

Святослав Бабын (UR5YDN)

пгт Кельменцы
Черновицкой обл.

Дмитрий Бабын

г. Черновцы
Украина

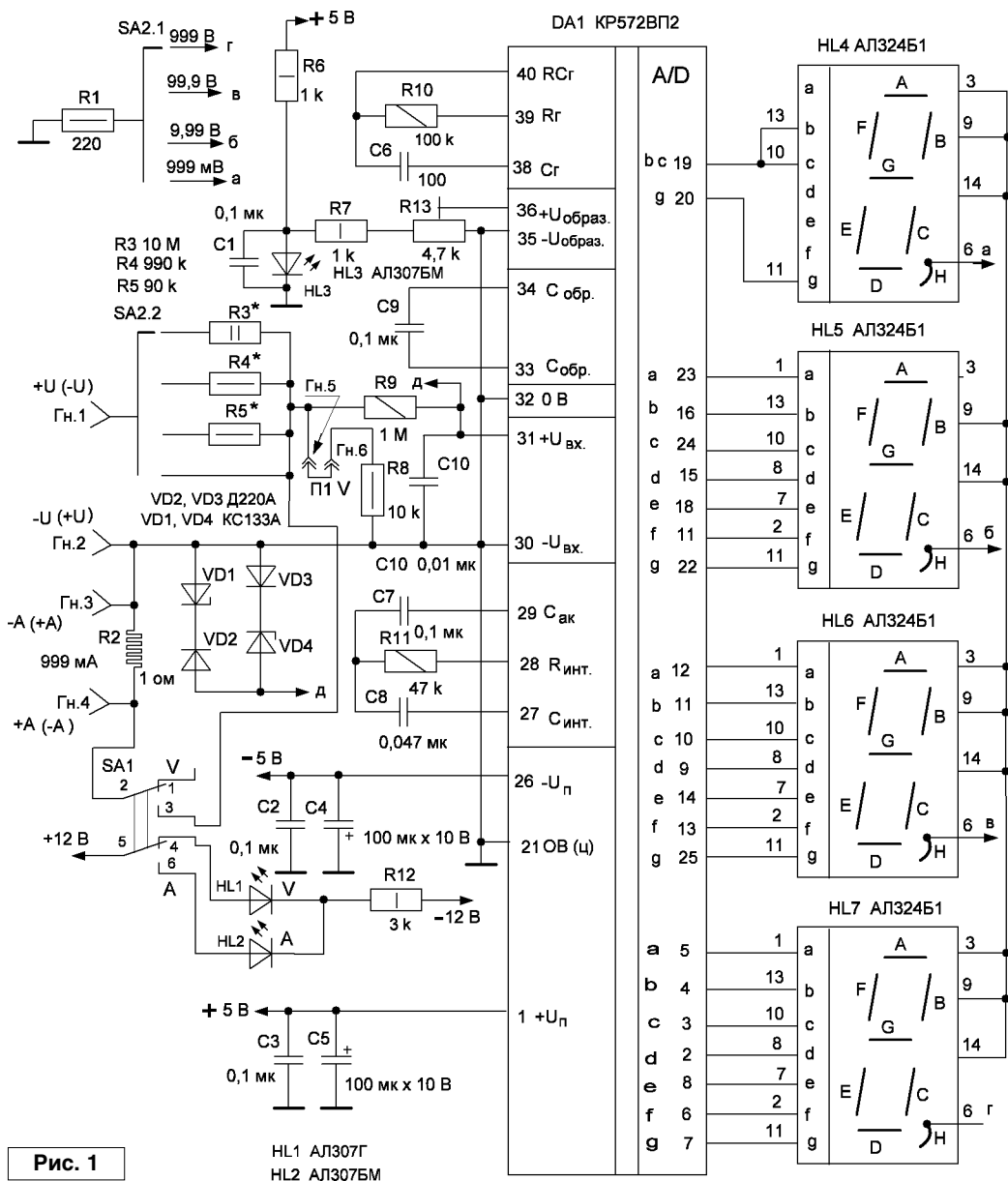
Данный прибор был изготовлен как демонстрационный цифровой вольтметр-амперметр постоянного тока, и описание его приведено в [1], однако оказалось, что им удобно пользоваться и при ремонте радиоэлектронной аппаратуры, когда необходимо делать замеры напряжения и тока. Поэтому в данной статье приводится вариант самодельного цифрового вольтметра-амперметра постоянного тока, который без особого труда могут сделать и начинающие радиолюбители.

