

ŠOLSKI CETER CELJE  
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

# OPTIMALNA POSTAVITEV SEMAFORJA

Raziskovalna naloga

Področje: elektrotehnika, elektronika in robotika

Avtorji:

Luka Daničič, M-3. f

Andraž Štor Sorec, M-3. f

Enej Krivec, M-3. f

Mentorja:

Matjaž Cizej, univ. dipl. inž.

Gregor Brežnik, inž.

Celje, marec 2023

## IZAVA:

Mentor/-ica MATJAŽ CIZEJ, GREGOR BREŽNIK v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom OPTIMALNA POSTAVITEV SEMAFORJA, katere avtor/-ica je Luka Daničič, Enej Krivec, Andraž Štor Sorec:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 8. 4. 2023

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

\*

### POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

# OPTIMALNA POSTAVITEV SEMAFORJA

## POVZETEK

Semaforji ali prometni signali so signalne naprave, nameščene na križiščih cest, prehodih za pešce in drugih lokacijah, da bi nadzorovale prometne tokove. V raziskovalni nalogi podrobneje predstavljamo potek delovanja semaforja, izdelavo makete in rešitve k izboljšanju semaforjev. V prvem sklopu smo izdelali maketo semaforiziranega križišča, ki vsebuje prehod za pešce. V drugem sklopu smo opravili anketo o splošnem delovanju semaforjev in v tretjem opisali izdelovanje semaforja. V četrtem sklopu smo opisali elektro komponente, v petem pa dodali program, narejen na TIA V17.

**Ključne besede:** semafor, izboljšanje semaforja, izdelava

# **OPTIMAL TRAFFIC LIGHT PLACEMENT**

## **SUMMARY**

Traffic lights or traffic signals are signalling devices installed at road intersections, pedestrian crossings and other locations to control traffic flows. In the research paper, we present the operation of the model traffic lights in detail, and come up with solutions for improving traffic lights. In the first part, we created a model of a signalised intersection, which contains a pedestrian crossing. In the second part, we conducted a survey about it. In the third part, we described the manufacturing process. In the fourth part, we described the electrical components, and in the fifth part, we added a program based on TIA V17.

**Keywords:** traffic lights, traffic light improvement, production

# KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1	Hipoteze.....	2
1.2	Struktura raziskovalnega dela .....	2
1.3	Predstavitev problema .....	2
1.4	Namen naloge.....	2
<b>2</b>	<b>FUNKCIJA SEMAFORJA</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>SEMAFOR</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>OPIS ELEKTROKOMPONENT</b> .....	<b>5</b>
4.1	Vtični rele .....	5
4.2	Podnožje za rele .....	8
4.3	Odmično grebenasto stikalo .....	10
4.4	Izklopna tipka.....	11
4.5	Din letev .....	12
4.6	Napajalnik.....	14
4.7	Krmilnik.....	15
4.8	Signalne luči .....	16
4.9	Varovalke .....	16
4.10	Vrstične sponke.....	18
4.11	Žice.....	19
4.12	Napajalnik krmilnika.....	20
4.13	Razširitvena enota krmilnika .....	21
<b>5</b>	<b>PROGRAM SEMAFORJA</b> .....	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>ELEKTRO NAČRT</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>STROJNE SKICE</b> .....	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>OPIS IZDELAVE STEBRA IN OHIŠJA ZA SEMAFOR</b> .....	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>ANKETA</b> .....	<b>28</b>
<b>10</b>	<b>REZULTATI RAZISKAVE</b> .....	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>ZAKLJUČEK</b> .....	<b>31</b>
<b>12</b>	<b>ZAHVALA</b> .....	<b>32</b>
<b>13</b>	<b>VIRI IN LITERATURE</b> .....	<b>33</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Maketa semaforja.....	1
Slika 2: Pojasnjeni pomeni barv .....	3
Slika 3: Semafor v izdelavi .....	4
Slika 4: Vtični rele.....	7
Slika 5: Dimenzijski podatki .....	7
Slika 6: Mere za podnožje releja .....	8
Slika 7: Vezni diagram.....	9
Slika 8: Odmično grebenasto stikalo.....	10
Slika 9: Zipka v sili .....	11
Slika 10: DIN letev O.....	12
Slika 11: DIN letev C .....	13
Slika 12: DIN letev G.....	13
Slika 13: Napajalnik .....	14
Slika 14: SIEMENS krmilnik.....	16
Slika 16: Varovalka C2 .....	17
Slika 15: Varovalka C4 .....	17
Slika 17: Vrstečna sponka.....	18
Slika 18: Žica.....	19
Slika 19: SIEMENS napajalnik.....	20
Slika 20: SIEMENS razširitvena enota .....	21
Slika 21: Računalniški elektro načrt.....	25
Slika 22: Ročni elektro načrt .....	25
Slika 23: Strojna skica semaforja .....	26
Slika 24: Dimenzije postavitve LED-lučk.....	27
Slika 25: Končan semafor .....	27

# 1 UVOD

Semaforji, prometni signali ali zavorne luči, so signalne naprave, nameščene na križiščih cest, prehodih za pešce in drugih lokacijah, da bi nadzorovale prometne tokove.

Semaforji so običajno sestavljeni iz treh signalov, ki prenašajo pomembne informacije voznikom prek barv in simbolov, vključno s puščicami in kolesi. Običajne barve semaforja so rdeča, rumena (znana tudi kot jantarna) in zelena, razporejene navpično ali vodoravno v tem vrstnem redu. Čeprav je to mednarodno standardizirano, obstajajo razlike glede zaporedij semaforjev in zakonov na nacionalni in lokalni ravni.

Metoda je bila prvič predstavljena decembra 1868 na Parlamentarnem trgu v Londonu, da bi zmanjšali potrebo po policistih za nadzor prometa. Od takrat sta elektrika in računalniški nadzor napredovala v tehnologiji semaforjev in povečala zmogljivost križišč. Sistem se uporablja tudi za druge namene, na primer za nadzor gibanja pešcev, spremenljiv nadzor voznega pasu (kot so sistemi plimovanja ali pametne avtoceste) in železniške nivojske prehode.



*Slika 1: Maketa semaforja*

## **1.1 Hipoteze**

Pri izvedbi raziskovalne naloge smo postavili naslednje hipoteze:

1. Reševanje učinkovitosti semaforja in zaznavanje prisotnosti avtomobilov.
2. Zaznavanje prisotnosti avtomobila s kamero.
3. Vezava krmilnega sistema.
4. Lociranje postavitve prehoda za pešce.
5. Postavitev senzorjev.

## **1.2 Struktura raziskovalnega dela**

V prvem sklopu smo izdelali maketo semaforiziranega križišča, ki vsebuje prehod za pešce. V drugem sklopu smo opravili anketo o splošnem delovanju semaforjev in v tretjem opisali izdelovanje semaforja. V četrtem sklopu smo opisali elektro komponente, v petem pa dodali program, narejen na TIA V17. Nato pa so sledili še rezultati raziskave, kjer smo potrdili oziroma ovrgli hipoteze.

## **1.3 Predstavitev problema**

V raziskovalni nalogi se bomo osredotočili na križišča s semaforji. Naš cilj je raziskati idealne položaje komponent na semaforjih in kako zmanjšati zastoje ter prometne nesreče. Iskali bomo rešitve, kako se lahko rešimo nenehni menjavi luči na semaforjih.

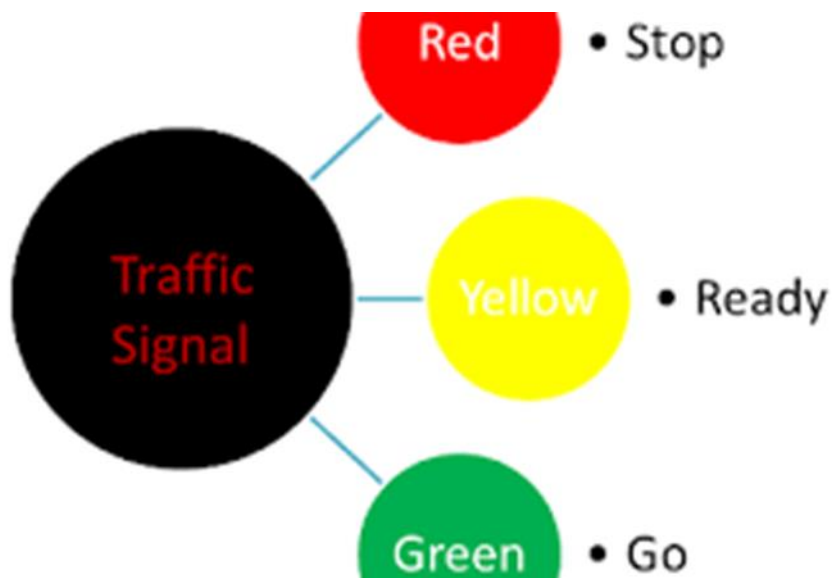
## **1.4 Namen naloge**

Namen naloge je pokazati, kako deluje križišče s semaforjem, kaj vse je potrebno narediti za njegovo brezhibno delovanje in poiskati način k zmanjšanju zastojev ter prometnih nesreč.



