ý:*

Nếu lưu lượng quá nhỏ thì nước lọt qua khe hở giữa cánh nước chong chóng và vỏ đồng hồ, ma sát tại điểm đỡ chong chóng sẽ làm quan hệ n và ω_{tb} sẽ sai lệch $\rightarrow$ sai số. Muốn giảm bớt sai số do ma sát thì phải làm chong chóng và trục thật nhẹ (làm bằng vật liệu nhẹ, rỗng).

Các loại này phải chú ý đến chất lượng chong chóng. Có thể làm từ kim loại rỗng hoặc nhựa sao cho trọng lượng riêng gần bằng trọng lượng của nước, khi lắp phải đúng tâm. Ta thường dùng loại này để đo lưu lượng kiểu tích phân cơ cấu đếm số kiểu cơ khí và thường chia độ theo thể tích.

2.2 Đồng hồ đo tốc độ:

Cấu tạo: gồm 1 bộ phận nhạy cảm là một chong chóng rất nhẹ với các cánh hướng theo bán kính, làm bằng nhôm.

$$n = C \cdot \omega$$

n : số vòng quay xác định $n = \frac{N}{\tau_2 - \tau_1}$ (vg/ph)

C : hệ số được xác định bằng thực nghiệm



Đồng hồ đo gió

Loại cánh phẳng thì có trục của nó song song dòng chảy và cách nghiêng 45° . Loại cánh gáo thì có trục vuông góc dòng chảy.

* *Ứng dụng*: Dùng đo tốc độ khí có áp suất dư không lớn, tốc độ dòng thu được là lưu tốc tại chỗ đặt đồng hồ.

3. Đo lưu lượng theo áp suất động của dòng chảy:

3.1. Ống pitô:

3.1.1. Nguyên lý:

Chất lỏng chảy trong ống khi bị chặn lại thì động năng $\rightarrow$ thế năng. Do sự biến đổi này và dựa vào đó $\rightarrow$ vận tốc của chất lỏng.

$$P_1 - P_2 = P_d = h \cdot \gamma_h$$

Và theo phương pháp Bernoulli

$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} \omega \cdot d\omega = -g \int_{P_1}^{P_2} \frac{dp}{\gamma}$$

ω_1 : tốc độ dòng tại thời điểm đo

ω_2 : dòng chảy lại (= 0)

$$\Rightarrow \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2} = -\frac{g}{\gamma} (P_2 - P_1)$$

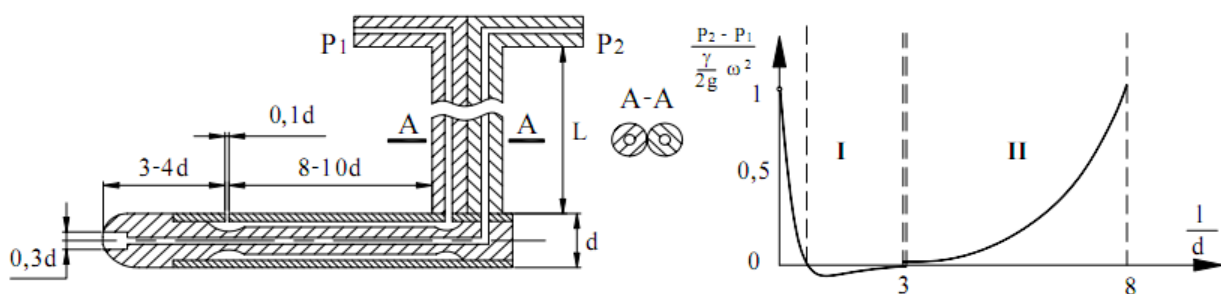
$$\text{thường } \omega_2 = 0 \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{\gamma}}$$

Vậy muốn đo ω_1 ta cần đo giá trị áp tại điểm đó.

* *Chú ý*:

Khi đo bằng ống pitô thì dòng chảy cần phải ổn định, do đó cách này không phù hợp với vận tốc thay đổi vì có tổn thất áp suất P_1 và P_2 đo ở những điểm khác nhau $\rightarrow$ cần thêm một số hiệu chỉnh

3.1.2. Cấu tạo:



Hình 5.2 Cấu tạo của ống pitô

- Ống đo gồm hai ống ghép lại ống đo áp suất toàn phần P_2 nằm chính giữa và có lỗ đặt trực giao với dòng chảy.

