**Вольтметр среднеквадратичных значений — приставка к мультиметру**

Приставка расширяет возможности цифровых мультиметров серии 83х, она позволяет измерять среднеквадратичные значения переменного напряжения различной формы, а с дополнительным шунтом - и тока. Питается приставка от внутреннего стабилизатора АЦП мультиметра, не требует налаживания, проста в повторении и обеспечивает высокую точность измерений.

Об измерении среднеквадратичных (другие названия - действующее, эффективное, а в английской аббревиатуре - RMS) значений напряжения и тока в радиотехнической литературе разговор шёл не раз. Поэтому для тех радиолюбителей, у кого такой измерительный прибор отсутствует, и нет возможности его приобрести, может представлять интерес сделать его самостоятельно для домашней лаборатории. Задача упрощается, если выполнить подобный прибор на основе специализированной микросхемы AD736 в виде приставки к цифровому мультиметру с питанием от его внутреннего стабилизатора. Схема такой приставки для измерения среднеквадратичного значения переменного напряжения различной формы приведена на рис. 1.

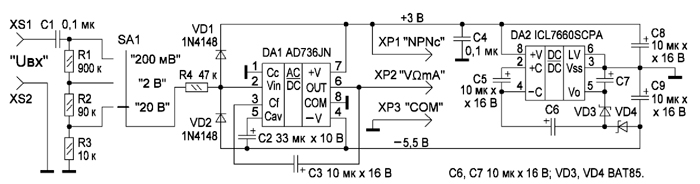


Рис. 1. Схема приставки для измерения среднеквадратичного значения переменного напряжения различной формы

Основные технические характеристики:

Пределы измерения, В.............. 0,2; 2; 20

Диапазон частот при измерении напряжения в интервале 0,1....1 максимального значения для каждого предела измерения, Гц, не менее.......... 50...10000

Погрешность измерения напряжения в указанном выше интервале и диапазоне частот, %, не более ......... 2

Входное сопротивление, МОм ...... 1

Потребляемый ток, мА, не более ........................ 0,8

С более подробными возможностями и особенностями, определяющими характеристики вольтметров, собранных на основе микросхемы AD736, которая применена в приставке, можно ознакомиться в [2].

Измеряемое переменное напряжение поступает на гнёзда "Uвх" и через разделительный конденсатор С1 - на резистивный делитель R1 -R3, с помощью которого задают предел измерения выбором соответствующего положения переключателя SA1. С его подвижного контакта оно поступает на вход микросхемы DA1 AD736JN. Резистор R4 и диоды VD1, VD2 - защитные. Они защищают микросхему DA1 от выхода из строя от повышенного напряжения, которое может появиться на её входе при ошибочном выборе предела измерения. Ёмкости конденсаторов С2 и СЗ выбраны согласно рекомендациям по применению микросхемы и могут быть изменены в зависимости от специфики применения приставки: аудиовольтметр, вольтметр средних значений и т. п. Сигнал с выхода микросхемы DA1 в виде постоянного напряжения положительной полярности поступает на вход "VΩmA" мультиметра для последующего измерения.

Микросхема AD736 требует для питания двухполярный источник напряжения. Минимальные требования к напряжению питания - +2,8 В и -3,2 В. Поэтому для питания приставки от встроенного стабилизатора АЦП мультиметра +3 В применён преобразователь отрицательного напряжения с высоким КПД, собранный на микросхеме DA2, описание которого приведено в [3]. Преобразователь обеспечивает питание микросхемы напряжением -5,5 В.

Приставка собрана на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Чертёж печатной платы и расположение на ней элементов показаны на рис. 2. Фотография собранной приставки представлена на рис. 3. На плате установлены три перемычки из лужёного провода. Их запаивают до монтажа остальных элементов. Микросхемы DA1 и DA2 - в корпусе DIP8. Конденсаторы С1, С4 - выводные керамические, импортные аналоги К10-17Б. Оксидные конденсаторы - импортные выводные (в исполнении mini). Резисторы - выводные мощностью 0,125 или 0,25 Вт. Штырь ХР1 "NPNc" - подходящий от разъёма или отрезок лужёного провода подходящего диаметра. Отверстие под него в плате сверлят "по месту" после установки штырей ХР2, ХР3. Штыри ХР2 "VΩmA" и ХР3 "СОМ" - от щупов для мультиметра. Входные гнёзда XS1, XS2 "Uвх" - клеммник винтовой 350-02-021-12 серии 350 фирм DINKLE, DEGSON. Переключатель SA1 - движковый серий MSS, MS, IS, например, MSS-23D19 (MS-23D18).

