



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ŘÍZENÍ MODELU POSUVNÉ BRÁNY

CONTROL OF THE SLIDING GATE MODEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Bubeník

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Aleš Jelínek

BRNO 2016



Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Martin Bubeník

ID: 164842

Ročník: 3

Akademický rok: 2015/16

NÁZEV TÉMATU:

Řízení modelu posuvné brány

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Proveďte rešerši současně používaných řešení systémů posuvných bran a analýza bezpečnosti provozu.
2. Realizujte mechanický model a elektroniku.
3. Implementujte ovládání brány z lokálního panelu, přes mobil a po síti.
4. Experimentálně ověřte funkce brány a bezpečnostních pojistek.
5. Zhodnoťte výsledky a srovnajte model s reálnou bránou.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] NOVÁK, Petr. Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení. Vyd. 1. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 247 s. ISBN 80-730-0141-1.

Termín zadání: 8.2.2016

Termín odevzdání: 23.5.2016

Vedoucí práce: Ing. Aleš Jelínek

Konzultant bakalářské práce:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc., předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Táto práca sa zaoberá návrhom a následnou fyzickou realizáciou zmenšeného modelu posuvnej brány ovládanej pomocou mobilnej aplikácie pripojením sa na Wi-Fi sieť. Práca pozostáva z mechanickej, elektrickej a programovej časti, pričom v jednotlivých kapitolách sú detailne popísané riadiace prvky, ktoré model obsahuje a využíva k svojej činnosti. Pri návrhu bol braný ohľad predovšetkým na bezpečnosť, z čoho vyplýva aj senzorické vybavenie modelu brány.

Klíčová slova

Samonosná posuvná brána, Mechanické komponenty, Bipolárny krokový motor, Driver L298N, Automatické/Manuálne riadenie, Mikropočítač Raspberry Pi3, A/D prevodník, Indukčnosťný snímač HIGHLY TS12-05N-1, Fotoelektrický snímač E3JK-R4M1, Snímač prúdu MICROBOT MR003-006.1, Wi-Fi modul, Android Studio, Mobilná aplikácia

Abstract

This thesis deals with the design and subsequent implementation of a physical scale model sliding gate control via mobile applications connecting to the Wi-Fi network. The thesis consists of mechanical, electrical and programming section where the individual sections are described in detail control elements model contains and uses for its activities. When the proposal was disregarded primarily on security, resulting in the sensory equipment model goal.

Keywords

Cantilever sliding gate, Mechanical components, Bipolar stepper motor, Driver L298N, Automatic/manual control, Microcomputer Raspberry Pi3, A/D converter, Inductive sensor HIGHLY TS12-05N-1, Photoelectric Sensor E3JK-R4M1, Current sensor MICROBOT MR003-006.1, Wi-Fi module, Android Studio, Mobile application

Bibliografická citace:

BUBENÍK, M. *Řízení modelu posuvné brány*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav automatizace a měřicí techniky, 2016. 67 s. Vedoucí bakalářské práce byl Ing. Aleš Jelínek.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Řízení modelu posuvné brány“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce Ing. Alešovi Jelínkovi za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a ďalšie cenné rady pri spracovaní mojej bakalárskej práce.

V Brně dne:

.....

podpis autora

Obsah

ÚVOD.....	9
1 REŠERŠ.....	10
2 ZÁKLADNÉ DELENIE KOMERČNÝCH BRÁN	11
2.1 Posuvná brána.....	11
2.1.1 Samonosná posuvná brána	12
2.1.2 Koľajová posuvná brána	13
2.1.3 Závesná posuvná brána	14
2.2 Krídllová brána	14
2.3 Zvolený druh brány pre zmenšený model	15
3 NÁVRH SÚČASTI MODELU SAMONOSNEJ POSUVNEJ BRÁNY	16
3.1 Príprava základne pre model brány	16
3.2 Návrh mechanickej konštrukcie	16
3.3 Stĺpik.....	17
3.4 C-profil	18
3.5 Hrebeň a pastorok.....	18
3.6 Nosný vozík.....	19
3.7 Horné vedenie.....	19
3.8 Dojazdová kapsa, dojazdové koleso	20
4 KOMERČNE VYUŽÍVANÉ POHONY PRE BRÁNY	21
4.1 Návrh vlastného pohonu pre zmenšený model brány.....	21
4.1.2 Motorček stieračov auta	22
4.2.1 Driver L298N	24
5 NAPÁJANIE RIADENIA A POHONU BRÁNY	27
5.1 Použitý napájací zdroj pre pohon a riadenie.....	27
5.2 Elektrická schéma usmerňovača.....	28
6 OVLÁDANIE BRÁNY	30
6.1 Bežné typy ovládania brány zaužívané v praxi	30
6.2 Menej zaužívané ovládanie brány pripojením na Wi-Fi sieť	30
7 POPIS RIADENIA A JEDNOTLIVÝCH REŽIMOV	32
7.1 Vstupy, výstupy	32

7.2	Manuálne ovládanie brány.....	33
7.3	Automatické ovládanie brány	34
7.3.1	Vývojový diagram popisujúci automatické ovládanie brány	36
7.4	Popis elektrickej schémy centrálného riadenia.....	37
7.4.1	Popis elektronickej poistky.....	39
7.5	Mikropočítač Raspberry Pi3 ako riadiaca platforma	40
7.5.1	A/D prevodník.....	41
7.5.2	Indukčnosťné koncové snímače.....	43
8	SENZORICKÉ VYBAVENIE AKO BEZPEČNOSTNÝ PRVOK.....	47
8.1	Prvotná bezpečnosť – jednocestná alebo reflexná optická závora	47
8.1.1	Použitá optická závora	48
8.2	Druhotná bezpečnosť – Snímač prúdu MICROBOT MR003-006.1	50
9	KOMUNIKÁCIA	52
10	TVORBA MOBILNEJ APLIKÁCIE PRE ANDROID	53
10.1	Vývojové prostredie	53
11	ZAPÚZDRENIE CELÉHO RIADENIA DO RIADIACEHO BOXU.....	55
11	ZÁVER.....	56
12	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	58
13	ZOZNAM TABULIEK	62
14	ABECEDNÝ ZOZNAM SKRATIEK.....	63
15	ZOZNAM OBRÁZKOV	65
16	ZOZNAM PRÍLOH.....	67

ÚVOD

Táto bakalárska práca sa zaoberá komplexným návrhom mechanickej časti samonosnej posuvnej brány a komplexným návrhom automatického riadenia brány.

Práca zahŕňa mechanickú konštrukciu modelu, popis prípravy výrobných podkladov a následnú fyzickú realizáciu modelu so senzorickým príslušenstvom brány, elektronikou pre riadenie motoru a programové príslušenstvo s implementovanou komunikáciou po Wi-Fi sieti s algoritmom chodu brány.

Ako riadiaca jednotka pre všetky operácie brány slúži mikropočítač Raspberry Pi3, ktorého hlavnou úlohou je riadiť ako krokový motor tak aj Wi-Fi príslušenstvo, aby sa dala brána ovládať pomocou mobilnej aplikácie pre operačný systém Android.

Brána je ovládateľná diaľkovo i lokálne.

Počas práce je najdôležitejšie klásť dôraz na bezpečnosť a spoľahlivosť chodu brány.

1 REŠERŠ

V bakalárskej práci som sa zamerlal na fyzickú realizáciu zmenšeného modelu automatickej samonosnej posuvnej brány z elektrického, automatizačného aj mechanického hľadiska. Úlohou bolo navrhnuť komplexnú funkciu otvárania a zatvárania brány, zakomponovať do tejto funkcie všetky náležitosti nevyhnutné pre užívateľa hlavne z hľadiska bezpečnosti, ale aj komfortu pri ovládaní. Ako platformu pre riadenie som zvolil mikropočítač Raspberry Pi3 z dôvodu jeho univerzálnosti a výpočtového potenciálu. Taktiež aj z toho dôvodu, že sa chcem s ním naučiť lepšie pracovať a jeho použitie v tejto práci mi spája zábavu, radosť a chuť sa niečo nové naučiť. Ďalším dôvodom jeho použitia je jednoduché pripojenie Wi-Fi antény cez USB port pre bezdrôtové riadenie pomocou mobilnej aplikácie. Spracovanie tohto spôsobu riadenia je hlavným cieľom mojej bakalárskej práce.

Postupoval som podľa týchto bodov:

1. PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA
2. VYHĽADANIE INFORMÁCIÍ V ODBORNEJ LITERATÚRE, NA INTERNETE, POTREBNÝCH PRE REALIZÁCIU
3. FORMULÁCIA RIEŠENÉHO PROBLÉMU, TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA
4. NÁVRH RÔZNYCH VARIANTOV RIEŠENIA A VÝBER OPTIMÁLNEHO VARIANTU
5. DETAILNÝ POPIS ZVOLENÉHO OPTIMÁLNEHO VARIANTU
6. ZAHRNUTIE VARIANTU DO VÝROBNÉHO CELKU
7. NÁSLEDNÁ FYZICKÁ REALIZÁCIA

2 ZÁKLADNÉ DELENIE KOMERČNÝCH BRÁN

Slovo „brána“ má rôzne významy v rôznych odvetviach. V tejto práci sa budeme zaoberať významom slova brána ako vstupného a výstupného prvku na pozemok.

Brána označuje miesto pre vstup a výstup objektov, najčastejšie pre osobný automobil, ale aj pre väčšie objekty ako nákladné auto, kamión, autobus.

Rozlišujeme tri základné typy brán:

- posuvná
- krídlová
- garážová

2.1 Posuvná brána

V dnešnej dobe zaraďujeme posuvnú bránu [4] medzi technicky najvyspelejšie a najvhodnejšie riešenia prístupu na ohradený pozemok a je bežnou záležitosťou pri vjazde vozidiel do objektu. Posuvné brány sa montujú ako pre privátne objekty, tak pre veľké priemyslové objekty. Klasickým prístupom posuvnej brány je otváranie do jednej strany. Takouto konfiguráciou posuvná brána šetrí miesto.

Veľkou výhodou posuvnej brány je, že nepotrebuje skoro žiadnu údržbu a o jej funkčný chod sa užívateľ nemusí obávať za žiadneho počasia počas všetkých ročných mimo zimy. Ďalšími výhodami sú, že tento spôsob otvárania brány do pozemku zabezpečuje rýchly, plynulý a spoľahlivý chod. Nevýhodou je, že pozemok musí byť z jednej strany aspoň raz tak dlhý ako je dlhá samotná brána, z dôvodu vysúvania brány do ľavej alebo pravej strany pozemku.

Posuvná brána sa môže otvárať ručne alebo automaticky. Automatické otváranie je komfortnejšie a v niektorých prípadoch aj bezpečnejšie, keďže užívateľ nemusí opúšťať svoje vozidlo. Vo väčšine prípadov sa brány pohybujú pomocou ozubeného hrebeňa, ktorý je upevnený na pohyblivej konštrukcii brány. Vyskytujú sa samozrejme aj iné typy, napríklad pohon pomocou reťaze alebo skrutkovice. Pomocou týchto častí sa môže brána pohybovať doľava alebo doprava. Pohon samotnej brány najčastejšie zabezpečuje elektrický motor, ale v niektorých prípadoch sa používa aj hydraulický pohon.

Posuvné brány ešte podrobnejšie delíme na:

- Samonosná posuvná brána
- Koľajová posuvná brána
- Závesná posuvná brána

2.1.1 Samonosná posuvná brána

Samonosná posuvná brána [4] sa pohybuje bez kontaktu s príjazdovou cestou a teda je možné posuvnú bránu postaviť v hoc akej výške nad zemou, čiže je možná inštalácia aj v teréne, ktorý je nepravidelný, alebo dokonca až svažitéy.

Z priestorového hľadiska je samonosná posuvná brána o niečo náročnejšia ako pojazdná brána – zaberá priestor dĺžky brány plus polovicu tejto dĺžky.

Na samonosnej brána nie je potrebné vykonávať údržbu ani cez zimné ročné obdobie, brána nezasahuje do prejazdovej cesty, prejazd ňou je hladký. Voda sa nezachytáva v prejazdovom mieste a ani sa pod bránou nevytvárajú usadeniny. Nosný vozík, ktorý má hlavu vyrobenú zo silónu má tichší chod a týmto vylepšením sa aj znižuje odpor.

Základným „stavebným kameňom“ samonosnej posuvnej brány [1] je vodiaci C-profil a samotná konštrukcia brány v tvare rámu, ktorá býva väčšinou pozváraná z rúrkových profilov pre odľahčenie. Vodiaci C-profil sa montuje zváraním na spodnú časť konštrukcie brány. V tomto profile jazdia dvojice ložísk uložené „na tesno“, ktoré sú pripevnené na nosné vozíky. Vozíky sú pripevnené v betóne a je dôležité aby ležali v jednej rovine. Takéto mechanické uloženie umožňuje pohyb brány vo vodorovnej osi. Vo vrchnej časti konštrukcie sú vodiace rolky, ktoré vymedzujú dráhu pohybu brány a stabilizujú ju, rolky sú z takého materiálu, aby pri otere nepoškodzovali konštrukciu. Na prednom čele C-profilu je upevnené nájazdové koliesko, ktoré pri zatvorení brány vkláza do spodného dorazu.

Najčastejším pohonom [1] pre tento typ brány je elektromechanický. Ku bráne sa montujú aj zabezpečovacie a informačné prvky (fotobunky, maják). Samozrejme, je možné bránu otvoriť aj manuálne, typicky kľučkou a zámkom.



Obr. 1 Jednotlivé komponenty samonosnej posuvnej brány [1]

2.1.2 Koľajová posuvná brána

Koľajová posuvná brána [1] sa pohybuje, „jazdí“ po koľajnici, pričom koľajnica je umiestnená na betónovom základe. Na spodnej konštrukcii brány sú upevnené pojazdové kolieska s ložiskom vyrobené najčastejšie z ocele, ale môžu byť pokryté aj tvrdým plastom pre odhlučnenie.

„Základným kameňom“ koľajovej posuvnej brány je konštrukcia brány, samotná koľajnica a pojazdové kolieska. Konštrukcia brány je vyrobená z normalizovaných oceľových profilov, ktoré zabezpečujú pevnosť konštrukcie brány, ale aj odľahčenie zároveň. Na spodnej časti brány sú upevnené pojazdové kolieska. Vďaka kolieskam sa brána môže pohybovať vo vodorovnom smere. Koľajnica je ukotvená po celej šírke prejazdu. Rovnako ako pri samonosnej posuvnej bráne, i tu sa nachádzajú vodiace rolky, ktoré bránu vedú vo vodorovnom smere a znemožňujú vertikálny pohyb. Dorazy brány sú vyriešené spodnými a hornými dorazmi. V drvivej väčšine prípadov sa využíva ako pohon elektromechanický motor. Taktiež bývajú implementované zabezpečovacie a informačné prvky (fotobunky, maják). V prípade potreby je k dispozícii aj manuálne otváranie brány pomocou madla a zámku.

Pri horších poveternostných podmienkach môžu nastať komplikácie s pojazdom, špeciálne v zimnom ročnom období. Tento problém sa však bežne rieši elektrickým vyhrievaním koľajnice, čo je ale ekonomicky neefektívne. V zime teda nie je žiadúce čistiť vodiaci systém od snehu. Takéto vyhrievanie môže byť doplnené na bráne aj dodatočne.



Obr. 2 Jednotlivé komponenty koľajovej posuvnej brány [1]

2.1.3 Závesná posuvná brána

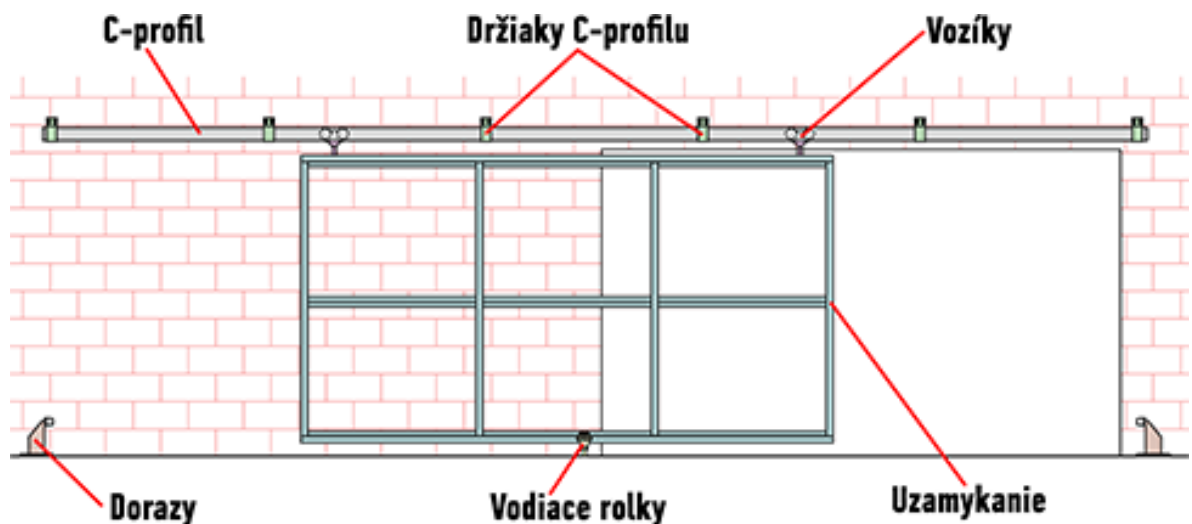
Nutnou podmienkou pri použití závesnej posuvnej brány [6] je závesná plocha, ktorá je schopná udržať dostatočnú hmotnosť konštrukcie, ku ktorej by bola konštrukcia primontovaná.

Užívateľ a volia najčastejšie tento variant vyhotovenia pre nerovnosť terénu, ak nie je možnosť uloženia koľajnice do podlažia, umiestnenie brány v prevýšenom teréne alebo pri malom priestore pre otváranie brány, kde by sa ostatné typy neuplatnili.

Závesný systém je veľmi podobný systému samonosnej konštrukcie až nato, že kolieska jazdia v C-profile, ktorý je umiestnený na strope.

Aby sme mali istotu stabilného pojazdu brány, je potrebné zavesenú bránu zaistiť proti priečnemu výkyvu.

Úchytky na stropoch upevňujeme klasicky skrutkami, pomocou mechanických kotiev, či zavarením.



Obr. 3 Jednotlivé komponenty závesnej posuvnej brány [1]

2.2 Krídllová brána

Vonkajšia krídllová brána [3] pozostáva buď z jedného alebo dvoch krídiel, ktoré sa otvárajú smerom do pozemku. Krídla sú upevnené v otočných pántoch alebo kĺboch upevnených na betónovaných stĺpoch, alebo priamo na stĺpoch oplatenia.

