

Встраиваемый измеритель тока и напряжения на PIC12F675

Б. БАЛАЕВ, г. Нальчик, Кабардино-Балкария

Предлагаемое устройство предназначено для установки в различные регулируемые блоки питания. Оно отображает на своих светодиодных индикаторах выходные напряжение блока и ток его нагрузки.

Когда появилась необходимость постоянно контролировать выходные напряжение и ток нагрузки лабораторного блока питания, сразу было решено выводить их значения на семизначные светодиодные индикаторы. Возможная альтернатива — ламповые ЖКИ с двумя строками по 8 или 16 символов, но они дороги и плохо читаемы. Ещё одним требованием был одновременный вывод на индикаторы значений напряжения и тока без каких-либо переключений. По разным причинам тот же вариант, найденный в литературе и Интернете, меня не устроил, и я решил сконструировать устройство самодельным.

Внешний вид предлагаемого измерителя показан на рис. 1. Он позволяет измерять напряжение от 0 до 99,9 В с дискретностью 0,1 В и ток от 0 до 9,99 А с дискретностью 0,01 А. Устройство собрано на плате размерами 60х80 мм и может быть встроено внутрь практически любого лабораторного блока питания или другого прибора, где требуется постоянный контроль напряжения и тока.

Схема измерителя изображена на рис. 2. Он содержит ОУ LM358N, два 74НС595N микродивизора напряжения и тока.

микроконтроллер PIC12F675-I/P (самый недорогой из имеющихся десятиразрядный АМПП), два регистра 74НС595N и два семизначных светодиодных индикатора. Они могут быть четырех- или трехразрядными.

Измеренные значения напряжения выводятся на индикатор HG1, а тока — на индикатор HG2. Одноименные выводы элементов индикаторов попарно объединены и подключены через опра-

нивающие ток резисторы R10—R20 к выходам регистра DD2. Общие выводы разрядов индикаторов подключены к регистру DD3. Регистры соединены последовательно и образуют 15-разрядный одновыходной регистр, управляемый сигналами с трех выходов микроконтроллера GP1—GP2 (тактовые импульсы), GP4 (августовский микродивизионный код), GP0 (импульс вывода загруженного кода на параллельные выходы регистров). Индикация — обесценивание, при котором индикаторы включаются поочередно импульсами на выходах регистра DD0, формируемыми одновременно с параллельным на выходах регистра DD2 кодом для отображения во включенном разряде нужной цифры.

Индикаторы HG1 и HG2 могут быть как с общими анодами, так и с общими катодами элементов каждого разряда, но обязательно оба одинаковые. В зависимости от этого должен быть выбран соответствующий вариант программы микроконтроллера `AV motor_schematic_at484 HEX` для общих анодов или `AV motor_schematic_at484 HEX` для общих катодов. Микроконтроллер управляет индикаторами при переключении от таймера TMR0 следующим с периодом 2 мс.

Входы GP0 и GP1 работают в режиме аналоговых входов АЦП микроконтроллера. GP0 измеряются для измерения напряжения, а GP1 — тока. В трех старших разрядах индикаторов выводится измеренное значение, в младшем разряде индикатора HG1 постоянно выведена буква U (признак измерения напряжения), а в том же разряде индикатора HG2 — буква A (признак измерения тока). В случае применения трехразрядных индикаторов вместо указанных программ не требуются, но эти буквы отсутствуют.

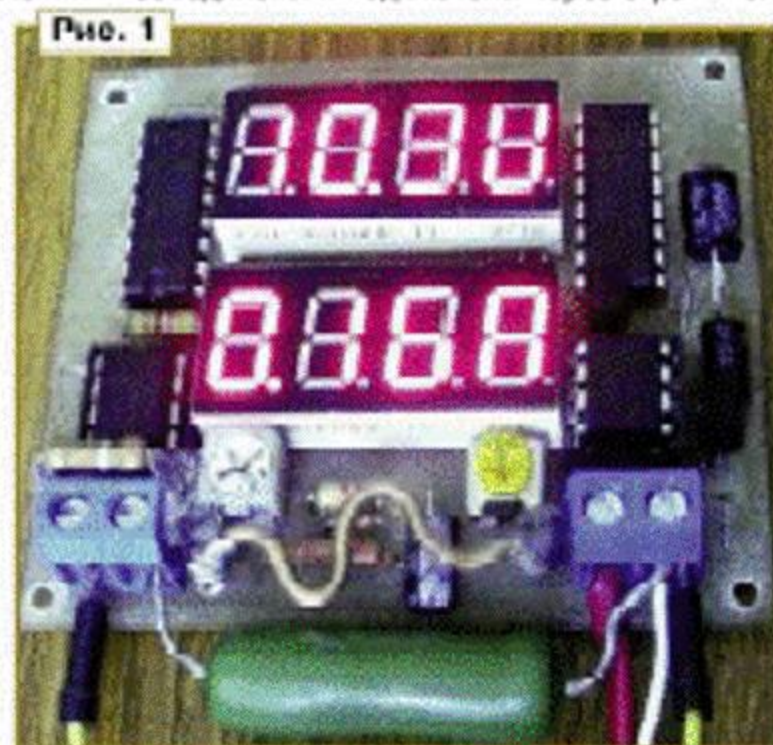


Рис. 1

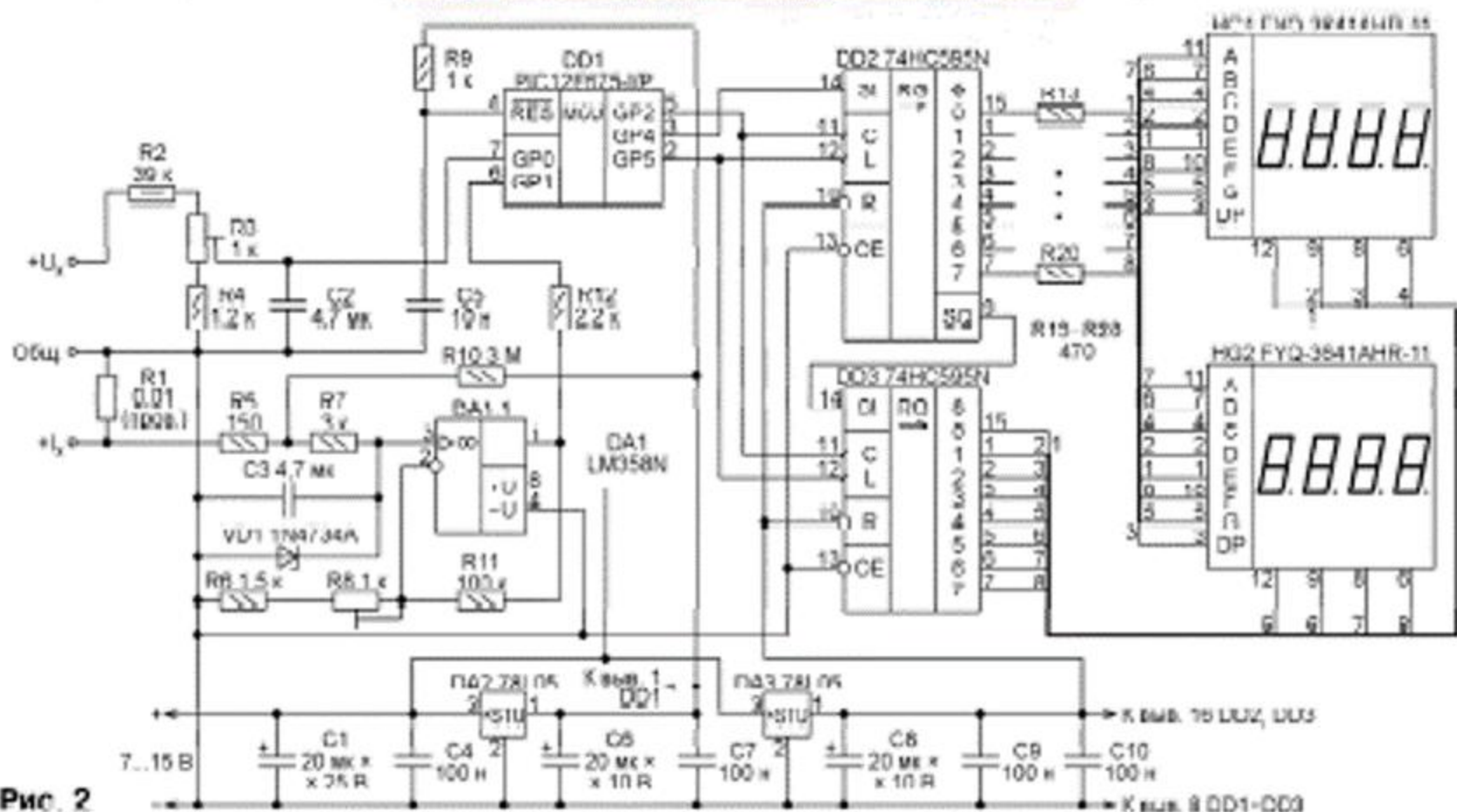


Рис. 2

Измеряемое напряжение поступает на микроконтроллер через делитель R2—R4, а пропорциональное измеряемому току напряжение — с выхода ОУ ПА1. Резистор R12 вместе с внутренним защитным диодом микроконтроллера предохраняет его вход от возможной перегрузки (ОУ питается напряжением 7...15 В). Коэффициент усиления снимаемого с датчика тока (резистора R1) напряжения около 50 задан резисторами R9, R8, П14. Его точное значение устанавливается подстроечным резистором R8.

ФНЧ П700 сглаживает пульсации напряжения на наименее шумящем выходе ОУ. Без этого фильтра показания прибора "прыгают". Аналогичную функцию выполняет конденсатор С2 в цепи измерения напряжения. Стабилитрон VD1 защищает вход ОУ от перенапряжения в случае обрыва резистора R1. В крайнем случае стабилитрон можно не устанавливать.

Особо следует остановиться на цепи R5R10. В отсутствие измеряемого тока она создает на входе ОУ начальное смещение около +0,25 мВ. Без этого наблюдалась существенная нелинейность при измерении тока менее 0,3 А. У разных экземпляров микросхем LM358N этот эффект проявляется в разной степени, но в любом случае погрешность при малых значениях измеряемого тока слишком высока. При утончении R5 и R10 указанных на схеме номиналов (они могут быть пропорционально изменены при сохранении того же соотношения, например, 15 Ом и 300 кОм) погрешность измерения тока, обусловленная этим эффектом, не превышает величины младшего разряда.

Со всеми имеющимися у меня экземплярами микросхем LM358N, а они приобретались в течение нескольких лет в разных местах, никакой подборки указанных резисторов не потребовалось. Но при необходимости следует определить минимальное сопротивление резистора R10, при котором на индикаторе HD1 в отсутствие измеряемого тока еще светятся нули, а затем увеличить его в 1,5...2 раза. Я не рекомендую в целях упрощения конструкции игнорировать обычно отсутствующие в подобных устройствах элементы С2, С3, R4, R5, R10.

Хорошая точность и стабильность показаний обеспечена также полным отделением от микроконтроллера относительно мощных импульсных узлов

управления индикаторами путём их питания от отдельного интегрального стабилизатора напряжения DA3. Помимо от работы процессора самого микроконтроллера мало влияет на результаты измерений, так как каждое из них выполняется с предварительным переводом микроконтроллера в спящий режим и выключением таймера генератора.

Микроконтроллер тактируется от внутреннего генератора П805 — для установки микроконтроллера в исходное состояние. Для устранения последствий возможной обшивки микроконтроллера в нём включен отключаемый таймер (WDT).

На рис. 3 изображён чертёж проводников печатной платы устройства, а на рис. 4 — расположение деталей на ней. Большая часть резисторов и конденсаторов — типоразмера 0805 для поверхностного монтажа. Исключения —

Стабилитрон 1N4734A можно заменить другим с напряжением стабилизации 3...4,7 В. Четырёхразрядные индикаторы RYQ-3041AHR-11 или RYQ-3041BHR-11 (индекс А означает общий катод, индекс В — общий анод) красного цвета свечения и высотой знака 0,30" (9 мм) можно заменить аналогичными другими цвета. Сая излучающая поверхность платы подойдут и трёхразрядные индикаторы серии RYQ-3831 с такими же параметрами.

При необходимости можно установить на этой плате даже индикаторы серии RYT-5641 или RYT-5631 с высотой знака 0,50" (14 мм). В этом случае без вошки микроконтроллера следует вставить в плату без панели, применить малогабаритные подстроечные резисторы, а индикаторы установить поверх микросхем, ступив по углам на нижней стороне корпуса каждого по четыре выступа.

Для подключения к устройству внешних цепей применены винтовые зажимы. Часть возникающая проблема с изготовлением датчика тока (резистора R1) решена применением без всякой переделки шунта предела 10 А от мультиметра серии UI-630. В крайнем случае можно изготовить этот резистор из отрезка никромовой, а лучше константановой проволоки.

Питают измеритель от любого источника стабилизированного напряжения 7...15 В. Обратите внимание, что минусовой вывод этого источника соединяется с измерительным зажимом "Общ.", к которому подключают и минус источника, напряжение которого следует измерить. Зажим "+U₂" соединяют с плюсом измеряемого источника, а нагрузку, ток которой предстоит измерить, включают между зажимами "+U₂" и "+I₂".

При таком подключении результат измерения напряжения при максимальном токе нагрузки получается завышенным на 0,1 В относительно напряжения

