

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Đo lường điện được biên soạn cho đối tượng là sinh viên hệ Trung cấp nghề, đồng thời là tài liệu tham khảo cho công nhân ngành điện, kỹ sư điện và những người quan tâm đến vấn đề đo lường điện. Từ nhu cầu thực tế sản xuất và nhu cầu học tập trong nhà trường, chúng tôi biên soạn cuốn giáo trình Đo lường điện. Giáo trình được trình bày ngắn gọn, dễ hiểu, các kiến thức kỹ năng trong giáo trình có trình tự logic chặt chẽ. Tuy vậy, nội dung giáo trình cũng chỉ cung cấp một phần nhất định kiến thức của chuyên ngành đào tạo cho nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các giáo trình có liên quan đối với ngành học để việc sử dụng giáo trình có hiệu quả hơn.

Giáo trình bao gồm những kiến thức cơ bản về thiết bị đo điện, phương pháp sử dụng thiết bị và ứng dụng trong thực tế sản xuất. Nội dung giáo trình gồm 6 bài, được trình bày theo trình tự từ dễ đến khó: Từ khái niệm cơ bản về thiết bị đo điện, được tăng dần theo mức độ khó về kiến thức, khó về phương pháp sử dụng.

Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã cố gắng tham khảo những tài liệu mới xuất bản về đo lường điện, cập nhật những kiến thức mới có liên quan và phù hợp với thực tế sản xuất, đời sống để giáo trình có tính ứng dụng cao. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của các đồng nghiệp trong quá trình biên soạn và xuất bản cuốn giáo trình này.

Trong quá trình biên soạn khó tránh khỏi những sai sót. Rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc để lần tái bản sau giáo trình sẽ hoàn thiện hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Khoa Điện - Trường Cao đẳng Điện lực miền Bắc.

**Tập thể giảng viên
KHOA ĐIỆN**

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
MỤC LỤC	2
GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN ĐO LƯỜNG ĐIỆN	4
1. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:.....	5
2. Nội dung chi tiết:.....	5
BÀI 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN	6
1. Khái niệm	6
2. Nguyên tắc cấu tạo chung của một dụng cụ đo	7
3. Sai số đo cơ bản.....	8
BÀI 2: ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP	10
1. Cơ cấu đo.....	10
2. Ampe mét cơ	13
3. Vôn mét cơ	15
4. Thiết bị điện tử đo dòng điện, điện áp	17
5. Ampe kìm.....	18
6. Đo dòng điện và điện áp.....	19
BÀI 3: ĐO CÔNG SUẤT	24
1. Cơ cấu đo điện động:	24
2. Oát mét	25
3. Var mét ba pha 2 phần tử	30
4. Đo công suất.....	31
BÀI 4: ĐO ĐIỆN NĂNG	34
1. Công tơ	34
2. Đo điện năng	45
3. Đấu dây, treo hòm công tơ	57
BÀI 5: ĐO TẦN SỐ VÀ HỆ SỐ $\cos\varphi$	62
1. Tần số kế	62
2. $\cos\varphi$ mét	63
3. Đo tần số và hệ số $\cos\varphi$	66
BÀI 6: ĐO ĐIỆN TRỞ.....	68

1. Đo điện trở nối đất.....	68
2. Đo điện trở cách điện	74
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	81

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: Đo lường điện

Mã số mô đun: MD22

I. VỊ TRÍ, Ý NGHĨA, VAI TRÒ MÔ ĐUN:

- Vị trí: Mô đun được bố trí trong năm thứ nhất và năm thứ hai của chương trình đào tạo trung cấp nghề Quản lý vận hành, sửa chữa đường dây và trạm biến áp có điện áp 110 kV trở xuống.

- Ý nghĩa: Mô đun Đo lường điện cung cấp cho sinh viên những kiến thức, kỹ năng cơ bản về sử dụng các thiết bị đo dòng điện, điện áp, công suất, tần số, điện trở..., rất cần thiết trong công tác vận hành, sửa chữa đường dây và trạm biến áp.

- Vai trò: Mô đun Đo lường điện là một trong những mô đun chuyên môn nghề bắt buộc của nghề Quản lý vận hành, sửa chữa đường dây và trạm biến áp có điện áp 110 kV trở xuống.

II. MỤC TIÊU CỦA MÔ ĐUN:

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

- Trình bày được vai trò của đo lường điện đối với hệ thống điện cũng như đối với sự phát triển khoa học kỹ thuật;

- Phân loại được phương pháp, đối tượng và dụng cụ đo điện;

- Phân tích được ý nghĩa của các sai số đo cơ bản;

- Chuẩn bị được tài liệu, sơ đồ mạch điện cần thiết cho đo lường điện;

- Tính chọn và đấu nối chính xác các dụng cụ đo lường, kiểm tra;

- Trình bày được các sai số và biện pháp xử lý trong quá trình thực hiện đo lường điện;

- Đọc, ghi chép đầy đủ chính xác các thông số hiển thị trên các dụng cụ đo lường điện;

- Có ý thức giữ gìn, bảo quản thiết bị.

III. NỘI DUNG MÔ ĐUN:

1. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

STT	Tên các bài trong mô đun	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra(*)
1	Khái niệm về đo lường điện	6	6	0	
2	Đo dòng điện và điện áp	32	6	25	1
3	Đo công suất	12	4	8	
4	Đo điện năng	60	8	50	2
5	Đo tần số và Cosφ	6	2	4	
6	Đo điện trở	34	8	24	2
	Cộng	150	34	111	5

* Ghi chú: Thời gian kiểm tra được tích hợp giữa lý thuyết với thực hành được tính vào giờ thực hành

2. Nội dung chi tiết:

BÀI 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN

Giới thiệu:

Bài học trình bày các khái niệm, định nghĩa cơ bản về đo lường giúp cho người học có cái nhìn tổng quan về đo lường điện.

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản về đo lường điện và dụng cụ đo điện
- Xác định được các sai số đo, ký hiệu của các dụng cụ đo điện
- Rèn luyện tính chính xác, cẩn thận, tỉ mỉ, gọn gàng
- Thực hiện nghiêm túc, có hiệu quả công tác 5S.

Nội dung:

1. Khái niệm

1.1. Định nghĩa

* Đo lường là một quá trình đánh giá định lượng đại lượng cần đo để có kết quả bằng số so với đơn vị đo.

* Kết quả đo được biểu diễn dưới dạng biểu thức sau:

$$A = \frac{X}{X_0} \Rightarrow X = A.X_0$$

Trong đó : X - Đại lượng đo.

X_0 - Đơn vị đo.

A - Kết quả đo.

* Đo lường học: Là ngành khoa học chuyên nghiên cứu để đo các đại lượng khác nhau, nghiên cứu mẫu và đơn vị đo.

* Kỹ thuật đo lường: Là ngành kỹ thuật chuyên môn nghiên cứu để áp dụng thành quả của đo lường học vào phục vụ sản xuất và đời sống.

1.2. Phân loại đối tượng đo

* *Đại lượng đo năng lượng*: Tức là đại lượng đo mà bản thân nó mang năng lượng; Ví dụ: Dòng điện, điện áp, công suất...

* *Đại lượng đo thông số của mạch điện như*: Điện trở, điện dung, điện cảm...

* *Đại lượng đo phụ thuộc vào thời gian*: Chu kỳ, tần số, góc lệch pha...

* *Đại lượng đo không điện*: Để đo được bằng phương pháp điện, nhất thiết phải biến đổi chúng thành điện nhờ các bộ chuyển đổi đo lường sơ cấp.

1.3. Các phương pháp đo

Để thực hiện một phép đo người ta có thể sử dụng nhiều cách khác nhau, ta có thể phân biệt các cách như sau:

* *Đo trực tiếp*: Là cách đo mà kết quả nhận được trực tiếp từ một phép đo duy nhất, đại lượng đo được chỉ thị ngay trên dụng cụ đo; Ví dụ: Vôn mét, ampe mét.

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

Ví dụ để đo điện trở ta có thể dùng Ampe mét đo dòng điện và Vôn mét đo điện áp sau đó dùng định luật Ôm:

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

* *Đo hợp bộ*: Là cách đo gần giống cách đo gián tiếp nhưng số lượng phép đo theo cách trực tiếp nhiều hơn và kết quả đo nhận được thường phải thông qua giải một phương trình (hay một hệ phương trình) mà các thông số đã biết chính là các số liệu đo được.

* *Đo lường thống kê*: Để đảm bảo độ chính xác của phép đo nhiều khi người ta phải sử dụng cách thống kê, tức là ta phải đo nhiều lần sau đó lấy giá trị trung bình.

2. Nguyên tắc cấu tạo chung của một dụng cụ đo

Một dụng cụ đo đọc thẳng gồm có hai bộ phận chính là: Mạch đo và cơ cấu đo.

* *Mạch đo* là bộ phận làm nhiệm vụ biến đổi các đại lượng cần đo thành dòng điện đi vào cơ cấu đo.

* *Cơ cấu đo* là bộ phận làm nhiệm vụ biến đổi tác dụng của dòng điện vào cơ cấu đo thành tín hiệu hiển thị mà con người có thể đọc được kết quả.

- Đối với các đồng hồ cơ, cơ cấu đo gồm các bộ phận

+ Phần tử công tác.

- + Bộ phận chỉ thị.
- + Lò xo phản kháng.
- + Trục và trụ.
- + Bộ phận cản dịu.
- Đối với các đồng hồ số, cơ cấu đo gồm:
 - + Khối biến đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số
 - + Khối xử lý tín hiệu số
 - + Khối hiển thị tín hiệu

3. Sai số đo cơ bản

Để đánh giá chất lượng của dụng cụ đo điện thì có nhiều tiêu chuẩn, xong chủ yếu là hai tiêu chuẩn: Độ nhạy và độ chính xác. Trong đó tính chính xác của dụng cụ đo là chỉ tiêu quan trọng mà ta cần quan tâm.

Qua kinh nghiệm thực tế, nguyên nhân gây nên sai số đo có rất nhiều: Vạch chia khắc độ không chính xác, ma sát ở gối trục và trục lớn hoặc có những thay đổi bên trong dụng cụ đo, hoặc do phương pháp đo không chính xác, điều kiện môi trường thay đổi, do khi đọc kết quả đo...Tất cả đều gây nên sai số của dụng cụ đo. Xong sai số do chính bản thân dụng cụ đo gây nên gọi là sai số cơ bản. Sai số cơ bản bao gồm:

- + Sai số tuyệt đối.
- + Sai số tương đối.
- + Sai số quy đổi.
- + Sai số cho phép.

3.1. Sai số tuyệt đối

Sai số tuyệt đối: (ΔA) Sai số tuyệt đối là hiệu số giữa kết quả đo được (A_{do}) với giá trị thực của đại lượng cần đo (A_{th}) và nó được xác định theo biểu thức:

$$\Delta A = A_{do} - A_{th}$$

Trong thực tế thì trị số thực của đại lượng cần đo cũng không thể xác định được, vì vậy người ta lấy nó là sai số trung bình hoặc lấy theo một thiết bị đo có độ chính xác cao hơn nhiều so với dụng cụ để đo lường.

3.2. Sai số tương đối

Sai số tương đối: ($\gamma_{td}\%$) là tỷ số giữa sai số tuyệt đối với giá trị thực của đại lượng cần đo và thường được tính theo phần trăm.

$$\gamma_{td}\% = \frac{\Delta A}{A_{th}} \cdot 100 = \frac{A_{do} - A_{th}}{A_{th}} \cdot 100$$

Sai số tương đối không cho phép ta đánh giá độ chính xác của dụng cụ đo, mà chỉ cho ta biết được tính chất sai số của dụng cụ đo. Vì vậy người ta đưa ra một sai số khác gọi là sai số quy đổi.

3.3. Sai số quy đổi

Như ta đã biết, mỗi dụng cụ đo có một giới hạn đo hay còn gọi là cỡ đo (A_{Max}). Giới hạn này người ta gọi là trị số định mức của thang đo. Tỷ số giữa sai số tuyệt đối với giới hạn đo của dụng cụ đo và thường được tính theo phần trăm được gọi là sai số quy đổi.

$$\gamma_{qd}\% = \frac{\Delta A}{A_{MAX}} \cdot 100 = \frac{A_{do} - A_{th}}{A_{Max}} \cdot 100$$

3.4. Sai số cho phép

Mỗi dụng cụ đo có một sai số quy đổi cho phép lớn nhất gọi là cấp chính xác của dụng cụ đo. Như vậy cấp chính xác của dụng cụ đo là tỷ số được tính theo phần trăm giữa sai số tuyệt đối lớn nhất cho phép làm việc trong điều kiện làm việc bình thường với giới hạn đo của nó.

$$\gamma_{cp}\% = \frac{\Delta A_{Max}}{A_{MAX}} \cdot 100$$

BÀI 2: ĐO DÒNG ĐIỆN VÀ ĐIỆN ÁP

Giới thiệu:

Bài học trình bày cơ cấu đo cấu tạo nên các thiết bị đo dòng điện, điện áp, cấu tạo một số thiết bị đo dòng điện điện áp như ampe mét, vôn mét, ampe kìm giúp người học hiểu hơn về đo các đại lượng dòng điện và điện áp.

Mục tiêu:

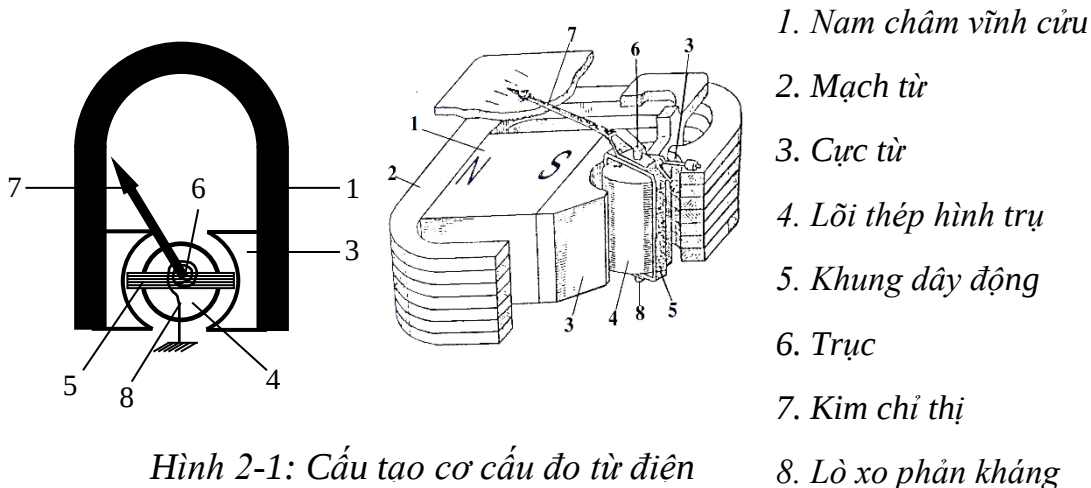
- Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc của ampe mét, vôn mét
- Vẽ được sơ đồ mạch điện đo dòng điện, điện áp
- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ vật tư khi đo dòng điện và điện áp
- Đấu nối chính xác sơ đồ mạch điện đảm bảo gọn gàng và tiếp xúc
- Kiểm tra được mạch điện sau khi đã đấu nối
- Xác định được chính xác kết quả đo
- Thực hiện nghiêm túc, có hiệu quả công tác 5S tại vị trí thực tập.

Nội dung:

1. Cơ cấu đo

1.1. Cơ cấu đo từ điện:

a. Cấu tạo:



Hình 2-1: Cấu tạo cơ cấu đo từ điện

Cơ cấu đo từ điện cấu tạo gồm hai phần chính: Phần tĩnh và phần động:

* *Phần tĩnh*: Gồm một nam châm vĩnh cửu (1) tận cùng là má sắt non tạo thành cực từ (3) ôm tròn đều lấy lõi thép hình trụ bằng sắt non (4). Lõi thép hình trụ có tác dụng tăng cảm ứng từ (B) và tạo ra từ trường đều.

* *Phần động*: Gồm cuộn dây được quấn trên khung nhôm (5) và được gắn trên trục (6). Trên trục còn có kim (7), lò xo phản kháng (8). Ở cơ cấu đo từ điện dùng ngay khung nhôm làm bộ phận cản dũa theo nguyên tắc cảm ứng.

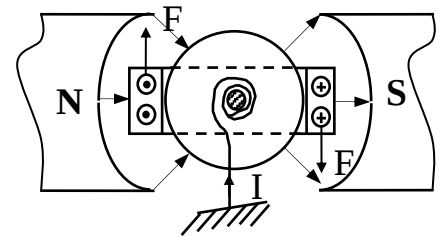
b. Nguyên lý làm việc:

Cho dòng điện vào khung dây qua lò xo phản kháng, (hình 2-2). Khung dây mang dòng điện nằm trong từ trường của nam châm vĩnh cửu sẽ chịu tác dụng một lực điện từ lên các cạnh của khung dây (Chiều được xác định theo quy tắc bàn tay trái).

Về trị số được xác định theo biểu thức: $F = B.l.W.I$

Trong đó:

- + B - Cường độ từ cảm (T)
- + l - Chiều dài cạnh của khung dây (m)
- + W - Số vòng cuộn dây (vòng)
- + I - Cường độ dòng điện vào khung dây (A)



Hình 2-2: Nguyên lý làm

Dưới tác dụng của lực điện từ tạo nên mô men quay đối với trục:

$$m_q = F.b = B.l.W.I.b$$

Dưới tác dụng của mô men quay làm trục quay, kim quay, lò xo phản kháng xoắn lại tạo ra mô men cản: $m_c = D.\alpha$.

Khi mô men quay cân bằng với mô men cản ta xác định được góc quay α .

$$m_q = m_c \Rightarrow B.l.W.I.b = D.\alpha \quad (D - \text{Độ cứng của lò xo phản kháng})$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{B.l.W.b}{D}.I$$

Sau khi dụng cụ chế tạo xong thì các đại lượng: B, l, W, b và D có trị số không thay đổi, do đó ta đặt tỷ số: $\frac{B.l.W.b}{D} = K$ (Độ nhạy của cơ cấu đo)

Vậy góc quay được xác định theo biểu thức: $\alpha = K.I$

Qua biểu thức trên ta thấy góc quay α tỷ lệ bậc nhất với dòng điện qua cơ cấu.

c. Đặc điểm và ứng dụng:

* Đặc điểm:

+ Vì góc quay ($\alpha = K.I$) tỷ lệ bậc nhất với dòng điện nên thang chia là thang chia đều.

+ Dụng cụ đo chế tạo trên cơ sở của cơ cấu đo này chỉ đo được các đại lượng trong mạch điện một chiều. Muốn đo các đại lượng trong mạch điện xoay chiều, thì phải có chỉnh lưu.

+ Do từ trường của nam châm vĩnh cửu lớn nên có độ nhạy cao, ít bị ảnh hưởng của từ trường ngoài nên độ chính xác cao.

+ Vì cuộn dây là phần động nên tiết diện dây quấn nhỏ do đó khả năng chịu quá tải kém.

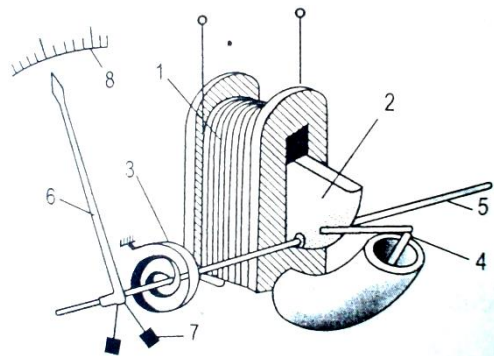
* Ứng dụng: Cơ cấu đo từ điện được dùng để chế tạo vôn mét và ampe mét để đo dòng điện và điện áp trong mạch một chiều, nó được dùng làm đồng hồ mẫu và đồng hồ dùng trong thí nghiệm kiểm tra.

1.2. Cơ cấu đo điện từ:

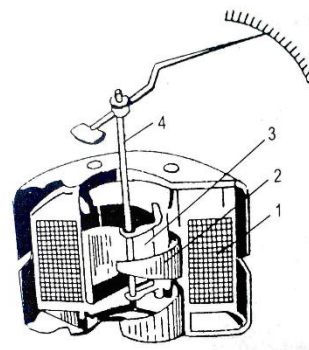
a. Cấu tạo:

* Cơ cấu đo điện từ được chia thành hai loại:

- Cuộn dây dẹt, (hình 1-6a).
- Cuộn dây tròn, (hình 1-6b).



a. Cuộn dây dẹt



b. Cuộn dây tròn

- | | | |
|--------------------|-----------------|---------------------|
| 1. Cuộn dây | 2. Lá thép động | 3. Lò xo phản kháng |
| 4. Bộ phận cản dũa | 5. Trục | 6. Kim chỉ thị |
| 7. Quả đối trọng | 8. Thang đo | 9. Lá thép cố định |

Hình 2-3: Cấu tạo cơ cấu đo điện từ

* Cuộn dây dẹt:

- Phần tĩnh: Là một cuộn dây phẳng (1), bên trong có khe hở không khí.

- Phần động: Là lá thép (2) được gắn trên trục (5), lá thép có thể quay tự do trong khe hở không khí.

* Cuộn dây tròn: Phần tĩnh là cuộn dây có mạch từ khép kín (1), bên trong bố trí tấm kim loại cố định (9), lá thép động (2) gắn với trục quay.

b. Nguyên lý làm việc:

* Khi cho dòng điện vào cuộn dây A. Từ trường cuộn dây luyến từ cho 2 lá thép non và chúng bị nhiễm từ cùng dấu nên đẩy nhau. Dòng điện càng lớn thì lực đẩy càng lớn, tạo nên mô men quay đối với trục. Người ta chứng minh được:

$$m_q = K.I^2$$

* Dưới tác dụng của mô men quay làm cho trục quay, kim quay, lò xo phản kháng xoắn lại tạo nên mô men cản ($m_c = D.\alpha$). Khi mô men quay cân bằng với mô men cản thì kim dừng lại ta xác định được góc quay α :

$$m_q = K.I^2 = m_c = D.\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{K}{D} I^2$$

Như vậy góc quay α tỷ lệ với bình phương dòng điện vào cơ cấu.

c. Đặc điểm và ứng dụng:

* Đặc điểm:

+ Do góc quay α tỷ lệ với bình phương dòng điện vào cơ cấu nên vạch chia không đều.

+ Dụng cụ đo chế tạo từ cơ cấu điện từ có thể đo được các đại lượng trong mạch điện một chiều và xoay chiều.

+ Do từ trường phụ thuộc vào cơ cấu đo nên chịu ảnh hưởng của từ trường ngoài, hơn nữa do có tổn hao trong lá thép nên độ chính xác không cao.

+ Do phần tĩnh là cuộn dây nên tiết diện dây quấn lớn dẫn đến khả năng chịu quá tải cao.

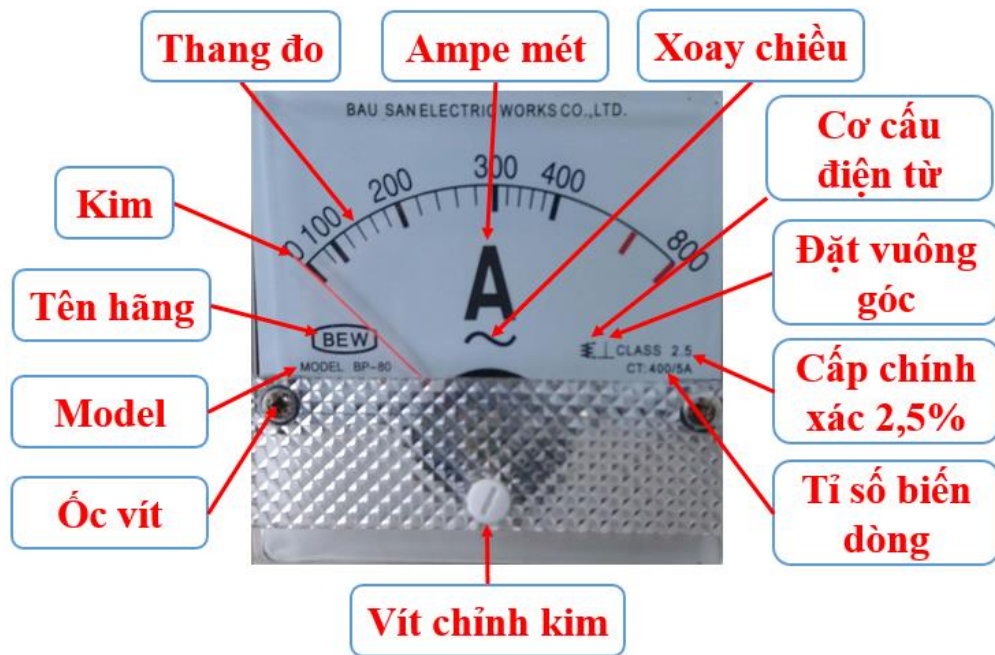
+ Cấu tạo đơn giản nên giá thành thấp.

* Ứng dụng: Dùng để chế tạo vôn mét và ampe mét điện từ.

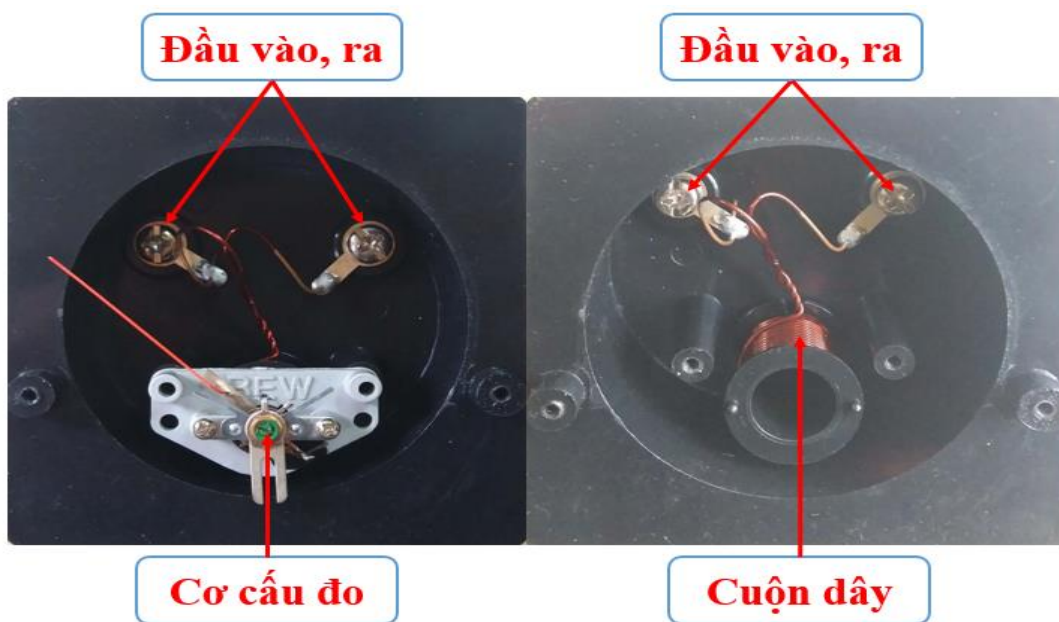
2. Ampe mét cơ

* Cấu tạo của ampe mét cơ gồm các bộ phận chính sau:

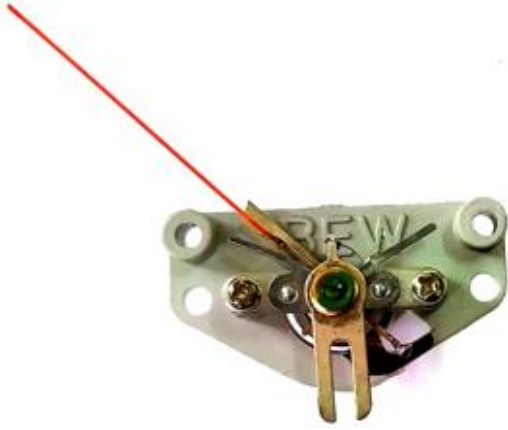
- Vỏ
- Thang đo
- Cơ cấu đo
- Cuộn dây
- Ốc vít...



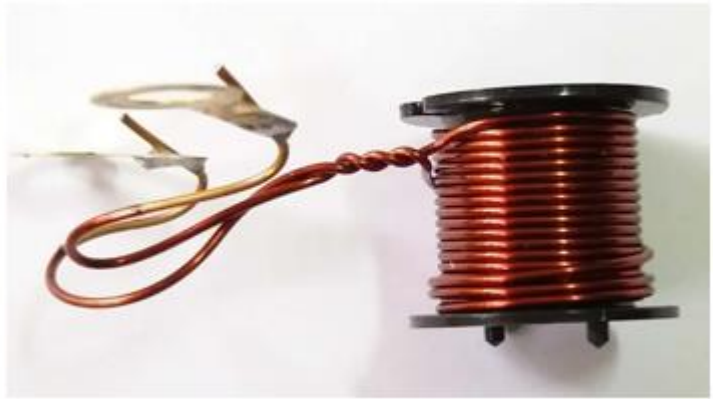
Hình 2-4: Cấu tạo bên ngoài Ampe mét cơ



Hình 2-5: Cấu tạo bên trong Ampe mét cơ



Hình 2-6: Cơ cấu đo Ampe mét cơ

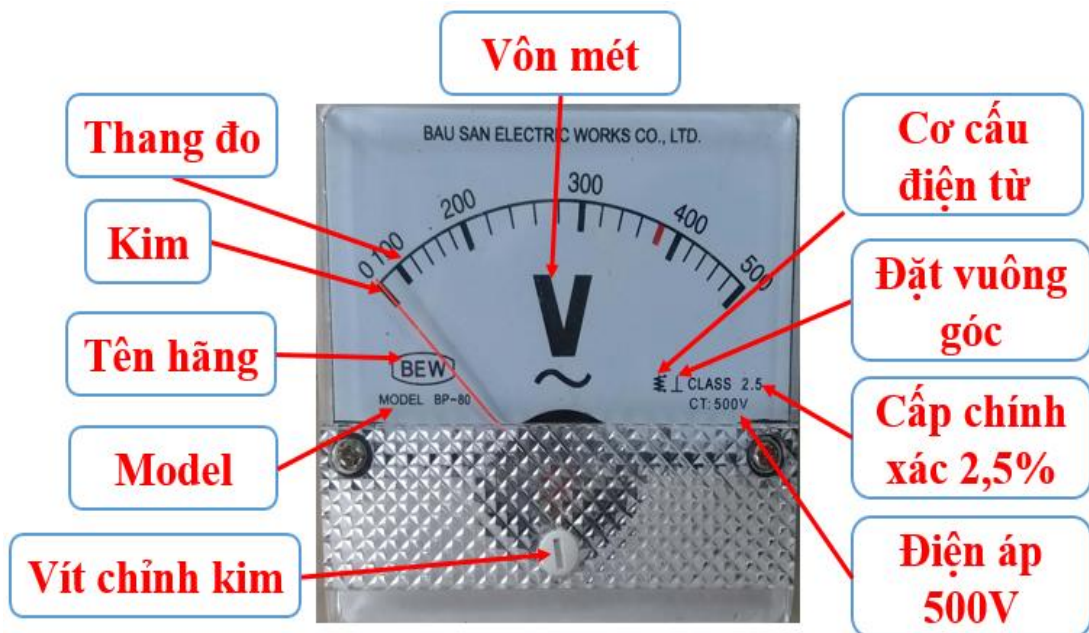


Hình 2-7: Cuộn dây Ampe mét cơ

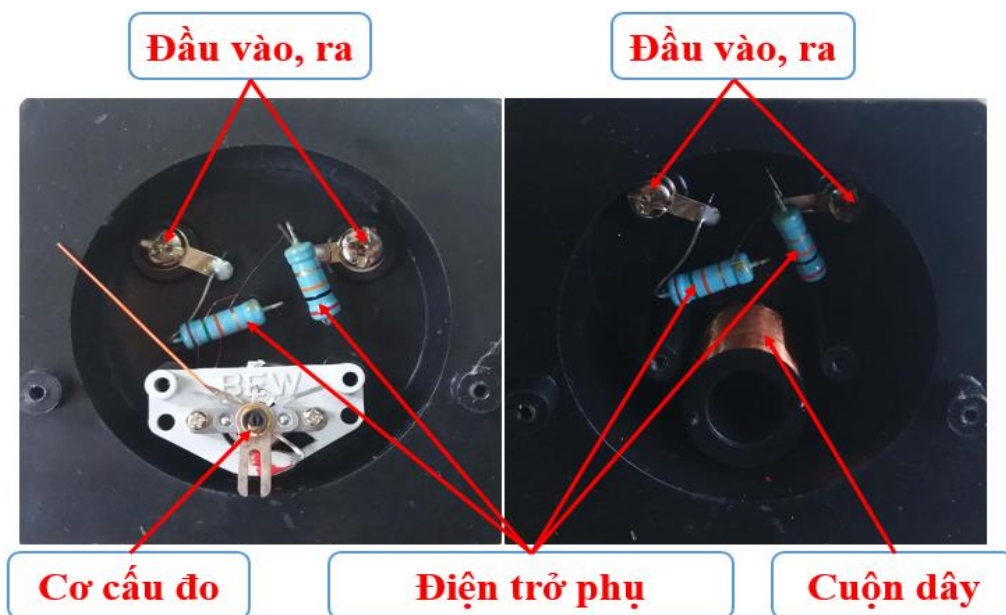
3. Vôn mét cơ

* Cấu tạo của vôn mét cơ gồm các bộ phận chính sau:

- Vỏ
- Thang đo
- Cơ cấu đo
- Cuộn dây
- Ốc vít...



Hình 2-8: Cấu tạo bên ngoài Vôn mét cơ



Hình 2-9: Cấu tạo bên trong Vôn mét cơ



Hình 2-10: Cơ cấu đo Vôn mét cơ

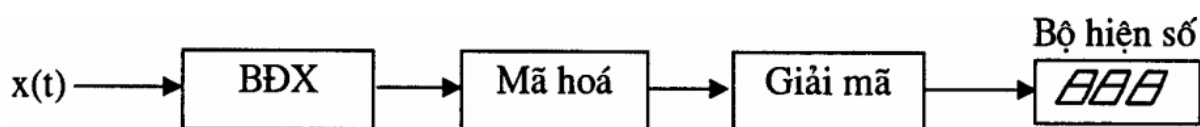


Hình 2-11: Cuộn dây Vôn mét cơ

4. Thiết bị điện tử đo dòng điện, điện áp

- Trong những năm gần đây xuất hiện và sử dụng rộng rãi các chỉ thị số, ưu việt của cơ cấu chỉ thị số là thuận lợi cho việc đọc ra kết quả, phù hợp với các quá trình đo lường xa, quá trình tự động hoá sản xuất, thuận lợi cho những đối thoại giữa máy và người.

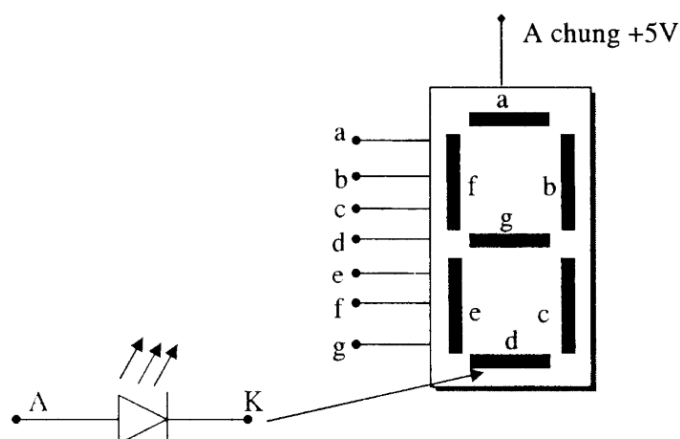
- Sơ đồ khối của cơ cấu chỉ thị số có thể tóm tắt như sau:



Hình 2-12: Sơ đồ khối cơ cấu chỉ thị số

- Đại lượng đo đi qua bộ biến đổi thành xung, số xung N tỉ lệ với độ lớn $x(t)$ được đưa vào bộ mã hóa (MH), bộ giải mã (GM) và bộ hiển số. Các khâu mã hoá, giải mã, bộ hiển số tạo thành bộ chỉ thị số.

- Bộ chỉ thị số phổ biến nhất là chỉ thị số ghép 7 thanh:



Hình 2-13: Bộ chỉ thị số ghép 7 thanh

- Chỉ thị này được ghép bằng 7 thanh dùng một phát quang (LED: Light Emitting Diode) hoặc tinh thể lỏng (LCD: Liquid Crystal Display). Điốt phát quang là những chất bán dẫn mà phát ra ánh sáng dưới tác dụng của dòng điện một chiều. Tinh thể lỏng là những màng mỏng làm bằng chất tinh thể lỏng. Đó là những chất dưới tác dụng của điện áp một chiều chuyển pha từ dạng lỏng sang dạng tinh thể và ngược lại. Khi ở dạng tinh thể thanh này trở nên trong suốt, ta có thể nhìn thấy màu sắc ở nền đằng sau. Một ưu điểm cơ bản tinh thể lỏng tiêu thụ dòng điện rất nhỏ: $0,1\mu\text{A}$ /thanh, trong khi đó một phát quang cỡ: 10mA /thanh.

5. Ampe kìm



Hình 2-14: Ampe kìm

Ampe kìm cấu tạo gồm một máy biến dòng điện và mili ampe mét được đấu sẵn vào cuộn thứ cấp của máy biến dòng điện. Với ampe kìm ta có thể đo được điện áp xoay chiều, đo dòng điện xoay chiều không cần ngắt mạch, ngoài ra để thuận tiện cho công tác kiểm tra mạch điện ở ampe kìm còn có thể đo được điện trở. Để thay đổi mạch đo và giới hạn đo các đại lượng ở ampe kìm người ta dùng khoá chuyển mạch hoặc dùng phím để chuyển đổi. Trong thực tế sản xuất khi sử dụng ta thực hiện theo các bước sau:

* Kiểm tra vị trí “0” của kim đối với loại chỉ thị dùng kim và kiểm tra nguồn pin đối với loại chỉ thị số.

* Đưa khoá chuyển mạch về vị trí đại lượng cần đo và ở giới hạn đo thích hợp. Trong trường hợp chưa rõ trị số đại lượng cần đo ta để ở giới hạn đo lớn nhất, rồi giảm dần tới giới hạn đo thích hợp.

* Khi đo dòng điện, bóp tay kim để mở mở kim và kẹp dây dẫn cần đo dòng điện vào khung cửa sổ mạch từ. Nhả tay kim, mở kim được khép chặt. Khi đó số chỉ của ampe kim chính là kết quả ta cần đo.

* Để đo điện áp ta đấu que đo vào hai cực đầu dây: COM và V. Hai đầu que đo đấu vào mạch cần đo điện áp, khi đó số chỉ trên thang đo chính là kết quả ta cần đo.

* Đo điện trở: Đưa khoá chuyển mạch về vị trí “ Ω ” ở giới hạn đo thích hợp. Trước khi đo ta kiểm tra vị trí “0” của kim, bằng cách chạm hai que đo kim phải chỉ “0”, nếu không ta điều chỉnh núm xoay trên có ký hiệu “ Ω ” cho tới khi kim chỉ “0”, khi đó đấu hai que đo vào hai đầu của điện trở cần đo và số chỉ trên thang đo chính là kết quả ta cần đo.

Lưu ý: Dùng ampe kim đo dòng điện, điện áp, điện trở thì tuân theo nguyên tắc đầu dây của các dụng cụ đo: ampe mét, vôn mét và ôm mét. Kết quả đo đọc trực tiếp khi giới hạn đo bằng vạch chia lớn nhất trên thang đo, đọc kết quả đo gián tiếp khi chúng không bằng nhau.

Ngoài các dụng cụ đo trên, ta có thể dùng đồng hồ vạn năng để đo dòng điện, điện áp và điện trở. Dụng cụ đo này thường được dùng trong công tác kiểm tra và sửa chữa.

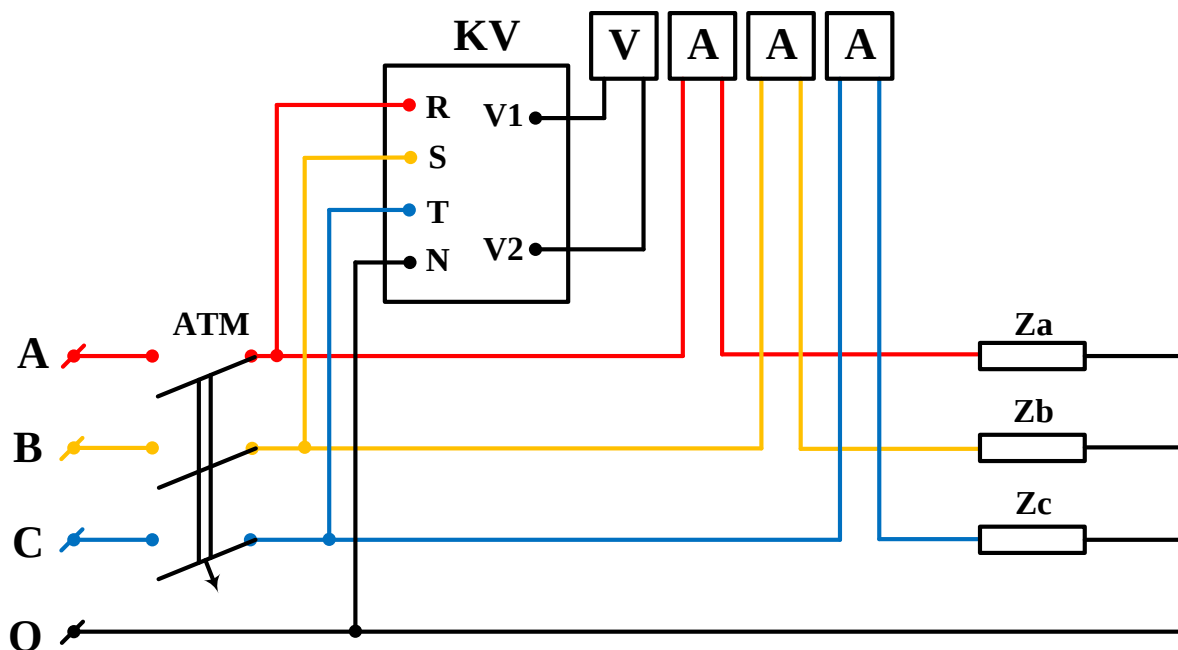
6. Đo dòng điện và điện áp

6.1. Mạch đo trực tiếp dòng điện, điện áp

6.1.1. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.
- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Kiểm tra hết điện trước khi lắp đặt, sửa chữa mạch điện.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra mạch điện, báo cáo giáo viên trước khi đóng điện.

6.1.2. Sơ đồ nguyên lý



Hình 2-15: Sơ đồ nguyên lý mạch đo trực tiếp dòng điện, điện áp

Trong đó

Ký hiệu	Tên thiết bị
A, B, C, O	Nguồn điện 3 pha 4 dây
ATM	Áp tô mát 3 pha
KV	Khóa chuyển mạch đo điện áp
R, S, T, N, V ₁ , V ₂	Các chân đầu của khóa chuyển mạch
V	Vôn mét
A	Ampe mét
Z _a , Z _b , Z _c	Phụ tải 3 pha

6.1.3. Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, thiết bị

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
I	<u>Dụng cụ:</u>			
1	Tuốc nơ vít 2, 4 cạnh	Cái	1	500V
2	Kìm vạn năng	Cái	1	500V
3	Mũ công tác	Cái	1	
II	<u>Vật tư:</u>			
1	Bộ dây đầu	Bộ	1	1x1,5mm ²
III	<u>Thiết bị:</u>			
1	Áp tô mát 3 pha 3 cực	Cái	1	20A - 500V
2	Khóa chuyển mạch áp KV	Cái	1	16A - 500V
3	Vôn mét	Cái	1	0-500V
4	Ampe mét	Cái	1	0-5A
5	Động cơ không đồng bộ 3 pha	Cái	1	Y/Δ - 380/220V
6	Đồng hồ vạn năng	Cái	1	Model 1109

6.1.4. Trình tự thực hiện

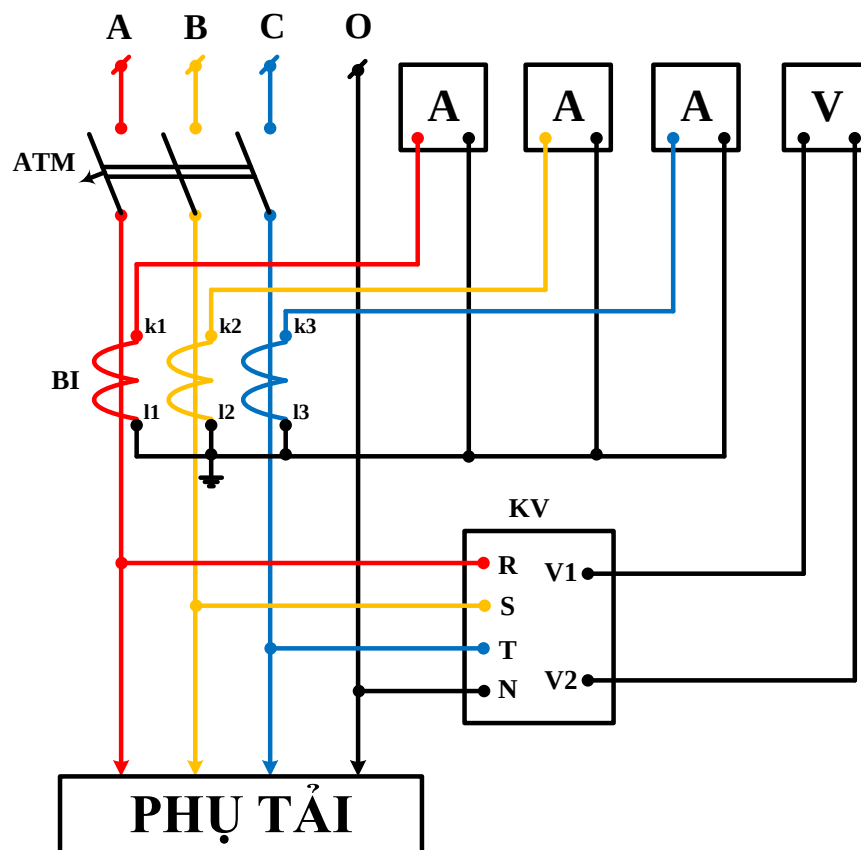
T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Đấu dây mạch dòng điện	- Đấu đầu ra pha A của ATM 3 pha với đầu vào Ampe mét. - Đấu đầu ra Ampe mét với đầu vào phụ tải pha A. - Đấu đầu ra phụ tải với dây trung tính. - Các pha còn lại đấu tương tự.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
2	Đấu dây mạch điện áp	- Đấu đầu ra áp tô mát A, B, C, O lần lượt với R, S, T, N. - Đấu đầu ra V₁, V₂, với 2 đầu vôn mét.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0 - Đặt hai đầu que đo vào các cặp vị trí sau: + Đầu ra pha A, B, C áp tô mát – Đầu vào phụ tải pha A, B, C + Xoay công tắc chức năng của KV lần lượt tới các vị trí RS, ST, TR, RN, SN, TN rồi đặt 2 đầu que đo vào cầu ra áp tô mát theo các cặp lần lượt AB, BC, CA, AO, BO, CO.	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai đầu que đo
4	Cấp điện, vận hành động cơ	- Đóng áp tô mát ATM	- Ampe mét hiển thị giá trị dòng điện - Khi xoay khóa chuyển mạch, vôn mét hiển thị điện áp dây, pha tương ứng	Trước khi cấp điện phải báo cáo giáo viên

6.2. Mạch đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện

6.2.1. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.
- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Kiểm tra hết điện trước khi lắp đặt, sửa chữa mạch điện.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra mạch điện, báo cáo giáo viên trước khi đóng điện.

6.2.2. Sơ đồ nguyên lý



Hình 2-16: Sơ đồ nguyên lý mạch đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện

Trong đó

Ký hiệu	Tên thiết bị
A, B, C, O	Nguồn điện 3 pha 4 dây
ATM	Áp tô mát 3 pha
KV	Khóa chuyển mạch đo điện áp
R, S, T, N, V ₁ , V ₂	Các chân đầu của khóa chuyển mạch
V	Vôn mét
A	Ampe mét
BI	Máy điện dòng điện đo lường

6.2.3. Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, thiết bị

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
I	Dụng cụ:			
1	Tuốc nơ vít 2, 4 cạnh	Cái	1	500V
2	Kìm vạn năng	Cái	1	500V
3	Mũ công tác	Cái	1	
II	Vật tư:			
1	Bộ dây đầu	Bộ	1	1x1,5mm ²
III	Thiết bị:			
1	Áp tô mát 3 pha 3 cực	Cái	1	20A - 500V
2	Khóa chuyển mạch áp KV	Cái	1	16A - 500V

3	Vôn mét	Cái	1	0-500V
4	Ampe mét	Cái	3	0-5A
5	Động cơ không đồng bộ 3 pha	Cái	1	Y/ Δ - 380/220V
6	Đồng hồ vạn năng	Cái	1	Model 1109
7	Máy biến dòng đo lường	Cái	3	50/5A – 600V

6.2.4. Trình tự thực hiện

T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Đấu dây mạch dòng điện	- Đấu k_1, k_2, k_3 với đầu vào Ampe mét 1, 2, 3 - Đấu đầu ra Ampe mét 1, 2, 3, đầu l_1, l_2, l_3 với nhau và nối với đất.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
2	Đấu dây mạch điện áp	- Đấu đầu ra áp tô mát A, B, C, O lần lượt với R, S, T, N. - Đấu đầu ra V_1, V_2, với 2 đầu vôn mét.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0 - Tháo k_1, k_2, k_3, đặt lần lượt 1 đầu que đo vào k_1, k_2, k_3 và đầu que đo còn lại vào ốc vít k_1, k_2, k_3 vừa tháo. - Xoay công tắc chức năng của KV lần lượt tới các vị trí RS, ST, TR, RN, SN, TN rồi đặt 2 đầu que đo vào cầu ra áp tô mát theo các cặp lần lượt AB, BC, CA, AO, BO, CO.	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai đầu que đo
4	Cấp điện, vận hành động cơ	- Đóng áp tô mát ATM	- Ampe mét hiển thị giá trị dòng điện - Khi xoay khóa chuyển mạch, vôn mét hiển thị điện áp dây, pha tương ứng	Trước khi cấp điện phải báo cáo giáo viên

BÀI 3: ĐO CÔNG SUẤT

Giới thiệu:

Bài học trình bày cấu tạo cơ cấu đo điện động, giới thiệu cấu tạo cơ thiết bị đo công suất 1 pha, ba pha.

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc của Oát mét và Var mét
- Vẽ được sơ đồ mạch điện đấu nối Oát mét và Var mét
- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ vật tư khi đo công suất
- Đấu nối chính xác sơ đồ mạch điện đảm bảo gọn gàng và tiếp xúc
- Kiểm tra được mạch điện sau khi đã đấu nối
- Xác định được chính xác kết quả đo trên thiết bị đo
- Thực hiện nghiêm túc, có hiệu quả công tác 5S tại vị trí thực tập.

Nội dung:

1. Cơ cấu đo điện động:

1.1. Cấu tạo:

Cấu tạo gồm:

* Phần tĩnh: Gồm cuộn dây (1) được chia làm hai nửa nhằm tạo ra từ trường đều và mạnh.

* Phần động: Gồm cuộn dây (2) được gắn trên trục và chuyển động trong lòng cuộn tĩnh. Trên trục còn có kim, lò xo phản kháng là bộ phận cản dũa.

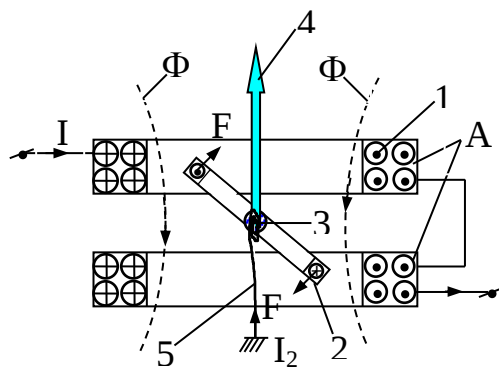
1.2. Nguyên lý làm việc:

* Cho dòng điện I_1 vào cuộn dây 1, tạo nên từ trường Φ .

* Cho dòng điện I_2 qua lò xo phản kháng vào cuộn dây 2. Cuộn dây 2 mang dòng điện nằm trong từ trường cuộn tĩnh, chịu tác dụng một lực điện từ vào hai cạnh của khung dây: $F = K \cdot I_1 \cdot I_2$.

* Dưới tác dụng của lực điện từ tạo nên mô men quay, làm phần động quay:

$$m_q = K_1 \cdot I_1 \cdot I_2$$



Hình 3-1: Cấu tạo cơ cấu đo điện

Nếu từ trường giữa hai nửa cuộn dây phân tính là đều, thì: $m_q = K_2 \cdot I_1 \cdot I_2$.

Với K_1, K_2 là hằng số.

* Khi phân động quay, trục quay lò xo phản kháng xoắn lại tạo ra mô men cản, khi mô men quay cân bằng với mô men cản, thì kim dừng lại ta xác định được góc quay α .

$$m_q = K_2 \cdot I_1 \cdot I_2 = m_c = D \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{K_2}{D} \cdot I_1 \cdot I_2$$

* Nếu I_1 và I_2 là dòng điện xoay chiều thì:

$$\alpha = \frac{K_2}{D} \cdot I_1 \cdot I_2 \cos \varphi \quad (\varphi \text{ là góc lệch pha giữa } I_1 \text{ và } I_2).$$

$\Rightarrow$ Góc quay α tỷ lệ với tích số dòng điện vào cuộn dây tĩnh, cuộn dây động và góc lệch pha giữa chúng.

1.3. Đặc điểm và ứng dụng:

* Đặc điểm:

- + Vì bị ảnh hưởng của từ trường ngoài nên cần phải có màn chắn từ.
- + Vì không có lõi thép nên độ chính xác cao.
- + Khả năng chịu quá tải kém.
- + Cấu tạo phức tạp nên giá thành cao.
- + Thang chia vạch khắc độ không đều.

* Ứng dụng: Dùng để chế tạo vôn mét, ampe mét và Oát mét.

2. Oát mét

2.1. Oát mét điện động một pha

a. Cấu tạo:

* Oát mét điện động (hoặc oát mét sắt điện động) là thiết bị đo kiểu cơ điện dùng để đo công suất trong mạch điện một chiều hoặc công suất tác dụng trong mạch điện xoay chiều một pha.

* Oát mét điện động được chế tạo dựa trên cơ cấu đo điện động trong đó:

+ Cuộn dây tĩnh được mắc nối tiếp với phụ tải, có số vòng dây ít, nhưng tiết diện dây lớn nên được gọi là cuộn dòng điện.

+ Cuộn dây động được mắc nối tiếp với điện trở phụ và song song với phụ tải, có số vòng dây nhiều nhưng tiết diện dây nhỏ nên được gọi là cuộn điện áp.

b. Nguyên lý làm việc:

Khi đầu Oát mét vào mạch đo (hình 3-2), thì:

* Dòng điện qua cuộn dây tĩnh là $I_1 \approx I$.

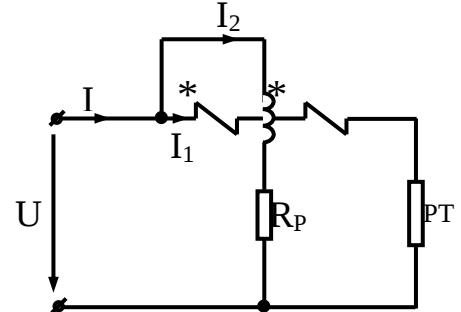
* Dòng điện qua cuộn dây động là I_2 :

$$I_2 = \frac{U}{R_2}$$

Trong đó: $R_2 = r_2 + R_P$

r_2 : Điện trở của cuộn dây động.

R_P : Điện trở phụ.



Hình 3-2: Sơ đồ nguyên lý làm việc

* Dưới tác dụng của dòng điện I_1 và I_2 làm xuất hiện mô men quay:

$$m_q = K_2 \cdot I_1 \cdot I_2 = K_2 I \frac{U}{R_2}$$

Trong đó: K_2 ; R_2 là hằng số nên đặt: $\frac{K_2}{R_2} = K_3 = \text{Const} \Rightarrow m_q = K_3 UI$.

* Dưới tác dụng của m_q làm kim quay, trục quay và lò xo xoắn lại tạo nên mô men cản $m_c = D \cdot \alpha$. Khi mô men quay cân bằng với mô men cản ta xác định được góc quay α :

$$m_q = m_c \Leftrightarrow D \cdot \alpha = K_3 \cdot U \cdot I \Rightarrow \alpha = \frac{K_3}{D} \cdot U \cdot I$$

Đặt $\frac{K_3}{D} = S_p$ - Độ nhạy của Oát mét $\Rightarrow \alpha = S_p \cdot U \cdot I = S_p \cdot P$.

Nếu I_1 và I_2 là dòng điện xoay chiều khi đó ta có: $\alpha = S_p \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$

Như vậy góc quay α tỷ lệ với công suất tác dụng mạch điện cần đo nên số chỉ khi đo chính là kết quả ta cần đo.

c. Mở rộng giới hạn đo cho Oát mét:

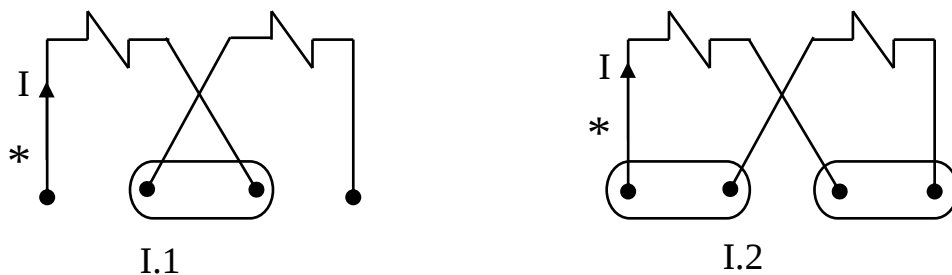
Để mở rộng giới hạn đo cho Oát mét ta chỉ việc mở rộng giới hạn dòng điện và giới hạn điện áp. Phương pháp mở rộng giới hạn dòng điện và điện áp hoàn

toàn giống quá trình mở rộng giới hạn đo cho ampe mét và vôn mét, hoặc mở rộng theo phương pháp sau:

* *Mở rộng giới hạn dòng điện:* Để mở rộng giới hạn đo dòng điện ta có thể thực hiện theo một trong hai cách sau:

+ Tăng tiết diện dây quấn và giảm số vòng cuộn tĩnh.

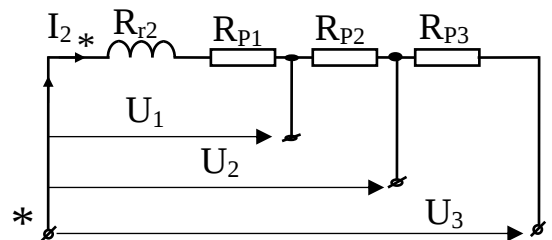
+ Cuộn tĩnh được chia thành hai phần bằng nhau. Khi cần mở rộng giới hạn đo thì ta chỉ việc thay đổi cách đấu từ nối tiếp sang song song. Việc thay đổi cách đấu có thể dùng cầu đổi nối hoặc dùng khoá chuyển mạch như hình.



Hình 3-3: Thay đổi cách đấu cuộn tĩnh sử dụng khóa chuyển mạch

* *Mở rộng giới hạn điện áp:*

Để mở rộng giới hạn điện áp ta mắc nối tiếp liên tiếp các điện trở phụ với cuộn dây động của oát mét. Tương đương với mỗi điện trở phụ là một giới hạn điện áp, (hình 3-4).



Hình 3-4: Mở rộng giới hạn đo điện áp sử dụng điện trở phụ

* *Giới hạn đo của Oát mét:*

Sau khi ta mở rộng được giới hạn điện áp và dòng điện thì giới hạn đo của oát mét được xác định: $P_{gh} = U_{gh} \cdot I_{gh}$

Trong thực tế phương pháp này ít dùng, vì trong quá trình thực hiện phức tạp. Do đó thường dùng máy biến dòng điện và điện áp để mở rộng giới hạn đo cho Oát mét.

d. *Phương pháp sử dụng Oát mét:*

* *Cách tính chọn:*

Do oát mét có hai cuộn dây: Cuộn dòng và cuộn điện áp. Trong mỗi cuộn có một giá trị cho phép nhất định mà ta gọi là U_{dm} và I_{dm} hay còn gọi là U_{gh} và I_{gh} . Nên ta phải chọn được các thông số này của oát mét phù hợp với các thông số của mạch đo sao cho:

$$U_{dm}(U_{gh}) \geq U_{LV} (U_{nguồn}) \text{ và } I_{gh} \geq I_{phụ tải}$$

* Nguyên tắc đấu dây:

- Cuộn tĩnh (cuộn dòng điện) mắc nối tiếp với phụ tải.
- Cuộn động (cuộn điện áp) mắc song song với phụ tải.
- Khi đấu dây phải đấu đúng cực tính.

* *Cách đọc kết quả đo*: Thông thường oát mét có hai phương pháp đọc kết quả đo:

+ Loại dùng trong lĩnh vực sản xuất thường có độ chính xác thấp và dùng phương pháp đọc trực tiếp, tức là số chỉ khi đo chính là kết quả đo. Nếu gọi:

- $\alpha_{đo}$ là góc quay của kim khi đo.
- $P_{đo}$ là kết quả đo.

Thì đối với loại này ta có kết quả đo được xác định: $\alpha_{đo} = P_{đo}$

+ Loại dùng trong làm đồng hồ mẫu và dùng trong lĩnh vực thí nghiệm kiểm tra: Loại này thường có độ chính xác cao và có nhiều giới hạn đo trên cùng một vạch khắc độ.

Khi đo kết quả đo được xác định: $P_{đo} = \alpha_{đo} \cdot C_P$

Trong đó:

- $\alpha_{đo}$ là góc quay của kim khi đo.
- C_P Hằng số đo và được xác định:

$$C_P = \frac{P_{gh}}{\alpha_{max}} = \frac{U_{gh} \cdot I_{gh}}{\alpha_{max}} \text{ (W/vạch)}$$

$$\Rightarrow P_{đo} = \alpha_{đo} \cdot C_P = \alpha_{đo} \cdot \frac{P_{gh}}{\alpha_{max}} = \alpha_{đo} \cdot \frac{U_{gh} \cdot I_{gh}}{\alpha_{max}}$$

- α_{max} là vạch chia lớn nhất trên thang đo.

Trong trường hợp dụng cụ đo được mắc qua máy biến áp đo lường (BU), máy biến dòng điện (BI) thì kết quả đo được tính theo biểu thức sau:

$$P_{đo} = \alpha_{đo} \cdot K_I \cdot K_U$$

Trong đó: K_I , K_U là tỷ số biến của máy biến dòng điện và máy biến điện áp đo lường.

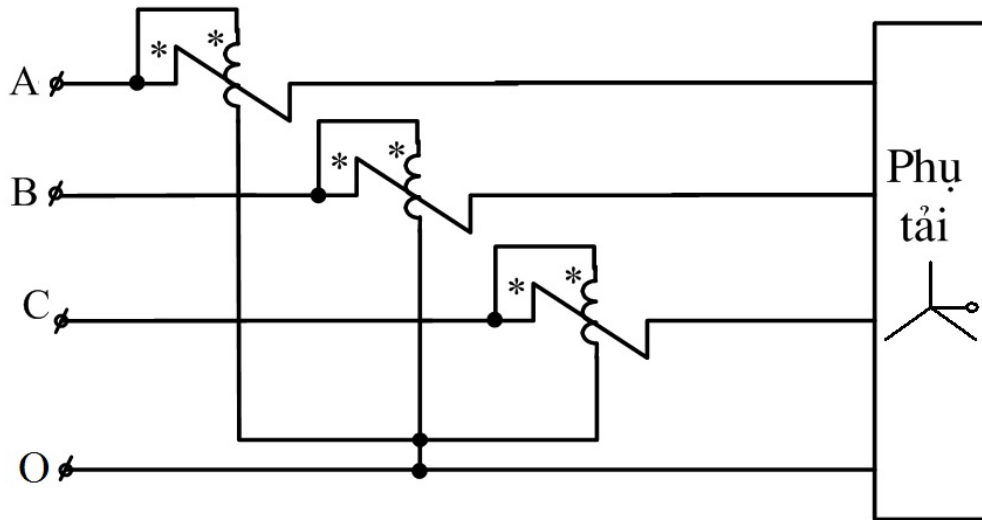
2.2. Oát mét ba pha ba phần tử

a. Cấu tạo:

Oát mét ba pha ba phần tử có cấu tạo giống như ba oát mét một pha gộp lại. Nó gồm ba cuộn dây tĩnh và ba cuộn dây động được gắn trên cùng một trục. Trên trục còn có kim chỉ thị, lò xo phản kháng và bộ phận cản dũa.

b. Nguyên lý làm việc:

* Sơ đồ nguyên lý:



Hình 3-5: Sơ đồ nguyên lý Oát mét ba pha ba phần tử

* Khi đo mô men sinh ra trên mỗi phần tử là:

$$m_1 = K_1 \cdot I_A \cdot U_A \cdot \cos \varphi_A = K_1 \cdot P_A$$

$$m_2 = K_2 \cdot I_B \cdot U_B \cdot \cos \varphi_B = K_2 \cdot P_B$$

$$m_3 = K_3 \cdot I_C \cdot U_C \cdot \cos \varphi_C = K_3 \cdot P_C$$

Vì ba phần tử có cấu tạo hoàn toàn giống nhau nên: $K_1 = K_2 = K_3 = K$

$$\Rightarrow m_q = m_1 + m_2 + m_3 = K \cdot (P_A + P_B + P_C) = K \cdot P_{3P}$$

Theo nguyên lý làm việc của cơ cấu đo điện động, dưới tác dụng của m_q làm kim quay, trục quay và lò xo xoắn lại tạo nên mô men cản $m_c = D \cdot \alpha$. Khi mô men quay cân bằng với mô men cản ta xác định được góc quay α .

$$M_q = m_c \Leftrightarrow D \cdot \alpha = K \cdot P_{3P}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{K}{D} P_{3P}$$

Đặt $S_p = \frac{K}{D}$ - Độ nhạy của oát mét

Do đó $\alpha = S_p \cdot P_{3P}$

3. Var mét ba pha 2 phần tử

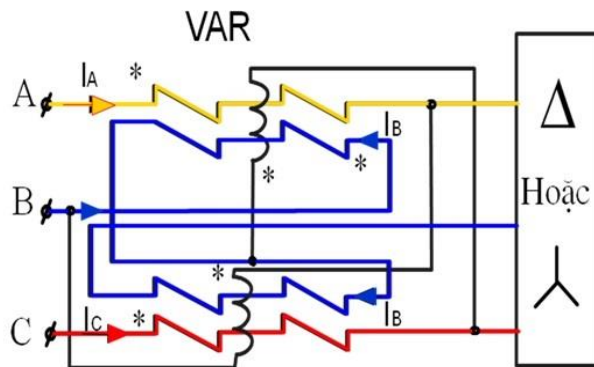
a. Cấu tạo:

* VAR mét ba pha hai phần tử được chế tạo từ cơ cấu đo điện động được dùng để đo trực tiếp công suất phản kháng mạch điện xoay chiều ba pha.

* Nguyên tắc cấu tạo gồm hai phần tử:

+ *Phần tử 1*: Gồm hai cuộn dây tĩnh để cho dòng điện pha A và pha B đi qua, hai cuộn dây này có chiều quấn ngược nhau, do đó ta có I_A và I_B ngược chiều nhau. Cuộn dây động được đặt vào điện áp U_{BC} .

+ *Phần tử 2*: Gồm hai cuộn dây tĩnh để cho dòng điện pha B và pha C đi qua, hai cuộn dây này có chiều quấn ngược nhau, do đó ta có I_C và I_B ngược chiều nhau. Cuộn dây động được đặt vào điện áp U_{AB} .



Hình 3-6: Sơ đồ nguyên lý VAR mét ba pha hai phần tử

b. Nguyên lý làm việc:

* Đồ thị véc tơ dòng điện

Từ đồ thị hình 3-7 ta có:

+ Góc lệch pha giữa:

I_A và U_{BC} là; $\varphi_1 = 90^\circ - \varphi_A$.

I_B và U_{BC} là; $\varphi_1' = 30^\circ + \varphi_B$.

I_C và U_{AB} là; $\varphi_2 = 90^\circ - \varphi_C$.

I_B và U_{AB} là; $\varphi_2' = 150^\circ + \varphi_B$.

Tổng hợp mô men sẽ làm cho trục quay.

