

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTRONIKOS KATEDRA

Dominykas Repečka

SUNKVEŽIMIŲ KABELIŲ TIKRINIMO STENDAS

Bakalauro darbas

Vadovas:

dr. lek. D. Balbonas

ŠIAULIAI, 2013

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTRONIKOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
prof. G. Daunys

2013-06-07

SUNKVEŽIMIŲ KABELIŲ TIKRINIMO STENDAS
Elektronikos inžinerijos bakalauro darbas

Vadovas

dr. lek. D. Balbonas

2013-06-07

Recenzentas

Prof. habil. dr. V. Laurutis

2013-06-07

Atliko

R9 gr. stud.
D. Repečka

2013-06-07

ŠIAULIAI, 2013

TVIRTINU
ŠU Technologijos fakulteto
Elektronikos katedros vedėjas

doc. G. Daunys _____

2013 m. balandžio mėn. _____ d.

Bakalauro baigiamojo darbo užduotis

Studentui (-ei): **Dominykui Repečkai**

1. Darbo tema: **Sunkvežimių kabelių tikrinimo stendas**

Darbo tema (anglų kalba) **Truck Cable Testing Stand**

Patvirtinta 2013 m. kovo mėn. 29 d. fakulteto dekanų potvarkiu Nr. 060-03-9

I tarpinis patikrinimas katedroje **2013 m. kovo mėn. 20 d.**

II tarpinis patikrinimas katedroje **2013 m. balandžio mėn. 17 d.**

Patikrinimas katedroje **2013 m. gegužės mėn. 24 d.**

Užbaigto ir pilnai apiforminto baigiamojo darbo pateikimo terminas **2013 m. gegužės 27 d.**

2. Darbo tikslas (-ai):

Suprojektuoti ir pagaminti sunkvežimio kabelių patikros stendą. Naudojant patikros stendą turi būti galima automatiškai patikrinti 6 skirtingų tipų kabelius, skirtus maitinti įvairius sunkvežimio priekabos žibintus. Patikros stendas turi informuoti apie sugedusį arba neteisingai sujungtą kabelį, nurodant bendrą klaidų (blogų kontaktų) skaičių ir išvedant pirmus penkis blogų kontaktų numerius į ekraną.

Minimali testavimo srovė 4A. Vienu metu įrenginys gali tikrinti tik vieną kabelio tipą.

3. Aiškinamojo rašto turinys:

- Įvadas
- Technologijų, skirtų kontaktų patikrai, apžvalga
- Panaudotų technologijų aprašymas
- Principinės schemos, montažinės plokštės ir maketo projektavimas
- Programos algoritmas ir jo aprašymas
- Plokštės ir maketo gamyba
- Stendo gamyba
- Maketo bandymai ir rezultatai
- Išvados

Baigiamojo darbo vadovas dr.lekt. Dainius Balbonas

Užduotis įteikta studentui 2013.04.08

Studentas _____

Repečka D. Truck cable testing stand: Bachelor thesis of electronic engineer/research advisor
dr.lek. D. Balbonas; Šiauliai University, Technological Faculty, Electric Engineering Department.
– Šiauliai, 2013. – 39p.

SUMMARY

Nowadays we can see a lot of different types of cables. The usage of it is very wide. Before using a cable it is very important to know if this cable is good or not, can we use it or just throw it away.

In Lithuania, in Šiauliai city there is a company UAB “Jupojos technika” that imports trucks parts. It includes and cables that connects truck and trailer. For the company it is a problem with cables quality, so it asked Šiauliai university to create cable testing stand. With it company workers will find cables with defects very fast.

The goal of this bachelor work is to create truck cable testing stand, which could automatically test six different types of truck cables, to inform about bad or wrong connected cable, show common number of bad contacts and show first five numbers of wrong contacts. Minimal current for testing is 4A. The device can test one type of cable in one time.

Using the principle of voltage fall on the strain a cable testing stand was made. It was designed and created printed circuit boards, panel of the connections, panel with buttons and LCD, was written a program for the microcontroller. For the body it was used old power supply corps, all equipment was installed in it. Computer power supply was used.

The current is flowing through the testing contacts, wire and the strain. If the wire has no damage, almost all voltage is falls on the strain. Some of it falls on the tranzistors that are in this power circuit. The microcontroller is measuring the fall of the voltage and diagnose if this wire and its contacts are good.

TURINYS

PAVEIKSLAI.....	6
ĮVADAS	7
1. TECHNOLOGIJŲ, SKIRTŲ KONTAKTŲ PATIKRAI, APŽVALGA	8
1.1 Įtampos kritimas ant apkrovos.....	8
1.2 Holo jutiklis	8
2. PANAUDOTŲ TECHNOLOGIJŲ APRAŠYMAS.....	9
2.1 Analoginis skaitmeninis keitiklis (ADC)	9
2.2 Įtampos lygio keitiklis	10
3. GAMINIO STRUKTŪRINĖ SCHEMA IR JOS VEIKIMAS.....	11
4. GAMINIO ELEKTRINĖS PRINCIPINĖS SCHEMOS IR JŲ VEIKIMAS	13
4.1 Valdymo schema	13
4.2 Galios grandinės schema	17
5. SPAUSDINTO MONTAŽO PLOKŠTĖS BRĖŽINIAI	20
5.1 Valdymo plokštės brėžiniai	20
5.2 Galios grandinės plokštės brėžiniai	22
6. PROGRAMOS ALGORITMAI IR JŲ APRAŠYMAS	25
6.1 Pagrindinės programos algoritmas	25
6.2 Funkcijos „LCDIsvedimas“ algoritmas	26
6.3 Funkcijos „kontaktai“ algoritmas	27
6.4 Funkcijos „adc“ algoritmas	28
7. SPAUSDINTO MONTAŽO PLOKŠČIŲ GAMYBA.....	29
7.2 pav. Galios grandinės plokštės apačios vaizdas	8. STENDO GAMYBA.....
8. STENDO GAMYBA.....	31
9. STENDO BANDYMAI IR REZULTATAI	33
IŠVADOS.....	34
LITERATŪRA	35
PRIEDAI	36

PAVEIKSLAI

2.1.1 pav. PIC16F887 ADC modulis ir registrai	9
3.1 pav. Gaminio struktūrinė schema	11
4.1.1 pav. Elektrinė principinė valdymo schema.....	13
4.1.2 pav. Lygio keitiklio teisingumo lentelė	14
4.2.1 pav. Elektrinė principinė galios grandinės schema.....	17
4.2.2 pav. Srovės tekėjimas per galios grandinę, kai tranzistorių užtūrose 12V įtampa	18
5.1.1 pav. Valdymo plokštės detalių išdėstymas. M1:1	20
5.1.2 pav. Apatinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1	21
5.1.3 pav. Viršutinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1	21
5.2.1 pav. Galios grandinės plokštės detalių išdėstymas. M1:1	22
5.2.2 pav. Apatinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1	23
5.2.3 pav. Viršutinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1	24
6.1.1 pav. Pagrindinės programos algoritmas	25
6.2.1 pav. Funkcijos „LCD išvedimas“ algoritmas	26
6.3.1 pav. Funkcijos „kontaktai“ algoritmas	27
6.4.1 pav. Funkcijos „adc“ algoritmas.....	28
7.1 pav. Valdymo plokštės apačios vaizdas	30
7.2 pav. Galios grandinės plokštės apačios vaizdas	30
8.1 pav. Sunkvežimių kabelių tikrinimo stendas	30
8.2 pav. Stendo konstravimo akimirkos.....	32

IVADAS

Šių dienų pasaulyje mus supa daugybė įvairiausių rūšių kabelių ir pasaulis be jų būtų sunkiai įsivaizduojamas, nes kabelis yra pats patogiausias daiktas per kurį galima perduoti elektrinį signalą, ar elektros energiją.

Elektrinį kabelį sudaro mažesni laidai, kurie yra supinti arba susukti kartu. Prieš panaudojant kabelį yra labai svarbu žinoti ar jis yra tinkamas naudojimui, ar laidai nėra nutrūkę ir pažeisti, ar nesumaišyti kontaktai kabelio galuose. Jei kabelis yra negeras, naudojant jį, įrenginys gali veikti neteisingai arba sugesti, to pasekoje galima pakenkti aplinkai ir žmonėms.

Kabelių tikrinimui yra sugalvoti metodai ir sukurta įvairiausių prietaisų. Vieni prietaisai yra paprasti ir pigūs, skirti nedideliems kabeliams ir jais nėra labai patogu tikrinti sudėtingus kabelius. Kiti prietaisai yra sudėtingi, automatizuoti ir brangūs. Jų pagalba galima greitai patikrinti sudėtingus, daug laidų turinčius kabelius.

Sunkvežimių priekabų ir puspriekabių žibintų ir kitos elektrinės įrangos valdymui perduoti taip pat yra naudojami kabeliai. UAB „Jupojos technika“ esanti Šiauliuose, užsiima krovinių sunkvežimių detalių importu ir prekyba Lietuvoje. Viena iš veiklos sričių yra kabelių, jungiančių sunkvežimį su priekaba arba puspriekabe importas ir prekyba. Įmonei užsiimant šia veikla iškilo problema susijusi su kabelių kokybe. Nemaža dalis pirkėjų skundėsi nekokybiškais ir netinkamais kabeliais. Kadangi įmonė pati neturi reikiamos kvalifikacijos darbuotojų, kurie galėtų spręsti iškilusią problemą, ji kreipėsi į Šiaulių universitetą pagalbos. Apsvarščius esančią situaciją buvo nutarta, pagal UAB „Jupojos technika“ užsakymą, suprojektuoti ir pagaminti automatizuotą 6 tipų kabelių patikros stendą.

Darbo tikslas: suprojektuoti ir pagaminti sunkvežimio kabelių patikros stendą.

Darbo uždaviniai:

- apžvelgti metodus, skirtus kontaktų patikrai
- apžvelgti technologijas
- suprojektuoti ir sukurti sunkvežimio kabelių patikros stendą
- išbandyti stendą

1. TECHNOLOGIJŲ, SKIRTŲ KONTAKTŲ PATIKRAI, APŽVALGA

1.1 Įtampos kritimas ant apkrovos

Principas nėra sudėtingas. Nuosekliai tikrinamam laidui yra prijungiama apkrova, prie laido pradžios prijungiama norima maitinimo įtampa, o prie apkrovos galo žemė. Apkrovos dydis parenkamas pagal tai, kokia norima, kad tekėtų srovė. Įjungus grandinę, per laidą ir apkrovą ima tekėti srovė. Jei laidas geras tai visa maitinimo įtampa krenta ant apkrovos, o jei laidas nėra geras, nutrūkęs ar pažeistas, įtampos kritimo gali nebūti arba jis bus daug mažesnis. Visa tai automatizavus ir sukūrus įrenginį, kuris pats automatiškai komutuotu tikrinamus laidus, galima tikrinti kabelius turinčius daug kontaktų. Būtent šis principas yra panaudotas šiame baigiamajame darbe, nes yra paprastas ir patikimas.

1.2 Holo jutiklis

Holo jutiklis reaguoja į magnetinį lauką, kuris gali būti sukurtas magneto arba tekančios elektros srovės. Yra tokių Holo jutiklių, kai netenkant srovei, jo išėjime būna puse maitinimo įtampos. Jei srovė teka į vieną pusę, tai įtampa didėja nuo 2,5V ir pasiekia 5V prie maksimalios vertės. Jei srovė teka į priešingą pusę, tuomet įtampa mažėja nuo 2,5V iki 0V prie maksimalios vertės.

