

Исследование возможности использования в устройствах автоматике программируемого индикатора уровня напряжения

Непокрытов Владимир Степанович

Сафоновский филиал областного государственного бюджетного
профессионального образовательного учреждения
«Смоленская академия профессионального образования», г. Сафонов,
преподаватель

Иванов Николай Викторович

Сафоновский филиал областного государственного бюджетного
профессионального образовательного учреждения
«Смоленская академия профессионального образования», г. Сафонов,
Студент

АННОТАЦИЯ. Рассмотрен процесс изготовления устройства визуального контроля заданного уровня напряжения в различном бытовом и промышленном оборудовании.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Мультиметр, уровень напряжения, индикатор, стабилизатор, микросхема, светодиод.

Непрерывный контроль за напряжением в сети - один из неперенных факторов, определяющих долговую службу электронных устройств или батареи аккумуляторов. Для оперативного контроля уровня напряжения применяются мультиметры. Но использование мультиметра не всегда удобно. Дело в том, что для считывания цифр с дисплея и их интерпретации человеку требуется время, пусть даже речь идёт о долях секунды. К тому же цифры дисплея могут быть не видны с большого расстояния или в условиях ограниченной видимости. Наиболее удобным для контроля считают световой индикатор допускового контроля напряжения.

Если использовать для индикации уровней напряжения светодиоды разных цветов – жёлтый, зелёный и красный то, в этом случае для того, чтобы оценить ситуацию достаточно одного быстрого взгляда на линейку светодиодов. Например, зелёный цвет - нормальное напряжение, жёлтый - напряжение выходит из-под контроля, красный - напряжение находится за пределами допуска.

Оператору нет необходимости знать точное значение напряжения в сети, ему достаточно быть уверенным, что оно не вышло за определенные установленные пределы. В этом случае может быть разработан сравнительно простой светодиодный индикатор напряжения. Уровень срабатывания пороговых устройств индикатора, как правило, устанавливаются подстроенными резисторами.

Обычно в индикаторах напряжения пороговым элементом служит *компаратор*. Существенного схемного упрощения индикаторов можно было бы достичь использованием в пороговом элементе инвертора цифровой микросхемы, работающего в активном режиме. Но поскольку передаточная характеристика инвертора в этом режиме имеет малую крутизну, стабильность порогового напряжения оказывается невысокой. Точность индикатора можно повысить последовательным включением нескольких инверторов и, кроме того, введением ограничителя по минимуму в его входную цепь.

Чаще всего светодиодные индикаторы напряжения выполняют на двух или трех светодиодах (или лампах накаливания). В таких схемах все режимы индицирует один светоизлучающий диод красного свечения. При нормальном напряжении в сети светодиод не горит. При пониженном напряжении он светится постоянно, а при повышенном – мигает с частотой 2 - 3 Гц.

Таким образом, электронный индикатор - это электронное устройство, предназначенное для визуального контроля за уровнем напряжения в различное бытовом и промышленном оборудовании для информирования человека об уровне или значении различных параметров, например, напряжения, тока, температуры, заряде батареи и так далее. Если требуется высокая точность такой оценки, устанавливаются многоуровневые цифровые индикаторы; в случаях, когда необходимо увидеть лишь наличие или отсутствие сигнала, применяют единичные индикаторы.

Причисление тех или иных устройств к индикаторам определяется их применением. Так, например, обычная лампочка накаливания, созданная для освещения, при использовании в системах оповещения или пультах управления и контроля, может

считаться индикатором. В то же время, электронное табло, изготовленное из матричных светодиодных индикаторов и используемое для рекламы, уже индикатором не считается. Таким образом, название «электронный индикатор» определяется зачастую не только конструкцией или физическими особенностями изделия, а способом его применения в конкретном устройстве или системе.

Далее рассмотрен процесс изготовления устройства контроля заданного уровня напряжения, включающий следующие этапы:

- выбор электрической схемы индикатора напряжения;
- выбор элементной базы;
- разработка печатной платы в программе SLayout;
- изготовление и монтаж печатной платы;
- разработка описания процесса наладки индикатора.

