

Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація, управління якістю

Література

1. Электрические измерения. Под ред. А.В.Фремке.: Энергия. 1980.
2. Основы метрологии и электрические измерения. Под ред. Е.М. Душина, Л., Энергоатомиздат, 1987.
3. Методичні вказівки до контрольної роботи з дисципліни
“**Метрологія, технологічні вимірювання та прилади**” УкрДАЗТ, 2007 **(1348)**
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт **(978)**

Поверка электроизмерительных приборов

Поверка средств измерений - это определение государственным или ведомственным метрологическим органом погрешности средств измерений и установление их пригодности к эксплуатации.

Согласно государственным стандартам различают **4 вида** поверок средств измерений:

Первичная

Периодическая

Внеочередная

Инспекционная

Класс точности средства измерения – это допускаемая основная погрешность прибора.

Для электроизмерительных приборов существуют такие классы точности: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 5,0.

Погрешности измерений

Погрешностью называют отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

По характеру проявления погрешностей их делят на **систематические** и **случайные**.

Случайные погрешности – это те, которые изменяются случайно по законам неизвестным наблюдателю.

Систематические погрешности – это те, которые остаются постоянными или изменяются по известным законам.

По способу выражения погрешности можно выделить следующие погрешности

Абсолютная погрешность – это разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины.

$$\Delta A = A_n - A_o$$

Поправка – это абсолютная погрешность, взятая с обратным знаком

$$\Delta = -\Delta A$$

Относительная погрешность – это отношение абсолютной погрешности к действительному значению

$$\gamma_o = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\%$$

Вариация показаний измерительного устройства – это разница его показаний при одном и том же значении измеряемой величины.

$$B = |A'_o - A''_o|$$

Приведенная погрешность – это отношение абсолютной погрешности к номинальному значению прибора.

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_n} \cdot 100\%$$

Характеристика метода сравнения с мерой

Измерение любой физической величины заключается в ее сравнении с мерой. Мера – средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера

В зависимости от способа применения приборов и мер принято различать следующие основные методы измерения:

- непосредственный,
- нулевой,
- дифференциальный.

Методом **непосредственного** измерения измеряемая величина определяется путем непосредственного отсчета показания измерительного прибора или непосредственного сравнения с мерой данной физической величины.

Нулевым методом значение образцовой величины регулируется до равенства со значением измеряемой величины, которое фиксируется измерительным прибором.

В дифференциальных методах измерения измеряемая величина уравнивается известной величиной не до полного равновесия, а путем прямого отсчета измеряется разность измеряемой и известной величин.

Прямые и косвенные измерения

Прямые измерения – это такие измерения, когда результат измерений непосредственно дает искомое значение.

Косвенные измерения – это такие измерения при которых результат необходимо определять на основании других прямых измерений.

Измерение тока и напряжения.



$$I = \frac{U}{r_{сх}}$$

$$I_A = \frac{U}{r_{сх} + r_A} = \frac{U}{r_{ВХА} + r_A}, \quad r_{ВХА} = r_{сх} + r_0$$

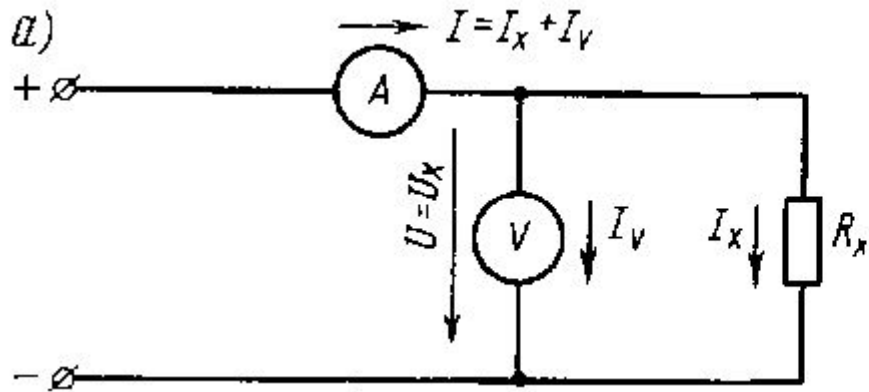
$$\delta_I = \frac{\Delta I}{I} = \frac{I_A - I}{I} = -\frac{r_A}{r_{ВХА} + r_A} = -\frac{1}{1 + \frac{r_{ВХА}}{r_A}}.$$



