

11. Merenje aktivne i reaktivne energije

11. Merenje aktivne i reaktivne energije

- ❖ Na osnovu merenja aktivne i reaktivne energije se vrši:
 - obračun proizvodnje i potrošnje električne energije,
 - naplata utrošene energije,
 - procena gubitaka u elektroenergetskom sistemu,
 - planiranje pogona i razvoja elektroenergetskog sistema,

- ❖ Osnovna jedinica za energiju je:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$$

$$1 \text{ kilovatčas} = 1 [\text{kWh}]$$

$$1 \text{ kWh} = 1 \cdot 1000 \cdot 3600 [\text{Ws}] = 3,6 \cdot 10^6 [\text{Ws}]$$

$$[\text{MWh}] = 10^3 [\text{kWh}] = 10^6 [\text{Wh}]$$

$$[\text{GWh}] = 10^6 [\text{kWh}] = 10^9 [\text{Wh}]$$

$$[\text{TWh}] = 10^9 [\text{kWh}] = 10^{12} [\text{Wh}]$$

11. Merenje aktivne i reaktivne energije

- ❖ Ako je srednja snaga potrošača:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^t p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^t u(t) i(t) dt$$

- ❖ Tada je utrošena energija u vremenu t:

$$W = \frac{1}{T} \int_0^t P(t) dt$$

- ❖ Za konstantnu snagu P dobija se da je:

$$W = P \cdot t$$

➤ Za ovaj slučaj dovoljno je imati vatmetar i štopericu.

- ❖ U praksi, snaga potrošača se menja, merenje se vrši stalno, za velike vremenske periode.

- ❖ Zato se za merenje električne energije koriste posebni merni uređaji koji vrše integraciju izraza $P(t) dt$. To su električna brojila.

11. Merenje aktivne i reaktivne energije

❖ Postoje dva tipa električnih brojila:

- Digitalna
- Indukciona

❖ U teorijskom delu o indukcionim instrumentima objašnjeno je →

➤ aktivni momenat je posledica uzajamnog dejstva:

- fluksa strujnog kalema i vrtložnih struja koje su posledica fluksa naponskog kalema,

- fluksa naponskog kalema i vrtložnih struja koje su posledica fluksa strujnog kalema.

➤ otporni momenat je u najvećoj meri posledica dejstva fluksa stalnog magneta na vrtložne struje kalemova.

11. Merenje aktivne i reaktivne energije

❖ Relacije su:

➤ aktivni momenat je linearna funkcija snage:

$$M_a = c_1 \cdot P$$

➤ otporni momenat je linearna funkcija brzine obrtanja diska:

$$M_o = c \cdot \omega$$

❖ Tada je za konstantnu brzinu obrtanja ω :

$$c_1 \cdot P = c_2 \cdot \omega$$

$$c_1 \int_0^t P dt = c_2 \int_0^t \omega dt = c_2 \int_0^t \frac{d\alpha}{dt} dt = c_2 \int_0^t d\alpha$$

$$c_1 W = c_2 \alpha = c_2 2\pi N$$

$$W = \frac{c_2}{c_1} 2\pi N = k_b N \quad k_b \left[\frac{Ws}{ob} \right]$$

gde su:

k_b konstanta brojila, a

N broj obrtaja brojila u nekom vremenu t .

11. Merenje aktivne i reaktivne energije

❖ Konstanta brojila se obično daje u $k_b \left[\frac{Ws}{ob} \right]$ i dobija se iz podatka koji uvek piše na brojilu.

- indukciona $X[obrtaja] = 1kWh$

- digitalna $X[impulsa] = 1kWh$

❖ Za indukciona brojila

$$k_b = \frac{3,6 \cdot 10^6}{X} \left[\frac{Ws}{ob} \right] = \frac{1}{X} \left[\frac{kWh}{ob} \right]$$

- Srednja snaga koju meri brojilo u nekom periodu vremena je:

$$P_b = k_b \frac{N}{t}$$

gde su:

N - broj obrtaja diska brojila u nekom vremenu t ,

k_b - konstanta brojila.

11. Merenje aktivne i reaktivne energije

❖ Za digitalna brojila

$$k_b = \frac{3,6 \cdot 10^6}{X} \left[\frac{Ws}{impulsu} \right] = \frac{1}{X} \left[\frac{kWh}{impulsu} \right]$$

- Odgovarajuća srednja snaga je

$$P_b = k_b \frac{N}{t}$$

gde je N broj impulsa registrovan u nekom vremenu t .

Primer:

Na jednom indukcionom brojilu su podaci:

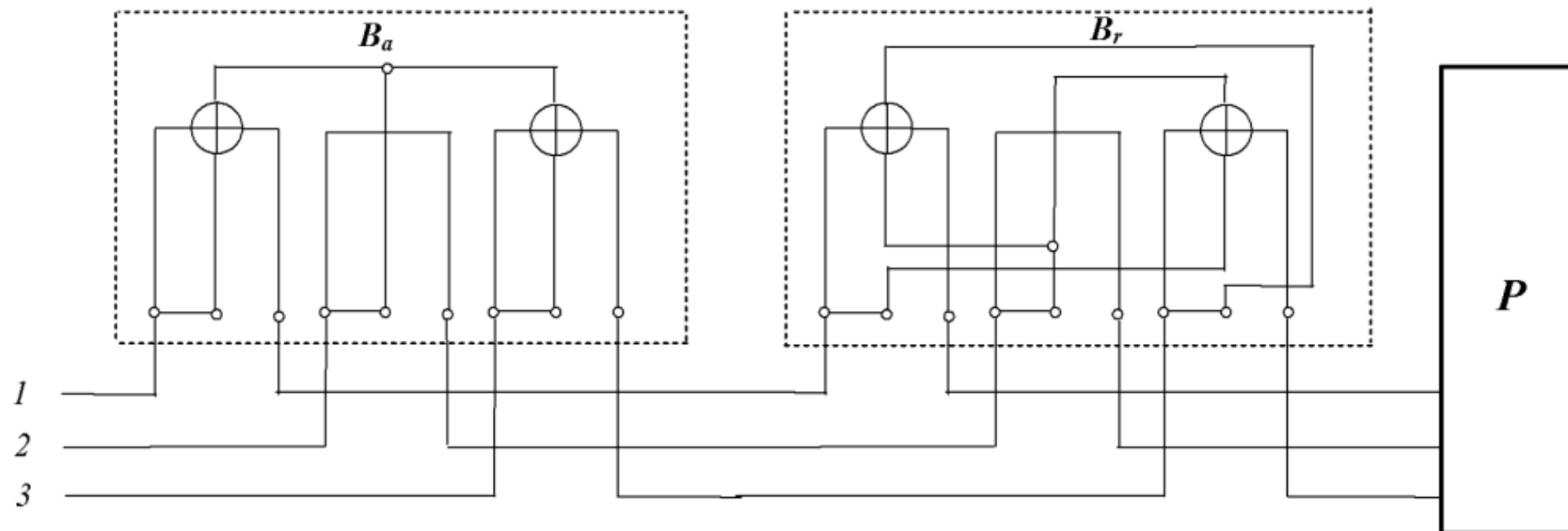
$$1kWh = 2400obr$$

$$10^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3 Ws = 2400obr$$

$$k_b = \frac{3,6 \cdot 10^6}{2400} \left[\frac{Ws}{ob} \right] = 1500 \left[\frac{Ws}{ob} \right]$$

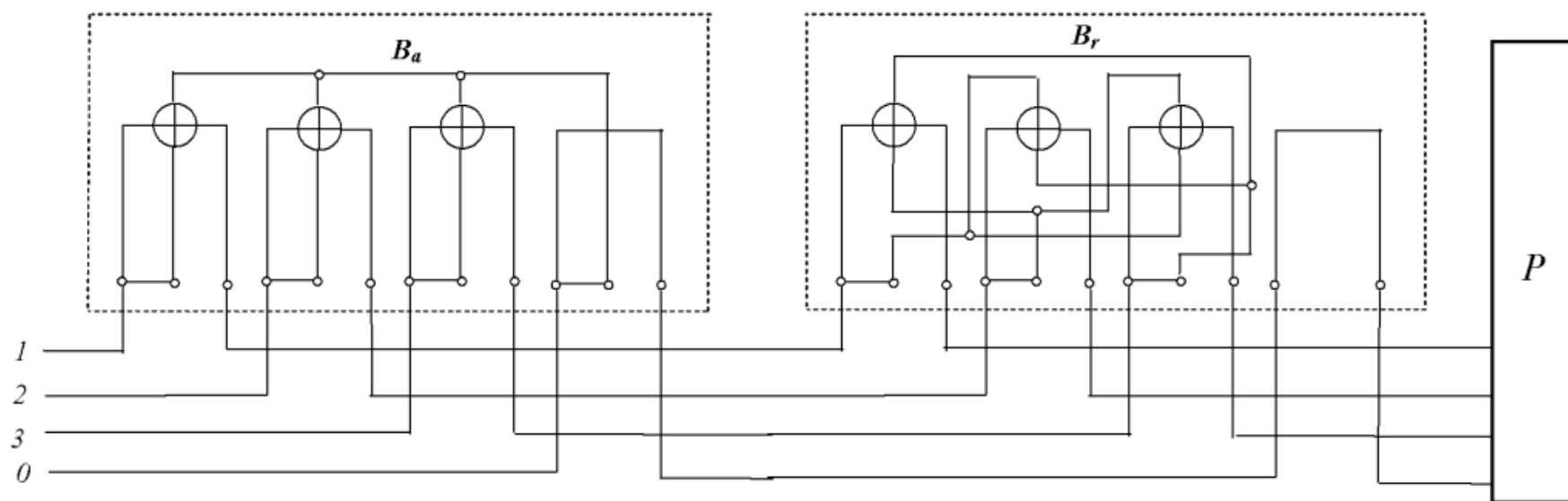
11.1. Merenje aktivne i reaktivne energije u trofaznom trožičnom sistemu

- ❖ Šeme brojila su date kod indukcionih instrumenata.
- ❖ Šema vezivanja brojila za merenje aktivne i reaktivne energije u trofaznom trožičnom sistemu je prikazana na slici.



11.2. Merenje aktivne i reaktivne energije u trofaznom četvorožičnom sistemu

- ❖ Šema vezivanja brojila za merenje aktivne i reaktivne energije u trofaznom četvorožičnom sistemu je prikazana na slici.



Hvala Vam na pažnji