Krídlové brány sa používajú pre uzavretie väčšiny objektov, bežné sú aj pri rodinných domoch. Požadujú minimálnu prevádzkovú údržbu. Koncepcia vedenia zabezpečuje plynulý pohyb nad vozovkou. Typicky bývajú riadené elektromotormi spolu s diaľkovým ovládaním a ochrannými prvkami. Vonkajšie krídllové brány využívajú

elektromechanický alebo hydraulický pohon. Pohony pre tieto brány nevyžadujú takmer žiadnu údržbu počas celého roka.



Obr. 4 Ukážka krídlovej brány v praxi [2]

2.3 Zvolený druh brány pre zmenšený model

Rozhodol som sa pre samonosnú posuvnú bránu, ktorá je ako zmenšený model fyzicky zrealizovaná v práci a rozhodol som sa pre ňu preto, lebo je dokonalejšia a prevažuje nad výhodami zvyšných dvoch druhov posuvných brán, a to nad koľajnicovou posuvnou bránou, kde:

- pri samonosnej posuvnej bráne nie je potrebná údržba v žiadnom ročnom období na rozdiel od koľajnicovej, kde v zimných mesiacoch môže byť problém so snehom, ktorý môže spôsobiť ťažkosti pri chode brány po koľajnici,
- nemusí sa zasahovať do miesta prejazdu, kde pri koľajnicovej posuvnej bráne je potrebné koľajnicu uložiť do miesta prejazdu bránou,
- nie je potreba zarovnávať pozemok, kde samonosná posuvná brána stojí, ba dokonca, nie je problém, keď je pozemok vo svahu alebo v briežku.

Nad závesnou posuvnou bránou, kde:

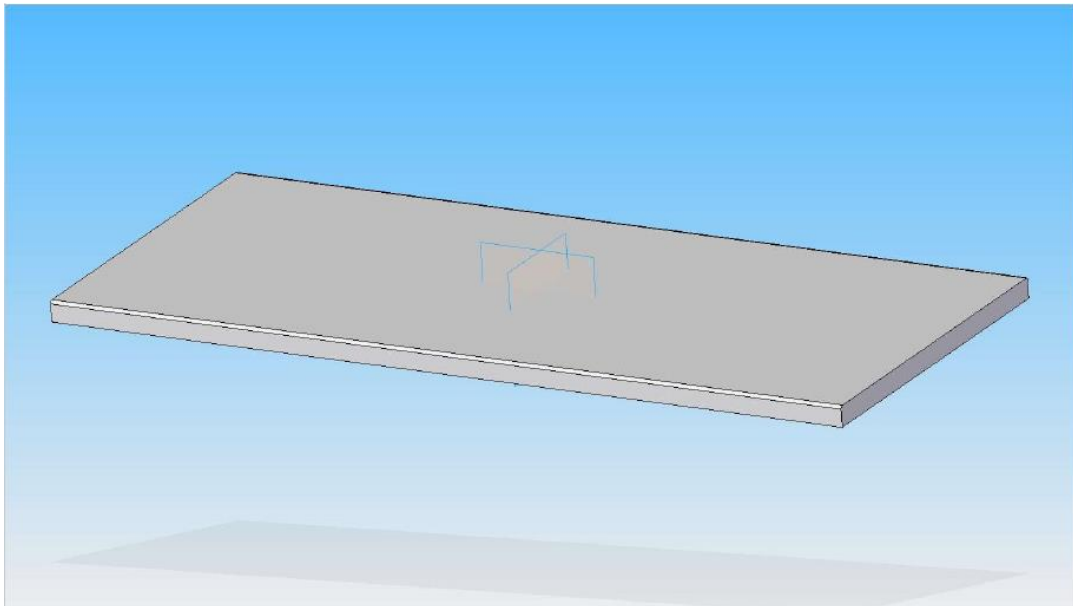
- hlavnou výhodou samonosnej posuvnej brány oproti závesnej je, že vodiaci C-profil je umiestnený na spodnej časti brány, takže bránou môže prejsť vozidlo ľubovoľnej výšky, pričom pri závesnej posuvnej bráne to nie je možné, keďže vodiaci C-profil je umiestnený v hornej časti brány na strope alebo nosníku.

3 NÁVRH SÚČASTI MODELU SAMONOSNEJ POSUVNEJ BRÁNY

Všetky časti samonosnej posuvnej brány, ktoré šli do výroby boli navrhnuté vo vývojovom prostredí Solid Edge. Toto prostredie bolo zvolené preto, lebo je dostatočujúce pre tento úkon, jednoduché a prehľadné, samozrejme s možnosťou vytvoriť z vymodelovaného 3D modelu výkres v 2D.

3.1 Príprava základne pre model brány

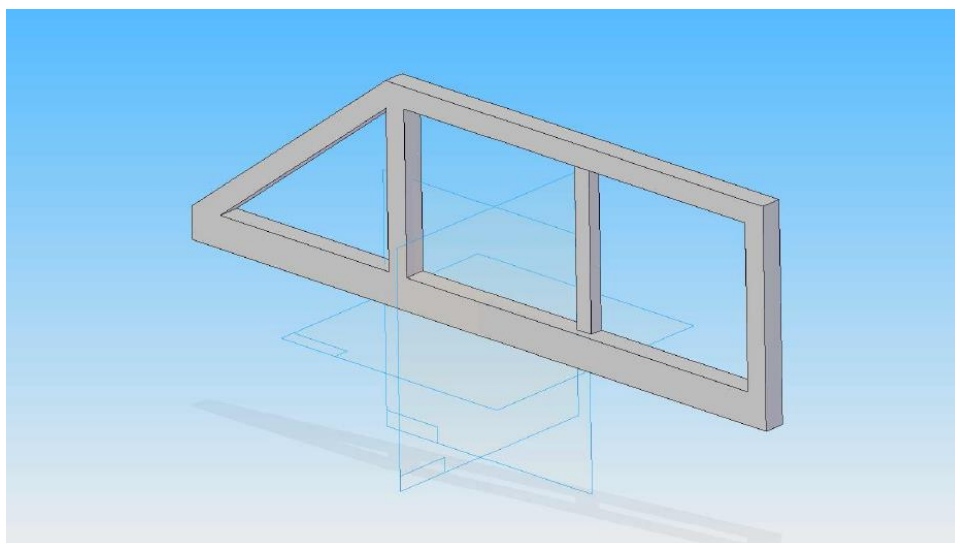
Základňa pre model brány je tvorená doskou z pevného dreva o rozmeroch 800x350x18, jej rozmery sú navrhnuté tak, aby sa na ňu vošlo všetko potrebné od samotnej brány (ktorá sa tam musí vojsť vo vysunutom stave) až po riadiace časti a elektroniku.



Obr. 5 Model základne vymodelovanej v programe Solid Edge

3.2 Návrh mechanickej konštrukcie

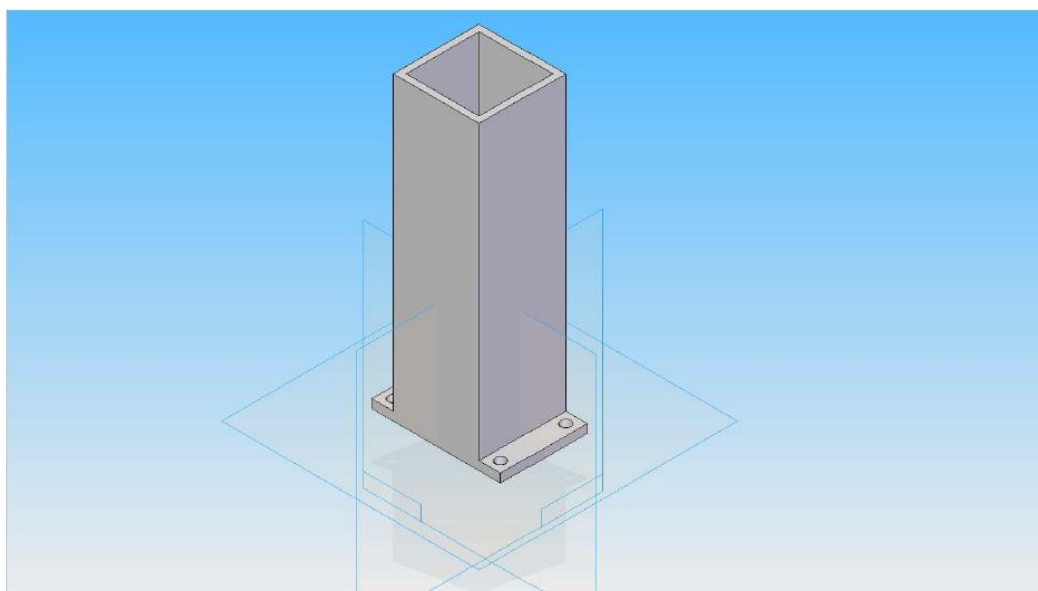
Mechanická konštrukcia zmenšeného modelu brány približne napodobňuje typické tvary bežných komerčne vyrábaných brán. Bránka je vyrobená z bežne dostupných oceľových rúrok (joklov) z dôvodu odľahčenia konštrukcie.



Obr. 6 Model mechanickej konštrukcie brány vymodelovanej v programe Solid Edge

3.3 Stĺpik

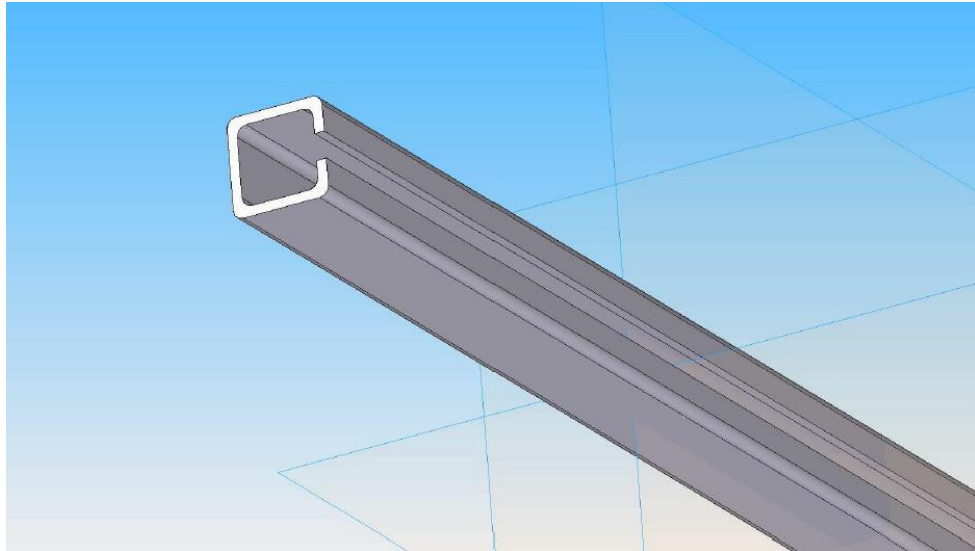
Stĺpik je vyrobený z normalizovaného polotovaru – jokloviny z dôvodu zníženia celkovej hmotnosti celku. V celej konštrukcii sú celkovo dva stĺpiky. Každý zo stĺpikov zohráva v tomto prípade dôležitú rolu z dôvodu uchytenia horného vedenia na jednom zo stĺpikov a upevnenia dojazdovej kapsy na druhom zo stĺpikov.



Obr. 7 Model stĺpiku vymodelovaného v programe Solid Edge

3.4 C-profil

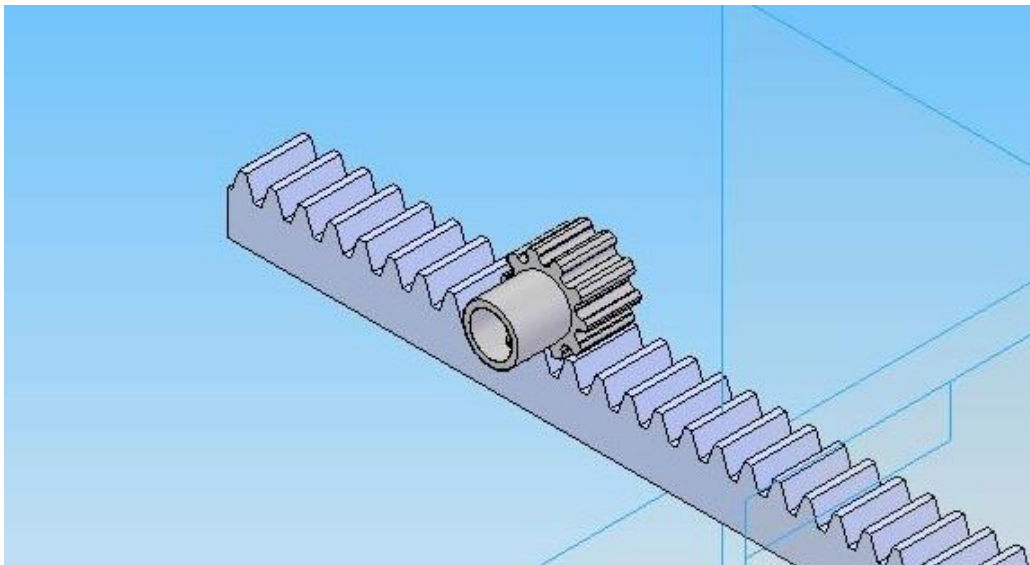
C-profil je vyrobený z jokloviny, do ktorej bola pozdĺžne vyvrtaná drážka. C-profil má rozmery prierezu 20x20mm a dĺžku 320mm. Dĺžku má rovnakú ako spodná hrana bránky, keďže k tejto časti je privarený.



Obr. 8 Model C-profilu vymodelovaného v programe Solid Edge

3.5 Hrebeň a pastorok

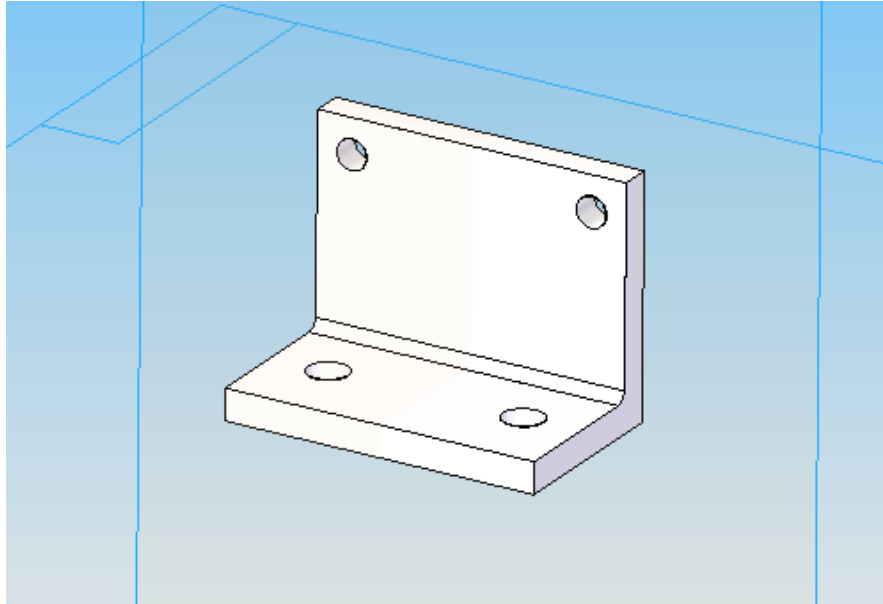
Hrebeň a pastorok sú neodmysliteľnou súčasťou posuvnej bránky, kde pastorok je vlastne protikusom pre hrebeň, do ktorého zuby zapadajú a umožňujú plynulý pohyb do oboch strán. Hrebeň a pastorok som zakúpil z internetu.



Obr. 9 Model hrebeňa s pastorkom vymodelované v programe Solid Edge

3.6 Nosný vozík

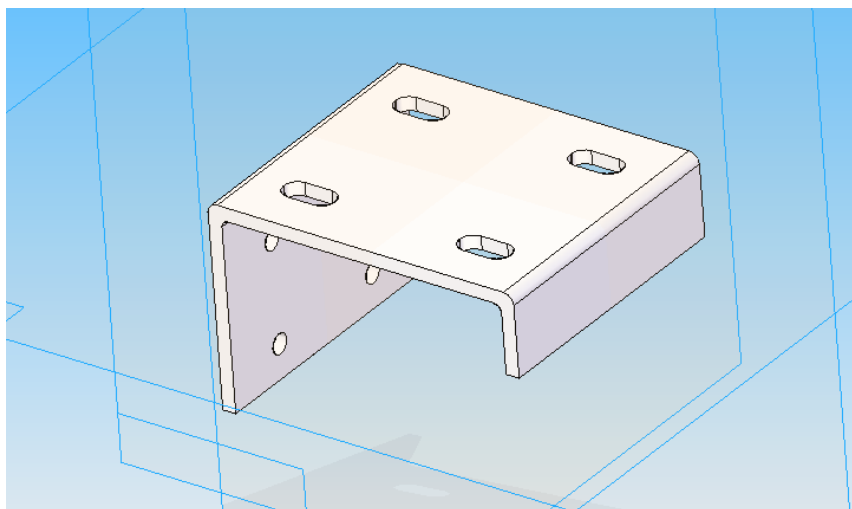
Nosný vozík je v podstate členom, vďaka ktorému je bránka samonosná. Nosný vozík obsahuje sadu ložísk tesne uložených na čape, ktoré sa posúvajú v C-profile – jazdia v ňom. Nosné vozíky sú v modeli dva a sú pripevnené skrutkami do základne.