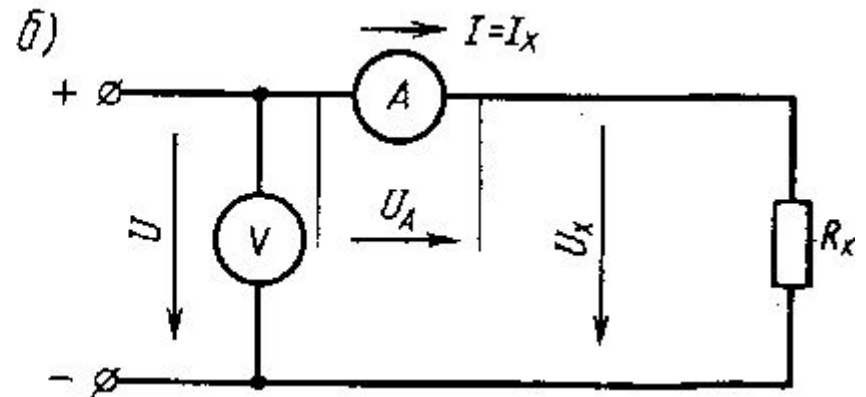
$$\begin{aligned}\delta_U &= \frac{\Delta U}{U_r} = \frac{U_v - U_r}{U_r} = \frac{r_v I_v - U_v}{U_r} = \frac{\frac{U_r}{r_{BXV} + r_v} \cdot r_v - U_r}{U_r} = \\ &= -\frac{r_{BXV}}{r_{BXV} + r_v} = -\frac{1}{1 + \frac{r_v}{r_{BXV}}}. \end{aligned}$$
$$r_{BXV} = \frac{r \cdot r_1}{r + r_1}$$

Измерение сопротивлений

Метод амперметра-вольтметра

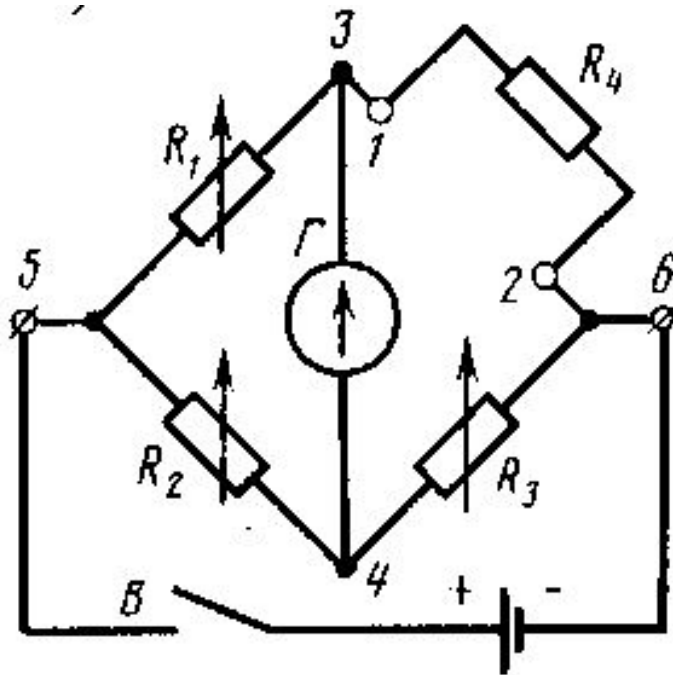


$$R_x = \frac{U_v}{1 - \frac{U_v}{R_v}}$$



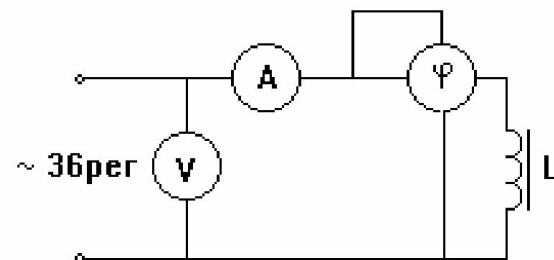
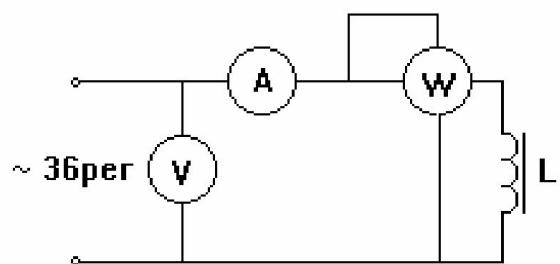
$$R_x = \frac{U - I_x R_A}{I_x}$$

