

Приборы электростатической, ИНДУКЦИОННОЙ СИСТЕМ

Приборы электростатической, индукционной систем:
конструкция, особенности, обозначения на шкалах.

Байбаков Д.Ф.

Приборы электростатической системы

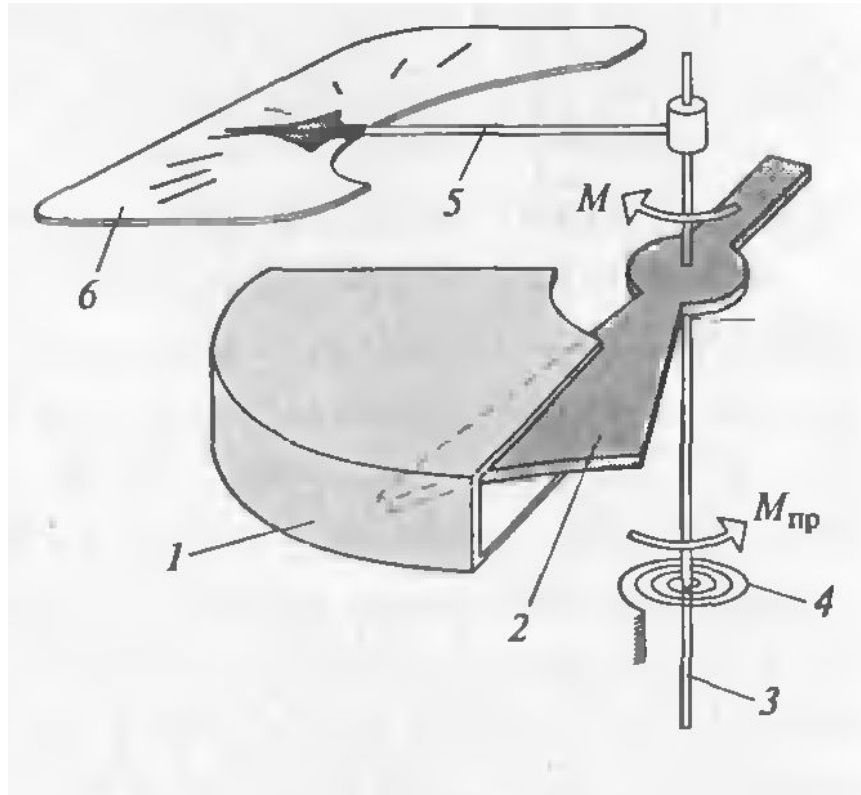


Рис. 3.13. Устройство электростатического механизма:

1 — неподвижная пластина; 2 — подвижная пластина; 3 — ось; 4 — спиральная пружина; 5 — стрелка; 6 — шкала

Уравнение шкалы ПЭС

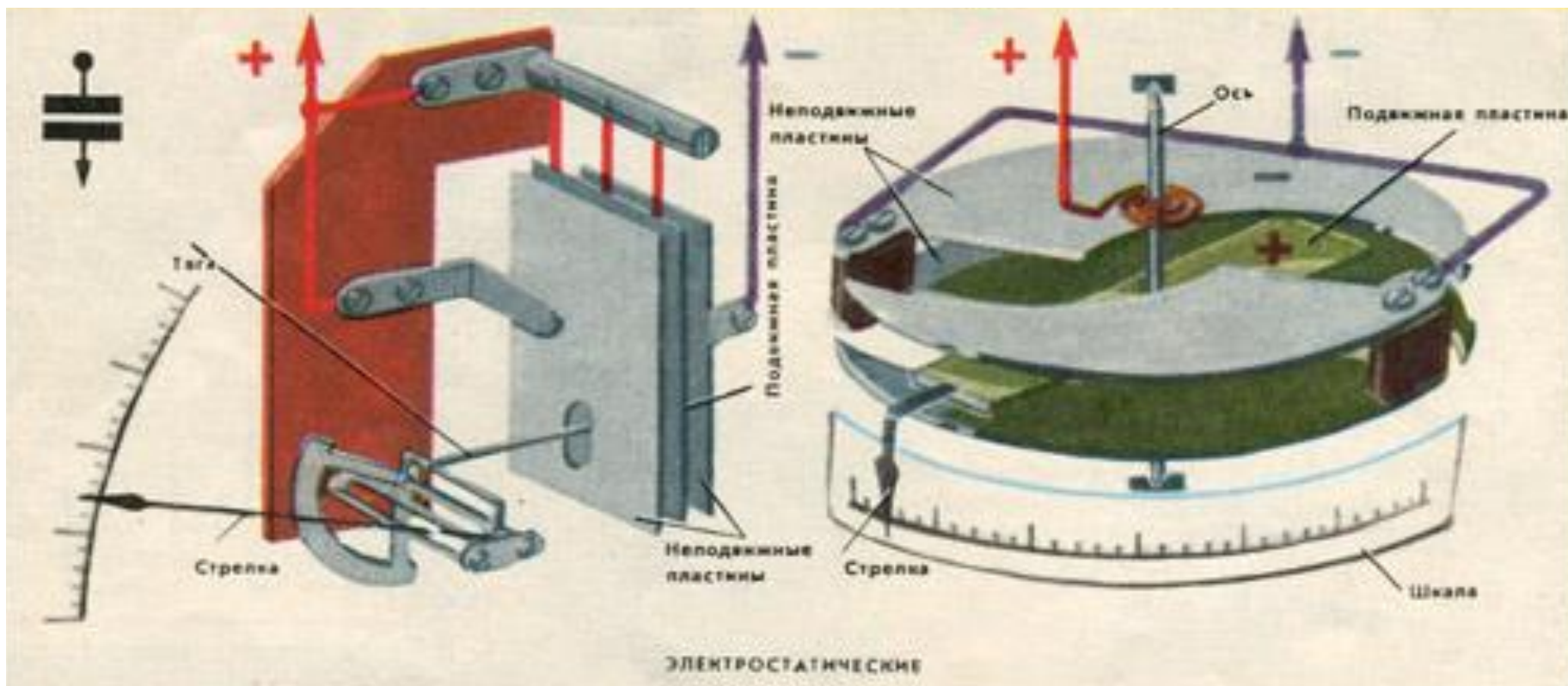
$$\alpha = \frac{U^2}{2 \cdot \Omega} \cdot \frac{dC}{d\alpha}$$

