

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТОРА БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ДАТЧИКА БУМАГИ

Юлдашев М.Н.

Научный руководитель: Юдин А.В.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра ИУ4, Москва, Россия

ELECTRONIC DEVICE RAPID PROTOTYPING SOLUTION USE CASE IN PAPER SENSOR APPLICATION

Yuldashev M.N.

Supervisor: Yudin A.V.

BMSTU, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассматривается проблема, которая возникает при использовании офисной техники, когда возникают ситуации недостатка расходных материалов вследствие несвоевременного предупреждения об их исчерпании. Поставлена задача модернизации конструктора для прототипирования электронных устройств с целью получения устройства для прецизионного детектирования количества бумаги в офисной технике. Проведено исследование точности ультразвукового и инфракрасного дальномера. Кратко представлено описание разрабатываемого устройства и рассмотрена его практическая реализация. В заключении указаны результаты проделанной работы.

Abstract

The article deals with the problem that arises in the use of office equipment and with the defect of the expendable materials due to delays in warning of its exhaustion. Was imposed the task of updating the constructor prototype electronic devices in order to obtain a device to accurately detect the amount of paper in office equipment. The author performed a study of the accuracy of ultrasound and infrared rangefinder. The device developed is briefly described and is studied its practical application. In conclusion the results of the work are shown.

Введение

В наше время нельзя обойтись без различной офисной техники, в которой принтер занимает второе место по распространённости после персональных компьютеров. Принтеры предназначены для перевода текста или графики на физический носитель из электронного вида малыми тиражами (от единиц до сотен) без создания печатной формы. Расходными материалами для принтера являются бумага и, в зависимости от типа принтера, тонер или краска.

Существует множество производителей принтеров и каждый из них поставил себе цель создать устройство, которое будет не только выполнять свою основную функцию печати, но и информировать пользователя о состоянии расходных материалов. В частности – в каждом принтере предусмотрено оповещение об исчерпании тонера. Устройство считает приблизительный расход тонера на основе заполнения страницы краской и заранее предупреждает о скором завершении тонера. В случае с бумагой – большинство принтеров способны только определить отсутствие бумаги в лотке. Нередко такие предупреждения возникают непосредственно во время печати с последующим прерыванием печати, что негативно сказывается на работоспособности принтера.

На основании вышеизложенной проблемы был предложен вариант решения в виде отдельного устройства для определения количества бумаги в принтере на базе конструктора для быстрого прототипирования электронных устройств (КЭУ).

1 Архитектура устройства

Конструктор, описанный в предыдущей работе [1], может иметь различную конфигурацию внешних датчиков и исполнительных механизмов. В данной работе была выбрана структурная схема, состоящая из главного модуля 3 и датчика расстояния 2, которые определяют количество бумаги в принтере 1 (см. рисунок 1). Датчик определяет расстояние до бумаги. В том случае, если измеренное расстояние будет больше той величины, которая соответствует малому количеству бумаги в принтере, то КЭУ оповестит об этом. Оповещение осуществляется посредством вывода сообщения на дисплей конструктора и звукового сигнала или отправки уведомительного сигнала на компьютер.

Структурная схема устройства для определения недостатка бумаги в принтере представлена на рисунке 2. На ней наглядно показаны основные узлы устройства для определения недостатка бумаги в принтере.

Алгоритм работы устройства определения недостатка бумаги в принтере представлен на рисунке 3.

