

## ЗАДАЧА №5 (16)

### ИЗМЕРЕНИЕ РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В ЦЕПЯХ ТРЕХФАЗНОГО ТОКА

Симметричный трехфазный приемник электрической энергии соединен по схеме *звезда*.

Напряжение на фазе приемника  $U_{\phi}$ .

Активное и индуктивное сопротивления фаз приемника соответственно равны  $r_{\phi}$ ,  $x_{\phi}$ .

В цепь приемника включен одноэлементный счетчик активной энергии для измерения реактивной энергии. Последовательная обмотка счетчика включена в провод *B* трехфазной цепи.

Приемник электрической энергии работает непрерывное время  $t$ .

1. Начертить схему включения счетчика в соответствии с данными варианта, сделать разметку генераторных зажимов его обмоток.

2. Определить линейное напряжение  $U_L$ , линейный ток  $I_L$ , коэффициент мощности  $\cos\phi$  и угол  $\phi$ .

3. Для заданной цепи построить в масштабе векторную диаграмму, выделить в ней векторы напряжения и тока, под действием которых находятся параллельная и последовательная обмотки счетчика.

4. Пользуясь векторной диаграммой, доказать, что счетчик, включенный по такой схеме, измеряет реактивную энергию.

Определить расход реактивной энергии, учитываемой счетчиком за время  $t$ .

5. Подсчитать за время  $t$  реактивную энергию всего приемника.

6. Найти численное соотношение между энергией, учитываемой счетчиком, и энергией приемника.

Дано:  $t = 30$  ч;  $U_{\phi} = 127$  В;  $r_{\phi} = 18$  Ом;  $x_{\phi} = 10$  Ом.

1. Схема включения счетчика (рис. 1).

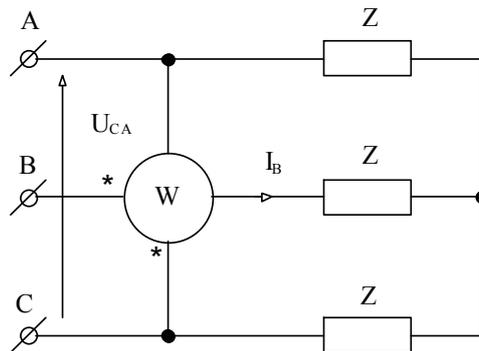


Рис. 1.

2. Линейное напряжение  $U_L$ , линейный ток  $I_L$ , коэффициент мощности  $\cos\phi$  и угол  $\phi$ .

$$U_L = \sqrt{3}U_\phi = \sqrt{3} \cdot 127 = 220 \text{ В};$$

Сопротивление  $Z$  симметричной звезды

$$Z = \sqrt{r_\phi^2 + x_\phi^2} = \sqrt{18^2 + 10^2} = 20.591 \text{ Ом.}$$

Линейный ток через сопротивление  $Z$  симметричной звезды

$$I_L = I_\phi = \frac{U_\phi}{Z} = \frac{127}{20.591} = 6.168 \text{ А.}$$

Коэффициент мощности

$$\cos\phi = \frac{r_\phi}{\sqrt{r_\phi^2 + x_\phi^2}} = \frac{18}{20.591} = 0.8742$$

Фаза

$$\phi = \arccos(0.8742) = 29.05^\circ$$

3. Векторная диаграмма (рис. 2).