Обозначение ПЭС



Пригодны только для измерения напряжения, т. е. по схеме вольтметра.

Приборы электростатической системы



Расширение диапазонов измерения ПЭС

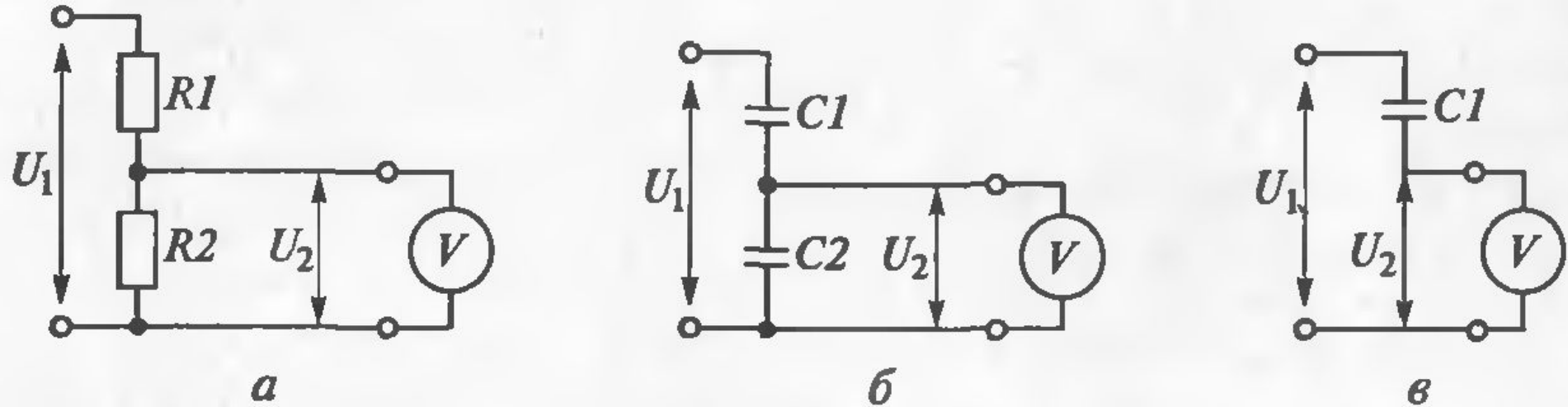


Рис. 3.14. Способы расширения диапазонов измерения ЭС вольтметра с помощью:

a — резистивного делителя; *б* — емкостного делителя; *в* — добавочного конденсатора

Особенности

Достоинства:

- пригодность для измерений в цепях переменного и постоянного токов;
- нечувствительность к изменению температуры окружающей среды;
- высокое входное сопротивление (ничтожная потребляемая мощность);
- широкий частотный диапазон;
- независимость показаний от формы кривой измеряемого напряжения (показания прибора соответствуют среднеквадратическому значению измеряемого напряжения);
- сравнительно высокая точность;
- простота, надёжность.

Недостатки:

- нелинейность шкалы (квадратичная шкала);
- низкая чувствительность;
- возможность пробоя между электродами;
- возможное значительное влияние внешних электрических полей, требующее экранирования механизма.

Применение:

- высоковольтные цепи;
- маломощные цепи;
- цепи с высокочастотными сигналами.