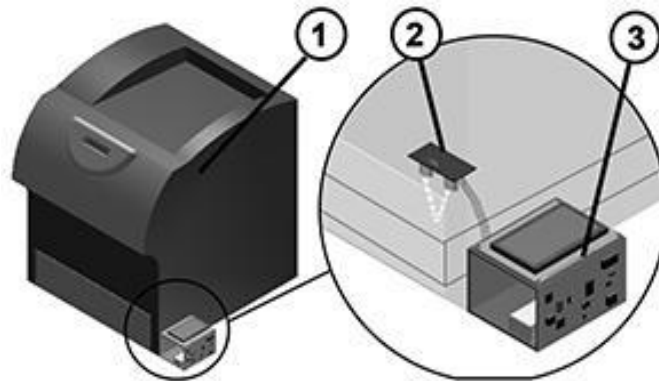


Рисунок 1 - Устройство для определения недостатка бумаги в принтере

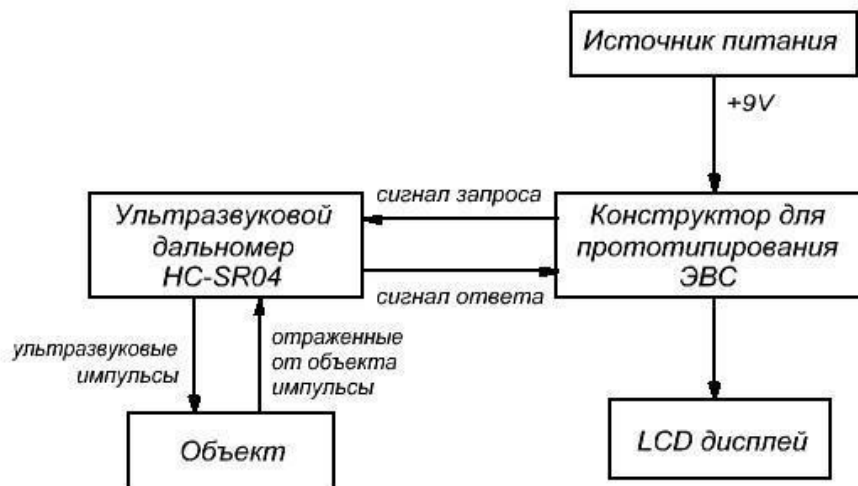


Рисунок 2 - Структурная схема устройства для определения недостатка бумаги в принтере

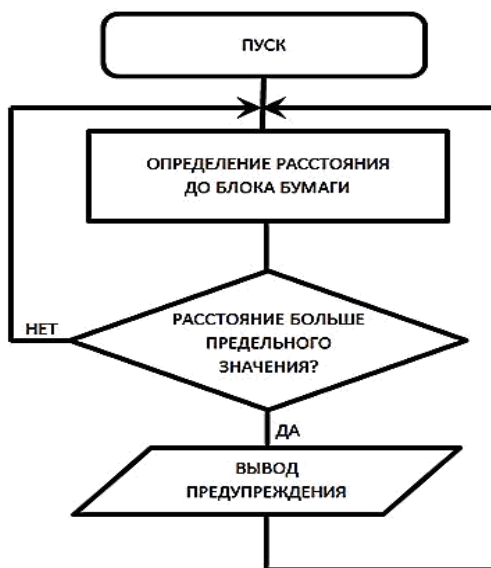


Рисунок 3 - Алгоритм работы датчика определения недостатка бумаги в принтере

На основании структурной схемы и алгоритма работы следует прототипирование устройства на базе КЭУ, которое описано в следующем разделе.

2 Конструкция устройства

Форма конструктора представляет собой параллелепипед (см. рисунок 4), боковые стороны которого являются печатными платами. Одна из печатных плат содержит основную электрическую схему 1, а вторая - макетную плату 2, а также необходимые разъемы для работы с конструктором.

Механическое соединение печатных плат осуществляется при помощи верхней и нижней панелей 3, которые являются каркасом конструктора. Электрическое соединение производится при помощи дополнительной платы, называемой «переходная плата». К этой плате также крепиться LCD дисплей.

С нижней стороны конструктора имеется подставка 4 с монтажными отверстиями, чтобы конструктор можно было крепить к другим конструкциям.



Рисунок 4 - Устройство для прототипирования ЭВС

Главный модуль (основная электрическая схема) был спроектирован на базе отладочной платы Arduino UNO, т.к. она удовлетворяет необходимым требованиям, таким как:

- программирование без дополнительного программатора,
- необходимое количество выводов,
- возможность работы устройства от питания компьютера или от автономного источника,
- индикация состояния микроконтроллера (режим программирования, отладки или исполнения) [3].

