



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
ИМЕНИ АДМИРАЛА С. О. МАКАРОВА»

А. С. Быков, С. П. Семенов, А. А. Устинов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области эксплуатации водного транспорта в качестве учебника для курсантов (студентов) высших учебных заведений, обучающихся по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Санкт-Петербург

Издательство ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

2015

Рассмотрены основные положения метрологии, электрических измерений, стандартизации и сертификации с учетом последних изменений в данных областях знаний. Предназначен для курсантов и студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» (специализации: «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»; «Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов с ядерными энергетическими установками»).

**Авторы выражают благодарность ОАО
"Совкомфлот"
за помощь в издании учебника**

Содержание

Введение

Глава 1 Основы метрологии

1.1. Основная терминология

1.2. Погрешности измерения и точность приборов

Глава 2 Измерительные преобразователи электрических величин

2.1. Общие сведения

2.2. Измерительные преобразователи в цепях постоянного тока

2.3. Измерительные трансформаторы постоянного тока

2.4. Датчики тока на основе эффекта Холла

2.5. Магниторезисторные датчики тока

2.6. Оптические датчики тока

2.7. Оптический датчик напряжения

2.8. Измерительные трансформаторы переменного тока

2.9. Измерительные преобразователи переменного тока в постоянный

Содержание

Глава 3 Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

3.1. Принцип действия и устройство

3.2. Конструкция судовых электроизмерительных приборов

3.3. Магнитоэлектрические приборы

3.4. Электромагнитные приборы

3.5. Электродинамические и ферродинамические приборы

3.6. Индукционные приборы

3.7. Электростатические приборы

Глава 4 Требования правил РС к измерительной аппаратуре

Глава 5 Электронные осциллографы

5.1. Общие сведения

5.2. Устройство электронно-лучевого осциллографа

5.3. Осциллографические измерения

Содержание

Глава 6 Приборы сравнения

- 6.1. Общие сведения
- 6.2. Измерительные мосты постоянного тока
- 6.3. Измерительные мосты переменного тока
- 6.4. Потенциометры постоянного тока

Глава 7 Измерение электрических величин

- 7.1. Общие сведения
- 7.2. Измерение тока и напряжения
- 7.3. Измерение мощности и энергии
- 7.4. Измерение активной мощности и энергии в трехфазных цепях
- 7.5. Измерение реактивной мощности и энергии
- 7.6. Измерение сопротивления изоляции судовых сетей
- 7.7. Измерительная аппаратура судовых распределительных щитов и правила безопасности при ее эксплуатации

Содержание

Глава 8 Магнитные измерения

8.1. Основные магнитные величины, классификация приборов

8.2. Измерение магнитных потоков и магнитной индукции

8.3. Измерение напряженности и магнитодвижущей силы магнитного поля

Глава 9 Электрическое измерение неэлектрических величин

9.1. Основные положения

9.2. Резистивные преобразователи

9.3. Индуктивные и взаимоиндуктивные преобразователи

9.4. Индукционные генераторные преобразователи

Глава 10 Цифровые электроизмерительные приборы

10.1. Общие сведения

10.2. Функциональные устройства цифровых электроизмерительных приборов

Глава 11 Стандартизация и сертификация

11.1. Общие положения

11.2. Основные положения Закона «О техническом регулировании»

11.3. Основы стандартизации

11.4. Основы сертификации

Список сокращений

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

ГОСТ – национальный стандарт

ГРЩ – главный распределительный щит

ИИС – измерительная информационная система

ИМ – измерительный механизм

ИП – измерительный преобразователь

МДС – магнитодвижущая сила

ММФ – Министерство морского флота

МЭК – Международная электротехническая комиссия

РС – Российский морской регистр судоходства

ЦАП – цифроаналоговый преобразователь

ЦП – цифровой электроизмерительный прибор

ЭДС – электродвижущая сила

ISO – Международная организация по стандартизации

Основы метрологии

Основные нормативные документы

- Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
- Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-99 «Основные термины и определения» принятые Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации в 1999 году.

Основные понятия

- Величина – одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.
- Измерение – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины
- Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений
- Истинное значение величины – значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.
- Мера величины – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

Погрешности измерения и точность приборов

Погрешность - отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины. Погрешность измерения может быть положительной или отрицательной. Взятая с обратным знаком величина называется поправкой.

Причины погрешности: несовершенство средства измерения, неправильное его применение, недостатки, свойственные методу измерения, влияние внешних воздействий.

Виды:

- Систематической называется составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.
- Постоянные погрешности - погрешности, которые длительное время сохраняют свое значение, например, в течение времени выполнения всего ряда измерений. Они встречаются наиболее часто.
- Прогрессивные погрешности - непрерывно возрастающие или убывающие погрешности.
- Периодические погрешности - погрешности, значение которых является периодической функцией времени или перемещения указателя измерительного прибора.
- Погрешность метода измерения (составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений)

Погрешности измерения и точность приборов

- Инструментальные погрешности - возникают вследствие конструктивных недостатков средства измерения или дефектов его изготовления (при неправильной градуировке шкалы, в случае отклонения указателя отключенного стрелочного прибора от нулевой отметки).
- Промах (грубая погрешность измерения) - погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда.
- Абсолютная погрешность Δ прибора – разность между показаниями этого прибора a_x и действительным значением величины.
- Приведенная погрешность прибора – отношение абсолютной погрешности к верхнему пределу шкалы прибора. Обычно эта погрешность выражается в процентах.

Погрешности измерения и точность приборов

В основу классификации по точности измерения положено максимально допустимое для данного прибора значение основной приведенной погрешности.

Приборы непосредственной оценки и самопишущие разделяются на восемь классов точности. Классы точности и максимальные значения основной приведенной погрешности γ_{max} , соответствующие приборам этих классов, указаны в таблице.

Класс точности и его обозначение на приборе	Максимальное значение приведённой погрешности γ_{max} , %
0,05	$\pm 0,05$
0,1	$\pm 0,1$
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$
4,0	$\pm 4,0$

Измерительные преобразователи электрических величин

Измерительный преобразователь - устройство, реализующее определенную функциональную связь между двумя физическими величинами.

Виды

- Преобразователи рода величины, например напряжения в ток или тока в падение напряжения.
- Масштабные преобразователи, осуществляющие только количественное изменение значений величины.
- Преобразователи рода тока, например переменного в постоянный.

Измерительные преобразователи в цепях постоянного тока

Преобразователи в цепях постоянного тока - резисторы, сопротивление которых практически не зависит от внешних воздействий, в частности от температуры.

Виды

- Шунт - представляет собой четырехзажимный резистор $R_{ш}$, который вместе с измерительным механизмом ИМ, подключенным к его потенциальным зажимам П, при помощи токовых зажимов Т включается в цепь измеряемого тока I . Шунт преобразует ток в падение напряжения. (см. рис. слайд 7)
- Добавочный резистор- резистор, включенный последовательно с ИМ, вращающий момент которого зависит от тока, и используемый для измерения напряжения. Основное его назначение – преобразование напряжения в ток.

Измерительные преобразователи электрических величин

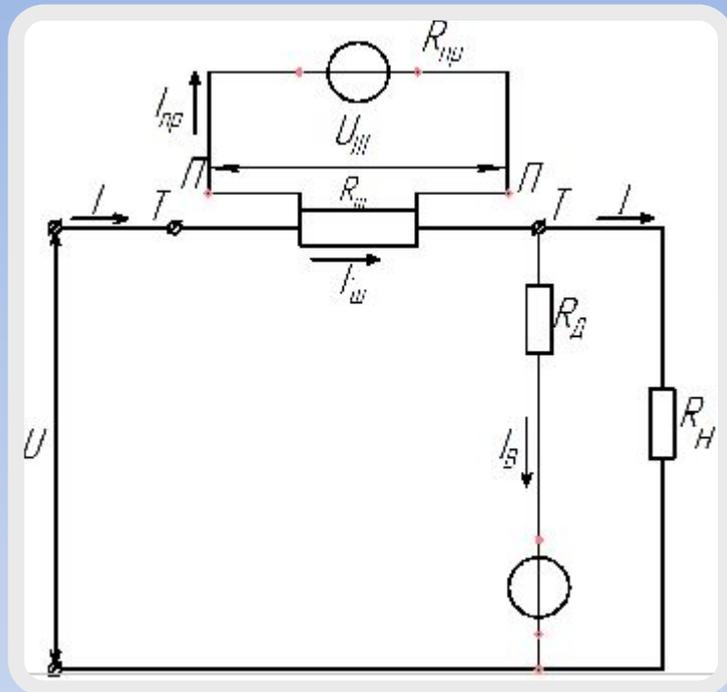
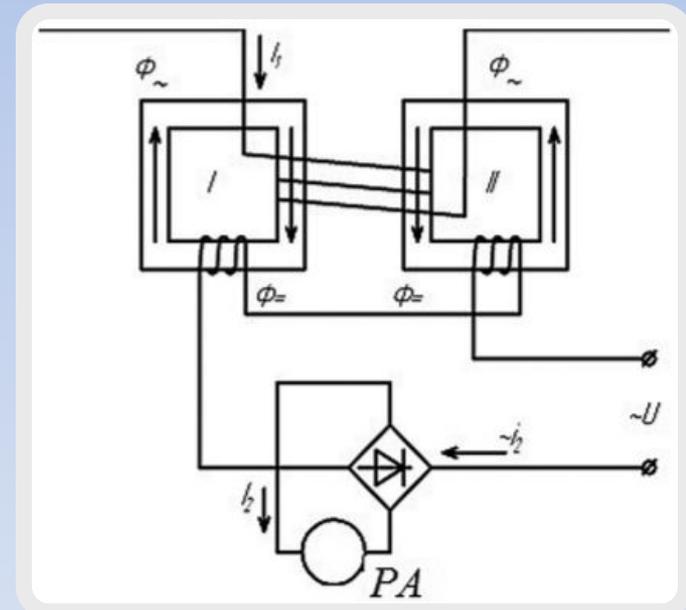


Схема включения приборов в цепь постоянного тока с измерительными преобразователями

Шунты служат для расширения пределов измерения амперметров. Добавочные резисторы для расширения пределов измерения вольтметров.

Измерительные трансформаторы постоянного тока

Применяются на судах для измерения токов свыше 5000 А. Использование шунтов в таких установках нецелесообразно, так как шунты получаются весьма громоздкими и дорогими.



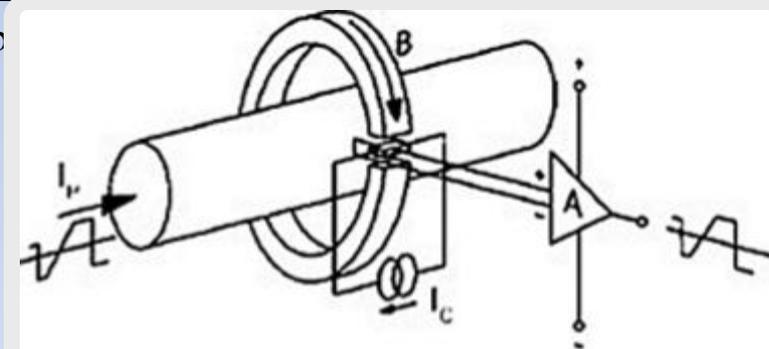
Принципиальная схема измерительного трансформатора постоянного тока

Измерительные преобразователи электрических величин

Сердечники трансформаторов I и II, совершенно одинаковые по размерам, изготавливают из ферромагнитного материала с высокой магнитной проницаемостью (например, из пермаллоя). Измеряемый постоянный ток I протекает по первичным обмоткам этих сердечников. Первичные обмотки соединены последовательно. Вторичные обмотки соединяют параллельно или последовательно и через выпрямители подключают к вспомогательному источнику переменного тока U_{\sim} .

Датчики тока на основе эффекта Холла

Эффект Холла - появление напряжения на концах полоски проводника или полупроводника, помещенной в магнитное поле, перпендикулярное направлению тока. Датчик Холла - элемент, позволяющий измерять ток в проводнике, охватывающего проводник с током. ЭДС с измерительной пластины подается на операционный усилитель, который формирует напряжение, пропорциональное измеряемому току.



Принцип работы датчика на основе эффекта Холла

Измерительные преобразователи электрических величин

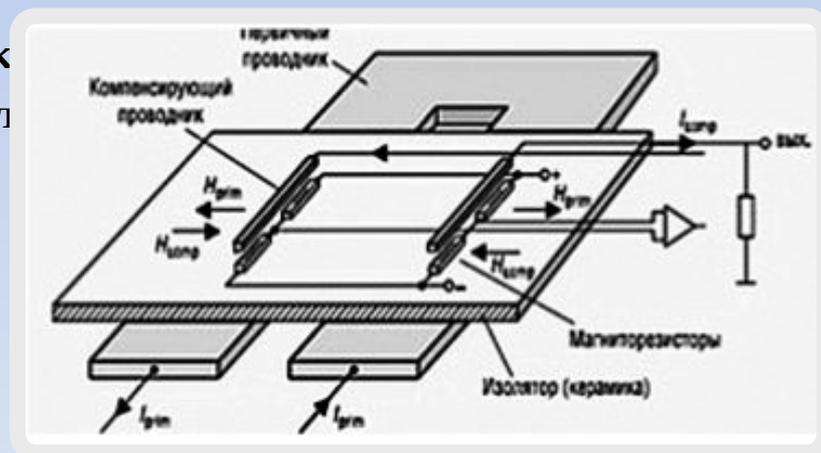
Магниторезисторные датчики тока

Магниторезисторные датчики тока обеспечивают точность и линейность до 0,1...0,2 % при измерении постоянных и переменных (до 500 кГц) токов до 200 А и не вносят потерь.

Достоинства:

- Значительно меньшие размеры и вес, а также существенно более высокая чувствительность по сравнению с холловскими датчиками и трансформаторами тока
- Отсутствие остаточной намагниченности после перегрузки
- Широкий частотный диапазон благодаря низкой индуктивности магниторезисторов.

Для получения приемлемой температурной стабильности и высокой помехоустойчивости магниторезисторы датчика, как правило, соединяются по мостовой схеме, а датчики замкнутого типа снабжаются компенсаторами.



