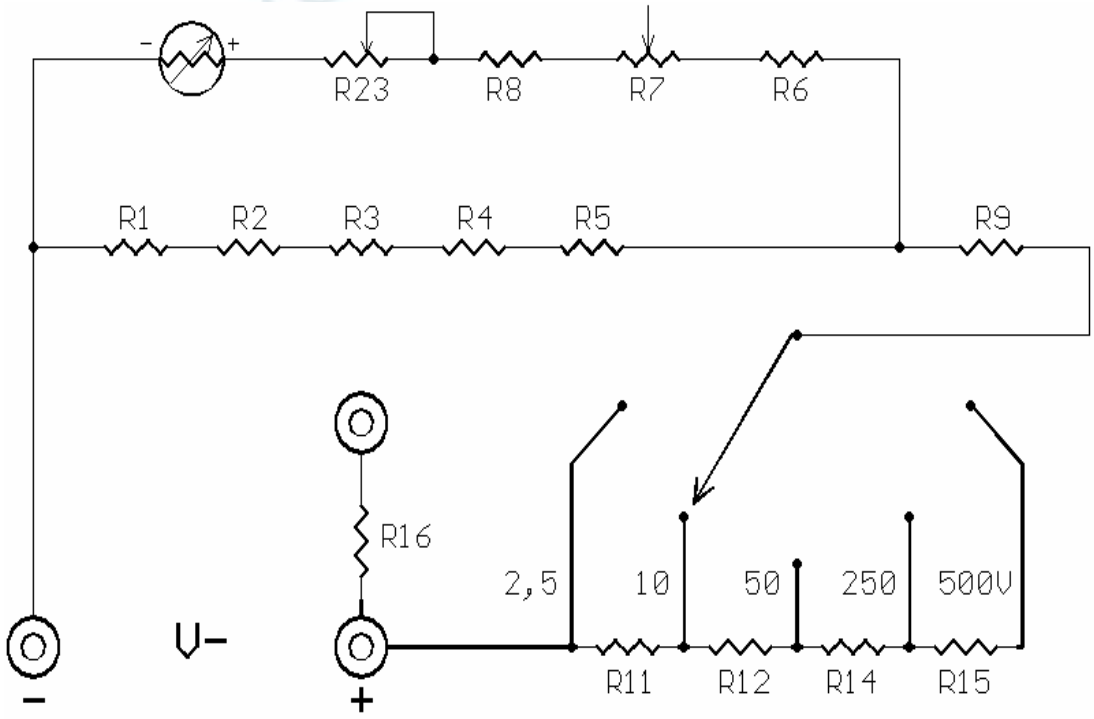
TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ QUỐC GIA VIỆT NAM
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ DẦU KHÍ

- - - - - - - - - - - -

GIÁO TRÌNH

ĐO LƯỜNG ĐIỆN



-Năm 2009-

TaiLieu.vn

Giáo trình được biên soạn bởi

Trần Đại Nghĩa

Lời giới thiệu:

Đo lường điện là môn học không thể thiếu trong nhiều ngành học như Điện công nghiệp, Điện tử, Tự động hóa... Môn học này giúp người học biết cách đo đạc chính xác giá trị các đại lượng điện và sử dụng đúng kĩ thuật các thiết bị đo lường. Ngoài ra trong bất kì quy trình điều khiển tự động nào cũng bao gồm thiết bị đo lường nhằm đo đạc và truyền tín hiệu đến các khối tiếp theo để xử lí và điều khiển.

Giáo trình này được biên soạn nhằm đáp ứng nhu cầu về tài liệu học tập cho học viên cũng như để thống nhất nội dung giảng dạy môn Đo lường điện của trường Cao Đẳng Nghề Dầu Khí. Về nội dung, giáo trình được biên soạn gồm 7 chương dựa theo tài liệu của các trường nghề trong nước và một số tài liệu nước ngoài. Giáo trình đề cập đến các vấn đề chính của đo lường như sai số, cơ cấu đo, nguyên lí đo các đại lượng điện, mạch đo, thiết bị đo...

Giáo trình được biên soạn với sự cộng tác của các giáo viên giảng dạy môn Đo Lường Điện của trường Cao Đẳng Nghề Dầu Khí. Tuy đã cố gắng nhiều trong việc trình bày nội dung nhưng chắc rằng giáo trình khó tránh khỏi sai sót vậy nên chúng tôi rất mong những ý kiến đóng góp của quý đồng nghiệp, các em học viên để lần tái bản sau càng hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cám ơn sự giúp đỡ của các bạn đồng nghiệp, các tác giả những tài liệu mà chúng tôi đã tham khảo cũng như những điều kiện thuận lợi mà Phòng Đào tạo trường Cao Đẳng Nghề Dầu Khí đã dành cho chúng tôi để giáo trình này sớm ra mắt cùng bạn đọc.