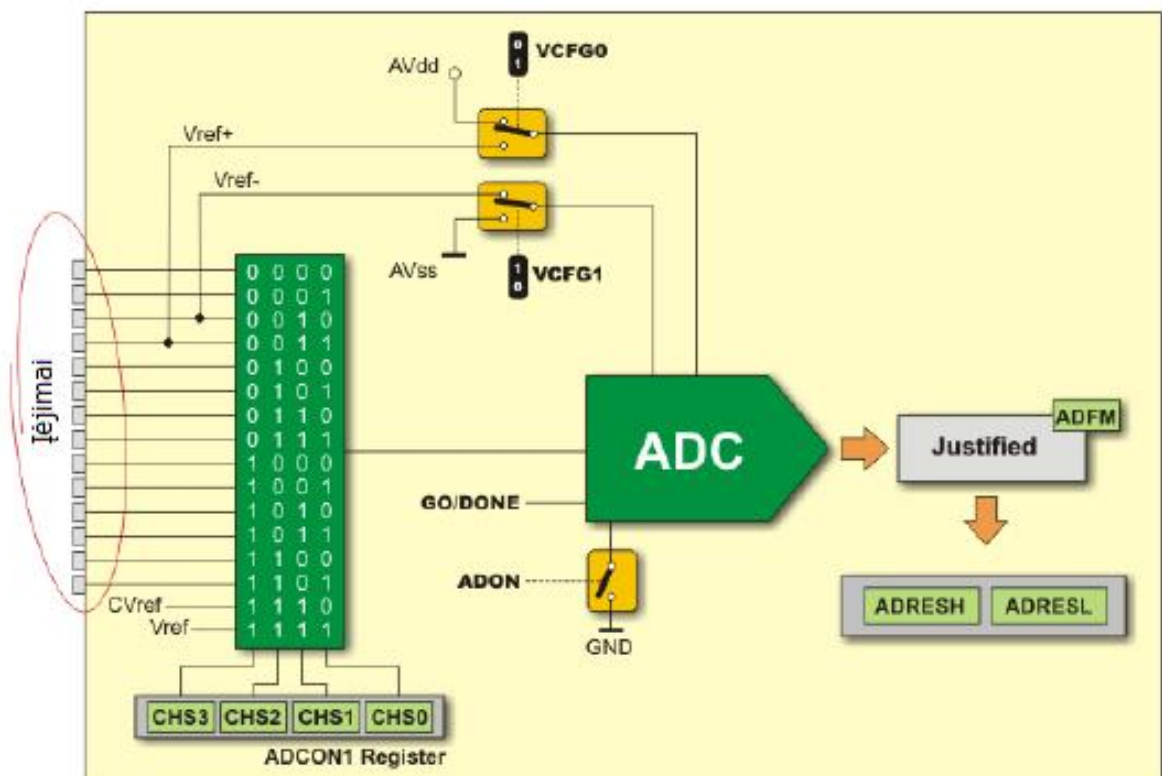
2. PANAUDOTŲ TECHNOLOGIJŲ APRAŠYMAS

Šiame skyriuje bus trumpai aptartos technologijos, kurios buvo panaudotas darant šį bakalauro baigiamąjį darbą.

2.1 Analoginis skaitmeninis keitiklis (ADC)

Skaitmeniniuose įrenginiuose informacija apdorojama skaitmenine forma, todėl kiekvienas analoginis signalas, prieš perduodant į skaitmeninį įrenginį, turi būti paverstas į skaitmeninį kodą, kuris toliau naudojamas skaitmeninio apdorojimo programose, duomenų analizės programose, duomenų atvaizdavimo programose, taip pat duomenims saugoti skaitmenine forma. Signalas paverčiamas skaitmeniniu kodu jį diskretizavus laike, kvantuojant diskrečiais lygiais jo amplitudę.

Šiame darbe bus naudojamas PIC16F887 mikrovaldiklis, Šis mikrovaldiklis turi 14 analoginių įėjimų (2.1.1 pav). Tai 10 bitų analoginiai skaitmeniniai keitikliai. Tokio tikslumo visiškai pakanka tolydiniam signalui konvertuoti į skaitmeninį pavidalą.



2.1.1 pav. PIC16F887 ADC modulis ir registrai

Už kanalo pasirinkimą atsakingi bitai CHS0, CHS1, CHS2, CHS3, kurie yra ADCON1 registre. Su bitais VCFG0 ir VCFG1 galima pasirinkti atraminę įtampą. Bitas ADON įjungia arba

išjungia ADC. GO/DONE bitas parodo ar konvertavimas tebevyksta. ADFM bitas apsprendžia rezultato lygiavimą, o rezultatai saugomi per du registrus, ADRESL ir ADRESH.

$$ADC = \frac{V_{IN}}{V_{REF}} \cdot 1024 \quad (2.1)$$

Pagal 2.1 formulę galima išsiskaičiuoti reikiamas reikšmes. Čia: ADC – dvejetainis kodas, kuris atitinka tam tikrą analoginį signalą; V_{IN} – analoginio signalo įėjimas, V_{REF} – pasirinktas analoginio – skaitmeninio signalo keitiklio atskaitos taško įtampa. Kadangi skiriamoji geba yra 10 bitų, tai šį skaičių atitinka 1024 dešimtainis skaičius.

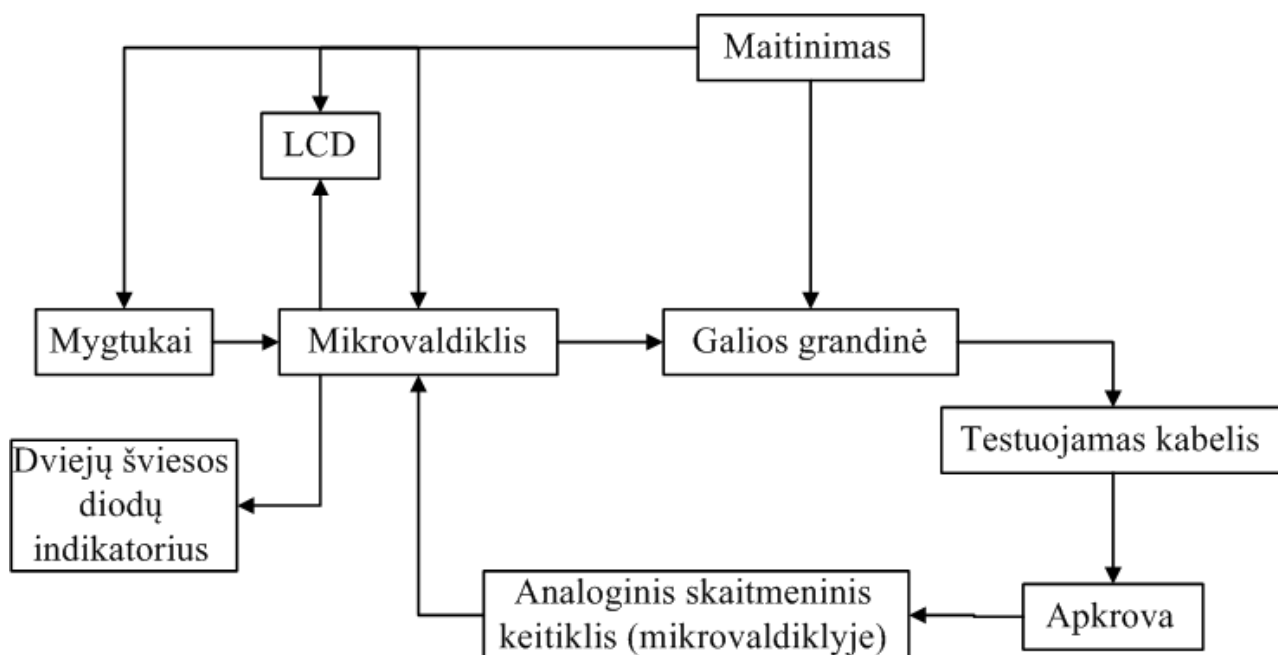
2.2 Įtampos lygio keitiklis

Dažnai būna, kad įrenginiuose naudojamos kelios skirtingo didumo įtampos ir jas reikia valdyti. Pvz. su 5V įtampa turime valdyti 12V, arba atvirkščiai. Tam galima naudoti bipoliarinius arba lauko tranzistorius, tačiau tai nėra labai patogiu, nes yra sudėtinga padaryti, kad jie veiktų labai tiksliai.

Skirtingų įtampų valdymui naudojamos mikroschemos – įtampos lygio keitikliai. Tokios mikroschemos turi savyje integruotas schemas, sudarytas iš loginių elementų ir lauko tranzistorių, kurios veikia be priekaištų. Naudojant tokia mikroschemą belieka tik prie jos teisingai sujungti maitinimus ir valdymą.

3. GAMINIO STRUKTŪRINĖ SCHEMA IR JOS VEIKIMAS

Šiame skyriuje bus aptarta sunkvežimių kabelių tikrinimo stendo struktūrinė schema (2.1 pav.) Struktūrinė schema susideda iš devynių elementų: maitinimo, skystųjų kristalų ekrano (LCD), mygtukų, mikrovaldiklio, galios grandinės, testuojamo kabelio, dviejų šviesos diodų indikatoriaus, analoginio skaitmeninio keitiklio ir apkrovos.



3.1 pav. Gaminio struktūrinė schema

Maitinimas yra prijungtas prie mikrovaldiklio, prie mygtukų, kuriuos paspaudus mikrovaldiklis fiksuoja aukštą įtampos lygį, prie skystųjų kristalų ekrano ir prie galios grandinės.

Mikrovaldiklis nuolat apklausinėja šešis mygtukus, kurie yra skirti nustatyti tikrinamo kabelio tipui. Paspaudus tam tikrą mygtuką, mikrovaldiklis fiksuoja kelis kontaktus reikės tikrinti. Jis siunčia signalą galios grandinei, kuri sukomutuoja laido kontaktus kabelio galuose ir taip srovė teka per tikrinamą kabelio laidą ir apkrovą. Jei laidas geras, tai per grandinę ir į ją nuosekliai įjungtą apkrovą, teka srovė, o ant apkrovos krenta beveik visa maitinimo įtampa (dalis jos krenta ant tranzistorių, esančių galios grandinėje). Analoginis skaitmeninis keitiklis mikrovaldikliui teikia dvejetainį skaičių, kuris lyginamas su slenkstine įtampą atitinkančiu dvejetainiu skaičiumi. Taip mikrovaldiklis fiksuoja kokia įtampa krenta ant apkrovos, ir jei ji yra lygi arba didesnė už numatytą, tuomet kontaktas yra geras arba atvirkščiai. Jei kontaktas geras, mikrovaldiklis įjungia žalios

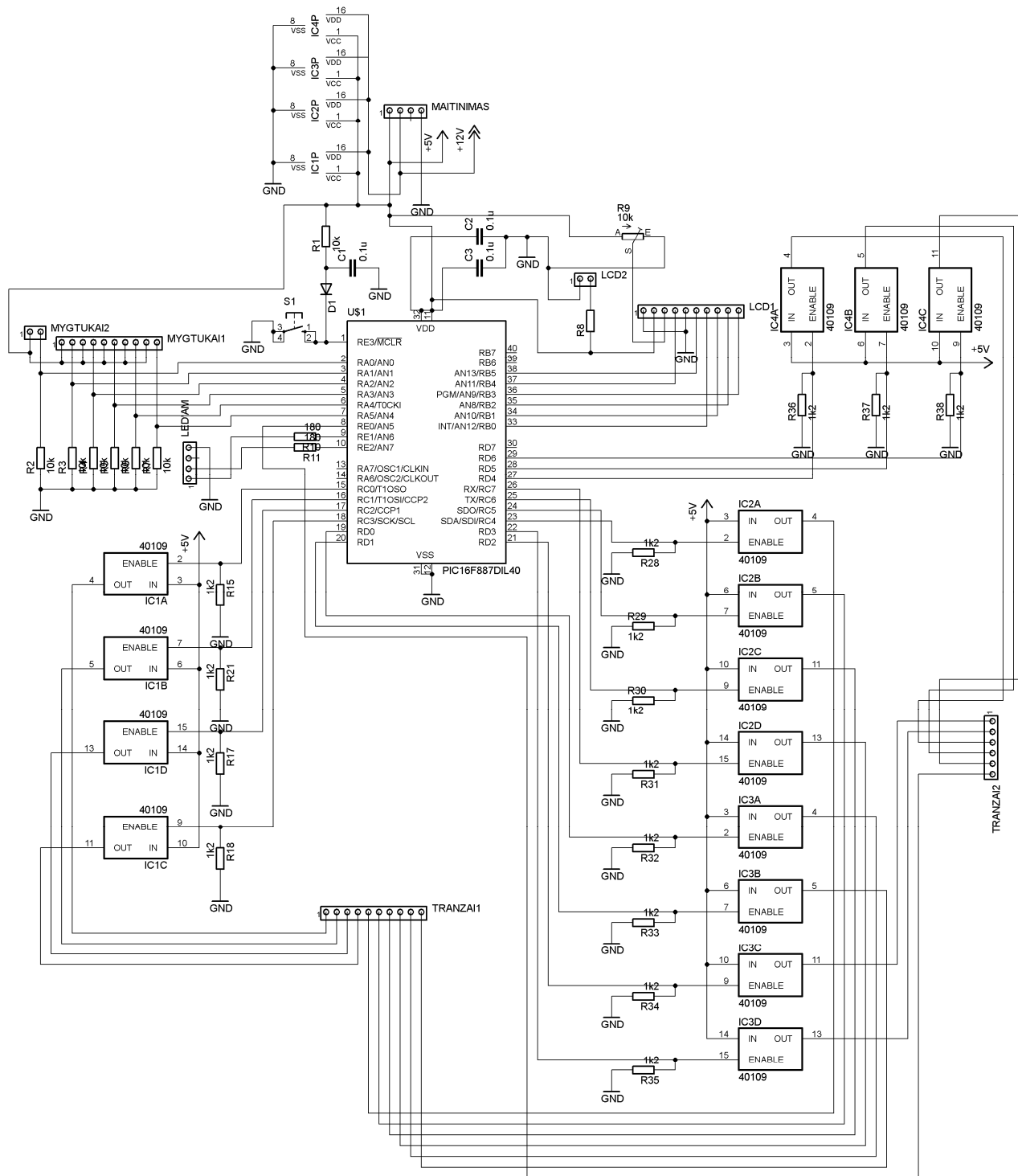
spalvos šviesos diodą, jei blogas – raudonos spalvos šviesos diodą. Informacija apie kabelį mikrovaldiklis taip pat išveda ir į skistųjų kristalų ekraną.

