

# АВТОМОБИЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР И ТАХОМЕТР НА ARDUINO UNO

У очень многих современных автомобилей нет ни тахометра ни вольтметра. Возможно, производители и правы, и знать водителю частоту вращения коленвала двигателя и напряжение в бортовой сети не обязательно. Но, если все же хочется, можно автомобиль дооборудовать тахометром и вольтметром. В продаже есть такие приборы, выводящие на цифровой индикатор частоту вращения и напряжение. Но, большинство из них сделаны на светодиодных индикаторах, что не очень удобно в автомобиле, потому что ярким солнечным днем цифры не видны, а ночью они слишком яркие. К тому же, обычно выводится только один параметр, а для просмотра другого нужно нажимать кнопку.

Здесь приводится описание очень несложного в изготовлении, благодаря применению готового модуля - ARDUINO UNO, прибора, который одновременно показывает и напряжение и частоту вращения коленвала. Причем, показывает это он на очень четком, подсвечиваемом

ЖК-дисплее, который очень хорошо виден как днем, так и ночью. Следует заметить, что и себестоимость данного

прибора относительно невысока, если покупать ARDUINO UNO и дисплей на радиорынке или на Aliexpress.

Индикатором служит ЖК-дисплей типа 1602A, он стандартный, на основе контроллера HD44780. Обозначение 1602A фактически значит, что он на две строки по 16 символов в строке.

Основой прибора служит ARDUINO UNO это относительно недорогой готовый модуль, - небольшая печатная плата, на которой расположен микроконтроллер ATMEGA328, а так же вся его «обвязка», необходимая для его работы, включая USB-программатор и источник питания.

Тем, кто незнаком с ARDUINO UNO, рекомендую сначала ознакомиться со статьей Л.1.

Прибор подключается по питанию к выходу замка зажигания автомобиля, а сигнал на измерение частоты вращения коленвала получает с датчика Холла, который является датчиком зажигания. Датчиком напряжения служит цепь питания прибора. То есть, он измеряет то

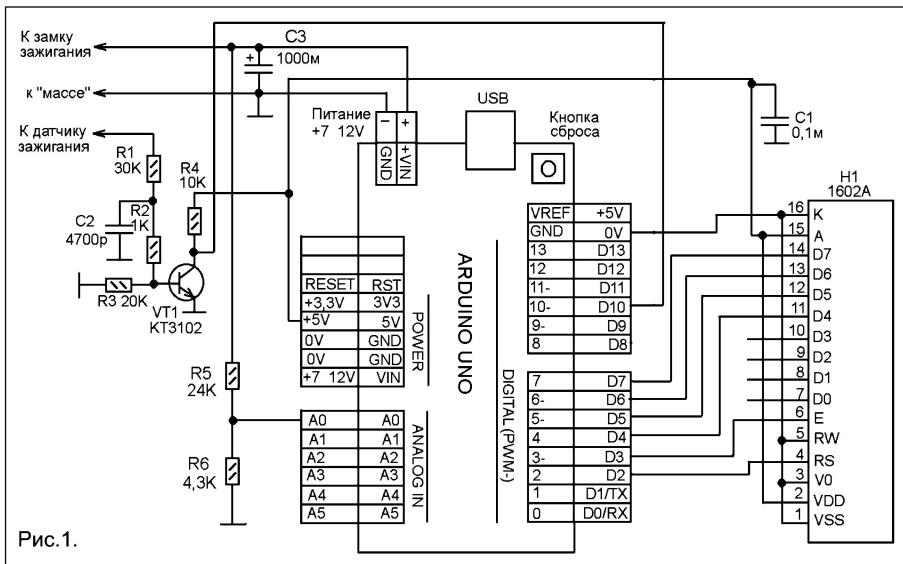


Рис.1.

