

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Примењена механика и аутоматско управљање
Предмет: Електроника
Број индекса: 43/2014

Страхиња П. Миленковић Електронско управљање радом гаражних врата завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Драган Тарановић, доцент- ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада реализовати модул за даљинско отварање и затварање гаражних врата са једносмерним мотором. Модул је потребно реализовати помоћу електронске платформе Ардуино и демонстрирати на моделу гаражних врата. У оквиру завршног рада потребно је описати електронске системе и компоненте који се користе за реализацију модула. Приказати алгоритме и програмска решења која су коришћена при реализацији завршног рада.

Препоручена литература:

- [1] Упутства за платформу Ардуино
- [2] Каталог произвођача електронских компоненти
- [3] Дрндаревић В., Елементи електронике - диоде, транзистори и операциони појачавачи, Друго издање, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Академска мисао, Београд, 2015.
- [4] Дрндаревић В., Елементи електронике – дигитална кола, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Академска мисао, Београд, 2016.
- [5] Paul Scherz, Simon Monk, Practical Electronics for Inventors, Third Edition, McGraw-Hill, 2013

Крагујевац, 21.08.2017.

Ментор:
Др Драган Тарановић, доцент

Garage door electronic control

Abstract

Within this bachelor's work garage door automatization concept was presented. Control was realized through *Arduino Uno* electric platform. System's key elements description and their operation principle was given. Algorithm and control software have been developed. Garage door model was constructed to demonstrate entire mechatronic system operations. Complete built model technical documentation is given at the end of paper.

Keywords: Arduino Uno, automatic control, garage door, electronics

Електронско управљање радом гаражних врата

Резиме

У оквиру овог завршног рада представљен је концепт аутоматизације рада гаражних врата. Управљање је извршено помоћу *Ардуино Уно* електронске платформе. Дат је опис кључних компонената система као и њихов принцип рада. Написан је алгоритам и развијен софтвер за управљање радом контролера. Израђен је модел гаражних врата за демонстрацију рада целокупног мехатроничког система. На крају рада је дата и комплетна конструкциона документација модела.

Кључне речи: Ардуино Уно, аутоматско управљање, гаражна врата, електроника

Садржај

Увод	1
1. Опис мехатроничког система	2
1.1. Ардуино	4
1.2. Двоканални релејни модул	6
1.3. Инфрацрвени сензор АХ-1838НС	8
1.4. Инфрацрвени сензор близине FC-51	9
1.5. Микропрекидачи.....	11
2. Формирање модула даљинског управљања	12
2.1. Електрична шема	12
2.2. Софтвер.....	14
3. Развој модела гаражних врата	21
Закључак.....	23
Литература	24
Прилог А – конструктивна документација	25

Увод

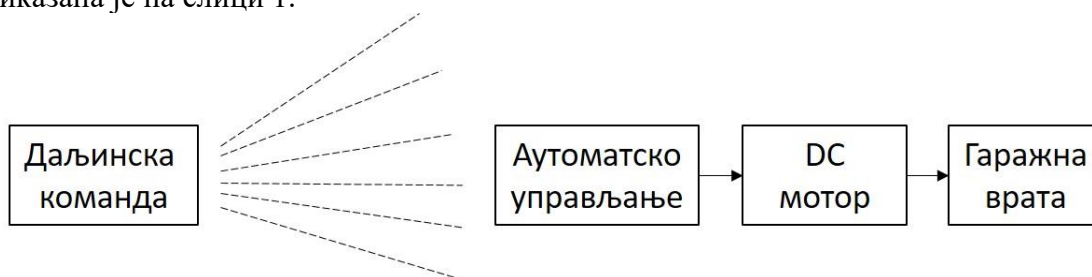
Са развојем интегрисаних кола и рачунара, границе између формалних дисциплина електро инжењерства и машинског инжењерства су постајале све блеђе и флуидније. Све чешће се електро инжењери налазе у ситуацијама да уско сарађују са машинским инжењерима. Мехатроника се дефинише као комбинација машинског, електро и системског инжењерства, како у дизајнирању производа, тако и у његовом процесу производње. Бави се дизајнирањем система и продуката који имају за циљ успостављање равнотеже између механичких структура и њиховог управљања. Мехатроника је одговор на пораст потражње индустрије за инжењерима способним за рад изван граница уских инжењерских дисциплина, како би се дошло до решења данашњих, све изазовнијих, проблема. Она на тржиште доноси поуздане производе, тачне, прецизне, свестране, а уједно и јефтине. Ови задаци су остварени имплементацијом електронике и компјутерске технологије у виду делова машина и машинских склопова. Резултати оваквих планова и унапређења се могу применити на већ готовим производима, али и за изградњу нових. За креацију ефикасног мехатроничког система фундаментално је познавати сва три аспекта мехатронике: механику, управљање и рачунарство. Иако су ова три аспекта веома важна, мехатроника се експлицитно фокусира на њихову међусобну интеракцију и интеграцију која доводи до унапређеног и исплативог система [10].

Овај рад за циљ има демонстрацију битности мехатронике у свакодневном животу просечног човека кроз синтезу управљачког система гаражних врата уз помоћ *Arduino Uno R3* микроконтролерске платформе. У ту сврху је развијен модел гаражних врата са имплементираним управљачким елементима.

У раду су разматрана роло гаражна врата састављена из сегмената од стандардног алуминијумског профила за ове намене. Врата се отварају подизањем на горе при чему крећући се по вођицама прелазе из вертикалног у хоризонтални положај и слажу се испод таванице гараже. Затварање се врши операцијом супротном претходној. Операције отварања и затварања се обављају уз помоћ електричног мотора једносмерне струје Команда за отварање, односно затварање се издаје даљинским управљачем са ИЦ комуникацијом. Врата су снабдевена граничним прекидачима за заустављање у крајње затвореном, односно крајње отвореном положају. Врата су такође опремљена сигурносним системом који гарантује безбедност корисника. Постојање информационог система обезбеђује константно праћење статуса гаражних врата путем LCD дисплеја.

1. Опис мехатроничког система

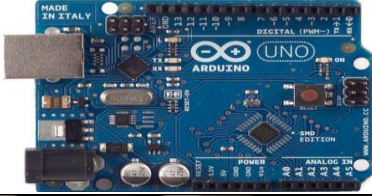
Мехатронички систем управљања комбинује у себи елементе електронике и механике. Такав случај је и у овом конкретном систему, блок шема датог система приказана је на слици 1.



Слика 1. Блок шема мехатроничког система

Аутоматско управљање врши микропроцесорска јединица *Ардуино Уно*, која на побуду са даљинског управљача у виду инфрацрвеног импулса шаље управљачки сигнал на мотор једносмерне струје који преноси кретање механичком везом на гаражна врата. Микроконтролер сам по себи не може да врши управљање већ је потребна и пропратна електроника. За довођење напајања на мотор и управљање његовим смером, па тиме и отварањем, односно затварањем гаражних врата употребљен је релејни модул са два канала. Како не би долазило до безбедносних ризика постављена је светлосна баријера у виду инфрацрвене диоде и транзистора, која шаље информацију контролеру да ли је присутна препрека у вратима због које се затварање мора прекинути. Систем поседује и граничне микропрекидаче чија је улога заустављање врата у крајње отвореном тј. затвореном положају. Кључне хардверске компоненте коришћене у реализацији овог система су дате у табели 1.

Табела 1. Коришћене хардверске компоненте

1.	Arduino Uno R3		Микроконтролер задужен за управљање гаражним вратима
2.	Мотор једносмерне струје Barber-Colman Вуqм-33510-39		Актуатор система 12VDC, 350 min ⁻¹ , 0,05 Nm
3.	Инфрацрвени сензор AX-1838HS		Пријемник сигнала са даљинског управљача

4.	Инфрацрвени даљински управљач X2		Даљинска контрола
5.	Двоканални релејни модул 2CH-JQC-3FF-S-Z		Одговоран за покретање једносмерног мотора и диктирање смера обртања
6.	Микропрекидач, нормално затворен x2		Гранични прекидачи
7.	Инфрацрвени сензор близине FC-51		Светлосна баријера

1.1. Ардуино

Ардуино је електронска платформа отвореног кода (*open source*) заснована на микропроцесорској технологији реализованој једноставном штампаном плочи и развојном окружењу. Ардуино плоче могу да читају улазе – притиснут тастер, осветљен сензор - и да дају одговарајуће излазе – нпр. активирање мотора. Корисник може одредити шта ће Ардуино радити слањем инструкција микроконтролеру на плочи. За то је потребно познавање Ардуино програмског језика и поседовање софтвера [1].

Ове плоче су првенствено намењене за брзу израду прототипова од стране људи са малим искуством у електроници и програмирању, па су пронашле место у хиљадама пројеката од хоби до професионалних примена.

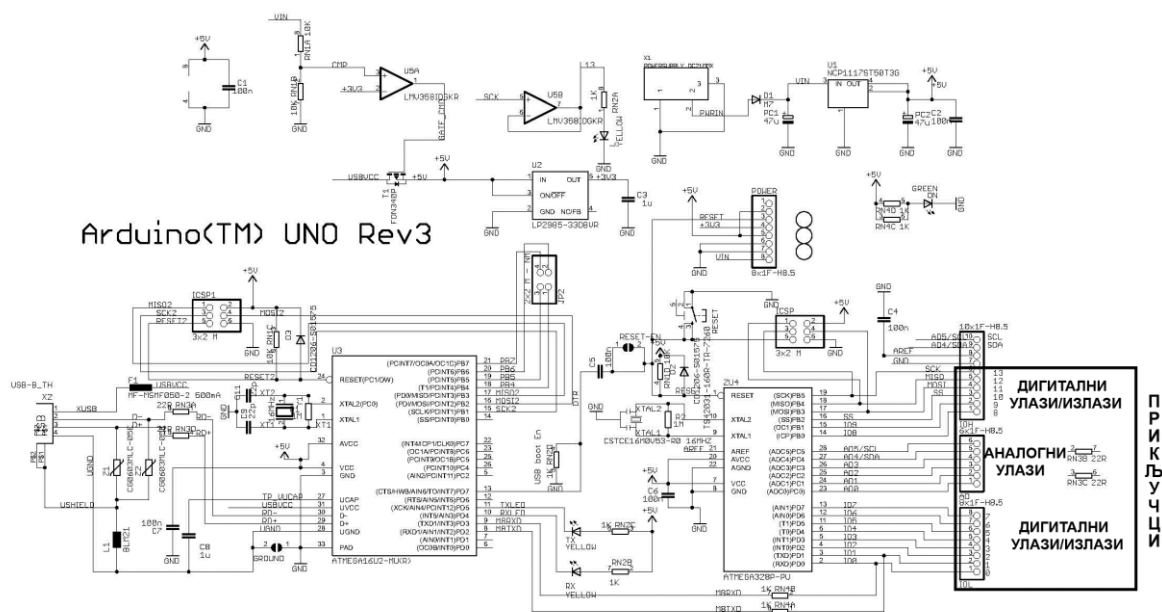
У овом завршном раду коришћен је модел *Arduino UNO R3* са микроконтролерском плочом базираном на ATmega328P осмобитном микроконтролеру AVR архитектуре. Поседује 14 дигиталних улазних/излазних пинова, од којих шест може бити коришћено као PWM (*Pulse Width Modulation*) излаз, шест аналогних улаза, излазе напајања од 3,3 V и 5 V, USB конектор за комуникацију за рачунаром, улаз за напајање и дугме за ресет. На слици 2 је дат приказ Ардуина са изводима, у табели 2 је дата детаљнија спецификација контролера, док је на слици 3 детаљнија електрична шема Ардуина са посебно истакнутим улазима и излазима.



Слика 2. Ардуино Уно развојна плоча

Табела 2. Спецификације Ардуино Уно развојне плоче [1]

Микроконтролер	ATmega328P
Напон напајања микроконтролера	5V
Препоручени улазни напон	7-15 V
Дозвољени улазни напон	6-20 V
Дигитални И/У изводи	14
PWM дигитални И/У прикључци	6
Аналогни улазни прикључци	6
Једносмерна струја по У/И прикључку	20 mA
Једносмерна струја за 3.3V прикључак	50 mA
Флеш меморија	32 kb, 0,5 kb се користи за bootloader
Статички рам	2 kb
ЕЕПРОМ	1 kb
Радни такт	16 MHz
Димензије	68,8 mm x 53,4 mm



Слика 3. Електрична шема Ардуино развојне плоче [1]

На улазне прикључке Ардуино платформе се доводе сигнали из окружења – информације са сензора, тастера, прекидача – док су излази задужени за слање информација са Ардуина ка актуаторима. Прикључци могу бити и аналогни и дигитални. Дигитални се могу користити и као улази и као излази, док су аналогни прикључци искључиво улазног карактера.

Разлика између дигиталног и аналогног улаза/излаза је у томе што дигитални портови разликују само два стања, логичку нулу и јединицу, односно стања *LOW* и *HIGH*, док је код аналогних препознајемо реалне вредности сигнала што нам дозвољава да у сваком тренутку времена имамо потпуну информацију о сигналу. Конкретно, Ардуино плоча, сваки напон већи од 3 V ће детектовати као логичку јединицу, док је нула све испод 1.5 V, ако се дигитални пин користи као улаз. Уколико је пин подешен као излаз, логичка јединица представља 5 V док при нули нема напона (0 V). У овом пројекту сви пинови су коришћени као дигитални.

Ардуино програмски језик је заснован на C/C++ програмским језицима, допуњеним библиотекама за олакшан приступ кодирању. Ардуино платформа поседује софтвер у ком постоји могућност писања кода и касније његово слање у меморију Ардуина путем USB порта, после чега веза за рачунаром више није неопходна јер микроконтролер ради аутономно уколико му је обезбеђено напајање. С обзиром да је и софтверски део микроконтролера отвореног кода, његове могућности се непрестано унапређују од стране корисника широм света.

Програм Ардуина поседује две главне функције:

- **setup()** – функција која се позива при иницијализацији програма, служи за дефинисање променљивих и пинова, увоз библиотека, итд. Покреће се само једном, при сваком укључивању или ресетовању Ардуино плоче.
- **loop()** – за разлику од setup(), ова функција ради непрекидно, у петљи, што дозвољава програму да се мења и реагује на спољашње утицаје, користи се за активно контролисање Ардуино плоче. У овој функцији се пише главни део програма.

Првенствено је неопходно дефинисати природу пинова у `setup()` функцији, односно да ли су они улазни или излази. То омогућује команда `pinMode()`. У загради код ове команде треба написати прво број пина, а потом и да ли ће он бити улазни (`INPUT`) или излазни (`OUTPUT`). На пример `pinMode(2, INPUT)`, значи да је пин број два улазни.

Дефинисање стања пинова на Ардуино плочи се врши константама `HIGH` и `LOW`. Ако је у питању излазни пин, командом `digitalWrite()` се обавља промена стања на пину, док је команда `digitalRead()` резервисана за ишчитавање стања улазног пина [1].

1.2. Двоканални релејни модул

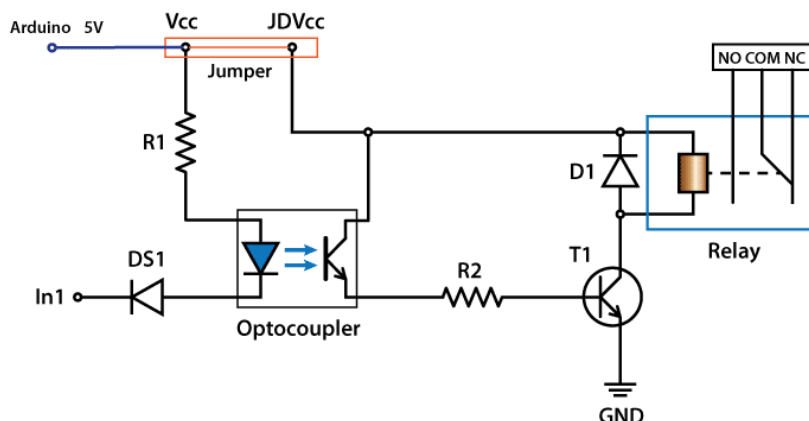
Релеј је електромеханички актуатор чија је главна улога омогућавање да се малом једносмерном струјом изврши укључивање већих струја. Састоје се од два фиксна и једног покретног контакта. Фиксни контакти могу бити *Normally open* (Нормално отворен) и *Normally closed* (Нормално затворен). Нормално отворени контакт је отворен уколико није доведена побуда на намотај релеја док је код нормално затвореног контакта обрнуто.

Релеји се не могу директно побуђивати са Ардуино плоче па је је направљен посебан релејни модул. На слици 4 су описани улази релејног модула.



Слика 4. Улази релеја

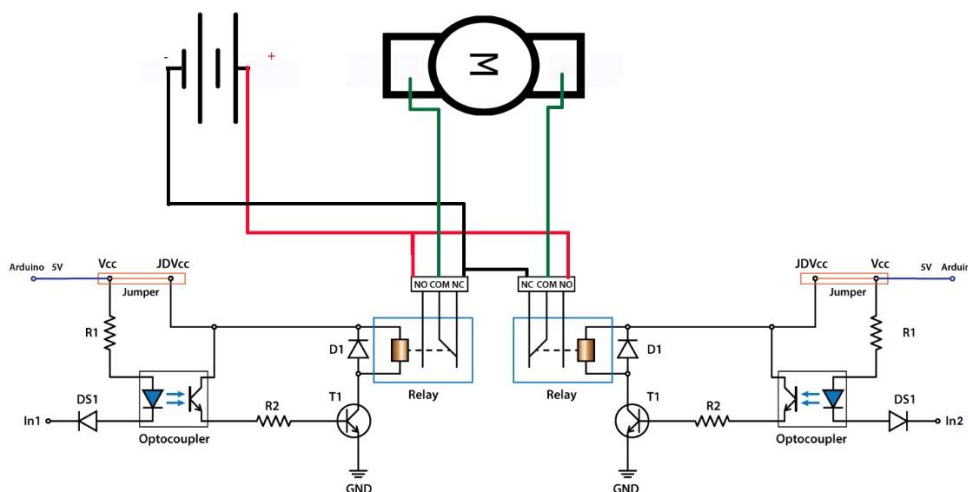
Двоканални релејни модул се састоји од два релеја код којих се активирање врши преко оптокаплера, што значи да је укључивање регулисано LE диодом и фототранзистором, како би електрично раздвојио релеј и микроконтролер чиме се штити микроконтролер од велике струје. На V_{cc} пин модула се доводи напон од 5 V који напаја оптокаплер, GND је уземљење док су In1 и In2 резервисани за управљачки сигнал релеја. На слици 5 је дата електрична шема једног од два релеја модула.



