



**ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ**



**ФАКУЛТЕТ ПО ЕЛЕКТРОННА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

---

# **ДИПЛОМНА РАБОТА**

**ТЕМА: МИКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ЗА  
ИЗМЕРВАНЕ НА ПАРАМЕТРИ В  
СУШИЛНЯ**

**ДИПЛОМАНТ:** Георги Живков Янков

**РЪКОВОДИТЕЛ:** доц. д-р. инж. Емил Димитров

София, 2014

## СЪДЪРЖАНИЕ

### ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНО ПРОУЧВАНЕ

- 1.1. Методи за измерване на температура стр.4
- 1.2. Методи за измерване на влажност стр.7

### ГЛАВА 2 БЛОКОВА СХЕМА НА МОДУЛА

- 2.1. Блок Микроконтролер и процесор стр.12
- 2.2. Блок Бутони и управление стр.14
- 2.3. Блок Визуализация стр.15
- 2.4. Блок Звукова сигнализация стр.16
- 2.5. Първи измервателен Блок стр.17
- 2.6. Втори измервателен Блок стр.19
- 2.7. Трети измервателен Блок стр.20

### ГЛАВА 3 ПРИНЦИПНА СХЕМА И ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

- 3.1. Конструирание на микропроцесорна система стр.22
- 3.2. Клавиатура – два бутона стр.23
- 3.3. Звукова сигнализация Зумер стр.24
- 3.4. Цифров сензор – DS18B20 стр.24
- 3.5. Сензор за влажност – H25K5A стр.25
- 3.6. Температурен сензор – PT100 стр.27

### ГЛАВА 4 АЛГОРИТЪМ И ПРОГРАМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ

НА МОДУЛА стр.30

### ГЛАВА 5 ОПИТНИ РЕЗУЛТАТИ И ИНСТРУКЦИЯ ЗА

РАБОТА стр.37

ЗАКЛЮЧЕНИЕ стр.39

ЛИТЕРАТУРА стр.40

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 стр.41

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 стр.48

## ВЪВЕДЕНИЕ

„Микропроцесорна система за измерване на параметри в сушилня” е актуална тема изискваща познания в областта на електрониката, програмирането и микропроцесорната схемотехника. Критериите за създаването на микропроцесорната система са: консумация, цена, бързодействие, функционалност, работа в определена, както и изменяща се среда.

Освен МС друга важна особеност са сензорите. В зависимост от величината, която ще бъде измервана има различни видове сензори, които се различават по измерените стойности, които се преобразуват в информация, която да се подаде към АЦП на контролера, по захранващото напрежение, по възможните схемни решенията и други критерии.

Величините, които се измерват са: температура и влажност. Следва подробно запознаване с методите за измерване на двете величини и видовете сензори необходими за тази цел. Взимат се решения за начина за свързване на сензорите към контролера, цената и програмното осигуряване.

Обектът на измерването – „ Сушилня” (сушилна машина) представлява битов електроуред, предназначен за премахване на влагата от дрехи и текстилни тъкани. Наименованието се свързва както с единичен уред за употреба, така и с помещение с по-голям набор от уреди. Характерно е, за повечето фирми, извършващи домакински услуги да поддържат помещение с n на брой перални и сушилни.

Устройство: Съдържателят на сушилнята представлява обикновено барабан от неръждаема ламарина, която няма дупки, за разлика от барабана на пералнята машина, който се върти в перилен разтвор. Сухото пране при намокряне намалява своя обем и затова напълването с мокро пране трябва да бъде в такова количество, че при изсъхване то да

възстановява своя първоначален обем и да изпълва свободното пространство.

Освен от барабан, уредът се състои от нагревател и вентилатор. Поради това трябва да се намери подходящо място за монтаж, така че при работа да има свободен достъп на свеж атмосферен въздух и канал за изхвърляне на силно овлажнения горещ въздух. Рационално е използването на сушилня в дъждовни и мразовити дни.

Уредът има два температурни режима:  $+70^{\circ}\text{C}$  и  $+40^{\circ}\text{C}$  заради различните материи, които се сушат. Желателно е да не се смесват естествени и изкуствени материи

Съществуват и сушилни с напълно затворен цикъл на работа, които съдържат и охладителна секция, т.е. хладилен радиатор, където водните пари кондензират и се събират в резервоар, а въздухът е оборотен в обема на машината. Такава машина не се нуждае от специално място за монтаж.

Сушилни машини имат широка ползваемост, като например за сушене на пелети, дървесен чипс, плодове, в земеделието, килими, във фабрики и други. Към класа на сушилните могат да се разглеждат различни видове пещи от големите производства, които осигуряват по високи температури за термообработка на даден материал.

## 1. ГЛАВА ЛИТЕРАТУРНО ПРОУЧВАНЕ

### 1.1 Методи за измерване на температура.

Основните направления са две – контактно и безконтактно измерване на температурата. При контактните методи обмяната на енергия между средата и термометричното вещество става чрез топлопроводимост, а при безконтактните - чрез радиация и топлинно излъчване. Използваният метод за заданието е контактно измерване на температура.

Техническите средства предназначени за измерване на температура се наричат термометри. В тях като първични преобразуватели се използват термопреобразуватели, изградени на базата на различни сензорни технологии. Най-голямо разпространение в практиката са получили преобразувателите за измерване на температура с електрически изход. Използват се различни видове терморезистори, термодвойки или полупроводникови монолитни сензори с токов или напрежителен изход. Тези преобразуватели работят на контактен принцип, като се разполагат в изследваната среда.

Проводниковите сензори се квалифицират в четири вида:

- Полупроводникови сензори;

Един от основните недостатъци на ПП елементите – зависимост от температурата се използва за получаване на полезен сигнал. Най – често при дискретни елементи в схемите се използва обратният ток, усилването и напрежението върху P – N прехода.

- Термодвойки;

Термодвойката е преобразувател, базиран на връзката между топлинните и електрическите процеси във веществата. Принципът на действие се основава върху генерирането на термо – електродвижещо напрежение (ЕДН) при контакт между два различни метала (сплави). Проводниците са запоеани в единия им край. Другите два края се

свързват към измервателен уред. Вследствие на разлика в температурите между "топлия" и "студения" край на възниква контактна потенциална разлика, която зависи от физикохимичната същност на веществата и температурата. Измерваната температура  $\theta$  се преобразува в електродвижещо напрежение (термо е.д.н.). Зависимост:

$$E = \int_{\theta_2}^{\theta_1} \alpha(\theta) d\theta, \quad (1.1)$$

където  $E$  е термоелектродвижещото напрежение,  $\theta_1$  и  $\theta_2$  са температурите в двата края на проводника, при който се наблюдава ефекта,  $\alpha(\theta)$  е коефициент на термо-е.д.н.

- Термосъпротивления;

Това са първични измервателни преобразуватели, основаващи се на свойството на електропроводимите материали да променят електрическото си съпротивление под въздействие на температурата. Те са сред най-точните и стабилни температурни сензори, като обхвата на измерване в зависимост от различните видове може да бъде от  $-200^{\circ}\text{C}$  до  $800^{\circ}\text{C}$ . Терморезисторите се разделят на метални и полупроводникови.

Металните терморезистори са с най-широко разпространение и се предпочитат при измерване на температура до  $180^{\circ}\text{C}$ . Главно се използват чисти метали, като платина, мед, никел, желязо и др.

В общия случай зависимостта на електрическото съпротивление от температурата е нелинейна и се нарича функция на преобразуване:

$$R_{\theta} = f(\theta) \quad (1.2)$$

Основните им характеристики са съпротивление  $R_{\theta_0}$  при начална температура  $\theta_0$ , температурен обхват, допустим ток през терморезистора, точност, чувствителност и др.

За платиновите терморезистори функцията може да се изрази с достатъчна точност с формулата на Календер:

$$R_{\theta} = R_0 (1 + A\theta + B\theta^2), \quad (1.3)$$

като  $R_0$  е съпротивлението при  $0^\circ\text{C}$ , а  $R_\theta$  е съпротивлението при  $\theta^\circ\text{C}$ . Двете константи  $A$  и  $B$  се определят в три фиксирани точки. Това са тройната точка на водата ( $\theta_{\text{тр}}=0,01^\circ\text{C}$ ), точката на кипене на водата ( $\theta_{\text{к}}=100^\circ\text{C}$ ) и точката на втвърдяване на цинка ( $\theta_{\text{Zn}}=419,58^\circ\text{C}$ ). Стойностите им се дават в градуировъчни таблици.

Конструкцията на платиновите терморезистори се изпълнява в два варианта. При първия платиновият проводник се навива върху керамично изолационно тяло, което се поставя в метален или стъклен корпус. Вторият вид се изпълнява, чрез нанасяне на чувствителния елемент върху печатна платка, която също се поставя в корпус, като целта е осигуряване на добра топлопроводимост и херметичност.

Теоретичната функция на преобразуване за медните терморезистори има линеен вид:

$$R_\theta = R_0(1 + \alpha \cdot \theta), \quad (1.4)$$

като  $\alpha$  се нарича температурен коефициент на съпротивление (ТКС) на медта. Изработват се от меден проводник изтеглен от чиста електролитна мед. Работният им обхват е от  $-50^\circ\text{C}$  до  $180^\circ\text{C}$ , като в сравнение с платиновите те имат по-добра чувствителност и по-висок температурен коефициент на съпротивление. Активното окисляване на медта при увеличаване на температурата и ниското специфично съпротивление са основните недостатъци на медните терморезистори.

Никеловите терморезистори се използват за измерване на температури в диапазона от  $0^\circ\text{C}$  до  $200^\circ\text{C}$ . Характеризират се с високо специфично съпротивление и висок температурен коефициент на съпротивление, но при тях се наблюдава наличие на определена нелинейност от характеристиката (1.3) поради което имат ограничено приложение.