Магниторезистивный датчик тока

Измерительные преобразователи электрических величин

Оптические датчики тока

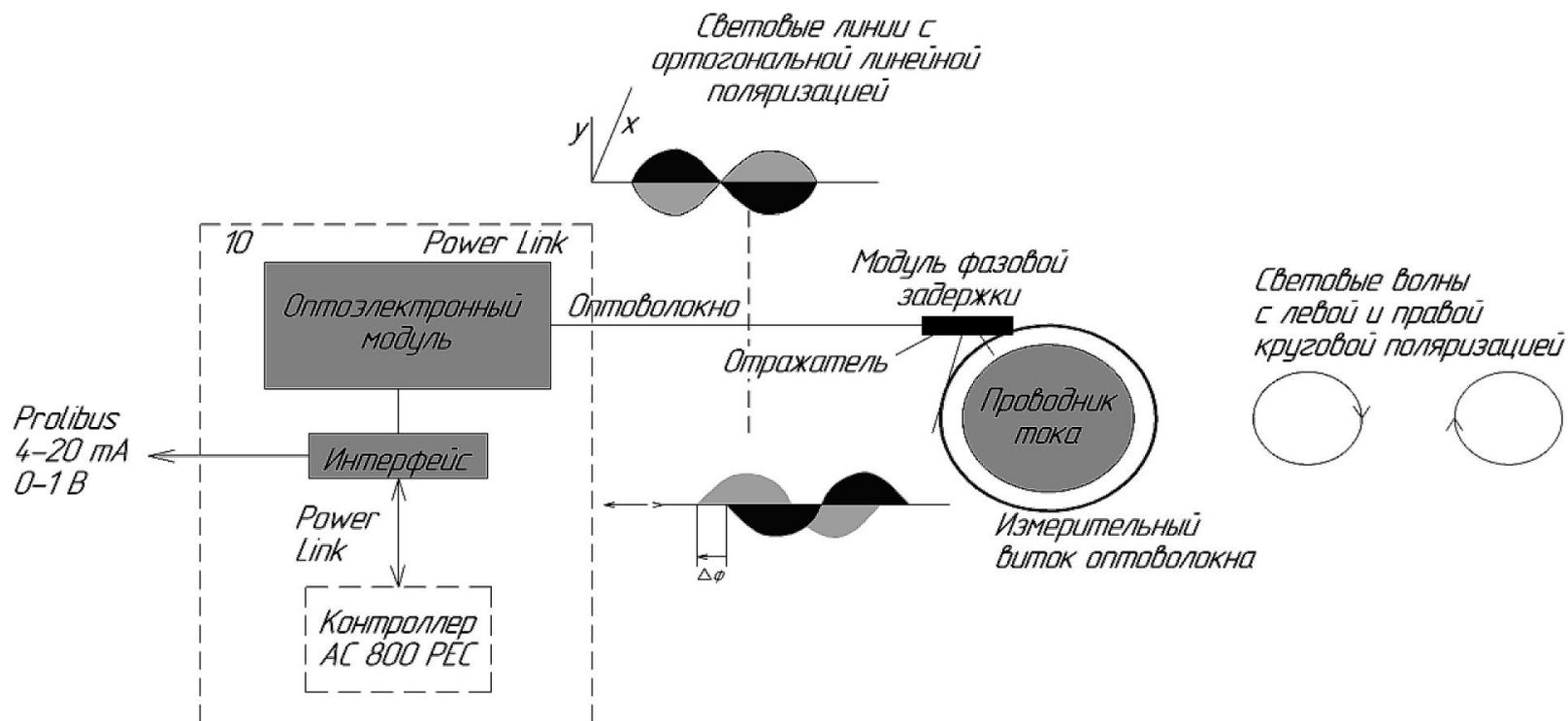


Рис. 2.8. Схематическое изображение оптоволоконного датчика ABB

для измерения сильных постоянных токов

для измерения сильных постоянных токов

Измерительные преобразователи электрических величин

Измерительные трансформаторы переменного тока

Измерительные трансформаторы переменного тока основаны на явлении электромагнитной индукции и подобно силовым трансформаторам представляют собой сердечник из листового магнитомягкого материала с двумя обмотками. Их основное назначение состоит в преобразовании (обычно уменьшении) значений измеряемых напряжений и токов в стандартные.

Измерительные трансформаторы делятся на трансформаторы тока и трансформаторы напряжения.

Первичная обмотка трансформатора тока включается в измеряемую цепь последовательно.

Вторичные цепи этих трансформаторов питают амперметры и последовательные цепи таких приборов, как ваттметры, счетчики и другие, имеющие малое сопротивление.

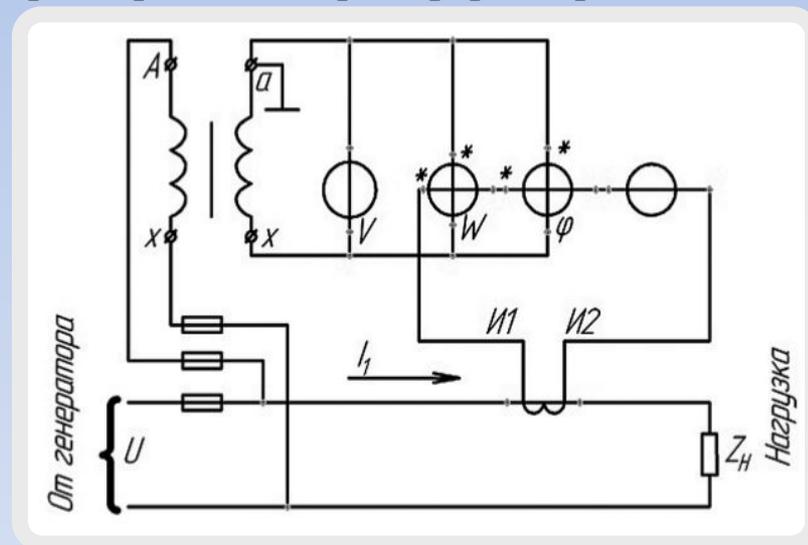
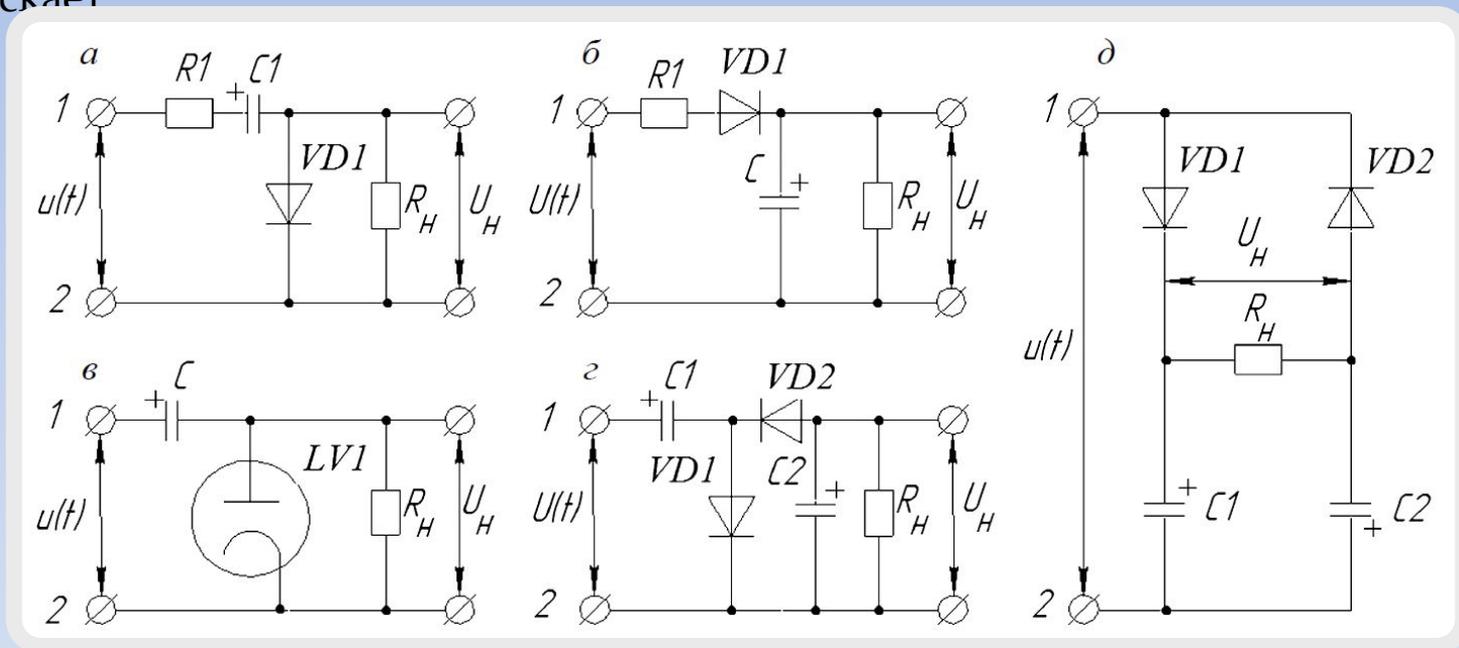


Схема включения измерительных трансформаторов тока и напряжения

Измерительные преобразователи электрических величин

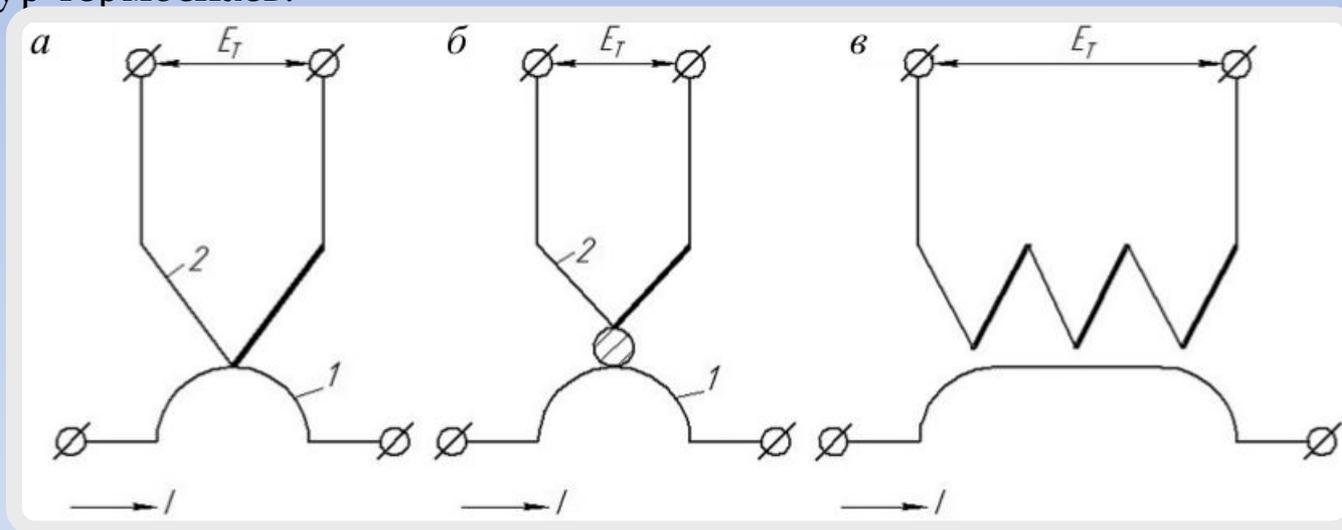
Амплитудные детекторы отличаются от детекторов среднего значения наличием конденсатора памяти C , включаемого последовательно (рис. а) или параллельно относительно нагрузки (рис. б). На рис. а представлена схема детектора с закрытым входом, а на рис. 2.14, б – схема детектора с открытым входом относительно постоянной составляющей сигнала, так как конденсатор C в первом детекторе ее не пропускает



Амплитудные детекторы: а, в - однополупериодные с закрытым входом; б - однополупериодный с открытым входом; г, д - двухполупериодные

Измерительные преобразователи электрических величин

Термоэлектрический преобразователь состоит из нагревателя 1, который нагревается измеряемым током I , и термопары 2, образуемой двумя проводниками из разнородных металлов, одна пара концов которых сварена между собой. При изменении температуры места соединения этих проводников, называемого горячим, или рабочим, спаем, относительно свободных концов на них возникает термоэлектродвижущая сила (термоЭДС.) примерно пропорциональная разности температур термоспаев.



Термоэлектрические преобразователи: а - контактный; б - бесконтактный;
в – батарея из бесконтактных термоэлементов

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Принцип действия и устройство

Электромеханические приборы непосредственной оценки состоят из двух основных частей: измерительной цепи и измерительного механизма. Измерительная цепь обеспечивает преобразование сигнала измерительной информации, необходимое для осуществления процесса измерения. Измерительный механизм преобразует электромагнитную энергию, подводимую к нему, в механическую энергию перемещения подвижной части.

Вращающий момент, возникающий в приборе при измерении, вызывает поворот подвижной части в сторону возрастающих показаний. В зависимости от способов преобразования электромагнитной энергии, используемых для создания вращающего момента, электромеханические приборы разделяются на следующие группы: магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, индукционные и электростатические.

Под действием вращающего момента подвижная часть стремится повернуться на максимальный угол, однако этому препятствует противодействующий момент МП. В зависимости от способа создания противодействующего момента различают приборы: а) с механическим противодействующим моментом; б) с электрическим противодействующим моментом — логометры.

Механический противодействующий момент создается спиральными пружинами, растяжками или подвесом.

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Конструкция судовых электроизмерительных приборов

Основные детали: корпус, указательная стрелка, шкала, оси, подпятники, успокоитель, устройство для создания противодействующего момента, корректор.

Стрелки щитовых приборов изготавливают из легкого и прочного металла, например из твердого алюминия, бронзы. С подвижной частью стрелка соединяется либо непосредственно, либо стрелкодержателем.

Шкалы приборов изготавливают из листовой латуни, цинка, алюминия; они бывают плоскими и выпуклыми, равномерными и неравномерными. Шкалы обычно покрывают светлой эмалью и наносят на них черные отметки и цифры, по которым отсчитывается численное значение измеряемой величины.

На шкалу каждого измерительного прибора наносят следующие обозначения: единицу измеряемой величины; класс точности прибора; условное обозначение принципа действия прибора; рабочее положение прибора; степень защищенности от магнитных и электрических влияний; испытательное напряжение изоляции измерительной цепи по отношению к корпусу; номер стандарта на данную группу приборов; год выпуска и заводской номер; род тока и число фаз; номинальную частоту, если она отличается от 50 Гц; товарный знак завода-поставщика; заводское обозначение прибора, дату выпуска и заводской номер.

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Условные обозначения принципа действия приборов, применяемых на судах

Тип прибора	Условное обозначение прибора	
	с механическим противодействующим моментом	без механического противодействующего момента
Магнитоэлектрический с подвижной рамкой		
Магнитоэлектрический с подвижным магнитом		
Электромагнитный		
Электродинамический		
Ферродинамический		
Индукционный		
Электростатический		
Вибрационный (язычковый)		

Вибрационный (язычковый)

Метрология, стандартизация и сертификация. Быков А.С. и др.

Электроизмерительные приборы

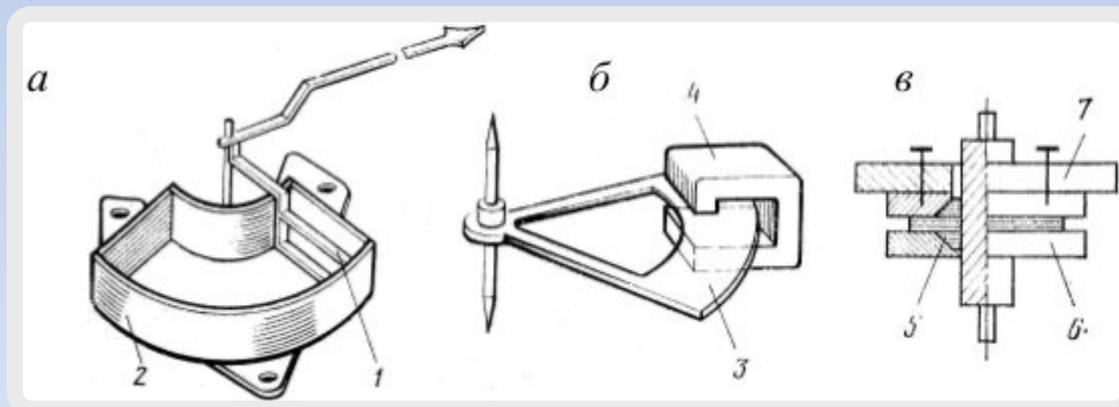
Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Успокоение подвижной части: подвижная часть совершает колебания вокруг положения равновесия. Для поглощения кинетической энергии подвижной части используют успокоитель.

По конструкции и принципу действия различают успокоители трех видов: воздушные (рис. а), магнитоиндукционные (рис. б) и жидкостные (рис. в).

В воздушном успокоителе крыльчатого типа, для создания успокаивающего момента используется трение о воздух, увеличенное благодаря наличию узких щелей между крылом 1 и камерой 2 успокоителя.

В магнитоиндукционном успокоителе успокаивающий момент создается при воздействии вихревых токов, возникающих в секторе 3, выполненном из неферромагнитного материала, с магнитным полем постоянного магнита 4.



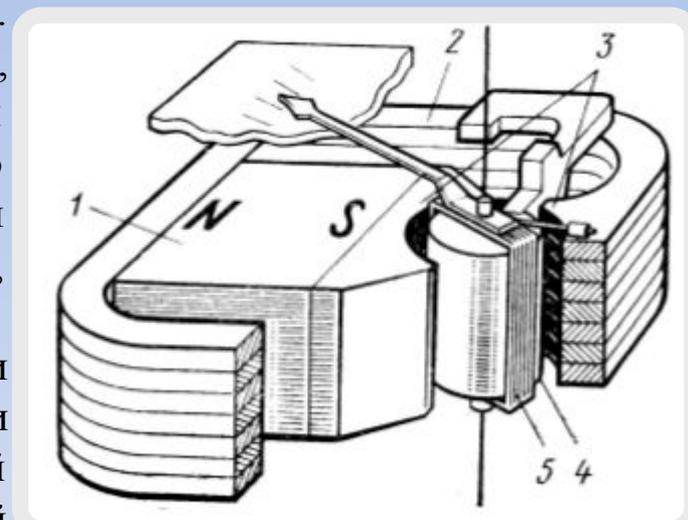
Виды успокоителей электроизмерительных приборов

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Магнитоэлектрические приборы

В таких механизмах вращающий момент возникает в результате взаимодействия поля постоянного магнита с проводником, обтекаемым током. Их разделяют на механизмы с подвижным магнитом и подвижной рамкой. Распространены вторые.