* Sơ đồ nguyên lý

Khi đó mô men sinh ra trên mỗi phần tử:

$$m_{q1} = K_1 \cdot U_{BC} [I_A \cdot \cos \varphi_1 - I_B \cdot \cos \varphi_1'] = K_1 \cdot U_{BC} \cdot [I_A \cdot \cos(90^\circ - \varphi_A) - I_B \cdot \cos(30^\circ + \varphi_B)]$$

$$m_{q2} = K_2 \cdot U_{AB} [I_A \cdot \cos \varphi_2 - I_B \cdot \cos \varphi_2'] = K_2 \cdot U_{AB} \cdot [I_C \cdot \cos(90^\circ - \varphi_C) - I_B \cdot \cos(150^\circ + \varphi_B)]$$

$$\Rightarrow m_q = m_{q1} + m_{q2} = K_3 \cdot \sqrt{3} \cdot Q_{3p}$$

Theo nguyên lý làm việc của cơ cấu đo điện động, dưới tác dụng của m_q làm kim quay, trục quay và lò xo xoắn lại tạo nên mô men cản $m_c = D \cdot \alpha$. Khi mô men quay cân bằng với mô men cản ta xác định được góc quay α .

$$m_q = m_c \Leftrightarrow D \cdot \alpha = K_3 \cdot \sqrt{3} \cdot Q_{3p} \Rightarrow \alpha = \frac{K_3}{D} \cdot \sqrt{3} \cdot Q_{3p}$$

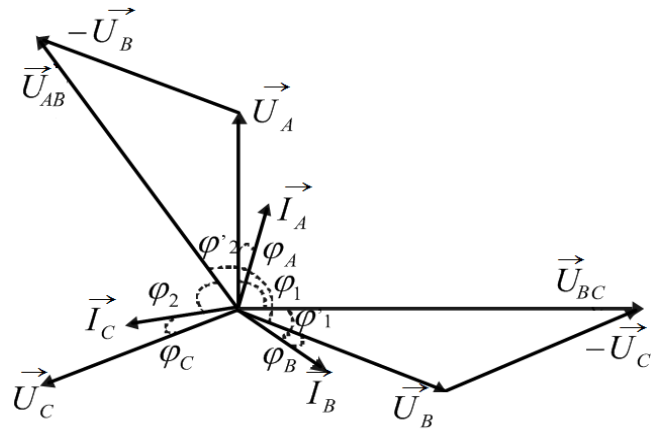
Đặt $S_Q = \frac{K_3}{D} \cdot \sqrt{3}$ - Độ nhạy của oát mét phản kháng ba pha.

$$\Rightarrow \alpha = S_Q \cdot Q_{3p}$$

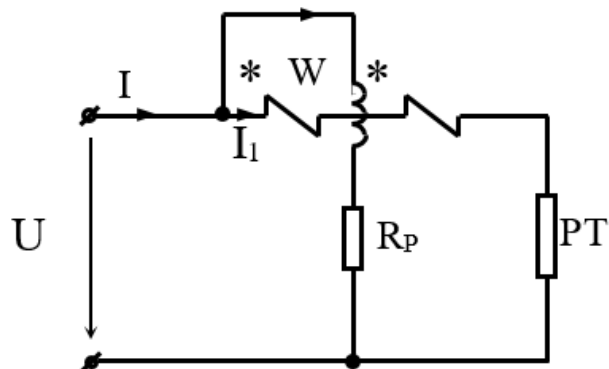
Vậy α tỷ lệ bậc nhất với công suất phản kháng trong mạch ba pha.

4. Đo công suất

4.1. Đo trực tiếp công suất tác dụng xoay chiều một pha, một chiều: (hình 4-10).

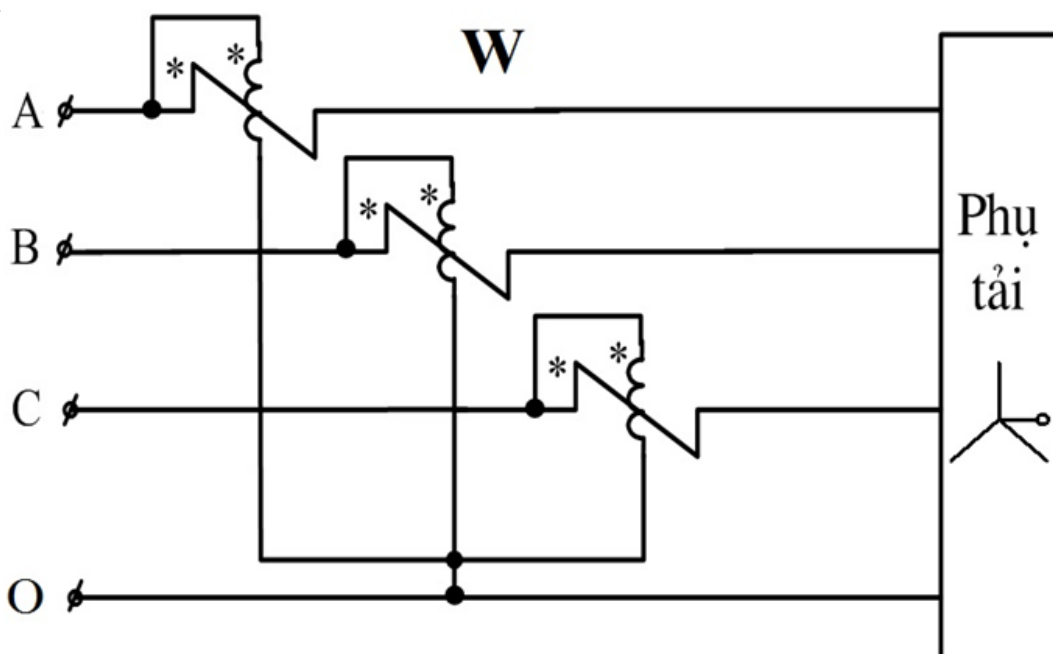


Hình 3-7: Đồ thị véc tơ dòng điện, điện áp



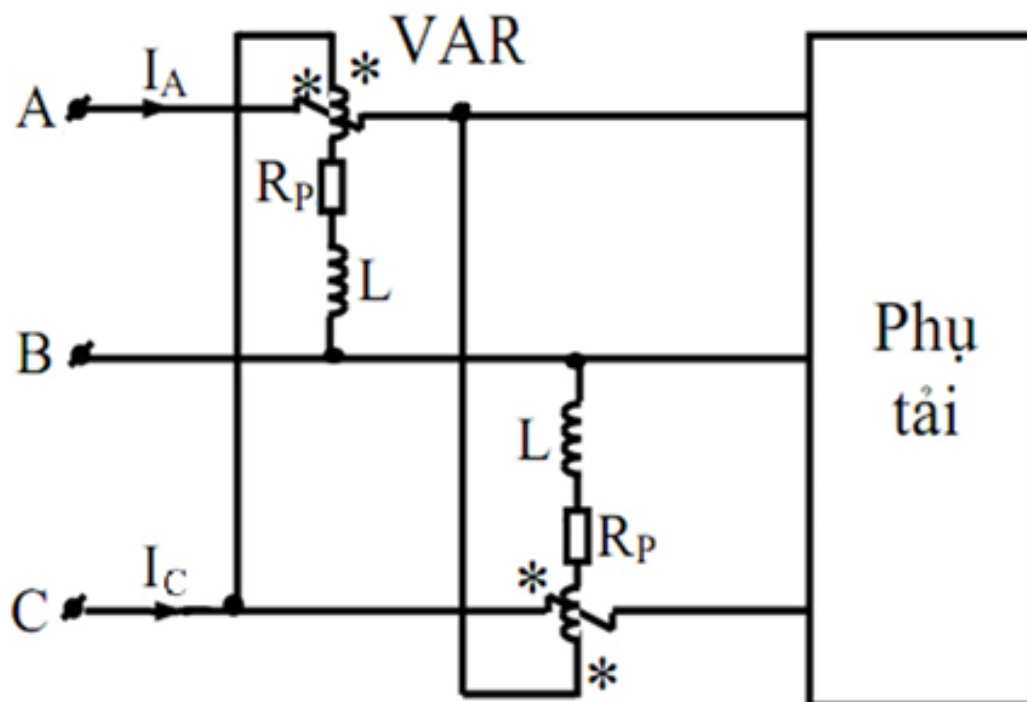
Hình 3-8: Sơ đồ đo trực tiếp P xoay chiều một pha, một chiều

4.2. Đo trực tiếp công suất tác dụng xoay chiều ba pha 4 dây dùng oát mét ba pha ba phần tử:



Hình 3-9: Sơ đồ đo trực tiếp P xoay chiều ba pha 4 dây dùng
oát mét ba pha ba phần tử

4.3. Đo trực tiếp công suất phản kháng phụ tải ba pha ba dây, phụ tải đối xứng bằng VAR 3 pha 2 phần tử



Hình 3-10: Sơ đồ đo trực tiếp Q phụ tải ba pha ba dây, phụ tải đối xứng bằng VAR 3 pha 2 phần tử

BÀI 4: ĐO ĐIỆN NĂNG

Giới thiệu:

Bài học trình bày cấu tạo các loại công tơ 1 pha, 3 pha loại cơ, công tơ điện tử, cách thức đấu hòm và treo hòm công tơ, giúp người học nắm được các sơ đồ đấu dây mạch điện đo điện năng.

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc và sử dụng công tơ
- Vẽ được sơ đồ mạch điện
- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ vật tư khi đo điện năng
- Đấu nối chính xác sơ đồ mạch điện đảm bảo gọn gàng và tiếp xúc
- Kiểm tra được mạch điện sau khi đã đấu nối
- Xác định được chính xác kết quả đo trên thiết bị đo
- Đấu nối, treo tháo được hòm công tơ đúng kỹ thuật
- Thực hiện nghiêm túc, có hiệu quả công tác 5S tại vị trí thực tập

Nội dung:

1. Công tơ

1.1. Công tơ cơ

1.1.1. Công tơ điện năng tác dụng một pha

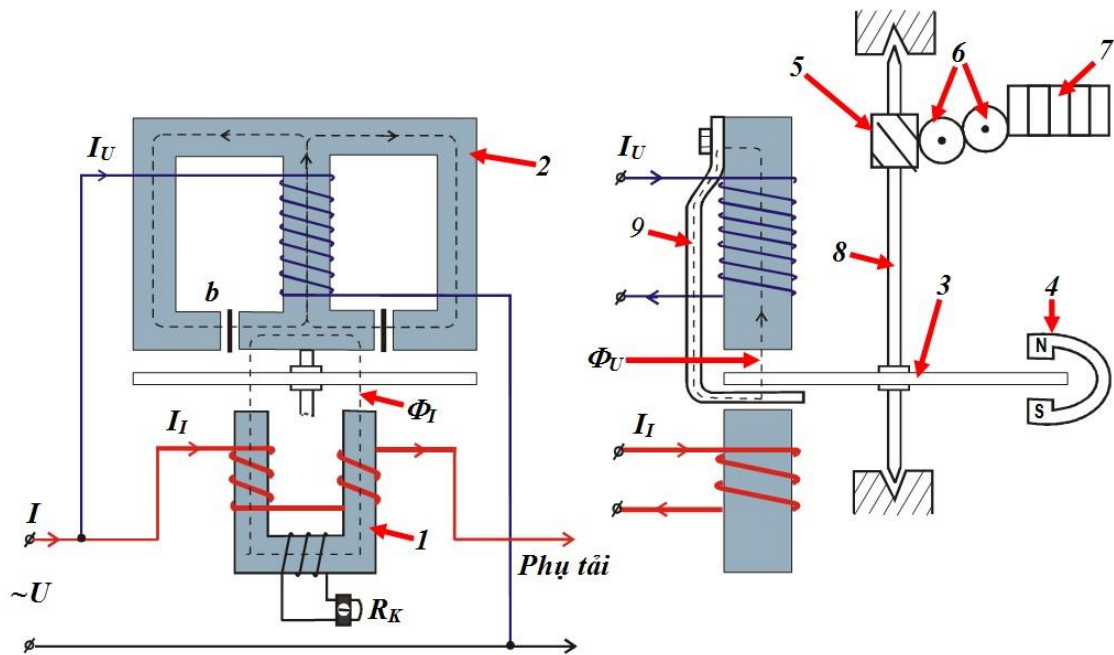
a. Công dụng và cấu tạo

- Công tơ điện cảm ứng một pha được dùng để đo điện năng tác dụng trong mạch điện xoay chiều một pha. Ngoài ra loại công tơ này còn được sử dụng để đo điện năng trong mạch điện xoay chiều ba pha. Có cấu tạo bên ngoài như (hình 4-1)



Hình 4-1: Công tơ điện cảm ứng một pha

- Cấu tạo công tơ điện năng tác dụng một pha gồm các bộ phận sau



Hình 4-2: Nguyên lý cấu tạo của công tơ điện cảm ứng một pha

Trong đó

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Nam châm dòng điện (cuộn dòng điện) | 2. Nam châm điện áp (cuộn điện áp) |
| 3. Đĩa nhôm | 4. Nam châm vĩnh cửu |
| 5. Vít vô tận | 6. Hệ thống bánh răng |
| 7. Hộp số | 8. Trục |
| 9. Thanh đối cực | RK. trở ngắn mạch |
| | b. Lá đồng phân mạch |

Công tơ cảm ứng một pha được chế tạo dựa trên cơ cấu đo cảm ứng. Gồm hai phần chính:

* **Phần tĩnh:** Hai nam châm điện (1) và (2), nam châm vĩnh cửu (4), thanh đối cực (9).

* **Phần động:** Đĩa nhôm (3) được gắn trên trục quay (8). Trên trục có vít vô tặn (5) ăn khớp với hệ thống bánh răng (6) để truyền chuyển động của đĩa nhôm lên hộp số (7).

Ngoài ra còn có các bộ phận khác như lá đồng phân mạch b, điện trở ngắn mạch R_K ... và một số vít dùng để điều chỉnh cho công tơ phản ánh đúng điện năng tiêu thụ ở các chế độ làm việc của phụ tải.

b. Nguyên lý làm việc:

* Cuộn dây của nam châm điện (1) mắc nối tiếp với phụ tải, cho dòng điện của mạch đi qua gọi là cuộn dòng điện. Dòng qua cuộn 1: $I_I \approx I$

* Cuộn dây của nam châm điện (2) được mắc song song với phụ tải, nghĩa là đặt vào điện áp của mạch cần đo gọi là cuộn dây điện áp. Dòng qua cuộn điện

áp là: $I_U = \frac{U}{Z_2} \approx \frac{U}{X_2}$; (Z_2 và X_2 là tổng trở và cảm kháng của cuộn điện áp).

+ Dòng I_I tạo nên từ thông Φ_I xuyên qua đĩa nhôm 2 lần.

+ Dòng I_U tạo nên từ thông Φ_U xuyên qua đĩa nhôm 1 lần.

* Φ_I , Φ_U là từ thông xoay chiều biến thiên qua đĩa nhôm tạo nên dòng điện xoáy trong đĩa nhôm là i_1 và i_2 .

+ Dòng điện xoáy i_1 đứng trước từ trường Φ_U tạo nên lực điện từ F_1 .

+ Dòng điện xoáy i_2 đứng trước từ trường Φ_I tạo nên lực điện từ F_2 .

Tổng hợp lực tác dụng lên đĩa nhôm: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. Do lực tác dụng lên đĩa lệch trục nên tạo lên mô men quay. Người ta chứng minh được mô men quay có trị số được xác định theo công thức:

$$m_q = K_1 \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = K_1 \cdot P$$

Trong đó: K_1 là hằng số

φ là góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp của mạch

* Dưới tác dụng của m_q , đĩa nhôm quay cắt từ trường của nam châm vĩnh cửu 4 tạo nên dòng xoáy i_4 . Tác dụng tương hỗ giữa i_4 và các từ thông Φ_l, Φ_U tạo nên mô men chống lại sự quay gọi là mô men cản m_c (theo định luật cảm ứng điện từ).

$$m_c = K_2 \cdot n \quad (n \text{ là tốc độ quay của đĩa nhôm; } K_2 \text{ là hằng số của đĩa nhôm}).$$

Nếu đĩa nhôm quay càng nhanh thì m_c càng lớn.

Khi $m_q = m_c$, đĩa nhôm quay ổn định, ta xác định được tốc độ quay của đĩa nhôm:

$$m_q = m_c \Rightarrow K_1 \cdot P = K_2 \cdot n \Rightarrow n = \frac{K_1}{K_2} \cdot P = K \cdot P$$

Sau thời gian t , đĩa nhôm của công tơ sẽ quay N vòng:

$$N = n \cdot t = K \cdot P \cdot t = K \cdot A$$

Số vòng quay của đĩa nhôm tỷ lệ với điện năng tiêu thụ của phụ tải.

$$\Rightarrow A = \frac{1}{K} \cdot N = C \cdot N$$

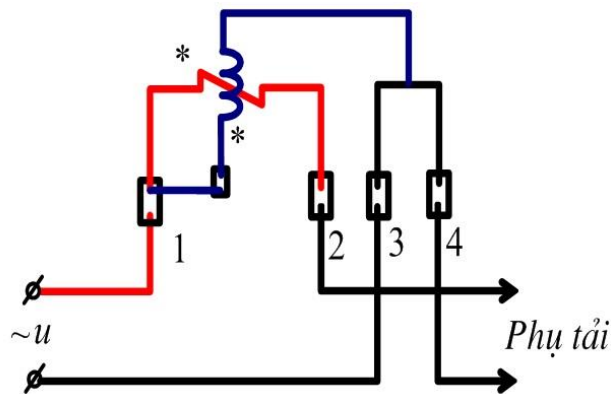
Trong đó: $C = \frac{1}{K}$ là hằng số công tơ (kWh/vòng).

Nếu tính tỷ số truyền hợp lý thì trên hộp số 7 của công tơ điện ghi lại lượng điện năng tiêu thụ của phụ tải trong thời gian t .

c. Phương pháp sử dụng:

* Chọn công tơ: $U_{gh} \geq U_{\text{phụ tải}}, I_{gh} \geq I_{\text{phụ tải}}$

* Sơ đồ đấu dây: (hình 4-3)



Hình 4-3: Sơ đồ đấu dây công tơ điện cảm ứng một pha

- + Cuộn dòng điện mắc nối tiếp.
- + Cuộn điện áp đấu song song.
- + Khi đấu phải đấu đúng cực tính.

Chú ý: Nếu đấu sai cực tính của một trong hai cuộn dây thì đĩa nhôm công tơ sẽ quay ngược. Khi đó ta đổi cực tính trong hai đầu của một cuộn dây thì đĩa nhôm sẽ quay thuận.

* *Xác định kết quả đo:* Để xác định điện năng tiêu thụ trong một tháng (A_{th}) ta lấy trị số cuối kỳ A_c (đọc trên hộp số) trừ đi trị số đầu A_d :

$$A_{th} = A_c - A_d \text{ (kWh)}$$

Trong trường hợp xác định điện năng tiêu thụ trong thời gian ngắn ta đếm số vòng quay của đĩa nhôm rồi nhân với hằng số công tơ:

$$A_t = C.N \text{ (kWh)}$$

$$\text{Trong đó: } C = \frac{P_t}{A} = \frac{3600.1000}{A} \left(\frac{W_s}{\text{vong}} \right)$$

- Là hằng số của công tơ, với A là số vòng quay tương ứng với 1kWh được ghi trên thang số của công tơ.

Ví dụ: 450 vòng/1kWh, có nghĩa là đĩa nhôm công tơ quay được 450 vòng tương ứng với 1 kWh được ghi trên hộp số công tơ.

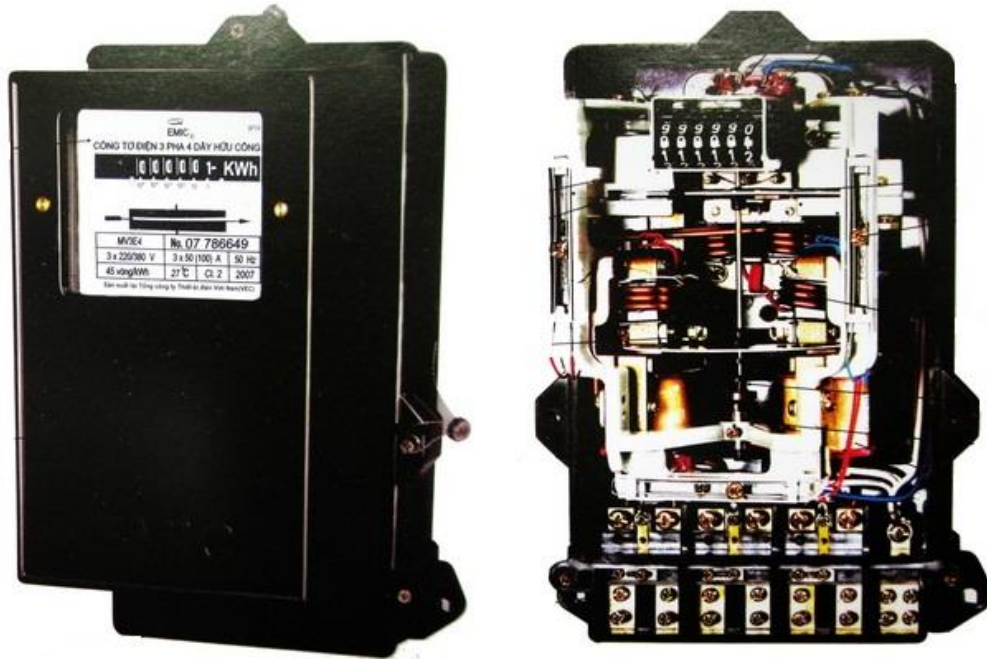
N- Số vòng quay của đĩa nhôm trong thời gian t.

1.1.2. Công tơ điện năng tác dụng 3 pha, 3 phần tử

a. Công dụng và cấu tạo:

* Công tơ điện năng tác dụng ba pha ba phần tử dùng để đo điện năng tác dụng trong mạch điện xoay chiều ba pha bốn dây phụ tải không cân bằng.

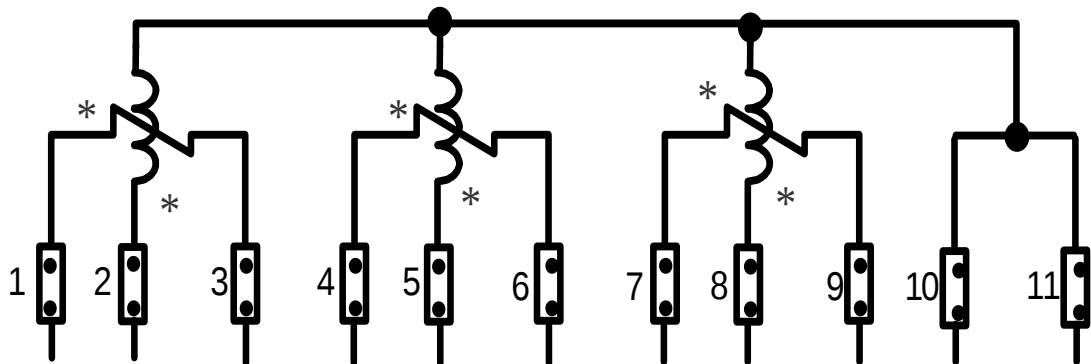
* Công tơ điện năng tác dụng ba pha ba phần tử có cấu tạo giống như ba công tơ một pha gộp lại. Trong đó mỗi phần tử được đặt trên một đĩa nhôm đối với loại ba đĩa nhôm. Với loại có hai đĩa nhôm thì hai phần tử được đặt vào một đĩa nhôm, đĩa nhôm còn lại được đặt vào phần tử thứ 3, các đĩa nhôm được gắn trên cùng một trục, trên trục còn có vít vô tận, ăn khớp với hệ thống bánh răng để truyền chuyển động của đĩa nhôm sang hộp số.



Hình 4-4: Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử

b. Nguyên lý làm việc:

Công tơ điện năng tác dụng ba pha ba phần tử có sơ đồ nguyên lý hình 4-5:



Hình 4-5: Nguyên lý cấu tạo công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử

* Khi đó mô men sinh ra trên mỗi phần tử:

$$m_1 = K_2 \cdot I_A \cdot U_A \cdot \cos \phi_A = K_2 \cdot P_A$$

$$m_2 = K_2 \cdot I_B \cdot U_B \cdot \cos \phi_B = K_2 \cdot P_B$$

$$m_3 = K_2 \cdot I_C \cdot U_C \cdot \cos \phi_C = K_2 \cdot P_C$$

* Mô men làm cho đĩa nhôm quay là tổng các mô men thành phần:

$$\Rightarrow m_q = m_1 + m_2 + m_3 = K_2 \cdot (P_A + P_B + P_C) = K_2 \cdot P_{3P}$$

Dưới tác dụng của m_q làm cho đĩa quay cắt từ trường của nam châm vĩnh cửu làm xuất hiện mô men cản: $m_c = K_3.n$. Khi mô men quay cân bằng với mô men cản thì đĩa nhôm quay với tốc độ ổn định:

$$m_q = m_c \Leftrightarrow K_2.P_{3p} = K_3.n \Rightarrow n = \frac{K_2}{K_3}.P_{3p}$$

Sau một khoảng thời gian t số vòng quay của đĩa nhôm.

$$N = n.t = K.P_{3p}.t = K.A_{3p} \Rightarrow A_{3p} = \frac{1}{K}.N = C.N$$

$C = \frac{1}{K}$ là hằng số của công tơ.

Nếu tỷ số truyền là hợp lý thì trên hộp số ghi lại lượng điện năng tiêu thụ ba pha trong thời gian t .

c. Xác định kết quả đo:

Muốn xác định điện năng tiêu thụ trong một kỳ A_{3Pth} ta lấy trị số cuối kỳ A_{3pc} (đọc trên hộp số) trừ đi trị số đầu kỳ A_{3pd} :

$$A_{3Pth} = A_{3PC} - A_{3Pd} \text{ (kWh)}$$

Nếu công tơ đo gián tiếp qua BI: $A_{3Pth} = (A_{3PC} - A_{3Pd}).K_I \text{ (kWh)}$.

1.1.3. Công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử

a. Công dụng và cấu tạo:

* Công tơ điện năng phản kháng ba pha ba phần tử dùng để đo điện năng phản kháng trong mạch điện xoay chiều ba pha bốn dây phụ tải không cân bằng.

* Sơ đồ nguyên lý cấu tạo như hình 4-6.

Công tơ điện năng phản kháng ba pha ba phần tử, có cấu tạo tương tự như công tơ điện năng tác dụng ba pha ba phần tử. Trong đó các cuộn điện áp được đặt vào điện áp dây theo nguyên tắc:

- Cuộn điện áp của phần tử thứ nhất đặt vào điện áp dây U_{BC} .

- Cuộn điện áp của phần tử thứ hai đặt vào điện áp dây U_{CA} .

- Cuộn điện áp của phần tử thứ ba đặt vào điện áp dây U_{AB} .

b. Nguyên lý làm việc:

* Khi đo dưới tác dụng của các dòng điện tạo nên các mô men thành phần:

+ Phần tử thứ nhất là M_1 :

$$M_1 = K_2 \cdot I_A \cdot U_{BC} \cdot \cos \varphi_1$$

(φ_1 là góc lệch pha giữa I_A và U_{BC})

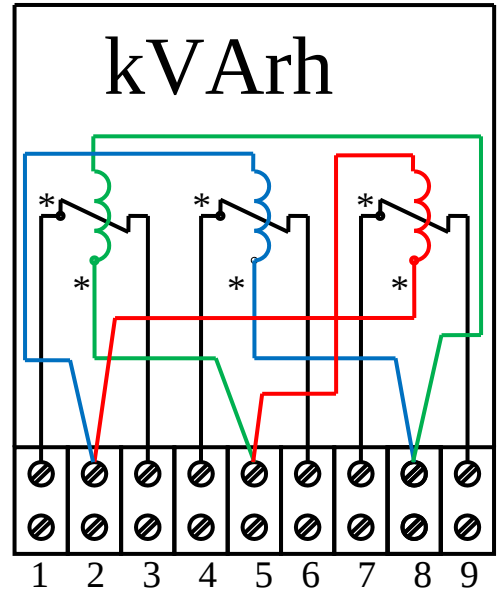
+ Phần tử thứ hai là M_2 :

$$M_2 = K_2 \cdot I_B \cdot U_{CA} \cdot \cos \varphi_2 \quad (\varphi_2 \text{ là góc lệch pha giữa } I_B \text{ và } U_{CA})$$

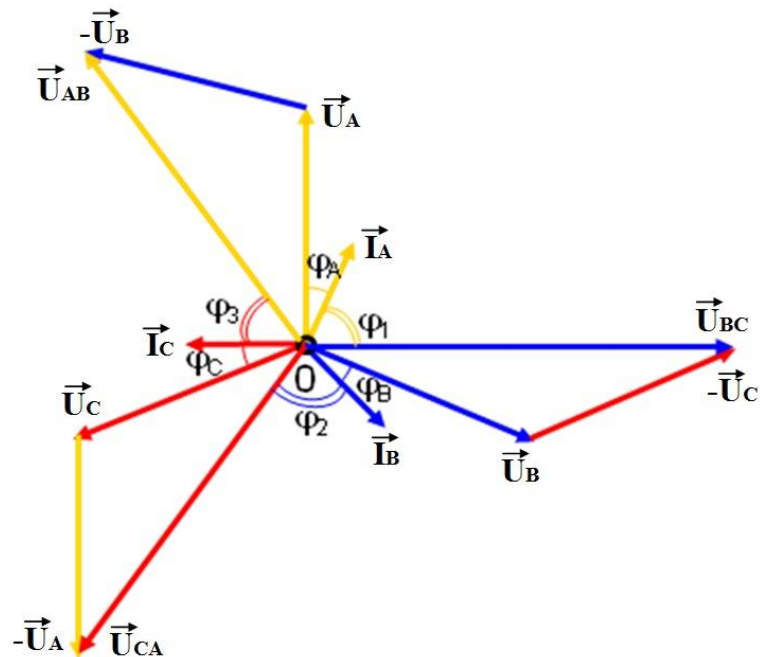
+ Phần tử thứ ba là M_3 :

$$M_3 = K_2 \cdot I_C \cdot U_{AB} \cdot \cos \varphi_3 \quad (\varphi_3 \text{ là góc lệch pha giữa } I_C \text{ và } U_{AB})$$

* Biểu diễn dòng điện và điện áp ta được hình 5-13.



Hình 4-6: Cấu tạo công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử



Hình 4-7: Đồ thị véc tơ dòng điện và điện áp

* Từ hình 4-7 ta có:

$$\varphi_1 = 90^\circ - \varphi_A ; \varphi_2 = 90^\circ - \varphi_B ; \varphi_3 = 90^\circ - \varphi_C$$

* Như ta đã biết trong mạch điện xoay chiều ba pha ta có: $U_d = \sqrt{3} U_p$

Do đó ta có: $U_{CA} = \sqrt{3} U_A$; $U_{AB} = \sqrt{3} U_B$; $U_{BC} = \sqrt{3} U_C$

Thay các giá trị vào biểu thức mô men thành phần ta được:

$$M_1 = K_2 \cdot \sqrt{3} I_A \cdot U_A \cdot \cos(90^\circ - \varphi_A) = K_2 \cdot \sqrt{3} I_A \cdot U_A \cdot \sin \varphi_A = K_2 \cdot \sqrt{3} Q_A$$

$$M_2 = K_2 \cdot \sqrt{3} I_B \cdot U_B \cdot \cos(90^\circ - \varphi_B) = K_2 \cdot \sqrt{3} I_B \cdot U_B \cdot \sin \varphi_B = K_2 \cdot \sqrt{3} Q_B$$

$$M_3 = K_2 \cdot \sqrt{3} I_C \cdot U_C \cdot \cos(90^\circ - \varphi_C) = K_2 \cdot \sqrt{3} I_C \cdot U_C \cdot \sin \varphi_C = K_2 \cdot \sqrt{3} Q_C$$

* Dưới tác dụng của các mô men thành phần làm cho trục quay với mô men bằng tổng các mô men thành phần:

$$M_q = M_1 + M_2 + M_3 = \sqrt{3} K_2 \cdot Q_A + \sqrt{3} K_2 Q_B + \sqrt{3} K_2 \cdot Q_C = \sqrt{3} K_2 \cdot Q_{3P}$$

Trục quay, đĩa nhôm quay, cắt từ trường của nam châm vĩnh cửu trong đĩa nhôm xuất hiện dòng điện xoáy. Tác dụng giữa dòng điện xoáy với từ trường của các cuộn dây, tạo nên mô men cản: $M_C = K_3 \cdot n$. Khi mô men quay cân bằng với mô men cản thì đĩa nhôm quay với tốc độ ổn định:

$$M_q = M_C \Rightarrow \sqrt{3} K_2 \cdot Q_{3P} = K_3 \cdot n \Rightarrow n = \sqrt{3} \frac{K_2}{K_3} \cdot Q_{3P}$$

Sau thời gian t đĩa nhôm quay được số vòng là: N

$$N = n \cdot t = \sqrt{3} \frac{K_2}{K_3} \cdot Q_{3P} \cdot t = \sqrt{3} \frac{K_2}{K_3} \cdot A_{PK3P} = K \cdot A_{PK3P}$$

$$\text{Suy ra: } A_{PK3P} = \frac{1}{K} \cdot N = C \cdot N$$

Trong đó: C là hằng số của công tơ điện.

Như vậy trên hộp số của công tơ sẽ ghi lại điện năng phản kháng ba pha.

1.2. Công tơ điện tử

a. Khái quát chung về công tơ điện tử

- Công tơ điện tử còn là công tơ kiểu tĩnh là một thiết bị kỹ thuật số hoạt động tương tự như một máy tính, nó có:

Khả năng lập trình.

Khả năng giao tiếp với máy tính.

- Ưu điểm: có nhiều chức năng thuận tiện cho sử dụng đo đếm điện năng.
- Nhược điểm: giá thành cao, khó cài đặt, khó bảo trì sửa chữa.

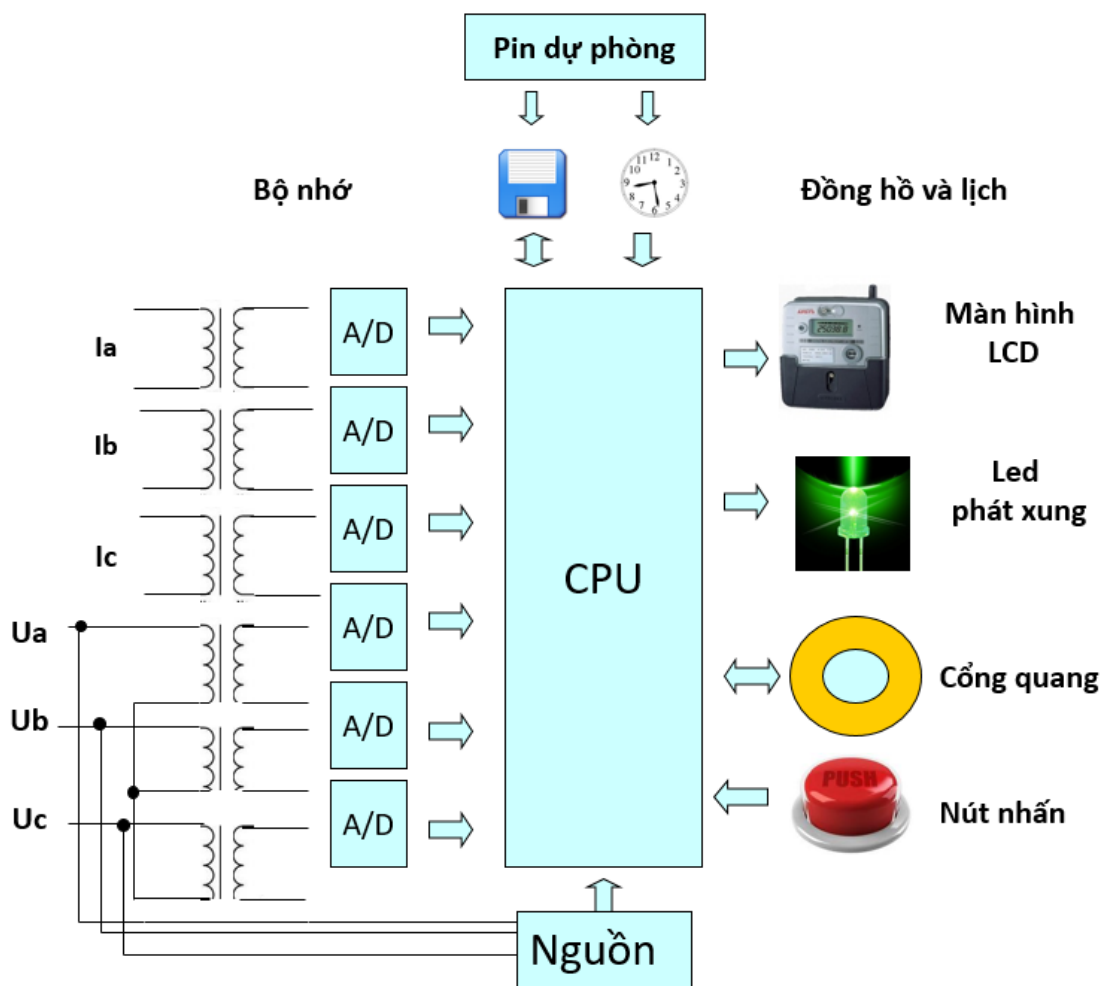
b. Chức năng của công tơ điện tử:

- Đo điện năng tác dụng và phản kháng theo cả hai chiều nhận, phát và ghi nhận chúng vào hai bộ nhớ riêng biệt.
- Đo điện năng tác dụng theo nhiều biểu giá, theo thời gian sử dụng, chỉ số điện năng ghi nhận tại mỗi biểu giá được ghi nhận vào một bộ nhớ riêng biệt.
- Các biểu giá có thể ghi nhận trên công tơ điện tử gồm có:
 - + Biểu giá theo giờ sử dụng trong ngày (có khả năng ghi nhận từ 8 đến 16 biểu giá điện theo giờ trong ngày).
 - + Biểu giá theo mùa: là biểu giá điện thay đổi theo mùa trong năm.
 - + Biểu giá theo các ngày đặc biệt trong năm cơ cấu sử dụng điện có sự biến đổi lớn, vì vậy cần có biểu giá riêng vào các ngày này để góp phần điều chỉnh mức sử dụng điện.
- Đo công suất tác dụng có khả năng ghi nhận mức công suất và thời gian đạt cực đại.
- Đồng hồ thời gian và lịch: có lắp đặt đồng hồ đo thời gian và lịch ngày tháng trong năm.
- Chức năng tự kết toán hóa đơn: kết toán hóa đơn và ghi vào trong bộ số vào thời điểm xác định.
- Chức năng ghi nhận số lần mất điện.
- Chức năng tự báo lỗi: có khả năng phát hiện các tình huống bất thường.
- Chức năng truyền số liệu từ xa: có khả năng mở rộng và kết nối đường truyền dữ liệu.
- Chức năng kết nối với máy tính và lập trình thông qua cổng quang.

c. Cấu tạo công tơ điện tử

- Nắp Công tơ: Bằng nhựa PC trong suốt, chịu va đập mạnh, chịu nhiệt độ cao.
- Nắp che ổ đấu dây: Che kín Đầu nối và Cáp đấu. Sơ đồ đấu dây công tơ ở phía trong nắp che ổ đấu dây.

- Đế công tơ: Bằng nhựa PBT có cơ tính cao, chịu va đập mạnh, chống cháy.
- Ổ đầu dây: Bằng nhựa Bakelit đen, chứa các đầu nối dây điện áp và dòng điện.
- Cổng hỗ trợ: Nằm ở phía bên phải của ổ đầu dây, cho phép nối dây ra các thiết bị bên ngoài
- Bo mạch điện tử: Được thiết kế mạch điện nhỏ gọn làm việc tin cậy, đơn giản trong sửa chữa và bảo trì.
- Màn hình LCD: Màn hình tinh thể lỏng để hiển thị các thông số của công tơ điện tử.
- Đèn LED: Phát xung điện năng



Hình 4-8: Nguyên lý cấu tạo công tơ điện tử

d. Nguyên lý hoạt động của công tơ điện tử

- Tính hiệu dòng điện I_A , I_B , I_C và tính hiệu điện áp U_A , U_B , U_C vào công tơ qua các bộ biến dòng điện và biến điện áp rồi đi vào bộ chuyển đổi A/D

(Analog/Digital) để biến đổi thành tín hiệu tương ứng rồi chuyển vào bộ xử lý (CPU).

- Bộ xử lý thu nhận các tín hiệu dòng điện và điện áp rồi từ đó tính toán để ra các thông số như Các thông số sau khi tính xong được lưu vào bộ nhớ hoặc được cộng dồn vào giá trị cũ để ra tổng số điện năng tiêu thụ rồi lưu vào bộ nhớ tại các địa chỉ xác định trong bộ nhớ.

- CPU cũng lấy thông số từ đồng hồ thời gian và lịch để xác định biểu giá công tơ đang hoạt động để cộng dồn chỉ số điện năng vào bộ số tương ứng.

- Các thông số cần thiết sẽ được CPU hiển thị trên màn hình LCD.điện năng tác dụng, điện năng phản kháng, công suất...

- CPU kết nối với máy tính qua cổng quang để lập trình và lấy số liệu từ công tơ.

- Nguồn cung cấp cho công tơ tín hiệu điện áp UA, UB, UC rồi chỉnh lưu cung cấp cho CPU, vì vậy công tơ vẫn hoạt động khi còn bất kì điện áp trên pha nào cung cấp cho công tơ.

- Nguồn dự phòng sử dụng pin Lithium điện áp 3,6V 750mAh có tuổi thọ 10 năm trong điều kiện làm việc liên tục trên lưới điện.

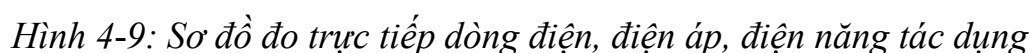
2. Đo điện năng

2.1. Sơ đồ đo trực tiếp dòng điện, điện áp, điện năng tác dụng

a. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.
- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Kiểm tra hết điện trước khi lắp đặt, sửa chữa mạch điện.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra mạch điện, báo cáo giáo viên trước khi đóng điện.

b. Sơ đồ nguyên lý



Ký hiệu	Tên thiết bị
A, B, C, O	Nguồn điện 3 pha 4 dây
ATM	Áp tô mát 3 pha
KV	Khóa chuyển mạch đo điện áp
R, S, T, N, V ₁ , V ₂	Các chân đấu của khóa chuyển mạch
V	Vôn mét
A	Ampe mét
kWh	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
I	<u>Dụng cụ:</u>			
1	Tuốc nơ vít 2, 4 cạnh	Cái	1	500V
2	Kìm vạn năng	Cái	1	500V
3	Mũ công tác	Cái	1	
II	<u>Vật tư:</u>			
1	Bộ dây đấu	Bộ	1	1x1,5mm ²
III	<u>Thiết bị:</u>			
1	Áp tô mát 3 pha 3 cực	Cái	1	20A - 500V
2	Khóa chuyển mạch áp KV	Cái	1	16A - 500V
3	Vôn mét	Cái	1	0-500V
4	Ampe mét	Cái	3	0-5A
5	Động cơ không đồng bộ 3 pha	Cái	1	Y/Δ - 380/220V
6	Đồng hồ vạn năng	Cái	1	Model 1109
7	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380/220V 3x5A

46

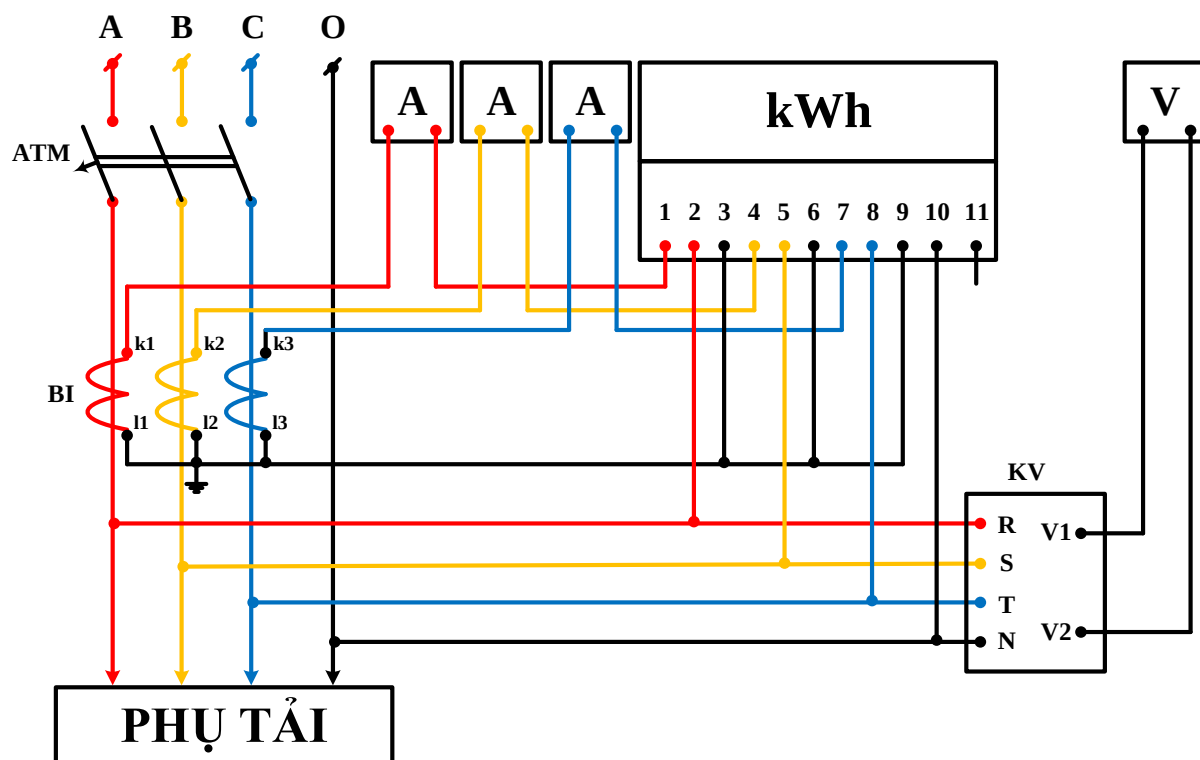
T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Đấu dây mạch dòng điện	- Đấu đầu ra pha A của ATM 3 pha với đầu vào Ampe mét. - Đấu đầu ra Ampe mét với chân 1 công tơ 3 pha. - Chân 4 công tơ 3 pha đấu với đầu vào phụ tải pha A. - Các pha còn lại đấu tương tự.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
2	Đấu dây mạch điện áp	- Đấu đầu ra áp tô mát A, B, C, O lần lượt với R, S, T, N. - Đấu đầu ra V_1, V_2, với 2 đầu vôn mét. - Đấu chân 2 với 1, 5 với 4, 8 với 7 của công tơ 3 pha	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0 - Đặt hai đầu que đo vào các cặp vị trí sau: + Đầu ra pha A, B, C áp tô mát – Đầu vào phụ tải pha A, B, C + Xoay công tắc chức năng của KV lần lượt tới các vị trí RS, ST, TR, RN, SN, TN rồi đặt 2 đầu que đo vào cầu ra áp tô mát theo các cặp lần lượt AB, BC, CA, AO, Bo, CO. + Đặt 2 đầu que đo vào AB, BC, CA, AO, BO, CO	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai đầu que đo
4	Cấp điện, vận hành động cơ	- Đóng áp tô mát ATM	- Ampe mét hiển thị giá trị dòng điện - Khi xoay khóa chuyển mạch, vôn mét hiển thị điện áp dây, pha tương ứng - Đĩa nhôm công tơ quay	Trước khi cấp điện phải báo cáo giáo viên