Obr. 10 Model nosného vozíku vymodelovaného v programe Solid Edge

3.7 Horné vedenie

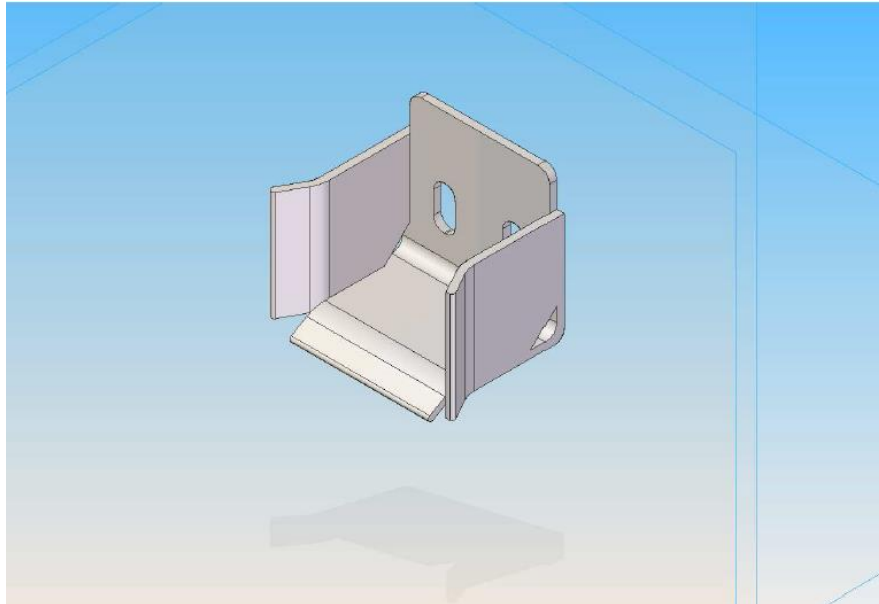
Horné vedenie zabezpečuje vedenie bránky v osi X a je i zároveň zabezpečením proti vysadeniu bránky alebo vypadnutiu bránky. Horné vedenie je priskrutkované na stĺpiku vo výške bránky a obsahuje kovové vodiace valčeky, ktoré vodia bránku.



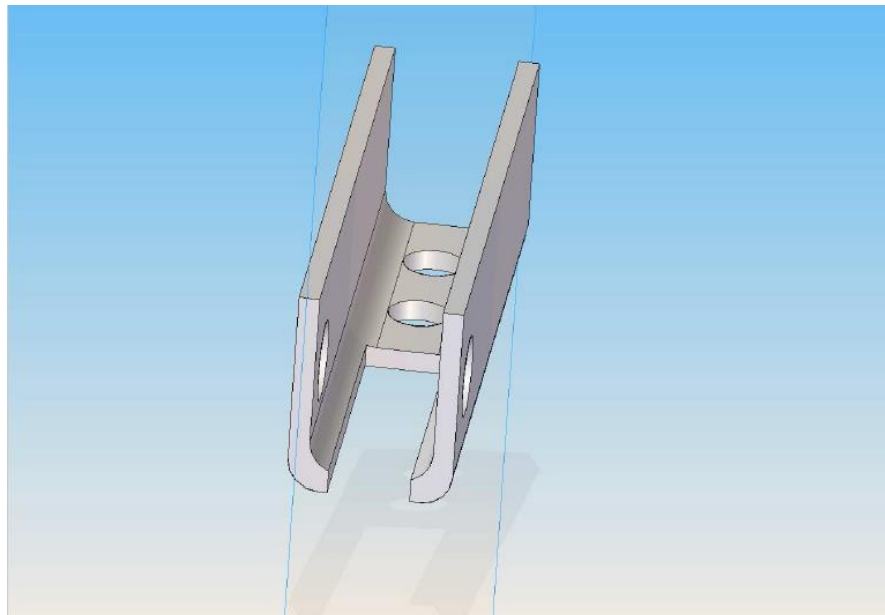
Obr. 11 Model horného vedenia vymodelovaného v programe Solid Edge

3.8 Dojazdová kapsa, dojazdové koleso

Dojazdové koleso je upevnené na samotnom konci C-profilu a slúži ako doraz, ktorý skĺzne do dojazdovej kapsy pri uzatvorení brány. Dojazdové koleso je realizované ako ložisko upevnené na čape. Dojazdová kapsa je upevnená na stĺpiku vo výške C-profilu.



Obr. 12 Model dojazdovej kapsy vymodelovanej v programe Solid Edge



Obr. 13 Model dojazdového kolesa vymodelovaného v programe Solid Edge

4 KOMERČNE VYUŽÍVANÉ POHONY PRE BRÁNY

V bežnej praxi sa využíva pre pohon posuvnej brány elektromechanický motor. Riadiaca jednotka celej brány býva väčšinou zapuzdrená vnútri pohonu. Pohon je ideálne použiť do privátnych objektov, je bezpečný a spoľahlivý.

Pohon je vhodný pre riešenie posuvnej brány z hľadiska automatizácie, ale do určitej hmotnosti, do ktorej sú započítané aj iné faktory ako vplyvy, teplotné rozdiely, tuhosť brány a hlavne ľahký pohyb brány. Pri samonosnej bráne sa počíta s použitím slabšieho pohonu z dôvodu lepších jazdných vlastností ako pri koľajovej bráne.



Obr. 14 Ukážka komerčne používaného pohonu pre brány s riadiacou elektronikou [7]

4.1 Návrh vlastného pohonu pre zmenšený model brány

Pre zmenšený model brány nie je možné použiť taký pohon, ktorý sa používa pri komerčných bránach.

Preto som navrhol dva varianty pohonov, ktoré sú dostupné a vhodné pre zmenšenú verziu brány:

- KROKOVÝ MOTOR
- POHON ZO STIERAČOV AUTA

4.1.1 Krokový motor

Krokový motor [8] je krútiaci stroj, ktorý ku svojej činnosti využíva elektromagnetickú indukciu. Využitie nachádza najmä tam, kde je potrebné presne ovládať otáčky, alebo pre konkrétne nastavenie polohy rotora. Krokový motor je druh špecializovaného viacpólového synchronného motora. Využíva sa v exaktnej mechanike, regulačnej technike, robotike a iných technických oblastiach.

Základný princíp krokového motora: prúd, ktorý prechádza cievkou statora, vytvára točivé magnetické pole, ktoré priťahuje opačný pól magnetu rotora. V tejto polohe je možné, aby motor stál, a to tak, že krútiaci moment vyvolaný magnetickým poľom je väčší ako krútiaci moment na hriadeľ motora. Vhodnou kombináciou privedenia signálu na zvolené cievky vznikne rotujúce krokové magnetické pole, ktoré jednak otáča rotorom, ale aj zabezpečuje polohu voči statoru. Krok je definovaný ako odozva na jeden riadiaci impulz.

Základné delenie krokových motorov:

- unipolárny krokový motor – má dve delené vinutia, pozná sa podľa šiestich vývodov, vedúcich z motora
- bipolárny krokový motor – má dve vinutia (akoby dva jednosmerné motory vedľa seba), pozná sa podľa štyroch vývodov, vedúcich z motora.

Obidva druhy motorov sa líšia spôsobom ovládania – budením. Pre budenie unipolárneho krokového motora je dostačujúca jedna polarita napätia, jeho jednotlivé vinutia sa vzájomne spínajú, napr. pomocou tranzistorom k zemi. Pre budenie motora bipolárneho krokového motora je potrebné polaritu napätia na jeho vinutiach meniť rôznymi privedenými kombináciami, k tomu sa používa tzv. H-mostík.

4.1.2 Motorček stieračov auta

Motorček stierača auta je zvyčajne dvojpólový, s budením permanentnými magnetmi, najčastejšie dvojrýchlostný. Ložiská sú samomazné. Prevodovka má súkolesie a automatické dobehové zariadenie. Motor má 3 uhlíky a tým sa tento motor stáva dvojtáčkovým.



Obr. 15 Motorček stieračov auta [9]

4.2 Zvolený pohon pre model brány

Ako pohon pre zmenšenú verziu brány som zvolil variant č. 1 – bipolárny krokový motor s prevodovkou. Tento krokový motor som zvolil kvôli jeho malým rozmerom, dostačujúcemu krútiacemu momentu, ktorý je až 1.68 Nm, pričom samotná bránka s privareným C-profilom a upevneným hrebeňom váži asi 2 kg. Motor je predimenzovaný preto, lebo v aplikáciách s krokovými motormi sa všeobecne odporúča momentová rezerva 50-100 %, aby pohon prekonal bez problémov prípadné neštandardné situácie, napr. chvíľkovo zvýšený mechanický odpor v aplikácií. [10] Ak je slabo nadimenzovaný krútiaci moment krokového motoru, môže to viesť ku strate kroku krokového motora. Prevodovka motora je vyrobená “do pomala“ cez planétový prevod. Pre moju aplikáciu je tento motor s prevodovkou vhodný z toho dôvodu, že pri otváraaní a zatváraní sa požaduje nižšia rýchlosť brány. Tento variant pohonu som zvolil aj kvôli jednoduchému ovládaniu krokovania, ktoré je využité vo funkcii ovládania brány, napr. len pre pootvorenie aby bol možný prechod bránou len osobou. Krokový motor je upevnený v držiaku na motor, ktorý je upevnený na základňu v takej výške, aby pastorok, ktorý je upevnený na hriadeľ motoru, presne zapadal svojimi zubami do hrebeňa.

Keďže sa bipolárny krokový motor skladá z dvoch dvojíc vinutí, v nasledujúcich kapitolách bude použité pomenovanie pre prvú dvojicu vinutia ako motor A, pre druhú dvojicu vinutia ako motor B.

Niekoľko dôležitých parametrov motoru získaných z [11]:

Tab. 1 Parametre použitého bipolárneho krokového motoru [11]

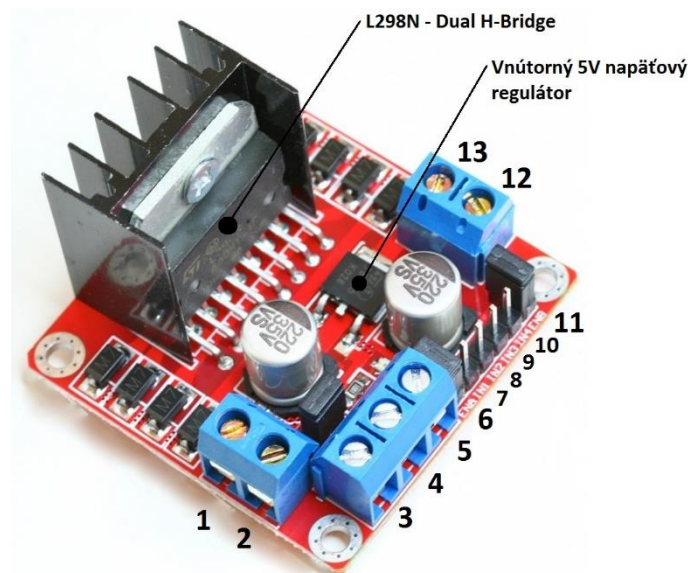
Typ motoru	<i>Bipolárny krokový</i>
Uhol kroku	<i>1.8°</i>
Menovitý krútiaci moment	<i>1.68 Nm</i>
Napájacie napätie	<i>12-24V DC</i>
Menovitý prúd	<i>1.7A</i>
Výkon	<i>20.2W</i>
Odpor vinutia	<i>1.7Ω</i>
Prevodový pomer	<i>5 + 2/11</i>
Hmotnosť	<i>564 g</i>



Obr. 16 Použitý bipolárny krokový motor [11]

4.2.1 Driver L298N

Každý krokový motor potrebuje pre svoju činnosť nejaký druh integrovaného obvodu/driveru, ktorý bude budiť a ovládať jednotlivé vinutia motoru. V súčasnej dobe existuje veľké množstvo integrovaných obvodov určených pre ovládanie krokového motoru. Od najjednoduchších integrovaných obvodov plniacich banálnu funkciu spínačov cez regulátory prúdu až po najzložitejšie kontroléry so širokým inštrukčným súborom. Pre moju aplikáciu som zvolil Driver L298N [12] s H-mostíkom pre ovládanie rýchlosti a smeru otáčania dvoch DC motorov alebo jedného bipolárneho krokového motoru. Tento driver môže byť použitý pre motory, ktoré majú napätie v rozmedzí 5 až 35V DC a pre motory s väčším prúdovým odberom, kde maximálny prúd prechádzajúci motorom môže byť až 2A – krátkodobo až 3A. To vyhovuje pre moju aplikáciu s motorom, ktorý má menovitý odber prúdu 1.68A. Ostatné užitočné informácie o tomto drivery sú dostupné v [15].



Obr. 17 Popis vývodov a vnútorných častí použitého driveru L298N[13]

Legenda:

1. (OUT 1) – Vinutie krokového motoru A+
2. (OUT 2) – Vinutie krokového motoru A-
3. (VS) – Napájanie krokového motoru až do 35V DC, v mojom prípade 12V DC napájaných z usmerňovača
4. (GND) – Uzemnenie
5. (VCC) – Napájanie 5V pre driver z usmerňovača
6. (ENABLE A) – Pripojené do Raspberry Pi na pin GPIO.23, ktorým generujem PWM pre riadenie rýchlosti motoru A

7. (IN1) – Pripojené do Raspberry Pi na pin GPIO.0 pre riadenie smeru motora A úrovňou HIGH alebo úrovňou LOW
8. (IN2) – Pripojené do Raspberry Pi na pin GPIO.3 pre riadenie smeru motora A úrovňou HIGH alebo úrovňou LOW
9. (IN3) – Pripojené do Raspberry Pi na pin GPIO.5 pre riadenie smeru motora B úrovňou HIGH alebo úrovňou LOW
10. (IN4) – Pripojené do Raspberry Pi na pin GPIO.6 pre riadenie smeru motoru B úrovňou HIGH alebo úrovňou LOW
11. (ENABLE B) – Pripojenie do Raspberry Pi na pin GPIO.26, ktorým generujem PWM pre riadenie rýchlosti motoru B
12. (OUT 3) – Vinutie krokového motoru B+
13. (OUT 4) – Vinutie krokového motoru B-

Spôsob regulácie otáčok:

Rýchlosť motorov [16] je možné nastaviť pripojením PWM výstupov z Raspberry Pi na vstupné piny ENABLE A, ENABLE B driveru. Pin ENABLE A ovláda motora A, pin ENABLE B ovláda motor B. Ak sú na tieto piny privedené úrovne HIGH, napájanie je výstup do motora. Pri použití PWM, veľmi rýchlou zmenou zapnutia a vypnutia sa nastavujú otáčky motora. Čím dlhšia je strieda PWM, tým rýchlejšie sa bude motor otáčať. Odporúča sa používať striedu PWM 90 % alebo menej.

Spôsob ovládania smeru:

Ak chceme otáčať s motorom dopredu, nastavíme IN1 = HIGH a IN2 = LOW. Ak chceme s motorom otáčať dozadu nastavíme IN1 = LOW a IN2 = HIGH. Rovnaká metóda sa používa na riadenie motoru B: nastavíme IN3 = HIGH a IN4 = LOW k otáčaniu motoru dopredu a k otáčaniu motoru B dozadu nastavíme IN3 = LOW a IN4 = HIGH.

Spôsob zastavenia:

Ak chceme vypnúť napájanie motorov, jednoducho nastavíme ENABLE A = LOW pre motor A a ENABLE B = LOW pre motor B. To bude mať za následok pomalé zastavenie celého bipolárneho motora prirodzeným trením. Ak chceme vykonať rýchle zabrzdzenie motoru nastavíme ENABLE A = LOW, IN = LOW pre motor A, ENABLE B = LOW, IN3 = LOW, IN4 = LOW pre motor B. Motor sa potom okamžite zastaví.

Motor A pravdivostná tabuľka:

Tab. 2 Pravdivostná tabuľka pre motor A [18]

ENABLE A	IN1	IN2	Popis
<i>0</i>	<i>N/A</i>	<i>N/A</i>	<i>Motor A je vypnutý</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>Motor A je zabrzdzený</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Motor A sa otáča dozadu</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>Motor A sa otáča dopredu</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>Motor A je zabrzdzený</i>

Motor B pravdivostná tabuľka:

Tab. 3 Pravdivostná tabuľka pre motor B [18]

ENABLE B	IN3	IN4	Popis
<i>0</i>	<i>N/A</i>	<i>N/A</i>	<i>Motor B je vypnutý</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>Motor B je zabrzdzený</i>
<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>Motor B sa otáča dozadu</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>Motor B sa otáča dopredu</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>Motor B je zabrzdzený</i>

5 NAPÁJANIE RIADENIA A POHONU BRÁNY

Celé riadenie brány, ale aj všetky použité moduly, ako aj všetky ostatné použité I/O prvky treba napájať príslušným napätím. Keďže všetky tieto zariadenia potrebujú k svojej činnosti jednosmerné napätie/prúd, je získané napätie 9V z transformátoru usmernené.

5.1 Použitý napájací zdroj pre pohon a riadenie

Celé riadenie vrátane pohonu je napájané zo sieťového transformátoru INDEL TS40/026, ktorý som zvolil pre jeho dostatočný výkon 40VA, ktorý bude napájať aj motor s výkonom približne 20W. Transformátor je predimenzovaný schválne, aby bola istota, že bude pracovať správne.

Technické parametre transformátoru:

Tab. 4 Technické parametre použitého sieťového transformátoru [17]

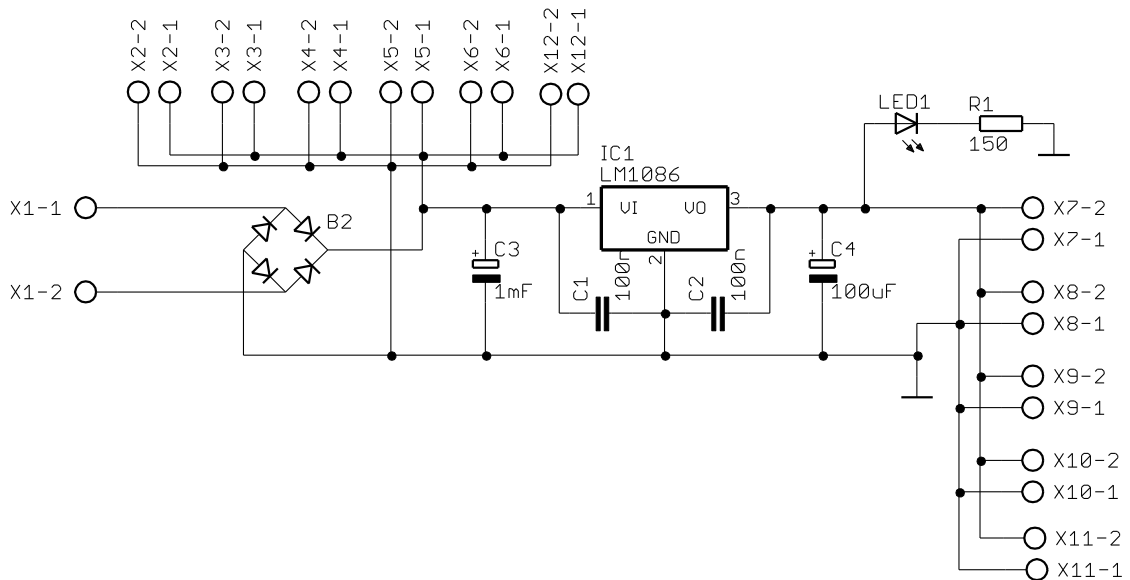
Výrobca	INDEL	Stupeň krytia	IP00
Typ transformátora	sieťový	Trieda izolácie	I
Výkon	40VA	Tepelná trieda	Ta40B
Primárne napätie	230V AC	Zhodné s normou	PN-EN 61558
Sekundárne napätie 1	9V	Elektrická pevnosť izolácie	4kV/60s
Prúd sekundárneho vinutia 1	4.44A	Dĺžka kábla	150mm
Hmotnosť	0.98kg	Montáž	skrutkou
Vývody	vodiče	Rozmery: Dĺžka, šírka a výška	66x60x62mm

Ďalšie rozmery je možné nájsť v [18].