Измерение сопротивлений мостами постоянного тока

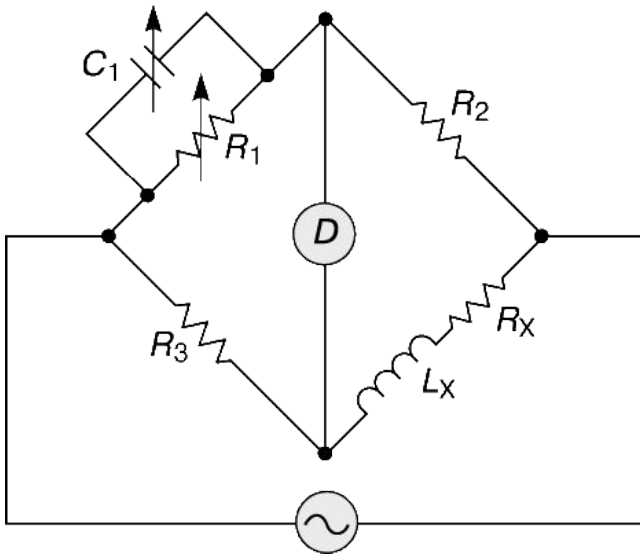


$$R_x = \frac{R_1 R_3}{R_2}$$

Измерение индуктивности и емкости мостами переменного тока



Условие равновесия моста переменного тока
















$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_4}{Z_3}$$

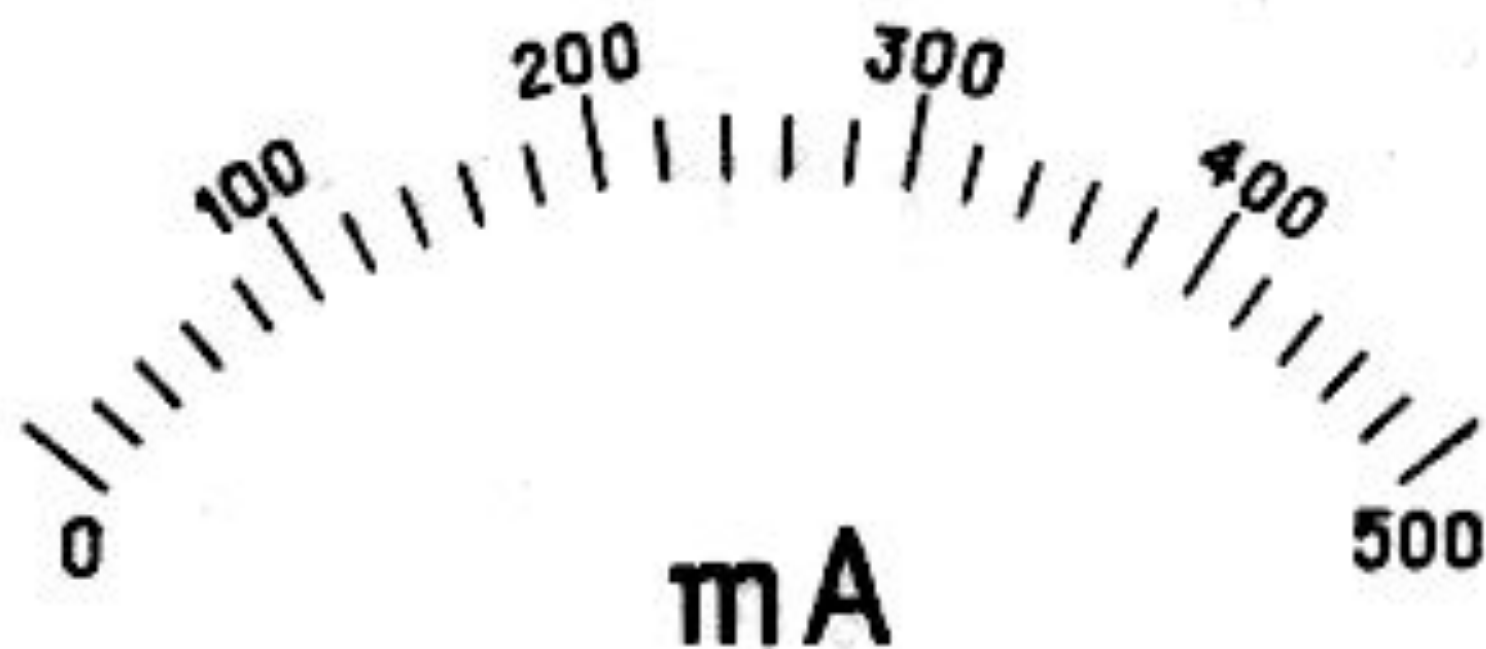
$$L_x = R_2 R_3 C_1$$

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

Условные обозначения на электроизмерительных приборах

Условное обозначение		Вид измерительной системы
Прибор	Логометр	
		Магнитоэлектрическая
		Электромагнитная
		Электродинамическая
		Ферродинамическая
		Индукционная
		Вибрационная
		Термическая
		Биметаллическая

	Прибор магнитоэлектрической системы	$\angle 60^\circ$	Наклонное положение прибора
	Прибор термоэлектрической системы	\perp	Вертикальное положение прибора
	Прибор детекторной системы	\lrcorner	Горизонтальное положение прибора
	Прибор электромагнитной системы	—	Прибор постоянного тока
	Прибор ферродинамической системы	\sim	Прибор переменного тока
	Прибор индукционной системы	\approx	Прибор 3-х фазного переменного тока
	Прибор электростатической системы	\approx	Прибор ассиметрич. 3-х ф. перемен. тока
	Прибор тепловой системы		Напряжение испытания прибора
	Прибор вибрационной системы		Напряжение испытания прибора
	Прибор электродинамической системы		
	Логометр магнитоэлектрической системы		
	Логометр электромагнитный		
	0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5;	Класс точности прибора	 Особенность эксплуатации
X10	Множитель к цене деления шкалы		
A	Амперметр	V	Вольтметр
W	Ваттметр	Hz	Частотометр
Ω	Омметр	T	Тесла