Приборы индукционной системы

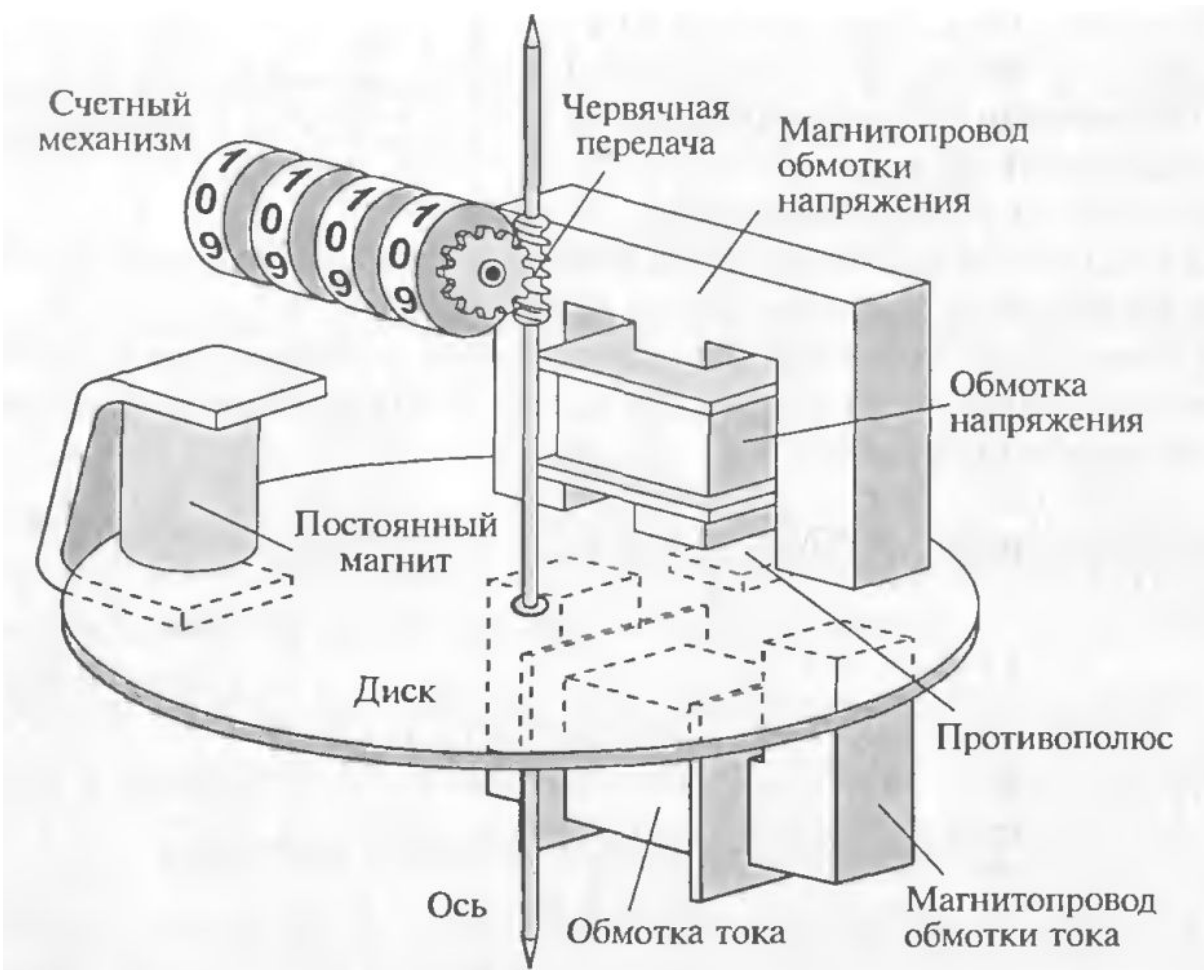


Рис. 3.15. Упрощенная конструкция индукционного однофазного счетчика

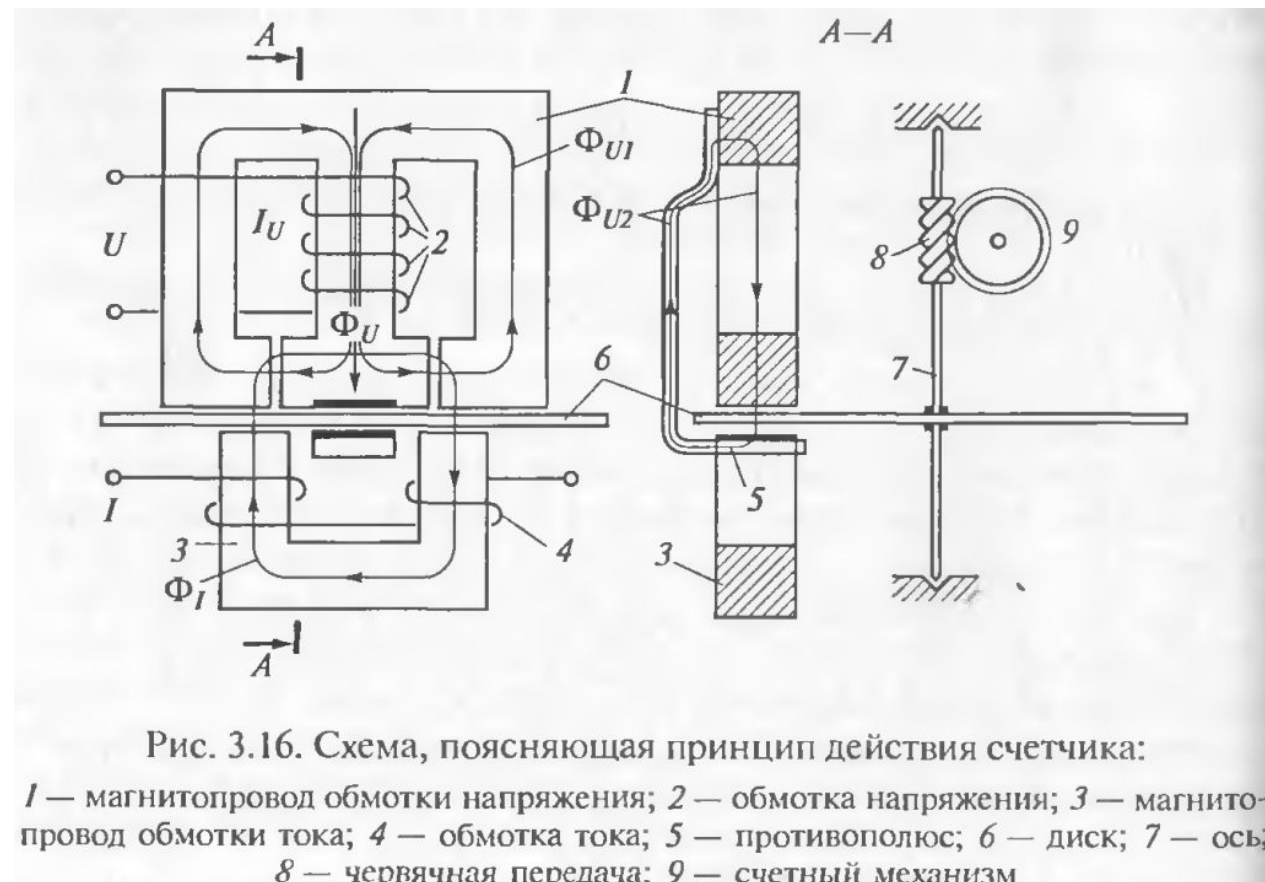


Рис. 3.16. Схема, поясняющая принцип действия счетчика:

1 — магнитопровод обмотки напряжения; 2 — обмотка напряжения; 3 — магнитопровод обмотки тока; 4 — обмотка тока; 5 — противопололюс; 6 — диск; 7 — ось; 8 — червячная передача; 9 — счетный механизм

