

Цифровой ампервольтметр для лабораторного источника питания

А. КУЗНЕЦОВ, г. Кадников Вологодской обл.

Предлагаемое измерительное устройство предназначено для замены стрелочного прибора, выполняющего функции вольтметра в источнике питания (Кузнецов А. "Лабораторный источник питания". — Радио, 2008, № 7, с. 31). Оно позволяет измерять выходные напряжение и ток, напряжение на входе в режиме эквивалента нагрузки, а также продолжительность непрерывной работы источника питания.

Основа измерительного устройства (рис. 1) — микроконтроллер DD1, работающий по программе, коды которой приведены в таблице и в состав которого входит 10-разрядный АЦП. Информация отображается на трех семиэлементных светодиодных индикаторах HG1—HG3. Усилители на ОУ DA2.1 и DA2.2 — согласующие. Напряжение питания (5,12 В) микроконтроллера DD1 стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения DA1, оно используется и как образцовое для АЦП.

После подачи питающего напряжения микроконтроллер DD1 при инициализации настраивает линии портов RA0, RA1 и RA2 как входы АЦП, выбор которых осуществляют нажатием на кнопку SB1, а также переключателем SA3.2, находящимся в лабораторном источнике питания. На линию RA0 микроконтроллера DD1 поступает постоянное напряжение, пропорциональное выходному напряжению источника питания. Поскольку его минусовый выход не соединен с общим проводом и максимальное выходное напряжение значительно превышает допустимое на

входе микроконтроллера DD1, то для согласования уровней применен дифференциальный усилитель на ОУ DA2.1 и резистивный делитель напряжения R12R13. На выходе ОУ DA2.1 (вывод 7) формируется напряжение, пропорциональное выходному напряжению источника питания с коэффициентом деления, в данном случае равным трем. Резистивный делитель R12R13 еще уменьшает напряжение, чтобы общий коэффициент передачи согласующего узла был равен 0,1. Поэтому при изменении выходного напряжения источника питания от 2,5 В до 30 В напряжение на линии RA0 микроконтроллера DD1 меняется в пределах 0,25...3 В, что соответствует допустимым значениям.

Поскольку образцовое напряжение для АЦП составляет 5,12 В, его разрешение будет равно $5,12/1024 = 0,005$ В (5 мВ). С учетом коэффициента передачи согласующего узла оно составит 0,05 В (50 мВ). Поскольку в устройстве применен трехразрядный индикатор, результат аналого-цифрового преобразования программно предварительно делится на два и только потом информация выводится на индикаторы HG1—HG3.

На линию RA1 микроконтроллера DD1 поступает напряжение, пропорциональное выходному току источника питания, оно снимается с датчика тока (R4 по схеме источника питания) и усиливается ОУ DA2.2 в десять раз. Поэтому изменению выходного тока от 0 до 5 А соответствует изменение напряжения на линии RA1 микроконтроллера DD1 в пределах 0...5 В, а разрешающая способность составит 10 мА. В режиме "Экв. нагр." источника питания напряжение с его входа поступает на линию RA2 микроконтроллера DD1 через резистивный делитель R3R16 с коэффициентом передачи 0,1.

Выбор одного из режимов измерения осуществляют нажатием на кнопку SB1 "Выбор", и он зависит от положения переключателя SA3.2 в источнике питания. Если переключатель SA3.2 находится в положении "Ист. пит.", будут индцироваться выходные напряжение или ток, их выбор осуществляют кнопкой SB1. Если переключатель SA3.2 — в положении "Экв. нагр.", будет индцироваться напряжение или ток внешнего источника питания. Режим "Экв. нагр." дополнительно сигнализируется светодиодом HL6, установленным вблизи розетки XS2 источника питания. При индикации тока десятичная точка горит в первом разряде индикатора, а напряжения — во втором.