2.2. Sơ đồ đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện, điện năng tác dụng

a. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.
- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Kiểm tra hết điện trước khi lắp đặt, sửa chữa mạch điện.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra mạch điện, báo cáo giáo viên trước khi đóng điện.

b. Sơ đồ nguyên lý



Hình 4-10: Sơ đồ đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện, điện năng tác dụng

Trong đó

Ký hiệu	Tên thiết bị
A, B, C, O	Nguồn điện 3 pha 4 dây
ATM	Áp tô mát 3 pha
KV	Khóa chuyển mạch đo điện áp
R, S, T, N, V ₁ , V ₂	Các chân đầu của khóa chuyển mạch
V	Vôn mét
A	Ampe mét
kWh	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử
BI	Máy biến dòng đo lường

c. Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, thiết bị

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
I	Dụng cụ:			
1	Tuốc nơ vít 2, 4 cạnh	Cái	1	500V
2	Kìm vạn năng	Cái	1	500V
3	Mũ công tác	Cái	1	
II	Vật tư:			
1	Bộ dây đấu	Bộ	1	1x1,5mm ²
III	Thiết bị:			
1	Áp tô mát 3 pha 3 cực	Cái	1	20A - 500V
2	Khóa chuyển mạch áp KV	Cái	1	16A - 500V
3	Vôn mét	Cái	1	0-500V
4	Ampe mét	Cái	3	0-5A

5	Động cơ không đồng bộ 3 pha	Cái	1	Y/ Δ - 380/220V
6	Đồng hồ vạn năng	Cái	1	Model 1109
7	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380/220V 3x5A
8	Máy biến dòng đo lường	Cái	3	50/5A

d. Trình tự thực hiện

T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Đấu dây mạch dòng điện	- Đấu k_1, k_2, k_3 với đầu vào Ampe mét 1, 2, 3 - Đấu đầu ra Ampe mét 1, 2, 3, với chân 1, 4, 7 công tơ 3 pha - Đấu chân 3, 6, 9 và các đầu l_1, l_2, l_3 với nhau và nối với đất.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
2	Đấu dây mạch điện áp	- Đấu đầu ra áp tô mát A, B, C, O lần lượt với R, S, T, N. - Đấu R, S, T, N lần lượt với các chân 2, 5, 8, 10 (hoặc 11). - Đấu đầu ra V_1, V_2, với 2 đầu vôn mét.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0 - Tháo k_1, k_2, k_3, đặt lần lượt 1 đầu que đo vào k_1, k_2, k_3 và đầu que đo còn lại vào ốc vít k_1, k_2, k_3 vừa tháo. - Xoay công tắc chức năng của KV lần lượt tới các vị trí RS, ST, TR, RN, SN, TN rồi đặt 2 đầu que đo vào cầu ra áp tô mát theo các cặp lần lượt AB, BC, CA, AO, BO, CO. - Đặt 2 đầu que đo vào AB, BC, CA, AO, BO, CO	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai đầu que đo
4	Cấp điện, vận hành động cơ	- Đóng áp tô mát ATM	- Ampe mét hiển thị giá trị dòng điện - Khi xoay khóa chuyển mạch, vôn mét hiển thị điện áp dây, pha tương ứng - Đĩa nhôm công tơ quay	Trước khi cấp điện phải báo cáo giáo viên

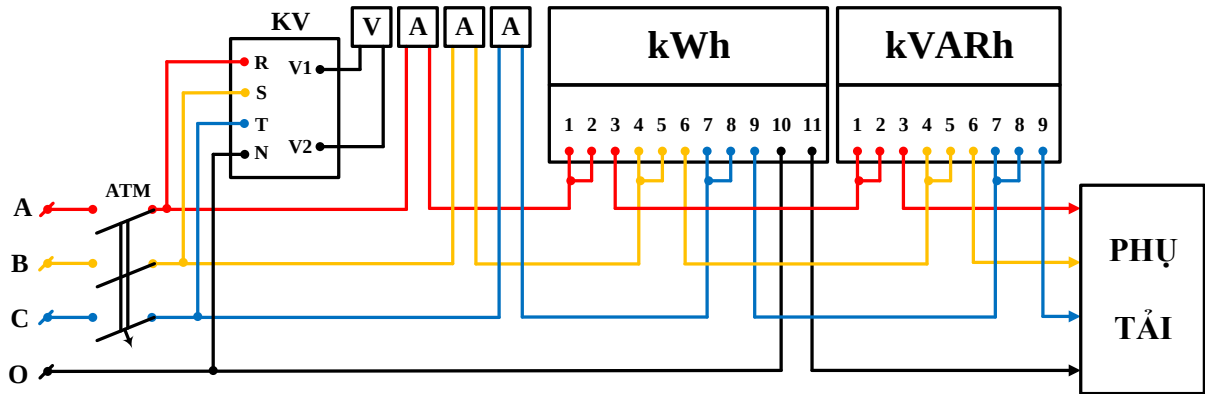
2.3. Sơ đồ đo trực tiếp dòng điện, điện áp, điện năng tác dụng, điện năng phản kháng

a. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.

- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Kiểm tra hết điện trước khi lắp đặt, sửa chữa mạch điện.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra mạch điện, báo cáo giáo viên trước khi đóng điện.

b. Sơ đồ nguyên lý



Hình 4-11: Sơ đồ đo trực tiếp dòng điện, điện áp, điện năng tác dụng, điện năng phản kháng

Trong đó

Ký hiệu	Tên thiết bị
A, B, C, O	Nguồn điện 3 pha 4 dây
ATM	Áp tô mát 3 pha
KV	Khóa chuyển mạch đo điện áp
R, S, T, N, V ₁ , V ₂	Các chân đấu của khóa chuyển mạch
V	Vôn mét
A	Ampe mét
kWh	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử
kVARh	Công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử

c. Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, thiết bị

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
I	Dụng cụ:			
1	Tuốc nơ vít 2, 4 cạnh	Cái	1	500V
2	Kìm vạn năng	Cái	1	500V
3	Mũ công tác	Cái	1	
II	Vật tư:			
1	Bộ dây đấu	Bộ	1	1x1,5mm ²
III	Thiết bị:			
1	Áp tô mát 3 pha 3 cực	Cái	1	20A - 500V
2	Khóa chuyển mạch áp KV	Cái	1	16A - 500V
3	Vôn mét	Cái	1	0-500V
4	Ampe mét	Cái	3	0-5A

5	Động cơ không đồng bộ 3 pha	Cái	1	Y/ Δ - 380/220V
6	Đồng hồ vạn năng	Cái	1	Model 1109
7	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380/220V 3x5A
8	Công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380V 3x5A

d. Trình tự thực hiện

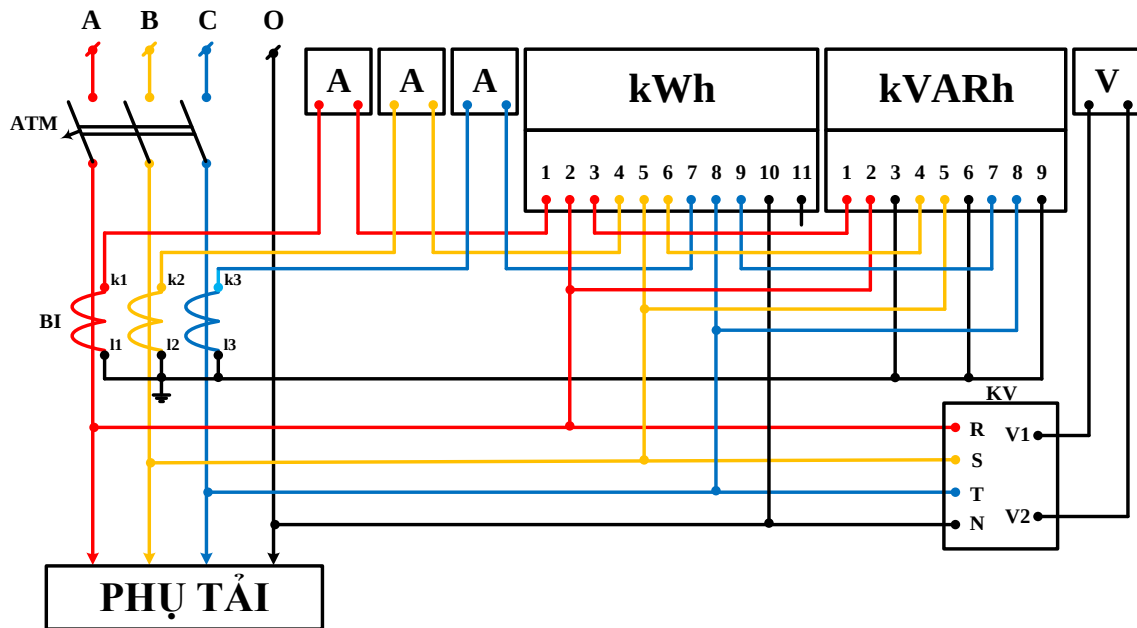
T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Đấu dây mạch dòng điện	- Đấu đầu ra pha A của ATM 3 pha với đầu vào Ampe mét. - Đấu đầu ra Ampe mét với chân 1 công tơ tác dụng. - Chân 4 công tơ tác dụng đấu với chân 1 công tơ phản kháng. - Chân 4 công tơ phản kháng đấu với đầu vào phụ tải pha A. - Các pha còn lại đấu tương tự.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
2	Đấu dây mạch điện áp	- Đấu đầu ra áp tô mát A, B, C, O lần lượt với R, S, T, N. - Đấu đầu ra V₁, V₂, với 2 đầu vôn mét. - Đấu chân 2 với 1, 5 với 4, 8 với 7 của công tơ tác dụng và phản kháng	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0 - Đặt hai đầu que đo vào các cặp vị trí sau: + Đầu ra pha A, B, C áp tô mát – Đầu vào phụ tải pha A, B, C + Xoay công tắc chức năng của KV lần lượt tới các vị trí RS, ST, TR, RN, SN, TN rồi đặt 2 đầu que đo vào cầu ra áp tô mát theo các cặp lần lượt AB, BC, CA, AO, BO, CO. + Đặt 2 đầu que đo vào AB, BC, CA, AO, BO, CO	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai đầu que đo
4	Cấp điện, vận hành động cơ	- Đóng áp tô mát ATM	- Ampe mét hiển thị giá trị dòng điện - Khi xoay khóa chuyển mạch, vôn mét hiển thị điện áp dây, pha tương ứng - Đĩa nhôm công tơ quay	Trước khi cấp điện phải báo cáo giáo viên

2.4. Sơ đồ đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện, điện năng tác dụng, điện năng phản kháng

a. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.
- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Kiểm tra hết điện trước khi lắp đặt, sửa chữa mạch điện.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra mạch điện, báo cáo giáo viên trước khi đóng điện.

b. Sơ đồ nguyên lý



Hình 4-12: Sơ đồ đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện, điện năng tác dụng, điện năng phản kháng

Trong đó

Ký hiệu	Tên thiết bị
A, B, C, O	Nguồn điện 3 pha 4 dây
ATM	Áp tô mát 3 pha
KV	Khóa chuyển mạch đo điện áp
R, S, T, N, V ₁ , V ₂	Các chân đấu của khóa chuyển mạch
V	Vôn mét
A	Ampe mét
kWh	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử
kVARh	Công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử
BI	Máy biến dòng đo lường

c. Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, thiết bị

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
----	---------------------------	--------	----------	----------

I	Dụng cụ:			
1	Tuốc nơ vít 2, 4 cạnh	Cái	1	500V
2	Kìm vạn năng	Cái	1	500V
3	Mũ công tác	Cái	1	
II	Vật tư:			
1	Bộ dây đầu	Bộ	1	1x1,5mm ²
III	Thiết bị:			
1	Áp tô mát 3 pha 3 cực	Cái	1	20A - 500V
2	Khóa chuyển mạch áp KV	Cái	1	16A - 500V
3	Vôn mét	Cái	1	0-500V
4	Ampe mét	Cái	3	0-5A
5	Động cơ không đồng bộ 3 pha	Cái	1	Y/Δ - 380/220V
6	Đồng hồ vạn năng	Cái	1	Model 1109
7	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380/220V 3x5A
8	Công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380V 3x5A
9	Máy biến dòng đo lường	Cái	3	50/5A

d. Trình tự thực hiện

T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Đấu dây mạch dòng điện	- Đấu k₁, k₂, k₃ với đầu vào Ampe mét 1, 2, 3 - Đấu đầu ra Ampe mét 1, 2, 3, với chân 1, 4, 7 công tơ tác dụng. - Đấu các chân 3, 6, 9 công tơ tác dụng với chân 1, 4, 7 công tơ phản kháng - Đấu chân 3, 6, 9 công tơ phản kháng và các đầu l₁, l₂, l₃ với nhau và nối với đất.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
2	Đấu dây mạch điện áp	- Đấu đầu ra áp tô mát A, B, C, O lần lượt với R, S, T, N. - Đấu đầu ra V₁, V₂, với 2 đầu vôn mét. - Đấu R, S, T, N lần lượt với các chân 2, 5, 8, 10 (hoặc 11). - Đấu chân 2, 5, 8 công tơ tác dụng với các chân 2, 5, 8 công tơ phản kháng.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0 - Tháo k₁, k₂, k₃, đặt lần lượt 1 đầu que đo vào k₁, k₂, k₃ và đầu que đo còn lại vào ốc vít k₁, k₂, k₃ vừa tháo. - Xoay công tắc chức năng của KV lần lượt tới các vị trí RS, ST, TR, RN, SN, TN rồi đặt 2 đầu que đo vào cầu ra áp tô mát	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai đầu que đo

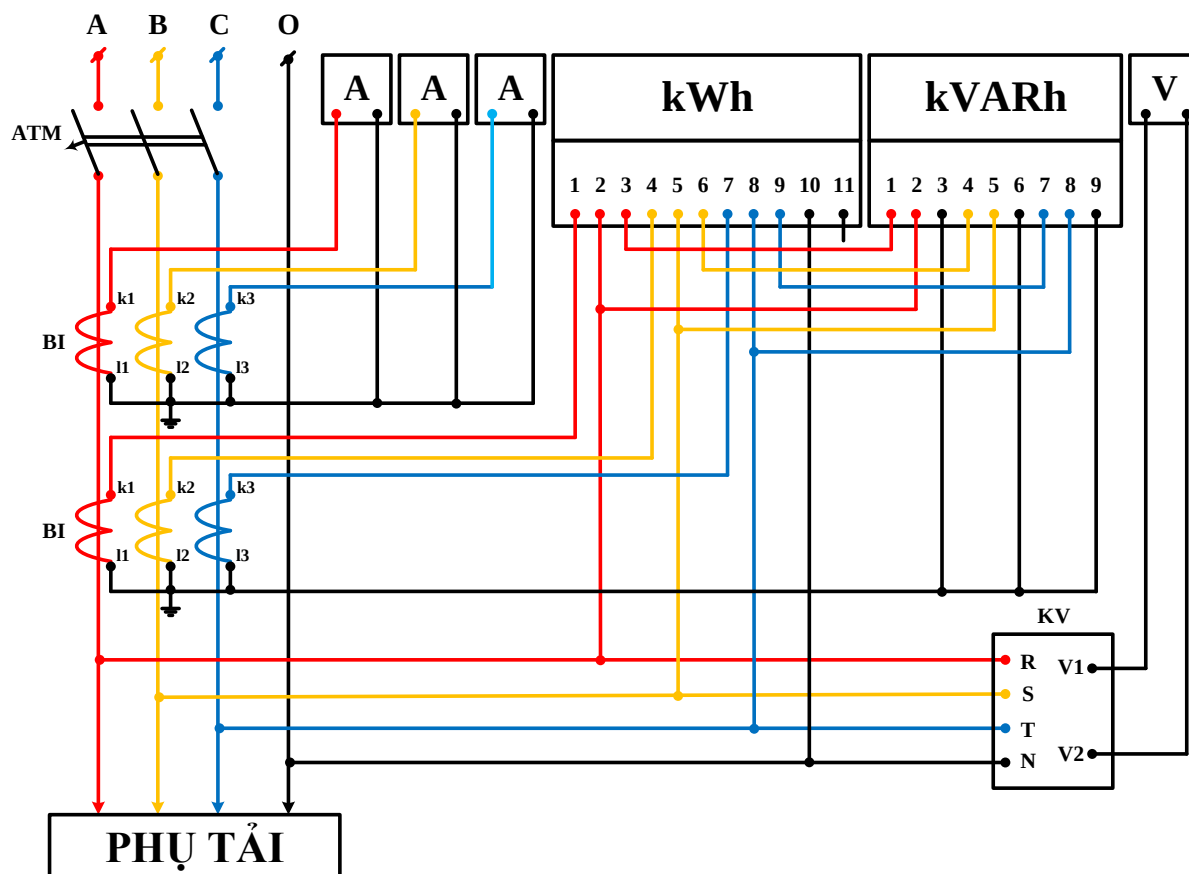
		theo các cặp lần lượt AB, BC, CA, AO, BO, CO. - Đặt 2 đầu que đo vào AB, BC, CA, AO, BO, CO		
4	Cấp điện, vận hành động cơ	- Đóng áp tô mát ATM	- Ampe mét hiển thị giá trị dòng điện - Khi xoay khóa chuyển mạch, vôn mét hiển thị điện áp dây, pha tương ứng - Đĩa nhôm công tơ quay	Trước khi cấp điện phải báo cáo giáo viên

2.5. Sơ đồ đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện, điện năng tác dụng, điện năng phản kháng sử dụng 2 bộ BI (mạch đo đếm riêng)

a. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.
- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Kiểm tra hết điện trước khi lắp đặt, sửa chữa mạch điện.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra mạch điện, báo cáo giáo viên trước khi đóng điện.

b. Sơ đồ nguyên lý



Hình 4-13: Sơ đồ đo trực tiếp điện áp, gián tiếp dòng điện, điện năng tác dụng, điện năng phản kháng sử dụng 2 bộ BI (mạch đo đếm riêng)

Trong đó

Ký hiệu	Tên thiết bị
A, B, C, O	Nguồn điện 3 pha 4 dây
ATM	Áp tô mát 3 pha
KV	Khóa chuyển mạch đo điện áp
R, S, T, N, V ₁ , V ₂	Các chân đấu của khóa chuyển mạch
V	Vôn mét
A	Ampe mét
kWh	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử
kVARh	Công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử
BI	Máy biến dòng đo lường

c. Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, thiết bị

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
I	Dụng cụ:			
1	Tuốc nơ vít 2, 4 cạnh	Cái	1	500V
2	Kìm vạn năng	Cái	1	500V
3	Mũ công tác	Cái	1	
II	Vật tư:			
1	Bộ dây đấu	Bộ	1	1x1,5mm ²

III	Thiết bị:			
1	Áp tô mát 3 pha 3 cực	Cái	1	20A - 500V
2	Khóa chuyển mạch áp KV	Cái	1	16A - 500V
3	Vôn mét	Cái	1	0-500V
4	Ampe mét	Cái	3	0-5A
5	Động cơ không đồng bộ 3 pha	Cái	1	Y/ Δ - 380/220V
6	Đồng hồ vạn năng	Cái	1	Model 1109
7	Công tơ điện năng tác dụng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380/220V 3x5A
8	Công tơ điện năng phản kháng 3 pha 3 phần tử	Cái	1	3x380V 3x5A
9	Máy biến dòng đo lường	Cái	3	50/5A

d. Trình tự thực hiện

T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Đấu dây mạch dòng điện	- Đấu k_1, k_2, k_3 của bộ BI 1 với đầu vào Ampe mét 1, 2, 3 - Đấu đầu ra Ampe mét 1, 2, 3 và các đầu l_1, l_2, l_3 bộ BI 1 với nhau và nối với đất. - Đấu k_1, k_2, k_3 của bộ BI 2 với chân 1, 4, 7 công tơ tác dụng. - Đấu các chân 3, 6, 9 công tơ tác dụng với chân 1, 4, 7 công tơ phản kháng - Đấu chân 3, 6, 9 công tơ phản kháng và các đầu l_1, l_2, l_3 bộ BI 2 với nhau và nối với đất.	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
2	Đấu dây mạch điện áp	- Đấu đầu ra áp tô mát A, B, C, O lần lượt với R, S, T, N. - Đấu đầu ra V_1, V_2, với 2 đầu vôn mét. - Đấu R, S, T, N lần lượt với các chân 2, 5, 8, 10 (hoặc 11). - Đấu chân 2, 5, 8 công tơ tác dụng với các chân 2, 5, 8 công tơ phản kháng	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0 - Tháo k_1, k_2, k_3, đặt lần lượt 1 đầu que đo vào k_1, k_2, k_3 và đầu que đo còn lại vào ốc vít k_1, k_2, k_3 vừa tháo. - Xoay công tắc chức năng của KV lần lượt tới các vị trí RS, ST, TR, RN, SN, TN rồi đặt 2 đầu que đo vào cầu ra áp tô mát theo các cặp lần lượt AB, BC, CA, AO, BO, CO. - Đặt 2 đầu que đo vào AB, BC, CA, AO, BO, CO	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai đầu que đo

