

# INTELIGENTNI SUSTAV DETEKCIJE S PIR SENZORIMA

---

**Leskovar, Katarina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:769085>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-01**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

# INTELIGENTNI SUSTAV DETEKCIJE S PIR SENZORIMA

---

**Leskovar, Katarina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:769085>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2021-01-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



# INTELIGENTNI SUSTAV DETEKCIJE S PIR SENZORIMA

---

Leskovar, Katarina

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:208298>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2021-01-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



Veleučilište u Karlovcu  
Strojarski odjel  
Stručni studij Mehatronike

Katarina Leskovar

# **Inteligentni sustav detekcije s PIR senzorima**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences  
Mechanical Engineering Department  
Professional study of Mechanical Engineering

Katarina Leskovar

**Intelligent PIR sensors detection  
system**

FINAL PAPER

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu  
Strojarski Odjel  
Stručni studij Mehatronike

Katarina Leskovar

# **Inteligentni sustav detekcije s PIR senzorima**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
dr.sc. Vladimir Tudić, prof. v.š.

Karlovac, 2020.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni studij: Strojarsstvo

Usmjerenje: Mehatronika

Karlovac, 10.10. 2019.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Katarina Leskovar

Matični broj: 0112614019

Naslov: Inteligentni sustav detekcije s PIR senzorima

Opis zadatka: Za potrebe završnog rada opisati osnovne senzore koji se koriste u alarmnim detekcijskim sustavima. Dodatno opisati rad PIR detektora, odnosno njegovog osjetilnog elementa. U eksperimentalnom dijelu izraditi sustav za detekciju pristupa i prolaza pomoću sustava PIR senzora i logičkog programa rada. Rad izraditi sukladno pravilniku VUKA. Tijekom izrade rada konzultirati se s mentorom.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

10/2019.

09/2020.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

dr.sc. Vladimir Tudić, prof. v.š.

dr.sc. Damir Kralj, prof. v.š.

Karlovac, 2020.

## **PREDGOVOR I ZAHVALA**

Izjavljujem da sam završni rad izradila samostalno koristeći navedenu literaturu i znanje koje sam stekla tijekom studija.

Zahvaljujem se mentoru dr.sc. Vladimiru Tudiću, prof. v.š. na svim savjetima i stručnoj pomoći oko izrade ovog rada.

Također, zahvaljujem obitelji i dečku na podršci, razumijevanju i strpljenju tijekom studiranja.





## **SAŽETAK**

Tema ovog završnog rada je izrada inteligentnog sustava detekcije sa PIR senzorima kojim bi upravljao Siemensov PLC.

U teoretskom dijelu opisani su senzori koji se najčešće koriste u alarmnim sustavima te je ponuđeno rješenje za bežičnu komunikaciju PLC-a pomoću koje bi korisnici dobivali obavijesti o alarmima na mobitel.

Kao eksperimentalni dio rada ispitano je detekcijsko područje PIR senzora. Prema dobivenim rezultatima izrađena je konkretna idejna logička shema u LOGO! Soft Comfort softveru.

Ključne riječi: senzor, detekcija, PIR, alarm, PLC

## **SUMMARY**

The topic of this final paper is the design of an intelligent PIR sensors detection system controlled by Siemens PLC.

In the theoretical part was describes the most commonly used sensors in alarm systems and is offered a solution for wireless communication of the PLC which allows users to receive notifications about alarms on the mobile phone.

As an experimental part of the work, the detection area of PIR sensor was examined. After the obtained results, a conceptual solution, in terms of a logical schematic detection system was made in a LOGO! Soft Comfort software.

Keywords: sensor, detection, PIR, alarm, PLC

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. TEORETSKI DIO .....	2
2.1. Senzori.....	2
2.1.1. Senzori za detekciju ljudi .....	4
2.1.1.1. Detektor loma stakla .....	4
2.1.1.2. Magnetski prekidač.....	6
2.1.1.3. Detektor pokreta .....	8
2.1.1.3.1. Ultrazvučni detektori pokreta .....	8
2.1.1.3.2. Mikrovalni detektor pokreta .....	9
2.1.1.3.3. Infracrveni detektori pokreta .....	10
2.1.1.3.3.1. Aktivni infracrveni senzori .....	10
2.1.1.3.3.2. Pasivni infracrveni senzor .....	12
2.2. PLC- Programabilni Logički Kontroler .....	16
2.2.1. Arhitektura PLC-a .....	17
2.2.2. Ciklus rada PLC uređaja .....	19
2.2.3. Bežična komunikacija Siemensovih modula .....	20
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	23
3.1. Odabir senzora.....	23
3.2. Ispitivanje detekcijskog područja.....	23
3.3. Raspored senzora .....	27
3.4. Tlocrt prostorije .....	29
3.5. Izrada programa i princip rada .....	30
3.6. Primjena.....	38
4. ZAKLJUČAK .....	39
5. LITERATURA .....	40
6. POPIS SLIKA.....	42
7. POPIS TABLICA.....	44

## **1. UVOD**

U današnje vrijeme nemira, razbojništva i vandalizma sigurnost je na prvome mjestu. S razvojem senzorske i aktuatorске tehnologije olakšano je u svim sferama života, pa tako i po pitanju sigurnosti na način da se nadzire i zaštiti unutarњи prostor.

