

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
JUR TECHNIKOS FAKULTETAS
ELEKTROTECHNIKOS KATEDRA

TVIRTINU _____

Katedros vedėja: prof. dr. Eleonora Guseinoviien
2013

ELEKTRONIKOS IR ELEKTROS INŽINERIJOS MAGISTRANTŲ STUDIJŲ
PROGRAMOS „PRAMONINĖS ELEKTROS RANGA IR AUTOMATIKA“
(Studijų kodas 612H60002)
MAGISTRO TEZĖS

**ADAPTYVUSIS VIDAUS PATALPŲ
ELEKTROS ENERGIJOS KEITIKLIS**

Recenzentas: _____
2013

Vadovas: prof. dr. Eleonora Guseinoviien
2013

Recenzentas: _____
2013

Rengėjas: TMPE-11, Audrius Knolis
2013

Klaipėda, 2013

ANOTACIJA

Knolis, A. *Adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis*. Pramonės elektros rangos ir automatikos magistro studijų baigiamasis darbas. Vadovas prof. dr. E. Guseinovičius. Klaipėda: Klaipėdos universitetas, Jūrų technikos fakultetas, Elektrotechnikos katedra, 2013, 35 psl.

Darbe nagrinėjama „protingo namo“ elektros prietaisų atpažinimo problema. Magistro darbo tikslas – sukurti adaptyvaus elektros energijos keitiklio algoritmą bei jį patikrinti. Šio algoritmo realizacijai atrinkti ir suderinti reikalingi elektros komponentai. Sukonstruotas ir išbandytas adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis, atliktas jo veikimo funkcijų testavimas.

PAGRINDINIAI ŽODŽIAI: adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis, algoritmas.

ABSTRACT

Knolis, A. *Adaptive indoor electric energy converter*. Final work of master studies of Industrial electrical equipment and automation. Supervisor Prof. E. Guseinovic. Klaipėda: Klaipėda University, Faculty of Sea technical, Department of Electrotechnics, 2013, 35 pages.

This paper examines smart home electric device recognition problem. Master's work aim - create adaptive power converter algorithm, and check it. For implementation of this algorithm were selected electrical components and were combined. Constructed and tested adaptive indoor electric energy converter, performed its functioning testing of functions.

KEYWORDS: adaptive indoor electric energy converter, algorithm.

TURINYS

VADAS	5
1. ADAPTYVI J ELEKTROS ENERGIJOS KEITIKLI APŽVALGA	6
1.1. Duomen perdavimo bei prietaiso atpažinimo sistema	6
1.2. AC-DC keitikliai	8
2. ALGORITMO SUDARYMAS	9
2.1. Elektros lizdo algoritmas	9
2.2. Pagrindio mikrovaldiklio algoritmas	10
3. NAUDOJAM KOMPONENT PASIRINKIMAS IR J SUDERINAMUMO ANALIZ	12
3.1. Srov s matavimas bei prietaiso atpažinimas	12
3.2. Maitinimo AC-DC blokai	13
3.3. tamp perjungimo sistema.....	14
3.4. Bevielio ryšio perdavimo sistema.....	14
3.5. Mikrovaldikliai	15
3.5.1. PIC valdikliai	15
3.5.2. AVR mikrovaldikliai.....	17
3.5.3. ARM mikrovaldikliai.....	18
3.5.4. Mikrovaldiklio pasirinkimas.....	19
3.6. Vaizduokliai.....	19
4. PROJEKTAVIMAS IR MODELIAVIMAS	21
4.1. Programin ranga.....	21
4.2. Valdymo plokšt s	21
5. PROTOTIPO SUDARYMAS IR PATIKRA.....	23
5.1. Adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio moduliai	23
5.2. Sistemos tikrinimas.....	25
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS.....	34
LITERAT RA	37

PRIEDAI:

1. Algoritmas
2. Pagrindinio bloko schema.
3. Elektros lizdo bloko schema.
4. Mikrovaldiklio testavimo programa
5. Analoginio signalo testavimo programa
6. Reli testavimo programa
7. Bevielio duomen perdavimo (elektros lizdo) testavimo programa
8. Bevielio duomen perdavimo (pagrindinio mikrovaldiklio) testavimo programa
9. Holo jutiklio srov s matavimui testavimo programa.
10. Skyst j kristal ekran lio ir mygtuk testavimo programa
11. Pagrindinio mikrovaldiklio programa
12. Elektros lizdo mikrovaldiklio programa
13. Kompaktin plokšt .

ILIUSTRACIJŲ RAŠAS

1 pav. Elektros lizdo grafinis algoritmas	9
2 pav. Pagrindinio mikrovaldiklio grafinis algoritmas	10
3 pav. Adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio grafinis algoritmas	11
4 pav. 49E linijinis holo daviklis: a) holo jutiklis; b) principinė schema; c) tampos iš jimo priklausomybė nuo magnetinio lauko indukcijos [15]	13
5 pav. ACS712T ELC30 holo efekto jutiklis: a) holo jutiklis; b) principinė schema; c) tampos iš jimo priklausomybė nuo srovės [16]	13
6 pav. S-100F-5 5V 24A, RS-150-12 12V 12.5A ir RS-150-24 24V 6.5A AC-DC maitinimo blokai .	13
7 pav. RAS-0515 relė : a) relė ; b) principinė schema	14
8 pav. NRF24L01 bevielio ryšio siųstuvo-įmtuvo modulis: a) siųstuvai-įmtuvai; b) principinė schema [22]	15
9 pav. Harvard ir Von-Neuman mikrovaldiklių architektūros [23]	16
10 pav. HD44780 16x2 LCD ekranelio matmenys ir išėjimai [27]	20
11 pav. Atmega 328P-PU modulis	23
12 pav. NRF24L01 bevielio duomenų perdavimo modulis	23
13 pav. HD44780 16x2 LCD modulis	24
14 pav. ACS712T ELC 30 holo daviklio modulis	24
15 pav. S-100F-5 5V 24A, RS-150-12 12V 12.5A ir RS-150-24 24V 6.5A AC-DC maitinimo blokai	24
16 pav. Adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis	25
17 pav. Visos sistemos aiškinamoji schema	25
18 pav. Elektros prietaiso atpažinimo sistema	26
19 pav. Duomenų perdavimas	27
20 pav. Analoginio mikrovaldiklio reikšmės priklausomybė nuo srovės	28
21 pav. Holo jutiklio srovės paklaida	28
22 pav. Holo jutiklio paklaida po pakeitimą	29
23 pav. Skystųjų kristalų ekranelio testavimas	30
24 pav. Programa elektros lizdo mikrovaldikliui	31
25 pav. Programa pagrindiniam mikrovaldikliui	32

VADAS

Aktualumas. Šiais laikais „protingojo namo“ valdymo sistem k rimas ir tobulinimas yra labai aktuali sritis, kurioje darbuojasi daugyb mokslinink bei inžinieri . „Protingas namas“ – tai šiuolaikin daugiafunkcin sistema, sugebanti sukurti ypating b sto komfort ir saugum . Dauguma ši nam yra rengti moni salonuose ar tyrim laboratorijose, kuriose yra išbandomos j galimyb s bei atliekami j tobulinimai [1].

Problemin sritis. „Protingo namo“ sistemos n ra iki galo užbaigtos – j tobulinimas vyksta kasdien. Ši sistema susideda iš daugyb s funkcij : apsaugos, oro kondicionavimo, šildymo, ventiliacijos, šviesos valdymo bei daugyb s kit . Viena iš neišbaigt sistem yra elektros prietais atpažinimo sistema. Ji kuriama siekiant sumažinti elektros energijos s naudas. Pagrindin problema išskyla d l duomen perdavimo, kainos bei prietaiso atpažinimo sistemos [2].

Si lomas sprendimas. Sukurti elektros prietais atpažinimo, steb jimo bei tamp paskirstymo sistem . Tokia sistema tur t b ti kiek galima paprastesn , reikalaujanti kuo mažiau pastang instaliuojant ir diegiant „protingo namo“ valdymo sistemose.

Darbo tikslas – sukurti adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio algoritm bei j patikrinti.

Siekiant gyvendinti numatyt tiksl , keliami šie darbo **uždaviniai**:

1. Atlikti elektros prietais atpažinimo sistem analiz mokslin s literat ros šaltiniuose ir pasirinkti funkcijas, kurios bus naudojamos kuriamo adaptyvaus elektros energijos keitiklio modelyje.
2. Sukurti adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio veikimo algoritm .
3. Pasirinkti tinkamus elektros komponentus adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio modelio valdymo funkcij k rimui ir suderinti juos tarpusavyje.
4. Suprojektuoti adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio elektros schem .
5. Realizuoti ir išbandyti sukurtas adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio valdymo sistemos algoritm .

Metodai:

Šiame darbe naudojami eksperimentiniai tyrimo metodai, pasitelkiant teorinius duomen gavimo metodus ir algoritmus duomenims apdoroti.

Tyrimo objektas:

Adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis.

1. ADAPTYVI J ELEKTROS ENERGIJOS KEITIKLI APŽVALGA

1.1. Duomen perdavimo bei prietaiso atpažinimo sistema

Norint nustatyti, kokie prietaisai šiuo metu yra naudojami, reikia sistemos, kuri juos atpažint bei perduot duomenis pagrindiniam kompiuteriui. Dėl šios priežasties pirmiausia apžvelgiami visi galimi duomen perdavimo metodai.

Ryši linijos, kuriomis perduodami ir priimami duomenys, skirstomos kabelines ir bevielės ryšio sistemas. Kabelinės ryšio sistemos – tai variniai kabeliai, koaksialiniai kabeliai, vytos poros kabeliai, optiniai kabeliai, šviesolaidžiai, o bevielės (angl. *wireless*) priskiriamos radijo bangos, infraraudonieji spinduliai, mikrobanginės sistemos, palydovinės sistemos [4].

Perduodant ir primant duomenis ryšio linijomis labai svarbu, kaip greitai ir kokiais kiekiais duomenys perduodami, kokia tikimybė, kad gauti duomenys bus nepakitę, ar užtikrintas jų saugumas. Variniai kabeliai pasižymi gera triukšmų izoliacija bei dideliu kanalo plotumu, todėl informacijos perdavimo greitis tokiais ryšio kanalais siekia milijonus bitų per sekundę (bps) [3].

Dabartiniuose tinkluose naudojami daugiagysliai, taip vadinami sukotos (vytos) poros kabeliai. Populiariausias yra 8 gyslų kabelis UTP-5, kurio pralaidumas siekia 100 Mbps, o UTP-5e arba UTP-6 kabeliu galimas didesnis nei 1 Gbps pralaidumas [5].

Paskutiniaisiais metais kompiuteri pramonėje informacijai perduoti vis dažniau naudojami šviesolaidžiai – šviesai laidžios plastmasinės arba kvarcinio stiklo gijos, padengtos apsauginiu sluoksniu.

Šie duomenų bitai vaizduojami lazerio spinduliuojamais šviesos impulsais, sklindančiais stiklinėmis ar plastikinėmis šviesolaidžio gijomis. Šiuolaikinė technologija leidžia gaminti labai plonas mikronų eilėmis (plauko storio) gijas, kuriose duomenų perdavimo greitis viršija 1 Gbps, ir priklauso tik nuo naudojamos aparatinės. Itin svarbi šviesolaidžio savybė yra ta, kad jie nėra jautrūs elektromagnetiniams trikdžiams, todėl perdavimo klaidų atsiradimo galimybė yra nepalyginamai mažesnė negu mikrobangų ar palydovinio ryšio sistemose [3]. Šviesolaidžiai vis plačiau naudojami ne tik pastatų viduje, bet ir tarp jų bei ryšio linijose, jungiančiose miestus, valstybes ir kontinentus.

Radijo bangų sistemos duomenims perduoti naudoja atmosfera sklindančias aukšto dažnio (2,4 bei 5 GHz arba 10–30 GHz) elektromagnetines bangas. Mikrobanginiai signalai perduodami „tiesioginiu matomumu“ nuo vienos antenos kitai. Kiekvienas bokštas turi dvi antenas: priemonio ir perdavimo. Antenų matmenys priklauso nuo atstumo, kur turi nukeliauti signalas. Paprastai jų diametras svyruoja nuo 0,6 iki 1,2 m [4].

2,4 ir 5 GHz dažnio diapazonas yra laisvas, jį naudojanti *WaveLan* technologija ir duomenis perduoda nuo 1 iki 54 Mbps sparčiai. Šis diapazonas miestuose naudojamas tankiai, todėl ne visada

ryšys bus na kokybiškas. Tačiau šis duomen perdavimo būdas yra pigus ir tinka nedidelms vartotojų grupėms.

10-30 GHz dažnio diapazonas yra licencijuotas ir duomen siuntimas turi gauti atitinkam leidimą valstybinėje radijo ryši tarnyboje dėl jo panaudojimo. Duomen pralaidumas priklauso nuo išskirtos dažni juostos pločio ir gali siekti dešimtis ir šimtus Mbps sparta. Tai pakankamai brangus, bet kokybiškas ryšys [4].

Šiuo metu „protingam“ sistemose duomenys dažniausiai perduodami bevielio perdavimo metodu. Tai gana pigus ir greitas duomen perdavimo būdas. Naudojamas 2.4-5 GHz dažnio diapazonas, nes jis nemokamas o duomenys perduodami 1-54 Mbps sparta. Ši sistema nereikalauja papildom laidų, kas palengvina tokios sistemos integravimą [6,7,8,9,10,11].

Galima ir kita duomen perdavimo technologija, kai duomenys perduodami tais paiais jėgos linijos laidais (angl. *Power Line Communication*). Šiuo atveju neatsiranda papildomos elektromagnetinės taršos, o duomen perdavimo sparta išlieka didelė – iki 100 Mbps. Ši sistema nereikalauja papildom laidų. Vienintelė šios sistemos trūkumas – jos kaina. [6].

Prietaiso atpažinimas turi būti kuo paprastesnis. Tam tikslui reikalinga be laid informacijos perdavimo sistema. Viena iš jų yra radijo dažnio identifikavimo technologija (RFID) [12], tačiau ši sistema nėra pigi. Kitas būdas – tai magnetinio lauko indukcijos matavimas, kuriam užtekt nedidelio nuolatinio magneto, integruoto elektros kištuke [2]. Tokia sistema pigi ir lengvai instaliuojama.

1.2. AC-DC keitikliai

Darbe nagrinėjama ne tik prietaisų atpažinimo problema, tačiau ir iškeliamą teoriją, jog, jei namų sistemoms būtų integruoti AC-DC keitikliai su standartizuotomis dažniausiai elektros prietaisuose naudojamomis tampomis, tai turėtų sumažinti išmetamų elektros prietaisų atliekų kiekius. Esant tokiai sistemai elektros prietaisus būtų galima gaminti be AC-DC keitiklių. Mokslininkai taip pat nagrinėja nuolatinės srovės naudojimą namų kių elektros tinkle [13].

Taigi sistema, atpažinusi prietaisus, turi priskirti jam reikalingą tampą. Tokiai sistemai reikia nusistatyti tampo nominalus, nes tampo reguliavimas visiems elektros lizdams reikalautų atskirų tampo reguliatorių. Tai didintų sistemos kainą ir mažintų naudingumo koeficientą. Tad tampo standartizavimas išspręstų šią problemą.