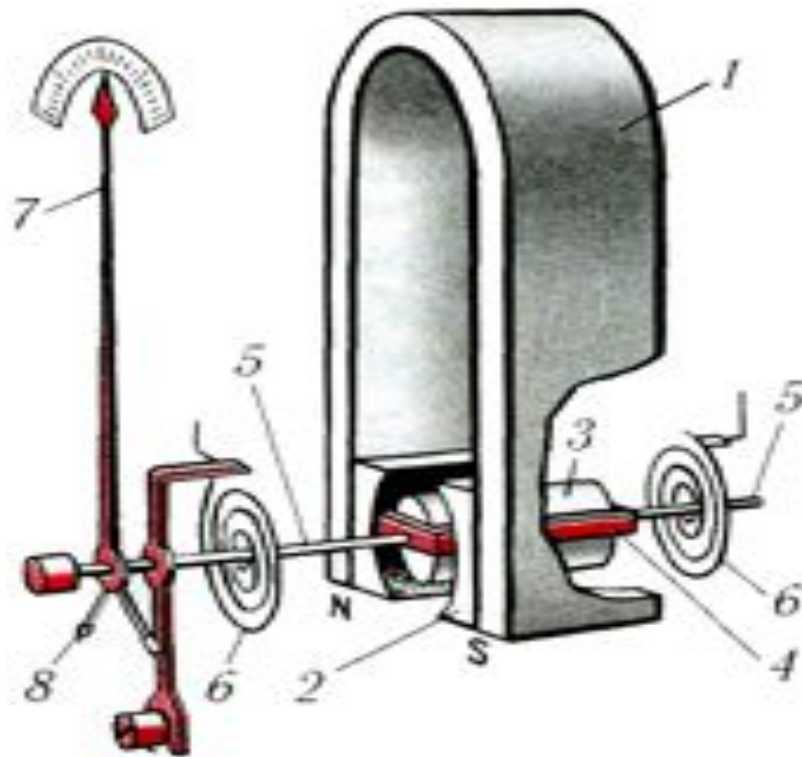


№ 927
M 4200

— В₂ 2,5 ☆ □

ГОСТ 8711-60

Приборы магнитоэлектрической системы



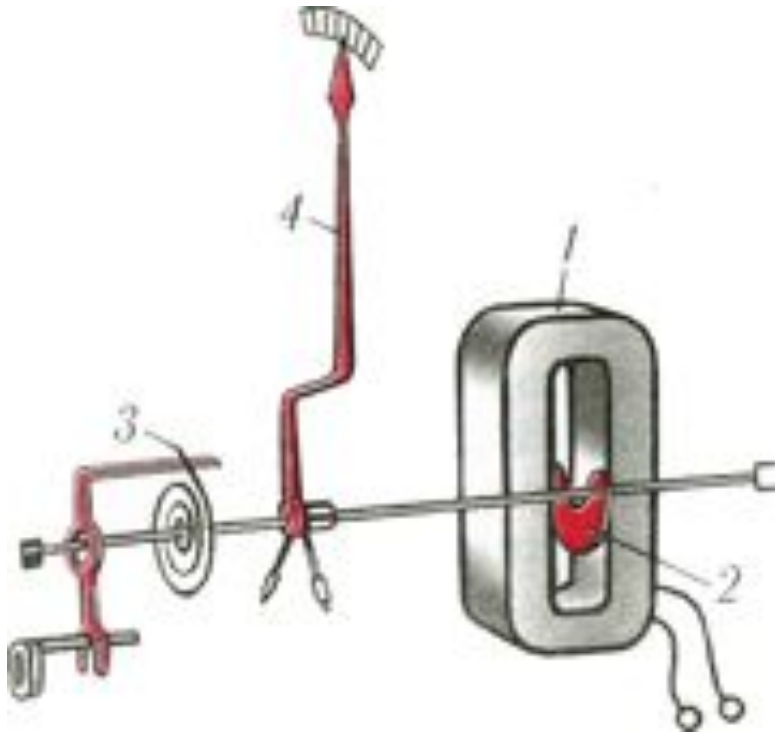
- 1 – постоянный магнит
- 2 – полюсные наконечники
- 3 – сердечник
- 4 – подвижная катушка
- 5 – ось подвижной части
- 6 – пружина
- 7 – стрелка
- 8 - противовесы

Вращающий момент:

$$M_{вр} = wSBI$$

Приборы электромагнитной системы

- 1 – катушка
- 2 – якорь
- 3 – пружина
- 4 – стрелка

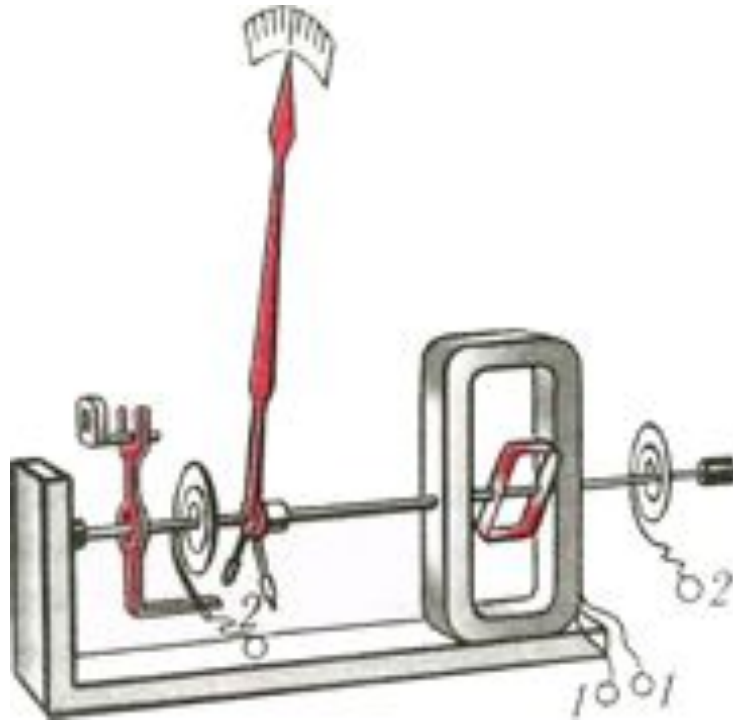


Вращающий момент:

$$M_{вр} = kI^2$$

Приборы электродинамической системы

- 1 – выводы неподвижной катушки
- 2 – выводы подвижной катушки (пружины)