Слика 5. Електрична шема релејног модула [3]

На релеј се одвојено може доводити напон на оптокаплер и намотај релеја, али је могуће краткоспојником везати та два извода тако да тада постаје довољно довести напон на само један извод (слике 5 и 6). Како би се спречили скокови напона услед нагле промене струје у намотају и тако избегла оштећења како контаката релеја тако и околних електричних компонената поставља се диода (D1, слике 5 и 6), инверзно поларисана, која почиње да проводи пре него што се формира велика струја на намотају [7].

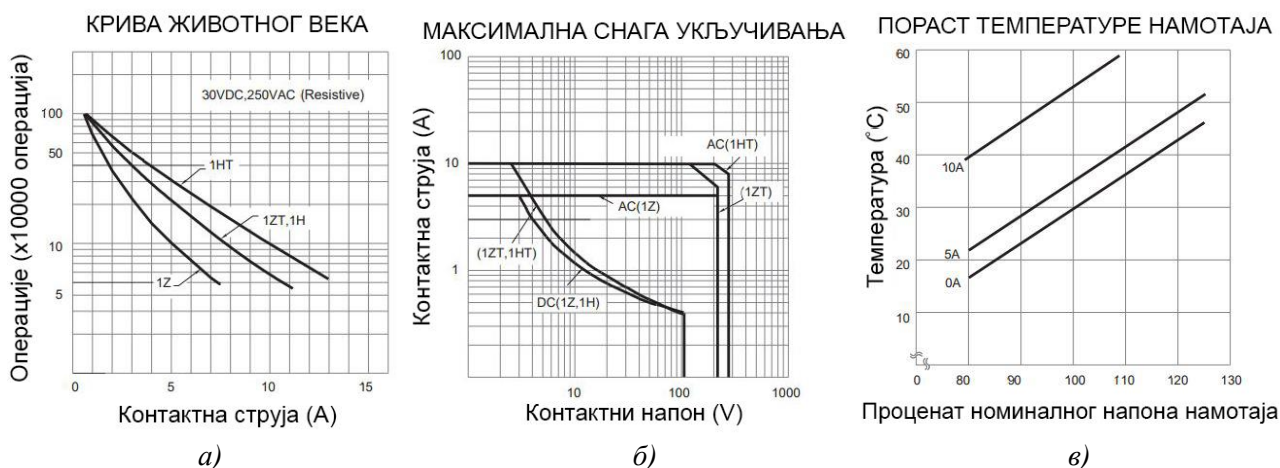
Када се доведе управљачки сигнал на релеј оптокаплер се активира и дозвољава протицање струје кроз намотај релеја чиме што изискује отварање NC а затварање NO извода. На COM портове релеја доводимо крајеве мотора, на NC негативно напајање, на NO позитивно. Оваквим везивањем бирамо смер мотора укључивањем једног од релеја док уколико су оба релеја искључена постиже се самокочење електромотора јер је он кратко спојен (слика 6).



Слика 6. Електрична шема релејног модула са мотором

Када је релеј неактиван на улазе In1 и In2 је доведен напон од 5 V и струја не тече кроз LE диоду јер су анода и катода диоде на истом потенцијалу. Када се релеј активира на улазе је доведена логичка нула (LOW) тако да је сада катода нижег потенцијала од аноде и кроз њу тече струја, емитује светлост и активира оптокаплер.

На слици 7. су дате карактеристике овог релеја.



Слика 7. Карактеристике релеја а) Крива животног века, б) Максимална снага укључивања, в) Промена температуре у функцији напона [2]

Веза Ардуина и релејног модула је остварена преко пинова 10 и 12 задужених за подизање и спуштање врата, респективно.

1.3. Инфрацрвени сензор AX-1838HS

AX-1838HS је минијатурни инфрацрвени пријемник за даљинску контролу и сличне потребе где амбијентално осветљење може да представља поремећај. Ради на напону од 2,1 V до 6,5 V [4]. На слици 8 се налази употребљени сензор са својом шематском ознаком. Поседује три извода, GND - уземљење, V_{CC}, - напон напајања и DATA – излазни сигнал, повезан са Ардуином преко дигиталног улаза број 11.



Слика 8. Инфрацрвени сензор AX-1838HS а) физички изглед, б) шематски приказ [4]

Овај сензор детектује светлост таласне дужине између 700 nm и 1 μ m, док најбоље ради са светлошћу таласне дужине 940 nm, какву емитују скоро сви даљински управљачи и слични уређаји.

Слика 9 представља карактеристике овог елемента.



Слика 9. Карактеристике релеја а) Релативни домет у зависности од правца, б) Релативна спектрална осетљивости у функцији таласне дужине, в) Промена струје напајања у функцији температуре [4]

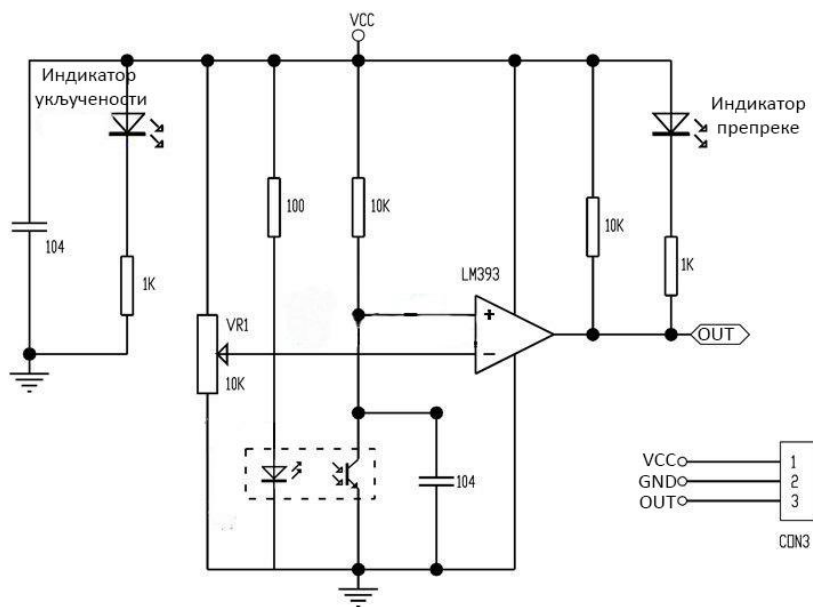
1.4. Инфрацрвени сензор близине FC-51

Инфрацрвени сензор близине, FC-51 се првенствено користи у мехатроници за детекцију препрека како код робота тако и у другим пољима ове области. Састоји се од инфрацрвене LE диоде и фото транзистора који реагује у инфрацрвеном делу спектра. На слици 10 је приказан сензорски модул са изведеним позицијама.



Слика 10. FC-51 сензор са обележеним ознакама компоненти и прикључака [5]

Сензор поседује три извода, GND – уземљење, V_{cc} – напајање од 5 V и OUT – излазни сигнал, везан за дигитални пин 0 Ардуино плоче, који шаље LOW на Ардуино када је препрека детектована. Када светлост емитована са диоде наиђе на препреку, одбија се од ње и бива детектована на транзистору и транзистор почиње да проводи. Транзистор је везан на компаратор LM393 који на излаз шаље нижи потенцијал када је препрека детектована. Домент сензора је могуће подесити тример отпорником, везаним за компаратор а минимална раздаљина детекције је 2 cm док је максимална 30 cm. На слици 11 се налази шематски приказ сензора.



Слика 11. Шематски приказ FC-51 сензора [5]

У завршном раду овај сензор се користи да:

- уколико сензор детектује препреку онемогућено је спуштање гаражних врата уколико мирују,
- ако се појави препрека током затварања врата, она се аутоматски отварају до крајњег горњег положаја.

1.5. Микропрекидачи

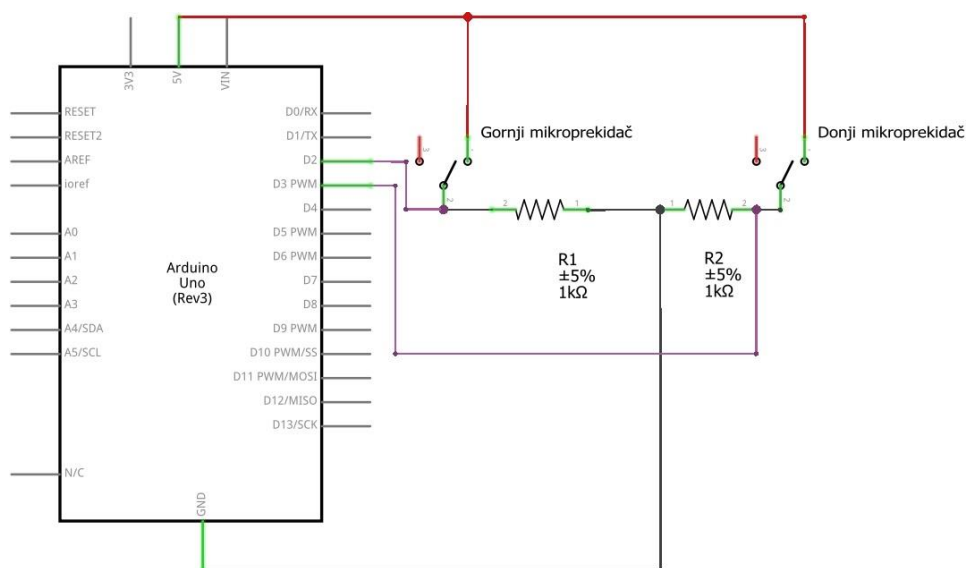
Микропрекидач је механички уређај који, како му само име каже, прекида или преусмерава ток струје унутар електричног кола. Могу бити нормално затвореног или нормално отвореног типа у зависности да ли при притискивању отварају или затварају коло. На слици 12 је дат приказ микропрекидача.



Слика 12. Микропрекидач

За граничне прекидаче у овом раду су употребљена два микропрекидача са полугом, за искључивање електромотора у крајњим положајима гаражних врата. Прекидачи су нормално затворени, а када су притиснути прекидају струјно коло. Повезани су на дигиталне улазе 2 и 3 за крајње положаје горе и доле, респективно. Када је прекидач притиснут на дигитални улаз стиже информација *LOW*.

Прекидач је са једне стране повезан за напон од 5 V док је са друге преко отпорника од $1\text{k}\Omega$ везан за уземљење, одакле се води и веза са Ардуином (слика 13).

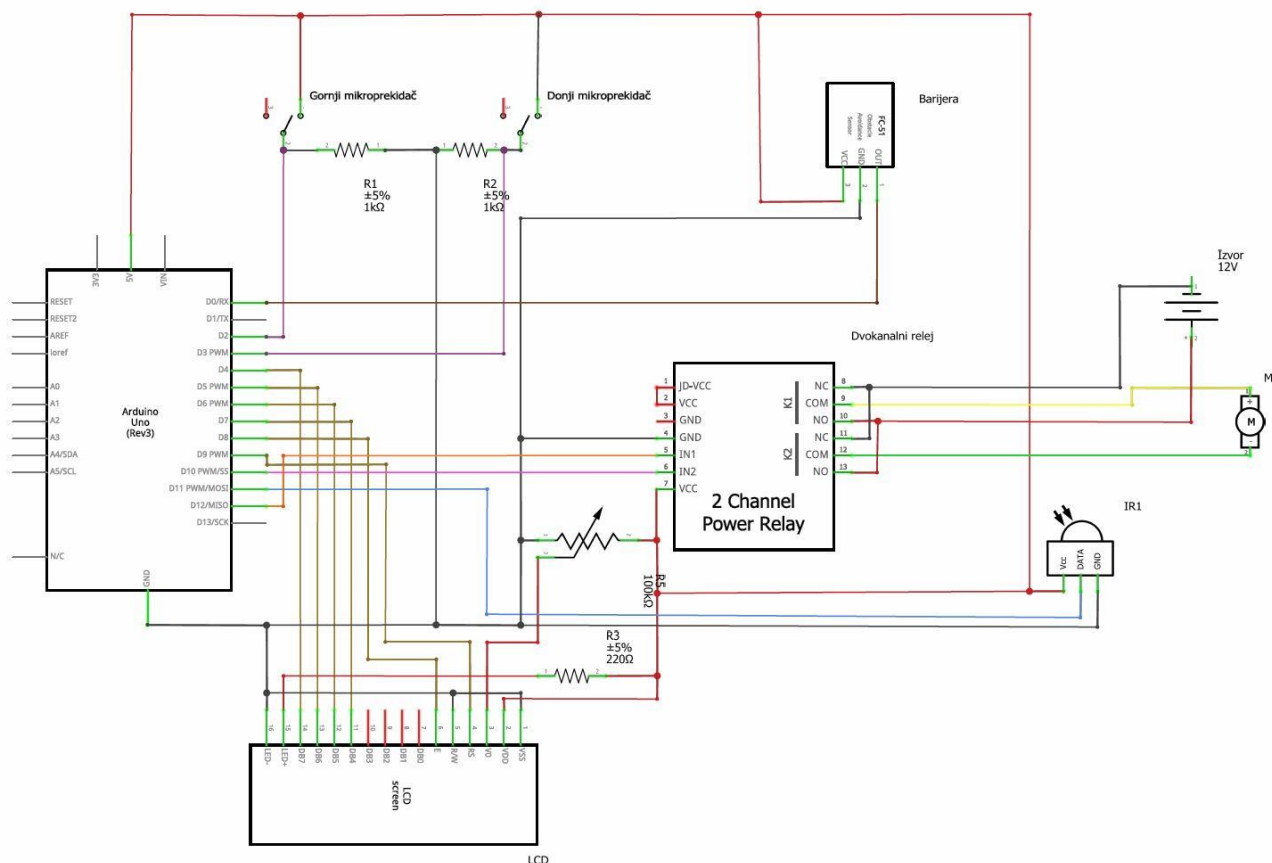


Слика 13. Електрична шема повезивања микропрекидача

2. Формирање модула даљинског управљања

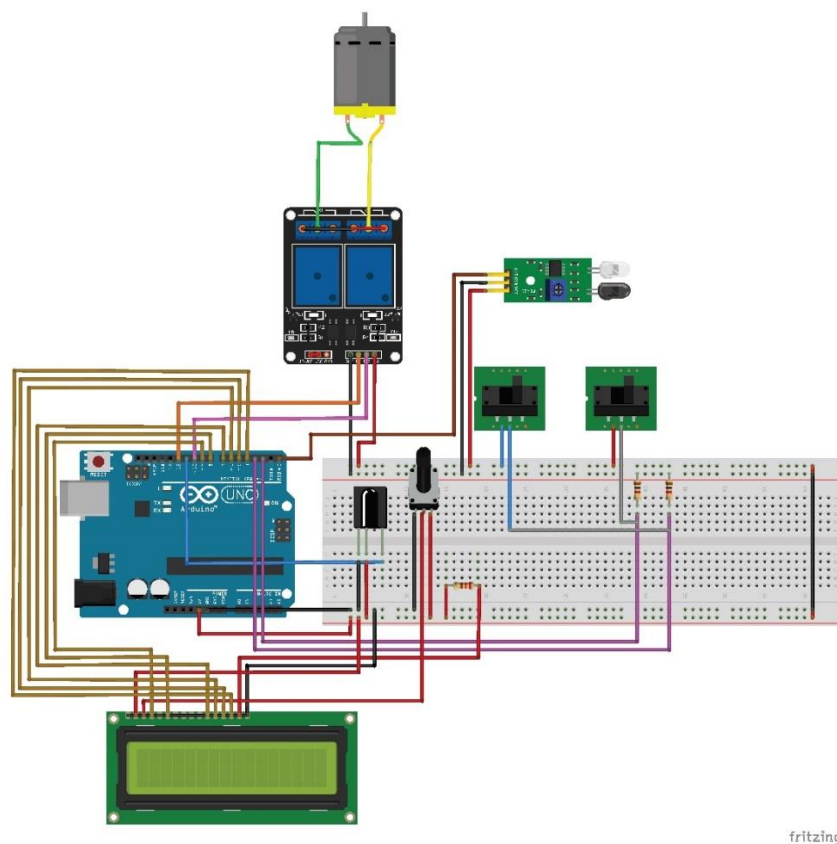
2.1. Електрична шема

Пошто су одабране и изанализиране компоненте овог система управљања могуће их је повезати у функционални систем. На слици 14 се налази шематски приказ целокупног система, укључујући и LCD дисплеј који не спада у предмет анализе овог рада. За исцртавање шема коришћен је програмски пакет *Fritzing* [6].



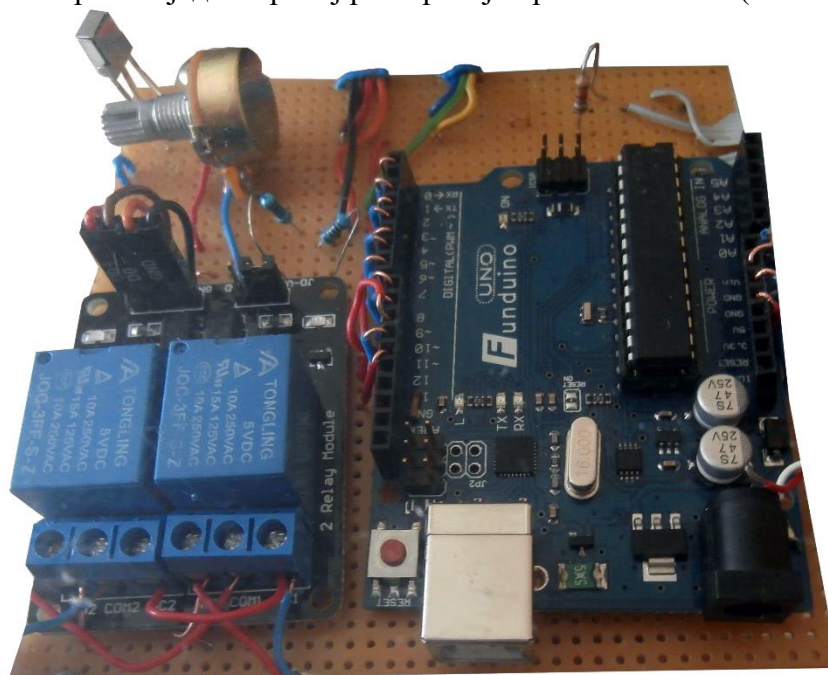
Слика 14. Шема система за контролу гаражних врата

Систем је првенствено реализован уз помоћ прототипске плоче *Protoboard 830p* (слика 15).