$$M = k \cdot U \cdot I_1 \cdot \cos\varphi = k \cdot P$$

Приборы индукционной системы

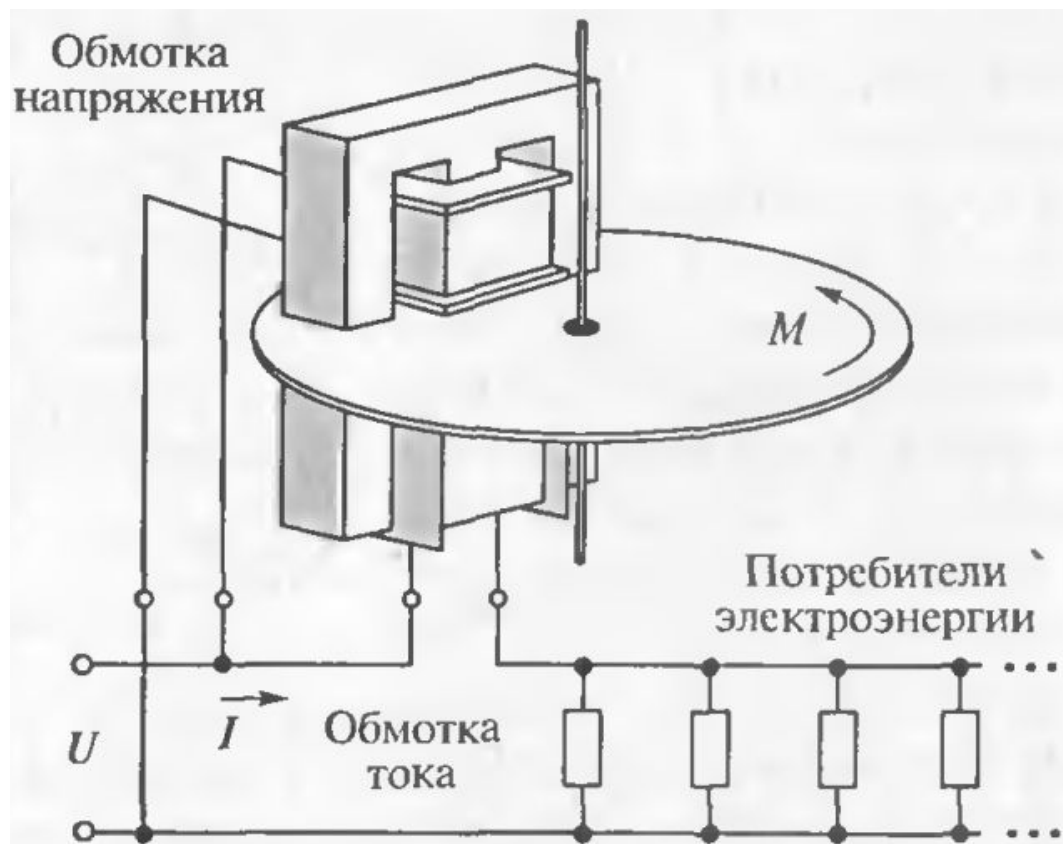


Схема включения однофазного счётчика активной энергии

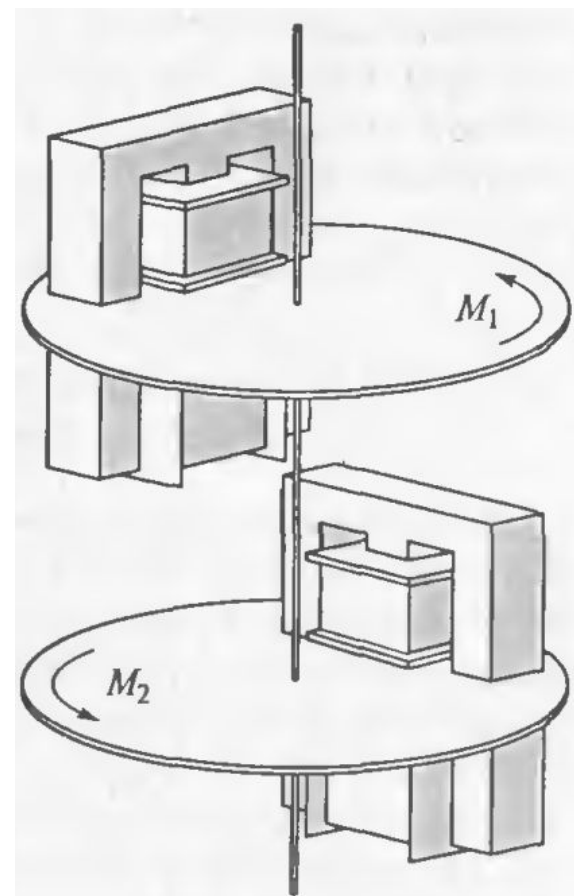
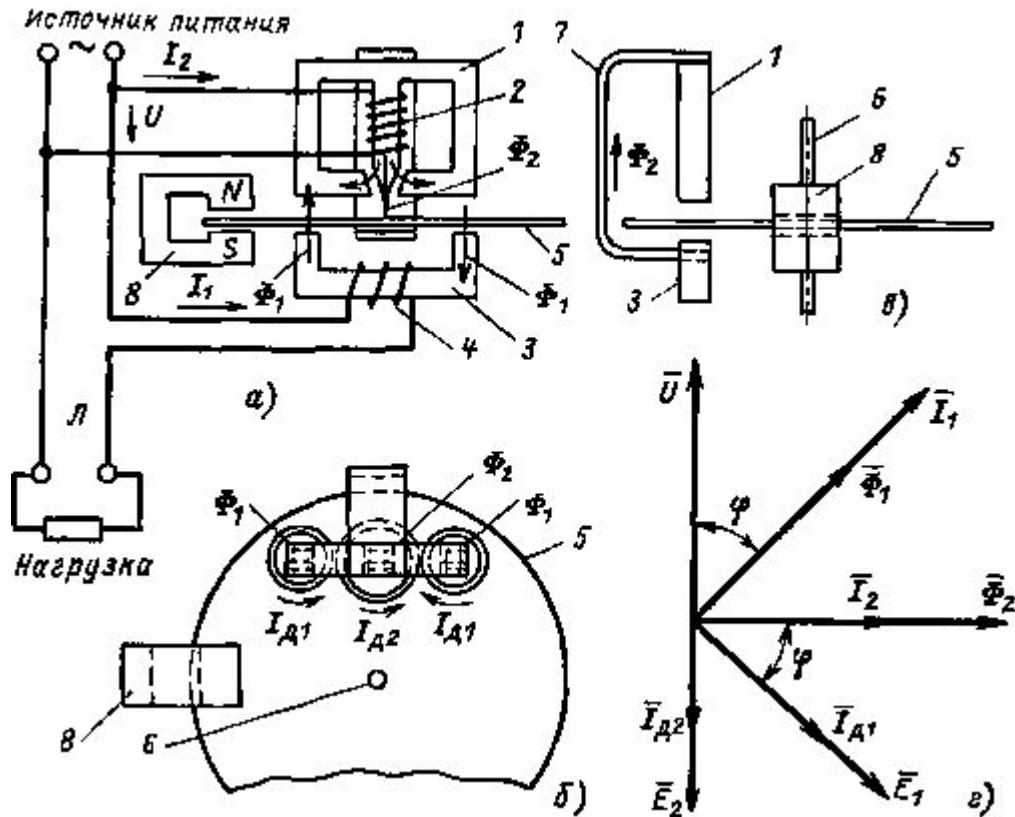