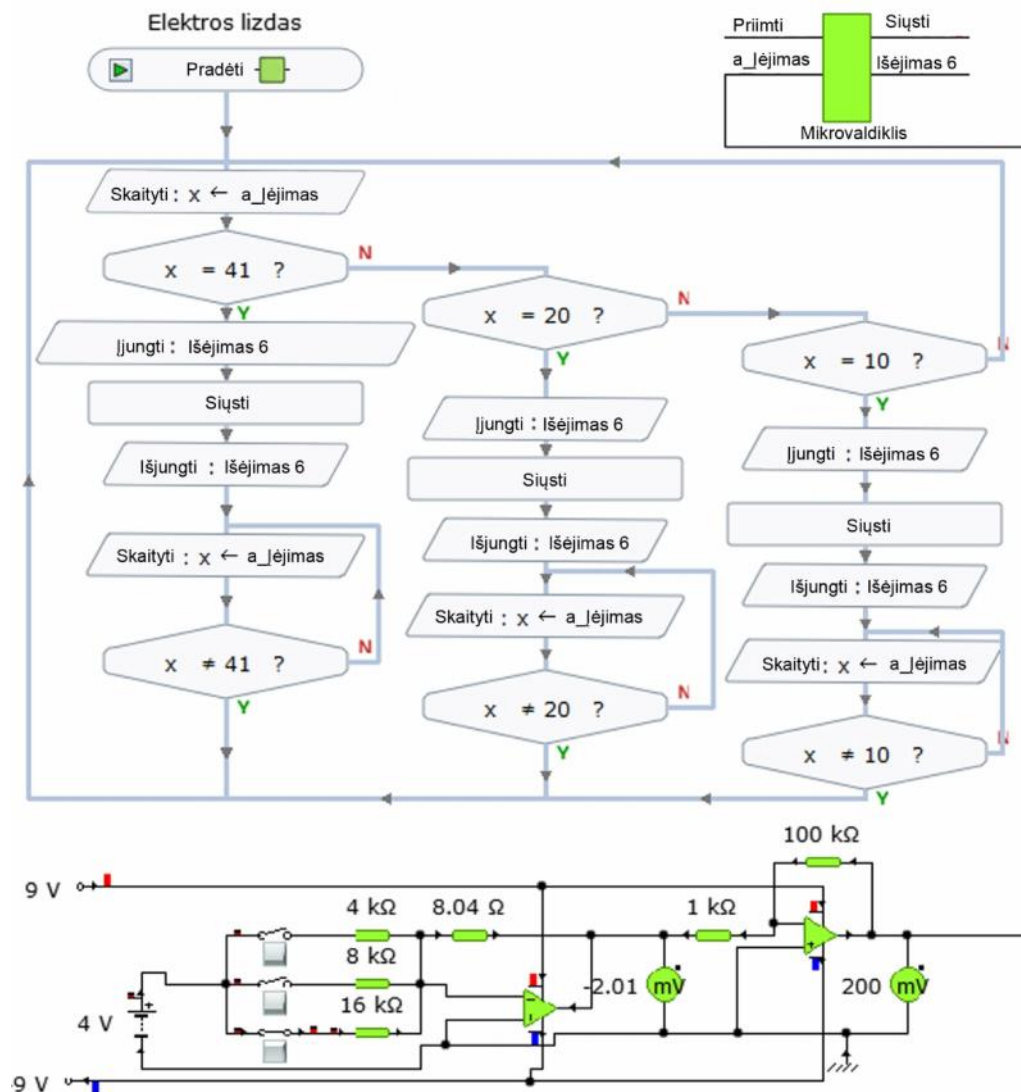
Apžvelgus šiuo metu rinkoje dažniausiai naudojamus elektros prietaisus nuspręsta pasirinkti 3 tampo nominalus: 5V, 12V ir 24V. Tai dažniausiai namų elektros prietaisuose naudojamos tamos. Jei prietaisui reikėtų kitokios tamos nei parinkti nominalai, visada galima naudoti DC-DC tampo keitiklį.

AC-DC keitikliai gali būti impulsiniai arba transformatoriniai. Šiuo metu sparčiai tobulėja puslaidininkinių komponentų technologijos, tad pinga ir elektros prietaisai, kuriuose jie naudojami. Transformatoriniai AC-DC tampo keitikliai dažniausiai susideda iš žemo dažnio žeminančio transformatoriaus bei lygintuvinio tiltelio. Impulsiniuose keitikliuose naudojami aukšto dažnio transformatoriai, todėl jų gabaritai, svoris esant toms pačioms galioms yra mažesni.

2. ALGORITMO SUDARYMAS

2.1. Elektros lizdo algoritmas

Algoritmas parodo tam tikr veiksm sek , kuri reikia atlikti norint pasiekti tam tikr rezultat . Jis palengvina elektrin s schemas projektavim bei sistemos programavim . Pradedama nuo elektros lizdo algoritmo sudarymo. Mikrovaldiklis elektros lizde atlieka 2 funkcijas: nustato magnetinio lauko indukcij ir šiuos duomenis išsiun ia pagrindiniam mikrovaldikliui. Elektros lizdo veikimo algoritmas pateiktas žemiau esan iame paveiksle (1 pav.).



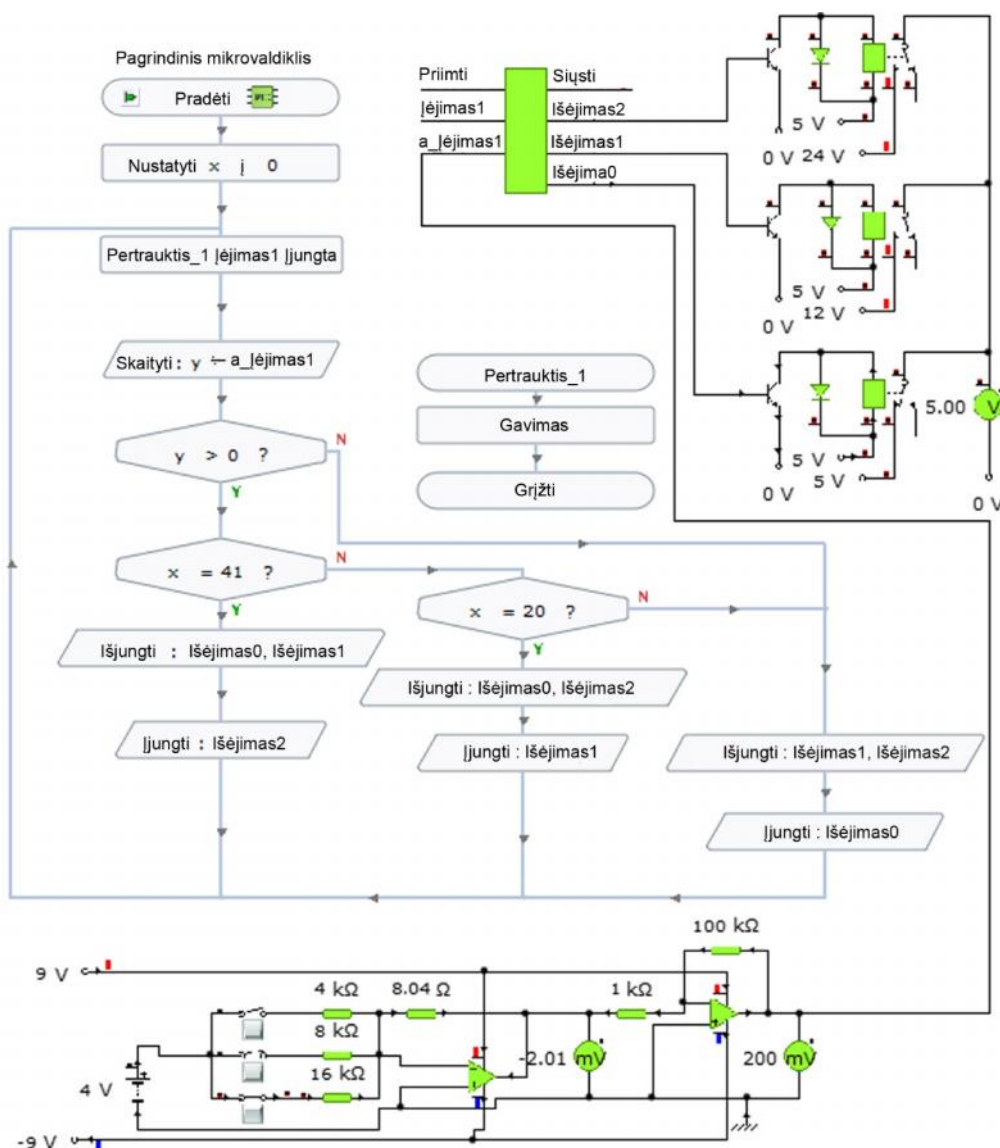
1 pav. Elektros lizdo grafinis algoritmas

Pagal algoritm sijungus mikrovaldikliui pirmiausia nuskaitomi holo jutiklio, kurio išvadai prijungti prie analoginio mikrovaldiklio jimo, duomenys. Analogin jutikl imituojanti schema pateikta (1 pav.) apatin je dalyje. Trys mygtukai imituoja tris skirtingas magnetinio lauko indukcijas, nuo kuri priklauso holo jutiklio išduodamas tamos lygis. Taigi kišus kištuk elektros lizd , mikrovaldiklis nuskaito magnetinio lauko indukcij ir j lygina su ankš iau

mikrovaldiklyje priskirtomis reikšmėmis, o rad s atitikmen š i reikšm bevielio perdavimo modulis nusiun ia pagrindin mikrovaldikl . V liau holo jutiklio duomenys v l tikrinami: jei reikšm nepasikeit , pakartotinis siuntimas nevykdomas, jei pasikeit – vykdomas pakartotinis siuntimas.

2.2. Pagrindio mikrovaldiklio algoritmas

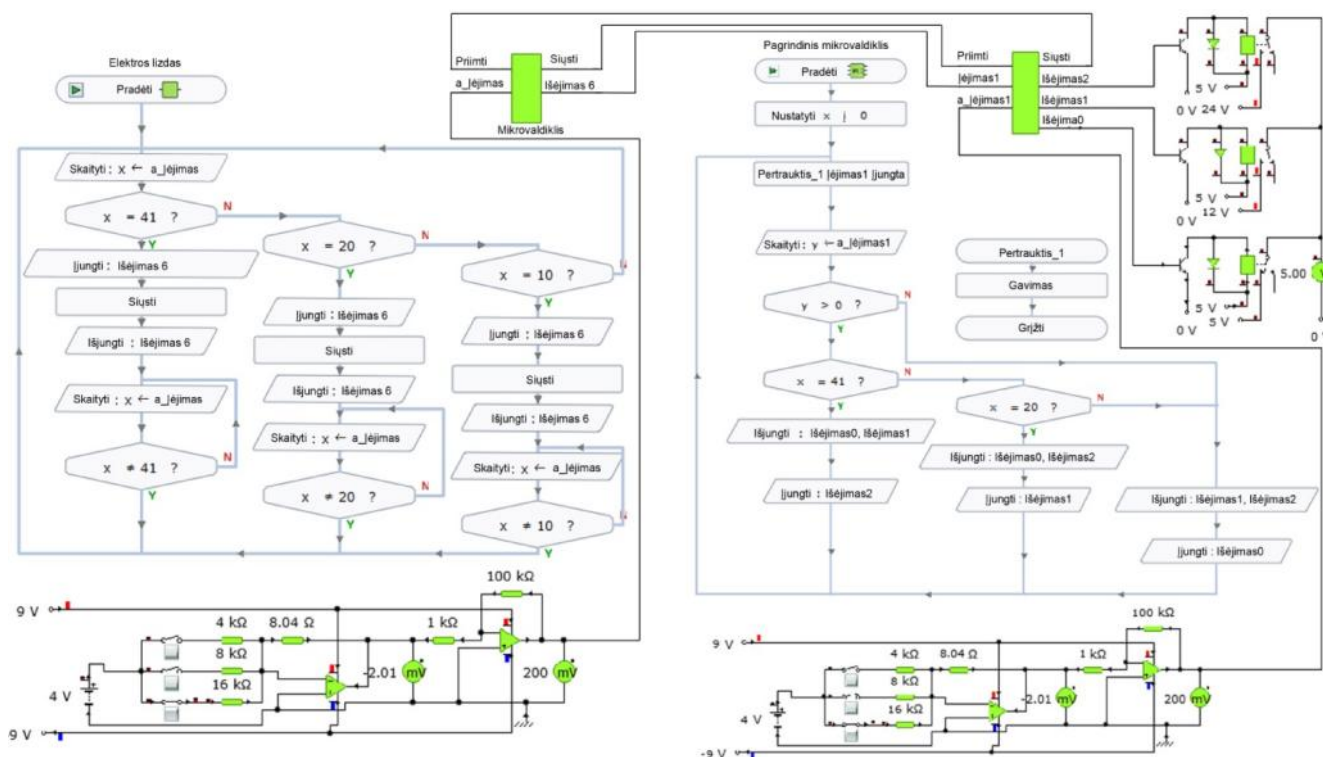
Pagrindinis mikrovaldiklis nuo esan io elektros lizde skirsi tuo, kad priima informacija iš vis elektros lizd ir paskirsto joms tampus. Šiame pavyzdyje nagrin jama tik vieno elektros lizdo algoritmas, kadangi vis kit yra analogiškas. Pagrindinio mikrovaldiklio grafinis algoritmas pateiktas žemiau esan iame paveiksle (2 pav.).



2 pav. Pagrindinio mikrovaldiklio grafinis algoritmas

Algoritme mikrovaldiklis pirmiausia kintamajam x priskiria 0 reikšmę. Priskyrimas vyksta d l tolesnio duomen apdorojimo. Jeigu mikrovaldiklis iki reikšmi lyginimo negaut duomen iš elektros lizdo mikrovaldiklio, algoritmas sustot. Tolesniuose žingsniuose tikrinama, ar yra apkrova elektros lizde: jei ne – jungiama pradin 5V tampa. Tai tampa, kuri visada yra jungta elektros lizde, o visos kitos tampos jungiamos tik prireikus. Apkrova matuojama holo jutikliu. J imituojanti schema pateikta (2 pav.) apatin je dalyje. Jeigu vykdomas duomen siuntimas, tada iššaukiama pertraukties paprogram, kuri priima duomenis. V liau vyksta duomen palyginimas ir atitinkamai jungiama nuolatin 5V, 12V arba 24V tampa. Jeigu elektros prietaisas atjungiamas iš elektros lizdo, tuo atveju išjungiama 12V arba 24V tampa ir jungiama pradin 5V tampa. Tai daroma siekiant sumažinti elektros energijos s naudas. Jeigu nenaudojami 12V arba 24V AC-DC maitinimo blokai, jie yra atjungiami nuo 220V maitinimo tinklo.

Visas adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio veikimo grafinis algoritmas pateiktas (3 pav.).



3 pav. Adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio grafinis algoritmas

Duomenys tarp mikrovaldikli perduodami bevielii ryšiu. Algoritme mikrovaldikliai sujungti laidais bei sukurtos holo jutiklius imituojan ios elektrin s schemas d l algoritmo simuliacijos, kadangi programa *Yenka* neturi ši komponent.