Mikrovaldiklyje panaudota 15 išėjimų, kurie valdo 30 tranzistorių, sujungtų lygiagrečiai po du. Tranzistoriai skirti sukomutuoti kontaktus, esančius laido galuose. Kabelio tipas pasako laidų skaičių ir jų tikrinimo eiliškumą.

4. GAMINIO ELEKTRINĖS PRINCIPINĖS SCHEMOS IR JŲ VEIKIMAS

Šiame skyriuje bus pateiktos sunkvežimių kabelių tikrinimo stendo elektrinės principinės schemos (4.1.1 pav.), (4.2.1 pav.), kurios buvo suprojektuotos naudojant “CadSoft Eagle 5.11” programą, bei bus aptartas jų veikimo principas.

4.1 Valdymo schema



4.1.1 pav. Elektrinė principinė valdymo schema

4.1.1 pav. yra pavaizduota elektrinė principinė valdymo schema. Jos pagrindinis elementas yra mikrovaldiklis U\$1. Mikrovaldiklis apklausinėja šešis mygtukus, kurie jungiasi prie jungčių MYGTUKAI1 ir MYGTUKAI2. Kiekvieno mygtuko vienas kontaktas yra prijungtas prie 5V įtampos, o kitas kontaktas prie mikrovaldiklio porto A ir tuo pačiu per varžą (varžos R2, R3, R4, R5, R6, R7) prie žemės. Varžos reikalingos skirtingiems įtampos lygiams palaikyti. Kol mygtukas nenuspaustas, mikrovaldiklio įėjime yra žemas įtampos lygis, o kai nuspaustas – aukštas įtampos lygis. Mikrovaldiklis aptikęs aukštą įtampos lygį žino, kuris mygtukas buvo nuspaustas ir žino kokio tipo kabelį reikės tikrinti. Kabelio tikrinimui, priklausomai nuo to, koks mygtukas buvo nuspaustas, mikrovaldiklio portų C ir D išėjimuose paeiliui bus aukštas įtampos lygis (aukštas įtampos lygis vienu metu būna tik viename išėjime). Mikrovaldiklio portų C ir D išvadai yra sujungti su mikroschemomis IC1, IC2, IC3, IC4. Kiekvienas mikroschema turi keturis lygio keitikius, kuriais 12V įtampą galima valdyti su mikrovaldiklio duodama 5V įtampa. 12V įtampa reikalinga valdyti lauko tranzistorius, kurie yra galios grandinėje, kitoje plokštėje. Lygių keitiklių maitinimai schemoje yra pažymėti kaip IC1P, IC2P, IC3P, IC4P. Kiekvienos mikroschemos 8 išvadas yra prijungtas prie žemės, 16 išvadas prie 12V įtampos, 1 išvadas prie 5V įtampos. Toliau bus aptarta vieno lygio keitiklio veikimo principas, nes visų likusių veikimas yra identiškas. Lygio keitiklio IC1A įėjimas yra prijungtas prie 5V įtampos. Tam, kad išėjime būtų 12V įtampa, ENABLE įėjime turi būti aukštas įtampos lygis, o tam, kad išėjime būtų žemas įtampos lygis, ENABLE įėjime turi būti žemas įtampos lygis. Tai puikiai matyti pavaizduotoje lygio keitiklio teisingumo lentelėje (4.1.2 pav.).

INPUTS		OUTPUTS
A, B, C, D	ENABLE A, B, C, D	E, F, G, H
0	1	0
1	1	1

4.1.2 pav. Lygio keitiklio teisingumo lentelė

ENABLE įėjimas yra sujungtas su mikrovaldikliu, ir per varžą (varžos R15, R17, R18, R21, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38) su žeme. Šios varžos skirtos skirtingiems įtampos lygiams palaikyti. Taigi, priklausomai nuo mikrovaldiklio išėjime esančio

įtampos lygio, priklauso ir įtampos lygis lygio keitiklio išėjime. Visų lygio keitiklių išėjimai yra sujungti su jungtimis TRANZAI1 ir TRANZAI2, per kurias yra prijungiama galios grandinės plokštė. Prie TRANZAI2 jungties taip pat yra prijungtas analoginis skaitmeninis keitiklis, esantis mikrovaldiklyje. Analoginis skaitmeninis keitiklis, keičia analoginę įtampos kritimo ant apkrovos reikšmę į skaitmeninę ir mikrovaldiklis nustato ar tikrinamas kontaktas yra geras.

Prie mikrovaldiklio porto B yra prijungta jungtis LCD1 ir LCD2, skirtos skystųjų kristalų ekranas. LCD2 jungtis skirta skystųjų kristalų ekrano pašvietimui, todėl prie jos vieno kontakto prijungta žemė, o prie kitos, per varžą R8, skirtą apriboti srovei, 5V įtampa. Prie jungties LCD1 prijungtas potenciometras yra reikalingas skystųjų kristalų ekranėlio kontrastui reguliuoti.

Mikrovaldiklio porto E 1 ir 2 išvadai, per varžas R10 ir R11, yra prijungti prie jungties LEDAM, prie kurios jungiasi du šviesos diodai, skirti kabelio kontakto indikacijai. Jei kontaktas geras įsižiebia žalios spalvos šviesos diodas, jei kontaktas blogas įsižiebia raudonos spalvos šviesos diodas. Varžos reikalingos tekančiai srovei apriboti.

Mygtukas S1 yra skirtas mikrovaldiklio perkrovimui, o diodas D1 skirtas apsaugai nuo polių sumaišymo.

C1, C2 ir C3 yra blokuojantys kondensatoriai.

Elementų parinkimas ir skaičiavimas.

Buvo panaudotas PIC16F887 mikrovaldiklis, nes jis turėjo visus reikiamus parametrus. Reikėjo, kad mikrovaldiklis turėtų analoginį skaitmeninį keitiklį ir pakankamai išvadų, kurių reikia valdyti įtampos lygių keitiklius, skystųjų kristalų ekraną, šviesos diodus bei apklausinėti mygtukus. Šis valdiklis puikiai tenkino šiuos reikalavimus. Be to buvo turimos visos priemonės reikalingos šiam mikrovaldikliu programuoti.

Įtampos lygiams valdyti buvo panaudota mikroschema CD40109. Ji buvo vienintelė kurią pavyko rasti ir puikiai tiko. Ši mikroschema turi keturis įtampos lygių keitiklius ir jos valdymas nėra sudėtingas.

Varžos R10 ir R11, skirtos riboti srovę šviesos diodams, suskaičiuotos remiantis 4.1 formule.

$$R = U_{\text{krit}} / I \quad (4.1)$$

čia R – varža
 U_{krit} – įtampos kritimas
 I – srovė

Šviesos diodo maksimali įtampa yra 2,5V o per jį tekėti gali 20mA. Kadangi šviesos diodas bus maitinamas iš mikrovaldiklio tai bus naudojama 5V įtampa. Įtampos kritimas turės būti 2,5V. Kad šviesos diodas veiktų ilgiau, per jį tekės 75% maksimalios srovės, 15mA.

$$R = 2,5 / 0,015$$

$$R = 166,7\Omega$$

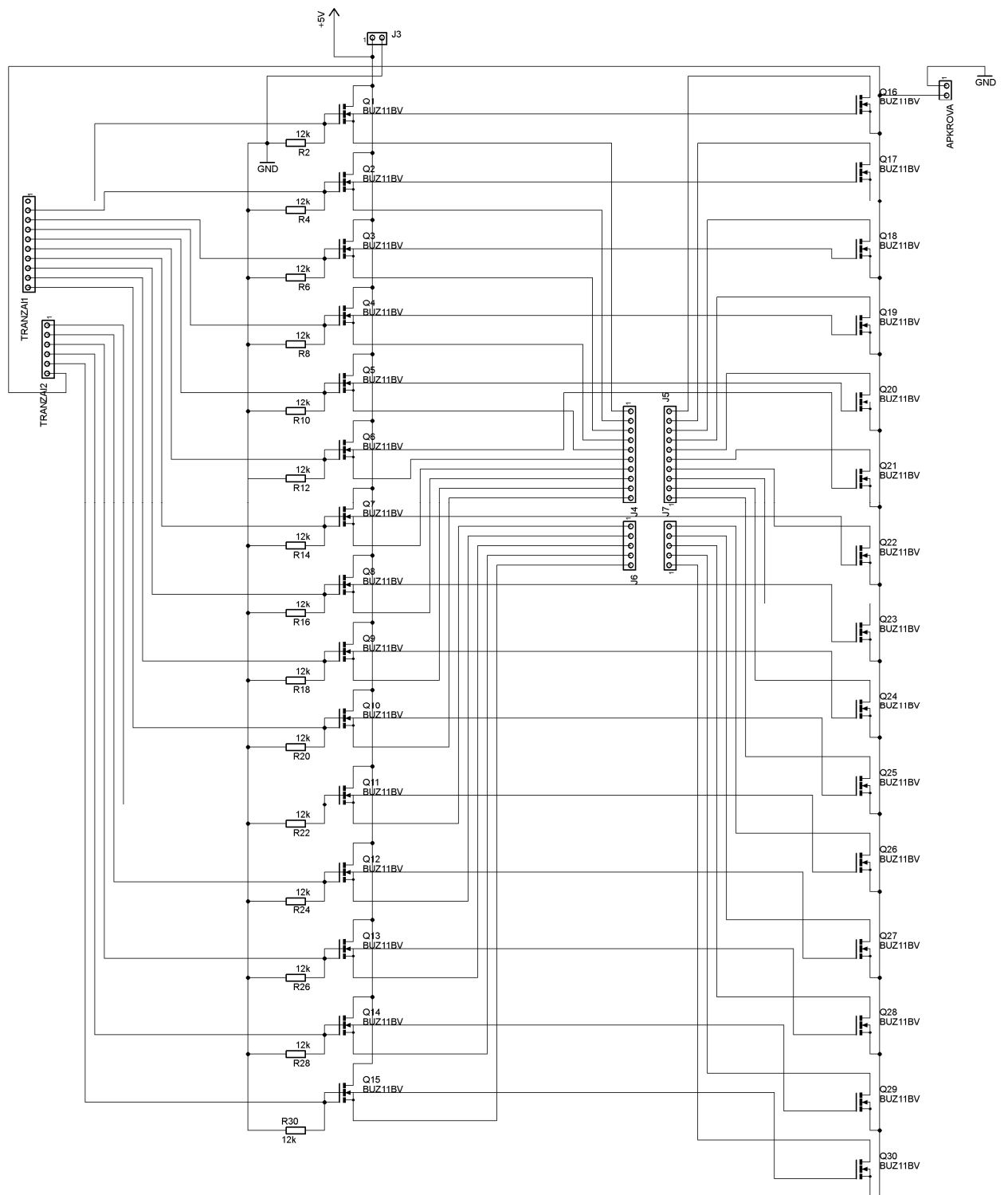
Suskaičiuota varža yra 166,7Ω didumo, taigi buvo paimta artimiausia, šiek tiek didesnė 180Ω didumo varža.

Varžos R15, R17, R18, R21, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38 buvo nustatytos eksperimento būdu, siekiant kuo mažiau apkrauti mikrovaldiklį, ir jos yra 1200Ω didumo.

Varžos R2, R3, R4, R5, R6, R7 buvo standartiškai paimtos 10kΩ didumo.

C1, C2 ir C3 blokuojantys kondensatoriai taip pat buvo paimti pagal standartą 0,1uF didumo.

