

ПРОЕКТИРАНЕ НА МУЛТИФУНКЦИОНАЛНА СЕНЗОРНА СИСТЕМА**DESIGN OF A MULTIFUNCTIONAL SENSOR SYSTEM****Ivaylo Belovski***Prof. Assen Zlatarov University***Anatoliy Aleksandrov***Technical University of Gabrovo***Abstract**

In recent decades, there has been a rapid development in the electronic industry around the world. This, mainly due to the rapidly evolving processing technique, which succeeded in successfully replacing many electronic components and integrated circuits with special reassignment. Microcontrollers are indispensable in the embedded systems and are especially useful when a computer device performing a large number or relatively complex functions must be implemented.

This paper presents the design of a multifunctional sensor system based on Arduino MEGA microcontroller. Several sensors with different function and principle of operation are included in the system. With their help different physical magnitudes and processes are taken into account, such as: temperature, humidity, atmospheric pressure, distance, etc.

Keywords: sensor system, embedded systems, arduino.

ВЪВЕДЕНИЕ

В системите, оборудвани със сензори с различно предназначение и принцип на работа, основния управляващ блок е микроконтролерът - (MCU) е едночипова система, съчетаваща в себе си микропроцесор, тактов генератор, оперативна памет и програмируеми входно-изходни устройства. Често на същия чип има и различни видове компютърна памет. За разлика от микропроцесорите, които се използват в персоналните и други компютри, микроконтролерите са незаменими във вградените системи и са особено полезни, когато трябва да се реализира компютърно устройство, изпълняващо голям брой или сравнително сложни функции, например – комуникация с други устройства, управление на буквено - цифрови или графични дисплеи, измерване на различни величини, управление на технологични процеси и др [1, 2].

За да могат микроконтролерите да се използват успешно в бита и ежедневието, те трябва да могат да събират разнообразна информация от околния свят, да я обработват и да извършват определени операции, заложиени в програмната им

памет. Именно тук се появява нуждата от сензори които да предадат тази информация към микроконтролера.

Сензорът е първичен преобразувател на физични или химични параметри в удобен за използване сигнал. Тези устройства представляват неизменна част от системите с автоматизирано управление [3, 4]. Разграничаването на термините сензор и измервателен елемент е проблематично, тъй като не съществуват единни дефиниции.

Целта на настоящата статия е да представи проект и прототип на мултифункционална сензорна система, снабдена със съответното програмно осигуряване, съчетаваща няколко сензора с различно предназначение и принцип на работа.

