

Лабораторная работа № 4

РАСШИРЕНИЕ ПРЕДЕЛА ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТМЕТРА

Цель работы: изучение методов расширения пределов измерения вольтметров; изучение методов расчета сопротивления добавочных резисторов.

Краткие теоретические сведения

Резистор, включенный последовательно с измерительным механизмом (ИМ), вращающий момент которого зависит от тока, и используемый для измерения напряжения называется добавочным резистором. Его основное назначение - преобразовать напряжение в ток.

Ток I_0 в цепи ИМ (рисунок 1) определяется уравнением преобразования:

$$I_0 = \frac{U_X}{R_{\text{ИМ}} + R_{\text{Д}}}, \quad (1)$$

где U_X - измеряемое напряжение;

$R_{\text{ИМ}}$ - сопротивление ИМ;

$R_{\text{Д}}$ - сопротивление добавочного резистора.

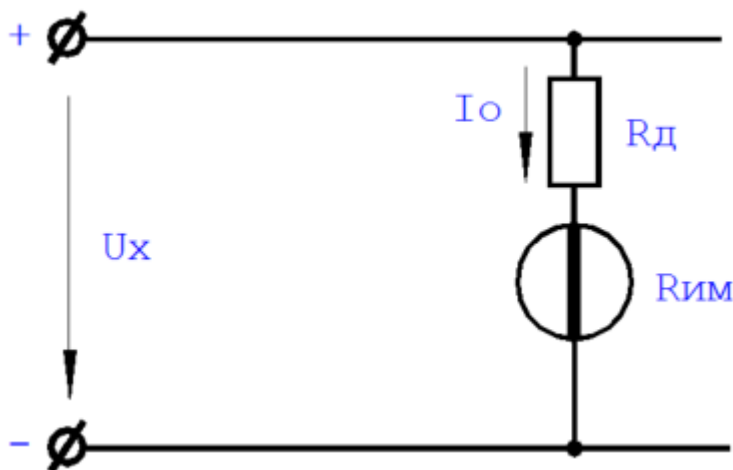


Рисунок 1 – Схема с добавочным резистором

Добавочные резисторы служат также для расширения пределов измерения по напряжению уже готовых вольтметров и других приборов, например ваттметров, фазометров, имеющих параллельные цепи, включаемые под напряжение.

Если вольтметр имеет номинальный предел измерения U_N и сопротивление $R_{\text{ИМ}}$ и нужно расширить предел до $U'_N > U_N$, то справедливо равенство:

$$\frac{U_H}{R_{\text{ИМ}}} = \frac{U'_H}{R_{\text{ИМ}} + R'_D} \quad (2)$$

Отсюда сопротивление резистора:

$$R'_D = R_{\text{ИМ}} \cdot (n - 1) \quad (3)$$

где $n = U'_H / U_H$ - и обычно называется множителем шкалы.

Добавочные резисторы изготавливаются обычно из манганиновой проволоки, намотанной на каркас из изоляционного материала.

У вольтметров с верхним пределом измерения до 300В добавочные резисторы встраивают внутри корпуса прибора. При устройстве вольтметров с пределом измерения свыше 300В добавочные резисторы из-за их размеров и по условиям охлаждения устанавливают вне корпуса прибора.

В зависимости от точности подгонки добавочные резисторы подразделяются на классы: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0.

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему, представленную на рисунке 2. В качестве прибора будет использован вольтметр PV1 включенный на диапазоне 25 В с добавочным резистором R Д1. В качестве контрольного будет прибор PV3.