Слика 15. Прототипско решење система

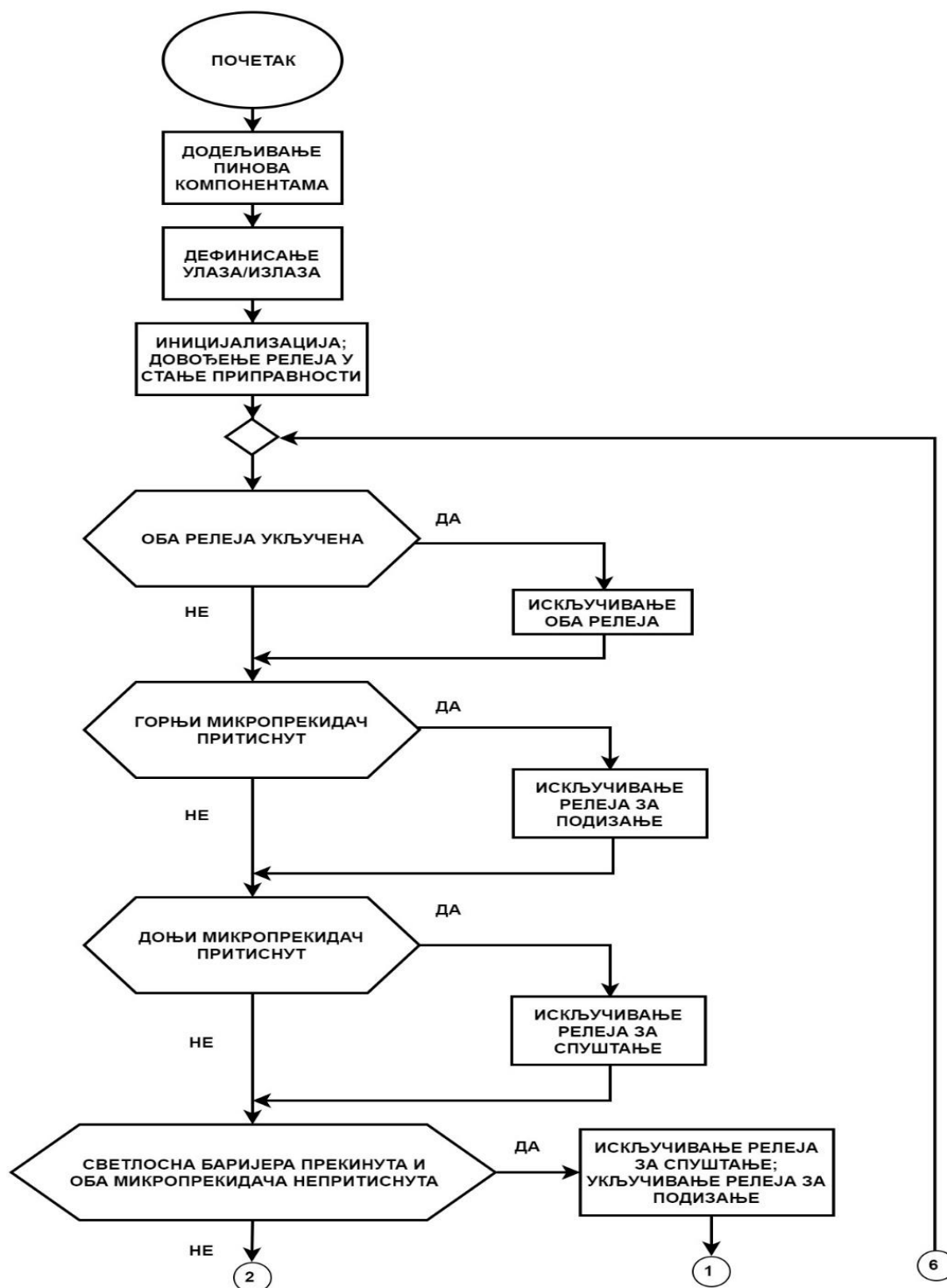
А потом финализиран на једностраној растерској пертинакс плочи (слика 16).

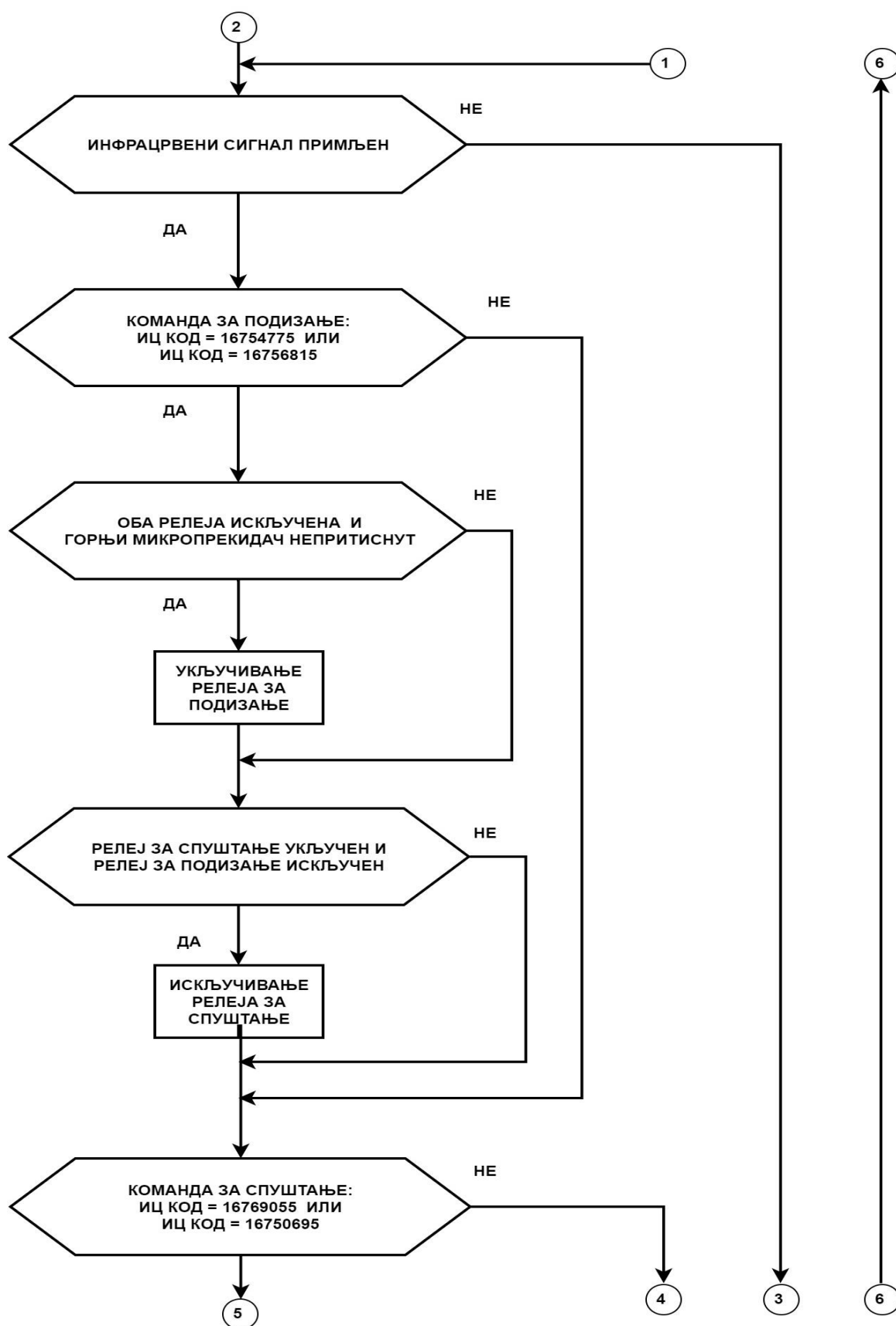


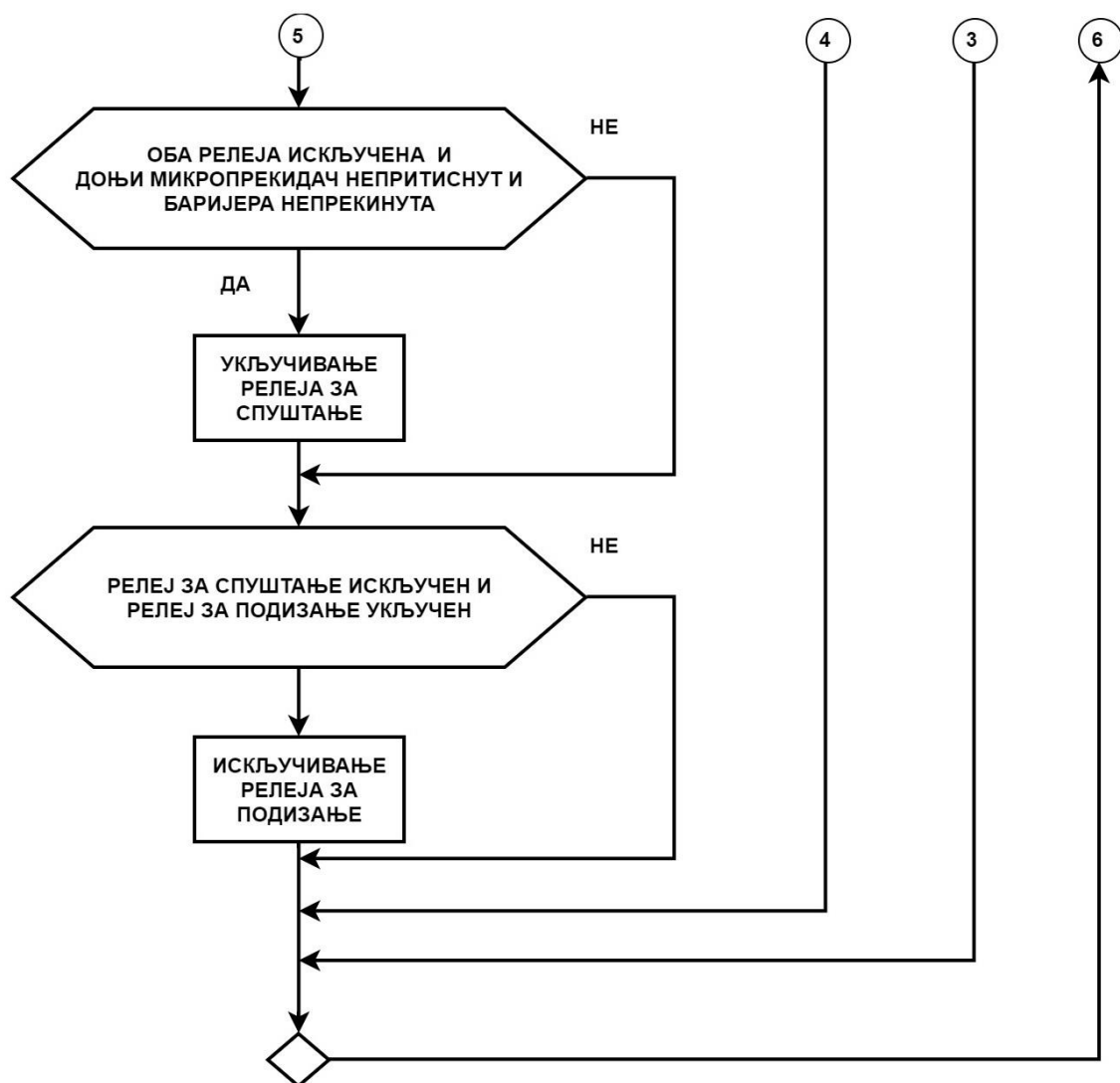
Слика 16. Решење система на растерској плочи

2.2. Софтвер

Након извршеног повезивања хардвера у функционалну целину уследило је писање софтверског дела пројекта, првенствено израда алгоритма, а затим и само кодирање микроконтролера. На слици 17 је приказан алгоритам програма за управљање гаражним вратима.







Слика 17. Алгоритам програма

У листингу испод је дат комплетан код програма за Ардуино микроконтролер који омогућава Ардуину да управља DC мотором који покреће гаражна врата. Ардуино путем ИЦ пријемника детектује сигнал са даљинских управљача и обрађује ИЦ код који му управљач шаље, уколико је код одговарајући, извршиће се радња прописана тим кодом, уколико су сви услови за њено обављање испуњени.

Да би се врата отворила услов је да не буду потпуно отворена, односно да крајњи, горњи микропрекидач не буде притиснут. Поред овог услова потребно је и да врата буду у стању мировања. Уколико не мирују, већ се налазе у процесу спуштања, притисак на дугме за подизање зауставља врата у тренутном положају. Исто важи и за издавање команде за спуштање при подизању.

Када је у питању спуштање гаражних врата, поред услова да врата мирују и да нису потпуно затворена мора бити испуњен и услов да светлосна баријера не детектује никакву препреку, уколико препрека постоји врата неће реаговати на команду за спуштање док се она не отклони. Уколико су врата у фази спуштања, а препрека се појави укључује се мод аутоматског отварања до крајњег положаја.

Такође софтверски је осигурано да не дође до укључивања оба релеја истовремено чиме се смањује ризик од отказа система.

```

1.  /*Elektronsko upravljanje radom garaznih vrata
2.  Zavrzni rad
3.  Fakultet inzenjerskih nauka Kragujevac
4.  Masinsko inzenjerstvo
5.  Primenjena mehanika i automatsko upravljanje
6.  Predmet: Elektronika
7.  Milenkovic Strahinja 43/2014
8.  Milosavljevic Vladimir 190/2014
9.  Mentor: prof. dr Dragan Taranovic
10. 2017. godina
11. */
12. #include <IRremote.h>
13. #include <LiquidCrystal.h>
14. #define BARIJERA 0 //Svetlosna barijera
15. #define MP1 2 //Gornji mikroprekidac
16. #define MP2 3 //Donji mikroprekidac
17. #define RELE_SPUSTANJE 10 //Relej2 spustanje
18. #define IR_RECV_PIN 11 // Prijemnik
19. #define RELE_DIZANJE 12 //Relej1 dizanje
20. const int rs = 9, en = 8, d4 = 7, d5 = 6, d6 = 5, d7 = 4; // LCD pinovi
21. LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
22. IRrecv irrecv(IR_RECV_PIN);
23. int K = 0; // Pomocne promenljive
24. String J = " "; // za displej
25. decode_results results; //Upisivanje IC kodova
26.
27. /* Releji se aktiviraju komandom LOW dok ih HIGH iskljucuje
28.   Barijera salje LOW ukoliko je prepreka detektovana
29. */
30.
31. void setup()
32. {
33.   Serial.begin(9600); //Pocetak komunikacije sa racunarom
34.   irrecv.enableIRIn(); //Aktiviranje prijemnika
35.   lcd.begin(16, 2); // Broj kolona i redova displeja
36.   pinMode(RELE_DIZANJE, OUTPUT); //Pin za Rele1
37.   pinMode(RELE_SPUSTANJE, OUTPUT); //Pin za Rele2
38.   pinMode(BARIJERA, INPUT); // Barijera
39.   pinMode(MP1, INPUT); //MP1 podignuto
40.   pinMode(MP2, INPUT); //MP2 spusteno

```

1

2

```

41. digitalWrite(RELE_DIZANJE, HIGH); //Inicijalizacija
42. digitalWrite(RELE_SPUSTANJE, HIGH);
43. }
44. void loop() {
45.   if ((digitalRead(RELE_SPUSTANJE) == LOW) && (K != 1)) { //Slanje informacije na L
      CD tokom zatvaranja
46.     lcd.clear();
47.     lcd.write("Zatvaranje!");
48.     lcd.setCursor(0, 1);
49.     lcd.print(J);
50.     K = 1; // Zaustavljanje loop petlje za LCD
51.   }
52.   if ((digitalRead(RELE_DIZANJE) == LOW) && (K != 2)) { //Slanje informacije na LCD
      tokom otvaranja
53.     lcd.clear();
54.     lcd.write("Otvaranje!");
55.     lcd.setCursor(0, 1);
56.     lcd.print(J);
57.     K = 2;
58.   }
59.
60.   if ((digitalRead(MP1) == LOW) && (K != 3)) { //Slanje informacije na LCD kada su v
      rata otvorena
61.     lcd.clear();
62.     lcd.print("Otvoreno!");
63.     K = 3;
64.   }
65.   if ((digitalRead(MP2) == LOW) && (K != 4)) { //Slanje informacije na LCD kada su v
      rata zatvorena
66.     lcd.clear();
67.     lcd.print("Zatvoreno!");
68.     K = 4;
69.   }
70.   if ((digitalRead(RELE_DIZANJE) == LOW) && digitalRead(RELE_SPUSTANJE) == LOW) { //
      Sprečavanje ukljućivanja istovremeno oba releja
71.     digitalWrite(RELE_DIZANJE, HIGH);
72.     digitalWrite(RELE_SPUSTANJE, HIGH);
73.   }
74.
75.   if (digitalRead(MP1) == LOW) { //Onemogućavanje podizanja ukoliko je Mikroprekida
      c jedan pritisnut
76.     digitalWrite(RELE_DIZANJE, HIGH);
77.   }
78.   if (digitalRead(MP2) == LOW) { //Onemogućavanje spustanja ukoliko je Mikroprekida
      c dva pritisnut
79.     digitalWrite(RELE_SPUSTANJE, HIGH);
80.   }
81.   if ((digitalRead(BARIJERA) == LOW) && (digitalRead(MP1) == HIGH) && (digitalRead(M
      P2) == (HIGH))) { //Automatsko otvaranje vrata pri nailasku na prepreku tokom zatvar
      anja i slanje informacije na LCD
82.     digitalWrite(RELE_SPUSTANJE, HIGH);
83.     delay(10);
84.     digitalWrite(RELE_DIZANJE, LOW);
85.     lcd.clear();
      // i slanje informacije na LCD
86.     lcd.write("Automatsko");
87.     lcd.setCursor(0, 1);
88.     lcd.write("otvaranje");
89.   }
90.   if (irrecv.decode(&results)) { //Analiza IC kodova
91.     Serial.println(results.value, DEC);
92.     if ((results.value == 16754775) || (results.value == 16769055)) //Decimalne vred
      nosti Korisnik1
93.     {
94.       Serial.println("Korisnik1");
95.       J = "Korisnik 1"; //Definisanje korisnika na LCD-u