- Термистори;

Полупроводниковите терморезистори използват свойствата на полупроводниковите материали да изменят силно електропроводимостта си под влияние на температурата. В зависимост от температурния си

коэффициент на съпротивление те се разделят на термистори с отрицателен ТКС и позистори с положителен ТКС. И двата варианта се характеризират с много висока чувствителност, достигаща до над един порядък по-висока от тази на металните терморезистори. Полупроводниковите терморезистори имат голямо бързодействие, миниатюрни размери и работят в относително тесни температурни диапазони.

## 1.2 Методи за измерване на влажност.

Важността на величината е свързана със съблюдаването на режима на работа на дадения вид сушилня. За правилното изпълнение на условието следва запознаване с понятията, за влажност – **абсолютна и относителна влажност.**

Абсолютната влажност показва съдържанието на вода (водни пари) в единица обем. Обикновено се дава като грамове в кубически метър ( $\text{g/m}^3$ ). Абсолютната влажност не зависи от околната температура, налягането и т.н.

Относителната влажност показва в проценти съдържанието на вода спрямо максималното при дадени условия. Максималното количество вода зависи от околната температура и налягането. Всъщност атмосферата може да се разглежда като вода разтворена във въздух. Когато се достигне насищане на разтвора започва да вали. В този случай имаме около 100% относителна влажност. При повишаване на температурата способността на въздуха да разтваря вода се увеличава ( $20^\circ\text{C}$  -20g,  $40^\circ\text{C}$  -60g,  $60^\circ\text{C}$  -120g,  $80^\circ\text{C}$  -270g,  $95^\circ\text{C}$  -450g) поради което при непроменена абсолютната влажност относителната влажност намалява. Това свойство на въздуха се използва за изсушаване – температурата се понижава и влагата кондензира.

Поради голямото значение на измерването на влажност и методите за измерване са много. Еталонните методи са свързани с директно



определяне на количеството вода – след изсушаване и измерване на промяната на теглото.

- психрометричен метод – основава се на измерването на температурната разлика между “сух” и “мокър” термометър. Сухият термометър измерва околната температура, а резервоара (чувствителната част) на мокрия е овлажнен с пореста тъкан (фитил). Колкото относителната влажност е по-ниска толкова изпарението на водата е по-интензивно. Вследствие на това се понижава температурата на повърхността от която се извършва изпарението. За определянето на относителната влажност се използват завършени константни таблици.

- чрез проводимост – един от методите работещи на този принцип може да се използва в не особено чист въздух. Той е базиран на проводимостта на пореста тъкан пропита с литиев хлорид. В зависимост от околната влажност (относителна) LiCl, който е силно хигроскопичен, поема влага

и променя проводимостта на тъканта. Върху нея е навит гол съпротивителен проводник който е захранен с напрежение (променливо или постоянно). При това проводникът се загарява, водата се изпарява и проводимостта намалява – при определена температура се достига равновесие между поетата и изпарената вода. Зависимостта не е линейна при този тип измерване. Температурата се измерва с Pt100. Обхватът на работа на тези измерители е 15-50%.

Има и други сензори работещи чрез измерване на проводимост. Използва се това, че водата значително увеличава проводимостта на тънки слоеве. Изменението е от няколко мегаома при ниска влажност до няколко килоома при висока влажност. Измерването е много лесно защото се мери съпротивление, но зависимостта е силно нелинейна. Проблем е, че тези сензори се “отравят”, т.е след известно време

променят характеристиките си – обикновено съпротивлението намалява. Това се дължи на поемането от сензора на вещества от атмосферата.

- капацитивен метод – основава се на промяна на капацитета в резултат от промяната на диелектричната проницаемост като функция на влажността. Обикновено тези сензори са с капацитет от около 100 до 1000 pF. Капацитетът им се увеличава с увеличаване на влажността. Използват се в сравнително чисти среди където не се получава оросяване (кондензация).

- чрез оросяване – определя се температурата (точката) на оросяване (заскрежаване). Методът се състои в понижаване на температурата на въздуха докато започне оросяване – това означава, че при тази температура имаме наситен разтвор – 100% относителна влажност. Предварително, за всяка температура е известно, при каква е абсолютната влажност се получава насищане. Така като определим абсолютната влажност на въздуха може да изчислим и относителната влажност за всяка температура. Има таблици за тази зависимост които са подобни на психрометричните. Обикновено понижаването на температурата става с елементи на Пелтие или чрез адиабатно разширение на газа чиято влажност се мери. Моментът на оросяване се определя оптически (по отражението от огледална повърхност) или капацитивно (при рязка промяна на капацитета).

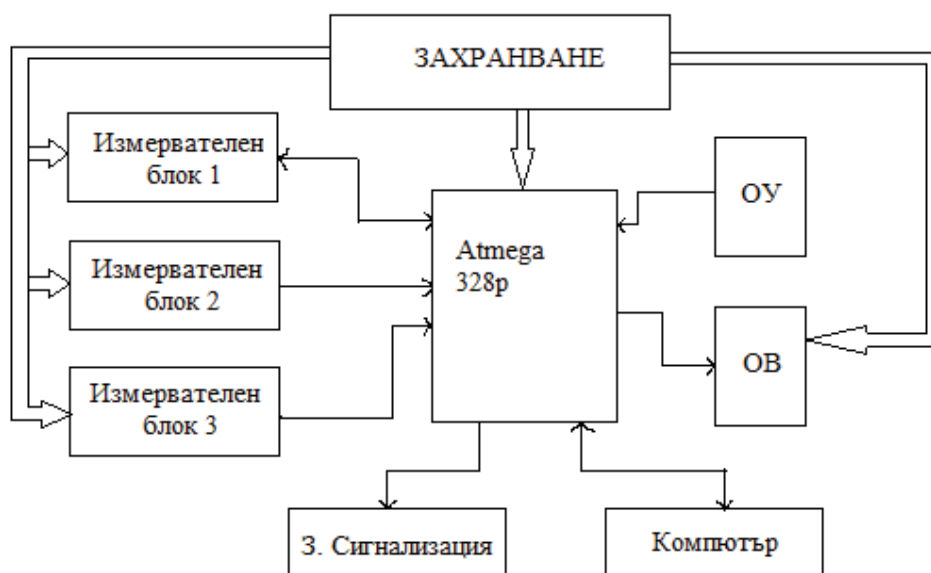
- радиоактивни, СВЧ и други методи – тези методи изискват специфично оборудване, защитни мерки и специална подготовка. Радиоактивните методи се основават на поглъщането и пропускането на някои лъчения от водородната молекула – такива устройства се използват в строителството при производството на бетон. Подобен е и СВЧ метода – както в микровълновите печки водните молекули поглъщат радиовълни и се загряват. Измерването се свежда до определяне на поглъщането на

СВЧ или загряването на пробата. Има и оптически методи за определяне на влажност – свеждат се до поглъщане или пропускане на светлина с определена дължина на вълната.

- Калибриране на измерителите на влажност.

Повечето от измерителите работят като използват емпирични методи. Това налага периодична проверка и настройка. За целта трябва да се създадат условия с известна влажност. За целта се използват наситени разтвори които поддържат определена влажност в близост до повърхността си. Такава установка е показана по-долу. Подбрани са соли които поддържат относителна влажност в целия обхват. Вижда се, че в някои случаи поддържаната влажност зависи и от температурата. Затова е предвиден термометър. В наситения разтвор е потопен влакнест материал – памук, конци или нещо подобно за да се увеличи площта и подобри изпарението.

## 2. ГЛАВА БЛОКОВА СХЕМА НА МОДУЛА



ОУ - орган за управление;  
ОВ - орган за визуализация;

Фиг.1.1

След допълнително проучване за проектирането на микропроцесорната система се избират микроконтролер на фирмата Ардуино, серия Уно и микропроцесор Атмега328п. На фиг.1.1 е представена блоковата схема със следните функционални блокове:

- Измервателен блок 1 – температура;
- Измервателен блок 2 – температура;
- Измервателен блок 3 – влажност;
- Блок за звукова сигнализация;
- Блок за визуализация;
- Блок за управление;
- Процесорен блок;
- Захранващ блок;
- Блок - компютър (формална комуникация);

2.1. Към избора на микроконтролер влизат: Процесорен блок, Захранващ блок и фиктивният блок - Компютър;

Ардуино Уно е микроконтролер използващ процесор ATmega328. Разполага с 14 цифрови входно/изходни пинове (от които 6 може да се използват като PWM изходи), 6 аналогови входа, 16 MHz керамичен резонатор, с USB връзка, жак за захранване и бутон за нулиране. Той съдържа всичко необходимо, за подсилване производителността на микроконтролера.

Уно се различава от всички предходни бордове с това, че не използва USB-към-сериен чип. Вместо това се характеризира с Atmega16U2 (Atmega8U2 до версия R2) програмирана като конвертор USB за серийна комуникация.

ATmega328 има 32 KB памет (с 0.5 KB използвани за програматора). Има също 2 KB на SRAM и 1 KB на EEPROM (която може да се чете и пише с EEPROM библиотеката).

Всеки от 14-цифровите пинове на Уно може да се използва като вход или изход, като се използва pinMode (), digitalWrite (), и digitalRead () програмни функции. Те работят на 5 волта. Всеки ПИН може да предостави или да получи максимум 40 mA и има вътрешен pull-up резистор (изключен по подразбиране) на 20-50kΩ. В допълнение, някои пинове изпълняват специализирани функции:

Serial: 0 (RX) и 1 (TX). Използва се за получаване (RX) и предаване (TX) TTL сериен данни. Тези изводи са свързани към съответстващите на USB-към-TTL сериен чип ATmega8U2.

Външни прекъсвачи: 2 и 3 Тези изводи могат да бъдат конфигурирани да предизвикват прекъсване на ниска стойност, нарастващ фронт или понижаващ, или промяна в стойността - attachInterrupt () за повече подробности.