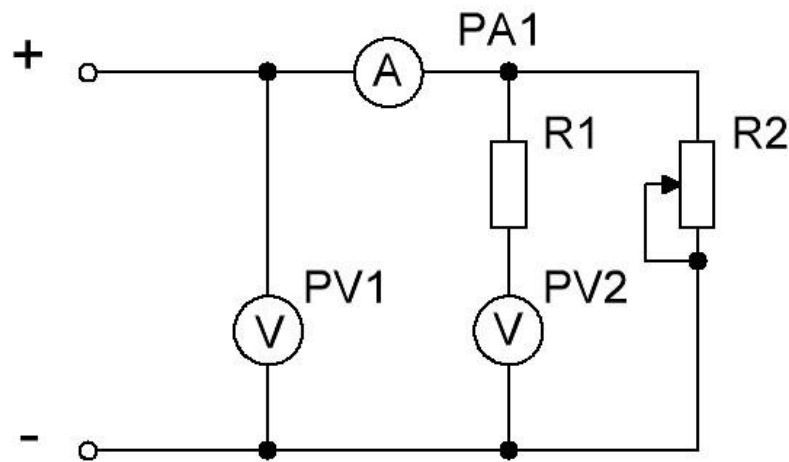


Рисунок 2 - Электрическая схема стенда

2. Включить тумблер SA11 в среднее положение 25 В (SA10 вниз).
3. Установить номинал сопротивления R1 равным 10кОм (переключатель x1000 в блоке R2 в положение 10).

Значение сопротивления R2 изменяется галетными переключателями 1x1000, 1x100, 1x10, 1x1 в следующем виде: $R2 = 1000 \cdot n \text{ 1x1000} + 100 \cdot n \text{ 1x100}$

$+10 \cdot n \ 1 \times 10 + n \ 1 \times 1$ Ом соответственно для каждого переключателя, где n – положение каждого

переключателя соответственно.

4. Перед включением стенда убедиться, что все остальные переключатели находятся в начальном положении (выключены).

5. Включить стенд автоматическим выключателем QF1.

6. Убедиться, что регуляторы напряжения ЛАТРа находятся в начальных положениях «0» (в крайнем левом положении).

7. Подключить питание ЛАТРа TV1 к исследуемой цепи тумблером SA1.

8. Постепенно увеличивая напряжение ЛАТРОм, снять несколько показаний исследуемого PV1 и контрольного PV3 вольтметров. Данные измерений занести в таблицу 2.1.

Таблица 1 - Результаты измерения

Контрольный PV3, В	Поверяемый PV1, В
10	
20	
30	
40	
50	

9. Выключить стенд в следующем порядке:

- выключить тумблер SA1;
- выключить стенд автоматическим выключателем QF1;
- вернуть переключатели ЛАТРа TV1 в начальное состояние «0» (в крайне
- левое положение «0»);
- вернуть переключатели резистора R2 в начальное состояние «0» (в крайне левое положение «0»);
- тумблер SA11 в верхнее положение 50 В (максимальный диапазон);
- убрать все перемычки.

10. Определите величину сопротивления добавочного резистора R Д1 измерительного прибора PV1, для чего измерьте его внутреннее сопротивление мультиметром (по умолчанию принять сопротивление прибора PV1 на диапазоне 25В равным 130 кОм).

Величину определим по формуле:

$$R_{Д1} = R_{PV1} \cdot \left(\frac{U'_H}{U_H} - 1 \right) \quad (4)$$

где U'_H – итоговый диапазон вольтметра PV2

U_H – первоначальный диапазон вольтметра PV1 (25 В)

По умолчанию сопротивление $R_{Д1} = 130 \text{ кОм}$

Содержание отчета

1. Название.
2. Цель работы.
3. Электрическая схема стенда.
4. Таблица 1 с результатами измерений.
5. Результаты расчетов.
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие вспомогательные элементы применяются для изменения пределов измерения магнитоэлектрических вольтметров?
2. Объяснить устройство и принцип действия приборов электромагнитной и электродинамической систем.
3. Изменится ли электродинамическая постоянная прибора, если он используется не в качестве амперметра, а в качестве вольтметра?
4. Какого порядка должно быть сопротивление добавочного резистора к измерительному механизму с $R_{ИМ} = 1 \text{ Ом}$ и падением напряжения на рамке $U_H = 10 \text{ мВ}$, для получения вольтметра с $U'_H = 10 \text{ В}$?
5. До какого значения напряжения будет расширен предел измерения вольтметра с сопротивлением рамки $R_{ИМ} = 1 \text{ Ом}$ и падением напряжения на ней $U_H = 10 \text{ мВ}$ при включении добавочного резистора $R_{Д} = 100000 \text{ Ом}$?