Thay mặt các đồng nghiệp

Trần Đại Nghĩa

(Trang trắng)

TaiLieu.vn

Chương 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG

1.1 Khái niệm và ý nghĩa của đo lường
1.1.1 Khái niệm
1.1.2 Ý nghĩa của đo lường
1.2 Phân loại các đại lượng đo lường
1.2.1 Đại lượng điện
1.2.2 Đại lượng không điện
1.3 Chức năng và đặc tính thiết bị đo lường
1.3.1 Chức năng thiết bị đo lường
1.3.2 Đặc tính thiết bị đo lường
1.4 Phân loại các phương pháp đo lường
1.5 Sơ đồ tổng quát hệ thống đo lường
1.6 Sự chuẩn hóa trong đo lường
1.6.1 Ý nghĩa của sự chuẩn hóa
1.6.2 Các cấp chuẩn hóa
1.7 Sai số trong đo lường
1.7.1 Nguyên nhân gây ra sai số
1.7.2 Phân loại sai số
1.7.3 Cách tính và biểu diễn sai số

(Trang trắng)

TaiLieu.vn

Chương 1: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG

1.1 Khái niệm và ý nghĩa của đo lường

1.1.1 Khái niệm:

Đo lường là khái niệm mang ý nghĩa rất rộng trong thực tế vì mọi phương cách nhằm nắm bắt đặc tính của đối tượng đều có thể được xem là đo lường. Đo lường điện là một phần nhỏ trong khái niệm chung đó, nó là một quá trình thu nhận, biến đổi đại lượng cần đo thành tín hiệu điện và xử lí để phù hợp với sự quan sát hoặc điều khiển.

Vì đo lường là khâu đầu tiên trong quá trình điều khiển nên kết quả đo có chính xác thì điều khiển mới chính xác. Do vậy, đo lường không những phải nắm bắt đủ mà còn phải đúng các đặc tính của đối tượng.

Đo lường điện được ứng dụng trong lĩnh vực điều khiển, lĩnh vực này mang những đặc trưng riêng so với các lĩnh vực khác cho nên đo lường điện cũng mang những đặc điểm riêng của nó. Để có được thông số của một đối tượng ta có thể tiến hành đo và đọc trực tiếp giá trị thông số đó trên trên thiết bị đo, cách đo này được gọi là đo trực tiếp nhưng cũng có khi ta không thể đo trực tiếp đối tượng cần đo mà phải đo gián tiếp thông qua các thông số trung gian sau đó dùng công thức hoặc biểu thức toán học để tính ra đại lượng cần tìm.

1.1.2 Ý nghĩa của đo lường:

Đo lường nói chung và đo lường điện nói riêng có một ý nghĩa vô cùng quan trọng trong đời sống con người. Trước khi khống chế và điều khiển bất kỳ đối tượng nào thì con người cần phải nắm bắt được đầy đủ và chính xác những thông số về đối tượng đó, và điều này chỉ thực hiện được nhờ vào quá trình đo lường.

1.2 Phân loại các đại lượng đo lường

Trong lĩnh vực đo lường điện, dựa vào tính chất của đại lượng đo chúng ta phân ra làm hai loại cơ bản là đại lượng điện và đại lượng không điện.

1.2.1 Đại lượng điện:

Gồm hai loại:

Đại lượng điện tác động (active):

Là những đại lượng mang năng lượng điện như điện áp, dòng điện, công suất. Khi đo các đại lượng này, bản thân năng lượng của chúng sẽ cung cấp cho mạch đo. Do vậy ta không cần cung cấp thêm năng lượng từ phía ngoài. Trong trường hợp năng lượng từ đối tượng cần đo quá lớn có thể gây hư hỏng cho mạch đo thì ta phải giảm nhỏ cho phù hợp. Ngược lại, khi năng lượng này quá nhỏ thì cần phải khuyếch đại cho đủ lớn trước khi đưa vào mạch đo.

Đại lượng điện thụ động (passive):

Là những đại lượng không mang năng lượng điện như đại lượng điện trở, điện dung, điện cảm, hỗ cảm... Khi tiến hành đo các đại lượng này chúng ta phải cung cấp năng lượng cho mạch đo bằng cách dùng pin hoặc nguồn điện ngoài. Chú ý trong suốt quá trình đo ta phải đảm bảo năng lượng cung cấp ổn định và liên tục.

1.2.2 Đại lượng không điện:

Con người luôn có ham muốn khống chế các đối tượng xung quanh theo ý mình trong khi hầu hết các đối tượng này đều ở dạng không điện như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, độ pH, nồng độ, áp suất... Việc điều khiển có thể thực hiện đơn giản bằng tay, nhưng trong xu hướng công nghiệp hóa như hiện nay thì việc điều khiển đều có liên

quan đến máy móc và tín hiệu điện. Do vậy muốn điều khiển chúng, ta phải thực hiện việc chuyển đổi các đại lượng từ không điện thành các đại lượng điện sau đó mới đưa vào mạch điện để xử lí tiếp. Việc chuyển đổi này được thực hiện nhờ vào các cảm biến (sensor) hoặc các bộ chuyển đổi (transducer), và nguyên tắc cơ bản phải đảm bảo là phản ánh trung thực sự thay đổi của đại lượng không điện tại ngõ vào.

1.3 Chức năng và đặc tính thiết bị đo lường

1.3.1 Chức năng thiết bị đo lường:

Hầu hết các thiết bị đo đều có chức năng chỉ thị kết quả đo đại lượng đang khảo sát. Ngoài ra, kết quả có thể được ghi lại trong suốt quá trình đo, hoặc được dùng làm tín hiệu điều khiển các đại lượng khác theo ý muốn (Giám sát quá trình _ Process Measurement).

1.3.2 Đặc tính thiết bị đo lường:

Mỗi loại thiết bị đo có các đặc tính riêng nhằm phân biệt với thiết bị đo khác. Một số đặc tính của thiết bị đo như: Nguyên lí đo, cách chỉ thị kết quả, tính chất mạch giao tiếp ngõ vào, khả năng xử lí kết quả...