4.2 Galios grandinės schema

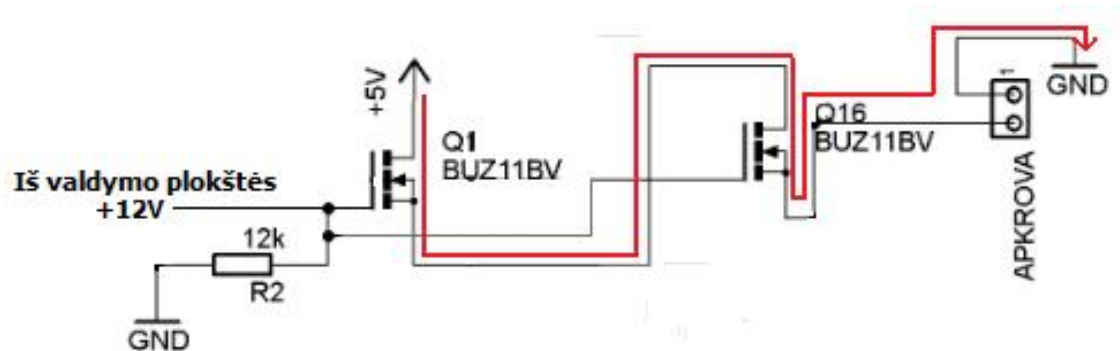


4.2.1 pav. Elektrinė principinė galios grandinės schema

4.2.1 pav. yra pavaizduota galios grandinės elektrinė principinė schema. Ją sudaro: 30 lauko tranzistorių Q1 - Q30, 15 varžų, kurių kiekviena yra prijungta prie lauko tranzistoriaus užtūros ir žemės tam, kad būtų skirtingi įtampų lygiai, jungtys TRANZAI1 ir TRANZAI2, per kurias ateina signalai į lauko tranzistorius iš valdymo plokštės, jungtys J4, J5, J6, J7, prie kurių jungiasi tikrinamas kabelis, jungtis J3, skirta maitinimui ir jungtis APKROVA, skirta apkrovai prijungti.

Visą galios grandinę sudaro 15 atskirų grandinių, skirtų kiekvienam tikrinamo kabelio kontaktui patikrinti. Toliau bus aptartas vienos grandinės veikimas, nes likusių grandinių veikimas yra identiškas.

Vieną galios grandinę sudaro du lauko tranzistoriai, varža, skirta įtampos skirtingiems įtampos lygiams, apkrova, maitinimas ir tikrinamo kabelio laidas. Lauko tranzistoriai yra valdomi su 12V įtampa (4.2.2 pav.).



4.2.2 pav. Srovės tekėjimas per galios grandinę, kai tranzistorių užtūrose 12V įtampa (raudona linija žymi srovę)

Kai iš valdymo plokštės nėra jokios įtampos, lauko tranzistorių užtūros yra, per varžą R2, prijungtos prie žemės, todėl tranzistoriai yra užsidarę, per juos ir tikrinamo kabelio laidą neteka srovė. Kai tik iš valdymo plokštės gaunama 12V įtampa, lauko tranzistoriai atsidaro. Per tranzistorius, per, tarp jų esantį, tikrinamo kabelio laidą ir per apkrovą į žemę pradeda tekėti srovė. Tai raudona linija parodyta 4.2.2 paveikslėlyje. Toliau mikrovaldiklis matuoja įtampos kritimą ant apkrovos, kuris priklauso nuo tikrinamo kabelio laido, ir nustato ar laidas geras ar blogas.

Elementų parinkimas ir skaičiavimas.

Renkantis lauko tranzistorius, svarbiausias kriterijus jiems buvo, kad pro juos galėtų tekėti didelė srovė (šiuo atveju 6,6A). Buvo pasirinkti BUZ11 lauko tranzistoriai, nes per juos gali tekėti 30A srovė ir jų kaina, palyginus su kitais lauko tranzistoriais, yra nedidelė. Kadangi tranzistoriai tokie galingi, jiems nereikia aušinimo, be to ir srovė teka tik sekundės dalį.

Varžų nominalas buvo parinktas eksperimentiniu būdu, siekiant kuo mažiau apkrauti mikroschemas, ir jis yra $12\text{k}\Omega$.

Apkrovai buvo paimta keramikinė $0,75\Omega$ varža. Pagal Omo dėsnį (4.2) buvo nustatyta kokia srovė tekės per grandinę.

$$I = U / R \quad (4.2)$$

čia I – srovės stipris
 U – įtampa
 R – varža

$$I = 5 / 0,75 = 6,6\text{A}$$

Per grandinę tekės $6,6\text{A}$ srovė. Tokios srovės pilnai pakanka kabelio testavimui.

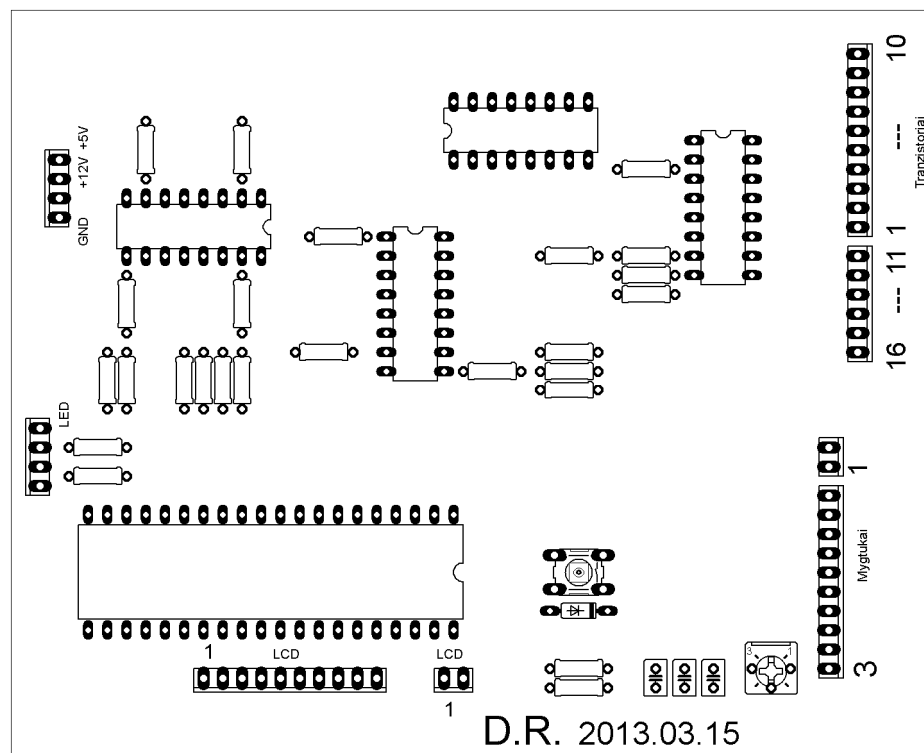
5. SPAUSDINTO MONTAŽO PLOKŠTĖS BRĖŽINIAI

Spausdinto montažo plokščių projektavimui buvo panaudota “CadSoft Eagle 5.11” programa. Buvo suprojektuotos dvi plokštės. Pirmoji plokštė yra valdymo. Joje yra mikrovaldiklis, keturios įtampos lygio keitiklių mikroschemos ir jungtys į LCD, maitinimą, mygtukus, du šviesos diodus ir į lauko tranzistorius.

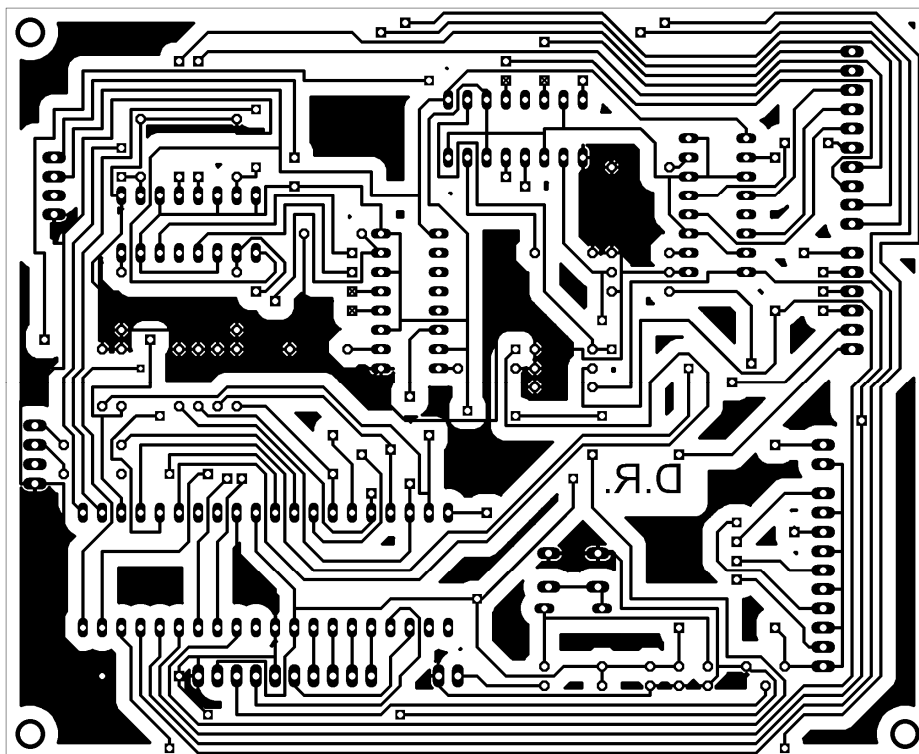
Antroji yra galios grandinės plokštė. Joje yra išdelioti tranzistoriniai raktai ir jungtys į apkrovą, maitinimą ir kabelių jungtis. Šioje plokštėje tekės didelė srovė, todėl takeliai yra daug platesni nei pirmojoje. Abi plokštės yra dvipusės. Abiejuose plokštėse naudojami per kiaurymę lituojami elementai.

5.1 Valdymo plokštės brėžiniai

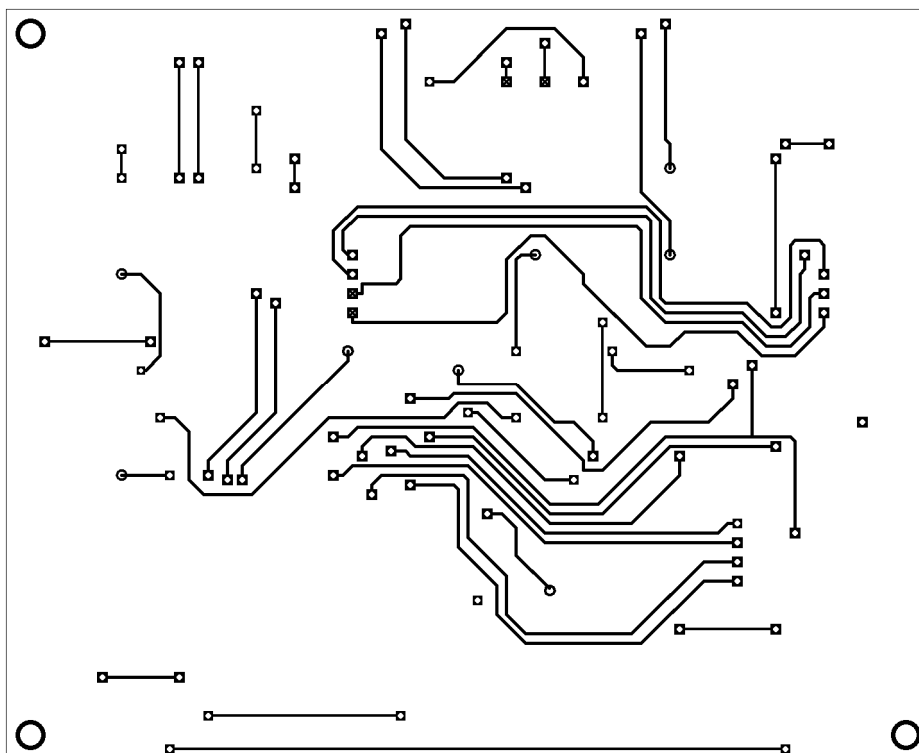
Toliau yra pateiktas valdymo plokštės detalių išdėstymas (5.1.1 pav.) ir abiejų sluoksnių takelių vaizdai (5.1.2 pav.), (5.1.3 pav.).