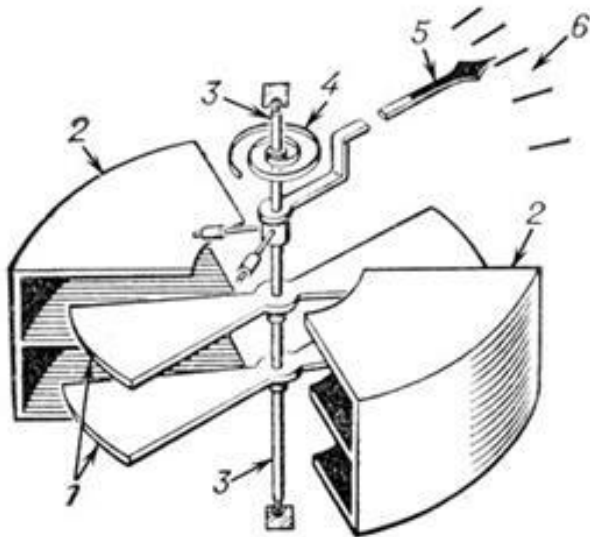


Вращающий момент:

$$M_{вр} = ki_1 i_2$$

Приборы электростатической системы

- 1 – подвижные пластины
- 2 – неподвижные пластины



$$M_{\text{сп}} = \frac{1}{2} U^2 \frac{dC}{d\alpha}$$

Измерение мощности

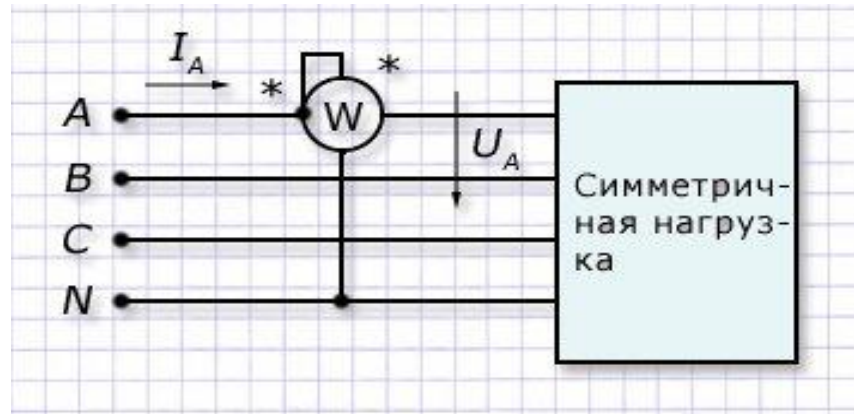
В цепях постоянного тока мощность можно измерить с помощью амперметра и вольтметра, но более точный результат дает измерение электродинамическим ваттметром.

Для измерения мощности в цепях переменного тока применяют электродинамические и ферродинамические ваттметры.