```

3

4

5

6

```

96.     }
97.     if ((results.value == 16750695) || (results.value == 16756815)) //Decimalne vred
nosti Korisnik2
98.     {
99.         Serial.println("Korisnik2");
100.         J = "Korisnik 2";
101.     }
102.     if ((results.value == 16754775) || (results.value == 16756815)) //Decimal
na vrednost za Gore
103.     {
104.         Serial.println("Gore Pritisnuto");
105.         if ((digitalRead(RELE_DIZANJE) == HIGH) && (digitalRead(RELE_SPUSTANJE)
== HIGH) && (digitalRead(MP1) == HIGH))
106.         { digitalWrite(RELE_DIZANJE, LOW); //Otvaranje usled daljinske komande
ukoliko vrata miruju
107.         }
108.         if ((digitalRead(RELE_SPUSTANJE) == LOW) && (digitalRead(RELE_DIZANJE)
== HIGH))
109.         { digitalWrite(RELE_SPUSTANJE, HIGH); //Zaustavljanje usled daljinske
komande ukoliko se vrata spustaju i
110.         lcd.clear();
111.         lcd.print("Zaustavljenol"); //ispisivanje na displeju
112.         lcd.setCursor(0, 1);
113.         lcd.print(J); //Informacija o korisniku na LCDu
114.         K = 0;
115.     }
116. }
117. if ((results.value == 16769055) || (results.value == 16750695)) //Decimal
na vrednost za Dole
118. {
119.     Serial.println("Dole Pritisnuto");
120.     if ((digitalRead(RELE_DIZANJE) == HIGH) && (digitalRead(RELE_SPUSTANJE)
== HIGH) && (digitalRead(MP2) == HIGH) && (digitalRead(BARIJERA) == HIGH))
121.     { digitalWrite(RELE_SPUSTANJE, LOW); //Zatvaranje usled daljinske koman
de ukoliko vrata miruju
122.     }
123.     else if ((digitalRead(RELE_DIZANJE) == HIGH) && (digitalRead(RELE_SPUST
ANJE) == HIGH) && (digitalRead(MP2) == HIGH) && (digitalRead(BARIJERA) == LOW)) {
124.         lcd.clear();
125.         lcd.write("Prepreka!"); //Slanje informacije na LCD ukoliko se naislo
na prepreku
126.         lcd.setCursor(0, 1);
127.         lcd.print(J);
128.     }
129. }
130.
131. if ((digitalRead(RELE_DIZANJE) == LOW) && (digitalRead(RELE_SPUSTANJE)
== HIGH))
132. { digitalWrite(RELE_DIZANJE, HIGH); //Zaustavljanje usled daljinske kom
ande ukoliko se vrata podizu i
133.     lcd.clear();
134.     lcd.print("Zaustavljenol"); //ispisivanje na displeju
135.     lcd.setCursor(0, 1);
136.     lcd.print(J);
137. }
138. }
139. irrecv.resume();
140. }
141. }

```

7.1

7.2

8.1

8.2

У сегменту означеном бројем 1 у претходно наведеном коду врши се дефинисање променљивих и додељивање вредности које одговарају употребљеним пиновима, тако да је, касније, уместо броја пина довољно уписати само назив променљиве, а при променама броја прикључка мења се само број у овом сегменту док остатак кода остаје непромењен.

Сегмент број два започиње комуникацију са рачунаром, укључивање ИЦ пријемника и дефинисање природе прикључака, односно да ли су они улази или излази. *INPUT* – улаз, *OUTPUT* – излаз

Пошто су релеји активни када се на њих доведе *LOW* сигнал, што је стање прикључака, трећи сегмент искључује релеје слањем команде *HIGH* на излазе Ардуина са којим су повезани релеји.

Четврти део кода спречава укључивање оба релеја јер у том случају иако је мотор у стању кочења, Ардуино не реагује на даљинску команду и може доћи до застоја у функционисању система.

Област кода под бројем пет је задужена за читање сигнала са микропрекидача и реаговање у складу са добијеном информацијом. Уколико је микропрекидач притиснут, коло је прекинуто и на улазу Ардуина се ишчитава вредност *LOW*, тада микроконтролер искључује релеј за подизање, односно спуштање врата у зависности о ком прекидачу је реч.

Сегмент означен бројем шест активира аутоматско отварање врата уколико су у процесу затварања а појави се препрека у самом простору врата. Тада се са баријере ишчитава вредност *LOW*, искључује релеј за спуштање (*HIGH*) и укључује подизање (*LOW*).

Седми сегмент представља област у којој је послата команда за подизање врата са било ког од два даљинска управљача која су у систему.

7.1 подизање врата уколико мирују и уколико се не налазе у крајње отвореном положају (горњи микропрекидач није притиснут).

7.2 заустављање врата ако је спуштање активно (искључивање релеја за спуштање)

У осмом делу кода примењен је исти принцип као у седмом, за случај спуштања врата.

8.1 спуштање врата у стању мировања ван крајње затвореног положаја

8.2 заустављање врата уколико су у процесу подизања

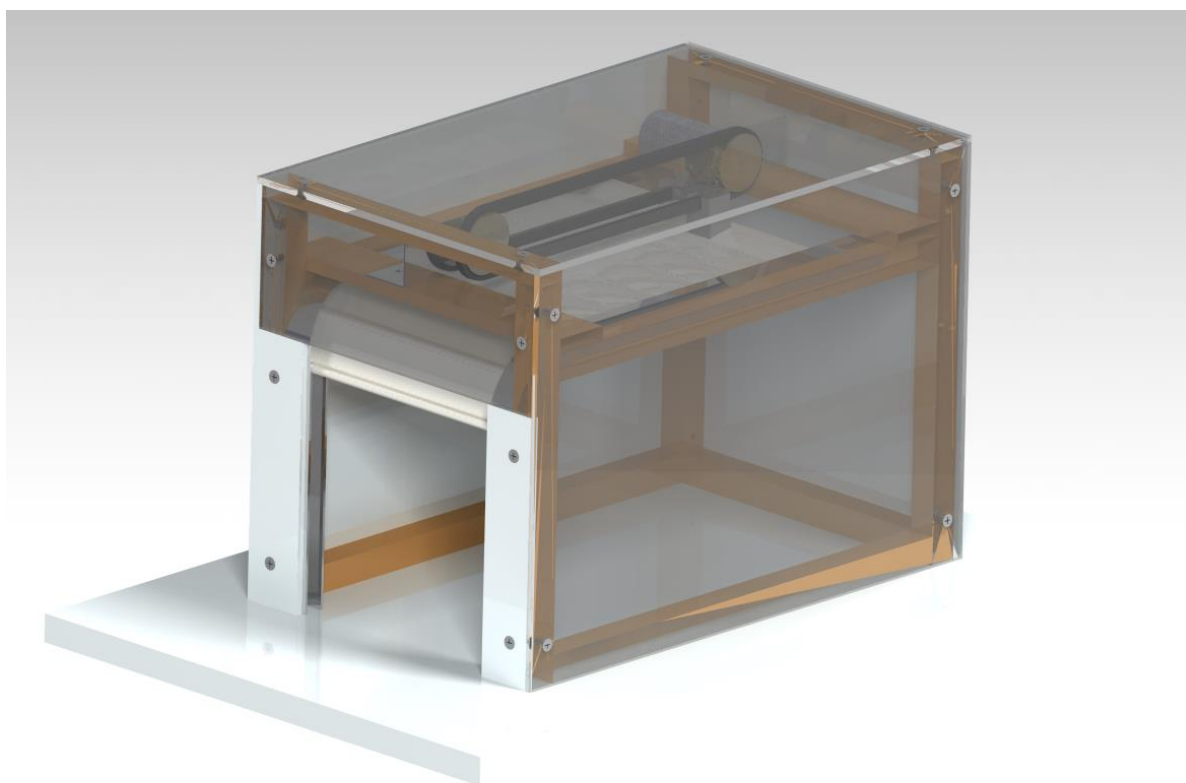
Након ових радњи петља *void loop()* креће испочетка.

Контрола система се врши са два различита даљинска управљача, али је могуће софтверски повећати или смањити њихов број.

3. Развој модела гаражних врата

За развој физичког модела гараже коришћен је софтверски пакет *Catia V5 R21*. У њему је израђен тродимензионални модел целокупног склопа.

За грађу гараже коришћени су плочасти материјали различитих врста. Основа на којој лежи гаража је од универ плоче док се са три стране налазе плоче од медијапана дебљине 5 mm. За један бочни зид, део предње стране и кров, због прегледности је употребљен прозирни, безбојни, плексиглас дебљине 5 mm. Носећа конструкција је израђена од дрвених дашчица, квадратног попречног пресека, различитих дужина. Гаражна врата су заснована на принципу роло врата од алуминијумског профила стандардног за ову намену. Мотор једносмерне струје се налази на лименом L – профилу (слика 19) и кретање преноси каишником и каишем на спојницу везану за један од сегмената роло врата. На овај начин се обртно кретање електромотора и ременице преводи у транслаторно кретање врата која при кретању клизе низ вођице у виду лименог U профила и тако прелазе из вертикалног у хоризонтални положај смештајући се испод таванице гараже, при отварању, а при затварању прелазе исти пут, у супротном смеру, из хоризонталног у вертикални положај. На слици 18 се може видети тродимензионални модел гараже.

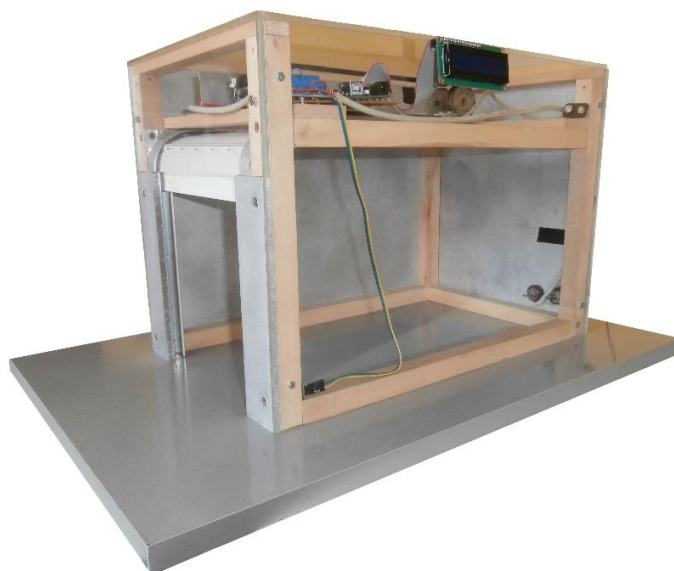


Слика 18. Тродимензионални модел гараже

Такође на L – профилу су смештени гранични прекидачи које побуђује спојница погонског сегмента рол врата, док је стуб на улазу у гаражу опремљен светлосном баријером задуженом за безбедно затварање врата. Електрични део мехатроничког система је смештен испод крова гараже, а уједно и изнад гаражних врата када се налазе у хоризонталном положају. На слици 19 је приказан поглед одозго на модел са извученим позицијама електричних компонената система, док слика 20 представља реални модел.



Слика 19. Шематски приказ локација делова аутоматског управљања



Слика 20. Реални приказ модела гараже

Целокупна техничка документација се налази у прилогу А завршног рада.

Закључак

Ардуино контролерска јединица пружа широк спектар могућности аутоматизације конструкција различитих величина и намена. Тржиште је приступачно свакоме, како самог контролера тако и компонената коришћених у њега. Такође, Ардуино је прилагођен корисницима свих струка и интересовања, са захтевима за минималним искуством и знањем на пољу електронике и рачунарства, а како је систем отвореног кода, напреднији корисници могу допринети и развоју платформе. Путем интернета постоји чврста комуникација међу корисницима широм света што омогућава консултовање са другима унутар Ардуино заједнице, при изради пројеката.

