

2.2. Измерение напряжений и токов электронными аналоговыми приборами

АНАЛОГОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ

Электронные аналоговые вольтметры классифицируются:

1) **по видам:**

- 1.1. постоянные (В2);
- 1.2. переменные (В3);
- 1.3. импульсные (В4);
- 1.4. фазочувствительные (В5);
- 1.5. селективные (В6);
- 1.6. универсальные (В7);

2) **по типу индикатора:**

- 2.1. стрелочные;
- 2.2. цифровые;

3) **по методу измерения:**

- 3.1. приборы непосредственной оценки;
- 3.2. приборы сравнения;

4) **по измеряемому параметру напряжения** (определяется типом детектора):

- 4.1. пиковые (амплитудные);
- 4.2. среднеквадратические (действующего значения);
- 4.3. средневыврямленные;

5) **по схеме входа:**

- 5.1. с открытым входом (пропускают на вход прибора постоянную составляющую измеряемого напряжения);
- 5.2. с закрытым входом.

Наиболее распространенными и надежными являются аналоговые электронные вольтметры. Структурная схема аналогового электронного вольтметра (рисунок 8):

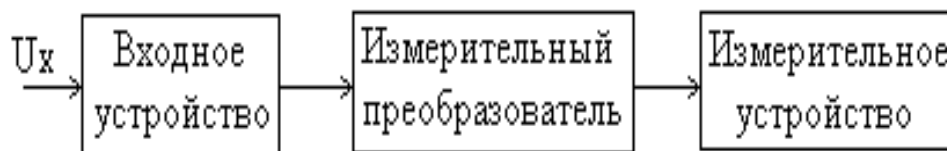


Рисунок 8 - Структурная схема аналогового электронного вольтметра

Входное устройство представляет собой аттенуатор (делитель напряжения), с помощью которого расширяются пределы измерения вольтметра.

В качестве измерительного преобразователя применяют:

- в вольтметрах постоянного тока — усилители постоянного тока;

- в вольтметрах переменного тока – детекторы в сочетании с усилителями постоянного или переменного тока;
- в селективных вольтметрах преобразователь помимо детектирования и усиления должен обеспечивать избирательность сигнала по частоте;
- в фазочувствительных вольтметрах – давать возможность изменения амплитудных и фазовых параметров исследуемого сигнала.

Вольтметры переменного и импульсного тока в зависимости от назначения могут проектироваться по двум структурным схемам:

1) с детектором на входе (схема имеет широкий частотный диапазон, но недостаточно высокую чувствительность) (рисунок 9)

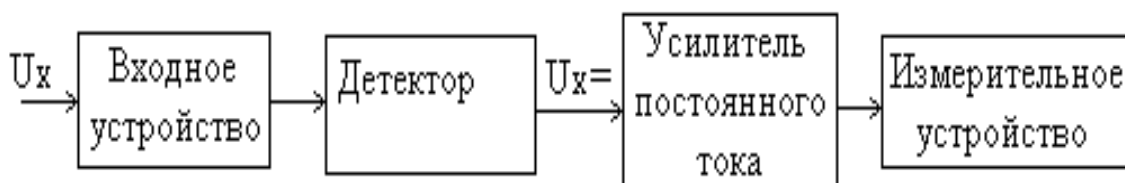


Рисунок 9 - Структурная схема вольтметра с детектором на входе

2) с усилителем переменного тока на входе (схема имеет более высокую чувствительность, но сравнительно узкий частотный диапазон) (рисунок 10)

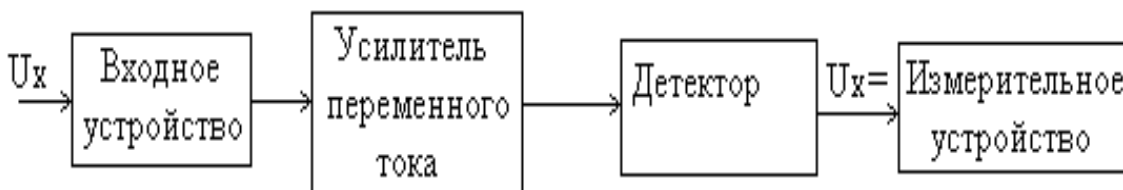


Рисунок 10 - Структурная схема вольтметра с усилителем переменного тока на входе

Вопросы для самопроверки:

1. Классификационные признаки электронных вольтметров.
2. Их классификация по частотному диапазону и по способу измерения.
3. Классификация по назначению и по характеру измеряемого напряжения.

ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ МИЛЛИАМПЕРМЕТРЫ

Используются для измерения тока звуковых частот (НЧ – 20Гц-20кГц, ультразвук – 20кГц-200кГц). Принцип их работы основан на использовании выпрямительных свойств полупроводникового диода. Постоянная составляющая выпрямленного диодом тока измеряется приборами магнитоэлектрической системы.

Особенности выпрямительных приборов:

1. Градуируются в среднеквадратических значениях измеряемого тока.
2. Шкалы приборов на постоянных и переменных токах различны.
3. Имеют высокую чувствительность.

4. Классы точности: 1,5; 2,5.
5. Диапазон рабочих частот до 200кГц.
6. Показания приборов не зависят от формы кривой измеряемой величины.

7. Широкие пределы измерений: тока: 0,2мА – 10А; напряжения: 0,3В – 100В.

Применение: для измерений синусоидальных токов и напряжений; для создания комбинированных приборов (тестеров).

1. Однополупериодная схема измерения (рисунок 11-12).

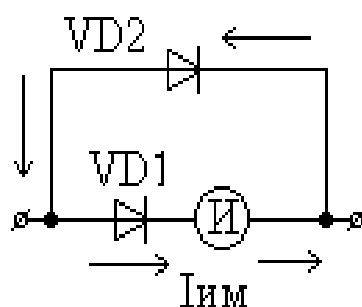


Рисунок 11 - Однополупериодная схема измерения

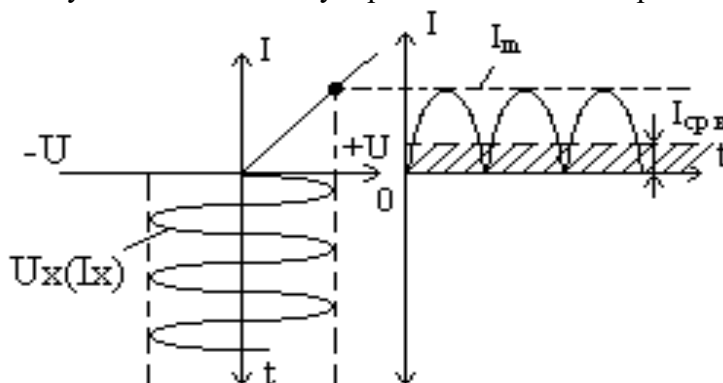


Рисунок 12 – Диаграмма однополупериодной схемы измерения

Через диод VD1 проходит положительная полуволна. Для уменьшения вероятности пробоя диода VD1 полуволной обратного тока, а также для уменьшения сопротивления схемы в отрицательный полупериод, основной диод и измеритель шунтируются диодом VD2, который имеет малое сопротивление для полуволны обратного тока.

2. Двухполупериодная схема измерения (рисунок 13-14).

