

Стабилизатор эффективного значения напряжения на микроконтроллере PIC16F684

А. КОВТУН, г. Тулун Иркутской обл.

Этот прибор предназначен для ступенчатой регулировки эффективного значения напряжения, подаваемого на нагревательные приборы и лампы накаливания, и его стабилизации при колебаниях напряжения в сети.

От других стабилизаторов аналогичного назначения его отличает возможность стабилизации выходного напряжения не только на уровне, соответствующем номинальной мощности питаемого электроприбора, но и при её снижении ступенями по 10 % до 10 %. Номер выбранного уровня стабилизации отображается на светодиодном индикаторе в двоичной системе счисления. Обеспечена гальваническая развязка цепей управления от силовых цепей, связанных с питающей электросетью.

К стабилизатору можно подключать нагревательные приборы (например, паяльники) и лампы накаливания мощностью от 10 до 300 Вт, рассчитанные на номинальное напряжение 220 В. При изменении сетевого напряжения в интервале 160...250 В он поддерживает установленное эффективное значение выходного напряжения неизменным с точностью $\pm 10\%$.

Схема стабилизатора представлена на рис. 1. Сетевое напряжение выпрямляет диодный мост VD1 со сглаживаю-

щими конденсаторами C4 и C6. Для ограничения тока зарядки этих конденсаторов в момент включения устройства в сеть применён терморезистор RK1. Выпрямленное постоянное напряжение, практически равное амплитуде сетевого, поступает на нагрузку через электронный ключ на полевом транзисторе VT1. Этот транзистор, периодически открываясь и закрываясь, превращает постоянное напряжение в однополярные импульсы частотой около 1000 Гц с заданным эффективным значением. Изменение и стабилизация эффективного значения достигаются регулировкой длительности открытого состояния транзистора в каждом периоде повторения импульсов.

Для вычисления необходимой длительности открывающих транзистор импульсов микроконтроллер DD1 измеряет напряжение на конденсаторах C4 и C6. Ток, пропорциональный этому напряжению, течёт через излучающий диод оптрона U1. От этого тока зависит интенсивность облучения фототранзистора оптрона и сопротивление его участка эмиттер—коллектор. Поэтому на последовательно соединённых с фототранзистором подстроечным резисторе R11 и диоде VD3 выделяется напряжение, пропорциональное напряжению на конденсаторах. Оно поступает на вход встроенного в микроконтроллер DD1 АЦП, образцовым для которого служит напряжение питания микроконтроллера, и преобразуется им в код.

На основании этого кода программа микроконтроллера вычисляет необходимую для поддержания стабильным эффективного значения выходного напряжения длительность импульсов, открывающих транзистор VT1. Результат вычисления загружается в модуль ШИМ микроконтроллера, который формирует

Уровень	Мощность, %	Входное напряжение, Вэфф	Выходное напряжение, Вэфф
1	10	129...258	70
2	20		98
3	30		121
4	40		139
5	50		156
6	60		170
7	70	130...258	184
8	80	140...258	197
9	90	149...258	209
10	100	157...258	220

