

Учреждение образования Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Кафедра метрологии и стандартизации

Лабораторная работа Э.3Б
"Измерение напряжений и уровней сигналов с помощью
электронных вольтметров и измерителей уровня"

Проверил:
доц. кафедры
Батай Л. Е.

Выполнил:
ст. группы 120602

Минск 2013

1 Цели работы

1. Изучение принципов работы электронных вольтметров.
2. Изучение методов измерения напряжений электронными вольтметрами.
3. Изучение причин возникновения методических погрешностей, связанных с измерением напряжения переменного тока с помощью электронных вольтметров.
4. Приобретение практических навыков при работе с генератором Г4-117, электронными вольтметрами В3-38А, В7-28.

2 Приборы, используемые в работе

№	Наименование	Тип	Заводской номер	Основные технические характеристики
1	Генератор сигналов низкочастотный	Г4-117		<p>Диапазон генерируемых частот: 20 Гц ... 10 МГц</p> <p>Относительная погрешность установки: $\pm(0,02f + 1)$ Гц; на участке 100 ... 200 Гц: $\pm(0,02f + 4)$ Гц.</p> <p>Основная погрешность установки выходного напряжения по шкале стрелочного индикатора не превышает 10% от номинального конечного значения соответствующей шкалы.</p>
2	Вольтметр универсальный цифровой	В7-28		<p>Диапазон измеряемых напряжений: $10^{-4} \dots 300$ В.</p> <p>Относительная погрешность измерения переменного напряжения: $\pm(0,25 + 0,15 * U_{PR}/U_V)$ при 20...60 Гц $\pm(0,15 + 0,05 * U_{PR}/U_V)$ при 60...5 · 10³ Гц $\pm(0,35 + 0,05 * U_{PR}/U_V)$ при 5...20 кГц $\pm(0,5 + 0,1 * U_{PR}/U_V)$ при 20...100 кГц</p>
3	Милливольтметр	В3-38		<p>Приведенная погрешность прибора: $\pm 2,5\%$ при 1...300 мВ $\pm 4\%$ при 1...300 В</p>
4	Милливольтметр	В3-40		<p>Приведенная погрешность прибора: $\pm 1,5\%$ при 1...300 мВ $\pm 2,5\%$ при 0,1...0,3 мВ $\pm 4\%$ при 1...300 В</p>
5	Милливольтметр импульсного тока	В4-12		<p>Диапазон измерения: 0,03...300 В</p> <p>Приведенная погрешность прибора: $\pm 1,5\%$ при 1...300 мВ $\pm 2,5\%$ при 0,1...0,3 мВ, 1...300 В $\pm 4\%$ при 0,03...1 мВ при диапазоне частот: 45...1 · 10⁶ Гц</p>

6	Электронно-лучевой осциллограф	C1-72		<p>Диапазон измеряемых значений напряжения: 3...1000 мВ</p> <p>Приведенная погрешность не превышает: $\pm 4\%$ при измерении амплитуд напряжений импульсов длительностью 0,4...300 мкс и амплитуды синусоидальных импульсов в области частот 500...1 · 10⁶ Гц, $\pm 6\%$ при измерении амплитуд напряжений импульсов длительностью 0,1...0,4 мкс и амплитуды синусоидальных импульсов в области частот 1...5 МГц</p>
---	--------------------------------	-------	--	---

Данные о вольтметрах, необходимые для расчета:

- Милливольтметр ВЗ-38 имеет детектор средневыпрямленного значения, шкала прибора проградуирована в среднеквадратических значениях.
- Микровольтметр имеет детектор среднеквадратического значения, шкала прибора проградуирована в среднеквадратических значениях.
- Милливольтметр В4-12 предназначен для измерения амплитудных значений.

3 Теоретические сведения

Инструментальная погрешность имеет различные формы: абсолютную (Δ), относительную (δ) и приведённую (γ):

$$\Delta_i = |X_i - Q| \quad (1)$$

$$\delta_i = \frac{\Delta_i}{Q} * 100\% = \gamma_i * \frac{X_N}{Q} \quad (2)$$

$$\gamma_i = \frac{\Delta_i}{X_N} * 100\% \quad (3)$$

где X_N – нормируемое значение, которое согласно ГОСТ 8.401-80 следует выбирать равным пределу измерения,

Q – действительное значение величины,

X_i – показание прибора.

Входное сопротивление R_V и входная емкость C_V вольтметра В7-28 определяется по следующим формулам:

$$R_V = R_0 * \frac{U_{R_V} - 1}{U_{G_H}} \quad (4)$$

$$C_V = C_0 * \left(\frac{U_{G_B}}{U_{C_V}} - 1 \right) \quad (5)$$

где R_V – активное сопротивление,

C_V – входная емкость,

U_{CV} , U_{RV} – показания вольтметра,
 U_{GH} – напряжение генератора на нижней частоте,
 U_{GB} – напряжение генератора на верхней частоте,
 C_0 , R_0 – известные сопротивление и емкость, включенные в схему.