1.4 Phân loại các phương pháp đo lường

Phương pháp đo lường được hiểu là cách thức nhằm lấy được giá trị của đại lượng cần đo. Một cách tổng quát có thể chia phương pháp đo thành 2 loại:

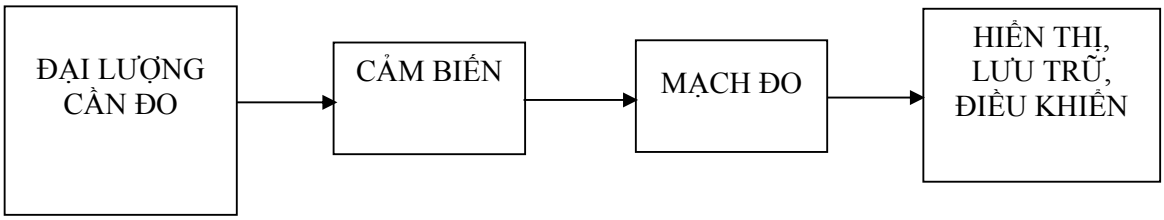
Phương pháp đo gián tiếp: Phải thông qua những đại lượng liên quan đến đại lượng cần đo. Giá trị của đại lượng cần đo được tính bằng công thức liên hệ với các đại lượng có liên quan.

Phương pháp đo trực tiếp: Không cần thông qua những đại lượng khác mà trực tiếp đo đối tượng đó.

Chẳng hạn ta dùng Volt kế và Ampe kế để đo điện áp rơi và dòng điện chạy qua linh kiện điện trở, sau đó sử dụng công thức $R = \frac{U}{I}$ để tính giá trị R, đây là cách đo gián tiếp, hoặc cũng có thể dùng Ohm kế đo giá trị R, gọi là cách đo trực tiếp.

Một điều cần lưu ý là việc phân biệt phương pháp đo trực tiếp và gián tiếp chỉ mang ý nghĩa tương đối. Tức là, nếu xét về khía cạnh nào đó thì có thể xem phương pháp đo đang thực hiện là trực tiếp nhưng nếu xét về mặt khác thì có thể nó không còn là trực tiếp nữa. Chẳng hạn khi dùng đồng hồ điện tử (DMM) đo dòng điện chạy qua điện trở thì việc dùng chức năng đo dòng điện của đồng hồ được xem là cách đo trực tiếp, nhưng nếu xét kĩ hơn về mặt cấu tạo của nó: mọi đại lượng điện ngõ vào đều được chuyển thành tín hiệu điện áp trước khi đưa vào mạch đo của đồng hồ thì dòng điện này rõ ràng đã được đo gián tiếp thông qua đại lượng trung gian là điện áp.

1.5 Sơ đồ tổng quát hệ thống đo lường



Đại lượng cần đo: Là các thông số, tính chất của đối tượng cần đo, chúng có thể tồn tại dưới dạng điện hoặc không điện.

Cảm biến: Là linh kiện, thiết bị có nhiệm vụ chuyển đổi đại lượng cần đo thành đại lượng điện trước khi truyền đến các khối xử lí tiếp theo.

Mạch đo: Tập hợp các bộ phận giao tiếp, khuyếch đại, chuyển đổi... để biến tín hiệu điện ngõ vào cho phù hợp với khối hiển thị, lưu trữ, điều khiển.

Hiển thị, lưu trữ, điều khiển: Là phần sau cùng trong hệ thống đo lường giúp người vận hành quan sát và nhận biết giá trị của đại lượng đang đo, hoặc lưu trữ lại để xử lí sau, hoặc điều khiển tự động các thiết bị khác.

1.6 Sự chuẩn hóa trong đo lường

1.6.1 Ý nghĩa của sự chuẩn hóa:

Mục đích công việc đo lường nhằm lấy được các thông số thực sự của đối tượng cần đo. Muốn vậy, con người không thể chỉ sử dụng các giác quan của mình mà cần phải dùng đến các thiết bị đo.

Thiết bị đo được cung cấp bởi nhà chế tạo, trước khi xuất xưởng chúng được kiểm tra chất lượng nghiêm ngặt. Nhưng khi đến tay người sử dụng thì thiết bị đo đã phải trải qua quá trình vận chuyển, chính những tác động trong quá trình này có thể ảnh hưởng đến chất lượng thậm chí làm giảm cấp chính xác của thiết bị.

Về phía người sử dụng luôn mong muốn thiết bị có cấp chính xác thật cao. Nhưng thiết bị càng chính xác thì cấu tạo càng phức tạp và giá thành càng đắt. Như vậy người sử dụng phải biết được mức độ công việc đòi hỏi một thiết bị đo với cấp chính xác như thế nào là vừa đủ. Khi phân tích và hiểu rõ yêu cầu của mình, người sử dụng sẽ tiết kiệm đáng kể chi phí, thời gian cũng như tăng hiệu quả sử dụng thiết bị.

Để đánh giá chất lượng thiết bị một cách khách quan và chính xác, các Trung tâm kiểm định được thành lập nhằm cấp giấy chứng nhận chất lượng cho thiết bị. Việc kiểm định chất lượng được thực hiện bằng sự chuẩn hóa (Calibration) là một công việc hết sức cần thiết trước khi đưa thiết bị vào sử dụng.