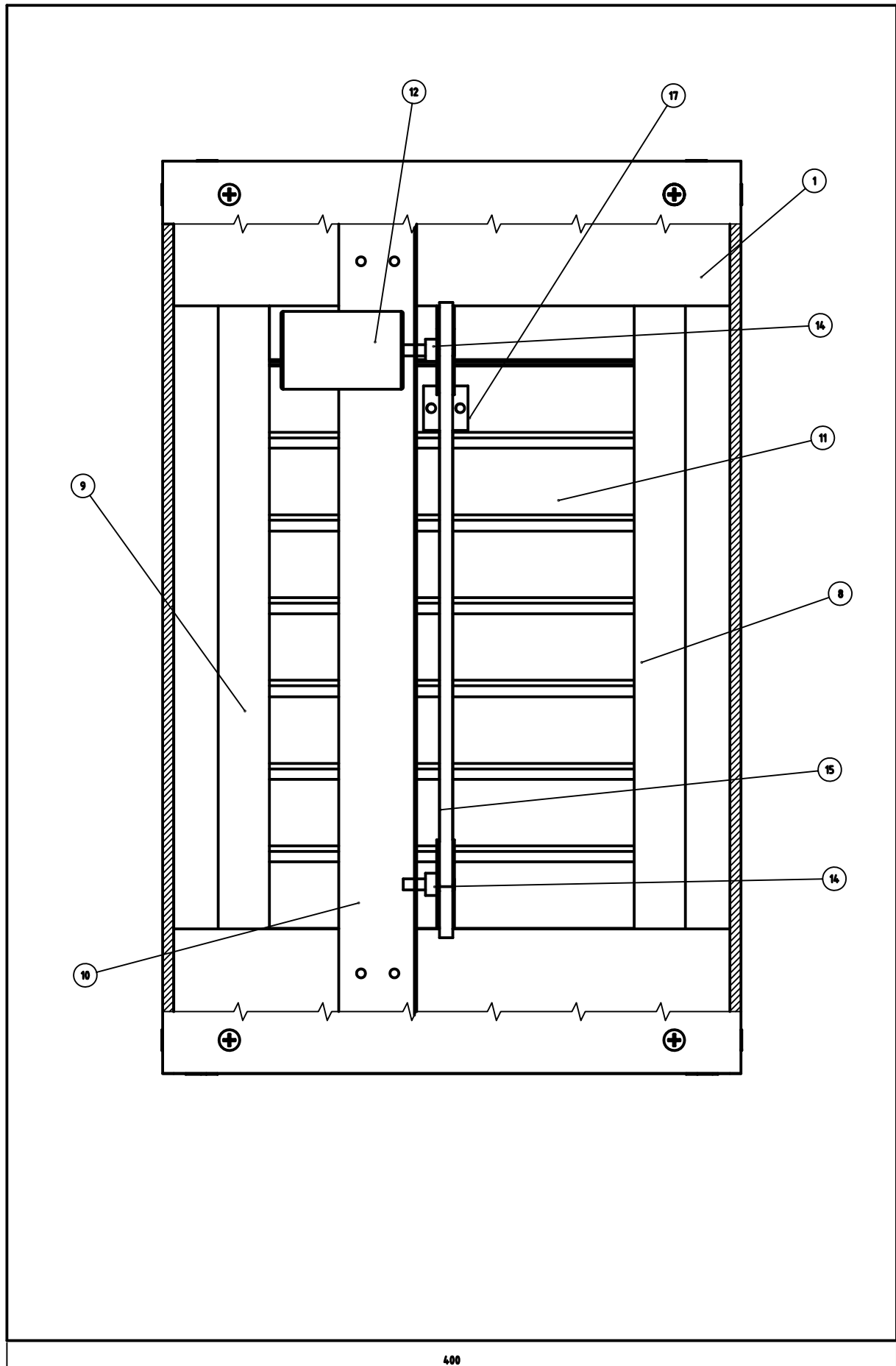
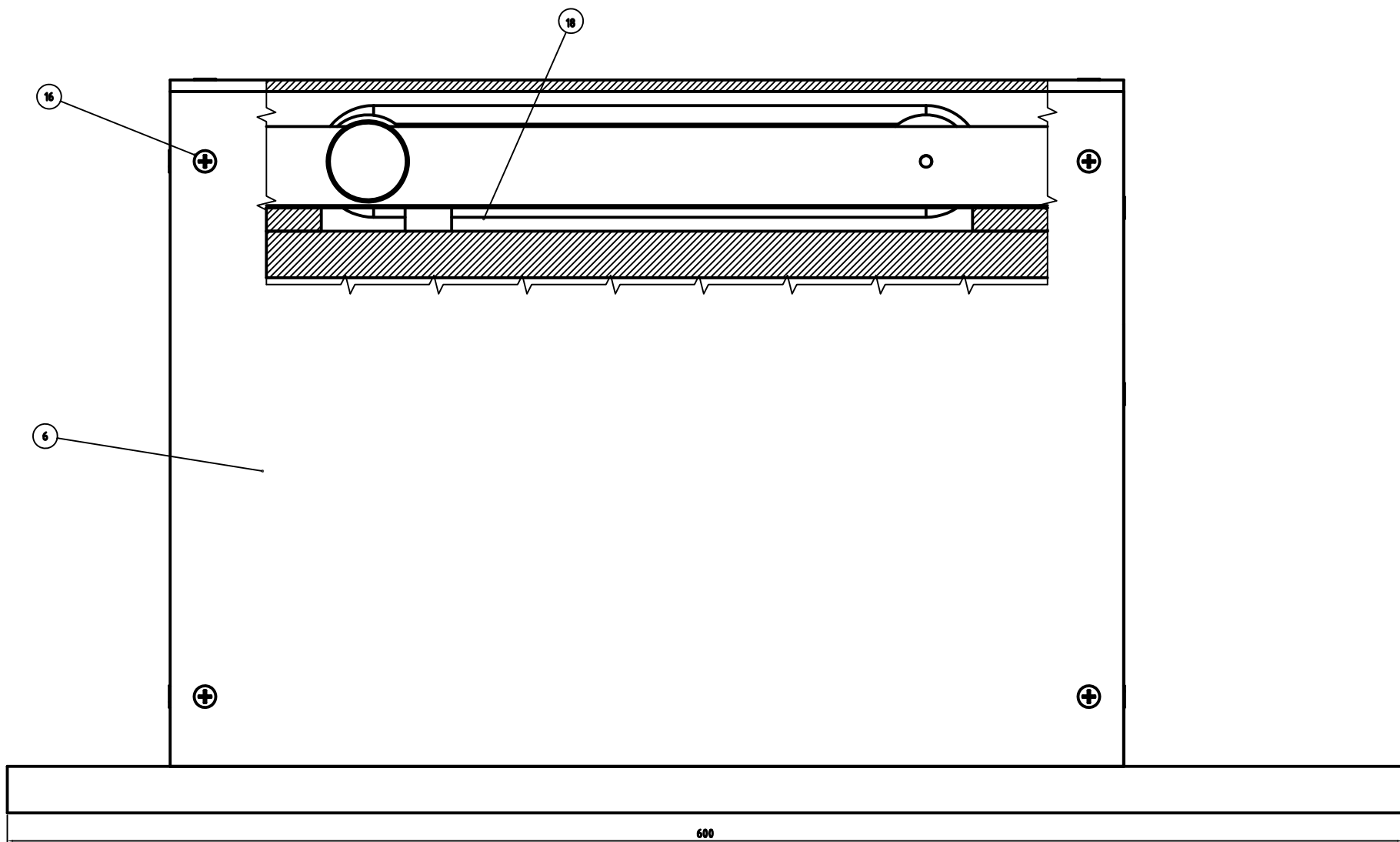
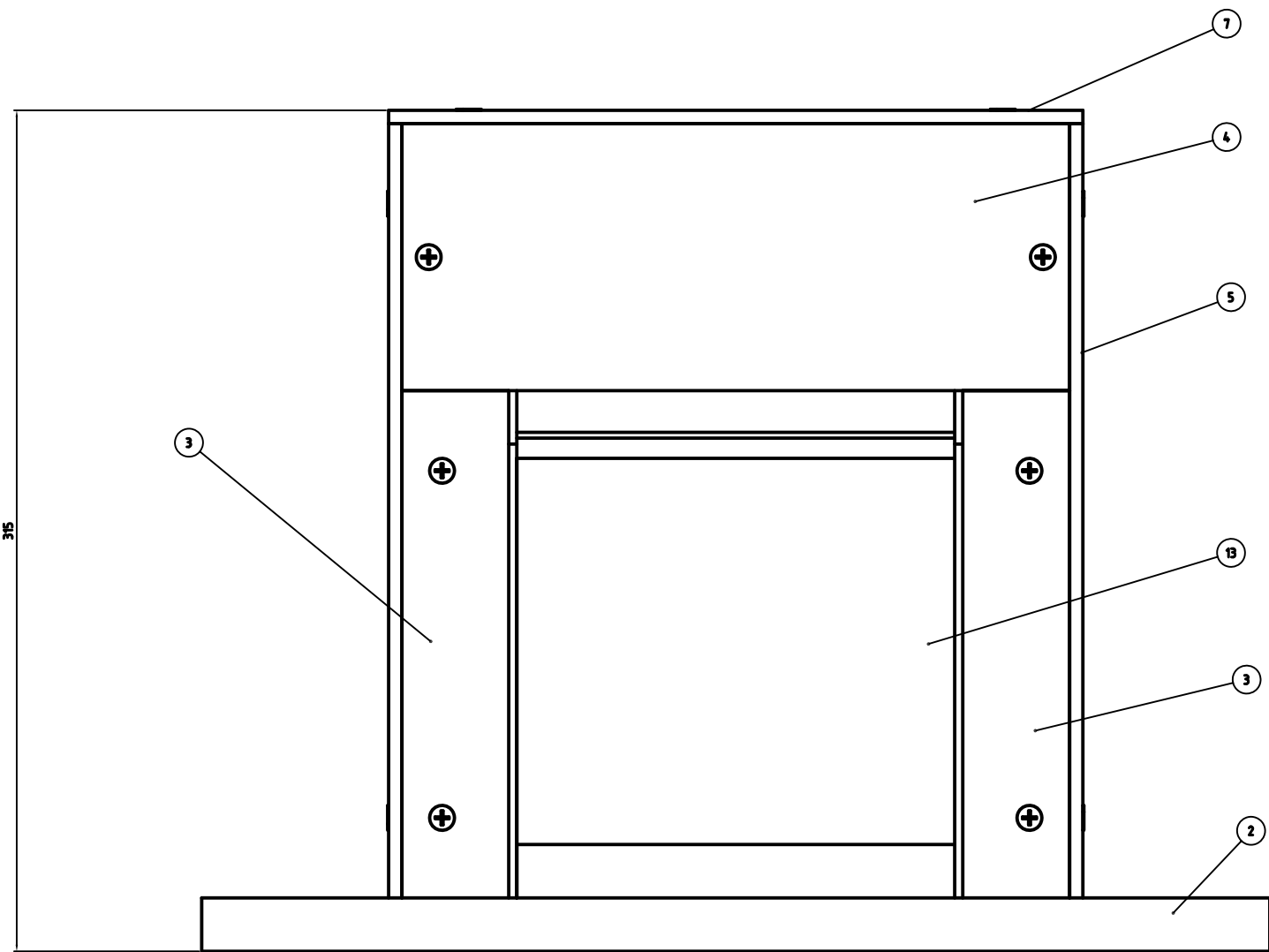
У овом раду је обухваћена само једна од могућих примена Ардуино микроконтролера у олакшавању свакодневне рутине, кроз синтезу система за електронску контролу гаражних врата. Успешно је развијен управљачки систем као и сам модел гаражних врата на ком је креирани концепт имплементиран и реализован.

Литература

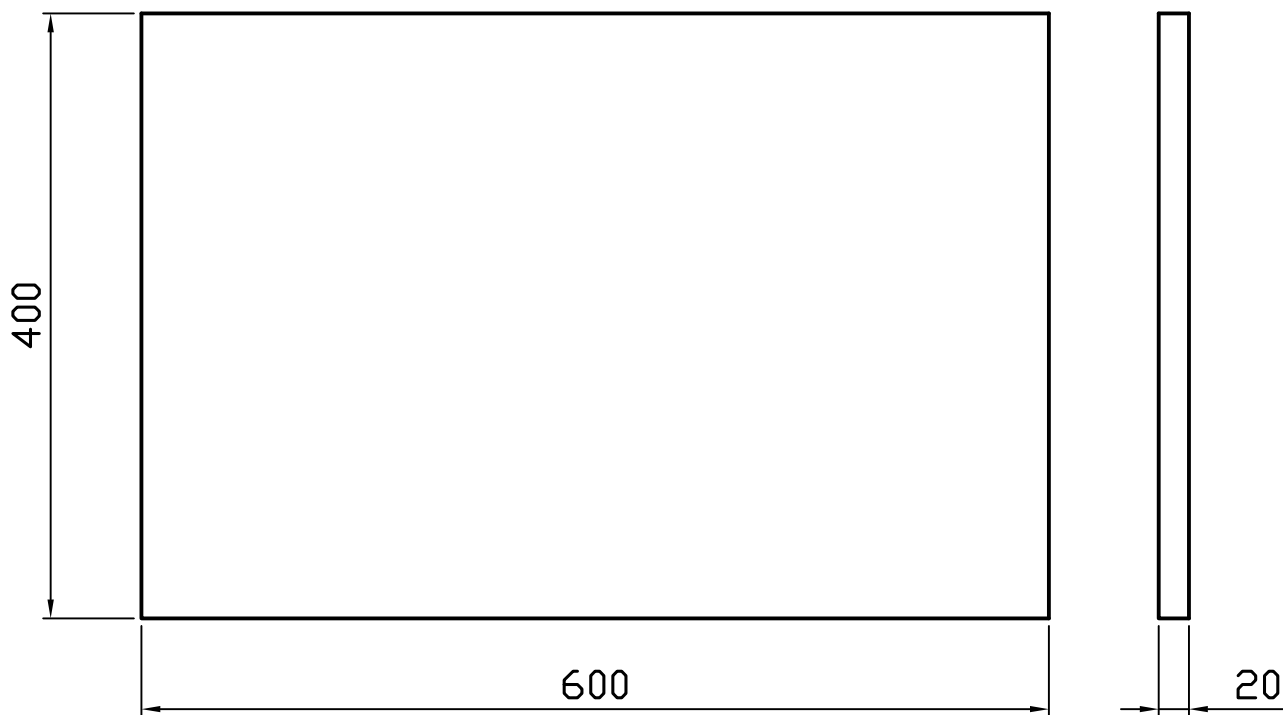
- [1] Званична Ардуино веб страница, <https://www.arduino.cc>, приступљено септембар 2017.
- [2] Каталог произвођача релеја, приступљено септембар 2017.
<https://www.generationrobots.com/media/JQC-3FF-v1.pdf>,.
- [3] How to mechatronics, приступљено септембар 2017.
<http://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/control-high-voltage-devices-arduino-relay-tutorial/>
- [4] Каталог произвођача ИЦ пријемника, приступљено септембар 2017.,
<https://arduino-info.wikispaces.com/file/view/IR-Receiver-AX-1838HS.pdf>
- [5] Каталог произвођача светлосне баријере, приступљено септембар 2017.
<http://qqtrading.com.my/ir-infrared-obstacle-detaction-sensor-module-fc-5>
- [6] Fritzing <http://fritzing.org/>, септембар 2017.
- [7] Paul Scherz, Simon Monk, Practical Electronics for Inventors, Third Edition, McGraw-Hill, 2013
- [8] Дрндаревић В., Елементи електронике - диоде, транзистори и операциони појачавачи, Друго издање, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Академска мисао, Београд, 2015.
- [9] Дрндаревић В., Елементи електронике – дигитална кола, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Академска мисао, Београд, 2016.
- [10] Godfrey Onwubolu, Mechatronics - principles and applications, First edition, Butterworth-Heinemann, 2005

Прилог А – конструктивна документација

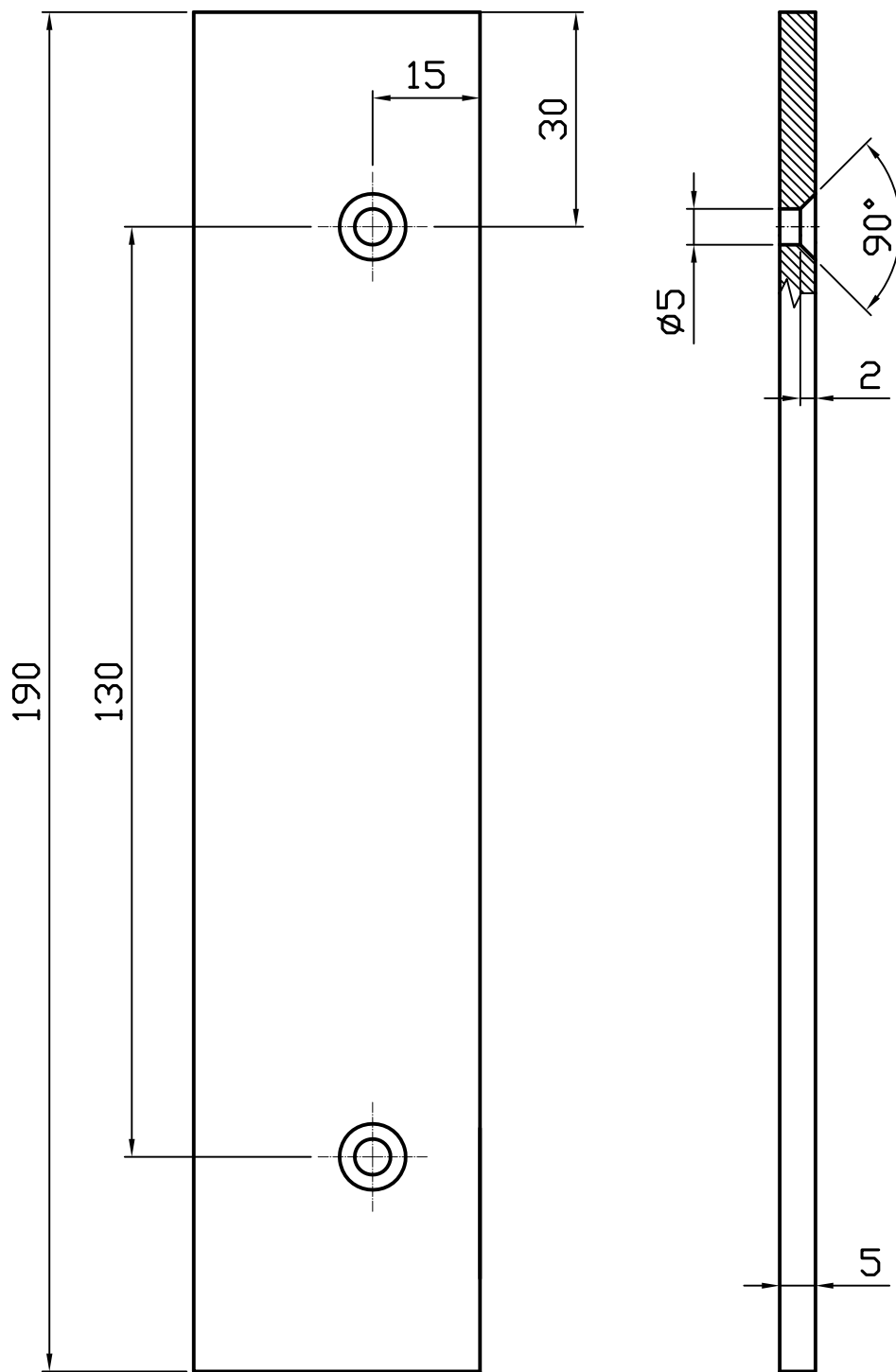
Садржај конструктивне документације		
Лист	Назив	Број цртежа
1	Модел гараже	ГР01.00.00
2	Основа	ГР01.00.01
3	Предња плоча 1	ГР01.00.02
4	Предња плоча 2	ГР01.00.03
5	Десни зид	ГР01.00.04
6	Леви зид	ГР01.00.05
7	Кров	ГР01.00.06
8	Десни клизач	ГР01.00.07
9	Леви клизач	ГР01.00.08
10	L-профил	ГР01.00.09
11	Ролетна	ГР01.00.10
12	Задња плоча	ГР01.00.11
13	Каишник	ГР01.00.12
14	Поклопац спојнице	ГР01.00.13
15	Спојница	ГР01.00.14
16	Костур	ГР01.01.00
17	Носач погона	ГР01.01.01
18	Уздужна греда	ГР01.01.02
19	Стуб	ГР01.01.03
20	Попречна греда	ГР01.01.04
21	Попречни држач	ГР01.01.05



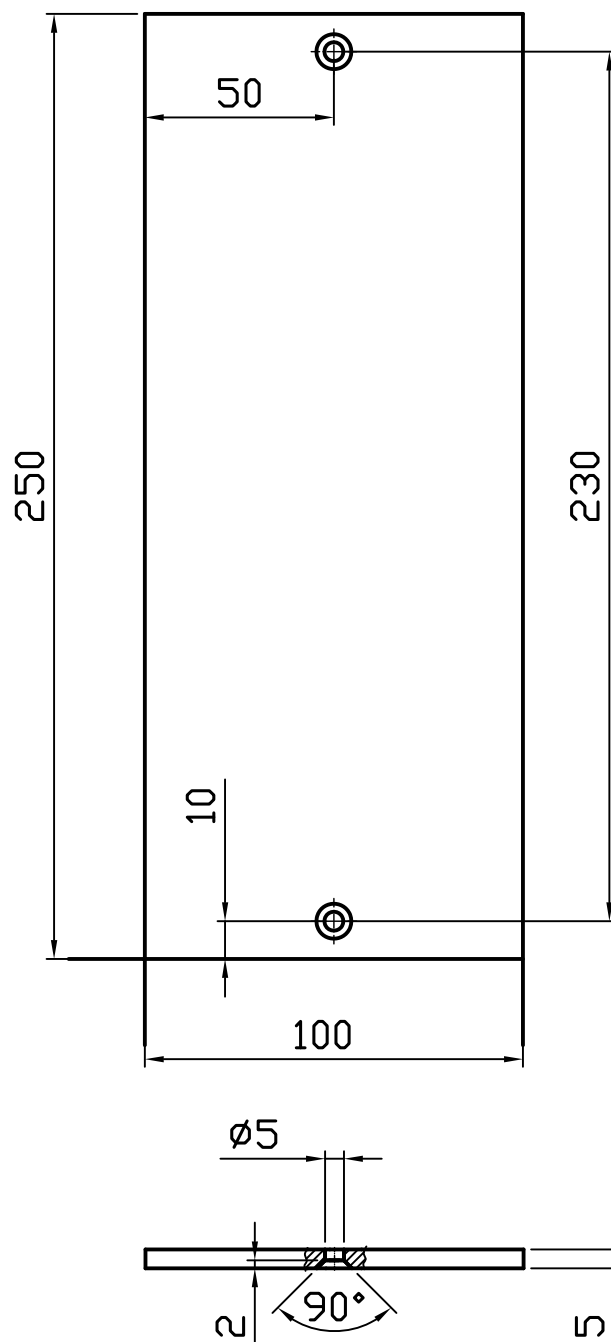
18	СПОЈНИЦА	ГР01.00.14	ПЛАСТИКА			1	
17	ПОКЛОПАЦ СПОЈНИЦЕ	ГР01.00.13	ПЛАСТИКА			1	
16	ЗАВРТАЊ М5х10					16	
15	ТРАПЕЗНИ КАИШ	ГР01.00.12				1	
14	КАИШНИК	ГР01.00.11	SL19			1	
13	ЗАДЊА ПЛОЧА	ГР01.00.10	МЕДИЈАПАН			1	
12	МОТОР	BARBER-COLMAN BYQM 33510-39				1	
11	РОЛЕТНА	ГР01.00.10	АЛУМИНИЈУМ			9	
10	Л-ПРОФИЛ	ГР01.00.09	АЛУМИНИЈУМ			1	
9	ЛЕВИ КЛИЗАЧ	ГР01.00.08	АЛУМИНИЈУМ			1	
8	ДЕСНИ КЛИЗАЧ	ГР01.00.07	АЛУМИНИЈУМ			1	
7	КРОВ	ГР01.00.06	ПЛЕКСИГЛАС			1	
6	ЛЕВИ ЗИД	ГР01.00.05	ПЛЕКСИГЛАС			1	
5	ДЕСНИ ЗИД	ГР01.00.04	ПЛЕКСИГЛАС			1	
4	ПРЕДЊА ПЛОЧА 2	ГР01.00.03	ПЛЕКСИГЛАС			1	
3	ПРЕДЊА ПЛОЧА 1	ГР01.00.02	МЕДИЈАПАН			2	
2	ОСНОВА	ГР01.00.01	УНИВЕР			1	
1	КОСТУР	ГР01.01.00	ДРВО			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО		ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2,5			ТИП
ВЕЗА СА:			ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.00		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА			ЛИСТ 1
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