- Ống ngoài bao lấy ống đo P_2 có khoan lỗ để đo áp suất tĩnh P_1 .

- Phần đầu của ống pito là nửa hình cầu, lỗ lấy áp suất động có vị trí $(3 \div 4)d$.

- Nhánh I là nhánh không chịu ảnh hưởng của ống đỡ (L), nhánh II là nhánh chịu ảnh hưởng của ống đỡ.

- Khi đo, ống có thể đặt lệch phương của dòng chảy đến $(5 \div 6)$ mà không ảnh hưởng đến kết quả đo, số lượng lỗ khoan từ $(7 \div 8)$ lỗ.

- Trong thực tế ta dùng ống pito để đo có đường kính là $d = 12 \text{ mm}$ và trong phòng thí nghiệm dùng loại $d = 5 \div 12 \text{ m}$, áp dụng sao cho tỷ số $d/D < 0,05$ là tốt nhất (D – là đường kính ống chứa môi chất)

- Khi đặt ở vị trí khác nhau thì phải thêm hệ số hiệu chỉnh ζ .

4. Đo lưu lượng bằng phương pháp tiết lưu:

4.1. Định nghĩa:

Thiết bị tiết lưu là thiết bị đặt trong đường ống làm dòng chảy có hiện tượng thu hẹp cục bộ do tác dụng của lực quán tính và lực ly tâm.

4.2. Cấu tạo:

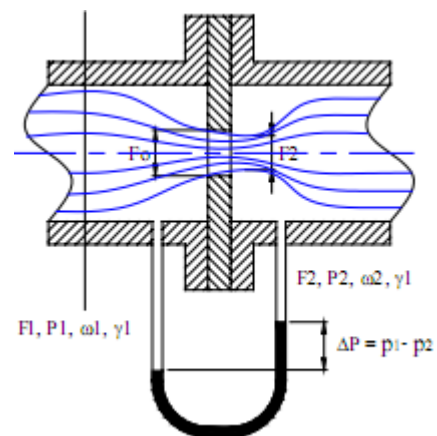
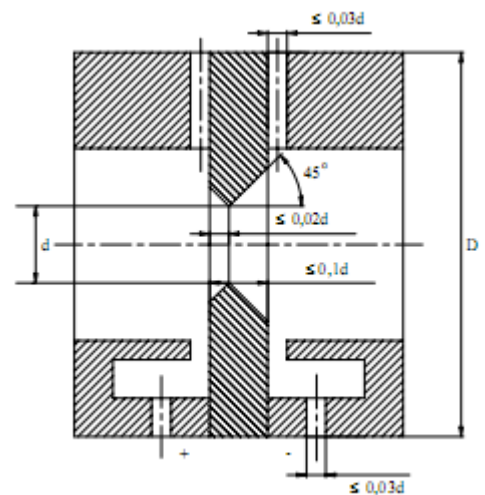
Khi qua thiết bị tiết lưu, chất lỏng sẽ bị mất mát áp suất (P dòng chảy bị thu hẹp nhiều thì ΔP càng lớn thường $\Delta P < 1000 \text{ mmHg}$ (ΔP được đo bằng hiệu áp kế).

Xét về mặt cơ học chất lỏng thì quan hệ giữa lưu lượng và độ chênh áp suất phụ thuộc rất nhiều yếu tố như: kích thước, hình dạng thiết bị, tiết lưu, tình trạng lưu chuyển của dòng chảy, vị trí chỗ đo áp suất, tình trạng ống dẫn chất lỏng.

Quá trình tính toán tiết lưu có quy định phương pháp tính toán như sau:

- Dòng chảy liên tục (không tạo xung).