## 2 FUNKCIJA SEMAFORJA

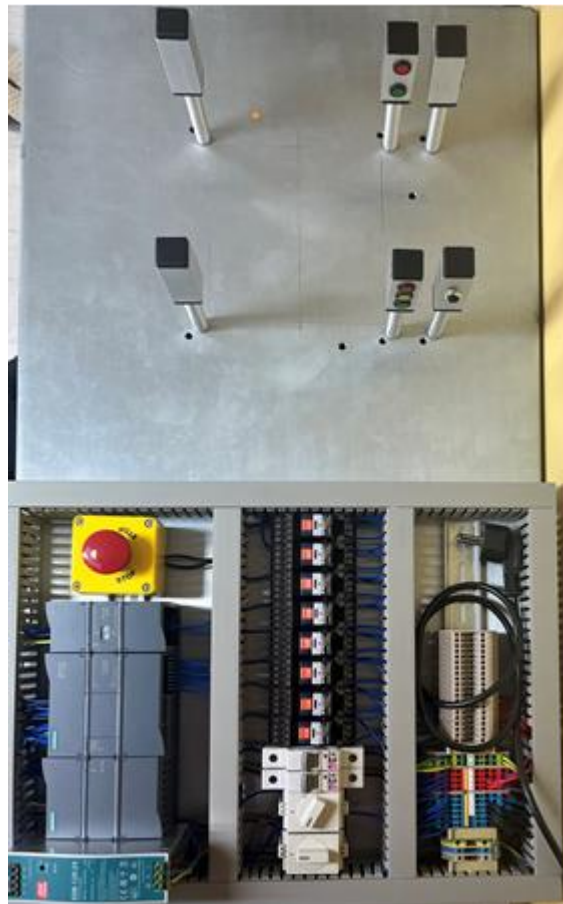
Zelena luč dovoljuje promet v označeni smeri, če je varno in če je v drugem križišču prostor. Rumena luč opozarja, da bo signal postal rdeč. V mnogih evropskih državah – vključno z Združenim kraljestvom – faza, med katero sta rdeča in rumena prikazani skupaj, nakazuje, da se bo signal kmalu spremenil v zeleno. Ukrepi, ki se zahtevajo od voznikov pri rumeni luči, so različni, pri čemer nekatere pravne pristojnosti zahtevajo, da vozniki ustavijo, če je to varno, druge pa dovoljujejo voznikom, da nadaljujejo skozi križišče, če je to varno. Rdeča luč prepoveduje promet. V nekaterih državah prometni signali utripajo, če nadzornik konfliktov zazna težavo, kot je hrošč, ki poskuša pokazati zeleno luč v prometnem konfliktu. Signal lahko kaže utripajoča rumena do glavne ceste in utripajoča rdeča do stranske ceste ali utripajoča rdeča v vse smeri. Utripanje se lahko uporablja tudi podnevi, ko je malo prometa, na primer pozno ponoči ali pa ko je semafor v zasilnem stanju.



Slika 2: Pomeni barv

### 3 SEMAFOR

Prvi sistem prometnih signalov je bil nameščen kot način za zamenjavo policijskega nadzora prometa vozil zunaj parlamenta v Londonu 9. decembra 1868. V prvih dveh desetletjih 20. stoletja so semaforški prometni signali, kot je ta v Londonu, bili v uporabi po vseh Združenih državah, pri čemer je imela vsaka država svojo zasnovano napravo. V mnogih primerih ga je nadzoroval prometni uradnik, ki je zažvižgal, preden je spremenil ukaze na tem signalu, da bi potnike opozoril na spremembo. [8] Semafor je zgrajen iz treh barv luči, in sicer iz zelene, rdeče in oranžne. Semaforji so največkrat vidni na stebrih, kjer je pritrjeno ohišje z lučmi semaforja, sestavlja pa ga tudi elekto omara, v kateri so vse komponente in krmilniki, ki vodijo cikle.



*Slika 3: Semafor v izdelavi*

## 4 OPIS ELEKTROKOMPONENT

### 4.1 Vtični rele

Rele je električna naprava, ki povzroči v odvisnosti od spremenljive električne ali druge neelektrične veličine določeno spremembo v istem ali v drugih električnih tokokrogih. Sestavljata ga indikatorski merilni del, ki je lahko dinamični ali statični, in sprožilni-izvršilni del. Releji so vezani vedno preko merilnih transformatorjev, zato so glede na sprožilnike veliko hitrejši, natančnejši in občutljivejši. Pri uporabi relejne zaščite potrebujemo za proženje stikal pomožni vir napajanja in prožilno tuljavico.

Pri našem raziskovanju je uporabljen vtični rele SCHRACK, tipa PT570024. Rele ima 24 V tuljavo, kar pomeni, da je to tudi njen krmili tok, na kontaktih pa lahko prenaša do 250 VAC.

#### OSNOVNI PODATKI – SPLOŠNO

Podatki o izolaciji PT2 PT3 5

#### ZAČETNA UDARNA NAPETOST

- Med kontaktom in tuljavo: 5000 V (1,2/50  $\mu$ s)

#### RAZDALJA/TOK UHAJANJA/IZOLACISKI MATERIAL

- Med kontaktom in tuljavo:  $\geq 4/4$  mm  $\geq 4/4$  mm  $\geq 4/4$  mm
- Med sosednjima kontaktoma:  $\geq 3,5/9,5$  mm  $\geq 2,6/3,5$  mm  $\geq 1,8/3,5$  mm
- Skupina materialov izolacijskih delov: IIIa

#### DRUGI PODATKI

- Temperatura okolice:  $-40$  do  $70$  °C
- Hladilnica, IEC 60068-2-1:  $40$  °C/16 h
- Suha vročina, IEC 60068-2-2:  $85$  °C/16 h
- Vrsta varstva okolja: (IEC 61810)
- Standardna izvedba: RT II – flux proof

#### VRSTA POVEZAVE

- Standardna izvedba PCB-THT, vtična naprava, hitra povezava

- Pokrivna obremenitev, potisna/vlečna obremenitev 100/100 N
- Montažna razdalja, za montažo na PCB 5 mm

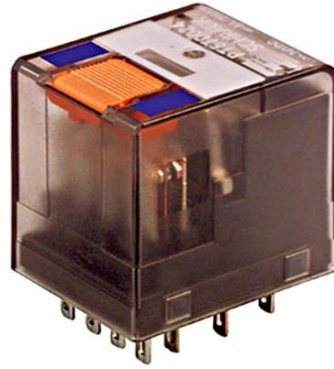
#### KONTAKTNI PODATKI PT2, PT3, PT5

- Izvedba kontakta: 2 menjava 3 menjava 4 menjava
- Kontakt nastavite: en kontakt
- Nazivna napetost: 240 VAC
- Najvišja preklopna napetost: 400 VAC, 400 VAC, 240 VAC
- Nazivni tok: 12 A, 10 A, 6 A
- Omejen zagoni tok: največ 20 ms, 24 A, 20 A, 12A
- Omejen prekinitveni tok: 12 A, 10 A, 6 A
- Omejen kratkotrajni tok: 300 VA/30 ms
- Največja preklopna zmogljivost AC: 3000 VA, 2500 VA, 1500 VA
- Kontaktni material: AgNi 90/10, AgNi 90/10 pozlačen
- Najmanjša priporočena kontaktna obremenitev: 12 V pri 10 mA pozlačeno, 20 mV pri 1mA, 30 mV pri 100 mA/6VDC
- Največji odzivni čas, DC tuljava: 15 ms
- Največji izklopni čas: 10/18 ms
- Največji čas odboja, DC tuljava, NO/NC 6/8 msM
- Mehanska vzdržljivost:
  - DC tuljava 30 x 10<sup>6</sup> delovni procesi
  - AC tuljava 20 x 10<sup>6</sup> delovni procesi

#### PROIZVODNA TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA

- Proizvodna kosovnica
- Seznam proizvodnih sredstev
- Normativi materiala in časa
- Prezemni postopki