5.1.1 pav. Valdymo plokštės detalių išdėstymas. M1:1



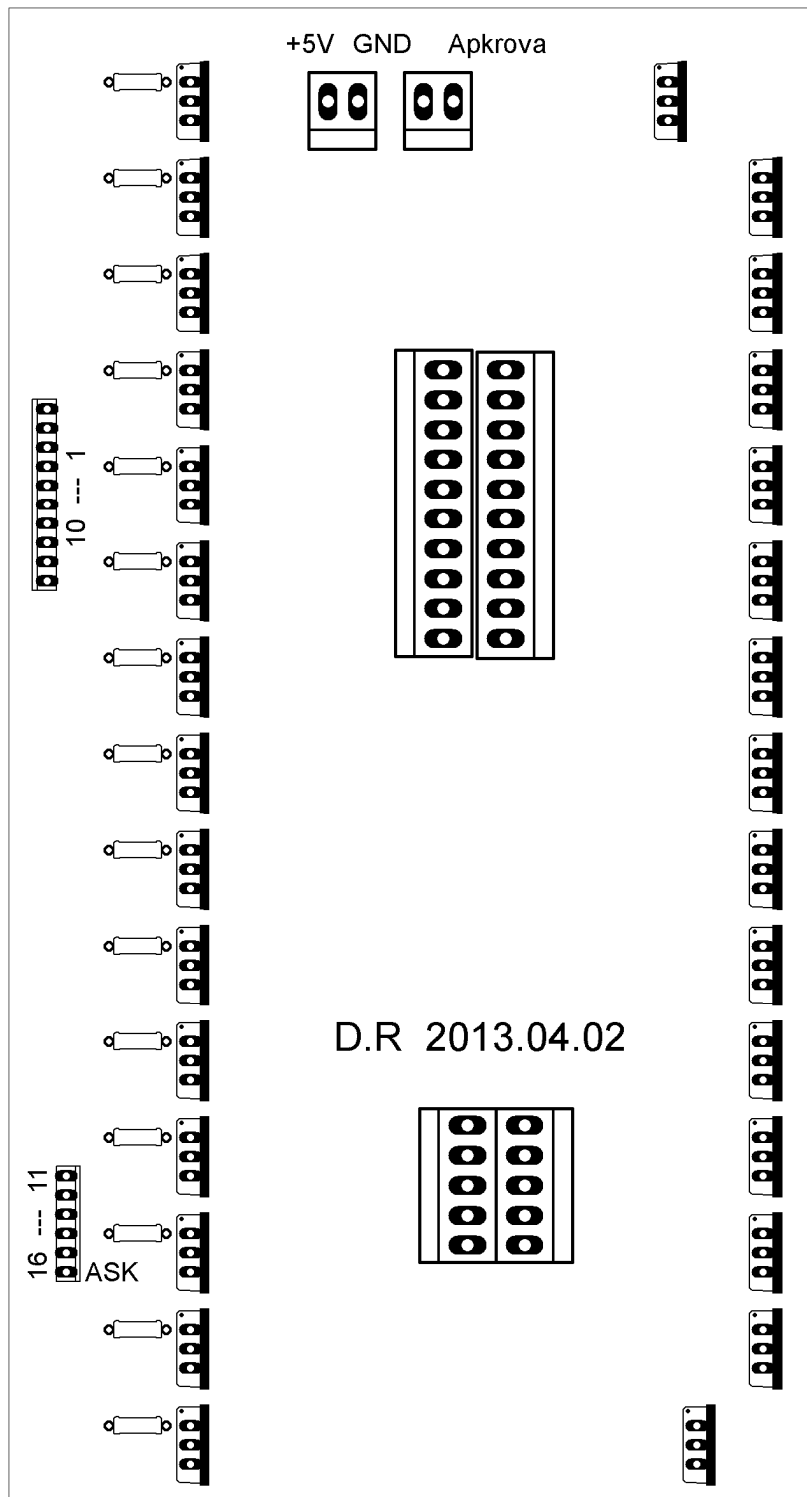
5.1.2 pav. Apatinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1



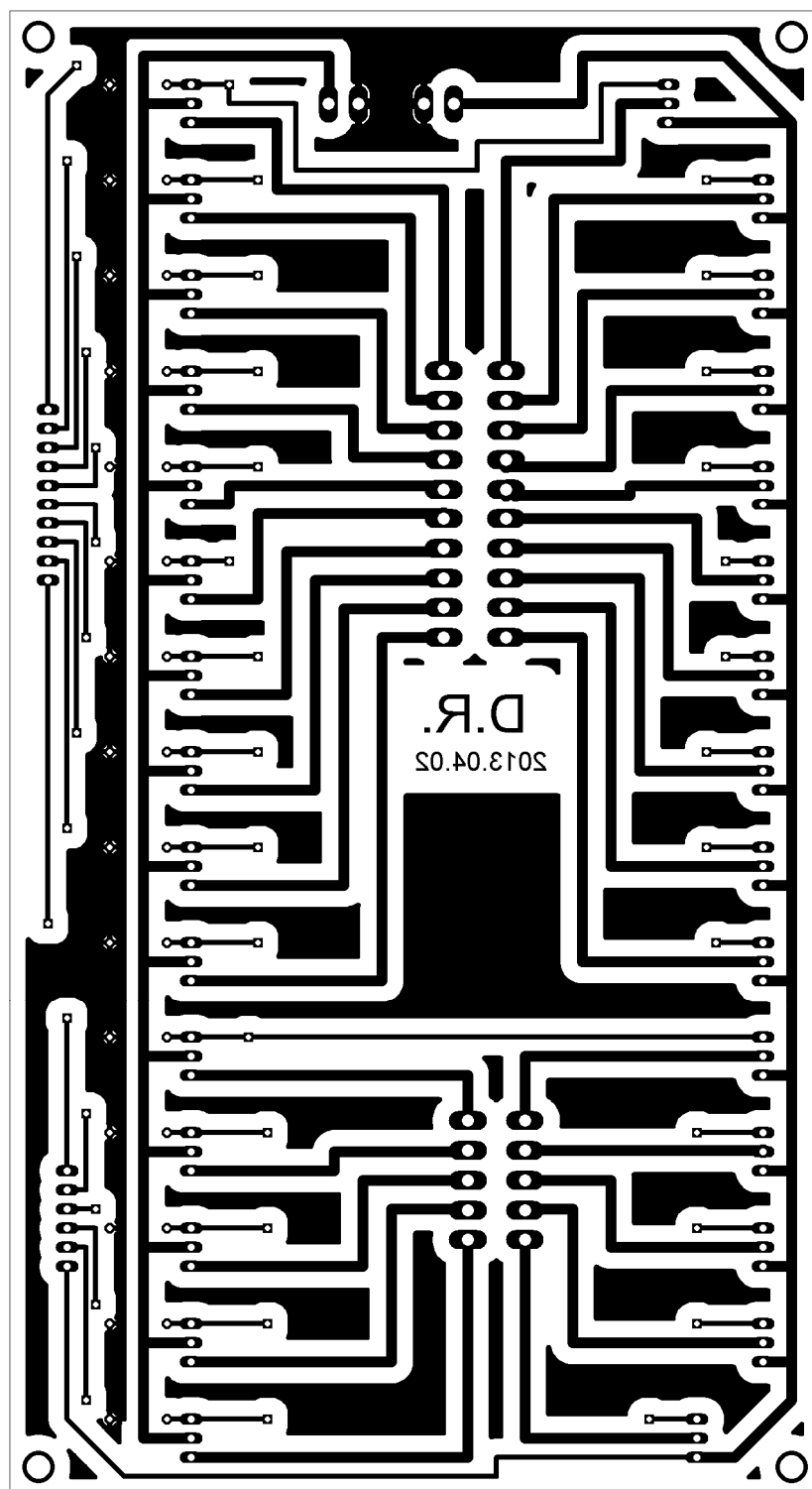
5.1.3 pav. Viršutinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1

5.2 Galios grandinės plokštės brėžiniai

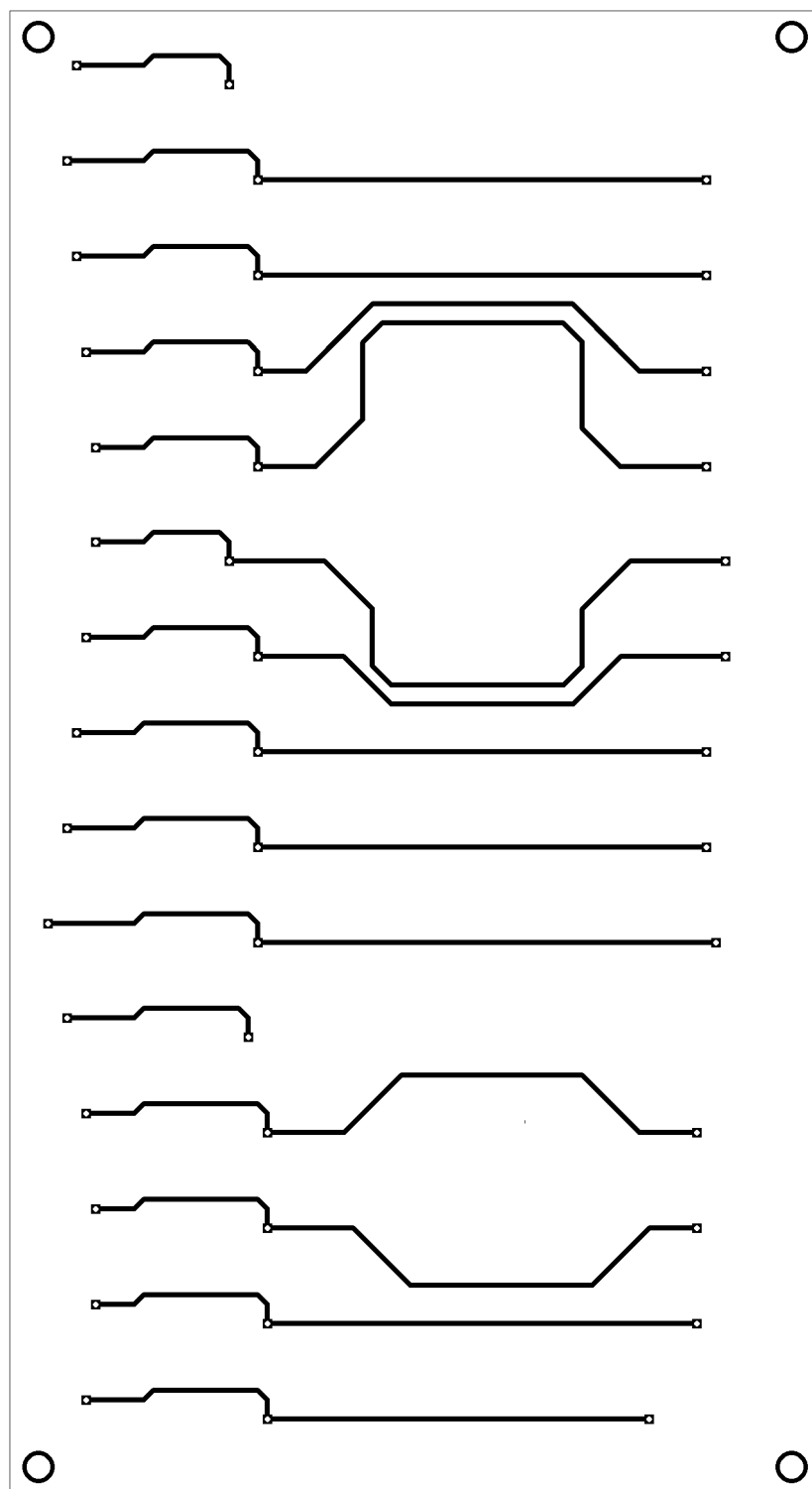
Toliau yra pateiktas galios grandinės plokštės detalių išdėstymas (5.2.1 pav.) ir abiejų sluoksnių takelių vaizdai (5.2.2 pav.), (5.2.3 pav.).