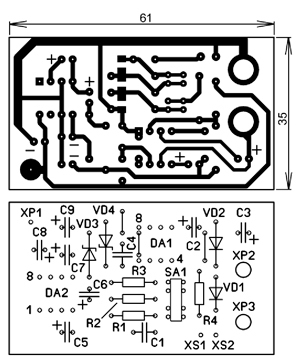


Рис. 2. Чертёж печатной платы и расположение на ней элементов

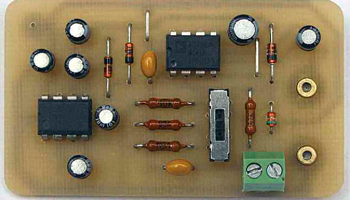


Рис. 3. Собранная приставка

Приставка не требует налаживания. При работе с ней переключатель рода работ мультиметра устанавливают в положение измерения постоянного напряжения на пределе 200 мВ. Для указанной выше точности измерения сопротивления резисторов R1, R2 в делителе можно выбрать из номинального ряда Е12 (10%) или Е24 (5%) следующим образом. Во-первых, выборкой 900 и 90 кОм из резисторов с номинальными сопротивлениями 910 и 91 кОм соответственно. Во-вторых, резистор R1 можно установить сопротивлением 1 МОм, R2 - 100 кОм, R3 - 11,1 кОм, отобрав из резисторов 11 кОм. Впрочем, вариаций здесь много с учётом "все чуть больше" или "все чуть меньше". Перед подключением приставки к мультиметру следует проконтролировать потребляемый ею ток от другого источника питания напряжением 3 В, имеющего защиту по току, чтобы не вывести из строя встроенный маломощный стабилизатор напряжения питания АЦП в случае неисправности какого-либо элемента или случайного замыкания токоведущих дорожек платы.

Входное сопротивление приставки можно увеличить до 10 МОм. Для этого достаточно все сопротивления резисторов входного делителя R1-R3 увеличить в десять раз. Сохранения частотного диапазона, если это необходимо, добиваются, делая делитель частотнонезависимым. В этом случае, как известно, параллельно каждому резистору делителя необходимо подключить конденсатор соответствующей ёмкости. На плате со стороны печатных проводников для этих конденсаторов предусмотрены соответствующие контактные площадки. Эти конденсаторы - поверхностно монтируемые, типоразмеров 0805, 1206. Ориентировочно постоянная времени каждой такой RC-цепи равна 100 мкс и подбирается по известной методике налаживания входных делителей измерительных приборов.

Наличие обратного тока защитных диодов VD1, VD2 (1N4148) может внести дополнительную погрешность в измерения. Для её исключения необходимо применить диоды с обратным током не более 1...2 нА при обратном напряжении 5 В, например, FDLL300A или отобрать из имеющихся. Измерить обратный ток можно любым мультиметром на пределе 200 мВ с входным сопротивлением 1 МОм. Катод диода подключают к плюсу источника питания, а анод - последовательно со щупами мультиметра к минусу. Показания в милливольтах будут численно равны обратному току в наноамперах. При входном сопротивлении прибора, равном 10 МОм, показания следует разделить на десять.

Для измерения среднеквадратичных значений переменного тока, например, тока холостого хода сетевых трансформаторов, блоков питания на их основе, импульсных источников питания и других подобных устройств, приставку полезно дополнить измерительным шунтом с зажимами. Для этого необходимо подключить к клеммам "Uвх" резистор сопротивлением 1 Ом с двумя проводами в изоляции, к противоположным концам которых припаивают зажимы, например, "крокодил". Если установить резистор мощностью 2 Вт, можно проводить измерения переменного тока на пределах 200 мА и 2 А, что будет соответствовать положениям переключателя SA1 "200 мВ" и "2 В". Авторский вариант приставки с таким шунтом, подключённой к мультиметру, показан на рис. 4.