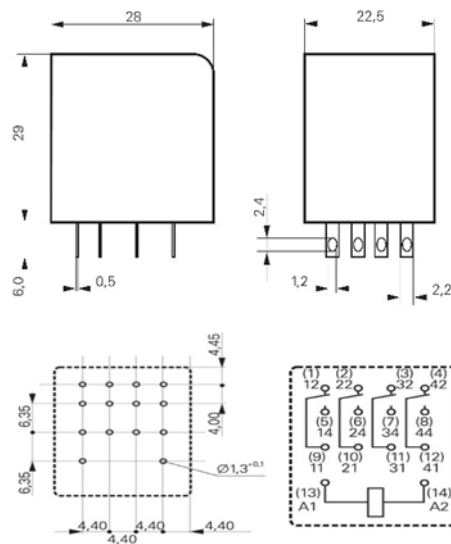
- Proizvodni postopki
- Kontrolni postopki
- Predajni postopki



Slika 4: Vtični rele

## PROIZVODNA TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA

- Operacijski postopki
- Operacijske risbe
- Risbe za urejevanje strojev in orodij
- Tipski in skupinski postopki
- Dopolnilna dokumentacija za ročno delo



Slika 5: Dimenzijski podatki

## 4.2 Podnožje za rele

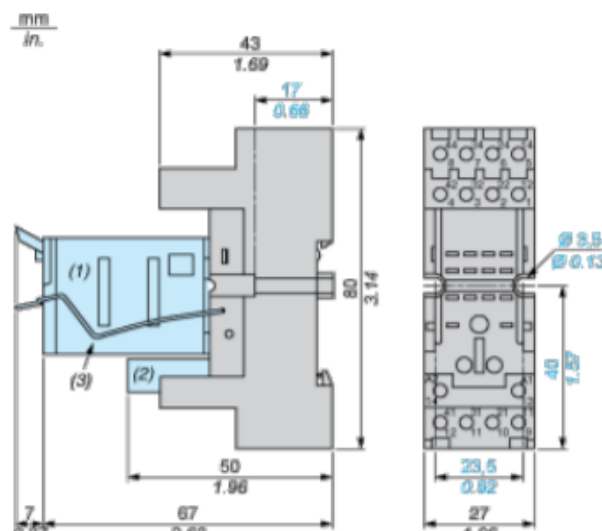
Podnožje za vtični rele RXZE2M114M:

Ta vtičnica vtičnega releja Harmony RXZ ima krmilno napetost tuljave 250 VAC in dva preklopna kontakta DPDT (dvpolni dvojni vložek) z nazivno močjo 10 A. Ima veliko izbiro števila kontaktov za uporabo z visokim nazivnim tokom z zasnovo, ki prihrani prostor. Pomaga zmanjšati velikost ohišij in poveča zanesljivost stroja, namestimo ga lahko skoraj povsod. Združljiv je z vtičnim krmilnim relejem. Značilna je enostavna namestitev in povezava z relejem iz njegove vtičnice.

### TEHNIČNI PODATKI

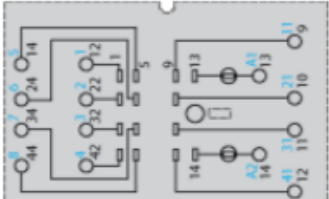
- Konvencionalni toplotni tok prostega zraka: 12 A, 6 A
- Sistemska napetost: < 250 V
- Pritezni moment: < 1 N.m (vijaki M3)
- Način pritrditve: z vijlačno ploščo
- Pritrdilna 35 mm simetrična DIN letev
- Oznaka: CE
- Širina: 1,06 in (27 mm)
- Teža izdelka: 0,12 lb (ZDA) (0,056 kg)

### DIMENZIJSKA SHEMA



Slika 6: Mere za podnožje releja

VEZALNI DIAGRAM



Slika 7: Vezalni diagram

### 4.3 Odmično grebenasto stikalo

Odmična stikala se uporabljajo predvsem v nizkonapetostnem območju. Na gredi so preklopni odmikači, izdelani iz prevodnega materiala, odpornega proti obrabi. Z vrtenjem gredi se kontakti odprejo ali zaprejo z odmikači. Pogosto je na gredi nameščenih več odmikov, ki hkrati preklaplajo ali preklaplajo več parov kontaktov. V našem primeru stikalo preklaplja vhode na krmilniku. Ko je na 1, deluje, ko pa je na 2, pa utripajo rumene luči.

#### TEHNIČNE SPECIFIKACIJE

- Funkcija: 1–0–2
- Model: stikalo
- Način montaže: na letev
- Nazivni tok: 20 A
- Število polov: 1 p
- Blagovna znamka: Kraus&naimer
- Neto dolžina: 44,00 mm
- Neto širina: 52,30 mm
- Neto višina: 45,00 mm
- Neto teža: 0,08 kg
- Toplotne izgube: 0,90 W



Slika 8: Odmično grebenasto stikalo



#### 4.4 Izklopna tipka

Stikalo za izklop v sili je stikalo, ki se uporablja kot varnostni ukrep za izklop električne naprave v izrednih razmerah (poškodba pri delu) in v primerih, pri katerih ni mogoče električne naprave izklopiti na običajen način. Za razliko od običajnih stikal stikalo za izklop v sili izklopi električno napravo v celoti. Narejen je tako, da je njegova uporaba zelo enostavna, v izrednih razmerah ga lahko uporabi tudi oseba, katere delo ni povezano z napravo. Stikalo za izklop v sili je nameščeno na dostopnem mestu, zato lahko prihaja do zlorabe stikala.

Stikalo za izklop v sili se uporablja kot zaščita pred poškodbami ali celo pred smrtjo. Naprave z vgrajenim stikalom za izklop v sili so zato veliko bolj varne. Uporaba stikala je zelo enostavna – s pritiskom na rdeči gumb (gobica), se naprava v celoti izklopi. Stikalo se nahaja na vidnem mestu naprave, je rdeče barve (oblika gobice) na rumeni podlagi. Stikalo za izklop v sili uporabljamo v industriji, v napravah za prosti čas, tekmovalnih avtomobilih in motorjih.



*Slika 9: Tipka v sili*

#### 4.5 Din letev

DIN tirnica je kovinska tirnica standardnega tipa, ki se široko uporablja za montažo odklopnikov in industrijske krmilne opreme znotraj stojal za opremo. Ti izdelki so običajno izdelani iz hladno valjane pločevine iz ogljikovega jekla s pocinkano ali kromirano svetlo površino. Čeprav so kovinski, so namenjeni samo za mehansko podporo in se ne uporabljajo kot zbiralka za prevajanje električnega toka, čeprav lahko zagotavljajo ozemljitev ohišja.

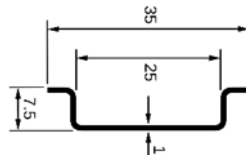
Izraz izhaja iz izvirnih specifikacij, ki jih je objavil Deutsches Institut für Normung (DIN) v Nemčiji, ki so bile od takrat sprejete kot evropski (EN) in mednarodni (IEC) standardi. [1] Prvotni koncept je bil razvit in implementiran v Nemčiji leta 1928, v sedanje standarde pa je bil razdelan v petdesetih letih prejšnjega stoletja.

#### CILINDRIČNA TIRNICA IEC/EN 60715

Ta 35 mm široka tirnica se široko uporablja za montažo odklopnikov, relejev, programabilnih logičnih krmilnikov, krmilnikov motorjev in druge električne opreme. Standard EN 60715 določa 7,5 mm (prikazano zgoraj) in 15 mm globoko različico, ki sta uradno označeni:

- zgornja tirnica IEC/EN 60715: 35 × 7,5
- zgornja tirnica IEC/EN 60715: 35 × 15

Nekateri proizvajalčevi katalogi uporabljajo tudi izraze: cilindar/TH/TH35 (za 35 mm širine)/tip O/tip Omega ( $\Omega$ ). Tirnica je v ZDA znana kot tirnica TS35.