Основные узлы: магнитная система и подвижная часть. Магнитная система состоит из постоянного магнита 1, магнитопровода 2, полюсных наконечников 3 и сердечника 4. Рамку 5, выполненную из тонкого изолированного провода, намотанного на алюминиевый каркас, или без каркаса устанавливают в рабочем зазоре, где она может свободно перемещаться. Концы проводов рамки соединены с растяжками или спиральными пружинами, создающими противодействующий момент и подводящими ток к рамке. Рамка является основной деталью подвижной части. Таким образом, вращающий момент измерительного механизма с радиальным равномерным магнитным полем в рабочем зазоре не зависит от угла отклонения подвижной части.

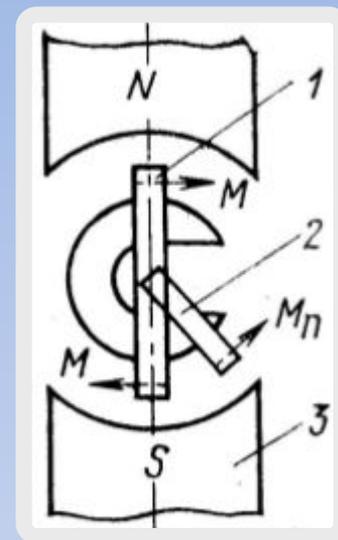


Устройство магнитоэлектрического измерительного механизма с подвижной рамкой

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Магнитоэлектрические логометры

Противодействующий момент в логометре создается не механическим, а электрическим путем, поэтому измерительный механизм прибора выполняется в виде двух жестко скрепленных между собой рамок 1 и 2, по обмоткам которых протекают токи. Ток к обмоткам подводится через тонкие неупругие металлические ленты. При прохождении токов через рамки возникают направленные навстречу вращающий и противодействующий моменты. Угол перемещения подвижной части магнитоэлектрического логометра пропорционален отношению силы токов в рамках.



Устройство
ИМ логометра

Магнитоэлектрические амперметры

Подвижную рамку магнитоэлектрического измерительного механизма изготавливают на токи не более 150–200 мА, так как большие токи увеличивают нагрев растяжек и спиральных пружин, создающих противодействующий момент и подводящих ток к рамке. Для расширения пределов измерения магнитоэлектрического прибора по току используют масштабные преобразователи — шунты. На судах обычно применяются шунты на номинальное падение напряжения 75 мВ.

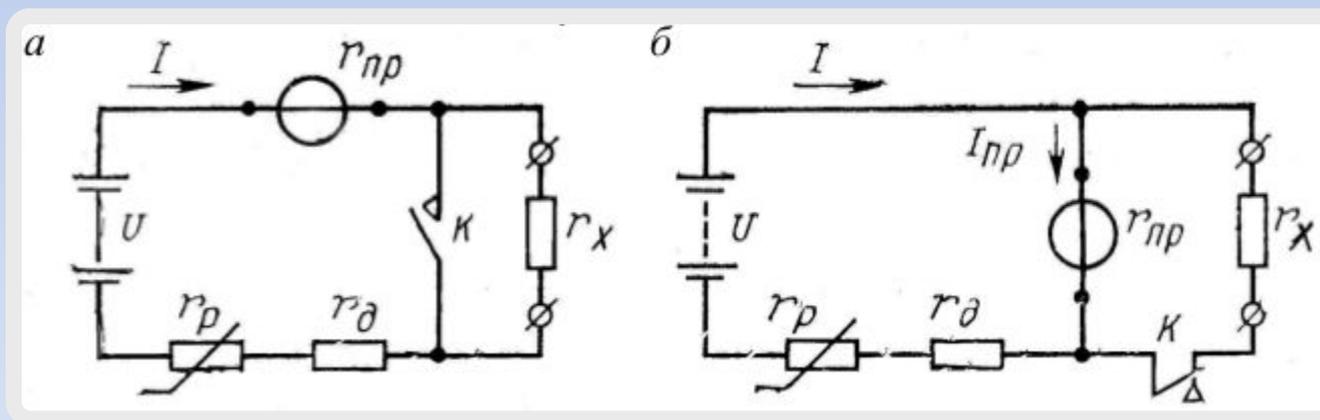
Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Магнитоэлектрические вольтметры

Для измерения напряжения магнитоэлектрическим прибором его шкалу необходимо проградуировать в единицах напряжения, представляющего собой падение напряжения на сопротивлении измерителя. Для расширения пределов измерения напряжения пользуются добавочными резисторами, которые включают последовательно с магнитоэлектрическим прибором.

Магнитоэлектрические омметры

Магнитоэлектрический прибор является составной частью вольтметра с помощью которого непосредственно быстро измеряют сопротивления.



Схемы омметров: а — последовательная; б — параллельная

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Магнитоэлектрические мегаомметры

Источником питания служит генератор постоянного тока Γ , ротор которого приводят во вращение. Измерительным механизмом является магнитоэлектрический логометр, угол перемещения α подвижной части которого пропорционален отношению токов в рамках:

$$\alpha = f \frac{I_1}{I_2}.$$

Применение логометра для измерения сопротивления избавляет от необходимости производить расчеты или регулировку чувствительности. Это обусловило исключительно широкое применение логометров в судовых мегомметрах, предназначенных для контроля сопротивления изоляции судовой сети.

Электромагнитные приборы

Вращающий момент в электромагнитном механизме возникает в результате взаимодействия одного или нескольких ферромагнитных сердечников, обычно составляющих его подвижную часть, с магнитным полем неподвижной катушки (катушек), по обмоткам которой протекает измеряемый ток. Под влиянием поля сердечник стремится расположиться так, чтобы магнитный поток катушки был наибольшим.

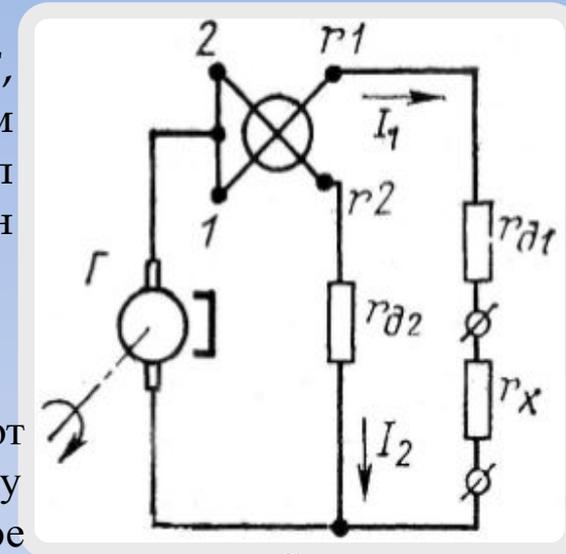
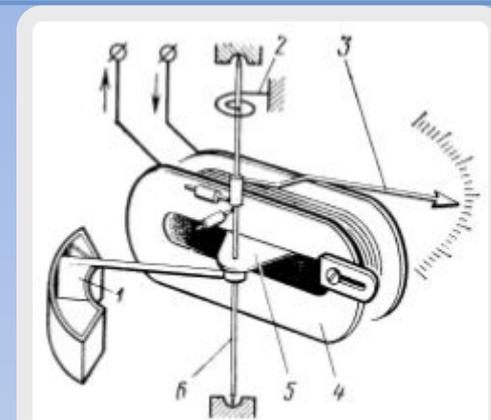


Схема
измерительной
цепи мегомметра

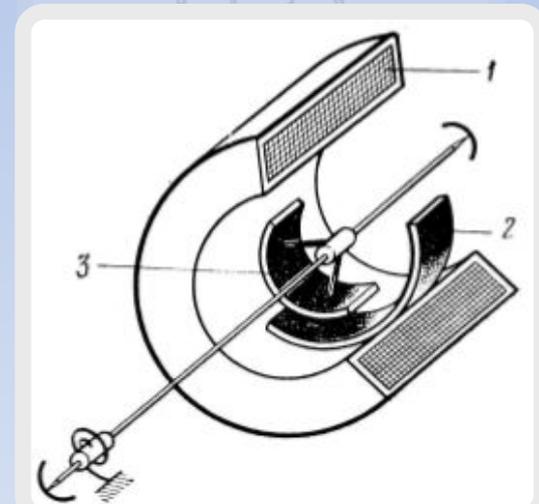
Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Измерительный механизм с плоской катушкой. Он состоит из катушки 4 с внутренней полостью щелевидной формы и подвижной части, на оси 6 которой закреплены плоский сердечник 5, крыло успокоителя, спиральная пружина 2, указатель 3 и держатели с противовесами. Сердечник закреплен на оси эксцентрично, он изготовлен из материала, обладающего высокой магнитной проницаемостью. При протекании тока по обмотке катушки сердечник стремится расположиться в месте с наибольшей концентрацией поля, то есть втягивается во внутреннюю полость катушки. Это вызывает появление вращающего момента и отклонение указателя.

Измерительный механизм с круглой катушкой. Внутри катушки 1 цилиндрической формы находятся два сердечника 2 и 5 из магнитомягкого материала. Сердечник 2 прикреплен неподвижно к каркасу, а сердечник 3 жестко крепится к оси подвижной части прибора. Магнитное поле катушки намагничивает сердечники так, что их края, противостоящие друг другу, оказываются намагниченными одноименно. Это вызывает отталкивание сердечника, закрепленного на оси, от неподвижного и появление вращающего момента, зависящего от тока катушки.



Электромагнитный измерительный механизм с плоской катушкой



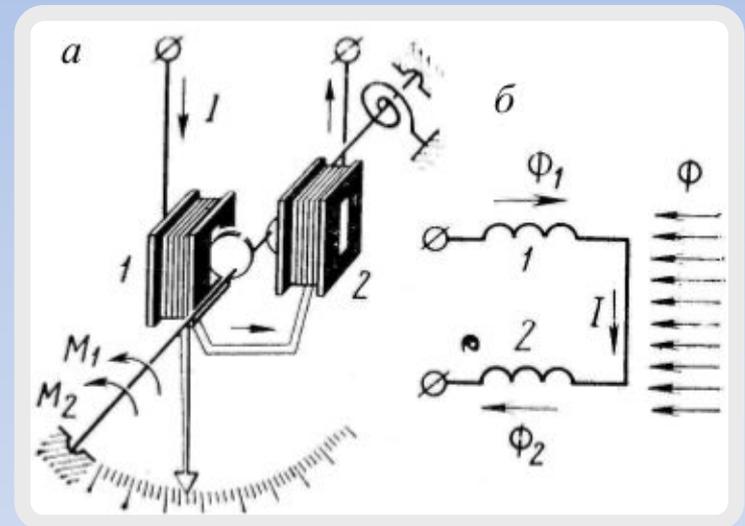
Электромагнитный измерительный механизм с круглой катушкой

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Одной из существенных причин погрешности электроизмерительных механизмов является влияние внешних магнитных полей, так как их собственное магнитное поле невелико. Для защиты от внешних полей применяются в основном два способа — экранирование и астазирование. При магнитном экранировании измерительный механизм прибора помещают внутри выполненной из магнитомягкого материала замкнутой оболочки — магнитного экрана.

В астатическом измерительном механизме

(рис. а) на оси подвижной части укреплены два одинаковых сердечника, каждый из которых размещается в магнитном поле одной из катушек (1 и 2), включенных между собой последовательно. Обмотки катушек соединены таким образом, что их магнитные поля Φ_1 (рис. б) и Φ_2 направлены навстречу друг другу. Расположение катушек и сердечников таково, что моменты M_1 (см. рис. а) и M_2 , создаваемые ими, направлены согласно. Внешнее магнитное поле Φ (см. рис. б) при любом его направлении уменьшает поле одной из катушек и увеличивает поле другой. Суммарный момент, действующий на ось, а следовательно, и показания бора при этом не изменяются.



Электромагнитный ИМ
астатического исполнения:

а — устройство;

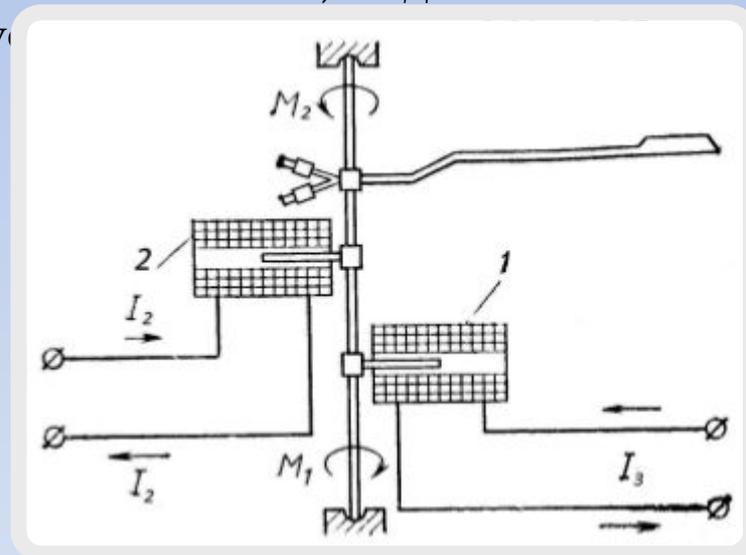
б — электрическая схема

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Электромагнитные логометры

У электромагнитного логометра катушки 1 и 2 расположены так, что сердечники, намагничиваясь, создают моменты M_1 и M_2 , направленные не согласно, а встречно. Один из этих моментов можно рассматривать как вращающий, а другой – как противодействующий. В электромагнитном измерительном механизме логометра, по катушкам 1 и 2 которого протекают токи I_1 и I_2 действуют моменты M_1 и M_2 . Так как эти моменты направлены встречно и зависят от угла отклонения, подвижная часть будет поворачиваться в сторону большего из них до у

Угол отклонения электромагнитного логометра зависит от отношения квадратов токов, протекающих по катушкам.



Измерительный механизм
электромагнитного логометра

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Резонансные частотомеры

Измерение частоты резонансным частотомером основано на возникновении явления механического резонанса гибких стальных пластин, вибрирующих под влиянием переменного магнитного потока. Измерительный механизм частотомера (рис. 3.16, а) имеет электромагнит 1, с обеих сторон которого расположены два ряда стальных пластин 3. На уровне высоты этих пластин расположена шкала 2 с вырезами. Для лучшего наблюдения отогнутые края пластин 3 окрашивают в белый цвет.

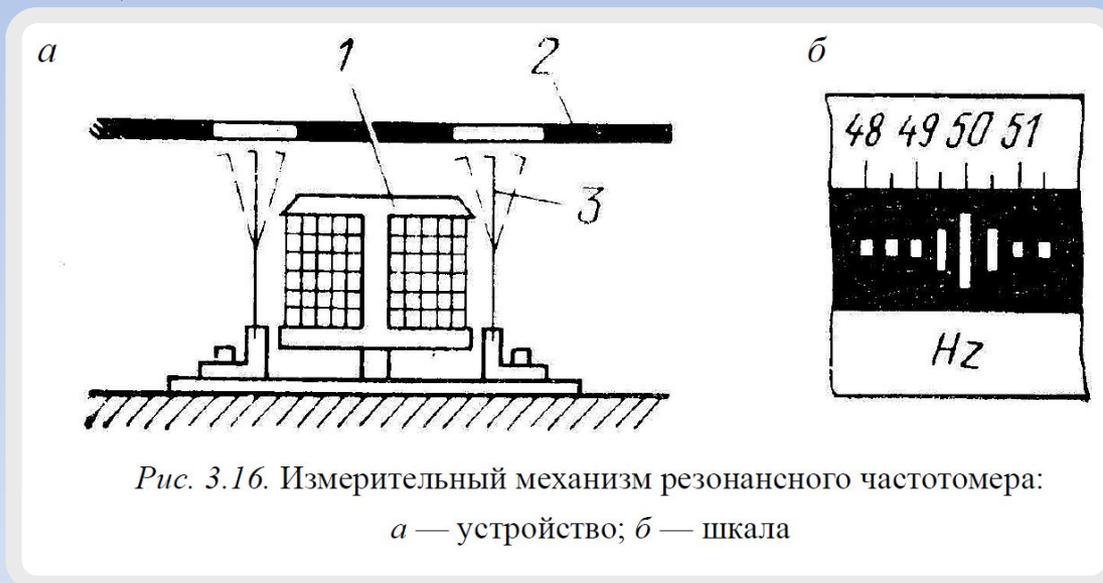


Рис. 3.16. Измерительный механизм резонансного частотомера:

а — устройство; б — шкала

а — устройство; б — шкала

Рис. 3.16. Измерительный механизм резонансного частотомера:

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Электродинамические и ферродинамические приборы

Электродинамический измерительный механизм

В таком механизме вращающий момент возникает в результате взаимодействия магнитных полей подвижной и неподвижной катушек, обтекаемых токами. При наличии тока в обмотке катушек измерительного механизма возникают силы, стремящиеся повернуть подвижную часть так, чтобы магнитный поток измерительного механизма увеличился (рис. 3.18).