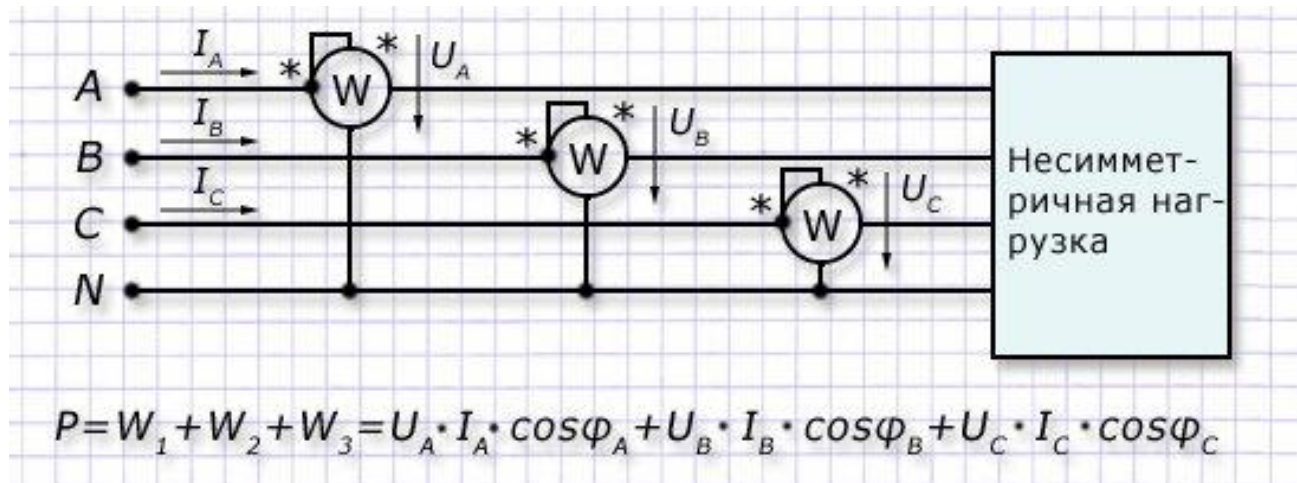


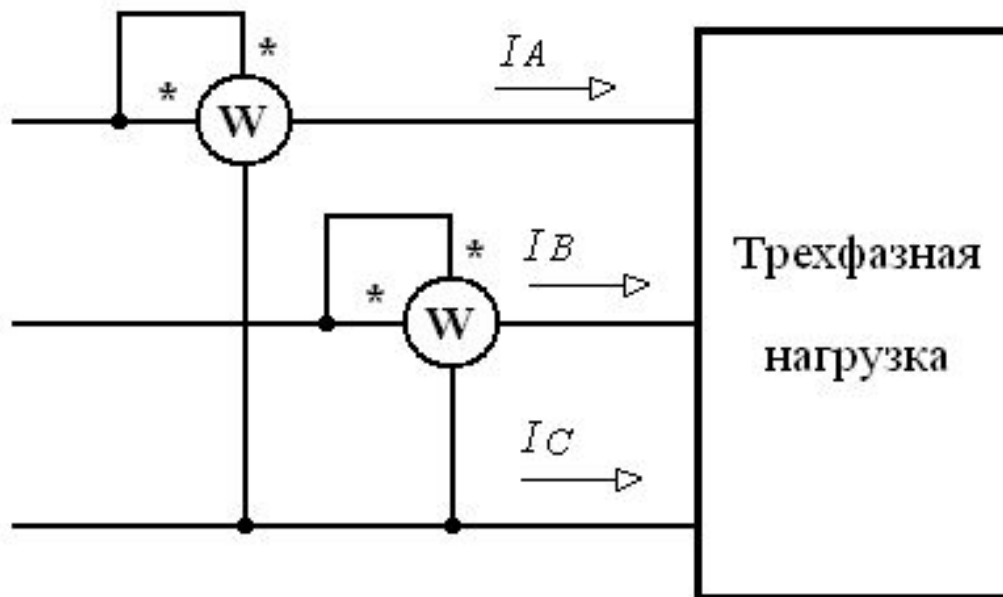
Измерение активной мощности в трехфазных цепях

Для измерения активной мощности в трехфазных цепях используют различные схемы включения ваттметров.



$$P = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi = 3 \cdot P_W = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}}$$