3. NAUDOJAMŲ KOMPONENTŲ PASIRINKIMAS IR JŲ SUDERINAMUMO ANALIZĖ

3.1. Srovės matavimas bei prietaiso atpažinimas

Tik jungus prietaisą, jis turi būti atpažintas ir jam priskirta maitinimo tampa. Taip pat matuojama jo srovė. Kadangi prietaiso atpažinimas vyks pagal magnetinio lauko indukcijos j_g , pasirinktas holo jutiklis, kurio veikimo principas pagrįstas holo efektu. Eksperimentiškai buvo nustatyta, kad susidarantis potencialų skirtumas [14]:

$$U_H = R_H \frac{ID}{d} \quad [14] \quad (3.1.1)$$

kur

R_H – porcingumo koeficientas (Holo konstanta)

I – laidininku tekančios srovės stipris

B – magnetinio lauko indukcija

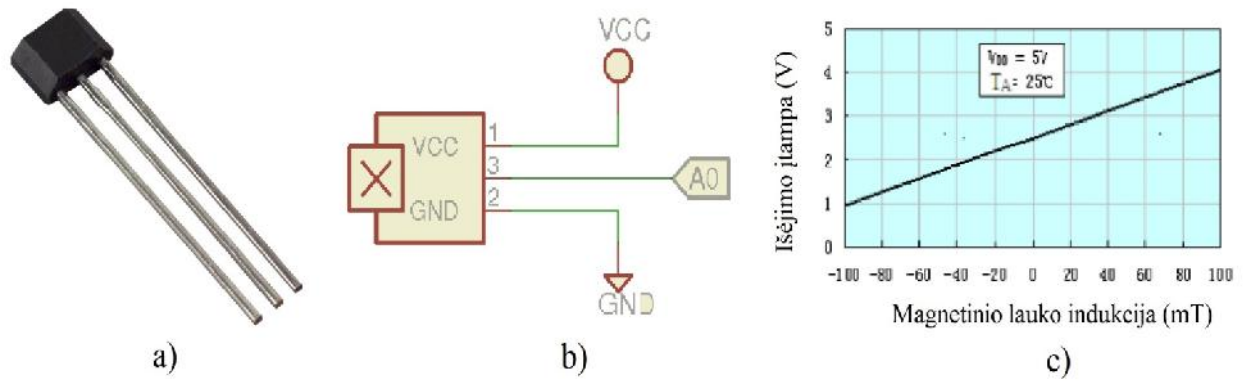
d – laidininko storis.

Elektros srovei tekant laidininku, esančiu magnetiniame lauke, jį sudarantys krūvininkai veikiami Lorencio jėga. Jei gaus magnetinio lauko nebūt, krūvininkai laidininku keliautų tiesia linija, tačiau Lorencio jėga nukreipia juos kurio nors laidininko krašto link. Dėl to krūvininkai pasislenka vieno krašto link ir šitaip laidininke susidaro netolygus krūvų pasiskirstymas. Viename iš kraštų elektronų yra daugiau, tad tarp priešingų laidininko kraštų susidaro potencialų skirtumas [14].

Didžiausias potencialų skirtumas būna tada, kai laidininkas magnetinio lauko j_g linijas atsisuka statmenai. Jei laidininkas orientuotas lygiagrečiai magnetinio lauko j_g linijoms, tai potencialų skirtumas nesudaro (taip būtu ir tuo atveju, jei magnetinio lauko nebūt apskritai) [14].

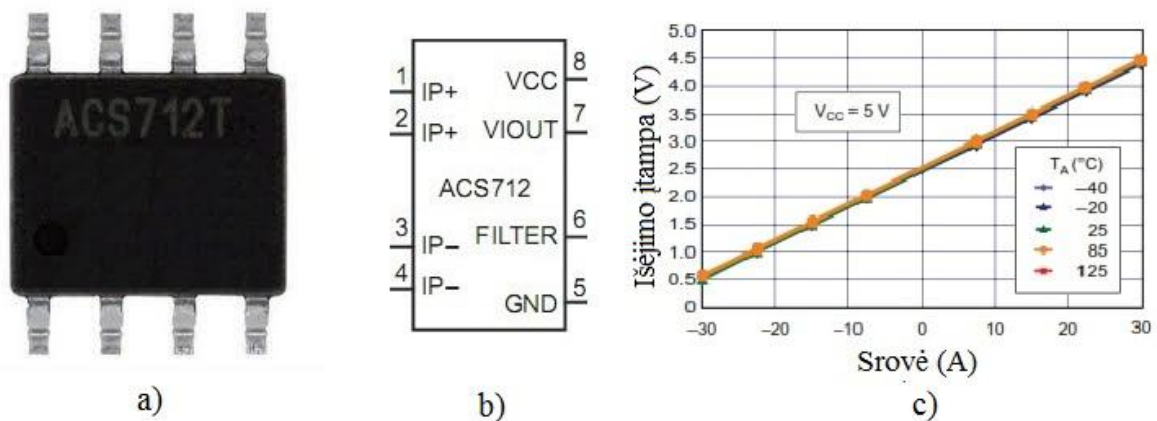
Vienas iš holo jutiklių bus skirtas prietaiso atpažinimui, kitas – srovės matavimui. Holo jutikliai pagal išduodamą signalo tipą skirstomi skaitmeninius ir analoginius. Skaitmeniniai išduoda aukštą arba žemą lygį, todėl jie mums netinka. Tiek elektros lizde, tiek pagrindiniame mikrovaldiklyje bus analoginiai holo jutikliai.

Prietaiso atpažinimui pagal magnetinio lauko indukciją pasirinktas 49E holo efekto jutiklis (4 pav.).



4 pav. 49E linijinis holo daviklis: a) holo jutiklis; b) principinė schema; c) tampos iš jimo priklausomybė nuo magnetinio lauko indukcijos [15]

Srovės matavimui pasirinktas ACS712T ELC30A holo efekto jutiklis (5 pav.).



5 pav. ACS712T ELC30 holo efekto jutiklis: a) holo jutiklis; b) principinė schema; c) tampos iš jimo priklausomybė nuo srovės [16]

ACS712T ELC30 holo efekto jutiklio charakteristikoje (5 pav., c) galima matyti, jog jis gali matuoti iki 30A tiek kintam, tiek nuolatin srov. Jutiklio jautrumas 63-68mV/A [16].

3.2. Maitinimo AC-DC blokai

Pasirinktos trys standartizuotos tampos: 5V, 12V ir 24V. Tam sigyti S-100F-5 5V 24A, RS-150-12 12V 12.5A ir RS-150-24 24V 6.5A AC-DC impulsiniai maitinimo blokai (6 pav.).

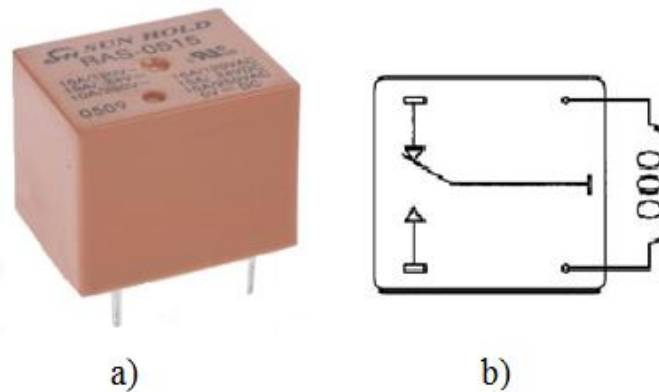


6 pav. S-100F-5 5V 24A, RS-150-12 12V 12.5A ir RS-150-24 24V 6.5A AC-DC maitinimo blokai

Ši maitinimo blok naudingumo koeficientas apie 84%. Kiekvieno galia siekia nuo 100 iki 156W [17, 18].

3.3. tampa perjungimo sistema

Jeigu yra būtina, pagal pagrindinio mikrovaldiklio algoritm (2 pav.) vienu metu yra jungiamas tik vienas iš trijų AC-DC maitinimo blok , kuri iš jimo tampa yra 5V, 12V ir 24V. Taip pat reikalingas 5V, 12V ir 24V tampa paskirstymas maitinimo lizd . Taigi reikalingas kintamos 220V bei nuolatin srov s skirstytuvai. Tam pasirinkta RAS-0515 rel (7 pav.).

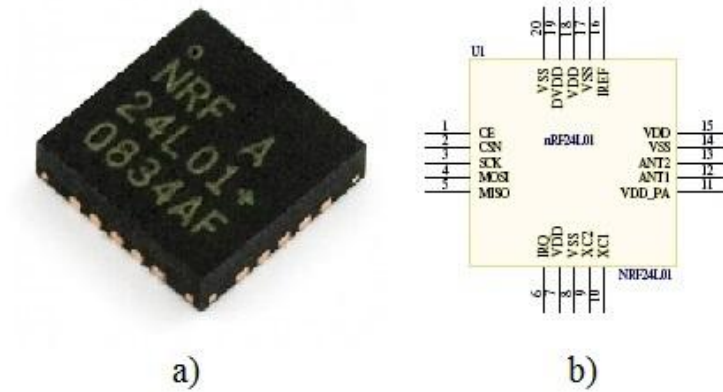


7 pav. RAS-0515 rel : a) rel ; b) principinė schema

Maitinama 5V nuolatine tampa kaip ir mikrovaldikliai. Jos leistina nuolatin 24V 15A srov ir kintama 220V 10A srov . Rel s nominali suveikimo srov 72mA. Kadangi mikrovaldiklio prievado leistina srov yra 20mA, rel perjungin s tranzistorius BD243. Rel je yra apvij , kurios kelia pavoj priešinei tampa. Tam, kad būtų išspr sta ši problema, prie apvij os gal prijungiamas UF4007 apsauginis diodas. Tai greito suveikimo iki 1000V tamos 1A srov s diodas [19, 20, 21].

3.4. Bevielio ryšio perdavimo sistema

Norint išvengti papildom laid duomen perdavimui, buvo pasirinkta belaid perdavimo sistema. Kaip jau buvo apžvelga literat ros apžvalgoje, kai kurie dažni diapazonai yra licencijuoti ir duomen siunt jas turi gauti atitinkam leidim valstybin je radijo ryši tarnyboje dėl jo panaudojimo. Dažnio diapazonas nuo 2,4 iki 5 GHz yra laisvas, j naudoja WaveLan technologija, o duomenys yra perduodami nuo 1 iki 54 Mbps sparta. Šis b das (lyginant j su kitais) yra gana pigus, tinkantis nedidel ms vartotoj grup ms. Duomen perdavimui buvo pasirinktas NRF24L01 si stuvo-imtovo modulis (8 pav.).



8 pav. NRF24L01 bevielio ryšio si stuvo-imtovo modulis: a) si stovas-imtuvai; b) principin schema [22]

Jis veikia 2.4-2.5GHz diapazone. Maitinamas 1.9-3.6V. Prie -6dBm iš jimo galios reikia 6mA srov s, o priimant duomenis 12.3 mA. Maksimali duomen perdavimo sparta 2Mbps [22].

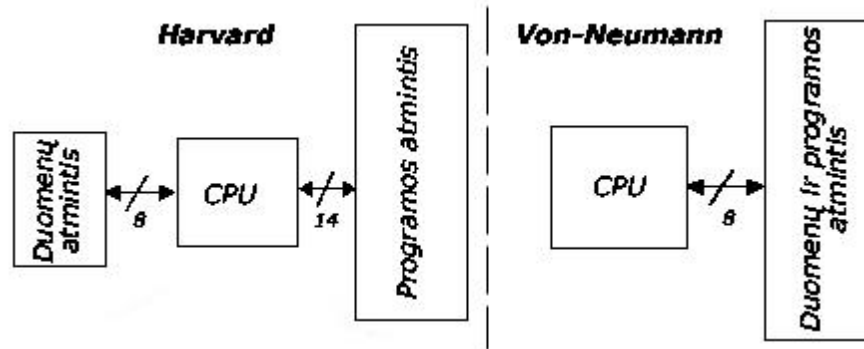
3.5. Mikrovaldikliai

Asmeniniuose kompiuteriuose esantys procesoriai per s lyginai trump laik apdoroja didel duomen kiek . Jie yra tarsi mikrovaldiklio “pusbroliai”, tik labiau optimizuoti dirbti su aukšto lygio duomenimis ir galintys nesunkiai apdoroti kelias užduotis vienu metu. Tuo tarpu mikrovaldikliai yra labiau optimizuoti valdyti kokius nors renginius, o ne apdoroti didelius kiekius duomen . Mikrovaldikliai yra aptinkami daugelyje prietais : mikrobang krosnel se, variuose distancinio valdymo pultuose, šaldytuvuose, taip pat jie pla iai naudojami automobiliuose (valdo oro pagalves, s dyni šildym , reguliuoja kuro mišin).

Mikrovaldiklis - tai skai iavimo renginys, turintis vidin atmint , prie kurio galima prijungti vesties ir išvesties I/O renginius. Prie mikrovaldikli yra prijungiami *holo* jutikliai, bevielio ryšio moduliai, taip pat LCD ekran liai duomen išvedimui.

3.5.1. PIC valdikliai

PIC mikrovaldikliai yra sukurti taikant vadinam j *Harvard* architekt r , kuri skiriasi nuo pla iai žinomos *Von-Neumann* (9 pav.) tuo, kad turi atskiras program ir duomen atmintis bei atskiras komand adreso ir duomen magistrales. *Harvardo* architekt ra leidžia pasiekti didel duomen perdavimo greit . Išskyrus program ir duomen atmintis, atsiranda galimyb komandas rašyti ne aštuoni bit žodžiais, o keturiolikos bit , tod l vienai komandai užtenka vieno žodžio atminties. Naudojant ši architekt r , komanda gali b ti vykdoma per vien mašinini cikl [23].



9 pav. Harvard ir Von-Neuman mikrovaldikli architektūros [23]

PIC mikrovaldikli ypatybės:

- maži korpusai;
- programos apsauga nuo nuskaitymo;
- visos komandos vykdomos per vieną mašininį ciklą;
- scheminis programavimas (eksploatavimo metu galima keisti programą);
- tais su PIC MV atsparum padidina vidinį laikmatį WDT.

MV PIC16F84A turi šias pagrindines savybes:

- 18 išvad PDIP korpusas, skirtas montuoti spausdintiniame plokštiniame su kiurymis. Taip pat yra tiekiami MV kristalai be korpuso;
- 2 vesties/išvesties prievadai (A ir B), kurie turi 13 vesties/išvesties išvadų. Esant duomenų išvedimo režimui, didžiausia srovė, ištekanti ir tekanti MV, gali siekti 25 mA;
- 35 komandų sistema, kuri dauguma yra vykdoma per vieną mašininį ciklą, trunkant 4 taktinio dažnio periodus;
- 1024 x 14 bit FLASH programos atmintis;
- 68 x 8 bit statinė RAM ir 68 x 8 bit EEPROM duomenų atmintis;
- 13 bit aštuoni lygių aparatinis dalykas (angl. *hardware stack*);
- 8 skilčių laikmat-skaitiklis su 8 skilčių programuojamu dažnio dalikliu (angl. *prescaler*);
- 10 tūkst. didžiausi programų rašymo/trynimo ciklų kiekiai;
- 10 milijonų didžiausi duomenų rašymo/trynimo ciklų kiekiai (EEPROM atminčiai);
- Programos kodo nuskaitymo apsauga;
- Darbo monitorius (angl. *Watch Dog*);
- Suvartojamos galios tauso jimo galimybė (angl. *Sleep mode*);
- Nuoseklus programavimo sąsaja (angl. *In-Circuit Serial Programming – ICSP*),

leidžian i kelti program neiš mus *MV* iš elektronikos renginio spausdintin s plokšt s.

3.5.2. AVR mikrovaldikliai

AVR mikrovaldikliai sukurti modifikuojant *Harvardo* architekt ros model : kaip prasta, program ir duomen atmintys yra atskirai, ta iau yra galimyb , panaudojant specialias instrukcijas, perskaityti duomenis iš program atminties [24].

AVR mikrovaldikliai yra suskirstyti keturias grupes:

1. *TinyAVR* - *ATtiny* serijos:
 - 1-8 kb programos atmintis;
 - koj skai ius: 6-32;
2. *MegaAVR* – *ATmega* serijos:
 - 4-256 kb programos atmintis;
 - koj skai ius: 28 – 100;
3. *XMEGA* – *Atxmega* serijos:
 - 16-384 kb programos atmintis;
 - 44, 64 ir 100 koj .
4. Specializuoti AVR (tai *megaAVR* su specializuotomis funkcijomis, kuri neturi kiti AVR mikrovaldikli šeimos nariai LCD kontroleris, USB kontroleris ir kt.).