5.2.1 pav. Galios grandinės plokštės detalių išdėstymas. M1:1



5.2.2 pav. Apatinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1



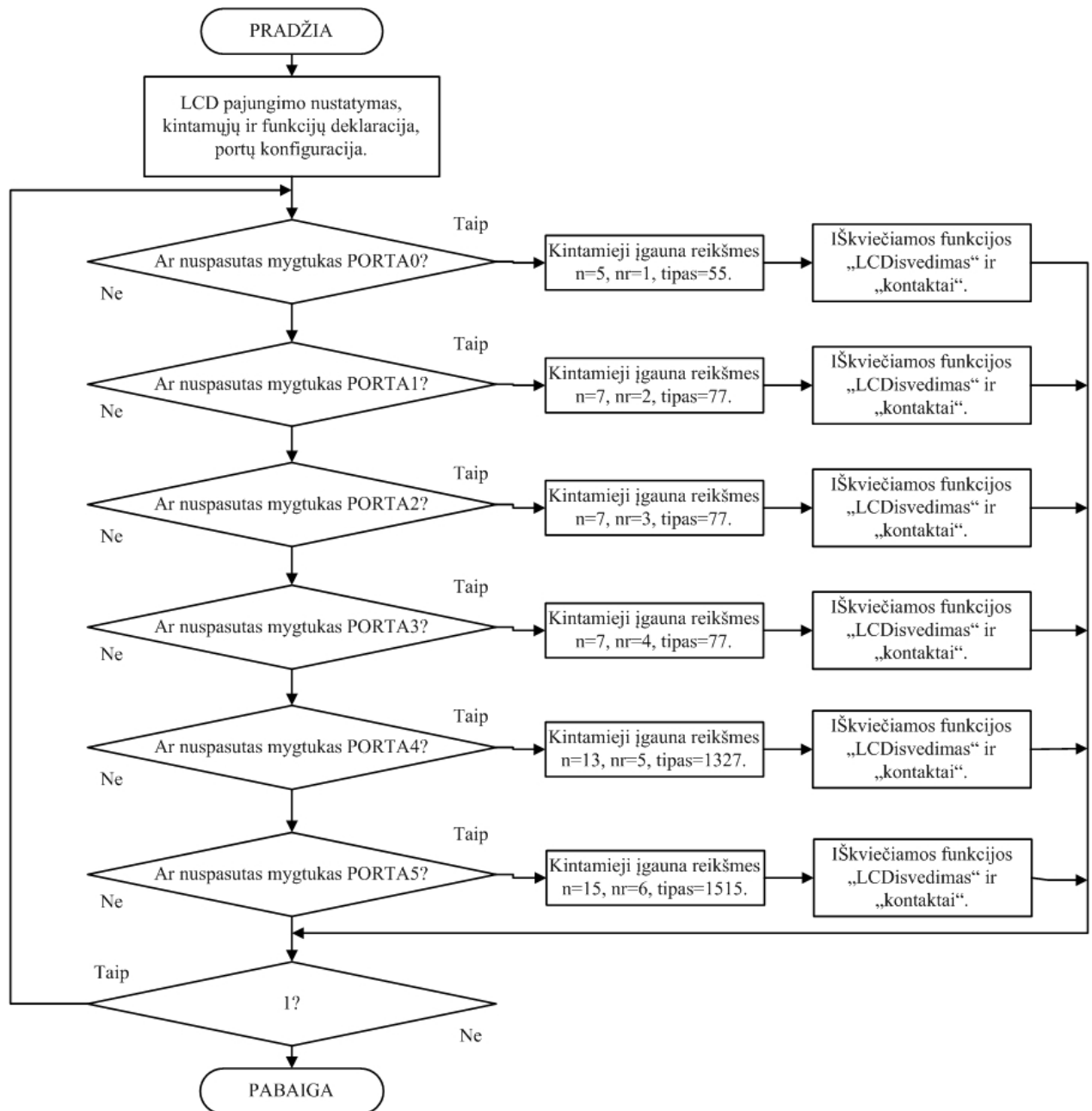
5.2.3 pav. Viršutinio sluoksnio takelių vaizdas. M1:1

6. PROGRAMOS ALGORITMAI IR JŲ APRAŠYMAS

Šiame skyriuje bus pateikti programų algoritmai bei jų aprašymai.

Programa buvo rašoma mikrovaldikliui PIC16F887, todėl rašymui buvo naudojama programa „microC PRO for PIC“. Programą sudaro LCD prijungimo prie mikrovaldiklio išvadų aprašymas, portų konfigūracija, kintamųjų ir funkcijų deklaracija, pagrindinė programa ir trys funkcijos.

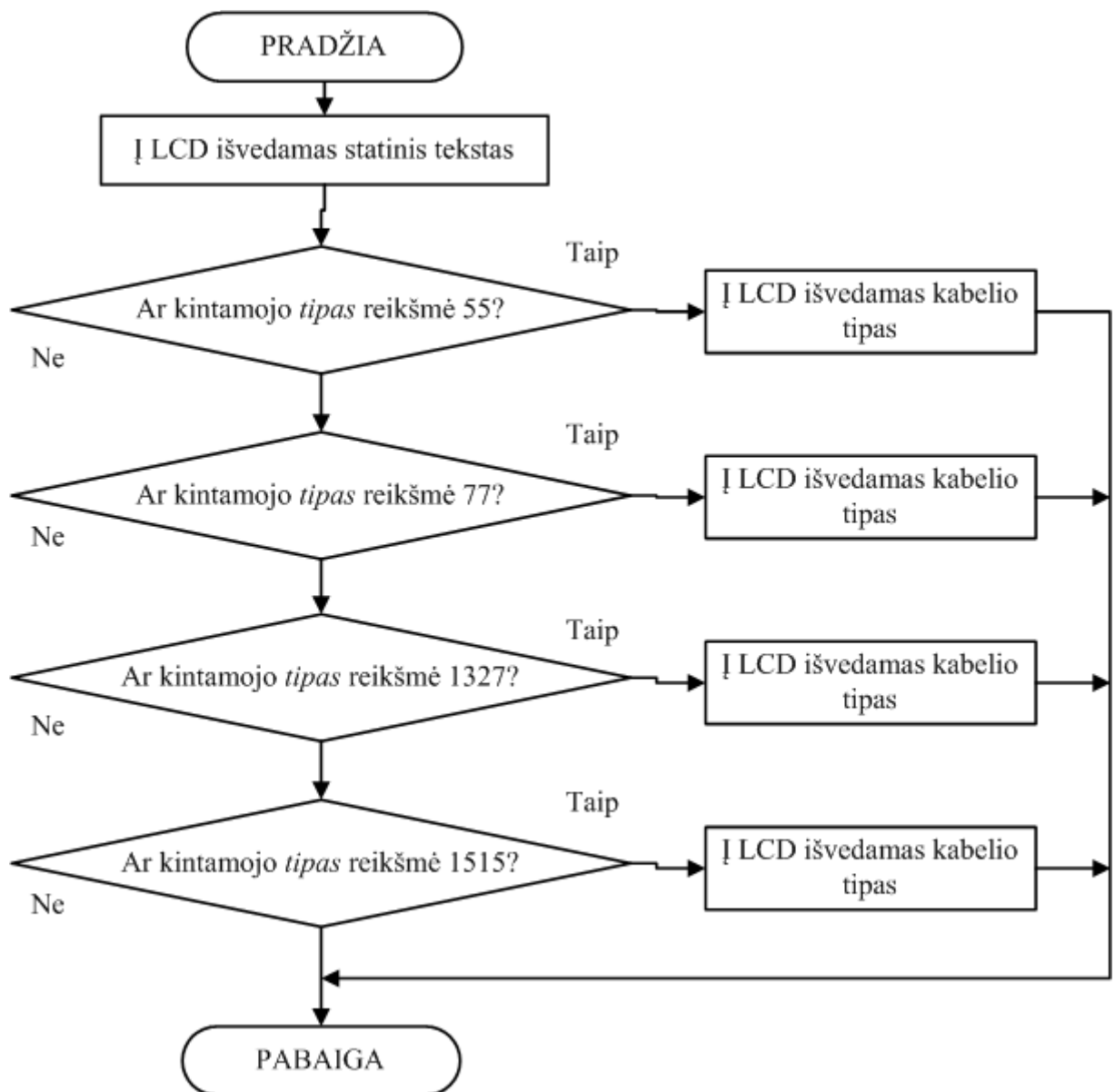
6.1 Pagrindinės programos algoritmas



6.1.1 pav. Pagrindinės programos algoritmas

6.1.1 pav. yra pavaizduotas pagrindinės programos algoritmas. Programos pradžioje yra visi pagrindiniai nustatymai: LCD pajungimas, portų konfigūracija, kintamųjų ir funkcijų deklaracija. Toliau amžiname cikle yra apklausinėjami mygtukai, kurie yra prijungti prie PORTA. Nuspaudus mygtuką, kintamieji n , nr ir $tipas$ įgauna tam tikras reikšmes, kurios atitinka kabelio tipą. Toliau yra iškviečiamos funkcijos „LCDisvedimas“ ir „kontaktai“.

6.2 Funkcijos „LCDisvedimas“ algoritmas

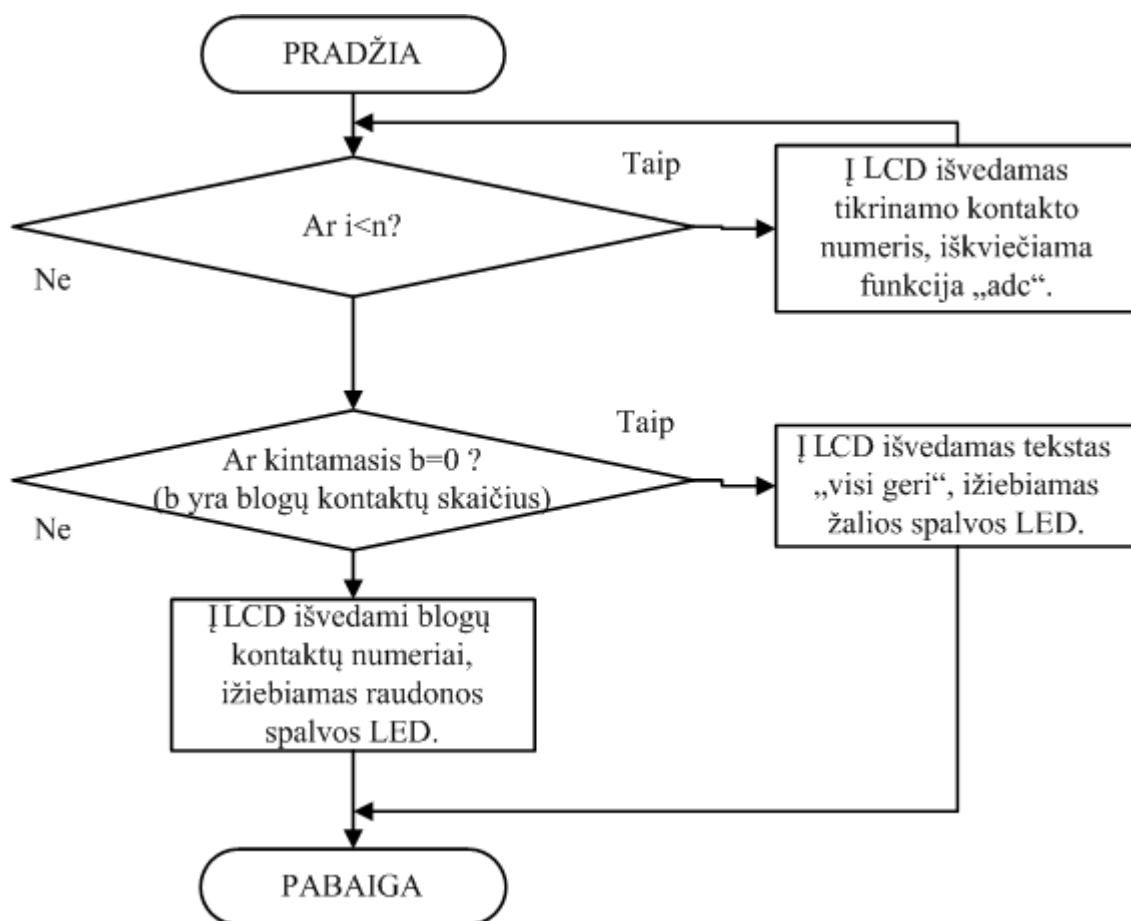


6.2.1 pav. Funkcijos „LCDisvedimas“ algoritmas

6.2.1 pav. yra pavaizduotas funkcijos „LCDisvedimas“ algoritmas. Funkcija yra skirta informacijai į LCD išvesti. Pradžioje į LCD išvedamas statinis tekstas. Tuomet funkcija tikrina kokia yra

kintamojo *tipas* reikšmė. Kintamojo reikšmė priklauso nuo to, kuris mygtukas buvo nuspaustas. Suradus, kokia kintamojo reikšmė, į LCD yra išvedamas kabelio tipas ir funkcija pasibaigia.