4	Cấp điện, vận hành động cơ	- Đóng áp tô mát ATM	- Ampe mét hiển thị giá trị dòng điện - Khi xoay khóa chuyển mạch, vôn mét hiển thị điện áp dây, pha tương ứng - Đĩa nhôm công tơ quay	Trước khi cấp điện phải báo cáo giáo viên
---	----------------------------	----------------------	--	---

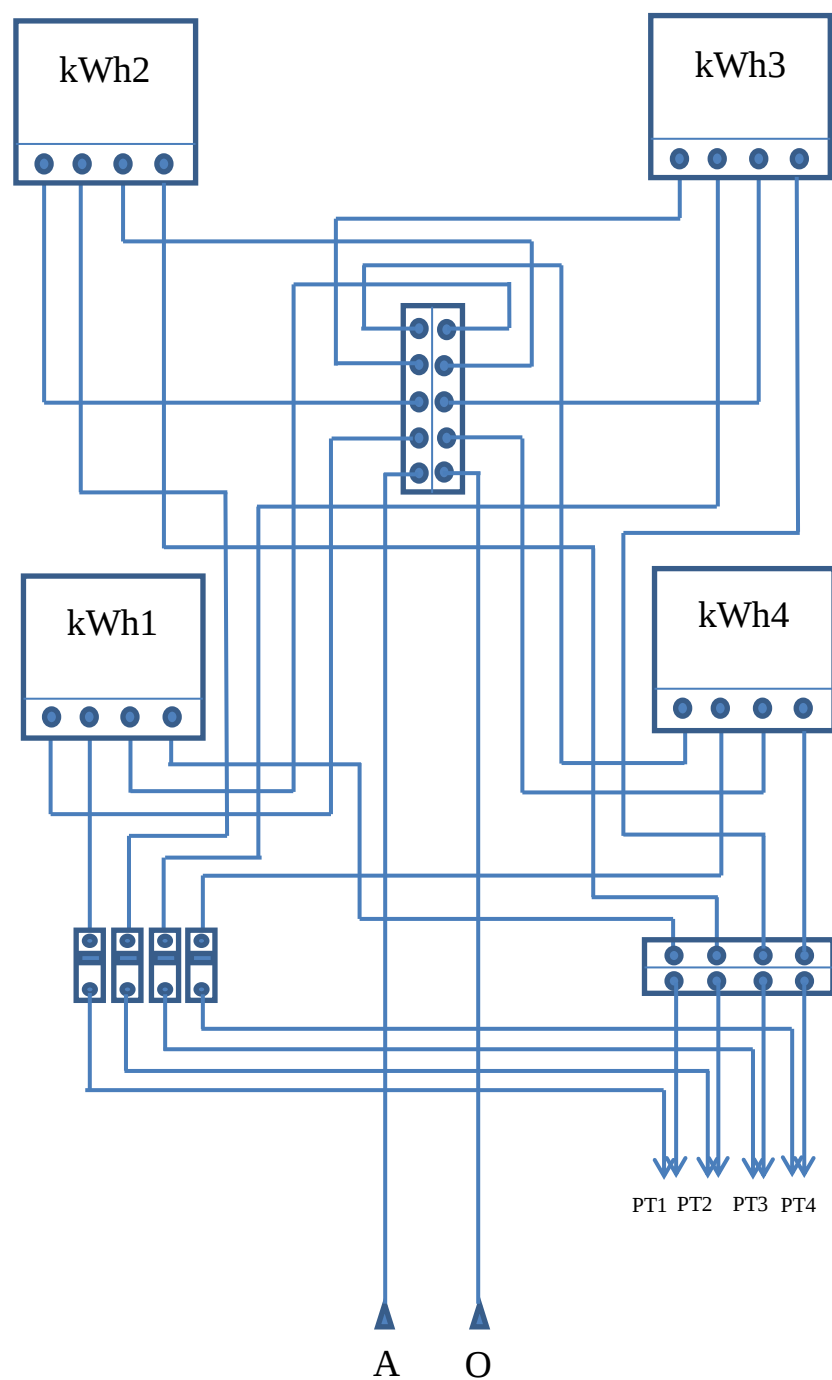
*** Chú ý:** Nếu các công tơ sử dụng là công tơ số, sơ đồ đấu dây đo trực tiếp và gián tiếp giống như sơ đồ đã trình bày ở phần 3.1, 3.2 ở trên. Các sơ đồ này đo được cả điện năng tác dụng và điện năng phản kháng.

3. Đấu dây, treo hòm công tơ

a. Biện pháp an toàn

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, vật tư, thiết bị, trang bị bảo hộ lao động.
- Bố trí nơi làm việc gọn gàng ngăn nắp.
- Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đúng sơ đồ nguyên lý.
- Kiểm tra thông mạch hòm công tơ trước khi treo tháo
- Tuân thủ đúng các biện pháp an toàn khi làm việc trên cao

b. Sơ đồ nguyên lý



Hình 4-14: Sơ đồ nguyên lý đấu dây hòm công tơ

Trong đó

Ký hiệu	Tên thiết bị
A, O	Nguồn điện một pha
kWh1, 2, 3, 4	Công tơ một pha thứ 1, 2, 3, 4
PT1, 2, 3, 4	Phụ tải 1, 2, 3, 4

c. Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, thiết bị

TT	Dụng cụ, vật tư, thiết bị	Đơn vị	Số lượng	Quy cách
I	<u>Dụng cụ:</u>			
1	Kìm vạn năng	Cái	01	500V
2	Kìm cắt	Cái	01	500V
3	Kìm rút đai	Cái	01	
3	Kìm tuốt dây (dao gọt dây)	Cái	01	500V
4	Bút thử điện	Cái	01	
5	Túi dụng cụ	Cái	01	
6	Dây an toàn	Bộ	02	
7	Mũ công tác	Cái	02	
8	Guốc tre	Đôi	01	
9	Clê (Mỏ lết)	Cái	02	250-300
II	<u>Vật tư:</u>			
1	Hòm công tơ	Bộ	01	Đủ các phụ kiện phù hợp
2	Dây đấu	m	10	
3	Ghíp	Bộ	1	
4	Dây đai hòm	m	2	
III	<u>Thiết bị</u>			
1	Áp tô mát	Cái		
2	Công tơ	Cái		Số lượng theo thiết kế
IV	<u>Nhân lực</u>	2	Người	

d. Trình tự thực hiện

T T	TTTH	NỘI DUNG THỰC HIỆN	YÊU CẦU	CHÚ Ý
1	Lắp thiết bị vào hòm công tơ	- Lắp công tơ vào hòm - Lắp áp tô mát phụ tải - Lắp cầu đấu dây	- Công tơ cần được lắp theo hướng thẳng đứng tránh sai số	
2	Đấu dây hòm công tơ	Đấu dây theo sơ đồ nguyên lý đấu dây hòm công tơ	Đấu dây chắc chắn, tiếp xúc tốt, đi dây gọn gàng	Phân loại màu dây các pha nếu có
3	Kiểm tra mạch điện	- Kiểm tra đồng hồ vạn năng: xoay khóa chức năng về vị trí đo điện trở, chập hai đầu que đo, chỉnh kim về vị trí 0	Các phép đo đều thông mạch	Không chạm tay vào hai

		- Đặt 1 đầu que đo vào dây pha A, đầu que đo còn lại đặt vào đầu vào các áp tô mát phụ tải. - Đặt 1 đầu que đo vào A, đầu còn lại đặt vào các ốc vít cầu đầu dây trung tính		đầu que đo
4	Treo hòm công tơ lên cột điện	- Treo hòm công tơ lên cột - Đấu cáp nguồn vào cầu đầu - Đấu cáp nguồn lên lưới điện	- Hòm công tơ treo chắc chắn, theo phương thẳng đứng	



Hình 4-15: Lắp thiết bị và đấu dây hòm công tơ



Hình 4-16: Treo hòm công tơ

BÀI 5: ĐO TẦN SỐ VÀ HỆ SỐ $\cos\varphi$

Giới thiệu:

Bài học trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các thiết bị đo tần số và hệ số $\cos\varphi$ giúp người học hiểu được việc đo tần số và hệ số $\cos\varphi$

Mục tiêu:

- Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc của Tần số kế và $\cos\varphi$ mét
- Vẽ được sơ đồ mạch điện
- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ vật tư khi đo tần số và hệ số công suất
- Đấu nối chính xác sơ đồ mạch điện đảm bảo gọn gàng và tiếp xúc
- Kiểm tra được mạch điện sau khi đã đấu nối
- Xác định được chính xác kết quả đo trên thiết bị đo
- Thực hiện nghiêm túc, có hiệu quả công tác 5S tại vị trí thực tập.

Nội dung:

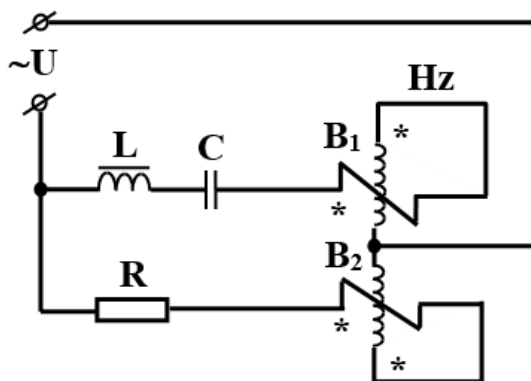
1. Tần số kế

a. Cấu tạo: Gồm hai phần:

- * Phần tĩnh gồm cuộn dây được chia làm hai nửa quấn trên lõi thép.
- * Phần động gồm hai cuộn dây chuyển động trong cực từ phần tĩnh. Trong đó cuộn B_1 được mắc nối tiếp với một phần cuộn tĩnh, cuộn cảm L và điện dung C , nhằm tạo ra mạch xoay chiều thuần phản kháng. Cuộn B_2 được mắc nối tiếp với phần còn lại của cuộn tĩnh và điện trở R tạo ra mạch xoay chiều thuần trở.

Như vậy ta có tổng trở của các mạch là:

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + (X_L - X_C)^2} = X_L - X_C = X_1 \quad (\text{Vì } R_1 \approx 0); \quad Z_2 = R_2$$



Hình 5-1: Sơ đồ nguyên lý tần số kế

b. Nguyên lý làm việc:

Khi đo đầu hai cực của tần số kế với nguồn cần đo. Khi đó ta có dòng điện qua các cuộn dây tạo nên hai mô men ngược chiều nhau:

$$M_1 = KI_1^2 B_1(\alpha) = K_1 \frac{U^2}{Z_1^2} B_1(\alpha) = K_1 \frac{U^2}{X_1^2} B_1(\alpha)$$

$$M_2 = K_2 I_2^2 B_2(\alpha) = K_2 \frac{U^2}{Z_2^2} B_2(\alpha) = K_2 \frac{U^2}{R_2^2} B_2(\alpha)$$

Trong đó:

$B_1(\alpha)$ và $B_2(\alpha)$ - Là hàm số của từ trường thay đổi theo góc quay α .

Do Z_1 là hàm số của tần số f do đó ta có thể viết:

$$M_1 = K_1 \cdot U^2 \cdot f \cdot B_1(\alpha); M_2 = K_2 \cdot U^2 \cdot B_2(\alpha)$$

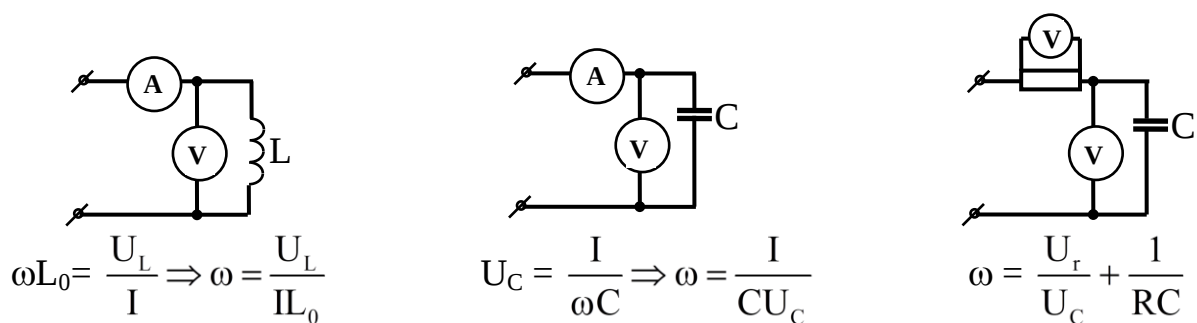
Dưới tác dụng của các mô men làm kim quay. Khi $M_1 = M_2$ thì kim dừng lại tại một vị trí, ta xác định được góc quay α .

$$M_1 = M_2 \Rightarrow K_1 \cdot U^2 \cdot f \cdot B_1(\alpha) = K_2 \cdot U^2 \cdot B_2(\alpha)$$

$$f = \frac{K_2 \cdot B_2(\alpha)}{K_1 \cdot B_1(\alpha)} \Rightarrow f = F(\alpha) \Rightarrow \alpha = F(f)$$

Như vậy góc quay α tỷ lệ với tần số dòng điện cần đo. Nên số chỉ khi đo chính là kết quả ta cần đo.

Ngoài dụng cụ đo trên ta có thể đo tần số bằng các thiết bị lẻ như (hình 6-3)



Hình 5-2: Sơ đồ các thiết bị đo tần số riêng lẻ

2. Cosφ mét

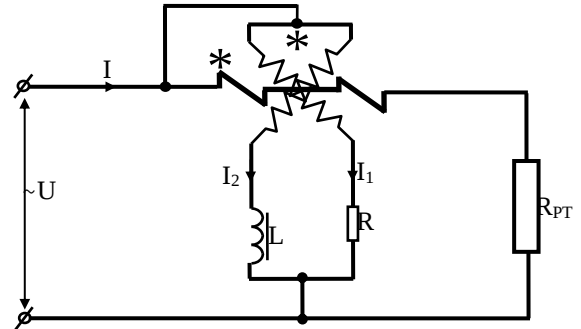
2.1. Sơ đồ đấu dây và nguyên lý làm việc của Cosφ mét một pha:

a. Sơ đồ đấu dây

* Cuộn tĩnh được mắc nối tiếp với phụ tải.

* Cuộn động B₁ được mắc nối tiếp với điện trở phụ R. Điện trở phụ có trị số sao cho U và I₁ đồng pha.

* Cuộn động B₂ được mắc nối tiếp với cuộn điện cảm. Cuộn cảm có trị số sao cho mạch có tính chất thuần điện cảm.



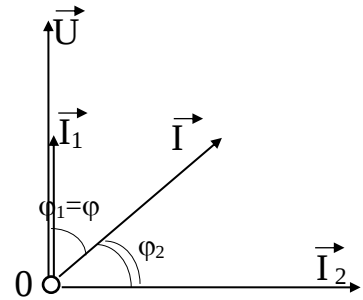
Hình 5-3: Sơ đồ nguyên lý của Cosφ mét một pha

b. Nguyên lý làm việc

* Dòng điện qua cuộn tĩnh là dòng điện tiêu thụ của phụ tải lệch pha với điện áp một góc là φ mà ta cần xác định hàm số Cos của nó (Hình 6-5b)

* Dòng điện qua B₁ là I₁ đồng pha với điện áp U. Nên ta có:

$$\varphi_1 = \varphi \Rightarrow \cos\varphi = \cos\varphi_1$$



Hình 5-4: Đồ thị véc tơ U, I Cosφ mét một pha

* Dòng điện qua B₂ là I₂ chậm pha sau điện áp một góc là φ₂ = 90°.

Nên: $\cos\varphi_2 = \cos(90^\circ - \varphi) = \sin\varphi$

* Khi đo dưới tác dụng của các mô men làm kim đi một góc:

$$\alpha = f\left(\frac{I_1 \cdot \cos\varphi_1}{I_2 \cdot \cos\varphi_2}\right) = f\left(\frac{I_1 \cdot \cos\varphi}{I_2 \cdot \sin\varphi}\right)$$

Khi chế tạo người ta tính toán sao cho I₁ = I₂ nên ta có:

$$\alpha = f\left(\frac{\cos\varphi}{\sin\varphi}\right) = f(\cot\varphi)$$

Từ Cotgφ suy ra Cosφ. Do đó ta có thể viết: $\alpha = f(\cos\varphi)$.

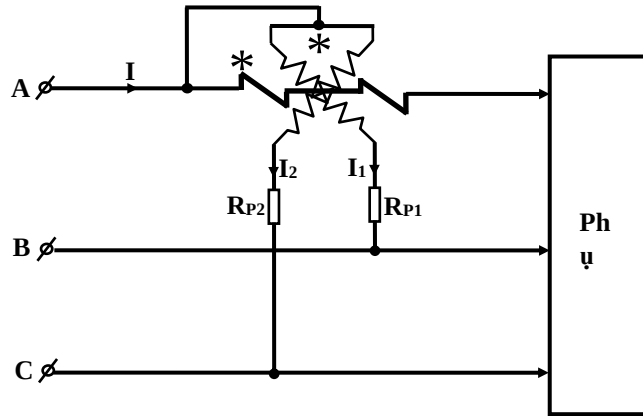
2.2. Cosφ mét ba pha:

a. Cấu tạo:

Cosφ mét ba pha được chế tạo từ cơ cấu đo điện động. Nó có sơ đồ nguyên lý như hình 5-5. Trong đó các cuộn dây được đấu như sau:

* Cuộn tĩnh A được mắc nối tiếp với mạch đo để cho dòng điện pha đi qua.

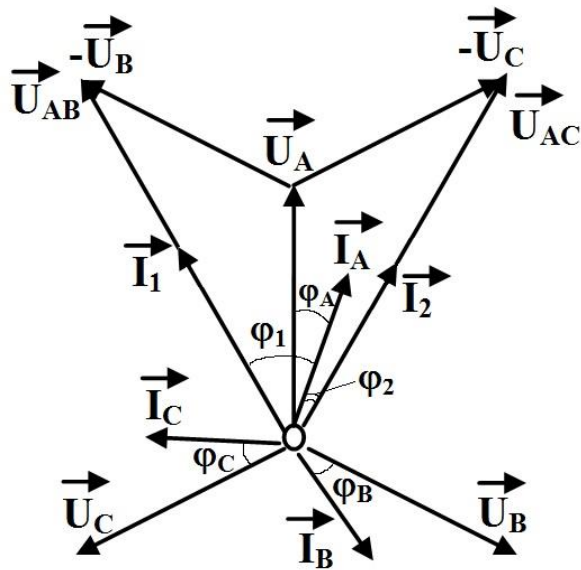
* Hai cuộn dây động được đấu vào các điện áp dây U_{AB} ; U_{AC} .



Hình 5-5: Sơ đồ nguyên lý $\cos\varphi$ mét ba pha

b. Nguyên lý làm việc:

- * Dòng điện qua cuộn tĩnh là I_A .
- * Dòng điện qua cuộn động B_1 là I_1 .
- * Dòng điện qua cuộn động B_2 là I_2 .
- * Biểu diễn dòng áp bằng đồ thị véc tơ ta được hình 5-6.



Hình 5-6: Đồ thị véc tơ $U, I \cos\varphi$ mét ba pha

Từ đó ta có:

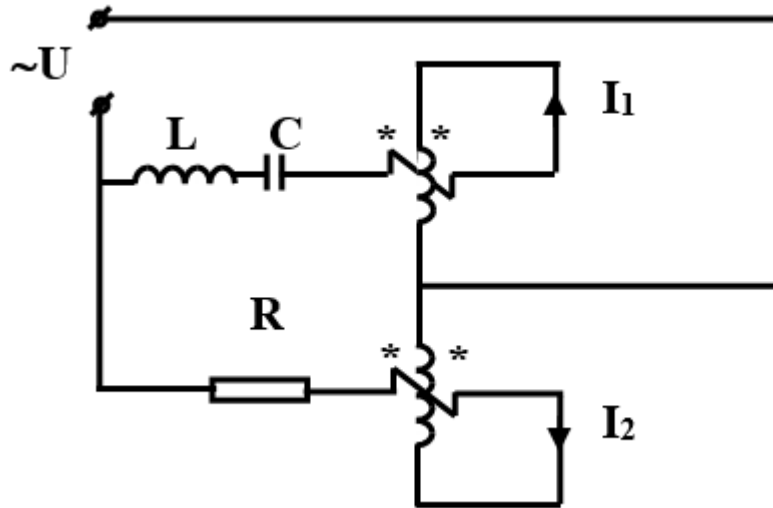
- + Góc lệch pha giữa I_1 và I_A là $\varphi_1 = 30^\circ + \varphi$
- + Góc lệch pha giữa I_2 và I_A là $\varphi_2 = 30^\circ - \varphi$.

Từ nguyên lý tỷ lệ ta có : $\alpha = f\left(\frac{I_1 \cdot \cos\varphi_1}{I_2 \cdot \cos\varphi_2}\right) = f\left(\frac{I_1 \cdot \cos(30^\circ + \varphi)}{I_2 \cdot \cos(30^\circ - \varphi)}\right) = f'(\varphi)$

Từ góc φ ta suy ra $\cos\varphi$. Do đó ta được: $\alpha = f'(\cos\varphi)$.

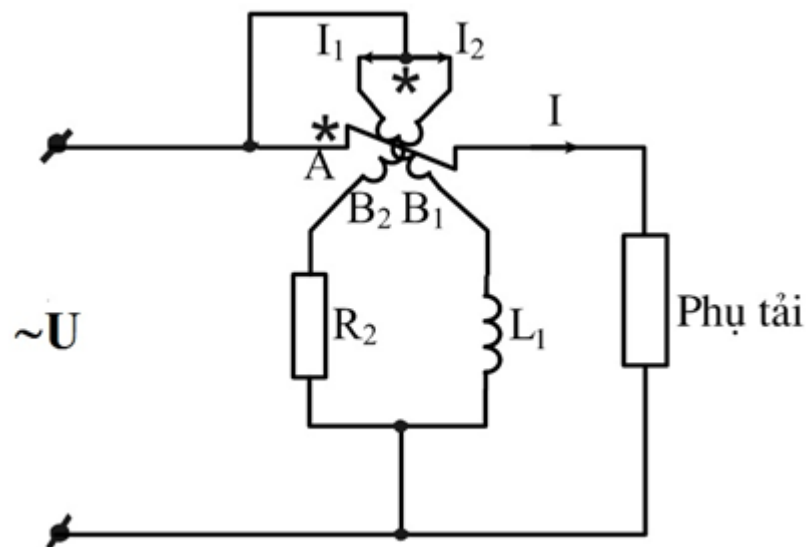
3. Đo tần số và hệ số $\cos\varphi$

3.1. Đo tần số mạch xoay chiều



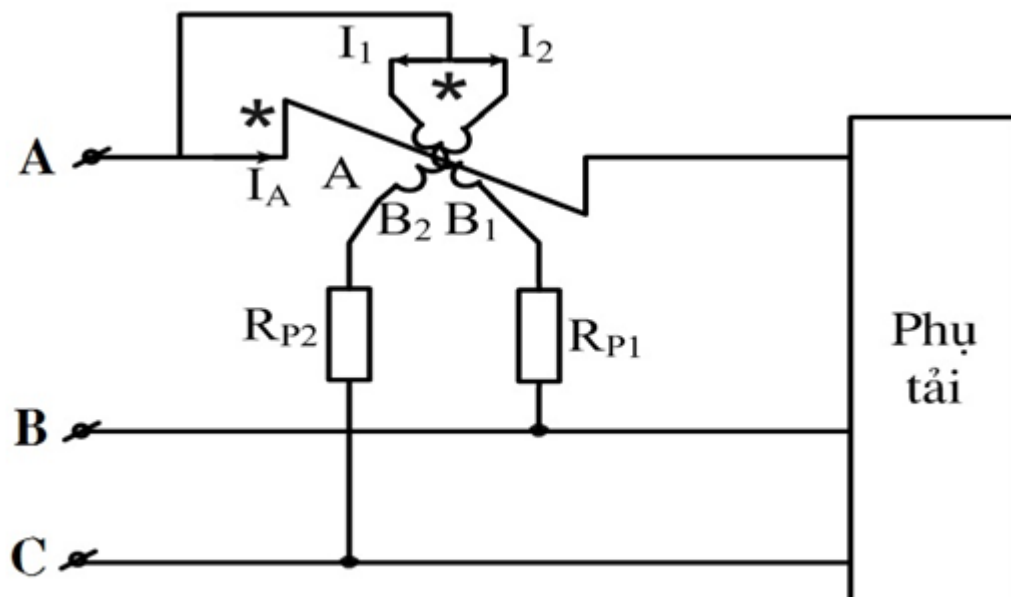
Hình 5-7: Sơ đồ nguyên lý đo tần số mạch xoay chiều

3.2. Đo hệ số $\cos\varphi$ một pha



Hình 5-8: Sơ đồ nguyên lý $\cos\varphi$ mét 1 pha

3.3. Đo hệ số $\cos\varphi$ ba pha



Hình 5-9: Sơ đồ nguyên lý $\text{Cos}\varphi$ mét 3 pha

BÀI 6: ĐO ĐIỆN TRỞ

Giới thiệu:

Bài học trình bày cấu tạo các thiết bị đo, các bước đo điện trở nối đất, điện trở cách điện, giúp người học nắm được quy trình đo các điện trở trên.