Ферродинамический измерительный механизм

На рис. 3.19 схематически показана одна из конструкций ферродинамического измерительного механизма. Конструкция имеет магнитную цепь, близкую по своему устройству к магнитной цепи аналогичного магнитоэлектрического прибора. Разница заключается в том, что в данном случае постоянный магнит заменен электромагнитом. Магнитная цепь образуется стальным магнитопроводом 1 и сердечником 3.

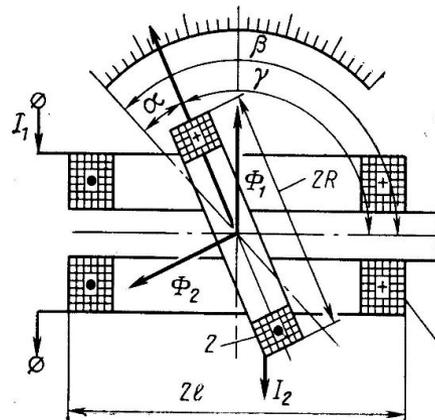


Рис. 3.18. Схема устройства электродинамического механизма

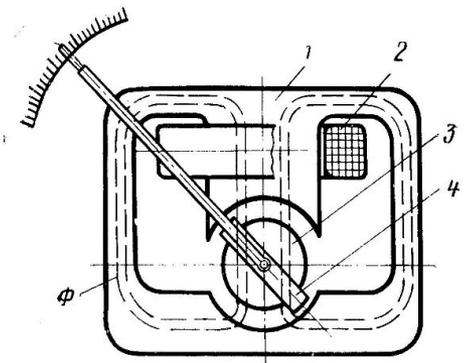


Рис. 3.19. Устройство ферродинамического измерительного механизма

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Электродинамические и ферродинамические приборы

Устройство электродинамического логометра показано на рис. 3.20.

Его подвижная часть состоит из двух жестко скрепленных между собой под определенным углом подвижных катушек 1 и 2, находящихся в поле неподвижной катушки 3.

Амперметры. На основе электро- и ферродинамических измерительных механизмов с механическим противодействующим моментом могут быть выполнены амперметры и вольтметры. Амперметры обеих систем включаются последовательно с нагрузкой, ток которой они измеряют согласно схемам на рис. 3.21, где 1 и 2 — соответственно неподвижные и подвижные катушки.

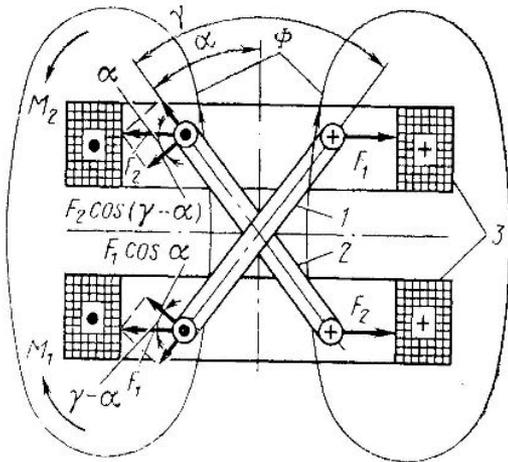


Рис. 3.20. Устройство электродинамического логометра

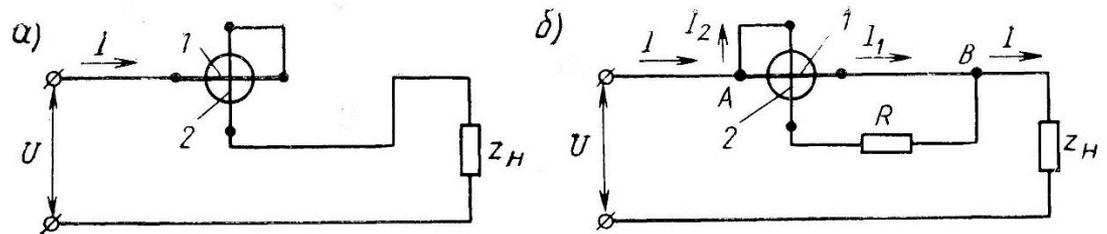


Рис. 3.21. Схемы электродинамических и ферродинамических амперметров при последовательном (а) и параллельном (б) включении катушек

последовательной (а) и параллельной (б) включении катушек
Рис. 3.21. Схемы электродинамических и ферродинамических амперметров при

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Электродинамические и ферродинамические приборы

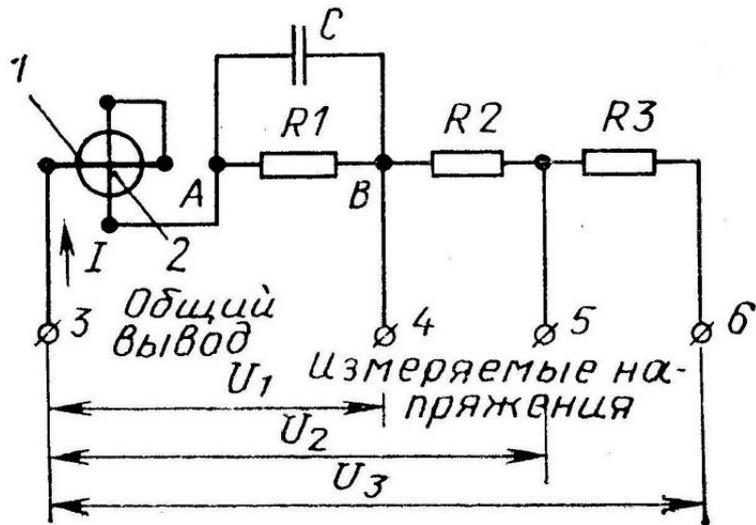


Рис. 3.22. Схема электро- и ферродинамического вольтметров

Вольтметры. У электро- и ферродинамических вольтметров (рис. 3.22) неподвижная 1 и подвижная 2 катушки и резисторы $R1$, $R2$ и $R3$ включаются последовательно.

Ваттметры. Для измерения в цепях постоянного и переменного тока чаще всего используются электро- и ферродинамические измерительные механизмы. На рис. 3.23,а приведена схема включения электро- и ферродинамического измерительных механизмов для измерения мощности, потребляемой нагрузкой

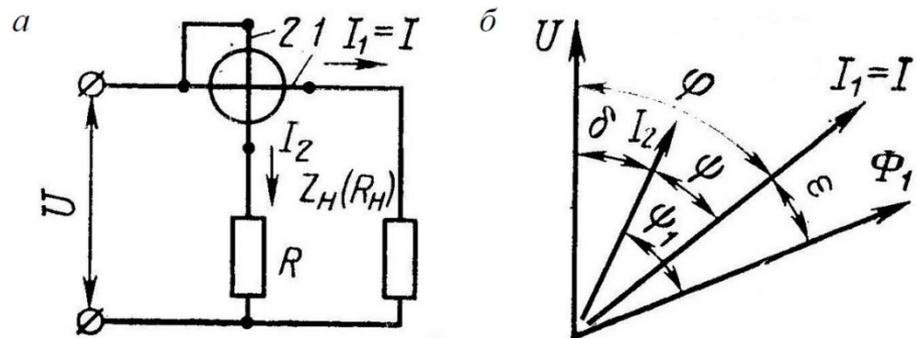


Рис. 3.23. Измерение мощности ваттметром:
а — схема включения; б — векторная диаграмма

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Электродинамические и ферродинамические приборы

Фазометры. Электро- и ферродинамические. фазометры выполняют на основе измерительного механизма логометра (см. рис. 3.20). Фазометры предназначены для измерения угла сдвига фаз между током и напряжением, а также коэффициента мощности в однофазной цепи переменного тока. На рис. 3.25 даны схемы однофазного электро- и ферродинамического фазометров и векторная диаграмма. Трехфазные фазометры выполняются на основе ферродинамических логометров в судовом исполнении.

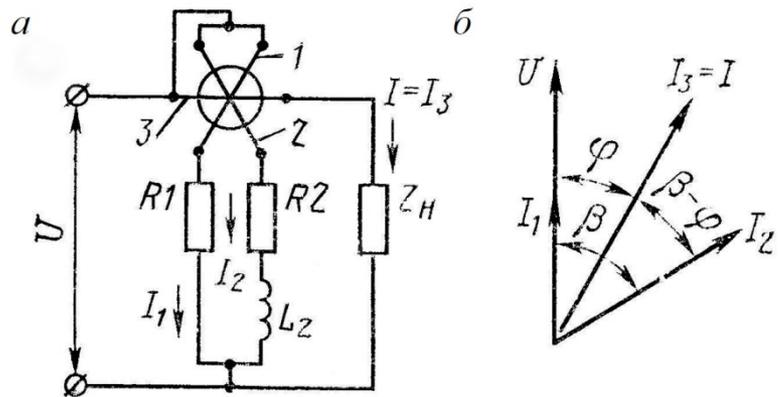


Рис. 3.25. Электро- и ферродинамический фазометры

Рис. 3.25. Электро- и ферродинамический фазометры

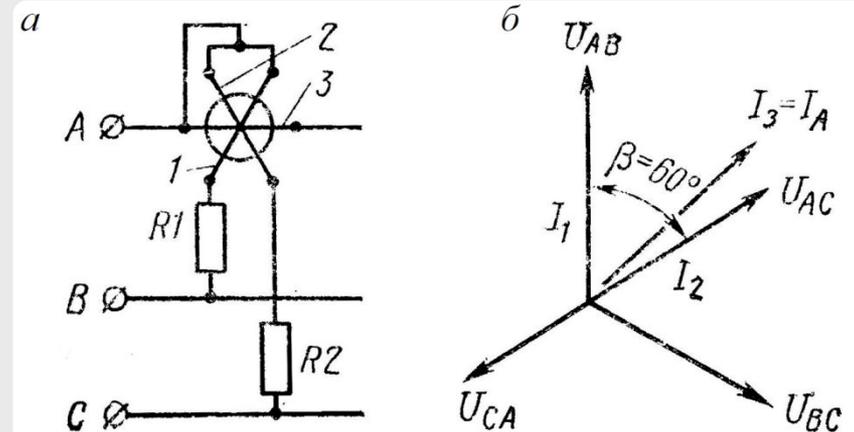


Рис. 3.26. Трехфазный ферродинамический фазометр

Рис. 3.26. Трехфазный ферродинамический фазометр

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Электродинамические и ферродинамические приборы

Частотомеры. Схема электродинамического частотомера и векторная диаграмма приведены на рис. 3.27, а и б. Параметры цепи (C_2) одной катушки логометра подбирают так, чтобы угол сдвига фаз между током I_2 и напряжением U был близким к 90° . При изменении частоты будет изменяться угол. Следовательно, шкала прибора может быть отградуирована в герцах.

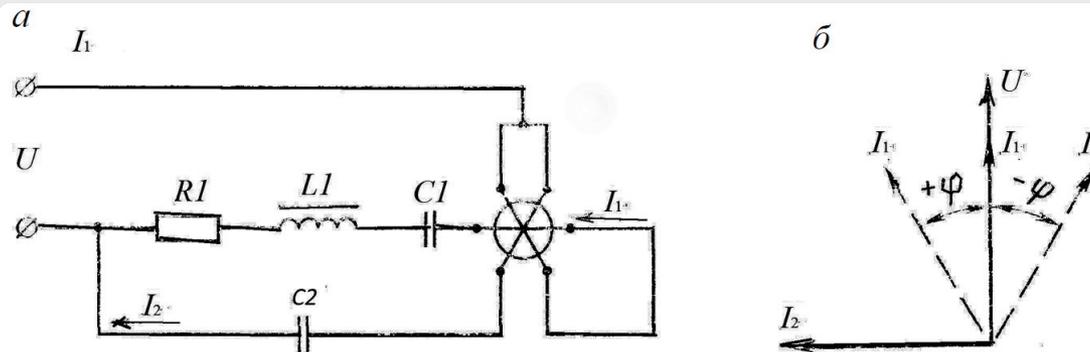


Рис. 3.27. Электродинамический частотомер:

а — схема; б — векторная диаграмма

а — схема; б — векторная диаграмма

Рис. 3.27. Электродинамический частотомер:

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Индукционные приборы

Схематическое устройство двухпоточного индукционного измерительного механизма приведено на рис. 3.28, а. Токи i_1 и i_2 в обмотках электромагнитов 1 и 2 создают магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 , сдвинутые по фазе на угол Ψ (рис. 3.28, б). Эти потоки пронизывают алюминиевый диск 3 подвижной части, расположенный в зазорах магнитопроводов, и индуцируют в нем э. д. с. E_{12} и E_{22} , отстающие от потоков по фазе на угол $\pi/2$ (см. рис. 3.28, б). На рис. 3.28, в штриховкой обозначены участки диска, пронизываемые потоками Φ_1 и Φ_2 , а также даны средние линии вихревых токов I_{12} и I_{22} .

В первом приближении можно считать, что индуктивное сопротивление диска мало по сравнению с его активным сопротивлением, т. е. токи I_{12} и I_{22} будут совпадать по фазе с э. д. с. E_{12} и E_{22} (см. рис. 3.28, б). Из всех возможных взаимодействий между токами и потоками вращающий момент возникает лишь от взаимодействия тока I_{12} с потоком Φ_2 и тока I_{22} с потоком Φ_1 .