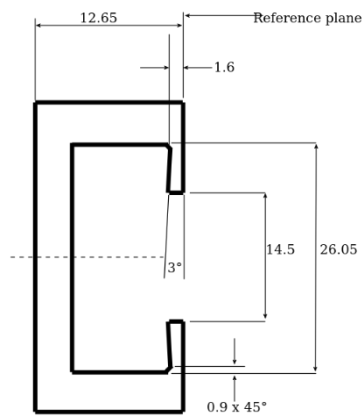
Slika 10: DIN letev O

#### ŠIRINA MODULA

Širina naprav, ki so nameščene na 35 mm »top hat« letev DIN, na splošno uporablja »module« kot enoto širine. En modul je širok 18 mm. Na primer, majhna naprava (npr. odklopnik) ima lahko širino 1 modul (širina 18 mm), medtem ko ima lahko večja naprava širino 4 modulov ( $4 * 18 =$  širina 72 mm). Tudi ohišja opreme sledijo tem širinam modulov, tako da ima lahko ohišje z DIN letvijo prostor za na primer 20 modulov. Te širine modulov ne upoštevajo vse naprave. Širine modulov so običajno skrajšane kot "M" (npr. 4 M = 4 moduli)

## C DEL

Te tirnice so simetrične znotraj danih toleranc. Obstajajo štiri priljubljene tirnice C profila, C20, C30, C40 in C50. Številčna pripona ustreza celotni navpični višini tirnice.

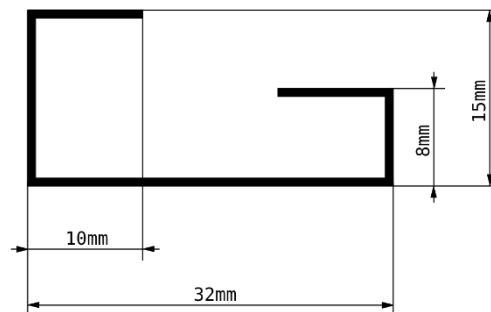


Slika 11: DIN letev C

## G DEL

Tirnica tipa G (v skladu z EN 50035, BS 5825, DIN 46277-1):

G tirnica se običajno uporablja za držanje težjih komponent z večjo močjo. Nameščen je tako, da je globlja stran na dnu, oprema pa se zatakne čez rob, nato pa se zavrti, dokler se ne zaskoči na plitvejši strani.



Maßstab: 1mm = 10px

Slika 12: DIN letev G

## 4.6 Napajalnik

Napajalnik je električna naprava, ki dovaja električno energijo električnemu bremenu. Glavni namen napajalnika je pretvorba električnega toka iz vira v pravilno napetost, tok in frekvenco za napajanje bremena. Zato se napajalniki včasih imenujejo pretvorniki električne energije. Nekateri napajalniki so ločeni samostojni kosi opreme, medtem ko so drugi vgrajeni v obremenitvene naprave, ki jih napajajo. Primeri slednjih vključujejo napajalnike, ki jih najdemo v namiznih računalnikih in potrošniških elektronskih napravah. Druge funkcije, ki jih lahko izvajajo napajalniki, vključujejo omejevanje toka, ki ga porablja obremenitev, na varne ravni, izklop toka v primeru električne okvare, kondicioniranje napajanja za preprečitev, da bi elektronski šum ali napetostni sunki na vhodu dosegli obremenitev, korekcijo faktorja in shranjevanje energije, tako da lahko še naprej napaja obremenitev v primeručasne prekinitve napajanja vira (neprekinjeno napajanje).

Vsi napajalniki imajo vhodno povezavo za napajanje, ki prejema energijo v obliki električnega toka iz vira, in eno ali več izhodnih ali tirnih povezav, ki dovajajo tok bremenu. Vir energije lahko izvira iz električnega omrežja, kot je električna vtičnica, naprave za shranjevanje energije, kot so baterije ali gorivne celice, generatorji ali alternatorji, pretvorniki sončne energije ali drugo napajanje. Vhod in izhod sta navadno povezana z ožičenimi vezji, čeprav nekateri napajalniki uporabljajo brezžični prenos energije, napajanje svojih bremen brez žičnih povezav. Nekateri napajalniki imajo tudi druge vrste vhodov in izhodov za funkcije, kot sta zunanji nadzor in nadzor.

### TEHNIČNI PODATKI

- Proizvod: napajalnik za DIN
- Skupina: AC-DC
- Moč: 120 W
- Število vhodov: 1
- Ohišje: za na DIN letev
- Hlajenje: pasivno
- PFC: brez
- Specifikacija: INPUT
- OUTPUT: 24 VDC, 5 A



Slika 13: Napajalnik

## 4.7 Krmilnik

Siemens simatic S7 1200 je krmilnik, ki je uporabljen v raziskovalni nalogi.

Programirljivi logični krmilnik je digitalno delujoča elektronska naprava, ki na podlagi ukazov, shranjenih v programirljivem pomnilniku, izvaja logične, sekvenčne, časovne in aritmetične operacije in s tem vodi različne naprave ter procese preko binarnih in analognih vhodov in izhodov.

### GRAFIČNI PROGRAMSKI JEZIKI

- Lestvični diagram (LD):
  - pregledna predstavitev vezja relejskih krmil,
  - simbolična predstavitev konkretnih elementov krmilnega vezja,
  - kot program PLK: zamenjava fizičnih simbolov s simboli programskih elementov.
- Funkcijski blokovni diagram (FBD):
  - krmilje predstavimo kot digitalno vezje,
  - realizacija logičnih vrat s programom,
  - dodatne funkcije.

### PET VRST BLOKOV

- Organizacijski bloki (OB) – za vodenje nadzornega programa.
- Programski bloki (PB) – vsebujejo krmilni program, strukturiran glede na funkcionalne ali procesno usmerjene značilnosti.
- Zaporedni bloki (SB) – za programiranje zaporednih krmilnikov.
- Funkcijski bloki (FB) – vsebujejo pogosto pojavljajoče se in posebej zapletene dele programa.
- Podatkovni bloki (DB) – za shranjevanje podatkov, potrebnih za obdelavo krmilnega programa.



Slika 14: SIEMENS krmilnik

#### 4.8 Signalne luči

V raziskovalni nalogi so bile uporabljene signalne konstrukcijske LED-signalne lučke 24 V/DC SKED12014.

Proizvodna skupina signalnih svetilk razpolaga z LED svetlobnim virom, katerega velika prednost v primerjavi z žarnicami je ta, da je z njene strani žarnica enakomerno intenzivno osvetljena na celotni zunanji površini. Labilnost pogonske napetosti pa praktično ne ovira in je zelo dobro vidna tudi med razmerami standardno merske osvetlitve okolja. Ohišje signalne svetilke je iz plastične mase, katerega nazivne mere so: Ø16 mm oziroma Ø22 mm; tako je mogoče signalne svetilke s pomočjo plastičnih samozateznih matic pričvrstiti v izrezano odprtino s premerom Ø16,5 mm ali Ø22,5 mm. K Ø22 mm variacijam zagotavljamo enkratno ohišje z zaščito IP44.

#### 4.9 Varovalke

##### VAROVALKA – ETIMAT P10

V elektroniki in elektrotehniki je varovalka električna varnostna naprava, ki deluje kot nadtokovna zaščita električnega tokokroga. Njen bistveni sestavni del je kovinska žica ali trak, ki se stopi, ko skozi njega teče prevelik tok, in tako ustavi ali prekine tok. Gre za žrtevno napravo; ko varovalka deluje, je tokokrog odprt in ga je treba zamenjati ali na novo napeljati, odvisno od vrste varovalke.

Varovalke se kot bistvene varnostne naprave uporabljajo že od začetka elektrotehnike. Danes obstaja na tisoče različnih oblik varovalk, ki imajo glede na uporabo specifične tokovne in napetostne vrednosti, odklopno zmogljivost in odzivni čas. Časovne in tokovne značilnosti delovanja varovalk so izbrane tako, da zagotavljajo ustrezno zaščito brez nepotrebnih prekinitev. Predpisi o ožičenju običajno določajo največjo nazivno vrednost toka varovalke za določene tokokroge. Kratki stiki, preobremenitve, neusklajene obremenitve ali okvare naprav so glavni ali nekateri od razlogov za delovanje varovalk. Ko se poškodovana žica pod napetostjo dotakne kovinskega ohišja, ki je povezano z zemljo, nastane kratek stik in varovalka se stopi.



Slika 15: Varovalka C4

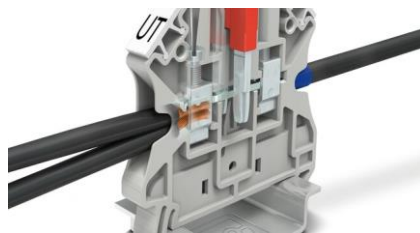


Slika 16: Varovalka C2

#### 4.10 Vrstične sponke

Žica je lahko ovita neposredno pod glavo vijaka, lahko jo drži kovinska plošča, ki jo vijak pritiska na žico, ali pa jo drži nekaj, kar je v bistvu nastavitveni vijak na strani kovinske cevi. Žica je lahko neposredno očiščena izolacije in vstavljena pod glavo vijaka ali v sponko. V nasprotnem primeru se lahko najprej vstavi v okovje, ki se nato vstavi v terminal, ali pa se pritrdi na priključno ušesce, ki se nato pritrdi pod glavo vijaka.