Cilj ovoga rada je napraviti idejno rješenje alarmnoga sustava koji će prepoznati nalazi li se u prostoru mačka, pas, dijete ili čovjek. Sustav će detektirati ulazak i izlazak subjekata iz prostora i njihov broj.

Odabrani program povezan sa PLC-om omogućava svojim korisnicima udaljeni nadzor na način da šalje obavijesti o alarmnim stanjima na mobitel.

## 2. TEORETSKI DIO

U teoretskom dijelu ukratko je objašnjeno što su senzori i kako se dijele, opisani su detektori za zaštitu i nadzor prostora, te je definirano što je PLC i koje su prednosti njegovog korištenja.

### 2.1. Senzori

Senzori ili mjerna osjetila su elektronički uređaji koji pomoću osjetilnog elementa prepoznaju fizikalne veličine i podatke o njima standardnim signalom prosljeđuju u monitoring i kontroling sustava. Tamo se oni obrađuju i pohranjuju.

Podjela senzora: [1]

Prema literaturi postoji mnogo podjela senzora, od jednostavnijih do složenijih. Neke od podjela su:

a) na pasivne i aktivne

- Pasivni ne trebaju dodatan izvor energije. Kao odgovor na vanjski podražaj stvara električni signal. Primjeri su: termopar, fotodioda i piezoelektrični senzor.
- Aktivni senzori zahtijevaju vanjsku snagu za njihovo djelovanje, što se zove uzbudni signal.

b) prema načinu funkcioniranja

- Kontaktni – postoji fizički kontakt između senzora i parametra koji se mjeri
- Beskontaktni

c) prema vrsti izlaznog signala

- Digitalni izlaz – senzor pretvara mjerenu fizikalnu veličinu u binarni signal. Detektira prisutnost/odsutnost objekta.
- Analogni izlaz – učestalo detektiraju varijable (temperatura, tlak) i daju kontinuirani napon ili struju u ovisnosti o ulazno/izlaznoj prijelaznoj

funkciji . Kompleksniji su nego digitalni i pružaju više informacija. Mogu biti sa ili bez pojačanja.

d) prema specifikacijama senzora

osjetljivost	histereza
stabilnost	vijeku trajanja
točnost	cijena, veličina, težina
brzina odgovora	okolišni uvjeti
karakteristika preopterećenja	linearnost

e) prema području primjene

alarmni sustavi	automobilska industrija
svemirska istraživanja	procesna tehnika i proizvodnja
znanstvena mjerenja	elektroenergetika
medicina	vojska

### 2.1.1. Senzori za detekciju ljudi

Pružaju širok spektar mogućnosti, uključujući zaštitu i nadzor prostora, zaštitu osobne sigurnosti, upravljanje potrošnjom energije i automatizaciju.

Podjela senzora za zaštitu i nadzor prostora prema načinu detekcije:

- detektor loma stakla
- magnetski prekidač
- detektor pokreta – reagira samo na objekte u pokretu

Ovisno o primjeni ljude se može detektirati preko bilo kojih svojstava koja su povezana za ljudsko tijelo ili radnje koje ono čini. Prema tome mogu reagirati na težinu tijela, toplinu, zvuk, optički kontrast, dielektričnu konstantu. [1]

#### 2.1.1.1. Detektor loma stakla

Detektor loma stakla predstavlja važnu ulogu u protuprovalnoj zaštiti jer generira alarm dok je uljez još uvijek na granici ulaska u objekt. Izbor uređaja koji će detektirati lom ovisi o vrsti stakla i karakteristikama objekta. Lom stakla proizvodi frekvencije najčešće u opsegu od 3 kHz do 5 kHz i one su poznate kao „šok“ frekvencije. [2]

Najčešće se dijele na:

- akustični detektori loma stakla

Uređaj se postavlja na zid suprotno od prozora koji se nadgleda i reagira na akustične promjene u okolini. Koristi se za zaštitu prostorija velike površine.



Slika 1. Predodžba akustičnog detektora loma stakla.

Izvor: <http://videonadzor.eu/gt-456-1254.html>



- aktivni detektori loma stakla

Postavlja se na samu površinu stakla i detektira promjene na toj površini primanjem, slanjem i obradom signala.



Slika 2. Predodžba aktivnog detektora loma stakla.

Izvor: <https://www.bauhaus.hr/olympia-senzor-loma-stakla.html>

- pasivni detektori loma stakla

Detektor se montira na prozor ili okvir prozora i detektira energiju koja nastaje lomom stakla.

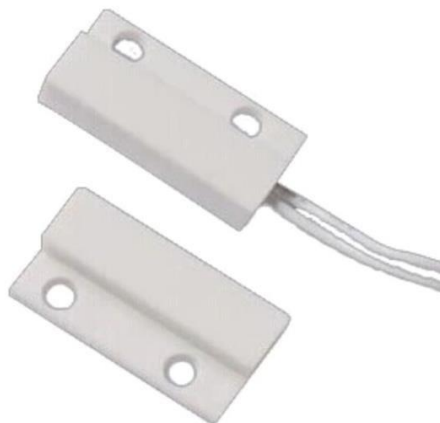


Slika 3. Predodžba pasivnog detektora loma stakla.

Izvor: <https://www.interlogix.com.au/shock-sensor-glassbreak-sm-3ft-coil-cord-white>

### 2.1.1.2. Magnetski prekidač

Magnetski prekidač je neizostavan element svakog alarmnog sustava. Sastoji se od dvije komponente (slika 4.) i može biti žični ili bežični.