Obr. 18 Použitý sieťový transformátor [17]

5.2 Elektrická schéma usmerňovača



Obr. 19 Elektrická schéma usmerňovača

Popis činnosti:

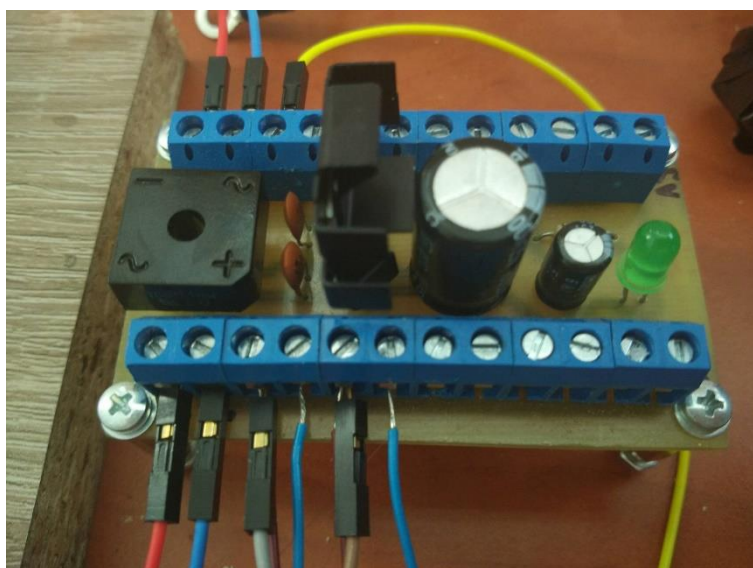
Na svorky X1-1, X1-2 usmerňovača [19] privedieme výstup zo sekundárneho vinutia transformátora a ďalej cez Graetzov mostík sa usmerní striedavé napätie na jednosmerné. Za ním nasleduje filtračný kondenzátor C3, ktorý sa postupne nabije na maximálne napätie približne rovné 12,7V a zároveň splňa funkciu vyhladzovania kladných pol vln. Za ním je blokovací kondenzátor C1, ktorý sa v prípade náhlej zmeny prúdu prechádzajúceho, vybíja, čiže uvoľňuje so seba energiu. Za dvojicou kondenzátorov je stabilizátor LM1086 [20], ktorý sa stará o stabilizáciu napätia na hodnotu 5V. Je dôležité nezamieňať vývody! C2 je druhý blokovací kondenzátor a C4 slúži už len pre hladké doladenie napätia. Na výstupe je zapojená aj signalizačná LED1 (stabilizátor je v prevádzke) s predradeným rezistorom R1.

Napájané 12V sú:

- Bipolárny krokový motor
- Oba indukčné snímače

Napájané 5V sú:

- Logika Driveru L298N
- Senzor prúdu MICROBOT MR003-006.1
- A/D prevodník



Obr. 20 Usmerňovač

6 OVLÁDANIE BRÁNY

V dnešnej dobe je stáva štandardom automatické riadenie brány – elektrické (pomocou diaľkového ovládania) pričom otváranie brány mechanické (manuálne) ide do úzadia. S vývojom komunikačných systémov a technológií prišla na trh celá rada ďalších spôsobov ovládania brán, od otvárania brány za pomoci magnetickej karty až po otváranie pomocou mobilného telefónu – buď zaslaním SMS správy, prezváňaním alebo otváranie “inteligentného zámku”, ktorý sa dá ovládať cez Wi-Fi.

6.1 Bežné typy ovládania brány zaužívané v praxi

Dostupné sú tieto možnosti riadenia[22] z elektrického hľadiska:

- **diaľkové ovládanie** – slúži na pohodlné ovládanie brány z automobilu. Diaľkové ovládanie je nastavené tak, aby s ním bolo možné otvoriť len bránu, ku ktorej je určené. To zabezpečuje sekvenčný kód, pomocou ktorého je ovládanie spárované s motorom brány. Rozlišujeme dvojkanálový, štvorkanálový a viackanálový ovládač. Dosah signálu býva väčšinou do 200 m.
- **čítačka magnetických kariet** – slúži na ovládanie vstupu do priestorov prostredníctvom magnetických kariet.
- **klávesnica pre otváranie automatických brán** – bezdrôtová digitálna klávesnica slúži na ovládanie pohonov automatických brán. Klávesnica sa dá ľahko nainštalovať na omietku, je vhodná na vnútorné aj vonkajšie použitie.
- **GSM kľúč** – je vhodný na použitie pri stredných a veľkých firmách, v kancelárskych budovách, hoteloch a penziónoch do 100 užívateľov, ale aj na použitie pri rodinnom dome a v malých firmách do 20 užívateľov. Administrácia zariadení sa vykonáva aplikáciou pre mobilné telefóny s operačným systémom Android alebo iOS, za pomocou konfiguračných SMS správ alebo rôznym softwarom pre GSM kľúč (aplikácie v prostredí Windows). GSM kľúč pracuje v dvoch režimoch:
 - *Bistabilný* – po prezvonení je relé zopnuté až do ďalšieho prezvonenia.
 - *Monostabilný* – po prezvonení sa zopne relé na naprogramovaný čas.

6.2 Menej zaužívané ovládanie brány pripojením na Wi-Fi sieť

Pomocou aplikácie [23] v smartfóne alebo v tablete s intuitívnym ovládaním je možné ovládať a kontrolovať aktuálny stav vjazdovej brány – pohodlne z ktoréhokolvek miesta v rámci domácej siete. Nadviaže sa jednoducho spojenie cez WLAN. Brána sa

jednoducho pripojí sieťovým dátovým káblom alebo prostredníctvom WLAN k domovskému routeru. Konfigurácie jednotlivých zariadení prebiehajú prostredníctvom aplikácie v užívateľovom smartfóne alebo tablete. Program potom užívateľa sprevádza krok za krokom iniciáciou pohonu, prípadne ďalších pripojených zariadení.

7 POPIS RIADENIA A JEDNOTLIVÝCH REŽIMOV

V kapitolách nižšie je podrobne špecifikovaný popis činnosti brány, čo sa má vykonať, od zapnutia napájania brány cez navolenie požiadavky užívateľom v mobilnej aplikácii až po chybové stavy a rôzne iné neočakávané stavy. Riadiť bránu je možné dvomi spôsobmi, ktoré sú popísané podrobne nižšie v kapitolách.

Pravidlá riadenia brány, ktorými som sa riadil pri návrhu:

1. Brána musí mať Manuálny a Automatický režim voliteľný prepínačom.
2. V ručnom režime nie je aktívna optická závora.
3. Brána musí byť schopná sama zistiť svoju polohu a pri inicializácii nabehnúť do základného postavenia v jednotlivých režimoch Automatic / Manual.
4. Brána musí rozpoznať chybu na snímačoch koncových polôh.
5. Maximálna jednoduchosť ovládania užívateľom, prehľadnosť.
6. Ochrana motoru a driveru pri zaseknutí brány alebo inom probléme znemožňujúcim pohyb brány.
7. Optická signalizácia pri pohybe brány.
8. Ovládanie brány v režime Automatic skrz mobilnú aplikáciu.
9. V automatickom režime možnosť ovládania jediným stlačením.

7.1 Vstupy, výstupy

Vstupy:

S1 Koncový indukčnosťný snímač (brána otvorená)

S2 Koncový indukčnosťný snímač (brána zatvorená)

S3 Manuálny prepínač režimov Automatic/Manual

S4 Tlačidlový spínač manuálneho otvárania brány

S5 Tlačidlový spínač manuálneho zatvárania brány

OPTZ Optická závora (v kludovom režime úroveň HIGH)

SDA výstup z A/D prevodníku cez I²C komunikáciu

AKT prichádza požiadavka z mobilnej aplikácie na otvorenie brány (Automatic režim)

Výstupy:

ENABLE A Pin pre riadenie rýchlosti krokového motoru A

ENABLE B Pin pre riadenie rýchlosti krokového motoru B

IN1 Pin pre riadenie rýchlosti krokového motoru A

IN2 Pin pre riadenie rýchlosti krokového motoru A

IN3 Pin pre riadenie rýchlosti krokového motoru B

IN4 Pin pre riadenie rýchlosti krokového motoru B

rLED signalizujúca poruchu (Bliká - Závažná chyba, Svieti - drobná chyba) (červená)

yLED signalizujúce svietením, že sa točí motor (žltá)

gLED signalizujúca režim Automatic/Manual (Manual = LED bliká) (zelená)

Inicializácia a základný stav:

Inicializácia [24] a základný stav sa vykonajú vždy po zapojení napájania, pričom nezáleží, či je aktuálne navolený automatický alebo manuálny režim. Po zapojení napájania sú kontrolované koncové indukčné snímače **S1** a **S2**, či nie sú zopnuté súčasne. Nakoniec sa kontroluje, v akom režime je brána aktuálne nastavená (Automatic alebo Manual).

7.2 Manuálne ovládanie brány

Tento režim je možné zvoliť v ľubovoľnej chvíli, aj keď je spustený režim Automatic. Manuálnym prepínačom **S3** prepnutím do polohy Manual sa brána zastaví v danom mieste, kde bola zastavená prepnutím z režimu Automatic na Manual. Pokiaľ je hneď spočiatku zvolený režim Manual ešte pred zapojením napájania, prebehne inicializácia a brána zostane stáť a čaká na ďalšie príkazy. V tomto režime je **OPTZ** aktívna len pri zatváraní brána a sú ignorované všetky časovače. Aktívne sú koncové indukčné snímače **S1**, **S2** a spätná väzba z motoru, či nenastalo zvýšenie prúdového odberu motoru (**SDA**). Ak nastane zvýšenie odberu prúdu motorom, brána sa zastaví, čo bude signalizované blikaním **rLED** ako závažná chyba. Po odstránení chyby (čiže prúdový odber bude zas na nominálnej hodnote), budú tlačidlá **S3** a **S4** opäť funkčné. Brána sa nevráti do východiskovej polohy. Funguje len ovládanie cez tlačidlový manuálny spínač otvárania brány **S4** a tlačidlový manuálny spínač zatvárania brány **S5**. Brána sa otvára alebo zatvára, len keď je manuálne tlačidlo zopnuté (keď ho užívateľ drží). Záleží na momentálnej pozícii (ak je brána napríklad zatvorená, čo kontroluje koncový indukčný snímač **S2**) motor sa pre smer zatvárania už nepustí. Otváranie a zatváranie, keď sa motor točí je signalizované svietením **yLED**. To, že je aktuálne zvolený režim **Manual** je signalizované **gLED**, ktorá bliká.

Ovládanie brány:

Brána sa v režime **Manual** ovláda iba dvomi tlačidlami **S4** a **S5**. Tlačidlo sa musí podržať minimálne 100ms a viac, aby bol povel vyhodnotený ako platný. Kratšie stlačenie sa považuje za náhodné a nemá na bránu žiadny vplyv.

Možné chyby, ktoré môžu nastať:

Ak neprichádza žiadna spätná väzba z motora (čiže v tomto prípade žiadna spätná väzba o normálnom prúdovom odbere) od **SDA**, tak sa brána zastaví a rozbliká sa **rLED** signalizujúca závažnú chybu. Ak sú zopnuté zároveň **S1** a **S2** (tento stav sa kontroluje už v inicializácii, ale aj počas celého behu brány), je to závažná chyba a rozbliká sa **rLED** signalizujúca v tomto prípade závažnú chybu. Samozrejme sa nezapne pohon a ovládacie tlačidlá **S4** a **S5** budú neaktívne. Kým sa neodstráni táto chyba, brána je kompletne vyradená z činnosti. Odstránenie poruchy je detekované automaticky, keď sa odstráni chyba, ovládacie tlačidlá **S4** a **S5** budú opäť aktívne a pripravené na povel.

Časy:

V režime **Manual** ovládania brány sa pracuje s jediným časom, a to s oneskorením 100ms na tlačidlá **S4** a **S5**.

7.3 Automatické ovládanie brány

Ak sa nachádzame v tomto režime riadenia, je to signalizované **gLED** svietením. Na počiatku sa kontroluje, v akej pozícii sa brána momentálne nachádza. Ak je brána otvorená, tiež sa po **5 sekundách** automaticky zatvorí. Platí to v prípade, že optická závara **OPTZ** nie je prerušená. Ak je prerušená **OPTZ**, čaká sa na uvoľnenie **OPTZ**. Pokiaľ nie je do **1 minúty** **OPTZ** uvoľnená, je to drobná chyba (svieti **rLED**) a vrata zostávajú v aktuálnej polohe, do doby uvoľnenia **OPTZ**. Po následnom uvoľnení **OPTZ** je nutné stlačením tlačidla v mobilnej aplikácii potvrdiť poruchu (zhasne chybová signalizácia **rLED** – svietenie, čiže drobná chyba) a potom dôjde automaticky po **20 sekundách** k uzavretiu. Ak je brána v pohybe, čo zisťujeme pomocou **SDA** (spätná väzba, že sa motor točí), signalizuje nám to **yLED** svietením, že sa motor točí, a zároveň sa kontroluje **OPTZ** a k tomu patričný snímač koncovej polohy (**S1**, **S2**). Základný a kludový stav je, keď je brána zatvorená, **OPTZ** nie je prerušená, je aktívny snímač **S2**. Pri stlačení tlačidla z mobilnej aplikácie **AKT** sa brána začne otvárať. Ako náhle sa brána otvára alebo zatvára a dôjde k prerušeniu **OPTZ**, brána sa naplno otvorí, čo zdetekuje koncový snímač **S1**, ak počas otvárania alebo už v otvorenom stave dôjde k uvoľneniu **OPTZ**, je brána za **20 sekúnd** opäť zatvorená (predtým je však plne otvorená). V prípade reverzácie pri zatváraní a súčasnom prerušení **OPTZ** sa najprv vypne pohon zatvárania a s **500ms** oneskorením je zopnutý opačný smer pohybu. Je to ochrana pohonu časom, ktorý je potrebný k zabrzdzeniu pohybu..

Ovládanie brány:

Bránu je v tomto režime (automatic) možné len otvoriť (**AKT**), a to až v momente, kedy je v základnej pozícii – po inicializácii. Ak počas vykonávania činnosti brány užívateľ zvolí Mikrokrokovanie, brána sa zastaví a budú platiť všetky pravidlá ako v režime Manual, až na to, že to užívateľ riadi prostredníctvom mobilnej aplikácie.

Možné chyby:

Žiadna spätná väzba z pohonu (**SDA**) – Ak sa tak stane, brána sa zastaví a rozbliká sa **rLED** signalizujúca závažnú chybu a zároveň zhasne **yLED** signalizujúca, že motor sa točí. Brána zotrvá vo svojej polohe, pričom všetky prvky budú neaktívne, až do odstránenia poruchy. Ak je detekovaný zvýšený prúdový odber motoru (**SDA**), motor sa okamžite zastaví, a začne sa otáčať do druhej strany, aby bránu otvoril. Po príchode brány ku koncovému snímaču **S1** (brána otvorená) ostane brána stáť v tejto pozícii **20 sekúnd** a potom sa pokúsi zavrieť. Ak sú zopnuté zároveň koncové snímače **S1** a **S2** – Tento stav sa kontroluje vždy pri inicializácii ale aj pri stlačení tlačidla v aplikácii, pre príkaz otvorenia brány (**AKT**) alebo pred nabehnutím do základnej polohy. Ak táto situácia nastane, je to závažná chyba a rozbliká sa **rLED**. Samozrejme sa nezapne pohon. Pokiaľ dôjde k tejto situácii v momente, keď je brána v pohybe, dokončí sa pohyb na príslušný koncový snímač a brána nevykazuje žiadnu chybu. Až v momente pokusu o nový pohyb brány je problém detekovaný a nahlásený. Kým sa neodstráni táto chyba, brána je kompletne vyradená z činnosti. Odstránenie poruchy je detekované automaticky a nemusí sa potvrdzovať. V tomto režime (automatic) sa brána pokúsi po **20 sekundách** nabehnúť do základnej polohy. [24]

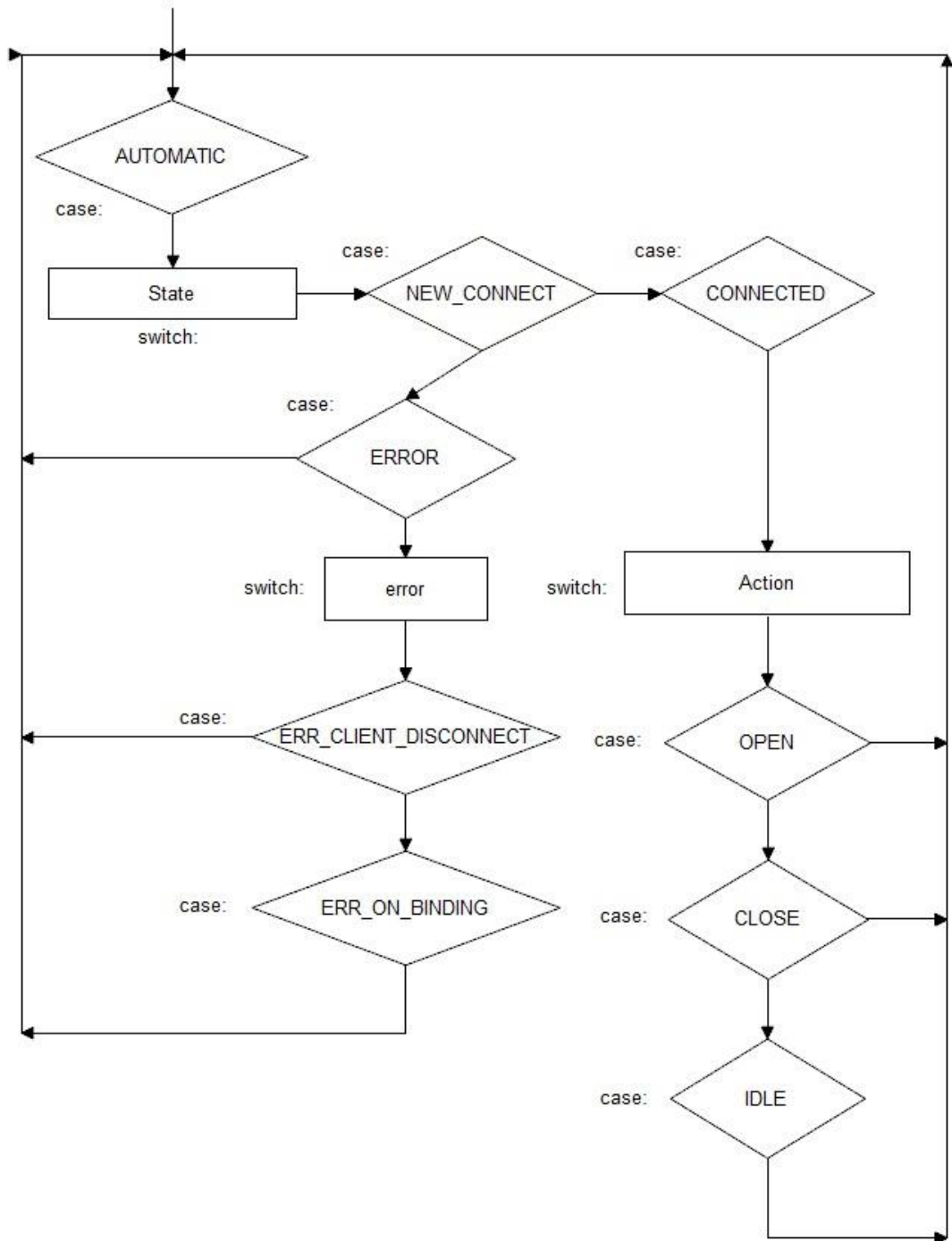
Časy:

Oneskorenie pred pohybom brány – 20 sekúnd (iba automatic)

Časový limit na **OPTZ** – 1 minúta (iba automatic)

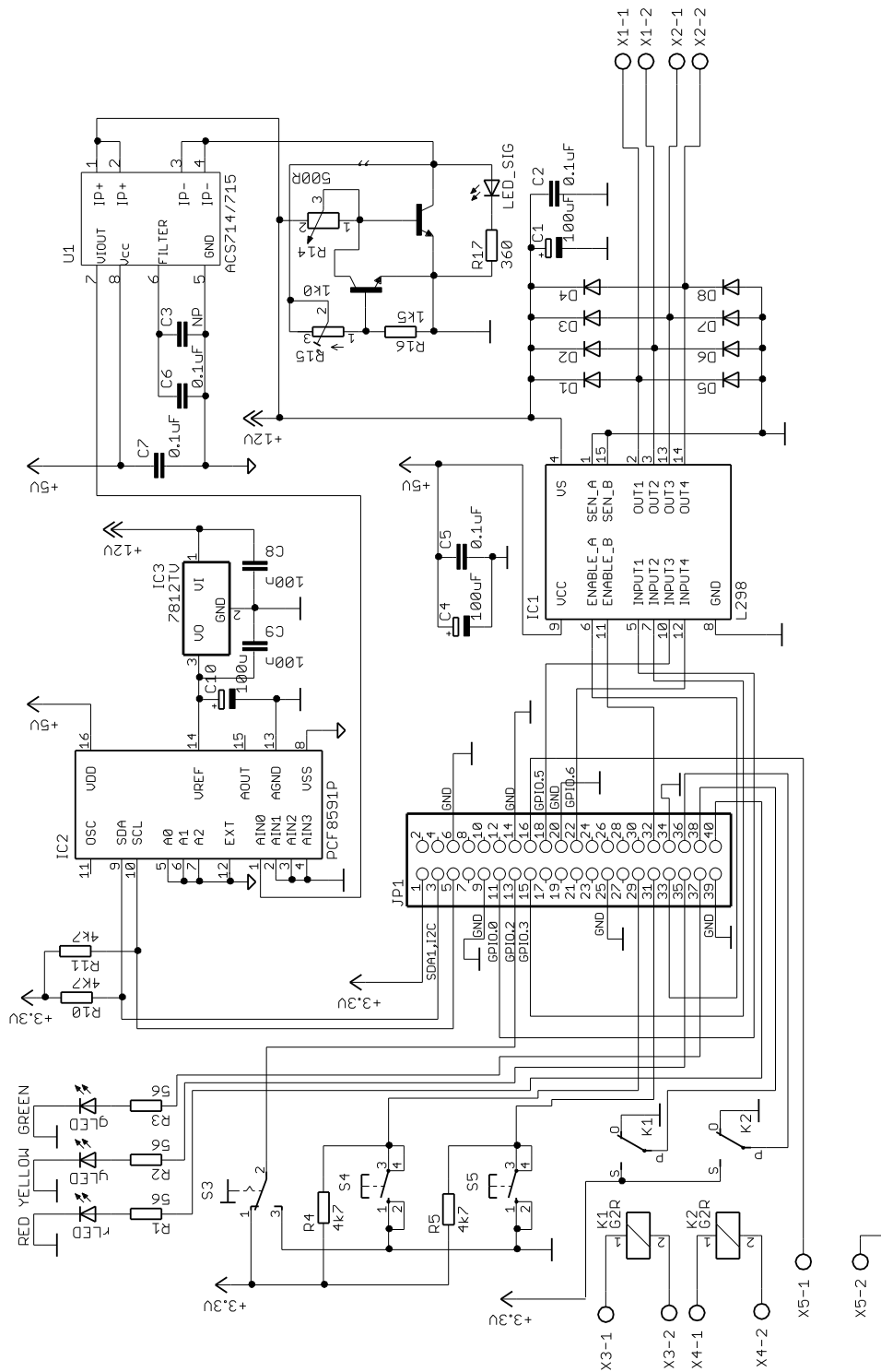
Oneskorenie pred reverzáciou – 500ms (iba automatic)

7.3.1 Vývojový diagram popisující automatické ovládaní brány



Obr. 21 Vývojový diagram režimu AUTOMATIC

7.4 Popis elektrickej schémy centrálneho riadenia



Obr. 22 Elektrická schéma centrálneho riadenia

Ako už bolo spomínané, pre riadenie zmenšeného modelu brány slúži mikropočítač Raspberry Pi3, ktorého zbernica (**Raspberry Pi3 GPIO Header**) je znázornená v schéme pomocou sady kontaktov, ktorej počet (40) je rovnaký ako pri skutočnej zbernici mikropočítača Raspberry Pi3.

V schéme napravo od zbernice sa nachádza celý modul driveru L298N (**Stepper Motor Driver L298N**), pomocou ktorého sa ovláda bipolárny krokový motor, ktorý je pohonom pre bránu. Ovládame ho pomocou GPIO 23, 26, 0, 3, 5, 6, ktoré sú privedené na fyzické piny číslo 33, 32, 11, 15, 18, 22 zbernice mikropočítača nastavené ako výstupy. Modul a krokový motor sú napájané z usmerňovača. Výstupné svorky OUT1 a OUT2 sa pripoja na motor A bipolárneho krokového motoru a svorky OUT 3, OUT 4 na motor B.

Snímač prúdu (**Current sensor MICROBOT MR003-006.1**) má pripojenú vstupnú napäťovú svorku IP+ ku vetve 12V, ktorá je napájaním krokového motora, vedúca do Driveru L298N. Svorka IP- je pripojená ku výstupu **elektronickej poistky**.

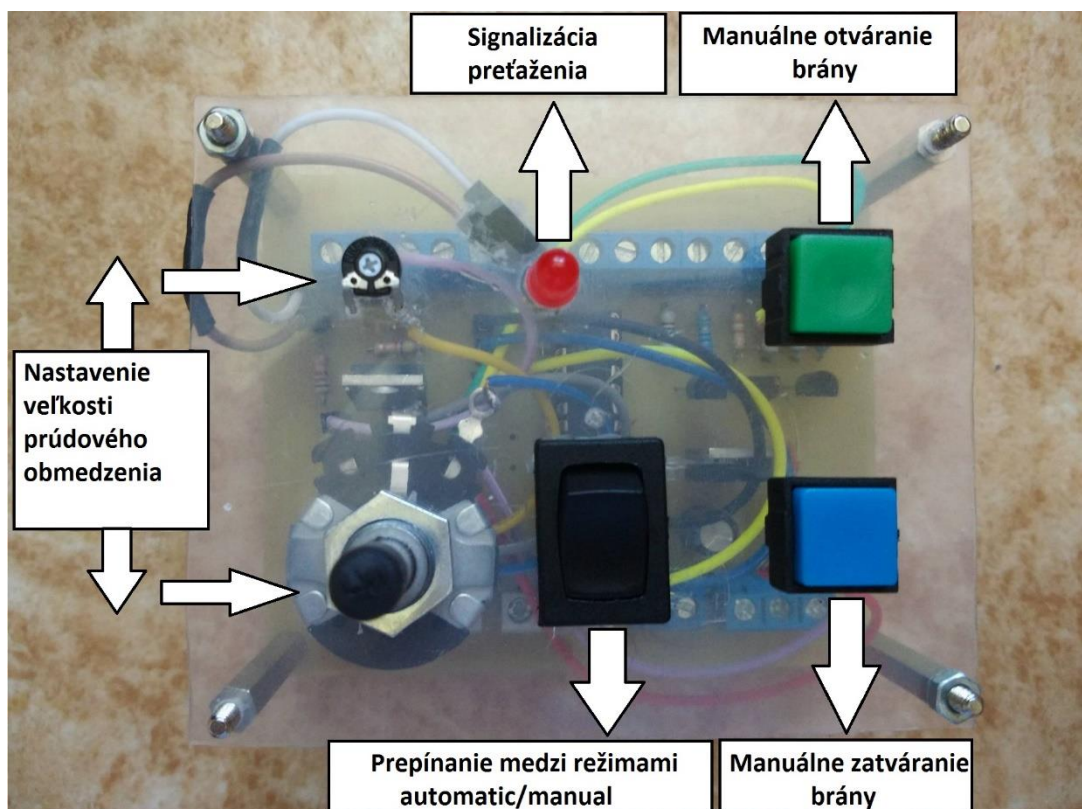
Elektronická poistka má za úlohu chrániť snímač prúdu proti nad prúdom a skratovým prúdom. Hodnota prúdového obmedzenia sa nastavuje pomocou trimru R15 a potenciometru R14.

Výstupné analógové napätie zo snímača prúdu (veľkosť napätia závisí na veľkosti toku prúdu vstupom) sa privedie na pin AIN0 A/D prevodníku. Modul je napájaný +5V z usmerňovača.

Privedené analógové napätie mi A/D prevodník (**A/D Converter**) prevedie na digitálnu hodnotu napätia, ktorá je privedená z výstupu SDA na pin 3 (I²C) zbernice mikropočítača nastavený ako vstup. Keďže máme 8-bitový prevodník tak nám vznikne $2^8 = 256$ kvantizačných úrovní. Pripojené napätie +3V k pinu 14 (V_{ref}) som zvolil pre nastavenie jednotlivých napäťových úrovní A/D prevodníku, pričom na jednu kvantizačnú úroveň vychádza 0,012 V. Keďže je vstup snímača prúdu zapojený v proti smere toku prúdu, od základného napätia 2,5V sa bude napätie odčítavať s citlivosťou 0.185V/A. Pre nás bude dôležitá hraničná hodnota napätia od 2,33V a nižšia, čo sa rovná kvantizačnej úrovni 198. Kvantizačná úroveň 198 nastane približne, keď prúdový odber z motora dosiahne 750mA, pričom motor má počas normálnej prevádzky odber od 500-600mA. Takto vieme zdetekovať, že bránka narazila do nejakého objektu alebo sa zasekla. Keď nastane táto situácia, brána sa okamžite zastaví. Tabuľka kvantizačných úrovní je priložená v Prílohe 2 – Elektrická časť.

Ďalej sú na zbernicu mikropočítača pripojené ďalšie I/O prvky. Vstupnými sú koncové indukčné snímače **S1** a **S2**, ktoré po zopnutí majú na výstupe 12V, ktoré zopínajú pre každý zo snímačov relé. Na výstupoch relé si spínam 3.3V získaných z Raspberry Pi naspäť do Raspberry Pi na pin, ktorý je nastavený ako vstup. Nachádza sa tu tiež optická závora **OPTZ**, ktorá taktiež funguje na princípe spínania relé s 3.3V na výstupe, a je taktiež privedená GPIO mikropočítača. Nutné vstupné prvky – prepínač **S3** režimu Automatic/Manual, tlačidlo **S4** a **S5**, kde zopnutím prepínača alebo tlačidiel je privedená na piny zbernice GPIO úroveň LOW. K tlačidlovým spínačom **S4** a **S5** je

pridaný aj pull up rezistor (R4, R5 s typickou hodnotou $4k7\Omega$), keďže v kľudovom stave kontakt tlačidla je akoby “vo vzduchu“ a mikropočítač Raspberry Pi musí mať jasne definované na pine, či pracuje aktuálne s úrovňou HIGH alebo LOW. Takýmto pridaním rezistoru má v kľudovom stave úroveň HIGH. A nakoniec, tvoria výstupy tri signalizačné LED (RED, GREEN, YELLOW) s predradenými rezistormi. Signalizujú typ režimu, chod motoru a chybové stavy. Privedené sú na piny GPIO zbernice.



Obr. 23 Plošný spoj centrálného riadenia s ochranným plastovým krytom

7.4.1 Popis elektronickej poistky

V centrálnej riadiacej schéme je zahrnutá aj elektronicná poistka vložená medzi napájanie krokového motora a snímač prúdu. Poistka je v riadení zahrnutá z toho dôvodu, lebo pri prevádzke elektronických zariadení môže dôjsť ku chybovej funkcii zariadenia, čo sa môže prejaviť skratovým prúdom, proti ktorému potrebujeme zariadenia chrániť. Na tento účel nie je klasická tavná poistka dostatočne rýchla, keďže chceme chrániť aj snímač prúdu, ktorý obsahuje polovodičový prvok.[25] Elektronicná poistka je praktickejšia aj z toho dôvodu, že ak sa v obvode vyskytne skratový prúd a prepáli vlákno tavnej poistky, treba ju vymieňať.

Princíp činnosti zapojenia: Ak prúd do záťaže neprekročí nami nastavenú hodnotu, tranzistor T2, ktorý je výkonového typu z rady BD ostáva otvorený a vzniká na

ňom len malý úbytok napätia. Pri zvýšení odberu prúdu do záťaže nad nami nastavený, zvyšuje sa úbytok napätia na tranzistore T2, čo má za následok zvýšenie napätia, prechádzajúceho cez trimmer R15 na bázu tranzistoru T1 (obyčajný kremíkový tranzistor z rady BF), ktorý sa začne otvárať. Proces kaskádovo pokračuje aj vďaka kladnej spätnej väzbe vedenej cez trimmer R15, ako dôsledok toho sa tranzistor T2 uzatvorí a prúd prestane tiecť, čo spôsobí, že sa objaví medzi jeho kolektorom a emitorom plné kladné napätie, dôsledkom čoho sa rozsvieti červená LED_SIG signalizujúca preťaženie. [25]

Hodnotu prúdového obmedzenia nastavujem pomocou trimru R15 a potenciometru R14. Hodnotu obmedzenia sme nastavili na 2A, ktorá je primeraná, keďže snímač prúdu má dovolenú veľkosť prúdu prechádzajúceho vstupom snímača 5A. Pri krokovom motore kolíše odber prúdu pri prevádzke okolo 500mA, pričom keby sa náhodou motor pri prevádzke zasekol, a to tak, že by z riadiaceho programu z nejakého dôvodu neprišla správna riadiaca kombinácia bitov, môže sa odber prúdu motora vyšplhať až na približne 2,5A, pričom je maximálny dovolený prúd motorom do 1,68A.

Nastavené prúdové obmedzenie 2A som vypočítal podľa vzťahov:

$$R14 = \frac{U_{vst} \cdot h21E}{I_{ZMAX}} \quad [k\Omega] \quad (1)$$

Pričom U_{vst} je hodnota napájania krokového motora 12V, $h21E$ je súčiniteľ zosilnenia tranzistoru T2 približne pri $I_C = 2A$ zisteného z [26]. I_{ZMAX} je maximálny prúd, na ktorú chceme elektronickú poistku dimenzovať, a to sú 2A.