Линии порта RB микроконтроллера DD1 сконфигурированы как выходные, и к ним через токоограничивающие резисторы R17—R24 подключены аноды светодиодных индикаторов HG1—HG3. Катоды этих индикаторов подключены к линиям RA4, RA6, RA7. Динамическая индикация организована программно с помощью прерываний от встроенного таймера 0. Между циклами динамической индикации происходит опрос линий RA5 и RA3, к которым подключены кнопка SB1 и переключатель SA3.2. После каждого большого цикла

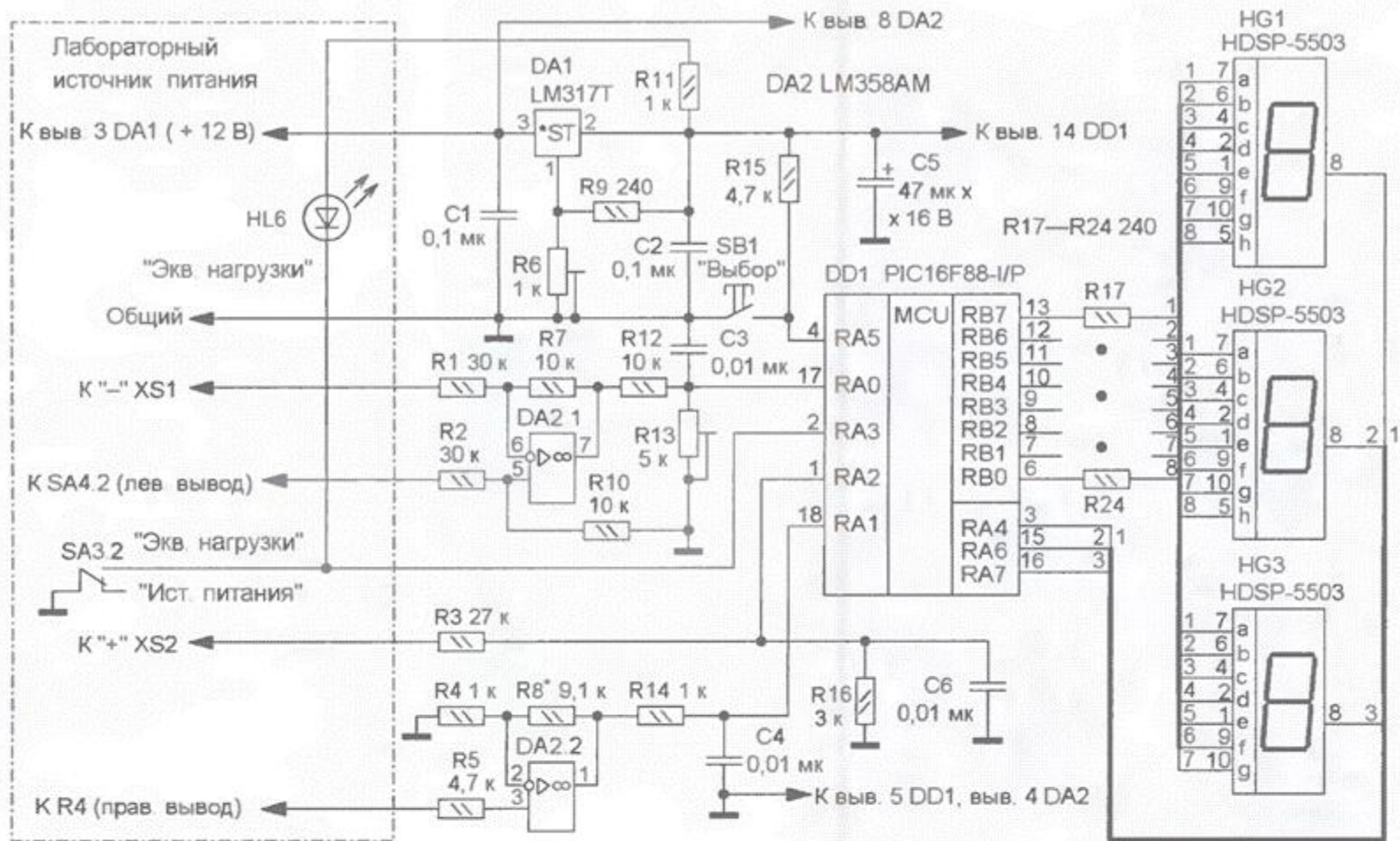


Рис. 1

```

:020000040000FA
:020000003628A0
:08000800F100030E8301F20078
:100010000A08F3008A010B1D2F28383081000B11CC
:100020008601051E1F28851F1B28051F17288517F9
:10003000051705122228051685170513222805170E
:10004000051685132B302007840000088600A00ABF
:10005000033003112002031D2F28A001231473086D
:100060008A00720E8300F10E710E090003138316CD
:100070007C308F0085308100850186010730980030
:100080002F308500003086008D018C019801C03032
:100090009F0007309C0000309D00031783128501EC
:1000A000031783168C0103138312850186018C01CB
:1000B0008D0141309F0097010313831694010313B0
:1000C000831200309400A0308B00383081000B3058
:1000D0008F008E0131309000A001A101A401A30185
:1000E000B201B501B401B601B001B101A701A80187
:1000F000AF0186018517051605173830AD00613050
:10010000AC00FC30AB0085170517051294288A0156
:100110000F398207FC346034DA34F2346634B63492