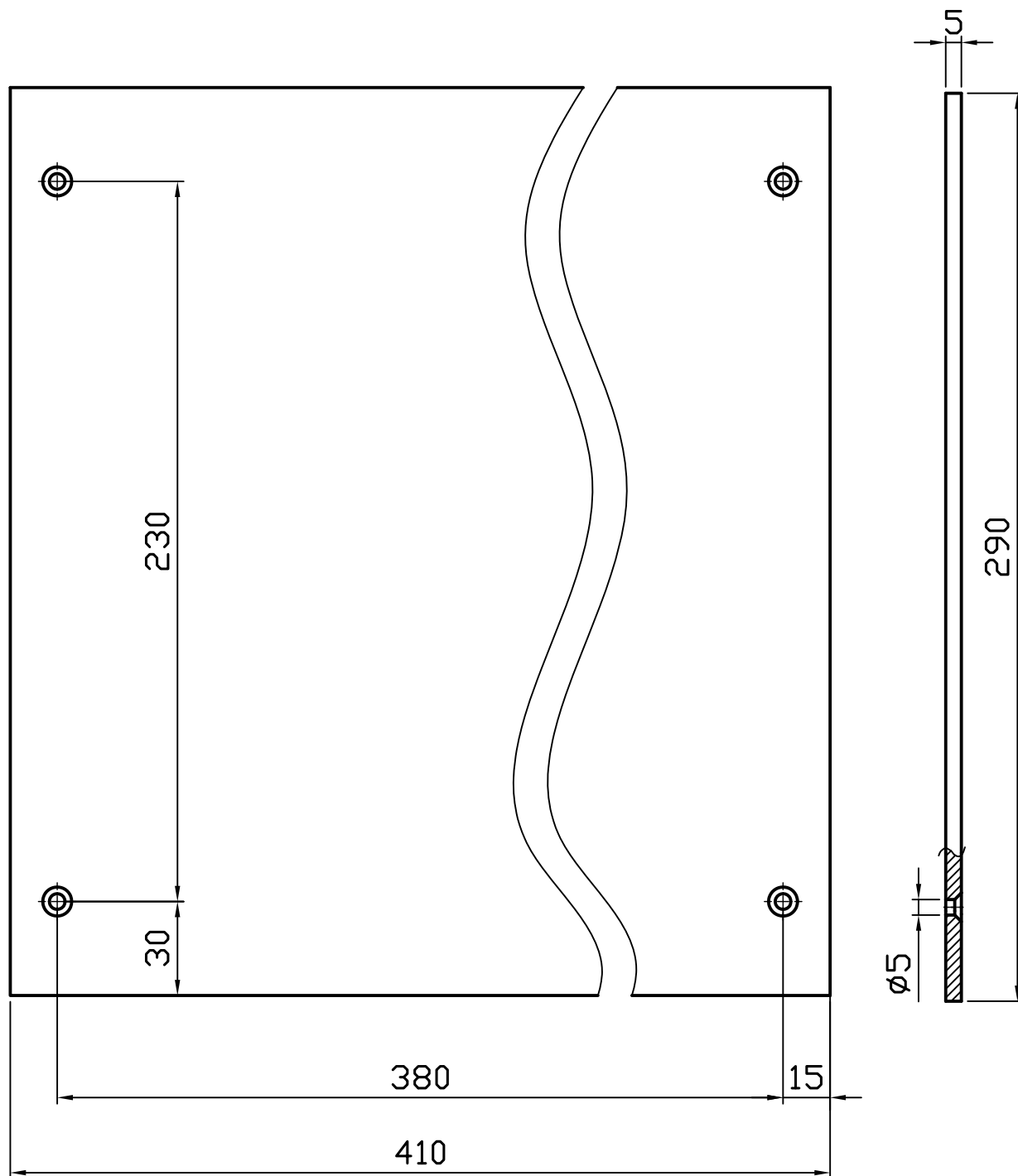
2	ОСНОВА	ГР.01.00.02	УНИВЕР ПЛОЧА			1
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
			МАТЕРИЈАЛ			
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:	КОМАДА	РАЗМЕРА	1:5		ТИП	
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР.01.00.02		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 2
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ		



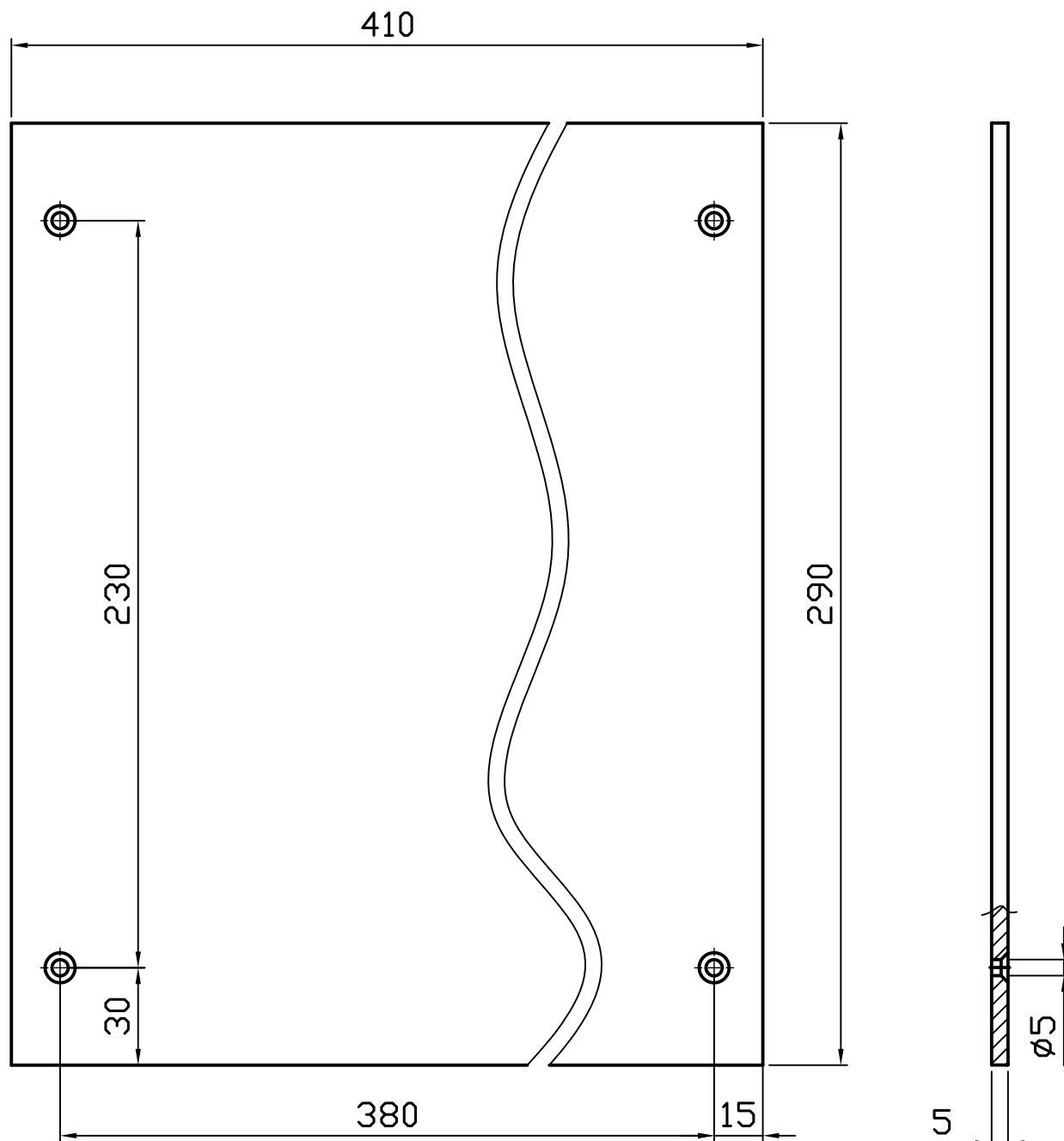
3	ПРЕДЊА ПЛОЧА 1	ГР01.00.02	МЕДИЈАПАН			2
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
			МАТЕРИЈАЛ			
КОНСТРУИСАЛИ: С.МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:	КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1		ТИП	
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.02		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 3
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ		



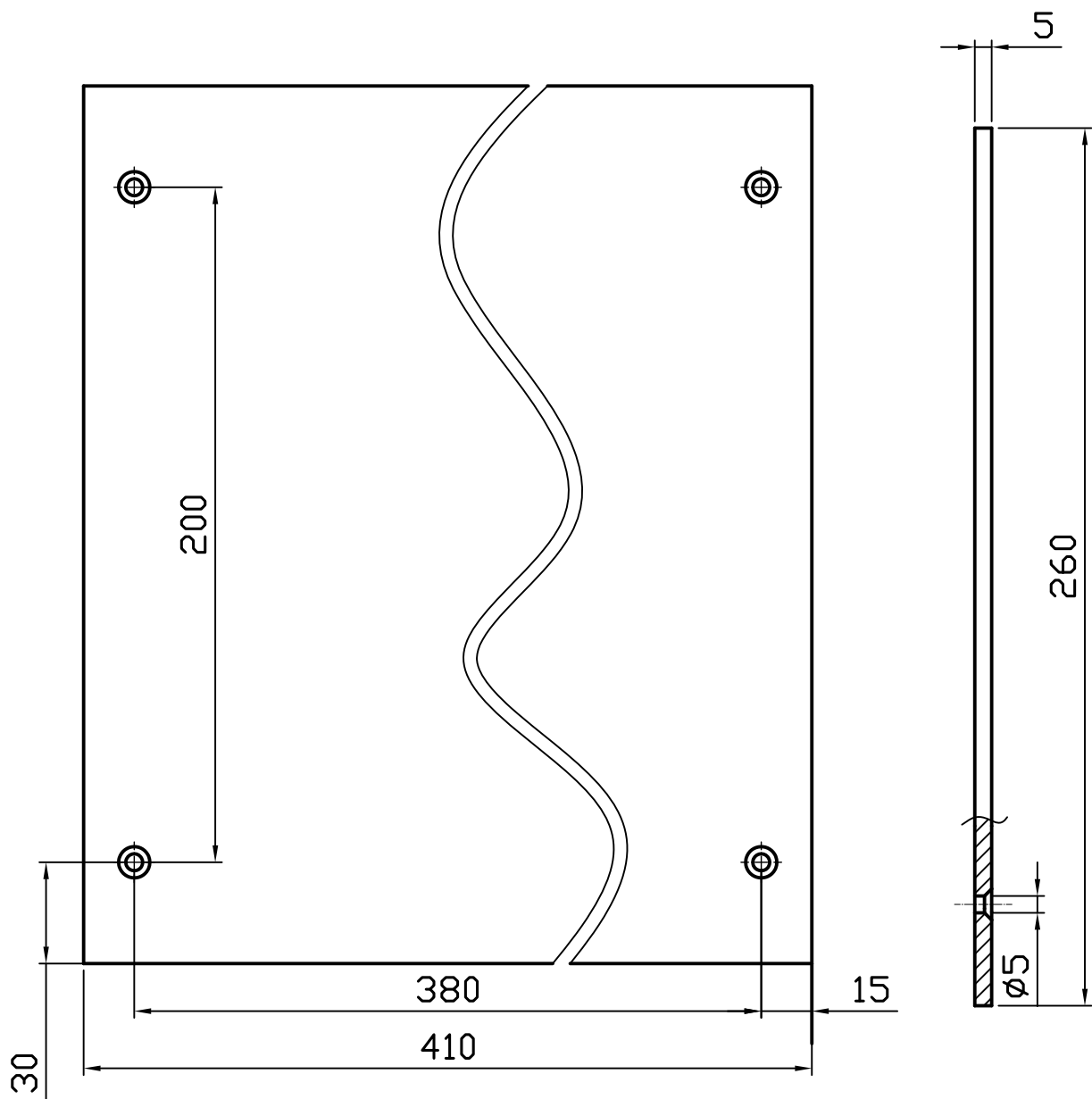
4	ПРЕДЊА ПЛОЧА 2	ГР01.00.03	ПЛЕКСИГЛАС			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО		ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР.01.00.03			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 4	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



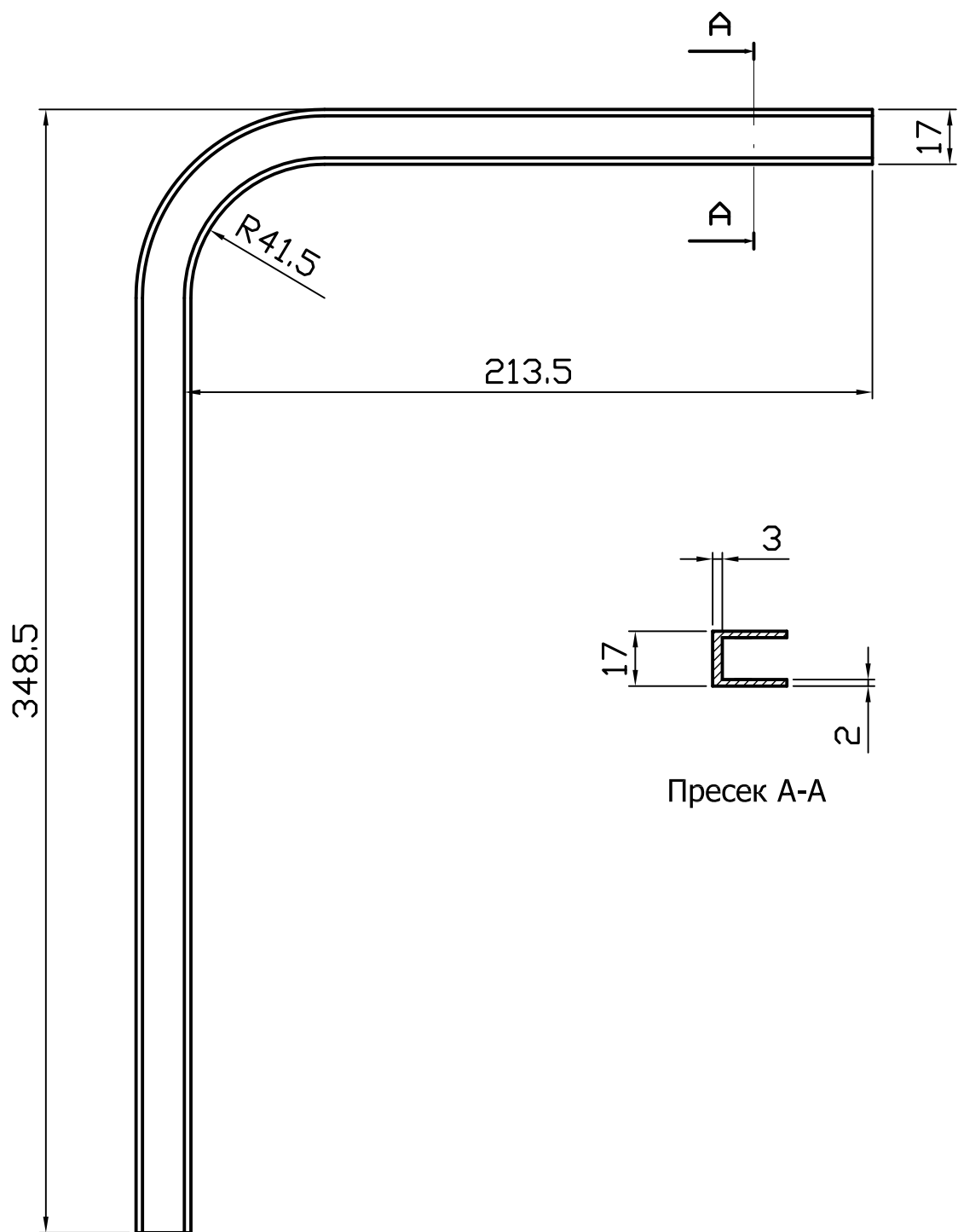
5	ДЕСНИ ЗИД	ГР01.00.04	ПЛЕКСИГЛАС			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО		ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.04			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 5	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