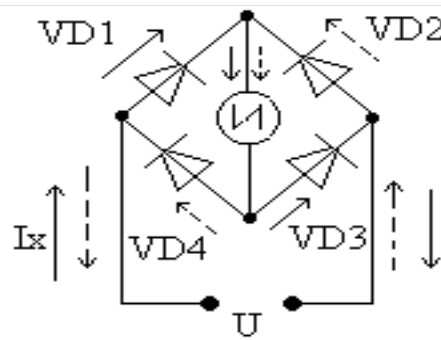


Рисунок 13 - Двухполупериодная схема измерения

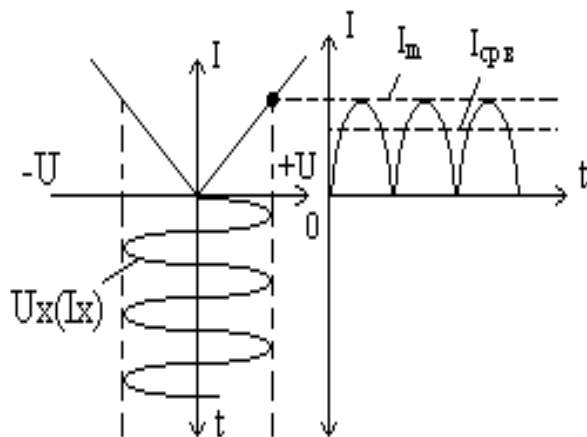


Рисунок 14 – Диаграмма двухполупериодной схемы измерения

Между амплитудным I_m , действующим I_d и средневывпрямленным значением $I_{ср. в.}$ тока при однополупериодной схеме выпрямления существует следующая зависимость при синусоидальной форме тока:

$$I_m = \sqrt{2} I_d$$

$$I_{ср. в.} = I_m / \pi$$

$$I_d = 2,22 I_{ср. в.}$$

При двухполупериодном выпрямлении $I_d = 1,11 I_{ср. в.}$

Вопросы для самопроверки:

1. Применение выпрямительных миллиамперметров.
2. Их особенности.
3. Однополупериодная схема выпрямления.
4. Двухполупериодная схема выпрямления.

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Для измерения тока высокой частоты применяют термоэлектрические амперметры. Термоэлектрический прибор состоит из термопреобразователя и прибора магнитоэлектрической системы. Простейший термопреобразователь содержит подогреватель и термопару из двух разнородных проводников, спаянных между собой (рисунок 15).

прибор магнитоэлектрической системы

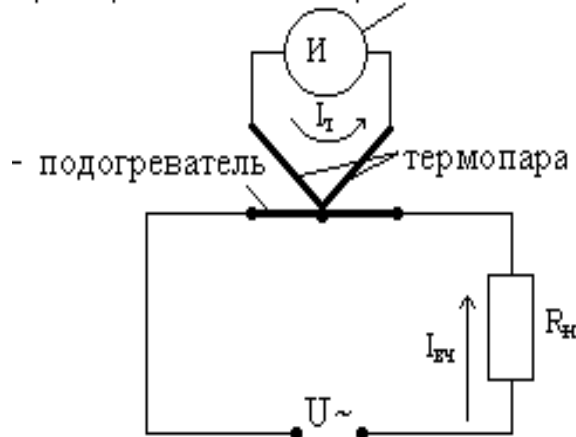


Рисунок 15 – Конструкция термоэлектрического прибора

Если место спая подогревателя и термопары нагреть, то в пограничном слое этих соприкасающихся проводников возникает термо-ЭДС постоянного направления, величина которой зависит от свойств проводников термопары и разности температур горячего спая и холодных концов термопары. Если через подогреватель термоэлемента пропускать измеряемый ток высокой частоты, то вследствие нагрева спая в цепи термопары и прибора будет протекать термоток постоянного напряжения и прибор даст соответствующее показание.

Для увеличения чувствительности термоэлектрических приборов термопару изготавливают из возможно более тонких проводников. Сам нагреватель изготавливают из нихрома, с большим удельным сопротивлением, а термопару из сплава: золото-платина-палладий-платинородий (сплав дает высокую термо-ЭДС).

Особенности:

1. Шкала квадратичная (сжата вначале): $\alpha = S \cdot I_{\text{ср.кв}}^2$
2. Возможность измерения токов очень высокой частоты.
3. Малая перегрузочная способность.
4. Классы точности: 1; 1,5 (высокие в широком диапазоне частот)
5. Показания приборов не зависят от формы кривых токов и напряжений.
6. Зависимость показания прибора от внешней температуры.
7. На основе термоэлектрических амперметров можно реализовать термо-электрические вольтметры, но на практике их не используют из-за значительной частотной зависимости сопротивления добавочного резистора.

Для расширения пределов измерения токов высокой частоты используют трансформаторы и реактивные делители тока.

По своему устройству термоэлектрические элементы разделяются на два типа: контактные и бесконтактные.

Вопросы для самопроверки:

1. Принцип действия термоэлектрических приборов.
2. Их особенности.
3. Как увеличить чувствительность термоэлектрического преобразователя?
4. Возможно ли на практике реализовать термоэлектрические вольтметры?