6.3 Funkcijos „kontaktai“ algoritmas

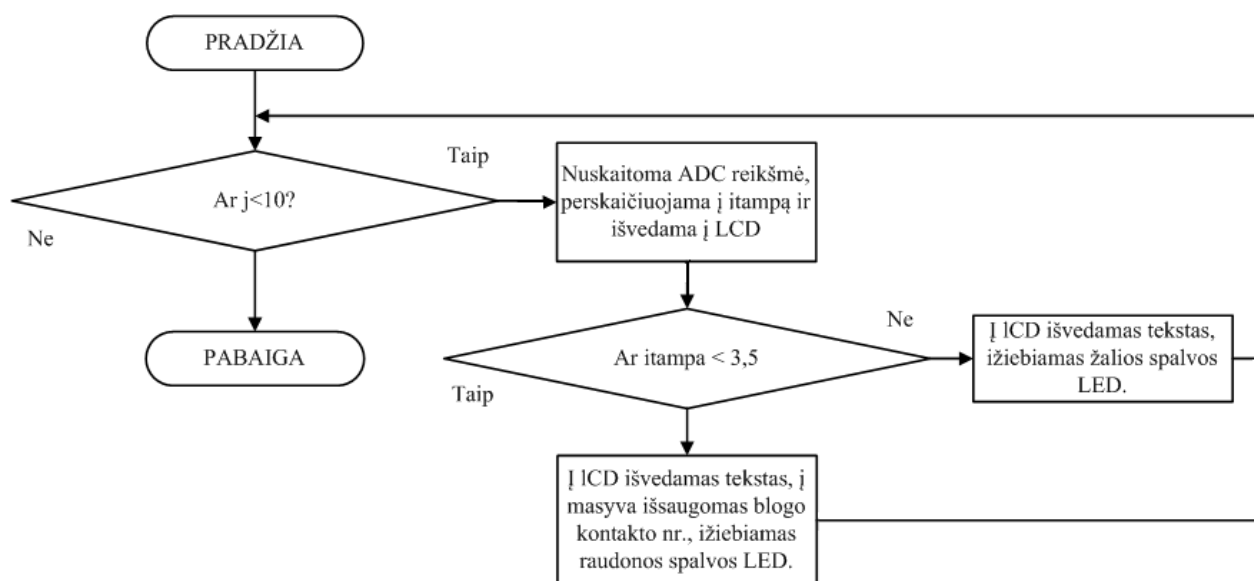


6.3.1 pav. Funkcijos „kontaktai“ algoritmas

6.3.1 pav. yra pavaizduotas funkcijos „kontaktai“ algoritmas. Ši funkcija yra skirta kontaktų tikrinimui ir šviesos diodų valdymui. Funkcijos pradžioje yra vykdomas ciklas. Tikrinama ar ciklo kintamasis i yra mažiau už kintamąjį n (n yra kontaktų skaičius). Kol i mažiau už n į LCD yra išvedamas tikrinamo kontakto numeris ir iškviečiama funkcija „adc“.

Pasibaigus ciklui tikrinama ar kintamasis b yra lygus nuliui t.y. ar nėra blogų kontaktų. Jei $b=0$ tai tuomet į LCD yra išvedamas tekstas, kad visi kontaktai geri ir įžiebiamas žalios spalvos šviesos diodas, kuris parodo, kad kabelis yra geras. Jei b yra ne nulis, tai tuomet į LCD išvedami blogų kontaktų numeriai ir yra įžiebiamas raudonos spalvos šviesos diodas, kuris parodo, kad kabelis nėra geras.

6.4 Funkcijos „adc“ algoritmas



6.4.1 pav. Funkcijos „adc“ algoritmas

6.4.1 pav. yra pavaizduotas funkcijos „adc“ algoritmas. Ši funkcija yra skirta 10 kartų pamatuoti įtampos kritimą ant apkrovos, suskaičiuoti blogus kontaktus (jei tokių yra), ir tikrinimo metu išvesti informacija į LCD bei valdyti dviejų šviesos diodų indikaciją.

Funkcijos pradžioje yra vykdomas ciklas. Tol kol ciklo kintamasis j yra mažesnis už 10, nuskaitinėjama analoginio skaitmeninio keitiklio reikšmė ir perskaičiuojama į įtampą, kurios reikšmė išvedama į LCD. Toliau tikrinama ar įtampa yra mažesnė už 3,5V. Jei taip į LCD išvedamas tekstas, kad kontaktas blogas, į masyvą išsaugomas blogo kontakto numeris, įžiebiamas raudonos spalvos šviesos diodas. Jei įtampa didesnė, tuomet į LCD išvedamas tekstas, kad kontaktas geras ir įžiebiamas žalios spalvos šviesos diodas. Kai ciklo kintamasis pasidaro lygus dešimt, funkcija pasibaigia.

7. SPAUSDINTO MONTAŽO PLOKŠČIŲ GAMYBA

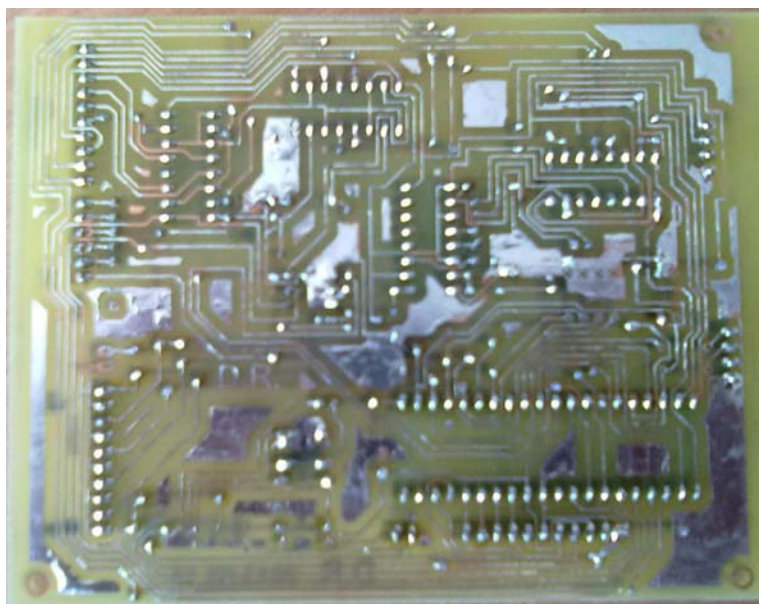
Šiame skyriuje bus pateiktos pagamintų spausdinto montažo plokščių nuotraukos (7.1 pav.), (7.2 pav.) bei jų gaminimo procesas.

Spausdinto montažo plokštės galima gaminti naudojant įvairias technologijas. Pagal turimas sąlygas buvo galima rinktis technologiją, kuri naudoja spausdinto montažo plokštės su fotorezistu arba lazerinio spausdintuvo dažų perkėlimo būdą.

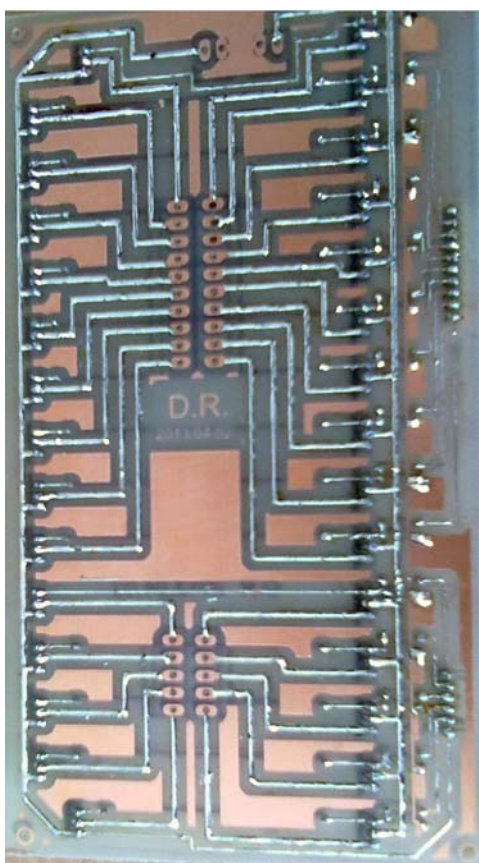
Buvo nuspręsta gaminti pagal technologiją, kuriai reikia plokštės su fotorezistu, nes naudojant šį būdą galima daug tiksliau ir kokybiškiau išėsdinti plokštę. Nuo plokštės, padengtos fotorezistu, reikia nulupti apsauginę plėvelę. Tuomet ant plokštės yra dedama skaidrė, ant kurios yra atspausdintas takelių vaizdas, kuris buvo suprojektuotas naudojant programą “CadSoft Eagle 5.11” (failai pateikti kompaktiniame diske). Skaidrę reikia dėti rašalu/toneriu žemyn. Ant viršaus uždėti stiklą ir viską apšvitinti ultravioletiniais spinduliais. Po švitinimo reikia atlikti ryškinimą. Plokštelė merkiama į 2% NaOH tirpalą. Ryškinimo pabaigoje fotorezistas pilnai pasišalina nuo apšviestų vietų ir lieka neryškūs takeliai. Po ryškinimo plokštę reikia gerai nuplauti pratekančiu vandeniu bei švelniu teptuku nuvalyti fotorezisto likučius tarp takelių, kad šie netrukdytų ėsdinti. Nuplauta plokštė merkiama į rūgštį ėsdinimui. Vietos, kuriose nebėra fotorezisto, o tik plikas varis, yra nuėsdinamos, ir taip lieka tik takeliai.

Takeliai buvo suprojektuoti dviejų sluoksnių plokštei, tačiau dėl lėšų stokos buvo nupirkto vieno sluoksnio plokštės ir daromas tik apatinis sluoksnis. Vietoje takelių viršutiniame sluoksnyje buvo sudėti trumpikliai iš laidų.

Galios grandinės plokštėje takeliai per kuriuos tekės didelė srovė, buvo užlieti dideliu sluoksniu lydmetalio.



7.1 pav. Valdymo plokštės apačios vaizdas



7.2 pav. Galios grandinės plokštės apačios vaizdas

8. STENDO GAMYBA

Šiame skyriuje bus pateiktos nuotraukos iš sunkvežimių kabelių tikrinimo stendo gamybos (8.1 pav), (8.2 pav.), aptarta jo gamyba, jai panaudotos priemonės bei metodai.



8.1 pav. Sunkvežimių kabelių tikrinimo stendas

Stendo korpusui labai puikiai tiko ir buvo panaudotas seno maitinimo šaltinio korpusas. Jis yra pagamintas iš aliuminio, todėl yra gana lengvas ir pakankamai tvirtas. Visa nereikalinga įranga iš vidaus buvo pašalinta lauk ir liko tuščia erdvė, kurios turio pilnai užteko visai kabelių tikrinimo įrangai sumontuoti. Kadangi korpusas buvo senas, jo išorė atrodė negražiai. Jis buvo suraižytas ir nuo jo buvo atsilupę dažai. Kad korpusas būtų išvaizdesnis, jis buvo nušveistas ir iš naujo nudažytas.

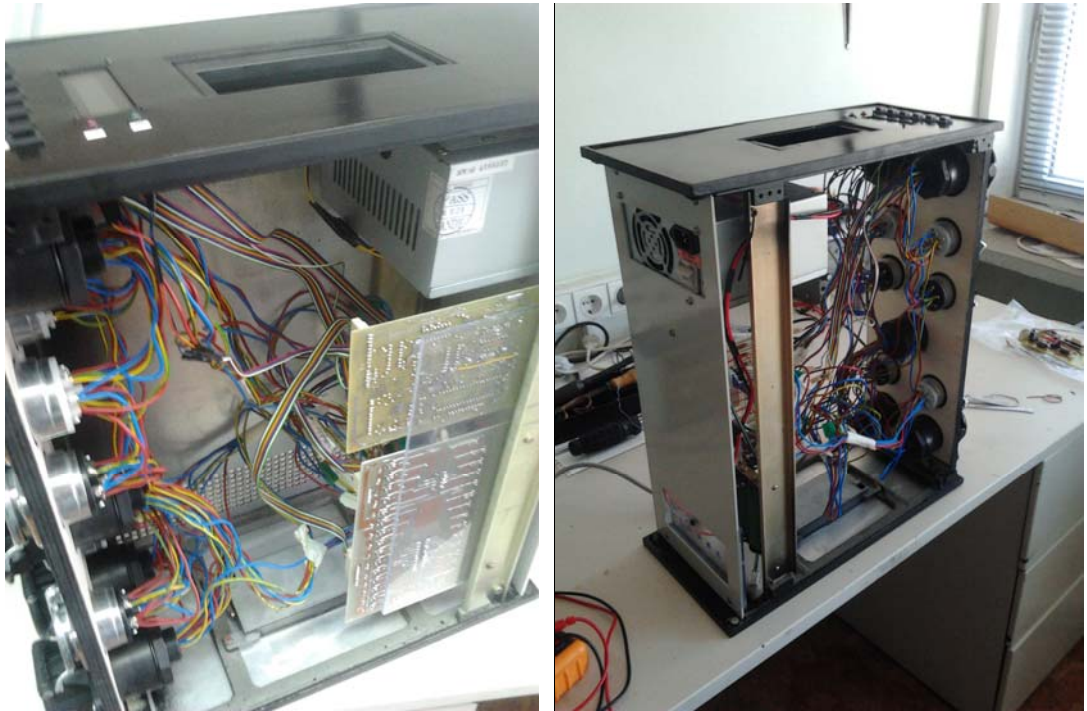
Priekinei paneli, kurioje yra sumontuotos 5 rūšių jungtys, buvo panaudota medinė plokštė. Toks sprendimas buvo pasirinktas dėl to, kad medinėje plokštėje buvo daug lengviau išpjauti skylės jungtims, ir jas pritvirtinti. Medinė plokštė taip pat buvo nudažyta.