Устройство должно обеспечивать контроль предварительно заданного (запрограммированного) уровня напряжения. Измеряемое напряжение должно отображаться с помощью шкалы, состоящей из восьми светодиодов. Шкала поделена на три зоны: зеленую, желтую и красную, согласно которым уровень измеряемого напряжения характеризуется как нормальный/пониженный/повышенный. На основании показаний устройства может быть определено численное значение текущего уровня измеряемого напряжения. Цена деления шкалы программируется.

Индикатор напряжения имеет следующие технические характеристики:

- Напряжение питания, В: 7 - 25
- Потребляемый ток, мА: 30
- Контролируемый уровень напряжения (программируется), В:
7 - 25
- Цена деления шкалы(программируется), В: 0,1 - 3

Размеры печатной платы, мм: 38 x48

Выбор электрической схемы индикатора напряжения

Электрическая схема индикатора напряжения (рисунок 1) состоит из стабилизатора напряжения на микросхеме DA1 7805, микроконтроллере DD1 типа ATtiny13A и сдвиговом регистре DD2 74НС164N.652 к выходу которого подключены светодиоды в количестве восьми штук [3]

Технические характеристики микроконтроллера ATtiny13A следующие:

- Ядро avr
- Разрядность 8
- Тактовая частота, МГц 20
- Объем ROM-памяти 1k
- Объем RAM-памяти 64
- Внутренний АЦП, кол-во каналов 4
- Напряжение питания, В 1.8...5.5
- Температурный диапазон, С -40...85
- Тип корпуса dip8

Данный микроконтроллер показывает значительное снижение энергопотребления в режимах Active и Idle по сравнению с ранее выпускающимся ATtiny13.

ATtiny13A функционально эквивалентен ATtiny13. Однако, новый микроконтроллер показывает значительное снижение энергопотребления.