AVR mikrovaldikli savyb s:

- daugiafunkciniai, dvikryp iai vesties ir išvesties uostai;
- vidin , programuojama *Flash* tipo atmintis iki 256 KB (384 KB ant *XMega*);
- *EEPROM* atminties, kuri yra naudojama duomen , ar programos išsaugojimui, dydis iki 4 KB;
- *SRAM* atminties naudojamos per programos vykdym dydis iki 8 KB (32 KB ant *XMega*);
- 10 arba 12 bit analoginis/skaitmeninis (analog. *Analog/Digital*) keitikliai;
- 12 bit D/A keitikliai;
- palaiko *AES* (256 bit ilgio slaptažodis) ir *DES* (56 bit ilgio slaptažodis) šifravim ;
- galima programuoti neiš mus iš plokšt s (angl. *In-System programing*);
- *RISC* architekt roje vienu mašiniui ciklu vykdomos 133 sud tingos instrukcijos;
- aparatin s rangos valdymas pilnu (12 Mbit/s) grei iu;
- laisvai pasiekiamas mažas greitis (1,5 Mbit/s);

- daug išorini rengini (taimeriai, *UART*, *USART*, *ADC* ir kiti);
- keletas energijos saugojimo r žim ;
- turi pakankam kiek operatyviosios atminties;
- programos atmintis gali b ti perprogramuojama iki 10000 kart ;

3.5.3. ARM mikrovaldikliai

Po *ARM* vardu slypi *NXP* kompanija, kuri k r *Phillips*. Kompanija mikrovaldikli pati negamina, o pardavin ja licencijas kitiems mikrovaldikli gamintojams, skaitant ir *Atmel*. Daugiausiai pagaminama ir parduodama 32 bit architekt ros ARM mikrovaldikli . Iš pradži jie buvo sukurti asmenini kompiuteri rinkai, ta iau x86 *IBM* architekt ros procesoriai labai paplito, tad buvo pereita prie sistem , reikalaujan i mažiau galios ir naudojan i mažiau energijos. Dabar *ARM* mikrovaldikliai ir mikroprocesoriai yra labiausiai paplit mobili j ir sumani j telefon rinkoje.[25]

ARM mikrovaldikli savyb s:

- konvejerio tipo mikrovaldikliai (*ARM7*: 3 etapai);
- *Von Neuman* tipo architekt ra (*ARM7*);
- *Harvardo* architekt ra (*ARM9*);
- 8/16/32 bit duomen tipai;
- paprasta konstrukcija, geras grei io/suvartojamos energijos santykis;
- 37 dali 32 bit sveikojo (angl. *integer*) tipo registrai (16 bit galimyb);
- kaip *RISC* tipo procesoriui instrukcij kiekis yra nemažas ir tai yra privalumas dirbant skirtingais r žimais;
- fiksuotos instrukcijos, kuri plotis 32 bitai, padeda lengvai iškoduoti ir vykdyti grandinin apdorojim ;
- miniati rinis r žimas (angl. *Thumb mode*) padidina kodo tank , taip sutaupydamas nuo 35 iki 40 procent atminties;

Darbo r žimai:

1. User (*usr*): prastas programos vykdymo r žimas.
2. FIQ (*fiq*): duomen perdavimo r žimas.
3. IRQ (*irq*): bendrojo naudojimo užklaustos pertraukimo r žimas.
4. Supervisor (*svc*): operacin s sistemos apsaugos r žimas.
5. Abort (*abrt*): duomen arba instrukcij pa mimo nutraukimo r žimas.
6. System (*sys*): Operacin s sistemos privilegijuoto vartotojo darbo r žimas.
7. Undefined (*und*): darbo r žimas, skirtas dirbti su neapibr žtomis instrukcijomis.

3.5.4. Mikrovaldiklio pasirinkimas

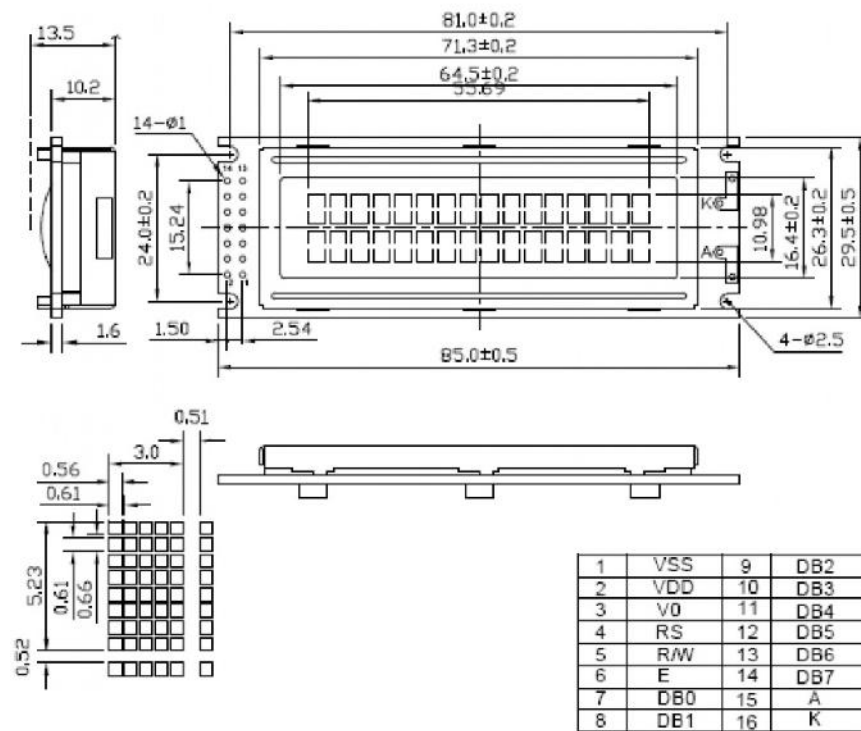
Šis pasi lytas prototipinis vidaus patalp elektros energijos keitiklis turi du mikrovaldiklius. Vienas iš j pagrindinis, kitas – elektros lizde. Renkantis mikrovaldikl didel tak tur jo jo kaina, programavimo kalba ir j našumas. Pagal šiuos parametrus buvo pasirinkti AVR šeimos mikrovaldikliai. Jie yra pig s, galima programuoti tiek assembleriu (angl. assembler), tiek aukšto lygio kalbomis, tokiomis kaip C, C++. Pagal elektros lizdo ir pagrindinio mikrovaldiklio algoritmus buvo išsiaiškinta, kokios jungtys bus naudojamos, kiek reik s analogini ir skaitmenini jim . Beje, nemažesn reikšm turi j vidin atmintis. Sud jus visus šiuos punktus buvo pasirinkta *ATmega328P-PU*. *Atmel* kompanija išskiria tokias *ATmega328P-PU* mikrovaldiklio savybes [26]:

- didelio našumo, mažos galios AVR 8 skil i mikrovaldiklis;
- 1024 bit *EEPROM* atmintis naudojama programos ar duomen išsaugojimui; dažniausiai naudojama duomen išsaugojimui, kuri negalima prarasti, jei dingt maitinimas;
- 2000 bit vidin *SRAM* atmintis, tai informacijos atmintis naudojama per programos vykdym . *RAM* atmintyje saugomi visi tarpiniai ar laikini duomenys programos vykdymo metu;
- dviej cikl daugiklis;
- 32 KB *FLASH* tipo program atmintis;
- penki energijos saugojimo r žimai: laisvas r žimas Idle, ADC Noise Reduction analoginio/skaitmeninio keitiklio triukšmo sumažinimo r žimas, “Power Save” energijos saugojimo, Power down energijos išjungimo ir Standby bud jimo;
- du 8 bit laikma i ir vienas 16 bit laikmatis;
- programuojamas darbo monitoriaus *Watchdog* laikmatis su atskiru osciliatoriumi;
- 23 vesties/išvesties linijos (angl. *Input/Output Lines*). Tai yra fizin s sajos, kurios suteikia galimyb prie mikrovaldiklio prijungtus išorinius renginius, juos kontroliuoti, gauti ir perduoti informacij ;
- darbin tampa nuo 1,8 iki 5,5V;
- esant 25°C temperat rai duomenys išsilaiko 100 met , o esant 85°C – 20 met ;
- programiškai kontroliuojamas operacijos dažnis.

3.6. Vaizduokliai

Norint nustatyti duomenis rankiniu arba nuotoliniu valdymu, yra b tina menu atvaizdavimo priemon . Reikalingi patikimi *LCD* ekran liai. Šiam tikslui pasiekti buvo pasirinkti *HD44780* 16x2

ekran liai (10 pav.). Tai skyst kristal (LCD) indikatorius su m lynu-oranžiniu ar raudonu pašvietimu. Jis turi dvi grafines eilutes, kuriuose telpa po 16 simboli (16x2). Šis grafinis ekran lis neturi vidinio mikroprocesoriaus, kuriame b t talpinamos vaizdo atk rimo komandos. Moduliui reikalingas 5V maitinimas [27].



10 pav. HD44780 16x2 LCD ekran lia matmenys ir iš jimai [27]

Kadangi šis grafinis ekran lis neturi vidinio mikroprocesoriaus, kuriame b t talpinamos vaizdo atk rimo komandos, tai atlieka pasirinkti mikrovaldikliai.

4. PROJEKTAVIMAS IR MODELIAVIMAS

4.1. Programin ranga

Atliekant projektavim ir modeliavim reikalingos keletas program . Kaip žinoma, šiais laikais program pasirinkimas yra gana platus, tad jas renkantis buvo keliami šie reikalavimai: kaina, programos naudojimosi paprastumas, funkcij kiekis ir universalumas.

Renkantis program plokš i maketavimui pagrindinis d mesys buvo kreipiamas elektros komponent bibliotek : jeigu ir tr kt kokio komponento, bus galimyb j susikurti pa iam. Nubraižyt schem programa turi gal ti konvertuoti plokšt s maket . Visus šiuos reikalavimus atitiko *Eagle 6.4.0*. Tai profesionali programa su pla ia elektros komponent biblioteka. Su ja galima braižyti schemas, projektuoti plokštes, kurti komponent bibliotekas, sudaryti 3D plokš i maketus. Tai tik pagrindin s šios programos galimyb s. Be to, ji suteikia 30 dien nemokam bandom j versij .

Programavimui pasirinkta *Arduino* programa. Joje programuojama C programavimo kalba. Joje yra sukurta daug vairi bibliotek , kurios palengvina programos rašym .

Algoritmas nubraižytas *Yenka* programa, kuri leidžia ne tik sukurti algoritmines schemas, bet ir jas išbandyti, o tai padeda sumažinti algoritmo klaid skai i ir padeda lengviau sivaizduoti š proces .

4.2. Valdymo plokšt s

Kai parinkti visi reikalingi komponentai, išsiaiškinti j veikimo principai bei pasirinktos programos, buvo sudaryta adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio elektrin schema (2,3 priedai). Pirmiausiai atkreipiamas d mesys 2 priedo schemas – tai pagrindin valdymo plokšt , kuri sudaro:

- 5 reliniai iš jimai AC-DC maitinimo blokams bei lizd tarpoms valdyti;
- 1 srov s daviklis;
- 1 lcd ekran lis;
- 1 bevielio perdavimo modulis;

Projektuojama valdymo schema iš ankš iau aptart komponent , kurios galutinis variantas pateikiamas 1 priede. Skai iavimai bus atliekami pagal funkcijas.

Visi indikaciniai šviesos diodai skai iuojami pagal t pa i formul . Šviesos diodo nominali srov $I_1 = 10\text{mA}$, o tampos kritimas $1,8 - 2\text{V}$ [15]. Kadangi šviesos diodai naudojami tik indikacijai, pakaks ir 3mA srov s. Taip sumažinamos elektros energijos s naudos ir mažiau apkraunamas mikrovaldiklis. Taigi RN2A,B,C ir RN4D,C skai iuojamos pagal formul :

$$R_{RN2A,B,C,RN4D,C} = \frac{(V_S - V_L)}{I_1} = \frac{5 - 1,8}{0,01} = 1k\Omega \quad [28] \quad (4.2.1.)$$

V_S – maitinimo tampa;

V_L – tampos kritimas ant šviesos diodo;

I_1 – šviesos diodo nominali srov .

Prie holo jutiklio ACS712T ELC30A prijungta varža R17, iš kurios signalas eina mikrovaldiklio analogin vesties prievad . Kadangi mikrovaldiklis esant srovei $I_4 = 0,2\text{mA}$ jau fiksuoja aukšt lyg [16], tai varžos R17 apskai iuojamos pagal formul [28]:

$$R_{13-16} = \frac{V_S}{I_4} = \frac{5}{0,0002} = 25k\Omega \quad (4.2.2.)$$

Reliniai iš jimai AC-DC keitikliams bei elektros lizdui susideda iš rel s *RAS-0515*, tranzistoriaus *BD243* ir greito suveikimo diodo *UF4003*. Relei reikalinga jungimo srov $I_8 = 72\text{mA}$ [17]. Pagal ši srov parinktas tranzistori *BD243*, kur galima apkrauti 0,1A srove. Kadangi jo stiprinimo koeficientas $h_{FE} = 30$, o tampos kritimas baz s – emiterio sand roje 2V [27], tai baz s varžos R5, R8, R9, R10 ir R11 apskai iuojamos pagal formul :

$$R_{5,8,9,10,11} = \frac{h_{FE}(V_S - V_L)}{I_T} = \frac{30 \cdot (5 - 2)}{0,072} = 1,2k\Omega \quad [28] \quad (4.2.3.)$$

h_{FE} – tranzistoriaus stiprinimo koeficientas,

I_T – srov kuria bus apkrautas tranzistorius.

Atvaizdavimo sistem sudaro LCD skyst j kristal ekran lis *HD44780*, tranzistorius *2N3704*, kurio stiprinimo koeficientas $h_{FE} = 100$, o tampos kritimas baz s – emiterio sand roje 0,5V [29], varža R9 apskai iuojama pagal formul :

$$R_9 = \frac{h_{FE}(V_S - V_L)}{I_T} = \frac{100 \cdot (5 - 0,5)}{0,02} = 22,5k\Omega \quad (4.2.4.)$$

Visi kiti nominalai nurodyti gamintoj technin je specifikacijoje. Elektros lizdo plokšt s bus sudarytos iš t pa i elektros komponent , tod l ir skai iavimai yra identiški.

5. PROTOTIPO SUDARYMAS IR PATIKRA

5.1. Adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio moduliai

Modernios elektroninės aparatūros gamyba yra ne sivaizduojama be spausdintini plokščių. renginio projektavimo metu gaminama vienetinė spausdintinė plokštė, ieškoma klaidų, tobulinama bei vėl gaminama iš naujo. Operatyviam schemos projektavimui šis procesas privalo būti atliktas greitai, tačiau prastai jis užtrunka 2-4 savaites dvipusiu plokštėms ir apie 1 savaitę vienpusiu. Be to, tai yra pakankamai brangu.

Gaminant spausdintines plokštes mažais kiekiais nepramoniniu būdu fotorezistinės pasižymi šiais privalumais: jomis lengva naudotis, turi didelį skiriamąjį gebėjimą, lengvai ryškinamos, nebrangios, atsparios rėžtims ir nereikalaujančios brangios gamybinės aparatūros. Plokštės pagaminimas šiuo būdu trunka 1-2 paras, tačiau reikia turėti tam tikrą rangą ir gūdžius. Dėl to buvo pasirinkta kita alternatyva: nupirkti atskiri moduliai ir sujungti vieną sistemą.