Jungčių, esančių priekinėje panelėje, kontaktus reikėjo sulygiagretinti. Tam buvo panaudotas vienagyslis 1mm skersmens laidas. Laidų galuose buvo uždėtos jungtys, kurios jungėsi į galios grandinės plokštę.

Stendo įrangai maitinti buvo panaudotas kompiuterinis maitinimo šaltinis, kurio galia yra 200W. Tokio galingumo pilnai užtenka visai įrangai maitinti. Maitinimo šaltiniui buvo atlikti tik keli pakeitimai: į jo korpusą buvo įmontuotas įjungimo/išjungimo mygtukas, pašalinti nereikalingi laidai. Maitinimo šaltinis buvo lengvai pritvirtintas stendo viduje.

Korpuso viršutinėje dalyje buvo išpjautos ertmės, į kurias buvo sumontuoti mygtukai, du šviesos diodai ir skystųjų kristalų ekranas. Kad šie komponentai susijungtų su pagrindine valdymo plokšte, prie jų buvo prilituotas plokščias laidas, turintis keletą gyslų, ir jo gale sumontuota jungtis, kuri jungiasi į plokštę.

Valdymo plokštė, galios grandinės plokštė ir apkrova buvo pritvirtinti korpuso šonuose. Plokštėms apsaugoti, ant jų buvo pritaisytas organinis stiklas. Su organiniu stiklu, panaudojus karštus kljus, taip pat buvo uždengta ertmė, esanti korpuso nugaros apačioje. Tame stikle dar buvo įmontuotas žalios spalvos šviesos diodas, kuris įsižiebia, kai per apkrovą teka srovė.



8.2 pav. Stendo konstravimo momentai

9. STENDO BANDYMAI IR REZULTATAI

Visiškai pabaigus sunkvežimių kabelių tikrinimo stendo gamybos darbus buvo atlikti bandymai, skirti nustatyti ar stendas teisingai veikia.

Buvo patikrinta ar veikia visi elektriniai mazgai: maitinimas, skystuju kristalų ekranas, dviejų šviesos diodų indikacija, mygtukai. Toliau buvo tikrinama ar stendas teisingai testuoja kabelius, nustato blogus arba gerus kontaktus. Stendas buvo išbandytas su visais šešiais skirtingo tipo sunkvežimių kabeliais, buvo imituojami blogi kontaktai. Stendas veikė puikiai. Per visus bandymus neįsivėlė nei viena klaida. Informacija vartotojui į skystųjų kristalų ekranėlį buvo išvedinėjama teisingai, programa veikė greitai ir be klaidų.

IŠVADOS

1. Bakalauro baigiamajame darbe buvo išanalizuoti principai ir technologijos, kuriomis galima patikrinti kontaktą. Šiam darbui įgyvendinti buvo pasirinktas būdas matuoti įtampos kritimą ant apkrovos, kuris atsiranda tik esant geram kontaktui grandinėje. Taip pat buvo nuspręsta naudoti analoginį skaitmeninį keitiklį įtampos kritimui ant apkrovos paversti į dvejetainį kodą, kad būtų galima išmatuota įtampą palyginti su slenkstine.
2. Siekiant sukurti standą, kuris galėtų patikrinti šešis skirtingus kabelio tipus (penkios skirtingos jungtys) naudojant vieną apkrovą, buvo nuspręsta rozečių kontaktus skirtingoms kabelių jungtims sujungti lygiagrečiai bei lygiagrečiai komutuoti abiejuose kabelio galuose esančius to paties laido kontaktus. Toks sprendimas leido naudoti vieną apkrovą ir vieną elektroninę grandinę penkioms skirtingoms grandims, bet neteikia pilnos informacijos apie blogo kontakto priežastį.
3. Stendo pagrindą sudaro rozečių panelė, valdymo blokas su apkrova ir maitinimo šaltinis. Keičiant apkrovos didį, maitinimo šaltinio įtampa skirta lauko tranzistoriams bei įdiegiant papildoma aušinimą lauko tranzistoriams galima padidinti testavimo srovę iki 30A. Keičiant programinę įrangą galima išplėsti naudojamų kabelių tipą, jei tinka standartinės jungtis.
4. Buvo pagamintas kabelių bandymo stendas. Stendas buvo ištestuotas su visų rūšių kabeliais, buvo imituojami blogi kontaktai, stebimas stendo veikimas. Viskas veikė sklandžiai ir teisingai. Uzsibrėžti tikslai buvo pasiekti.

LITERATŪRA

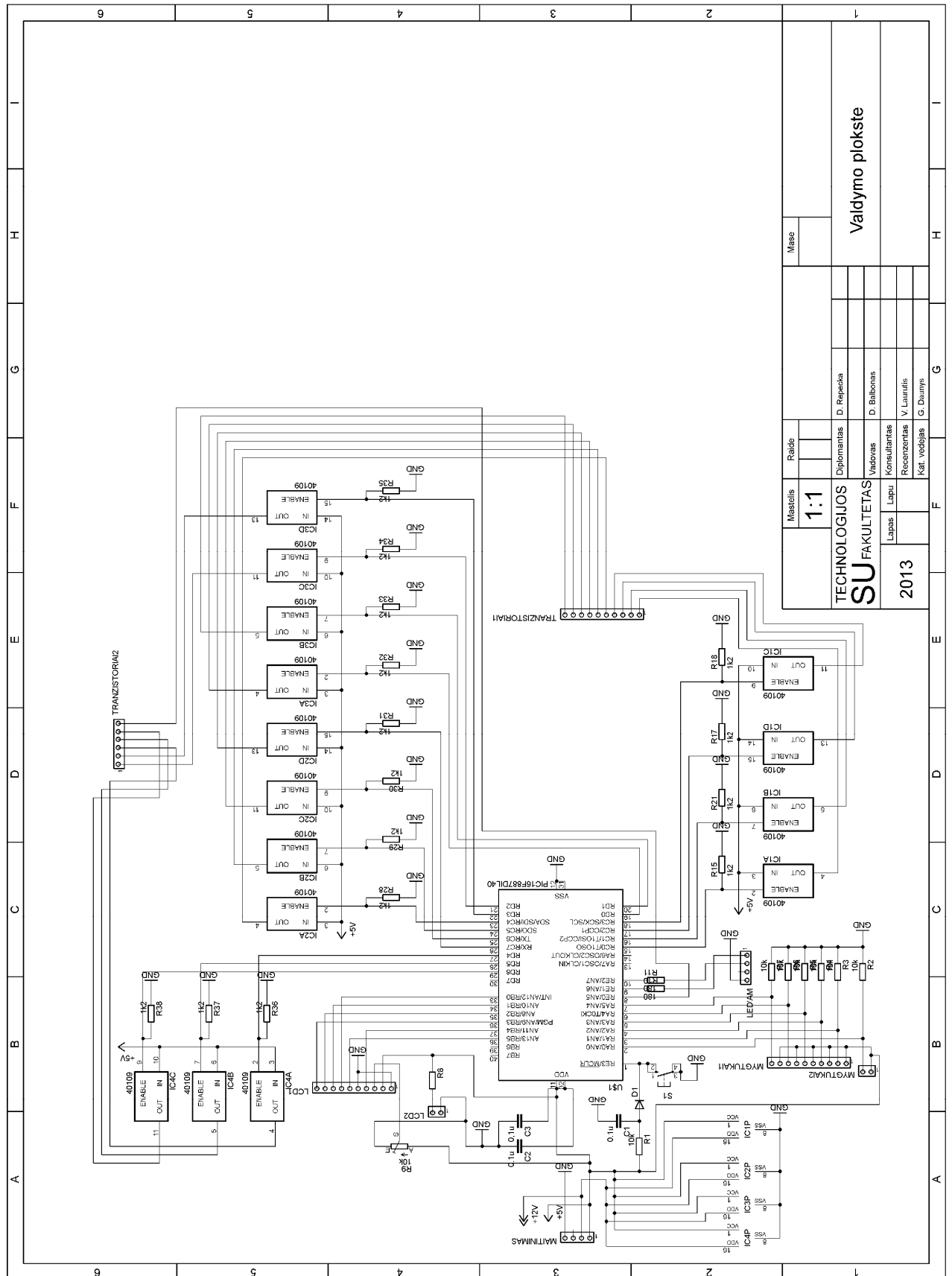
1. MASIOKAS S, *Elektrotechnika*, Kaunas, 1989, ISBN-5-420-00145-4
2. S.Štaras. Pusiaudininkinės ir funkcinės elektronikos įtaisai. Vilnius, Technika. 2005.
3. *Analoginis – skaitmeninis keitiklis*. Prieiga per internetą:
<http://pcwortex.byethost9.com/?p=179>
4. *ADC*. Prieiga per internetą:
<http://www.wzona.info/2012/07/testuojam-atmega-adc-su-lm35dz.html>
5. *Analog moduleless*. Prieiga per internetą:
<http://www.mikroe.com/chapters/view/8/chapter-7-analog-modules/>
6. *CD40109 datasheet*. Prieiga per internetą:
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/3/06h1k564jwr20wwgfogu5h4oehyy.pdf>
7. *Lauko tranzistorius*. Prieiga per internetą:
http://lt.wikipedia.org/wiki/Lauko_tranzistorius
8. *BUZ11 datasheet*. Prieiga per internetą:
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/fairchild/BUZ11.pdf>
9. *Logic level*. Prieiga per internetą:
http://en.wikipedia.org/wiki/Logic_level
10. *PIC16F887 datasheet*. Prieiga per internetą:
<http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en026561>

PRIEDAI

1 PRIEDAS. Sunkvežimių kabelių tikrinimo stendo naudojamų komponentų sąrašas

Format.	Zona	Pozicija	Žymėjimas	Pavadinimas	Kiekis	Pastabos
			VALDYMO PLOKŠTĖ			
				<u>Mikroschemos</u>		
			IC1, IC2, IC3, IC4	CD40109	4	
			U\$1	PIC16F887	1	
				<u>Diodai</u>		
			D1	1N4007	1	
				<u>Rezistoriai</u>		
			R1 – R9	10K	9	
			R10, R11	180Ω	2	
			R15, R17, R18, R21, R28 – R38	1K2	15	
				<u>Kondensatoriai</u>		
			C1 – C3	0.1uF	3	
				<u>Jungtys</u>		
			LCD1, MYGTUKAI1, TRANZISTORIAI1		3	10 kontaktų
			LAD'AM, MAITINIMAS		2	4 konataktai
			MYGTUKAI2, LCD2		2	2 kontaktai
			TRANZISTORIAI2		1	6 kontaktai
				<u>Mygtukai</u>		
			S1	TACTSWŽ-043		
			GALIOS GRANDINĖS PLOKŠTĖ			
				<u>Tranzistoriai</u>		
			Q1 – Q30	BUZ11BV	30	
				<u>Rezistoriai</u>		
			R2, R4, R6 ... R30	12K	30	
				<u>Jungtys</u>		
			J5, J4, TRANZISTORIAI1		3	10 kontaktų
			J6, J7, TRANZISTORIAI2		3	6 kontaktai
			J3, APKROVA		2	2 kontaktai
TECHNOLOGIJOS SU FAKULTETAS			Pavardė	Parašas	Data	SUNKVEŽIMIO KABELIŲ TIKRINIMO STENDAS
			Diplomantas	D.Repečka		
			Vadovas	D.Balbonas		
			Konsultantas			
2013	Lapas	Lapų	Recenzentas	V.Laurutis		
	1	1	Kat. vedėjas	G.Daunys		

2 PRIEDAS. Valdymo plokštės elektrinė principinė schema



3 PRIEDAS. Galios grandinės plokštės elektrinė principinė schema