Slika 4. Predodžba magnetskog prekidača za vrata i prozore.

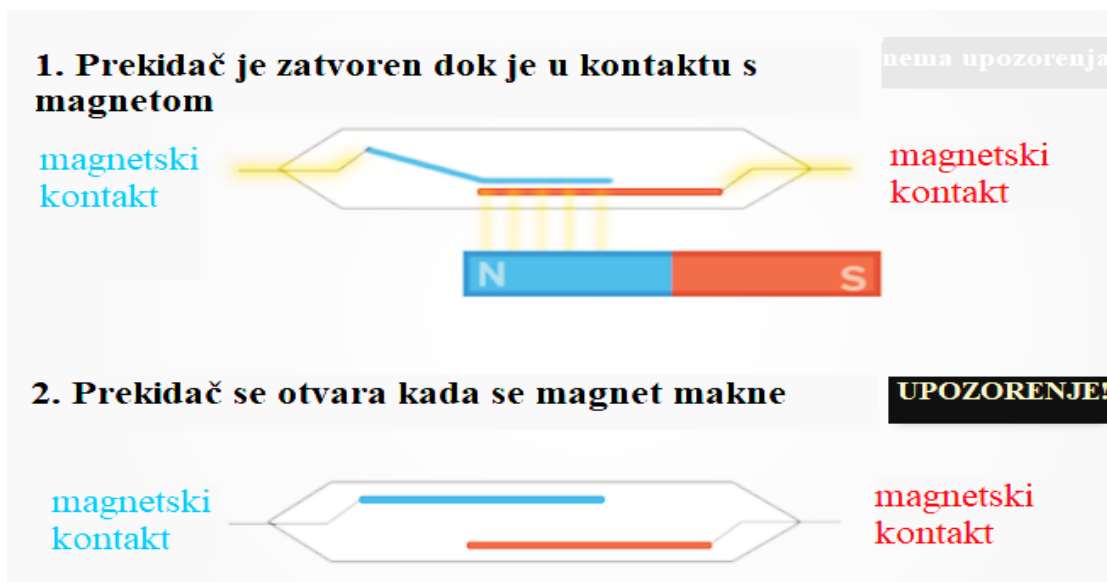
Izvor: <https://www.engineerstoys.com/sensors-and-transducers/magnetic-door-switch.html>

Jedna komponenta je prekidač (reed switch) i postavlja se na okvir vrata ili prozora dok je druga balansirajući magnet koji se pričvršćuje na pokretni dio, odnosno sama vrata ili prozor. [2]



Slika 5. Predodžba bežičnog magnetskog prekidača na vratima. [7]

Reed switch se sastoji od dvije feromagnetske legure koje su smještene u staklenom kućištu. Kao što je vidljivo sa slike 6., pod utjecajem magnetskog polja kontakti su u dodiru, što znači da je prekidač zatvoren. Kada nema magnetskog polja legure se razmiču pri čemu se prekidač otvara što aktivira upozorenje. [7]



Slika 6. Predodžba rada magnetskog prekidača. [7]

U ovisnosti o postavkama upozorenje se može detektirati kao diskretna poruka, zvučni i svjetlosni alarm.

### 2.1.1.3. Detektor pokreta

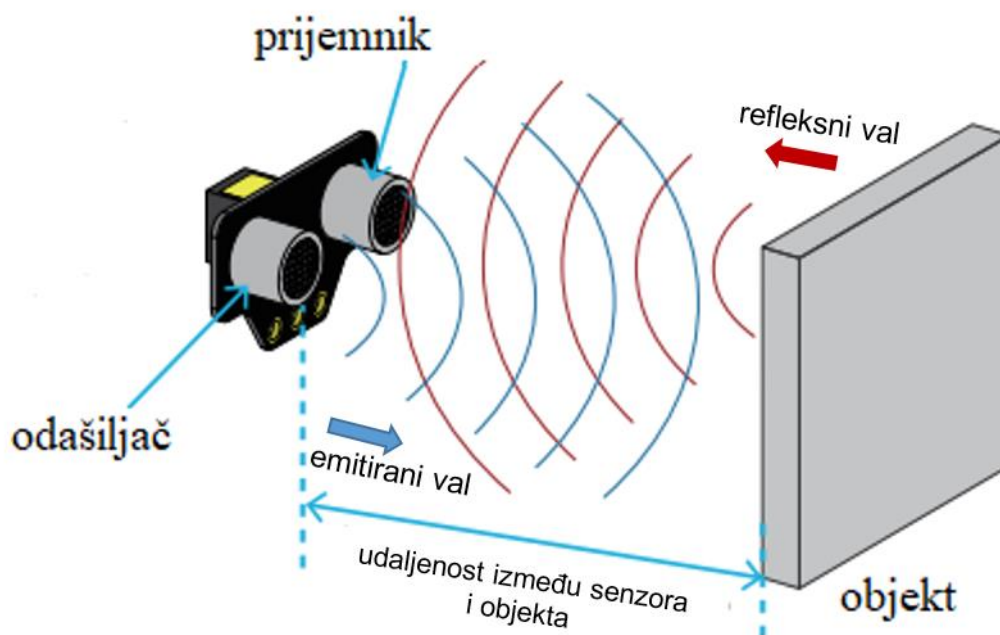
Detektor pokreta je uređaj čija je namjena detektirati kretanje u objektu.

