

**Учебная лабораторная установка «Электрические измерения»****ЭЛБ-110.005.01**

Учебная лабораторная установка «Электрические измерения» представляет собой рабочее место для бригады студентов из двух человек и предназначена для проведения лабораторных занятий по дисциплинам «Электрорадиоизмерения», «Электротехнические измерения», «Измерительная техника», «Электрические измерения», «Метрология и радиоизмерения» и другим учебным дисциплинам, изучающим принципы электрических измерений.

**1. Общая характеристика лабораторной установки.**

Конструктивно установка выполнена в напольном исполнении в виде базового модуля встроенного в лабораторную стойку. (Рис.1).

Лицевая сторона базового модуля имеет шесть панелей, все панели стационарные. Для обеспечения жесткости конструкции толщина металлического листа, из которого изготовлены передняя и боковые панели, составляет 1,5 мм.



Рис.1

**2. Описание блоков для проведения лабораторных работ.**

Лицевые панели блоков имеют одинаковые габаритные размеры: длина 400 мм, ширина 250 мм. На лицевых панелях блоков изображена функциональная схема, выведены необходимые контрольные гнезда и органы управления. Элементы схем отдельных блоков соединены с гнездами диаметром 4 мм, необходимыми для коммутации схем. Ниже приведено описание стационарных блоков, входящих в комплект поставки лабораторной установки.

**2.1. Стационарный блок №1 «Источники сигналов»** содержит: функциональный генератор, источник тока, источник напряжения, генератор НЧ.

— **«Функциональный генератор»** - встроенный в лабораторный блок генератор сигналов с возможностью выбора формы сигнала, регулировкой амплитуды выходного сигнала от 0 до 5 В на частоте 1кГц.

С помощью кнопочного переключателя предусмотрена возможность выбора формы сигнала из 5 вариантов различных форм сигнала. Один из вариантов формы сигнала «меандр». При выборе

формы сигнала «меандр» предусмотрена возможность изменения скважности сигнала от 6 до 1,2.

Функциональный генератор является встроенным и питается от внутреннего блока питания. На переднюю панель лабораторного блока выведены выходные гнёзда и регуляторы амплитуды (установка напряжения грубо и точно).

- **«Источник напряжения»** - регулируемый источник постоянного напряжения обеспечивает подачу на вход исследуемых устройств постоянного напряжения, регулируемого в пределах 0-10 В. Источник напряжения имеет схему защиты от неправильного включения. Схема защиты срабатывает при превышении тока нагрузки 20mA. Выходные гнёзда и органы управления источником напряжения выведены на переднюю панель лабораторного блока.
- **«Источник тока»** - регулируемый источник тока. Источник генерирует установленное значение тока, которое имеет минимальную зависимость от нагрузки и используется при изучении работы цифрового мультиметра в режиме постоянного тока, с помощью органов управления, ток регулируется в пределах от 0 до 50mA, с точностью установки 0,1mA. Выходные гнезда и органы управления источником тока выведены на переднюю панель лабораторного блока.
- **«Генератор НЧ»** - позволяет получать синусоидальное напряжение с амплитудой 0-5 В и частотой 40 Гц - 150 кГц. Выходные клеммы и регуляторы амплитуды (установка напряжения плавно и аттенюатор) выведены на переднюю панель лабораторного блока.

## **2.2. Стационарный блок № 2 «Измерение напряжения и тока»**

На панели имеются изображения функциональной схемы цифрового мультиметра с переключателями режимов работы и пределов измерений. При измерении напряжений входное сопротивление составляет 1 МОм. При измерении токов внутреннее сопротивление 100 Ом при максимальной чувствительности микроамперметра. Переключение пределов измерений производится с помощью делителя входного напряжения 1:1, 1:10 и 1:100. Переключение пределов производится вручную с помощью переключателя. При изменении переменного напряжения имеется возможность подключения 3-х видов выпрямителей: детектор амплитудного значения, детектор средневыпрямленного значения, детектор действующего значения. В качестве индикатора используется АЦП со встроенным семисегментным светодиодным индикатором. Разрядность индикатора 3,5. Максимальное входное напряжение 1,999 В.

## **2.3. Стационарный блок № 3 «Измерение ВАХ и АЧХ»**

Включает в себя две функциональные зоны: вспомогательная схема для снятия вольт-амперных характеристик двухполюсников, вспомогательная схема для снятия амплитудно-частотных характеристик четырёхполюсников

- **«вспомогательная схема для снятия вольт-амперных характеристик двухполюсников».**

Схема содержит 5 исследуемых схем двухполюсника. В каждой из которых ВАХ не повторяется и соответствует реальным характеристикам реальных полупроводниковых приборов.

Переключение исследуемых элементов производится вручную с помощью переключателя.

Уровень входного напряжения 10 В. Значения токов 19,99 мА. Подключение внешних приборов осуществляется с помощью гнездовых разъемов диаметром 1,6 мм.

— **«вспомогательную схему для снятия амплитудно-частотных характеристик четырёхполюсников».** Схема измерения четырехполюсников предназначена для получения навыков снятия амплитудно-частотных характеристик с помощью внешнего генератора и вольтметра. Схема содержит 5 исследуемых схем АЧХ. Формы характеристик АЧХ соответствуют: фильтру высоких частот, фильтру низких частот, режекторному фильтру, полосовому фильтру, линейному усилителю. Переключение исследуемых четырехполюсников производится вручную с помощью переключателя. Уровень входного сигнала при измерении АЧХ 1,6 В. Диапазон частот 200Гц – 8,5кГц. Подключение внешних приборов осуществляется с помощью гнездовых разъемов диаметром 1,6 мм.

**2.4. Стационарный блок № 4 «Формирователь напряжения заданной формы»** позволяет изучать принципы цифрового синтеза аналогового напряжения различной формы. Есть возможность анализа работы устройства на всех этапах синтеза в основных местах цифрового устройства, путем контроля сигналов в контрольных гнездах расположенных на лицевой панели. Данный блок содержит: тактовый генератор с переключаемыми частотами, 4-х разрядный формирователь кодов управления адресами ОЗУ, оперативное запоминающее устройство с матрицей 4x16, формирователь записываемого двоичного 4-х разрядного кода, 4-х разрядный цифро-аналоговый преобразователь, источник опорных напряжений: 1,6 В, 4 В, 8 В.

#### **2.5. Стационарный блок № 5 «Изучение принципа работы частотомера»**

предназначен для изучения работы схемы электронно-счётного частотомера. Блок содержит входной формирователь импульсов, управляемый ключ, 6 разрядный двоично-десятичный счётчик, цифровой 6 разрядный 7 сегментный дисплей. В блоке предусмотрено переключение времени индикации. Тактовые импульсы для синхронизации блока автоматики формируются с помощью опорного генератора и переключаемого делителя частоты. Импульсы управления входным ключом вырабатываются блоком автоматики по сигналу с таймера времени индикации.

#### **2.6. Стационарный блок № 6 «Исследование АЦП и ЦАП»**

предназначен для изучения принципов работы аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей в измерительных приборах.

Для изучения темы автоматизация измерений вмонтированы аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи.

Аналого-цифровой преобразователь имеет 6 разрядов. Входное напряжение АЦП лежит в пределах от -2,5 В до 2,5В. Для индикации входного кода АЦП рядом с ним расположен

семисегментный индикатор с дешифратором двоичного кода в десятичный. Выходы АЦП имеют возможность подключения к персональному компьютеру и к гнездам, расположенным на передней панели лабораторного блока, с помощью которых подключается семисегментный десятичный индикатор выходного кода.

Схема исследования АЦП позволяет снимать статические характеристики аналого-цифрового преобразования в ручном режиме, для этого используется встроенный источник напряжения. АЦП работает в динамическом режиме с амплитудой сигнала 2,5В с частотой до 10кГц. В динамическом режиме информация с выходов АЦП имеет возможность обработки с помощью персонального компьютера. Для исследования цифро-аналогового преобразования используется 6-ти разрядный цифро-аналоговый преобразователь. Входы ЦАП подключены к гнездам, расположенным на передней панели лабораторного блока и имеет возможность подключения к персональному компьютеру. Выход ЦАП подключен к фильтру низких частот. Для снятия статических характеристик ЦАП имеется возможность с помощью гибких перемычек подать напряжение, соответствующее логической «1», «0», на входные гнезда ЦАП. Для снятия динамических характеристик ЦАП имеется возможность задавать значения на входах ЦАП с помощью персонального компьютера. На выходе ЦАП и на выходе ФНЧ расположены гнезда для подключения осциллографа.

### 3. Внешние измерительные приборы

#### 3.1. Осциллограф цифровой Hantek DSO-5062B

- Клавиши для каждого канала, времени, триггера, мультиметра
- Большой экран размером 7 дюймов с разрешением 800\*480.
- USB 2.0 интерфейс, usb host, легко управляется с ПК
- Высокая скорость обновления (2500 кадров)
- Высокие частоты дискретизации - 1ГГц, 25ГГц в эквивалентном режиме.
- FFT, +, -, \*, /, X-Y, 23 вида автоматических измерений, проверка по шаблону
- Разные режимы триггера, отдельная база времени для ALT триггера, легко наблюдать два сигнала с различными частотами, видео триггер.
- Запись и сохранение сигналов

#### Спецификация

Каналов	2
Аналоговая полоса пропускания	60 МГц
Время нарастания (Rise Time)	5.8 нс
Входной импеданс	1М
Входная чувствительность	2мВ/деление до 5В/деление

Связь на входе	AC, DC and GND
Вертикальное разрешение	8 бит
Максимальное входное напряжение	AC: 600V, DC: 800V
Дискретизация реального времени	1 ГГц при 1 канале, 0.5ГГц в 2-х канальном режиме.
Эквивалентная дискретизация	25 ГГц
Диапазоны времени	4 нс/деление до 40 с/деление
Память	2M замеров при одном канале, 1M замеров в двухканальном режиме
Точность временной задержки	50ppm
Точность усиления по DC	+/- 4% для диапазона 5mV/div to 2mV/div +/- 3% для диапазона 5V/div to 10mV/div
Режимы триггера	Фронт, Пульс, Альтернативный, Видео (NTSC,PAL,SECAM)
Параметры	<p>Время задержки: 100нс-10с</p> <p>Чувствительность триггера (по фронту):</p> <p>DC: CH1/CH2 (типично) 1div от DC до 10MHz; 1.5div от 10MHz</p> <p>EXT(типично) 200мВ от DC до 40MHz</p> <p>EXT/5(типично) 1В от DC до 40MHz</p> <p>AC: Ослабляет сигналы ниже 10Hz</p> <p>HF Reject: ослабляет сигнал выше 80kHz</p> <p>LF Reject: ослабляет сигнал ниже 150kHz</p> <p>Noise Reject: уменьшает чувствительность триггера</p> <p>Дапазон уровня триггера CH1,CH2: +-8 делений от центра экрана</p>

	<p>EXT: ±1.2В EXT/5: ±6В</p> <p>Точность уровня триггера типовично (для сигнала в фронтом около 20нс) CH1,CH2: +- (0.3div * V/div) (в пределах 4 делений от центра)</p> <p>EXT: ±-(6% установленного значения + 40мВ) EXT/5: ±-(6% установленного значения + 200мВ)</p> <p>Условия по наклону: тогда &gt;,&lt;,=, не = по позитивному и негативному наклону Время установки: 20нс–10с</p> <p>Условия по импульсу: &gt;,&lt;,=,не =, позитивный или негативный Ширина импульса: 20нс-10с</p> <p>Условия по видео: строка 1-525 (NTSC), 1-625 (PAL/SECAM)</p>
Автоматические измерения	Pk-Pk, Max, Min, Mean, Cyc RMS, Frequency, Period, Rise Time, Fall Time, Positive Width, Negative Width
Курсорные измерения	Ручные: разность напряжений, разность времени, частота. Трассировка: напряжение и время по точкам сигнала.
Обработка сигнала	CH1+/- CH2, CH1xCH2, CH1/CH2, FFT (БПФ), Инвертирование, pass/fail
Экран	TFT ЖК 7 дюймов 800 x 480 точек
Интерфейс USB	USB 2.0 Full Speed
Питание от сети	120-240VAC RMS (±10%), 45Hz to 66Hz, 30Вт, предохранитель 2А, Т, 250В

Размеры	313мм x 108мм (глубина) x 142мм (высота)
Вес	2.08 Кг

### 3.2. Мультиметр цифровой с техническими характеристиками:

- Дисплей - 3 1/2 - разрядный, 7-сегментный жидкокристаллический индикатор.
- Автоматическое определение полярности постоянного напряжения и тока.
- Все пределы защищены от перегрузок.
- Постоянное напряжение диапазон измерений 100 мкВ - 1000 В
- Переменное напряжение диапазон измерений 1 мВ - 700 В
- Постоянный ток диапазон измерений 1 мкА - 20 А
- Переменный ток диапазон измерений 100 мкА - 20 А
- Сопротивление диапазон измерений 0,1 Ом - 20 МОм

### 4. Стойка лабораторная имеет следующие характеристики:

Стойка лабораторная с направляющими для установки базового модуля, с возможностью регулировки высоты столешницы и базового модуля. Стойка выполнена на основе металлического каркаса, покрытого краской светлых тонов, имеет столешницу и направляющие для установки базового модуля. Столешница толщиной 25 мм ламинирована матовым пластиком, устойчива к истиранию и воздействию различных химикатов.

Размеры стойки: 1200 \*700 \*1400 мм. Столешница регулируется по высоте, диапазон регулирования высоты столешницы 50 мм. Суммарная допускаемая нагрузка на столешницу 250 кг.

Направляющие для базового модуля регулируются по высоте, диапазон регулирования 450 мм. Суммарная допускаемая нагрузка на направляющие 50 кг.

### 5. Электропитание лабораторной установки

Электропитание лабораторной установки осуществляется от сети переменного тока (220В, 50 Гц). Предусмотрено заземление установки через заземляющий контакт соединителя сети 220В.

### 6. Комплект поставки

1. Лабораторный модуль «Электрические измерения» - 1шт.
2. Осциллограф цифровой Hantek DSO-5062B – 1 шт.
3. Мультиметр цифровой - 1шт.
4. Комплект соединительных проводов - 1шт.
5. Методические рекомендации по эксплуатации оборудования - 1шт.