3 Пример программного кода устройства для определения недостатка бумаги в принтере

В таблице 1 приведен листинг программного кода, который отвечает за работу устройства для определения количества бумаги в принтере. Программа написана на языке программирования устройств Ардуино, основанного на C/C++.

Таблица 1 – Листинг программного кода для устройства определения недостатка бумаги в принтере.

```
#define trigPin 12
#define echoPin 13
#define led 11
#define led2 10

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);           //настройка выводов платы
  pinMode(echoPin, INPUT);           //для работы с датчиком расстояния,
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
}

void loop() {
  long duration;
  digitalWrite(trigPin, LOW);         // запрос сигнала
  delayMicroseconds(2);              // с датчика расстояния,
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = (duration/2) / 29.1;     // определения расстояния до объекта,
  if (distance < 4) {                // условие для определения недостатка
    digitalWrite(led,HIGH);          // бумаги в принтере
    digitalWrite(led2,LOW);
  }
  else {
    digitalWrite(led,LOW);
    digitalWrite(led2,HIGH);
  }
  if (distance >= 30 || distance <= 0){
    Serial.println("Paper is end");
  }
  else {
    Serial.print(distance);
    Serial.println("OK!");
  }
  delay(500);
}
```

4 Исследование датчиков расстояния

Точность датчика HC-SR04. По паспорту ультразвуковой дальномер HC-SR04 измеряет расстояние с разрешением ~ 3 мм в диапазоне от 3 до 400 см. На результат измерения влияет угол расположения отражающей поверхности. Если поверхность расположена перпендикулярно пути распространения ультразвукового сигнала датчика, то результат измерения будет точнее.

Размер отражающей поверхности и ее структура также оказывают влияние на точность измерений. В случае, если мы имеем маленький объект, то скорее всего ультразвуковой сигнал не будет отражаться.

Также большое значение имеет точность измерения длительности эхо сигнала. Наилучший результат можно получить при высокой тактовой частоте микроконтроллера и таймера. И наконец, скорость распространения звуковых колебаний в воздухе зависит от его температуры. В датчике этот нюанс не просчитывается автоматически, что требует дополнительной электронной и программной реализации для большей точности измерения.

Дальномер инфракрасный GP2D120. Модуль ИК-датчиков позволяет определить расстояние до объекта, используя при этом узконаправленный пучок невидимого глазу света. По паспорту инфракрасный дальномер GP2D120 измеряет расстояние в диапазоне от 4 до 30 см. Вследствие ограничений расстояния для каждого типа подобных датчиков были использованы 2 взаимодополняющих сенсора. Данный модуль может быть использован в системе навигации, построения карты местности, а также в системе избегания препятствий [5]. Выходные характеристики представлены на рисунке 5.

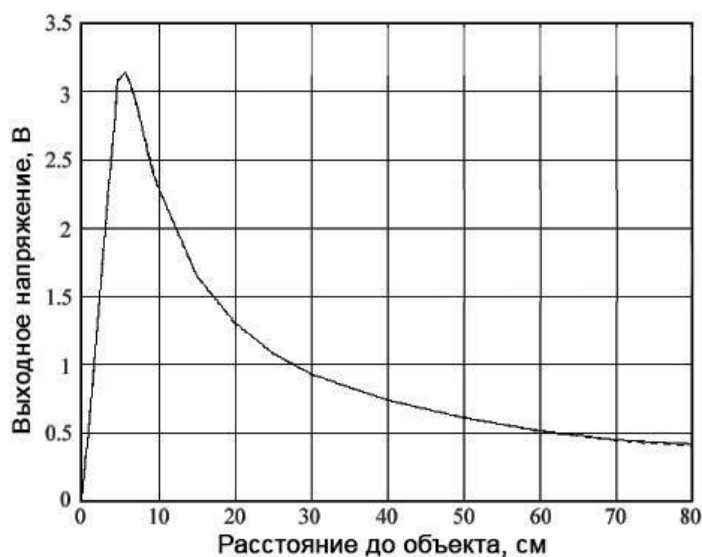


Рисунок 5 - График выходного напряжения дальномера GP2D120 в зависимости от расстояния до объекта

Из графика видно, что выходная характеристика не монотонна и имеет экстремум. Производитель рекомендует использовать датчик на расстоянии от 6 см, при котором преобразование графика с инверсией дает практически линейную характеристику. Применение дальномеров. Нужно отметить существенные недостатки, которые присущи приборам, работающим с использованием ультразвуковой локации. В первую очередь это касается точности измерения, которая определяется средой, в которой распространяется ультразвук. Ее характеристики и их значения, в первую очередь плотности, не являются постоянными и могут

меняться в процессе проведения измерительных работ. К другим недостаткам можно отнести ограниченность по расстоянию замера. Минимальная дистанция для данных приборов составляет 0,3 м., а максимальная 20 м.

5 Выбор датчика расстояния и расчет его точностных характеристик

В качестве датчика расстояния выбран модуль HC - SR04. В таблице 1 представлена необходимая информации о модуле.

Таблица 4.1. Характеристики модуля ультразвукового дальномера HC - SR04.

Рабочее напряжение	5 В
Рабочий ток	15 мА
Рабочая частота	40 Гц
Максимально расстояние	500 см
Минимальное расстояние	2 см
Точность измерения	0.3 см
Допустимый угол измерения	15°

Для эксперимента была выбрана бумага плотностью 80 г/м^2 . Из расчета, что плотность офисной бумаги составляет 800 кг/м^3 , делаем вывод, что толщина одного лист – 0.1мм. Отсюда следует, что номинальная точность дальномера в расчете на бумагу составляет 30 листов.

Емкость лотка в типичном принтере составляет 350 листов, среднее количество печатаемых листов за раз равно примерно 15 страниц. Желательно, чтобы устройство предупреждало нас об исчерпании бумаги за 50-70 страниц, что возможно реализовать с помощью модуля ультразвукового дальномера HC - SR04. Но данная точность не позволяет решить вопрос о подсчете количества бумаги в лотке с более высокой точностью. На данном этапе была поставлена следующая задача определения количества бумаги с точностью до нескольких листов. В идеальном варианте устройство должно определять количество бумаги в принтере с точностью до одного листа (0.1 мм).

Заключение

В результате проделанной работы было разработано устройство для определения недостатка бумаги в принтере. Устройство реализовано на базе конструктора для быстрого прототипирования электроники. Данная реализация включала всего несколько шагов для получения готового устройства из конструктора, что подчеркивает преимущества конструктора, такие как: быстрота прототипирования и отсутствие паяльных работ.

Анализ датчиков расстояния показал их принцип работы, преимущества и недостатки при применении. В результате, при прототипировании устройства использовался ультразвуковой датчик, т.к. он является более универсальным и простым в использовании.

Дальнейшее развитие проекта требует тщательного анализа датчиков для получения более точных измерений, чем мы имеем на данный момент. Вероятнее данные исследования будут нацелены на модернизацию датчика расстояния для повышения точности измерения до одного листа, чтобы устройство подсчета бумаги можно было считать завершенным и готовым к внедрению в производство. Также остается задача показать возможность расширения (интегрирования) конструктора.

Литература

1. Конструкторское решение для быстрого прототипирования электронных устройств / М.Н. Юлдашев, Д.Е. Зотьева // Сборник научных трудов. 15-ая Молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы - 2013". - Москва. 24 апреля 2013 г.- С.295-300.
2. Применение положений технического регламента для оформления конструкторско-технологической документации при выполнении домашних заданий, курсовых работ и проектов / под ред. В.А.Шахнова. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 53 с.: ил.
3. Описание отладочного комплекта Arduino UNO. - Электронный ресурс. Режим доступа: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno> - Проверено 28.01.2014г.
4. Документация на ультразвуковой дальномер HC-SR04. – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Datasheets/HCSR04b.pdf> - Проверено 14.01.2014г.
5. Документация на инфракрасный дальномер GP2D120. – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://robot-develop.org/wp-content/uploads/2011/03/gp2d120.pdf> - Проверено 14.01.2014г.
6. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: в 3-х томах. / Пер. с англ.: Б. Н. Бронина, И. И. Короткевич и др. — М.: Мир, 1993.