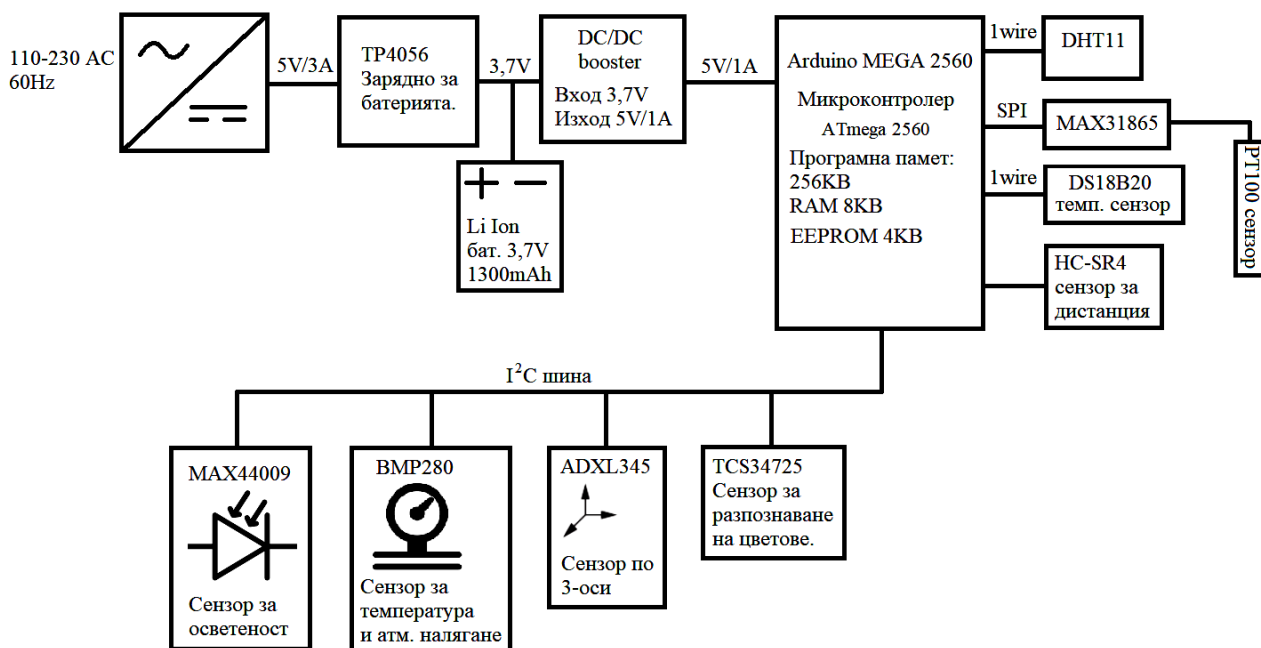
ИЗЛОЖЕНИЕ

Мултифункционалната сензорна система трябва да разполага с възможности за измерване на няколко различни физични величини, като:

- температура;
- влажност;
- атмосферно налягане;

- ниво на осветеност;
- дистанция до даден обект;
- ъглово преместване;
- разпознаване на цветовете.

За реализирането на всички тези функции е синтезирана следната блокова схема на системата – фиг. 1.



Фиг. 1 Блокова схема на мултифункционалната сензорна система

Тя се състои от следните блокове:

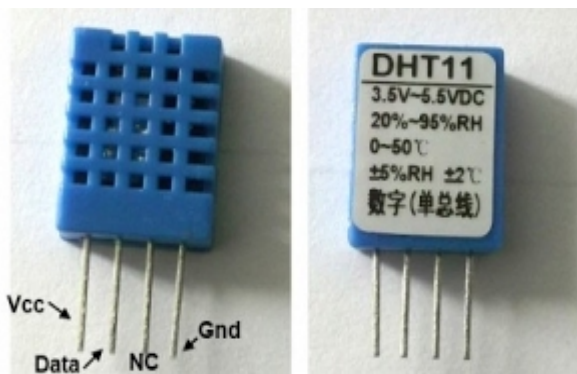
- захранващ блок, състоящ се от изправител, зарядна верига, батерия, DC/DC преобразувател;
- сензор за температура и влажност DHT11;
- сензор за температура PT100 и преобразувателна платка на базата на MAX31865;
- сензор за температура DS18B20;
- сензор за осветеност MAX44009;
- сензор за ъглово преместване ADXL345;
- сензор за атмосферно налягане BMP280;
- микровълнов сензор за дистанция HC-SR4
- сензор за разпознаване на цветовете TCS34725;
- микроконтролерна платка Arduino MEGA 2560

Захранващият блок се състои от стандартен електронен изправител с първично напрежение 110-230VAC и вторично 5V/3A. Вторичното напрежение се подава на заряден блок, изграден на базата на ин-

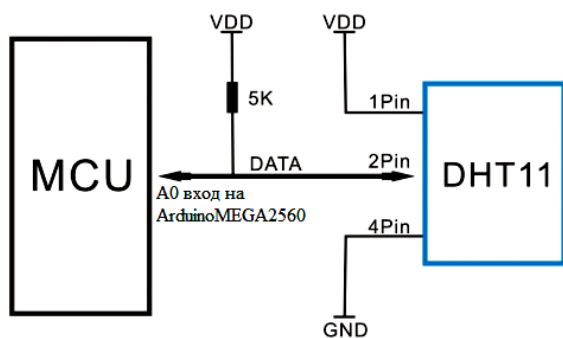
тегрална схема TP4056. Зарядното напрежение е фиксирано на 4.2V, а зарядния ток може да бъде регулиран чрез резистор. TP4056 автоматично прекратява зарядния цикъл, когато зарядния ток падне под 1/10 от зададената стойност.