Như đã trình bày ở trên, tùy theo công việc cụ thể của người sử dụng mà thiết bị phục vụ cần một cấp chính xác tương ứng. Do vậy cần có nhiều cấp chuẩn hóa khác nhau để kiểm định chất lượng của thiết bị ở những mức độ khác nhau. Việc phân cấp như vậy là cần thiết đảm bảo tiết kiệm về kinh tế và thời gian cho các bên liên quan.

1.6.2 Các cấp chuẩn hóa:

Việc chuẩn hóa một thiết bị được xác định theo 1 trong 4 cấp sau:

Cấp 1: Chuẩn quốc tế (International standard)

Các thiết bị đo lường cấp chuẩn quốc tế được định chuẩn tại Trung tâm đo lường quốc tế đặt tại Paris (Pháp). Các thiết bị đo lường chuẩn hóa cấp 1 này theo định kỳ được đánh giá và kiểm tra lại theo trị số đo tuyệt đối của các đơn vị cơ bản vật lý được hội nghị quốc tế về đo lường giới thiệu và chấp nhận.

Cấp 2: Chuẩn quốc gia (National standard)

Các thiết bị đo lường tại các Viện định chuẩn quốc gia ở các quốc gia khác nhau trên thế giới được chuẩn hóa theo chuẩn quốc tế. Các thiết bị được định chuẩn tại Viện định chuẩn quốc gia thì mang chuẩn quốc gia.

Cấp 3: Chuẩn khu vực (Zone standard)

Trong một quốc gia có thể có nhiều Trung tâm định chuẩn cho từng khu vực (standard zone center). Các thiết bị đo lường tại trung tâm này đương nhiên phải mang

chuẩn quốc gia. Những thiết bị đo lường được định chuẩn tại các Trung tâm định chuẩn này sẽ mang chuẩn khu vực.

Cấp 4: Chuẩn phòng thí nghiệm (Lab standard)

Trong từng khu vực chuẩn hóa sẽ có những phòng thí nghiệm được công nhận để chuẩn hóa các thiết bị được dùng trong sản xuất công nghiệp. Như vậy các thiết bị được chuẩn hóa tại các phòng thí nghiệm này sẽ có chuẩn phòng thí nghiệm.

Do đó các thiết bị đo lường khi được sản xuất ra được định chuẩn tại cấp nào thì sẽ mang chất lượng tiêu chuẩn đo lường cấp đó.

Một thiết bị sau khi đã được định chuẩn và đem sử dụng thì sau một khoảng thời gian nhất định phải được kiểm định và cấp giấy chứng nhận chất lượng lại. Nói một cách khác giấy chứng nhận chất lượng chỉ có giá trị trong một thời hạn nhất định.

1.7 Sai số trong đo lường

Khi một phép đo không lấy được giá trị thực của đại lượng cần đo, ta nói phép đo đó đã mắc sai số. Có thể khẳng định rằng tất cả các phép đo đều mắc sai số. Thiết bị đo dù có chất lượng cao đến thế nào cũng vẫn mắc sai số, chỉ khác là sai số đó lớn hay bé mà thôi.

1.7.1 Nguyên nhân gây ra sai số:

Nguyên nhân chủ quan: Là nguyên nhân do người thực hiện phép đo gây ra vì không nắm vững nguyên lí đo, không đảm bảo các điều kiện khi đo, hoặc ghi sai kết quả đo...

Nguyên nhân khách quan: Là các nguyên nhân còn lại (không phải do nguyên nhân chủ quan). Sai số do nguyên nhân khách quan gây ra thường rất phức tạp, có thể do chính thiết bị đo hoặc do sự tác động từ phía môi trường ngoài ảnh hưởng lên quá trình đo.

1.7.2 Phân loại sai số:

Sai số thô:

Khi phép đo cho kết quả có sự chênh lệch một cách rõ rệt và vô lí so với giá trị có thể có của đại lượng cần đo thì sai số đó được gọi là sai số thô. Sai số thô xuất hiện do điều kiện cơ bản của phép đo bị vi phạm, do sự sơ xuất của của người làm thí nghiệm, hoặc do sự chấn động từ phía ngoài. Ví dụ khi đọc số liệu bị nhầm vị trí dấu phẩy hoặc đọc sai số liệu đã đo được.

Sai số thô dễ dàng nhận biết khi ta thực hiện phép đo một đại lượng nhiều lần, lần đo nào có giá trị khác biệt rõ rệt với các lần đo khác thì chắc chắn phép đo này đã mắc sai số thô. Khi gặp sai số thô ta mạnh dạn loại bỏ chúng ra khỏi bảng số liệu. Do vậy, trong phần tính toán sai số ta luôn đảm bảo rằng các kết quả đo không chứa sai số thô.

Sai số hệ thống:

Sai số hệ thống là loại sai số do chính bản thân dụng cụ đo gây ra. Sai số này ảnh hưởng thường xuyên và có quy luật lên kết quả đo. Do vậy ta có thể loại trừ hoặc giảm nhỏ sai số hệ thống.

Người ta thường chia sai số hệ thống thành hai loại:

- Loại sai số hệ thống mà ta biết được nguyên nhân và độ lớn của nó. Sai số này xuất hiện khi dụng cụ đo đã bị sai lệch. Chẳng hạn, khi chưa có dòng điện chạy qua mà kim của đồng hồ Ampe kế đã chỉ 0,1A, hoặc khi chưa kẹp vật cần đo chiều dài vào thước kẹp mà thước đã cho chiều dài là 0,1mm .v.v. Sai số này có thể khử được bằng cách hiệu chỉnh kết quả (cộng thêm hoặc trừ bớt kết quả với lượng sai số).