Mục tiêu:

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý làm việc của các thiết bị đo điện trở nối đất, điện trở cách điện.
- Vẽ được sơ đồ mạch điện
- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ vật tư khi đo điện trở
- Đấu nối chính xác sơ đồ mạch điện đảm bảo gọn gàng và tiếp xúc
- Kiểm tra được mạch điện sau khi đã đấu nối
- Xác định được chính xác kết quả đo trên thiết bị đo
- Thực hiện nghiêm túc, có hiệu quả công tác 5S tại vị trí thực tập.

Nội dung:

1. Đo điện trở nối đất

1.1. Đo điện trở nối đất bằng tê rô mét 4012A

a. Cấu tạo



Hình 6-1: Cấu tạo bên ngoài tê rô mét 4102A



Hình 6-2: Các cọc và dây đầu tê rô mét 4102A

b. Các bước đo

*** Bước 1: Kiểm tra kim**

Kim nằm ở vị trí “0” trên thang đo. Nếu kim không nằm ở vị trí “0” sử dụng vít chỉnh kim để chỉnh lại kim về vị trí “0”



Hình 6-3: Vị trí “0” của kim trên thang đo

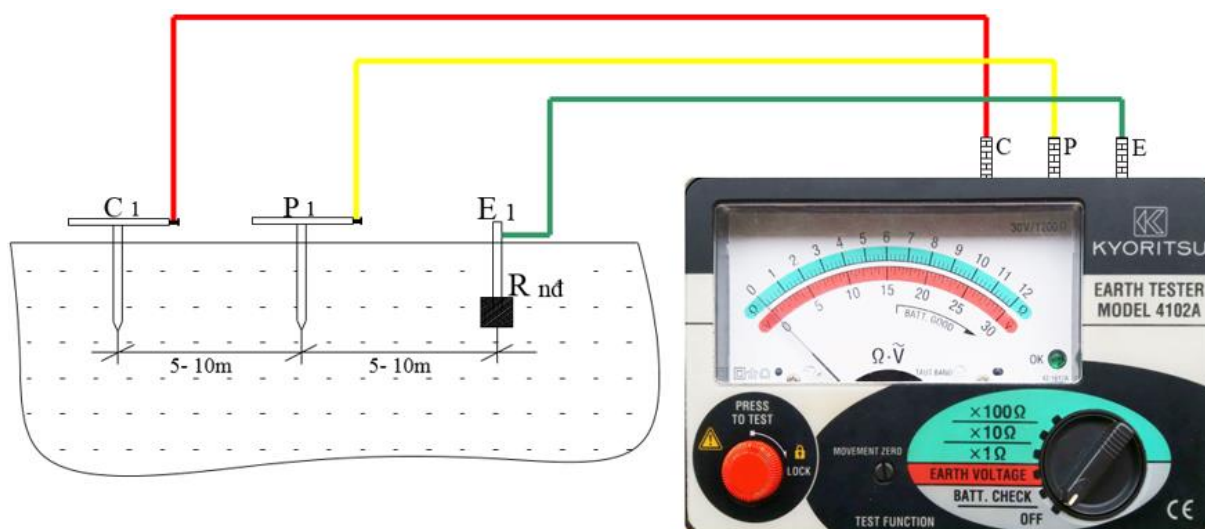
*** Bước 2: Kiểm tra nguồn pin**

- Xoay công tắc chức năng về vị trí BATT.CHECK và ấn nút cấp nguồn nếu:
 - + Kim nằm trong hoặc về bên phải vùng BATT.GOOD thì nguồn pin còn sử dụng được.
 - + Kim nằm lệch về bên trái vùng BATT.GOOD thì nguồn pin cần phải thay thế.



Hình 6-4: Kiểm tra nguồn pin

* Bước 3: Đấu dây sơ đồ:



Hình 6-5: Sơ đồ đấu dây

* Bước 4: Kiểm tra tiếp xúc sơ đồ:

Xoay công tắc chức năng về vị trí $\times 100\Omega$ và ấn nút cấp nguồn nếu:

+ Nếu đèn OK sáng liên tục là tiếp xúc tốt.

+ Nếu đèn OK sáng liên tục là tiếp xúc tốt.

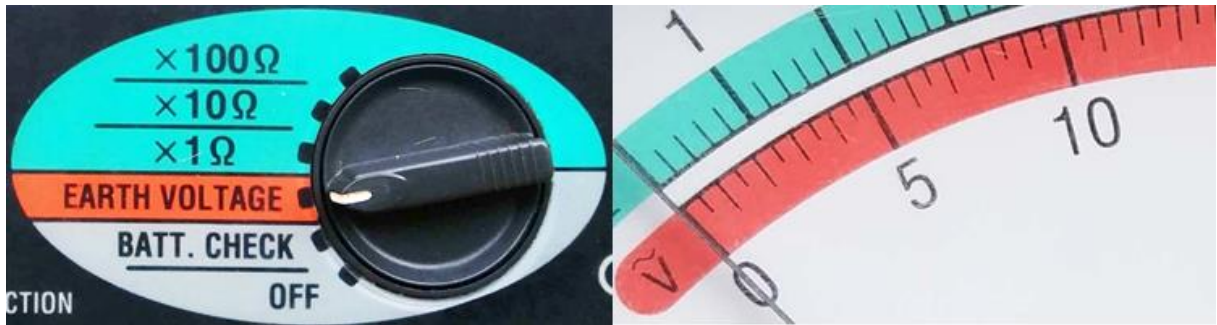


Hình 6-6: Kiểm tra tiếp xúc sơ đồ

* Bước 5: Kiểm tra điện áp đất:

Xoay công tắc chức năng về vị trí EARTH VOLTAGE và quan sát trên thang đo điện áp:

- + Nếu điện áp $U > 10V$ thì không được thực hiện phép đo.
- + Nếu điện áp $U \leq 10V$ thì được thực hiện phép đo.



Hình 6-7: Kiểm tra điện áp đất

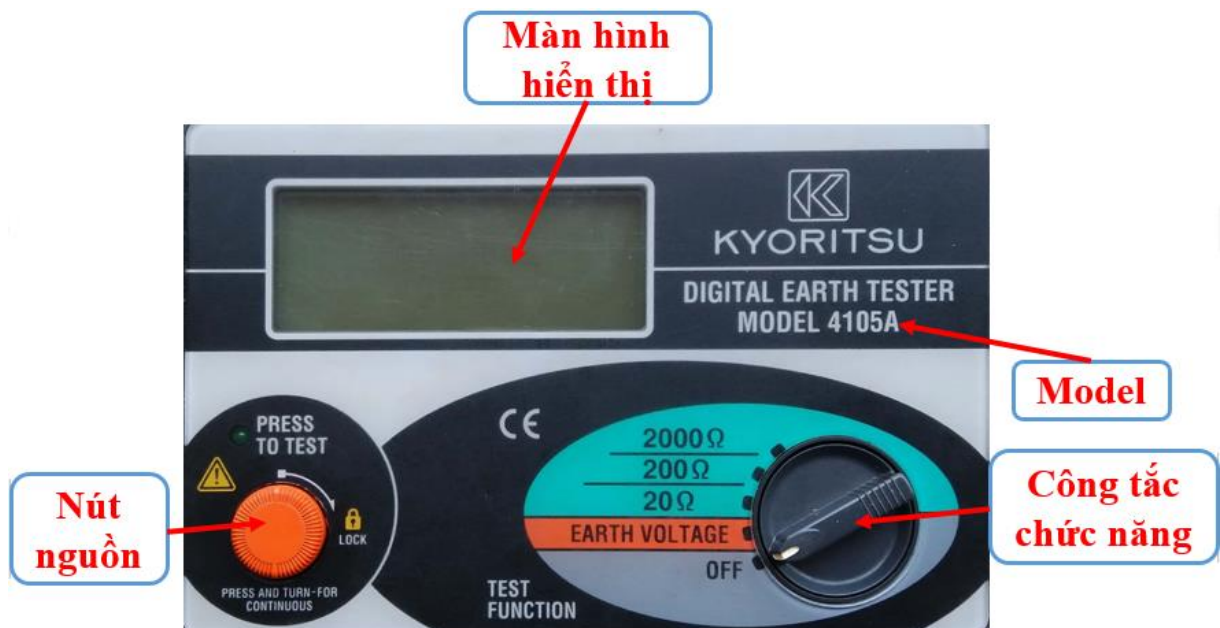
* Bước 6: Đo và đọc kết quả:

- Chọn giới hạn đo lớn nhất $\times 100\Omega$ rồi ấn nút cấp nguồn
- Sau đó căn cứ vào kết quả đo ta chọn các giới hạn đo sao cho thích hợp để lấy kết quả đo cuối cùng. Giá trị điện trở nối đất sẽ được tính theo công thức:

$$R_{nd} = \alpha_{do} \cdot \text{Giới hạn chọn}$$

1.2. Đo điện trở nối đất bằng tê rô mét 4015A

a. Cấu tạo



Hình 6-8: Cấu tạo bên ngoài tê rô mét 4105A



Hình 6-9: Các cọc và dây đầu tê rô mét 4102A

b. Các bước đo

** Bước 1: Kiểm tra nguồn pin*

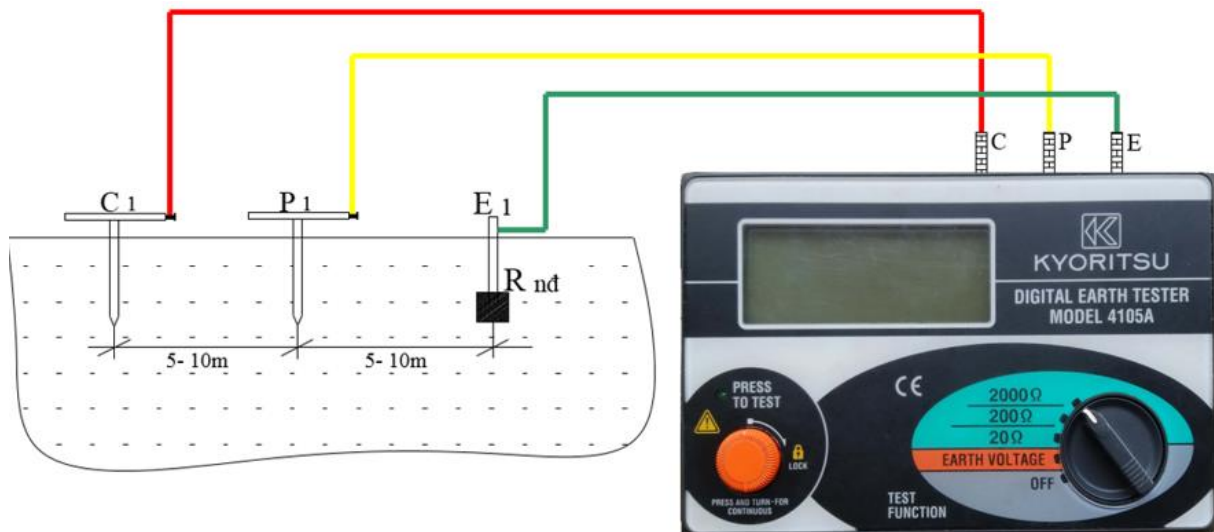
- Chuyển công tắc chức năng rời khỏi vị trí OFF, màn hình hiển thị các con số.

- Chuyển công tắc chức năng trở lại vị trí OFF, xuất hiện biểu tượng pin góc trái bên dưới màn hình hiển thị.



Hình 6-10: Kiểm tra nguồn pin

** Bước 2: Đấu dây sơ đồ:*



Hình 6-11: Sơ đồ đấu dây

* Bước 3: Kiểm tra tiếp xúc sơ đồ:

Xoay công tắc chức năng về vị trí 2000Ω và ấn nút cấp nguồn nếu:

+ Trên màn hình xuất hiện dấu “.” nhấp nháy giữa các số không thì sơ đồ tiếp xúc không tốt.

+ Không xuất hiện dấu “.” nhấp nháy là tiếp xúc tốt.



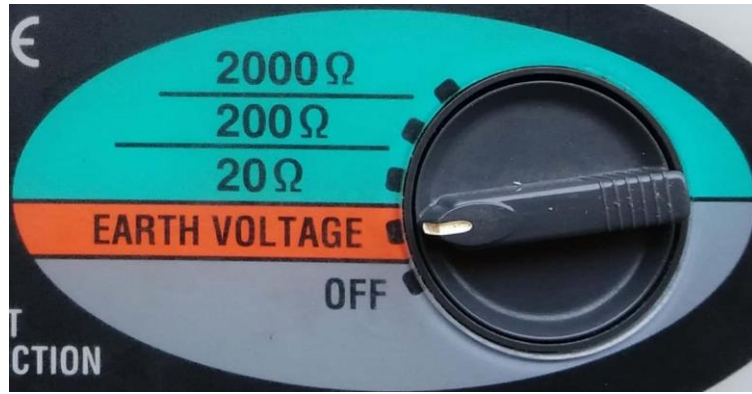
Hình 6-12: Kiểm tra tiếp xúc sơ đồ

* Bước 4: Kiểm tra điện áp đất:

Xoay công tắc chức năng về vị trí EARTH VOLTAGE và quan sát trên màn hình hiển thị:

+ Nếu điện áp $U > 10V$ thì không được thực hiện phép đo.

+ Nếu điện áp $U \leq 10V$ thì được thực hiện phép đo.



Hình 6-13: Kiểm tra điện áp đất

* Bước 5: Đo và đọc kết quả:

- Chọn giới hạn đo lớn nhất 2000Ω rồi ấn nút cấp nguồn
- Sau đó đọc kết quả trực tiếp trên màn hình hiển thị, căn cứ vào kết quả chuyển dần về thang đo thích hợp hơn để lấy kết quả cuối cùng.

1.3. Một số tiêu chuẩn đo điện trở nối đất

- Trạm biến áp
 - + Trạm biến áp phân phối: $R_{nd} \leq 4 \Omega$
 - + Trạm biến áp điện truyền tải: $R_{nd} \leq 0.5 \Omega$
- Cột điện
 - + Cột điện:
 - + Đồng bằng: $R_{nd} \leq 10 \Omega$
 - + Trung du: $R_{nd} \leq 20 \Omega$
 - + Miền núi: $R_{nd} \leq 30 \Omega$
- Các công trình kiến trúc: $R_{nd} \leq 10 \Omega$

2. Đo điện trở cách điện

2.1. Mê gôm mét 3121, 3122

a. Cấu tạo



Hình 6-14: Cấu tạo bên ngoài mê gôm mét 3122

b. Kiểm tra mê gôm mét 3121, 3122

* Bước 1: Kiểm tra kim:

Kim nằm ở vị trí “ ∞ ” trên thang đo. Nếu kim chưa nằm ở vị trí ∞ trên thang đo ta cần chỉnh lại kim thông qua vít chỉnh kim



Hình 6-15: Kiểm tra kim mê gôm mét 3122

* Bước 2: Kiểm tra nguồn pin:

Xoay công tắc chức năng về vị trí BATT.CHECK và ấn nút cấp nguồn nếu:

- + Kim nằm trong hoặc về bên phải vùng BATT.GOOD thì nguồn pin còn sử dụng được.
- + Kim nằm lệch về bên trái vùng BATT.GOOD thì nguồn pin cần phải thay thế.



Hình 6-16: Kiểm tra nguồn pin mê gôm mét 3122

** Bước 3: Kiểm tra hở mạch:*

Tách rời hai đầu que đo rồi chuyển công tắc chức năng về vị trí MΩ rồi ấn nút cấp nguồn nếu:

- + Đèn xanh sáng, kim nằm về phía vị trí vô cùng (∞) thì điều kiện hở mạch đạt.
- + Ngược lại thì điều kiện hở mạch không đạt.



Hình 6-17: Kiểm tra hở mạch mê gôm mét 3122

** Bước 4: Kiểm tra ngắn mạch:*

Chuyển công tắc chức năng về vị trí MΩ, ấn nút cấp nguồn rồi chạm nhanh hai đầu que đo nếu:

- + Đèn đỏ sáng, kim nằm về vị trí (0) trên thang đo thì điều kiện ngắn mạch đạt.
- + Ngược lại thì điều kiện ngắn mạch không đạt.



Hình 6-18: Kiểm tra ngắn mạch mê gôm mét 3122

* Bước 5: Sơ đồ đấu dây:

- EARTH là cực nối đất - Nối với phần cách điện của đối tượng đo.
- GUARD là cực màn chắn - Cực này được dùng khi cần loại trừ dòng điện rò và được đấu với phần còn lại của đối tượng đo.
- LINE là cực đường dây - Nối với phần dẫn điện của đối tượng đo.

2.2. Mê gôm mét 3125

a. Cấu tạo



Hình 6-19: Cấu tạo bên ngoài mê gôm mét 3125



Hình 6-20: Bộ dây đầu mê gôm 3125

b. Kiểm tra mê gôm mét 3125

* Bước 1: Kiểm tra nguồn pin:

- Chuyển công tắc chức năng rời khỏi vị trí OFF
- Nếu màn hình hiển thị các con số, biểu tượng pin không nhấp nháy là pin tốt. Ngược lại là pin yếu cần thay thế



Hình 6-21: Kiểm tra pin mê gôm mét 3125

* Bước 2: Kiểm tra hở mạch:

Tách rời hai đầu que đo rồi chuyển công tắc chức năng về vị trí 2500V rồi ấn nút cấp nguồn nếu:

- + Màn hình hiển thị chữ “OL” (Over Load) là hở mạch đạt.
- + Ngược lại thì điều kiện hở mạch không đạt.



Hình 6-22: Kiểm tra hở mạch mê gôm mét 3125

* Bước 3: Kiểm tra ngắn mạch:

Chuyển công tắc chức năng về vị trí 2500V, ấn nút cấp nguồn rồi nhấp nhanh hai đầu que đo nếu:

- + Màn hình hiển thị “0” thì ngắn mạch đạt.
- + Ngược lại thì điều kiện ngắn mạch không đạt.



Hình 6-23: Kiểm tra ngắn mạch mê gôm mét 3125

* Bước 4: Sơ đồ đấu dây:

- EARTH là cực nối đất - Nối với phần cách điện của đối tượng đo.
- GUARD là cực màn chắn - Cực này được dùng khi cần loại trừ dòng điện rò và được đấu với phần còn lại của đối tượng đo.
- LINE là cực đường dây - Nối với phần dẫn điện của đối tượng đo.

2.3. Đo điện trở cách điện

* Đo điện trở cách điện chuỗi sứ

- R_{cd} (bát 1) =.....(MΩ).
- R_{cd} (bát 2) =.....(MΩ).

- Rcd (bát 3) =(MΩ).

* Đo điện trở cách điện máy biến áp lực

- Rcd (cuộn dây cao áp - hạ + vỏ + đất) =(MΩ).

- Rcd (cuộn dây hạ áp - cao + vỏ + đất) =(MΩ).

- Rcd (cuộn dây cao áp - hạ áp) R60'' =(MΩ).

- Kht = R60'' / R15'': Khi $K_{ht} \geq 1,3$ thì đạt yêu cầu.

Phép đo Kht được lấy kết quả đo giữa cuộn cao áp với cuộn hạ áp ta lấy kết quả ở giây thứ 15 và giây thứ 60 rồi tính hệ số K_{ht} theo công thức:

$$K_{ht} = R60'' / R15''$$

* Đo điện trở cách điện máy biến áp đo lường

- Rcd (Cao áp - hạ áp Yo + hạ áp Δ hở + vỏ+ đất) =(MΩ).

- Rcd (Hạ áp Yo - cao áp + hạ áp Δ hở + vỏ+ đất) =(MΩ)

- Rcd (Hạ áp Δ hở - hạ áp Yo + cao áp + vỏ+ đất) =(MΩ).

- Rcd (Cao áp - hạ Yo) R60'' =(MΩ).

- Kht = R60'' / R15'': Khi $K_{ht} \geq 1,3$ thì đạt yêu cầu.

Phép đo Kht được lấy kết quả đo giữa cuộn cao áp với cuộn hạ áp ta lấy kết quả ở giây thứ 15 và giây thứ 60 rồi tính hệ số K_{ht} theo công thức:

$$K_{ht} = R60'' / R15''$$

Kết quả đo được ta đem so sánh với điện trở cách điện tiêu chuẩn để đánh giá chất lượng cách điện của đối tượng đo. Hệ số hấp thụ được đánh giá như sau:

$K_{ht} \geq 1,3$ - Cách điện khô.

$K_{ht} \leq 1,3$ - Cách điện ẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Thành Bắc - *Giáo trình Thiết bị điện*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, 2001
- [2]. Nguyễn Xuân Phú - *Giáo trình Đo lường các đại lượng điện và không điện*, NXB Giáo dục, 2003
- [3]. Nguyễn Xuân Phú - *Khí cụ Điện - Kết cấu, sử dụng và sửa chữa*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, 1998.
- [4]. Ngô Hồng Quang - *Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện từ 0.4-500 KV*, NXB KHKT, 2003
- [5]. Nguyễn Hoàng Việt - *Thiết kế hệ thống điện*, NXB Đại học Quốc gia TP HCM.