

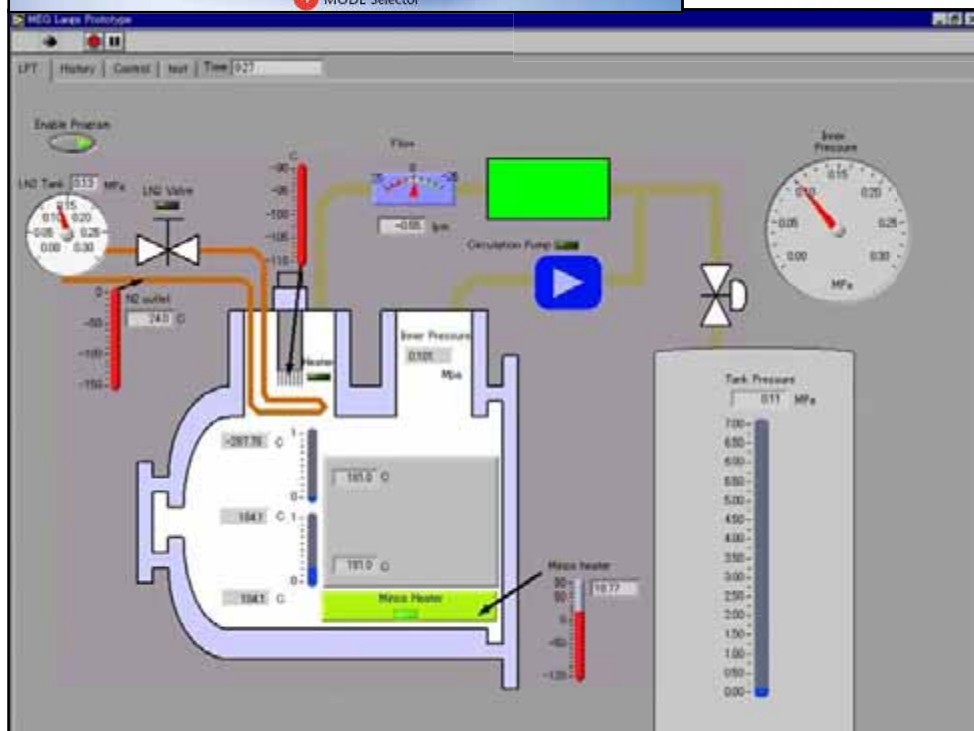
UBND TỈNH BÌNH ĐỊNH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ QUY NHƠN
KHOA ĐIỆN
BỘ MÔN CUNG CẤP ĐIỆN

GIÁO TRÌNH

ĐO

LƯỜNG

ĐIỆN



TP. QUY NHƠN – 2009

(LƯU HÀNH NỘI BỘ)

CHƯƠNG I

ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN

Giới thiệu:

Đo lường là sự so sánh đại lượng chưa biết (đại lượng đo) với đại lượng đã được chuẩn hóa (đại lượng mẫu hoặc đại lượng chuẩn).

Như vậy công việc đo lường là nối thiết bị đo vào hệ thống được khảo sát và quan sát kết quả đo được các đại lượng cần thiết trên thiết bị đo. Trong thực tế rất khó xác định “trị số thực” của đại lượng đo. Vì vậy, trị số đo được cho bởi thiết bị đo gọi là trị số tin cậy được (expected value).

Bất kỳ đại lượng đo nào cũng bị ảnh hưởng bởi nhiều thông số. Do đó, kết quả đo ít khi phản ánh đúng trị số tin cậy được. Cho nên có nhiều hệ số ảnh hưởng trong đo lường liên quan đến thiết bị đo. Ngoài ra, có những hệ số khác liên quan đến con người sử dụng thiết bị đo. Như vậy, độ chính xác của thiết bị đo được diễn tả dưới hình thức sai số.

1.1 Khái niệm về đo lường điện:

Trong thực tế cuộc sống quá trình cân đo đong đếm diễn ra liên tục với mọi đối tượng, việc cân đo đong đếm này vô cùng cần thiết và quan trọng. Với một đối tượng cụ thể nào đó quá trình này diễn ra theo từng đặc trưng của chủng loại đó, và với một đơn vị đã được định trước.

Trong lĩnh vực kỹ thuật đo lường không chỉ thông báo trị số của đại lượng cần đo mà còn làm nhiệm vụ kiểm tra, điều khiển và xử lý thông tin.

Đối với ngành điện việc đo lường các thông số của mạch điện là vô cùng quan trọng. Nó cần thiết cho quá trình thiết kế lắp đặt, kiểm tra vận hành cũng như dò tìm hư hỏng trong mạch điện.

1.1.1. Đo lường là quá trình so sánh đại lượng chưa biết với đại lượng đã biết cùng loại được chọn làm mẫu (mẫu này được gọi là đơn vị).

1.1.2. Số đo là kết quả của quá trình đo, kết quả này được thể hiện bằng một con số cụ thể.

1.1.3. Dụng cụ đo và mẫu đo:

a. Dụng cụ đo:

Các dụng cụ thực hiện việc đo được gọi là dụng cụ đo như: dụng cụ đo dòng điện (Ampemét), dụng cụ đo điện áp (Vônmet) dụng cụ đo công suất (Oátmet) v.v...

b. Mẫu đo: là dụng cụ dùng để khôi phục một đại lượng vật lý nhất định có trị số cho trước, mẫu đo được chia làm 2 loại sau:

- Loại làm mẫu: dùng để kiểm tra các mẫu đo và dụng cụ đo khác, loại này được chế tạo và sử dụng theo tiêu chuẩn kỹ thuật, đảm bảo làm việc chính xác cao.

- Loại công tác: được sử dụng đo lường trong thực tế, loại này gồm 2 nhóm sau:

- ☐ Mẫu đo và dụng cụ đo thí nghiệm.
- ☐ Mẫu đo và dụng cụ đo dùng trong sản xuất.

1.1.4. Các phương pháp đo được chia làm 2 loại

a. Phương pháp đo trực tiếp: là phương pháp đo mà đại lượng cần đo được so sánh trực tiếp với mẫu đo.

Phương pháp này được chia thành 2 cách đo:

- Phương pháp đo đọc số thẳng.

- Phương pháp đo so sánh là phương pháp mà đại lượng cần đo được so sánh với mẫu đo cùng loại đã biết trị số.

Ví dụ:

Dùng cầu đo điện để đo điện trở, dùng cầu đo để đo điện dung v.v...

b. Phương pháp đo gián tiếp: là phương pháp đo trong đó đại lượng cần đo sẽ được tính ra từ kết quả đo các đại lượng khác có liên quan.

Ví dụ:

Muốn đo điện áp nhưng ta không có Vônmet, ta đo điện áp bằng cách:

- Dùng Ômmét đo điện trở của mạch.
- Dùng Ampemét đo dòng điện đi qua mạch.

Sau đó áp dụng các công thức hoặc các định luật đã biết để tính ra trị số điện áp cần đo.

1.2. Sai số và tính sai số:

1.2.1. Sai số:

Khi đo, số chỉ của dụng cụ đo cũng như kết quả tính toán luôn có sự sai lệch với giá trị thực của đại lượng cần đo. Lượng sai lệch này gọi là sai số.

Sai số gồm 2 loại:

+ *Sai số hệ thống*: là sai số cơ bản mà giá trị của nó luôn không đổi hoặc thay đổi có quy luật. Sai số này về nguyên tắc có thể loại trừ được.

Nguyên nhân:

Do quá trình chế tạo dụng cụ đo như ma sát, khắc vạch trên thang đo v.v...

+ *Sai số ngẫu nhiên*: là sai số mà giá trị của nó thay đổi rất ngẫu nhiên do sự thay đổi của môi trường bên ngoài (người sử dụng, nhiệt độ môi trường thay đổi, chịu ảnh hưởng của điện trường, từ trường, độ ẩm, áp suất v.v...).

Nguyên nhân:

- Do người đo nhìn lệch, nhìn nghiêng, đọc sai v.v...

- Dùng công thức tính toán không thích hợp, dùng công thức gần đúng trong tính toán. Nhiệt độ môi trường thay đổi, chịu ảnh hưởng của điện trường, từ trường, độ ẩm, áp suất v.v..).

1.2.2. Phương pháp hạn chế sai số:

Để hạn chế sai số trong từng trường hợp, có các phương pháp sau:

+ Đối với sai số hệ thống: tiến hành đo nhiều lần và lấy giá trị trung bình của chúng.

+ Đối với sai số ngẫu nhiên: người sử dụng cụ đo phải cẩn thận, vị trí đặt mắt phải vuông góc với mặt độ số của dụng cụ, tính toán phải chính xác, sử dụng công thức phải thích hợp, điều kiện sử dụng phải phù hợp với điều kiện tiêu chuẩn.

1.2.3. Cách tính sai số:

Gọi: A : kết quả đo được.

A_1 : giá trị thực của đại lượng cần đo.

Tính sai số như sau:

+ Sai số tuyệt đối:

$$\Delta A = |A_1 - A| \quad (1.1)$$

ΔA gọi là sai số tuyệt đối của phép đo

+ Sai số tương đối:

$$\Delta A = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\% \quad \text{hoặc} \quad \Delta A = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100\% \quad (1.2)$$

Phép đo có ΔA càng nhỏ thì càng chính xác.

+ Sai số qui đổi γ_{qd}

$$\gamma_{qd} = \frac{\Delta A}{A_{dm}} \cdot 100\% = \frac{|A_1 - A|}{A_{dm}} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

A_{dm} : giới hạn đo của dụng cụ đo (giá trị lớn nhất của thang đo)

Quan hệ giữa sai số tương đối và sai số qui đổi:

$$\gamma_{qd} = \frac{\Delta A}{A_{dm}} \cdot 100\% = \frac{\Delta A}{A} \cdot \frac{A}{A_{dm}} = \Delta A \cdot K_d \quad (1.4)$$

$K_d = \frac{A}{A_{dm}}$ là hệ số sử dụng thang đo ($K_d \leq 1$)

Nếu K_d càng gần bằng 1 thì đại lượng đo gần bằng giới hạn đo, ΔA càng bé thì phép đo càng chính xác. Thông thường phép đo càng chính xác khi $K_d \geq 1/2$.

Ví dụ: Một dòng điện có giá trị thực là 5A. Dùng Ampemét có giới hạn đo 10A để đo dòng điện này. Kết quả đo được 4,95 A.

Tính sai số tuyệt đối, sai số tương đối, sai số qui đổi.

Giải:

+ Sai số tuyệt đối:

$$\Delta A = |A_1 - A| = 5 - 4,95 = 0,05 \text{ A}$$

+ Sai số tương đối:

$$\Delta A = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\% \quad \text{hoặc} \quad \Delta A = \frac{\Delta A}{A_1} \cdot 100\% = \frac{0,05}{5} \cdot 100\% = 1\%$$

+ Sai số qui đổi:

$$\gamma_{qd} = \frac{\Delta A}{A_{dm}} \cdot 100\% = \frac{0,05}{10} \cdot 100\% = 0,5\%$$

1.3. Biểu diễn số đo:

Kết quả đo được biểu diễn dưới dạng:

$$A = \frac{X}{X_0} \quad \text{và ta có} \quad X = A \cdot X_0 \quad (1.5)$$

Trong đó: X là đại lượng đo

X_0 là đơn vị đo

Ví dụ: $I = 5 \text{ A}$ thì Đại lượng đo là: dòng điện (I)

Đơn vị đo là: Ampe (A)

Con số kết quả đo là: 5

1.4. Hệ đơn vị đo:

1.4.1. Giới thiệu hệ SI (Système International d'Unités): hệ thống đơn vị đo lường thông dụng nhất, hệ thống này qui định các đơn vị cơ bản cho các đại lượng sau:

- Độ dài: tính bằng mét (m)
- Khối lượng: tính bằng kilôgam (kg)
- Thời gian: tính bằng giây (s)
- Dòng điện: tính bằng Ampe (A)

1.4.2. Bội và ước số của đơn vị cơ bản:

Bội số:		Ước số:	
+ Tera (T):	10^{12}	+ Mili (m):	10^{-3}
+ Giga (G):	10^9	+ Micro (μ):	10^{-6}
+ Mega (M):	10^6	+ Nano (n):	10^{-9}
+ Kilo (K):	10^3	+ Pico (p):	10^{-12}

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP:**A. Câu hỏi trắc nghiệm**

+ Đọc kỹ các câu hỏi chọn và tô đen ý trả lời đúng nhất vào các ô ở các cột tương ứng.

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1.1.	Giá trị bằng hiệu số giữa giá trị đúng của đại lượng cần đo và giá trị đo được trên mặt đồng hồ đo được gọi là: a. Sai số phụ; b. Sai số cơ bản; c. Sai số tuyệt đối; d. Sai số tương đối.	#đ	#đ	#đ	#đ
1.2.	Tỷ lệ giữa sai số tuyệt đối và giá trị thực cần đo (tính theo %) được gọi là: a. Sai số tương đối; b. Sai số phụ; c. Sai số cơ bản; d. Tỷ lệ phần trăm của sai số tuyệt đối.	#đ	#đ	#đ	#đ
1.3	Khi đo điện áp xoay chiều 220V với dụng cụ đo có sai số tương đối 1,5% thì sai số tuyệt đối lớn nhất có thể có với dụng cụ là: a. 10V; b. 2,2V; c. 3,3V; d. 1,1V.	#đ	#đ	#đ	#đ

B. Bài tập:

1.4. Nêu các định nghĩa về đo lường.

1.5. Phương pháp đo là gì? Có mấy phương pháp đo?

1.6. Đơn vị đo là gì? Thế nào gọi là đơn vị tiêu chuẩn?

1.7. Dụng cụ đo là gì?

1.8. Sai số là gì? Có mấy loại sai số? Phương pháp hạn chế sai số? Cách tính sai số?

CHƯƠNG II

MỘT SỐ CƠ CẤU ĐO CHỈ THỊ KIM

Giới thiệu:

Hiện nay khoa học kỹ thuật rất phát triển. Người ta đã chế tạo ra được nhiều thiết bị đo lường điện tử chỉ thị kết quả đo bằng hiện số có độ chính xác cao. Tuy nhiên các thiết bị đo lường sử dụng cơ cấu chỉ thị kết quả đo bằng kim vẫn được sử dụng rất phổ biến trong các xí nghiệp, trường học cũng như trong các phòng thí nghiệm vì tính ưu việt của nó. Các thiết bị đo lường sử dụng cơ cấu đo chỉ thị kim được dùng nhiều nhất là Vôn mét và Ampe mét, hơn thế nữa, các cơ cấu này thao tác sử dụng đơn giản và giá thành cũng rẻ hơn rất nhiều so với các thiết bị đo lường chỉ thị kết quả đo lường bằng hiện số. Vì vậy người công nhân cần hiểu rõ cấu tạo, nguyên lý hoạt động cũng như sử dụng thành thạo các cơ cấu đo chỉ thị kim.

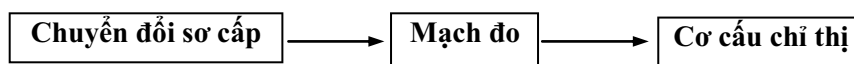
2.1. Nguyên tắc chung của các loại máy đo chỉ thị kim:

Hiện nay ta chỉ học các cơ cấu chỉ thị kết quả đo bằng kim, còn các cơ cấu chỉ thị kết quả đo bằng số được đề cập trong phần thiết bị đo lường chỉ thị số.

Đối với các cơ cấu chỉ thị kim khi thực hiện một phép đo luôn tuân theo trình tự sau:

Tín hiệu của đại lượng cần đo được đưa vào mạch đo và được biến đổi thành đại lượng điện, đại lượng điện này được đưa vào cơ cấu đo và kết quả đo được đưa ra khỏi chỉ thị sơ đồ được hình thành:

2.1.1. Sơ đồ khối:



Hình 2.1. Sơ đồ khối của cơ cấu đo

□ Chuyển đổi sơ cấp làm nhiệm vụ biến đổi các đại đo thành tín hiệu điện. Đó là khâu quan trọng nhất của thiết bị đo.

□ Mạch đo là khâu gia công thông tin đo sau chuyển đổi sơ cấp, làm nhiệm vụ tính toán và thực hiện trên sơ đồ mạch. Mạch đo thường là mạch điện tử vì xử lý để nâng cao đặc tính của dụng cụ đo.

□ Cơ cấu chỉ thị đo là khâu cuối cùng của dụng cụ thể hiện kết quả đo dưới dạng con số với đơn vị.

Có 3 cách thể hiện kết quả đo:

- + Chỉ thị bằng kim.
- + Chỉ thị bằng thiết bị tự ghi.
- + Chỉ thị dưới dạng con số.

Như vậy cơ cấu đo bao gồm có phần tĩnh và phần động:

- ☐ Phần tĩnh: có nhiệm vụ biến đổi điện năng đưa vào thành cơ năng tác dụng lên phần động.
- ☐ Phần động: gắn liền với kim, góc quay của kim xác định trị số của đại lượng được đưa vào cơ cấu đo.
- ☐ Khôi chỉ thị.

2.1.2. Nguyên lý:

Với các loại máy đo chỉ thị kim nêu trên tuy về cấu trúc có khác nhau nhưng chúng có chung một nguyên tắc sau:

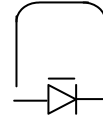
Khi dòng điện chạy trong từ trường sẽ sinh ra một lực điện từ, lực này sẽ sinh ra một mômen quay làm quay kim chỉ thị một góc α , góc quay α của kim luôn tỷ lệ với đại lượng cần đo ban đầu nên người ta sẽ đo góc lệch này để biết giá trị của đại lượng cần đo.

2.2. Cơ cấu đo kiểu từ điện:

2.2.1. Ký hiệu:

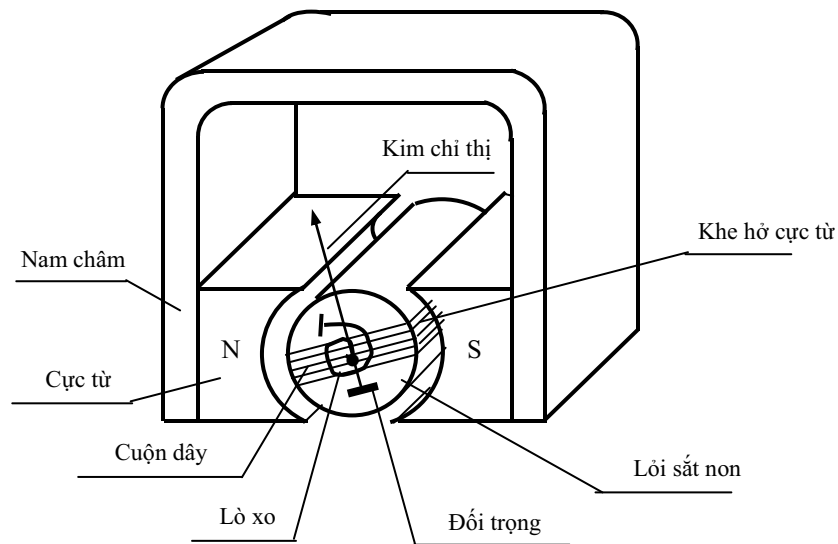


Hình 2.2a: Ký hiệu cơ cấu từ điện



Hình 2.2b: Ký hiệu cơ cấu từ điện

2.2.2. Sơ đồ cấu tạo:



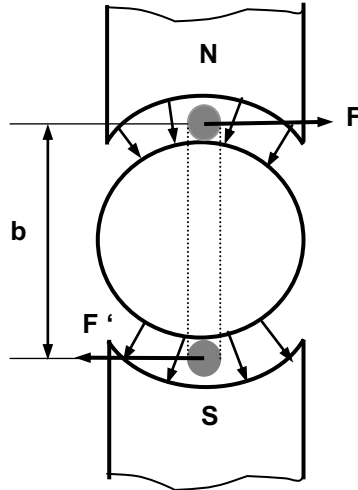
Hình 2.3: Sơ đồ cấu tạo cơ cấu đo kiểu từ

+ Khung quay: khung quay bằng nhôm hình chữ nhật, trên khung có quấn dây đồng bọc vecni. Toàn bộ khối lượng khung quay phải càng nhỏ càng tốt để sao cho mômen quán tính càng nhỏ càng tốt. Toàn bộ khung quay được đặt trên trục quay hoặc treo bởi dây treo.