- Loại sai số hệ thống mà ta biết được nguyên nhân nhưng không biết được chính xác độ lớn của nó. Sai số này phụ thuộc vào cấp chính xác của dụng cụ đo. Mỗi dụng cụ đo có cấp chính xác nhất định của nó. Ví dụ trên nhiệt kế có ghi 0,5^{o}C, như vậy khi đo nhiệt độ của một vật nào đó mà giả sử nhiệt kế chỉ 20^{o}C thì nhiệt độ chính xác của vật đó sẽ là một giá trị nào đó nằm trong khoảng 19,5^{o}C ÷ 20,5^{o}C.

Cách tính sai số hệ thống:

Trên một số dụng cụ đo có ghi rõ sai số hệ thống tối đa có thể mắc phải, ví dụ trên thước kẹp có ghi 0,05mm thì đó là sai số hệ thống của thước kẹp.

Đối với những dụng cụ mà sai số hệ thống không ghi rõ (trừ các dụng cụ điện), khi đó chúng ta có thể đánh giá sai số hệ thống bằng 1/2 độ chia nhỏ nhất trên dụng cụ đo. Nếu độ chia có giá trị quá nhỏ thì ta lấy 1 độ chia làm sai số hệ thống của thiết bị đo.

Đối với các dụng cụ đo điện (Ampe kế, Volt kế...) thì sai số hệ thống ΔX_h mắc phải khi đo được tính theo công thức:

$\Delta X_h = k.X_m$

k: Cấp chính xác của dụng cụ đo

X_m: Giá trị cực đại trên thang đo của dụng cụ còn gọi là giá trị định mức $X_{đm}$

Sai số này được áp dụng cho toàn bộ thang đo. Nghĩa là khi dùng thang đo đó để đo một đại lượng điện có giá trị lớn hay nhỏ thì đều bị sai số này tác động lên. Do vậy khi sử dụng các dụng cụ đo điện, chúng ta cần thiết chọn tầm đo thích hợp sao cho kim của dụng cụ càng gần với giá trị cực đại của thang đo thì độ chính xác của phép đo càng cao, nếu thấy kim lệch ít ta nên chuyển tầm đo để kim nằm trong khoảng 1/3 thang đo tính từ phải sang.

Sai số ngẫu nhiên:

Sai số của phép đo mắc phải khi ta đã loại trừ nguyên nhân do sai số thô và sai số hệ thống thì được gọi là sai số ngẫu nhiên.

Sai số ngẫu nhiên do nhiều yếu tố gây ra mà ta không thể tách riêng và tính riêng chúng được. Các yếu tố này thường cùng ảnh hưởng đến kết quả, chúng biến đổi bất thường và không theo quy luật.

Chẳng hạn do giác quan của người làm thí nghiệm không tinh, không nhạy dẫn đến không phân biệt đúng chỗ trùng nhau của hai vạch chia trên thước kẹp, hoặc khi tính thời gian đã không bấm đồng hồ đúng lúc thời điểm xảy ra hiện tượng, hoặc do điều kiện thí nghiệm thay đổi một cách ngẫu nhiên ta không thể biết được mà dẫn đến kết quả đo mắc sai số. Ví dụ đo cường độ dòng điện trong mạch điện có điện áp luôn thăng giáng hoặc nhiệt độ, áp suất trong phòng luôn thay đổi mà ta không phát hiện được làm cho kết quả đo bị thăng giáng...

Sai số ngẫu nhiên có độ lớn và chiều thay đổi hỗn loạn, do vậy chúng ta không thể khử chúng khỏi kết quả vì không biết chúng một cách chắc chắn. Muốn loại trừ chúng ta phải sử dụng phương pháp của lý thuyết xác suất thống kê, chỉ có xác suất mới có thể tính được ảnh hưởng của chúng đến kết quả phép đo từ đó có biện pháp giảm nhỏ sai số.

1.7.3 Cách tính và biểu diễn sai số:

Sau khi đã loại trừ sai số thô, trong phép đo một đại lượng nào đó chỉ còn mắc phải sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên. Sai số tổng hợp của phép đo bằng tổng của hai loại sai số trên:

$$\Delta X = \Delta X_h + \Delta X_n$$

Qua nghiên cứu về sai số trong phép đo, người ta nhận thấy rằng:

- Số lần xuất hiện sai số ngẫu nhiên có cùng độ lớn và trái dấu nhau là bằng nhau.

- Số liệu chứa sai số càng lớn thì có số lần xuất hiện càng ít.
- Trị số tuyệt đối của các sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn xác định.
- Giả sử một đại lượng vật lí có giá trị thực là x. Ta thực hiện phép đo đại lượng đó n lần, và tính toán để lấy giá trị trung bình của n lần đo, ta nhận thấy giá trị này gần đúng với giá trị thực x. Bằng chứng minh toán học, người ta cũng khẳng định rằng nếu số lần đo n đủ lớn thì giá trị thực x sẽ gần đúng giá trị trung bình cộng của tất cả các lần đo đó.