PWM: 3, 5, 6, 9, 10 и 11 Осигуряват 8-битов PWM изход с analogWrite() функция.

SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Тези пинове подкрепят SPI връзка с помощта на библиотеката SPI.

LED: 13 Има вграден LED свързан към пин 13 когато пинът е с висока стойност, светодиодът е включен, когато стойността е ниска, е изключен.

Уно разполага с 6 аналогови входове, етикетирани A0 до A5, всеки от които предоставя 10 бита на резолюция 1024 (т.е. различни стойности). По подразбиране те се измерват от 0 до 5 волта, въпреки че е възможно да се промени горният край на техния обхват, като се използва пин Aref и функцията `analogReference()`. Освен това, някои пинове имат специализирана функционалност:

TWI: A4 или SDA пин и A5 или SCL пин. Осигуряват TWI връзка с помощта на библиотеката за проводниците.

Ардуино Уно позволява комуникация с компютър, с други микроконтролери от Ардуино и микроконтролери от други Фирми. ATmega328 осигурява UART TTL (5V) серийна комуникация, която е на разположение на цифровите пинове 0 (RX) и 1 (TX). ATmega16U2 осигурява серийна комуникация през USB и се появява като виртуален COM порт за софтуер към компютъра. Софтуерът включва Arduino сериен монитор, който позволява прости текстови данни, да се изпращат до и от Ардуино. Светодиодите RX и TX на дъската ще мигат, когато данните се предават чрез чип USB към сериен и USB връзка към компютъра (но не и за серийна комуникация на пинове 0 и 1).

Тази функционална възможност позволява по – добра възможност за конструиране и прилагане на софтуерната програма.

SoftwareSerial библиотеката дава възможност за серийна комуникация на някои от цифровите пинове на Uno. Софтуерът Ардуино включва проводника библиотека, за да се опрости използването на I2C шина.

Уно може да се програмира със софтуер предоставен от Ардуино. Тъй като микропроцесорът е снабден със всички нужни части, не се налага използването на външен програматор, което значително улеснява програмирането на устройството. Продуктът на фирмата е разпространен и софтуерно достъпен с много примери и библиотеки, което прави работата с него лесна, бърза и удовлетворяваща.

2.2. За управление се използват бутони, без допълнителни специализирани възможности или усложнения. Цената е отчетена при избора.

Механичният ключ не прави чист преход между включване и изключване. Ако бутонът се натисне достатъчно бързо, отчитането на сигнала може да е правилно, но е възможно да изглежда като няколко пъти за Ардуино. Най-често срещаният метод за решаване на това е като се използва софтуерен метод с мъртво време между двете проверки. Това предизвиква закъснения и разхвърлян код. По-добрият вариант е хардуерно изключване, което използва схема R/C (резистор/кондензатор), за да изчисти възможните несъответствия до уточнен сигнал за превключване.

Аналоговото решение е схема с кондензатор, който успява да обере промяната в напрежението на изхода. С други думи, това ще попречи на изхода да се променя твърде бързо, което ще спре появата на високи и ниски импулси на изхода. Чрез RC звено и неговата времеконстанта се извършва настройката на бутона спрямо изискванията. В зависимост от тях може да бъде настроен, кой пулс да се отхвърля или приема. Колкото са по – големи стойностите на R и на C, толкова по – добре ще се поясни превключването за микроконтролера. Все пак при достигане на голяма времеконстанта, се получава нежелано забавяне, което дори може да не бъде отчетено от Ардуино. Затова се избира RC група със стойности от 10k  $\Omega$  и 100nF, за обща употреба – времеконстанта 1ms.

2.3. За визуализация се избира дисплей 16 колони на 2 реда – 16x2. От наличието на голямо разнообразие видове LCD дисплеи на пазара, 16x2 е най – използван в проекти. Неговата конфигурация е стандартна, което позволява използването му с различни видове контролери, цената също е съобразена при избора му, както и задоволителната визуализация на достатъчно информация пред крайния потребител.

Абревиатурата LCD означава течен кристален дисплей (liquid crystal display). Основните символи са запазени в CGROM(Character Generator ROM). Така лесно може да се достъпват чрез ASCII стойности, за да се изведе желания символ или комбинация от символи върху дисплея. 16x2 LCD представлява два реда и шестнадесет колони, което прави 32 възможни символа, на които може да се изобразяват данни. Всеки символ има определени пиксели, възможно е да се генерират нови символи като се запази определена последователност от пиксели.

Контролните сигнали се приемат от пиновете RS и R/W:

RS: Представлява селектиране на регистър. Двата регистъра в LCD са регистър за данни и управляващият регистър на дума/код. За да може LCD да разчете битовете получени от пиновете за данни (databus) се използва RS управляващ сигнал от пин RS. Когато е във високо състояние “1” “high” се селектира регистъра за данни, дисплеят показва приетите ASCII стойности от databus-a. Когато е в ниско състояние „0” „low” се избира вторият регистър, който служи за настройка и инициализация на дисплея.

RS = 1 —> Data Register

RS = 0 —> Command Code Register

R/W : Представлява четене и записване. Четенето се избира със високо състояние, а записването със ниско. В проекта дисплеят се употребява само за изобразяване на информация, затова на пина се подава „0” и в него се записва постъпващата информация от контролера, която след това се изобразява.



R/W = 1 —> Read Operation

R/W = 0 —> Write Operation.

Работата на дисплея може да се извършва по два начина : 8битов и 4битов. Имената всъщност означават дали дисплеят ще се предава информацията към процесора по 4 или 8 битова шина за предаване на данни. Поради условията на заданието се избира четири битовия начин за работа, защото се спестяват пинове и консумация, както и допълнително улеснение при програмирането.

2.4. Звуковата сигнализация играе ролята на крайна информираща мярка, при случаи със стойности извън приетите за видовете режими на сушилнята. Нейното активиране зависи отделно от температурата, от влажността и от двата параметъра заедно. Осъществяването на този блок може да бъде от микрофон или зумер.

Избира се зумер - звукоизлъчвател, които чрез използване на специален материал реализира резонанс в определен честотен обхват и определена звукова мощност; най-често използваните са реализирани чрез пиезо кристалите, базирани на физичното явление „обратен пиезоефект” – отличават се с по-малка консумация и са сравнително евтини. Мощността на изходния звук зависи от подадения ток и зададената честота. В зависимост от начина на излъчване на тона, зумерите могат да бъдат с непрекъснат или пулсиращ тон.

Характеристиките на избрания зумер:

Тип акустичен излъчвател: пиезоелектричен сигнализатор

Свойства: с вътрешен генератор

Работен ток: 12mA

Работна температура: -20...60°C

Диаметър: 22.5mm

Височина: 12mm

Работно напрежение: 12V DC

Обхват на работни напрежения: 1.5...24 V DC

Растер между монтажните отвори: 30mm

Ниво на звука: 85dB (d=0.3 m)

Изводи: проводници

Честота за измерване на капацитета: 500Hz

## 2.5. Първи измервателен Блок – температурен сензор с цифров изход.

След проучване и запознаване с различните видове сензори, се избира сензор DS18B20 на фирмата Далас, освен цената и добрите функционалности на сензора, лесното му приложение и свързване към контролера, Ардуино предлага библиотеки за програмиране при този вид сензор.

Термометърът осигурява от 9 до 12-битови температурни измервания в Целзий и има алармена функция с възможност настройка от потребителя програмируемо в горна или долна тригерна точка. DS18B20 комуникира чрез 1-Wire шина, който по дефиниция изисква само един ред данни за комуникация с централния микропроцесор. Той разполага с температурен диапазон при работа на  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  и е с точност до  $0.5^{\circ}\text{C}$  в диапазона от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . В допълнение, DS18B20 може да извлече енергия директно от линията на данни ("parasite power"), което премахва нуждата от външен източник на захранване.

Всеки DS18B20 има уникален 64-битов сериен код, който позволява на множество сензори DS18B20 да функционират по един и същ начин – чрез 1-Wire шина; по този начин, е лесно да се използва един микропроцесор за контрол на много сензори DS18B20 са разпределени успоредно по линията. Приложенията, които могат да се възползват от тази функция включват ОВК контрол на околната среда, системи за следене на температурата във вътрешността на сгради, оборудване или машини, както и мониторинг на процеса и системи за управление, специално към проекта – сушилня.

Основната функционалност на DS18B20 е неговото директно преобразуване на температура в цифрови данни. Резолуцията на температурния сензор може да се контролира от потребителя - 9, 10, 11, или 12 бита, съответстващи на стъпки от 0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, и 0.0625°C, съответно. Разделителната способност по подразбиране при включване на захранването е 12-бита. DS18B20 се включва в състояние на празен ход с ниска мощност; да започне измерване на температурата чрез A до D превръщане; Master-ът трябва да получи Convert T [44h] команда. След превръщането, получените данни от измерването на топлината се съхраняват в регистъра за температура с размер 2 байта, който се намира в паметта на и DS18B20, след което сензора се връща в изходно състояние. Ако DS18B20 се захранва от външен източник, Master-ът може да получи " read time slots " след командата Convert T, DS18B20 ще отговори с предаване на 0, докато превръщането на температурата е в прогрес и 1, когато свърши с конвертирането. Ако DS18B20 се захранва с паразитна мощност, тази техника на нотификация не може да се използва, тъй като линията на данни трябва да се захранва във високо ниво през целия процес на превръщане от температура към цифрови данни.