+ Nam châm vĩnh cửu: khung quay được đặt giữa hai cực từ N-S của nam châm vĩnh cửu.

- + Lõi sắt non hình trụ nằm trong khung quay tương đối đều.
- + Kim chỉ thị được gắn chặt trên trục quay hoặc dây treo. Phía sau kim chỉ thị có mang đối trọng để sao cho trọng tâm của kim chỉ thị nằm trên trục quay hoặc dây treo.
- + Lò xo đối kháng (kiểm soát) hoặc dây treo có nhiệm vụ kéo kim chỉ thị về vị trí ban đầu điểm 0) và kiểm soát sự quay của kim chỉ thị.

2.2.3. Sơ đồ nguyên lý:



Hình 2.4: Sơ đồ nguyên lý

2.2.4. Nguyên lý hoạt động: Khi có dòng điện cần đo I đi vào cuộn dây trên khung quay sẽ tác dụng với từ trường ở khe hở tạo ra lực điện từ F :

$$F = N.B.I.L \quad (2.1)$$

Trong đó: N : số vòng dây quấn của cuộn dây.

B : mật độ từ thông xuyên qua khung dây.

L : chiều dài của khung dây.

I : cường độ dòng điện.

Lực điện từ này sẽ sinh ra một mômen quay M_q :

$$M_q = 2F \frac{b}{2} = NBILb \quad (2.2)$$

Trong đó: b là bề rộng của khung dây

và $L.b = S$ là diện tích của khung dây.

$$\text{Nên: } M_q = N.B.S.I \quad (2.3)$$

Mômen quay này làm phần động mang kim đo quay đi một góc α nào đó và lò xo đối kháng bị xoắn lại tạo ra mômen đối kháng $M_{đk}$ tỷ lệ với góc quay α .

$$M_{đk} = K.\alpha \quad (K \text{ là độ cứng của lò xo})$$

Kim của cơ cấu sẽ đứng lại khi hai mômen trên bằng nhau.

$$M_q = M_{đk} \Leftrightarrow N.B.S.I = K.\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{BSN}{K}.I \quad (2.4)$$

$$\frac{BSN}{K} = C = const$$

$$\text{Đặt } C = const \quad \Leftrightarrow \quad \alpha = C.I \quad (2.5)$$

C gọi là độ nhạy của cơ cấu đo từ điện (A/mm). Cho biết dòng điện cần thiết chạy qua cơ cấu đo để kim đo lệch được 1mm hay 1 vạch.

Kết luận: qua biểu thức trên ta thấy rằng góc quay α của kim đo tỷ lệ với dòng điện cần đo và độ nhạy của cơ cấu đo, dòng điện và độ nhạy càng lớn thì góc quay càng lớn.

Từ góc α của kim ta suy ra giá trị của đại lượng cần đo.

2.2.5. Đặc điểm và ứng dụng:

a. Đặc điểm:

- Độ nhạy cao nên có thể đo được các dòng điện một chiều rất nhỏ (từ 10^{-12} ÷ 10^{-14}).
- Tiêu thụ năng lượng điện ít nên độ chính xác rất cao.
- Chỉ đo được dòng và áp một chiều.
- Khả năng quá tải kém vì khung dây quay nên chỉ quấn được dây cỡ nhỏ.
- Chế tạo khó khăn, giá thành đắt.

* Muốn đo được các đại lượng xoay chiều phải qua cơ cấu nắn dòng.

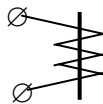
b. Ứng dụng:

Sản xuất các dụng cụ đo:

- Đo dòng điện: miliAmpemét, Ampemét.
- Đo điện áp: miliVôn mét, Vôn mét.
- Đo điện trở: ômmét.

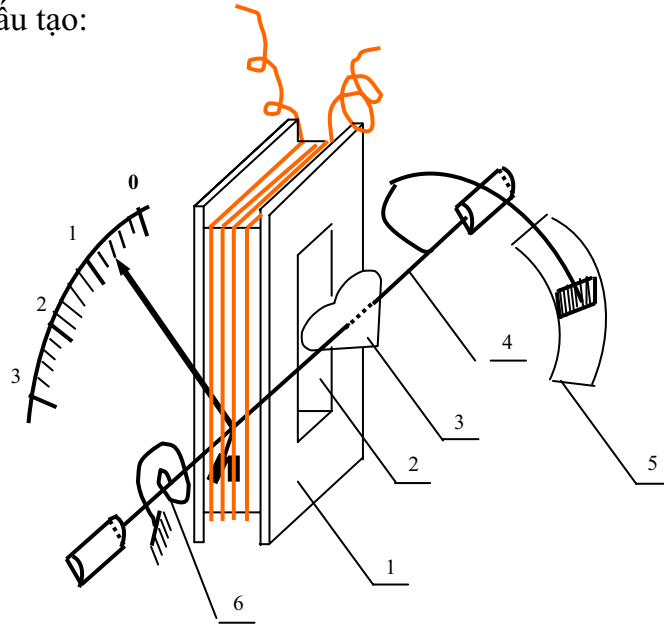
2.3. Cơ cấu đo kiểu điện từ:

2.3.1. Ký hiệu:



Hình 2.5: ký hiệu cơ cấu đo điện từ

2.3.2. Sơ đồ cấu tạo:



Hình 2.6: Cơ cấu đo kiểu điện từ

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Cuộn dây phân tử. | 4. Trục quay. |
| 2. Rãnh hẹp. | 5. Bộ cân đọi kiểu không khí |
| 3. Phiến thép | 6. Lò xo đối kháng. |

a. Phần tĩnh: gồm cuộn dây phân tử (tròn hoặc phẳng), không có lõi thép.

b. Phần động: gồm lá thép non hình bán nguyệt gắn lệch tâm trên trục. Trên trục còn có lò xo đối kháng, kim và bộ phận cân đọi kiểu không khí.

2.3.3. Nguyên lý hoạt động:

Khi có dòng điện cần đo I đi vào cuộn dây phân tử thì nó sẽ trở thành một nam châm điện và phiến thép (3) sẽ bị hút vào rãnh (2). Lực hút này tạo ra một mômen quay trục.

$$M_q = K_1 I^2 \quad (2.6)$$

Dưới tác dụng của M_q kim sẽ quay một góc α . Lò xo so (6) sẽ bị xoắn do đó sinh ra mômen đối kháng tỷ lệ với góc quay α .

$$M_{dk} = K_2 \cdot \alpha \quad (2.7)$$

Kim sẽ ngưng quay khi 2 mômen trên cân bằng, nghĩa là:

$$K_1 I^2 = K_2 \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{K_1}{K_2} I^2 \quad (2.8)$$

Thực ra ở vị trí cân bằng kim chưa dừng lại ngay mà dao động qua lại xung quanh vị trí đó nhưng nhờ có bộ cân đọi bằng không khí sẽ dập tắt quá trình dao động này.

2.3.4. Đặc điểm và ứng dụng:

a. Đặc điểm:

- Cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, giá thành rẻ.
- Đo được điện một chiều và xoay chiều.

- Khả năng quá tải tốt vì có thể chế tạo cuộn dây phân tĩnh với tiết diện dây lớn.
- Do cuộn dây có lõi là không khí nên từ trường yếu, vì vậy độ nhạy kém và chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài.

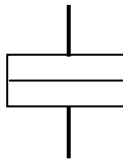
- Cấp chính xác thấp.
- Thang chia không đều.

b. Ứng dụng:

- Chế tạo các dụng cụ đo thông dụng Vônmet, Ampemét đo AC.
- Dùng trong sản xuất và phòng thí nghiệm

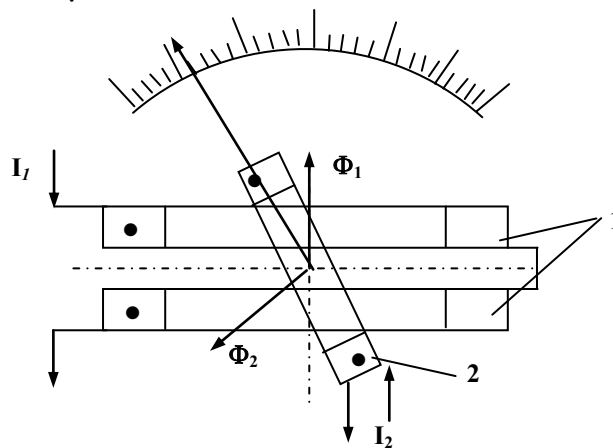
2.4. Cơ cấu đo kiểu điện động:

2.4.1. Ký hiệu:



Hình 2.7: Ký hiệu cơ cấu đo điện động

2.4.2. Sơ đồ cấu tạo:



Hình 2.8: Ký hiệu cơ cấu đo điện động

1- Cuộn dây tĩnh.

2- Cuộn dây động.

I_1 - Dòng điện chạy trong cuộn dây 1

Cơ cấu đo điện động (Hình 2.8) gồm có cuộn dây phân tĩnh 1, được chia thành 2 phần nối tiếp nhau để tạo ra từ trường đều khi có dòng điện chạy qua. Phần động là

khung dây 2 đặt trong cuộn dây tĩnh và gắn trên trục quay. Hình dáng cuộn dây có thể tròn hoặc vuông. Cả phần động và phần tĩnh được bọc kín bằng màn chắn từ để tránh ảnh hưởng của từ trường ngoài đến sự làm việc của cơ cấu đo.

2.4.3. Nguyên lý hoạt động:

Khi có dòng điện I_1, I_2 (DC hoặc AC) đi vào cuộn dây di động và cố định sẽ tạo ra mômen quay:

$$M_q = k_q I_1 I_2 \quad (\text{dòng điện DC})$$

$$\text{Hoặc } M_q = k_q \left(\frac{1}{T} \int_0^T i_1 i_2 dt \right) \quad (\text{dòng điện AC})$$

Vậy góc quay:

$$\alpha = \frac{k_q}{k_c} I_1 I_2$$

$$\text{hoặc } \alpha = \frac{k_q}{k_c} \left(\frac{1}{T} \int_0^T i_1 i_2 dt \right) \quad K_c \text{ là hằng số xoắn của lò xo}$$

$$\text{Nếu } \frac{k_q}{k_c} = \text{const} \text{ thì thang đo tuyến tính theo } I_1, I_2$$

2.4.4. Đặc điểm và ứng dụng:

Cơ cấu đo điện động có thể dùng trong mạch một chiều và xoay chiều, thang đo không đều, có thể dùng để chế tạo Vônmet, Ampemét và Oátmet có độ chính xác cao, với cấp chính xác 0,1 ÷ 0,2. Nhược điểm là tiêu thụ công suất lớn.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP:

A. CÂU HỎI CÙNG CỐ BÀI:

+ Đọc kỹ các câu hỏi, chọn câu trả lời đúng nhất và tô đen ô đã chọn vào cột tương ứng.

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
2.1.	Cơ cấu đo từ điện đo được các đại lượng: a. Điện một chiều; b. Điện xoay chiều; c. Điện xoay chiều mọi tần số; d. Cả một chiều lẫn xoay chiều.	#ð	#ð	#ð	#ð
2.2.	Cơ cấu đo từ điện thang đo được chia: a. Đều (tuyến tính); b. Tỷ lệ theo hàm logarit;	#ð	#ð	#ð	#ð

	c. Tỷ lệ bậc 2; d. Tỷ lệ theo hàm mũ.				
2.3	Đặc điểm chính của 3 loại cơ cấu đo: kiểu điện từ; kiểu điện động và kiểu từ điện là: a. Kiểu điện từ: Phép đo chính xác và độ nhạy cao; b. Kiểu điện động: Phép đo chính xác và độ nhạy cao; c. Kiểu từ điện: Phép đo chính xác và độ nhạy cao; d. Ba kiểu là như nhau, không khác biệt.	#đ	#đ	#đ	#đ
2.4	Để mở rộng giới hạn đo cho cơ cấu đo điện từ để đo điện áp xoay chiều trên 1000V, phải dùng: a. Điện trở phụ mắc nối tiếp; b. Điện trở phụ mắc song song; c. Biến áp đo lường; d. Biến dòng đo lường.	#đ	#đ	#đ	#đ
2.5	Khi đo điện trở; Góc quay của kim càng lớn thì kết luận: a. Điện trở rất lớn; b. Điện trở càng lớn; c. Điện trở càng nhỏ; d. Tùy loại máy đo.	#đ	#đ	#đ	#đ
2.6	Khi đo điện trở bằng máy đo chỉ thị kim. Trị số phải được đọc trị từ: a. Phải qua trái; b. Trái qua phải; c. Giữa ra 2 biên; d. Tại vị trí kim dừng lại	#đ	#đ	#đ	#đ

	.				
2.7	Khi đo dòng điện hoặc điện áp; Góc quay của kim càng lớn thì kết luận: - Trị số càng nhỏ; - Trị số nhỏ rất; - Trị số càng lớn; - Tuỳ loại.	#õ	#õ	#õ	#õ
2.8	Khi đo dòng điện hoặc điện áp bằng máy đo chỉ thị kim. Trị số phải được đọc trị từ: - Phải qua trái; - Trái qua phải; - Giữa ra 2 biên; - Tại vị trí kim dừng lại.	#õ	#õ	#õ	#õ

B. Câu hỏi

- Nêu nguyên lý làm việc của máy đo chỉ thị kim và các chi tiết chung của máy đo chỉ thị kim.
- Nêu cấu tạo, nguyên lý hoạt động và đặc điểm, ứng dụng của các chỉ các cơ cấu đo từ điện, điện từ, điện động.

THỰC HÀNH QUAN SÁT, NHẬN BIẾT VỀ CẤU TẠO VÀ ĐẶC ĐIỂM CỦA CÁC CƠ CẤU ĐO (THỰC HÀNH TẠI LỚP)

- Cho học sinh quan sát và nhận biết t một số cơ cấu đo thường dùng yêu cầu :
 - Viết tên các cơ cấu đo.
 - Nêu công dụng và nguyên lý làm việc của các loại cơ cấu đo đã được quan sát.
 - + Nêu những điểm giống và khác nhau của các cơ cấu đo đã được quan sát..
 - + Nêu ứng dụng của các cơ cấu đo đó vào các loại dụng cụ đo
 - Phân loại các cơ cấu đo đã được quan sát theo từng nhóm:
 - + Nhóm cơ cấu đo điện động.
 - + Nhóm cơ cấu đo từ điện
 - + Nhóm cơ cấu đo điện từ

+ Nhóm cơ cấu đo cảm ứng.

2. Làm các bài tập tại lớp

B. Bài tập:

Nêu các định nghĩa về đo lường.

Phương pháp đo là gì? Có mấy phương pháp đo?

Đơn vị đo là gì? Thế nào gọi là đơn vị tiêu chuẩn?

Dụng cụ đo là gì?

Sai số là gì? Có mấy loại sai số? Phương pháp hạn chế sai số? Cách tính sai số?

CHƯƠNG III

ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN CƠ BẢN

Giới thiệu:

Trong quá trình lắp ráp, bảo dưỡng, sửa chữa và vận hành các mạch điện hoặc hệ thống điện, đòi hỏi người công nhân phải nắm được các thông số của các đại lượng cơ bản trong mạch điện, mạng điện hoặc hệ thống điện. Từ đó đưa ra phương án lắp đặt, bảo dưỡng, sửa chữa và vận hành mạch, mạng hoặc hệ thống điện tối ưu nhất, đồng thời đảm bảo an toàn cho người và thiết bị. Muốn vậy người công nhân điện phải nắm được các phương pháp đo và kiểm tra các đại lượng cơ bản đó một cách nhuần nhuyễn và có như vậy mới nâng cao được chất lượng của mạch, mạng điện và hệ thống điện.

3.1. Đo dòng điện:

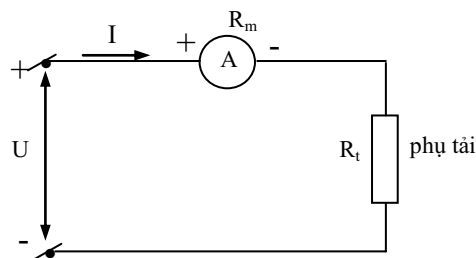
3.1.1. Đo dòng điện một chiều (DC):

a. Dụng cụ đo: dụng cụ để đo dòng điện đọc thẳng người ta dùng Ampemét.

Ký hiệu: 

b. Phương pháp đo:

Khi đo Ampemét được mắc nối tiếp với phụ tải (hình 3.1)



Hình 3.1: sơ đồ mắc Ampemét

Ta có: $R_{td} = R_t + R_m$

Trong đó:

R_m là điện trở trong của Ampemét $\Leftrightarrow$ gây sai số

Mặt khác, khi đo Ampemét tiêu thụ một lượng công suất: $P_A = I^2 R_m$.

Từ đó để phép đo được chính xác thì R_m phải rất nhỏ

c. Mở rộng giới hạn đo cho Ampemét từ điện:

Khi dòng điện cần đo vượt quá giới hạn đo của cơ cấu đo người ta mở rộng thang đo bằng cách mắc những điện trở song song với cơ cấu đo gọi là Shunt (đây là phương pháp phân mạch)

$$\text{Ta có: } I_S R_S = I_A R_m \quad \text{hay} \quad \frac{I_S}{I_A} = \frac{R_m}{R_S} \quad (3.1)$$

R_m : điện trở trong của cơ cấu đo

R_S : điện trở của Shunt

Từ (3.1) ta suy ra:

$$\frac{I_S + I_A}{I_A} = \frac{R_m + R_S}{R_S}$$

Vì: $I = I_A + I_S$ là dòng điện cần đo nên ta có:

$$\frac{I}{I_A} = \frac{R_m + R_S}{R_S} = 1 + \frac{R_m}{R_S} \quad (3.2)$$

Đặt $n_i = 1 + \frac{R_m}{R_S}$

Ta suy ra $I = n_i I_A$

($n_i = 1 + \frac{R_m}{R_S}$ là bội số của Shunt) $\Rightarrow$ Cách tính điện trở Shunt

n_i : cho biết khi có mắc Shunt thì thang đo của Ampemét được mở rộng n_i lần so với lúc chưa mắc Shunt.

Từ (3.1) ta thấy, nếu R_S càng nhỏ so với R_m thì thang đo được mở rộng càng lớn.

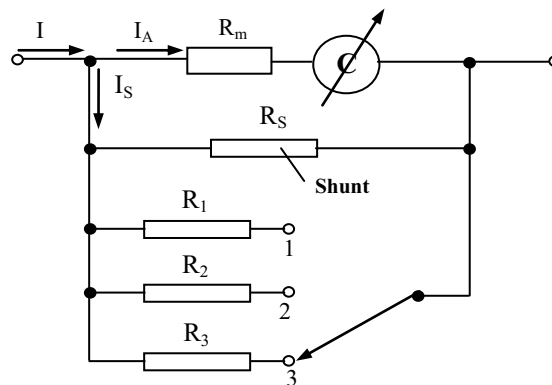
* Điện trở shunt có thể tính theo cách sau:

$$R_S = \frac{I_{A.\max} * R_m}{I_{\text{tải}} - I_{A.\max}} \quad (*)$$

Trong đó: $I_{\text{tải}}$ là dòng điện qua tải

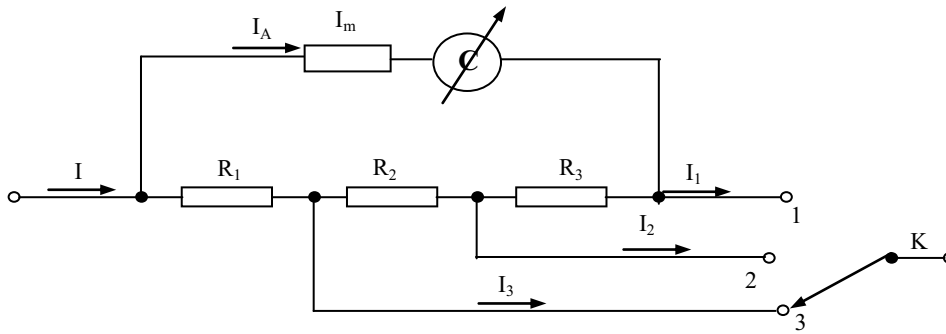
$$R_S = \frac{R_m}{n_i - 1}$$

* Ampemét được mắc nhiều điện trở Shunt khác nhau để có nhiều tầm đo khác nhau như hình vẽ (Hình 3.2).



Hình 3.2: Sơ đồ mắc điện trở Shunt

* Có thể dùng cách chuyển đổi tầm đo theo kiểu Shunt Ayrton (Hình 3.3):



Hình 3.3: Mạch đo kiểu Shunt Ayrton

Mạch đo kiểu Shunt Ayrton có 3 tầm đo 1, 2, 3:

☐ Khi khóa K ở vị trí 1: tầm đo nhỏ nhất.

+ Điện trở Shunt ở vị trí 1

$$R_{S1} = R_1 + R_2 + R_3$$

+ Nội trở của cơ cấu là R_m

☐ Khi khóa K ở vị trí 2:

+ Điện trở Shunt ở vị trí 2

$$R_{S2} = R_1 + R_2$$

+ Nội trở của cơ cấu là $R_m + R_3$

☐ Khi khóa K ở vị trí 3:

+ Điện trở Shunt ở vị trí 3

$$R_{S2} = R_1$$

+ Nội trở của cơ cấu là $R_m + R_3 + R_2$

Ví dụ: Cho cơ cấu đo có nội trở $R_m = 1k\Omega$. Dòng điện lớn nhất qua cơ cấu là $50\mu A$. Tính các điện trở Shunt ở tầm đo 1 (1mA), tầm đo 2 (10mA), tầm đo 3 (100mA).

Giải:

☐ Ở tầm đo 1 (1mA):

Áp dụng công thức:
$$R_S = \frac{I_{A.\max} * R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}}$$

Ta có
$$R_{S1} = R_1 + R_2 + R_3 = \frac{I_{A.\max} * R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}} = \frac{50 * 10^{-3} * 1}{950 * 10^{-6}} = 52,6\Omega$$

☐ Ở tầm đo 2 (10 mA):

Áp dụng công thức
$$R_S = \frac{I_{A.\max} * R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}}$$

Ta có:
$$R_{S2} = R_1 + R_2 = \frac{I_{A.\max} * R_m + R_3}{I_{tai} - I_{A.\max}} = \frac{50 * 10^{-6} * (1.k\Omega + R_3)}{9950 * 10^{-6}} = \frac{1.k\Omega + R_3}{199}$$

☐ Ở tầm đo 3 (100 mA):

Áp dụng công thức:
$$R_S = \frac{I_{A.\max} * R_m}{I_{tai} - I_{A.\max}}$$

$$\text{Ta có: } R_{S3} = R_1 = \frac{I_{A.\max} \cdot R_m + R_3 + R_2}{I_{tai} - I_{A.\max}} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \cdot (1.k\Omega + R_3 + R_2)}{99950 \cdot 10^{-6}} = \frac{1.k\Omega + R_3 + R_2}{1999}$$

Thay vào ta có:

$$R_1 + R_2 = \frac{1.k\Omega + R_3}{199} = 52,6\Omega - R_3$$

$$\Rightarrow R_3 = \frac{10467,4 - 1000}{200} = 47,337\Omega$$

$$R_1 = \frac{1000 + 52,6 - R_1}{1999} = \frac{1052,6}{2000} = 0,526\Omega$$

$$R_2 = 52,6 - (47,337 + 0,526) = 4,737\Omega$$

Vậy giá trị các điện trở Shunt ở các tầm đo là:

$$R_{S1} = R_1 + R_2 + R_3 = 0,526 + 4,737 + 47,337 = 52,6 \Omega$$

$$R_{S2} = R_1 + R_2 = 0,526 + 4,737 = 5,263 \Omega$$

$$R_{S3} = R_1 = 0,526 \Omega$$

d. Mở rộng tầm đo cho cơ cấu điện từ:

Thay đổi số vòng dây quấn cho cuộn dây cố định với lực điện từ F không đổi:

$$F = n_1 \cdot I_1 = n_2 \cdot I_2 = n_3 \cdot I_3 = \dots$$

Ví dụ: F = 300 Ampe/ vòng cho 3 tầm đo:

$$I_1 = 1A; \quad I_2 = 5A; \quad I_3 = 10A.$$

Khi đó: $n_1 = 300$ vòng cho tầm đo 1A

$n_2 = 60$ vòng cho tầm đo 5A

$n_3 = 30$ vòng cho tầm đo 10A

e. Mở rộng tầm đo cho cơ cấu điện động:

Mắc song song các điện trở Shunt với cuộn dây di động. Cách tính điện trở Shunt giống như với cách tính ở cơ cấu từ điện.

3.1.2. Đo dòng điện xoay chiều (AC):

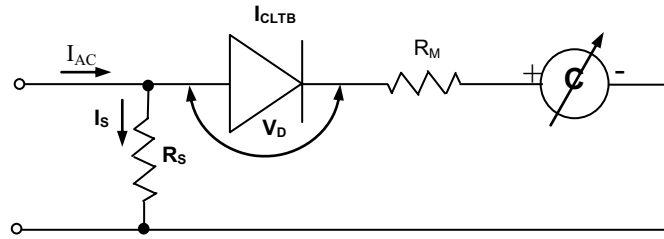
a. Nguyên lý đo:

Cơ cấu điện từ và điện động đều hoạt động được với dòng điện xoay chiều, do đó có thể dùng hai cơ cấu này trực tiếp và mở rộng tầm đo như Ampemét đo dòng điện một chiều.

Riêng cơ cấu từ điện khi dùng phải biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Ngoài ra do tính chính xác của cơ cấu từ điện nên cơ cấu này rất thông dụng trong phần lớn Ampemét (trong máy đo vạn năng: VOM)

b. Mở rộng tầm đo:

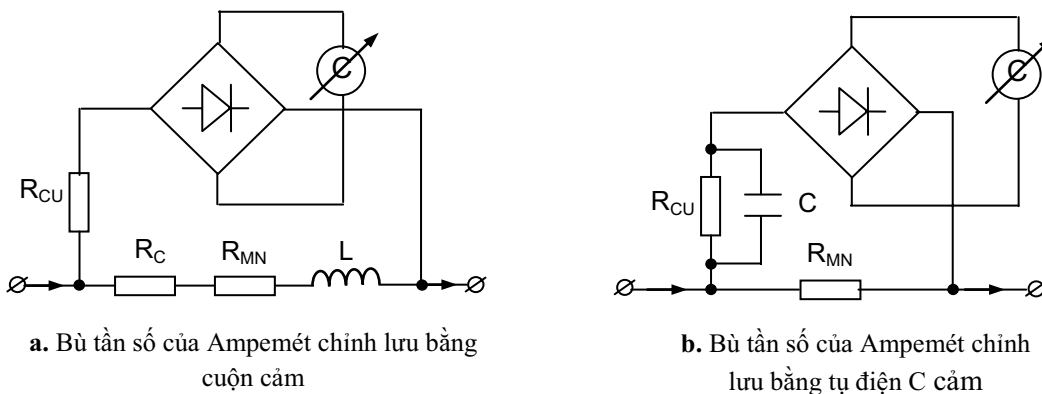
- Dùng điện trở Shunt và điôt cho cơ cấu từ điện: (Ampemét chỉnh lưu)



Hình 3.4: Ampemét chỉnh lưu

Điôt mắc nối tiếp với cơ cấu, do đó dòng điện i_{CLTB} qua cơ cấu, dòng còn lại qua điện trở Shunt.

Nói chung các Ampemét chỉnh lưu có độ chính xác không cao do hệ số chỉnh lưu thay đổi theo nhiệt độ, thay đổi theo tần số. Vì vậy cần phải bù nhiệt độ và bù tần số. Dưới đây là các sơ đồ bù tần số của các Ampemét chỉnh lưu bằng cuộn cảm và tụ điện C.



Hình 3.5: Các phương pháp bù tần số của Ampemét chỉnh lưu

Mặt khác các Ampemét từ điện chỉnh lưu được tính toán với dòng điện có dạng hình sin, hệ số hình dáng $K_{hd} = 1,1$

$$\alpha = \frac{BSW}{Dk_{hd}} \cdot I$$

Khi đo với các dòng điện không phải hình sin sẽ gây sai số.

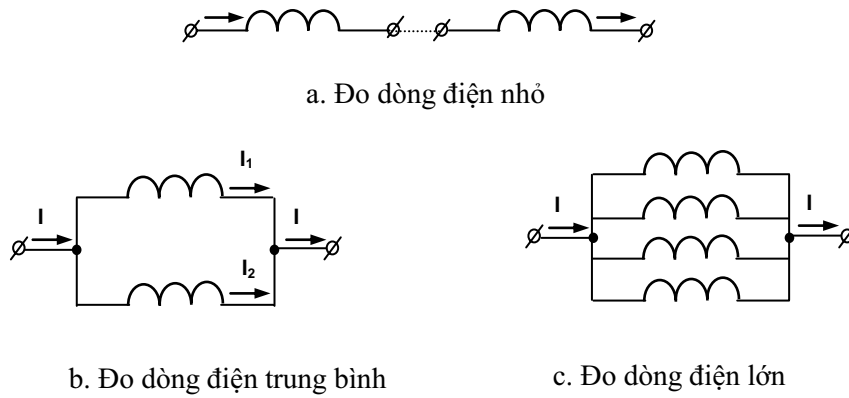
Ưu điểm của dụng cụ này là độ nhạy cao, tiêu thụ công suất nhỏ, có thể làm việc ở tần số 500 Hz ÷ 1kHz.

Nhược điểm: độ chính xác thấp.

- Ampemét điện từ là dụng cụ đo dòng điện dựa trên cơ cấu chỉ thị điện từ. Mỗi cơ cấu điện từ được chế tạo với số Ampe và số vòng nhất định.

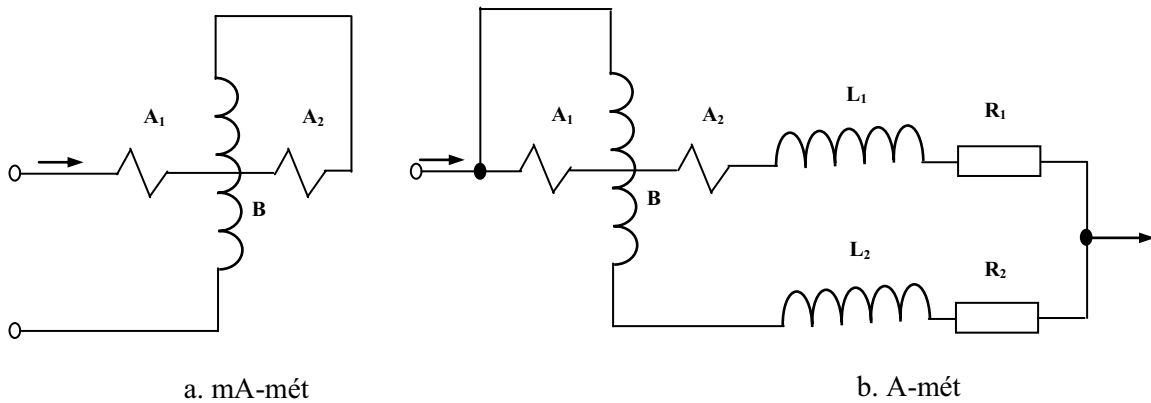
Ví dụ:

Cuộn dây tròn có $IW = 200A$ vòng, cuộn dẹt có $IW = 100 \div 150A$ vòng do đó khi mở rộng thang đo chỉ cần thay đổi sao cho IW là hằng số, bằng cách chia đoạn dây thành nhiều đoạn bằng nhau và thay đổi cách nối ghép các đoạn đó như hình 3.6a để đo dòng điện nhỏ, hình 3.6b. để đo dòng điện trung bình, hình 3.6c. để đo dòng điện lớn



Hình 3.6: Mở rộng thang đo của Ampemét điện từ

- Ampemét điện động: thường sử dụng đo dòng điện ở tần số 50Hz hoặc cao hơn ($400 \div 2000$) với độ chính xác cao (cấp $0,5 \div 0,2$).



Hình 3.7: Sơ đồ Ampemét điện động

Tùy theo dòng điện cần đo mà cuộn dây tĩnh và cuộn dây động được mắc nối tiếp hoặc song song (hình 3.7).

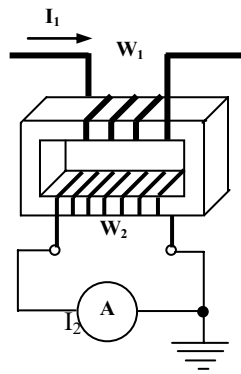
- Khi dòng điện cần đo nhỏ hơn 0,5A người ta mắc nối tiếp cuộn dây tĩnh (A_1, A_2) và cuộn dây động (hình 3.7a).

- Khi dòng điện cần đo lớn hơn 0,5A cuộn dây tĩnh và cuộn dây động được ghép song song (hình 3.7b).

Ampemét điện động có độ chính xác cao nên được sử dụng làm dụng cụ mẫu. Các phần tử R, L trong sơ đồ dùng để bù sai số tần số và tạo cho dòng điện ở 2 cuộn dây trùng pha nhau.

* Khi cần đo các dòng điện lớn, để mở rộng thang đo người ta còn dùng máy biến dòng điện (BI).

* Cấu tạo của biến dòng gồm có 2 cuộn dây:



Hình 3.8: Sơ đồ cấu tạo BI

- Cuộn sơ cấp W_1 , được mắc nối tiếp với mạch điện có dòng I_1 cần đo
- Cuộn thứ cấp W_2 mắc nối tiếp với Ampe mét có dòng điện I_2 chạy qua
- * Để đảm bảo an toàn cuộn thứ cấp luôn luôn được nối đất.

Cuộn thứ cấp được chế tạo với dòng điện định mức là 5A. Chẳng hạn, ta thường gặp máy biến dòng có dòng điện định mức là: 15/5A; 50/5A; 70/5A; 100/5A.... (Trừ những trường hợp đặc biệt).

Ta có tỷ số biến dòng $K_i = \frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1}$

Tỷ số K_i bao giờ cũng được tính sẵn khi thiết kế BI nên khi trên ampe mét có số đo I_2 ta dễ dàng tính ngay được I_1

$$I_1 = K_i I_2$$

Ví dụ: Biến dòng điện có dòng điện định mức là 600/5A; $W_1 = 1$ vòng.

Xác định số vòng của cuộn thứ cấp và tìm xem khi ampe mét thứ cấp chỉ $I_2 = 2,85A$ thì dòng điện cuộn sơ cấp là bao nhiêu

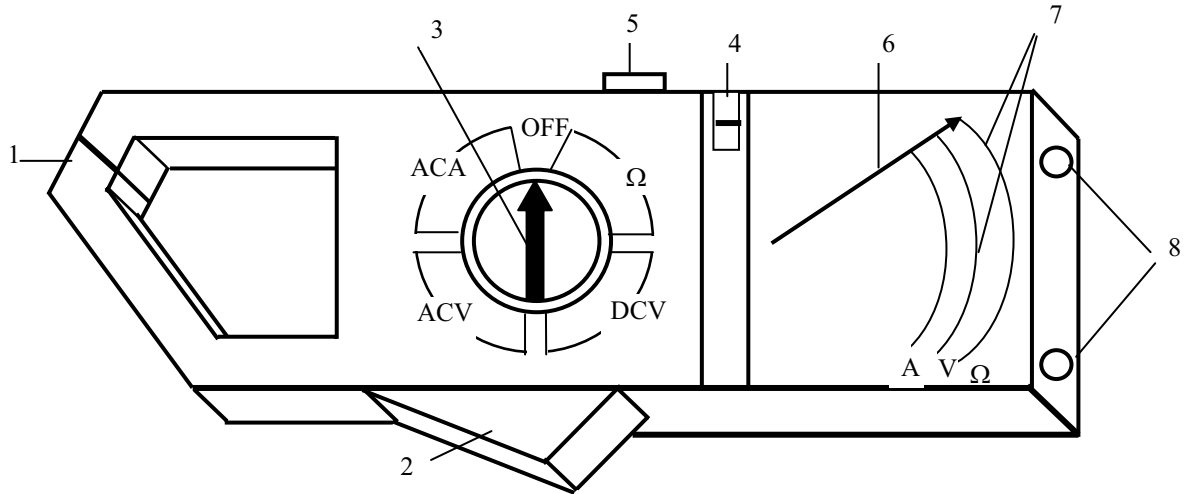
Giải:

- Tỷ số biến dòng: $K_i = \frac{600}{5} = 120$
- Số vòng cuộn thứ cấp $W_2 = K_i W_1 = 120$ vòng
- Dòng điện sơ cấp $I_1 = K_i I_2 = 120 \times 2,85 = 342A$

Ampe kìm:

Ampe kìm là một máy biến dòng có lắp sẵn một ampe mét vào cuộn thứ cấp. Đường dây có dòng điện cần đo đóng vai trò cuộn sơ cấp. Mạch từ của Ampe kìm có thể mở ra như một chiếc kìm. Khi cần đo dòng điện của một đường dây nào đó chỉ việc mở mạch từ ra và cho đường dây đó vào giữa kìm rồi đóng mạch từ lại. Ampe mét gắn trên kìm sẽ chỉ cho biết giá trị dòng điện cần đo.

Chức năng chính của Ampe kìm là đo dòng điện xoay chiều (đến vài trăm ampe) mà không cần phải cắt mạch điện, thường dùng để đo dòng điện trên đường dây, dòng điện qua các máy móc đang làm việc ...



Hình 3.9: Kết cấu ngoài của Ampe kìm

- | | |
|--------------|----------------------|
| 1. Gọng kìm; | 2. Chốt mở gọng kìm; |
| 3. Núm xoay; | 4. Nút khóa kim; |

Ngoài ra trên Ampe kìm còn có các thang đo ACV, DCV và thang đo điện trở.

+ Ưu điểm: gọn nhẹ, sử dụng thuận tiện, an toàn. Thường dùng để đo dòng điện trên đường dây, dòng điện chạy qua các máy móc đang vận hành mà không cần cắt mạch.

+ Nhược điểm: chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài.

3.2. Đo điện áp:

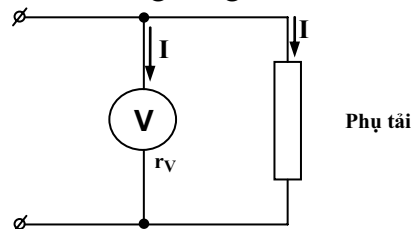
3.2.1. Dụng cụ đo và phương pháp đo:

a. Dụng cụ đo: Để đo điện áp đọc thẳng trị số ta dùng Vôn mét.

Ký hiệu: $\bigcirc \text{V} \bigcirc$

b. Phương pháp đo:

Khi đo Vôn mét được mắc song song với đoạn mạch cần đo.



Hình 3.10: Sơ đồ mắc vôn mét

$$\text{Ta có: } I_V = \frac{U}{r_V} \quad (1)$$

r_V = Hằng số, biết I_V suy ra điện áp U

Dòng qua cơ cấu I_V làm quay kim một góc tỷ lệ với dòng điện I_V cũng chính tỷ lệ với điện áp cần đo U . Trên thang đo ta ghi thẳng trị số điện áp.

Từ (1) suy ra I_V gây sai số, muốn giảm sai số thì phải tăng điện trở r_V .

Mặt khác Vônmet cũng tiêu thụ một lượng công suất $P_V = \frac{U^2}{r_V} \Rightarrow r_V$ càng lớn thì

P_V càng nhỏ điện áp U đo được càng chính xác.

3.2.2. Đo điện áp DC:

a. Nguyên lý đo:

Điện áp được chuyển thành dòng điện đo đi qua cơ cấu đo.

Nếu cơ cấu đo có $I_{\max}$ và điện trở nối tiếp R thì:

$$I_{do} = \frac{V_{do}}{R + R_m} \leq I_{MAX} \quad \text{Với } R_m \text{ là điện trở trong của cơ cấu đo.}$$

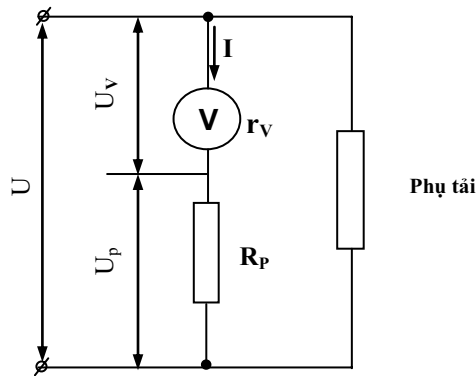
Tổng trở vào Vôn kế: $Z_V = R + R_m$

Các cơ cấu từ điện, điện từ, điện động đều được dùng làm Vônmet DC. Bằng cách nối tiếp điện trở để hạn chế dòng điện qua cơ cấu chỉ thị. Riêng cơ cấu điện động cuộn dây di động và cuộn dây cố định mắc nối tiếp.

b. Mở rộng giới hạn đo:

Mỗi cơ cấu đo chỉ giới hạn đo được một giá trị nhất định. Vì vậy, để mở rộng giới hạn đo của Vônmet (Khi điện áp cần đo vượt quá giới hạn đo cho phép của Vônmet) người ta mắc thêm một điện trở phụ R_P nối tiếp với cơ cấu đo.

$$\begin{aligned} \text{Ta có: } U_P &= IR_P \Rightarrow I = \frac{U_P}{R_P} \\ U_V &= I.r_V \Rightarrow I = \frac{U_V}{r_V} \\ \Rightarrow \frac{U_P}{R_P} &= \frac{U_V}{r_V} \Rightarrow \frac{U_P}{U_V} = \frac{R_P}{r_V} \\ \Rightarrow \frac{U_P + U_V}{U_V} &= \frac{R_P + r_V}{r_V} \end{aligned}$$



Hình 3.11: dùng điện trở phụ (R_P) để mở rộng giới hạn đo cho Vônmet.

Vì: $U_P + U_V = U$

$$\text{nên: } \frac{U}{U_V} = \frac{R_P + r_V}{r_V} = 1 + \frac{R_P}{r_V}$$

$$\text{Đặt } 1 + \frac{R_P}{r_V} = n_U$$

$$\Rightarrow \frac{U}{U_V} = n_U \Rightarrow U = U_V \cdot n_U \quad (n_U = 1 + \frac{R_P}{r_V} : \text{bội số điện trở phụ}).$$

Hệ số n_U cho biết khi mắc điện trở phụ thì thang đo của Vônmet được mở rộng n_U lần.

Nếu R_P rất lớn so với r_V thì thang đo càng được mở rộng.

R_P càng lớn so với r_V thì cỡ đo càng được mở rộng.

Muốn có nhiều tầm đo khác nhau ta dùng mạch đo như sau:

Đây cũng là mạch đo điện áp DC thường dùng trong đo vạn năng.

Tổng trở vào của Vônmet thay đổi theo tầm đo nghĩa là tổng trở vào càng lớn thì tầm đo điện áp càng lớn. Cho nên người ta dùng trị số độ nhạy Ω / VDC của Vônmet để xác định tổng trở vào cho mỗi tầm đo.

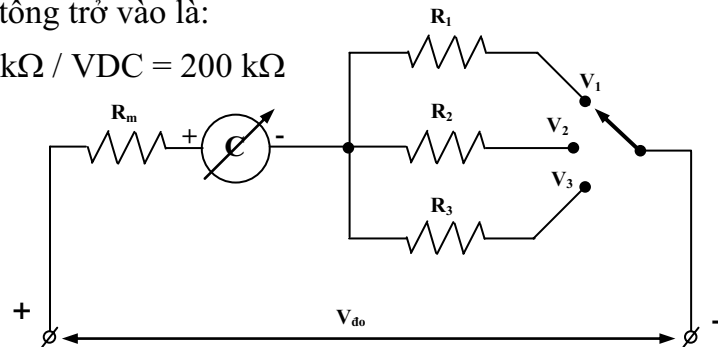
Ví dụ: Vônmet có độ nhạy $20\text{k}\Omega / \text{VDC}$

+ Ở tầm đo 2,5V tổng trở vào là:

$$Z_{V1} = 2,5\text{V} * 20 \text{ k}\Omega / \text{VDC} = 50 \text{ k}\Omega$$

+ Ở tầm đo 10V tổng trở vào là:

$$Z_{V2} = 10\text{V} * 20 \text{ k}\Omega / \text{VDC} = 200 \text{ k}\Omega$$



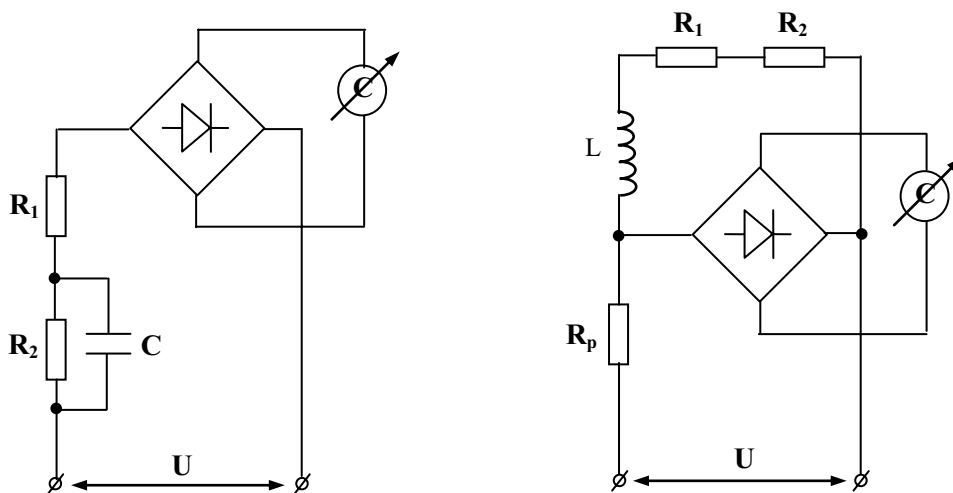
Hình 3.12: Mạch đo điện áp DC nhiều tầm đo.

3.2.3. Đo điện áp AC:

Đối với cơ cấu đo điện động, điện từ, Vônmet AC dùng những cơ cấu này phải mắc nối tiếp điện trở với cơ cấu đo như Vônmet DC. Vì hai cơ cấu này hoạt động với trị hiệu dụng của dòng xoay chiều. Riêng cơ cấu từ điện phải dùng phương pháp biến đổi như ở Ampemét tức là dùng điôt chỉnh lưu.

a. Vônmet từ điện chỉnh lưu đo điện áp xoay chiều:

Là dụng cụ được phối hợp mạch chỉnh lưu với cơ cấu đo từ điện như hình vẽ sau:



Hình 3.13: Vônmet từ điện chỉnh lưu đo điện áp xoay chiều

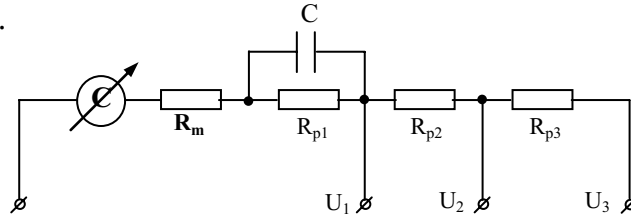
- R_1 : điện trở bù nhiệt độ làm bằng dây đồng.

- R_2 : điện trở manganin.

Mở rộng thang đo ở Vônmet từ điện chỉnh lưu cũng tương tự Vônmet từ điện một chiều.

b. Vôn mét điện từ:

Là dụng cụ đo điện áp xoay chiều tần số công nghiệp. Cuộn dây phân tính có số vòng lớn từ 1000 ÷ 6000 vòng. Để mở rộng thang đo người ta mắc nối tiếp với cuộn dây các điện trở phụ như hình dưới đây. Tự điện C dùng để bù tần số khi đo ở tần số cao hơn tần số công nghiệp.



Hình 3.14: Vôn mét điện từ.

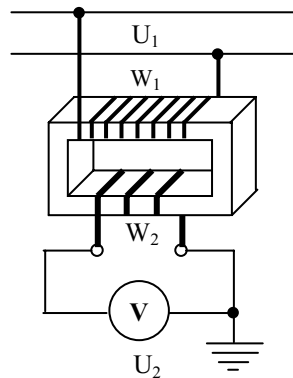
c. Vôn mét điện động:

Cấu tạo của Vôn mét điện động giống Ampemét điện động nhưng số vòng cuộn dây tĩnh lớn hơn, tiết diện dây nhỏ hơn.

Trong Vôn mét điện động cuộn dây tĩnh và cuộn dây động được mắc nối tiếp nhau. Cuộn dây tĩnh được chia thành 2 phần A_1 và A_2 hình vẽ trên (Hình 3.7).

Khi đo điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 150V, hai đoạn A_1 và A_2 được mắc song song với nhau. Nếu điện áp $U > 150V$ các đoạn A_1 và A_2 được mắc nối tiếp nhau.

* Ngoài ra để mở rộng phạm vi đo lớn hơn (Trên 600V), người ta dùng máy biến điện áp đo lường (BU).



Hình 3.15: Máy biến điện áp

Tương tự như BI, BU dùng đo lường trong mạch điện xoay chiều điện áp cao. Cấu tạo tương tự như máy biến áp thông thường, ta có tỷ số biến áp:

$$K_U = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

$$\Rightarrow U_1 = K_U \cdot U_2$$

Điện áp định mức thứ cấp U_2 luôn luôn được tính toán là 100V (trừ một số trường hợp đặc biệt).

Chẳng hạn:

- ☐ Đối với điện áp 10kV: người ta thường dùng BU có điện áp định mức là 10000/100V
- ☐ Đối với điện áp 35kV: người ta thường dùng BU có điện áp định mức là 35000/100V

Ví dụ: Thanh góp điện áp 110 kV có đặt biến điện áp 115000/100V, bên thứ cấp mắc Vôn-mét và các dụng cụ đo. Khi Vôn-mét chỉ $U = 95V$ thì điện áp trên thanh góp là bao nhiêu?

Giải:

Ta có Tỷ số biến áp:

$$K_U = \frac{U_1}{U_2} = \frac{115000}{100} = 1150$$

Điện áp trên thanh góp chính là điện áp sơ cấp của BU, ta có:

$$U_1 = K_U \cdot U_2 = 1150 \cdot 95 = 109250V = 109,25kV$$

Vậy điện áp trên thanh góp là: 109,25kV.

3.3. Đo công suất:

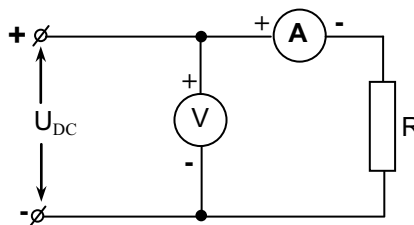
3.3.1. Đo công suất tác dụng mạch một chiều:

a. Đo công suất mạch một chiều:

- Đo gián tiếp:

Ta biết công suất mạch một chiều được tính theo công thức: $P = UI$

Nên ta đo công suất bằng cách mắc sơ đồ đo như sau:



Hình 3.16: Mạch đo công suất dùng V-mét và A-mét

+ Dùng Am-pe-mét xác định trị số dòng điện qua tải.

+ Dùng Vôn-mét xác định trị số điện áp giáng trên tải.

Từ đó ta xác định được công suất tiêu thụ trên tải theo công thức trên.

Nhược điểm:

+ Chậm có kết quả vì phải qua quá trình tính toán trung gian.

+ Cần phải có 2 dụng cụ đo.

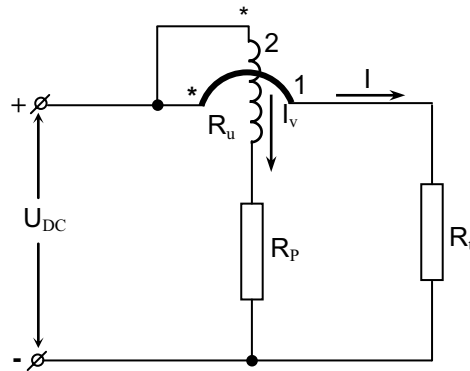
+ Sai số tương đối lớn:

[Sai số phép đo = (sai số Ampemét + sai số Vôn-mét + sai số tính toán)].

- Đo trực tiếp:

Để đo công suất trực tiếp ta dùng dụng cụ đo là Oát-mét .

Oátmét thường được chế tạo từ cơ cấu đo điện động hoặc sắt điện động. Đây là hai cơ cấu đo vừa đo được I_{AC} và I_{DC} . Oátmét gồm hai cuộn dây:



Hình 3.17: Đo công suất một chiều bằng Oátmét

+ Cuộn dây tĩnh (1): có số vòng ít dùng dây có tiết diện lớn và được mắc nối tiếp với mạch cần đo công suất gọi là cuộn dòng.

+ Cuộn dây động (2): được quấn nhiều vòng với tiết diện dây nhỏ, có điện trở nhỏ được mắc nối tiếp với điện trở phụ R_p và song song với mạch cần đo công suất gọi là cuộn áp.

Trên thang đo người ta ghi thẳng trị số công suất tương ứng với góc quay α .

Khi đổi chiều dòng điện của một trong hai cuộn dây mô men quay sẽ đổi chiều, do đó kim của Oátmét sẽ quay ngược lại. Tính chất đó gọi là cực tính của Oátmét.

Để tránh mắc nhầm cực tính, các đầu cuộn dây cùng nối với đầu nguồn được đánh dấu (*) hoặc (+). Cần chú ý điều này khi sử dụng Oátmét.

3.3.2. Đo công suất tác dụng mạch xoay chiều một pha, ba pha:

a. Đo công suất trong mạch điện xoay chiều 1 pha:

Với mạch điện xoay chiều, không thể dùng phương pháp Ampemét - Vônmet để xác định công suất tiêu thụ trên tải (vì tích số UI chỉ là công suất biểu kiến) mà phải dùng Oátmét để đo.

Ta biết rằng góc quay α trong trường hợp này tỉ lệ với các dòng điện I (dòng điện qua tải) và I_v (dòng điện qua cuộn động tỉ lệ với điện áp tải) qua 2 cuộn dây và góc lệch pha giữa chúng. Vì điện cảm trong cuộn áp không đáng kể nên dòng điện I_v và U cùng pha. Vậy góc lệch pha giữa 2 dòng điện I và I_v cũng chính là góc lệch pha φ giữa dòng điện I và điện áp phụ tải U . Do đó, ta có:

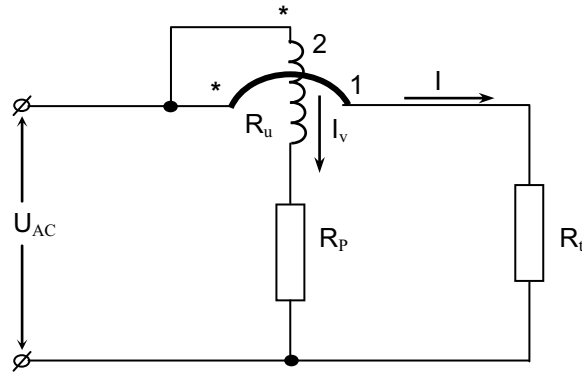
$$\alpha = \frac{K}{R_u \cdot R_p} UI \cos \varphi = \frac{K}{R_u \cdot R_p} P = K_1 P$$

Trong đó:

$$(K_1 = \frac{K}{R_u R_p}).$$

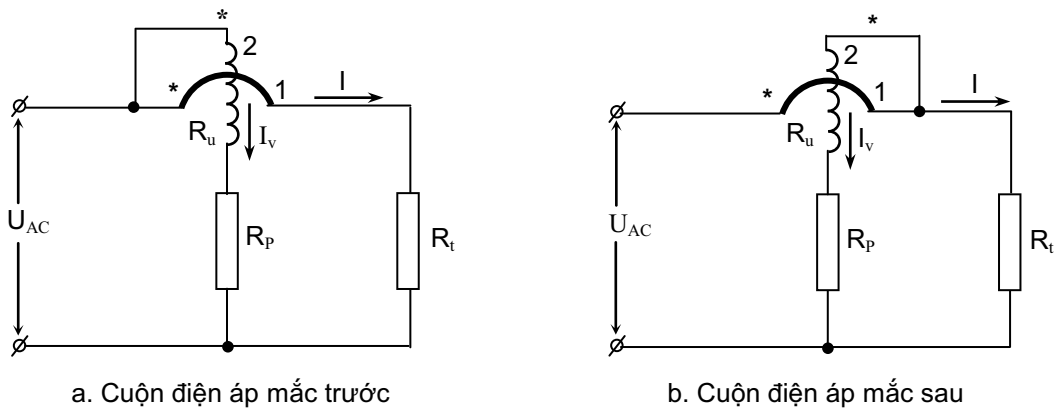
Nghĩa là góc quay của kim tỷ lệ với công suất cần đo. Do đó Oátmét kiểu điện động và sắt điện động có thể dùng để đo công suất trong các mạch điện một chiều và xoay chiều.

* Khi sử dụng Oátmét phải chú ý đến cực tính của cuộn dây. Vì khi đổi chiều dòng điện 1 trong 2 cuộn dây thì mômen quay đổi chiều dẫn đến kim của Oátmét quay ngược.



Hình 3.18: Đo công suất xoay chiều bằng Oátmét.

- Cách đấu Oátmét vào mạch: có 2 cách



a. Cuộn điện áp mắc trước

b. Cuộn điện áp mắc sau

Hình 3.19: Hai cách nối Oátmét

+ Đấu cuộn dòng điện trong (hình 3.19 a): dùng khi đo mạch điện có công suất nhỏ

+ Đấu cuộn dòng điện ngoài: dùng khi đo mạch điện có công suất lớn.

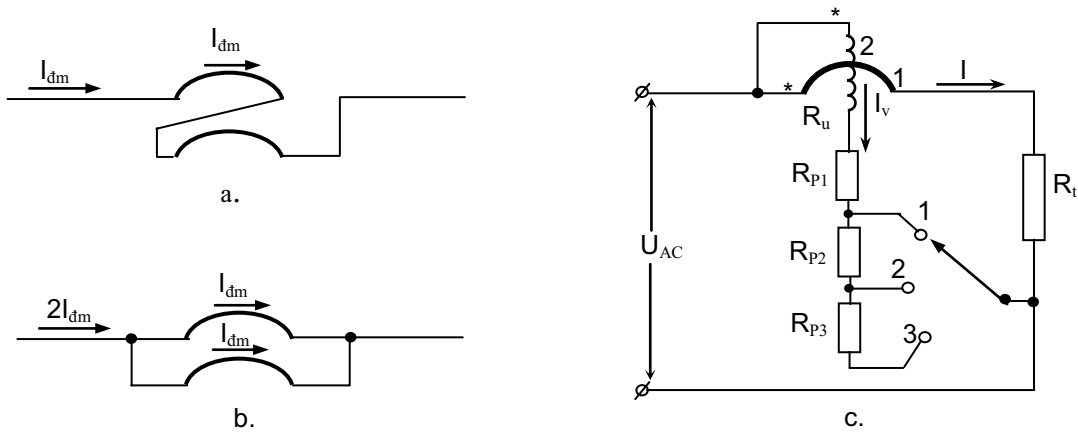
- Thay đổi tầm đo:

+ Đối với cuộn dòng điện: người ta chia cuộn dòng (cuộn tĩnh) thành hai nửa cuộn rồi đầu nối tiếp hoặc song song lại với nhau.

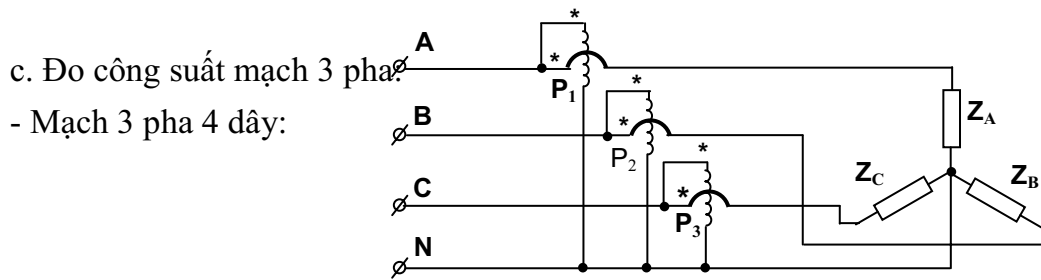
□ Khi đấu nối tiếp hai nửa cuộn (hình 3.20 a): tầm đo là I_{dm} .

□ Khi đấu song song hai nửa cuộn (hình 3.20 b): tầm đo là $2I_{dm}$

+ Đối với cuộn điện áp: dùng điện trở phụ nhiều cỡ để thay đổi tầm đo như Vôn mét, mắc nối tiếp các điện trở phụ vào cuộn động, mạch như hình 3.20 c:



Hình 3.20: Thay đổi cỡ đo của Oátmét



Hình 3.21: Sơ đồ dùng 3 Oátmét một pha

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:

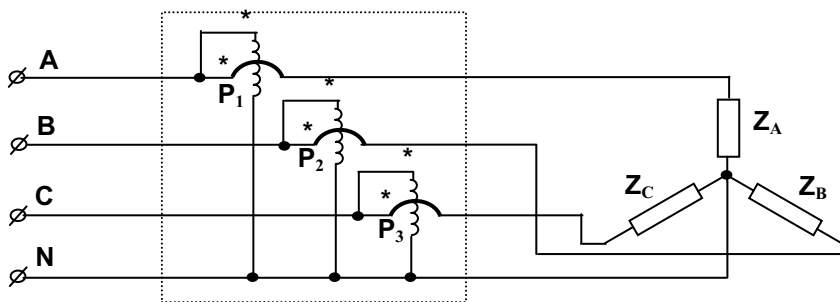
$$P_{3P} = P_1 + P_2 + P_3$$

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.

Phương trình đặc tính thang đo:

$$\alpha = K_3 P_{3P}$$

+ Sơ đồ mắc như sau:



Hình 3.22: 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:

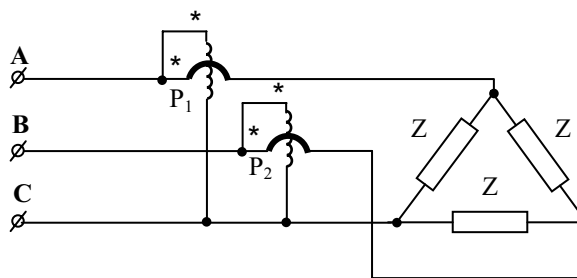
$$\begin{aligned} P_{3P} &= i_A U_A + i_B U_B + i_C U_C = i_A U_A + i_B U_B - (i_A + i_B) U_C \\ &= i_A (U_A - U_C) + i_B (U_B - U_C) = i_A U_{AC} + i_B U_{BC} \\ &= P_1 + P_2 \end{aligned}$$

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}

Sơ đồ mắc Oátmét như sau:

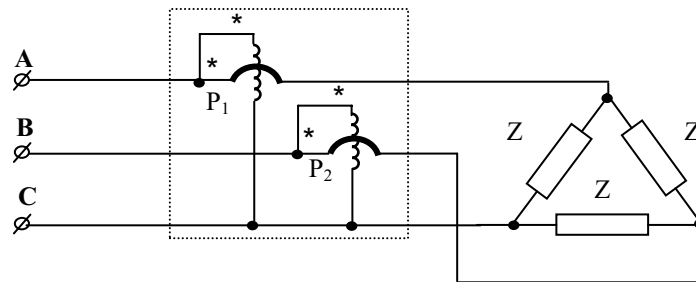


Hình 3.23: Sơ đồ dùng 2 Oátmét một pha

đo công suất mạng ba pha ba dây

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 Oátmét như sau:

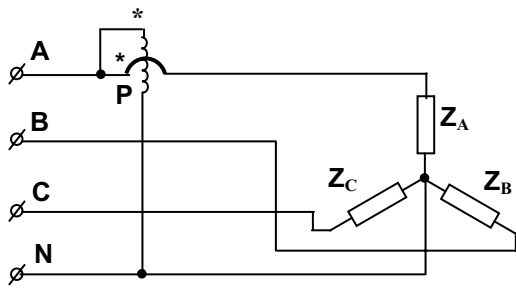


Hình 3.24: Sơ đồ dùng Oátmét ba pha hai phần tử

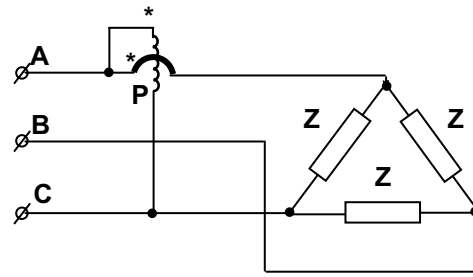
đo công suất mạng ba pha ba dây

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)



a. Mạch 3 pha 4 dây



b. Mạch 3 pha 3 dây

Hình 3.25: sơ đồ dùng một Oátmét đo công suất mạch 3 pha đối xứng

Trường hợp đã nói đúng cực tính: mà kim của một Oátmét nào đó vẫn quay ngược thì phải đổi chiều cuộn dây điện áp của Oátmét ấy. Lúc đó công suất tác dụng của mạch 3 pha sẽ bằng hiệu số của 2 số chỉ của 2 Oátmét tức là:

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

Cho nên ta nói rằng công suất của mạng 3 pha bằng tổng đại số số chỉ của 2 Oátmét.

3.4. Đo hệ số công suất:

Hệ số công suất $\cos\varphi$ của mạch điện xoay chiều dùng để đánh giá chất lượng của mạch điện. Trong đó φ là góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện.

3.4.1. Đo hệ số công suất bằng phương pháp gián tiếp:

- Theo công thức tính công suất ta có:

$$P = UI\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{P}{UI}$$

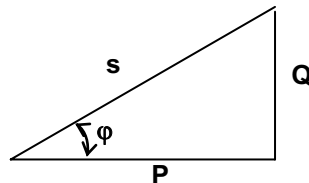
Vậy dùng các dụng cụ đo: Oátmét, vônmet và ampemét

- Với mạch 3 pha đối xứng:

$$P = \sqrt{3}U_d I_d \cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{3}U_d I_d}$$

- Với mạch 3 pha không đối xứng: $\cos\varphi$ của 3 pha không bằng nhau nên có khái niệm $\cos\varphi$ của mạch 3 pha như sau:

Từ tam giác công suất ta có:



$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P} \quad \text{mà} \quad \cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi}} \quad \text{nên} \quad \cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+(\frac{Q}{P})^2}}$$

Với hệ tiêu thụ điện năng:

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_{PK}}{W_{TD}}\right)^2}}$$

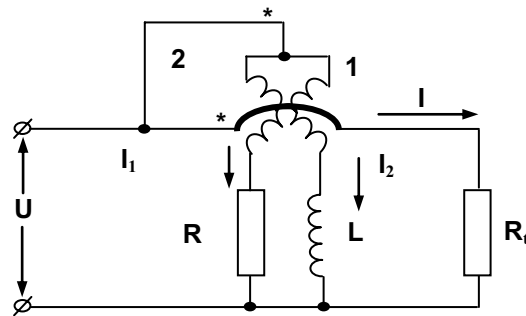
Trong đó:

W_{PK} : điện năng phản kháng đo bằng dụng cụ đếm điện năng phản kháng (công tơ phản kháng).

W_{TD} : điện năng tác dụng đo bằng dụng cụ đếm điện năng tác dụng (công tơ điện).

3.4.2. Đo hệ số công suất đọc thẳng:

Dụng cụ đo hệ số công suất đọc thẳng là $\cos \varphi$ kế, $\cos \varphi$ kế điện động 1 pha có cơ cấu đo là tỷ số kế điện động có mạch mắc như hình vẽ 3.25:



Hình 3.26: Sơ đồ nguyên lý của $\cos \varphi$ kế điện động

Cuộn dây phân tính của tỷ số kế là cuộn dòng điện có dòng điện của phụ tải đi qua, cuộn dây điện áp được chia thành 2 cuộn được đặt dưới điện áp U , trong đó một cuộn được nối tiếp với điện trở phụ R_P lớn nên dòng I_1 qua cuộn dây 1 trùng pha với điện áp U , cuộn dây 2 nối tiếp với cuộn cảm L có điện cảm lớn, nên dòng I_2 qua cuộn dây 2 chậm pha sau so với điện áp U một góc 90° .

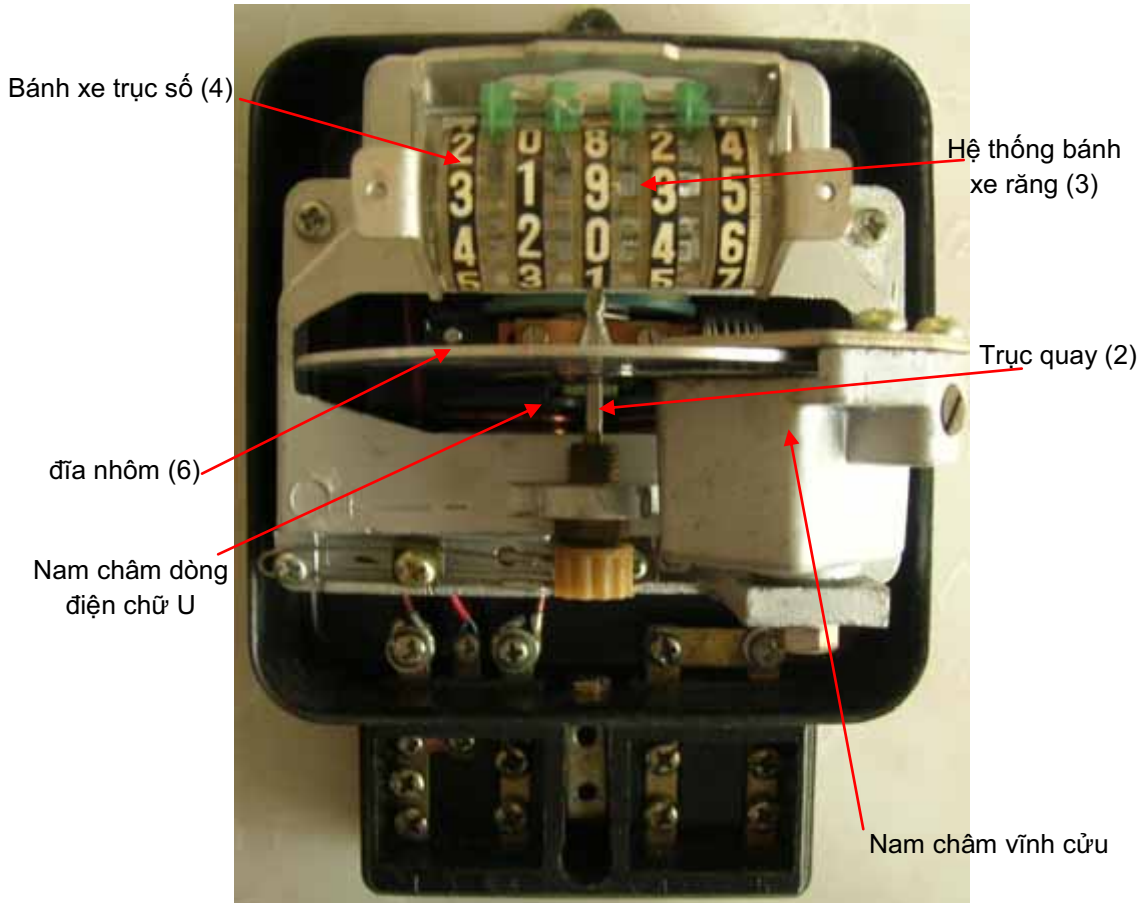
3.5. Đo điện năng:

3.5.1. Công dụng:

Để đo điện năng trong mạch điện xoay chiều người ta dùng công tơ điện (còn gọi là máy đếm điện năng, điện kế hay điện năng kế). Nói cách khác: công tơ điện là loại máy đo dùng để đo lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải. Số chỉ trên công tơ được tính bằng KWh.

3.5.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của công tơ điện:

a. Cấu tạo: (hình 3.27)



Hình 3.27: Công tơ điện 1 pha

- Phần tĩnh:

Gồm có nam châm điện chữ G, nam châm dòng điện chữ U và một nam châm vĩnh cửu làm bộ cản dũa.

+ Nam châm điện chữ G quấn dây cỡ nhỏ, số vòng nhiều, nối song song với mạch cần đo làm cuộn áp.

+ Nam châm dòng điện chữ U quấn số vòng dây ít, tiết diện dây lớn làm cuộn dòng và được mắc nối tiếp với mạch cần đo.

+ Nam châm vĩnh cửu để tạo ra mômen cản.

- Phần động:

Là một đĩa nhôm (6) tròn, ở tâm đĩa có gắn trục quay (2), một đầu trục gắn trên ổ đỡ, một đầu còn lại gắn với hệ thống bánh xe răng (3) có cấu tạo đặc biệt theo tỷ lệ để đếm số vòng quay của đĩa nhôm thể hiện trên bánh xe của trực số (4).

b. Nguyên lý làm việc:

Công tơ điện làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ:

Khi có dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dòng điện sẽ sinh ra từ thông Φ_1 biến thiên qua đĩa nhôm do đó trong đĩa nhôm sẽ xuất hiện dòng điện xoáy i_1 . Tương tự như vậy, ở cuộn điện áp dòng xoay chiều sinh ra từ thông Φ_2 biến thiên do đó sinh ra dòng

điện i_r ngược chiều với i_i các dòng i_i và i_r tác dụng với Φ_1 và Φ_2 tạo thành mômen quay làm đĩa nhôm quay.

$$M_q = K_1 P$$

Do đĩa nhôm lại nằm trong từ trường của nam châm vĩnh cửu nên khi đĩa nhôm quay thì trong đĩa lại xuất hiện dòng cảm ứng i_c . Sự tương tác giữa i_c và từ trường của nam châm vĩnh cửu sẽ sinh ra mômen hãm, ngược chiều với mômen quay (do đó nam châm vĩnh cửu còn được gọi là nam châm hãm).

$$M_c = K_2 \cdot n \quad (n \text{ là tốc độ quay của đĩa nhôm})$$

$$\text{Khi } M_q = M_c \quad \text{thì đĩa nhôm quay đều}$$

$$M_q = M_c \Rightarrow K_1 P = K_2 n$$

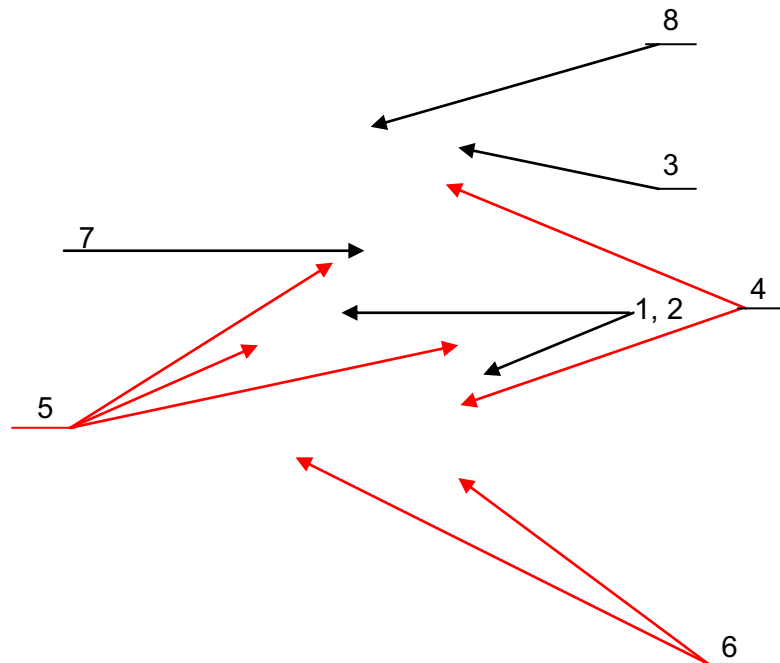
$$\Rightarrow n = P \frac{K_1}{K_2} = K_3 P$$

$$(K_3 = \frac{K_1}{K_2})$$

Như vậy tốc độ quay của đĩa nhôm tỷ lệ với công suất P của mạch cần đo (công suất qua công tơ điện).

* Để đo điện năng trong mạch xoay chiều 3 pha, có thể dùng 2 công tơ 1 pha với cách mắc dây tương tự như khi đo công suất 3 pha bằng 2 Oátmét. Cũng có thể dùng công tơ 3 pha để đo điện năng trong mạch xoay chiều 3 pha.

* Công tơ 3 pha gồm 2 cơ cấu công tơ 1 pha nối trên cùng một trục quay như hình 3.28:



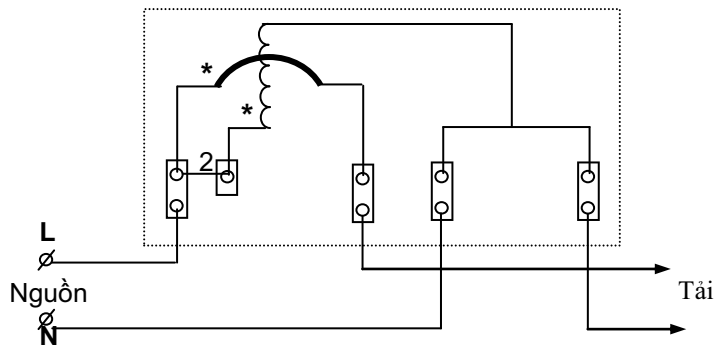
Hình 3.28: công tơ ba pha

- 1,2: Nam châm điện xoay chiều
- 3: Nam châm vĩnh cửu (nam châm hãm)
- 4: Đĩa nhôm

3.5.3. Cách mắc công tơ vào mạch cần đo:

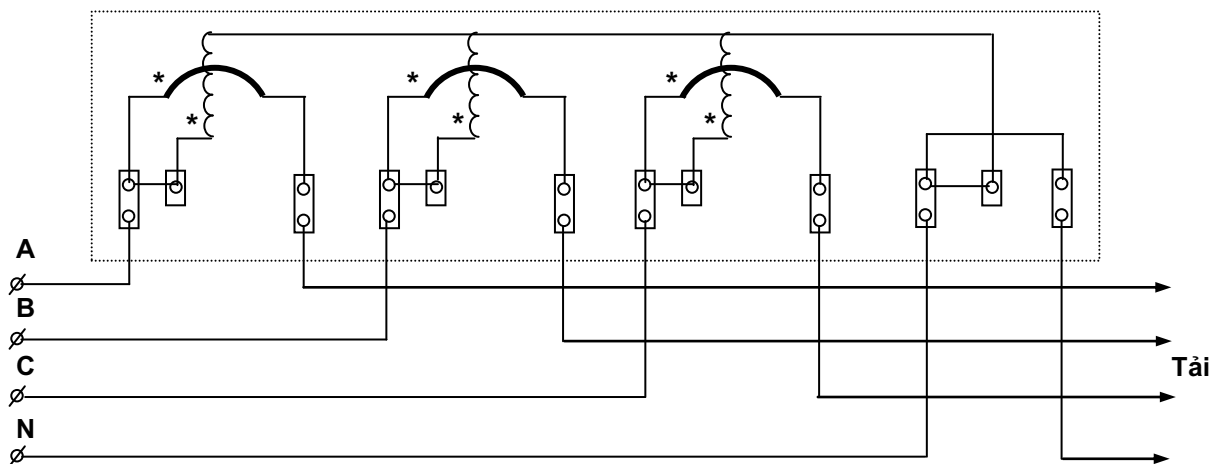
Đối với công tơ 1 pha hay 3 pha đều có cực tính của các cuộn dòng và áp được đánh bằng dấu (*), do đó khi mắc dây cần chú ý đầu đúng đầu cực tính.

- Sơ đồ đấu dây công tơ 1 pha: (Hình 3.29)



Hình 3.29: Sơ đồ đấu dây công tơ 1 pha

- Sơ đồ đấu dây công tơ 3 pha 3 phần tử (Hình 3.30)



Hình 3.30: Sơ đồ đấu dây công tơ 3 pha 3 phần tử

- Kí hiệu qui ước: công tơ điện một pha đưa ra 4 đầu dây được đánh số lần lượt từ trái qua phải là 1, 2, 3, 4 hay 1S, 2S, 3L, 4L

- ☐ Các đầu 1, 2 hay 1S, 2S được nối với nguồn.
- ☐ Các đầu 3, 4 hay 3L, 4L được nối với tải tiêu thụ.

3.5.4. Cách chọn công tơ hợp lý:

☐ Trên công tơ điện nhà sản xuất sẽ cho các giá trị:

☐ Điện áp định mức: U_{dm} là giá trị điện áp cho phép công tơ làm việc. Công tơ 1 pha thường có điện áp định mức là 220V hoặc 110V; Công tơ 3 pha thường có điện áp định mức là: 3 pha 380V hoặc 3 pha 220V.

☐ Dòng điện định mức: I_{dm} là giá trị dòng điện làm việc của công tơ. Nhà sản xuất thường cho giá trị dòng điện làm việc bình thường (định mức) và dòng điện tối đa (cực đại) mà công tơ có thể làm việc được dưới dạng I_{dm} (I_{max}).

☐ Hằng số công tơ: cho biết số vòng quay của công tơ trên mỗi KWh điện năng tiêu thụ. Thông thường có các hằng số sau: 450 Rev/KWh; 600 Rev/KWh; 900 Rev/KWh; 1200 Rev/KWh ...

☐ Ngoài ra trên nhãn còn có các thông số khác như: tần số; số hiệu sản phẩm; năm sản xuất ...

☐ Quan sát các ký hiệu trên mặt công tơ để chọn công tơ thích hợp với mạch cần đo: điện áp, dòng điện định mức, hằng số công tơ, cấp chính xác v.v...

Khi chọn công tơ, ngoài việc chọn điện áp của công tơ thích hợp với điện áp mạch cần đo, ta cần phải chọn dòng điện định mức của công tơ thích hợp với dòng điện mạch đo. Muốn vậy ta phải tính cường độ dòng điện tối đa của tất cả các đồ dùng điện trong nhà, xem như tất cả đồ dùng điện này được sử dụng cùng một lúc.

3.5.5. Đo kiểm công tơ:

Do cấu tạo của công tơ (cuộn dòng điện dây to ít vòng và cuộn điện áp dây nhỏ nhiều vòng hơn) nên khi dùng Ohm kế để đo kiểm sẽ được kết quả $R_{\text{DÒNG}} \ll R_{\text{ÁP}}$. Chú ý: Muốn phép đo được chính xác; khi đo phải hở cầu nối tại điểm số 2 trên sơ đồ.

3.5.6. Kiểm tra sơ bộ tốc độ quay của công tơ:

Tốc độ quay của công tơ phụ thuộc vào:

- + Độ lớn của tải: tải càng lớn tốc độ quay càng nhanh.
- + Hằng số đếm của công tơ: hằng số này càng cao tốc độ quay sẽ càng nhanh.

Đây là tham số cơ bản để cân chỉnh hoặc kiểm tra độ chính xác của công tơ.

Ví dụ:

Công tơ điện loại 220V; 10 (30)A; 600Rev/ KWh. Kiểm tra công tơ bằng bóng đèn 220V – 100W thì thấy:

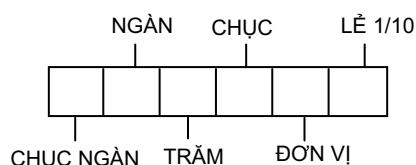
☐ Giả sử điện áp nguồn đúng là 220V và công suất của đèn đúng 100W không sai số.

☐ Do công suất của đèn là 100W nên phải sử dụng 10 h thì lượng điện năng tiêu thụ mới là 1KWh. Nghĩa là lúc đó đồng hồ quay được 600 vòng.

☐ Như vậy trong 1 giờ công tơ sẽ quay được $600/10 = 60$ vòng hay là mỗi phút công tơ sẽ quay 1 vòng.

3.5.7. Đọc chỉ số và tính điện năng tiêu thụ:

Khi công tơ làm việc lượng điện năng tiêu thụ sẽ được hiển thị trên mặt số, đơn vị tính là KWh. Người dùng chỉ việc đọc giá trị này theo qui ước từ trái sang phải



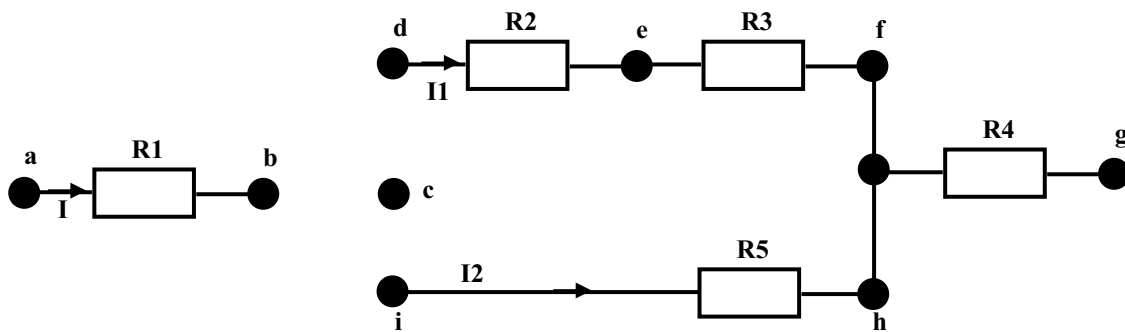
Tính điện năng tiêu thụ của một tháng $A_{\text{tháng}} = \text{chỉ số mới} - \text{chỉ số cũ}$

THỰC HÀNH ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐIỆN: U, I, P VÀ A**Đo điện áp và dòng điện**

Trình tự thực hiện như sau:

1. Dùng máy đo VOM đo kiểm tra các cấp điện áp AC, DC của bộ nguồn thí nghiệm.

2. Lắp mạch như hình sau:



3. Đo dòng điện qua mạch chính(I)

B1: Nối tắt c – d; c – i.

B2: Cấp nguồn tại a(+) và g (-).

B3: Tiến hành đo dòng điện tại b(+), c(-), và ghi kết quả vào bảng 5.

4. Đo dòng điện qua mạch nhánh thứ nhất (I_1)

Mạch đang ở trạng thái như phần 3, tiến hành:

B1: Nối tắt b – c.

B2: Hở mạch tại c – d.

B3: Đo dòng điện qua mạch nhánh thứ nhất (I_1) tại c(+), d(-), và ghi kết quả vào bảng 5.

5. Đo dòng điện qua mạch nhánh thứ hai (I_2)

Tiến hành tương tự như phần 4. Nối tắt c - d, hở mạch và đo tại c(+) và i(-), ghi kết quả vào bảng ghi kết quả đo.

Chú ý: Muốn đo dòng điện tại điểm nào thì phải hở mạch và đo tại điểm đó.

6. Đo sụt áp trên từng nhánh và từng phần tử.

Mạch đang ở trạng thái như phần 5, tiến hành:

B1: Nối tắt c – i, nguồn vẫn cấp như cũ.

B2: Đo sụt áp trên từng nhánh tại các điểm: a – b; d – e; e – f; và i – h.

B3: Đo sụt áp trên từng điện trở tại các điểm a – b; d – e; e – f; f – g; và i – h, ghi kết quả vào bảng ghi kết quả đo.

7. Làm lại các thí nghiệm từ phần 2 đến 6 nhưng với những giá trị khác của điện áp nguồn, kết quả cũng ghi vào bảng tương tự (thực hiện ít nhất là 4 giá trị nguồn điện khác nhau).

8. Đo xác định lại các giá trị điện trở. Giải mạch bằng định luật Ohm để kiểm chứng kết quả thí nghiệm. Cho nhận xét về sự khác biệt (nếu có) giữa lý thuyết và thực nghiệm.

Bảng ghi nhận kết quả đo

U_{CC}	I	I_1	I_2	U_{R1}	$U_{R2,3}$		U_{R4}	U_{R5}	$R_1 =$
					U_{R2}	U_{R3}			
									$R_2 =$
									$R_3 =$
									$R_4 =$
									$R_5 =$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP:**CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM****Câu hỏi yêu cầu trả lời nhanh:**

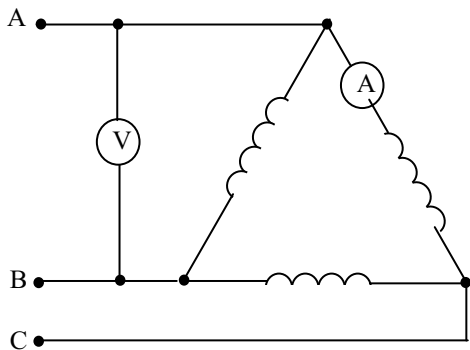
+ Đọc kỹ các câu hỏi chọn và tô đen ý trả lời đúng nhất vào ô thích hợp ở cột tương ứng (Mỗi câu chỉ có một ý đúng).

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
3.1.	Dòng điện xoay chiều thường được đo bằng: a. Ampe Kim; b. VOM; c. Oátmét và Vônmet; d. Ampemét và Vônmet.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.2.	Khi đo dòng điện hoặc điện áp; Góc quay của kim càng lớn thì kết luận: a. Trị số càng nhỏ; b. Trị số rất nhỏ; c. Trị số càng lớn; d. Tùy loại.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.3	Khi đo dòng điện hoặc điện áp bằng máy đo chỉ thị kim. Trị số phải được đọc trị từ: a. Phải qua trái; b. Trái qua phải; c. Giữa ra 2 biên; d. Tại vị trí kim dừng lại.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.4	Khi đo điện áp: Để phép đo được chính xác, điện trở cơ cấu đo so với điện trở tải phải: a. Rất nhỏ; b. Bằng nhau; c. Rất lớn; d. Lớn hơn.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.5	Công suất mạng 3 pha 4 dây được đo trực tiếp bằng:	#đ	#đ	#đ	#đ

	a. Oátmét 1 pha; b. Oátmét 3 pha 3 phần tử; c. Vônmét; d. Oátmét 3 pha 2 phần tử.				
3.6	Công suất mạng 3 pha 3 dây được đo trực tiếp bằng: a. Oátmét 1 pha; b. Oátmét 3 pha 2 phần tử; c. Oátmét 3 pha 3 phần tử; d. Ampemét.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.7	Công suất mạch điện 3 pha 4 dây được đo gián tiếp bằng: a. Oátmét 3 pha; b. 3 Oátmét 1 pha; c. 2 Oátmét 1 pha; d. Ampemét	#đ	#đ	#đ	#đ
3.8	Công suất mạch điện 3 pha 3 dây được đo gián tiếp bằng: a. Oátmét 3 pha; b. 3 Oátmét 1 pha; c. 2 Oátmét 1 pha; d. Ampemét.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.9	Dùng 3 Oátmét 1 pha để đo công suất mạng 3 pha khi: a. Mạng 3 pha không có dây trung tính; b. Mạng 3 pha có dây trung tính và phụ tải không đối xứng; c. Mạng 3 pha có phụ tải không đối xứng; d. Mạng 3 pha trung thế trở lên.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.10.	Dùng 2 Oátmét 1 pha để đo công suất mạng 3 pha khi: a. Mạng 3 pha không có dây trung tính; b. Mạng 3 pha có dây trung tính và phụ tải không đối xứng;	#đ	#đ	#đ	#đ

	c. Mạng 3 pha có phụ tải không đối xứng; d. Mạng 3 pha trung thế trở lên.				
3.11	Dùng 1 Oátmét 1 pha để đo công suất 3 pha khi: a. Mạng 3 pha không có dây trung tính; b. Mạng 3 pha có dây trung tính và phụ tải không đối xứng; c. Mạng 3 pha có dây trung tính và phụ tải đối xứng; d. Mạng 3 pha trung thế trở lên.	#0	#0	#0	#0
3.12	Công suất mạng điện một chiều được đo gián tiếp bằng: a. Oátmét DC. b. Vônmét và Ampemét DC; c. Oátmét 1 pha; d. Công tơ điện.	#0	#0	#0	#0
3.13	Công suất mạng điện một chiều được đo trực tiếp bằng: a. Oátmét DC. b. Vônmét và Ampemét DC; c. Oátmét 1 pha; d. DC Công tơ điện.	#0	#0	#0	#0
3.14	Cuộn dây dòng điện trong Oátmét 1 pha được mắc: a. Nối tiếp với tải; b. Song song với tải; c. Song song với nguồn; d. Nối qua tụ bù	#0	#0	#0	#0
3.15	Cuộn dây điện áp trong Oátmét một pha được mắc: a. Nối tiếp với tải; b. Song song với tải; c. Song song với nguồn; d. Nối qua tụ bù.	#0	#0	#0	#0
3.16	Thông thường Oátmét 1 pha dùng để đo:	#0	#0	#0	#0

	a. Công suất tác dụng; b. Công suất phản kháng; c. Công suất biểu kiến; d. Dung lượng của tụ bù.				
3.17	Công tơ điện 1 pha dùng để đo: a. Công suất tiêu thụ của hộ gia đình. b. Điện năng tiêu thụ của hộ gia đình. c. Dòng điện tiêu thụ của hộ gia đình. d. Điện năng tiêu thụ mạng DC.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.18	Cuộn dây dòng điện và cuộn dây điện áp trong công tơ 1 pha có đặc điểm: a. Cuộn điện áp nhiều vòng, dây nhỏ; Cuộn dòng điện ít vòng, dây to; b. Cuộn điện áp ít vòng, dây to; Cuộn dòng điện nhiều vòng, dây nhỏ; c. Cuộn điện áp nhiều vòng, dây to; Cuộn dòng điện ít vòng, dây nhỏ; d. Cuộn điện áp ít vòng, dây nhỏ; Cuộn dòng điện nhiều vòng, dây to.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.19	Khi công tơ điện không có nam châm vĩnh cửu thì hoạt động của đĩa nhôm có đặc điểm: a. Quay chậm hơn; b. Quay nhanh hơn; c. Không quay; d. Quay theo tần số nguồn.	#đ	#đ	#đ	#đ
3.20	Một công tơ điện có số vòng quay cho mỗi KWh là 600. Khi hiệu chỉnh, nếu dùng bóng đèn 100W (ở đúng điện áp định mức) thì thời gian chỉnh định cho một vòng quay là: a. 30 giây; b. 45 giây; c. 60 giây;	#đ	#đ	#đ	#đ

	d. 75 giây.				
3.21	Muốn kiểm tra tốc độ quay “nhANH” hay “chẬM” của công tơ 1 pha. Ngoài công suất tải ta còn phải căn cứ vào: a. Hằng số máy đếm của công tơ; b. Điện áp định mức của công tơ; c. Dòng điện tải qua công tơ; d. Tần số điện áp nguồn.	#Đ	#Đ	#Đ	#Đ
3.22	Cho biết chỉ số Ampemét và Vônmet trong mạch điện hình vẽ  a. Dòng điện dây, điện áp dây; b. Dòng điện dây, điện áp pha;	#Đ	#Đ	#Đ	#Đ
3.23	Muốn đo dòng điện chính xác thì điện trở nội của Ampemét kể so với điện trở phụ tải phải: a. Nhỏ hơn nhiều lần; b. Lớn hơn nhiều lần; c. Bằng nhau; d. Không so sánh được.	#Đ	#Đ	#Đ	#Đ
3.24	Máy biến dòng điện (BI) có công dụng: a. Biến dòng điện nhỏ thành dòng điện lớn phù hợp với công suất tải; b. Biến dòng điện lớn thành dòng điện nhỏ phù hợp với dụng cụ đo tiêu chuẩn; c. Biến điện áp nhỏ thành điện áp lớn phù hợp với điện áp của thiết bị;	#Đ	#Đ	#Đ	#Đ

	d. Biến điện áp lớn thành điện áp nhỏ phù hợp với dụng cụ đo tiêu chuẩn.				
3.25	Máy biến dòng điện sử dụng trong công nghiệp là loại: a. Biến đổi dòng điện nhỏ thành dòng điện lớn; b. Biến đổi dòng điện lớn thành dòng điện nhỏ; c. Cách ly dòng điện cần đo với cơ cấu đo; d. Biến đổi công suất phản kháng.	#0	#0	#0	#0

CHƯƠNG IV

ĐO CÁC THÔNG SỐ CỦA MẠCH ĐIỆN

Giới thiệu:

Muốn làm việc với mạch điện một cách an toàn và có hiệu quả thì khi trực tiếp làm việc với mạch điện người công nhân cần phải nắm rõ các thông số của mạch. Muốn vậy người công nhân phải sử dụng thành thạo các dụng cụ đo, biết các phương pháp đo và các sơ đồ để đo các thông số của mạch điện trong mọi trường hợp, kể cả khi không có các thiết bị đo phù hợp với các đại lượng cần đo.