Hodnotu odporu trimru R15 pre prúdy od 1,5A do 10A vypočítame ako:

$$R15 = 0,02 \cdot U_{vst} \quad [k\Omega] \quad (2)$$

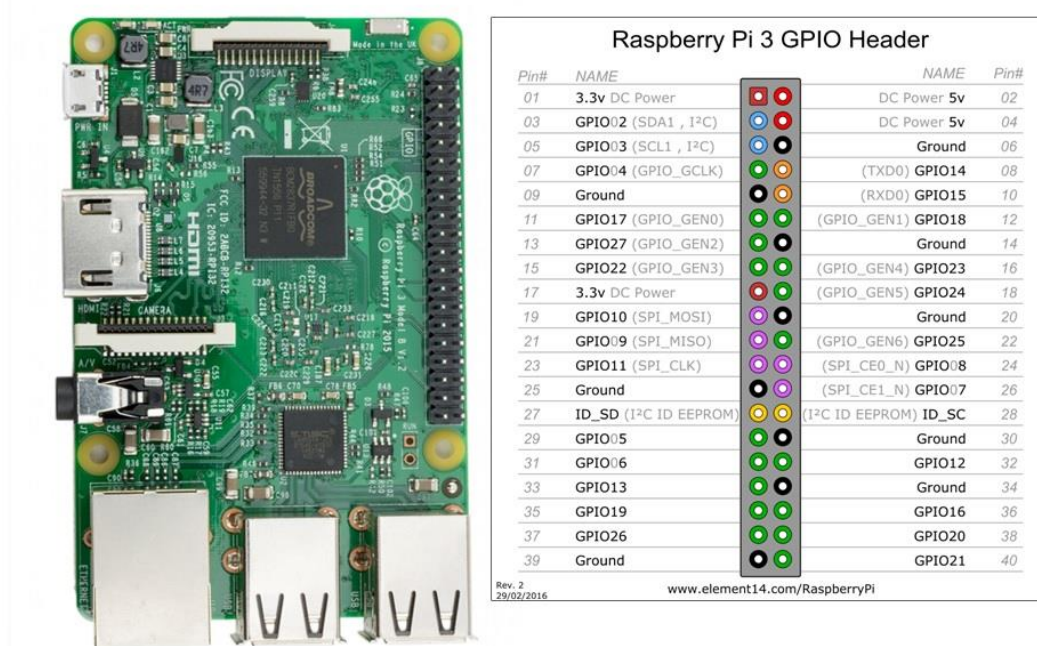
Podľa predchádzajúcich výpočtov som nastavil hodnotu trimru R15 a hodnotu potenciometru R14. Keby sme mali potrebu zvýšiť alebo znížiť hodnotu nastaveného prúdového obmedzenia postupujeme opäť podľa rovníc (1) a (2)

7.5 Mikropočítač Raspberry Pi3 ako riadiaca platforma

Keď v roku 2012 dorazil na trh prvý mikropočítač Raspberry Pi [28], firma si dávala za cieľ ponúknuť dostupnú platformu pre vývojárov a rôznych nadšencov v štýle Arduino,

ale aj lacný „vreckový“ počítač pre všetkých. Je to rozumný malý počítač, ktorý má veľa rôznych využití. Všetky periférie a komponenty sú sústredené do jednej miniatúrnej dosky, s ktorou sú možné všetky úkony ako s bežným počítačom a omnoho viac. Prednosťou tohoto zariadenia je minimálna spotreba energie. Napája sa za pomoci micro USB (ako napr. súčasné smartfony) alebo priamym pripojením 5V svorkami na zbernicu GPIO. Vďaka všestranným vlastnostiam sa stalo rýchlo obľúbeným medzi užívateľmi. Ľudia ale volali po vyššom výkone a tak prišiel na trh Raspberry Pi2 model B a za ním nasledovala tretia generácia Raspberry Pi3 model B [29] s ďalšími novinkami a vylepšeniami. Nová verzia Raspberry Pi 3 je asi 10x rýchlejšia než Raspberry Pi1 a o 50-60 % rýchlejšia než Raspberry Pi2. Ako operačný systém (OS) v Raspberry Pi je možné použiť OS založený na Linuxe napr. Raspbian, alebo Ubuntu Mate a najnovšie pre verziu Raspberry Pi 3 je k dispozícii i Windows 10 od firmy Microsoft. [30]

Na nasledujúcom obrázku je vyobrazený mikropočítač Raspberry Pi3 model B, a sú tam aj vyobrazené jednotlivé piny mikropočítača, ktoré je možné využívať na rôzne aplikácie. Na tieto piny sú pripojené všetky I/O prvky. Väčšinou sú pripojené prvky na piny GPIO, ktoré sú v programe nastavené, ako vstupy alebo výstupy.



Obr. 24 Mikropočítač Raspberry Pi3 Model B a rozloženie pinov GPIO[31]

Všetky vlastnosti a špecifikácie mikropočítača Raspberry Pi2 model B je možné si prečítať v [29] a [30].

7.5.1 A/D prevodník

A/D prevodníky nám zaisťujú prevod analógového signálu na číslicový. Prevod začína najskôr vzorkovaním spojitého analógového signálu, čo znamená zmerať amplitúdu

v určitom okamžiku. Nakoniec túto hodnotu prevedieme operáciou nazývanou kvantovanie na digitálny tvar, výstupom je dátové slovo.

Na zabezpečenie dostatočnej presnosti musí platiť:

- Vzorkovacia frekvencia má byť aspoň dvojnásobná ako maximálna frekvencia vyskytujúca sa v analógovom signáli. Aby sme splnili túto požiadavku, obyčajne sa pred A/D prevodník vkladá dolná priepusť, čiže RC článok.
- Dostatočne vysoká rýchlosť vzorkovania. Tá vyplýva z najkratšej možnej doby prevodu. Jedná sa o veľmi dôležitý parameter A/D prevodníkov.
- Výstupné dátové slovo musí obsahovať čo najvyšší počet riadkov, aby sme mali malý kvantizačný krok a vyplývajúcu kvantizačnú chybu.

Keď máme 8-bitový A/D prevodník, to znamená, že bude $2^8 = 256$ rôznych kvantizačných úrovní, na výstupe 12 bitového prevodníka $2^{12} = 4\,096$ rôznych hodnôt.

Poznáme tieto typy A/D prevodníkov:

- Paralelný A/D prevodník
- Prevodník s postupnou aproximáciou
- A/D prevodník s dvojistou integráciou
- A/D prevodník typu sigma-delta

Podrobne si opíšeme iba prevodník s postupnou aproximáciou, keďže ho využívam ako A/D prevodník v mojej práci.

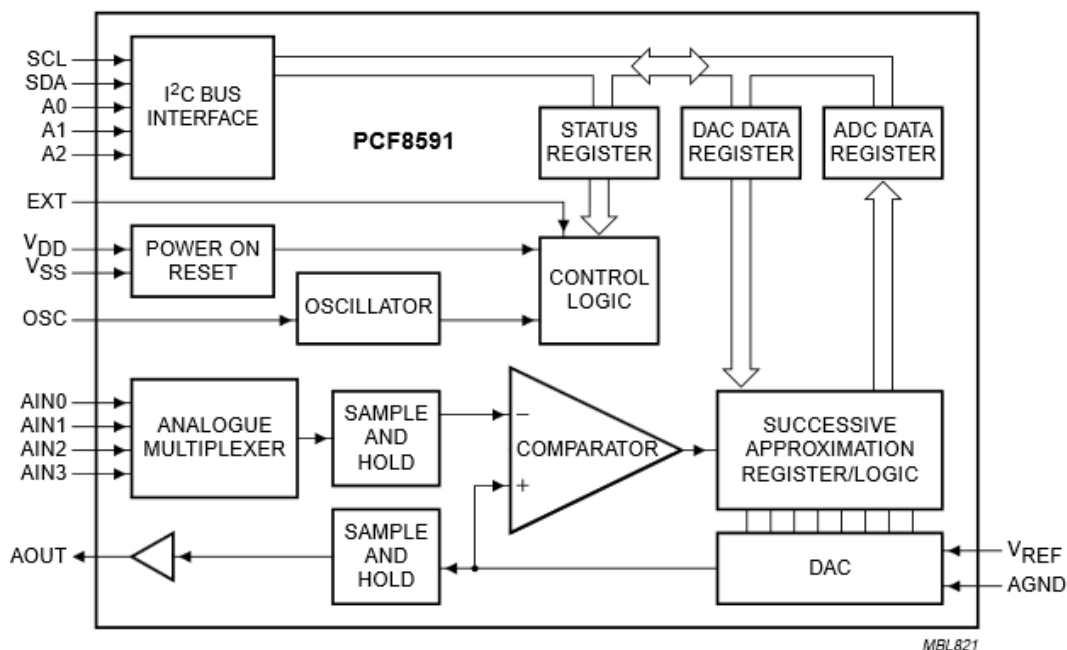
Prevodník s postupnou aproximáciou [32] – pri tomto prevodníku sa z počiatku experimentálne nastaví jednotlivé váhové bity. Začína sa najvyšším bitom MSB a končí najnižším bitom LSB. Na začiatku prevodového cyklu sa nastaví hodnota prevodu výstupu aproximačného registra na 10000000, čomu odpovedá výstup spätno-väzobného D/A prevodníka $U_{Ref} / 2$. Toto napätie sa porovnáva v komparátore so vstupným napätím. Ak je U_{Vst} väčšie ako $U_{Ref} / 2$, ponechá sa MSB nastavený na 1, v opačnom prípade sa navráti na 0. V druhej iterácii sa pokusom nastaví druhý váhový bit na 1. Na výstupe teda bude 11000000 alebo 01000000 podľa výsledku predchádzajúceho kroku. Opäť sa porovná spätno-väzobné a vstupné napätie a aktuálny bit sa nastaví na 1 alebo sa vráti na 0. Takto sa postupuje až k LSB. Pri tomto type prevodníka je doba prevodu kratšia ako pri čítacom prevodníku a je nezávislá na vstupnom napätí. Zmena vstupného napätia behom prevodu spôsobí chybu, a preto na rozdiel od čítacieho prevodníka musí byť vstup opatrený vzorkovacím obvodom.

V mojej práci používam konkrétne 8 bitový A/D prevodník s postupnou aproximáciou a 8 bitový D/A prevodník spolu zlúčené v PCF8591P.

PCF8591P [33] je jedno-čipové, s jednoduchým napájaním a nízko-výkonové 8-bitové CMOS zariadenie na zber dát so štyrmi analógovými vstupmi, jeden analógový výstup a sériové I²C rozhranie. Tri adresové piny A0, A1 a A2 sú používané pre

programovanie hardvérovej adresy, čo umožňuje použitie až osem zariadení pripojených k I²C rozhraniu bez prídavného hardvéru. Adresa, riadenie a dáta do a zo zariadenia sa prenášajú sériovo cez obojsmernú dvoj-linku I²C zbernice. K funkciám tohto zariadenia patrí aj analógový vstup, ktorý je privedený na analógový multiplexor, funkcia “za vzorkuj a podrž” (Sample and hold), 8-bitový analógovo-digitálny prevod a 8-bitový digitálne-analógový prevod. Maximálna miera konverzie je daná maximálnou rýchlosťou I²C zbernice.

Ako je vidieť aj v schéme centrálného riadenia, bolo treba vyriešiť pripojenie na adresové vstupy, kde som na jeden zo vstupov privádzal analógovú hodnotu napätia zo snímaču prúdu. Pričom to funguje tak, že slave (zariadenie čo niečo vykonáva) má nastavenú nejakú adresu od výrobcu a ak chcem mať na zbernici viacero týchto zariadení, pochopiteľne musia mať inú adresu. Robí sa to tak, že sa to na-adresuje cez adresové vstupy, v mojom prípade mám adresové vstupy A0,A1 a A2, čiže môžem mať $2^3 = 8$ rovnakých zariadení na zbernici. Keďže mám len jedného slave, potrebujem jednotnú adresu, čiže všetky adresové vstupy privediem na rovnaký kanál – na GND, čo spôsobí, že adresa na zbernici bude implicitná, v mojom prípade presne 0x48, ktorá vyplýva zo zapojenia adresových vstupov na zem ako je vidieť v [33].



Obr. 25 Vnútna bloková schéma prevodníku PCF8591P[33]

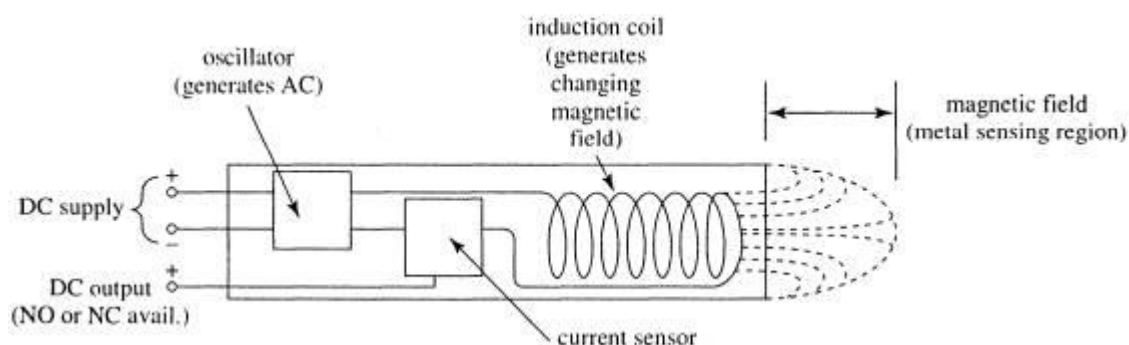
Podrobnejšie informácie o prevodníku PCF8591P je možné zistiť z [33].

7.5.2 Indukčné koncové snímače

Indukčné snímače [34] patria ku bezkontaktným proximitným snímačom polohy. K ovplyvneniu indukčnosti cievky dochádza zmenou meranej polohy, čím zároveň dochádza ku zmene magnetického odporu (magnetické siločiar sa začnú uzatvárať cez magnetický materiál namiesto uzatvárania sa cez vzduch, ktorý má vysoký magnetický odpor). Indukčnosť cievky sa zmení bez toho, aby sme menili počet závitov cievky. Ku zmene dochádza teda bezkontaktno. Zhrnutím, pri priblížení sa magneticky vodivého materiálu od meracej cievky snímača na menovitú vzdialenosť udanú výrobcom, sa v snímači uzatvorí magnetický obvod, a tak snímač zdetekuje prítomnosť objektu.

Podľa usporiadania magnetického obvodu indukčné snímače delíme na dve skupiny:

- Snímače s uzavretým magnetickým obvodom
- Snímače s otvoreným magnetickým obvodom



Obr. 26 Principiálna schéma činnosti indukčného snímača [35]

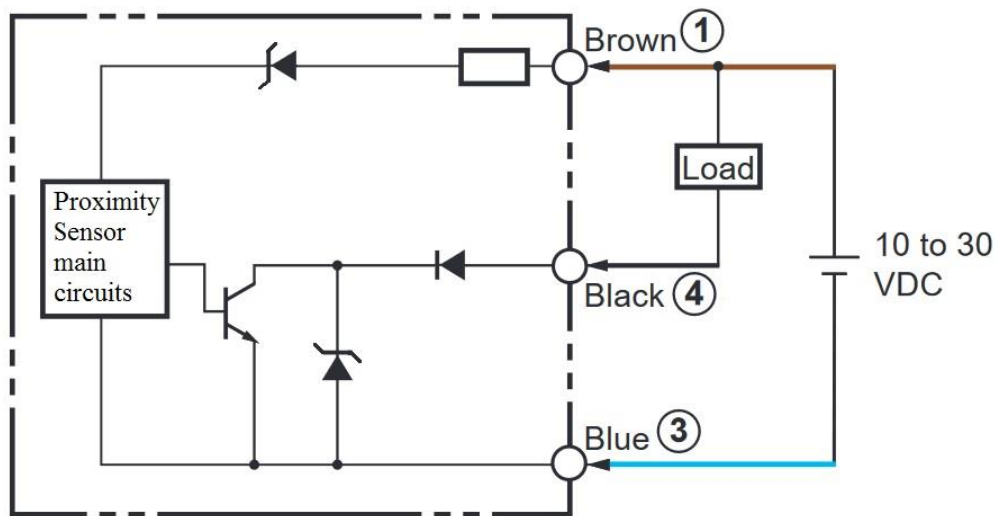
Ako snímače koncových polôh pre použitie v práci, som sa rozhodol pre indukčné snímače typu **TS12-05N-1** značky **HIGHLY**. Zvolil som indukčné snímače aj z toho dôvodu, lebo mechanické spínače sú nepraktické a rýchlo sa opotrebojú narážaním mechanickej konštrukcie pri otváraní, zatváraní. Koncové snímače sú dva – rovnaké, každý v jednej koncovej polohe pojazdnej dráhy brány. Konkrétne typ snímača, ktorý je použitý, má menovitú spíniacu vzdialenosť 5 milimetrov. Snímač prítomnosť bránky detekuje, keďže je vyrobená z magneticky vodivého materiálu – oceli. Snímače sú v krajných polohách rozmiestnené tak, aby sa bránka dokonale otvorila alebo zatvorila, a nevznikla medzera. Snímače sú uchytené v plastových úchytkách, ktoré sú príslušenstvom pre snímače s montážnym otvorom M12.

Zapojenie (rovnaké pre oba snímače S1 a S2):

(Napájanie) Hnedý kontakt 1 = +12V z usmerňovača

(Napájanie) Modrý kontakt 3 = GND

(Výstup) Čierny kontakt 4 = typ výstupného tranzistoru NPN, čiže snímač je NO, privedený na bázu tranzistorov Q1 a Q2



Obr. 27 Vnútorná schéma zapojenia indukčného snímača TS12-05N-1 [36]

Pri oboch indukčnosťných snímačoch budem pripájať len výstupný kontakt 4, lebo chcem mať v pri detekcii objektu snímačom výstupnú úroveň HIGH.

Niektoré z technickým parametrov snímača TS12-05N-1 získaných z [36]:

Tab. 5 Technické parametre indukčného snímača TS12-05N-1 [36]

Snímacia vzdialenosť	5 mm ± 10%
Detekovateľný objekt	železité kovy
Frekvenčná odozva	1.5 kHz
Napájacie napätie	10 až 30 V DC
Prúdový odber	10 mA max.
Typ výstupu	NPN otvorený kolektor (kontakt 4)
Riadenie výstupu	zát'azový prúd - 200 mA max. (32 V DC max.)
	reziduálne napätie* - 1 V max.
Ochrana proti skratu	výstupná ochrana proti prepólovaniu
Okolité teplota vzduchu	prevádzka a skladovanie: -25 až 70 ° C

* reziduálne napätie je napätie na tranzistore v plne zopnutom stave. Maximum garantované výrobcom je maximálne 1V, ale môže byť aj nižšie.



**Obr. 28 Použitý
snímač TS12-**

**indukčnostný
05N-1 [37]**

8 SENZORICKÉ VYBAVENIE AKO BEZPEČNOSTNÝ PRVOK

Pri stavbe hoci ktorého zariadenia je vždy najdôležitejšia bezpečnosť, ktorá je nadradená nad všetkým ostatným, aby sa predišlo či už ujmy na zdraví alebo materiálnej škode. Aj v mojej práci je kladený dôraz na bezpečnosť, a preto v nej pracujem s prvotnou – primárnou a druhotnou – sekundárnou bezpečnosťou. Vo všetkých typoch komerčne vyrábaných brán sa prevažne používajú dva typy optických závor s dosahom minimálne na dĺžku plného otvorenia brány.

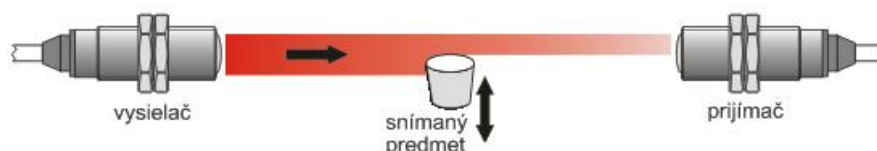
V zásade sú používané tieto typy závor:

- jednocestná optická závora
- reflexná optická závora

8.1 Prvotná bezpečnosť – jednocestná alebo reflexná optická závora

Jednocestná optická závora [38]:

Je zložená z vysielacej a prijímacej časti, ktoré sú vzájomne umiestnené na protiľahlých stranách snímacej cesty. Detekovaný objekt svojou prítomnosťou v snímanej ceste preruší svetelný lúč, a tým spôsobí zopnutie prijímača. Povrch snímaného objektu neovplyvňuje vlastností snímania. Dosah detekcie jednocestných optických závor je až 60m. Tento typ optickej závory je najvhodnejšie využívať do nepriaznivého prostredia, kde sa permanentne vyskytuje vlhkosť alebo prach. Optické hlavy týchto snímačov sa vyrábajú v najrôznejších modifikáciách a rozmeroch, aby vyhoveli aj tým najzložitejším prípadom použitia. Jednocestné závory využívajú infračervené alebo laserové svetlo.