Odvisno od zasnove je za pravilno zategnitev priključka za zanesljivo delovanje morda potreben izvijač z ravnim rezilom, izvijač s križnim rezilom, šestilo, ključ Torx ali drugo orodje.



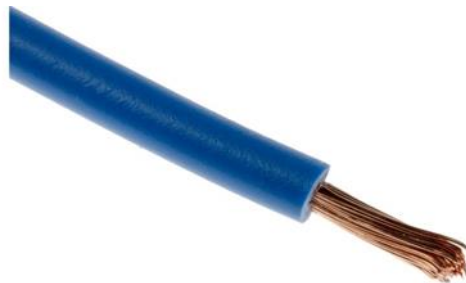
Slika 17: Vrstična sponka



#### 4.11 Žice

Žica je upogljiva kovinska vrvica. Običajno se oblikuje z vlečenjem kovine skozi luknjo v matrici ali vlečni plošči. Merilniki žice so na voljo v različnih standardnih velikostih, kot je izraženo s številko merilnika. Žice se uporabljajo za prenašanje mehanskih obremenitev, pogosto v obliki žične vrvi. V električnih in telekomunikacijskih signalih se »žica« lahko nanaša na električni kabel, ki lahko vsebuje »trdno jedro« ene same žice ali ločenih pramenov v vpletelih ali pletenih oblikah. Običajno valjaste geometrije je žica lahko izdelana tudi v kvadratnem, šesterokotnem, sploščenem pravokotnem ali drugem preseku, bodisi za dekorativne namene ali za tehnične namene, kot so visoko učinkovite zvočne tuljave v zvočnikih. Vijačne vzmeti, kot je na primer igrača Slinky, so izdelane iz posebne sploščene žice. Po številnih prehodih se lahko žica žari, da se olajša vlečenje ali, če gre za končni izdelek, da se poveča duktilnost in prevodnost.

Električne žice so običajno prekrte z izolacijskimi materiali, kot so plastika, gumi podobni polimeri ali laki. Izolacija in obloga žic in kablov se danes izvaja tako, da jih spustimo skozi ekstruder. Prej so materiali, uporabljeni za izolacijo, vključevali obdelano blago ali papir in različne izdelke na osnovi olja. Od sredine šestdesetih let prejšnjega stoletja prevladujejo plastika in polimeri, ki imajo podobne lastnosti kot guma.



*Slika 18: Žica*

## 7.12 Napajalnik krmilnika

V razsiskovalni nalogi je uporabljen napajalnik SIEMENS POWER MODUL PM1207-6EP1332-1SH71.

Power module PM1207-6EP1332-1SH71 stikalna napajalna enota podjetja Siemens je idealno napajanje za krmilnik SIMATIC S7-1200. Zahvaljujoč enaki zasnovi je stabiliziran napajalnik napajalni modul PM1207-6EP1332-1SH71 idealen za krmilnik S7-1200. Napajalni modul PM1207-6EP1332-1SH71 napaja 2,5 A pri 24 VDC.

### VHOD ELEKTRIČNIH PODATKOV

- Nazivna vhodna napetost: 120–230 VAC
- Razpon vhodne napetosti minimum: 85 VAC
- Razpon vhodne napetosti maksimum: 264 VAC
- Frekvenčni razpon: 47–63 Hz
- Trenutna poraba: 0,67–1,2 A

### IZHOD ELEKTRIČNIH PODATKOV

- Nazivna izhodna napetost: 24 VDC
- Nazivni izhodni tok: 2,5 A
- Vzporedna povezava: da
- Trenutna omejitev: 6 A



Slika 19: SIEMENS napajalnik

#### 4.13 Razširitvena enota krmilnika

V raziskovalni nalogi je uporabljen SIEMENS SM 1223 DC/DC-6ES7223-1BL32-0XB0.

Z uporabo digitalnega vhodno/izhodnega modula SM 1223 DC/DC-6ES7223-1BL32-0XB0 podjetja Siemens lahko krmilnik SIMATIC S7-1200 razširimo s 16 digitalnimi vhodi in izhodi vsakega. Digitalni modul SM 1223 DC/DC-6ES7223-1BL32-0XB0 obdeluje vhodne signale s 24 VDC in ima tranzistorske izhode z izhodnim tokom 0,5 A pri 24 VDC.

#### SPLOŠNI PODATKI

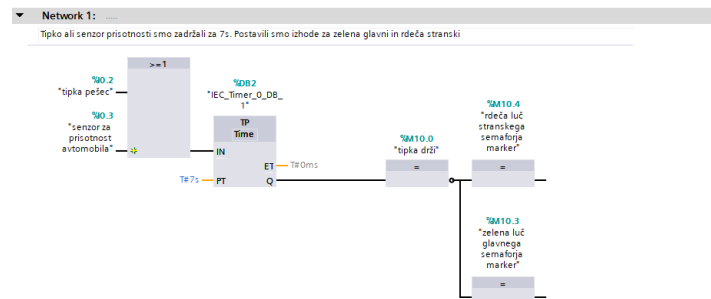
- Oblikovanje: digitalni vhodno/izhodni modul
- Digitalni vhodi: 16
- Digitalni izhodi: 16 (tranzistor)