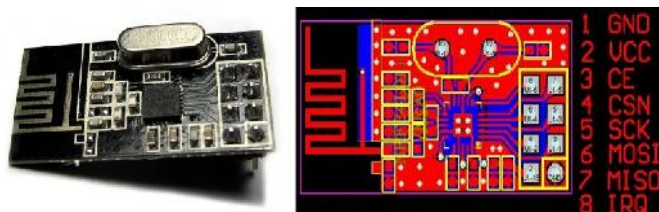
Pirmiausia buvo sigyti du Atmega 328P-PU moduliai (11 pav.).



11 pav. Atmega 328P-PU modulis

Juose integruota Atmega 328P-PU su išvestais prievadais. Taip pat yra nuosekliosios sąjos konverteris bei vesties programa. Taigi lieka tik prijungti likusius modulius.

Vilniau sigytas bevielio duomenų perdavimo NRF24L01 modulis (12 pav.).



12 pav. NRF24L01 bevielio duomenų perdavimo modulis

Šiame modulyje, kaip ir praeitame, sudėti visi reikalingi komponentai ir išvesti prievadais. Reikalingas tik per jimas prie Atmega 328P-PU modulio. Antena integruota ant plokštės, todėl jokių papildomų junginių nereikia.

Norint valdyti programą privaloma turėti ekraną su mygtukais, todėl buvo sigytas HD44780 16x2 LCD (13 pav.).



13 pav. HD44780 16x2 LCD modulis

Modulis pritaikytas 3328P-PU plokštei, todėl nereikia papildomai laidų norint juos prijungti prie mikrovaldiklio.

Valdymo sigytas ACS712T ELC 30 srovės holo jutiklis (14 pav.).



14 pav. ACS712T ELC 30 holo daviklio modulis

Jame taip pat yra visi reikalingi komponentai, todėl reikia prijungti maitinimą, apkrovą, ir signalas analoginiame išėjime veikia. Kitam holo jutikliui 49e modulyje rasti nepavyko, todėl teko visus komponentus sulituoti ant universalios spausdintinės plokštės.

Ir paskutiniai moduliai – tai jau minėti S-100F-5 5V 24A, RS-150-12 12V 12.5A ir RS-150-24 24V 6.5A AC-DC impulsiniai maitinimo blokai (15 pav.).

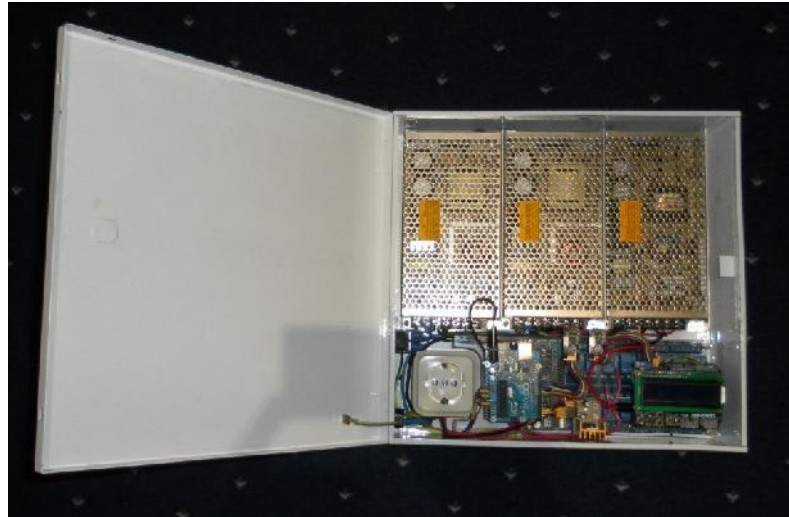


15 pav. S-100F-5 5V 24A, RS-150-12 12V 12.5A ir RS-150-24 24V 6.5A AC-DC maitinimo blokai

Tai pramoniniai maitinimo blokai, kurie turi patog tvirtinim bei yra aukšto naudingumo koeficiento.

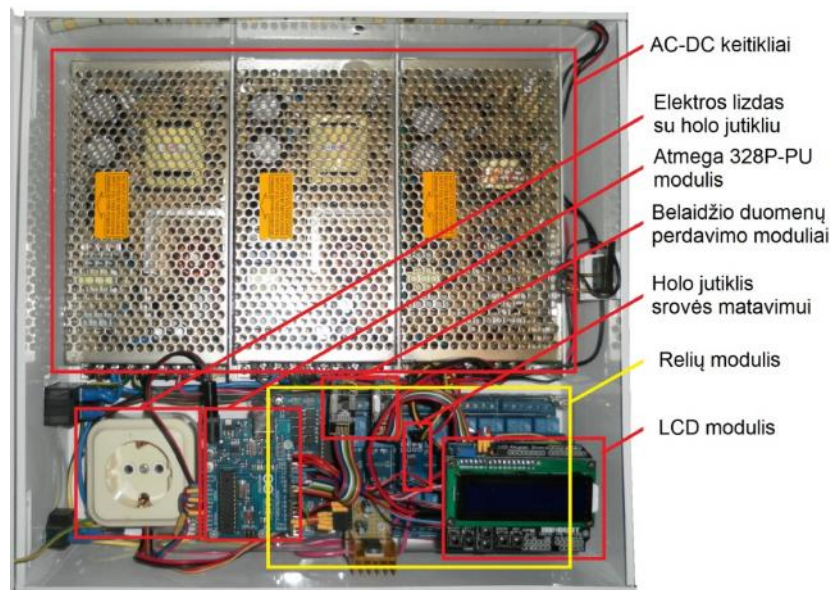
5.2. Sistemos tikrinimas

Tam, kad komponentai b t gerai matomi ir lengvai prieinami, visa sistema surinkta metalin d žut . Tai palengvins programavim bei paliks galimyb tolesniems tobulinimams (16 pav.).



16 pav. Adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis

D žut s išor je lieka tik kištukas maitinimui ir jungimo mygtukas. Visi moduliai surinkti pagal 2-3 prieduose esan ias elektrines schemas. Juos sujungus prad tas testavimas, o prieš tikrinant adaptyvuj vidaus patalp elektros energijos keitickl buvo sudaryta jo aiškinamoji schema (17 pav.). Prieš programuojant vis sistem nuspr sta išbandyti kiekvien modul atskirai.

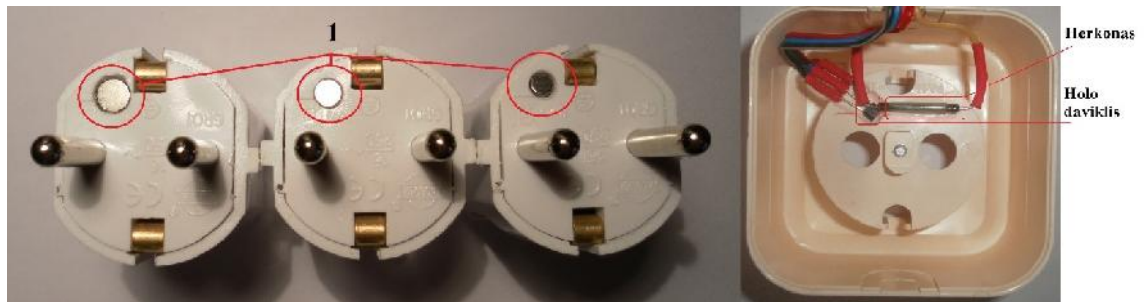


17 pav. Visos sistemos aiškinamoji schema

Pirmiausia išbandytas maitinimas. Prieš jungiant maitinimo lizd , pamatuota varža tarp mikrovaldiklio maitinimo poli , tokiu b du išvengiant trumpojo jungimo. Po patikros sistema jungiama 220V tinkl , o plokšt prijungiama prie 5V maitinimo lizdo. Užsidega indikacin lemput , kuri reiškia, jog maitinimas veikia.

V liau išbandyta programavimo jungtis ir mikrovaldiklis. Testavimo programa rašyta sklandžiai, o tai reiškia, jog mikrovaldiklis ir programavimo jungtis prijungti teisingai. Šioje programoje buvo nurodyta, kad testavimo lemput privalo sumirk ioti 5 kartus po 500ms. Programa pateikta 3 priede.

V liau išbandytas elektros lizde montuotas herkonas bei holo jutiklis, kurie bus naudojami prietaiso atpažinimui (18 pav.). kišus kištuk elektros lizd herkonas sujungia mikrovaldiklio maitinimo grandin ir j ima tek ti elektros srov . V liau mikrovaldiklis nuskaito holo daviklio duomenis ir juos perduoda pagrindiniam mikrovaldikliui.



18 pav. Elektros prietaiso atpažinimo sistema

Kadangi magnetinio lauko indukcijos j ga kei iasi artinant magnet prie holo jutiklio (kišant kištuk elektros lizd), mikrovaldiklis gali nuskaityti kelias reikšmes ir jungti netinkam tamp . Magnetinio lauko indukcijos j ga didžiausia, kai magnetas ar iausiai holo jutiklio, tad pirmiausia didžiausiam nuolatiniam magnetui priskirta aukš iausia tampa. Jei ir vykt žemesn s tampos jungimas, prietaiso tai nesudegint , jis tiesiog neveikt . Antr , vyksta programinis uždelsimas: patikrinta holo jutiklio reikšm pra jus 0.8s (tiek maždaug reikia kištukui kišti elektros lizd) dar kart tikrinama, ir, jei duomenys tie patys, jungiama atitinkama tampa. Uždelsimas praktiškai užtrukdavo 0.8-1.6s. Atlikus šiuos pakeitimu herkonas ir holo daviklis veik be sutrikim . Testavimo programa pateikta 4 priede.

Kadangi reliniai iš jimai turi indikacines lemputes, tad visus naudojamus tereik jo pajungti. Programa pateikta 5 priede.

Po to išbandytas bevielis duomen perdavimas. Iš elektros lizdo mikrovaldiklio buvo siun iamas duomen paketas pagrindiniam mikrovaldikliui. Jei jis gavo t paket atgal – elektros lizdo mikrovaldikliui atsiun ia patvirtinim (19 pav.). Programa pateikta 8 priede.

Laukia...	Pradedama ...
Duomenys gauti	Baigia siuntima
Pakartotinai issiusta.	Laikas: 2678038444
Duomenys gauti	Baigia siuntima
Pakartotinai issiusta.	Serveris neatsako!
Duomenys gauti	Baigia siuntima
Pakartotinai issiusta.	Laikas: 1012
Duomenys gauti	Baigia siuntima
Pakartotinai issiusta.	Laikas: 1524
Duomenys gauti	Baigia siuntima
Pakartotinai issiusta.	Laikas: 2027
Duomenys gauti	Baigia siuntima
Pakartotinai issiusta.	Laikas: 2027
Duomenys gauti	Baigia siuntima
Pakartotinai issiusta.	Laikas: 2028
Duomenys gauti	Baigia siuntima

19 pav. Duomen perdavimas

Toliau buvo tikrinamas ACS712T ELC 30 srov s holo jutiklis. Iš jo technin s specifikacijos žinoma, kad, kai srov lygi nuliui:

$$U_h = \frac{V_{CC}}{2} = \frac{5}{2} = 2.5 \quad [16] \quad (5.3.1.)$$

arba 512 analogin mikrovaldiklio reikšm , nes prie 5V yra 1024.

U_h – holo jutiklio tampa analoginiame iš jime.

V_{CC} – holo jutiklio maitinimo tampa.

Holo jutiklio jautrumas 66mV/A. Taigi esant 30A tur sime:

$$U_h = \frac{V_{CC}}{2} + 0.066 \cdot 30 = 2.5 + 1.98 = 4.48V$$

arba 917.504 analogin mikrovaldiklio reikšm .

Esant 30A, tur sime:

$$U_h = \frac{5}{2} - 0.066 \cdot 30 = 0.52V$$

arba 106.5 analogin mikrovaldiklio reikšm .

$$y_1 = 0$$

$$y_2 = 30$$

$$x_1 = 512$$

$$x_2 = 917$$

Iš ia gaunama:

$$\begin{cases} mx_1 + b = y_1 \\ \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = m \end{cases}$$

$$m = \frac{30}{917 - 512} = 0.074$$

$$b = y_1 - mx_1 = 0.074 \cdot 512 = -37.88$$

Analogin mikrovaldiklio reikšmės priklausomybė nuo srovės pateikta 20 pav.



20 pav. Analogin mikrovaldiklio reikšmės priklausomybė nuo srovės

Iš tada gauname, kad:

$$I_A = 0.074 \cdot (\text{analoginė reikšmė}) - 37.88$$

I_A – tai elektros lizdo apkrovos srovė.

Sudarius tiesinę funkciją buvo galima užprogramuoti mikrovaldiklio srovės matavimui. Jį išbandžius pastebėta 0.38A srovės paklaida (21 pav). Programa pateikta priede.



21 pav. Holo jutiklio srovės paklaida

Kadangi holo jutiklis maitinamas iš mikrovaldiklio grandin s, jame išmatuotas 0.05V tampos kritimas, d l kurio buvo pakeista pati formul :

$$b = y_1 - mx_1 = 0.074 \cdot 506.88 = -37.5$$

tada:

$$I = 0.074 \cdot (\text{analoginė reikšmė}) - 37.5$$

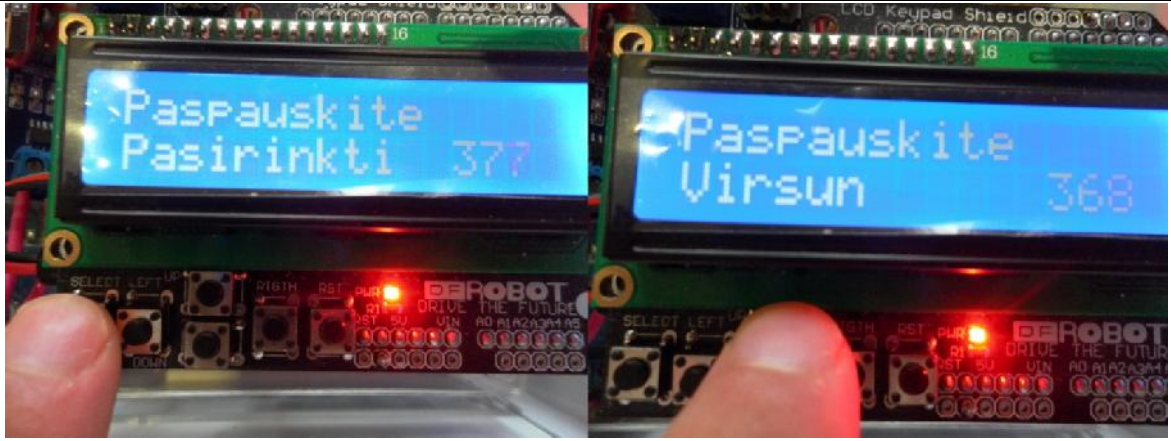
Taip pat pasteb ti duomen svyravimai, kurie buvo pataisyti programiškai: vienu metu atlikta 300 matavim bei išvestas srov s vidurkis. Juos atlikus matavimo paklaida sumaž jo iki 0.01A (22 pav).



22 pav. Holo jutiklio paklaida po pakeitim

Ši paklaida susidaro d l pa io holo jutiklio netikslum . Taigi galima sakyti, kad sistema veikia be sutrikim .

Paskutinis šios plokšt s komponentas – tai skyst j kristal ekran lis *HD44780* su mygtukais. Pabandymui parašyta programa, kuri ekran lyje pavaizduot paspausto mygtuko reikšm . Visi mygtukai prijungti prie pirmo analoginio jimo. Taigi uždarius grandin gaunama atitinkama reikšm , kuri priklauso nuo prie to mygtuko prijungtos varžos. Rezultatas pateiktas 23 paveiksle, o programos kodas – 10 priede.