Таблица 1.

```

/*
  вольтметр и тахометр
 */

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7); //порты для дисплея
int Htime; //длительность положительного полупериода
int Ltime; //длительность отрицательного полупериода
int analogInput=0; //аналоговый вход A0
float vout; //значение аналогового входа A0
float volt; //результат измерения напряжения
float Ttime; //длительность полного периода
float frequency; //результат тахометра
void setup()
{
  pinMode(10, INPUT); //входом тахометра будет порт 10
  lcd.begin(16,2); //дисплей 16 символов 2 строки
}
void loop() {
  Htime=pulseIn(10,HIGH); //измерение положительного полупериода
  Ltime=pulseIn(10,LOW); //измерение отрицательного полупериода
  Ttime=Htime+Ltime; //вычисление периода
  frequency=3000000/Ttime; //вычисление результата тахометра
  vout=analogRead(analogInput); //чтение значения входа A0
  volt=vout*5.0/1024/0.152; //вычисление результата напряжения
  lcd.clear(); //очистка памяти дисплея
  lcd.setCursor(0,0); //установка курсора на 1 строку
  lcd.print(volt); //печать результата измерения напряжения
  lcd.print(" V"); //печать единицы измерения напряжения
  lcd.setCursor(0,1); //установка курсора на вторую строку
  lcd.print(frequency,0); //печать целого числа результата тахометра
  lcd.print(" об/мин"); //печать единицы измерения тахометра
  delay(500); //время индикации полсекунды
}

```

напряжение, которым питается.

Прибор может работать только в автомобиле с электронной системой зажигания (в автомобиле с электромеханической системой зажигания датчика Холла нет).

Схема прибора показана на рисунке 1. На этом рисунке плата ARDUINO UNO показана схематично как «вид сверху».

Для согласования цифрового порта с датчиком Холла используются каскад на транзисторе VT1.

Для измерения напряжения, простой делитель напряжения на резисторах R5 и R6. Он нужен потому, что максимальное напряжение, подаваемое на аналоговый вход не должно быть более 5V.

Так как питание поступает на прибор с выхода замка зажигания он работает только при включенном зажигании.

Датчик зажигания автомобиля с четырехцилиндровым бензиновым двигателем формирует два импульса за один оборот коленчатого вала. Если у двигателя не четыре цилиндра частота следования импульсов будет другой. Здесь именно под четырехцилиндровый мотор.

Программа на C++ с подробными комментариями приведена в таблице 1.

Действие программы по измерению частоты вращения коленвала основано на измерении периода импульсов, поступающих с датчика, и последующего расчета

частоты вращения коленвала.

Для работы используется функция **pulseIn**, которая измеряет в микросекундах длительность положительного либо отрицательного перепада входного импульса. Так что, для того чтобы узнать период нужно сложить длительность положительного и отрицательного полупериодов.

Далее, частота вращения вычисляется по формуле:

$$F=30/T$$

где T - период в секундах, а F - частота вращения коленвала в оборотах в минуту. Поскольку период измерен в микросекундах фактически формула такая:

$$F= 3000000/T$$

Измерение длительности периода состоит из трех этапов, сначала измеряются длительности положительной и отрицательной полуоборотов в строках:

```
Htime=pulseIn(10,HIGH);  
Ltime=pulseIn(10,LOW);
```

Затем, происходит вычисление полного периода в строке:

```
Ttime=Htime+Ltime;
```

И потом, вычисление частоты вращения коленвала в строке:

```
frequency=3000000/Ttime;
```

Действие программы по измерению напряжения основано на чтении данных с аналогового входа и расчета результата измерения.

Выход аналогового порта преобразуется АЦП микроконтроллера в цифровую форму. Для получения результата в единицах вольт, нужно его умножить на 5 (на опорное напряжение, то есть, на напряжение питания микроконтроллера) и разделить на 1024.

Для того чтобы можно было измерять напряжение более 5V, вернее, более напряжения питания микроконтроллера, потому что реальное напряжение на

выходе 5-вольтового стабилизатора на плате ARDUINO UNO может отличаться от 5V, и обычно немного ниже, нужно на входе применить обычные резистивные делители.

Здесь это делитель напряжения на резисторах R5 и R6.

При этом, для приведения показаний прибора к реальному значению входного напряжения, нужно в программе задать деление результата измерения на коэффициент деления резистивного делителя. А коэффициент деления, обозначим его «K», можно вычислить по такой формуле:

$$K = R6 / (R5+R6)$$

Очень любопытно то, что резисторы в делителях совсем не обязательно должны быть высокоточными. Можно взять обычные резисторы, затем измерить их фактическое сопротивление точным омметром, и уже в формулу подставить эти измеренные значения. Получится значение «K» для конкретного делителя, которое и нужно будет подставлять в формулу.