Изходящите данни на DS18B20 са оразмерени в градуси по Целзий; за Фаренхайт приложения, трябва да се използва таблица за търсене или рутинно преобразуване. Данните за температурата се съхранява като 16-битов знак-продължителен. Битът на знака (S) показва дали температура е положителна или отрицателна. За положителни числа  $S = 0$  и за отрицателни числа  $S = 1$ , ако DS18B20 е конфигуриран за 12-битова резолуция, всички битове в температурния регистър ще съдържат валидни данни. За 11-битова резолуция, бит 0 е с неопределено състояние. За 10-битова резолуция, битове 1 и 0 са неопределени, а за 9-битов с разделителна способност 2 бита, 1 и 0 са неопределени.

2.6. Втори измервателен Блок – температурен сензор от резистивен вид, аналогов изход. (PT100).

След подробното разглеждане в литературното проучване се избира сензор PT100 – термосъпротивление;

Обхватът на избрания сензор е от -200 °C до 500 °C.

Сензорът се използва в конфигурация на делител с друг резистор (по – възможност с отрицателен температурен коефициент) със стойност 300Ω, избрана след изчисления при проектиране. Поради близостта до сензора за температура, вторият резистор също ще бъде подложен на същото температурно натоварване, което може да доведе до грешни измервания. Ниско омната стойност осигурява ограничение на този недостатък и известна сигурност. Така стойността на напрежението, което се измерва, ще зависи изцяло от променящата се статистика на pt100. При 0 °C стойността на напрежението в изходната точка е 1,25V за 200 °C,  $U = 1,84V$ . Обхват на измерването, уточнен устно с ръководителя, е 0°C – 200°C. За да се достигне пълният диапазон на АЦПто на микроконтролера – 5V, се налага допълнително усилване на сигнала с едно неинвертиращо усилвателно стъпало.

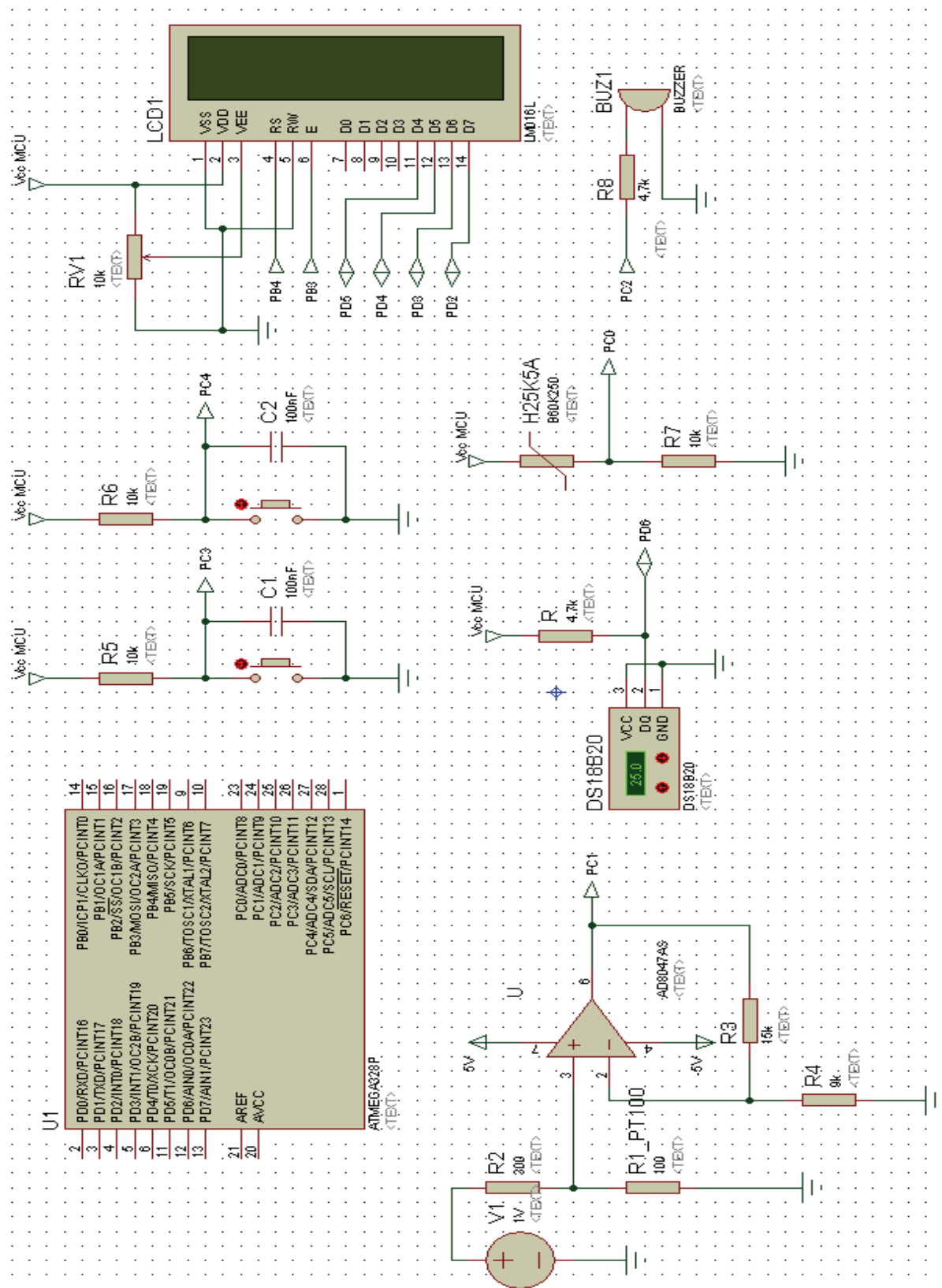
2.7. Трети измервателен Блок – сензор за измерване на влажност от резистивен вид, аналогов изход. (H25K5A)

Сред многото възможни полимери един често използван материал е полиимидът (polyimide). Причината за това е, че полиимидът е съвместим със съвременните процеси в полупроводниковите технологии. Тази технология за реализация на сензор за влажност с използване на полимерен чувствителен слой е базирана на пиезорезистивен преобразувател. В силиций се формира диафрагма, върху която се нанася слой полиимид. Пиезорезисторите в диафрагмата формират мост на Уитстън. Действието на този сензор се основава на

ефекта на разширяване на полиимида при увеличаване на влажността. Абсорбцията на влага води до раздуване на полиимида и създаване на натиск върху пиезореzystорите. Промяната на съпротивлението на пиезореzystорите е информативен параметър за промяната на влажността.

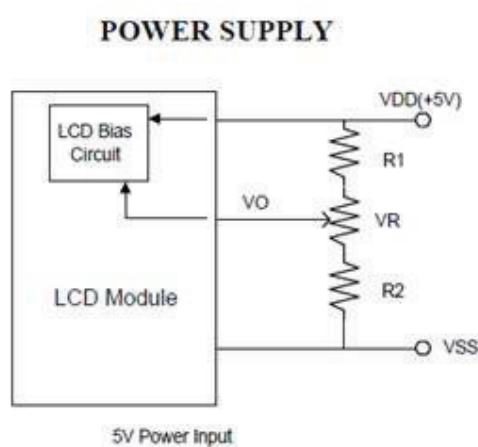
Сензорът се използва в конфигурация на делител с друг резистор. Спомагачият резистор се избира, така че да влияе възможно най – малко на измерването. Поради голямата промяна на съпротивление при сензора, от порядъка ( $2\text{k}\Omega$  до мега омове) се налага изчисление за втория резистор, което да удовлетворява както ниските граници, така и високите. В противен случай, измерването може по грешка да се извършва върху нормалния резистор. Според изчисленията най – подходяща стойност е  $10\text{k}\Omega$ . Тъй като в предходния блок се използва същата конфигурация, се налагат уточнения за разликите. В зависимост от положението на сензора – горният резистор или долният резистор на делителя, следва осъществяването на два режима; Pull-up и Pull-down; При PT100 се използва Pull-down режим, измерването се извършва с постигане на пренебрегване на съпровителната стойност от не сензорния резистор. При Pull- up, измерването се извършва по същия подобен подход, като вторият резистор спомага при малките стойности съпротивление на сензора за защита при голям ток, а при високи стойности от порядъка на мега омове, неговата стойност не оказва никакво въздействие върху измерения резултат.

### 3. ГЛАВА ПРИНЦИПНА СХЕМА И ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ



Принципна схема на микроконтролер Уно, използващ дадения по горе процесор се намира в Приложение 2;

### 3.1. Конструирание на микропроцесорна система – Свързване ;



фиг 1.2

#### LCD

В спецификацията на устройството е представена схема за захранване включваща потенциометър ( $10k\Omega$ ) за настройка на яркостта, както е представено на фиг.1.2. Използва се захранване от 5V изтеглено от микроконтролера.