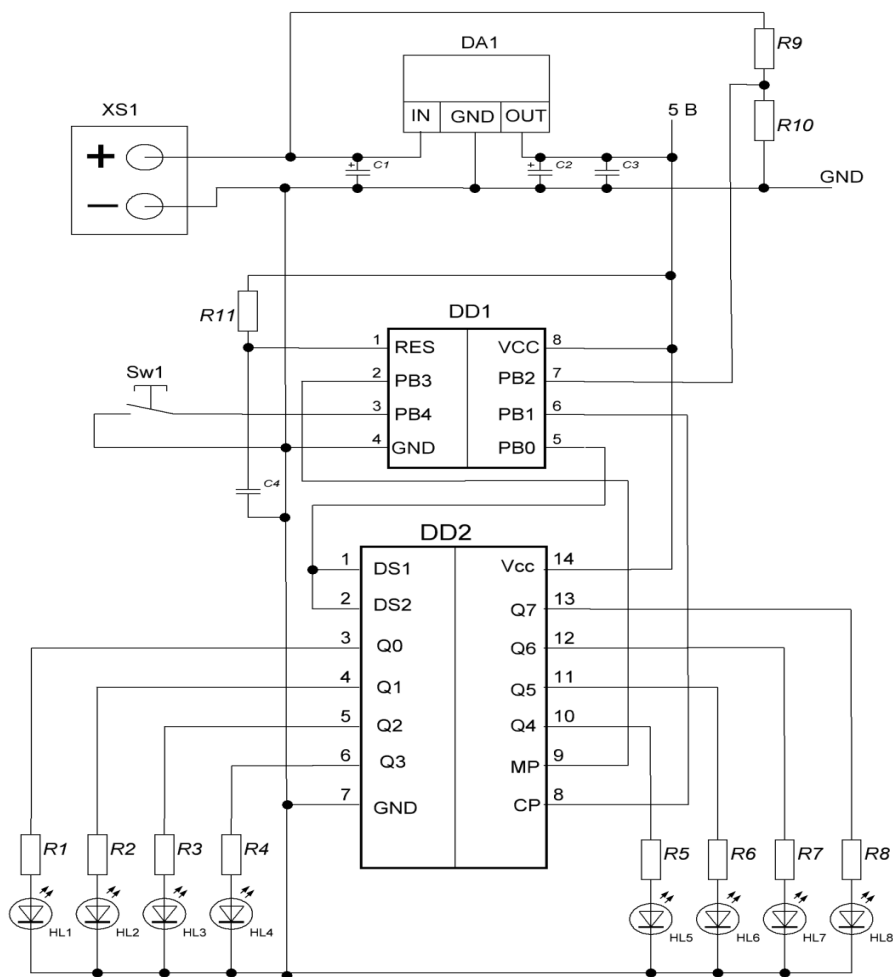


Рис.1. Схема электрическая индикатора напряжения

Микросхема ATtiny13A-PU является одной из наиболее простых в семействе, что обусловило ее низкую стоимость по сравнению с более старшими моделями, при этом она обладает всеми функциями и параметрами, необходимыми для реализации индикатора напряжения. А именно: небольшие размеры кристалла (от них зависят размеры самого индикатора, которые по эргономическим соображениям должны быть поменьше), достаточное количество выводов (а, следовательно, их хватает для подключения необходимого количества элементов и устройств), условия нормальной работы микроконтроллера не противоречат условиям, в которых будет работать индикатор напряжения (влажность и температура окружающей среды, устойчивость к ударам и вибрациям, которые будут возникать при использовании индикатором), предусмотрен режим пониженного энергопотребления (что актуально для устройства, питающегося от батареи) а также совместимость с другими элементами (совместимость последовательных интерфейсов микроконтроллера сдвигового регистра). Микросхема является широко распространенной, поэтому не возникает сложностей с ее программированием, отладкой и технической поддержкой.

Микросхема 74НС165 — сдвиговый регистр, преобразующий параллельный входной сигнал в последовательный выходной. Она позволяет увеличивать количество цифровых входов микроконтроллера. Чип преобразовывает входящий параллельный сигнал на 8 пинах (Dx) в выходной последовательный сигнал на 1 пине (Q7). Передача синхронна: для такта используется дополнительный пин (CP). Также отдельным пином управляется регистр данных (PL), что позволяет «загружать» параллельный сигнал для последовательного считывания с 8 выходов одновременно. Таким образом из трёх пинов микроконтроллера, такого как Arduino, можно получить 8 цифровых входов. Из регистров 74НС165 можно делать каскады, подключая один за другим, и таким образом из всё тех же 3 входящих линий получать 16, 24, 32 и т.д. цифровых входов.

Программирование контролируемого уровня напряжения

На источнике напряжения необходимо выставить значение напряжения, которое необходимо контролировать. Отключить источник питания. Подключить устройство к источнику питания, включить источник. При необходимости подкорректировать значение напряжения в диапазоне 7...25В.

Выставленное значение напряжения запрограммировано и является контролируемой величиной. При отключении электропитания запрограммируемое значение сохраняется.

Программирование цены деления шкалы

По умолчанию цена деления шкалы соответствует напряжению 0,3В. Для изменения цены деления шкалы выставить на источнике питания значение напряжения, отличное от контролируемого уровня напряжения на величину, которая равна желаемой цене деления шкалы устройства. Например, контролируемая величина равна 12,5В. Необходимо установить цену деления шкалы 1,5В. Для этого нужно выставить на источнике питания напряжение $U=12,5 + 1,5 = 14В$ или $U = 12,5 - 1,5 = 11В$.

Нажать кнопку SW1 устройства и удерживать, пока не засветится первый и второй светодиоды шкалы. После этого текущее значение напряжения будет отображаться в соответствии с новым значением цены деления шкалы. При отключении электропитания запрограммируемое значение сохраняется.

