



CHƯƠNG 4

ĐO CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

Giới thiệu

Công suất xoay chiều 1 pha

Công suất xoay chiều 3 pha



BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

I. Giới thiệu

1. Khái niệm:

Là năng lượng điện từ truyền giữa các hệ thống hay giữa các phần tử của hệ thống trong một đơn vị thời gian.

Đơn vị công suất : oát –w

2. Công suất trong mạch điện một chiều:

$$P = U.I$$

$$P = I^2.R$$

$$P = U^2 / R$$

Trong đó: I là dòng trong mạch

U là điện áp rơi trên phụ tải có điện trở R



BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

I. Giới thiệu

3. Công suất trong mạch điện xoay chiều một pha hình sin

- + Công suất tác dụng (hữu công): $P = U.I.\cos\varphi$
- + Công suất phản kháng (vô công): $Q = U.I.\sin\varphi$
- + Công suất danh định: $S = U.I$ ($\cos\varphi = 1$, thuần trở)

Trong đó: U, I là các giá trị hiệu dụng

φ là góc lệch pha giữa dòng và áp trên phụ tải

$\cos\varphi$ được gọi là hệ số công suất

4. Công suất trong mạch điện xoay chiều ba pha

$$P = P_A + P_B + P_C = U_{\phi A} \cdot I_{\phi A} \cdot \cos\varphi_A + U_{\phi B} \cdot I_{\phi B} \cdot \cos\varphi_B + U_{\phi C} \cdot I_{\phi C} \cdot \cos\varphi_C$$

Dụng cụ đo: Oát mét (chỉ thị điện động)

BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

II. Đo công suất trong mạch điện một pha.

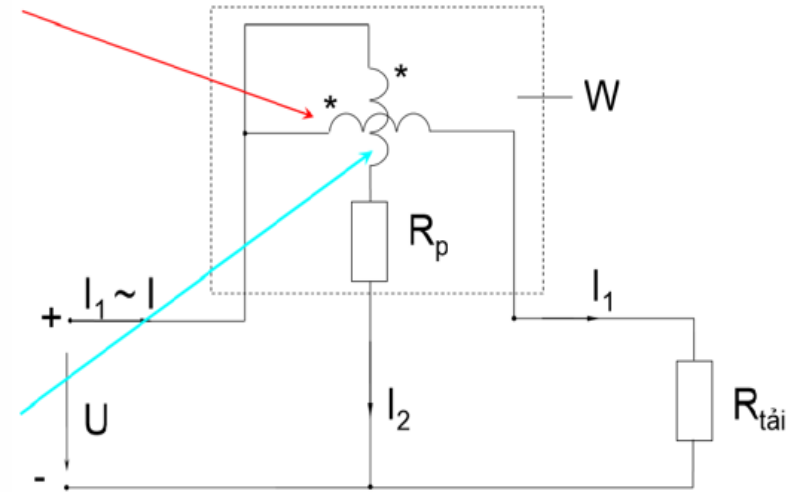
1. Đo trực tiếp công suất bằng Wattmet điện động.

a. Cấu tạo:

Wattmet điện động có hai cuộn dây:

*Cuộn dây tĩnh (cuộn dòng):

- + Mắc nối tiếp với điện trở tải R
- + Dây có kích thước lớn, ít vòng.
- + Cho dòng phụ tải trực tiếp qua.
- + Đóng vai trò như một ammet



*Cuộn dây động (cuộn áp):

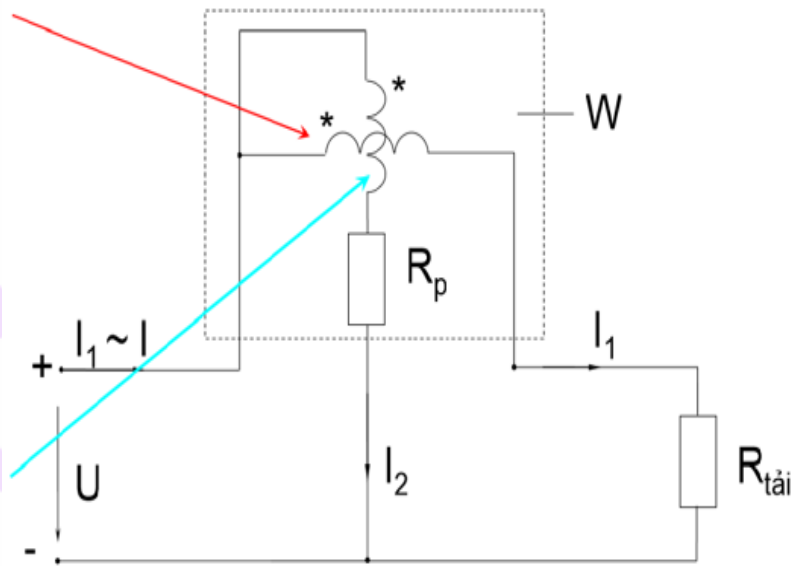
- + Mắc song song với nguồn và có nội trở R_U
- + Mắc nối tiếp với R_p để hạn chế dòng qua nó
- + Dây có kích thước nhỏ, nhiều vòng.
- + Đóng vai trò như một volmet.

BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

II. Đo công suất trong mạch điện 1 pha.

1. Đo trực tiếp công suất bằng Watmet điện động.

b. Nguyên lý hoạt động.



+ Khi có điện áp U đặt lên cuộn dây động và dòng điện I đi qua phụ tải R .

+ Có sự tương tác giữa các trường từ được tạo ra bởi các cuộn dây tĩnh và động sẽ làm kim của Wattmet lệch đi một góc α .

Chú ý: Khi nối các đầu dây cần nối các đầu dây có dấu (*) với nhau để tránh đảo pha của 1 trong 2 cuộn dây Wattmet sẽ quay ngược.

BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

c. Phương trình thang đo:

Góc quay của chỉ thị điện động:

$$\alpha = \frac{1}{D} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} I_1 I_2 \cdot \cos\varphi$$

φ Là góc lệch pha giữa các dòng I_1 và I_2

Công suất một chiều

$$\cos\varphi = 1; I_1 \approx I; I_2 = \frac{U}{R_P + R_U}$$

R_U nội trở của cuộn động.

$$\alpha = \frac{1}{D} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot I \cdot \frac{U}{R_P + R_U}$$

$$\text{Đặt: } K = \frac{1}{D(R_P + R_U)} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

$$\rightarrow \alpha = K \cdot U \cdot I = K \cdot P$$

K là độ nhạy của Watmet
điện động một chiều

Công suất xoay chiều

$$u = U_m \sin \omega t \quad i = I_m \sin (\omega t - \varphi) = i_1$$

$$i_u = I_{um} \sin (\omega t - \varphi_u) = i_2$$

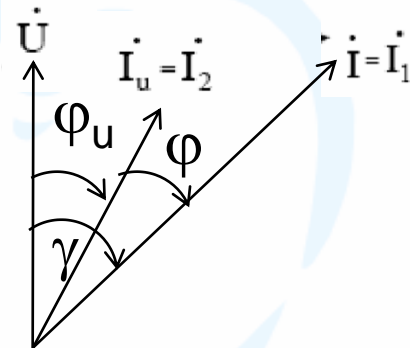
Theo biểu đồ vec to: $\varphi = \gamma - \varphi_u$

$$I_u = \frac{U}{R_u + R_P} \cdot \cos\varphi_u$$

$$\alpha = \frac{1}{D} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha} \cdot I \cdot \frac{U}{R_P + R_U} \cdot \cos\varphi_u \cdot \cos(\gamma - \varphi_u)$$

$$\text{Đặt: } K = \frac{1}{D(R_P + R_U)} \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

$$\rightarrow \alpha = K \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad (\text{nếu } \varphi_u = 0 \text{ hay } \varphi_u = \gamma)$$



BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

II. Đo công suất trong mạch điện 1 pha.

1. Đo trực tiếp công suất bằng Watmet điện động.

d. Nhận xét:

$$\rightarrow \alpha = K.P \text{ với } K = \text{const}$$

- Góc quay α tỉ lệ bậc nhất với công suất tiêu thụ trên phụ tải.
- Sai số phép đo phụ thuộc vào sự tiêu thụ công suất trên các cuộn dây của watmet.