Ngoài các sai số trên, để đánh giá sai số của dụng cụ khi đo một đại lượng nào đó người ta còn phân loại như sau:

Sai số tuyệt đối (ΔX): là độ sai lệch giữa trị số đo được (X) và trị số thực (x) của đại lượng cần đo.

$$\Delta X = X - x$$

Khi đó khoảng [X - ΔX, X + ΔX] sẽ bao quanh giá trị chân thực x, nghĩa là:

$(X - \Delta X) \le x \le (X + \Delta X)$

Lúc đó kết quả đo sẽ được viết:

$x = X \pm \Delta X$

Sai số tuyệt đối cho biết độ chính xác của từng phép đo.

Sai số tương đối (ε): là sai số tính theo phần trăm tỷ số giữa sai số tuyệt đối (ΔX) và trị số đo được của đại lượng cần đo (X).

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{X}.100\%$$

Sai số tương đối dùng để đánh giá độ chính xác giữa các phép đo cùng loại. Mỗi trị số sai số tương đối cũng chỉ đặc trưng cho mức độ chính xác của đồng hồ đo ở một điểm đã biết trên thang đo, khi cần đặc trưng cho mức độ chính xác trên toàn thang đo người ta dùng khái niệm sai số quy dẫn.

Sai số quy dẫn (γ): là sai số tính theo phần trăm tỷ số giữa sai số tuyệt đối với giới hạn lớn nhất của thang đo:

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_{max}}.100\%$$

Mỗi dụng cụ đo có một giá trị sai số tuyệt đối cho phép lớn nhất, khi đó sai số quy dẫn cho phép lớn nhất là:

$$\gamma = \frac{\Delta X_{max}}{X_{max}}.100\%$$

Đây cũng chính là cấp chính xác k được dùng để đánh giá tính chính xác của dụng cụ đo. Cấp chính xác k thường gặp là: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4; 5… Như vậy một dụng cụ đo sẽ cho ra kết quả có sai số nhỏ hơn hoặc bằng sai số quy dẫn, nếu vượt quá sai số này thì dụng cụ đo không còn đảm bảo tiêu chuẩn và cần phải được hạ cấp chính xác xuống.

Chẳng hạn khi xác định khối lượng của một quả cầu nhỏ người ta dùng cân và được kết quả sau:

$m_1 = (15,5 \pm 0,3)g$

Nghĩa là khối lượng thực của quả cầu nhỏ được xác định trong giới hạn:

$15,2g \le m_1 \le 15,8g$

Khi xác định khối lượng của quả cầu lớn, người ta được:

$m_2 = (1620 \pm 3)g$

Nghĩa là khối lượng thực của quả cầu lớn được xác định trong giới hạn:

$167g \le m_2 \le 1623g$

Tuy nhiên sai số tuyệt đối chưa đánh giá được mức độ chính xác của dụng cụ đo. Nếu ta lập tỉ lệ giữa sai số tuyệt đối với giá trị đo được của nó và so sánh trong hai trường hợp trên ta thấy:

$$\frac{\Delta m1}{m1} = \frac{0,3}{15,5} = 2\% \qquad \frac{\Delta m2}{m2} = \frac{3}{1620} = 0,2\%$$

Như vậy khối lượng của quả cầu lớn được cân chính xác gấp 10 lần khối lượng của quả cầu nhỏ.

Do vậy để đánh giá được độ chính xác của phép đo, ta cần phải dựa vào cả sai số tuyệt đối và sai số tương đối.

Các bước biểu diễn kết quả tính toán:

$$x = \overline{X} \pm \Delta X$$

- Làm tròn giá trị sai số tuyệt đối ΔX, ta giữ lại một chữ số khác 0 và làm tròn số này lên một đơn vị. Nếu sai số sau khi làm tròn vượt quá 25% sai số ban đầu thì ta giữ lại hai chữ số khác 0.
- Làm tròn giá trị trung bình để sau khi làm tròn thì chữ số nhỏ nhất của nó có bậc lớn hơn hoặc bằng bậc của sai số. Nếu chữ số cần làm tròn nhỏ hơn 5 thì ta có quyền bỏ luôn chữ số đó.
- Ta viết giá trị trung bình dưới dạng chuẩn hóa (chỉ có một chữ số trước dấu phẩy, nhân với cơ số 10 lũy thừa). Cũng làm tương tự cho sai số.
- Biểu diễn kết quả thông qua giá trị trung bình và giá trị sai số.

Ví dụ:

Người ta cần kiểm tra cấp chính xác của một Volt kế, cho biết Volt kế này có giới hạn đo là $U_{đm}$ = 150 [V]. Dùng một Volt kế mẫu có cấp chính xác k = 0,1 và có $U_{đm}$ = 200 [V] để kiểm tra. Khi đo điện áp, Volt kế mẫu chỉ 128 [V] và Volt kế cần kiểm tra chỉ 124,5 [V].

a. Tính sai số tuyệt đối, sai số tương đối của Volt kế kiểm tra tại trị số đã cho?

b. Tìm cấp chính xác của Volt kế cần kiểm tra, cho biết sai số tuyệt đối đã tìm được là sai số tuyệt đối lớn nhất?

Đáp số:

a. $\Delta Ukt = 3,5 \pm 0,2[V]$ $\varepsilon 1 = 2,7\%$ $\varepsilon 2 = 3,0\%$

b. $k = 2,46\%$

Ví dụ 2:

Một Ampe kế có giới hạn đo là $I_{đm}$ = 30 [A] và cấp chính xác k =1,5

a. Tìm sai số tuyệt đối lớn nhất ΔI_{max}?

b. Tìm sai số tương đối khi đồng hồ đo được các giá trị 5 [A], 15 [A]?

c. Hãy xác định giá trị thực của dòng điện cần đo I_D nằm trong giới hạn nào?