16x2 LCD. Индикацията има пин

конфигурация състояща се от шестнадесет извода, от които три служат за захранването, два за осигуряването на подсветката, осем двупосочни шини за дата, два за контролните сигнали RS и RW, един за позволение Enable. Дисплеят е един от важните модули в проекта. Той служи за ориентиране и информиране на потребителя за предстоящите измервания, настройки и състояние на средата, подлежаща на измерване. Други важни характеристики нужни за работа с дисплей са представени в Приложение 2;

Поради спецификата на проекта се избира използването на 4-битовия метод за предаване на данни и използваната конфигурация на LCD:

Пин 1: Към земя;

Пин 2: Към Vcc;

Пин 3: Към потенциометъра;

Пин 4: Към контролера, RS сигнал;

Пин 5: Към земя, RW, постоянно чете;

Пин 6: Към контролера, позволение;

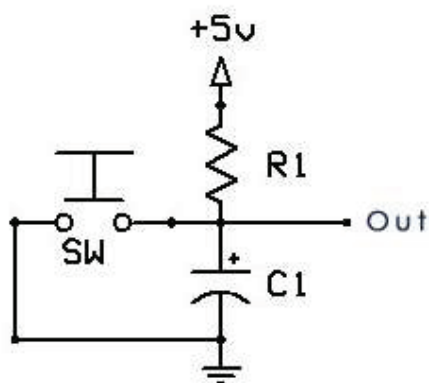
Пин 7: свободен;

Пин 8: свободен;  
 Пин 9: свободен;  
 Пин 10: свободен;  
 Пин 11: Към контролер, дата;  
 Пин 12: Към контролер, дата;  
 Пин 13: Към контролер, дата;  
 Пин 14: Към контролер, дата;  
 Пин 15: Към захранване;  
 Пин 16: Към земя;

Изчисление на потенциометър: Според справочни данни и установени норми за този тип дисплей, най-правилната стойност на  $R_{пт}$  е 10к, при ниски стойности от порядъка на 1к-2к, на дисплея няма да бъде изведен образ от пиксилите, както и при големи стойности на съпротивление;

### 3.2. Клавиатура – два бутона

Бутоните са напълно идентични като оразмеряване на елементите, така и като схемно решение, взимат захранване от контролера. Свързани са към два аналогови пина от микроконтролера – A3, A4;



фиг.1.3

Изчисление на елементите:

Подаденото напрежение – 5V, избрана време кон – станта при проектирането 1ms, според формулата:

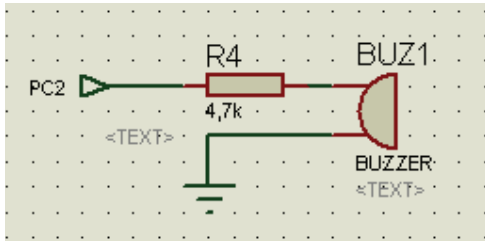
$$\tau = RC.$$

$$\tau = 10 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-9} = 1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9} = 1 \cdot 10^{-3} \text{s};$$

$$\tau = 1 \text{ms};$$



### 3.3. Звукова сигнализация Зумер



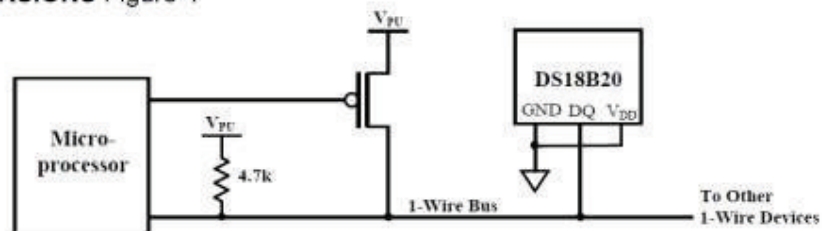
Свързването към Ардуино се осъществява посредством резистор, който служи за предпазване от евентуално претоварване. Без него е възможно, поради ниското вътрешно

съпротивление на зумера, да консумира ток над 10mA от контролера, което може да доведе до повреда на процесора или на самия елемент. След известно експериментиране, се избира 4,7kΩ съпротивление. Стойността е достатъчна за предпазване от претоварване и за осигуряването на тон при зумера. Стойности над тази намалят тоналността на зумера или спират работата му. Използва се отново аналогов вход на контролера – A2;

### 3.4. Цифров сензор – DS18B20

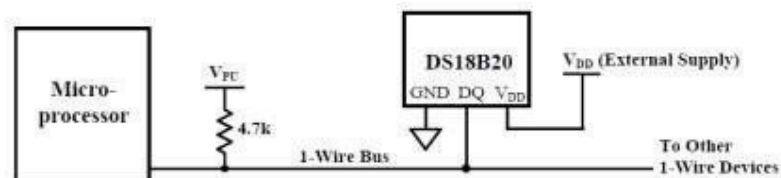
Видовете свързване според спецификацията на устройството са два: паразитен и от външен източник.

**SUPPLYING THE PARASITE-POWERED DS18B20 DURING TEMPERATURE CONVERSIONS** Figure 4



Фиг.1.4а

**POWERING THE DS18B20 WITH AN EXTERNAL SUPPLY** Figure 5



Фиг.1.4б

Първият така наречен „паразитен” модел изисква постоянно захранване от микроконтролера, за по-добрата работа е дадено употребата и на допълнителен MOS транзистор.

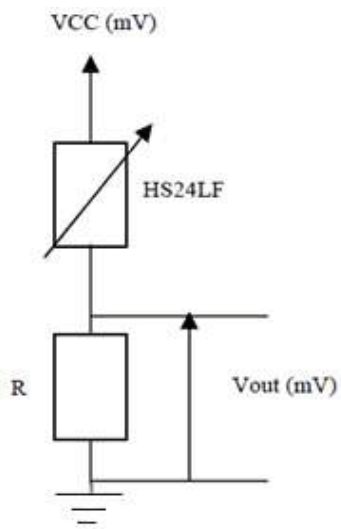
Вторият метод изисква външно захранване, без нуждата от натоварване върху контролера и допълнителен елемент.

One wire BUS System е протокол, по който се извършва трансфера на данни. Освен това позволява включването и на други устройства към линията.

Поради софтуерния характер на устройството, за по – добрата му работа с Ардуино се избира паразитният модел на свързване, което ще позволи използване на различни вътрешни режими на работа при DS18B20.

Изчисления на елементи не се налага, има един стандартен резистор  $4,7k\Omega$  зададен от спецификацията. Особено при този метод е, че пиновете за земя и захранване на сензора се дават на късо към земя. Третия пин DQ отива към PD6 на контролера – пин6. Захранването се подава от Vcc през резистора към шината.

### 3.5. Сензор за влажност – H25K5A



Фиг.1.5

За свързването на сензор за влажност H25K5A се използва схема на делител в режим Pull-up или Pull-down:

За постигане на добро измерване, правилният избор трябва да се съобрази в няколко направления.

Поради големия характер на изменение на съпротивлението, трябва да се избере спрямо, кои стойности ще се оразмери поддържащият

резистор R. Според спецификацията, най – добрият избор е това да се направи според средни стойности на H25K5A –  $31k\Omega$  (при  $25^{\circ}C$ ),

отговарящи на 60%RH относителна влажност. След като е избрана стойността на сензора, следва да се избере режима. Взимайки в предвид, високото му съпротивление при суха среда, която съобразяваме, че ще е такава при стартиране на устройството, се избира схемата осигуряваща ниски начални стойности на напрежение. Това е Pull-up режим.

Таблицы:

Sensor resistance table (unit:K  $\Omega$ ) At 1 KHz, Voltage 1Vrms.

	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
20%RH				21000	13500	9800	8000	6300	4600	3800	3200
25%RH		19800	16000	10500	6700	4803	3900	3100	2300	1850	1550
30%RH	12000	9800	7200	5100	3300	2500	2000	1500	1100	900	750
35%RH	5200	4700	3200	2350	1800	1300	980	750	575	430	350
40%RH	2800	2000	1400	1050	840	630	470	385	282	210	170
45%RH	720	510	386	287	216	166	131	104	80	66	51
50%RH	384	271	211	159	123	95	77	63	52	45	38
55%RH	200	149	118	91	70	55	44	38	32	30	24
60%RH	108	82	64	51	40	31	25	21	17	14	12
65%RH	64	48	38	31	25	20	17	13	11	9	8
70%RH	38	29	24	19	16	13	10.5	9	8.2	7.1	6.0
75%RH	23	18	15	12	10	8.5	7.2	6.4	5.8	5.0	4.1
80%RH	16	12	10.2	8.1	7.2	5.7	5.0	4.4	4.0	3.3	2.9
85%RH	10.2	8.2	6.9	5.5	4.7	4.0	3.6	3.2	2.9	2.4	2.0
90%RH	6.9	5.4	4.7	4.1	3.2	2.8	2.5	2.3	2.1	1.8	1.5

Look-up table for 5VDC at 25°C:

Min in mV	Typ in mV	Max in mV	%RH
10	40	105	25
40	105	240	30
105	240	475	35
240	475	840	40
475	840	1330	45
840	1330	1905	50
1330	1905	2500	55
1905	2500	3050	60
2500	3050	3510	65
3050	3510	3880	70
3510	3880	4160	75
3880	4160	4370	80
4160	4370	4525	85
4370	4525	4640	90
4525	4640	4725	95

След тази стъпка и избирането на режима, спрямо него и съответстващата формула, може да се избере резисторът.

$$V_{out} (mV) = \frac{VCC (mV) * R (\Omega)}{R (\Omega) + HS24LF (\Omega)}$$

Изчисленията се извършват за горната и долна граница, при 25%RH – 90%RH и

съпротивление за 25°C температура. Избира се горна стойност 90% относителна влажност, защото 95% е трудно достъпна стойност и няма нужда от асоциирането на сензора към нея, освен при изрична зададена спецификация.

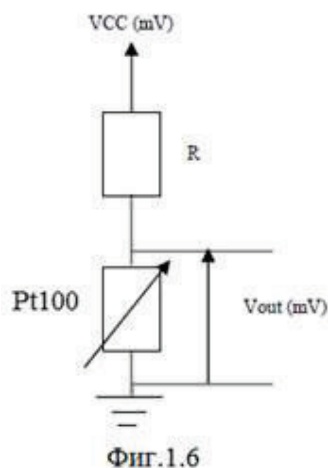
$$25\% \text{ RH} \quad V_{\text{out}} (\text{mV}) = \frac{5\text{V} * 10\text{k}}{10\text{k} + 2,8\text{k}} = \frac{50}{12,8} = 4\text{V}$$

$$60\% \text{ RH} \quad V_{\text{out}} (\text{mV}) = \frac{5\text{V} * 10\text{k}}{10\text{k} + 31\text{k}} = \frac{50}{41} = 1,22\text{V}$$

$$90\% \text{ RH} \quad V_{\text{out}} (\text{mV}) = \frac{5\text{V} * 10\text{k}}{10\text{k} + 4803\text{k}} = \frac{50}{4813} = 10\text{mV}$$

След извършените изчисления за 25%RH, 60%, 90%RH за резистор 10k Ω, който удовлетворява изискванията, се избира.