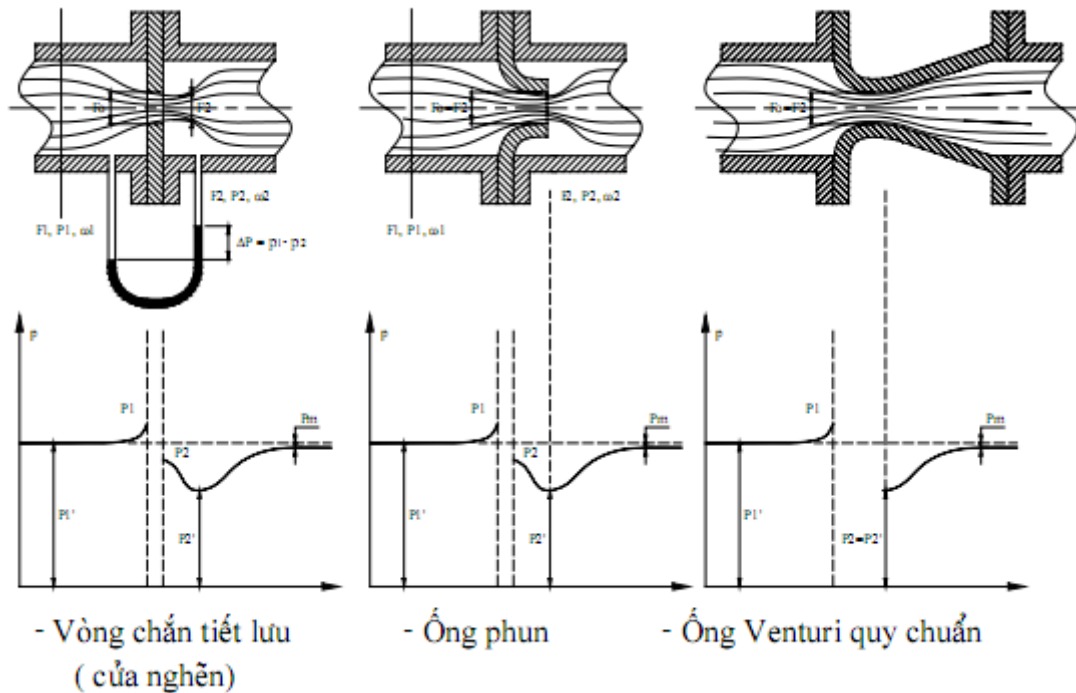
- Đường ống $> 50 \text{ mm}$. Nếu dùng ống Venturi thì đường ống $> 100 \text{ mm}$, vành trong ống phải nhẵn. Nhờ những nghiên cứu lý luận và thực nghiệm lâu dài và người ta giả định một



số thiết bị tiết lưu quy chuẩn.

Hiện nay đây là phương pháp đo lưu lượng thông dụng nhất.

- Thiết bị tiết lưu quy chuẩn là thiết bị mà quan hệ giữa lưu lượng và giáng áp hoàn toàn có thể dùng phương pháp tính toán để xác định.



Hình 5.3 Các phương pháp đo bằng tiết lưu

4.3. Nguyên lý đo lưu lượng :

Ta chỉ xét vòng chắn:

Nhờ sự tổn thất của dòng khí qua thiết bị tiết lưu, dựa vào phương trình Bernoulli tìm được tốc độ trung bình dòng tại tiết diện đo.

Xét tiết diện I và II ta có sự thay đổi động năng và thế năng :

$$\int_{F_1}^{F_2=F_{\min}} \omega.d\omega = -g \int_{F_1}^{F_2} \frac{dP}{\gamma}$$

Dựa vào phương trình liên tục ta có:

$$\gamma.F.\omega = \text{const}$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Trình bày nguyên lý đo lưu lượng theo phương pháp áp suất động dòng chảy ?
2. Trình bày nguyên lý đo lưu lượng theo phương pháp tiết lưu ?

Thực hành đo lưu lượng

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Thiết bị đo lưu lượng
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

***. Vận hành thiết bị lạnh**

- Kiểm tra thiết bị xem có bị hư hỏng, đứt dây, hở dây hay không.

***. Tiến hành đo lưu lượng, vị trí đo, vị trí đặt đầu dò của thiết bị đo**

- Sau khi khởi động kho lạnh, máy sấy chạy ổn định tiến hành đưa thiết bị và dụng cụ đo vào vị trí cần đo.

- Đối với dụng cụ đo chất lỏng thì chỉ cần cho dòng chất lỏng chảy qua và quan sát lưu lượng chất lỏng chảy qua.