Đáp số:

a. $\Delta I_{max} = \pm 0,45$ (A)

b. $\varepsilon_1 = 9\%$; $\varepsilon_1 = 3\%$

c. $4,55 \le I_{D1} \le 5,45$ $14,55 \le I_{D2} \le 15,45$

Câu hỏi ôn tập:

1. Đo lường điện đóng vai trò như thế nào trong hệ thống điều khiển tự động?
2. Hãy phân biệt giữa đại lượng điện và đại lượng không điện? Việc đo lường những đại lượng này có điểm gì khác nhau?
3. Hãy phân biệt giữa phương pháp đo gián tiếp và phương pháp đo trực tiếp?
4. Trình bày ý nghĩa của các thành phần trong sơ đồ tổng quát của hệ thống đo lường?
5. Tại sao các thiết bị đo lường cần được chuẩn hóa trước khi đưa vào sử dụng? Trình bày các cấp chuẩn hóa?
6. Trình bày những nguyên nhân chính gây ra sai số trong phép đo?
7. Sai số thô là gì? Làm thế nào để hạn chế sai số thô trong phép đo?
8. Trình bày sai số hệ thống và cách tính sai số hệ thống?
9. So sánh giữa sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống?
10. Thế nào là sai số tuyệt đối, sai số tương đối, sai số quy dẫn? Cấp chính xác k của dụng cụ đo là gì?

TaiLieu.vn

(Trang trắng)

TaiLieu.vn

Chương 2: CƠ CẤU CHỈ THỊ

2.1 Cơ cấu từ điện
2.1.1 Kí hiệu
2.1.2 Cấu tạo
2.1.3 Nguyên lí hoạt động và phương trình đặc tính thang đo
2.1.4 Đặc điểm của cơ cấu từ điện
2.2 Cơ cấu điện từ
2.2.1 Kí hiệu
2.2.2 Cấu tạo
2.2.3 Nguyên lí hoạt động và phương trình đặc tính thang đo
2.2.4 Đặc điểm của cơ cấu điện từ
2.3 Cơ cấu điện động
2.3.1 Kí hiệu
2.3.2 Cấu tạo
2.3.3 Nguyên lí hoạt động và phương trình đặc tính thang đo
2.3.4 Đặc điểm của cơ cấu điện động
2.4 Cơ cấu cảm ứng
2.4.1 Kí hiệu
2.4.2 Cấu tạo
2.4.3 Nguyên lí hoạt động và phương trình đặc tính thang đo
2.4.4 Đặc điểm của cơ cấu cảm ứng
2.5 Cơ cấu tĩnh điện
2.5.1 Kí hiệu
2.5.2 Cấu tạo
2.5.3 Nguyên lí hoạt động
2.5.4 Đặc điểm của cơ cấu tĩnh điện
2.6 Cơ cấu điện tử
2.6.1 Cơ cấu điện tử chỉ thị bằng diode phát quang (LED)
2.6.2 Cơ cấu điện tử chỉ thị bằng tinh thể lỏng (LCD)
2.6.3 Cơ cấu điện tử chỉ thị bằng ống tia âm cực (CRT)

(Trang trắng)

TaiLieu.vn

Chương 2: CƠ CẤU CHỈ THỊ

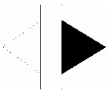
Dụng cụ đo điện là một hệ thống hoàn chỉnh được tạo thành bởi sự kết hợp các bộ phận khác nhau nhằm thực hiện quá trình đo một hoặc nhiều đại lượng điện trong đó cơ cấu chỉ thị là bộ phận chính có nhiệm vụ chuyển đổi đại lượng điện cần đo thành tín hiệu để quan sát.

2.1 Cơ cấu từ điện

2.1.1 Kí hiệu:

Cơ cấu đo kiểu từ điện, khung dây ở phần động

Cơ cấu đo kiểu từ điện, khung dây ở phần động, dùng chỉnh lưu bán dẫn



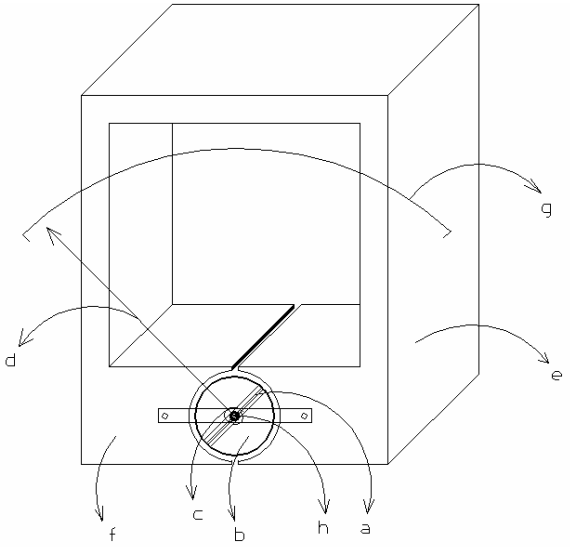
Cơ cấu đo kiểu từ điện, nam châm ở phần động