Рис. 3.19. Двухэлементный трехфазный счетчик

Приборы индукционной системы



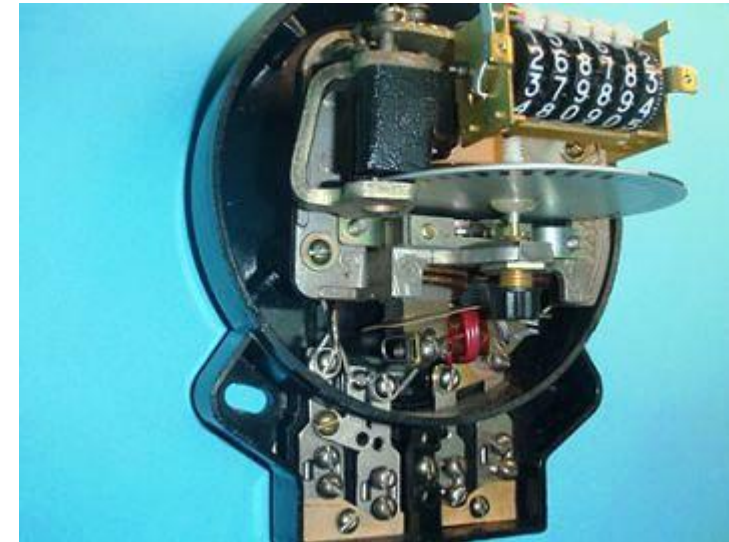
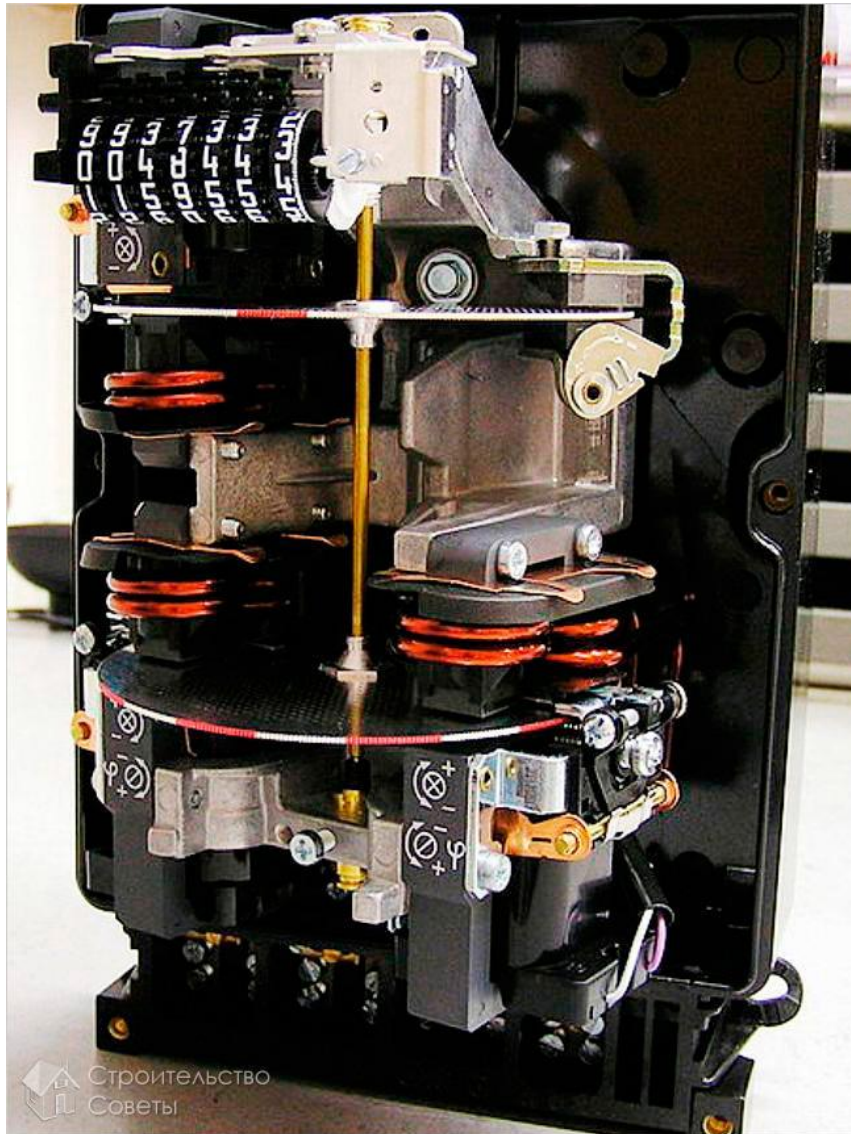
Вращающий момент

$$M = k \cdot U \cdot I_1 \cdot \cos \varphi = k \cdot P$$

Обозначение ПИС



Приборы индукционной системы



Обозначения на шкалах











ГОСТ 23217-78

ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
АНАЛОГОВЫЕ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ОТСЧЕТОМ