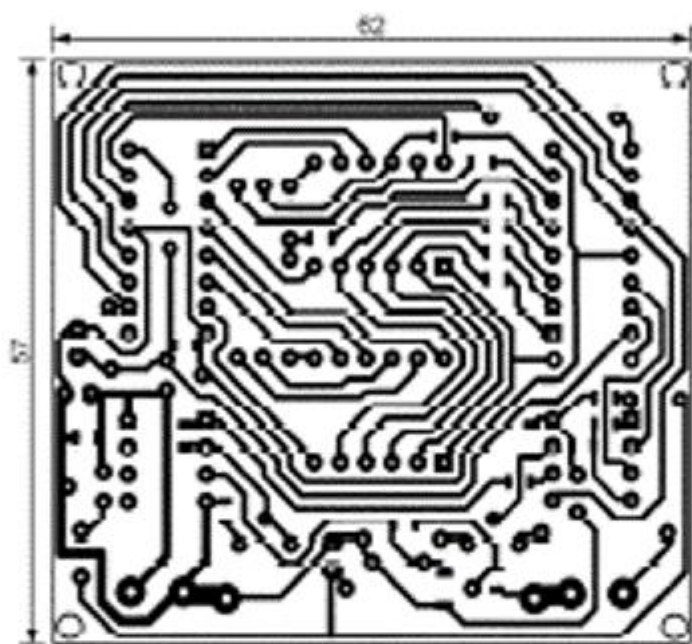


Рис. 3

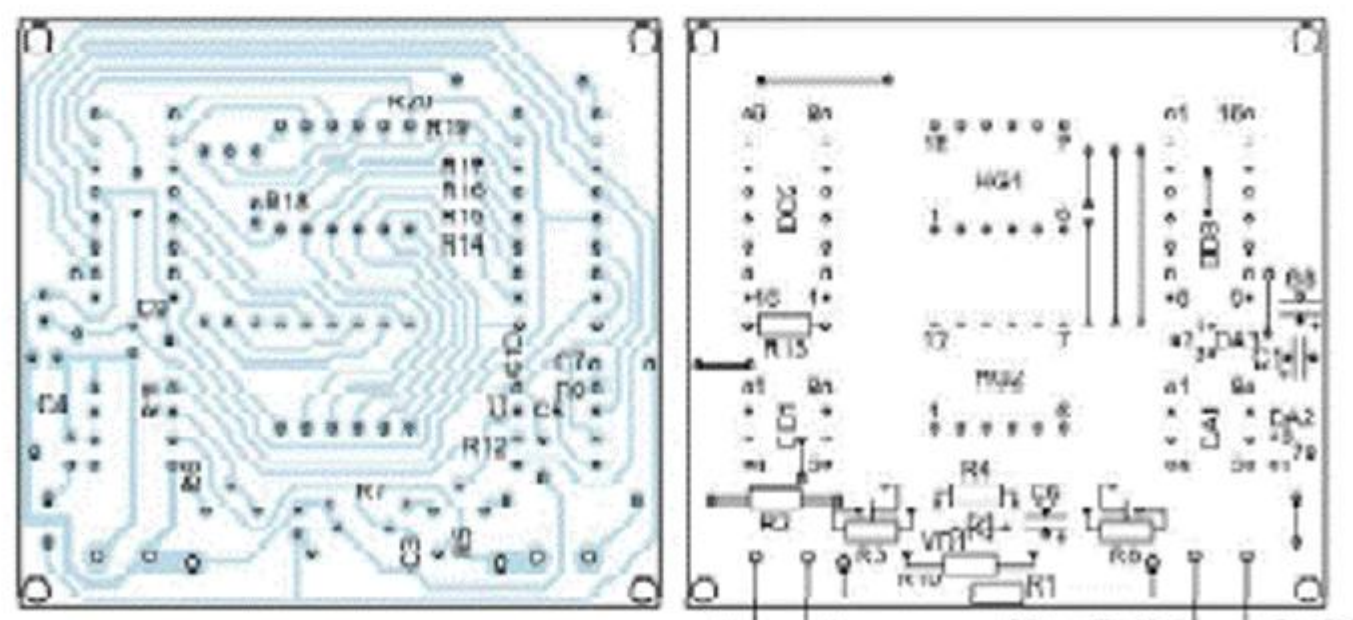


Рис. 4

резисторы R2 (из-за рассеиваемой мощности), R13 (для упрощения разводки печатных проводников), подстроечные резисторы R9, R8, оксидные конденсаторы С1, С6, С8. Конденсаторы С2 и С3 — керамические, но их можно заменить оксидными танталовыми,

на нагрузке. Программным способом эта погрешность уменьшена в два раза (до 0,05 В, что меньше дискретности отчёта напряжения). Во избежание увеличения этой погрешности сопротивление резистора R1 должно лежать в пределах 0,007...0,014 Ом.

Программа микроконтроллера написана на языке ассемблера MASM. В начале исходного текста программы (файла *AV-meter.asm*), прилагаемого к статье, директива `ANODE EQU 0` присваивает переменной `ANODE` нулевое значение, что соответствует примененным индикаторам с общим катодом. Для переноса и индентирования в общем виде достаточно заменить в этой директиве `0` на `1`, после чего заново оттранслировать программу. Но если в программе ничего `ORLW` не изменено, делать это нет необходимости, потому что к статье приложены готовые загрузочные (HEX) файлы для разных типов

индикаторов, о чем было сказано выше. Информация о необходимой конфигурации микроконтроллера, как принято для микроконтроллеров PIC, содержится в загрузочных файлах, поэтому при загрузке программы конфигурация устанавливается автоматически.

Напаивание прибора выполняется следующим образом. Подключив к контакту `"Uс"` относительно зажима "Общ." напряжение, немного меньшее предела измерения, и контролируя его образцовым вольтметром, подстроечным резистором `R3` следует добиться совпадения показаний индикатора `ICD` и образцового вольтметра, затем подключают

между зажимами `"Uс"` и `"Iс"` в качестве нагрузки резистор достаточной мощности сопротивлением `0,5...2 Ом` последовательно с образцовым амперметром. Регулировкой напряжения, подаваемого на зажим `"Uс"`, устанавливают ток, близкий к пределу измерения, но меньше его. Подстроечным резистором `R4` уравнивают показания индикатора `ICD` и образцового амперметра.

Внимание! Публикации на сайте www.radiolab.ru/pub/2014/12/wmeter.zip не являются FFP-устройствами.