### 3.6. Температурен сензор – PT100



За свързването PT100 се използва схема на делител в режим Pull-up или Pull-down:

За постигане на добро измерване и правилни изчисления трябва да се съобразят няколко направления. Поради ниското съпротивление на PT100 (100Ω при 0 °C), нелинейният характер на изменените стойностите и възможността подпомагащият резистор също да влияе на измерването се избира Pull-down резисторна

схема, която удовлетворява горните изисквания.

Стойността на напрежението ще зависи изцяло от променящата се статистика на pt100. При 0°C стойността на напрежението в изходната точка ще е 1,25V, а при 200°C,  $U = 1,84\text{V}$ . Обхват на измерването е уточнен устно с ръководителя 0°C – 200°C. За да се достигне пълния

диапазон на АЦПто на контролера от 5V е нужно допълнително усилване на сигнала.

След направени изчисления е нужно усилване в рамките на 2 – 3 пъти изходното напрежение на Pull-down схемата. Избира се увеличението на стойността да бъде извършено от едно стъпало на усилване – чрез неинвертиращ операционен усилвател. При усилване от 3, най – голямата възможна стойност е 5,52V, която е извън обхвата на АЦПто, затова избираме по – малка стойност 2,7. Тогава входното напрежение за АЦПто ще е 4,968V, което удовлетворява изискването на обхвата. За долната стойност на сензора при 2,7 усилване, входното напрежение за АЦПто ще бъде 3,375V. За температури под 0°C, напрежението ще достига и стойности под 3,375V, но това не е в изискванията на заданието. За точното отчитане на отрицателни температури с PT100 се изисква друга схема и елементи.

Уравнението от фиг.1.6:

$$V_{out} (mV) = \frac{VCC (mV) * PT100 (\Omega)}{R (\Omega) + PT100 (\Omega)}$$

За 0 °C и R = 300Ω, PT100 = 100 Ω;

$$V_{out} (mV) = \frac{5V * 100 \Omega}{300 \Omega + 100 \Omega} = \frac{500}{400} = 1,25V$$

За 200 °C и R = 300Ω, PT100 = 175,84 Ω ;

$$V_{out} (mV) = \frac{5 * 175,84 \Omega}{300 \Omega + 175,84 \Omega} = \frac{879,2}{475,84} = 1,84V$$

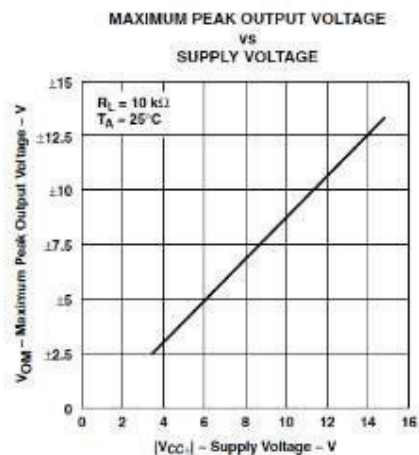
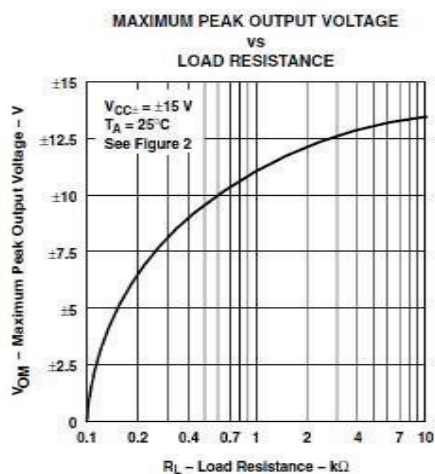
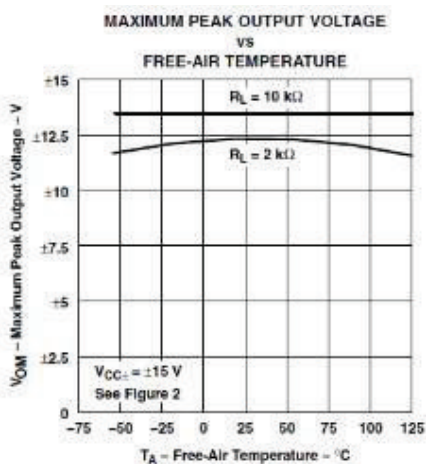
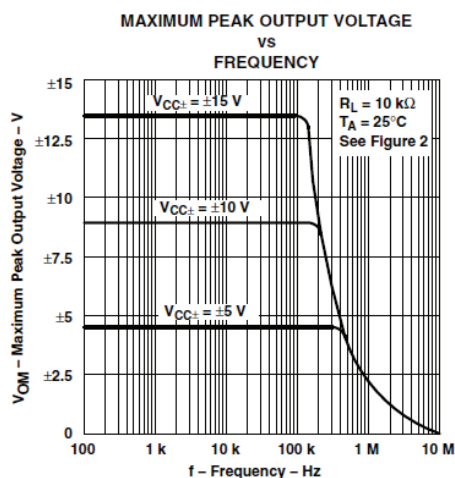
Избирането на операционен усилвател се прави според изискванията на спецификацията. Неговата работа не трябва да се нарушава при обхвата на температури, на които ще е изложено устройството при измерване. Изходно напрежение и усилването трябва да остават стабилни във времето, при измяна на различни фактори като

например колебания в захранващото напрежение на ОУ. Изборът е съобразен и към по – ниска цена.

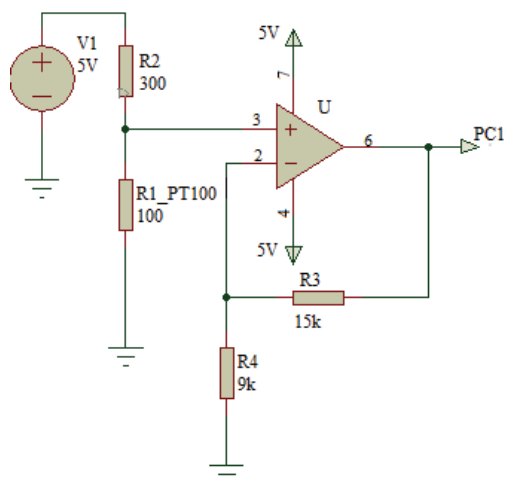
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIER – tl071cp

отговаря на зададените условия.

Характеристики:



Обща схема на PT100 и ОУ:

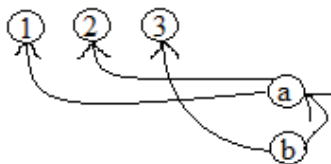




#### 4. ГЛАВА АЛГОРИТЪМ НА РАБОТА И ПРОГРАМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА МОДУЛА

За създаване на алгоритъм за работа на устройството се взема решение спрямо всеки блок, модул. Основната дейност, която ще извършва е измерване на температура и влажност, затова сензорите ще определят логиката. Следващият блок според, който ще се използва логиката е органа на управление. След него в предвид се взима звуковата сигнализация, която представлява режим на алармиране и ще се определя от измерваните параметри. Тоест ще се активира при стойност на температурата, при стойност на влажността или при комбинация от двата параметъра. Накрая е органът за визуализация, чиято функция е извеждаща информация.

Има три сензора – (1)PT100, (2)H25K5A и (3)DS18B20, има два бутона (а) и (б). Първият бутон ще служи за температурните сензори, а вторият за сензора за влажност. Чрез тях ще се избира от кой сензор да бъде изведена информация на дисплея.



Фиг.2

Критериите за активиране на зумера ще се задават софтуерно, като за всеки краен случай ще има различен брой сигнализирания. Като например за влизане в критични стойности на температурата, ще има предупреждение от два сигнала. За повишаване на влажността, ще има три сигнала, а когато и двата параметъра са активно „червени” ще следва сигнализация от пет тона.

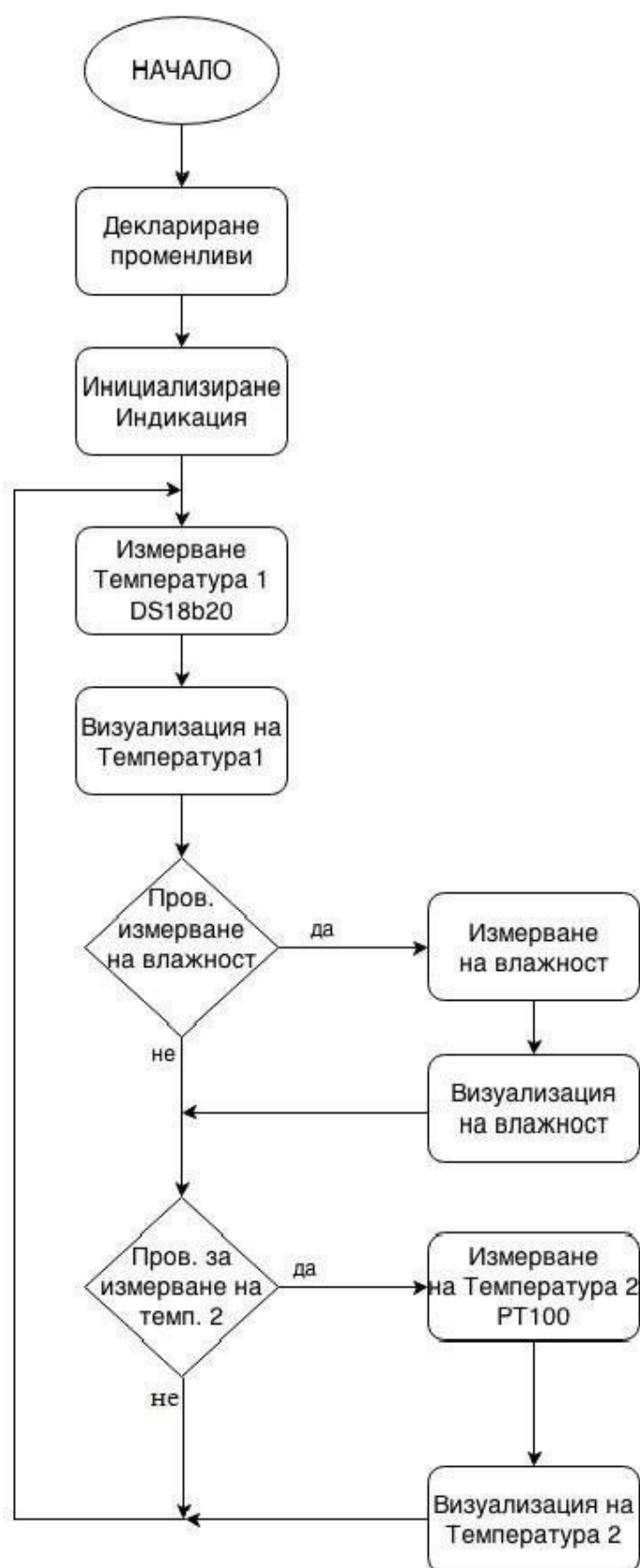
Изграждане на софтуерен алгоритъм. След като вече има логика за работата на устройството се създава по – обективен и отчетлив алгоритъм, който да служи и за изграждането на блокова схема на програмата, след което следва етапът на програмиране.

Първият важен етап е инициализацията. В нея се включва зареждане на програмата от компютъра към контролера и инициализация на дисплея. Вторият етап е задължителен поздрав към потребителя, уведомяващ го за започване работа на устройството. За следващия етап е нужна начална настройка, чрез която ще се влиза в логиката на работа представена на фиг.2. За тази цел се избира сензор DS18b20, защото е цифров, притежава адрес, който се използва при включването на сензора и при възникнали проблеми или необичайни случаи на проблем, ще бъде изкарано съобщение на серийния монитор. След осигуряване на този “setup” започва следващият етап, който е безкраен цикъл. В него се извършва постоянно проследяване на двата бутона, тяхното състояние и промяна. Спрямо което ще има промяна и при данните изведени на дисплея. В този цикъл също ще се извършва и следеното върху критериите за активиране на зумера. Краен етап ще е или рестартиране на устройството посредством Restart бутона на контролера или изключване на захранващия кабел.





Блокова схема на програмата:



Списък на използвани променливи, библиотеки и функции.

Библиотеки:

OneWire.h -- използвана библиотека за протокол за комуникация по шина при сензори, които ползват протокола – DS18B20;

DallasTemperature.h -- библиотека за улесняване работата с цифров сензор DS18B20;

LiquidCrystal.h -- библиотека за работа със стандартни течни кристални дисплей;

Използвани променливи:

За състояние на бутоните – Моментно състояние бутон 1 и бутон 2;

Предходно състояние бутон 1 и бутон 2, състояние зумер;

За адреса на пинове – адрес бутон 1(17), адрес бутон 2(18), адрес зумер(16), адрес сензор влажност(A0), адрес сензор PT100(A1)

За режими на измерване – за влажност и за температура при сензор PT100

За контрол на четенето – за интервала при сензор за влажност, за температура и зумер; взимане стойност на измерването при сензор за влажност, за температура последната измерена стойност.

За зумера има период на тона, бройка на звънене, номер на звъненето, праг на критериите и булеви променливи за отчитане на критериите;

Използвани функции():

От библиотеките:

OneWire(бус) – създаване на референция за комуникация;

DallasTemperature (&oneWire) – предаване на референцията към библиотеката на сензора за предстоящата работа;

lcd.setCursor(пиксел,ред) – инициализиране на дисплея;

lcd.print(""); - извеждане данни на дисплея;

Допълнителна информация;

.getTempC(адрес) – взима данни от вътрешен масив при сензор DS18B20;

.requestTemperatures(); - извиква температурните стойности на сензора;

millis() – връща в мили секунди времето от началото на програмата, инициализирано от Ардуино

digitalWrite(пин, стойност) – задаване състояние на пин(писане);

digitalRead(пин) – четене състояние на пин;

analogRead(пин) – четене аналогово състояние на пин;

Допълнителна информация :

За правилно структуриране на кода, онагледяване и четимост е нужно изнасяне на част от функциите на алгоритъма в под програми;

Избраните функционалности са проверките на двата бутона, контролът за сигнализация, контролът за визуализация на измерените величини и серийната инициализация за DS18B20;

Проверка бутона:

Бутон1: Четене на състояние. Сравнение с предходното състояние на бутона. Ако е ниско, булевата стойност на режима за влажност се инвертира (false-true), следва принтиране в серийния монитор на Ардуино. При истинност на режима на влажност се визуализира на дисплея „влажност: ”, нулира се предходният режим на температура, следва очакване на стойности от сензора за влажност;

При неистинност на режима на влажност се визуализира „температура: ” и се очакват постъпване на данни от сензора с настоящ режим.

Предидното състояние на бутона взема стойността на сегашното състояние.

Бутон2: Четене на състояние. Сравнение с предходното състояние на бутона. Ако е ниско, булевата стойност на режима за температура се инвертира (false-true), следва принтиране в серийния монитор на Ардуино.

Предидното състояние на бутона взема стойността на сегашното състояние.

Контрол за визуализация на измерените величини:

Проверка режим на температура за PT100, при истинност се проверява условие на интервал (отношението между, последното четене на сензора извадено от времето от начало на програмата и зададения интервал на четене); Следва промяна на стойността за последното четене от сензора, четене на аналоговата стойност от пина, визуализация на измерената величина.

При неистинност на режима за температура се проверява условие за интервал при сензор DS18B20 (отношението между, последното четене на сензора извадено от времето от начало на програмата и зададения интервал на четене); Следва промяна на стойността за последното четене от сензора. Извикване на данни от сензора, посредством функция `.requestTemperatures()`; Визуализация на измерената величина.

Проверка режим на влажност. При истинност се проверява условие на интервал (отношението между, последното четене на сензора извадено от времето от начало на програмата и зададения интервал на четене); Следва промяна на стойността за последното четене от сензора. Четене на аналоговата стойност от пина, алгоритъм на преобразуване на стойността в подходящи параметри за относителна влажност (%RH);

## 5. ГЛАВА ОПИТНИ РЕЗУЛТАТИ И ИНСТРУКЦИЯ ЗА РАБОТА

Устройството е реализирано успешно, показанията от сензорите се визуализират спрямо избора на режим. Измерените стойности на температура и влажност, съответстват на измерените от други стандартни устройства, предвидени за тестване като еталонна мярка за сравнение. За повтаряне последователността на теста е дадена следната инструкция за работа:

1. Включване на устройството:  
Захранващ кабел(USB) на Ардуино към компютър или адаптер за контакт;
2. Изчакване инициализация и поздравителен поздрав; (3сек. – 5сек.)
3. Устройството е готово за работа, бутони за работа – ляв и десен;
4. Настройка на контраста – потенциометър;
5. При натискане на десен бутон; (0,5сек-1сек);  
Извеждане на величината влажност на дисплея;
6. За излизане от режим на влажност, натискане десен бутон;  
Връщане към в състояние на температура по подразбиране;
7. За смяна на режима на температура между двата сензора, натискане ляв бутон;
8. При сигнализация за достигнати крайни критерии на измерване от зумера, се изчаква определеният брой тонове, според които се установява кои критерий е нарушен. (2 – за температура, 3 – за влажност, 5 – за двете);  
След сигнализирането е нужно връщане до началната температура, за да може да се направи ново сигнализиране;

Бележка: Потребителят трябва да има предвид, че при рестартиране, устройството взима първата измерена температура за начален критерий при сигнализирането.

Снимки на устройството представящи два от режимите на работа:

- ВЛАЖНОСТ :



- ТЕМПЕРАТУРА :



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализирайки възможните начини и приложения на методите за измерване на температура и на влажност представих евтин, надежден и достатъчно прецизен уред, който да отчита величини в определения обхват. Системата е автоматизирана и включва измерване от три сензора, което е важно за правилното функциониране на сушилнята. За онагледяване на измерването от устройството е включен точно кристален дисплей, а за управление клавиатура. Системата предоставя различни възможности и критери на сигнализация, спрямо величините на измерване.

Работата на устройството е съобразена спрямо заданието и спецификациите на избраните елементи. Системата притежава високо бързодействие и достъп на потребителя до нужната информация.

Интерфейсът на устройството е потребителски ориентиран и достъпен за ползване. Осъществява се посредством два бутона на клавиатурата и потенциометър за контраст на дисплея.



## ЛИТЕРАТУРА

Използвана литература:

- [1] <http://arduino.cc/>
- [2] <http://lark.tu-sofia.bg/ntt/eusku/readings/>
- [3] <http://www.produktinfo.conrad.com/>
- [4] <http://elimex.bg/>
- [5] <http://comet.bg/>
- [6] Лекции по Микропроцесорна Схемотехника проф. Р.Иванов
- [7] Документация от лабораторни упражнения – Микропроцесорна Схемотехника;
- [8] “Ардуино книжка за програмиране” от Браян Евънс (Brian W. Evans)

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### КОД НА ПРОГРАМАТА

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

// Data wire is plugged into port 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 6

// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire devices
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);

// Pass our oneWire reference to Dallas Temperature.
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// arrays to hold device address
DeviceAddress insideThermometer;

// button pins
int buttonOne = 17; // toggles humidity and temperature
int buttonTwo = 18; // toggles between pt100 and ds18b20
int buttonOnePrevState;
int buttonOneCurrentState;
int buttonTwoPrevState;
int buttonTwoCurrentState;

// buzzer pin
int buzzPin = 16;

// humidity sensor pin
int humidityPin = A0;

// pt100 pin
int pt100pin = A1;

// state toggle variables
int humidityMode = false; // toggles humidity and temperature
```

```

int pt100Mode = false; // toggles between pt100 and ds18b20
// temp reading control
int pt100reading;
unsigned long lastPTreading;
int ptReadingInterval = 100;
unsigned long lastDSreading;
int dsReadingInterval = 100;
// humidity reading control
unsigned long lastHumidityReading;
int humidityReadingInterval = 100;
int humidityReading;
// buzzer control
int startTemp; //temperature
boolean firstCheck = true;
int tempThreshold = 1;
boolean soundAlarm = false;
boolean firstDetect = true;
unsigned long lastBuzzer;
int buzzerInterval = 1000; // buzz period
int numberBuzzerBeeps = 5; // number of buzzes
int buzzerBeeps = numberBuzzerBeeps;
int buzzerState = LOW;

void setup(void)
{
    // start serial port and initialize LCD
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16, 2);

    // welcome text
    lcd.setCursor(0, 0);

```

```

lcd.print("  Welcome  "); //using all 16 pixels
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" Start Measure "); //using all 16 pixels
delay(3000);
Serial.println("Dallas Temperature IC Control Library Demo");

// locate devices on the bus
Serial.print("Locating devices...");
sensors.begin();
Serial.print("Found ");
Serial.print(sensors.getDeviceCount(), DEC);
Serial.println(" devices.");

// report parasite power requirements
Serial.print("Parasite power is: ");
if (sensors.isParasitePowerMode()) Serial.println("ON");
else Serial.println("OFF");

if (!sensors.getAddress(insideThermometer, 0)) Serial.println("Unable to
find address for Device 0");

// show the addresses we found on the bus
Serial.print("Device 0 Address: ");
printAddress(insideThermometer);
Serial.println();
// set the resolution to 9 bit (DS different resolutions)
sensors.setResolution(insideThermometer, 9);

Serial.print("Device 0 Resolution: ");
Serial.print(sensors.getResolution(insideThermometer), DEC);
Serial.println();}

```

```

// function to print the temperature for a device
void printTemperature(DeviceAddress deviceAddress)
{
    float tempC = sensors.getTempC(deviceAddress);
    Serial.print("Temp C: ");
    Serial.print(tempC);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(tempC);
    lcd.print("  DS18B20"); // cover remaining chars
    Serial.print(" Temp F: ");
    Serial.println(DallasTemperature::toFahrenheit(tempC)); // Converts tempC
to Fahrenheit

    if(firstCheck){
        firstCheck = false;
        startTemp = tempC;
        Serial.print("start temp = ");
        Serial.println(startTemp);
//    delay(1000);
    }

    // check need to sound alarm
    if((tempC - startTemp > tempThreshold) && firstDetect){
        firstDetect = false;
        soundAlarm = true;
        buzzerBeeps = numberBuzzerBeeps;
        Serial.println("ALARM ON");
//delay(4000);}
    // reset alarm variables
    if(tempC <= startTemp && !firstDetect){
        firstDetect = true;

```

```

    }
}
void loop(void)
{
  checkButtonOne();

  if(!humidityMode){
    checkButtonTwo();
    displayTempData();
  } else {
    displayHumidity();
  }

  if(soundAlarm && buzzerBeeps > 0){
    if(millis() - lastBuzzer > buzzerInterval){
      lastBuzzer = millis();
      if(buzzerState == LOW){
        buzzerState = HIGH;
      } else {
        buzzerState = LOW;
        buzzerBeeps--;
      }
    }
    digitalWrite(buzzPin, buzzerState);
  } else {
    digitalWrite(buzzPin, LOW);}

    // It responds almost immediately. Let's print out the data
    // printTemperature(insideThermometer); // Use a simple function to print
    out the data
  }

  // function to print a device address
  void printAddress(DeviceAddress deviceAddress)

```

```
{  
  for (uint8_t i = 0; i < 8; i++)  
  {  
    if (deviceAddress[i] < 16) Serial.print("0");  
    Serial.print(deviceAddress[i], HEX);  
  }  
  delay(1000);  
}
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ДОПЪЛНИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ:

Сензор DS18B20;

#### TEMPERATURE REGISTER FORMAT Figure 2

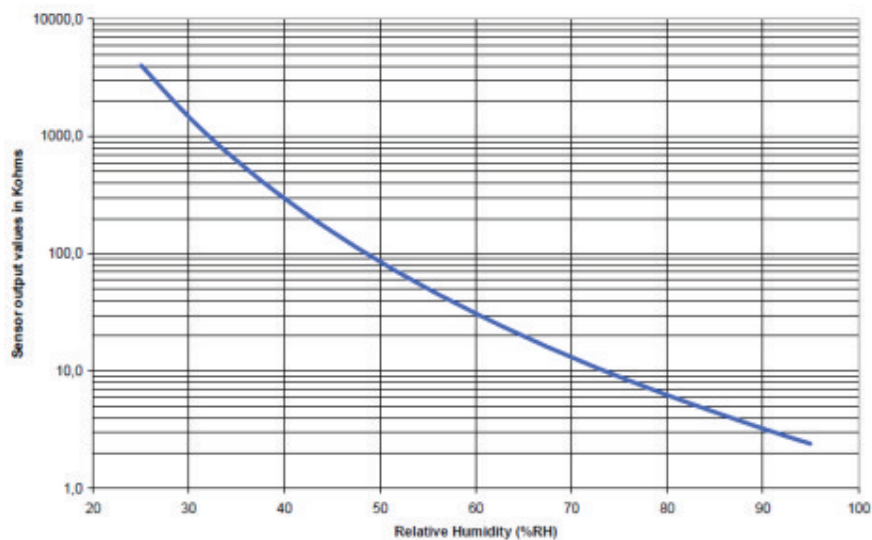
	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
LS Byte	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$
	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
MS Byte	S	S	S	S	S	$2^6$	$2^5$	$2^4$

#### TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIP Table 2

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C*	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

\*The power-on reset value of the temperature register is +85°C

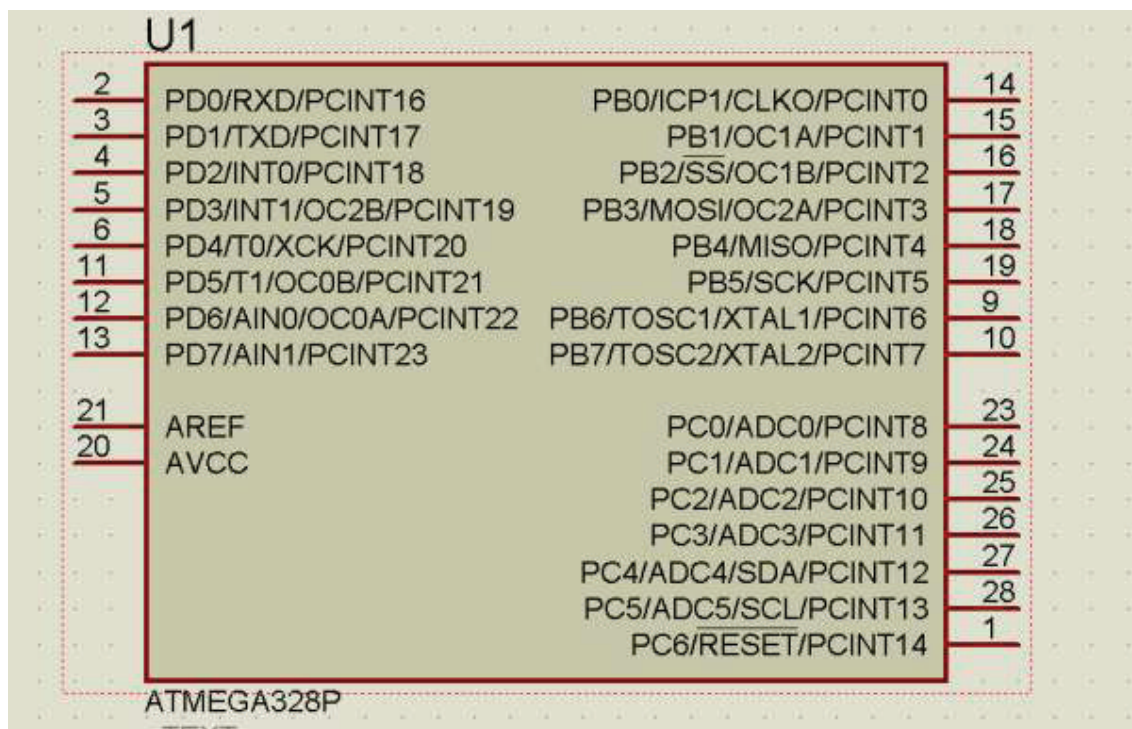
Характеристика сензор за влажност:





Процесор Атмега328р, използвана карта на пиновете:

0 – PD0-18	PB6/PB7 - oscillator
1 – PD1-17	GND-4
2 – PD2-16	A0 – PC0
3 – PD3-15	A1 – PC1
4 – PD4-14	A2 – PC2
5 – PD5-13	A3 – PC3-3
6 – PD6-12	A4 – PC4-2
7 – PD7-11	A5 – PC5
8 – PB0-10	PC - reset
9 – PB1-9	
10 – PB2-8	
11 – PB3-7	
12 – PB4-6	
13 – PB5-5	



## Принципна схема на контролер Уно:

### Arduino™ UNO Reference Design

Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS". Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not use or rely on any information or materials provided by Arduino for any purpose, including but not limited to, the design, development, production, distribution, sale, or use of any product, without the express written consent of Arduino. The Customer shall be responsible for any and all claims, damages, losses, and expenses, including reasonable attorneys' fees, arising from any use of the information or materials provided by Arduino, whether or not such claims, damages, losses, and expenses are caused in whole or in part by the negligence of Arduino. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.