Коэффициенты амплитуды K_a и формы K_f рассчитываются по формулам:

$$K_f = \frac{U_{CK}}{U_{CB}} \quad (6)$$

$$R_a = \frac{U_m}{U_{CK}} \quad (7)$$

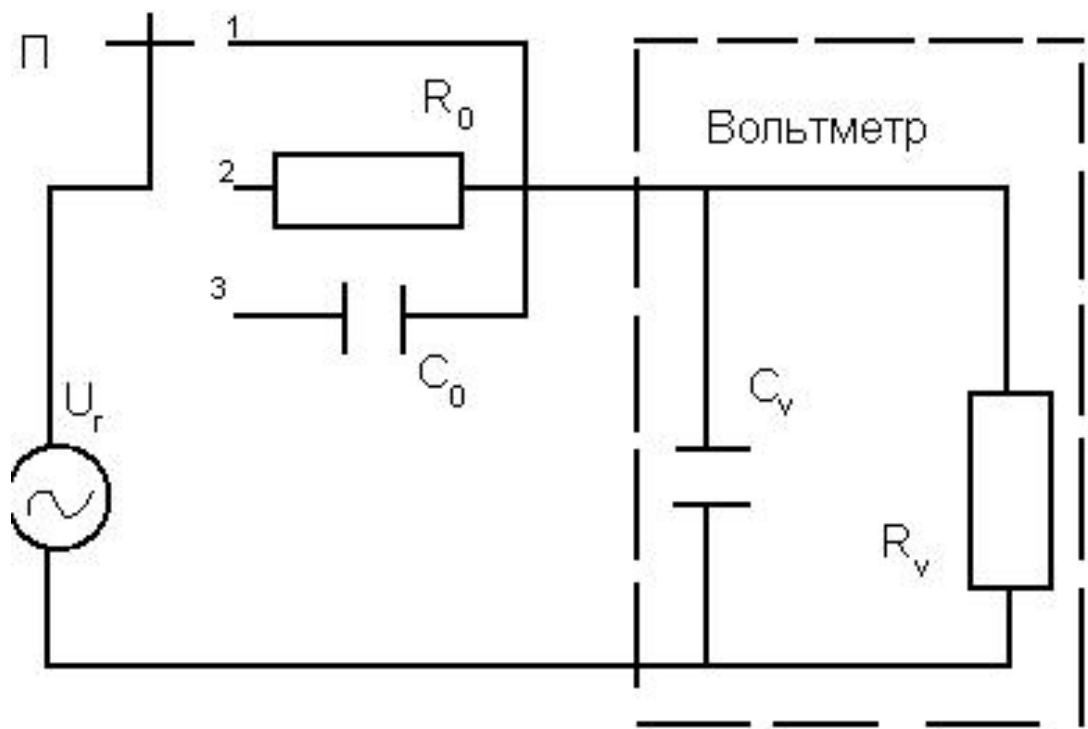


Рисунок 3.1. Принципиальная схема установки

В4-12	В3-40	В3-38
$U_m = U_V$	$U_{CK} = U_V$	$U_{CB} = U_V / 1.11$
$\delta_{B4-12} = \gamma * \frac{U_{pr.B4-12}}{U_{B4-12}}$	$\delta_{B3-40} = \gamma * \frac{U_{pr.B3-40}}{U_{B3-40}}$	$\delta_{B3-38} = \gamma * \frac{U_{pr.B3-38}}{U_{B3-38}}$
$\gamma = \pm 4\%$	$\gamma = \pm 1,5\%$	$\gamma = \pm 2,5\%$

4 Результаты измерений

1. Измерить переменные напряжения с помощью вольтметра В7-28. Оценить инструментальные погрешности измерения переменных напряжений.

№ п/п	f , кГц	U , В	U_{PR} , В	U_V , В	δ_U , %	δ_U , %
1						
2						
3						
4						

Таблица 2: Результаты измерений

2. Определить входное сопротивление R_V и входную емкость C_V вольтметра В7-28.

$U_G,$ В	$f_H,$ Гц	$U_{GH},$ В	$R_0,$ кОм	$U_{RV},$ В	$R_V,$ В	$\langle R_V \rangle,$ кОм	$f_B,$ кГц	$U_{GB},$ В	$C_0,$ пФ	$U_{CV},$ В	$C_V,$ пФ	$\langle C_V \rangle,$ пФ

Таблица 3: Результаты измерений

3. Определить для заданных сигналов различной формы пиковое U_m , среднеквадратическое U_{CK} , среднев्यпрямленное U_{CB} значения напряжения, коэффициент амплитуды K_a и коэффициент формы K_f .

Номер точки	1	2	3	4	5
U_{B4-12} , мВ					
$U_{PRB4-12}$, мВ					
U_{B3-40} , мВ					
$U_{PRB3-40}$, мВ					
U_{B3-38} , мВ					
$U_{PRB3-38}$, мВ					
U_m , мВ					
U_{CK} , мВ					
U_{CB} , мВ					
K_a					
K_f					
$\delta_{U_{B4-12}}$, %					
$\delta_{U_{B3-40}}$, %					
$\delta_{U_{B3-38}}$, %					

Таблица 4: Результаты измерений

5 Вывод

В ходе лабораторной работы:

- Изучены принцип работы вольтметров.
- Приобретены практические навыки работы с генераторами, электронными вольтметрами и осциллографами.
-