:10012000BE34E034FE34F6347A212414BD28B30101
:10013000851AB228B30F9828B701B8010A30B90060
:10014000851AA28B70BA028B80BA028B90BA028B9
:100150004C21851EA928DB282418B0282414BD288A
:100160002410D0282418B528D628A41CBA28851D08
:10017000C328CA288519BF28CA28851DC3289F11EE
:100180001F12A414C6289F111F16A4107521A701C1
:10019000A801AF010821A41FDB282F21A413DB280D
:1001A0001F129F157521A701A801AF010821A41FE7
:1001B000DB284021A413231CDF28231097280C1CC4
:1001C000DB280C100B308F008E01B20A321DD828A9
:1001D000B201B50A35083C3C031DD828B501B40A61
:1001E00034080A3C031DD828B401B00A3008063C81
:1001F000031DD828B001B60A36080A3C031DD828C4
:10020000B601B10A3108643C031DD828B101DB28CB
:100210001F1500001F190A291E08A50003138316C5
:100220001E0803138312A6002508A7072608A8079F
:100230000318A70AAF0A2F1E0800AF01AF0A031068
:10024000A70CA80C2F08053C031D1E292708A50094
:100250002808A600A417A701A801AF01080057218C
:1002600029088720AD002A0E8720AC002C142A080C
:100270008720AB002908031D3F290030AD0008008E
:10028000572129088720AD002D142A0E8720AC00A5
:100290002A088720AB00080030088720AB0036080A
:1002A0008720AC002C1431088720AD000800031013
:1002B0001030A100A901AA01A60DA50DA0DA90036
:1002C000A10B632908002A3084006A2129308400A8
:1002D0006A215C2903300007A200A2198000303097
:1002E000007A200A21B800008000530AE00AE0B84
:1002F00077290800C30B700B801B901B90B812982
:0A030000B808329B70B7E29080013
:02400E00503F21
:02401000FC3F73
:0000