Ưu điểm:

- + Có độ chính xác cao.
- + Thích hợp đo công suất một chiều và xoay chiều dưới 200Hz

Khuyết điểm:

- + Từ trường yếu.
- + Không chịu được quá tải, giá thành cao...

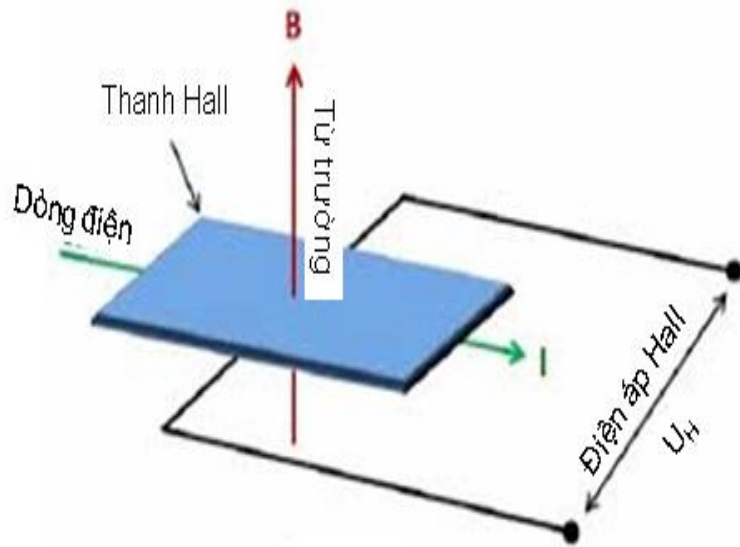
BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

II. Đo công suất trong mạch điện một pha.

2. Đo công suất dùng hiệu ứng Hall.

a. Hiệu ứng Hall

Hiệu ứng tạo ra điện áp giữa hai mặt đối diện của vật dẫn điện (thanh Hall) khi đặt thanh Hall trong từ trường vuông góc và có dòng điện chảy qua thanh Hall



Hiệu ứng Hall dựa vào bản chất dòng điện chạy trong vật dẫn điện. Khi dòng điện chạy qua từ trường, các hạt mang điện bị lực Lorentz đẩy về một trong hai phía của thanh Hall tùy thuộc nó mang điện tích âm hay dương, tạo ra điện áp Hall.

BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

II. Đo công suất trong mạch điện một pha.

2. Đo công suất dùng hiệu ứng Hall.

a. Hiệu ứng Hall

Công thức liên hệ giữa điện áp Hall, dòng điện và từ trường là:

$$U_H = \frac{I \cdot B}{d \cdot e \cdot n}$$

Trong đó:

U_H điện áp Hall

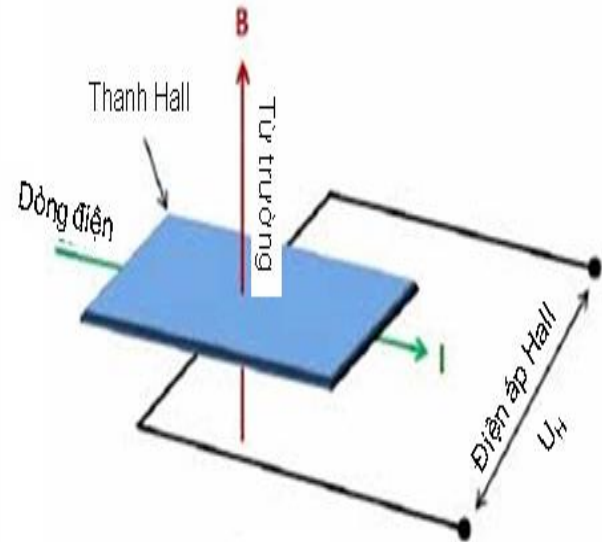
I cường độ dòng điện

B độ từ cảm

d độ dày của thanh Hall

e điện tích của hạt mang điện chuyển động trong thanh Hall

n mật độ các hạt mang điện trong thanh Hall.



BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

b. Oát mét dùng hiệu ứng Hall

*Sơ đồ:

*Thành phần:

- Bộ biến đổi Hall gồm một bản mỏng bằng chất bán dẫn đơn tinh thể (Ge, Si, Se...), có hai cặp điện cực:

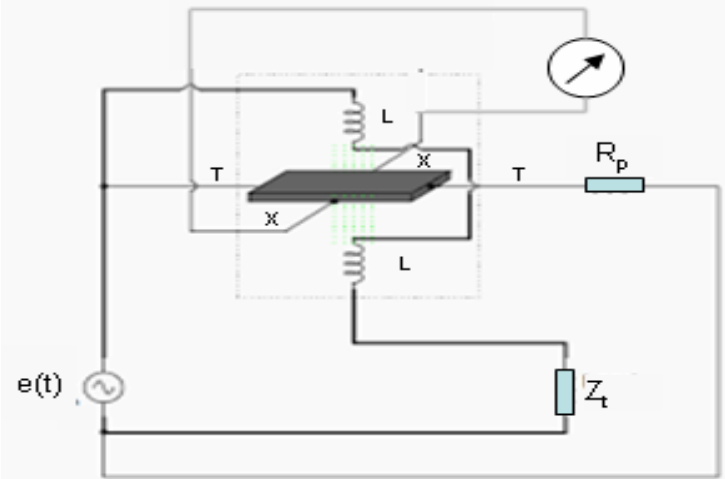
+ Cặp dòng điện T-T: mắc song song với nguồn điện xoay chiều.

+ Cặp điện áp X-X : khi đặt vuông góc với bề mặt chuyển đổi một từ trường và qua chuyển đổi có một dòng điện i_x thì ở hai đầu X-X có một điện áp Hall:

$$U_H = k_x B i_x \quad (1)$$

Trong đó: k_x hệ số phụ thuộc vào vật liệu, kích thước và hình dáng của chuyển đổi, nhiệt độ của môi trường xung quanh, từ trường; B độ từ cảm của từ trường;

- R_p điện trở hạn chế dòng;
- Z_t phụ tải đầu ra;
- Milivônmet hiển thị kết quả đầu ra.



BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

b. Oát mét dùng hiệu ứng Hall

*Nguyên lý hoạt động:

- Oát mét chuyển đổi Hall thực hiện bằng cách đặt chuyển đổi Hall vuông góc với từ trường của một nam châm điện. Dòng điện đi qua cuộn hút L , i_L , chính là dòng điện đi qua phụ tải Z_L . Nam châm điện được cấu tạo sao cho quan hệ giữa dòng điện i_L và B là tuyến tính:

$$B = k_i i_L \quad (2)$$

- Dòng điện qua chuyển đổi Hall theo hai cực T-T tỉ lệ với điện áp đặt lên phụ tải Z_L :

$$i_x = k_u e(t) \quad (3)$$

Thế các biểu thức (2), (3) vào biểu thức (1), điện áp Hall:

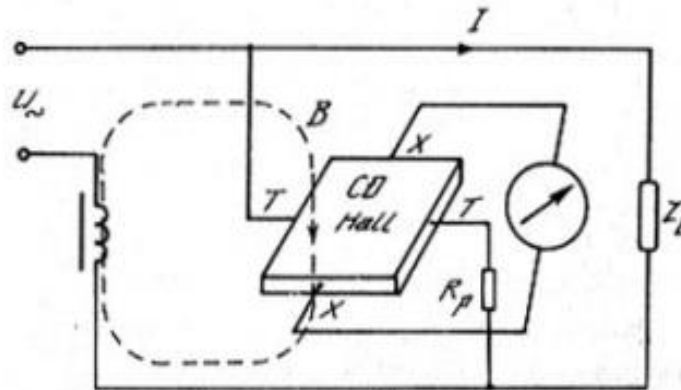
$$U_H = k_x \cdot k_i i_L \cdot k_u e(t) = kp(t)$$

- Như vậy u_H tỉ lệ với công suất tức thời trên tải. Với nguồn AC, u_H có giá trị trung bình tỉ lệ với công suất trung bình trên tải. Với vật liệu bán dẫn, u_H cỡ mV nên có thể được đo bằng milivônmet chỉ thị công suất.

BÀI 1. ĐO CÔNG SUẤT

b. Oát mét dùng hiệu ứng Hall

*Nhận xét:



- + Ưu điểm: không có quán tính, có cấu tạo đơn giản, bền, tin cậy. Cho phép đo công suất xoay chiều với tần số hàng trăm MHz.
- + Nhược điểm: có sai số do nhiệt độ lớn.

BÀI 5. ĐO CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

III. Đo công suất trong mạch điện ba pha.

1. Giới thiệu.

a. Điện xoay chiều ba pha.

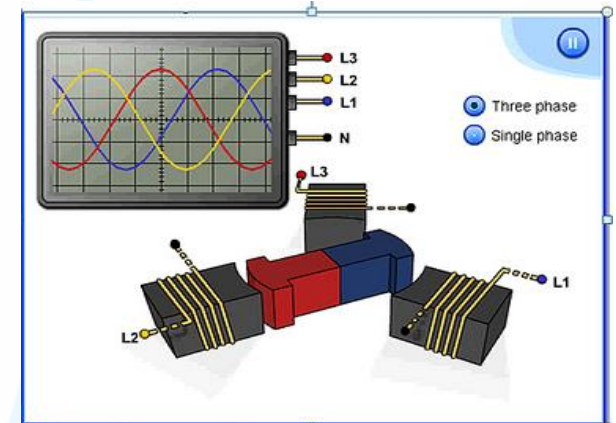
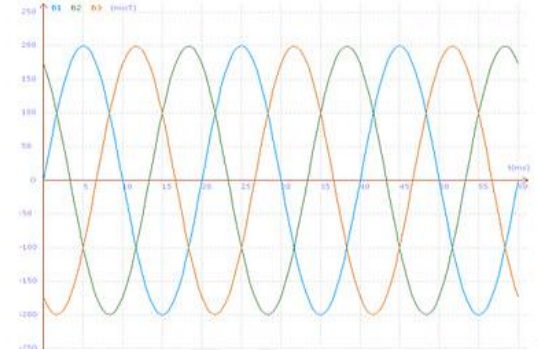
- Khái niệm:

Dòng điện xoay chiều 3 pha hình sin có cùng biên độ, cùng tần số, nhưng lệch nhau về thời gian $1/3$ chu kỳ.

- Biểu thức: $i_1 = I_{1m} \cos \omega t$

$$i_2 = I_{2m} \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$i_3 = I_{3m} \cos \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$



BÀI 5. ĐO CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

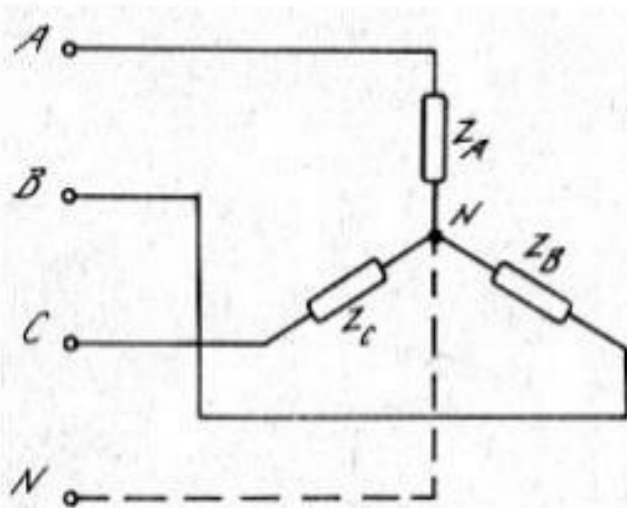
III. Đo công suất trong mạch điện ba pha.

b. Cách mắc phụ tải trong mạch điện ba pha

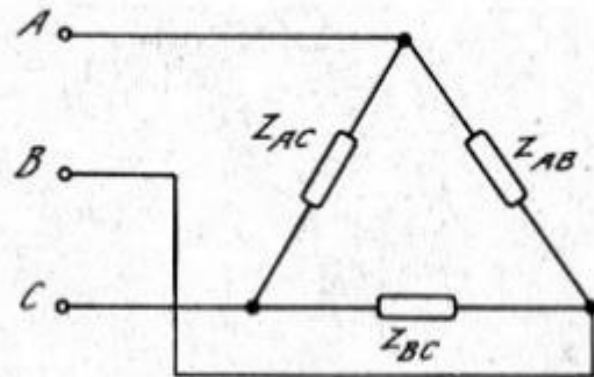
*Phụ tải hình sao:

*Phụ tải hình tam giác:

Phụ tải có thể đối xứng hoặc không đối xứng, trong thực tế khi vận hành lưới điện người ta tạo ra phụ tải đối xứng hoặc gần đối xứng.