Цифровой вольтметр-амперметр постоянного тока

В радиотехнических профессиональных училищах целесообразно продемонстрировать работу цифрового вольтметра и амперметра постоянного тока на специальной микросхеме с аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) типа КР572ВП (зарубежный аналог – ICL7107). Микросхема КР572ПВ2 представляет собой преобразователь на 3,5 десятичных разрядов, работает по принципу последовательного счета с двойным интегрированием, с автоматической коррекцией нуля и определением полярности входного сигнала. Микросхема представляет собой электронную часть цифрового вольтметра, измеряющего входной сигнал до $\pm 1,999$ В, при опорном напряжении 1 В и $\pm 199,9$ мВ при опорном напряжении 0,1 В. Максимальное напряжение на входе микросхемы не должно превышать 2 В (-2 В). Цифровая информация отображается на светодиодных индикаторах типа АЛС324Б1. Три индикатора – показания прибора, а четвертый – информация о превышении допустимой величины входного

напряжения (высвечивается “1”) и информация о полярности измерительного напряжения: если положительное напряжение относительно общего проводника, то на четвертом

индикаторе не светится сегмент “g”, а если отрицательная – загорается знак “-” (сегмент “g”). Микросхема представляет собой функционально законченное устройство.



Для работы преобразователя совместно с ИС используются только внешние конденсаторы, резисторы и источники питания.

Основные параметры преобразователя: $U_{ин1} = +5 \text{ В}$, $U_{ин2} = -5 \text{ В}$, время цикла преобразования при $f = 50 \text{ кГц}$ равно 300 мс ; входное сопротивление 20 МОм ; ток питания 8 мА . Микросхема имеет дифференциальные входы и высокую степень ослабления синфазного сигнала ($K_{ос.сф} = 100 \text{ дБ}$), что позволяет использовать преобразователь в условиях воздействия сильных помех. Преобразователь может питаться от автономного источника. В микросхеме предусмотрено использование внутреннего и внешнего тактовых генераторов. Схема использования АЦП приведена на **рис. 1**. В первом случае частота (50 кГц) регулируется конденсатором $C6$, емкость которого выбирается из условия: $C6 = R10 \cdot 0,45 / f$. Для повышения стабильности f_t можно применять кварцевый резонатор, подключаемый между выводами 39 и 40 (элементы $R10$ и $C6$ в этом случае не используются). При работе с внешним генератором его подключают к выводу 40 (выводы 38 и 39 не используются). При работе с преобразователем следует соблюдать правила подачи напряжения и защиты. Максимальные значения напряжений $U_{ин1} = +5,5 \text{ В}$, $U_{ин2} = -8 \text{ В}$. Точность и правильность работы АЦП зависит от паразитных емкостей монтажа. Данные о микросхеме и типичная схема использования АЦП от производителя приведены в [2].