Наносимые условные обозначения

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
А. Основные единицы измерения и их основные, кратные и дольные значения		
A-1	Килоампер	kA
A-2	Ампер	A
A-3	Миллиампер	mA
A-4	Микроампер	μ A
A-5	Киловольт	kV
A-6	Вольт	V
A-7	Милливольт	mV
A-8	Микровольт	μ V
A-9	Мегаватт	MW
A-10	Киловатт	kW
A-11	Ватт	W
A-12	Мегавар	Mvar
A-13	Киловар	kvar
A-14	Вар	var
A-15	Мегагерц	MHz
A-16	Килогерц	kHz
A-17	Герц	Hz
A-18	Мегаом	M Ω
A-19	Килоом	k Ω
A-20	Ом	Ω
A-21	Миллиом	m Ω
A-22	Тесла	T
A-23	Миллитесла	mT
A-24	Градус Цельсия	$^{\circ}$ C

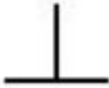

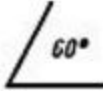

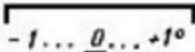
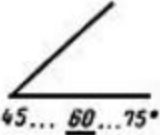
В. Род тока и количество измерительных механизмов

В-1	Ток постоянный	
В-2	Ток переменный (однофазный)	
В-3	Ток постоянный и переменный	
В-4	Ток трехфазный переменный (общее обозначение)	
В-5	Ток трехфазный переменный при неравномерной нагрузке фаз (общее обозначение)	
В-6	Прибор с одним измерительным механизмом для трехпроводной сети	
В-7	Прибор с одним измерительным механизмом для четырёхпроводной сети	
В-8	Прибор с двумя измерительными механизмами для трехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	
В-9	Прибор с двумя измерительными механизмами для четырёхпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	
В-10	Прибор с тремя измерительными механизмами для четырёхпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	

С. Безопасность

С-1	Напряжение испытательное 500 В	
С-2	Напряжение испытательное, превышающее 500 В (например, 2 кВ)	
С-3	Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит	
С-7	Прибор или вспомогательная часть под высоким напряжением	
















D. Используемое положение



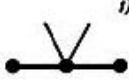
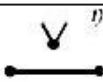



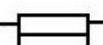
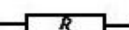
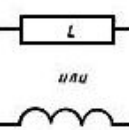
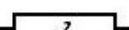


D-1	Прибор применять при вертикальном положении шкалы	
D-2	Прибор применять при горизонтальном положении шкалы	
D-3	Прибор применять при наклонном положении шкалы (например, под углом 60°) относительно горизонтальной плоскости	
D-4	Прибор применять в положении D-1 при рабочей области от 80° до 100°	
D-5	Прибор применять в положении D-2 при рабочей области от минус 1° до плюс 1°	
D-6	Прибор применять в положении D-3 при рабочей области от 45° до 75°	
D-7	Обозначение, указывающее на ориентирование прибора во внешнем магнитном поле	<p style="text-align: center;">N</p>

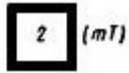




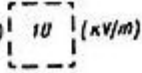


Е. Класс точности

Е-1	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от нормирующего значения, определенного в единицах измеряемой величины, за исключением случая, когда нормирующее значение равно длине шкалы	По ГОСТ 8.401-80
Е-2	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от нормирующего значения, определенного длиной шкалы	По ГОСТ 8.401-80
Е-3	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от действительного значения	По ГОСТ 8.401-80
Е-4	Обозначение класса точности прибора с неравномерной сокращенной шкалой, когда нормирующее значение соответствует длине шкалы и основная погрешность выражается в процентах от действительного значения (например, обозначение класса точности 1: предел допускаемой относительной погрешности 5%)	По ГОСТ 8.401-80

Ф. Общие условные обозначения

F-1	Прибор магнитоэлектрический с подвижной рамкой	
F-2	Логометр магнитоэлектрический	
F-3	Прибор магнитоэлектрический с подвижным магнитом	
F-4	Логометр магнитоэлектрический с подвижным магнитом	
F-5	Прибор электромагнитный	
F-6	Прибор электромагнитный поляризованный	
F-7	Логометр электромагнитный	
F-8	Прибор электродинамический	
F-9	Прибор ферродинамический	
F-10	Логометр электродинамический	
F-11	Логометр ферродинамический	
F-12	Прибор индукционный	
F-13	Логометр индукционный	
F-14	Прибор тепловой с нагреваемой нитью	
F-15	Прибор биметаллический	

F-16	Прибор электростатический	
F-17	Прибор вибрационный (язычковый)	
F-18	Термопреобразователь неизолированный	
F-19	Термопреобразователь изолированный	
F-20	Преобразователь электронный в измерительной цепи	
F-21	Преобразователь электронный во вспомогательной цепи	
F-22	Выпрямитель	
F-23	Шунт	
F-24	Сопротивление добавочное	
F-25	Сопротивление добавочное индуктивное	
F-26	Сопротивление добавочное полное	
F-27	Экран электростатический	
F-28	Экран магнитный	
F-29	Прибор астатический	ast