- Tiến hành đo lưu lượng trong kho lạnh cũng như máy sấy tại nhiều vị trí khác nhau đối với thiết bị đo lưu lượng khí

- Quan sát bảng điện tử hiện thị: chỉ số của dụng cụ đo sẽ tăng nhanh → dừng hẳn.

***. Tổng hợp và xử lý kết quả đo**

- Tiến ghi lại kết quả đo được tại nhiều vị trí khác nhau trong kho lạnh cũng như trong máy sấy.

- Lấy trung bình kết quả đo được sau đó so sánh với giá trị cần đạt được trong kho lạnh cũng như máy sấy xem đã phù hợp hay chưa.

- Thông qua kết quả đo dựng mối quan hệ giữa lưu lượng và các thông số của máy.

Bài 6 : ĐO ĐỘ ẨM

Mã bài: MD 15 - 06

Giới thiệu:

Bài này giúp học sinh sinh viên kiến thức về thiết bị đo lường đo độ ẩm. khái niệm, tính chất của nước và không khí ẩm, các phương pháp đo độ ẩm, các dụng cụ đo độ ẩm và cách điều chỉnh dụng cụ đo.

Mục tiêu:

- Trình bày được mục đích và phương pháp đo độ ẩm
- Trình bày được khái niệm, tính chất của nước và không khí ẩm
- Phân biệt được cấu tạo, nguyên lý hoạt động, phân loại các dụng cụ đo độ ẩm
- Lựa chọn, kết nối được dụng cụ đo
- Điều chỉnh được các dụng cụ đo
- Đo kiểm độ ẩm
- Ghi, chép kết quả đo
- Đánh giá, so sánh các kết quả đo được
- Cẩn thận, chính xác, an toàn
- Yêu nghề, ham học hỏi.

Nội dung chính:

1. Khái niệm chung:

1.1. Các khái niệm cơ bản:

1.1.1. Độ ẩm:

Là đại lượng đặc trưng cho lượng hơi nước tồn tại trong không khí. Độ ẩm được biểu diễn dưới dạng độ ẩm tuyệt đối và độ ẩm tương đối.

+ Độ ẩm tuyệt đối là khối lượng hơi nước có trong 1 m³ không khí.

+ Độ ẩm tương đối φ là tỷ số phần trăm lượng hơi nước có trong 1 m³ không khí so với lượng hơi nước cực đại có thể hòa tan trong 1 m³ không khí có cùng nhiệt độ.

$$\varphi = \frac{G_h}{G_{\max}} \cdot 100(\%)$$

Trong đó: G_h – khối lượng hơi nước hòa tan trong 1 m³ không khí.

$G_{\max}$ – lượng hơi nước cực đại có thể hòa tan trong 1 m³ không khí có cùng nhiệt độ.

Từ phương trình trạng thái của chất khí:

$$P.V = G.R.T$$

Ta có: $G_h = P_h \frac{V}{R_h T}$ và $G_{\max} = P_{\max} \frac{V}{R_h T}$

Trong đó: P – áp suất V – thể tích T – nhiệt độ chất khí
 R – hệ số vạn năng của chất khí G – khối lượng của khí

Các ký hiệu có chỉ số h là để cho hơi nước. Như vậy ta sẽ có:

$$\varphi = \frac{P_h \frac{V}{R_h.T}}{P_{\max} \frac{V}{R_h.T}}.100(\%) = \frac{P_h}{P_{\max}}.100(\%)$$

Khi $\varphi = 100\%$ thì không khí bão hòa hơi nước, nghĩa là nước không thể bốc hơi tiếp vào trong không khí. Nếu nhiệt độ không khí $t_k < 100^\circ\text{C}$ thì khi tăng nhiệt độ lên, khả năng hòa tan hơi nước vào không khí tăng lên ($P_{\max}$ tăng). Như vậy khi $t_k < 100^\circ\text{C}$ thì khi tăng nhiệt độ có thể chuyển trạng thái không khí bão hòa hơi nước sang không bão hòa. Ngược lại khi giảm nhiệt độ thì có thể chuyển trạng thái không bão hòa hơi nước sang trạng thái bão hòa hơi nước.