Для вольтметра-амперметра использована готовая плата, на которой находится микросхема АЦП, четыре индикатора и радиоэлементы; при необходимости такую плату можно изготовить самостоятельно или заказать через Интернет-магазин – стоимость 3 USD . Схема цифрового вольтметра постоянного тока приведена на **рис. 1**. За основу конструкторами (примененной платы) взята типовая схема на микросхеме $КР572ВП$, предложенная заводом-изготовителем [3], за исключением: конструкторами (готовой платы) добавлена защита входных цепей микросхемы от перенапряжения – в схему введены встречно-параллельно включенные диоды и стабилитроны $VD1...VD4$. Для улучшения стабильности опорного (образцового) напряжения (1 В) – в схему (**рис. 1**) введен (авторами) дополнительный стабилизатор на светодиоде $HL3$. Как показывает практика, подстроечный резистор $R13$ должен быть многооборотный, типа $СП5-2$. Для использования прибора в режиме вольтметра необходимо переключатель $SA1$ установить в положение “V” (светодиод $HL1$ зеленого цвета будет светить в этом положении переключателя); перемычка “П1 V” (установлена в гнезда Гн. 5, Гн. 6) замыкает цепь подключения дополнительного резистора $R8$, который используется для делителя входного напряжения. В режиме амперметра переключатель $SA1$ необходимо установить в положение “A” (светодиод $HL2$ красного цвета будет светить в этом положении переключателя).

При измерении тока переключатель диапазонов измерения напряжения $SA2$ может быть в любом положении. При измерении постоянного напряжения возможно использовать такие интервальные шкалы ($0...U_{макс.}$): 999 мВ ; $9,99 \text{ В}$; $99,9 \text{ В}$; 999 В . Для получения различных диапазонов измерений до входа АЦП подключен резистор $R8$ на 10 кОм – и это величина входного сопротивления при диапазоне 999 мВ . Чтобы получить другие диапазоны измерений, введен делитель входного напряжения. На диапазоне $9,99 \text{ В}$ входное сопротивление вольтметра составляет 100 кОм , на диапазоне $99,9 \text{ В}$ – 1 МОм , на диапазоне 999 В – 10 МОм .

Если измеряемое напряжение неизвестной величины, то необходимо начинать с более высокого диапазона и переходить, при необходимости, на более низкий диапазон.

В режиме измерения тока до входа микросхемы подключается сопротивление шунта $R2$, величиной 1 Ом – при этом амперметр будет на максимальный ток до 999 мА . Такой диапазон измерения тока вполне пригоден для использования прибора при проведении лабораторных работ по электротехнике и измерения коллекторных токов транзисторов при ремонте, настройке радиоэлектронной аппаратуры. При необходимости изменить диапазон амперметра необходимо изменить величину сопротивления шунта $R2$. При расчете сопротивления шунта можно пренебречь входным сопротивлением вольтметра в связи с тем, что оно на несколько порядков больше сопротивления шунта.

Для питания микросхемы сконструирован выпрямитель на две градации напряжения $+5 \text{ В}$ и -5 В , относительно общего проводника. Принципиальная электрическая схема блока питания приведена на **рис. 2**.

Напряжения $+5 \text{ В}$ и -5 В стабилизированные простыми схемами стабилизаторов. Транзисторы $VT1$ и $VT2$ необходимо установить на радиаторах с $S = 25 \text{ см}^2$.

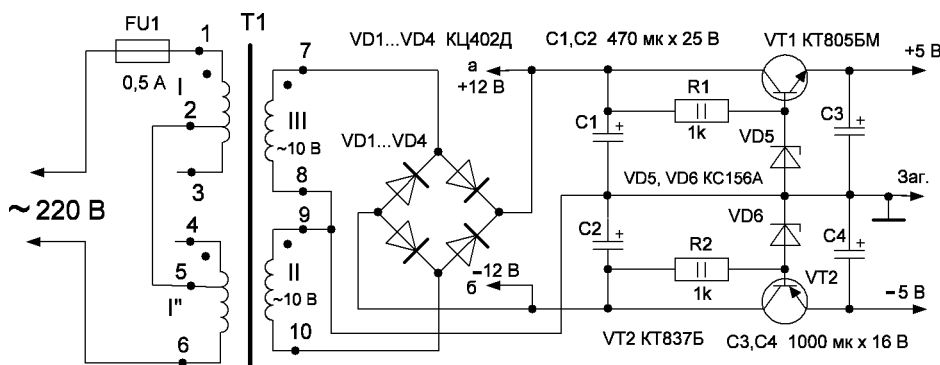


Рис. 2

В качестве силового трансформатора возможно использовать любой трансформатор мощностью 10...15 Вт, имеющий на вторичной обмотке напряжение 20...24 В с отводом от середины, или две обмотки по 10...12 В, которые необходимо включить последовательно, согласно и сделать отвод от середины.