4.1. Đo điện trở R.

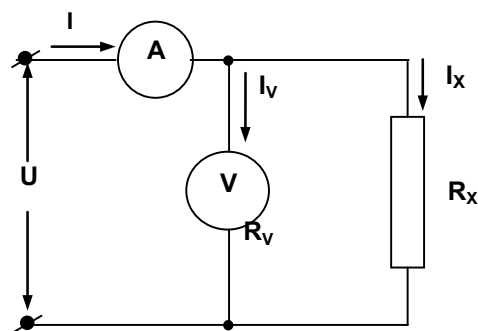
4.1.1. Đo điện trở gián tiếp:

Nguyên tắc: Biết được dòng điện qua điện trở cần đo R_x và điện áp giáng trên nó thì theo định luật ôm sẽ xác định được điện trở đó:

$$R_x = \frac{U}{I}$$

a. Phương pháp dùng vôn mét và Ampemét:

- Đo điện trở nhỏ: (Hình 4.1)



Hình 4.1: Sơ đồ Ampemét và Vônmet

Ta có: $I = I_x + I_v$

$$= \frac{U}{R_x} + \frac{U}{r_v} = U \left(\frac{1}{R_x} + \frac{1}{r_v} \right) = U \frac{r_v + R_x}{R_x r_v}$$

$\Rightarrow I = U \frac{r_v + R_x}{R_x r_v}$ lấy điện áp U chia cho 2 vế ta có:

$$\frac{U}{I} = \frac{R_x r_v}{R_x + r_v} = R_x \frac{r_v}{r_v + R_x}$$

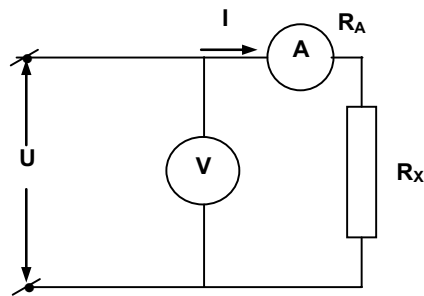
Chia tử và mẫu của vế phải cho r_v ta có:

$$\frac{U}{I} = R_x \frac{1}{1 + \frac{R_x}{r_v}}$$

R_x càng nhỏ so với r_v thì $\frac{1}{1 + \frac{R_x}{r_v}} \approx 1$ Nên $\frac{U}{I} \approx R_x$ Nghĩa là sai số càng nhỏ.

Kết luận: Sơ đồ Ampemét và Vôn mét thường được dùng để đo các điện trở R_x nhỏ hơn nhiều lần (ít nhất 100 lần) so với điện trở trong r_v của Vôn mét.

- Đo điện trở trung bình và tương đối lớn: (Hình 4.2)



Hình 4.2: sơ đồ Vôn mét và Ampemét

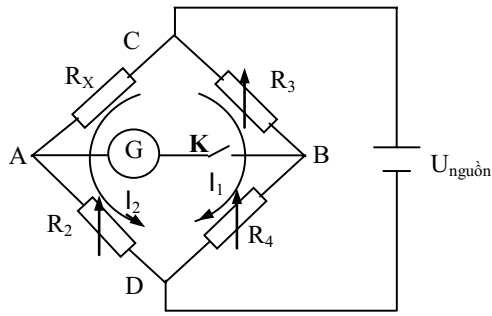
Phân tích tương tự như trên ta có:

$$\frac{U}{I} = R_x + r_A$$

Nếu R_x càng lớn thì ảnh hưởng của r_A càng không đáng kể.

Kết luận: Sơ đồ Vôn mét và Ampemét thường được dùng để đo các điện trở R_x lớn hơn nhiều lần (ít nhất 100 lần) so với điện trở trong r_A của Ampemét.

b. Đo bằng cầu đơn (Wheastone) (Hình 4.3)



Hình 4.3: Cầu Wheastone

A, B, C, D: Là 4 đỉnh của cầu đo.

AD, DB, BC, CA: là 4 nhánh của cầu đo

R_x : Là điện trở cần đo

R_2, R_3, R_4 : là các biến trở mẫu

* Điều chỉnh các biến trở R_2, R_3, R_4 để kim điện kế chỉ không. Ta nói cầu đã cân bằng

$$U_A = U_B$$

Hay $U_{AB} = 0$ (không có dòng điện qua nhánh AB)

$$U_{DA} = U_{DB} \Rightarrow I_2 \cdot R_2 = I_1 \cdot R_4 \quad (4.1)$$

$$U_{AC} = U_{BC} \Rightarrow I_2 R_x = I_1 \cdot R_3 \quad (4.2)$$

Chia (4.1) cho (4.2) ta được:

$$\frac{R_2}{R_x} = \frac{R_4}{R_3} \Rightarrow R_x = \frac{R_2}{R_4} R_3$$

$\frac{R_2}{R_4} = k$, thường được điều chỉnh theo các tỷ lệ biết trước, khi đo chỉ cần điều chỉnh

R_3 . Tuy nhiên khi đã điều chỉnh R_3 rồi mà cầu đo vẫn không cân bằng thì ta phải chọn lại tỷ số $\frac{R_2}{R_4}$ rồi điều chỉnh R_3 cho cầu cân bằng.

Phương pháp này đo chính xác nhưng cấu tạo phức tạp, giá thành đắt.

4.1.2. Đo điện trở trực tiếp:

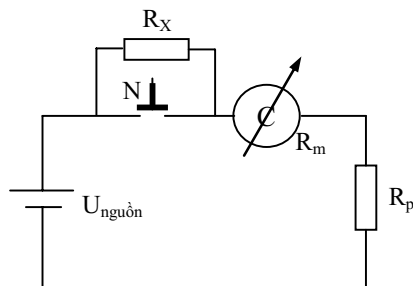
Thiết bị dùng để đo điện trở trực tiếp gọi là ômmét

Ký hiệu:



a. Đo bằng ômmét:

- Đấu nối tiếp: (Hình 4.4)



Hình 4.4: Đo điện trở trực tiếp

C: Cơ cấu đo kiểu từ điện

R_m : Điện trở trong của cơ cấu (Không đổi)

$U_{nguồn}$: Điện áp nguồn một chiều (Pin)

Khi đo, dòng điện qua cơ cấu đo sẽ là:
$$I = \frac{U}{R_p + R_X + R_m}$$

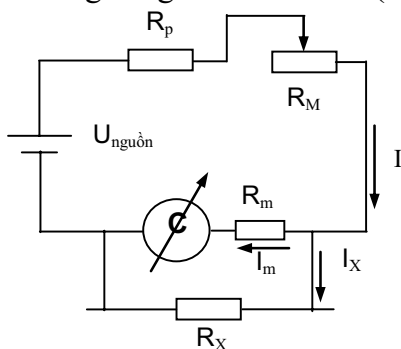
Nếu giữ U và R_p không đổi thì dòng điện I sẽ phụ thuộc vào giá trị của điện trở R_X , từ đó góc lệch của kim là α sẽ phụ thuộc vào giá trị của điện trở cần đo. Trên thang đo người ta ghi trực tiếp trị số của điện trở.

+ Điện trở R_p được chọn sao cho khi ấn N, $R_X = 0$ (Tức là $I_m = \max$, dòng cực đại qua cơ cấu) thì kim của ômmét quay hết mặt chia độ và khi hở mạch thì $R_X = \infty$ (Tức là $I_m = 0$, không có dòng qua cơ cấu) thì kim đứng yên. Như vậy ở ômmét, mặt chia độ ngược với chiều quay của kim.

+ Trong quá trình dùng ômmét đo điện trở, điện áp của pin ($U_{nguồn}$) sẽ giảm dần làm kết quả đo kém chính xác. Vì vậy trước mỗi lần đo phải ấn nút N xuống để chỉnh kim đúng vị trí không sau đó mới bắt đầu đo.

- Đấu song song:

Điện trở cần đo được đấu song song với cơ cấu đo (Hình 4.5)



Hình 4.5: Đấu song song R_X với cơ cấu đo

Là loại dụng cụ đo trong đó R_X được mắc song song với cơ cấu đo như hình vẽ trên.

Ưu điểm của ômmét loại này là có thể đo được điện trở tương đối nhỏ và điện trở trong của ôm mét R_{Ω} nhỏ khi dòng điện từ nguồn cung cấp không lớn lắm. Do đó R_x mắc song song với cơ cấu đo nên khi $R_x = \infty$ (chưa có R_x) dòng điện qua cơ cấu đo là lớn nhất, với $R_x = 0$ dòng điện qua cơ cấu đo là gần bằng không. Thang đo được khắc độ giống như Vôn mét.

Điều chỉnh thang đo của ômmét trong trường hợp nguồn cung cấp thay đổi cũng dùng một biến trở R_M và điều chỉnh ứng với $R_x = \infty$. Xác định R_M cũng giống như sơ đồ ômmét mắc nối tiếp

b. Đo bằng Mêgômét:

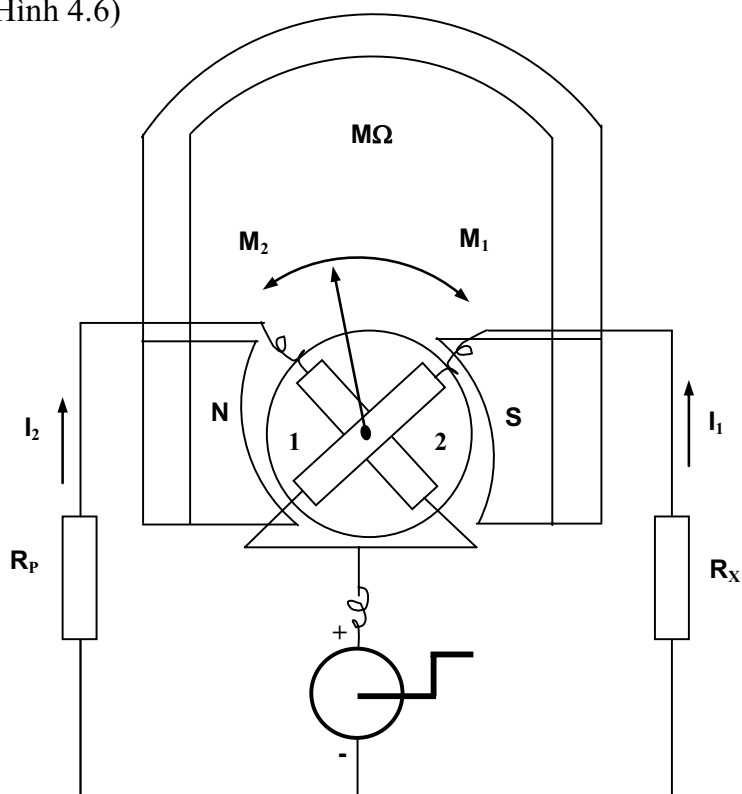
Mêgômét là dụng cụ đo điện trở lớn mà ômmét không đo được

Mêgômét thường dùng đo điện trở cách điện của máy điện, khí cụ điện, cuộn dây máy điện.

Ký hiệu:



- Cấu tạo: (Hình 4.6)



Hình 4.6: Mêgômét kiểu từ điện

Gồm tỷ số kế từ điện và manhêto kiểu tay quay dùng làm nguồn để đo.

Phần động gồm có 2 khung dây (1) và (2) đặt lệch nhau 90° quấn ngược chiều nhau, không có lò xo đối kháng. Khe hở giữa nam châm và lõi thép không đều nhằm tạo nên một từ trường không đều.

Nguồn điện cung cấp cho 2 cuộn dây là một máy phát điện một chiều quay tay có điện áp từ $(500 \div 1000)V$

Điện trở cần đo R_x được mắc nối tiếp với cuộn dây (1)

Điện trở phụ R_p được mắc nối tiếp với cuộn dây (2)

- Nguyên lý:

Khi đo, ta quay máy phát điện với tốc độ đều (khoảng $70 \div 80$ vòng/phút). Sức điện động của máy phát điện sẽ tạo ra hai dòng điện I_1 và I_2 trong 2 cuộn dây, nghĩa là xuất hiện 2 mômen quay M_1 và M_2 ngược chiều nhau. Như vậy kim sẽ quay theo hiệu số của 2 mômen và chỉ dừng lại khi $M_1 = M_2$

Vì mômen quay tỷ lệ với dòng điện nên ta có:

$$M_1 = K_1 \cdot I_1 \quad \text{và} \quad M_2 = K_2 \cdot I_2$$

Do đó khi kim cân bằng thì:

$$K_1 \cdot I_1 = K_2 \cdot I_2 \quad \text{hoặc} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{K_2}{K_1}$$

Do từ trường phân bố không đều trong khe hở không khí nên tỷ số $\frac{K_2}{K_1}$ phụ thuộc vào vị trí các cuộn dây, nghĩa là phụ thuộc vào góc quay α của kim

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{K_2}{K_1} = f(x)$$

Mặt khác các dòng điện I_1 và I_2 bằng:

$$I_1 = \frac{U}{r_1 + R_x} \quad \{r_1 \text{ và } r_2 \text{ là điện trở của các cuộn dây (1) và (2)}\}$$
$$I_2 = \frac{U}{r_2 + R_p}$$

$$\text{Nên: } \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2 + R_p}{r_1 + R_x} = f(x)$$

Nghĩa là góc quay α của kim phụ thuộc vào R_x (vì r_1 , r_2 và R_p đều không đổi)

Trên thang đo của Mêgômét người ta ghi trực tiếp trị số điện trở $k\Omega$, $M\Omega$ tương ứng với các góc quay của kim.

* *Chú ý:*

- Vì không có lò xo cân bằng nên khi không đo kim sẽ ở một vị trí bất kỳ trên mặt số.

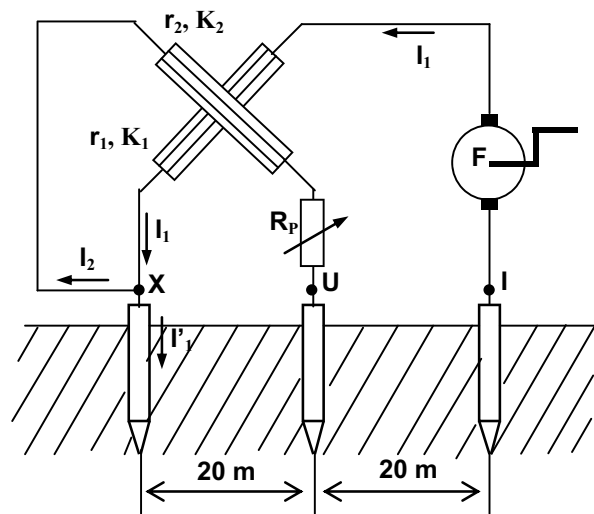
- Không nên chạm vào 2 đầu ra của dây để tránh bị điện giật khi quay.

c. Đo điện trở đất bằng cầu đo MC-07:

Dựa trên nguyên tắc của tỷ số kế từ điện để chế tạo cầu đo MC-07. Đây là dụng cụ đo điện trở tiếp đất (R_{td}) đọc thẳng và có tên gọi là Têrômét.

- Cấu tạo:

Cấu tạo của MC-07 (Hình 4.7)



Hình 4.7: Cấu tạo của MC-07

Gồm:

- ☐ Khung dây K_1 và K_2 .
- ☐ Máy phát điện một chiều.
- ☐ Biến trở phụ R_p lớn hơn r_1, r_2 (r_1, r_2 là điện trở của các cuộn dây K_1, K_2) và R_{td} rất nhiều
- ☐ Cực X nối cọc cần đo R_{td} .
- ☐ Cực U là cực áp nối với cọc phụ, cách cọc cần đo R_{td} một khoảng 20m
- ☐ Cực I là cực dòng nối với cọc phụ cách cọc U một khoảng 20m.

- Nguyên lý:

+ Nối các cực X, U, I của cầu đo theo sơ đồ trên.

+ Quay máy phát để cung cấp I_1 cho K_1

I_1 tới X chia thành 2 thành phần: I_1 và I_2

□ I'_1 xuống điện trở tiếp đất (R_{td} .)

□ I_2 đến cuộn dây K_2 .

Do R_p lớn hơn R_{td} và r_u nên I_2 nhỏ hơn rất nhiều $I'_1 \Rightarrow I'_1 \approx I$

và $r_u + R_p + r_2 \approx R_p$

Trên sơ đồ $R_{td} // (r_u + R_p + r_2)$ nên: $I'_1 \cdot R_{td} = I_2 \cdot (r_u + R_p + r_2)$

$$\Rightarrow I'_1 \cdot R_{td} = I_2 \cdot R_p \quad \Rightarrow \frac{I'_1}{I_2} = \frac{R_p}{R_{td}}$$

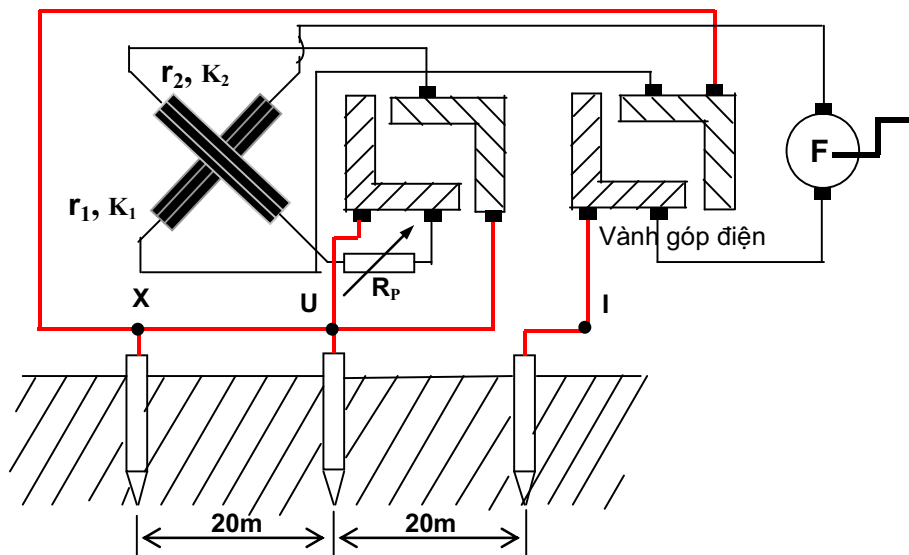
$$\Rightarrow \alpha = K \frac{I'_1}{I_2}$$

$$\text{hay } \alpha = K \frac{R_p}{R_{td}}$$

Khi R_p = hằng số thì α chỉ còn phụ thuộc R_{td} . Vậy biết α ta xác định được R_{td} cần đo.