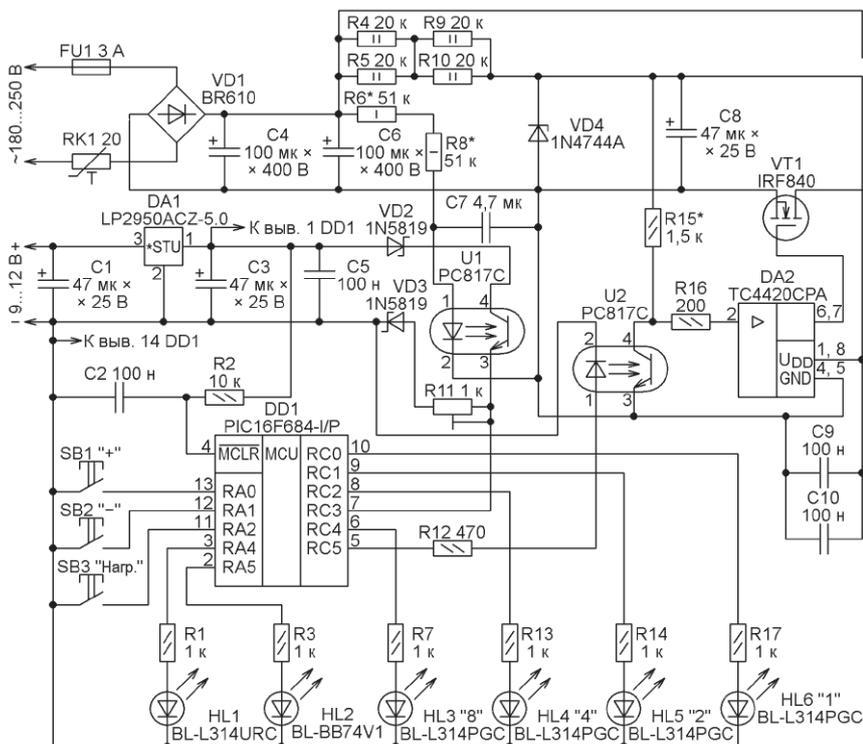


Рис. 1

импульсы частотой около 1000 Гц нужной длительности на выходе RC5. Эти импульсы поступают на затвор полевого транзистора VT1 через оптрон U2 и драйвер DA2.

Напряжение 15 В для питания драйвера получается из выпрямленного моста VD1 с помощью параметрического стабилизатора из резисторов R4, R5, R9, R10 и стабилизатора VD4. Для питания микроконтроллера DD1 и связанных с ним узлов необходим внешний источник изолированного от сети постоянного напряжения 9...12 В. Его понижает до 5 В интегральный стабилизатор DA1.

Кнопки SB1—SB3 служат для управления устройством. Номер установленного уровня мощности отображают светодиоды HL3—HL6 в двоичной системе счисления, причём светодиод HL6 соответствует младшему, а светодиод HL3 — старшему разряду двоичного числа.

Программой микроконтроллера предусмотрена стабилизация выходного напряжения на десяти переключаемых уровнях. Эффективное значение выходного напряжения, относительная мощность нагрузки в процентах от номинальной и допустимые пределы изменения входного напряжения на каждом уровне указаны в таблице.

Когда эффективное значение входного напряжения находится в пределах

129...258 В, напряжение на конденсаторах фильтра выпрямителя изменяется от 182 до 365 В. При правильной регулировке стабилизатора этому соответствуют значения кодов, формируемых АЦП микроконтроллера, от 93 до 186.

Программа вычисляет необходимую длительность формируемых импульсов табличным методом. Для этого в программной памяти микроконтроллера имеется десять таблиц (по одной для каждого уровня стабилизации), в которых каждому возможному значению кода АЦП соответствуют заранее рассчитанные на этапе разработки программы восьмиразрядные числа — значения длительности. Исполняемой микроконтроллером программе остаётся лишь, найдя по номеру уровня и значению кода нужное число, загрузить его в модуль ШИМ микроконтроллера. Заложенные в программу зависимости числа $N_{ШИМ}$, загружаемого в модуль ШИМ, от результата работы АЦП $N_{АЦП}$ для разных уровней стабилизации показаны на графиках **рис. 2**.

При подаче питания на стабилизатор и кратковременном нажатии на кнопку SB3 программа считывает из EEPROM микроконтроллера номер уровня стабилизированного напряжения, который действовал до выключения, и устанавливает его. Если это первое включение, то будет установлен пятый уровень (о чём сигнализируют включившиеся светодиоды HL4 и HL6). В подтверждение наличия напряжения на выходе стаби-

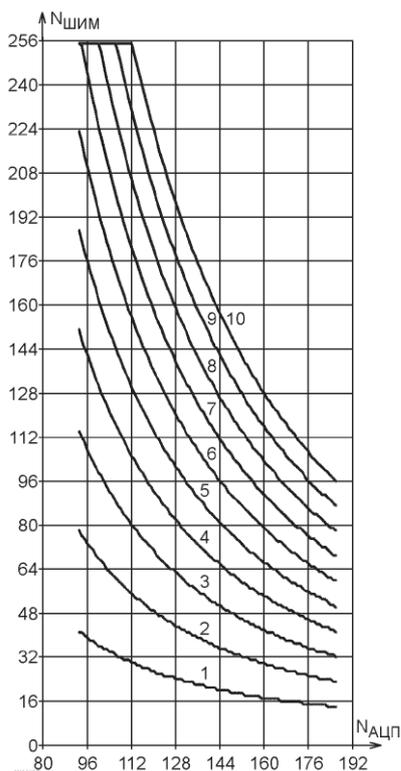


Рис. 2

лизатора будет включён светодиод HL2. Повторное нажатие на кнопку SB3 выключит стабилизатор. При этом в энергонезависимой памяти микроконтроллера сохранится последний выбранный уровень выходного напряжения, который и будет установлен при следующем включении устройства.

Задав нужную длительность импульсов, программа опрашивает состояние кнопок SB1—SB3. Когда ни одна из них не нажата, цикл измерения напряжения и установки длительности импульсов повторяется без изменений.

Если входное напряжение вышло из допустимого интервала, то программа определяет, в каком направлении произошёл выход. При напряжении, меньшем допустимого, устанавливается длительность импульсов, соответствующая заданной для нижней границы допустимого интервала изменения входного напряжения (например, для уровней 7—10 она равна периоду повторения импульсов, и транзистор VT1 постоянно открыт). В этой зоне выходное напряжение снижается пропорционально входному.

При входном напряжении больше допустимого длительность импульсов устанавливается нулевой и транзистор VT1 остаётся постоянно закрытым. Это равносильно отключению нагрузки от сети.

Если зафиксировано нажатие на кнопку SB1, стабилизатор переходит на более высокий уровень выходного напряжения. Нажатием на кнопку SB2

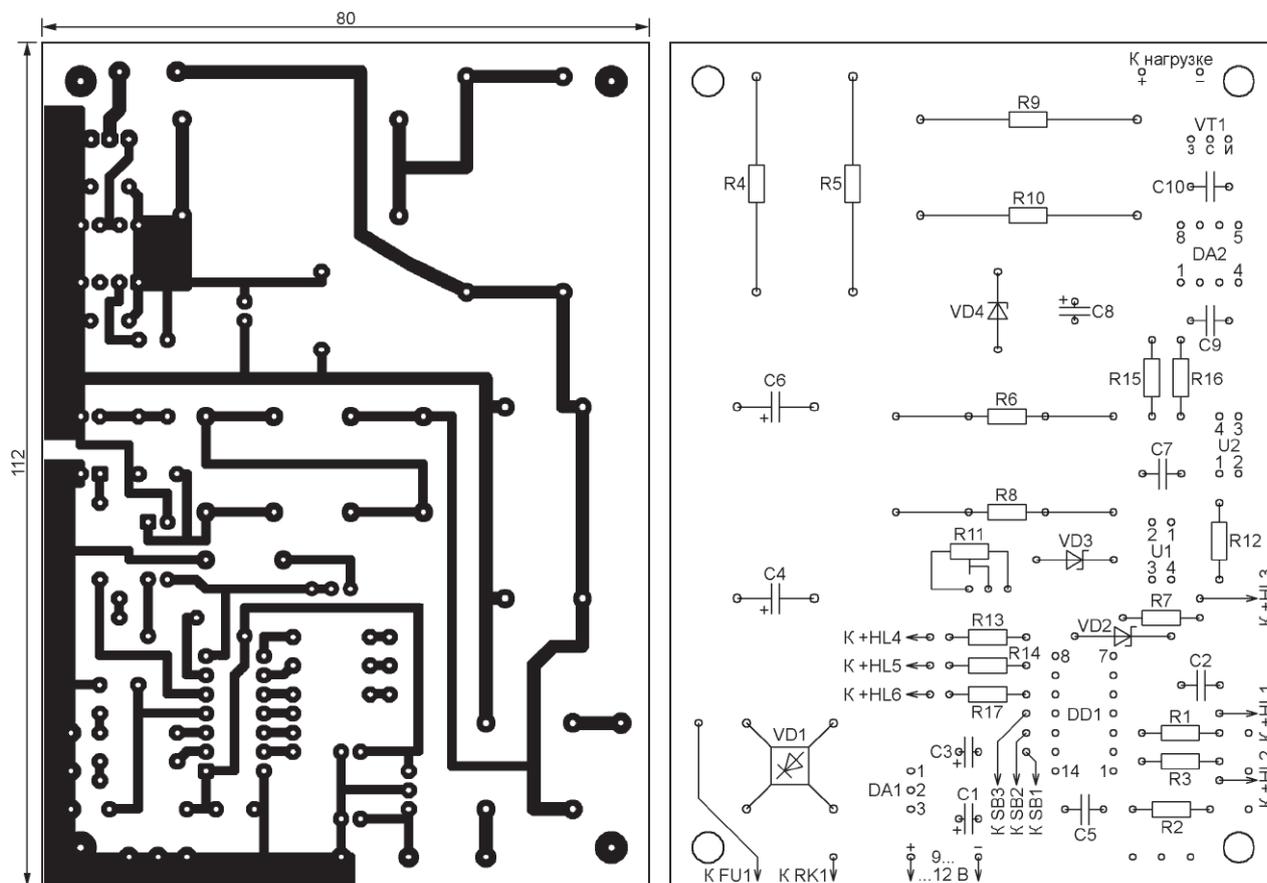


Рис. 3

номер уровня уменьшается. По достижении десятого или первого уровня дальнейшие нажатия на кнопки соответственно SB1 или SB2 ничего не меняют. Нажатиями на кнопку SB3 стабилизатор включают и выключают. Свечение светодиода HL2 показывает, что выходное напряжение стабилизатора включено.

Включение светодиода HL1 сигнализирует о выходе сетевого напряжения за пределы зоны стабилизации в любую сторону. Но если это напряжение стало больше допустимого, то одновременно с включением светодиода HL1 погаснет светодиод HL2, сигнализируя, что нагрузка отключена. Погаснут и светодиоды HL3—HL6, показывавшие установленный уровень выходного напряжения. Чтобы вывести стабилизатор из этого состояния, нужно кратковременно нажать на кнопку SB3. При повторном нажатии на ту же кнопку стабилизатор будет включён и на нагрузку появится напряжение того уровня, который действовал до автоматического отключения нагрузки.

Печатная плата стабилизатора изображена на рис. 3. Она односторонняя из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Диодный мост BR610 может быть заменён любым, рассчитанным на напряжение не менее 400 В и ток не менее 3 А. Можно составить диодный мост и из отдельных диодов. Стабилитрон 1N4744А заменяется другим с напряжением стабилизации 12...15 В и мощностью 0,5...1 Вт. Подстроечный

резистор R11 — многооборотный 3296. Полевой транзистор IRF840 при работе стабилизатора практически не нагревается, поэтому теплоотвод для него не требуется. Светодиоды HL1—HL6 могут быть не только указанных на схеме, но и других типов. В качестве HL1 желательно применить светодиод красного цвета свечения, в качестве HL2 — синего, в качестве HL3—HL6 — зелёного. Кнопки — любые малогабаритные без фиксации.

Источником питания для стабилизатора может служить трансформаторный или импульсный блок питания на выходное напряжение 9...12 В при токе нагрузки 100...150 мА. Если предполагается использовать нагрузку мощностью более 100 Вт, то суммарную ёмкость конденсаторов С4 и С6 следует увеличить пропорционально мощности. На входе стабилизатора желательно установить фильтр, препятствующий проникновению в сеть генерируемых им импульсных помех.

Налаживание устройства заключается в укладке изменения напряжения на выводе 7 микроконтроллера DD1 (входе АЦП) в интервал 1,82...3,65 В при изменении напряжения на конденсаторах С4 и С6 от 182 до 365 В. Этого добиваются регулировкой подстроечного резистора R11, а при необходимости и подборкой резисторов R6 и R8.

Следует учитывать, что указанный выше интервал изменения входного напряжения АЦП соответствует изменению его выходного кода от 93 до 186 только

при напряжении питания микроконтроллера ровно 5 В. Если оно существенно отличается от этого значения, интервал напряжения на входе АЦП нужно изменить пропорционально. Например, при напряжении питания 5,1 В он должен быть от 1,86 до 3,72 В.

Желательно измерить выходное напряжение стабилизатора на всех уровнях вольтметром, показывающим истинное эффективное значение (true RMS), и убедиться, что оно не отличается более чем на 10 % от значений, указанных в таблице. Несоответствие устраняют регулировкой подстроечного резистора R11.

Если нужного вольтметра нет, то можно с помощью осциллографа измерить параметры выходного напряжения (амплитуду импульсов U_m , их длительность t_n и период повторения t_n) и вычислить эффективное значение по формуле

$$U_{\text{эфф}} = U_m \sqrt{\frac{t_n}{T}}$$

При регулировке и проверке стабилизатора следует соблюдать меры предосторожности, так как он подключён к сети 220 В.

От редакции. Программа микроконтроллера имеется по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2014/09/stab.zip> на нашем FTP-сервере.

defender
TRIFLES MAKE PERFECTION

**ВЕЩИ, ПОНЯТНЫЕ ВСЕМ:
ЛЕГКО КУПИТЬ,
ЛЕГКО ПОЛЬЗОВАТЬСЯ!**

ТОЛЬКО «ВАШИ» ФУНКЦИИ – И НИЧЕГО ЛИШНЕГО



ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
WWW.PCSHOP.RU

WWW.PCSHOP.RU