1.2. Các phương pháp đo độ ẩm:

1.2.1 Phương pháp điểm sương:

Dựa vào tính chất chuyển trạng thái của không khí từ không bão hòa hơi nước sang bão hòa hơi nước khi giảm nhiệt độ. Trước hết đo nhiệt độ của không khí dựa vào giá trị nhiệt độ này xác định áp suất hơi nước bão hòa trong khí $P_{\max}$.

Giảm nhiệt độ của không khí cho đến khi nó chuyển từ trạng thái không bão hòa sang trạng thái bão hòa hơi nước và đo nhiệt độ ở trạng thái này. Nhiệt độ này được gọi là nhiệt độ điểm sương. Để phát hiện thời khắc này thì đặt 1 cái gương để quan sát, khi mặt gương có phủ mờ bụi nước thì đây chính là điểm sương. Dựa vào điểm sương để xác định phân áp suất hơi nước bão hòa P_{ds} . Đây cũng chính là áp suất hơi nước trong không khí. Độ ẩm tương đối được xác định theo công thức:

$$\varphi = \frac{P_{ds}}{P_{\max}}.100(\%)$$

Như vậy phương pháp điểm sương đo được độ ẩm tuyệt đối và tương đối.

1.2.2. Phương pháp bốc hơi ẩm:

Tốc độ bốc hơi nước của vật ẩm phụ thuộc vào độ ẩm của không khí. Khi độ ẩm càng tăng thì tốc độ bốc hơi ẩm càng giảm về nếu độ ẩm đạt 100% thì quá trình bốc hơi ẩm hầu như không xảy ra. Để đo độ ẩm bằng phương pháp này người ta sử dụng 2 nhiệt kế: một nhiệt kế bình thường dùng để đo nhiệt độ không khí gọi là nhiệt kế khô có nhiệt độ t_k và một nhiệt kế có bầu dịch được bọc một lớp bông luôn luôn ẩm, bông ẩm bốc hơi lấy nhiệt của thân nhiệt kế nên nhiệt độ của nó giảm xuống có giá trị là t_a gọi là nhiệt độ của nhiệt kế ẩm.

Độ ẩm của không khí được xác định:

$$\varphi = \frac{P_a - A.P(t_k - t_a)}{P_k}$$

Trong đó: P_a – áp suất hơi nước bão hòa trong không khí có nhiệt độ t_a

P_k – áp suất hơi nước bão hòa trong không khí có nhiệt độ t_k

P – áp suất môi trường đo

A – hằng số phụ thuộc vào cấu tạo của ẩm kế, tốc độ của không khí bao quanh nhiệt kế ẩm và áp suất môi trường đo.

Phương pháp này đo được độ ẩm tương đối.

1.2.3. Phương pháp biến dạng:

Các chất khi thay đổi độ ẩm đều thay đổi kích thước. Tuy nhiên muốn sử dụng tính chất này để làm cảm biến đo độ ẩm đòi hỏi phải bảo đảm độ nhạy cần thiết, mối liên hệ giữa kích thước và độ ẩm phải nhất quán, quán tính của cảm biến phải nhỏ nghĩa là vật chất làm cảm biến đo độ ẩm phải nhạy cảm với sự thay đổi độ ẩm của môi trường xung quanh. Tóc là vật liệu bảo đảm đầy đủ những yêu cầu cơ bản trên đây của một cảm biến đo độ ẩm và được sử dụng để chế tạo ra ẩm kế tóc. Ẩm kế tóc đo được độ ẩm tương đối của không khí.

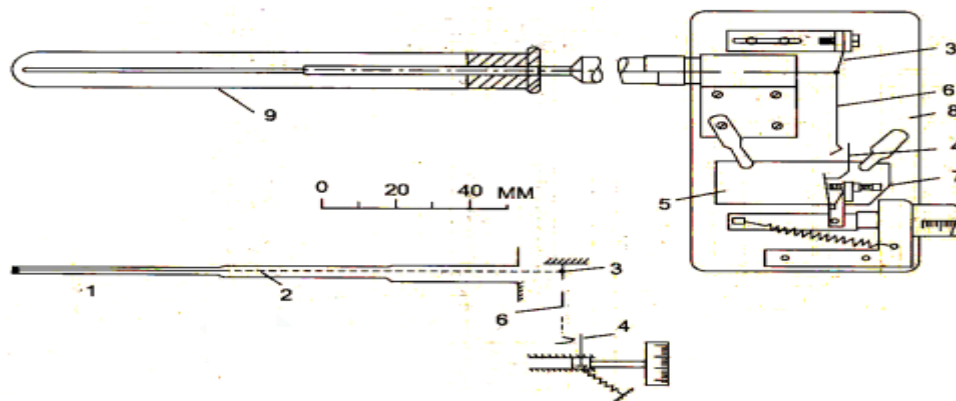
1.2.4. Phương pháp dẫn điện:

Các vật liệu cách điện khi thay đổi độ ẩm sẽ thay đổi khả năng cách điện của nó. Đo điện trở của vật liệu cách điện sẽ xác định được độ ẩm của nó, mà độ ẩm của vật liệu lại trực tiếp phụ thuộc vào độ ẩm của môi trường không khí bao quanh nó. Một vật liệu cách điện được sử dụng làm cảm biến đo độ ẩm phải tuân thủ những yêu cầu cơ bản đã được nêu ra trên đây về độ nhạy, về tính nhất quán và về tính nhạy cảm với sự thay đổi độ ẩm môi trường xung quanh.

2. Các dụng cụ dùng để đo ẩm:

2.1. Ẩm kế dây tóc:

Ẩm kế dây tóc là ẩm kế làm việc theo nguyên lý: Khi độ ẩm của môi trường thay đổi thì chiều dài của dây tóc cũng thay đổi.



Hình 6.1. Ẩm kế dây tóc

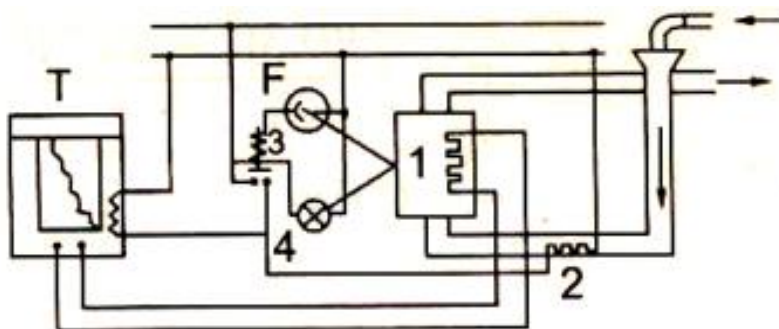
1- dây tóc (30 ÷ 50) mm với đường kính 0,05 mm ;

2 – dây kéo ; 3 – lò xo ; 4 – kim tím ; 5 – gương ; 6 – kim chỉ ;

7 – bộ điều chỉnh ; 8 – bảng điều khiển.

2.2. Ẩm kế ngưng tụ:

Để đo độ ẩm của môi chất ở nhiệt độ cao người ta phải sử dụng ẩm kế làm việc trên nguyên tắc đo nhiệt độ điểm đọng sương.



Hình 6.2 Cấu tạo của ẩm kế ngưng tụ

Nguyên lý hoạt động: Ống trụ tròn (1) mà mặt ngoài của nó được gia công nhẵn bóng đóng vai trò như một mặt gương tiếp xúc với môi chất cần xác định độ ẩm. Phía trong hình trụ cho một chất lỏng làm lạnh liên tục chảy qua với nhiệt độ được điều chỉnh bởi bộ đốt nóng bằng điện (2). Để duy trì nhiệt độ của dịch thể làm lạnh người ta dùng rơ le điện từ (3) và tế bào quang điện (F). Tế

bào quang điện (F) sẽ nhận được tia sáng của bóng đèn (4) qua sự phản xạ của gương.

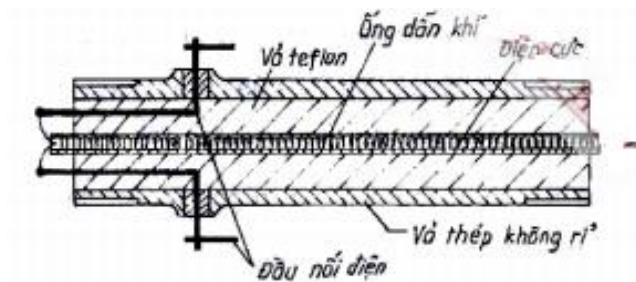
Khi nhiệt độ vách trụ hay nhiệt độ mặt gương bằng nhiệt độ đọng sương thì trên mặt gương sẽ xuất hiện sương mù. Chính sương mù đọng lại trên mặt gương đã làm giảm dòng ánh sáng phản xạ đến tế bào quang điện (F). Kết quả là rô le điện từ (3) tác động và ngắt dòng điện vào bộ đốt nóng (2). Căn cứ vào nhiệt độ đọng sương người ta xác định được độ ẩm của môi chất.