23 pav. Skyst j kristal ekran lio testavimas

Atlikus atskir moduli tikrinim , pirmiausia buvo parašyta programa elektros lizdo mikrovaldikliui pagal jo algoritm (24 pav.). Visos programos kodas pateiktas 12 priede. 25 pav. matoma, jog programa suskirstyta 3 pagrindinius punktus: analoginio signalo nuskaitymas, duomen siuntimas bei pagrindin programa. Pagrindin je programoje vyksta duomen palyginimas su prieš tai priskirtomis reikšm mis bei jos nukreipimai likusius du punktus.

Kol n ra parašyta programa pagrindiniam mikrovaldikliui, ji buvo testuota pasitelkiant kompiuterio terminal ; papras iau tariant, duomenys yra išvedami kompiuterio ekran .

```

int read_adc()
{
  adc_in = analogRead(0);
  if (adc_in < 500) return Radijas;
  if (adc_in < 600) return Laukia;
  if (adc_in < 700) return Televizorius;
  if (adc_in > 750) return Kompiuteris;
  return Laukia; // jei nei vienas netiko...
}

int siuntimas()
{
  int gauti;
  int RHoloJutiklis = analogRead(A0);
  Serial.println(RHoloJutiklis);

  Mirf.setTADDR((byte *)"serv1");
  Mirf.send((byte *)&RHoloJutiklis);
  while(Mirf.isSending())
  {
    Serial.println("Siuncia...");
  }
  Serial.println("Baigia siuntima");
  delay(10);
  while(!Mirf.dataReady())
  {
    Serial.println("Gauna duomenis...");
  }
  Mirf.getData((byte *) &gauti);
  Serial.print("Analogas: ");
  Serial.println(RHoloJutiklis);
  delay(1);
}

void loop()
{
  int skirtumas;
  adc = read_adc();
  skirtumas = gauti - adc;
  Serial.println(skirtumas);
  if (skirtumas < 0)
  {
    switch (adc)
    {
      case Radijas:
      {
        Serial.println("Radijas");
        siuntimas();
        break;
      }
      case Televizorius:
      {
        Serial.println("Televizorius");
        siuntimas();
        break;
      }
      case Kompiuteris:
      {
        Serial.println("Kompiuteris");
        siuntimas();
        break;
      }
      case Laukia:
      {
        Serial.println("Laukia");
        break;
      }
    }
    delay(1);
  }
  delay(1);
}
    
```

Analoginio signalo
nuskaitymas

Skaityti : $x \leftarrow a_lėjimas$

Siuntimas

Siųsti

Tikrinimas bei reikšmių priskyrimas
(pagrindinė programa)

$x = 41 ?$

$x = 20 ?$

$x = 10 ?$

Skaityti : $x \leftarrow a_lėjimas$

$x \neq 20 ?$

24 pav. Programa elektros lizdo mikrovaldikliui

V liau buvo parašyta programa pagrindiniam mikrovaldikliui (26 pav.).

```

void loop()
{
    unsigned long time = millis()/1000;
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(time);
    lcd.setCursor(15,1);
    lcd.print("s");
    int gauti;
    int geras;
    float average = 0;
    for(int i = 0; i < 300; i++) {
        int HoloJutiklis = analogRead(A0);
        average = average + (0.074 * (HoloJutiklis) - 37.5) / 300;
        delay(1);
    }
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(average);
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("A");
    if (average < 0.1)
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Laukia ");

        digitalWrite(R4, HIGH);
        digitalWrite(R5, HIGH);
        digitalWrite(R6, HIGH);
        digitalWrite(R8, HIGH);
    }
    else if (time < 0.5)
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Laukia ");

        digitalWrite(R4, HIGH);
        digitalWrite(R5, HIGH);
        digitalWrite(R6, HIGH);
        digitalWrite(R8, HIGH);
    }
}

byte data[Mirf.payload];
if(!Mirf.isSending() && Mirf.dataReady())
{
    Serial.println("Duomenys gauti");
    Mirf.getData(byte *) &gauti;
    Serial.print("Analogas: "); Serial.println(gauti);
    lcd.setCursor(13,0);
    lcd.print(gauti);
    if (gauti < 500)
    {
        if (average > 0.1)
        {
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Radijas ");
            digitalWrite(R4, HIGH);
            digitalWrite(R5, HIGH);
            digitalWrite(R6, HIGH);
            digitalWrite(R8, HIGH);
        }
    }
    else if (gauti < 700)
    {
        if (gauti > 600)
        {
            delay(500);
            if (gauti < 700)
            {
                if (average > 0.1)
                {
                    lcd.setCursor(0,0);
                    lcd.print("Televizorius");
                    digitalWrite(R6, HIGH);
                    digitalWrite(R5, LOW);
                    digitalWrite(R8, HIGH);
                    delay(100);
                    digitalWrite(R4, LOW);
                }
            }
        }
    }
    else if (gauti > 750)
    {
        digitalWrite(R8, LOW);
        delay(300);
        if (average > 0.1)
        {
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Kompiuteris ");
            digitalWrite(R4, HIGH);
            digitalWrite(R5, LOW);
            delay(100);
            digitalWrite(R6, LOW);
        }
    }
    Mirf.getData(data);
    Mirf.setTADDR((byte *)"clie1");
    Mirf.send(data);
    Serial.println("Pakartotinai issiusta."); } }
    
```

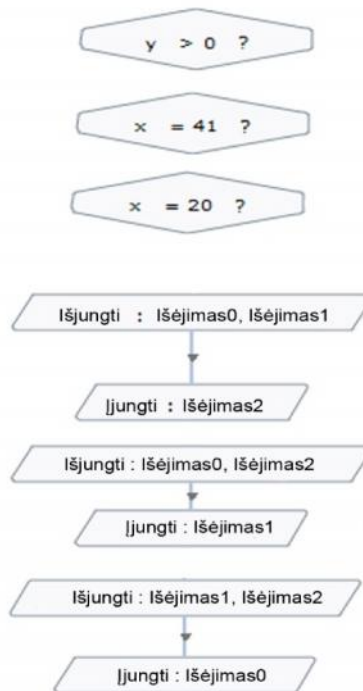
Srovės holo jutiklio nuskaitymas
 bei konvertavimas į Amperus

Skaiyti: $y \leftarrow a_lėjimas1$

Duomenų priėmimas



Gautų duomenų lyginimas
 bei įtampų paskirstymas



25 pav. Programa pagrindiniam mikrovaldikliui

Pagrindinio mikrovaldiklio programa susideda iš 3 pagrindinių punktų :

1. Holo jutiklio duomenų nuskaitymas bei konvertavimas Amperais;
2. Duomenų priėmimas iš elektros lizdo mikrovaldiklio ir gautų duomenų lyginimas;
3. Tampų paskirstymas.

Šiuo atveju visi trys punktai yra pagrindinėje programos kilpoje. Kaip ir tikėtasi, adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis veikia be sutrikimų. Vadinasi, abu algoritmai sudaryti gerai. Budėjimo režime adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis naudoja 4.5W elektros energijos. Per metus tai sudarytų 39.42kWh.

Iš visų gautų duomenų galime spręsti, kad, diegus tokią sistemą namuose, būtų galima atsisakyti AC-DC keitiklių elektros prietaisuose. Tai teoriškai turėtų sumažinti jų kainas ir išmetamą elektronikos atliekų kiekį. Tačiau tokia sistema reikalauja didžiulių infrastruktūros pakeitimų elektros prietaisų gamyboje. Pirmiausia turėtų būti standartizuoti elektros kištukų kodai. Vėliau iš elektros prietaisų išimami AC-DC keitikliai. Tada vartotojai savo namuose turėtų instaliuoti adaptyvų vidaus patalp elektros energijos keitiklį. Prototipas kainavo apie 1000Lt, o realus modelis galėtų kainuoti 10 kartų daugiau. Tad ne kiekviena šeima galėtų sau leisti sidiegti tokią sistemą namuose. Žinoma būtų galima pardavinėti 2 rūšių elektros prietaisus: su AC-DC keitikliais ir be jų. Kainų skirtumas skatintų tokią sistemą sidiegti savo namuose.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Atlikta adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio valdymo sistem analiz mokslin s literat ros šaltiniuose ir pasirinktos funkcijos, kurios panaudotos kuriamo adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitikliui.
2. Pagal pasirinktas funkcijas sukurtas adaptyvaus vidaus patalp elektros energijos keitiklio veikimo grafinis algoritmas.
3. Pagal algoritm buvo pasirinkti elektros komponentai. Atlikta j apžvalga ir pateiktos technin s specifikacijos ir veikimo principai.
4. Žinant visas technines specifikacijas bei veikimo principus iš pasirinkt komponent suprojektuota adaptyvaus elektros energijos keitiklio elektrin schema. Apskai iuoti varž nominalai, tranzistoriai bei tampos stabilizatoriai.
5. Pagal elektrin schem pagamintas adaptyvusis vidaus patalp elektros energijos keitiklis. Parašytos testavimo programos kiekvienam jo moduliui. Naudojantis algoritmo bei testavimo programomis suprogramuoti elektros lizdo ir pagrindinis mikrovaldikliai. Buvo testuotos sistemos funkcijos. Sistema veikia be sutrikim . Tai reiškia, kad algoritmas sudarytas teisingai. Ta iau d l magnetin s indukcijos pakitim kištuko kišimo elektros lizd metu, atsiranda 0.8-1.6s delsa, iki kol jungiama atitinkama tampa. Norint išvengti šios delsos reik t tobulinti ši atpažinimo sistem arba j keisti.

Ateityje bus tiriama sistemos atsiperkamumas ir diegimo galimyb s. Taip pat bandomi kiti duomen perdavimo b dai.

TERMIN ŽODYN LIS

A

Algoritmas (angl. *Algorithm*) - baigtin seka aiškiai suformuluot nurodym , kuriuos reikia atlikti tam tikram uždaviniui išspr sti (tikslui pasiekti).

Automatikos reenginys – vair s elektroniniai prietaisai, reginiai, skirti proces automatizacijai.

AC-DC keitiklis (angl. *AlternateCurrent - DirectCurrent*) – reenginys, kuris kintam elektros srov kei ia nuolatin .

B

Blokin schema – grafinis algoritm vaizdavimo b das, kai atskiros operacijos vaizduojamos vairiais blokais, o operacij vykdymo eiliškumas nurodomas ryšiais tarp blok .

F

J

Jutiklis (angl. *sensor*) – taisas, jau iantis temperat r , sl g , judes , švies , magnetin lauk arba kur nors kit poveik ir apie tai pranešantis elektriniu signalu.

K

Kondensatorius – dviej laidinink , vadinam elektrodais, sistema, kuri turi savyb kaupiti energij tarp t elektrod sukurtame elektriniame

L

Laidininkas – medžiaga, turinti laisv j elektring j daleli , arba kr vinink . Veikiamos elektrinio lauko, jos gali laisvai jud ti laidinink viduje.

LCD ekranas (angl. *Liquid Crystal Display*) – skyst j kristal vaizduoklis yra plonas, lygus monitorius, sudarytas iš daugyb s spalvot arba vienspalvi tašk , išd styt prieš šviesos šaltin .

M

Mikroschema – tai elektrin s schemas element nedaloma visuma, kurios elementai (tiek aktyv s, tiek pasyv s) yra tarpusavyje sujungti laidumo takeliais daugiau ar mažiau sud ting

elektrinė schem .

Mikrovaldiklis (angl. *microcontroller*) –tai elektrinė schemos elementų nedaloma visuma, kurios elementai (tiek aktyvūs, tiek pasyvi) yra tarpusavyje sujungti laidumo takeliais daugiau ar mažiau sudėtinga elektrinė schem .

Modelis (angl. *model*) – modelis yra aiški (detali) išraiška, kuria kažkas apibūdina savo supratimą apie sistemą ar situaciją (ISO/ANSI, 1994:11).

O

Optronas – prietaisas, naudojantis trumpu optiniu kanalu, perduoti signalui tarp šaltinio ir imtuvo, esančių tame pačiame prietaise. Optrono imtuvo ir šaltinio grandinės yra elektriškai viena nuo kitos izoliuotos: elektrinis signalas verčiamas optiniu, perduodamas ir tada verčiamas atgal iš optinio elektrinio. Priklausomai nuo sandaros yra keturios optronų rūšys: varžinis, diodinis, tiristorinis ir tranzistorinis.

P

Potenciometras – keičiamos varžos prietaisas, turintis tris išvadus (du fiksuotus ir tarp jų slankiojant perkeliama).

Programinis kodas (angl. *Source code*) - ženklų sistema, naudojama programai kompiuterine kalba užrašyti, arba ją užrašyta programa.

Programinė ranga (angl. *software*) – informacijos apdorojimo sistemos programos, procedūros, taisyklių visuma arba tos visumos dalis kartu su atitinkama dokumentacija.

R

Relė (angl. *relay*) – yra reikšmės, kuris yra skirtas stipriai elektros srovei jungti ir išjungti.

T

Tranzistorius (angl. *transistor*) – puslaidininkinis taisyklės, paprastai naudojamas elektroniniams signalams sustiprinti ar nukreipti.

V

Virštampis (angl. *surge*) – tai tampa, kurios pirminė reikšmė pasiekia atitinkamą didžiausios darbinės tampo.