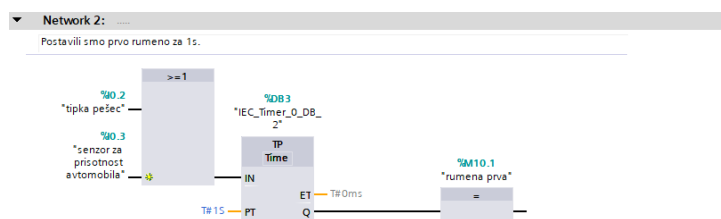
Slika 20: SIEMENS razširitvena enota

# 5 PROGRAM SEMAFORJA

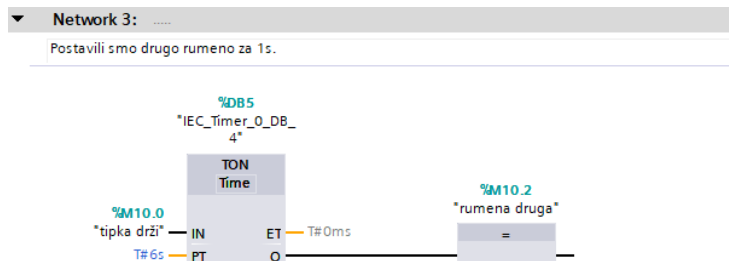
## NETWORK 1



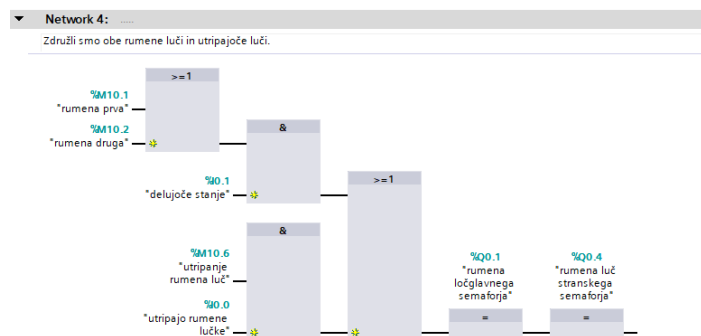
## NETWORK 2



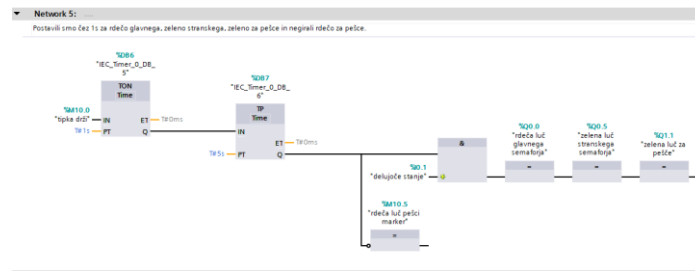
## NETWORK 3



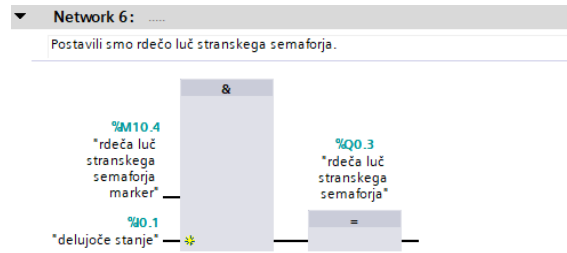
## NETWORK 4



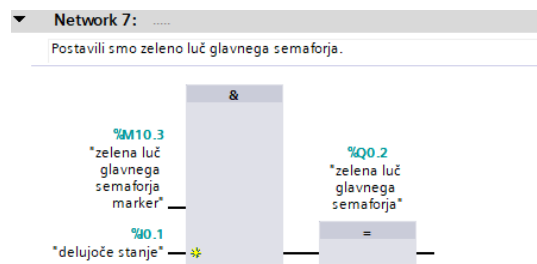
## NETWORK 5



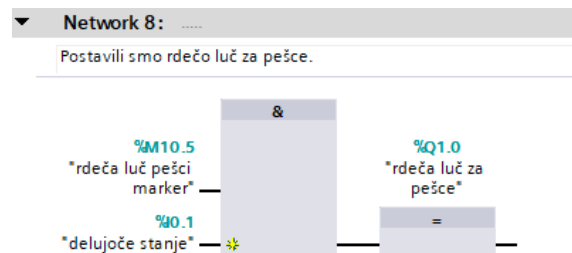
## NETWORK 6



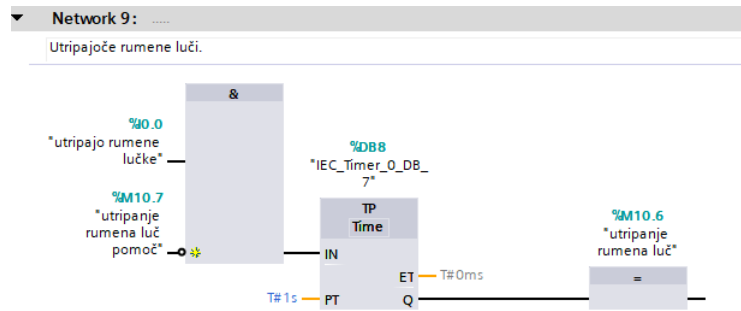
## NETWORK 7



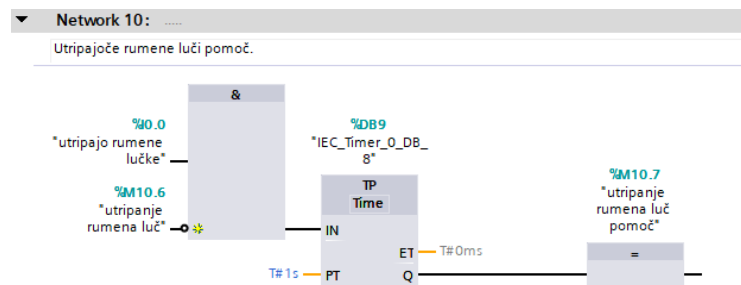
## NETWORK 8



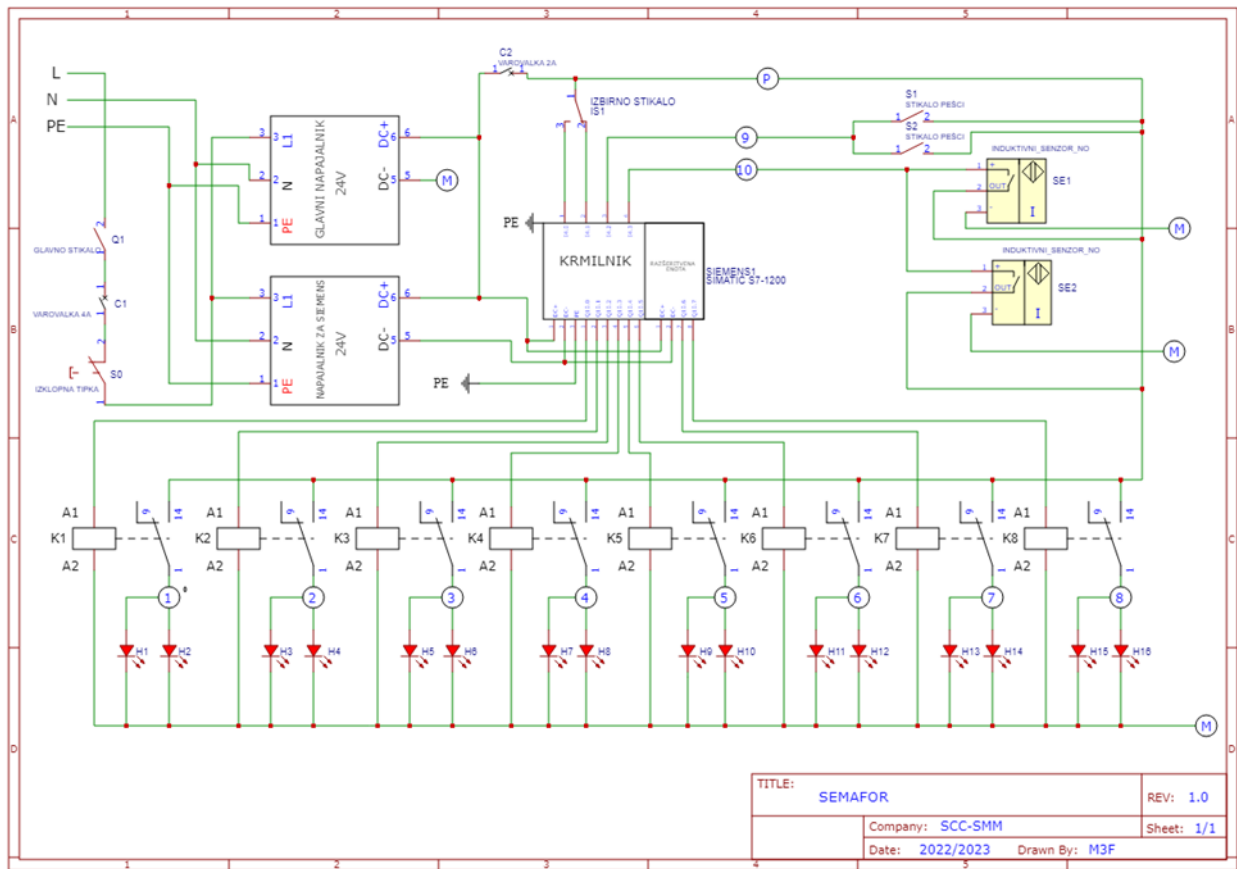
## NETWORK 9



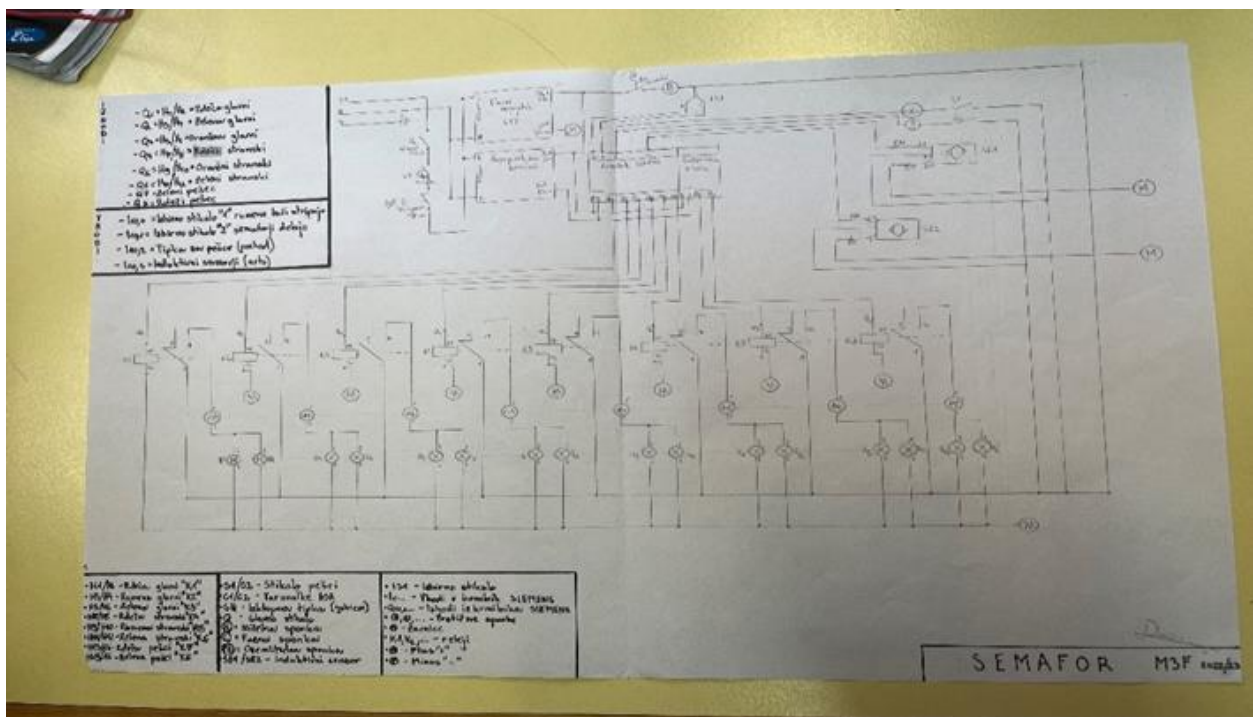
## NETWORK 10



# 6 ELEKTRO NAČRT

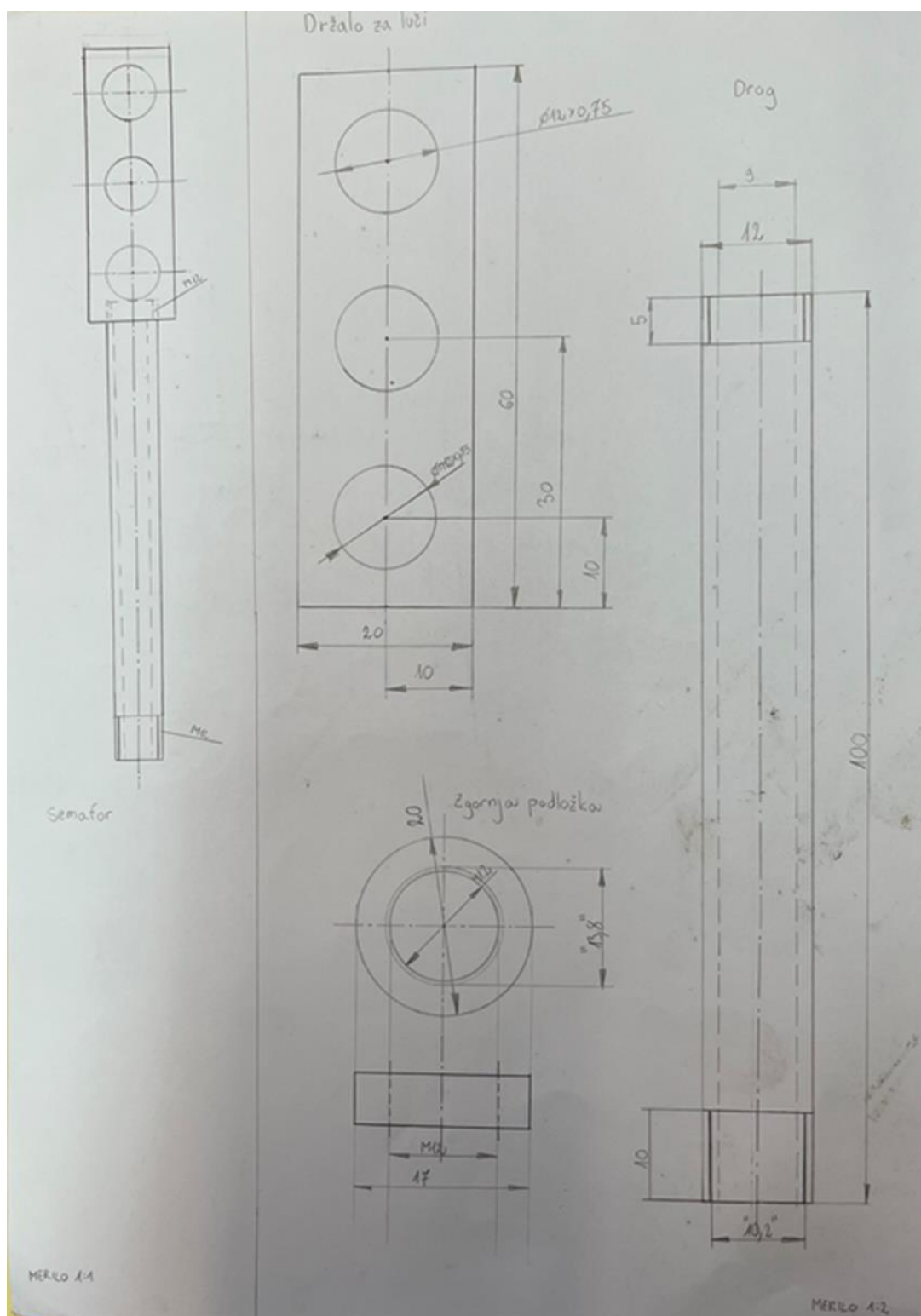


Slika 21: Računalniški elektro načrt



Slika 22: Ročni elektro načrt

## 7 STROJNE SKICE



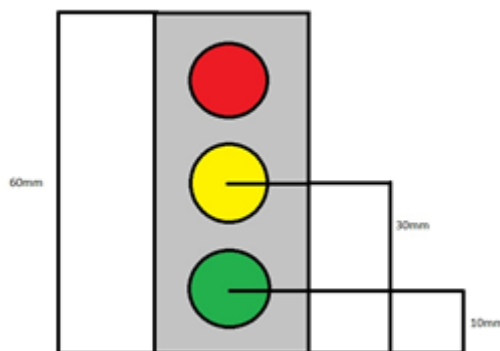
Slika 23: Strojna skica semaforja



## 8 OPIS IZDELAVE STEBRA IN OHIŠJA ZA SEMAFOR



Slika 25: Končan semafor



Slika 24: Dimenzije postavitev LED lučk

### STEBER

Ko smo imeli načrt za stebre in ohišje za lučke, smo poiskali pravi material in začeli z obdelavo. Palico  $\varnothing 25$  mm smo narezali na približno 120 mm, nato pa te palice vpeli v stružnico in začeli z obdelavo. Najprej smo jih postružili na grobo, in sicer na približno dimenzijo 12,5 mm, nato pa na končno mero 12 mm. Ko smo imeli steber postružen na končno mero, smo postružili še oba konca na  $10.2 \pm 0,1$  za navoj M10.