2.1.2 Cấu tạo:

Cơ cấu đo kiểu từ điện có hai phần chính là phần động và phần tĩnh

Phần động:
a. Khung dây
b. Lõi sắt non
c. Lò xo xoắn ốc
d. Kim chỉ thị

Phần tĩnh:
e. Mạch từ
f. Nam châm vĩnh cửu
g. Thang đo
h. Nút điều chỉnh zero



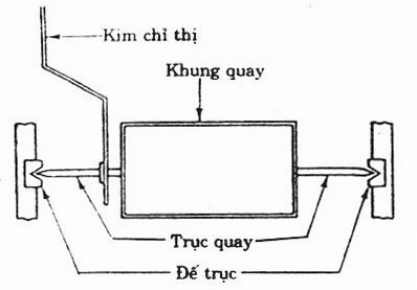
- Khung dây:

Gồm nhiều vòng dây làm bằng đồng cùng quấn trên một khuôn nhôm hình chữ nhật. Dây đồng có tiết diện nhỏ khoảng (0,02 ÷ 0,05)mm có phủ cách điện bên ngoài. Khung dây gắn với hai bán trục, đầu bán trục được chế tạo từ vật liệu rất cứng (thép vonfram). Đầu trục được đặt trên ổ đỡ có dạng côn lõm (góc đỉnh ≈ 80^o), bề mặt ổ đỡ được phủ một lớp màng đá cứng thường gọi là chân kính làm từ vật liệu SiO_2. Khung dây chuyển động trong khe hở không khí nhờ lực tương tác giữa từ trường của khung dây (khi có dòng điện chạy qua) và từ trường của nam châm vĩnh cửu. Toàn bộ khối

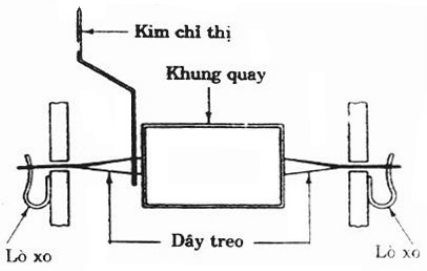
lượng khung càng nhỏ càng tốt để moment quán tính không ảnh hưởng nhiều đến chuyển động quay của khung quanh hai bán trục

Loại cơ cấu từ điện có phần quay là khung dây được dùng nhiều trong đồng hồ đo vạn năng. Loại cơ cấu từ điện có phần quay là nam châm vĩnh cửu được dùng nhiều trong các đồng hồ chỉ thị loại nhỏ trong ô tô, máy bay, máy kéo...

Trong các đồng hồ đo thật nhạy, người ta dùng dây căng hoặc dây treo thay cho bán trục và lò xo xoắn ốc. Khi sử dụng dây treo, ma sát giữa bán trục và chân kính bị loại bỏ từ đó độ chính xác của dụng cụ đo được cải thiện đáng kể. Dây treo có nhiệm vụ treo lơ lửng khung dây thay cho ổ đỡ đồng thời đưa điện vào hai đầu khung. Dây treo được kết hợp với lò xo xoắn để tạo moment cản.



Khung dây loại trục quay



Khung dây loại dây treo

- Lõi sắt non:

Có hình trụ tròn được đặt giữa hai cực của nam châm vĩnh cửu sao cho khe hở không khí giữa chúng đủ nhỏ và cách đều các cực từ. Nhờ lõi sắt non mà từ trở giữa các cực từ được giảm nhỏ và do đó làm tăng mật độ từ thông qua khe hở không khí.

Với lõi sắt non hình trụ tròn, từ trường qua khe hở không khí là từ trường hướng tâm đều (khoảng 0,2 đến 0,5T). Từ trường có dạng hướng tâm giúp cho lực tác dụng luôn vuông góc với cạnh của khung dây.

- Lò xo xoắn ốc:

Hai đầu khung dây có hai lò xo xoắn với chiều ngược nhau, một đầu lò xo gắn vào bán trục của khung dây, đầu kia gắn cố định. Lò xo xoắn ốc có nhiệm vụ chủ yếu là tạo ra moment cản M_c cân bằng với lực điện từ, ngoài ra nó được dùng để dẫn dòng điện vào và ra khung dây.

- Kim chỉ thị:

Được gắn liền với khung quay để có thể dịch chuyển theo khung, vị trí kim sẽ chỉ giá trị tương ứng trên mặt thang đo. Kim thường làm bằng nhôm mỏng uốn hình ống, đuôi kim có gắn đối trọng để trọng tâm của kim nằm trên trục quay, điều này giúp giữ thăng bằng cho phần động. Đầu kim dẹt và có chiều dày ≤ chiều dày nét vạch trên thang chia độ. Những dụng cụ đo có cấp chính xác thấp (1,5 ÷ 2,5) có kim chỉ thị làm bằng nhôm mỏng có đường gân ở giữa, còn trong những dụng cụ có cấp chính xác cao hơn có kim hình lưỡi dao rất mảnh, đôi khi kim được làm bằng thủy tinh mà đầu kim là sợi kim loại nhỏ.

Các loại dụng cụ đo có cấp chính xác cực cao thì thường dùng chỉ thị bằng quang học vì điều kiện sản xuất cơ khí không cho phép chế tạo kim thật nhẹ, thẳng và dài như yêu cầu đặt ra. Trong chỉ thị quang học, trục quay của bộ phận động có gắn một gương nhỏ, một nguồn sáng mạnh luôn rọi vào gương và phản chiếu trên thang chia độ. Do khoảng cách từ gương quay đến thang chia độ khá lớn nên khi gương quay một góc nhỏ cũng làm vệt sáng trên thang chia độ di chuyển một khoảng cách lớn.