Последния модул от захранващия блок е DC/DC преобразувател. Той е необходим поради факта, че за работата на микроконтролерната платка е необходимо захранващо напрежение от 5V.

Сензор за температура и влажност DHT11 е сензор от нисък клас предназначен за измервания на температура и относителна влажност [5]. Използва кондензаторен сензор за относителна влажност и термистор за измерване на температурата на въздуха. Примерни изображения на DHT11 са показани на фиг. 2., а на фиг. 3 е представена схемата на свързване на сензора към микроконтролера. Информацията от тези сензори се подава на 8bit микроконтролер, който я обработва и комуникира с главния контролер (Arduino Mega 2560) по еднопроводен интерфейс.



Фиг. 2 Сензор за температура и влажност DHT11



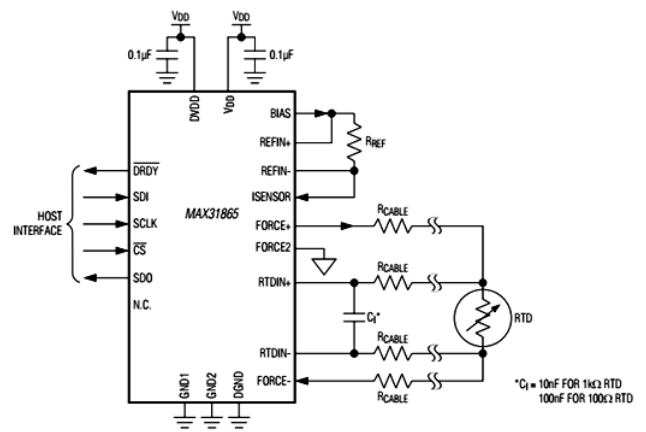
Фиг. 3 Схема на свързване на DHT11 към микроконтролера

Сензор за температура RT100 и преобразователна платка на базата на MAX31865 - RT100 сензор или още наричан резистивно - температурен детектор (RTD) е едни от най-често използваните сензори за измерване на температура в индустрията, поради своята линейност в широк температурен диапазон.

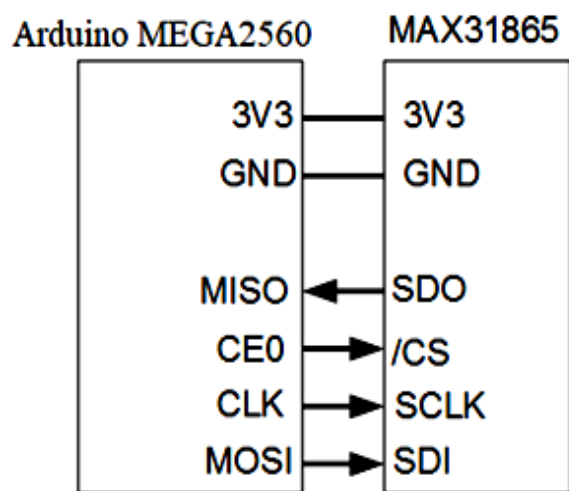
Сензорът е свързан към микроконтролерната платка посредством MAX31865. Това е преобразовател на резистивна величина каквато е RT100 към цифрова стойност с която работи имикроконтролера. MAX31865 притежава 15 битов аналогово - цифров преобразовател с точност 0,5%.

Схемата на свързване на MAX31865 към микроконтролера и сензора е показана на фиг. 4.

Сензорът за температура DS18B20 е цифров сензор за температура, които комуникира с микроконтролера по един проводник.



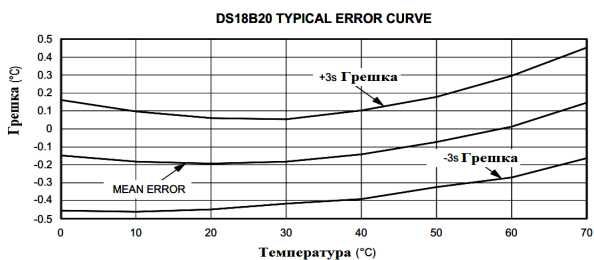
а)



б)

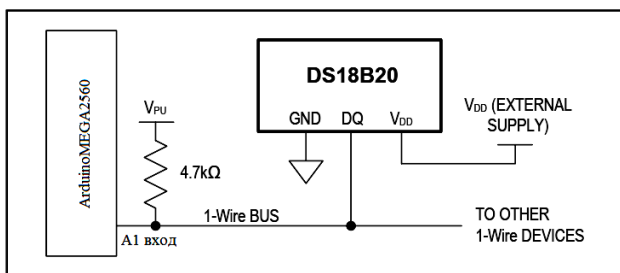
Фиг. 4 Схема на свързване на MAX31865 към микроконтролера – а) и сензора – б)

Сензорът за температура DS18B20 е цифров сензор за температура, които комуникира с микроконтролера по един проводник. Този тип сензор може да бъде захранен директно от проводника за комуникация, без да бъде необходимо външно захранване. Всеки DS18B20 сензор има 64bit сериен код, което позволява свързването на много сензори от този тип на един проводник за комуникация. DS18B20 измерва температури от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$. Точност $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ в диапазона -10 до $+85^{\circ}\text{C}$. На графиката от фиг.5 е представена грешката на измерване в диапазона $0-70^{\circ}\text{C}$.



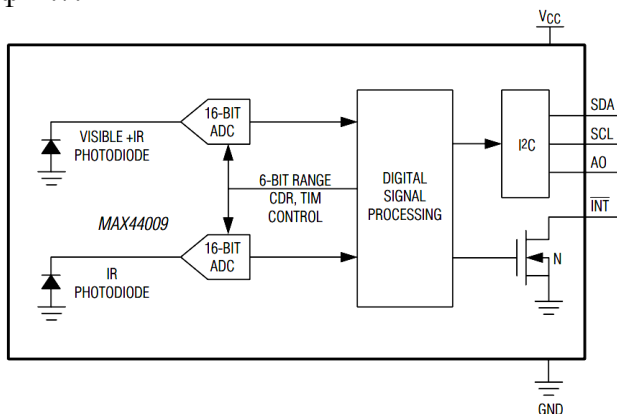
Фиг. 5 Грешка на измерване в температурния обхват

На фиг. 6 е представена схемата на свързване на сензора към микроконтролера.



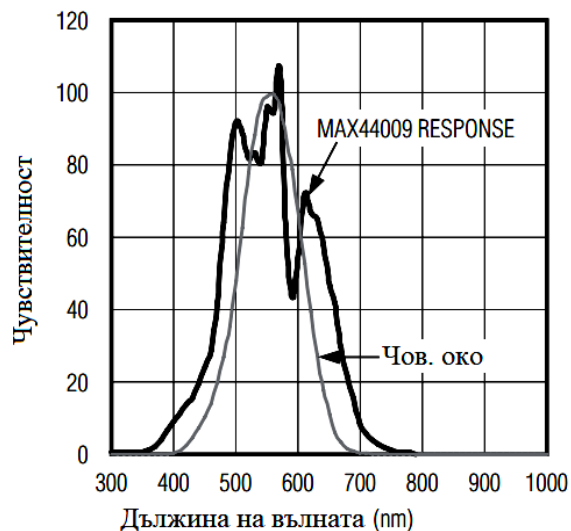
Фиг. 6 Схемата на свързване на DS18B20 към микроконтролера

Сензор за осветеност MAX44009 (luxmeter) е производство на компанията MAXIM Intergrated. Произвежда се в много малък размер което го прави подходящ за използване в мобилни устройства, таблети и индустриални сензори. Комуникира по I2C протокол с микроконтролера. Има много малък ток на консумация около 1μA. Много широк обхват на измерване от 0.045 lux до 188000 lux. Има голям толеранс на работна температура от -40 °C до +85 °C. Блокова схема може да бъде видяна на фиг.7.



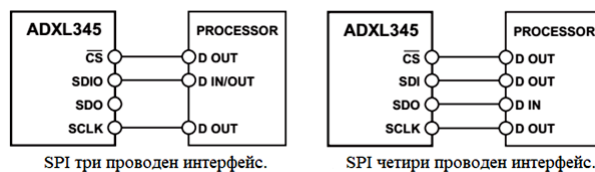
Фиг. 7 Блокова схема на MAX44009

На фиг.8 е представена спектралната характеристика на MAX44009, съпоставена с тази на човешкото око.

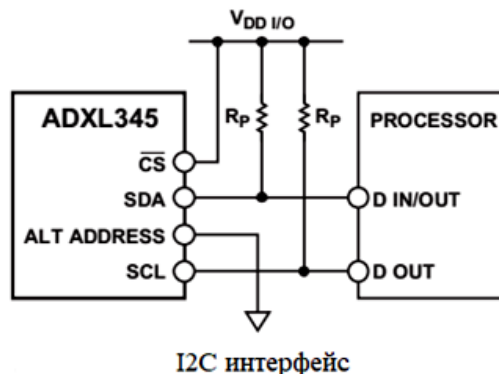


Фиг. 8 Спектрална характеристика на MAX44009

Сензорът за ъгово преместване ADXL345 има възможност за измерване на ъгъл по трите оси с висока 13bit резолюция, а също така и за измерване и ускорение до 16g. Комуникацията с микроконтролера може да се осъществи по три или четири проводен SPI интерфейс – фиг.9 или по I2C – фиг. 10 [7].

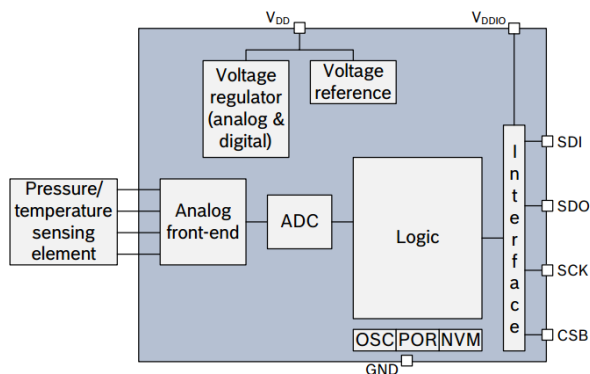


Фиг. 9 Схемата на свързване на ADXL345 към микроконтролера по SPI интерфейс



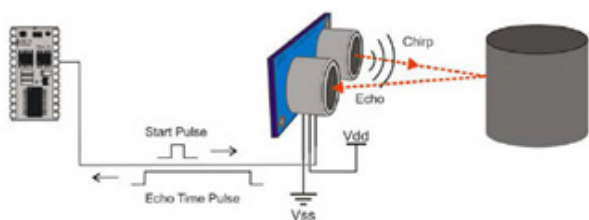
Фиг. 10 Схемата на свързване на ADXL345 към микроконтролера по I2C интерфейс

Сензор за температура и атмосферно налягане BMP280 е сензор на компанията BOSCH [6]. Това е сензор за абсолютно налягане с дизайн предназначен за мобилни устройства. Комуникацията с микроконтролера може да се осъществи по SPI или I2C интерфейс. Блоквата схема на сензора е показана на фиг. 11.