Theo sơ đồ trên của MC-07 nhận thấy dòng điện qua đất là dòng một chiều, sẽ gây ra hiện tượng điện phân, dung dịch điện phân trong đất làm cho R_{td} bị biến đổi dẫn đến kết quả đo R_{td} có sai số lớn. Để khắc phục điều này người ta dùng thêm vành góp điện cho MC-07 để biến dòng điện qua các cọc tiếp đất là dòng xoay chiều, còn dòng qua MC-07 vẫn là dòng một chiều.

Ta có sơ đồ như sau:



Hình 4.8: Sơ đồ cầu đo MC-07 cải tiến

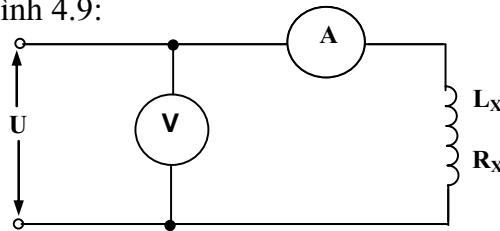
4.2. Đo điện cảm L:

4.2.1. Khái niệm:

Cuộn cảm lý tưởng là cuộn dây chỉ có thành phần điện kháng ($X_L = \omega.L$) hoặc chỉ là thuần khiết là điện cảm L, nhưng trong thực tế các cuộn dây, ngoài thành phần điện kháng X_L còn có điện trở của cuộn dây R_L . Điện trở R_L càng lớn độ phẩm chất của cuộn dây càng kém. Nếu gọi Q là độ phẩm chất cuộn dây thì Q được đặc trưng bởi tỷ số giữa điện kháng X_L và điện trở của cuộn dây đó: $Q = \frac{X_L}{R_L}$

4.2.2. Sơ đồ Vônmet, Ampemét:

Mạch đo được mắc như hình 4.9:



Hình 4.9: Đo điện cảm bằng Vônmet và Ampemét.

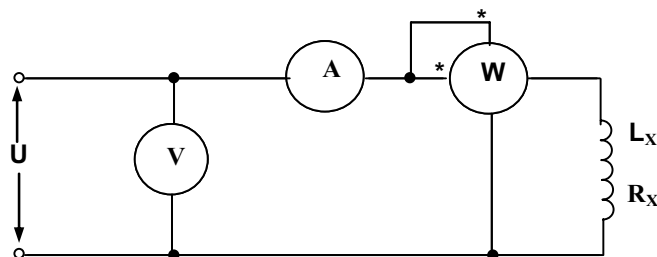
Tổng trở của cuộn dây được xác định:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{U}{I} = \sqrt{R_x^2 + (L_x \omega)^2} \\ \Rightarrow L_x^2 \omega^2 &= Z^2 - R_x^2 \\ \Rightarrow L_x^2 &= \frac{1}{\omega^2} (Z^2 - R_x^2) \\ \Rightarrow L_x &= \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - R_x^2} \end{aligned}$$

Điện trở R_x được xác định trước.

Hệ số phẩm chất: $Q = \frac{X_L}{R_L}$ (thay số vào) $\Rightarrow Q$

4.2.3. Sơ đồ Vônmet, Ampemét và Oátmét : (Hình 4.10)



Hình 4.10: Đo điện cảm bằng Vônmet, Ampemét và Oátmét

Trường hợp mạch đo dùng thêm Oátmét điện trở R_X của cuộn dây được xác định bởi biểu thức sau:

$$R_x = \frac{P}{I^2}$$

Tổng trở của cuộn dây:

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R_x^2 + (L_x \omega)^2} \Rightarrow Z^2 = R_x^2 + (L_x \omega)^2 \Rightarrow L_x^2 \omega^2 = Z^2 - R_x^2$$

$$\Rightarrow L_x = \sqrt{\frac{Z^2 - R_x^2}{\omega^2}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - \frac{P^2}{I^4}}$$

Quy đồng mẫu số ta có:

$$\square L_x = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{U^2 I^2 - P^2}{I^4}} = \frac{1}{\omega \cdot I^2} \sqrt{U^2 I^2 - P^2}$$

P: Công suất tiêu hao của cuộn dây được xác định bằng Oátmét

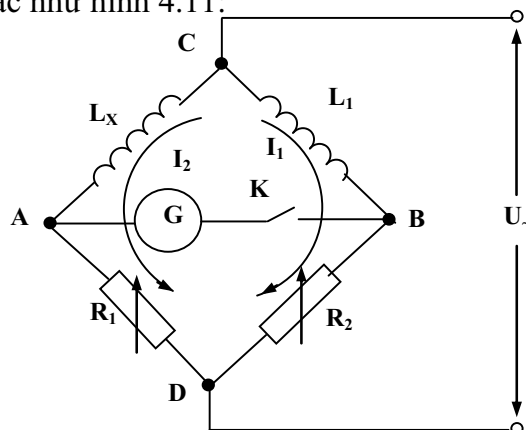
U: Đọc được trên Vônmet

I: Đọc được trên Ampemét

Hệ số phẩm chất: $Q = \frac{X_L}{R_L}$ (thay số vào) $\Rightarrow Q$

4.2.4. Đo điện cảm bằng cầu đo đơn giản:

Mạch đo được mắc như hình 4.11:



Hình 4.11: Cầu đo L_x đơn giản

L_1 : Cuộn dây mẫu (thay đổi được trị số)

L_x : Cuộn dây cần đo hệ số tự cảm L_x .

* Nguyên lý:

Điều chỉnh R_1 , R_2 và L_1 để cầu cân bằng.

Khi cầu cân bằng ta có:

$$L_1 R_1 = L_2 R_2 \Rightarrow L_x = \frac{R_1}{R_2} L_1$$

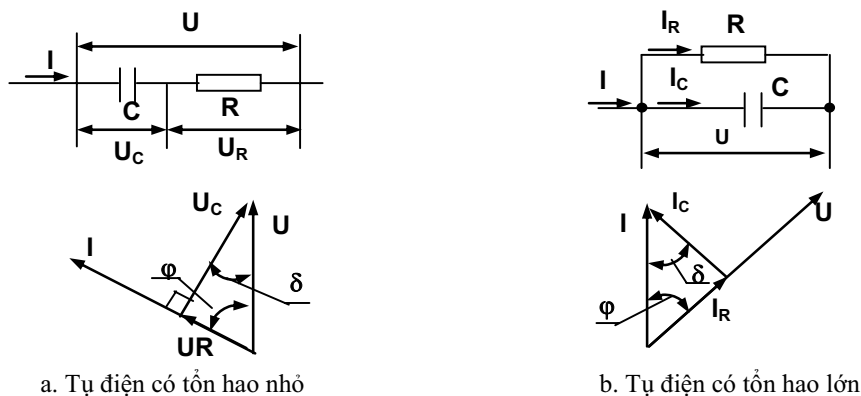
4.3. Đo điện dung C:

4.3.1. Khái niệm về điện dung và góc tổn hao:

Tụ điện lý tưởng là tụ điện không tiêu thụ công suất (dòng điện một chiều không đi qua tụ) nhưng trong thực tế do có lớp điện môi nên vẫn có dòng điện nhỏ đi qua từ cực này đến cực kia. Vì vậy trong tụ có sự tổn hao công suất.

Sự tổn hao công suất này rất nhỏ và để đánh giá sự tổn hao của tụ điện người ta thường đo góc tổn hao (δ).

Tụ điện được biểu diễn dưới dạng một tụ lý tưởng nối tiếp với một điện trở (Tụ điện tổn hao ít) hoặc nối song song với một điện trở (Tụ điện tổn hao nhiều).



Hình 4.12: Góc tổn hao δ của tụ điện

Với Tụ điện có tổn hao nhỏ dựa vào giản đồ véc tơ ta xác định góc tổn hao như sau:

$$U_R = IR \quad ; \quad U_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\tan \delta = \frac{U_R}{U_C} = \frac{IR}{\frac{1}{\omega C}} \Rightarrow \tan \delta = R \cdot \omega \cdot C \quad (4.3.1a)$$

δ là góc tổn hao của Tụ điện.

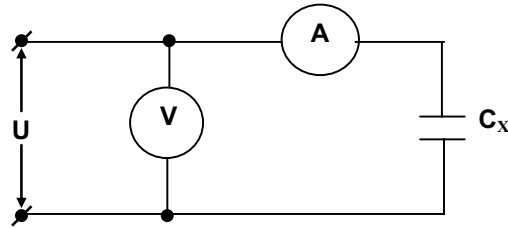
Với Tụ điện tổn hao nhiều ta có:

$$I_R = \frac{U}{R} \quad ; \quad I_C = U \omega C.$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{\frac{U}{R}}{U\omega C} \Rightarrow \operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R\omega C} \quad (4.3.1b)$$

4.3.2. Sơ đồ Vônmet, Ampemét:

Mạch đo được mắc như sau:



Hình 4.13: Sơ đồ Vônmet, Ampemét

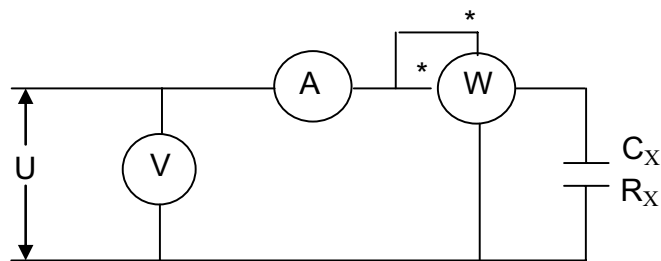
Nếu sự tổn hao công suất của điện môi tụ điện không đáng kể thì tổng trở của tụ điện C_X được xác định bởi Vônmet và Ampemét như sau:

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{1}{C_X \omega} \Rightarrow C_X = \frac{I}{U\omega} \quad (4.3.2)$$

* Nguồn tín hiệu cung cấp cho mạch đo là nguồn tín hiệu hình sin có biên độ và tần số không đổi.

4.3.3. Sơ đồ Vôn mét, Ampemét và Oátmét :

Mạch đo được mắc như sau:



Hình 4.14: Sơ đồ Vôn mét, Ampemét và Oátmét

Trường hợp mạch đo dùng thêm Watmet điện trở rò R_X của tụ điện C_X được xác định bởi biểu thức sau:

$$R_x = \frac{P}{I^2} \quad (4.3.3)$$

Tổng trở của tụ điện:

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R_x^2 + \left(\frac{1}{C_x \omega}\right)^2} \Rightarrow Z^2 = R_x^2 + \frac{1}{(C_x \omega)^2} \Rightarrow C_x^2 \omega^2 = \frac{1}{Z^2 - R_x^2}$$

$$\Rightarrow C_x = \frac{1}{\omega \sqrt{Z^2 - R_x^2}} = \frac{1}{\omega \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - \left(\frac{P}{I^2}\right)^2}} = \frac{1}{\omega \sqrt{\frac{U^2}{I^2} - \frac{P^2}{I^4}}}$$

$$= \frac{1}{\omega \sqrt{\frac{1}{I^4} (U^2 I^2 - P^2)}} = \frac{1}{\omega \frac{1}{I^2} \sqrt{U^2 I^2 - P^2}} = \frac{I^2}{\omega \sqrt{U^2 I^2 - P^2}}$$

Thay R_x , C_x và ω vào công thức: (4.3.1b)

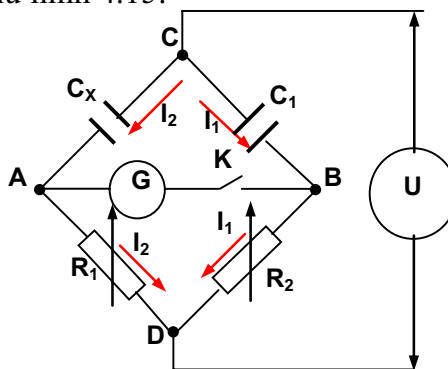
$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R \cdot \omega \cdot C} \Rightarrow (\delta) \text{ góc tổn hao của tụ điện}$$

Sự hao mất công suất do điện môi của tụ cho bởi công thức: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Phương pháp dùng Oátmét không chính xác khi xác định điện dung của những tụ điện có góc tổn hao δ nhỏ. Để đo những tụ điện có góc tổn hao δ nhỏ người ta dùng phương pháp cầu đo.

4.3.4. Đo điện dung của tụ bằng cầu đo đơn giản:

Mạch đo được mắc như hình 4.15:



Hình 4.15: Cầu đo đơn giản

C_1 : Tụ điện mẫu (thay đổi được trị số).

C_x : Tụ điện cần đo.

* Nguyên lý: Điều chỉnh R_1 , R_2 và C_1 để cầu cân bằng.

Khi cầu cân bằng ta có:

$$C_1 R_1 = C_x R_2 \Rightarrow C_x = \frac{R_1}{R_2} C_1$$

THỰC HÀNH ĐO CÁC THÔNG SỐ CỦA MẠCH ĐIỆN: R, L VÀ C

□ **Đo điện trở:** Trình tự thực hiện như sau:

Bước 1: Khảo sát máy đo.

1. Quan sát kết cấu ngoài của máy đo, xác định các thang đo, vạch đọc
2. Vẽ lại kết cấu ngoài với đầy đủ chú thích.
3. Thuyết minh thu gọn cách đọc số đo ứng với từng thang đo, vạch đọc cụ thể.

Bước 2: Tiến hành đo.

1. Lắp các điện trở lên bảng thực tập như hình 1.
2. Chuẩn bị máy đo để đo điện trở.
3. Đo và đọc giá trị của từng điện trở.
 - + Đo tại các điểm a-b; c-d ; e-f ;
 - + Ghi kết quả vào bảng 1.
4. Đo 2 điện trở mắc song song.
 - + Nối tắt b-d, a-c.... để tạo 2 điện trở mắc song song như hình 2.
 - + Đo tại các điểm đã nối tắt.
 - + Ghi kết quả vào bảng 2.
5. Đo 2 điện trở mắc nối tiếp.
 - + Hở mạch tại a-c; e-g.... để tạo 2 điện trở mắc nối tiếp như hình 3.
 - + Đo tại các điểm vừa hở mạch.
 - + Ghi kết quả vào bảng 3.
6. Đo nhiều điện trở mắc nối tiếp, mắc song song.
 - + Thực hiện tương tự như bước 4 và bước 5 nhưng số điện trở nối tiếp hoặc song song là 3, 4...
 - + Kết quả ghi vào bảng 4.
7. Nhận xét kết quả thí nghiệm.
 - + Đối chiếu kết quả thực nghiệm và lý thuyết cho nhận xét về sai số của phép đo.
 - + Cho biết các phương pháp làm hạn chế sai số.

Bảng 1

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R8	R10	R11	R12

Bảng 2

R1// R2	R3//R4	R5//R6	R7//R8	R9//R10	R11//R12

Bảng 3

R1+R2	R3+R4	R5+R6	R7=R8	R9+R10	R11+R12

Bảng 4

R1+R2+R3	...		R1+.....		

R1//R2//R3			R1//.....		

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

A. Câu hỏi trắc nghiệm khách quan

Câu hỏi yêu cầu trả lời nhanh:

+ Đọc kỹ các câu hỏi chọn và tô đen câu ý đúng nhất vào ô ở cột tương ứng (Mỗi câu chỉ có một ý đúng).

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
4.1.	Khi đo điện trở phụ tải bằng Ohm kế, ta phải đo lúc:	#đ	#ủ	#đ	#đ

	a. Mạch đang mang điện; b. Mạch đã được cắt nguồn; c. Mạch đang làm việc; d. Mạch đã được cắt 1 pha.				
4.2.	Khi đo điện trở, góc quay của kim càng lớn thì kết luận: a. Điện trở rất lớn; b. Điện trở càng lớn; c. Điện trở càng nhỏ; d. Tùy loại máy đo	#đ	#đ	#ủ	#đ
4.3	Khi đo điện trở bằng máy đo chỉ thị kim, trị số phải được đọc từ: a. Phải qua trái; b. Trái qua phải; c. Giữa ra 2 biên; d. Tại vị trí kim dừng lại.	#đ	#đ	#đ	#ủ
4.4	Muốn kiểm tra chạm mát (chạm vỏ) các thiết bị điện, dùng đồng hồ đo điện trở, đặt ở thang đo: a. X1 hoặc X1K; b. X1 hoặc X10; c. X10 hoặc X10K; d. X1K hoặc 10K.	#đ	#ủ	#đ	#đ

4.5	Khi điện trở cần đo có giá trị lớn, đồng hồ VOM để ở thang đo quá nhỏ thì kim sẽ chỉ: a. Quay nhiều vượt khỏi thang đo; b. Kim dao động quanh vị trí 0Ω; c. Kim quay rất ít gần như chỉ ở vô cùng; d. Đọc bình thường, rất chính xác.	#đ	#đ	#ủ	#đ
4.6	Đồng hồ vạn năng dùng để đo: a. Điện trở; Điện áp một chiều, xoay chiều; Dòng điện một chiều, xoay chiều. b. Điện trở; Điện áp xoay chiều và dòng điện một chiều. c. Điện trở; Điện áp một chiều, xoay chiều và dòng điện xoay chiều. d. Điện trở; Điện áp một chiều, xoay chiều và dòng điện một chiều.	#đ	#đ	#đ	#ủ
4.7	Nguồn pin bên trong máy đo vạn năng VOM sử dụng mạch đo: a. Điện áp xoay chiều; b. Dòng điện DC; c. Điện trở; d. Tất cả các chức năng.	#đ	#đ	#ủ	#đ
4.8	Trong máy đo vạn năng VOM có sử dụng biến trở điều chỉnh 0Ω là nhằm mục đích: a. Hiệu chỉnh lại phần cơ khí của cơ cấu đo; b. Hiệu chỉnh nguồn cung cấp cho mỗi mạch đo;	#đ	#ủ	#đ	#đ

	c. Tăng điện trở nội của máy đo; d. Giảm sai số cá nhân.				
4.9	Dùng máy đo VOM để đo điện điện trở, đặt ở thang đo thấp, điều chỉnh kim chỉ 0Ω; khi chuyển sang thang đo lớn hơn kim không còn ở vị trí cũ, là do: a. Nguồn pin bị yếu nhiều; b. Biến trở điều chỉnh bị hỏng; c. <i>Nội trở của mỗi thang đo khác nhau;</i> d. Điện trở que đo có giá trị âm.	#đ	#đ	#ủ	#đ
4.10.	Khi chọn Mêgômmet để đo điện trở cách điện căn cứ vào: a. Tốc độ quay của manhêto; b. <i>Điện áp định mức của thiết bị;</i> c. Chất lượng của vỏ thiết bị; d. Giới hạn đo của máy.	#đ	#ủ	#đ	#đ
4.11	Số chỉ của Mêgômmet chỉ chính xác khi: a. Quay manheto thật đều tay; b. Quay manheto đến đủ điện áp; c. <i>Kim ổn định, không còn dao động;</i> d. Đèn báo sáng lên.	#đ	#đ	#ủ	#đ
4.12	Khi chưa quay manheto kim của Mêgômet nằm ở vị trí: a. Lệch về bên phải 15%;	#đ	#đ	#đ	#ủ

	b. Nằm hẳn về bên phải mặt số; c. Nằm bên trái mặt số; d. <i>Lưng chừng bất kỳ trên mặt số.</i>				
--	---	--	--	--	--