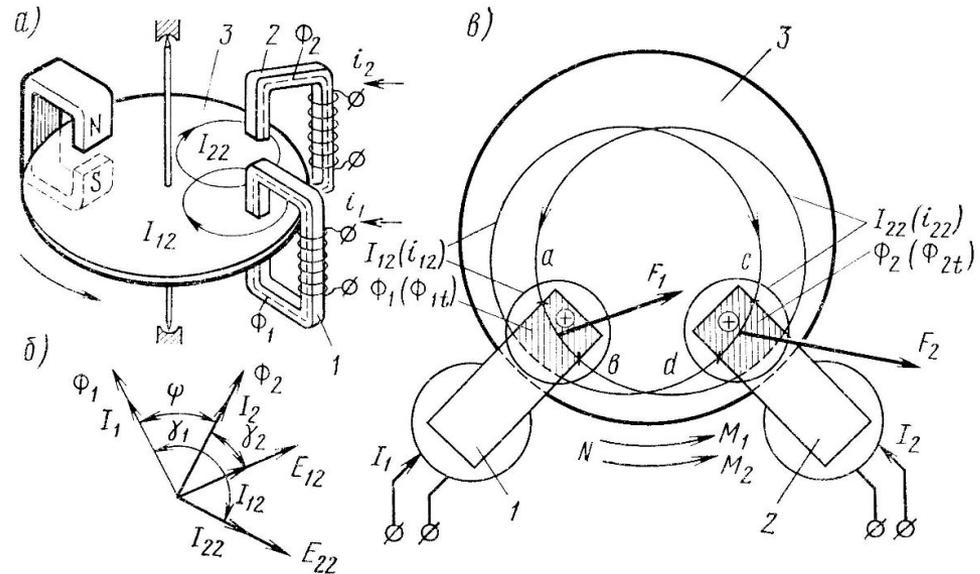


Рис.3.28. Двухпоточный индукционный измерительный механизм:

а — устройство; б — векторная диаграмма; в — положительные направления сил в диске

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Индукционные приборы

Счетчики активной энергии

Рассмотрим работу счетчика электрической энергии переменного тока типа СО (счетчик однофазный). Подвижной частью счетчика служит алюминиевый диск 3, укрепленный на оси и расположенный между полюсами электромагнитов 4 и 5 (рис. 3.29). Магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 создаются электромагнитами 5 и 4 при прохождении по их обмоткам токов I_1 и I_2 . Электромагнит 5 выполняется с большим воздушным зазором в магнитной цепи, а его обмотка 1 состоит из небольшого числа витков провода относительно большого сечения

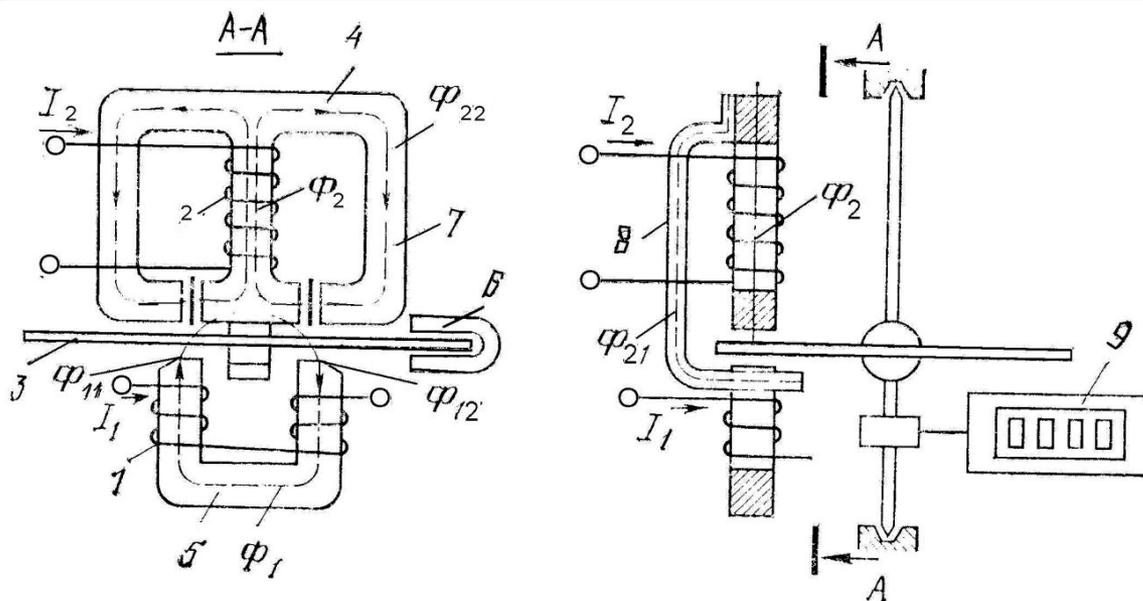


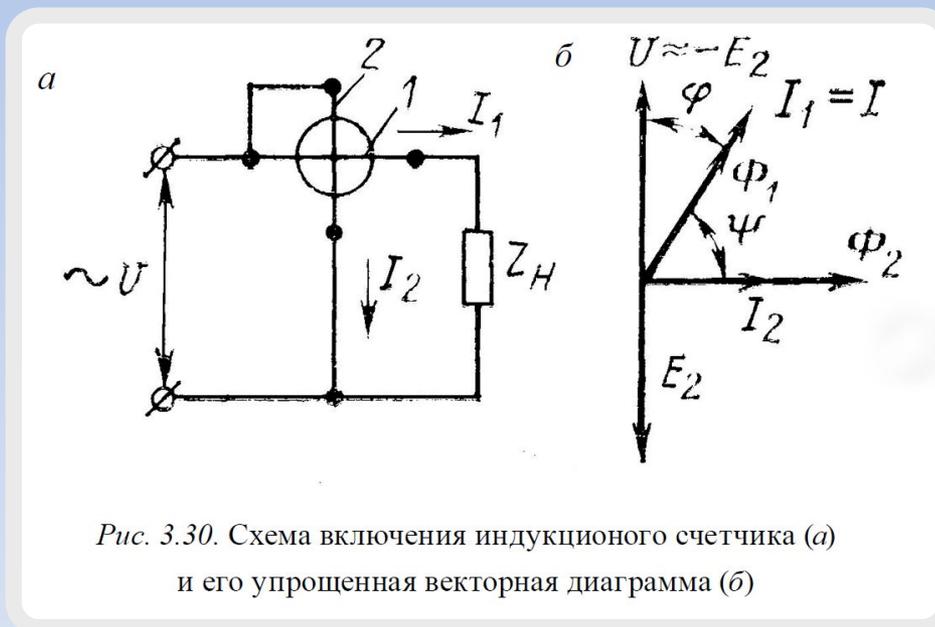
Рис. 3.29. Устройство индукционного счетчика

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Индукционные приборы

Счетчики активной энергии

На рис. 3.30 показана схема включения индукционного счетчика и упрощенная векторная диаграмма. В данной схеме ток I_1 равен току нагрузки I . Ток I , протекая по обмотке 1 (см. рис. 3.29 и 3.30), создает поток Φ_1 пропорциональный току I .



и его упрощенная векторная диаграмма (б)
Рис. 3.30. Схема включения индукционного счетчика (а)

Электроизмерительные приборы непосредственной оценки

Электростатические приборы

Электростатическими называются приборы, вращающий момент которых создается в результате действия сил электрического поля, возникающих между разноименно заряженными проводниками - электродами измерительного механизма. Указанный способ создания вращающего момента принципиально отличает электростатические приборы от всех приборов непосредственной оценки, у которых вращающий момент возникает в результате взаимодействия магнитного поля измерительного механизма с током.

Электростатический измерительный механизм представляет собой конденсатор, емкость которого изменяется при перемещении его подвижной части, вызванном подключением к электродам прибора нагрузки, напряжение которой измеряется.

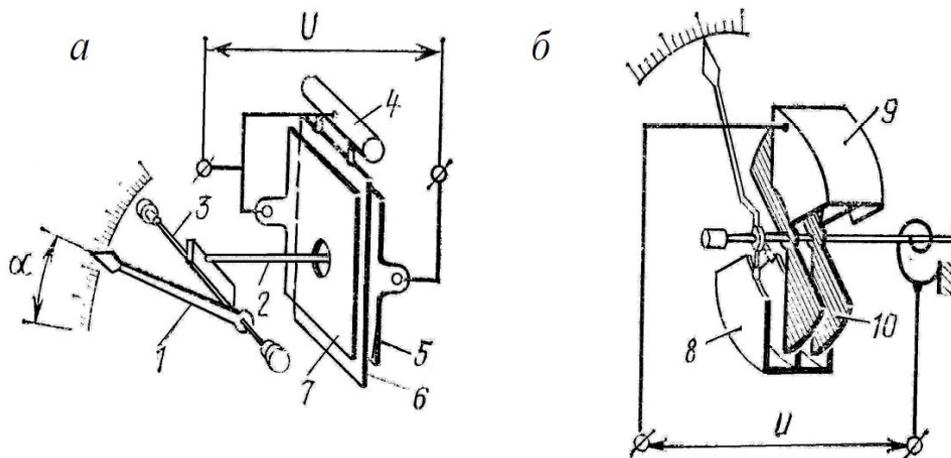


Рис. 3.31. Электростатические измерительные механизмы:

a — с изменяющимся расстоянием; *б* — с изменяющейся активной площадью

Требования правил РС к измерительной аппаратуре

В соответствии с требованиями РС для каждого генератора постоянного тока должны устанавливаться на главном и аварийном распределительных щитах по одному амперметру и вольтметру.

Для каждого генератора переменного тока должны быть установлены на главном распределительном щите и для аварийного генератора на аварийном распределительном щите следующие измерительные приборы:

- амперметр с переключателем для измерения тока в каждой фазе;
- вольтметр с переключателем для измерения фазных или линейных напряжений;
- частотомер (допускается применение одного сдвоенного частотомера для генераторов, работающих параллельно, с переключателем на каждый генератор);
- ваттметр (для мощности свыше 50 кВА) и другие необходимые приборы.

На главном распределительном щите в фидере питания от внешнего источника электрической энергии должны быть предусмотрены:

- коммутационные и защитные устройства;
- вольтметр или сигнальная лампа;
- устройство защиты от обрыва фаз.

Электронные осциллографы

Осциллографы — измерительные приборы, предназначенные для визуального наблюдения графиков и измерения параметров электрических процессов. Основными блоками осциллографа являются (рис. 5.1): электронно-лучевая трубка ЭЛТ; блок усиления БУ, входящий в состав канала вертикального отклонения по оси Y (канал Y), блок развертки БР блок усилителя горизонтального отклонения УГО, который вместе с катодным повторителем КП «X» и парафазным услителем развертки ПУР образует канал X

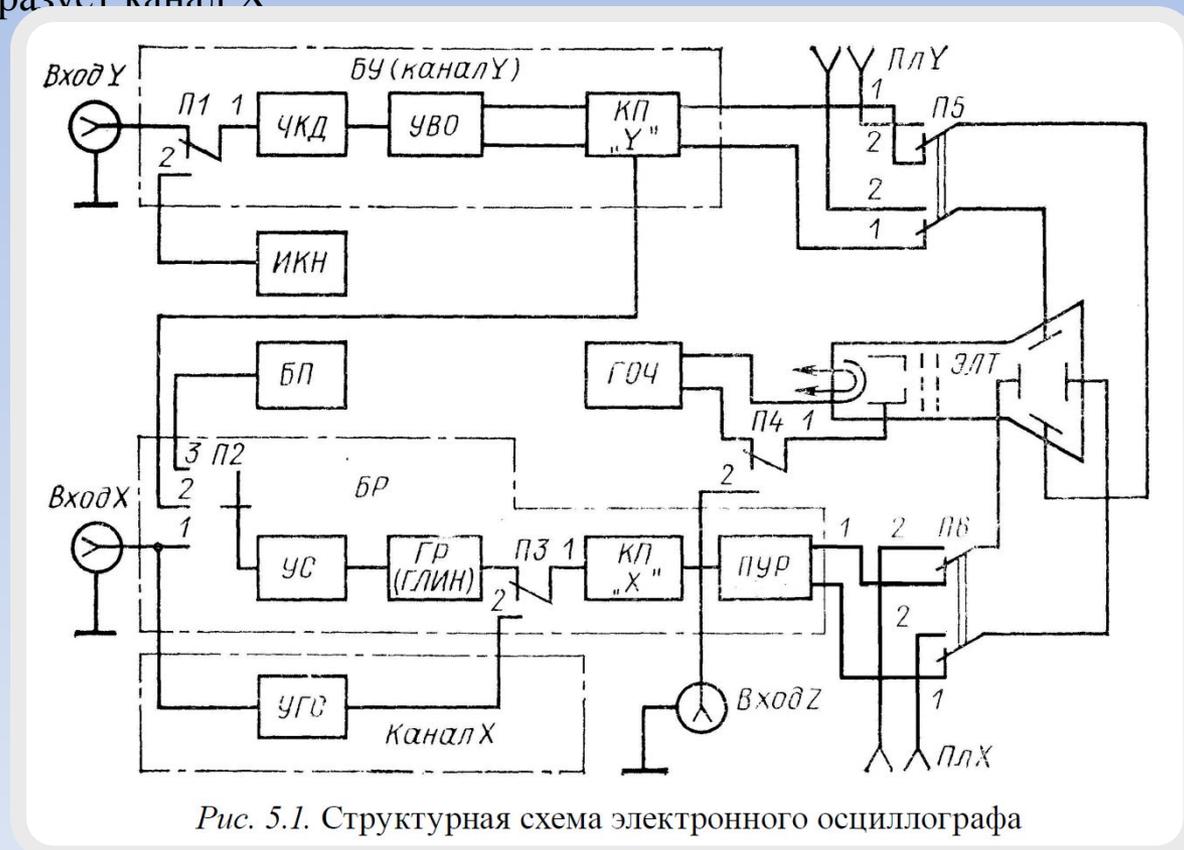


Рис. 5.1. Структурная схема электронного осциллографа

Электронные осциллографы

Электронно-лучевая трубка. Основным узлом осциллографа является электронно-лучевая трубка (рис. 5.2) с электростатическим управлением лучом, т. е. отклонением луча, его яркостью, фокусировкой. Она состоит из подогревателя 1, катода 2, модулятора 3, ускоряющего электрода 4, первого анода 5, второго анода 6, отклоняющих пластин 7 и 8, экрана 9, помещенных в вакуумированную стеклянную колбу 10. Торцевую поверхность цилиндрического катода 2 покрывают составом, увеличивающим его эмиссионную способность, и помещают катод внутрь цилиндра-модулятора, или управляющего электрода 3, на который подается отрицательное относительно катода напряжение, называемое смещением.

Изменяя смещение, можно управлять потоком электронов через отверстие в модуляторе и изменять яркость луча на экране. Кроме того, происходит фокусировка луча благодаря пересечению траекторий электронов в центре отверстия, т. е. модулятор служит первой электронной линзой.

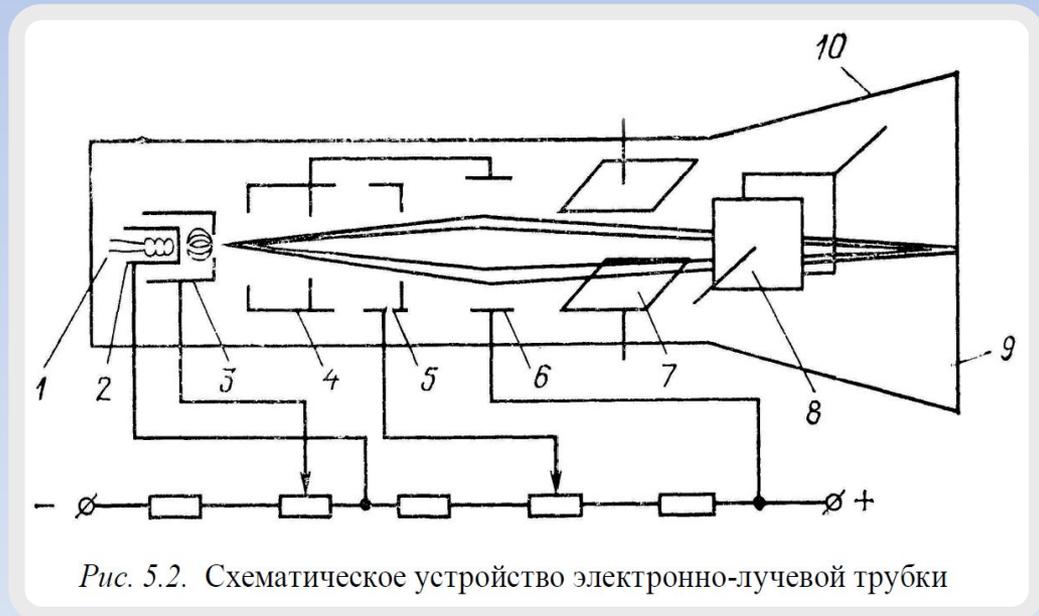


Рис. 5.2. Схематическое устройство электронно-лучевой трубки

Рис. 5.2. Схематическое устройство электронно-лучевой трубки

Электронные осциллографы

Осциллографические измерения

Самая распространенная сфера применения электронного осциллографа - определение с его помощью формы напряжений и токов в электрических цепях в зависимости от времени, т.е. качественная оценка исследуемого процесса. Такая оценка часто является основным средством отыскания неисправности: сравнивая полученные осциллограммы с известными эпюрами напряжений в контрольных точках схемы, удается быстро определить место возникновения неисправности.

Измерения временных параметров сигналов (длительности импульса, его фронта, среза, выброса, искажений). Временные параметры сигналов измеряют при помощи калиброванной линейной развертки или калибрационных меток, подсчитывая их число на измеряемом участке осциллограммы.

Измерение тока. Для наблюдения формы тока и измерения его значения осциллограф в общем случае включают как амперметр с шунтом последовательно с исследуемой цепью, используя в качестве шунта образцовый резистор.