$$P = P_{w1} + P_{w2}$$

Измерение реактивной мощности в трехфазных цепях

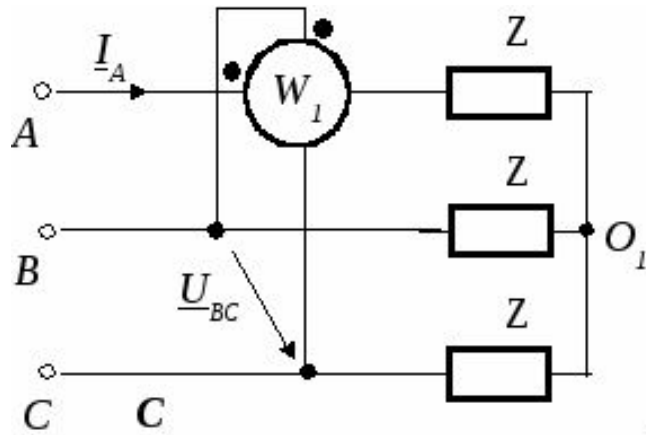


Рис. 8.3. Измерение реактивной мощности одним ваттметром

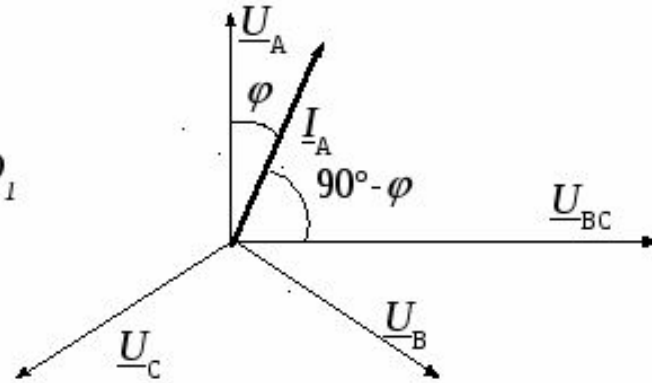
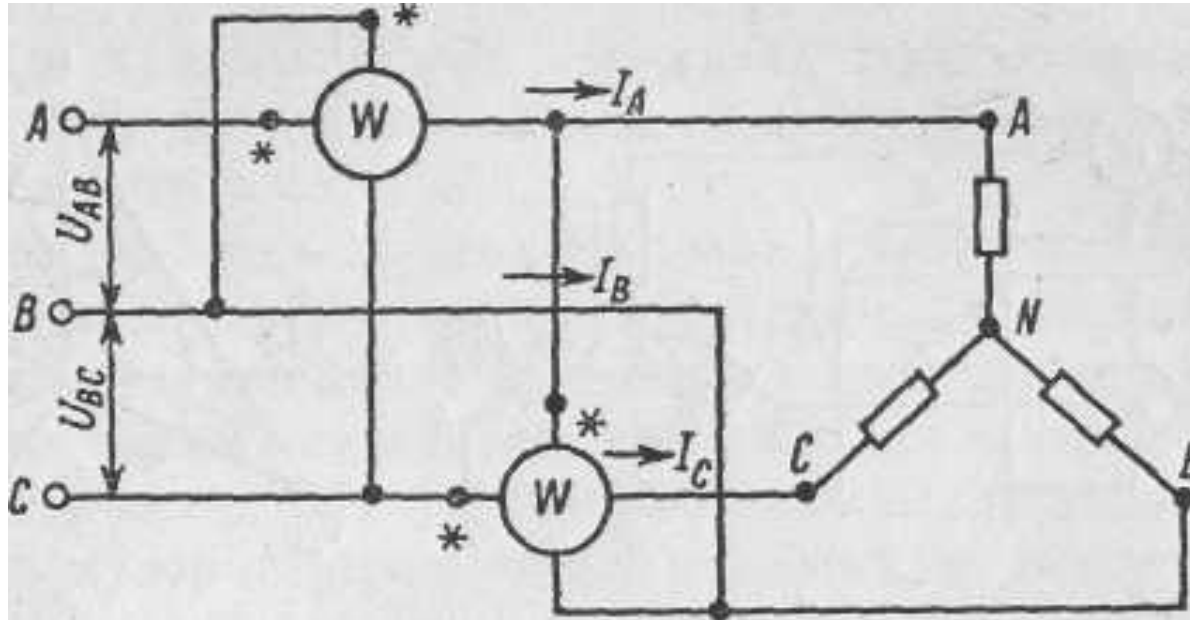


Рис. 8.4. Векторная диаграмма, соответствующая схеме измерения реактивной мощности

$$P_w = U_{BC} \cdot I_A \cdot \cos(90 - \varphi) = \sqrt{3} U_\Phi \cdot I_A \cdot \sin \varphi$$

$$Q = 3 U_\Phi \cdot I_\Phi \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot P_w$$