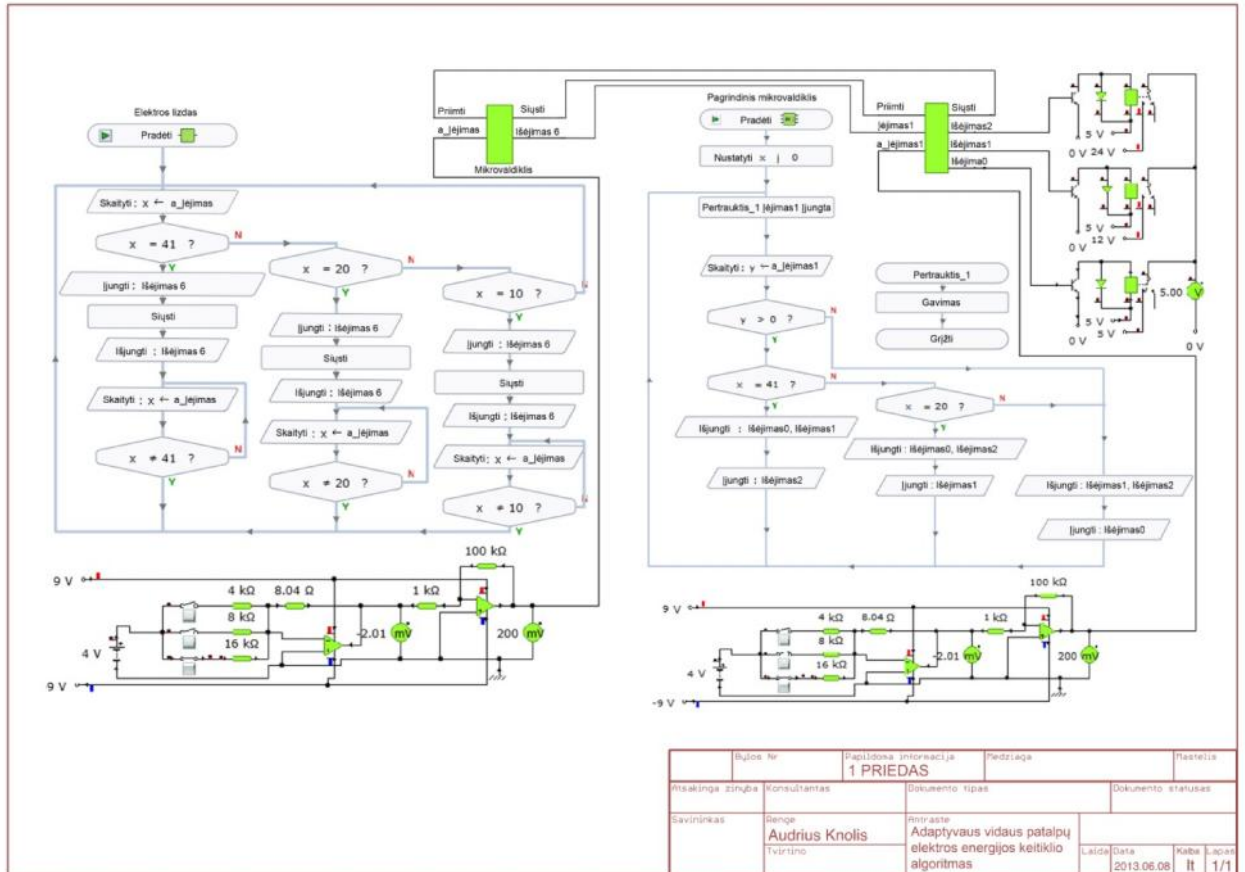
LITERAT RA

1. Chan M., Campo E., Esteve D., Fourniols J. *Smart homes – current features and future perspectives*. Maturitas, Nr. 64 (2), 2009, 90–97p.
2. Hamed Morsali, Seyed Mohammad, Kamyar Ardekani, Hossein Khayami, Alireza Fereidunian, Mona Ghassemiam, Hamid Lesani. *Smart Plugs for Building Energy Management systems*. Smart Grids (ICSG), 2012, 1-5p.
3. L. Kaklauskas. *Kompiuteri tinklai*. Vš Šiauli universiteto 1-ia, Šiauliai, 2003, 236 psl.
4. D. Janickien . *Informatika*, VDU, Kaunas, 2001, 263-282 psl.
5. O. Bar kut ir kt. *Ekonomi informatika*, Vadov lis, Aldorija, Vilnius, 1999, 159-179 psl.
6. Ahmad Usman, Sajjad Haider Shami. *Evoluition of Communication Technologies for Smart Grid aplications*. Volume 19, March 2013, Pages 191–199.
7. Dexing Zhong, Minist. of Educ. Key Lab., Xi"an Jiaotong Univ., Xi"an, China Wei Ji, Yongli Liu, Jiuqiang Han, Shengbin Li. *An improved routing algorithm of Zigbee wireless sensor network for smart home system*. Automation, Robotics and Applications (ICARA), 2011, 1-5p.
8. Niu Dou, Yang Mei, Zhao Yanjuan, Zhang Yan. *The networking technology within Smart Home system --ZigBee Technology*. Computer Science-Technology, 2009, 1-5p.
9. Anuroop Gaddam, Subhas Chandra Mukhopadhyay, Gourab Sen Gupta . *Trial & Experimentation Of A Smart Home Monitoring System For Elderlyy*. Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2011, 1-6p.
10. Debraj Basu, Giovanni Moretti, Gourab Sen Gupta, Stephen Marsland. *Wireless Sensor Network Based Smart Home: Sensor Selection, Deployment and Monitoring*. Sensors Applications Symposium (SAS), 2013, 1-6p.
11. Chao Chen and Carlos Pomalaza-Ráez. *Design and Evaluation of a Wireless Body SensorSystem for Smart Home Health Monitoring*. Global Telecommunications Conference, 2009. 1-6p.
12. Joe Dowling and Manos M. Tentzeris. *“Smart House” and “Smart-Energy” Applications of Low-Power RFID-based Wireless Sensors*. Microwave Conference, 2009, 1-4p.
13. Noriyuki Kimura, Toshimitsu Morizane and Hideki Omori . *Power management unit for dc feeder in house (dc smart house)*. Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), 2012, 1-5.
14. Fuan Li, Xiaobing Luo, Xingguo Cheng , Sheng Liu. *Impact of the Winding Area of Enameled Wire on Packaging Performanceof a Closed Loop Hall Effect Current Sensor*. Electronic Components and Technology Conference (ECTC), 2012, 1-5.

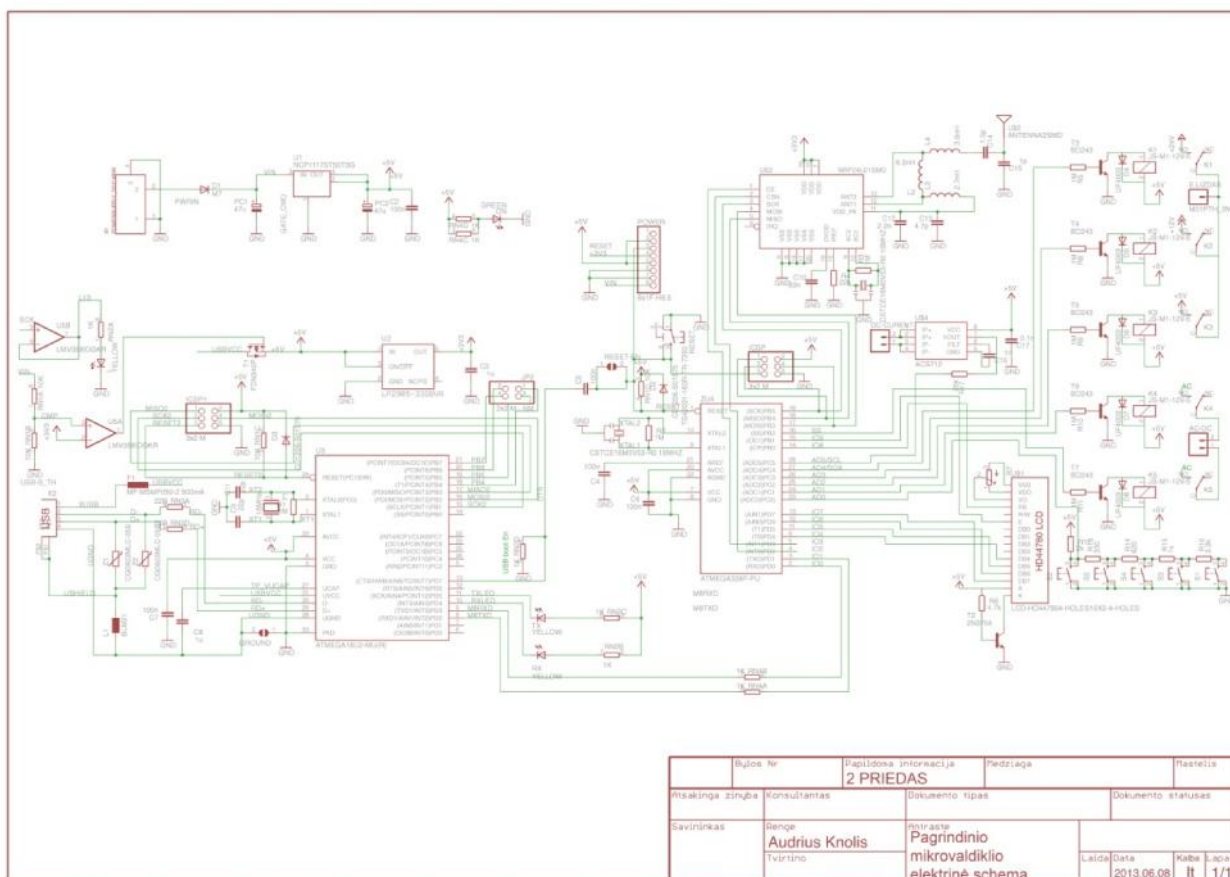
15. Kompanija *SEC* [interaktyvus]. SS49e holo efekto jutiklio techninė specifikacija [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <
http://dscl.lcsr.jhu.edu/main/images/3/31/SS49e_Hall_Sensor_Datasheet.pdf>.
16. Kompanija *Alegro* [interaktyvus]. ACS712T ELC30A holo efekto jutiklio techninė specifikacija [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <
<https://www.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/0712.pdf>>.
17. Kompanija *MeanWell* [interaktyvus]. RS-150-12 RS-150-24 AC-DC maitinimo bloko techninė specifikacija [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <
<http://www.meanwell.com/search/RS-150/RS-150-spec.pdf>>.
18. Kompanija *MeanWell* [interaktyvus]. S-100F-5 AC-DC maitinimo bloko techninė specifikacija [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <
<http://www.meanwell.com/search/S-100F/S-100F-spec.pdf>>.
19. Kompanija *Sun Hold* [interaktyvus]. RAS-0515 relės techninis aprašymas [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <<http://www.sigma-shop.com/information/Relay/RAS.pdf>>.
20. Kompanija *Atmel* [interaktyvus]. ATmega16 mikrovaldiklio techninis aprašymas [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf>.
21. Kompanija *Fairchild Semiconductor* [interaktyvus]. UF4007 greito suveikimo diodo techninis aprašymas [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <
<http://www.fairchildsemi.com/ds/UF/UF4004.pdf>>.
22. Kompanija *Nordic Semiconductor* [interaktyvus]. NRF24L01 bevielio perdavimo sistemos modulio techninis aprašymas [žiūrėti 2013m. vasario 20 d.]. Prieiga per internetą : <
https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Pluss_Preliminary_Product_Specification_v1.0.pdf>.
23. Kompanija *Microchip Technology* [interaktyvus]. PIC16F84A mikrovaldiklio techninis aprašymas [žiūrėti 2013m. vasario 23 d.]. Prieiga per internetą : <
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/35007b.pdf>>.
24. Kompanija *Atmel* [interaktyvus]. Atmega šeimos mikrovaldiklių aprašymas [žiūrėti 2013m. vasario 23 d.]. Prieiga per internetą : <
<http://www.atmel.com/default.aspx>>.
25. Kompanija *ARM* [interaktyvus]. ARM šeimos mikroprocesorių aprašymas [žiūrėti 2013m. vasario 23 d.]. Prieiga per internetą : <
<http://www.arm.com/products/processors/instruction-set-architectures/index.php>>

26. Kompanija *Atmel* [interaktyvus]. *ATmega328P-PU* mikrovaldiklio techninis aprašymas [ži r ta 2013m. vasario 23 d.]. Prieiga per internet : <
<http://www.atmel.com/Images/8161s.pdf> >
27. Kompanija *Hitachi* [interaktyvus]. HD44780 16x2 LCD modulio techninis aprašymas [ži r ta 2011m. vasario 23 d.]. Prieiga per internet :
<<http://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf>>.
28. Lašas A., Bartkevi ius V., Jasinevi ien G., Šturna R. *Pramonin elektronika*. Vilnius: Mokslas, 1988.

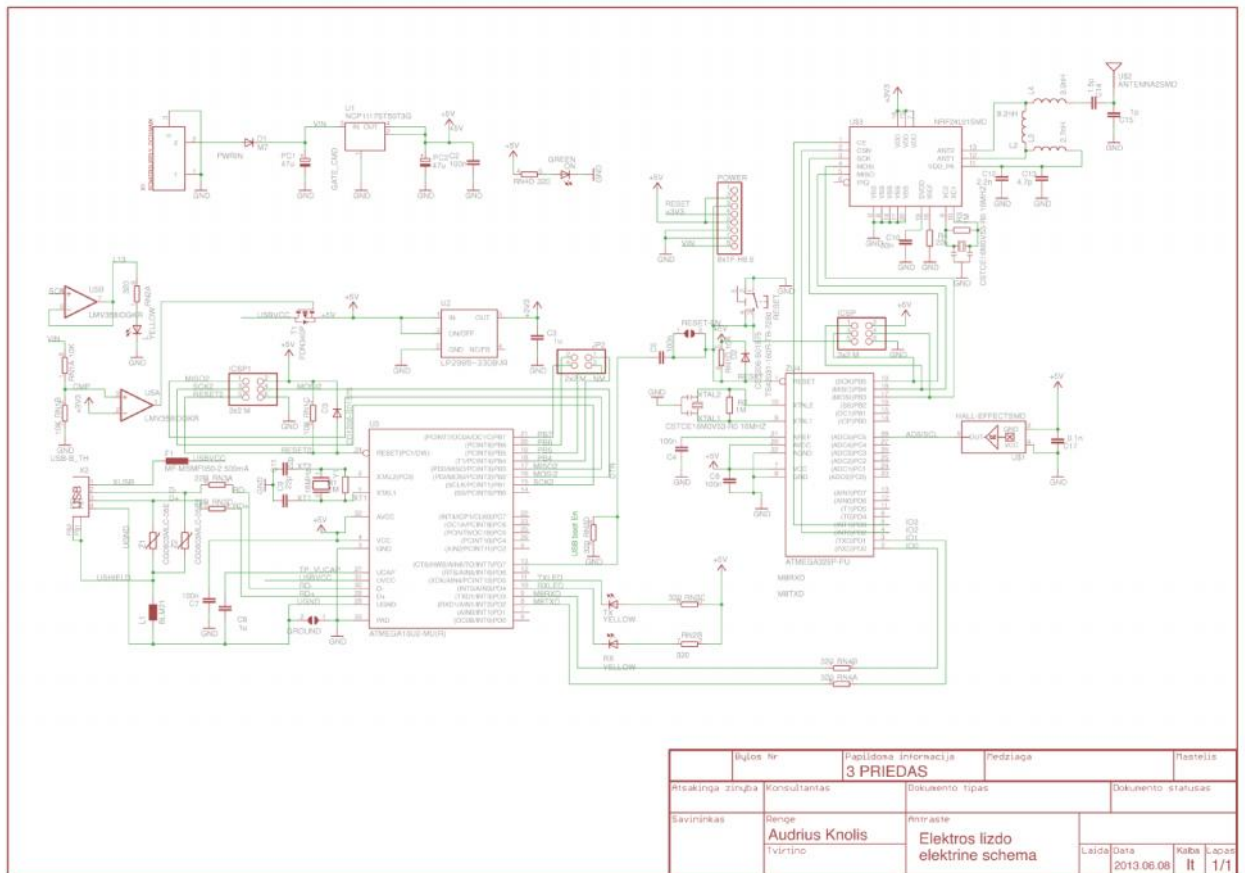
1 PRIEDAS



2 PRIEDAS



3 PRIEDAS



4 PRIEDAS

Mikrovaldiklio testavimo programa. Šioje programoje *Amega 328P-PU* modulyje šviesos diodas sumirksi 5 kartus 0,5s intervalu, palaukia 10s ir v 1 sumirksi 5 kartus.

```
/*
 Mikrovaldiklio testavimo programa

// 13 išvestis yra prijungta prie šviesos diodo
// priskiriame vard
int led = 13;

void setup() {
 // inicijuojame prievad kaip iš jį
 pinMode(led, OUTPUT);
}

// pagrindin programos kilpa:
void loop()
{

for (int sk = 1; sk <= 5; sk++)
{
digitalWrite(led, HIGH); // jungia šviesos diod
delay(500); // palaukti 0.5s
digitalWrite(led, LOW); // išjungia šviesos diod
delay(500); // palaukti 0.5s
}
delay(10000); // palaukti 10s
}
}
```

5 PRIEDAS

Elektros lizdo holo daviklio testavimo programa. Šioje programoje mikrovaldiklis nuskaityto magnetinio lauko indukcij analoginiame jime bei j pateikia kompiuterio ekrane.

```
/*  
 Analoginio signalo testavimo programa  
*/  
  
void setup() {  
  // inicijuoja nuosekalia komunikacija prie 9600 bit per sekund :  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
// pagrindin programos kilpa:  
void loop() {  
  // nuskaityto analogin jim :  
  int rozetesHoloJutiklis = analogRead(A0);  
  // pateikia nuskaityt reikšm :  
  Serial.println(rozetesHoloJutiklis);  
  delay(1); // uždelsimas d l stabilumo  
}
```