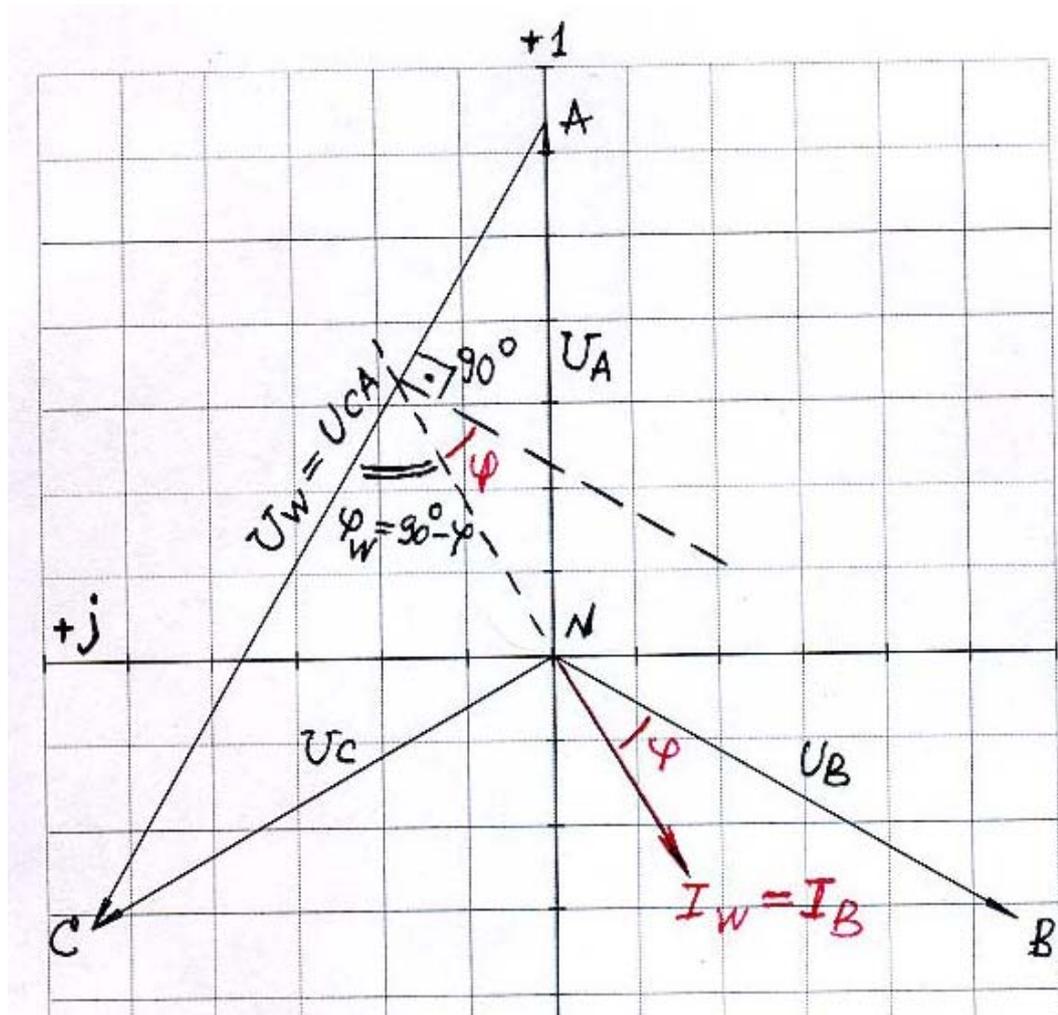


Рис. 2. Векторная диаграмма токов и напряжений  
( $m_u = 20$  В,  $m_i = 2$  А).

Показания счетчика

$$\begin{aligned} Q_W &= U_{CA} I_B \cos(\dot{U}_{CA} \hat{I}_B) = U_{\Delta} I_{\Delta} \cos(150^\circ - (-120^\circ - \phi)) = \\ &= U_{\Delta} I_{\Delta} \cos(270^\circ + \phi) = U_{\Delta} I_{\Delta} \sin \phi \end{aligned}$$

Реактивная энергия счетчика

$$Q_W = U_{\Delta} I_{\Delta} \sin \phi = 220 \cdot 6.168 \cdot \sin(29.05^\circ) = 659 \text{ Вар.}$$

Расход реактивной энергии, учитываемой счетчиком за время  $t = 30$  ч

$$A_{cu} = Q_W t = 0.659 \cdot 30 = 19.77 \text{ кВар}\cdot\text{ч}$$

5. Реактивная энергия всего приемника за время  $t = 30$  ч

$$Q = 3U_{\phi}I_{\phi} \sin \phi = 3 \cdot 127 \cdot 6.168 \cdot \sin(29.05^{\circ}) = 1.141 \times 10^3 \text{ Вар.}$$

$$A = Q \cdot t = 1.141 \cdot 30 = 34.23 \text{ кВар}\cdot\text{ч}$$

6. Численное соотношение между энергией, учитываемой счетчиком  $A_{сч}$ , и энергией приемника  $A$

$$\frac{A}{A_{сч}} = \frac{34.23}{19.77} = 1.73$$