Osnovna podjela detektora pokreta: [2]

- Ultrazvučni senzor
- Mikrovalni senzor
- Infracrveni

#### 2.1.1.3.1. Ultrazvučni detektori pokreta

Ultrazvučni detektor pokreta djeluje na isti način kao sonar. Odašiljač emitira ultrazvučne valove frekvencije (iznad granice ljudskog sluha) 20 [kHz], a prijemnik prima reflektirane valove. Ukoliko se detektira promjena frekvencije između emitiranih i reflektiranih valova može se govoriti o kretanju u prostoru koji se nadgleda. [1]



Slika 7. Predodžba rada ultrazvučnog detektora pokreta.

Izvor: <https://education.makeblock.com/resource/mbot-programs-ultrasonic-sensor/>

Prednosti:

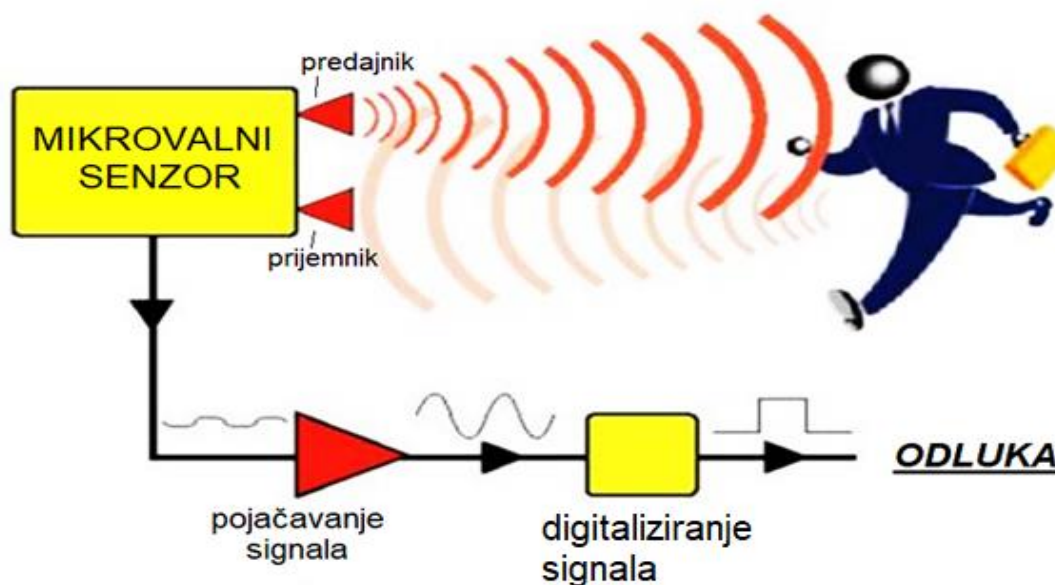
- otporan na termičke promjene
- ne smeta mu radio frekvencije
- pogodan za zaštitu unutarnjih prostora sa velikim staklenim površinama

Nedostatci:

- mogućnost lažnih alarmiranja (u blizini izvora buke)
- u radu ga ometa zvuk telefona ili ventilatora
- izaziva glavobolje pri dužem izlaganju [2]

#### 2.1.1.3.2. Mikrovalni detektor pokreta

Mikrovalni detektor emitira impulse elektromagnetske energije prema promatranom području. Odbijeni signal se prima, pojačava, te se u komparatoru pretvara u digitalni signal kako bi ga mikrokontroler mogao analizirati i aktivirati alarm ukoliko je potrebno. Kašnjenje signala služi za mjerenje udaljenosti objekta, dok se promjena frekvencije koristi za izračunavanje brzine kretanja objekta. [1]



Slika 8. Blok dijagram rada mikrovalnog detektora pokreta.

Izvor: <https://www.arduinoing.com/index.php/2019/05/19/arduino-controlled-microwave-sensor-2/>

Podjela mikrovalnih senzora:

- monostatički – predajnik i prijemnik se nalaze u istom kućištu
- bistatički – predajnik i prijemnik signala su razdvojeni [2]

#### 2.1.1.3.3. Infracrveni detektori pokreta

Infracrveni detektori pokreta mogu biti aktivni ili pasivni i za detekciju koriste elektromagnetsko zračenje u infracrvenom dijelu spektra koje se nalazi između mikrovalova i vidljive svjetlosti. [2]

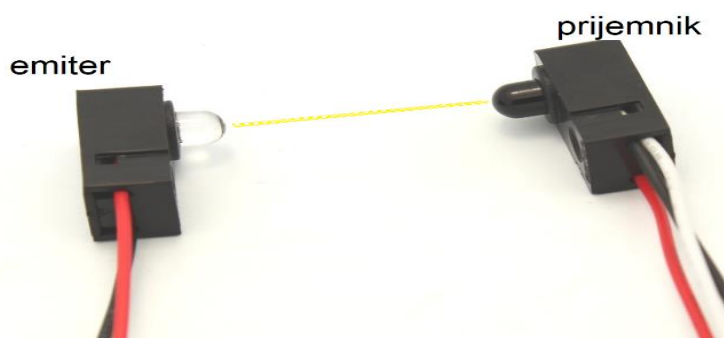
##### 2.1.1.3.3.1. Aktivni infracrveni senzori

Rade na principu emitiranja usmjerenog snopa infracrvene svjetlosti iz fotodiode prema prijemniku koji sadrži fotoelektričnu ćeliju, formirajući na taj način fotoelektričnu barijeru. [10]

Prema položaju emitera i prijemnika postoje dva tipa aktivnih infracrvenih senzora: [11]

- senzori sa direktnim infracrvenim snopom

Emiter i prijemnik su postavljeni jedan nasuprot drugoga. Emiter konstantno šalje snopove svjetlosti prema prijemniku. Kada osoba prođe između njih blokira se prolazak svjetlosnih snopova što mijenja stanje na izlazu prijemnika. Kada osoba prođe, više se ne blokira prolazak svjetlosti i izlaz prijemnika se vraća u normalno stanje.