Прибор, вместе с блоком питания, собран в пластмассовом корпусе и имеет следующие габаритные размеры: 220x120x50 мм. Верхняя крышка прозрачная, из органического стекла – чтобы можно было увидеть “начинку” устройства: силовой трансформатор, индикаторы, микросхему КР572ПВ (с 40 “ножками”), подстроечный многооборотный резистор типа СП5-2 для выставления образцового напряжения 1 В. Если нет необходимости демонстрировать “начинку”, то верхняя панель может быть непрозрачной, при этом необходимо сделать “окошко” напротив индикаторов и вставить органическое стекло оранжевого цвета; светодиоды HL1, HL2 установить в отверстия в передней панели. Радиаторы с транзисторами VT1, VT2, блока питания, немного нагреваются при длительной работе прибора; поэтому на задней стороне корпуса и в верхней панели необходимо сделать отверстия для вентиляции.

В принципе, прибор возможно питать и от двух батареек типа “КРОНА” и подключать их нужно так: одну – между точкой “а” (“+” к “а”) и общим проводником, а вторую – между точкой “б” (“-” к “б”) и общим проводником – таким образом, на выходе стабилизаторов получим +5 В и -5 В относительно общего проводника для питания микросхемы АЦП и индикаторов. Подачу обеих полярностей необходимо осуществлять одновременно с помощью спаренного переключателя. При этом силовой трансформатор и диодный мост для выпрямителя не требуется.

После изготовления прибора необходимо сравнить показания данного прибора и образцового и, при необходимости, провести корректировку с помощью подстроечного резистора R13.



Внешний вид прибора показан на **фото 1**. Ко входу прибора (гнезда +U и -U) подключен элемент типа AA – если данный элемент новый и нагрузка 100 кОм (входное сопротивление прибора в диапазоне 9,99 В), то элемент питания “KODAK” имеет выходное напряжение 1,62 В. Другие типы элементов могут иметь другое напряжение: 1,5...1,6 В. Если элемент питания подключить наоборот (сделать переплюсовку), то на первом индикаторе будет светить сегмент “g”, то есть “-”, и прибор указывает на полярность поданного напряжения. Пользоваться прибором достаточно просто.

Применительно к преподаванию, будет интересно показать ученикам самый простой гальванический элемент, представляющий собой две металлические пластины: медную и оцинкованное железо и человека в качестве электролита. Для демонстрации этого необходимо проводники от пластин подсоединить ко входу цифрового вольтметра, использовав диапазон 999 мВ, и положить руки на пластины. Подробно об этом было описано в [4]. У разных людей этот показатель будет индивидуален. Как показывают замеры, оцинкованное напряжение составляет 200...600 мВ.

Благодаря специализированной микросхеме АЦП данный прибор имеет малое количество радиоэлементов и часто используется в различных измерительных устройствах: измерителях индуктивности, измерителях емкости, электронных термометрах и т.д.

На микросхеме типа КР572ПВ2 возможно сконструировать и цифровой измеритель сопротивления, но надо иметь в виду, что в режиме измерения сопротивлений дополнительный резистор R8 на 10 кОм должен быть отключенным (снять перемычку “П1 V”), а сама микросхема имеет входное сопротивление 20 МОм.

Если снять перемычку “П1 V”, установить переключатель диапазонов измерений вольтметра в положение 999 мВ и изготовить дополнительное устройство, схема которого приведена на **рис. 3**, то