### OHIŠJE ZA LED DIODE

Aluminijasto cev 20 x 20 smo narezali na točno dimenzijo 60 mm. Ko smo imel narezane dele, smo na njih označili sredino, odmerili 10 mm od vrha in dobili središče za zeleno in rdečo luč. Ko smo odmerili 60 mm od vrha, pa smo dobili središče za rumeno luč. Središče za lučke smo zatočkali s točkalom in nato zvrtili luknje, najprej s 7 mm svedrom, nato pa z 12,5 mm.

## 9 ANKETA

V sklopu raziskovalne naloge smo naredili anketo, v kateri smo ljudi povprašali o mnenju delovanja semaforjem.

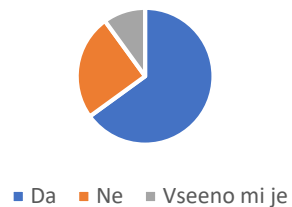
1. Ali v križiščih s semaforji pridobimo ali izgubimo čas v primerjavi z navadnim križiščem?

Mnenje vprašanih



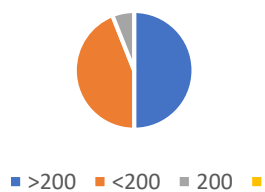
2. Ali bi se strinjali, da bi se vsa križišča snemala z namenom, da bi lažje reševali krivde v prometnih nesrečah?

Mnenje vprašanih



3. Koliko križišč s semaforji je v Ljubljani?

Mnenje



Na podlagi preizusa in ankete smo ugotovili, da je naš semafor dovolj odziven za 50 % vprašanih. Vezavo smo naredili čim bolj enostavno in kompaktno, brez skrbi pred stiki pregrevanja itd. Prehod za pešce smo postavili pred oznako stop, saj je bilo tako v 90 % ogledanih križišč. Senzorje smo postavili glede na naše zahteve za odzivnost, torej ravno toliko, da se lahko z avtomobilom normalno peljemo skozi senzor in nas pravočasno zazna in zamenja luči brez skrbi, da bi lahko prišlo do trka z drugim vozilom. Zaznavanje prisotnosti motornih vozil s kamero nam ni uspel, saj nismo imeli pravih kamer, ki bi bila kompatibilna z našo programsko opremo, s katero smo programirali mikrokontroler.