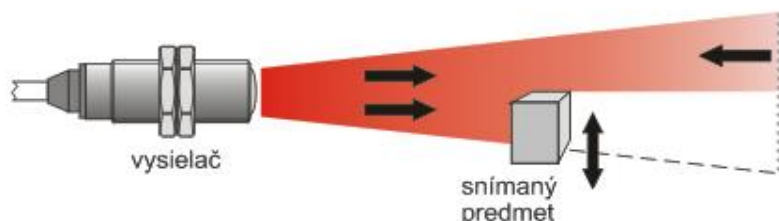


Obr. 29 Ukážka jednocestnej optickej závory [38]

Reflexná optická závora [38]:

Vysielač a prijímač sú uložené v spoločnom puzdre. Na protiľahlej strane snímacej cesty je umiestnená odrazka, ktorá odráža vyslaný lúč z vysielača naspäť do prijímača. Objekt, ktorý preruší odrazený svetelný lúč, zapríčiní zmenu stavu výstupného signálu prijímača. Dosah tohto typu závory môže byť až 20 m.

Hlavný rozdiel medzi jednocestnou optickou závorou a reflexnou spočíva v tom, že pri detekovanom objekte nutne záleží na materiáli snímaného objektu. Časť vysielaného svetla sa totiž odrazí do prijímača od snímaných objektov s lesklým povrchom teda z hliníku, nerezovej ocele, ale aj zo skla a podobných materiálov. Lacné reflexné optické závory nemusia príliš flexibilne rozlišovať, ktoré svetlo dorazilo od snímaného objektu. Preto je väčšina reflexných zavor vybavená polarizačným filtrom, ktorý polarizuje nekoherentný svetelný zväzok. V súčinnosti s odrazkou, ktorá je opatrená zrkadlom s optickými hranolčekmi, zamedzí polarizačný filter falošným odrazom od snímaného objektu.



Obr. 30 Ukážka reflexnej optickej závory [35]

8.1.1 Použitá optická závora

Ako prvotná bezpečnosť slúži v zmenšenom modeli brány fotoelektrická reflexná závora E3JK-R4M1. Vybral som tento variant z dôvodu praktickosti, vysielač a prijímač sú zlúčené v spoločnom puzdre, pričom na druhej strane snímacej cesty sa nachádza odrazka. Veľkosť snímacej cesty dosahuje dĺžky až 4m, v aplikácii sa využíva nanajviš pol metra. Je dôležité, aby puzdro snímača a odrazka boli v rovnakej výške a protiľahlo proti sebe.

Zapojenie:

Vysielač a prijímač(v spoločnom puzdre)

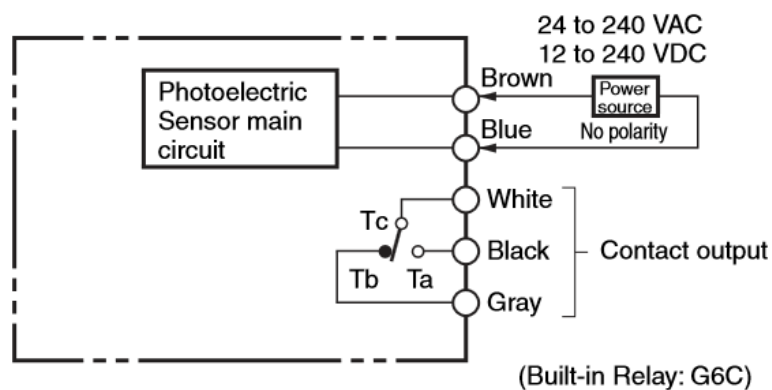
(Napájanie) Hnedý kontakt = Sieťové napájanie(fázový vodič)

(Napájanie) Modrý kontakt = Sieťové napájanie(neutrálny vodič)

(Výstup Tc) Biely kontakt = pripojený do Raspberry Pi na pin 37 (GPIO26)

(Výstup Tb) Čierny kontakt = +3.3V z Raspberry Pi
(Výstup Ta) Šedý kontakt = GND

To znamená, že v kľudovom stave (keď žiadny objekt nepreruší svetelný lúč) bude na pine 37 v Raspberry Pi úroveň LOW, v prípade detekcie objektu sa zmení úroveň na HIGH.



Obr. 31 Vnútná schéma zapojenia fotoelektrického snímača E3JK-R4M1 [36]

Viac užitočných a podrobnejších informácií o fotoelektrickej závore typu E3JK-R4M1 sa nachádza v [15].



Obr. 32 Použitý fotoelektrický snímač E3JK-R4M1(vysielač a prijímač s odrazkou) [37]

Puzdro so snímačom je namontované pomocou skrutky na ľavý stĺpik a odrazka protiľahlo na pravom stĺpiku, spolu vytvárajú snímanú cestu skrz prejazd brány.

8.2 Druhotná bezpečnosť – Snímač prúdu MICROBOT MR003-006.1

V prípade zlyhania prvotnej bezpečnosti – jednocestnej optickej závory z rôznych dôvodov sa nachádza v práci aj druhotná bezpečnosť – snímač prúdu MICROBOT MR003-006.1. Ten meria veľkosť prúdu prechádzajúceho od usmerňovača do driveru (pre krokový motor). V prípade, keď proti zatvárajúcej sa bránke začne pôsobiť sila, čo znamená, že bránka narazila na nejaký objekt, zvýši sa prúdový odber krokového motoru. Tento zvýšený odber prúdu sa prejaví aj na meracích svorkách snímača prúdu, ktorý ho zdetekuje. Výstup snímača prúdu má citlivosť na zmenu vstupu 185mV/A . Výstupná hodnota snímača prúdu teda je 2.5V (od výrobcu) $\pm 0.185\text{ V/A}$.



Obr. 33 Popis vstupov a výstupov snímaču prúdu MICROBOT MR003-006.1 [38]

Legenda:

- 1 - (IP+) pripojenie vodiča do driveru pre krokový motor
- 2 - (IP-) pripojenie vodiča z usmerňovača
- 3 - (GND) uzemnenie
- 4 - (OUT) výstup analógové napätie $2.5\text{V} + 0.185\text{V/A}$
- 5 - (+5V) napájanie snímaču prúdu $+5\text{V}$ z usmerňovača
- CF - (FILTER) pripojenie prídavného kondenzátoru

Niektoré dôležité údaje o snímači získané z [38]:

Tab. 6 Technické parametre snímaču prúdu MICROBOT MR003-006.1 [38]

Napájacie napätie	4,5 V až 5,5 V
Citlivosť snímača	185mV/A

Vstupný prúd(obojsmerný)	-5A do 5A*
Vnútny odpor vstupu	1.2 mΩ
Elektrická izolácia prúdového vstupu od elektroniky snímača	do 2,1 kV RMS
Šírka pracovného pásma	80 kHz*
Celková typická chyba výstupu	± 1,5% pri 25 °C
Pracovný teplotný rozsah	-40 °C do 150 °C

- * keď je tok prúdu kladný, ako je znázornené pripojenie na obrázku k výstupnému napätiu 2.5V, sa bude pričítavať hodnota napätia 0.185V/A. V prípade opačného zapojenia, keď je tok prúdu záporný, sa bude od hodnoty výstupu 2.5V hodnota 0.185V/A odčítavať.
- * v prípade potreby zníženia šírky pracovného pásma sa pridáva na svorky FILTER kondenzátor o voliteľnej hodnote (v schéme centrálného riadenia označené ako NP)

Keďže snímač funguje na základe Hallovho javu, je schopný elektricky izolovať prúdový vstup od elektroniky senzora. Snímač prúdu vykazuje mimoriadne stabilný výstupný napäťový offset a takmer nulovú magnetickú hysteréziu. Snímač je určený pre použitie v systémoch s 5V logikou. V našom prípade bude senzor prúdu slúžiť aj ako spätná väzba, ako kontrola, že sa motor točí.

9 KOMUNIKÁCIA

V práci som si zvolil komunikáciu pomocou protokolu TCP/IP. Túto možnosť som si zvolil preto, lebo na tento protokol je prispôsobená väčšina zariadení a je vhodná pre prenášanie informácií a dátových súborov. Raspberry Pi3 je taktiež prispôsobené na komunikáciu cez tento protokol. Keďže sa brána ovláda pomocou mobilného zariadenia, tak kábel pre prenos dát nie je prípustný, a preto som zvolil komunikáciu pomocou WiFi. K tomuto účelu bolo potrebné vytvoriť konfiguráciu umožňujúcu pracovať s WiFi modulom **TL-WN722N**. Tým pádom sa stalo, že Raspberry Pi3 a mobilné zariadenia budú byť pripojené na rovnakej sieti, aby bolo riadenie brány možné. Komunikácia je vo vzťahu Master - Slave. Raspberry Pi 3 je zariadenie, na ktoré sa pripájajú všetky ostatné zariadenia, tým pádom je Master. To znamená, že pripojené zariadenie je Slave. Mobilné zariadenie sa pripája pomocou sieťovej IP adresy Raspberry Pi3, ktorú som nastavil v routeri na nemennú. Ďalším kritériom pri pripájaní je Port, ktorý je implicitne nastavený, pevný. Ako mobilné zariadenie je použitý mobilný telefón Sony Xperia Z. Tento mobilný telefón obsahuje operačný systém Android. Pre správnu komunikáciu som napísal vlastnú aplikáciu, ktorá obsahuje všetky potrebné veci k ovládaniu brány. Aplikácia taktiež obsahuje nastavenie IP adresy, na ktorú sa pripája mobilné zariadenie. Podrobný popis činnosti algoritmu komunikácie je popísaný v Príloha 3 – Programová časť, konkrétne v priečinku „Zdrojový kód komunikácia a riadenie“.



Obr. 34 Použitý Wi-Fi modul TL-WN722N pre komunikáciu [40]

Technické parametre Wi-Fi modulu TL-WN722N sa nachádzajú v [39].

10 TVORBA MOBILNEJ APLIKÁCIE PRE ANDROID

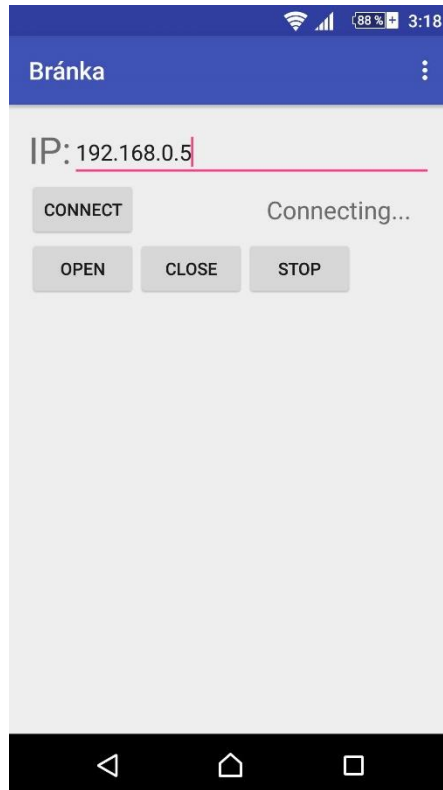
Mobilný operačný systém Android [44] sa stále viac a viac stáva atraktívny medzi bežnými užívateľmi. A tak v obchode Google Play masívne pribúda počet nových aplikácií dostupných pre všetkých, záujem o programovanie v Androide je na veľkom vzostupe. Android [45] je vytvorený z operačného systému Linux. Ten je dostupný na internete ako open source, čiže je prístupný pre všetkých. Licenčné podmienky Linuxu dovoľujú užívateľovi prevziať vstavaný zdrojový kód a modifikovať ho podľa seba. Android tak isto ako Linux povoľuje svoj zdrojový kód modifikovať užívateľmi podľa predstáv. Takýto spôsob voľnosti prináša veľké výhody pre distribútorov mobilných zariadení, lebo spoločnosti ako HTC, Sony a Samsung môžu použiť zdrojový kód Androidu, modifikovať ho pre svoje potreby, čím môžu podporovať vývojovú platformu Androidu. Poskytujú príležitosť množstvu záujemcov o programovanie vytvoriť si vlastné aplikácie pre rozličné druhy mobilov, ktoré v konečnom dôsledku sťahujú aj bežný užívateľia.

10.1 Vývojové prostredie

Ak chceme programovať v Androide, môžeme siahnuť po veľkom množstve prostredí ako napríklad najznámejšie z nich: Eclipse, IntelliJ IDEA, Android Studio a NetBeans. K najčastejšie vyžívaným prostrediam patrí Android Studio a Eclipse. Z odporúčaní, ktoré som si prečítal na internete, som zvolil pre programovanie mobilnej aplikácie **Android Studio**. Jeho výhody nad ostatnými spomenutými sú, že je oveľa svižnejší, vykazuje menšiu chybovosť, práca je v ňom všeobecne pohodlnejšie a je oveľa jednoduchší na inštaláciu.

Mobilná aplikácia, ktorú som vytvoril v Android Studio je pomerne jednoduchá, skladá sa textového poľa pre zadávanie IP adresy, pomocou ktorej sa pripájam na RaspberryPi3. Tlačidlo CONNECT slúži pre potvrdenie pripojenia, kde mobilný telefón sa pripája ku Raspberry Pi3 hneď po zadaní platnej IP adresy automaticky. Zvyšné tri tlačidlá slúžia už k priamemu ovládaniu brány v režime AUTOMATIC. Stlačením tlačidla OPEN sa začne brána otvárať, tlačidlo CLOSE naopak spôsobí reverzáciu motora a brána sa začne zatvárať. Tlačidlo STOP udržiava bránu v zastavenom režime čakajúc na ďalšie príkazy. Takáto jednoduchá aplikácia pre riadenie brány v automatickom režime je plne dostačujúca.

Detailnejší popis princípu činnosti algoritmu mobilnej aplikácie je možné nájsť v Prílohe 3 – Programová časť v priečinku „Zdrojový kód mobilná aplikácia“.



Obr. 35 Náhl'ad na vytvorenú mobilnú aplikáciu pre riadenie brány

11 ZAPÚZDRENIE CELÉHO RIADENIA DO RIADIACEHO BOXU

Nakoniec sme všetky elektronické moduly, mikropočítač Raspberry Pi3, ale aj transformátor uložili do spoločného boxu – rozvodnej skrinky. Rozvodná skrinka má stupeň krytia IP 65. Skrinka je pripevnená pomocou troch skrutiek do základne, jednotlivé moduly ako je vidieť na obrázku [44] sú pevné skrz plastovú stranu boxu pomocou skrutiek a matic. Bočnou stenou boxu prechádza priechodka, pomocou ktorej sú vyvedené všetky káble, ktoré sú už ďalej rozvedené po základni. Vo vnútri boxu je na vrchnej stene pripevnená anténa, dvojica relé je taktiež pripevnená na bočnej stene. Transformátor má ku spodnej časti upevnenia pripojenú aj PE svorku, kvôli bezpečnosti. Skrinka je dvojdielna, vrchný kryt sa upevňuje pomocou šiestich skrutiek. V prípade, že užívateľ bude chcieť využiť režimu MANUAL, stačí odmontovať vrchný kryt. Vodiče vo vnútri boxu sú medzi jednotlivými modulmi vedené vo zväzkoch a stiahnuté sťahovacími páskami z dôvodu prehľadnosti aj z estetického dôvodu.



Obr. 36 Transformátor aj s modulmi uloženými v riadiacom boxe

11 ZÁVER

V prvej časti zadania som sa venoval rozboru komerčne vyrábaných brán, zrovnával som ich princípy činnosti, výhody a nevýhody. S pomocou zdrojov na internete a porovnaním typov brán som dospel k názoru, že pre zmenšený model brány je najvhodnejší typ samonosnej posuvnej brány. Tá patrí v dnešnej medzi najdokonalejšie konštrukčné riešenia posuvných brán. Prevažuje veľkým množstvom výhod nad ostatnými druhmi, ale jej realizácia je náročnejšia z mechanického hľadiska – je vyžadovaná presnejšia mechanika. Po kratšom prieskume na internete som zistil, že z hľadiska bezpečnosti prevádzky sa pri všetkých typoch brán používajú vo väčšine prípadov optické závory nainštalované na vstupe cez bránu, ktoré chránia majetok a zdravie osôb.

V druhej časti zadania som sa zaoberal návrhom konštrukcie a následným modelovaním jednotlivých mechanických komponentov, patriacim ku samonosnej posuvnej bráne v grafickom prostredí Solid Edge. Z nich som vytvoril výkresy, ktoré potom putovali do výroby. Hotové diely som postupne montoval na základňu, pričom problémové bolo presné uloženie ložísk do vodiaceho C-profilu. Toto presné uloženie sa však napokon podarilo. Z mechanického hľadiska je brána funkčná a plne schopná prevádzky. Menšou nevýhodou zhotovenej konštrukcie bola nevyváženosť pojazdovej časti brány, pričom v plne otvorenom stave bola zadná časť brány príliš ťažká, tým pádom zuby pastorka nezaberali do hrebeňa. Bolo treba adekvátne zaťažiť prednú časť brány. Ďalej som sa v tomto bode zaoberal riadením zmenšeného modelu brány z elektrického hľadiska. Zaoberal som sa výberom správneho pohonu, kde som nakoniec zvolil bipolárny krokový motor s prevodovkou pre jeho dostatočný moment a spoľahlivosť. Motor je značne predimenzovaný z hľadiska krútiaceho momentu, aby sa predišlo zbytočným komplikáciám. Keďže som zvolil takýto druh pohonu, bolo treba navrhnuť aj driver, pomocou ktorého sa bude ovládať tento krokový motor. Zvoleným driverom je dostupný a bežne používaný typ L298N. Ako zdroj som zvolil sieťový transformátor, ktorý je privedený na usmerňovač, ktorý nám usmerní napätie na potrebné úrovne 5V a 12V. Ako koncové spínače sú použité indukčnosť snímače polohy. V riadení je prítomný aj A/D prevodník, ktorý má za úlohu prevádzať napätie získané zo snímača prúdu na informáciu o aktuálnom prúdovom odbere motora.

V tretej časti zadania som sa venoval automatizáciou brány. Implementoval som jednotlivé režimy riadenia Automatic a Manual, medzi ktorými si môže užívateľ vybrať prepnutím spínača v rozvodnej skrinke. Taktiež som naprogramoval za pomoci mikropočítača Raspberry Pi3 (je centrom celého riadenia a stará sa o všetky funkcie) funkčnú komunikáciu cez domovskú WiFi sieť pomocou ktorej užívateľ ovláda celý chod brány skrz mobilnú aplikáciu pre Android. Mnou vytvorená mobilná aplikácia je jednoduchá ale dostačujúca na tento účel.