```

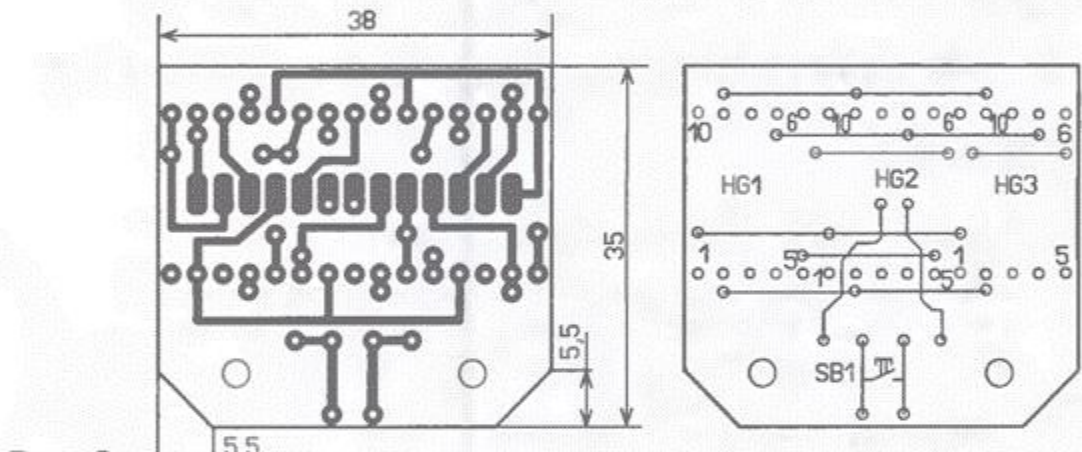


Рис. 2

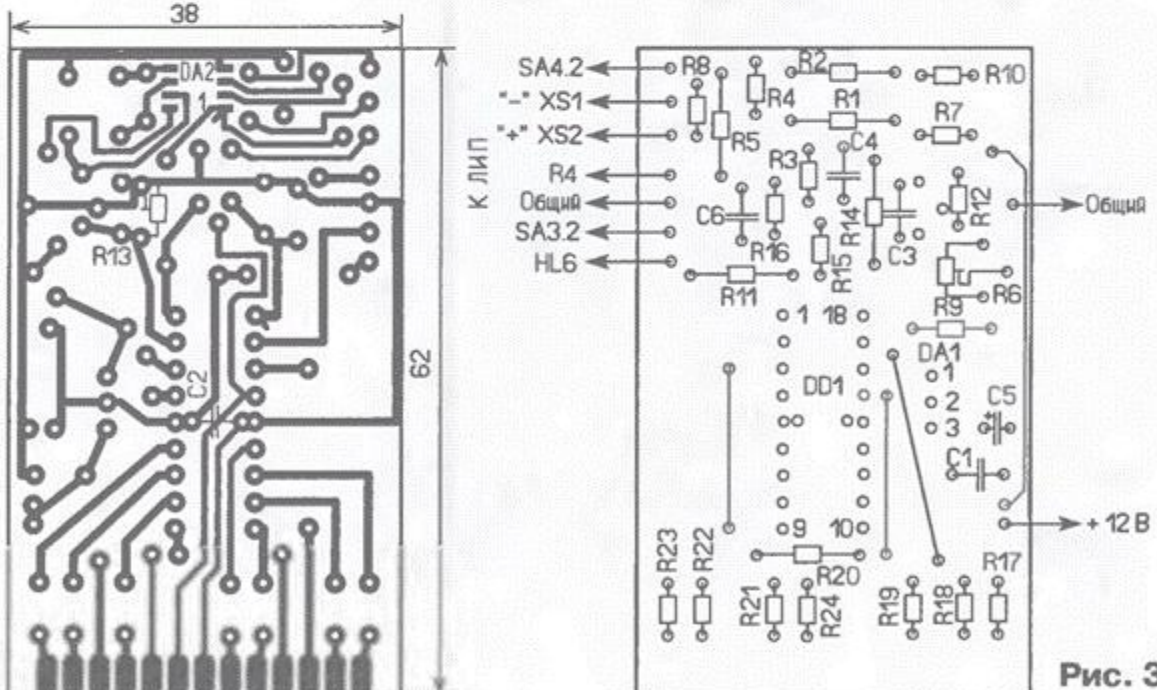


Рис. 3

осуществляется аналого-цифровое преобразование напряжения выбранного канала. Результаты шестнадцати измерений накапливаются, вычисляется их среднее значение, которое и выводится на индикатор, что исключает частые мерцания младшего разряда индикатора. Микроконтроллер сконфигури-