Измерение частоты периодических процессов. Измерение частоты основано на сравнении ее с известной частотой колебаний внутреннего или внешнего генератора образцовой частоты.

Приборы сравнения

Общие сведения

Отличительной особенностью приборов сравнения является непосредственное использование меры в процессе измерения. Процесс измерения заключается в установлении равенства или определенного соотношения между значением измеряемой величины и значением меры. В приборах сравнения, среди которых наибольшее распространение получили мосты и потенциометры (компенсаторы), реализуются самые высокие точности. По роду напряжения питания и по характеру измеряемых величин приборы сравнения подразделяются на приборы постоянного и переменного тока.

Измерительные мосты постоянного и переменного тока

Мостовой измерительной цепью (или просто мостом) принято называть четырехполюсник, к двум зажимам которого подводится питающее напряжение (ток), к двум другим присоединяется указатель равновесия (чувствительный индикатор напряжения или тока), а в одну из его внутренних ветвей включается объект, сопротивление которого измеряется. Принципиальная схема мостов переменного тока подобна схеме мостов постоянного тока, но плечи моста содержат резисторы как активного, так и реактивного сопротивления, а питание осуществляется от источника переменного тока.

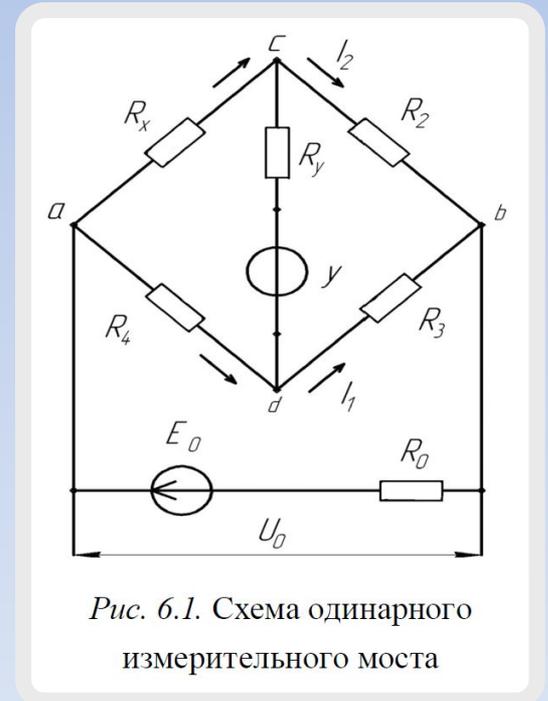


Рис. 6.1. Схема одинарного измерительного моста

Приборы сравнения

Потенциометры постоянного тока

Потенциометр (иногда его называют компенсатором) предназначен для точного измерения электродвижущей силы. Потенциометры постоянного тока основаны на сравнении измеряемого напряжения E_x с падением напряжения, создаваемого током I на части R_K компенсационного резистора (рис. 6.4). Когда эти напряжения равны, ток через указатель равновесия U отсутствует. Если ток I известен, то положение движка реостата однозначно определяет измеряемое напряжение. При равновесии потенциометр не потребляет мощности из цепи измерения, что является его важной особенностью.

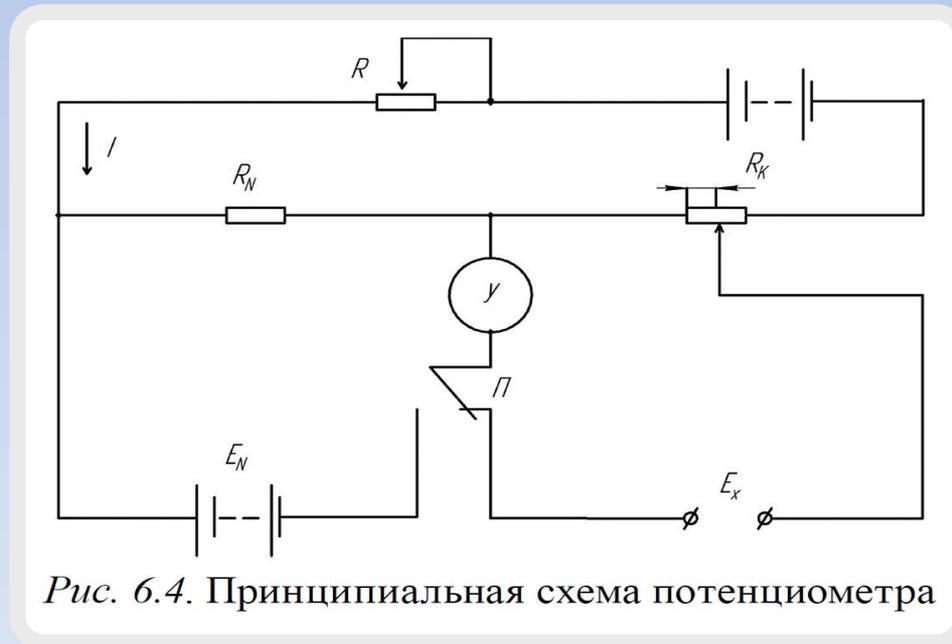
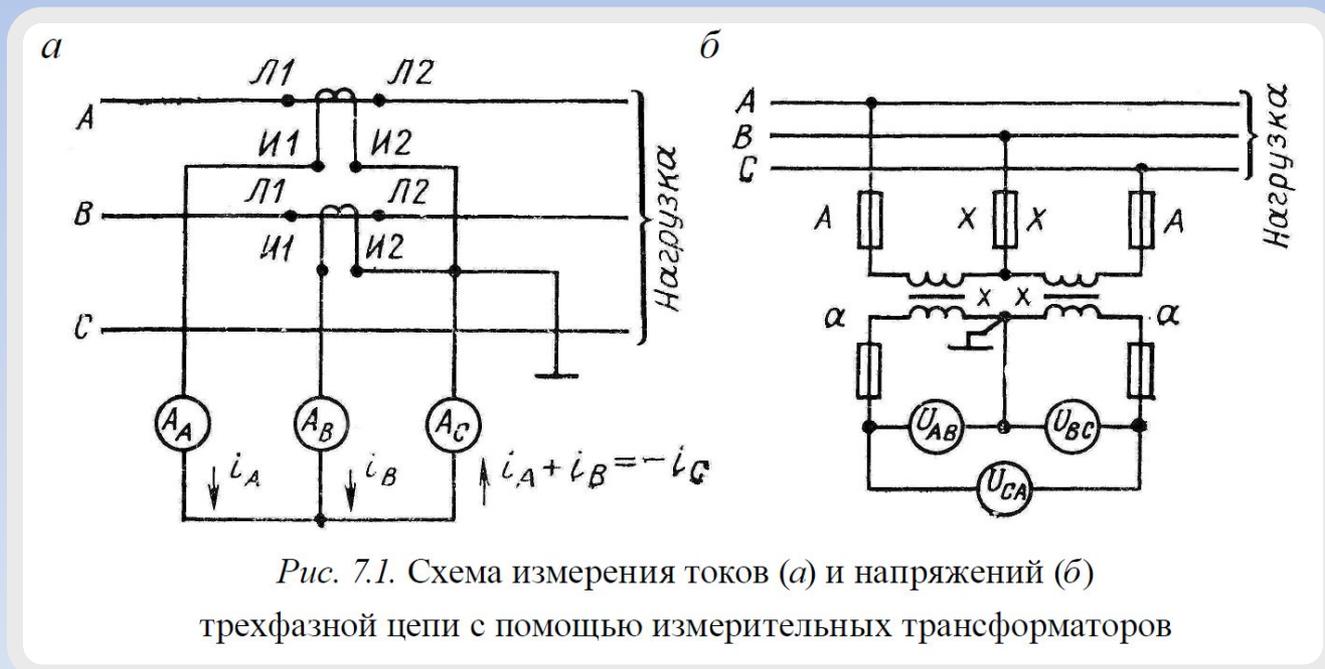


Рис. 6.4. Принципиальная схема потенциометра

Измерение электрических величин

Измерение тока и напряжения

В трехфазных цепях без нулевого провода применяется схема (рис. 7.1, а) с двумя трансформаторами, позволяющая измерять действующие значения токов трех фаз. Измерение трех линейных напряжений может быть выполнено с помощью двух измерительных трансформаторов напряжения, включаемых по схеме, данной на рис. 7.1, б.



трехфазной цепи с помощью измерительных трансформаторов

Рис. 7.1. Схема измерения токов (а) и напряжений (б)

Измерение электрических величин

Измерение активной мощности и энергии в трехфазных цепях

Метод трех ваттметров. Этот способ (рис. 7.2) применяют при соединении нагрузки или генератора звездой с нулевым проводом (четырёхпроводная система). При несимметричной нагрузке, соединенной треугольником, ваттметры должны быть включены в каждую фазу треугольника, что практически не всегда возможно. Недостатком метода трех ваттметров является необходимость установки трех приборов и суммирования их показаний.

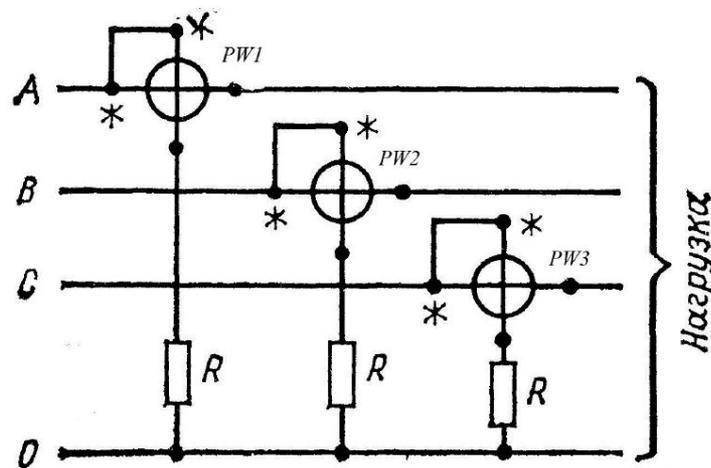


Рис. 7.2. Схема измерения активной мощности трехфазной четырехпроводной цепи тремя ваттметрами

Измерение электрических величин

Измерение активной мощности и энергии в трехфазных цепях

Метод одного ваттметра. В случае соединения приемника звездой при наличии нулевого провода или доступной нулевой точки ваттметры включают по схеме (рис. 7.3, а). Если приемники соединены треугольником или звездой с недоступной нулевой точкой, то применяется схема включения ваттметра с искусственной нулевой точкой (рис. 7.3, б). Применение метода одного ваттметра возможно также при соединении приемников треугольником. Для этого последовательная обмотка ваттметра должна быть включена в одну из его фаз (рис. 7.3, в).

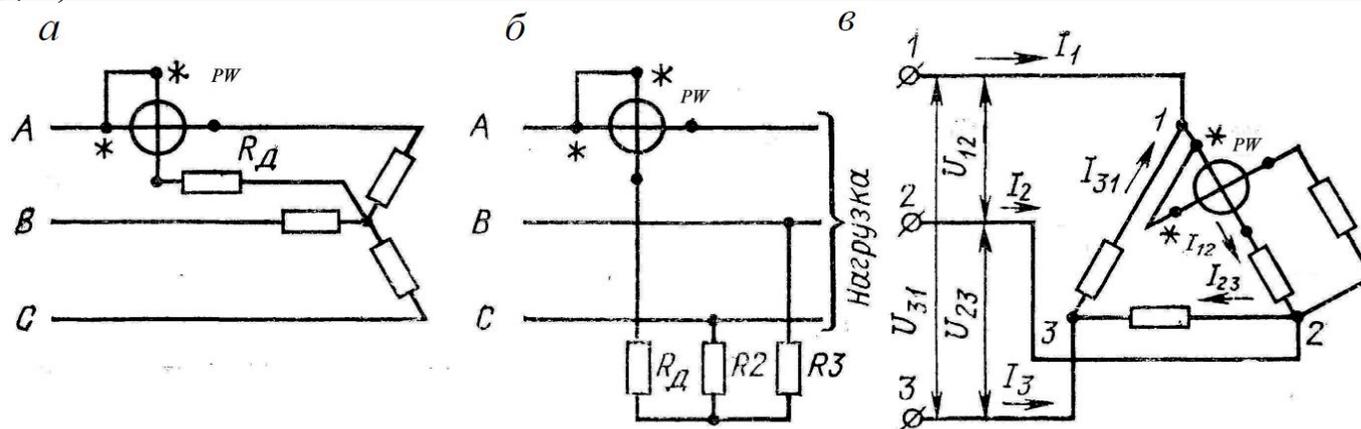


Рис. 7.3. Схема измерения активной мощности трехфазной цепи одним ваттметром при симметричной нагрузке:

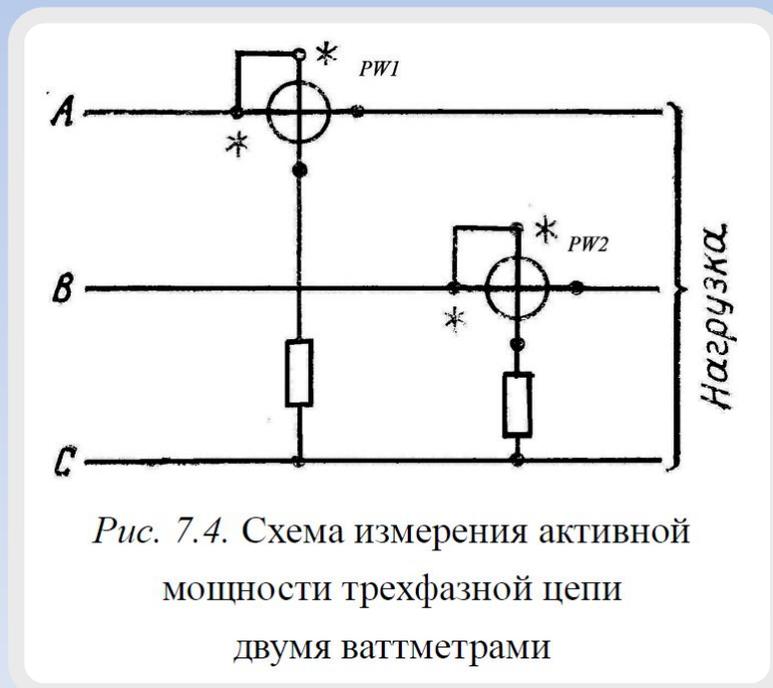
а — при доступной нулевой точке; б — с искусственной нулевой точкой;

в — при соединении треугольником

Измерение электрических величин

Измерение активной мощности и энергии в трехфазных цепях

Метод двух ваттметров не требует ни наличия доступной нулевой точки звезды, ни включения последовательной обмотки прибора в рассечку фазы треугольника. Измерение активной мощности на судах, как правило, выполняется по методу двух ваттметров. При этом для устранения необходимости суммирования показаний измерительные механизмы ваттметров объединяют так, что их подвижные части имеют общую ось. В связи с этим вращающие моменты обоих приборов алгебраически складываются.



Магнитные измерения

Задачи магнитных измерений. Необходимость в измерении магнитных величин на судах возникает при определении характеристик электромагнитных механизмов, магнитных систем и электрических машин.

Классификационная схема основана на делении первичных преобразователей, а затем и приборов по принципу используемого физического явления или эффекта. Согласно этой схеме имеются два основных класса, а также разделяющая их промежуточная группа первичных преобразователей и приборов (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Классификация преобразователей и приборов по виду измеряемого параметра

Магнитные измерения

Баллистический гальванометр

Принципиальная схема использования баллистического гальванометра при измерении магнитного потока приведена на рис. 8.2.

Если изменить поток, сцепленный с витками измерительной катушки ИК, то на ее зажимах возникает ЭДС, которая будет уравновешена активным и реактивным падением напряжения в цепи баллистического гальванометра БГ.

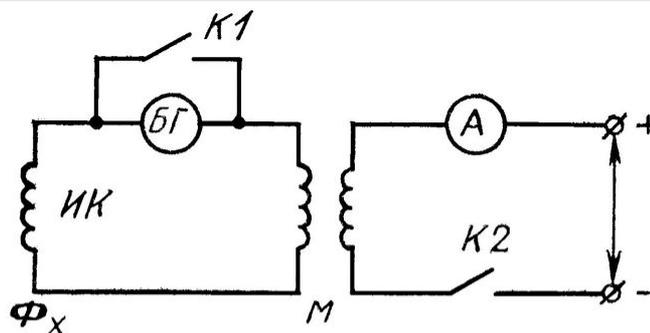


Рис. 8.2. Схема измерения магнитного потока баллистическим гальванометром:

ИК — измерительная катушка;

БГ — баллистический гальванометр;

М — катушка взаимной индуктивности;

А — амперметр

Магнитные измерения

Веберметр

В магнитоэлектрическом веберметре используется измерительный механизм магнитоэлектрической системы с противодействующим моментом, близким к нулю, и большим моментом электромагнитного торможения (рамка веберметра замкнута на измерительную катушку, имеющую обычно малое сопротивление). Изменение угла отклонения подвижной части веберметра обратно пропорциональна потокосцеплению рамки.

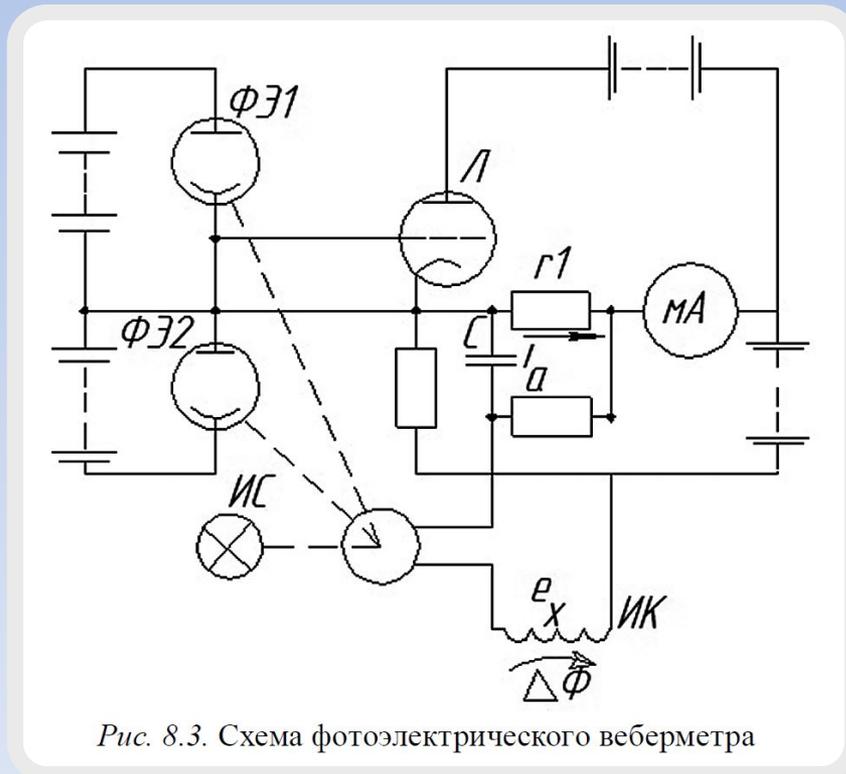


Рис. 8.3. Схема фотоэлектрического веберметра

Магнитные измерения

Измерение напряженности и магнитодвижущей силы магнитного поля

Напряженность магнитного поля можно измерять, используя индукционный метод. Во избежание погрешностей при измерениях в не однородных магнитных полях необходимо использовать измерительные катушки минимальных размеров. Феррозонды, являются разновидностью ферроиндукционных преобразователей. Наиболее распространены преобразователи с магнитным возбуждением (рис. 8.4).

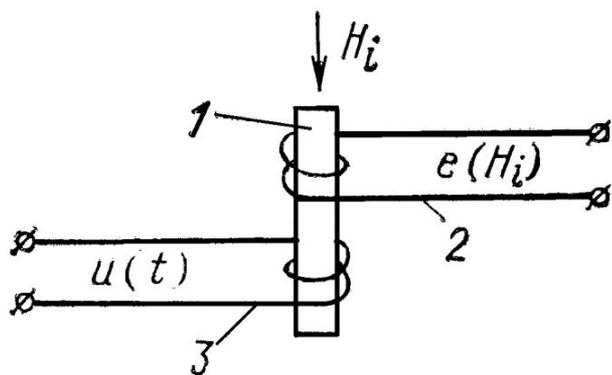


Рис. 8.4. Ферроиндукционный преобразователь с магнитным возбуждением

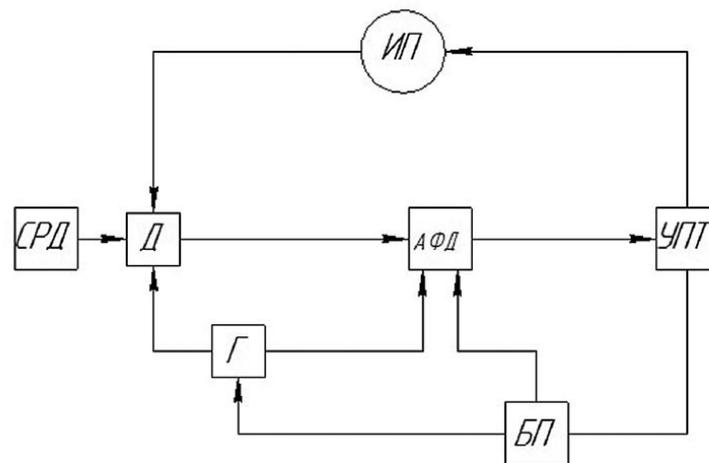


Рис. 8.5. Функциональная схема феррозондового компенсационного магнитометра

Магнитные измерения

Измерение напряженности и магнитодвижущей силы магнитного поля

Для измерения магнитной индукции и напряженности магнитного поля в настоящее время используют эффект Холла. Принцип действия преобразователей Холла основан на использовании физического явления, заключающегося в появлении поперечной разности потенциалов (ЭДС Холла) на краях проводящей пластины, помещенной в магнитное поле, при условии, что по пластине протекает электрический ток.

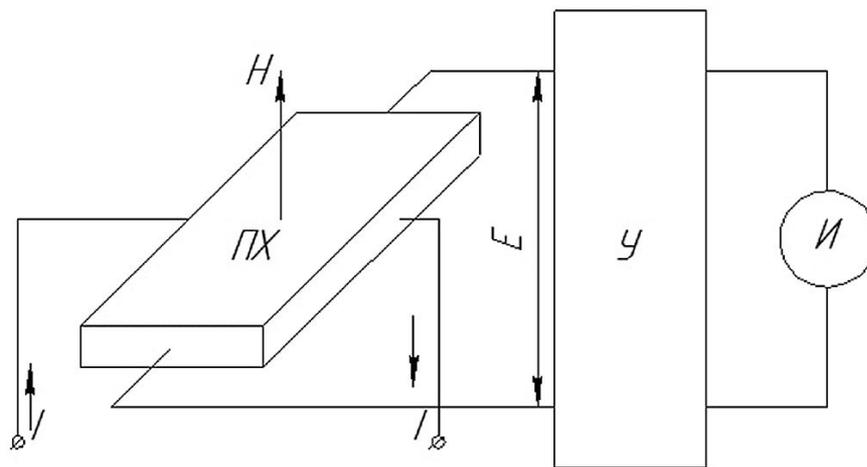


Рис. 8.6. Принципиальная схема прибора для измерения индукции и напряженности магнитного поля, основанного на эффекте Холла:

ПХ — преобразователь Холла; У — усилитель;

И — показывающий прибор

И — показывающий прибор

Электрическое измерение неэлектрических величин

Тензорезистивные преобразователи

Резистивные преобразователи, применяемые для электрического измерения деформаций деталей машин, механизмов и элементов металлических конструкций, а также механических напряжений и сил, вызывающих эти деформации, называются тензорезистивными, или тензорезисторами.

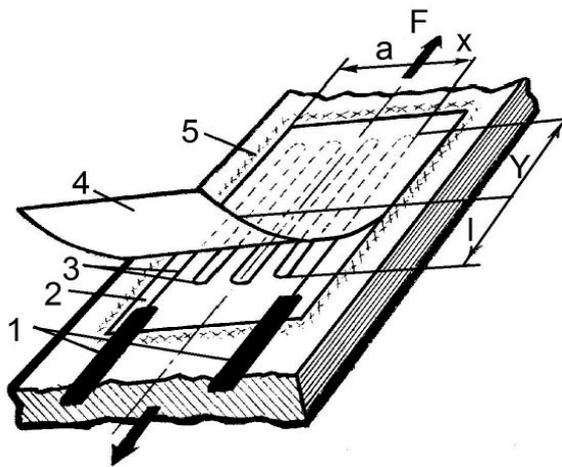


Рис. 9.3. Устройство проволочного тензорезистора

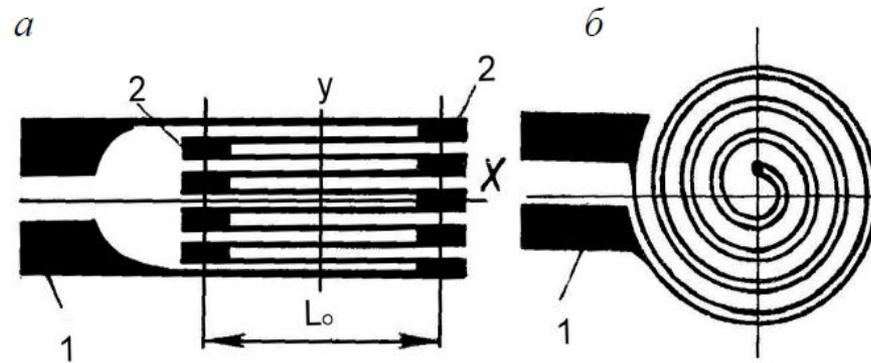


Рис. 9.4. Устройство тензорезисторов из фольги:

a — предназначенных для исследования деталей прямоугольной формы;

б — то же, для мембран манометров;

1 — выводы тензорезисторов; *2* — расширенные участки фольги

γ — выводы тензорезисторов; *з* — расширенные участки фольги

б — то же, для исследования мембран манометров;

а — предназначенных для исследования деталей прямоугольной формы;

тензорезисторы

Электрическое измерение неэлектрических величин

Индуктивные и взаимноиндуктивные преобразователи

Индуктивными называются первичные измерительные преобразователи, у которых под влиянием преобразуемой неэлектрической величины изменяется индуктивность или коэффициент взаимной индукции. Такие преобразователи применяются для преобразования перемещений контролируемых объектов, механических сил и вращающих моментов в электрические величины.

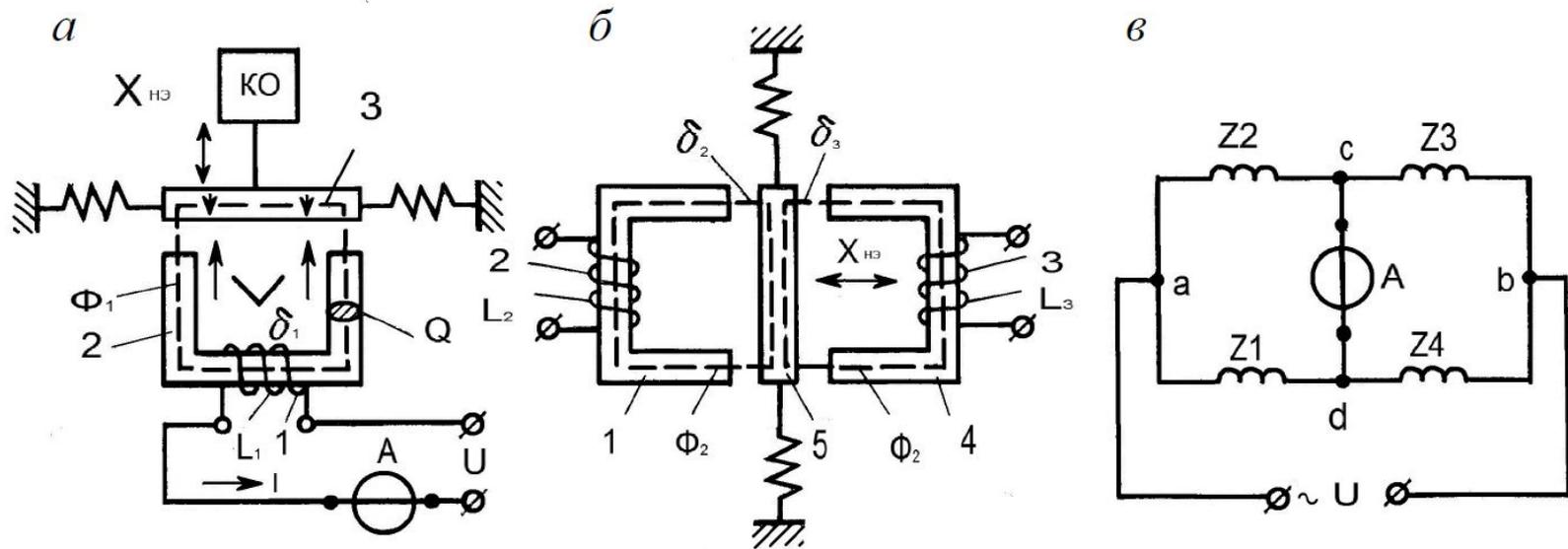


Рис. 9.6. Устройство и схемы включения индукционных преобразователей

Электрическое измерение неэлектрических величин

Индукционные генераторные преобразователи

Если индукционные измерительные преобразователи преобразуют неэлектрическую величину в ЭДС, возникающую согласно закону электромагнитной индукции, то такие преобразователи относят к группе генераторных.

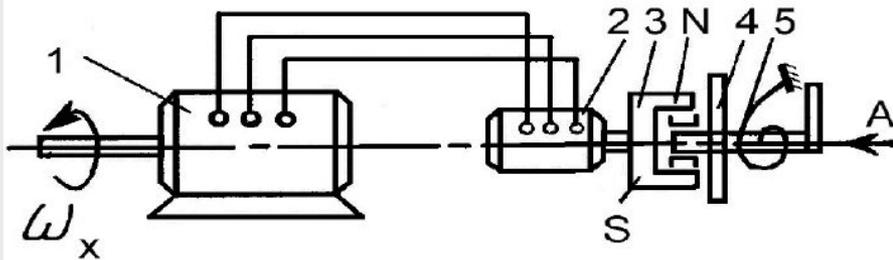


Рис. 9.10. Трехфазный индукционный тахометр

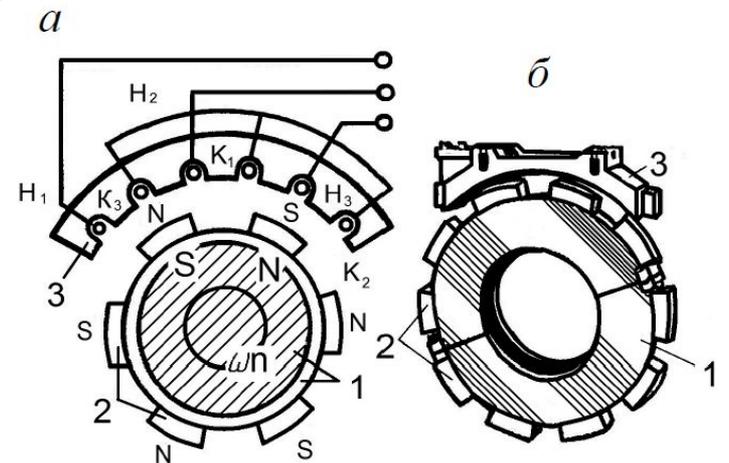


Рис. 9.11. Устройство дугостаторного тахогенератора:
а — схема; б — общий вид

Цифровые электроизмерительные приборы

На морских судах в последние десятилетия используются цифровые электроизмерительные приборы (ЦП), у которых измеряемая величина представляется на индикаторе в цифровой форме. Во входной цепи ЦП устанавливается аналого-цифровой преобразователь (АЦП), а на выходе индикатор, а обработка сигнала обычно выполняется контроллером. АЦП выдает код в соответствии со значением измеряемой величины, а индикатор отражает это значение в цифровом виде. Далее рассматривается один из методов преобразования значений непрерывных измеряемых величин в цифровой код.

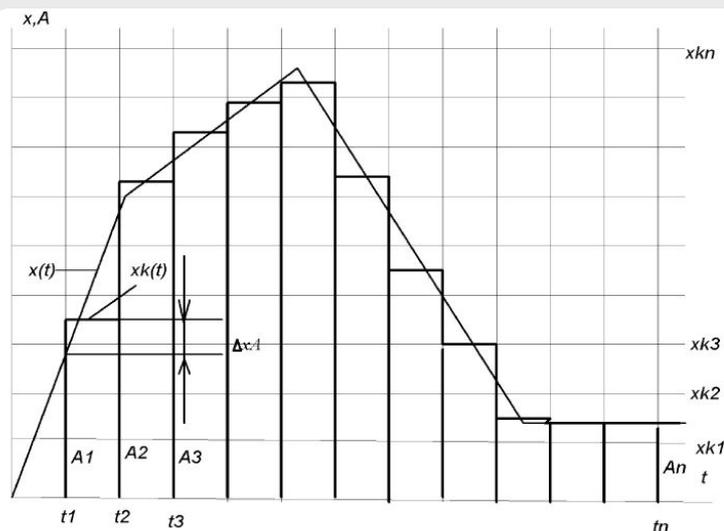


Рис. 10.1. Квантование по уровню и дискретизация во времени непрерывной измеряемой величины

Цифровые электроизмерительные приборы

Времяимпульсный метод

В основе метода лежит принцип преобразования величины входного напряжения во временной интервал, который заполняется импульсами фиксированной частоты. Эти импульсы подсчитываются счетчиком, и их количество служит цифровым эквивалентом аналоговой величины. Иногда такие АЦП называют преобразователями с одностадийным (одноэтапным) интегрированием.

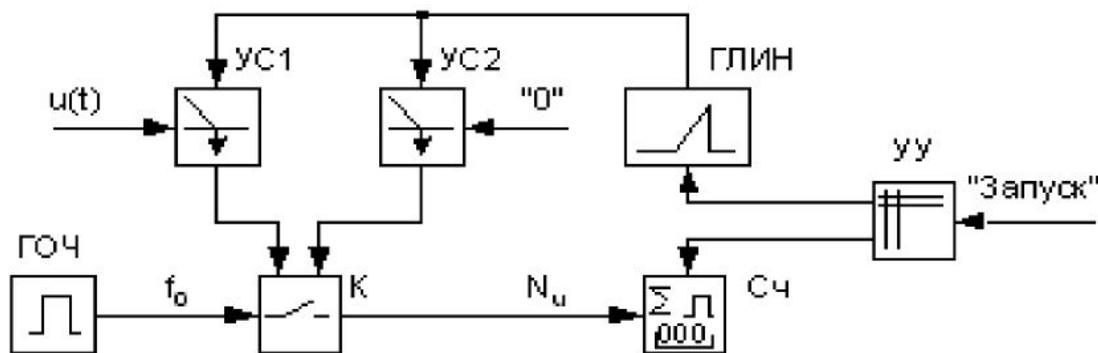


Рис. 10.3. Структурная схема АЦП с времяимпульсным преобразованием:

УС1, УС2 — устройства сравнения;

ГЛИН — генератор линейно изменяющегося напряжения;

ГОЧ — генератор образцовой частоты; К — электронный ключ;

Сч — счетчик; УУ — устройство управления;

$u(t)$ — аналоговое входное напряжение, В; f_0 — образцовая частота, Гц;

$N_{\text{и}}$ — количество импульсов образцовой частоты

Цифровые электроизмерительные приборы

Времяимпульсный метод

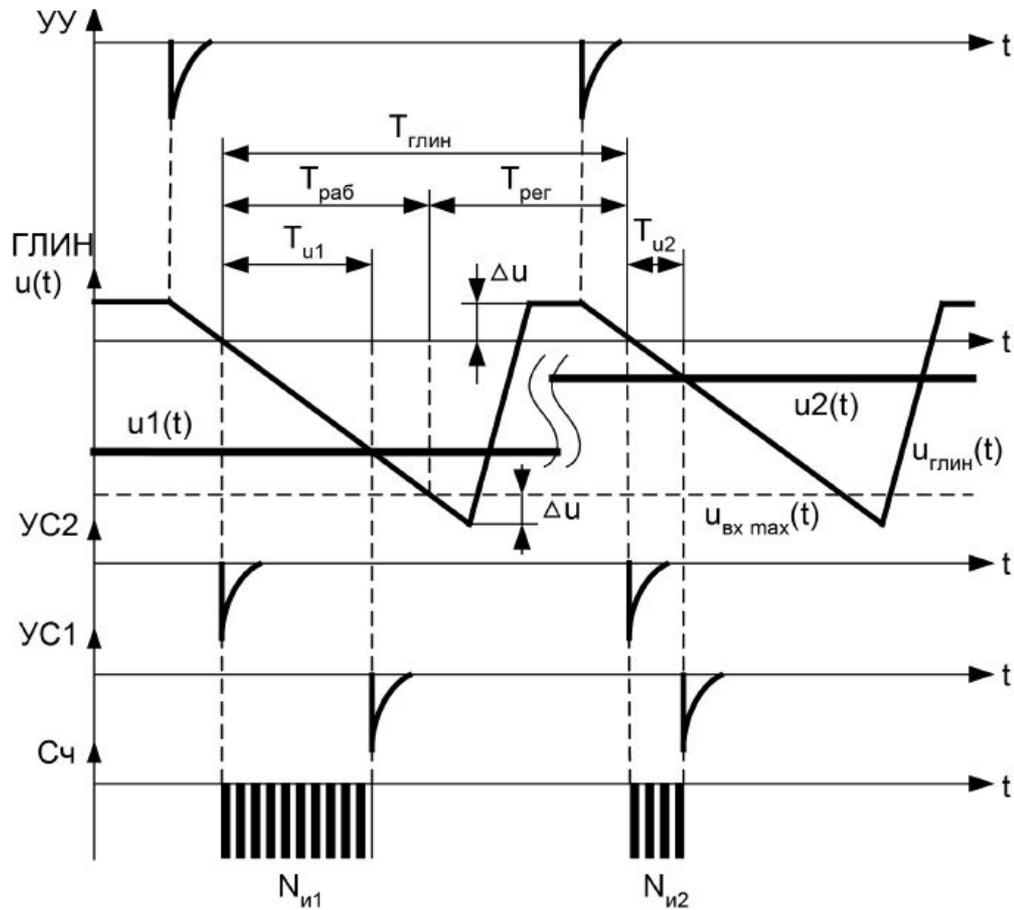
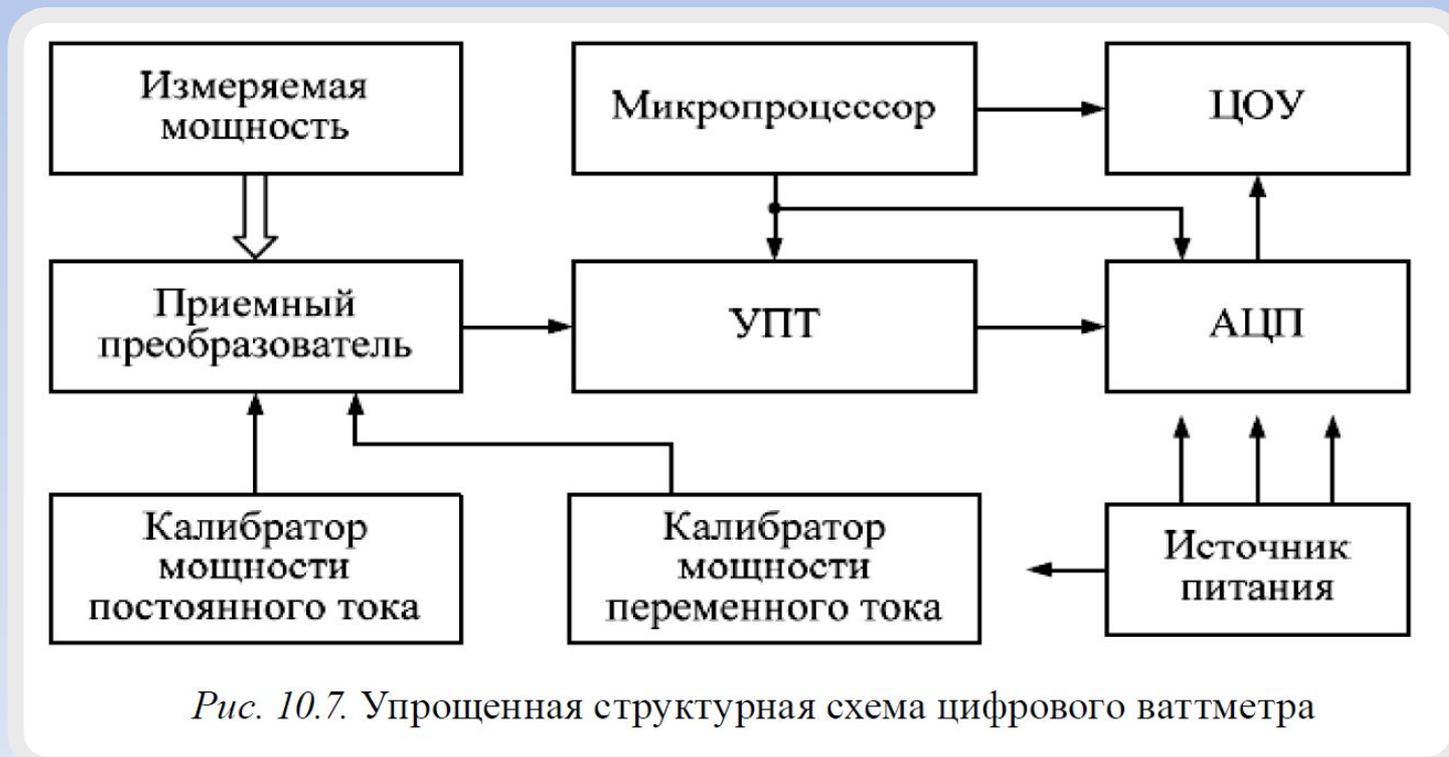


Рис. 10.4. Временные диаграммы работы АЦП с времяимпульсным преобразованием

Цифровые электроизмерительные приборы

В качестве примера ЦП рассмотрим цифровой ваттметр, схема которого приведена на рис. 10.7 [12]. Основным элементом схемы ваттметра является микропроцессор. Усилитель постоянного тока (УПТ) усиливает выходное напряжение термоэлектрического приемного преобразователя до значения, обеспечивающего устойчивую работу блока АЦП. Напряжение, пропорциональное значению измеряемой мощности, преобразуется с помощью времяимпульсного преобразователя (на схеме не показан) в интервал времени, который заполняется импульсами опорной частоты. Число импульсов, пропорциональное измеряемой мощности, отображается на цифровом отсчет.



Стандартизация и сертификация

Основные положения Закона «О техническом регулировании»

Закон предусматривает разработку декларации о соответствии - документа, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

Под сертификацией в данном законе понимается подтверждение соответствия - документальное удостоверение соответствия продукции и всех перечисленных выше действий требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

Стандартизация по закону 184-ФЗ - деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Техническое регулирование по закону 184-ФЗ - правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции и всем действиям, связанным с её созданием и эксплуатацией, а также в области установления и применения требований на добровольной основе.

Технический регламент - документ, который принят международным договором Российской Федерации, подлежащим ратификации, который устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования.

Стандартизация и сертификация

Методы стандартизации

Метод стандартизации – это приём или совокупность приёмов, с помощью которых выполняются принципы и достигаются цели стандартизации.

Классификация – разделение множества объектов на подмножество по их сходству или различию в соответствии с принятыми методами.

Кодирование – образование и присвоение кода классифицированной группировке и(или) объекту классификации.

Каталогизация – одна из форм информационных технологий. В основу каталогизации положены работы по классификации и кодированию.

Систематизация – расположение объектов стандартизации в определённом порядке и последовательности. При этом образуется чёткая и удобная для пользования система.

Типизация – метод стандартизации, заключающийся в разработке и установлении типовых конструктивных, технологических и организационных решений, согласно которым они могут быть приняты за образец по ряду характерных признаков.

Организационно-функциональная структура ГСС

- Национальный орган по стандартизации (Росстандарт)
- Научно-исследовательские организации по стандартизации
- Технические комитеты по стандартизации (ТК)
- Разработчики стандартов

Сертификация — форма осуществления органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров. При этой форме подтверждение осуществляется третьей стороной — органом по сертификации.

Судовой электромеханик должен быть знаком с содержанием следующих Технических регламентов имеющих статус Законов РФ:

Технический регламент о безопасности объектов морского транспорта (утв. постановлением Правительства РФ от 12 августа 2010 г. N 620)

Технический регламент Таможенного союза "Электромагнитная совместимость технических средств" (ТР ТС - 020 - 2011)

Технический регламент "О безопасности низковольтного оборудования»

Библиографический список

1. Современная энциклопедия промышленности России [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.wiki-prom.ru/>.
2. Семенов С. П. Судовые электроизмерительные приборы и информационные системы: учебник / С. П. Семенов, А. В. Горелейченко, Э. Ю. Богачев. – М.: Транспорт, 1982. – 238 с.
3. Об обеспечении единства измерений: федеральный закон Рос. Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ.
4. РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 1999. – 119 с.
5. ISO 31-0:1992. Quantities and units. Part 0. – General principles, 1992. –
6. Международный словарь основных и общих терминов в метрологии. – ИСО, 1993
7. Данилов А. Современные промышленные датчики тока / С. П. Семенов // Современная электроника. – 2004. – Окт. – С. 26–35.
8. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской регистр судоходства, 2013 – Т. 2. – 721 с.
9. Правила техники безопасности на судах ММФ. РД 31.21.30-83/ММФ. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1985.
10. Правила технической эксплуатации судового электрооборудования. РД 31.21.30-97. – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 1997.
11. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учеб. пособие / К. К. Ким [и др.]. – СПб.: Питер, 2006. – 368 с.
12. Метрология и электрические измерения: учеб. пособие / Е. Д. Шабалдин [и др.]; под ред. Е. Д. Шабалдина. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2006. – 282 с.
13. Устинов А. А. Аналого-цифровые преобразователи в судовых информационно-измерительных системах: учеб. пособие / А. А. Устинов. – СПб.: ГМА имени адмирала С. О. Макарова, 2006. – 50 с.
14. Куликовский К. Л. Методы и средства измерений: учеб. пособие для вузов / К. Л. Куликовский, В. Я. Купер. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 448 с.

Библиографический список

15. Никамин В. А. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи: справ. / В. А. Никамин. – СПб.: Корона Принт; М.: Альтекс-А, 2003. – 224 с.
16. Гусев В. Г. Электроника: учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 622 с.
17. [rudocs.exdat.com>docs/index-37717.html](http://rudocs.exdat.com/docs/index-37717.html)
18. О техническом регулировании: федеральный закон Рос. Федерации от 2002 г. № 184-ФЗ.
19. Государственный реестр технических регламентов: указатель / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2013.
20. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация, сертификация / Ю. В. Димов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 432 с.
21. Иванов В. А. Прикладная метрология: учеб. пособие / В. А. Иванов, М. Я. Марусина, В. Л. Ткалич. – СПб.: СПбГИТМО(ТУ), 2003. – 104 с.
22. Пономарев С. В. Метрология, стандартизация, сертификация: учебник для вузов / С. В. Пономарев, Г. В. Шишкина, Г. В. Мозгова. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2010. – 96 с.
23. Сергеев А. Г. Метрология: учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин. – М.: Логос, 2000. – 408 с.
24. ГОСТ Р 1.0-2004. Стандартизация в РФ. Основные положения.
24. Крылова А. Г. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учебник для вузов / А. Г. Крылова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 711 с.
25. Международный стандарт ИСО 31 (0-13) «Величины и единицы». – 1992.
26. Международный стандарт ИСО 1000 «Единицы СИ и рекомендации для использования их дольных, кратных и других единиц». – 1992.

Авторы учебника:

Быков Алексей Сергеевич, профессор кафедры основ судовой электроэнергетики, кандидат технических наук

Семёнов Сергей Петрович, кандидат технических наук

Устинов Алексей Александрович, доцент кафедры основ судовой электроэнергетики, кандидат технических наук