F-30	<p>Магнитная индукция, выраженная в миллitesлах (например, 2 мТ), вызывающая изменение показаний, соответствующее обозначению класса точности.</p> <p>Предпочтительно нанесение надписи единицы (мТ)</p>	<p>a)  (mT)</p> <p>b) </p>
F-31	Зажим для заземления	
F-32	Корректор	
F-33	Ссылка на соответствующий документ	
F-34	<p>Поле электрическое, выраженное в кВ/м (например, 10 кВ/м), вызывающее изменение показаний, соответствующее обозначению класса точности.</p> <p>Предпочтительно нанесение надписи единицы (кВ/м)</p>	<p>a)  (кВ/м)</p> <p>b) </p>
F-35	Часть вспомогательная общая	
F-37	Щит стальной толщиной x мм	Fex
F-38	Щит стальной любой толщины	Fe
F-39	Щит нестальной любой толщины	NFe
F-40	Щит любой толщины	FeNFe

Обозначение по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
B-1	Ток постоянный	—
B-2	Ток переменный (однофазный)	~
B-3	Ток постоянный и переменный	— ~
C-1	Напряжение испытательное 500 В	☆
C-2	Напряжение испытательное, превышающее 500 В (например, 2 кВ)	☆2
D-1	Прибор применять при вертикальном положении шкалы	⊥
D-2	Прибор применять при горизонтальном положении шкалы	—
F-1	Прибор магнитоэлектрический с подвижной рамкой	⌋
F-3	Прибор магнитоэлектрический с подвижным магнитом	⌋ ↻
F-5	Прибор электромагнитный	⌋ ⚡
F-7	Прибор электродинамический	⌋ ⚡
F-16	Прибор электростатический	⌋ ⊕
F-18	Термопреобразователь неизолированный	⌋ ⌋
F-19	Термопреобразователь изолированный	⌋ ⌋
F-20	Преобразователь электронный в измерительной цепи	⌋ ⌋
F-21	Преобразователь электронный в вспомогательной цепи	⌋ ⌋
F-22	Выпрямитель	⌋ ⌋
F-23	Шунт	⌋ ⌋
F-24	Сопротивление добавочное	⌋ ⌋
F-27	Экран электростатический	⌋ ○
F-28	Экран магнитный	⌋ ○
F-31	Зажим для заземления	⌋ ⊕
F-33	Ссылка на соответствующий документ	⌋ ⚠
F-35	Часть вспомогательная общая	⌋ ⬡

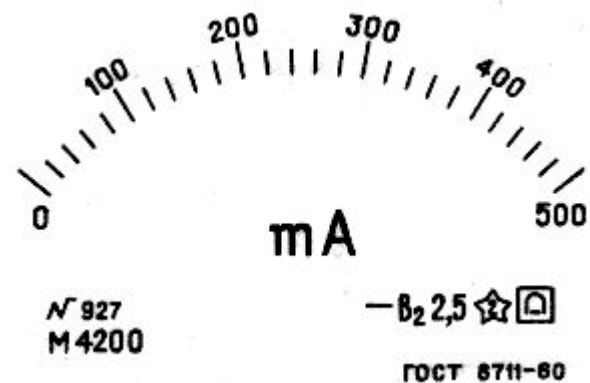
Примечания:

1. Цифра 1) в условном обозначении показывает, что в случае встроенных преобразователей обозначения F-18, F-19, F-20 и F-22 сочетаются с обозначением прибора, например с F-1.

В случае внешних преобразователей обозначения F-18, F-19, F-20 и F-22 сочетаются с обозначениями F-35.

2. Цифра 2) в условном обозначении — смотри дополнительные указания в паспорте и инструкции по эксплуатации.

Обозначения на шкалах



М — магнитоэлектрическая,
 Э — электромагнитная,
 Д — электродинамическая,
 С — электростатическая

А — приборы для работы в закрытых сухих, отапливаемых помещениях;
 Б, Б₁, Б₂, Б₃ — для работы в закрытых не отапливаемых помещениях;
 В, В₁, В₂, В₃ — для работы в полевых и морских условиях

Шкала прибора магнитоэлектрической системы М4200, используемого в качестве миллиамперметра. В левой части внизу указаны тип измерительного прибора и его заводской номер. В правой — условия применения для измерений в цепях постоянного тока с возможностью работы в полевых условиях и при повышенной влажности; класс точности 2,5; измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением 2 кВ, соответствует требованиям ГОСТу

Список используемых источников

1. Электрические измерения: учебник для студ. сред. проф. образования / В.А. Панфилов. – 3-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 288 с.
2. ГОСТ 23217-78 ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ АНАЛОГОВЫЕ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ОТСЧЕТОМ. Наносимые условные обозначения

Спасибо за внимание