- К выв. 7 HG1-HG3
- К выв. 6 HG1-HG3
- К выв. 8 HG3
- К выв. 4 HG1-HG3
- К выв. 8 HG2
- К SB1
- Общий
- К выв. 5 HG1, HG2
- К выв. 1 HG1-HG3
- К выв. 2 HG1-HG3
- К выв. 8 HG1
- К выв. 9 HG1-HG3
- К выв. 10 HG1-HG3

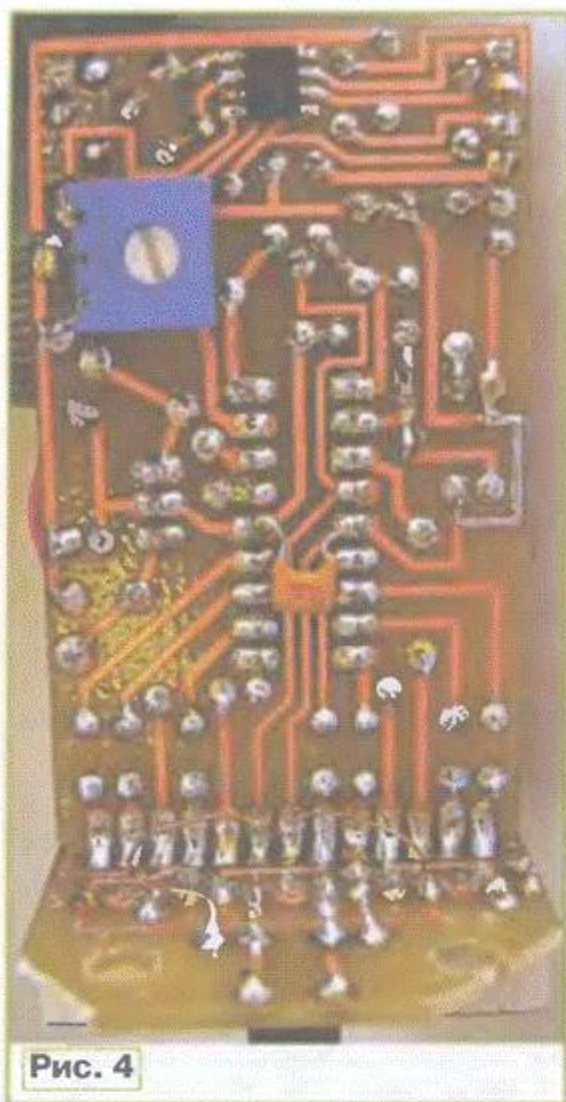


Рис. 4

рован для работы от внутреннего генератора частотой 8 МГц.

В устройстве дополнительно реализована функция счетчика продолжительности непрерывной работы источника питания. Это позволяет ориентировочно оценить, например, состояние аккумуляторной батареи при ее зарядке или разрядке. При нажатии на кнопку SB1 более 3 с на индикаторе появится значение продолжительности работы в формате десятков, единиц часов и десятков минут от 00,0 до 99,5. Показания обновляются каждые десять минут. После отпускания кнопки SB1 на индикаторе останутся прежние показания. При каждом включении источника питания показания счетчика обнуляются.

Все детали устройства смонтированы на двух печатных платах из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Индикаторы HG1—HG3 и кнопка SB1 установлены на первой плате, чертеж которой показан на рис. 2, остальные элементы — на второй, чертеж которой показан на рис. 3. Вторую плату с помощью контактных площадок, расположенных на ее нижнем крае, припаивают к первой перпендикулярно (рис. 4). После налаживания устройства ее дополнительно с другой стороны приклеивают эпоксидным клеем.