## 10 REZULTATI RAZISKAVE

Najprej smo se osredotočili na to, da bo semafor odzivnejši. Naredili smo maketo semaforja, pred končno izdelavo pa smo si pomagali s simulacijami in vezavo na »protoboardih«. Nato smo semafor sestavili in ga preizkusili. Dodali smo še kamero, ki bi naj zaznavala avtomobile v primeru izpada senzorjev in pomagala pri analizah gneče ter prometnih nesreč. Na koncu smo ga še estetsko opremili z robniki in nalepko na podlagi. S tem je bil naš projekt končan in smo lahko potrdili oziroma zavrgli naše hipoteze.

Potrjene hipoteze:

- Reševanje učinkovitosti semaforja in zaznavanje prisotnosti avtomobilov.
  - Semafor smo prilagodili tako, da se luči ob praznem križišču preklopijo dovolj hitro, da se avtomobilu ni treba ustaviti in s tem povečati lokalne onesnaženosti s speljevanjem.
- Vezava krmilnega sistema.
  - Vezavo krmilnega sistema smo zvezali tako, da je razumljiv za popravila in preprost za instalacijo.
- Lociranje postavitve prehoda za pešce.
  - Prehod za pešce smo postavili pred črto, kjer se morajo avtomobili ustaviti, saj so tako postavljeni v 90 % križišč.
- Postavitev senzorjev.
  - Senzor smo postavili na takšni razdalji, da zazna avtomobile in s tem sproži cikel.

Ovržena hipoteza:

- Zaznavanje prisotnosti avtomobila s kamero.
  - Zaznavanje prisotnosti avtomobila s kamero je edina ovržena hipoteza, saj je našo programsko opremo in kamero nemogoče združiti med seboj.

## 11 ZAKLJUČEK

Pri pisanju naše raziskovalne naloge smo spoznali, da se semaforji razlikujejo med seboj in da je odzivnost povezana z razvitostjo kraja, prav tako pa so tudi cikli prilagojeni gostoti in lokaciji. Pri izdelavi smo velikokrat našli prostor za izboljšave. Pri vezavi krmilnega sistema smo konstantno spreminjali načrt, da bi izboljšali in poenostavili vezavo semaforja. Pri pisanju programa smo se osredotočili na to, da ne bi prišlo do kakšnih napak med delovanjem, v primeru če bi istočasno stisnili tipko za prehod in senzor. Brez ekipnega dela in usklajevanja mnenj bi takšno raziskovalno nalogo težka opravili.

## **12 ZAHVALA**

Zahvaljujemo se vsem, ki so na kakršnen koli način pomagali pri ustvarjanju naše raziskovalne naloge.

Najprej bi se radi zahvalili mentorjema Matjažu Cizeju in Gregorju Brežniku za potrpežljivost, trud, predvsem pa za vodenje skozi izdelavo naše raziskovalne naloge. Še zlasti se jima zahvaljujemo, ker sta si za nas vedno vzela čas in sta nam bila na voljo za vsa dodatna vprašanja tudi zunaj šolskih ur.

Prav tako se zahvaljujemo tudi Tadeji Kolman za lektoriranje besedila v slovenščini ter Simoni Tadeji Ribič za lektoriranje v angleščini.

## 13 VIRI IN LITERATURE

- [1] CONRAD.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.conrad.si/p/signal-construct-sked12014-led-signalna-lucka-rdeca-24-vdc-sked12014-779445>.
- [2] Farnell.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: [https://si.farnell.com/siemens/6es7223-1bl32-0xb0/digital-i-o-mod-simatic-s7-24v/dp/2526181?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylG0ovgrDsy1s\\_cGb8zIfPenIVsPypAoWXC\\_vp4r\\_tQX9AKLmqu\\_IAhoCMdkQAvD\\_BwE&mckv=s\\_dc|pcrid|531351112278|keyword|6es7223%201bl32%200xb0|match|p|plid||slid||product||pgrid|129642117972|ptaid|kwd-360886231875|&CMP=KNC-GSI-GEN-SKU-MDC-Other-Categories](https://si.farnell.com/siemens/6es7223-1bl32-0xb0/digital-i-o-mod-simatic-s7-24v/dp/2526181?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylG0ovgrDsy1s_cGb8zIfPenIVsPypAoWXC_vp4r_tQX9AKLmqu_IAhoCMdkQAvD_BwE&mckv=s_dc|pcrid|531351112278|keyword|6es7223%201bl32%200xb0|match|p|plid||slid||product||pgrid|129642117972|ptaid|kwd-360886231875|&CMP=KNC-GSI-GEN-SKU-MDC-Other-Categories).
- [3] Farnell.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: [https://si.farnell.com/schneider-electric/rxze2m114/socket-4co-screw-term-for-rxm2/dp/2056441?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylNjqlAgxsXAynUwmVmoXAcI0yE2pyOutMqg-ws3Scj7PsfyQwAUxjxoCgy4QAvD\\_BwE&mckv=s\\_dc|pcrid|531469919033|keyword|rxze2m114|match|p|plid||slid||product||pgrid|125105416715|ptaid|kwd-10768444767|&CMP=KNC-GSI-GEN-SKU-MDC-Other-Categories](https://si.farnell.com/schneider-electric/rxze2m114/socket-4co-screw-term-for-rxm2/dp/2056441?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylNjqlAgxsXAynUwmVmoXAcI0yE2pyOutMqg-ws3Scj7PsfyQwAUxjxoCgy4QAvD_BwE&mckv=s_dc|pcrid|531469919033|keyword|rxze2m114|match|p|plid||slid||product||pgrid|125105416715|ptaid|kwd-10768444767|&CMP=KNC-GSI-GEN-SKU-MDC-Other-Categories).
- [4] Farnell.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: [https://si.farnell.com/siemens/6ep1332-1sh71/power-supply-ac-dc-24v-2-5a/dp/2530161?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylDq8VQISV8mAXIt2HKtq6aFnHYA44F2SCawpJ3gVkuXTvfs1p7mPMRoCBOAQAQAvD\\_BwE&mckv=sjGdauf2s\\_dc|pcrid|289561892538|keyword|6ep1332-1sh71|match|p|plid||slid||product||pgrid|34372717334|ptaid|kwd-32838260379|&CMP=KNC-GSI-GEN-SKU-SIEMENS-0316](https://si.farnell.com/siemens/6ep1332-1sh71/power-supply-ac-dc-24v-2-5a/dp/2530161?gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylDq8VQISV8mAXIt2HKtq6aFnHYA44F2SCawpJ3gVkuXTvfs1p7mPMRoCBOAQAQAvD_BwE&mckv=sjGdauf2s_dc|pcrid|289561892538|keyword|6ep1332-1sh71|match|p|plid||slid||product||pgrid|34372717334|ptaid|kwd-32838260379|&CMP=KNC-GSI-GEN-SKU-SIEMENS-0316).
- [5] Elektrotgovina.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.elektrotgovina.si/vrstna-sponka-vs-0-2-4-mm2-41-a>.
- [6] ETI.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.eti.si/produkti-storitve/elektricni-razdelilniki-omare-in-pribor/din-letve-th/002911025-nosilna-letev-th35x7-5-a>.

- [7] ETI.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.eti.si/produkti-storitve/instalacijski-odklopniki-mcb-in-pribor/instalacijski-odklopniki-mcb/260400103>.
- [8] Schenck.de (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: [https://shop.osd-schenck.de/epages/es549793.mobile/?Locale=de\\_DE&ObjectPath=/Shops/es549793/Products/6ES7223-1BL32-0XB0&ViewAction=ViewProductViaPortal&gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylDDZg1EU\\_JOsyK2itxYPyVDiOzTgomRou5Dg8GqyC9E0XBTknWK4gxoCpn4QAvD\\_BwE](https://shop.osd-schenck.de/epages/es549793.mobile/?Locale=de_DE&ObjectPath=/Shops/es549793/Products/6ES7223-1BL32-0XB0&ViewAction=ViewProductViaPortal&gclid=CjwKCAiAwc-dBhA7EiwAxPRylDDZg1EU_JOsyK2itxYPyVDiOzTgomRou5Dg8GqyC9E0XBTknWK4gxoCpn4QAvD_BwE).
- [9] Schrack.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.schrack.si/trgovina/krmilna-in-merilna-oprema/releji-vticni-casovni-merilni-nadzorni/vticni-releji/vticni-releji-serija-pt/vticni-rele-4-preklopni-kontakti-6a-24v-dc-serija-pt-pt570024.html?q=PT570024>.
- [10] Schrack.si (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.schrack.si/trgovina/tipkalo-za-izklop-v-sili-mm216876.html>.
- [11] Wikipedia (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wire>.
- [12] Wikipedia (online). 2023. (citirano 19. 1. 2023). Dostopno na naslovu: [https://en.wikipedia.org/wiki/Semafor\\_\(website\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Semafor_(website)).