2.3. Ẩm kế điện ly:

Loại này dùng để đo lượng hơi nước rất nhỏ trong không khí hoặc trong các chất khí. Phần tử nhạy của ẩm kế là một đoạn ống dài khoảng 10 cm.

Trong ống cuốn hai điện cực bằng platin hoặc rodi, giữa chúng là lớp P_2O_5 . Khi chất khí nghiên cứu chạy qua ống đo hơi nước bị lớp P_2O_5 hấp thụ và hình thành H_2PO_3 . Đặt điện áp một chiều cỡ 70V giữa hai điện cực sẽ gây hiện tượng điện phân nước và giải phóng O_2 , H_2 và tái sinh P_2O_5 .

Dòng điện điện phân $I = k.C_v$, tỉ lệ với nồng độ hơi nước C_v trong đó $k = \frac{96500}{9.10^3} \cdot \alpha \cdot Q_c$, Q_c là lưu lượng khí đi qua đầu đo (m^3/s).



Hình 6.3 Ẩm kế điện ly

2.4. Ẩm kế tụ điện polyme:

Ẩm kế tụ điện sử dụng điện môi là một màng mỏng polyme có khả năng hấp thụ phân tử nước. Hằng số điện môi ϵ của lớp polyme thay đổi theo độ ẩm, do đó điện dung của tụ điện polyme phụ thuộc vào ϵ , tức là phụ thuộc vào độ ẩm:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 A}{L}$$

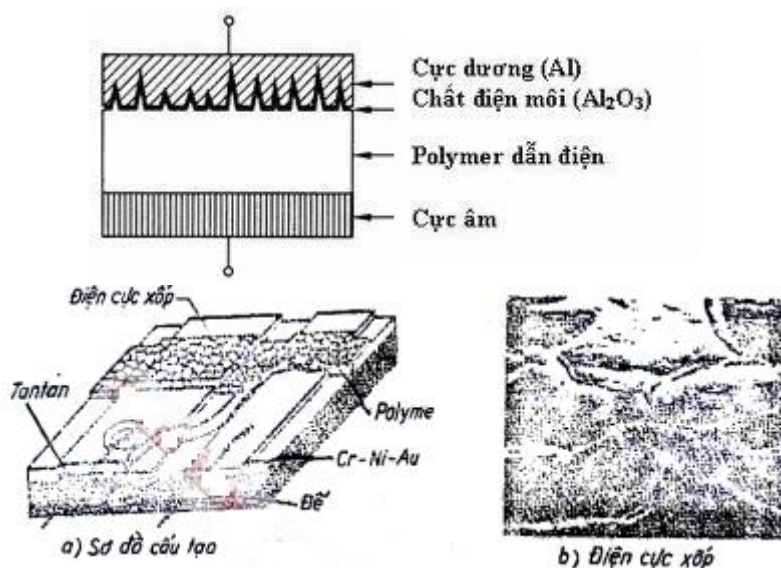
ϵ – hằng số điện môi của màng polyme

ϵ_0 – hằng số điện môi của chân không

A – diện tích bản cực

L – chiều dày của màng polyme

Vì phân tử nước có cực tính cao, ngay cả khi hàm lượng ẩm rất nhỏ cũng dẫn tới sự thay đổi điện dung rất nhiều. Hằng số điện môi tương đối của nước là 80 trong khi đó vật liệu polyme có hằng số điện môi từ 2 đến 6 vì vậy ẩm kế tụ điện polyme được phủ trên điện cực thứ nhất bằng tantan, sau đó là lớp C_r dày $100 \text{ \AA}$ đến $1000 \text{ \AA}$ được phủ tiếp lên polyme bằng phương pháp bay hơi trong chân không.