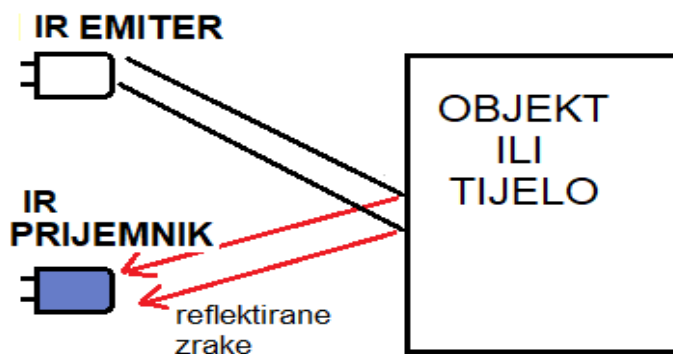


Slika 9. Predodžba izgleda aktivnog infracrvenog senzora sa direktnim infracrvenim snopom.

Izvor: <https://tinkersphere.com/sensors/2580-ir-break-beam-sensor-5mm-leds.html>

- senzori refleksije

Emiter i prijemnik postavljeni su jedan do drugoga. Emitirani infracrveni snop reflektira se od objekt te ga prijemnik detektira. U ovisnosti o refleksivnosti objekta dolazi do promjene svojstava i količine infracrvene svjetlosti.



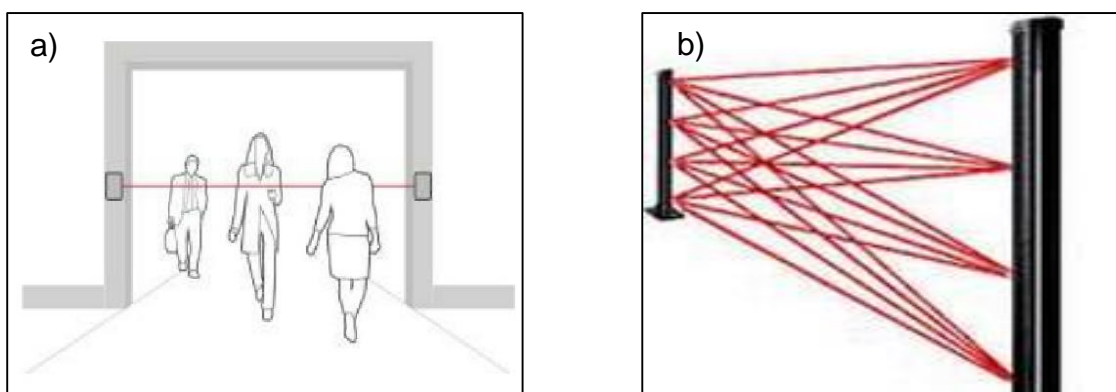
Slika 10. Predodžba rada aktivnog infracrvenog senzora refleksije.

Izvor: <https://components101.com/ir-led-pinout-datasheet>

### Primjena

U alarmnim sustavima koriste se za zaštitu prostora na način da se postavi infracrvena barijera. Svaki prolazak toplog tijela kroz barijeru se registrira, te se često upotrebljava za izradu brojača (ulaza, izlaza, posjetitelja – slika 11.a). [14]

Za bolju pokrivenost prostora ugrađuje se sa ogledalima te zajedno čine cik-cak formu (slika 11.b) Ukoliko živo biće prođe kroz barijeru detektira se prisutnost i aktivira se alarm. [15]

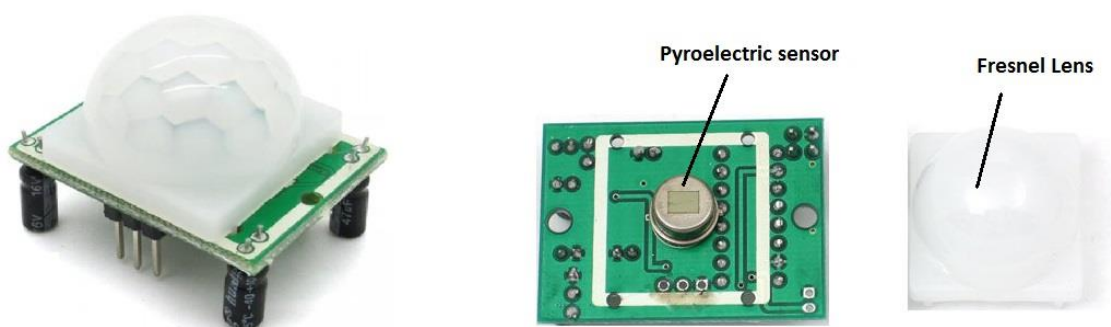


Slika 11. Predodžba primjene aktivnog IC senzora. [14]; [15]