Hình a: Phụ tải hình sao



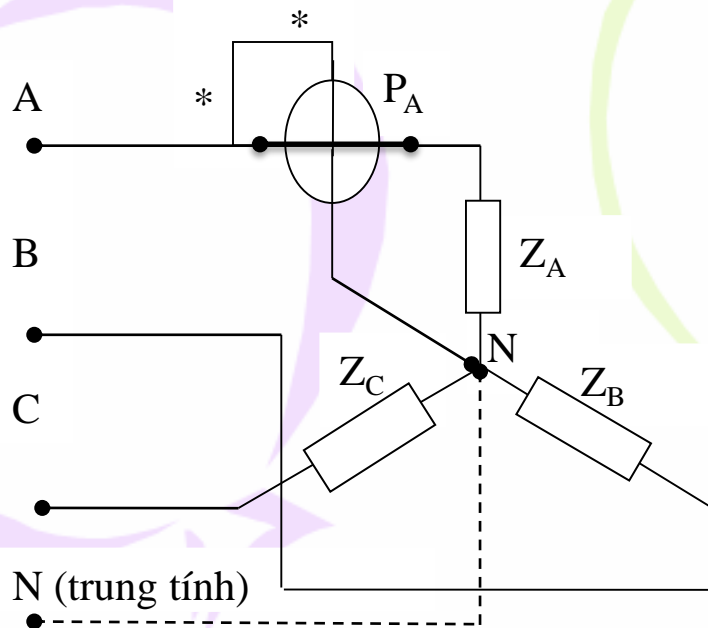
Hình b: Phụ tải hình tam giác

BÀI 5. ĐO CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

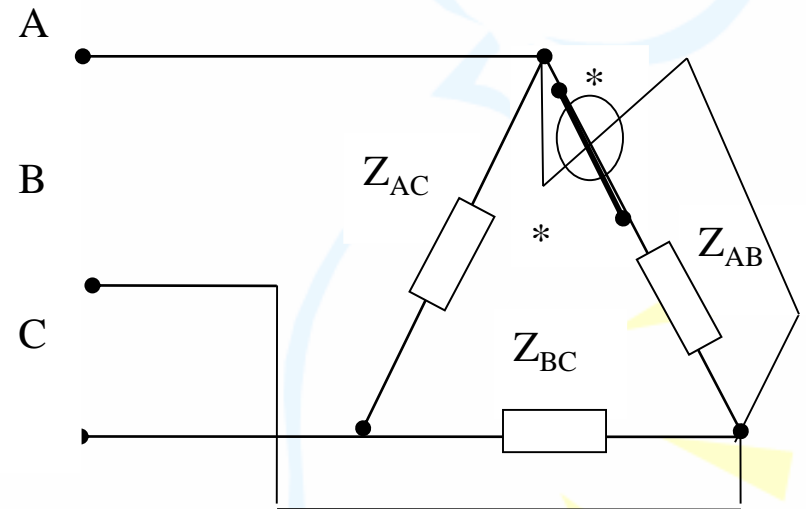
III. Đo công suất trong mạch điện ba pha.

2. *Đo công suất bằng một wat met.*

Đo trong trường hợp phụ tải hình sao và tam giác đối xứng



Hình a: Phụ tải hình sao



Hình b: Phụ tải hình tam giác

$$\text{Công suất tổng : } P_{\Sigma} = 3P_A$$

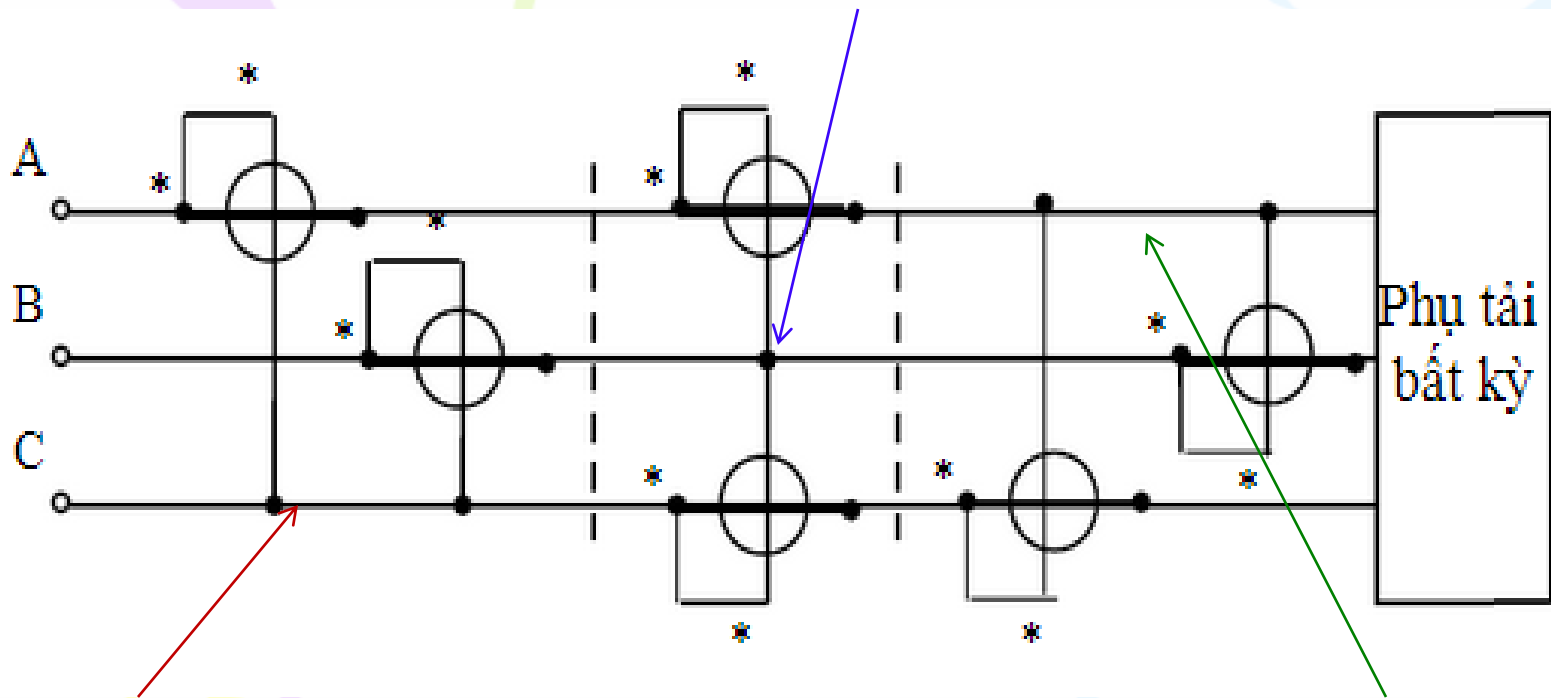
BÀI 5. ĐO CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

III. Đo công suất trong mạch điện ba pha.

2. *Đo công suất bằng hai wat met.*

Đo trong trường hợp phụ tải bất kỳ

Cách 2: Lấy pha B làm pha chung



Cách 1: Lấy pha C làm pha chung

Cách 3: Lấy pha A làm pha chung

BÀI 5. ĐO CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

III. Đo công suất trong mạch điện ba pha.

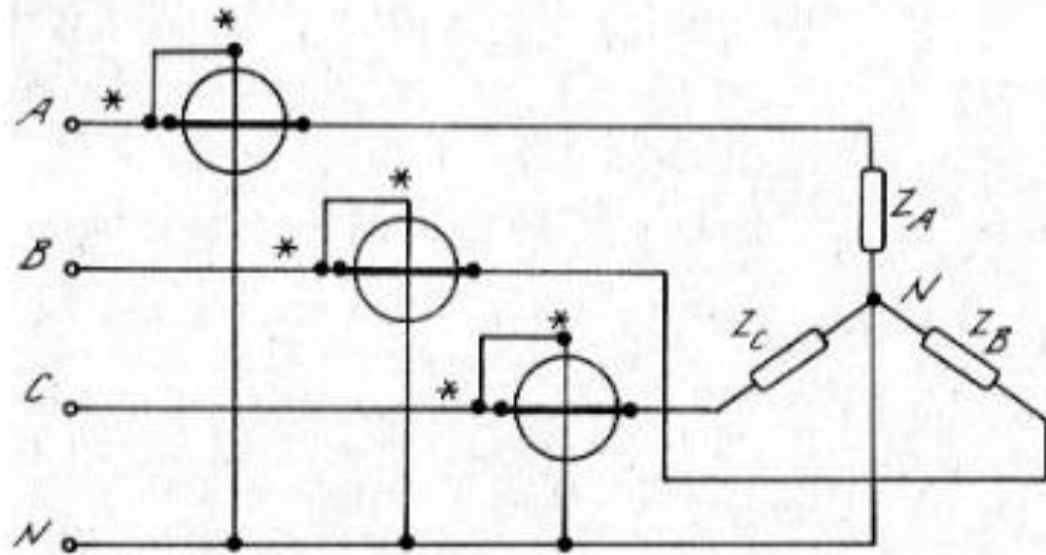
2. *Đo công suất bằng ba wat met.*

Đo trong trường hợp phụ tải hình sao có dây trung tính không đối xứng.

+ Cuộn áp của wat met được nối vào điện áp pha U_{AN} , U_{BN} , U_{CN}

+ Cuộn dòng là các dòng điện pha I_A , I_B , I_C

+ Dây trung tính N là dây trung cho các pha.



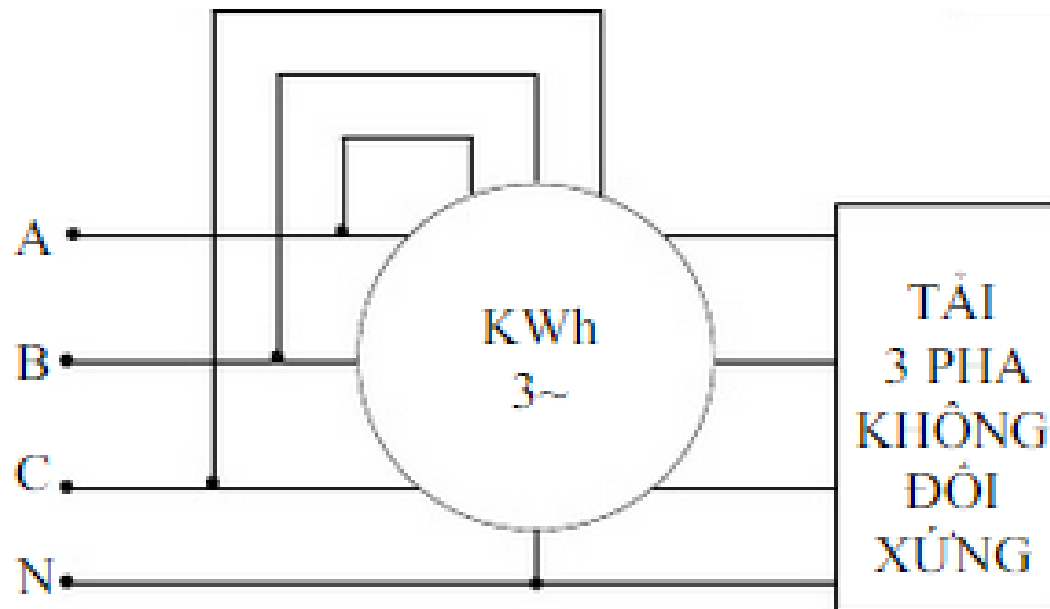
Công suất tổng của cả 3 pha: $P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3$

$$= U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C$$

BÀI 5. ĐO CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

II. Đo công suất trong mạch điện ba pha.

Trong thực tế người ta sử dụng loại watmet có 2 hoặc 3 phần tử. Tức là trong 1 dụng cụ đo có 2 hoặc 3 phần tử, phần động chung. Mômen quay tác động lên phần động bằng tổng các mômen thành phần.



BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

I. Giới thiệu

2. Năng lượng.

Là năng lượng điện từ trường tiêu thụ trên tải trong một đơn vị thời gian.

Đơn vị: KW/h

a. Năng lượng trong mạch 1 pha:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} P dt = \int_{t_1}^{t_2} UI \cos \varphi dt$$

P_công suất tiêu thụ; t_1, t_2 thời gian tiêu thụ.

b. Năng lượng trong mạch 3 pha:

$$\begin{aligned} W &= \int_{t_1}^{t_2} P_A dt + \int_{t_1}^{t_2} P_B dt + \int_{t_1}^{t_2} P_C dt \\ &= \int_{t_1}^{t_2} U_A I_A \cos \varphi_A dt + \int_{t_1}^{t_2} U_B I_B \cos \varphi_B dt + \int_{t_1}^{t_2} U_C I_C \cos \varphi_C dt \end{aligned}$$

Dụng cụ đo: Công tơ điện (chỉ thị cảm ứng)

BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG



Hai hình ảnh ở trên biểu diễn cái gì?



Công tơ điện dùng để làm gì?

☐

Đo dòng điện

☐

Đo điện áp

☒

Đo Điện năng tiêu thụ

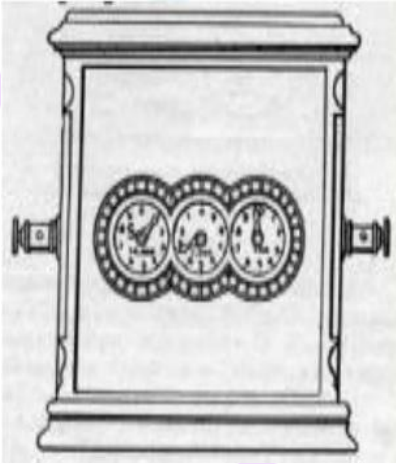
☐

Đo công suất tác dụng

BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

I. Lịch sử công tơ.

-Năm 1872: Công tơ điện đầu tiên của ông Samuel Gardiner.

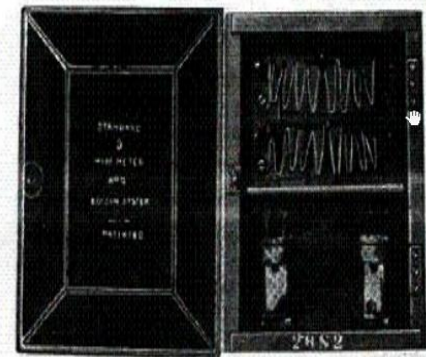


+ Gọi là Bóng đèn – Giờ

+ Cấu tạo bên trong chỉ là đồng hồ đo thời gian và công tắc kiểu khởi động từ.

-Năm 1878: Công tơ điện kiểu điện phân của Edison

+ Sử dụng hiệu ứng điện phân của dòng điện để đo tổng lượng điện năng.



BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

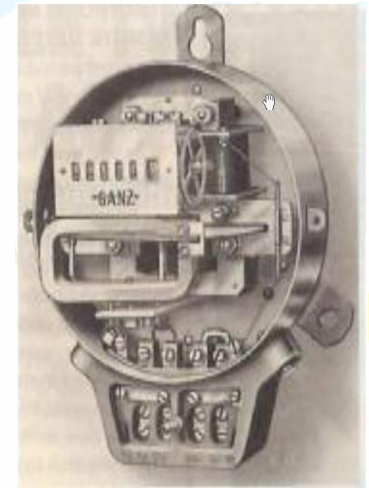
I. Lịch sử công tơ.

- Năm 1884: Công tơ điện kiểu con lắc của Aron.



+ Có dao động hoặc chuyển động quay được tạo ra tỷ lệ thuận với lượng điện năng

- Năm 1914: Công tơ kiểu cảm ứng của Blathy.



- Đến cuối thế kỷ 19, đầu thế kỷ 20:

Công tơ điện 1 pha kiểu cảm ứng đã được sáng chế trên cơ sở hai hoặc ba phần tử đo một pha gắn kết nhau với hai hoặc ba đĩa quay.

BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

II. Công tơ một pha.

1. Cấu tạo:

Cuộn áp (1)

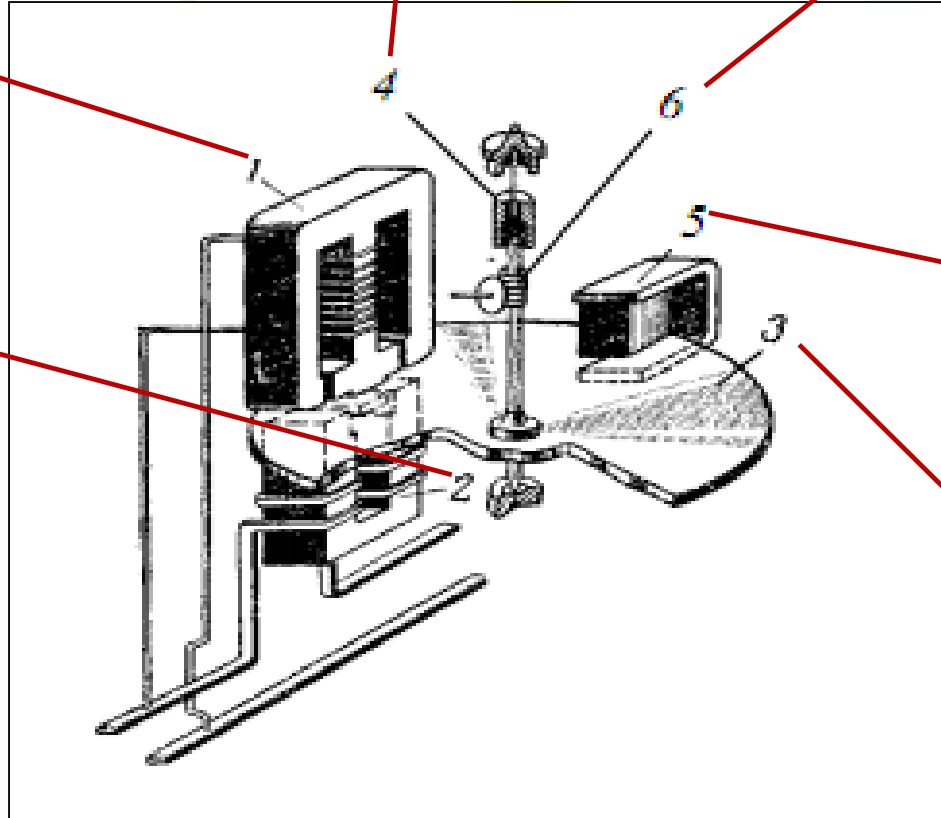
Cuộn dòng (2)

Hộp cơ khí (4)

**Vít điều chỉnh
(6)**

**Nam châm
VC (5)**

Đĩa nhôm (3)



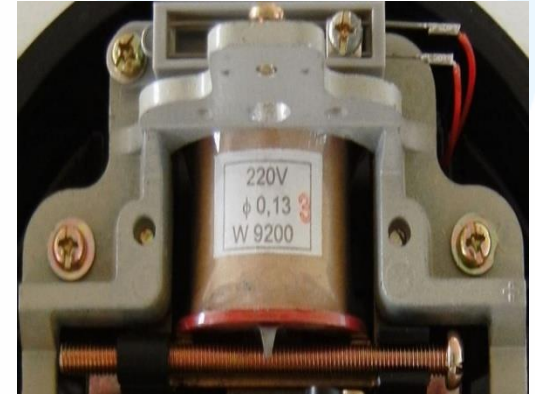
BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

II. Công tơ một pha.

1. Cấu tạo:

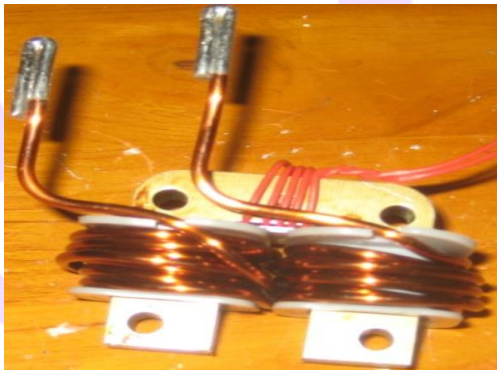
- Cuộn áp (1):

- + Mặc song song với phụ tải.
- + Có số vòng dây lớn, tiết diện dây nhỏ để chịu được điện áp cao.



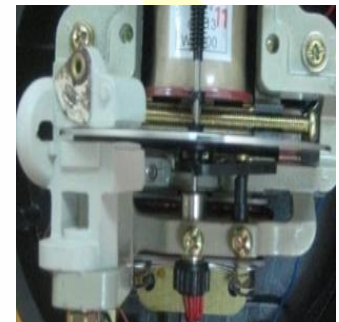
- Cuộn dòng (2):

- + Mặc nối tiếp với phụ tải.
- + Có số vòng dây ít, tiết diện dây to để chịu được dòng lớn.



- Đĩa nhôm (3):

- + Được gắn lên trục từ vào trụ có thể quay tự do giữa 2 cuộn dây áp và dòng.

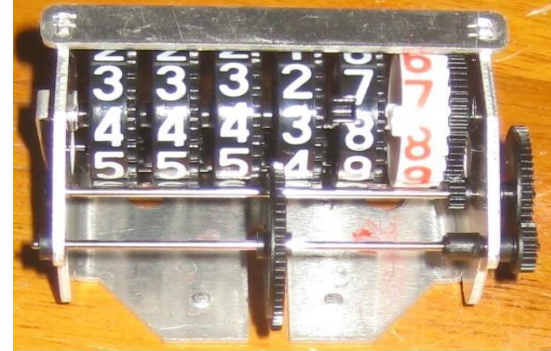


BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

II. Công tơ một pha.

1. Cấu tạo.

- **Hộp cơ khí (4):** Gắn với trục của đĩa nhôm để hiển thị năng lượng tiêu thụ nhờ số vòng quay của đĩa nhôm.



- **Một nam châm vĩnh cửu (5):** có nhiệm vụ tạo momen hãm

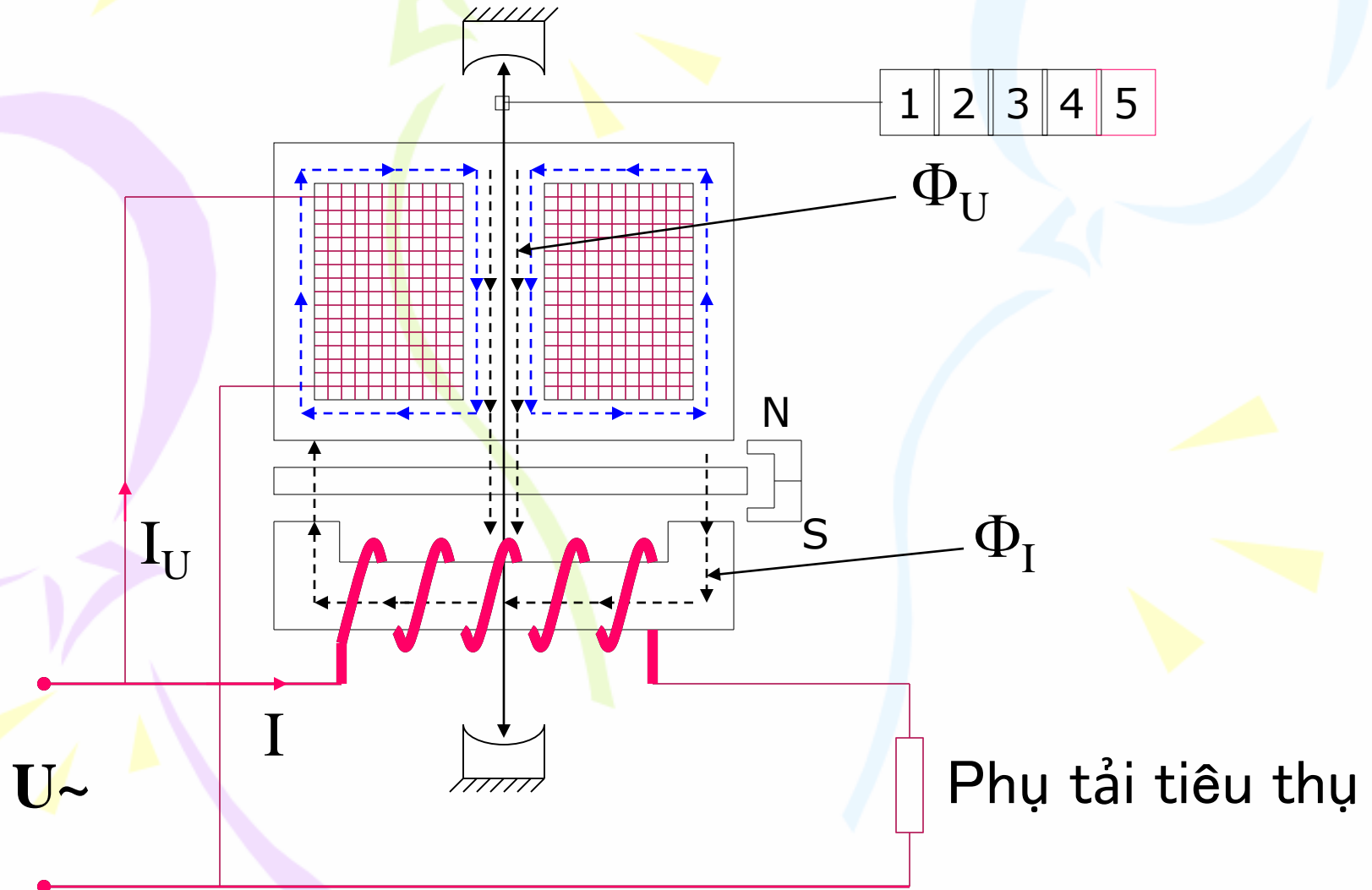


- **Vít điều chỉnh (6):** điều chỉnh dòng ngắn mạch, chống ma sát (tự quay).

BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

II. Công tơ một pha

2. Nguyên lý hoạt động.

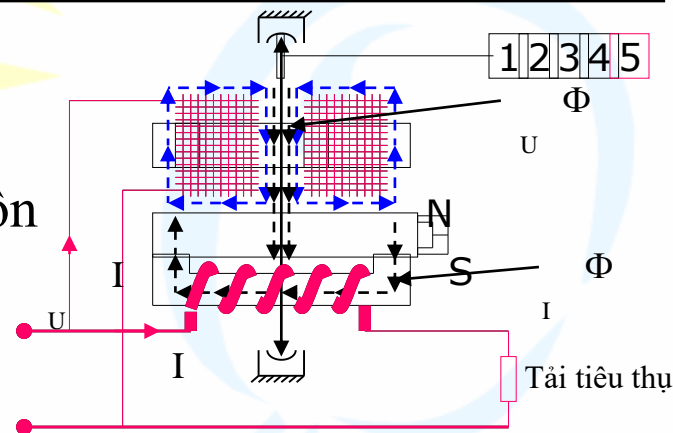


BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

II. Công tơ một pha

2. Nguyên lý hoạt động.

- Khi có dòng điện i chạy qua phụ tải và qua cuộn dòng tạo ra từ thông Φ_I cắt đĩa nhôm tại 2 điểm.



- Điện áp u đặt vào cuộn áp, dòng điện i_U chạy trong cuộn áp tạo thành từ thông Φ_U cắt đĩa nhôm tại 2 điểm.

- Do tác dụng của 2 từ thông Φ_U và Φ_I lên đĩa nhôm tạo ra mômen quay làm cho đĩa nhôm quay: $M_q = K_q UI \cos \varphi = K_q \cdot P$

(K_q _ hệ số mô men quay; P _ công suất tiêu thụ của tải)

→ Vậy ta thấy M_q tỉ lệ với công suất P mà tải tiêu thụ

- Mô men phản kháng sinh ra khi đĩa nhôm quay giữa khe hở của nam châm vĩnh cửu tỉ lệ với tốc độ quay của đĩa nhôm: $M_{PK} = k_P n$

(k_P _ hệ số mômen cản; n _ tốc độ quay đĩa nhôm (vòng/giây)).

→ Nhờ đó tốc độ quay của đĩa nhôm không đổi

BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

II. Công tơ một pha

3. Phương trình đặc tính thang đo.

- Tại vị trí cân bằng ta có: $M_q = M_{PK} \Leftrightarrow K_q P = K_p .n$ hay $n = \frac{K_q}{K_p} .P = C_p P$

- Sau khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1$ thì số vòng quay của đĩa nhôm

$$N = \int_{t_1}^{t_2} n dt = \int_{t_1}^{t_2} C_p P dt = C_p W \quad \text{Hay} \quad N = C_p W \quad (*)$$

Trong đó: N số vòng quay của đĩa nhôm trong khoảng thời gian Δt ;

W điện năng tiêu thụ của phụ tải trong thời gian t

Biểu thức (*) là phương trình đặc tính thang đo của công tơ điện một pha.

Nhận xét:

+ Từ phương trình đặc tính thang đo ta thấy số vòng quay tỉ lệ bậc nhất với điện năng tiêu thụ.

$$C_p = \frac{N}{W} = \frac{N}{P.t} \text{ — Hằng số công tơ, đơn vị Vòng/kWh.}$$

+ Hằng số công tơ cho biết số vòng quay của đĩa nhôm tương ứng công suất tiêu thụ 1kW trong 1 giờ.

Ví dụ: trên công tơ viết ‘1kWh = 600 vòng’, nghĩa là Hằng số công tơ $C_p = 600$ (vòng/kWh)

II. Công tơ một pha

4. Sai số của công tơ.

Sai số của công tơ: $\gamma_w = \frac{W_d - W_N}{W_N} \cdot 100\%$

W_N : năng lượng công tơ định mức.

W_d : năng lượng công tơ đo được.

$\gamma_w \leq$ cấp chính xác ghi trên công tơ, nếu $>$ hơn \rightarrow sửa chữa và hiệu chỉnh công tơ rồi kiểm tra lại.



Cấp chính xác của công tơ: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5.

VÍ DỤ 1

Một công tơ có hằng số 6000 vòng mỗi kWh. Xác định công suất tiêu thụ của thiết bị điện dân dụng biết đĩa nhôm quay trong 1 giờ quan sát là 3000 vòng.

Tóm tắt

$$C_p = 6000 \text{ vòng/kWh}$$

$$N = 3000$$

$$t = 1\text{h}$$

$$P = ?$$

Giải

- Năng lượng tiêu thụ bởi thiết bị dân dụng:

$$W = \frac{N}{C_p} = \frac{3000}{6000} = 0,5 \text{ kWh}$$

- Công suất tiêu thụ của thiết bị điện dân dụng:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ kW} = 500 \text{ W}$$

Kết luận: công suất tiêu thụ của thiết bị điện dân dụng là 500W.

VÍ DỤ 2

Một công tơ điện 1 pha có $U = 220V$, $I = 5A$, $C_p = 900$ (Vòng/kWh). Có tải là một bóng đèn có công suất $P = 1kW$ hãy kiểm tra công tơ làm việc có chính xác hay không?

Cách kiểm tra:

B₁: Tải $P = 1kW$, và đĩa nhôm quay $N = 1$ vòng thì sẽ mất thời gian là:

$$C_p = \frac{N}{P.t} \leftrightarrow 900 = \frac{1}{1.t} \rightarrow t = \frac{1}{900} \text{ giờ} = \frac{3600}{900} = 4 \text{ giây}$$

B₂: Dùng 1 đồng hồ bấm giây và xem khi đĩa nhôm quay hết 1 vòng thì mất thời gian bao lâu → công tơ làm việc chính xác hay không.

Kết
luận

+ Nếu $t > 4$ giây thì công tơ chạy đúng.

+ Nếu $t < 4$ giây thì công tơ chạy nhanh.

+ Nếu $t = 4$ giây thì công tơ chạy chậm.

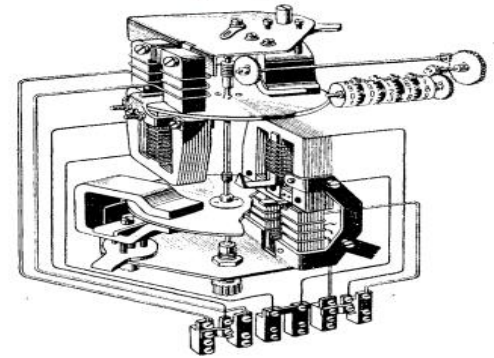
BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

III. Công tơ ba pha.

1. Cấu tạo.

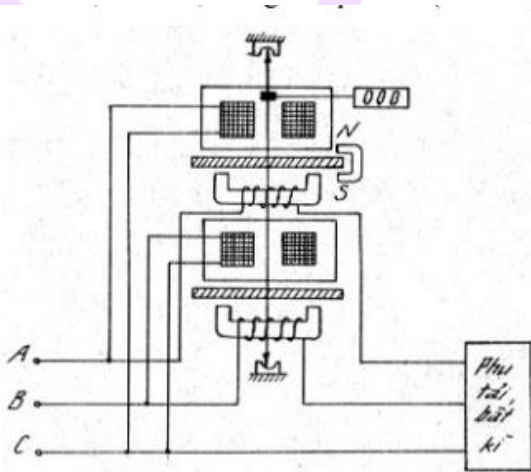
- Phần tĩnh:

- + Cuộn áp được mắc song song với phụ tải (có 1 pha chung).
- + Cuộn dòng của các pha được mắc nối tiếp với phụ tải.
- + Một nam châm vĩnh cửu được đặt vào một trong hai đĩa nhôm.



- Phần động:

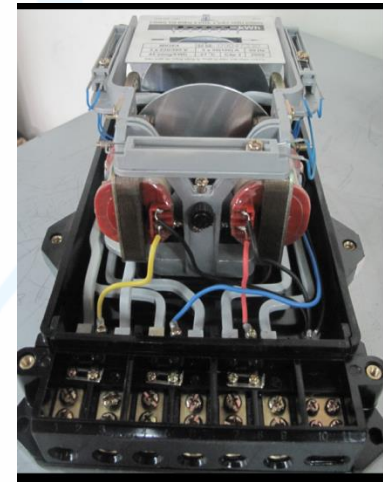
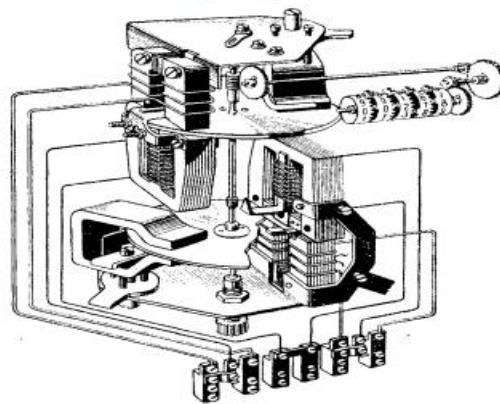
- + Hai đĩa nhôm được gắn vào cùng một trục dựa vào trụ có thể quay được. Mỗi đĩa nhôm đều nằm trong từ trường của cuộn áp và cuộn dòng.
- + Bộ hiển thị được nối liền với bộ số cơ khí để hiển thị giá trị điện năng tiêu thụ.



BÀI 2. ĐO NĂNG LƯỢNG

III. Đo năng lượng

2. Nguyên lý hoạt động.



+ Momen quay tạo ra sẽ bằng tổng của 2 momen quay do 2 phần tử sinh ra và năng lượng đo được chính là năng lượng tổng của mạch 3 pha.

BT1: Một công tơ điện 1 pha có: $U = 220V$, $I = 5A$, $C_p = 900\text{vòng/kWh}$. Công tơ có tải là 1 bóng đèn sợi đốt công suất $P = 100W$ với thời gian quay hết của đĩa nhôm là 1giây. Kiểm tra công tơ và kết luận?



Members Only
AnimationFactory.com

THANK YOU
FOR
WATCHING