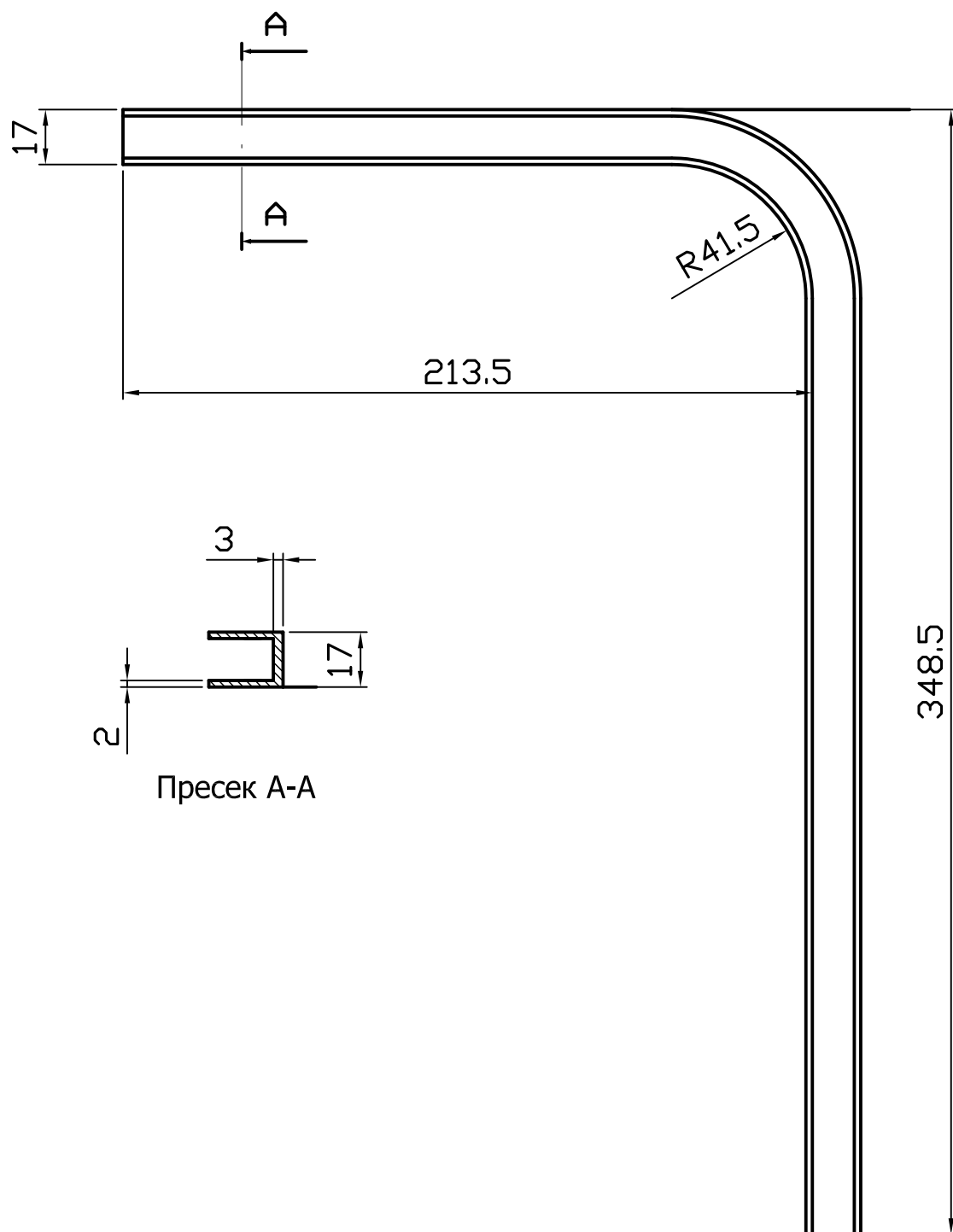
6	ЛЕВИ ЗИД	ГР01.00.05	МЕДИЈАПАН			1
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
			МАТЕРИЈАЛ			
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2 ТИП		
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.05		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 6
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ		



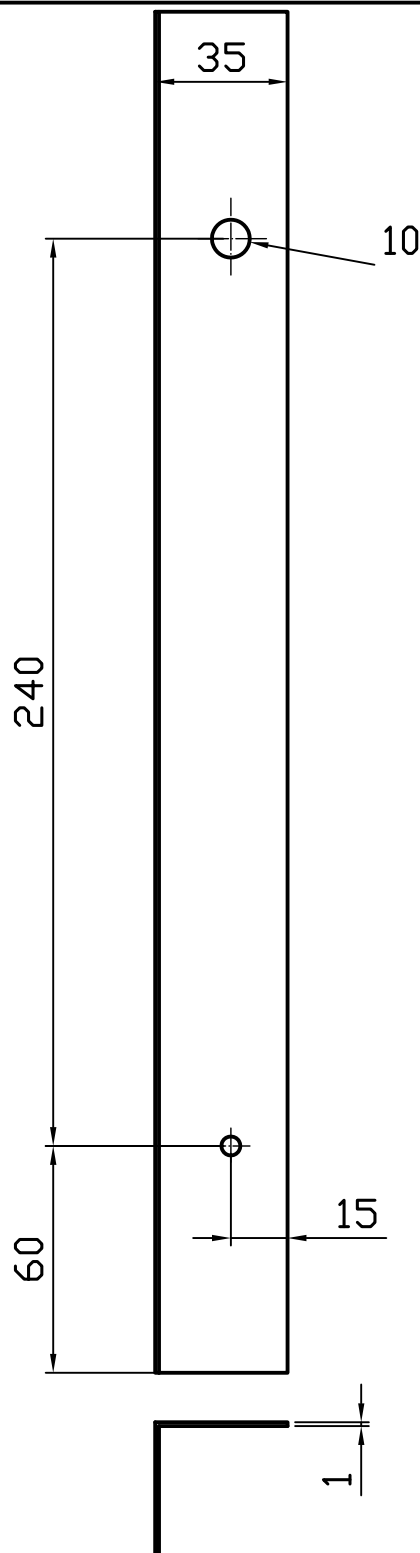
7	КРОВ	ГР01.00.06	ПЛЕКСИГЛАС			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.		
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.06			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 7	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



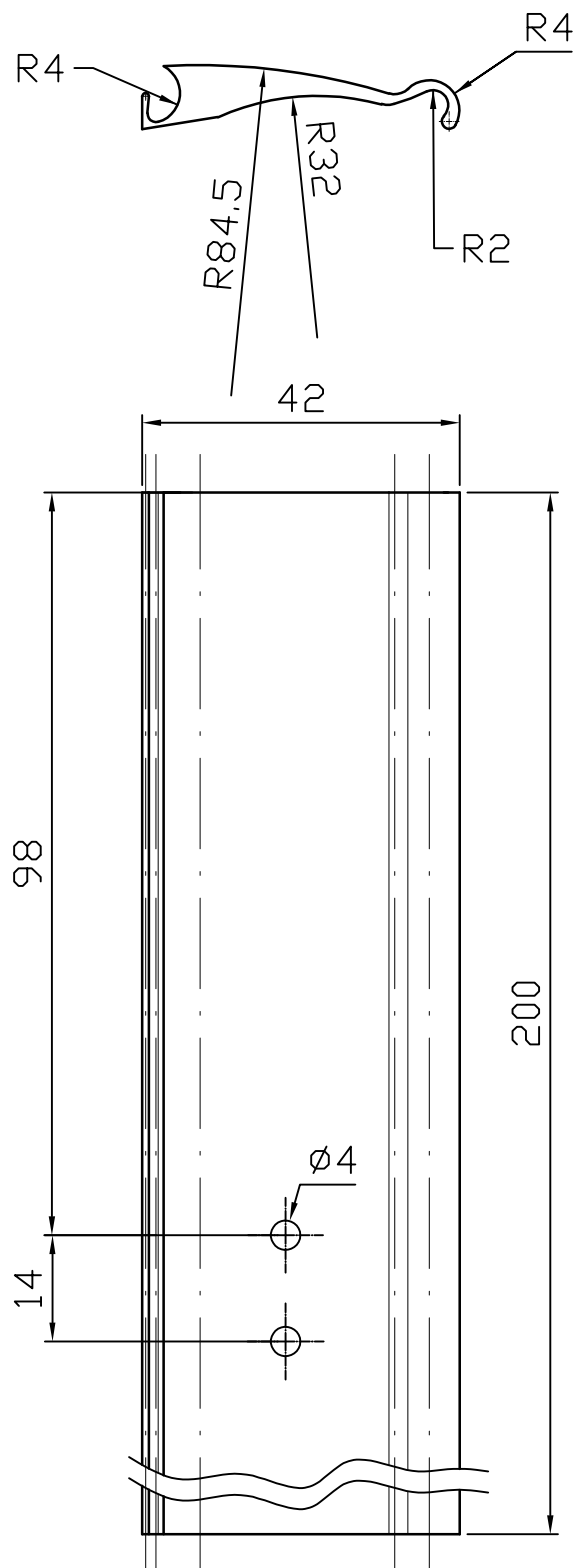
8	ДЕСНИ КЛИЗАЧ	ГР01.00.07	АЛУМИНИЈУМ			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.		
МАСА:	КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2				ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.07			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 8	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



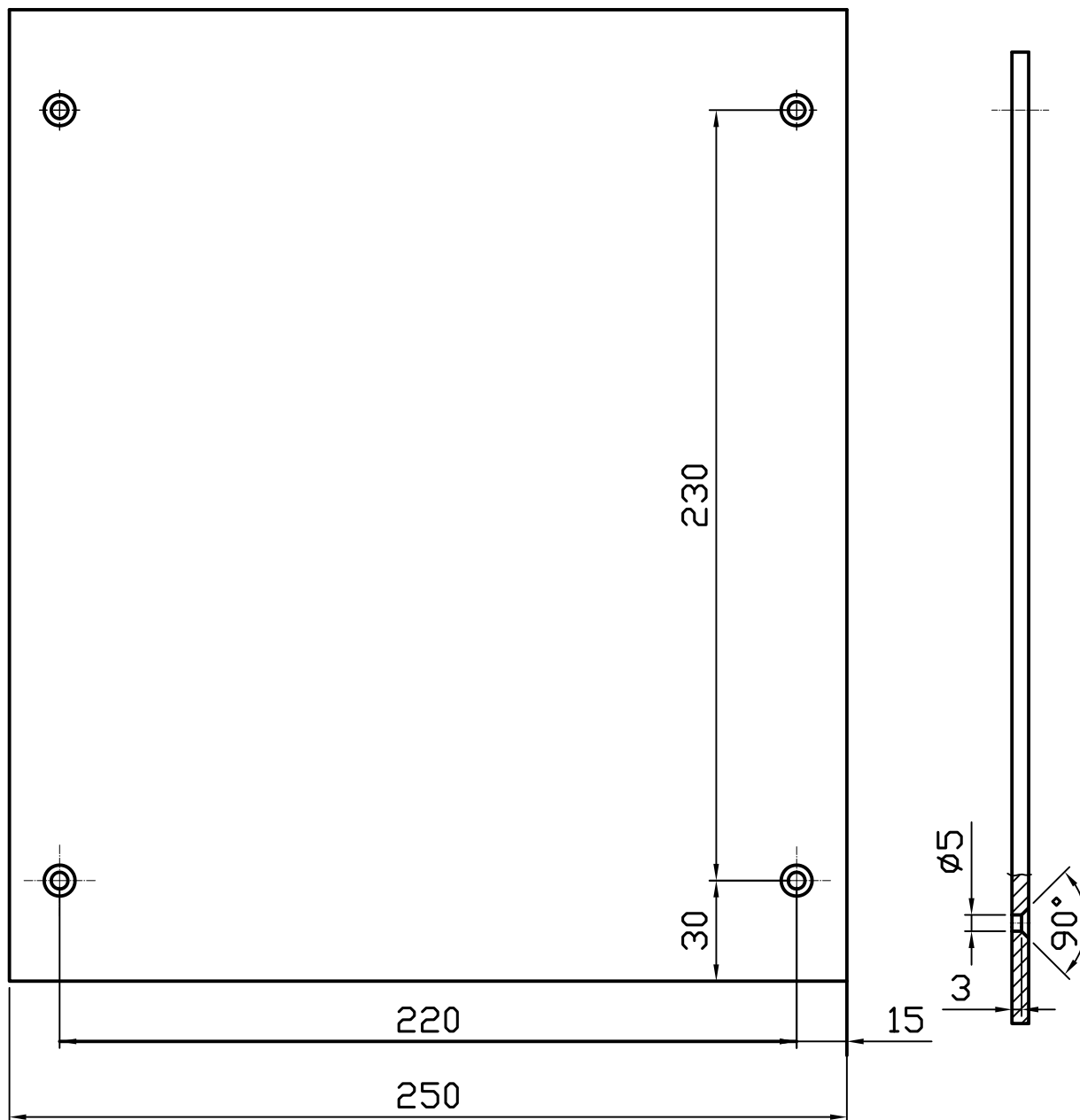
9	ЛЕВИ КЛИЗАЧ	ГР01.00.08	АЛУМИНИЈУМ			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.		
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.08			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 9	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



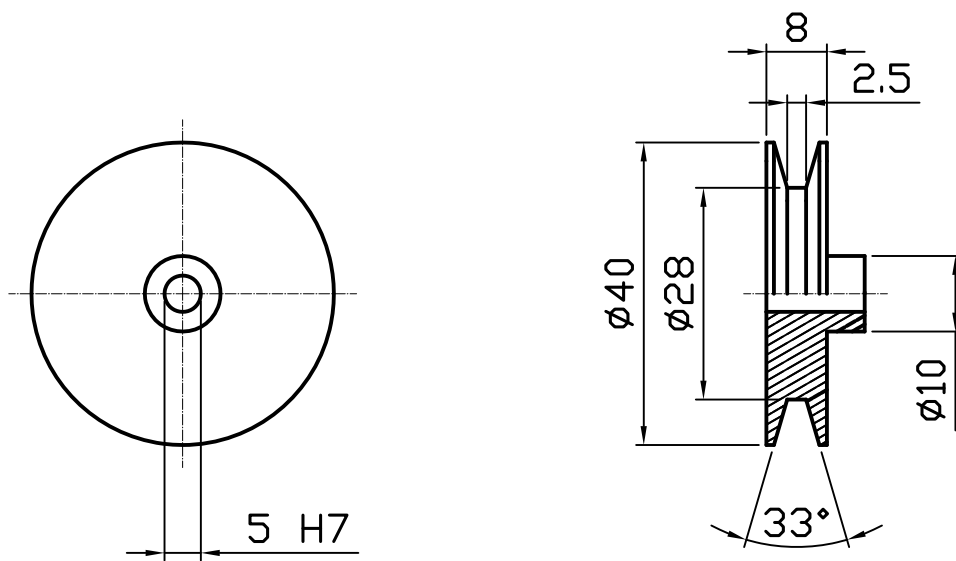
12	L-профил	ГР01.00.09	АЛУМИНИЈУМ			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.		
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.09			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 10	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



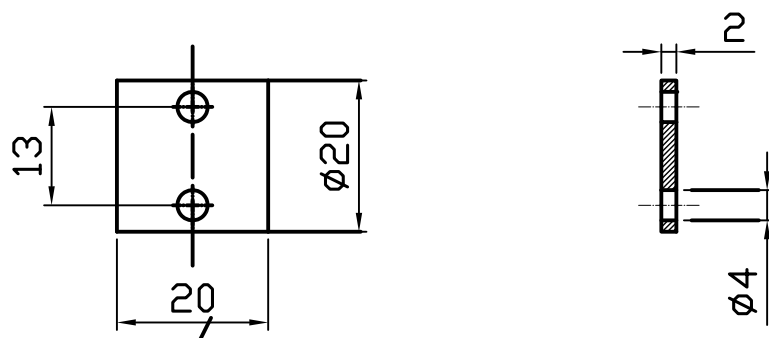
11	РОЛЕТНА	ГР01.00.10	АЛУМИНИЈУМ		9		
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С.МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.		
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.10			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 11	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



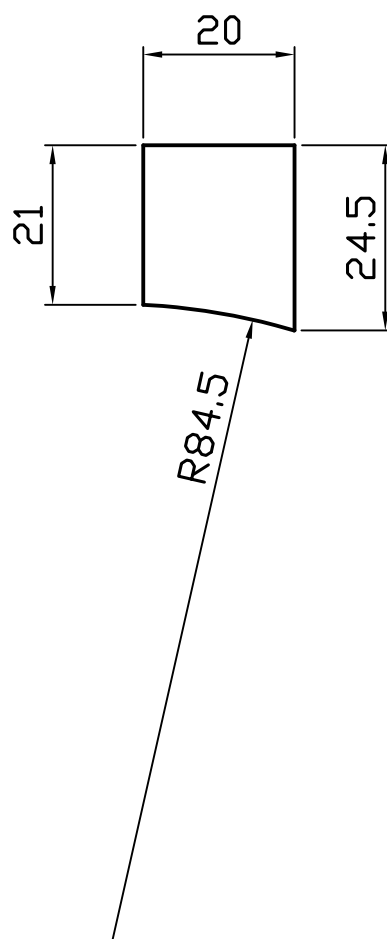
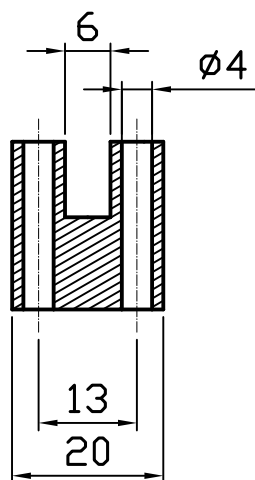
13	ЗАДЊА ПЛОЧА	ГР01.00.11	МЕДИЈАПАН			1
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
			МАТЕРИЈАЛ			
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2 ТИП		
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.11		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 12
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ		



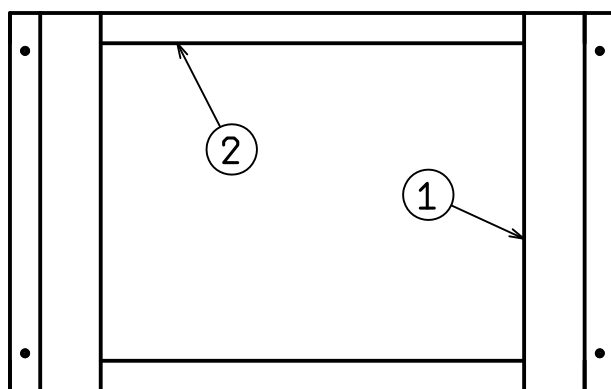
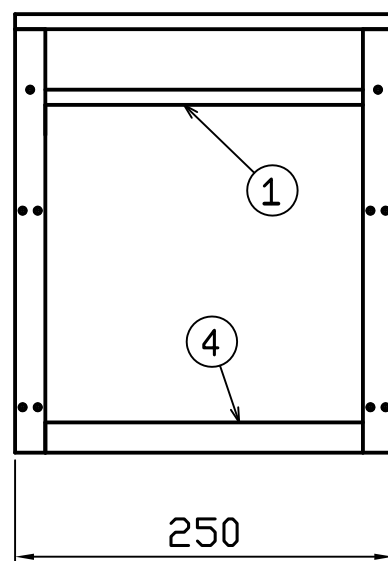
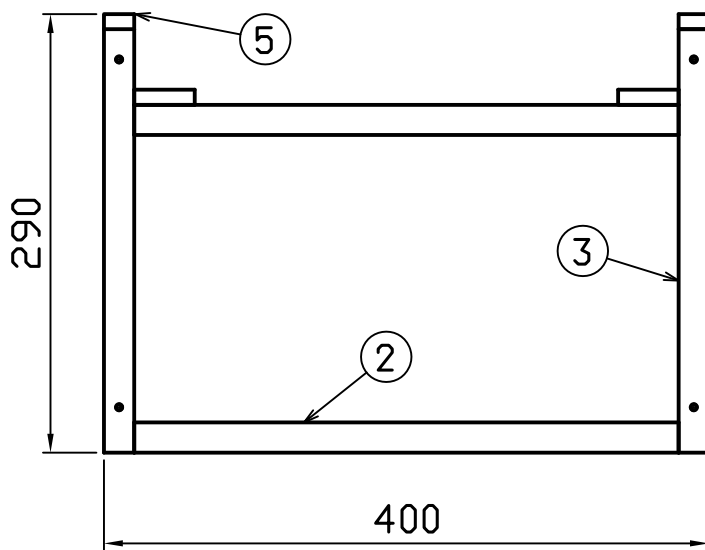
14	КАИШНИК	ГР01.00.12	SL11			2	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С.МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО		ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.12			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 13	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



17	ПОКЛОПАЦ СПОЈНИЦЕ	ГР01.00.13	ПЛАСТИКА			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛЕНКОВИЋ				ОДОБРИО		ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.13			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 14	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



18	СПОЈНИЦА	ГР01.00.14	ПЛАСТИКА			1	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.		
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1			ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.00.14			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 15	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



5	ПОПРЕЧНИ ДРЖАЧ	ГР01.01.05	ДРВО			2
4	ПОПРЕЧНА ГРЕДА	ГР01.01.04	ДРВО			1
3	СТУБ	ГР01.01.03	ДРВО			4
2	УЗДУЖНА ГРЕДА	ГР01.01.02	ДРВО			4
1	НОСАЧ ПОГОНА	ГР01.01.01	ДРВО			2

ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ МАТЕРИЈАЛ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
----------	-------	--------------------------	--------	------------------------	--------------	------

КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ

ОДОБРИО

ДАТУМ
30.09.2017.