### 2.1.1.3.3.2. Pasivni infracrveni senzor

Piroelektrični infracrveni senzor<sup>1</sup> (PIR) dobro je poznati detektor prisutnosti. Zbog niskih troškova i potrošnje energije, nenametljive interakcije i zaštite privatnosti često se koristi za sustave praćenja kretanja, identificiranje subjekata u pokretu i brojanje ljudi koji ulaze ili izlaze u sobu ili zgradu. [16]

Sastoji se od piroelektričnog elementa i fresnelove leće. Piroelektrični element ima dvije polovice, dva pravokutna proreza kroz koje prodire infracrveno zračenje. Iza svakog proreza je senzor s elektrodama pričvršćenim na način da jedan senzor daje pozitivan izlazni signal, a drugi negativni izlazni signal. [17]



Slika 12. Predodžba PIR senzora.

Izvor: <https://electronics hobbyists.com/pir-motion-sensor-with-arduino-hc-sr01-pir-motion-sensor-arduino-interfacing/>

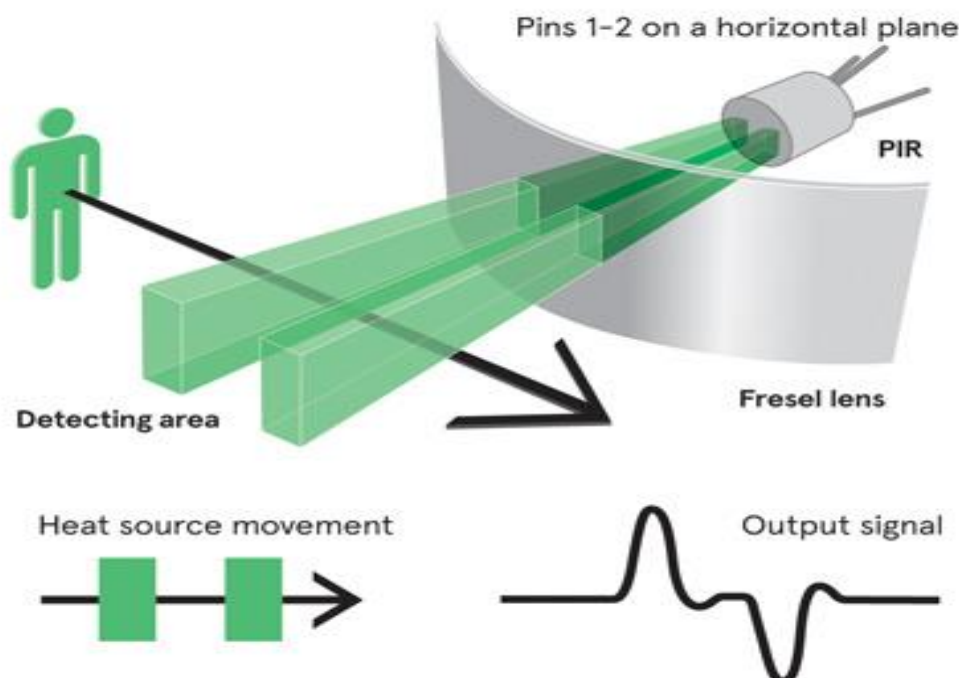
Na slici 13. prikazan je princip rada PIR senzora. Sve dok se ne otkrije toplo tijelo, obje polovice senzora primaju istu količinu infracrvenog zračenja i njihovi su signali isključeni. Ljudi i životinje emitiraju toplinsku energiju u obliku infracrvenog zračenja. Prođu li kroz zonu detekcije senzora, registrirat će se pokret pri čemu će prvo reagirati jedna polovica što će uzrokovati pozitivnu promjenu, odnosno rast izlaznog signala. Kod napuštanja područja detekcije, dogoditi će se suprotna stvar jer će senzor stvoriti negativnu diferencijalnu promjenu, tj. pad izlaznog signala. Kada tijelo više ne bude na području detekcije,

---

<sup>1</sup> Nadalje u radu piroelektrični infracrveni senzor = PIR senzor.



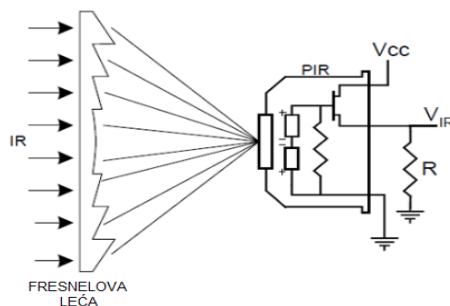
ponovno će obje polovice senzora primiti istu količinu infracrvenog zračenja i njihovi će se signali isključiti. [17]