Первую плату с помощью стоек крепят к внутренней стороне передней панели источника питания, предварительно сделав в ней прямоугольное окно для индикаторов и отверстие для толкателя кнопки. К передней панели крепят фальшпанель из органического стекла толщиной 3 мм, в которой делают отверстия для кнопки (и других органов управления). Затем на фальшпанель наклеивают декоративную пленку с

необходимыми надписями и окном для индикаторов (рис. 5).

В устройстве применены оксидный конденсатор К50-35, остальные — К10-17, постоянные резисторы — С2-23, подстроечные — СП5-16А-0,25, кнопка — малогабаритная импортная, например DTST-6, микросхему LM317T можно заменить на KP142EH12A. Сопротивления резисторов R1, R2, R7 и R10 должны быть с отклонением не более 1%, а отношение сопротивлений резисторов R3 и R16 должно быть 9 с таким же отклонением. Сдвоенный ОУ DA2, подстроечный резистор R13 и конденсатор C2 установлены со стороны печатных проводников, микроконтроллер DD1 — в панель.

Налаживание устройства начинают без микроконтроллера DD1. После подачи питающего напряжения цифровым вольтметром проверяют напряжение на выходе стабилизатора DA1 и подстроечным резистором R6 устанавливают его равным 5,12 В. Затем измеряют напряжение на контактах 17, 18 и 1 панели микроконтроллера. На контакте 17 напряжение должно быть в десять раз

чают образцовый вольтметр и резистором R13 добиваются совпадения показаний вольтметра и индикатора.

При кратковременном нажатии на кнопку SB1 "Выбор" устройство должно перейти в режим измерения тока, а индикатор показать "0.00". К источнику питания подключают последовательно соединенные резистор сопротивлением 5...6 Ом и мощностью 100 Вт и образцовый цифровой амперметр. Устанавливают ток в нагрузке, например, 1 А и переменным резистором, временно установленным взамен резистора R8, добиваются совпадения показаний индикатора и амперметра. Затем при отключенном питающем напряжении временную цепь из резисторов удаляют, измеряют ее сопротивление и заменяют постоянным резистором с возможно более близким сопротивлением. В заключение проверяют все настройки.

Поскольку питание устройства осуществляется от микросхемы стабилизатора напряжения, находящейся в источнике питания, ток через эту микросхему возрастет примерно на 50...60 мА и ее необходимо установить на теплоотвод.



Рис. 5

меньше выходного напряжения источника питания, при необходимости требуемое значение устанавливают резистором R13. На контактах 18 и 1 напряжение должно быть близким к нулю при условии, что к источнику питания нагрузка не подключена и он находится в режиме "Ист. пит."

Отключают питающее напряжение, устанавливают микроконтроллер, взамен резистора R8 временно устанавливают цепь из постоянного резистора сопротивлением 4,7 кОм и переменного 10 кОм и снова подают питающее напряжение. Если монтаж выполнен без ошибок и микроконтроллер запрограммирован правильно, на индикаторе на 3 с появится надпись "u1.0", что означает, что микроконтроллер начал выполнять программу. Затем индикатор должен показать выходное напряжение источника питания. К его выходу подклю-

Можно в качестве теплоотвода применить металлический корпус источника питания или теплоотвод регулирующего транзистора, установив эту микросхему через изолирующую теплопроводящую прокладку.

При программировании микроконтроллера следует установить следующую конфигурацию CONFIG1: CP — OFF, CCP1 — RB0, DEBUG — OFF, WRT_PROTECT — OFF, CPD — OFF, LVP — OFF, BODEN — ON, MCLR — OFF, PWRT — ON, WDT — OFF, INTRC — IO, CONFIG2: IESO — OFF, FCMEN — OFF.

От редакции. Программа микроконтроллера ампервольтметра находится на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/11/AVmeter.zip>.

Редактор — И. Нечаев, графика — И. Нечаев, фото — автора