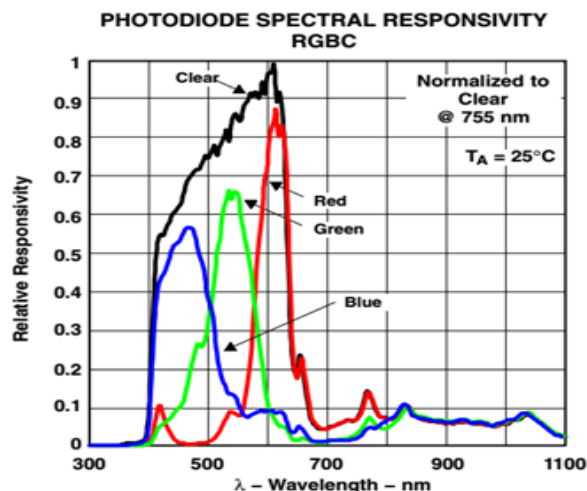
Фиг. 11 Блоквата схема на BMP280

Микровълновият сензор за дистанция HC-SR4 работи на принцип на ехолокацията. На базата за измереното време за разпространение на сигнала до обекта и обратно до приемника се изчислява дистанцията до обекта. Обхватът на този сензор е от 2см до 400см, а честотата на излъчения сигнал е 40kHz. На фиг. 12 е показана схема, поясняваща принципа на работа на HC-SR4.



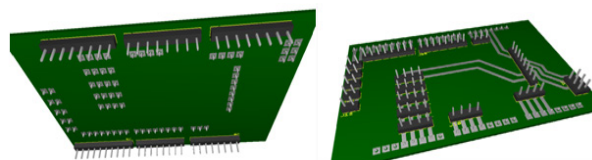
Фиг. 12 Схема на работа на HC-SR4

Сензор за разпознаване на цветове TCS34725 - разлага приетият цветови сигнал на трите основни цвята, плюс бяло. Сензорът разполага с инфрачервен филтър разположен пред цветочувствителните фотодиоди, като минимизира инфрачервения компонент на входната светлина и позволява по-добро цветоразпознаване. Чувствителността на фотодиодите при различни дължини на вълната е показана на фиг. 13.



Фиг. 13 Спектрална характеристика на фотодиодите в TCS34725

За свързването на всички по-горе описани сензори към микроконтролерната платка специално за целта е създадена преходна платка – фиг. 14.



Фиг. 14 3D изглед на преходната платка



Фиг. 15 Общ вид на сензорната система

Използваният дисплей е TFT IPS на компанията ILITEK, а моделът му е ILI9341. Това е цветен дисплей с резолюция 320x480 пиксела. Той комуникира с микроконтролера посредством 16bit паралелен интерфейс. Има способност да визуализира 65 535 цвята. Общият вид на сензорната система е показан на фиг. 15.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирана е мултифункционална сензорна система с процесорно управление на основата на микроконтролерна платка Arduino MEGA 2560. Разработена е блокова и принципна електрическа схема на устройството и тяхна база е създаден работещ прототип.

Устройството би намерило широко приложение при измерване на различни физични величини, а също и като макет за лабораторни упражнения по дисциплината “Сензори и сензорни устройства”, изучавана от студентите в спец. “Електроника”.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Krishnamurthi K., S. Thapa, L. Kothari, A. Prakash, Arduino Based Weather Monitoring System, International Journal of Engineering Research and General Science Volume 3, Issue 2, pp.452-458, 2015
- [2] Steven F. Barrett, Arduino Microcontroller Processing for Everyone!, Morgan and Claypool Publishers, ISBN:1608454371 9781608 454372, 2010
- [3] L. Junior, O. Neto, M. Hernandez, P. Martins, L. Roger, F. Guerra, A Low-Cost and Simple Arduino-Based Educational Robotics Kit, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC), 2013 Volume 3, Issue 12, pp.1-7
- [4] Michael Margolis, Arduino Cookbook, ORailly Media Inc., 2012
- [5] <https://www.adafruit.com>
- [6] https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all_products/bmp280
- [7] <http://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/detecting-falls-3-axis-digital-accelerometer.html>