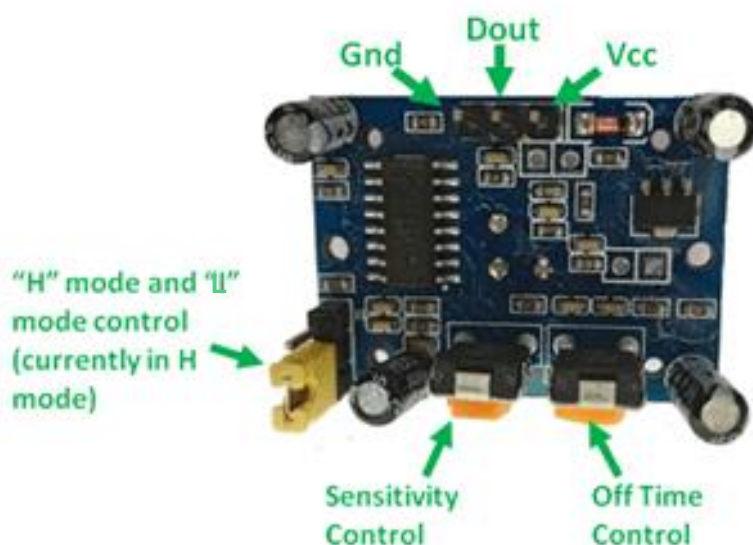
Slika 13. Predodžba rada PIR senzora.

Izvor: <https://www.avnet.com/wps/portal/abacus/resources/article/adapting-pir-sensor-technology-to-new-applications/>

PIR senzori se uglavnom razlikuju po cijeni i osjetljivosti. Pravu razliku čini optička leća. Postavljanjem fresnelove leće povećava se raspon osjetljivosti senzora, te širina i domet otkrivanja uzoraka. Slika 14. pokazuje kako funkcionira fresnelova leća.



Slika 14. Predodžba rada fresnelove leće. [17]



Slika 15. Predodžba poledine PIR senzora.

Izvor: <https://components101.com/hc-sr501-pir-sensor>

Većina PIR senzora ima tri priključka koja se nalaze njegovoj poledini. Njihov opis biti će ponuđen u tablici 1.

Tablica 1. Konfiguracija priključaka u PIR senzoru. [20]

Broj priključka	Naziv priključka	Opis
1	Vcc	Uobičajeno ulazni napon je 5V, iako može imati raspon od 4.5V - 12V.
2	Dout	<ul style="list-style-type: none"> <li>visoki digitalni impuls (3.3V) kada se aktivira (detektira pokret)</li> <li>digitalno nizak impuls (0V) u praznom hodu (nije uočeno kretanje)</li> </ul>
3	GND	Spaja se na uzemljenje.

Na pločici se nalaze dva potencijometra za podešavanje parametara:

- podešavanje osjetljivosti – postavlja najveću udaljenost koju detektira kretanje. Okretanjem potencijometra u smjeru kazaljke na sat povećava se osjetljivost. U krajnjem desnom položaju domet se postavlja na približno sedam metara. Okretanjem u suprotnom smjeru dolazi do snižavanja osjetljivosti. U krajnjem lijevom položaju domet se postavlja na približno tri metra.
- podešavanje vremenskog odgađanja – određuje koliko dugo će izlaz nakon otkrivanja pokreta ostati visok. Okretanjem parametra u smjeru kazaljke na satu povećava se vremensko odgađanje, dok se u suprotnome smjeru smanjuje.

Ovaj senzor ima dva načina rada:

- ponovljivi način rada H – u ovom načinu rada signal ostaje visok dokle god se detektira kretanje. Svakom detekcijom, vremensko odgađanje se ponovno pokreće što omogućava kontinuirano praćenje.
- neponovljivi način rada L – u trenutku otkrivanja osobe koja se nalazi u dometu, signal poraste i aktivira se vremensko odgađanje. Signal ostaje visok (3.3 V) do kraja odgađanja. Takav način rada onemogućuje kontinuiranu detekciju.

## 2.2. PLC- Programabilni Logički Kontroler

Programabilni logički kontroler<sup>2</sup> je industrijsko računalo koje se koristi u svrhu automatizacije procesa. Prvotno je izumljen kako bi zamijenio sekvencijalne relejne krugove u automobilske industriji koji su bili podložni trošenju i kvarenju. Razvojem PLC-a uvelike se smanjuje ožičenje i potrošnja struje. Omogućuju se bolji uvjeti i kvaliteta rada, te se povećala produktivnost. [21]

Konstantnom razvoju PLC-a doprinosi:

- jednostavnost programiranja
- velika brzina odziva
- mrežna kompatibilnosti
- lako otklanjanje grešaka i testiranje
- upravljanje složenom logikom

Nisu isplativi za male sustave koji se mogu realizirati s par releja te za sustave kod kojih nije potrebna izmjena funkcije nakon nekog vremena. Osjetljivi su na radno okruženje (visoke temperature, vlažnost, vibracije, električne smetnje) koje može utjecati na njihov radni životni vijek. Navedeno predstavlja njihove nedostatke u radu.



Slika 16. Predodžba Siemens-ovog PLC-a.