Чтение данных с аналогового порта происходит в строке:

```
vout=analogRead(analogInput);
```

Затем, производится вычисление фактического напряжения с учетом коэффициента деления делителя входного напряжения:

```
volt=vout*5.0/1024.0/0.152;
```

В этой строке число 5.0 - это напряжение на выходе стабилизатора платы ARDUINO UNO. В идеале должно быть 5V, но для точной работы вольтметра это напряжение нужно предварительно измерить. Подключите источник питания напряжением 12V и измерьте достаточно точным вольтметром напряжение +5V на разьеме POWER платы. Что будет, то и вводите в эту строку вместо 5.0, например, если будет 4.85V, строка будет выглядеть так:

```
volt=vout*4.85/1024.0/0.152;
```

На следующем этапе нужно будет измерить фактические сопротивления резисторов R5 и R6 и определить коэффициент K (указан 0.152) для этой строки по формуле:

$$K1 = R6 / (R5+R6)$$

Допустим, получилось K = 0.159, так и пишем:

$$\text{volt}=\text{vout}*4.85/1024.0/0.159;$$

Таким образом, в текст программы нужно внести изменения соответственно фактическому напряжению на выходе 5-вольтового стабилизатора платы ARDUINO UNO и согласно фактическому коэффициенту деления резистивного делителя.

Затем, результаты измерений выводятся на ЖК-дисплей. Напряжение вносится в первую строку дисплея, а частота вращения во вторую. Единицы измерения указаны как «V» и «ob/min».

Если входного сигнала с датчика Холла нет, например, включили зажигание, но

двигатель не завели, то в строке, где индицируется частота вращения, будет надпись «inf».

Если прибор дает сбой при измерении частоты вращения коленвала, может потребоваться оптимизация режима работы входного каскада на транзисторе VT1, соответственно, подбором сопротивления резистора R3, а так же емкости конденсатора C2.

*Каравкин В.*

#### *Литература:*

- 1. Каравкин В. «Ёлочная мигалка на ARDUINO как средство от боязни микроконтроллеров». ж. Радиоконструктор, №11, 2016 г. стр. 25-30.*
- 2. Каравкин В. «Частотомер на ARDUINO». ж. Радиоконструктор, №12, 2016 г., стр. 12-15.*
- 3. Каравкин В. «Спидометр и тахометр на ARDUINO для автомобиля». ж. Радиоконструктор, №12, 2016, стр. 34-36.*

---

## СИГНАЛИЗАТОР СВЕТА ФАР АВТОМОБИЛЯ

Правила дорожного движения требуют, чтобы автомобиль ехал днем с выключенным ближним светом фар.

В журнале №11 за 2016 год есть статья «Сигнализатор света фар для легкового автомобиля» (Л.1), в которой предлагается весьма интересная схема сигнализатора, работающего следующим образом:

1. Если после включения зажигания и закрывания двери в течение времени около 10 секунд не включить фары раздастся непрерывный тональный звуковой сигнал.
2. Если после выключения зажигания не выключить фары и открыть дверь, то в момент открывания двери раздастся тональный звуковой сигнал, звучащий только пока дверь открыта.

Схема выполнена на микросхеме K561КП2.

При всех достоинствах, у этой схемы, на мой взгляд, есть один недостаток, - датчиком работы двигателя служит выход замка зажигания. Но не всегда при включенном зажигании работает двигатель. Поэтому, на мой взгляд, схеме требуется еще один вход, для наблюдения за датчиком давления масла. Ведь именно по датчику давления моторного масла и можно судить о том, работает двигатель или нет.

Для того чтобы сделать четвертый вход микросхема K561КП2 не подходит, потому что у неё всего три входа. Но вместо K561КП2 можно использовать микросхему K561ИД1. Эта микросхема представляет собой десятичный дешифратор. У неё четыре входа для подачи четырехразрядного двоичного кода и десять выходов от 0 до 9, переключающихся входным двоичным кодом.