V štvrtej časti zadania som implementoval do riadenia bezpečnostné prvky, najskôr prvotnú bezpečnosť a tou je fotoelektrický senzor – závora ktorá chráni prechádzajúce objekty cez prejazdovú cestu v prípade zatvárania. Nainštalovaná závora na bráne bola

otestovaná ako v manuálnom tak automatickom režime a funguje bezchybne. V riadení mala byť implementovaná aj druhotná bezpečnosť – detekcia zvýšeného odberu prúdu, v prípade, že brána narazí na nejaký objekt. Bohužiaľ, pôvodne detekcia fungovala ale zrazu z neznámych príčin A/D prevodník aj po zmene vstupného napätia zo snímaču prúdu vracia kvantizačnú úroveň 255. Tým pádom druhotná bezpečnosť je mimo prevádzky.

V konečnom dôsledku brána splňa všetky požiadavky, ktoré sú na ňu kladené či už z mechanického, automatizačného alebo bezpečnostného hľadiska. Režimy Automatic a Manual a prepínanie medzi nimi fungujú bezchybne. Fotoelektrický senzor detekuje každý objekt snažiaci sa prejsť cez prejazd brány počas procesu zatvárania. Na strednom stĺpiku brány sú upevnené tri signalizačné LED ktoré majú pre užívateľa informačný charakter, z ktorých sa dozvie, či je bežná prevádzka, prevádzka v poruche alebo či pohon pracuje ako má. V práci už len chýba prítomnosť detekcie zvýšeného odberu prúdu, ale tento druh bezpečnosti nie je nevyhnutný, fotoelektrický snímač funkciu bezpečnosti plní dostatočne. V riadiacom programe nie sú úplne dokonale ošetrené všetky chybové stavy a niektoré drobné funkcionality, ktoré sú popísané v kapitole 7 v režime AUTOMATIC nie sú implementované.

Celá mechanická časť, každý diel, je vyrobený so snahou čo najviac napodobniť skutočnú samonosnú posuvnú bránu. Myslím, že z mechanického aj vizuálneho hľadiska sa mi podarilo priblížiť dostatočne blízko ku reálnej samonosnej posuvnej bráne. Myslím, že keby sa elektronika a pohon na mojom zmenšenom modeli nadimenzovala na omnoho vyššie napätia, prúdy a výkony, riadenie pre môj zmenšený model posuvnej brány by fungoval aj na skutočnej posuvnej bráne.

V tejto práci by mohli nasledujúce vylepšenia smerovať hlavne ku odstráneniu úplne všetkých chybových stavov, ktoré môžu nastať, určite by bolo vhodné vylepšenie funkcionalít v mobilnej aplikácii, ako napríklad, aby si mohol užívateľ zvoliť rýchlosť otáčania motoru, alebo aby mal v aplikácii k dispozícii rôzne ukazatele stavu.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] Posuvné brány s.r.o. [online] 2015 [cit. 2016-05-12]. Dostupné na URL: <<http://branyposuvne.sk/>>
- [2] FRAMI CZ, s.r.o. *Brány křídlové* [online] 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.vrata-frami.cz/userfiles/brany/P4030115.JPG>>
- [3] PEMAT Slovakia s.r.o. *Vonkajšie brány křídlové* [online] 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.pematbrany.sk/vonkajsie-brany/kridlove-brany/>>
- [4] BOST brány s.r.o. [online] 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://brany.bost.sk/produkty/vstupne-brany/posuvne-brany>>
- [5] ESAKO Sýkora *Posuvné brány* [online] 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.esako.cz/ocelove-konstrukce/posuvne-brany>>
- [6] Posuvné brány s.r.o. *Závesné brány* [online] 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://branyposuvne.sk/komponenty-posuvnych-bran/zavesne-brany>>
- [7] europohony.cz *kompletni sada pohonu posuvne brany* [online] 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <http://www.europohony.cz/obrazky/big_1111-robokce-kompletni-sada-pohonu-posuvne-brany-do-600-kg-050.jpg>
- [8] S2EP, s.r.o. *KROKOVÉ MOTORY* [online] 2010 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <http://www.sosblansko.cz/suplovaci_rozvrh/prikлад_3.doc>
- [9] *Motor stieračov* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <https://media1mi.sk/p/1/110/35/photo-60789324-d315-4057-bfb3-8e64eb3a7df1-for_zoom.jpg>
- [10] MICROCON *Použití krokových motorů* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.microcon.cz/pdf2015/31.pdf>>
- [11] Tmac Ltd. *CO NEMA-23 bipolar stepper motor: datasheet* [online]. [cit. 2016-05-10] Dostupné na URL: <<http://www.aliexpress.com/item/Best-Price-High-Quality-Extruder-Gear-Stepper-Motor-Ratio-5-1-Planetary-Gearbox-Nema-17-Step/32476046796.html>>
- [12] Hackster.io *Rover* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<https://www.hackster.io/peejster/rover-c42139>>
- [13] *L298NStepperController*. [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://vctec.co.kr/web/product/ale/img/738653914/L298StepperController.jpg>>

- [14] Raspberry Pi Foundation UK registered charity 1129409, *TUTORIAL - How to control a bipolar 4 wire stepper motor* . [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL:
<<https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=55580&p=477601>>
- [15] STMicroelectronics *L298N Radič motoru s dvojitým H-mostíkom : datasheet* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL:
<<http://www.easyduino.cz/fotky32122/navody/l298n.pdf>>
- [16] BANANA ROBOTICS *How to use the L298N Dual H-Bridge Motor Driver* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL:
<<https://www.bananarobotics.com/shop/How-to-use-the-L298N-Dual-H-Bridge-Motor-Driver>>
- [17] TME Czech Republic s.r.o. *INDEL TST40/026* [online]. 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <http://www.tme.eu/cz/details/ts40_026/transformatory-s-uchyty/indel/>
- [18] INDEL *TST40/026 Sieťový transformátor: datasheet* [online]. 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL:
<<http://www.tme.eu/sk/Document/1e8042756dec8ae4ae8d513471e5c4f0/TST20-600.PDF>>
- [19] Elektroportal *Stabilizace pomocí obvodu 7805* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.elektroportal.xf.cz/index.php?p=stabilizace-pomoci-obvodu-7805>>
- [20] FAIRCHILD SEMICONDUCTOR *LM7805 Positive voltage regulator: datasheet* [online]. 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL:
<<http://eeclasses.usc.edu/ee459/library/datasheets/LM7805.pdf>>
- [21] MICROCHIP TECHNOLOGY *MCP1790 Positive voltage regulator: datasheet* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL:
<<http://www.tme.eu/sk/Document/b881e172deb8261caa86c6fd83f18871/MCP1790-3002EDB.pdf>>
- [22] BOST brány s.r.o. *Doplňky a komponenty k vstupným bránam* [online]. 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://brany.bost.sk/produkty/vstupne-brany/doplanky-a-komponenty-k-vstupnym-branam>>
- [23] Hörmann *BiSecur Gateway* [online]. 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL:
<http://www.hormann.cz/fileadmin/user_upload/hoermann.cz/News/86738-BiS-Gateway-CS.pdf>
- [24] Sakul.cz *Elektronické řízení brány* [online]. 2006 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.sakul.cz/index.php?id=21>>

- [25] Web začínajících rádioamatérů *Elektronická pojistka* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné na URL: <<http://ok1like.c-a-v.com/soubory/pojistka.htm>>
- [26] FAIRCHILD SEMICONDUCTOR *Bipolární tranzistor BD243B: datasheet* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné na URL: <<http://www.gme.cz/img/cache/doc/211/020/bd243b-datasheet-1.pdf>>
- [27] KOČÍK, K. *Modul osciloskopu s bezdrátovým přenosem dat*. Brno, 2015. 75s. [cit. 2016-05-20]. Dostupné na URL: <https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=100382>
- [28] CDR server s.r.o. ISSN 1213-2225. *Raspberry Pi v praxi po druhé* [online]. 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://cdr.cz/clanek/raspberry-pi-2-recenze>>
- [29] rpishop.cz *Raspberry Pi3, Model B* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20] Dostupné na URL: <<http://rpishop.cz/kategorie/283-raspberry-pi-3-model-b-64-bit.html>>
- [30] Adafruit Industries *Raspberry Pi3, Model B: datasheet* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20]. Dostupné z: <https://www.inet.se/files/pdf/1974044_0.pdf>
- [31] miniboard.kiev.ua *RaspberryPi3, Model B* [online]. 2016 [cit. 2016-05-20] Dostupné na URL: <http://miniboard.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/03/raspberry-Pi_3-Model-B-1.jpg>
- [32] Elektrotechnická fakulta v Žiline, *A/D prevodník. Digitalizácia EKG signálu*. [online]. 2014 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <http://fel.uniza.sk/ktebi/new/predmety/SSL/material/cv_3.pdf>
- [33] Philips Electronics *PCF8591P converter: datasheet* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.gme.cz/img/cache/doc/433/079/pcf8591p-datasheet-1.pdf>>
- [34] Středná odborná škola Žarnovica *Technické prostriedky automatizačnej techniky* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.soszc.eu/mta/images/snimace.pdf>>
- [35] PC Control Ltd. *Inductive sensor* [online]. 2013 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<https://www.pc-control.co.uk/images/proxy.jpg>>
- [36] HIGHLY *TS12-05N-1 indukčnosťný snímač: datasheet* [online]. Dostupné na URL: <<http://www.tme.eu/sk/Document/d49917d082ad36ca74a4263eb9a72aef/s-prox.pdf>>
- [37] HIGHLY *TS12-05N-1 indukčnosťný snímač* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.tme.eu/sk/details/ts12-05n-1/indukcne-senzory-valcove-dc/highly>>

- [38] SENZORTECH *Rozdelenie optoelektronických snímačov* [online]. 2008 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://senzortech.sk/neo/tree.php?stranka=eshop2info&PHPSESSID=7484b215c0a4f3777fa544008306fda5>>
- [39] OMRON *E3JK-R4M1 Fotoelektrický snímač: datasheet* [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <http://www.omronkft.hu/pdf_en/e3jk.pdf>
- [40] *Fotoelektrický snímač* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné na URL: <<http://g01.a.alicdn.com/kf/HTB10tMaJVXXXXX0XXXXXq6xXFXXXH/E3JK-R4M1-2M-font-b-Detection-b-font-Distance-font-b-Wired-b-font-Photoelectric-Switch.jpg>>
- [41] MICROBOT *MR003-006.1 senzor prúdu: datasheet* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné na URL: <<http://www.tme.eu/cz/Document/1044e3281f7e22e3446498a009aba07d/MR003-006-1.pdf>>
- [42] TP-LINK *TL-WN722N Wi-Fi modul: datasheet* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné na URL: <http://www.tp-link.com/en/products/details/cat-11_TL-WN722N.html#specifications>
- [43] *TP-LINK TL-WN722N Wi-Fi modul* [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné na URL: <<http://cz.tp-link.com/res/images/products/gallery/TL-WN722N-01.jpg>>
- [44] Virtual studio spol. s. r.o. ISSN 1338- 6700 *Programovanie Android aplikácií pre začiatočníkov* [online]. 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<https://www.mojandroid.sk/programovanie-android-aplikacii-pre-zaciatocnikov-1-cast/>>
- [45] zajtra.sk *Programujeme pre Android (1. diel) – Úvod k platforme* [online]. 2015 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <<http://www.zajtra.sk/programovanie/810/programujeme-pre-android-1-diel-uvod-k-platforme>>
- [46] tutorialspoint *Unix Socket - Server Examples* [online]. 2016 [cit. 2016-01-08]. Dostupné na URL: <http://www.tutorialspoint.com/unix_sockets/socket_server_example.htm>

12 ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1 Parametre použitého bipolárneho krokového motoru [11].....	23
Tab. 2 Pravdivostná tabuľka pre motor A [18].....	25
Tab. 3 Pravdivostná tabuľka pre motor B [18].....	26
Tab. 4 Technické parametre použitého sieťového transformátoru [17]	27
Tab. 5 Technické parametre indukčného snímača TS12-05N-1 [36].....	45
Tab. 6 Technické parametre snímaču prúdu MICROBOT MR003-006.1 [38].....	50

13 ABECEDNÝ ZOZNAM SKRATIEK

2D, 3D	dvojrzmerný priestor, trojzrmerný priestor
AC	striedavý elektrický prúd (<i>Alternating Current</i>)
A/D	prevod analógovej hodnoty na digitálnu (<i>Analog to Digital</i>)
C#	objektovo-orientovaný programovací jazyk vyvinutý spoločnosťou Microsoft (<i>c sharp</i>)
CPU	hlavný procesor počítača (<i>Central Processing Unit</i>)
CMOS	technológia výroby logických integrovaných obvodov (čipov) (<i>Complementary Metal-Oxide Semiconductor</i>)
D/A	prevod digitálnej hodnoty na analógovú (<i>Digital to Analog</i>)
DC	jednosmerný elektrický prúd (<i>Direct Current</i>)
GND	uzemnenie, zem (<i>Ground</i>)
GPIO	piny, ktoré možno programovať pomocou softvéru (<i>General Purpose Input/Output</i>)
GSM	svetový štandard pre mobilné telefóny (<i>Global System for Mobile Communications</i>)
HDMI	rozhranie pre audiovizuálne vybavenie s vysokým rozlíšením (<i>High-Definition Multimedia Interface</i>)
HIGH	logická 1, v mojom prípade +5V
I ² C	dátová zbernica slúžiaca pre komunikáciu a prenos dát medzi jednotlivými integrovanými obvodmi (<i>Internal-Integrated-Circuit Bus</i>)
IN	vstup (<i>Input</i>)
I/O	vstupno-výstupné (<i>Input/Output</i>)
LED	svetelná dióda (<i>Light-Emitting Diode</i>)
LOW	logická 0, v mojom prípade 0V
LSB	bit s najnižšou hodnotou v binárnom vyjadrení čísla (<i>Least Significant Bit</i>)
MSB	bit s najvyššou hodnotou v binárnom vyjadrení čísla (<i>Most Significant Bit</i>)
NC	normálne zatvorený (typ výstupu snímača) (<i>Normally Closed</i>)

NO	normálne otvorený (typ výstupu snímača) (<i>Normally Open</i>)
OUT	výstup (<i>output</i>)
PWM	pulzná šírková modulácia (<i>Pulse width modulation</i>)
RAM	pamäť s priamym prístupom (<i>Random Access Memory</i>)
SD <i>Digital</i>)	pamäťová karta používaná v prenosných zariadeniach (<i>Secure</i>
TCP/IP	obsahuje sadu protokolov pre komunikáciu v počítačovej sieti a je hlavným protokolom celosvetovej siete Internet (<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>)
USB	univerzálna sériová zbernica pre pripojenie periférií k počítaču (<i>Universal Serial Bus</i>)
Wi-Fi	bezdrôtová technológia na bázy mikrovlnného spojenia (<i>Wireless Fidelity</i>)
WLAN	lokálna počítačová sieť, bezdrôtovo spájajúca počítače a ďalšie zariadenia (<i>Wireless Local Area Network</i>)

14 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Jednotlivé komponenty samonosnej posuvnej brány [1].....	12
Obr. 2 Jednotlivé komponenty koľajovej posuvnej brány [1]	13
Obr. 3 Jednotlivé komponenty závesnej posuvnej brány [1].....	14
Obr. 4 Ukážka krídlavej brány v praxi [2].....	15
Obr. 5 Model základne vymodelovanej v programe Solid Edge	16
Obr. 6 Model mechanickej konštrukcie brány vymodelovanej v programe Solid Edge.....	17
Obr. 7 Model stĺpiku vymodelovaného v programe Solid Edge	17
Obr. 8 Model C-profilu vymodelovaného v programe Solid Edge	18
Obr. 9 Model hrebeňa s pastorkom vymodelované v programe Solid Edge	18
Obr. 10 Model nosného vozíku vymodelovaného v programe Solid Edge.....	19
Obr. 11 Model horného vedenia vymodelovaného v programe Solid Edge.....	19
Obr. 12 Model dojazdovej kapsy vymodelovanej v programe Solid Edge	20
Obr. 13 Model dojazdového kola vymodelovaného v programe Solid Edge.....	20
Obr. 14 Ukážka komerčne používaného pohonu pre brány s riadiacou elektronikou [7].....	21
Obr. 15 Motorček stieračov auta [9].....	22
Obr. 16 Použitý bipolárny krokový motor [11]	23
Obr. 17 Popis vývodov a vnútorných častí použitého driveru L298N[13].....	24
Obr. 18 Použitý sieťový transformátor [17]	27
Obr. 19 Elektrická schéma usmerňovača.....	28
Obr. 20 Usmerňovač	29
Obr. 21 Vývojový diagram režimu AUTOMATIC	36
Obr. 22 Elektrická schéma centrálného riadenia	37
Obr. 23 Plošný spoj centrálného riadenia s ochranným plastovým krytom	39
Obr. 24 Mikropočítač Raspberry Pi3 Model B a rozloženie pinov GPIO[31]	41
Obr. 25 Vnútorná bloková schéma prevodníku PCF8591P[33]	43
Obr. 26 Principiálna schéma činnosti indukčného snímača [35]	44
Obr. 27 Vnútorná schéma zapojenia indukčného snímača TS12-05N-1 [36].....	45
Obr. 28 Použitý indukčnosťný snímač TS12-05N-1 [37]	46
Obr. 29 Ukážka jednocestnej optickej závory [38].....	48
Obr. 30 Ukážka reflexnej optickej závory [35]	48
Obr. 31 Vnútorná schéma zapojenia fotoelektrického snímača E3JK-R4M1 [36]	49

Obr. 32 Použitý fotoelektrický snímač E3JK-R4M1(vysielač a prijímač s odrazkou) [37]	49
Obr. 33 Popis vstupov a výstupov snímaču prúdu MICROBOT MR003-006.1 [38] ...	50
Obr. 34 Použitý Wi-Fi modul TL-WN722N pre komunikáciu [40].....	52
Obr. 35 Náhľad na vytvorenú mobilnú aplikáciu pre riadenie brány	54
Obr. 36 Transformátor aj s modulmi uloženými v riadiacom boxe.....	55

15 ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Mechanická časť

Príloha 2: Elektrická časť

Príloha 3: Programová časť

Príloha 4: CD so všetkými potrebnými údajmi