Интерпретация показаний шкалы устройства

Определение уровня напряжения по цветовым зонам шкалы определяется по светодиодной шкале. Светодиодная шкала устройства поделена на цветовые зоны: зеленую, желтую и красную (рисунок 1.10).

Если показания находятся в зеленой зоне, уровень измеряемого напряжения можно охарактеризовать как нормальный, то есть соответствующий запрограммированному уровню, или отличающийся от него незначительно.

Желтая зона говорит о том, что измеряемое напряжение ниже нормального, в то время как красная свидетельствует о пониженном или повышенном напряжении.

Определение численного значения уровня напряжения

Свечение светодиодов шкалы с 1-го по 6-ой включительно соответствует запрограммированному контролируемому уровню напряжения. Свечение следующих светодиодов, седьмого и восьмого, означает превышение запрограммированного значения. Свечение светодиодов до пятого включительно означает, что текущий уровень напряжения меньше запрограммированного значения. При этом численное отклонение текущего уровня напряжения от запрограммированного соответствует значению, которое вычисляется по формуле

$$U_{\text{тек}} = U_{\text{п}} \pm n \cdot \Delta U,$$

где $U_{\text{тек}}$ – текущее значение напряжения (измеряемое);

$U_{\text{п}}$ – запрограммированное значение напряжения;

n – количество светодиодов шкалы, светящихся после шестого светодиода, либо количество светодиодов шкалы, не светящихся до шестого светодиода;

ΔU – цена деления шкалы.

Когда измеряемая величина значительно отличается от запрограммированного значения и выходит за пределы шкалы отображения, светятся все светодиоды – измеряемая величина превышает запрограммированное значение, либо светится только первый светодиод – измеряемая величина меньше запрограммированного значения.

Общий вид программируемого вольтметра подключенного к источнику питания с напряжением 12,1 В, показан на фото 1. Светится светодиод №6 (рисунок 1.10), находящийся в зеленой зоне, сигнализирующий напряжение 12,1 В. Цена деления шкалы соответствует напряжению 0,3 В.

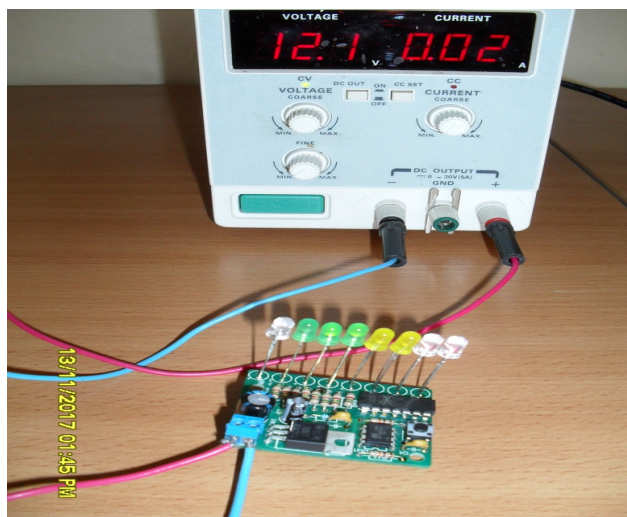


Фото1. Общий вид программируемого вольтметра

В ходе проведенной работы решены следующие задачи:

- осуществлен выбор электрической схемы индикатора напряжения;
- представлено описание работы электрической схемы индикатора напряжения;
- разработана электрическая схема индикатора в программе SPlan;
- осуществлен выбор элементной базы;

- разработана и изготовлена печатная плата;
- разработано описание процесса наладки индикатора.

Изготовленное устройство малогабаритно, показало себя надежным в эксплуатации, обеспечивает быструю и наглядную оценку параметров в части оперативного контроля уровня напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин В. Б., Калинин А. В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. — М. : Издательство ЭКОМ, 2010. — 400 с.
2. Васильев А. В. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений- СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 304 с.
3. Измерение и диагностика // www.masterkit.ru . (дата обращения: 12.11.2019).