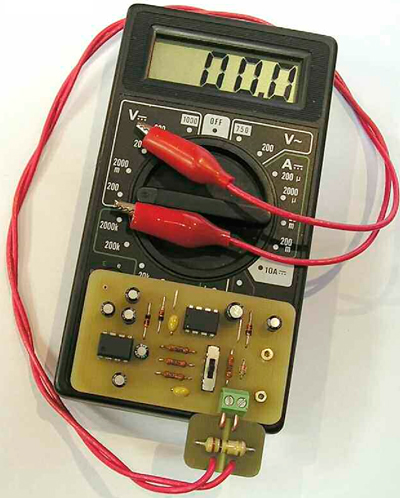


Рис. 4. Авторский вариант приставки с шунтом, подключённой к мультиметру

При проверке авторской приставки на точность измерения напряжений треугольной и прямоугольной форм (меандр) частотой 10, 50, 500 и 5000 Гц показания мультиметра отличались от показаний образцового вольтметра не более 1 % в интервале 0,1...1 максимального значения на каждом пределе измерения.

Литература

1. Долгий А. Что показывает вольтметр переменного тока? - Радио, 2006, № 6, с. 23-27.

2. AD736 Low Cost, Low Power, True RMS-to-DC Converter. - URL: http://www.analog. com/static/imported-files/data\_sheets/ AD736.pdf (1.02.2015).

|  |
| --- |
| **Приставка к цифровому мультиметру M - 832 для измерения эффективного напряжения.** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | |  | | --- | |  | | Приставка основана на микросхеме преобразователя переменного напряжения в его эффективное значение AD736JN, описываемой в справочном листке этого номера. Также, как и приставка для измерения емкости и индуктивности, она питается от батареи мультиметра и требует его доработки.  Приставка имеет следующие диапазоны измерений: 200 мВ, 2, 20, 200 и 2000 В. Погрешность измерений порядка ±(1 % + 3 единицы младшего разряда), частотный диапазон не уже 50 Гц... 10 кГц при измерении напряжения, большего 0,1 предела измерений. Входное сопротивление приставки -11 МОм, емкость— 120 пФ. Приставка потребляет ток менее 0,5 мА и сохраняет свою точность при снижении напряжения батареи питания до 7 В.  Схема приставки приведена на рис. 1. Приставку подключают штырями ХЗ—Х6 к четырем гнездам мультиметра. Общий провод соединяется с гнездом “СОМ”, при этом на гнезде “Е PNP” мультиметра будет напряжение +3В относительно гнезда “СОМ”, а на “С NPN” — напряжение -6 В относительно того же гнезда и общего провода. Микросхема AD736JN приставки питается от батареи мультиметра непосредственно, т. е. от двуполярного источника +3/-6 В. Мультиметр используется в режиме измерения постоянного напряжения со шкалой 200 мВ.  http://qrx.narod.ru/izm/m832u.files/1.gif  Рис.1  При измерении переменного напряжения оно через делитель R1—R6 и защитную цепь R7VD1VD2 поступает на высокоомный вход 2 микросхемы DA1.  Сопротивления большинства резисторов делителя выбраны кратными 10, что облегчает их подбор. Сопротивление нижнего плеча делителя в этом случае составляет 1,111 кОм, оно получается последовательным соединением резисторов R5 и R6 стандартного ряда Е192.  Возможно параллельное соединение резисторов 1,2 кОм и 15 кОм, что обеспечивает тот же результат. При использовании резисторов делителя с допуском 0,1 % никакого дополнительного их подбора не требуется.  Во входном делителе важную роль играют конденсаторы С2—С8, обеспечивающие точность деления входного сигнала. Значение емкостей этих конденсаторов рассчитать затруднительно, так как неизвестна точная емкость монтажа. Поэтому конденсаторы нижних плеч делителя С7 и С8 рассчитаны на некоторую усредненную емкость монтажа, поскольку ее разброс мало влияет на точность деления при относительно большой емкости конденсатора С8. Верхние плечи делителя снабжены подстроечными конденсаторами для точной его настройки. Построение делителя в две ступени (С2, С4 — первая ступень, С5, С7, С8 — вторая) позволяет в 10 раз уменьшить емкости нижних плеч. Относительно большая емкость С2 верхнего плеча делителя позволяет точно подстроить это плечо конденсатором СЗ и уменьшить погрешность делителя из-за изменения емкости монтажа соединительных проводников. Нижнее низкоомное плечо делителя выполнено без конденсаторов.  Микросхема AD736JN используется в режиме подачи сигнала по постоянному току, поэтому вместо конденсатора Сс установлена перемычка. Емкости конденсаторов Сf и Cav выбраны исходя из обеспечения необходимой точности измерений на частоте 50 Гц. Резистор R8 служит начальной нагрузкой стабилизатора напряжения 3В микросхемы мультиметра.  Все детали приставки смонтированы на печатной плате размерами 55x65 мм из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. На рис. 2 приведен рисунок проводников платы и расстановка элементов приставки. Резисторы за исключением R5 и R6 установлены перпендикулярно плате. На противоположной стороне фольга платы сохранена за исключением мест установки штырей Х1, ХЗ, Х4, Х6 и выполняет роль общего провода. Вокруг отверстий для этих штырей выполнены контактные площадки, изолированные от общего провода вытравленным кольцом. Места пайки выводов элементов к фольге общего провода помечены на рис. 2 крестиками.  http://qrx.narod.ru/izm/m832u.files/2.gif  Рис.2.  Переключатель SA1 (ПР2-5П2Н) установлен на кронштейне, изготовленном из латуни толщиной 1 мм. Переключатель снабжен ручкой-барабаном, на гранях которой выгравированы пределы измерений.  Для подключения приставки к мультиметру на плате гайками закреплены два разрезных штыря диаметром 4 мм от сетевой вилки, один из штырей использован еще и для крепления кронштейна переключателя.  В качестве ХЗ и Х6 впаяны латунные штырьки диаметром 0,8 мм, а для подачи входного сигнала — гнезда Х1 и Х2 от разъемов 2РМ под штыри диаметром 1 мм. Более целесообразно было бы установить любой коаксиальный разъем, например, разъем для подключения сетевых адаптеров DJK-02B на плату и DJK-11B на экранированный провод.  Плата прикрыта коробчатым латунным кожухом, подпаянным к общему проводу платы по углам. Фотография приставки без кожуха приведена на первой странице обложки.  Резисторы R1—R6 следует подобрать с погрешностью не хуже 0,2 %. В описываемой конструкции в основном использованы резисторы типа С2-29В мощностью 0,125 Вт. Резистор R1 составлен из пяти последовательно соединенных резисторов С2-29В 2 МОм 0,25 Вт.  Конденсатор С1 — К73-17 на напряжение 400В, полярные конденсаторы, использованные в приставке, — импортные аналоги К50-35. С7 подбирают из конденсаторов с номинальной емкостью 1100 пФ. Его емкость должна составлять 0,109 от емкости С8 с погрешностью 0,5 %.  Конденсаторы С4 и С7 должны иметь группу по ТКЕ не хуже М750. Подстроечные конденсаторы СЗ и С6 — КТ4-216 на напряжение 250 В.Настройка приставки заключается в подстройке делителя конденсаторами СЗ и С6. Возможно, что при этом придется подобрать конденсаторы С2 и С5. Рекомендуемый порядок здесь такой. Вначале следует подать на вход напряжение около 190 мВ с частотой 5 кГц и на пределе 200 мВ запомнить показания. Переключив приставку на следующий предел, увеличить входное напряжение в 10 раз и подстроечным конденсатором СЗ установить такие же показания. Далее необходимо установить предел 20В, увеличить входное напряжение еще в 10 раз и конденсатором С6 откалибровать приставку на этом пределе. Указанные операции по подстройке делителя необходимо повторить несколько раз, так как они оказывают влияние друг на друга.  Постоянное и переменное напряжения, подаваемые на вход приставки, не должны превышать 400 В. | | |