Hình 6.4 Ẩm kế polyme

Các thông số chủ yếu của ẩm kế tụ điện polyme là:

- Phạm vi đo từ 0 đến 100%
- Dải nhiệt độ - 40 đến 100°C
- Độ chính xác $\pm 2\%$ đến $\pm 3\%$
- Thời gian hồi đáp vài giây
- Ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ, phần tử nhạy có thể nhúng vào nước mà không bị hư hỏng.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Trình bày các phương pháp đo độ ẩm thông dụng ?
2. Trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc ẩm kế dây tóc và ẩm kế ngưng tụ?

Thực hành đo độ ẩm

1. Dụng cụ và vật tư thực hành

- Bộ đồ nghề điện, VOM
- Mô hình máy điều hòa, tủ lạnh
- Thiết bị đo độ ẩm các loại
- Bộ dây nối tín hiệu

2. Thực hiện

***. Vận hành máy lạnh:**

Kiểm tra các thiết bị máy lạnh xem có bị hư hỏng, đứt dây, hở dây hay không.

*** Tiến hành đo độ ẩm, vị trí đo, vị trí đặt đầu dò của thiết bị đo**

- Sau khi khởi động máy lạnh chạy ổn định tiến hành đưa thiết bị và dụng cụ đo vào vị trí cần đo.

- Tiến hành đo độ ẩm trong máy lạnh tại nhiều vị trí khác nhau.

- Tại những nơi mà không đưa được thiết bị và dụng cụ vào được thì sử dụng dụng cụ đo độ ẩm có đầu đo bằng cảm biến.

- Quan sát bảng điện tử hiện thị: chỉ số của dụng cụ đo sẽ tăng nhanh → dừng hẳn.

- Nếu thông số hiện trên bảng đồng hồ mà lớn hơn giá trị ban đầu của thiết bị → nơi đó có độ ẩm lớn hơn độ ẩm trong phòng.

- Nếu thông số hiện trên bảng đồng hồ mà nhỏ hơn giá trị ban đầu của thiết bị → nơi đó có độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm trong phòng.

*** Tổng hợp và xử lý kết quả đo**

- Tiến ghi lại kết quả đo được tại nhiều vị trí khác nhau trong kho lạnh cũng như trong máy sấy.

- Lấy trung bình kết quả đo được sau đó so sánh với giá trị cần đạt được trong kho lạnh cũng như máy sấy xem đã phù hợp hay chưa.

- Thông qua kết quả đo dựng mối quan hệ giữa nhiệt độ và độ ẩm.

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG GIÁO TRÌNH

Giáo trình mô đun Đo lường Điện - lạnh được sử dụng để giảng dạy và học tập cho trình độ Trung cấp, nghề Kỹ thuật máy lạnh và điều hoà không khí.

Trước khi giảng dạy, giáo viên cần căn cứ vào nội dung của từng bài học để chuẩn bị đầy đủ các điều kiện cần thiết nhằm đảm bảo chất lượng giảng dạy.

Nên áp dụng phương pháp đàm thoại để người học ghi nhớ kỹ hơn.

Nên bố trí thời gian giải Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập, làm các bài thực hành nhận dạng các loại cơ cấu đo, sử dụng các loại thiết bị đo phổ thông.

Những trọng tâm cần chú ý

- + Cấu tạo, nguyên lý các loại cơ cấu đo
- + Công dụng, cách sử dụng và bảo quản các thiết bị đo phổ thông như: VOM. Ampe kìm, điện kế...
- + Phương pháp đo các đại lượng, các thông số trong mạch điện AC, DC, đo nhiệt độ, độ ẩm, áp suất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Hoà, *Giáo trình Đo lường các đại lượng điện và không điện*, Vụ Trung học chuyên nghiệp - NXB Giáo Dục, Năm 2015.
- [2] Nguyễn Đức Lợi, *Giáo trình Đo lường tự động hóa Hệ thống lạnh*, NXB KHKT, Năm 2017
- [3] Hoàng Dương Hùng, *Giáo trình Đo lường Nhiệt*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Năm 2017
- [4] Nguyễn Văn Tài, *Giáo trình Thực hành Lạnh cơ bản*, NXB Giáo Dục, Năm 2018