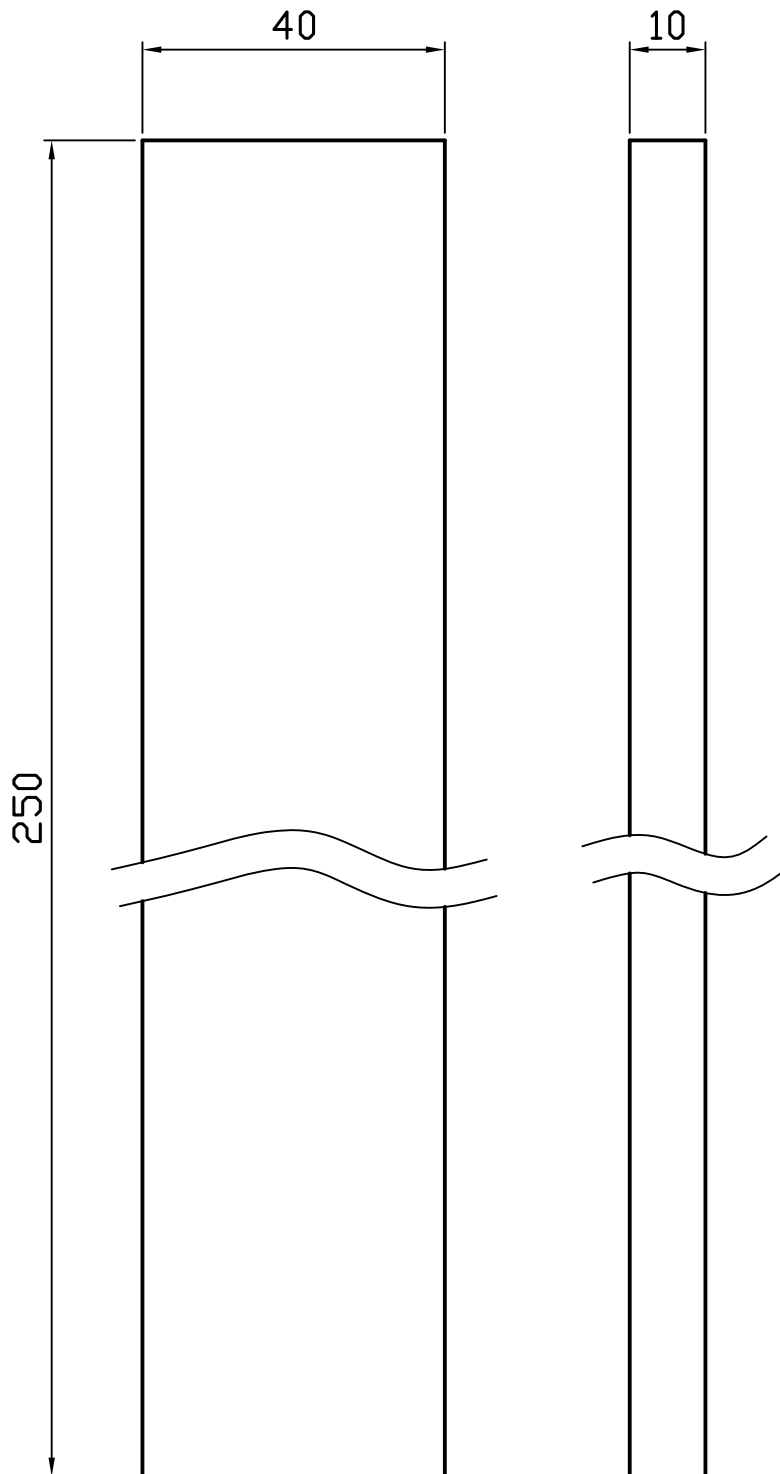
МАСА:	КОМАДА	РАЗМЕРА	1:5	ТИП
-------	--------	---------	-----	-----

ВЕЗА СА:	ЗАМЕЊУЈЕ	ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА
----------	----------	--------------------------

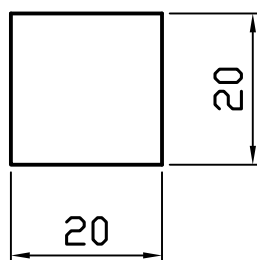
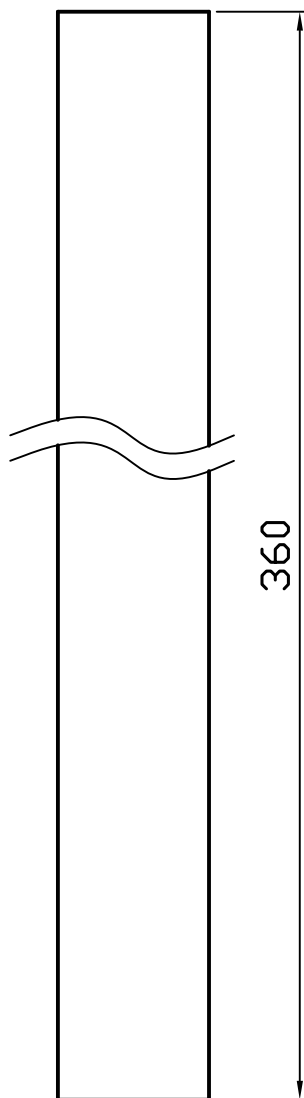
НАЗИВ	БРОЈЧАНА ОЗНАКА ГР01.01.00	ЛИСТ 16
-------	-------------------------------	------------

МОДЕЛ ГАРАЖЕ-КОСТУР

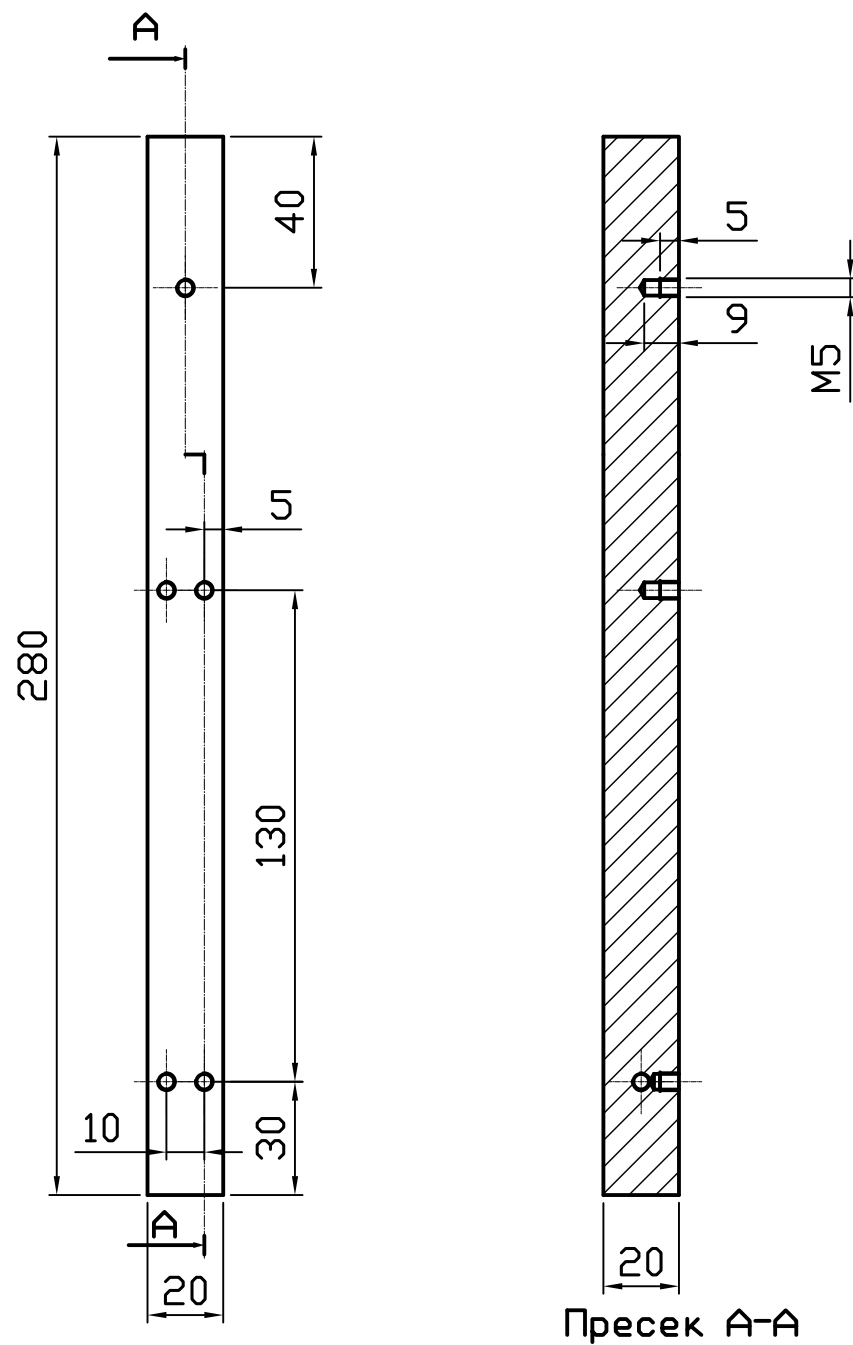
ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ



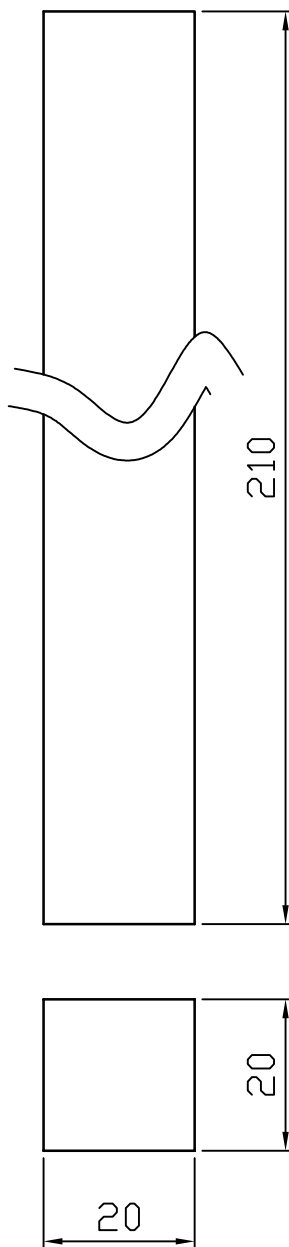
1	НОСАЧ ПОГОНА	ГР01.01.01	ДРВО			2	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.		
МАСА:	КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1				ТИП
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.01.01			
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ-КОСТУР				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 17	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			



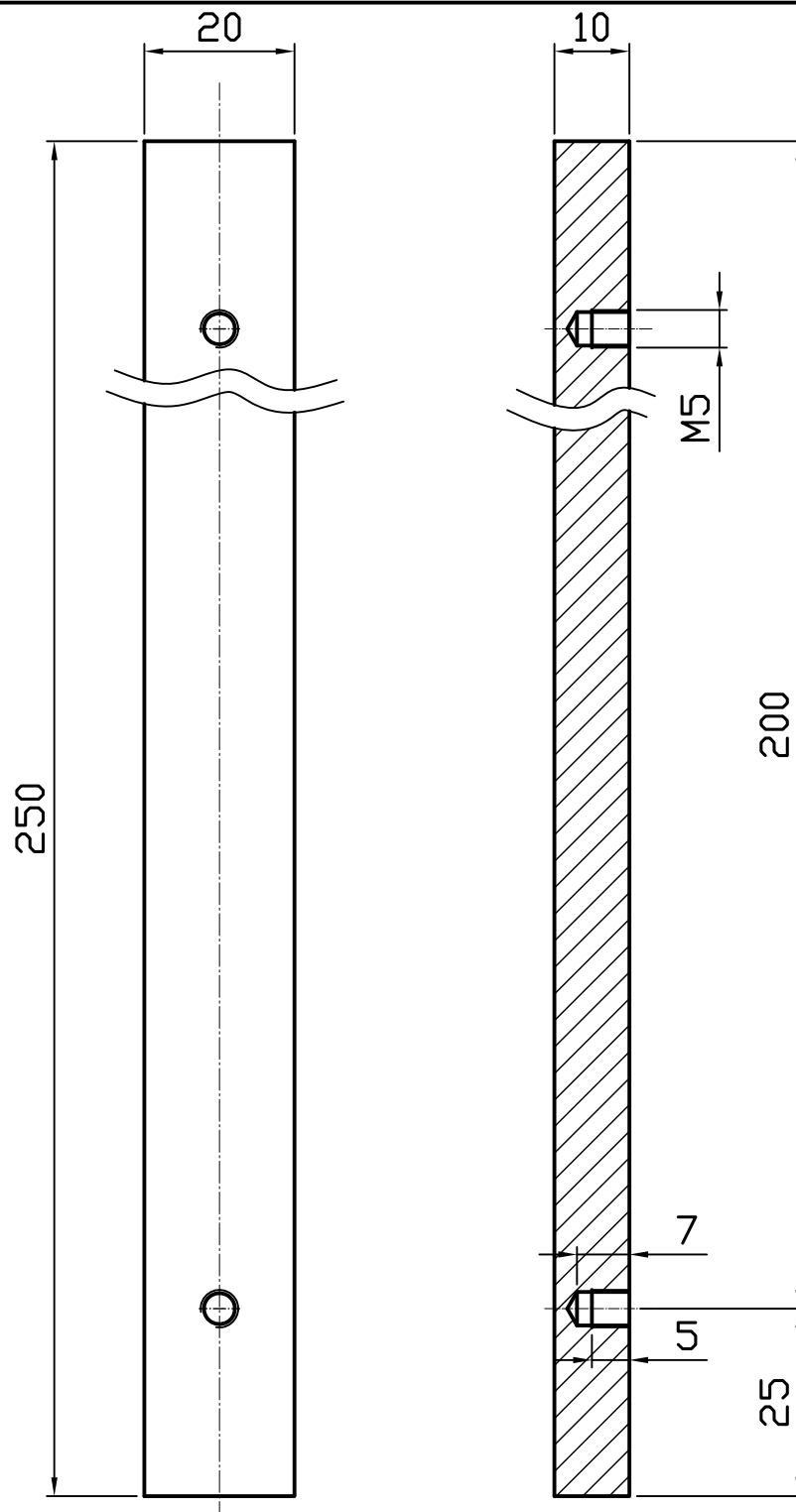
2	УЗДУЖНА ГРЕДА	ГР01.01.02	ДРВО			4
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
			МАТЕРИЈАЛ			
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:	КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1		ТИП	
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.01.02		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ-КОСТУР				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 18
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ		



3	СТУБ	ГР01.01.03	ДРВО			4
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
			МАТЕРИЈАЛ			
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:2 ТИП		
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.01.03		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ-КОСТУР				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 19
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА КРАГУЈЕВАЦ		



4	ПОПРЕЧНА ГРЕДА	ГР01.01.04	ДРВО			1
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.
			МАТЕРИЈАЛ			
КОНСТРУИСАЛИ: С. МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБРИО	ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:	КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1		ТИП	
ВЕЗА СА:		ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.01.04		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ-КОСТУР				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 20
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ		



5	ПОПРЕЧНИ ДРЖАЧ	ГР01.01.05	ДРВО			2	
ПОЗ. БР.	НАЗИВ	СТАНДАРД/ БРОЈ ЦРТЕЖА	ОЗНАКА	ДИМЕНЗИЈЕ	ТЕРМ. ОБРАДА	КОМ.	
			МАТЕРИЈАЛ				
КОНСТРУИСАЛИ: С.МИЛЕНКОВИЋ В. МИЛОСАВЉЕВИЋ				ОДОБИРО		ДАТУМ 30.09.2017.	
МАСА:		КОМАДА	РАЗМЕРА	1:1			ТИП
ВЕЗА СА:			ЗАМЕЊУЈЕ		ОСНОВНИ БРОЈ/БРОЈ ЦРТЕЖА ГР01.01.05		
НАЗИВ МОДЕЛ ГАРАЖЕ-КОСТУР				БРОЈЧАНА ОЗНАКА		ЛИСТ 21	
				ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ			