

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS

Aurimas Narušis

Temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema

Baigiamasis bakalauro projektas

Vadovas

Doc. dr. Darius Andriukaitis

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS
ELEKTRONIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema

Baigiamasis bakalauro projektas

Intelektualios elektroninės sistemos (kodas 612H61005)

Vadovas

Doc. dr. Darius Andriukaitis

Recenzentas

Doc. dr. Andrius Chaziachmetovas

Projektą atliko

Aurimas Narušis

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Elektros ir elektronikos fakultetas

(Fakultetas)

Aurimas Narušis

(Studento vardas, pavardė)

Intelektualios elektroninės sistemos (kodas 612H61005)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 15 m. gegužės 20 d.

_____ Kaunas _____

Patvirtinu, kad mano **Aurimo Narušio** baigiamasis projektas tema „Temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Narušis A. Temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema. Bakalauro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Darius Andriukaitis; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Elektronikos inžinerijos katedra.

Kaunas, 2015. 46 psl.

SANTRAUKA

Darbo tikslas – suprojektuoti universalią temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistemą, kuri stebi aplinkos parametrus keliose skirtingose zonose bei išveda duomenis į išorinę duomenų kortelę.

Pirmoje darbo dalyje nagrinėjami monitoringo sistemų realizavimo variantai bei rinkoje esančių analogų apžvalga. Toliau suformuluojami projektuojamos sistemos parametrai. Antroje dalyje apžvelgiama sistemos elementinė bazė.

Trečiojoje darbo dalyje projektuojama temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema. Darbui atlikti panaudojama Arduino UNO mikrovaldiklio plokštė. Darbo eigoje sudarytos įtaiso principinė ir struktūrinė schemas. Įtaiso veikimas įgyvendintas naudojantis modeliavimo priemonėmis. Toliau sudarytas įtaiso programinis algoritmas bei programinis kodas. Atliekant darbą buvo pasiekti visi užsibrėžti tikslai ir uždaviniai.

Narušis A. Temperature and Humidity monitoring system. Bachelor's work / supervisor doc. dr. Darius Andriukaitis; Kaunas University of Technology, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, department of Electronics engineering.

Kaunas, 2015. 46 psl.

SUMMARY

The goal of this paper – to design universal temperature and humidity monitoring system, which tracks the parameters of environment in few different zones and sends data to external memory card.

In the first part of this paper, the research was conducted on observation systems and the way those systems could be designed. Other similar systems have been taken into consideration of this projects design. Furthermore, other parameters of this project is stated and described. The second parts purpose is to review the main components of designed system.

In the third part, the main temperature and humidity monitoring system is designed. Arduino UNO microcontroller was used to execute this project. During this part of the project schematics and examination was made. Systems functionality was displayed using modeling tools. In addition, later on the program code was written and main functions of the code displayed in provided algorithm. Every goal was achieved during the making of this project.

Turinys

ĮVADAS	8
1. TEMPERATŪROS IR DRĖGMĖS MONITORINGO SISTEMŲ ANALIZĖ	10
1.1. Temperatūros stebėjimo įtaisai monitoringo sistemose	10
1.2. Drėgmės stebėjimo įtaisai monitoringo sistemose	13
1.3. Duomenų perdavimo būdai monitoringo sistemose	14
1.4. Duomenų kaupiklių tipai monitoringo sistemose	16
1.5. Panašių sistemų apžvalga	17
1.5.1. TM-WIFI350 temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema	17
1.5.2. EL-WiFi-TH bevielė temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema	19
1.5.3. WS-07-X2-KIT temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema	20
1.6. Techninių reikalavimų suformavimas projektuojamai sistemai	21
1.6.1. Projektuojamos sistemos parametrai	21
1.7. Analitinės dalies išvados	22
2. TYRIMŲ DALIS	23
2.1. Monitoringo sistemos realizavimo variantų tyrimas	23
2.1.1. Bevieliu būdu perduodanti duomenis sistema	23
2.1.2. Laidiniu būdu perduodanti duomenis sistema	24
2.2. Projektuojamos sistemos elementinės bazės pasirinkimas	25
2.3. Duomenų nuskaitymo ir išvedimo programos kompiuteryje tyrimas	33
3. PROJEKTINĖ DALIS	35
3.1. Temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemos projektavimas	35
3.2. Projektuojamos sistemos testavimas ir derinimas	37
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	40
NAUDOTA LITERATŪRA	41
PRIEDAI	43

IVADAS

XXI amžiuje, vystantis technologijoms ir mokslui vis svarbesnę vietą kiekvieno žmogaus gyvenime užima komfortas. Nuolatos stengiamasi modernizuoti ir automatizuoti kasdieninę aplinką, sudaryti kuo palankesnes sąlygas gyvenimui. Komfortui didelę įtaką turi paprasčiausios meteorologinės sąlygos, tokios kaip temperatūra ir drėgmė. Dažnai net nepagalvojama kaip stipriai šie parametrai įtakoja mūsų sveikatą. Ideali patalpos temperatūra svyruoja nuo 18-22 °C. Temperatūrai esant aukštesnei ar žemesnei negu šiame intervale, gali pasireikšti šalutiniai poveikiai, tokie kaip padidėjęs prakaitavimas, dėmesio sutrikimai ir panašiai. Labai aukšta arba labai žema temperatūra gali pakenkti gyvybiškai svarbiems organams, tokiems kaip smegenys ir širdis. Kitas labai svarbus ir su temperatūra glaudžiai susijęs aplinkos parametras yra drėgmė. Santykinė oro drėgmė yra išreiškiama procentais ir reiškia vandens garų kiekį ore. Optimalus oro drėgnumas yra 40-60%. Esant aukštesnei oro drėgmei nei šis intervalas, gali susidaryti kenksmingi pelėšiai, sudaromos geros sąlygos mikroorganizmams gyvuoti.

Šiandien technologijoms vystantis labai sparčiai, pritaikant naujausius išradimus galima klasikinius matavimo prietaisus pakeisti naujais skaitmeniniais. Anksčiau žmonės naudodavosi gyvsidabriniais termometrais ir psichrometrais. Toks temperatūros ir drėgmės matavimas atrodydavo labai patogus ir modernus. Tačiau, žengiant koja kojon su technologijomis, žmogaus poreikiai vis auga. Senos kartos prietaisų duomenys sunkiai skaitomi, reikia labai atidžiai įsižiūrėti į jų parodymus. Tai pat jie nėra labai tikslūs ir parodymų tikslumui įtakos turi žmogiškasis faktorius. Be to, gyvsidabris labai nuodingas metalas, todėl tokių termometrų naudojimas yra pavojingas sveikatai bei teršia gamtą. Būtent dėl šių trūkumų šiais laikais stengiamasi atsisakyti klasikinių gyvsidabrio termometrų bei psichrometrų. Juos keičia skaitmeniniai prietaisai. Jie išsprendžia daugumą problemų - yra ekologiškesni, tikslesni bei matavimo rezultatų neįtakoja žmogiškasis faktorius. Be to, stebėjimo duomenis galima panaudoti automatizuojant patalpų temperatūros ir drėgmės reguliavimo sistemas.

Šiandieninėje rinkoje yra daugybė skaitmeninių temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistemų, kainuojančių nuo keliasdešimt iki kelių šimtų ar net tūkstančių eurų. Tai priklauso nuo įvairių dalykų, tokių kaip matavimo ribos, informacijos perdavimo būdo ir panašiai. Gamintojai stengiasi pagaminti kuo universalesnius įtaisus, kurie tenkintų įvairių vartotojų poreikius. Dažniausiai didžiausias tokių įrenginių trūkumas, kad stebimos aplinkos parametrai pateikiami tik realiu laiku arba reikalingas nuolatos veikiantis kompiuteris ir interneto ryšys duomenims saugoti.

Šio projekto **darbo tikslas** - suprojektuoti sistemą, kuri stebės aplinkos temperatūrą ir drėgmę keliose zonose bei perduos duomenis į išorinę duomenų kortelę.

Darbo tikslo įgyvendinimui bus atliekami šie uždaviniai:

1. Išanalizuoti temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemų rūšis.
2. Palyginti rinkoje esančias temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemas.
3. Suprojektuoti temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemą.
4. Praktiškai išbandyti suprojektuotą sistemą.

Kuriama sistema turėtų būti kuo platesnio temperatūros ir drėgmės matavimo diapazono jutikliai, kad sistema galėtų būti taikoma lauko ir vidaus parametrų matavimui Lietuvos klimato sąlygomis. Kita sistemos funkcija – stebėjimo duomenų kaupimas išorinėje duomenų kortelėje. Duomenys turėtų būti nuskaitomi nuo jutiklių esančių skirtingose zonose ir išvedami į duomenų kortelę.

1. TEMPERATŪROS IR DRĖGMĖS MONITORINGO SISTEMŲ ANALIZĖ

Tinkamas patalpų temperatūros ir drėgmės sąlygų užtikrinimas yra vienas iš svarbiausių aplinką apibūdinančių parametrų. Pastovus šių parametrų užtikrinimas įtakoja daugybę kasdieninių gyvenimo aspektų bei reikalingas daugumoje pramonės šakų, tokių kaip elektronika bei automatizuotų sistemų gamyba, žemės ūkis, klimatologija, namų bei aplinkos stebėjimas bei daugumoje kitų – tai sritys, kuriose temperatūra turi didžiulę įtaką. Pavyzdžiui, elektronikos produktų gamyboje per didelė drėgmė ar per aukšta temperatūra gali paveikti kai kuriuos elementus, tai įtakoja gaminių kokybę, todėl nuolatinis šių parametrų stebėjimas yra labai svarbus. Dėl to, kaip ir daugelyje šiuolaikinių sričių, aplinkos stebėjimo įrankius stengiamasi kuo labiau automatizuoti pritaikant naujausias technologijas.

Kadangi temperatūros ir drėgmės stebėjimo prietaisai yra skirti tokiam plačiam panaudojimui, yra sukurta daugybė sistemų, kurios skiriasi vienos nuo kitų:

- Naudojamų sensorių tipais.
- Duomenų perdavimo būdais.
- Duomenų kaupiklio tipais.

Taigi šiame skyriuje bus aptartos pagrindinės temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemų dalys bei jų rūšys. Bus lyginamos rinkoje esančios sistemos bei suformuoti būsimos projektuojamos sistemos techniniai reikalavimai.

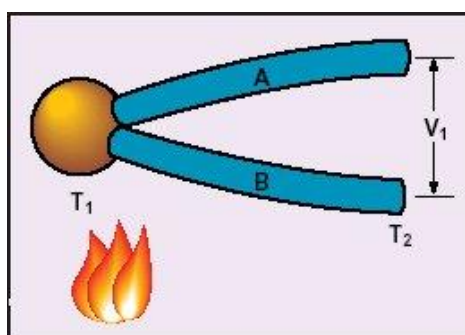
1.1. Temperatūros stebėjimo įtaisai monitoringo sistemose

Oro temperatūros stebėjimo ir matavimo prietaisai turėtų būti įrengiami visose patalpose, kuriose norima stebėti ar kontroliuoti temperatūrą. Elektroniniai jutikliai dažniausiai turi būti bent jau ± 1 laipsnio tikslumo arba tikslesni. Sensoriai turi būti išdėstyti tokiose vietose, kur tikėtinas didžiausias temperatūrų kitimas ir taip pat turi būti kuo mažiau veikiami pereinamųjų procesų, tokių kaip skersvėjai ar tiesioginiai saulės spinduliai. Skirtingų tipų temperatūros jutikliai įtakoja matavimo tikslumą bei matavimo diapazoną. Todėl renkantis tokią sistemą svarbu tinkamai pasirinkti jutiklį. Taigi toliau bus apžvelgti dažniausiai naudojami temperatūros sensorių tipai.

Termopora yra temperatūros matavimo prietaisas susidedantis iš dviejų skirtingų laidininkų, kurie sujungti viename taške, o kitame nesujungti. Galui, kuriame laidininkai sujungti, veikiant temperatūrai susidaro elektrovaros jėga, dėl kurios laidu pradeda tekėti srovė. Duomenų kaupiklis matuoja įtampą ir tada konvertuoja įtampą į temperatūrą. Šiuo atveju taip pat reikalingas ir temperatūros kompensavimas dėl įtampos atsirandančios ne tarp termoporos, o dėl aplinkos

įtakos. Paveikslėlyje 1.1 pavaizduotas termoporos veikimo principas. A ir B raidėmis pažymėti skirtingi laidininkai. Paveikus T_1 pažymėtą galą temperatūra, susidaro temperatūrų skirtumas tarp T_1 ir T_2 , ir dėl skirtingų laidininkų susidaro įtampos pokytis, kurį išmatavus galima jį konvertuoti į temperatūrą.

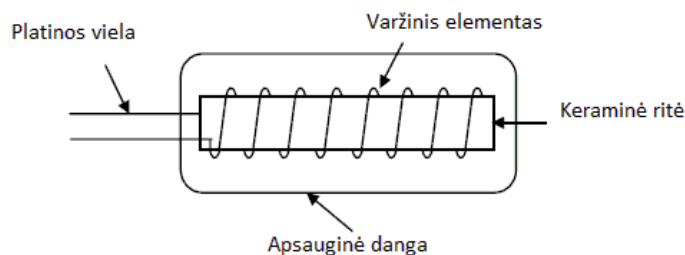
Termoporos pasižymi tuo, kad yra nebrangios bei gali matuoti platų temperatūrų diapazoną priklausomai nuo konstrukcijos ($-200-1700^{\circ}\text{C}$). Vienas iš didžiausių termoporos privalumų, kad jai nereikia papildomų energijos šaltinių. Vienas pagrindinių jų trūkumų - jos nėra labai tikslios ($0,5-5^{\circ}\text{C}$). Termoporos plačiausiai naudojami temperatūros jutikliai. Tai pigiausi temperatūros jutikliai, kurie plačiai naudojami, jeigu kaina, paprastumas ir matavimo diapazonas svarbiausia.



1.1 pav. Termoporos veikimo principas

Termovaržinis jutiklis (RTD angl. Thermal Resistive Sensor) yra temperatūros matavimo įtaisas, kurio veikimas pagrįstas varžos kitimu priklausomai nuo temperatūros. Termovaržinio jutiklio principinė schema pavaizduota 1.2 paveikslėlyje. Santykis tarp rezistyvinės medžiagos ir temperatūros yra žinomas, todėl tiksliai galima nustatyti temperatūrą matuojant varžą. Dažniausiai kaip jautrusis elementas naudojamos medžiagos yra platina, nikelis, varis. Plona platinos (nikelio arba vario) viela apvyniojama aplink cilindrą. Matuojant temperatūrą valdymo įtaisas paduoda tam tikrą žinomą srovę per termovaržinį jutiklį ir įvertina gautą įtampą iš kurios apskaičiuojama varža, kadangi varžos kitimo priklausomybė nuo temperatūros yra žinoma. Galiausiai naudojant temperatūros ir varžos charakteristiką apskaičiuojama aplinkos temperatūra.

Šie jutikliai palyginti brangūs, pasižymintys vidutiniu temperatūros matavimo diapazonu ($-200-600^{\circ}\text{C}$), tačiau labai tikslūs ($0,1-1^{\circ}\text{C}$), pasižymintys aukštu temperatūriniu stabilumu. Tai žymiai tikslesni jutikliai nei termoporos, bet turi siauresnį eksploataavimo sąlygų diapazoną. Šių sensorių vertėtų rinktis kai reikia didelio tikslumo ir mažo matavimo diapazono.



1.2. pav. Termovaržinio jutiklio veikimo principas

Termistorius yra rezistorius, kurio varža kinta priklausomai nuo temperatūros, pasižymintis neigiamu arba teigiamu temperatūriniu koeficientu. Pramonėje dažniausiai naudojami neigiamo koeficiento termistoriai. Tai reiškia, kad padidėjus temperatūrai varža sumažėja. Tai vieni tiksliausių sensorių (tikslumas nuo 0,1 iki 1,5⁰C), tačiau labai riboto temperatūrų diapazono -100-300⁰C. Termistoriai pasižymi didele greitimeika, tačiau turi netiesinę, o eksponentinę charakteristiką. Tai yra vienas didžiausių šių jutiklių trūkumas. Termistorius yra panašus į termovaržinį jutiklį (tai sensoriai, kurių varža kinta priklausomai nuo temperatūros), tačiau kitimo charakteristika yra labai netiesinė. Kaip ir termovaržiniai jutikliai, termistorius yra tikslesnis nei termoporos. Dėl netiesinės charakteristikos termistoriai gali išgauti labai didelį tikslumą mažame temperatūrų diapazone. Tokių temperatūros sensorių reikėtų naudoti kai reikia didelio tikslumo. Tokie sensoriai palyginti pigūs.

Žemiau pateikiamas nagrinėjamų sensorių palyginimas.

1.1. lentelė

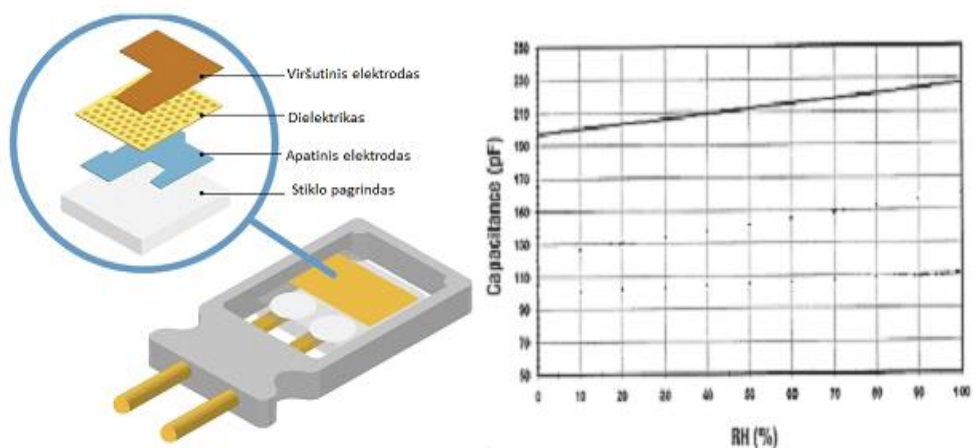
Temperatūros jutiklių palyginimas

	Termistorius	RTD	Termopora
Privalumai	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Labai jautrūs ➤ Didelis tikslumas (0,05-1,5⁰C) ➤ Maža kaina ➤ Tvirtas ➤ Mažas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Didelis tikslumas (0,1-1⁰C) ➤ Stabilumas ➤ Išėjimo charakteristikos tiesiškumas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Didelis temperatūrų matavimo ruožas ➤ Nereikia papildomų energijos šaltinių ➤ Tvirti ➤ Maža kaina
Trūkumai	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne tiesinė išėjimo charakteristika 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dideli ▪ Neatsparūs vibracijoms ▪ Didelė kaina 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Netikslūs (0,5-5⁰C) ▪ Nestabilūs

1.2. Drėgmės stebėjimo įtaisai monitoringo sistemose

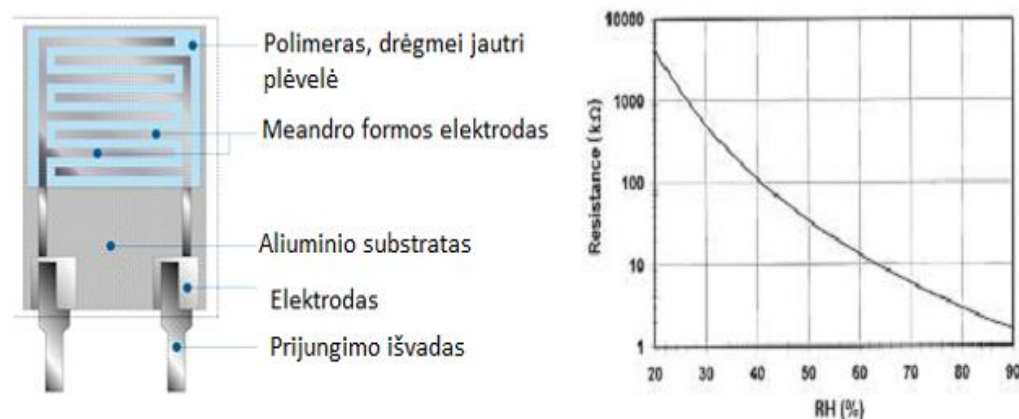
Tokie įtaisai turėtų būti naudojami ten, kur naudojamos ir patalpų temperatūros stebėjimo sistemos ir kur reikia kontroliuoti drėgmę ir pan. Jutikliai turėtų būti bent jau $\pm 5\%$ santykinės drėgmės tikslumo. Ir taip pat kaip ir temperatūros jutikliai turėtų būti išdėstyti, kad parodymus kuo mažiau įtakotų pereinamieji veiksniai.

Talpinis drėgmės jutiklis yra sudarytas iš dviejų laidžių plokštelių, kurios atskirtos polimero plėvele. Talpa skaičiuojama pagal abiejų plokštelių plotą, atstumą tarp plokštelių bei dielektrinį koeficientą. Dielektriko tikslas yra absorbuoti vandens garus esančius ore. Absorbavus drėgmę keičiasi dielektriko dielektrinė skvarba bei kondensatoriaus talpa. Dažniausiai talpos pokytis svyruoja tarp 0,2-0,5 pF 1% santykinės drėgmės. Talpa didėja priklausomai nuo ore esančių garų kiekio. Talpiniai jutikliai tinka ekstremalių temperatūrų diapazone bei yra atsparūs cheminiams garams (paveikslėlis 1.3).



1.3. pav. Talpinis drėgmės jutiklis

Varžinis drėgmės jutiklis matuoja higroskopinės medžiagos, pavyzdžiui, polimero varžos pokytį priklausomai nuo oro drėgmės. Higroskopinė medžiaga - tai medžiaga sugebanti iš aplinkos absorbuoti vandens molekules. Ant laidininko plokštelės iš tauriųjų metalų, pavyzdžiui, aukso arba rutenio oksido suformuojami meandro formos takeliai. Toliau polimerinė medžiaga užnešama ant elektrodo, kad suformuotų drėgmės jutimo plėvelę. Taigi keičiantis drėgmei, keičiasi ir jutiklio laidumas. Tada matuojamas varžos pokytis atitinkantis drėgmės pokytį (paveikslėlis 1.4).



1.4. pav. Varžinis drėgmės jutiklis

Talpinio ir varžinio tipo drėgmės jutiklių privalumai ir trūkumai:

Privalumai:

- Talpinis jutiklis yra labai tiesiškas bei plataus matavimo diapazono.
- Varžiniai jutikliai yra atsparesni aplinkos poveikiui.
- Talpiniai jutikliai veikia platesniame temperatūrų diapazone.

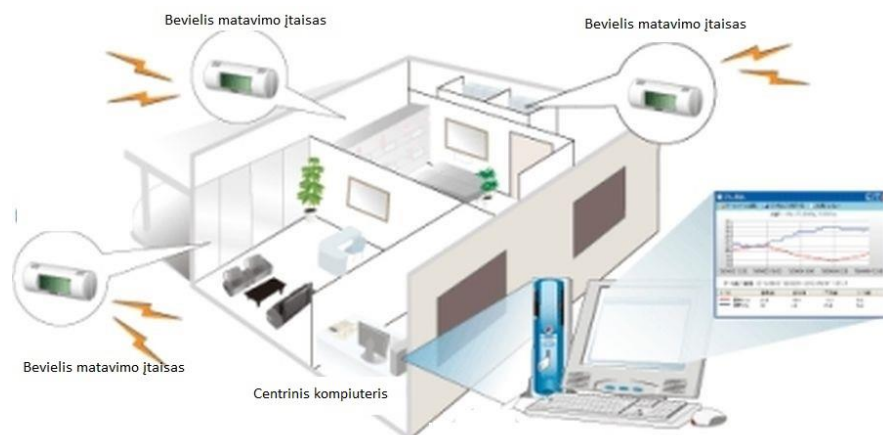
Trūkumai:

- Varžiniu jutikliu sunku išmatuoti kraštines drėgmės ribas (žemesnes nei 5% ir aukštesnes negu 95%).
- Talpinis jutiklis mažiau atsparus aplinkos poveikiui.

1.3. Duomenų perdavimo būdai monitoringo sistemose

Duomenų perdavimo prietaisas – įtaisas skirtas nuskaityti duomenis nuo jutiklio ir perduoti juos įtaisiui apdorojančiam duomenis. Tai elektroninis prietaisas, paprastai nebrangus, delno dydžio, skirtas rinkti ir saugoti specifinius duomenis dažniausiai nepriklausomai nuo kompiuterio. Šiuo būdu registruojamus duomenis galima perskaityti ne būtinai realiu laiku. Kai kurie įrenginiai pasižymi automatizuotomis įspėjimo sistemomis. Pavyzdžiui, kai temperatūra pasiekia kitokias nei numatytos reikšmes. Kaip ir bet kokį kitą elektronikos įrenginį, duomenų registravimo įtaisas gamina daugybė gamintojų, todėl jų modelių pasirinkimas tai pat didžiulis. Tokie įrenginiai charakterizuojami tokiais parametrais kaip duomenų nuskaitymo dažniu, baterijos veikimo laiku, vidaus ar lauko veikimu. Bendravimas su duomenų apdorojimo įtaisais gali būti pasiekiamas įvairiais būdais, įskaitant RS-232, USB, Ethernet, belaidžiu ryšiu, įskaitant Wi-fi bei radijo ryšį, GPRS/GSM modemais ir panašiai.

Beveliai duomenų perdavimo prietaisai. Tipinė monitoringo sistema susideda iš jutiklių tinklo, kurie yra susiję kartu, siekiant sudaryti elektroninę integruotą monitoringo sistemą. Duomenų perdavimas per šį tinklą gali būti realizuotas panaudojant bevielį ryšį. Galima naudoti Bluetooth, GSM, Wi-Fi, radijo ryšį 418/433MHz, 900MHz ir panašiai arba vielinį tinklą, pavyzdžiui, Ethernet. Abu elementai gali būti kaip atskira arba integruota sistema. Laidinis duomenų perdavimas užtikrina patikimą duomenų perdavimą. Tačiau jie taip pat reikalauja sudėtingo ir brangaus įrengimo, taip pat sudėtinga vykdyti tinklo konfigūracijas. Belaidžio ryšio priemonės yra plačiai prieinamos su skirtingais informacijos perdavimo būdais ir lengvai pritaikomos skirtingoms sistemoms. Šie prietaisai turi gebėjimą siųsti gautus duomenis į kitus prietaisus, tokius kaip kompiuteris ar telefonas arba duomenų apdorojimo įtaisą. Tokio tipo kaupikliai gali būti prijungti per LAN kabelį ir modemą arba gali būti naudojami automatiškai siųsti duomenis Wi-Fi sąsaja, suteikdami nebrangų, greitą būdą kaip perduoti duomenis dideliais atstumais. Pavyzdžiui, galima peržiūrėti stebimos patalpos temperatūrą, bet kuriuo laiku ir bet kur. Tokios konfigūracijos įtaisai dažnai naudojami renkant duomenis iš atskirų zonų ir perduodant baziniam įtaisui, kuris apdoroja gautus duomenis (paveikslėlis 1.5).



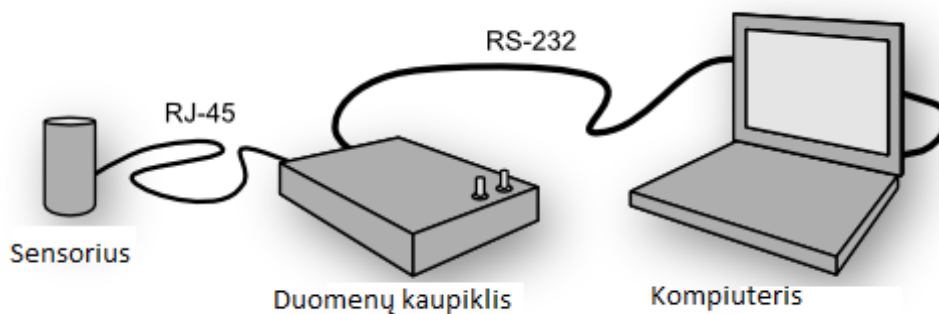
1.5. pav. Bevielė monitoringo sistema

Bevielės technologijos tampa standartu daugelyje pramonės šakų. Tai tiesiogiai įtakoja ir temperatūros stebėjimo sistemų vystymąsi. Dauguma duomenų stebėjimo sistemų taip pat turi galimybę siųsti parodymus bevieliu būdu į centrinę stotį. Pavyzdžiui, pagrindinę bevelių sistemų rinką sudaro sveikatos priežiūros įstaigos. Šioje srityje temperatūros ir drėgmės matavimas yra labai efektyvus, nes tai labai supaprastina ir pagreitina šaldiklių, sandėliavimo patalpų bei inkubatorių stebėjimą.

Bevielės sistemos yra tinkamos naudoti:

- Kai reikia matavimus atlikti keliose zonose. Tada naudoti vielinius įrenginius tampa sudėtinga.
- Kai vedžioti laidus brangu arba sudėtinga.
- Kai duomenis reikia perduoti iš kokios nors transporto priemonės. Tada naudotis vieliniais įtaisais neįmanoma.

Vielinis duomenų perdavimo prietaisai. Priešingai nei bevielų technologijų atveju duomenų perdavimui tokiu būdu reikalingas kabelis. Todėl toks duomenų perdavimo būdas nėra toks patogus ir ne visada galimas dėl techninių ir estetinių priežasčių. Pavyzdžiui, duomenys iš duomenų kaupiklio gali būti perduodami per RS-232 sąsają, o iš sensoriaus į duomenų kaupiklį per RJ-45 sąsają (paveikslėlis 1.6). Tokiu būdu monitoringo sistema gali būti sujungta su modemu arba tiesiogiai su kompiuteriu.



1.6. pav. Vieliniu būdu veikianči monitoringo sistema

1.4. Duomenų kaupiklių tipai monitoringo sistemose

Duomenų kaupiklio tipas – apsprendžia kiek duomenų gali būti įrašyta į atmintį. Priklausomai nuo temperatūros ar drėgmės stebėjimo taikymo srities, duomenų registravimo įtaisais gali reikėti fiksuoti ir saugoti duomenis skirtingą laiko tarpą. Todėl reikia pasirinkti prietaisą atitinkantį reikalavimus, kadangi priklausomai nuo duomenų registravimo dažnumo, gali būti perpildyta duomenų kaupiklio atmintis. Atminties talpa nurodo kiek individualių temperatūros ir drėgmės matavimų gali atlikti sistema. Kai kurie duomenų kaupikliai numato išorinės atminties praplėtimo galimybę, kai vidinės atminties duomenis saugoti nebepakanka. Atminties talpa priklauso nuo duomenų nuskaitymo dažnio. Yra tokie duomenų kaupiklių variantai naudojami monitoringo sistemose.

Autonominiai duomenų kaupikliai. Daugelis duomenų registravimo įtaisų gali įrašinėti stebėjimo duomenis, nepriklausomai nuo kompiuterio ar kitų prietaisų. Tokie prietaisai yra labai

patogūs, nes yra portatyvūs. Tokie prietaisai dažniausiai turi LCD (angl. Liquid- crystal display) skystakristalį vaizduoklį rodantį temperatūrą realiu laiku. Dauguma duomenų kaupiklių pramonei ir individualiam naudojimui yra maitinami iš baterijų, tačiau kai kurie modeliai gali būti maitinami ir iš išorės. Tokie kaupikliai gali paimti duomenis iš jutiklių norimu dažnumu. Tačiau duomenų paėmimo dažnis yra atvirkščiai proporcingas baterijos gyvavimo laikui. Be to, kaupiklis turi ribotą atmintį, kuri dažniausiai yra energetiškai nepriklausoma, todėl net ir išsikrovus baterijai ar nutrūkus maitinimui duomenys išlieka saugūs. Daugelis stebėjimo sistemų rinkoje naudoja vidinę atmintį duomenų registravimui. Atminties dydis dažniausiai priklauso nuo įrenginio galimybių bei registruojamos informacijos kiekio. Kai kurie kaupikliai neturi vidinės atminties ir reikalauja, kad vartotojas pirtų išorinę atminties kortelę.

„Debesų“ duomenų saugykla. Tai gana nauja ir pažangi sistema, leidžianti stebėjimo rezultatus siųsti tiesiai į „debesų“ duomenų saugyklą (paveikslėlis 1.7). Tai patogus būdas kai keli sistemos vartotojai naudoja sistemos duomenis.

Tokio tipo duomenų kaupimo privalumai lyginant su kitomis sistemomis:

- Stebėjimų duomenys talpinami į apsaugotą serverį.
- Galimybė stebėti duomenis realiu laiku dideliais atstumais. Duomenis galima pasiimti iš duomenų saugyklos bei naudojant tam tikras programas, stebėjimus atvaizduoti grafikais, diagramomis ir pan.
- Net ir pakeitus techninę įrangą galima paprastai atnaujinti programinę įrangą, todėl nereikia didelių investicijų sistemos atnaujinimui.



1.7. pav. „Debesų“ duomenų saugyklos pagrindu veikianti monitoringo sistema

1.5. Panašių sistemų apžvalga

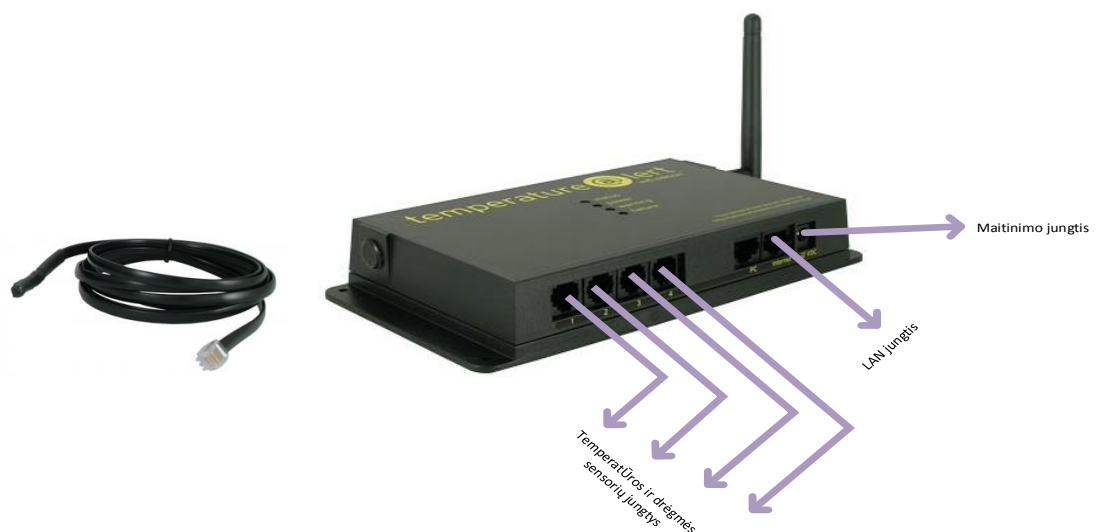
1.5.1. TM-WIFI350 temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema

TM-WIFI350 tai „DATAQ Instruments“ gamintojo LAN (angl. local area network) pagrindu paremtas prietaisas skirtas realiu laiku stebėti temperatūrą ir drėgmę. LAN sąsaja leidžia

pritaikyti įtaisą prie pačių sudėtingiausių tinko konfigūracijų. Įrenginyje yra galimybė nustatyti aliarmo lygį kiekvienam iš keturių galimų jutiklių. Todėl prietaisas tampa labai universalus bei gali stebėti aplinką labai skirtingose aplinkose. Be to, įrenginyje veikia ir SMTP (angl. Simple Mail Transfer Protocol) protokolas, kuris įgalina informaciją bei perspėjimo signalus perduoti elektroniniu paštu. Tai pat palaikomas ir SST (angl. Transport Layer Security)/ TLS (angl. Secure Sockets Layer) šifravimo protokolas, kuris užtikrina saugumą naudotis internetu ryšiu. Tokios sistemos kaina svyruoja apie 270 eurų.

TM-WIFI350 galimybės:

- LAN pagrindu veikianti temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema, tuo pačiu palaikanti Wi-Fi sinchronizavimą su kompiuterio technine įranga. Todėl duomenys yra pasiekiami iš bet kurio kompiuterio, kuriame veikia interneto ryšys.
- Standartinis temperatūros matavimo diapazonas nuo -40 iki +85°C.
- Drėgmės matavimo diapazonas nuo 10% iki 90%.
- Kombinuotas temperatūros/drėgmės arba tik temperatūros matavimas iš kiekvieno iš keturių jungčių.
- Keturios sensorių jungtys.
- Nuo -200 iki +200°C temperatūros matavimo diapazonas su papildomu zondų.
- Stebėjimo duomenis galima stebėti per bet kurią naršyklę.
- Galimybė įspėjimus gauti elektroniniu laišku. Įranga lengvai konfigūruojama su „Gmail“ paskyra.
- Temperatūros paklaida $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- Drėgmės paklaida $\pm 3\%$.



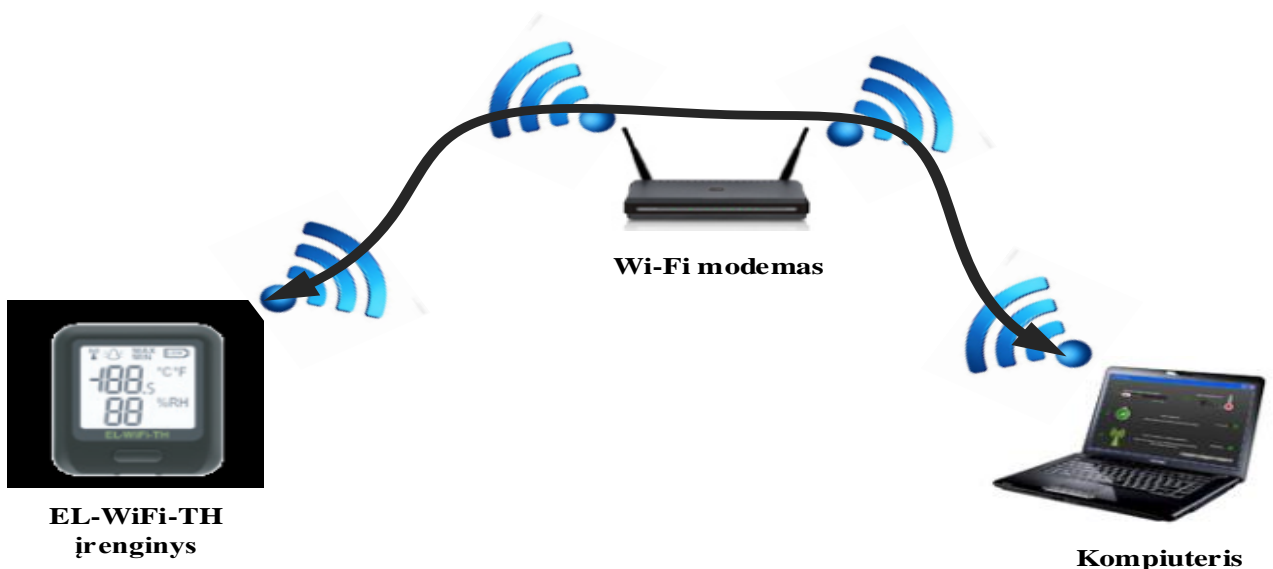
1.8. pav. TM-WIFI350 temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema

1.5.2. EL-WiFi-TH bevielė temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema

EL-WiFi-TH taip pat „DATAQ Instruments“ gamintojo bevieliu ryšiu veikiantis duomenų kaupiklis, stebintis aplinkos temperatūrą ir drėgmę. Įrenginys veikia pagal 802.11b standartą ir gali būti integruojamas su visais naujais Wi-Fi tinklais. Maitinamas iš pakraunamos baterijos, todėl yra autonomiškas ir atsparus dulkių bei purškiamo vandens aplinkai. Vidinėje atmintyje gali būti talpinama iki 57 dienų duomenys. Esant Wi-Fi ryšiui duomenys yra perduodami į centrinį kompiuterį. Duomenys yra saugomi CSV (angl. comma - separated values) formatu, tai būtų saugojimo formatas skirtas saugoti duomenis lentelėms. Todėl gautus temperatūros ir drėgmės duomenis lengva eksportuoti į Microsoft „Excel“ failus ir atvaizduoti juos grafiškai. Tokios sistemos kaina yra apie 140 eurų.

EL-WiFi-TH galimybės:

- Platus drėgmės matavimo diapazonas 0-100%.
- Nuo -20 iki +60 °C temperatūros matavimo diapazonas.
- Integruotas ekranas rodo esamas, minimalias bei maksimalias matavimų reikšmes.
- Bevielė komunikacija su kompiuteriu.
- Programuojamos minimalios ir maksimalios galimos reikšmės, pasiekus šias reikšmes įsijungia signalizacija.
- Reguliuojamas matavimų išsaugojimo intervalas (10 s., 1 min., 5 min., 30 min., 1 val., 6 val., 12 val.).



1.9. pav. EL-WiFi-TH bevielė temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema

EL-WiFi-TH techninės charakteristikos

Specifikacija	Minimali reikšmė	Tipinė reikšmė	Maksimali reikšmė	Vienetai
Baterijos gyvavimo laikas	-	~1	-	Metai
Maitinimo įtampa	4.5	-	5.5	V
Temperatūros matavimo diapazonas	-20	-	60	°C
Temperatūros matavimų tikslumas	-	±0.3(+5 iki +60)	±0.8(-20 iki +60)	°C
Drėgmės matavimo diapazonas	0	-	100	%
Drėgmės matavimų paklaida	-	±2.5(20-80)	±5(0-100)	%
Palaikomi saugumo standartai	WPA2-PSK ,WEP 64 bit; WPA-PSK; WEP 128 bit;			

1.5.3. WS-07-X2-KIT temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema

Trečioji nagrinėjama sistema „Ambient Weather“ gamintojo WS-07-X2-KIT. Tai pigesnės klasės įrenginys, kurio veikimas pagrįstas bevieliu radijo ryšiu. Įrenginį sudaro vienas duomenų kaupiklis ir du temperatūros ir drėgmės jutikliai, tačiau yra galimybė pajungti dar šešis papildomus jutiklius, norint stebėti temperatūrą esant daugiau zonų. Sistema gali būti naudojama lauko bei vidaus stebėjimams atlikti. Kiekvieno sensoriaus parodymų atvaizdavimas keičiasi kas 5 sekundes. Ši sistema kainuoja apie 30 eurų su 2 nuotoliniais jutikliais.

Šio įrenginio charakteristikos:

- Įrenginio matmenys 4,5 x 5 x 1 colių.
- LCD matmenys 3,75 x 3,5 colių.
- Pagrindinis įrenginys maitinamas keturiomis AAA tipo baterijomis.
- Nuotoliniai jutikliai maitinami dvejomis AAA tipo baterijomis.
- Temperatūrų diapazonas svyruoja nuo -40 iki +60°C.
- Drėgmės matavimo ribos 10-90%.
- Minimalios ir maksimalios reikšmių saugojimas jutiklio atmintyje.
- Įrenginys priima duomenis iš 8 kanalų.
- Maksimalus veikimo atstumas apie 100 metrų.
- Perduodamų duomenų dažnis 433 MHz.
- Duomenys atnaujinami kas 60 sekundžių.



1.10. pav. WS-07-X2-KIT temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistema

1.6. Techninių reikalavimų suformavimas projektuojamai sistemai

Šiame darbe bus projektuojama universali lauko ir vidaus temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema. Taigi remiantis prieš tai atlikta analize, bus suformuoti ir aptarti būsimos sistemos techniniai reikalavimai bei parametrai.

1.6.1. Projektuojamos sistemos parametrai

Plataus matavimo diapazono jutikliai. Šis parametras svarbus, nes projektuojama sistema bus naudojama lauko ir vidaus temperatūros stebėjimams atlikti. Todėl reikia, kad jutikliai būtų pritaikyti mūsų klimato zonai, tai yra sugebėtų lauke matuoti labai žemą arba labai aukštą temperatūrą. Vidaus patalpų stebėjimams atlikti užtektų ir teigiamo diapazono temperatūros jutiklių. Atliekant drėgmės matavimus lauko sąlygose drėgmės svyravimai labai dideli, todėl reikia, kad matavimo ribos šiuo atveju būtų kuo platesnės. Vidaus patalpų stebėjimo atveju galimas ir šiek tiek siauresnis diapazonas. Naudojant plataus matavimo diapazono jutiklius sistema taptų žymiai universalesnė ir galėtų būti pritaikoma daugelyje pramonės sričių.

Duomenų įrašymas į išorinę laikmeną. Tai labai svarbus parametras, kad aplinkos stebėjimo duomenis būtų galima stebėti ne tik realiu laiku. Todėl temperatūros ir drėgmės duomenys projektuojamame įtaise bus įrašinėjami į išorinę duomenų kortelę. Ši įtaiso funkcija padarytų sistemą universalesne, nes nereiktų nuolatos veikiančio kompiuterio ar modemo, per kuriuos būtų apdorojami gauti duomenys. Tokiu atveju juos būtų galima pažiūrėti bet kada.

Duomenų išvedimas į LCD ekraną. Duomenų išsaugojimas į išorinę duomenų kortelę nesuteiktų galimybės matuojamų parametru stebėti realiu laiku. Ši būsimos sistemos trūkumą

išspręstų LCD ekrano panaudojimas, kuris suteiktų galimybę parametrų kitimą stebėti ir realiu laiku. Todėl tokį įtaisą būtų galima naudoti ir gyvenamųjų patalpų temperatūros ir drėgmės stebėjimui.

Duomenų registravimas skirtingose zonose. Kartais didelėse patalpose stebint temperatūrą ir drėgmę, vienas jutiklis gali neatspindėti tikrųjų parodymų. Tokiose patalpose vietomis gali susidaryti zonos, kuriose temperatūra ar drėgmė didesnė negu kitose. Be to, matavimus gali įtakoti ir šilumą į aplinką atiduodantys prietaisai ir pan. Todėl tai išspręstų šią problemą bei esant reikalui naudoti skirtingų jutiklių stebėjimų vidurkį siekiant pašalinti matavimus galinčius įtakoti veiksniai.

Datos ir laiko registravimas. Kad stebėjimų duomenys turėtų prasmę, reikia ne tik įrašinėti duomenis į išorinę duomenų kortelę, bet ir registruoti stebėjimo datą bei laiką. Tada būtų lengviau stebėti paros ar kito laiko tarpo temperatūrų ir drėgmės svyravimus.

Rezultatų indikacinis atvaizdavimas. Drėgmei ar temperatūrai pakilus iki tam tikros iš anksto numatytos reikšmės, galėtų užsidegti atitinkantys šviesos diodai įspėjantys apie aplinkos parametrų pasikeitimą.

Temperatūros valdymas. Sistemą būtų galima papildyti nauja galimybe – temperatūros valdymu. Tokiam tikslui pasiekti būtų galima panaudoti ventiliatorių ar panašų įtaisą valdymui imituoti. Pasiekus tam tikrą reikšmę ventiliatorius būtų įjungiamas. O temperatūrai nukritus išjungiamas.

1.7. Analitinės dalies išvados

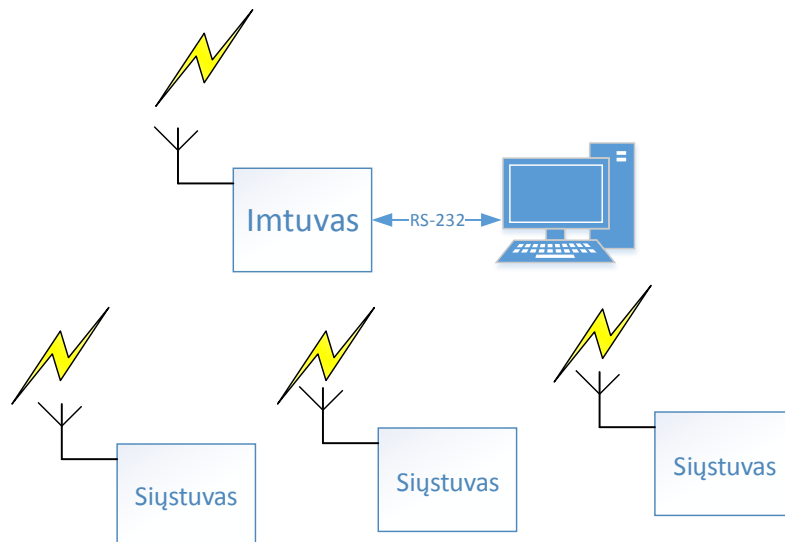
Analitinėje dalyje buvo apžvelgtos pagrindinės temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemos dalys. Kaip paaiškėjo, tokią sistemą sudaro trys pagrindinės dalys: sensoriai, duomenų perdavimo įtaisas ir duomenų kaupiklis. Apžvelgus rinkoje esančias sistemas buvo pastebėta, kad tokios sistemos dažniausiai nėra universalios ir ne visada pritaikytos mūsų klimato sąlygoms. Taip pat tokios sistemos dažnai yra brangios ir naudoja kompiuterį kaip duomenų kaupiklį. Toks būdas ne visada yra priimtinas ir galimas, nes reikia nuolatos veikiančio kompiuterio. Todėl buvo nuspręsta sukurti sistemą, kuri būtų universalesnė ir pigesnė bei galėtų matuoti lauko ir vidaus aplinkos parametrus. Tikslui pasiekti buvo suformuoti projektuojamos sistemos parametrai.

2. TYRIMŲ DALIS

Šiame skyriuje bus aptarti galimi būsimos sistemos realizavimo variantai, pasirinktas tinkamiausias ir ekonomiškiausias būdas. Taip pat bus pasirinkta projektuojamos temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemos elementinė bazė. Aptarta naudojamų elementų naudojimo aplinka bei galimybės. Šiame skyriuje sukauptos žinios bus panaudojamos sekančiame skyriuje „Projektinė dalis“, projektuojant sistemą.

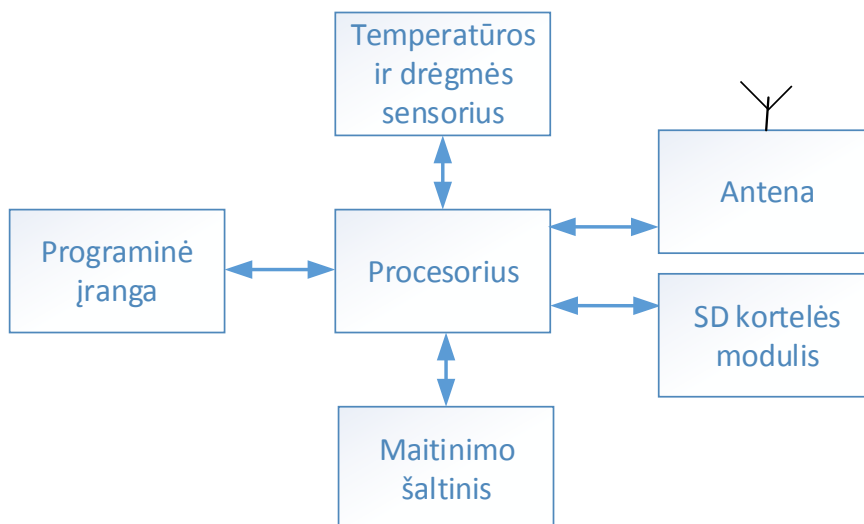
2.1. Monitoringo sistemos realizavimo variantų tyrimas

2.1.1. Bevieliu būdu perduodanti duomenis sistema



2.1. pav. Bevielė monitoringo sistema

Paveikslėlyje 2.1 pavaizduota bevielio duomenų perdavimo sistema. Bevieliu pagrindu veikianti sistema duomenims perduoti galėtų naudoti ZigBee, Bluetooth ar Wi-Fi bevielį ryšį. Tokia sistema būtų sudaryta iš keleto siųstuvų ir vieno centrinio imtuvo. Prie kiekvieno siųstuvo būtų pritaikomi temperatūros ir drėgmės sensoriai, kurie nuskaito aplinkos parametrus. Duomenys tokiu yra apdorojami mikrovaldiklyje. (2.2 paveikslėlis). Duomenys siųstuve išvedami į LCD ekraną ir įrašomi į išorinę duomenų kortelę. Toliau jie per bevielį tinklą siunčiami centriniam imtuvui. Imtuvas būtų sudarytas iš bevielio modulio bei USB ir RS-232 sąsajos. Tokiu būdu duomenis būtų galima talpinti ir stebėti kompiuteryje. Tokiu būdu būtų galima ne tik priimti duomenis, bet ir valdyti kitus tinklo elementus. Kompiuteryje stebėjimo duomenys gali būti atvaizduoti kompiuterio ekrane. Prie priimtų duomenų būtų galimybė atvaizduoti duomenis su laiko štampu. Tokie duomenys būtų žymiai informatyvesni.



2.2. pav. Siųstuvo struktūra

Tokios sistemos privalumai:

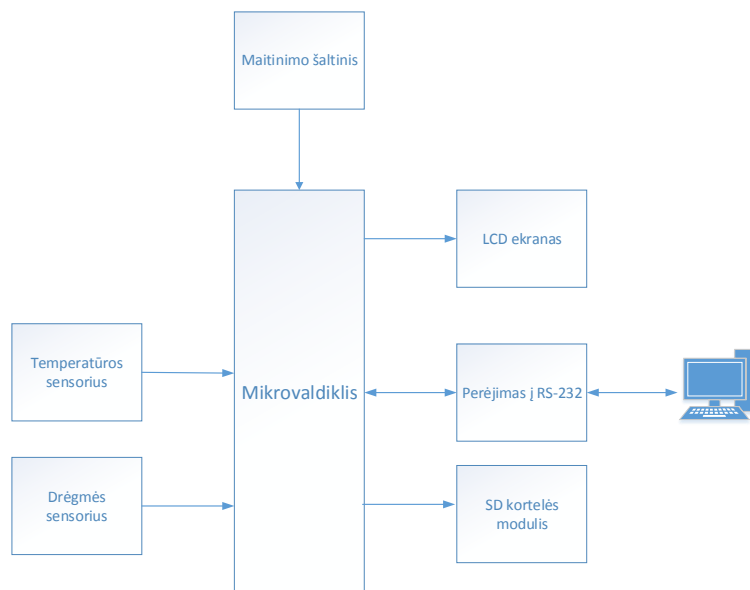
- Nereikia naudoti laidų duomenų perdavimui.
- Lengvai galima sujungti kelis įrenginius, todėl lengvai galima perduoti duomenis į kelis kompiuterius.

Trūkumai:

- Ribotas duomenų perdavimo atstumas. Paprastai modemas sugeba perduoti ir priimti duomenis nuo 50 iki 500 metrų atstumu.
- Didelis kiekis įrenginių veikiančių bevielium būdu gali įtakoti duomenų perdavimo greitį.
- Didelė realizavimo kaina.

2.1.2. Laidiniu būdu perduodanti duomenis sistema

Sistema būtų sudaryta iš mikrokontrolerio ir kompiuterio. Mikrovaldiklis čia yra kaip branduolys kuris valdo duomenų siuntimą ir apdorojimą. Kiti elementai sudarantys sistemą sensoriai maitinimo šaltinis, LCD ekranas, išorinė atminties kortelė bei kompiuteris. Kompiuteris šiuo atveju galėtų atlikti dvi funkcijas – stebėjimo duomenų atvaizdavimas bei programiškai valdyti mikrovaldiklį. Taip pat tokiu būdu stebėjimo duomenis būtų galima atvaizduoti grafiškai. Vieliniu būdu veikiančios sistemos struktūrinė schema pavaizduota paveikslėlyje 2.3.



2.3. pav. Laidinė monitoringo sistema

Tokiu būdu perduoti informaciją paprastai pigiau nei bevieliu būdu, tačiau tai priklauso nuo keleto veiksnių. Kainą stipriai įtakoja jutiklių išdėstymas bei aplinka, kurioje jie naudojami. Jei reikia stebėti didelės patalpos ar keleto patalpų temperatūrą ir drėgmę, ne visada tokia sistema bus ekonomiškesnė negu bevielė sistema. Be to, tokią sistemą ne visada galima realizuoti, nes reikia vedžioti laidus, o tai kai kuriais atvejais nebūna tinkamas sprendimas. Jutikliai būna jungiami prie mikrovaldiklio, kuris apdoroja duomenis bei dažniausiai per RS-232 arba USB sąsają duomenis perduoda kompiuteriui. Taigi tokią sistemą geriausia naudoti nedidelių patalpų stebėjimui.

Išvados: Šiame darbe buvo nuspręsta projektuoti vieliniu būdu veikiančią sistemą, nes projekto užduotyje nenumatyta ypatingai didelių patalpų stebėjimo galimybė. Be to viena pagrindinių tikslų kuriant sistemą yra kaina, o realizuoti bevielį būdą palyginti brangu. Taip pat, kad sistema taptų universalesnė ir nereikėtų nuolatos veikiančio kompiuterio duomenų kaupimui, bus naudojama išorinė atminties kortelė duomenų saugojimui. Be to, sistemą buvo nuspręsta papildyti dar viena funkcija, tai vėdinimas. Toliau bus apžvelgta būsimos sistemos elementinė bazė.

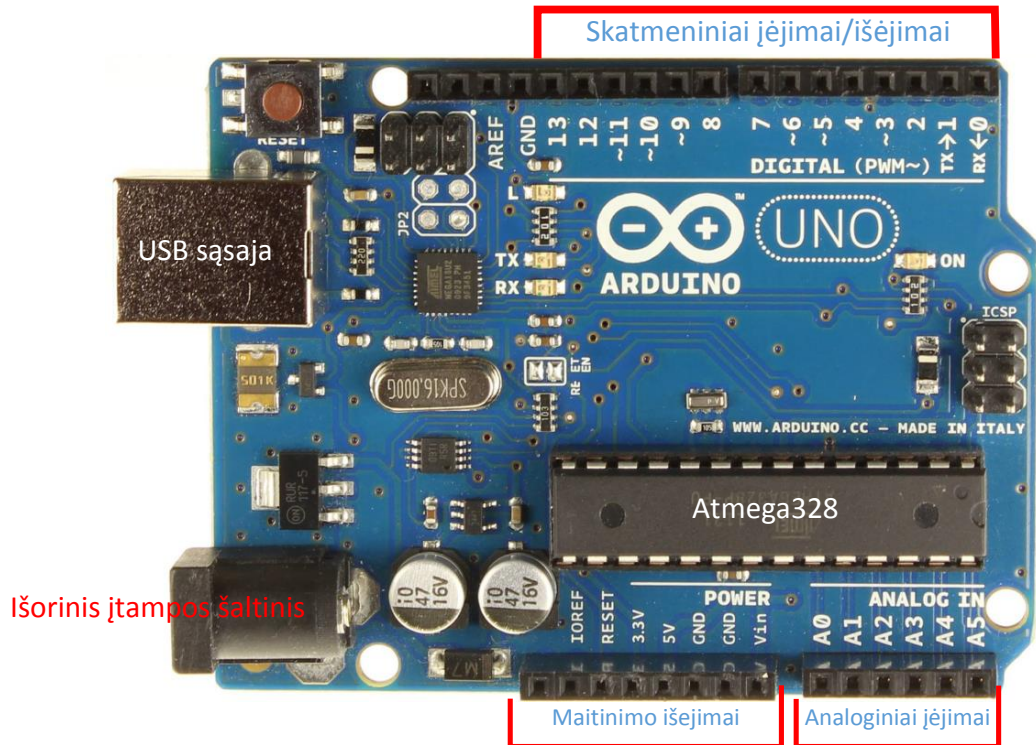
2.2. Projektuojamos sistemos elementinės bazės pasirinkimas

Pagrindiniai sistemos elementai:

- Arduino UNOR3 mikrovaldiklio plokštė.
- LCD ekranas.
- Temperatūros ir drėgmės jutikliai.
- Išorinės atminties kortelės modulis.

- Realus laiko laikrodis.
- Kompiuterinis 12V ventiliatorius.

Arduino UNO R3 mikrovaldiklio plokštė



2.4. pav. Arduino UNO R3 mikrovaldiklio plokštė

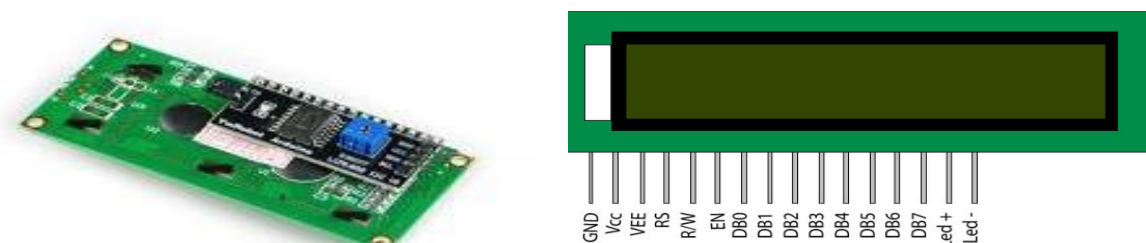
Arduino UNO R3 yra mikrovaldiklio Atmega328 plokštė. Tai paprastai su kompiuteriu komunikuojanti plokštė, naudojanti „Atmel“ gamintojo mikrokontrolerį. Plokštė turi 14 skaitmeninių įėjimų/išėjimų. 6 iš jų gali būti panaudoti kaip PWM (angl. Pulse-width modulation) impulso pločio moduliacijos išėjimai. Šių išėjimų pagalba galima, pavyzdžiui, reguliuoti variklio greitį ar šviesos intensyvumą. Taip pat yra 6 analoginiai įėjimai, 16 MHz kvarcinis rezonatorius, maitinimo lizdas, ICSP trumpiklis bei perkrovimo mygtukas.

Arduino UNO R3 mikrovaldiklio plokštės charakteristikos:

- Atmega328 mikrovaldiklis.
- Darbinė įtampa 5V.
- Įėjimo įtampa (rekomenduojama) 7-12V.
- Įėjimo įtampa(kraštinės ribos) 6-20V.
- 14 skaitmeninių įėjimų/išėjimų.
- 6 analoginiai įėjimai.

- Flash atmintis 32 kB.
- SRAM/SDRAM atmintis - 2 KB.

16x2 LCD ekranas



2.5. pav. 16x2 LCD ekranas

Stebėjimo duomenų išvedimui buvo nuspręsta naudoti 16 simbolių ir 2 eilučių LCD ekraną. Tokio dydžio ekrano pilnai užteks stebėjimo duomenims atvaizduoti. Ekranas pasižymi šiomis savybėmis:

- Tokie ekranai yra ekonomiški.
- Lengvai programuojami.
- Yra galimybė atvaizduoti ir nestandartinius simbolius.

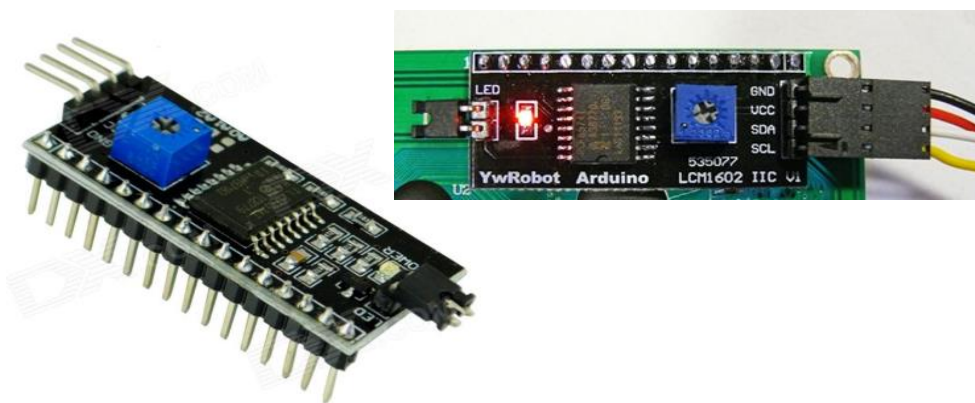
16x2 reiškia, kad toks ekranas gali atvaizduoti 16 simbolių kiekvienoje eilutėje, o eilučių yra 2. Toks ekranas turi 2 registrus: valdymo ir duomenų. Taip pat ekranas turi 16 išvadų, kurių funkcijos išvardintos žemiau.

2.1. lentelė

16x2 LCD ekrano išvadų reikšmės

Išvadas	Pavadinimas	Funkcija
1	GND	Žemė
2	V _{CC}	Maitinimo įtampa 5V (4,7-5,3V)
3	V _{EE}	Kontrasto reguliavimas potenciometru.
4	RS	Registro pasirinkimas. Pasirenkamas komandos registras, kai paduodamas žemas lygis ir duomenų registras.
5	R/W	Žemas lygis - įrašymas į registrą, aukštas lygis - nuskaitymas iš registro.
6	EN	Siunčia duomenis į duomenų išvadą, kai iš aukšto paduodamas žemas impulsas.
7-14	DB1-DB7	8 bitų duomenų išvadai.
15	Led+	Fono apšvietimas 5V.
16	Led-	Fono apšvietimas. Žemė 0V.

Norint sumažinti reikiamų išvadų skaičių reikalingą LCD ir Arduino UNO R3 sujungimui buvo naudota I²C sąsaja. Tai nuosekli sąsaja, kurioje duomenys abejomis kryptimis perduodami tuo pačiu laidu. Perdavimui naudojami du signalai: SDA perduodami duomenys, o SCL taktiniai impulsai.



2.6. pav. LCD ir I2C sąsaja

Temperatūros ir drėgmės jutikliai

Kaip temperatūros jutiklį buvo nuspręsta rinktis termistorių, nes jis turi gana nemažai privalumų prieš kitus temperatūros jutiklius, yra gana tikslus, nebrangus, temperatūrų diapazonas pakankamai platus aplinkos stebėjimui.

Kaip drėgmės jutiklį nuspręsta naudoti talpinio tipo jutiklį, nes tokie jutikliai turi platesnį matavimo diapazoną, atsparesni aplinkos poveikiui.

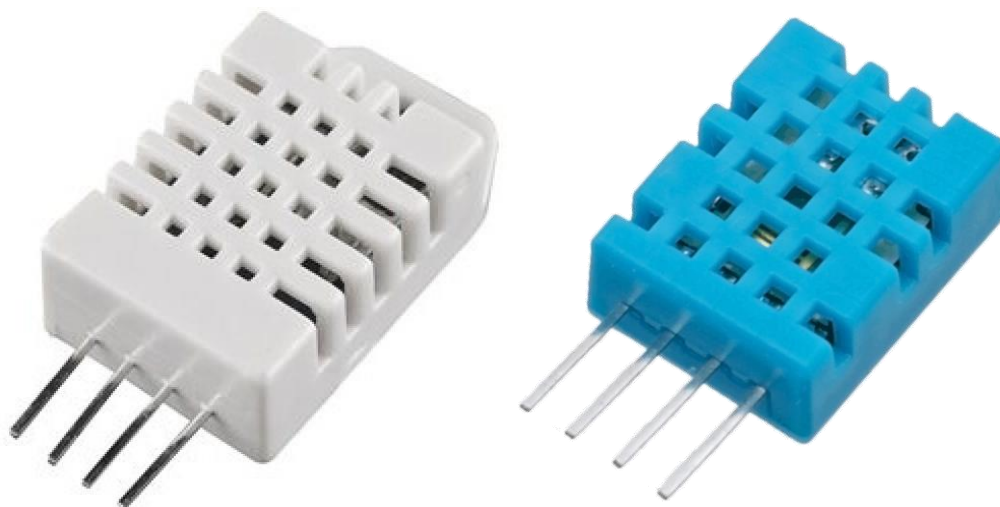
Iš rinkoje esančių jutiklių nuspręsta rinktis kombinuotą drėgmės ir temperatūros jutiklį. Renkantis vieni iš svarbiausių kriterijų buvo kaina ir matavimo ribų diapazonas. Todėl buvo nuspręsta rinktis DHT22 ir DHT11 temperatūros ir drėgmės jutiklius.

DHT temperatūros ir drėgmės jutikliai iš esmės yra pigūs, skaitmeniniai temperatūros ir drėgmės jutikliai. Juose naudojami talpiniai drėgmės jutikliai ir termistoriai oro temperatūros matavimui. Rezultatų išvedimui naudojamas skaitmeninis signalas perduodamas per duomenų išvadą. Vienas tokių jutiklių privalumų tai, kad nereikia apdoroti analoginių duomenų. Tai gana paprastai naudojamas jutiklis, tačiau palyginti lėtas. Naujus duomenis iš šio jutiklio galima paimti kas 2 sekundes.

DHT22 temperatūros ir drėgmės jutiklio privalumai:

- Galimybė vienu sensoriumi matuoti ir drėgmę ir temperatūrą.
- Didelis temperatūros ir drėgmės matavimo diapazonas.

- Nereikia papildomų komponentų.
- Mažas energijos sunaudojimas.



2.7. pav. DHT22 ir DHT11 jutikliai

Techninės specifikacijos:

2.2. lentelė

DHT22 ir DHT11 techninės specifikacijos

Modelis	DHT22	DHT11
Maitinimo įtampa	3,3-5,5 V	3.5-5.5 V
Išėjimo signalas	Skaitmeninis, perduodamas vienu išvadu	Skaitmeninis, perduodamas vienu išvadu
Matavimo diapazonas	Temperatūra -40-125 ⁰ C Drėgmė 0-100%	Temperatūra 0-50 ⁰ C Drėgmė 20-90%
Matavimo tikslumas	Temperatūra +/- 0,5 ⁰ C Drėgmė +/- 2-5%	Temperatūra +/- 2 ⁰ C Drėgmė +/- 5%

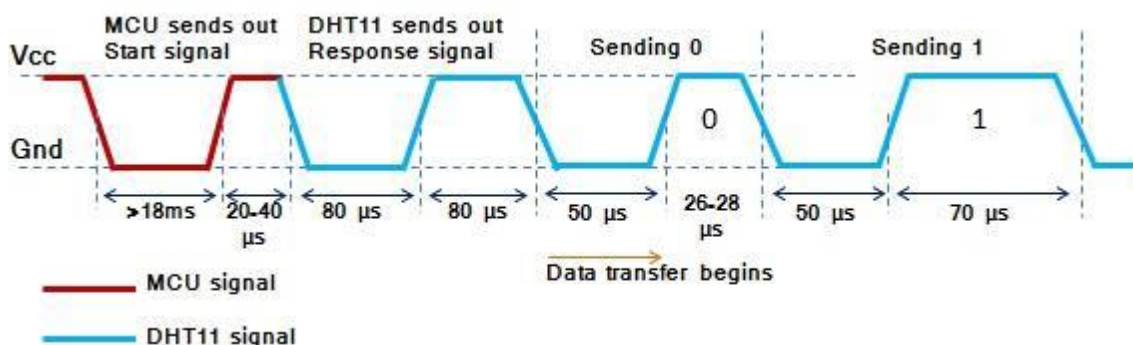
Taigi kaip matoma iš lentelės 2.2 duomenų, temperatūros ir drėgmės jutiklis DHT22 turi žymiai didesnę matuojamų temperatūros ir santykinės drėgmės matavimo diapazoną, todėl jį tikslingiau būtų naudoti lauko parametrų stebėjimui. O DHT11 vidaus parametrų stebėjimui, nes šis jutiklis nematuoja žemesnės negu 0⁰C temperatūros.

Duomenų perdavimas vyksta 5 baitais. Duomenys turi dešimtines ir sveikąsias dalis. Duomenų formatas susideda iš 1 baito drėgmės duomenų, 1 baito temperatūros duomenų, 1 baito dešimtinių drėgmės reikšmių, 1 baito dešimtinių temperatūros duomenų ir 1 baito kontrolinės sumos. Ji skaičiuojama sudedant pirmus 4 baitus, kurie turėtų būti lygūs paskutiniam baitui, t.y. patikrinama suma baitais, jei jie nelygūs, tada duomenys perduodami neteisingai.

Iš pradžių mikrovaldiklis duoda pradinį signalą. Tada DHT11 režimas pasikeičia į veikimo režimą iš mažos galios suvartojimo režimo. Ir tada jutiklis laukia iš mikrokontrolerio startinio signalo pabaigos. Tada jutiklis duoda atsakomąjį 5 baitų duomenų signalą.

Kai prasideda komunikacija tarp mikrovaldiklio ir DHT11 jutiklio, duomenų magistralės įtampos lygis yra nustatomas nuo aukšto į žemą lygį programiškai. Mikrovaldiklio ir duomenų magistralės yra laikomos žemame lygyje, mažiausiai 18ms, siekiant užtikrinti, kad mikrovaldiklis aptiko signalą. Tada mikrovaldiklis persijungia į aukštą lygį ir laukia 20-40 μs DHT11 atsako. Kai DHT11 identifikuoja starto signalą, jis perduoda žemo lygio atsakomąjį signalą, kuris trunka iki 80 μs, po to aukšto lygio atsakomąjį signalą, kuris taip pat trunka iki 80μs. Po to DHT11 yra pasirengęs perduoti duomenis.

Kai sensorius perduoda informaciją mikrokontroleriui, kiekvienas duomenų bitas prasideda su 50 μs žemo lygio signalu, po kurio seka aukšto lygio signalas. Jei trukmė yra 70 μs tada duomenų bitu yra „1“, o jei trukmė yra 26-28 μs, tada duomenų bitas yra „0“.



2.8. Pav. DHT jutiklio laikinė charakteristika

Pavyzdžiui, mikrovaldiklis priima 40 bitų duomenų iš DHT22:

0000 0010 1000 1100

0000 0001 0101 1111

1110 1110

16 bitų drėgmės reikšmės

16 bitų temperatūros reikšmės

8 bitų kontrolinė suma

16 bitų dvejetainis drėgmės kodas konvertuojamas į dešimtainę sistemą:

0000 0010 1000 1100 → 652

$$\text{Drėgmė} = \frac{652}{10} = 65,2\%$$

16 bitų dvejetainis temperatūros kodas konvertuojamas į dešimtainę sistemą:

0000 0001 0101 1111 → 351

$$\text{Temperatūra} = \frac{351}{10} = 35,1^\circ\text{C}$$

Kai didžiausias temperatūros bitas yra 1, tai reiškia, kad temperatūra yra žemiau 0 laipsnių.

Pavyzdžiui, 1000 0000 0110 0101 dešimtainis skaičius bus:

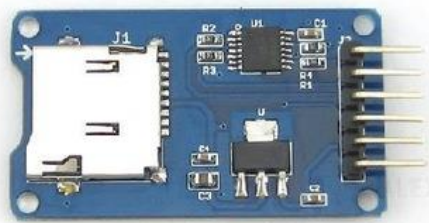
0000 0000 0110 0101 → 101

$$\text{Temperatūra} = \frac{101}{10} = -10,1^{\circ}\text{C}$$

Suma= 0000 0010+ 1000 1100+0000 0001+0101 1111=1110 1110

1110 1110=1110 1110 duomenys perduoti teisingai

Išorinės atminties kortelės modulis



2.9. pav. Išorinės atminties kortelės modulis

Šis išorinės atminties kortelės modulis yra mikro SD kortelių skaitymo įtaisas, kuris per SPI (angl. Serial Peripheral Interface) nuoseklią sąsają, gali komunikuoti su mikrovaldikliu. Taip galima skaityti duomenis iš kortelės ir rašyti į kortelę.

Techninės specifikacijos:

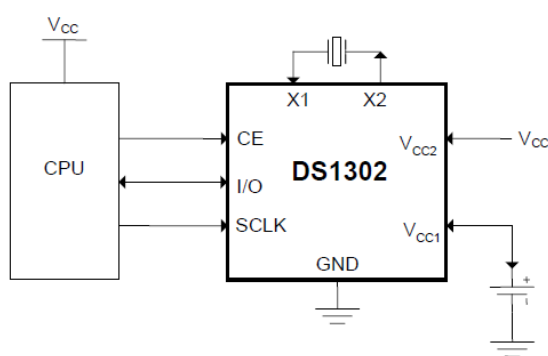
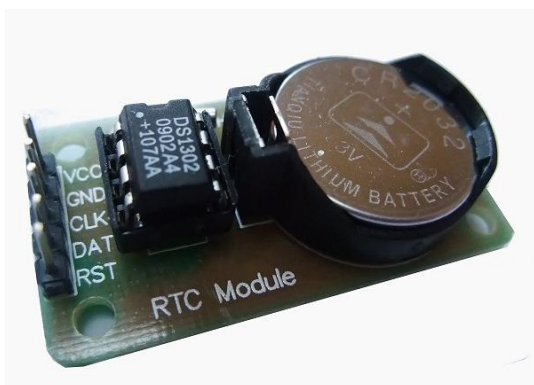
- Palaiko mikro SD korteles ir mikro SDHC iki 32GB.
- Maitinimo įtampa 4,5-5,5V.
- Komunikacija vyksta standartine SPI sąsaja.
- Dydis 4,1x 2,4 cm.

Valdymo sąsaja:

- Modulį sudaro 6 išvadai: GND, V_{CC}, MISO, MOSI, SCK, CS.
- GND išvadas jungiamas į žemę.
- V_{CC} į 5V maitinimą.
- CS- vedamojo signalo aktyvavimas, MISO ir MOSI atitinkamai duomenų rašymas ir skaitymas.
- SCK – taktiniai impulsai.

DS1302 RTC modulis

DS1302 yra punktualus realaus laiko laikrodis (angl. RTC- real-time clock)/kalendorius turintis 31 baitą statinės RAM, bei skaičiuojantis sekundes, minutes, valandas, dienas, mėnesius bei metus. Komunikacija su mikrovaldikliu vyksta trimis laidais CE, I/O, SCLK. DS1302 veikia naudodamas labai mažai galios (mažiau nei $1\mu\text{W}$). Taip pat naudoja mažiau nei 300nA prie 2V įtampos. Energiškai nepriklausomas laiko skaičiavimas užtikrinamas naudojantis 3V , 210mAh talpos elementą. Jame taip pat naudojamas $32,768\text{kHz}$ kvarcinis rezonatorius taktinio dažnio nustatymui.



2.10. pav. DS1302 RTC modulis

12V kompiuterinis ventiliatorius



2.11. pav. 12V kompiuterinis ventiliatorius

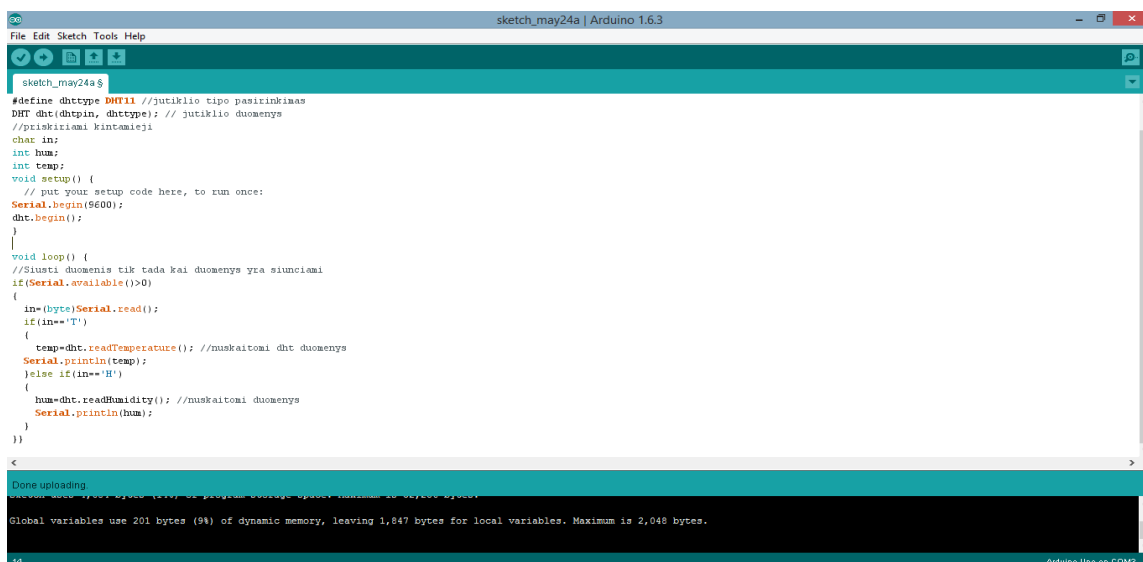
Tai 12V maitinamas ventiliatorius, pasiekiantis 2800 apsisukimų per minutę. Prijungiamas per du laidus - maitinimas bei žemė. Jis bus naudojamas sistemoje, kai temperatūra pasieks tam tikrą reikšmę, jis bus įjungiamas, priešingu atveju jis bus išjungiamas.

2.3. Duomenų nuskaitymo ir išvedimo programos kompiuteryje tyrimas

Šioje darbo dalyje naudojantis programine NI „LabVIEW“ įranga sudarytas duomenų nuskaitymo nuo jutiklio modelis. Tokiu būdu patikrinama ar teisingai nuskaityti duomenys nuo jutiklio bei duomenys išvedami į indikacinį stebėjimo skydelį.

Tikslo įgyvendinimui buvo panaudoti prieš tai aptarti įtaisai: Arduino UNO mikrovaldiklio plokštė bei DHT11 drėgmės ir temperatūros jutiklis. Drėgmės jutiklis įjungtas į Arduino UNO A0 išvadą. Tada paleidžiama DHT11 duomenų nuskaitymo programa pavaizduota 2.12 paveikslėlyje. Joje vykdomas kintamųjų priskyrimas bei duomenų nuskaitymas. Toliau kuriamas duomenų nuskaitymo iš mikrovaldiklio bei išvedimo į kompiuterio ekraną modelis „LabVIEW“ aplinkoje.

Iš pradžių sudaromas temperatūros nuskaitymo nuo mikrovaldiklio modelis, kuris pavaizduotas paveikslėlyje 2.13. Jame vykdomas duomenų nuskaitymas nuo USB COM3 prievado. Toliau vykdomas duomenų apdorojimas bei jų dešimtainis išvedimas. Toliau tokiu pat principu sudaromas drėgmės reikšmių nuskaitymo modelis ir jie tarpusavyje kartu sujungiami. Visa sistema pavaizduota 2.14 paveikslėlyje.

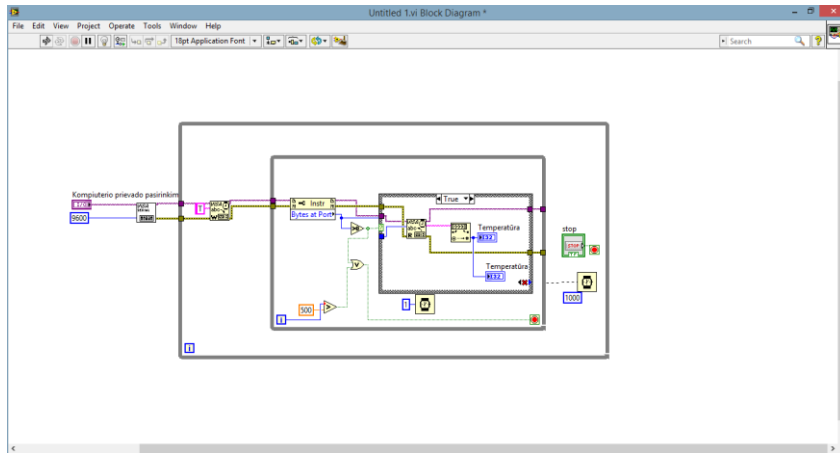


```
sketch_may24a | Arduino 1.6.3
File Edit Sketch Tools Help
sketch_may24a $
#define dhttype DHT11 //jutiklio tipo pasirinkimas
DHT dht(dhtpin, dhttype); // jutiklio duomenys
//priskiriami kintamieji
char in;
int hum;
int temp;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}
void loop() {
  //Siusti duomenis tik tada kai duomenys yra siunciami
  if(Serial.available()>0)
  {
    in=(byte)Serial.read();
    if(in=='T')
    {
      temp=dht.readTemperature(); //nuskaityti dht duomenys
      Serial.println(temp);
    }else if(in=='H')
    {
      hum=dht.readHumidity(); //nuskaityti duomenys
      Serial.println(hum);
    }
  }
}
```

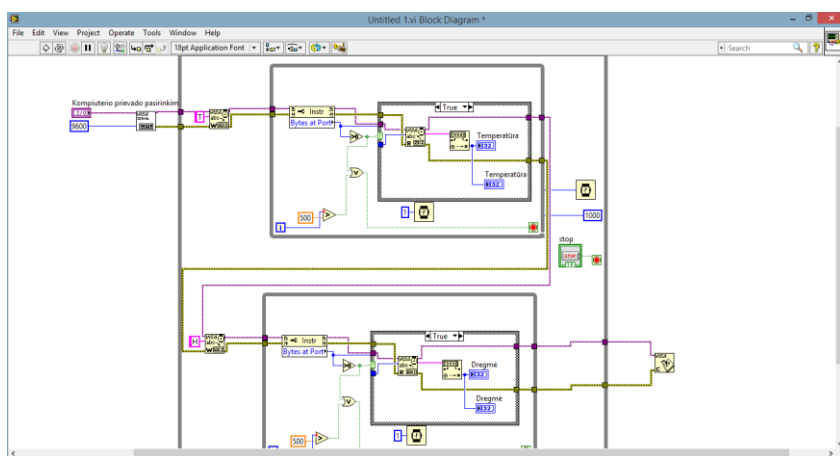
Done uploading
Global variables use 201 bytes (9%) of dynamic memory, leaving 1,847 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes.

14 Arduino Uno on COM3

2.12. pav. DHT11 duomenų nuskaitymo programa

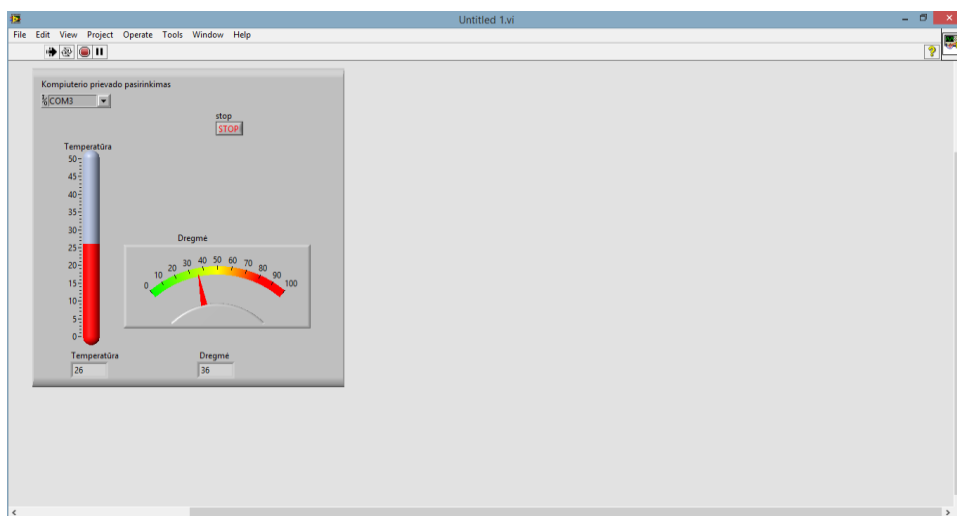


2.13. pav. Temperatūros nuskaitymo nuo mikrovaldiklio modelis



2.14. pav. Temperatūros ir drėgmės nuskaitymas nuo mikrovaldiklio modelis

Toliau sudaromas duomenų vaizdavimo skydelis. Kuriame duomenys atvaizduojami skaitiniu bei indikaciniu būdu. Sudarytas skydelis pavaizduotas 2.15 paveikslėlyje.

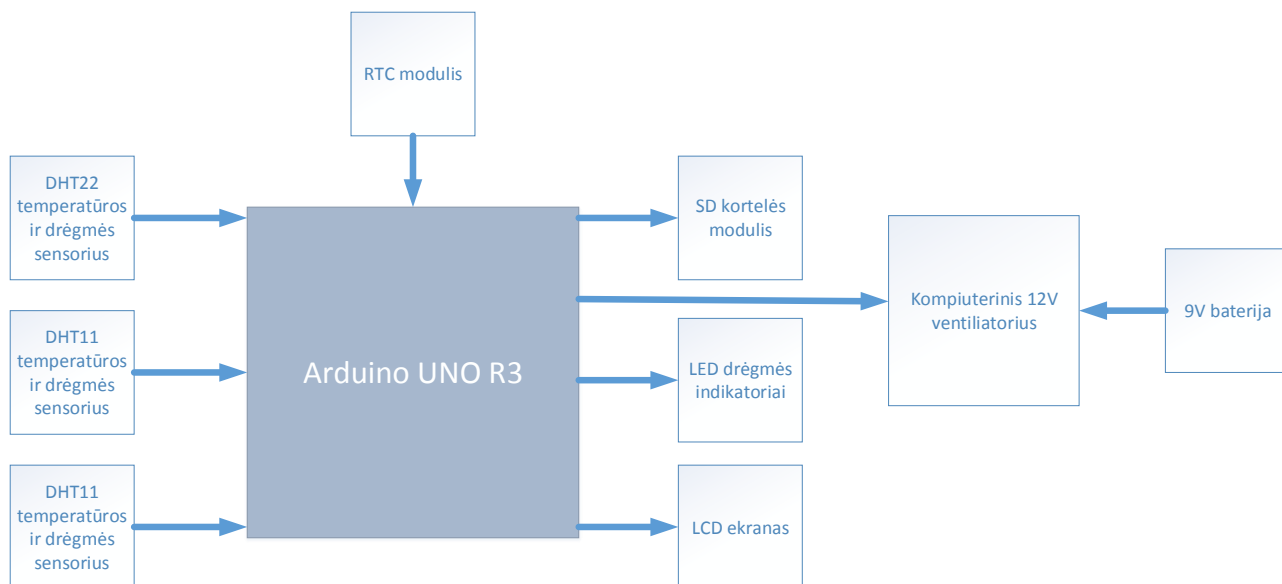


2.15. pav. Duomenų atvaizdavimo skydelis

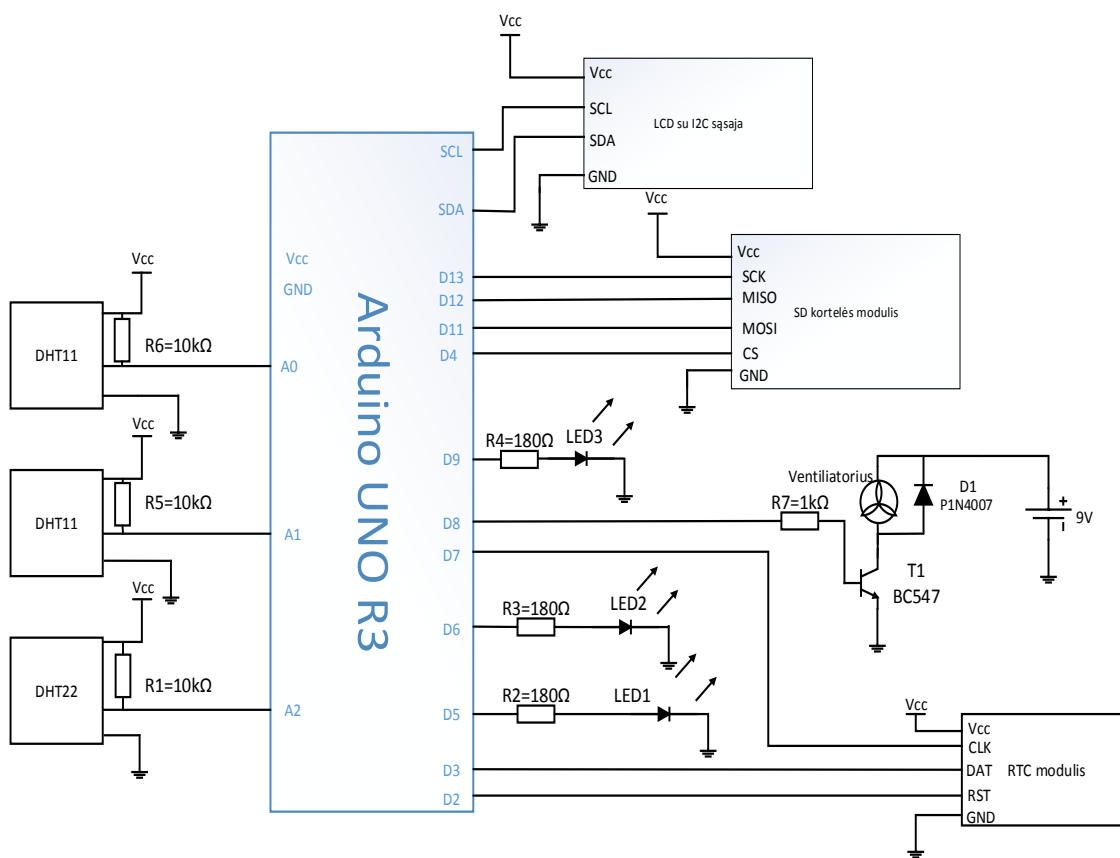
Taigi duomenys nuo jutiklio nuskaityti ir įvykdyti duomenų išvedimą ekrane pavyko sėkmingai.

3. PROJEKTINĒ DALIS

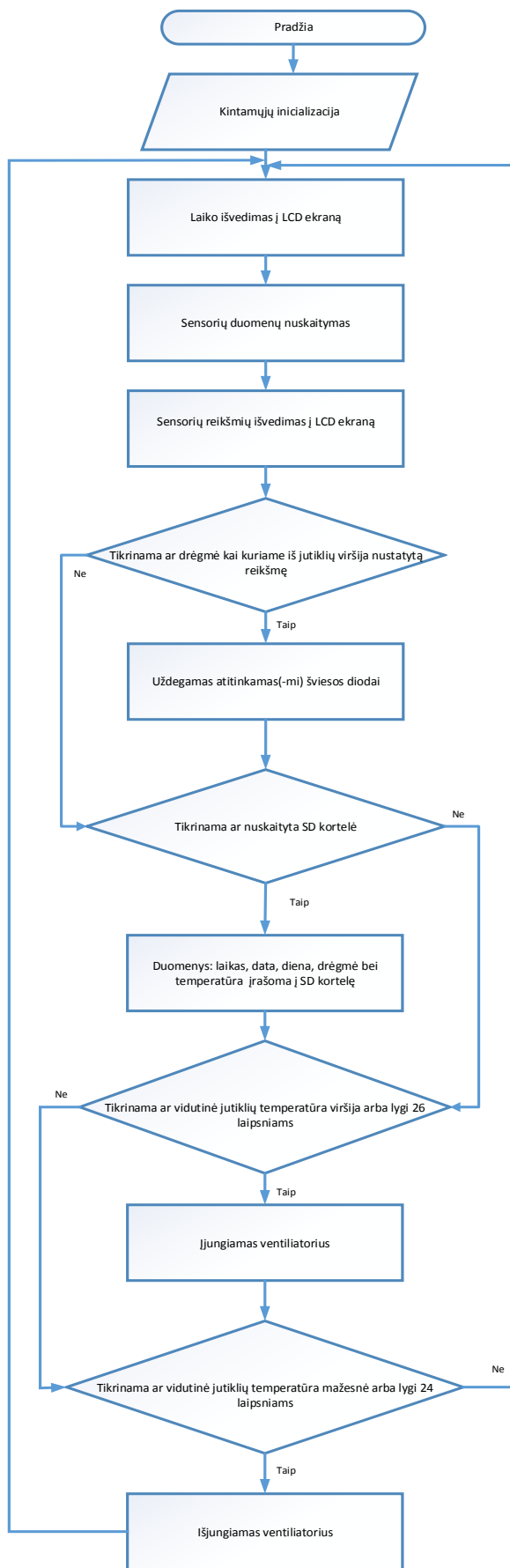
3.1. Temperatūros ir drēgmēs monitoringo sistemos projektavimas



3.1. pav. Struktūrinē temperatūros ir drēgmēs monitoringo sistemos schema



3.2. pav. Principinē temperatūros ir drēgmēs monitoringo sistemos schema



3.3. pav. Programinis įtaiso algoritmas

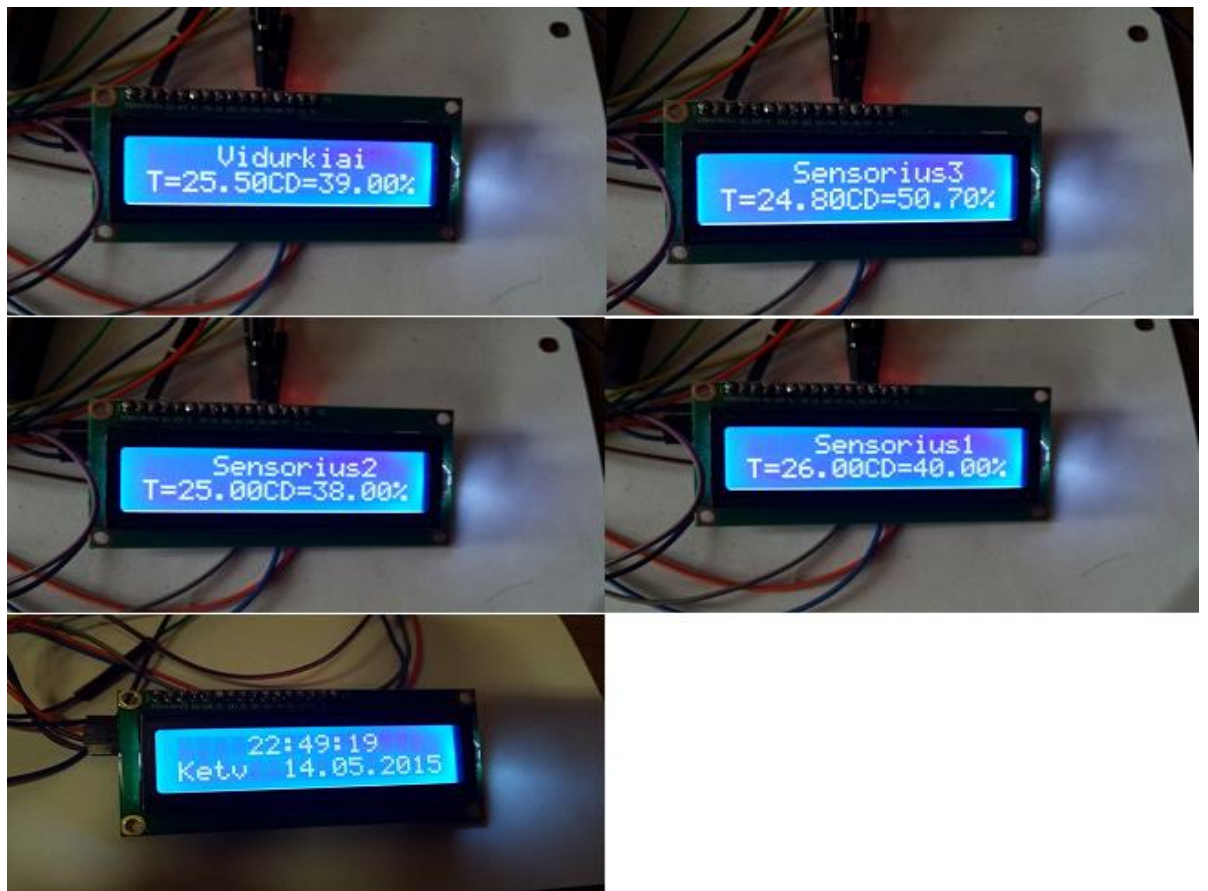
3.2. Projektuojamos sistemos testavimas ir derinimas

Paveikslėlyje 3.2 pavaizduota monitoringo sistemos schema. Kaip matome šioje schemeje pajungti du DHT11 ir vienas DHT22 temperatūros ir drėgmės jutikliai. Čia 10kΩ rezistoriai naudojami pagal gamintojo rekomendacijas, kad būtų užtikrintas tinkamas duomenų perdavimas, kai iš sensoriaus yra paimami duomenys. Visi sensoriai yra maitinami 5V įtampa.

Realaus laiko laikrodžio modulis DS1302 (paveikslėlis 3.2 pažymėtas RTC modulis) reikalingas energiškai nepriklausomam laiko skaičiavimui, todėl sistemai net ir netekus maitinimo šaltinio laikas skaičiuojamas toliau ir nereikia kiekvieną kartą laiko perstatinėti iš naujo. Be to, naudojant šį modulį, galima fiksuoti ne tik stebėjimų duomenis, bet ir laiką, kada duomenys paimti ir įrašyti į išorinę kortelę.

Stebėjimų duomenims atvaizduoti buvo pasirinkti trys metodai:

1. **Duomenų išvedimas į LCD ekraną.** Šiuo atveju galima duomenų kitimą stebėti realiu laiku. Iš pradžių į ekraną išvedamas laikas, savaitės diena bei data. Po 10 sekundžių 3 sekundžių intervalais atvaizduojami kiekvieno sensoriaus duomenys bei jų visų drėgmės ir temperatūros vidurkiai. Po to ciklas kartojamas toliau. Duomenų išvedimas pavaizduotas paveikslėlyje 3.4.



3.4. pav. Duomenų išvedimas į LCD ekraną

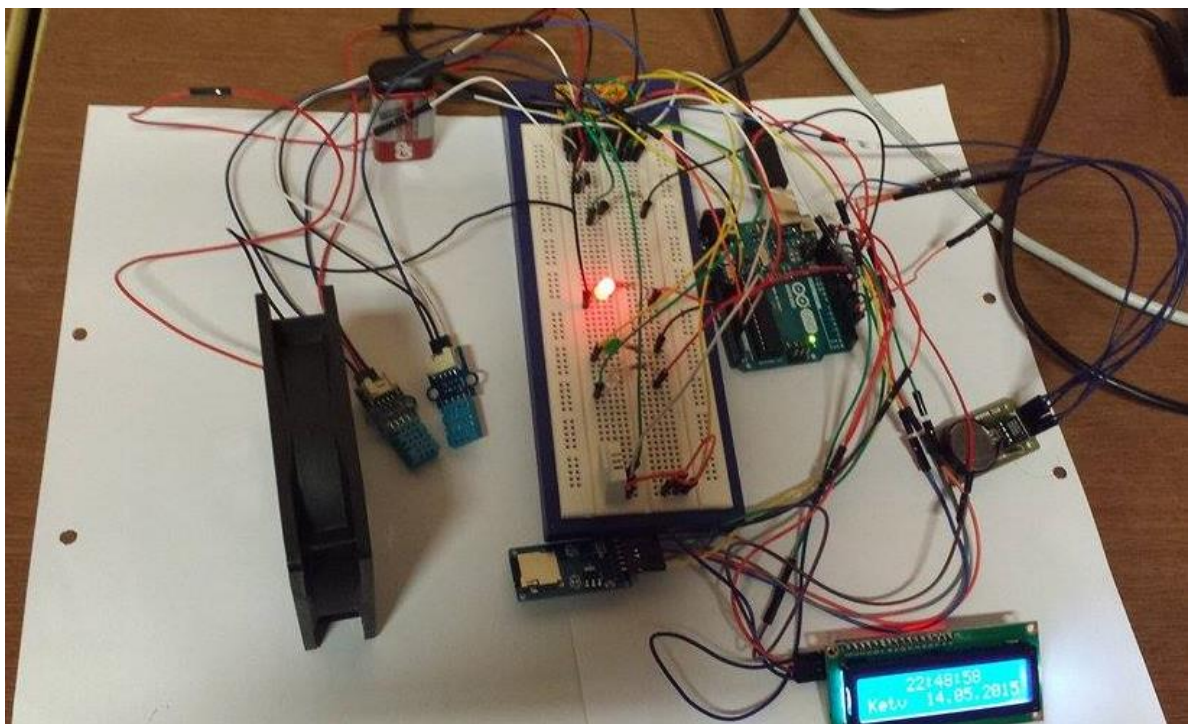
2. **Šviesos diodų indikacija.** Drėgmės stebėjimo vizualiniam atvaizdavimui buvo panaudoti 3 šviesos diodai – raudonas, žalias ir mėlynas (paveikslėlis 3.1 LED1, LED2, LED3). Kiekvienas šviesos diodas atvaizduoja atitinkamai kiekvieno sensoriaus parodymus. Pasiekus tam tikrą iš anksto pasirinktą drėgmės reikšmę, užsidega šviesos diodas. Drėgmei nukritus iki leistinos ribos diodas užgęsta. Čia rezistoriai R2, R3 ir R4 reikalingi apriboti per šviesos diodą tekančią srovę.
3. **Duomenų įrašymas į išorinę duomenų kortelę.** Duomenis išvedant į LCD ekraną, juos galima stebėti tik realiu laiku. Todėl panaudojus išorinę SD kortelę sistema tapo žymiai universalesnė ir duomenis galima peržiūrėti bet kada. Šiuo atveju į SD kortelę įrašinėjama data, laikas, drėgmės ir temperatūros parodymai. Duomenys įrašinėjami kas 24 sekundes, tačiau šį intervalą tai pat galima lengvai keisti programiniu būdu. Duomenų išvedimas pavaizduotas 3.5 paveikslėlyje. Į .txt failą išvedami visų sensorių parodymai bei vidutinės jų reikšmės. Visi duomenys turi laiko šampą. Tokį failą lengvai galima konvertuoti pavyzdžiui į MS „Excel“ failą.

Sensorius	Data	Laikas	Dregme	Temperatura
Vidurkiai	14.05.2015	03:17:29	Dregme: 37.50%	Temperatura: 25.50C
Sensorius1	14.05.2015	03:17:53	Dregme: 38.00%	Temperatura: 26.00C
Sensorius2	14.05.2015	03:17:53	Dregme: 37.00%	Temperatura: 25.00C
Sensorius3	14.05.2015	03:17:53	Dregme: 43.60%	Temperatura: 25.30C
Vidurkiai	14.05.2015	03:17:53	Dregme: 37.50%	Temperatura: 25.50C
Sensorius1	14.05.2015	03:18:16	Dregme: 38.00%	Temperatura: 26.00C
Sensorius2	14.05.2015	03:18:16	Dregme: 37.00%	Temperatura: 25.00C
Sensorius3	14.05.2015	03:18:16	Dregme: 43.50%	Temperatura: 25.30C
Vidurkiai	14.05.2015	03:18:16	Dregme: 37.50%	Temperatura: 25.50C
Sensorius1	14.05.2015	03:18:40	Dregme: 38.00%	Temperatura: 26.00C
Sensorius2	14.05.2015	03:18:40	Dregme: 37.00%	Temperatura: 25.00C
Sensorius3	14.05.2015	03:18:40	Dregme: 43.50%	Temperatura: 25.30C
Vidurkiai	14.05.2015	03:18:40	Dregme: 37.50%	Temperatura: 25.50C
Sensorius1	14.05.2015	03:19:03	Dregme: 38.00%	Temperatura: 26.00C
Sensorius2	14.05.2015	03:19:03	Dregme: 37.00%	Temperatura: 25.00C
Sensorius3	14.05.2015	03:19:03	Dregme: 43.40%	Temperatura: 25.30C
Vidurkiai	14.05.2015	03:19:03	Dregme: 37.50%	Temperatura: 25.50C
Sensorius1	14.05.2015	03:19:27	Dregme: 38.00%	Temperatura: 26.00C
Sensorius2	14.05.2015	03:19:27	Dregme: 37.00%	Temperatura: 25.00C
Sensorius3	14.05.2015	03:19:27	Dregme: 43.40%	Temperatura: 25.30C
Vidurkiai	14.05.2015	03:19:27	Dregme: 37.50%	Temperatura: 25.50C
Sensorius1	14.05.2015	03:19:50	Dregme: 38.00%	Temperatura: 26.00C
Sensorius2	14.05.2015	03:19:50	Dregme: 37.00%	Temperatura: 25.00C
Sensorius3	14.05.2015	03:19:50	Dregme: 43.30%	Temperatura: 25.30C

3.5. pav. Duomenų išvedimas į išorinę duomenų kortelę

Dar viena papildoma sistemos funkcija - sistemos vėdinimas. Vėdinimui imituoti buvo panaudotas 12V kompiuterinis ventiliatorius. Kaip maitinimo šaltinis buvo panaudota 9V baterija, dėl to ventiliatorius nesisuks pilnu pajėgumu. Tačiau imitacijai to pakanka. Norint, kad jis dirbtų pilnu pajėgumu reikėtų panaudoti 12V maitinimo šaltinį.

Ventiliatorius yra valdomas tranzistoriaus T1 pagalba, paduodant į tranzistorių žemą arba aukštą signalo lygį. Diodas čia yra tam, kad apsaugoti ventiliatorių nuo viršįtampio tranzistoriaus atjungimo metu. Ventiliatoriaus valdymas vyksta programiniu būdu. Kai pirmojo ir antrojo sensorių temperatūrų vidurkis pasiekia tam tikrą iš anksto numatytą reikšmę (šiuo atveju 26°C), automatiškai į D8 išvadą paduodamas aukštas signalo lygis atidarantis tranzistorių ir įjungiantis grandinę. Kai temperatūra sumažėja iki nurodytos reikšmės (šiuo atveju 24°C), į D8 išvadą paduodamas žemas signalo lygis ir tranzistorius yra uždaromas, grandinė atjungiama. Tokiu būdu sudaroma temperatūros histerezė ir išvengiama nuolatinio ir greito ventiliatoriaus junginėjimosi. Visa sistema pavaizduota 3.6 paveikslėlyje.



3.6. pav. Drėgmės ir temperatūros monitoringo sistema

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Išanalizavus literatūros šaltinius išsiaiškinti pagrindiniai temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemų komponentai, monitoringo sistemų panaudojimo galimybės, aptarti galimi informacijos perdavimo ir saugojimo būdai tokiose sistemose.

Palyginus rinkoje esančias monitoringo sistemas buvo suformuluoti projektuojamos sistemos techniniai reikalavimai. Buvo pastebėta, kad dauguma tokių sistemų brangios ir informacijos perdavimas daugumoje įtaisų vyksta belaidžiu būdu tiesiogiai su kompiuteriu. Todėl tokios sistemos reikalauja nuolatos veikiančio kompiuterio duomenų apdorojimui ir saugojimui. Todėl buvo nuspręsta stebėjimo duomenis talpinti išorinėje duomenų kortelėje. Tokiu atveju nereikalingas nuolatos veikiantis kompiuteris informacijos kaupimui.

Projektinėje dalyje buvo sudarytos sistemos struktūrinė bei principinė schemas. Toliau naudojantis sudaryta schema buvo realizuojamas praktinis sistemos variantas ir pagal iš anksto sudarytą loginį programos algoritmą suprogramuota monitoringo sistema. Visas sistemos valdymas buvo numatytas programiniu būdu.

Tolesniame darbo etape vyko sistemos testavimas. Buvo atliekami bandymai ar sistema atlieka visas darbo pradžioje užsibrėžtas funkcijas. Atlikus sistemos testavimą paaiškėjo, kad ji tinkamai atlieka visas funkcijas. Duomenų išvedimas į išorinę kortelę sklandžiai vykdomas kas 24 sekundes. Ventilatoriaus valdymui panaudotas histerezės reiškinio pritaikymas – kuris nustato kiek turi nukristi temperatūra, kad ventilatorius išsijungtų. Tokia sistema gali būti naudojama vidaus ir lauko aplinkos parametrų stebėjimui. Darbo rezultatai atvaizduoti nuotraukomis.

Toliau plėtojant sistemą būtų galima panaudoti bevielį duomenų perdavimą panaudojant ZigBee ar Bluetooth technologijas. Tokiu būdu sistema taptų universalesnė ir žymiai paprasčiau būtų atlikti, pavyzdžiui, lauko parametrų stebėjimą, nes nereikėtų laidų vesti per sieną. Sistemą taip pat būtų galima papildyti valdymo panele, kuria būtų galima valdyti ventilatoriaus ir drėgmės indikacijos ribas, prie kurių šios dalys įjungiamos ir išjungiamos. Dar viena sistemos tobulinimo galimybė tai tiesioginė sąsaja su kompiuteriu, realaus laiko duomenų analizavimui.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. DataQ TM-WIFI350 temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemos techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-02] Prieiga per internetą:
<http://www.dataq.com/products/temperature-alert/tm-wifi330.html>
2. DataQ EL-WiFi-TH temperatūros ir drėgmės monitoringo sistemos techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-02] Prieiga per internetą:
<http://www.dataq.com/products/lascar/el-wifi/el-wifi-th-data-logger.html>
3. Ambient Weather WS-07-X2-KIT temperatūros ir drėgmės stebėjimo sistemos techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-03] Prieiga per internetą:
<http://www.ambientweather.com/amws07x2kit.html>
4. 16x2 LCD ekrano techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-07] Prieiga per internetą:
<http://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>
5. I2C ir LCD sąsaja [žiūrėta 2015-05-07] Prieiga per internetą:
http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Serial_I2C_1602_16x2_Character_LCD_Module
6. Realus laiko laikrodžio techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-07] Prieiga per internetą:
<http://www.maximintegrated.com/en/products/digital/real-time-clocks/DS1302.html>
7. Monitoringo sistemų apžvalga [žiūrėta 2015-05-08] Prieiga per internetą:
http://www.stevenswater.com/articles/future_of_datalogging.aspx
8. Kamarul Ariffin Noordin „Low-Cost Microcontroller-based Weather Monitoring System“
[žiūrėta 2015-05-07]
9. DHT22 sensoriaus techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-10] Prieiga per internetą:
<http://www.adafruit.com/datasheets/DHT22.pdf>
10. DHT11 sensoriaus techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-10] Prieiga per internetą:
<http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>
11. Mikro SD kortelės modulio techninės specifikacijos [žiūrėta 2015-05-14] Prieiga per internetą:
<http://www.generationrobots.com/en/401122-adaptateur-pour-carte-microsd-compatible-arduino.html>
12. Arduino UNO mikrovaldiklio plokštės techniniai duomenys [žiūrėta 2015-05-11] Prieiga per internetą:
<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

13. Sistemos veikiančios ZigBee ir GPRS pagrindu apžvalga [žiūrėta 2015-05-19] Prieiga per internetą:
http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php?id=6287
14. Bevieliu būdu veikiančios monitoringo sistemos apžvalga [žiūrėta 2015-05-20] Prieiga per internetą:
<http://www.ijcsit.com/docs/Volume%205/vol5issue03/ijcsit20140503184.pdf>
15. USB sąsaja veikiančios monitoringo sistemos apžvalga [žiūrėta 2015-05-14] Prieiga per internetą:
<http://www.seiofbluemountain.com/upload/product/201002/1265180969nttcaoi0.pdf>
16. GSM-SMS pagrindu veikianči temperatūros ir drėgmės monitoringo sistema [žiūrėta 2015-05-13] Prieiga per internetą:
<http://thesai.org/Downloads/Volume1No4/Paper%203-Development%20of%20a%20Low-Cost%20GSM%20SMS-Based%20Humidity%20Remote%20Monitoring%20and%20Control%20system%20for%20Industrial%20Applications.pdf>

PRIEDAI

Priedas 1.

Programinis kodas

```
//Projektui reikalingos bibliotekos
#include <DHT.h>
#include <DS1302.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <SPL.h>
#include <math.h>
#include <SD.h>c
#include "DHT.h"
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //LCD ir I2C sasajos aprasymas
//Sensoriu isvadu prisiskyrimas
#define DHT1PIN A0
#define DHT2PIN A1
#define DHT3PIN A2
#define Vent 8
#define LED1 5
#define LED2 6
#define LED3 9
#define DHT1TYPE DHT11
#define DHT2TYPE DHT11
#define DHT3TYPE DHT22
DHT dht1(DHT1PIN, DHT1TYPE);
DHT dht2(DHT2PIN, DHT2TYPE);
DHT dht3(DHT3PIN, DHT3TYPE);
// RTC priskyrimas
DS1302 rtc(2,3,7);
const int intervalas = 10*1000; // intervalai tarp reiksmiu paemimo ms
long Laikoskaitymas= 0; // Paskutinis sensoriaus reiksmes nuskaitymas ms
const int SDC = 4; //SD koteles duomeniu nuskaitymas
float maxT=26;
float minT=24;
int maxD=40;
void setup() {
  lcd.init(); //LCD inicializacija
  lcd.backlight();
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2); //LCD tipo nustatymas
  dht1.begin(); //Sensoriu paleidimas
  dht2.begin();
  dht3.begin();
  lcd.display();
  pinMode(Vent, OUTPUT);
  pinMode(LED1, OUTPUT);
  pinMode(LED2, OUTPUT);
  pinMode(LED3, OUTPUT);
  if (startSDCard() == true) { //Sd korteles paliedimas
  }
}

void loop()
{
  // Laiko išvedimas į LCD
  lcd.setCursor(4, 0);
  lcd.print(rtc.getTimeStr());
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(rtc.getDOWStr(FORMAT_SHORT));
  lcd.setCursor(6, 1);
  lcd.print(rtc.getDateStr());
  delay(1000);
  lcd.clear();
}
```

```

//Sensoriu reiksmiu nuskaitymas
long laikas= millis();
if (laikas > Laikoskaitymas + intervalas) {
float h1 = dht1.readHumidity();
float t1 = dht1.readTemperature();
float h2 = dht2.readHumidity();
float t2 = dht2.readTemperature();
float h3 = dht3.readHumidity();
float t3 = dht3.readTemperature();
float VIDT=(t1+t2)/2;
float VIDD=(h1+h2)/2;
// Sensoriu reiksmiu isvedimas i LCD
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("Sensorius1");
lcd.setCursor(0,8);
lcd.print("T=");
lcd.print(t1);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print("D=");
lcd.print(h1);
lcd.print("%");
if(h1 > maxD) {
digitalWrite(LED1, HIGH);
} else {
digitalWrite(LED1, LOW); }
delay(3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("Sensorius2");
lcd.setCursor(0,8);
lcd.print("T=");
lcd.print(t2);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print("D=");
lcd.print(h2);
lcd.print("%");
if(h2 > maxD)
{
digitalWrite(LED2, HIGH);
} else {
digitalWrite(LED2, LOW);}
delay(3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("Sensorius3");
lcd.setCursor(0,8);
lcd.print("T=");
lcd.print(t3);
lcd.print("C");
lcd.setCursor(8, 1);
lcd.print("D=");
lcd.print(h3);
lcd.print("%");
if(h3 > maxD) {
digitalWrite(LED3, HIGH);
} else {
digitalWrite(LED3, LOW); }
delay(3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("Vidurkiai");
lcd.setCursor(0,8);
lcd.print("T=");
lcd.print(VIDT);
lcd.print("C");

```

```

    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print("D=");
    lcd.print(VIDD);
    lcd.print("%");
    delay(3000);
    lcd.clear();
File dataFile = SD.open("Duomenys.txt", FILE_WRITE); //atidaromas failas SD koteleje
//duomenu irasymui
if (dataFile) {
    //Duomenu irasymas i sd kortele
    //SENSORIUS 1
    dataFile.print("Sensorius1");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getDateStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getTimeStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Dregme:");
    dataFile.print(h1);
    dataFile.print("%");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Temperatura:");
    dataFile.print(t1);
    dataFile.print("C");
    dataFile.println("\t");
    //Sensorius2
    dataFile.print("Sensorius2");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getDateStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getTimeStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Dregme:");
    dataFile.print(h2);
    dataFile.print("%");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Temperatura:");
    dataFile.print(t2);
    dataFile.print("C");
    dataFile.println("\t");
    //Sensorius3
    dataFile.print("Sensorius3");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getDateStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getTimeStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Dregme:");
    dataFile.print(h3);
    dataFile.print("%");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Temperatura:");
    dataFile.print(t3);
    dataFile.print("C");
    dataFile.println("\t");
    //Vidufines reiksmes
    dataFile.print("Vidurkiaiai");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getDateStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print(rtc.getTimeStr());
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Dregme:");
    dataFile.print(VIDD);
    dataFile.print("%");
    dataFile.print(" ");
    dataFile.print("Temperatura:");

```

```

    dataFile.print(VIDT);
    dataFile.print("C");
    dataFile.println("\t");
    dataFile.close();
    Laikoskaitymas = millis();
  }
  else {

  }
  if(VIDT >= maxT) {
    digitalWrite(Vent, HIGH);
  }
  if(VIDT <= minT){
    digitalWrite(Vent, LOW);
  }}

boolean startSDCard() { //Tikrina ar kotele nuskaityta ar ne
  boolean result = false;
  pinMode(10, OUTPUT);
  if (!SD.begin(SDC)) {

    result = false;
  }
  else {

    File dataFile = SD.open("Duomenys.txt", FILE_WRITE);
    if (dataFile) {
      dataFile.println();

      dataFile.close();
      result = true;
    }
  }

}

```