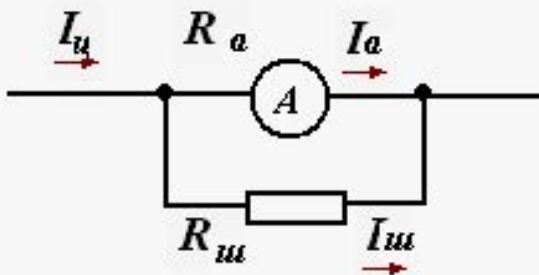


$$P_{W1} + P_{W2} = U_{BC} I_A \cos(90 - \varphi_1) + U_{AB} I_C \cos(90 - \varphi_2) = 2U_{\text{Л}} I_{\text{Л}} \sin \varphi$$

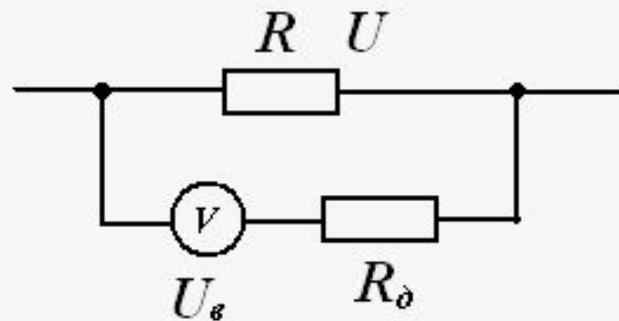
$$Q = \frac{\sqrt{3}}{2} (P_{W1} + P_{W2})$$

Расширение границ измерения электроизмерительных приборов

$$R_{ш} = R_a \frac{I_a}{I_u - I_a} = \frac{R_a}{n-1}$$



$$R_{\partial} = \frac{U - U_{\epsilon}}{U_{\epsilon}} R_{\epsilon} = (n-1) R_{\epsilon}$$



Измерительные трансформаторы напряжения и тока