6 PRIEDAS

Reli testavimo programa. Joje mikrovaldiklis jungia 5 reles, palaukia 1s ir jas išjungia.

```
/*
  Reli testavimo programa
*/

// Prievadams priskiria vardus:

int rel1 = A1;
int rel2 = A2;
int rel3 = A3;
int rel4 = A4;
int rel5 = 10;

void setup() {
  // inicijuoja prievadus kaip skaitmeninius iš jimus.
  pinMode(rel1, OUTPUT);
  pinMode(rel2, OUTPUT);
  pinMode(rel3, OUTPUT);
  pinMode(rel4, OUTPUT);
  pinMode(rel5, OUTPUT);
}

// pagrindin programos kilpa:
void loop() {
  digitalWrite(rel1, HIGH); // jungia rel
  digitalWrite(rel2, HIGH); // jungia rel
  digitalWrite(rel3, HIGH); // jungia rel
  digitalWrite(rel4, HIGH); // jungia rel
  digitalWrite(rel5, HIGH); // jungia rel
  delay(1000); // Palaukia 1s
  digitalWrite(rel1, LOW); // Išjungia rel
  digitalWrite(rel2, LOW); // Išjungia rel
  digitalWrite(rel3, LOW); // Išjungia rel
  digitalWrite(rel4, LOW); // Išjungia rel
  digitalWrite(rel5, LOW); // Išjungia rel
  delay(1000); // Palaukia 1s
}
```

7 PRIEDAS

Wireles duomen perdavimas susidea iš 2 moduli : pagrindinio ir šalutinio. Pagrindinis modulis gauna duomenis ir juos išsiun ia atgal. Šalutinis siun ia duomenis ir juos priima. Šioje programoje išbandytas duomen persiuntimas.

```
/**
 * Belaidžio duomen perdavimo testavimo programa
 * Šalutinis modulis
 *
 * Prievadai:
 * SPI:
 * MISO -> 12
 * MOSI -> 11
 * SCK -> 13
 *
 * Kei iami:
 * CE -> 8
 * CSN -> 7
 *
 */
#include <SPI.h>
#include <Mirf.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <MirfHardwareSpiDriver.h>
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  /*
   * Nustatome CE ir CSN prievadus:
   */
  Mirf.spi = &MirfHardwareSpi;
  Mirf.cePin = 2;
  Mirf.csnPin = 3 ;
  Mirf.init();
  /*
   * Nustatome pri mimo adres .
   */
  Mirf.setRADDR((byte *)"cliel");
  /*
   * Nustatome duomen apimt .
   */
  Mirf.payload = sizeof(unsigned long);
  /*
   * Pradedama programa.
   */
  Mirf.config();
  Serial.println("Pradedama ... ");
}
// pagrindin programos kilpa:
void loop()
{
  unsigned long time = millis();
  Mirf.setTADDR((byte *)"serv1");
  Mirf.send((byte *)&time);
  while(Mirf.isSending())
  {
```

```
Serial.println("Baigia siuntima");
delay(10);
while(!Mirf.dataReady())
{
  //Serial.println("Laukia");
  if ( ( millis() - time ) > 1000 )
  {
    Serial.println("Serveris neatsako!");
    return;
  }
}
Mirf.getData((byte *) &time);
Serial.print("Laikas: "); Serial.println((millis() - time));
delay(1000);
}
```

Pagrindinio mikrovaldiklio bevielio duomen perdavimo programa.

```
/**
 * Belaidžio duomen perdavimo testavimo programa
 * Šalutinis modulis
 *
 * Prievadai:
 * SPI:
 * MISO -> 12
 * MOSI -> 11
 * SCK -> 13
 *
 * Kei iami:
 * CE -> 8
 * CSN -> 7
 */
#include <SPI.h>
#include <Mirf.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <MirfHardwareSpiDriver.h>

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  /*
   * Nustatome CE ir CSN prievadus:
   */
  Mirf.spi = &MirfHardwareSpi;
  Mirf.cePin = 2;
  Mirf.csnPin = 3 ;
  Mirf.init();
  /*
   * Nustatome pri mimo adres .
   */
  Mirf.setRADDR((byte *)"serv1");
  /*
   * Nustatome duomen apimt .
   */
  Mirf.payload = sizeof(unsigned long);
  /*
   Pradedama programa.
   */
  Mirf.config();

  Serial.println("Laukia...");
}
// pagrindin programos kilpa:
void loop()
{
  /*
   * Buferis saugoti duomenims.
   */
  byte data[Mirf.payload];
```

```
/*
 * Jei duomenys buvo gauti, tada:
 */

if(!Mirf.isSending() && Mirf.dataReady()){ Serial.println("Duomenys
gauti");

/*
 * Iš buferio paimame duomenis.
 */

Mirf.getData(data);

/*
 * Nustatome siuntimo adres .
 */

Mirf.setTADDR((byte *)"cliel");

/*
 * Siun iame atgal duomenis.
 */

Mirf.send(data);

/*
 * Palaukiam kol duomenys yra išsi sti.
 */

Serial.println("Pakartotinai issiusta."); } }
```

Holo jutiklio srov s matavimui testavimo programa. Šioje programoje nuskaitoma analogin holo jutiklio reikšm ir konvertuojama srov .

```
/*
  Holo jutiklio srov s matavimui testavimo programa
*/
#include <LiquidCrystal.h>
// pasirenkame lcd  jimus
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
void setup() {
  // inicijuoja nuoseklia kumunikacija prie 9600 bit  per sekund :
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);    // jungiame bibliotek
}

// pagrindin  programos kilpa:

void loop() {
  // nuskaito analogin  jimus :
  float average = 0;
  for(int i = 0; i < 300; i++) {
    int HoloJutiklis = analogRead(A0);
    average = average + (0.074 * (HoloJutiklis) - 37.5) / 300;
    delay(1);
  }
  // pateikia nuskaityt  reikšm  :
  lcd.setCursor(0,0);          //nustatome kursori
  lcd.print("Srove");         // išvedame  ekran l  užraš  "Srove"
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(average);
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print("A");
  Serial.println(average);
  delay(1);                    // uždelsimas d l stabilumo
}
```

Skist j kristal ekran lio bei mygtuk testavimo programa. Šioje programoje priklausomai kuris mygtukas yra paspaustas ekran l išvedama jo pavadinimas.

```
#include <LiquidCrystal.h>
/*
 * Skyst j kristal ekran lio bei mygtuk testavimo programa
 */

// pasirenkame lcd jimus
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

// Priskiriame mygtukams reikšmes
int lcd_key = 0;
int adc_key_in = 0;
#define btnRIGHT 0
#define btnUP 1
#define btnDOWN 2
#define btnLEFT 3
#define btnSELECT 4
#define btnNONE 5

// nuskaitome mygtuk reikšmes
int read_LCD_buttons()
{
  adc_key_in = analogRead(0);
  if (adc_key_in > 1000) return btnNONE;
  if (adc_key_in < 50) return btnRIGHT;
  if (adc_key_in < 195) return btnUP;
  if (adc_key_in < 380) return btnDOWN;
  if (adc_key_in < 555) return btnLEFT;
  if (adc_key_in < 790) return btnSELECT;
  return btnNONE; // jei nei vienas netiko...
}

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); // jungiame bibliotek
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Paspauskite"); // parašome LCD ekran lyje
}
// pagrindin programos kilpa:
void loop()
{
  lcd.setCursor(12,1); // kursori perkeliame sekan i
  //eilut "1" ir 9 langelius vietas
  lcd.print(millis()/1000); // rodo laik nuo kada jungtas LCD

  lcd.setCursor(0,1);
  lcd_key = read_LCD_buttons(); // nuskaito mygtukus

  switch (lcd_key) // priklausomai kuris mygtukas buvo
```

```
{
  case btnRIGHT:
  {
    lcd.print("Desne      ");
    break;
  }
  case btnLEFT:
  {
    lcd.print("Kaire      ");
    break;
  }
  case btnUP:
  {
    lcd.print("Virsun     ");
    break;
  }
  case btnDOWN:
  {
    lcd.print("Apacion    ");
    break;
  }
  case btnSELECT:
  {
    lcd.print("Pasirinkti");
    break;
  }
  case btnNONE:
  {
    lcd.print("Nieko      ");
    break;
  }
}
}
```

Pagrindinio mikrovaldiklio programa. Tai visa program su duomen pri mimu, ju apdorojimu, srov s matavimu, duomen išvedimu skyst j kristal ekran l bei tamp paskirstymu.

```
/**
 * Pagrindinio mikrovaldiklio programa
 *
 * Prievadai:
 * SPI:
 * MISO -> 12
 * MOSI -> 11
 * SCK -> 13
 *
 * Kei iami:
 * CE -> 8
 * CSN -> 7
 *
 */
#include <SPI.h>
#include <Mirf.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <MirfHardwareSpiDriver.h>
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

int lcd_key      = 0;
int adc_key_in   = 0;
#define btnRIGHT 0
#define btnUP    1
#define btnDOWN  2
#define btnLEFT  3
#define btnSELECT 4
#define btnNONE  5

int R4 = A1;
int R5 = A2;
int R6 = A3;
int R8 = A4;

int read_LCD_buttons()
{
  adc_key_in = analogRead(0);
  if (adc_key_in > 1000) return btnNONE;
  if (adc_key_in < 50)   return btnRIGHT;
  if (adc_key_in < 195)  return btnUP;
  if (adc_key_in < 380)  return btnDOWN;
  if (adc_key_in < 555)  return btnLEFT;
  if (adc_key_in < 790)  return btnSELECT;
  return btnNONE; // jei nei vienas netiko...
}

void setup(){
  Serial.begin(9600);

  lcd.begin(16, 2); // jungiame bibliotek
```

```
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Laukia"); // parašome LCD ekran lyje  
  
pinMode(R4, OUTPUT);  
pinMode(R5, OUTPUT);  
pinMode(R6, OUTPUT);  
pinMode(R8, OUTPUT);  
/*  
* Nustatome CE ir CSN prievadus:  
*/  
Mirf.spi = &MirfHardwareSpi;  
Mirf.cePin = 2;  
Mirf.csnPin = 3 ;  
Mirf.init();  
  
Mirf.setRADDR((byte *)"serv1"); //Nustatome pri mimo adres .  
Mirf.payload = sizeof(unsigned long); //Nustatome duomen apimt .  
  
Mirf.config(); //Pradedama programa.  
  
Serial.println("Laukia...");  
int gauti = 0;  
}  
// pagrindin programos kilpa:  
void loop()  
{  
    unsigned long time = millis()/1000;  
    lcd.setCursor(11,1);  
    lcd.print(time);  
    lcd.setCursor(15,1);  
    lcd.print("s");  
    int gauti;  
    float average = 0;  
    for(int i = 0; i < 200; i++) {  
        average = average + (0.074 * (analogRead(A0) -507)) / 200;  
        delay(1);  
    }  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print(average);  
    lcd.setCursor(5,1);  
    lcd.print("A");  
  
    Serial.println(average);  
  
    if (average < 0.1)  
    {  
        lcd.setCursor(0,0);  
        lcd.print("Laukia      ");  
  
        digitalWrite(R4, HIGH);  
        digitalWrite(R5, HIGH);  
        digitalWrite(R6, HIGH);  
        digitalWrite(R8, HIGH);  
    }  
}
```

```
else if (time < 0.5)
{
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Laukia      ");

    digitalWrite(R4, HIGH);
    digitalWrite(R5, HIGH);
    digitalWrite(R6, HIGH);
    digitalWrite(R8, HIGH);
}
/*
 * Buferis saugoti duomenims.
 */
byte data[Mirf.payload];
/*
 * Jei duomenys buvo gauti tada:
 */
if(!Mirf.isSending() && Mirf.dataReady()){ Serial.println("Duomenys
gauti");

/*
 * Iš buferio paimame duomenis.
 */

Mirf.getData((byte *) &gauti);
Serial.print("Analogas: "); Serial.println(gauti);

    lcd.setCursor(13,0);
        lcd.print(gauti);

if (gauti < 500)
{
    if (average > 0.1)
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Radijas      ");

        digitalWrite(R4, HIGH);
        digitalWrite(R5, HIGH);
        digitalWrite(R6, HIGH);
        digitalWrite(R8, HIGH);
    }
}

else if (gauti < 700)
{
    if (gauti > 600)
    {
        delay (500);
        if (gauti < 700)
        {
            if (average > 0.1)
            {
```

```
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Televizorius");

        digitalWrite(R6, HIGH);
        digitalWrite(R5, LOW);
        digitalWrite(R8, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(R4, LOW);
    }
}
}

else if (gauti > 750)
{
    digitalWrite(R8, LOW);
    delay(300);

    if (average > 0.1)
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Kompiuteris ");

        digitalWrite(R4, HIGH);
        digitalWrite(R5, LOW);
        delay(100);
        digitalWrite(R6, LOW);
    }
}

Mirf.getData(data);

/*
 * Nustatome siuntimo adres .
 */

Mirf.setTADDR((byte *)"cliel");

/*
 * Siun iame atgal duomenis.
 */

Mirf.send(data);

/*
 * Palaukiam kol duomenys yra išsi sti.
 */

Serial.println("Pakartotinai issiusta."); } }
```

Elektros lizdo programa. Tai visa programa su duomen siuntimu, magnetin s indukcijos matavimu bei reikšmi priskyrimu

```
/**
Visa programa "Slave".
*
* Prievadai:
* SPI:
* MISO -> 12
* MOSI -> 11
* SCK -> 13
* CE -> 8
* CSN -> 7
*/
/**
#include <SPI.h>
#include <Mirf.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <MirfHardwareSpiDriver.h>
#include <Math.h>

int gauti;
int adc = 0;
int adc_in = 0;
#define Laukia 0
#define Radijas 1
#define Televizorius 2
#define Kompiuteris 3

int read_adc()
{
  adc_in = analogRead(0);
  if (adc_in < 500) return Radijas;
  if (adc_in < 600) return Laukia;
  if (adc_in < 700) return Televizorius;
  if (adc_in > 750) return Kompiuteris;
  return Laukia; // jei nei vienas netiko...
}
int siuntimas()
{
  int gauti;
  int RHoloJutiklis = analogRead(A0);
  Serial.println(RHoloJutiklis);

  Mirf.setTADDR((byte *)"serv1");
  Mirf.send((byte *)&RHoloJutiklis);
  while(Mirf.isSending())
  {
    Serial.println("Siuncia...");
  }
  Serial.println("Baigia siuntima");
  delay(10);
  while(!Mirf.dataReady())
```

```
{
  Serial.println("Gauna duomenis...");
}
Mirf.getData((byte *) &gauti);
Serial.print("Analogas: "); Serial.println(RHoloJutiklis);
delay(1000);
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  /*
  * Nustatome CE ir CSN prievadus:
  */
  Mirf.spi = &MirfHardwareSpi;
  Mirf.cePin = 2;
  Mirf.csnPin = 3 ;
  Mirf.init();
  /*
  * Nustatome pri mimo adres .
  */
  Mirf.setRADDR((byte *)"cliel");
  /*
  * Nustatome duomen apimt .
  */
  Mirf.payload = sizeof(unsigned long);
  /*
  Pradedama programa.
  */
  Mirf.config();
  Serial.println("Pradedama ... ");
}
// pagrindin programos kilpa:
void loop()
{
  int skirtumas;
  adc = read_adc();
  skirtumas = gauti - adc;
  Serial.println(skirtumas);
  if (skirtumas < 0)
  {
    switch (adc)
    {
      case Radijas:
        {
          Serial.println("Radijas");
          siuntimas();
          break;
        }
      case Televizorius:
        {
```

12 PRIEDAS

```
        Serial.println("Televizorius");
        siuntimas();
        break;
    }
    case Kompiuteris:
    {
        Serial.println("Kompiuteris");
        siuntimas();
        break;
    }
    case Laukia:
    {
        Serial.println("Laukia");
        break;
    }
    delay(1);
}
}
delay(1);
}
```

Kompaktin plokštel

Kompaktinis diskas, kuriame pateikiami:

Darbo katalogas: „Knolio Audriaus Baigiamasis magistro Darbas“.