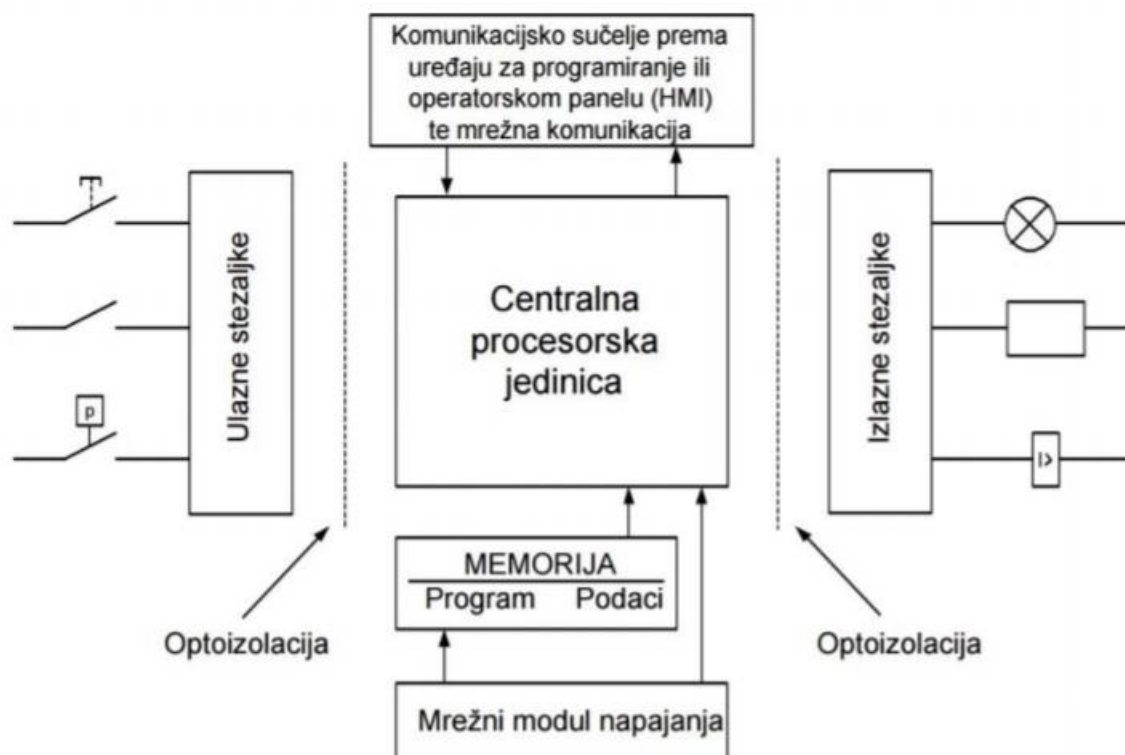
Izvor: <https://www.conrad.hr/siemens-logo%21-12%2F24rce-logo%21-power-plc-upravljacki-modul-12-v%2Fdc%2C-24-v%2Fdc>

<sup>2</sup> Nadalje u radu programibilni logički kontroler = PLC.

Najnovija generacija Siemensovih logičkih modula (slika 15.) omogućava jednostavniju instalaciju. Svi uređaji su opremljeni Ethernet portom i kompatibilni su sa prethodnim verzijama. Sastoje se od 7 digitalnih i 3 analogna modula uz maksimalnu konfiguraciju koja dopušta 24 digitalna ulaza, 20 digitalnih izlaza, 8 analognih ulaza i 8 analognih izlaza. Temperaturno radno područje je od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+55^{\circ}\text{C}$ . [23]

### 2.2.1. Arhitektura PLC-a

Uređaj se sastoji od centralne procesorske jedinice (CPU), ulaznih i izlaznih dijelova koji mogu biti analogni ili digitalni, memorije, napajanje i komunikacijskog sučelja. Uz nabrojeno potrebno je naglasiti i uređaj na kojem se programira PLC, a to je osobno ili prijenosno računalo. [21]



Slika 17. Predodžba strukture PLC-a. [21]

Centralna procesorska jedinica je mozak programibilnog logičkog kontrolera. Brine se o komunikaciji i međusobnoj povezanosti ostalih dijelova PLC-a. Čita stanje svih (analognih i digitalnih) ulaza, logički ih obrađuje u skladu sa korisnikovim programom i na kraju postavlja izlaza. [24]

Ulazni dio PLC-a čine priključne vijčane stezaljke na koje se spajaju različite vrste senzora i ulaznih uređaja. Oni primaju signale o stanju u okolini koji se prilagođava procesoru za čitanje. Informacije koje procesor prima mogu biti analogne i digitalne. Veličina analognog signala je proporcionalna veličini varijable koja se nadgleda (npr. naponski signal 0-10 VDC s mjernog pretvornika tlaka, temperature, ...). Digitalna ulazna informacija može biti signal sa sklopke, senzora ili tipkala.

Izlazni dio PLC-a čine priključne vijčane stezaljke na koje se spajaju izvršni uređaji iz procesa kojima PLC šalje digitalne i analogne signale te na taj način upravlja procesom. Digitalan izlaz radi kao prekidač dok se analogni koristi za generiranje analognog signala. [21]

Kako između ulaznih stezaljki i centralne procesorske jedinice, tako i između izlaznih stezaljki i centralne procesorske jedinice nalazi se optoizolacija. Njezina svrha je galvanska izolacija vanjskih i unutarnjih strujnih krugova. [25]

Memorija sustava je mjesto gdje se pohranjuju sve instrukcije i svi korisnički programi. Procesor PLC-a koristi dvije vrste memorije: RAM (eng. random access memory) i EEPROM (eng. electrically erasable programmable read only). RAM memorija je memorija sa izravnim pristupom koja omogućuje korisniku zapisivanje i mijenjanje programa i podataka. Podržana je baterijom kako se pri nestanku napajanja ne bi izgubili podaci (koji se ipak mogu izgubiti ako se baterija isprazni). EEPROM ili električki obrisiva programabilna memorija namijenjena isključivo za čitanje je vrsta memorije za trajnu pohranu podataka bez obzira na napon napajanja.

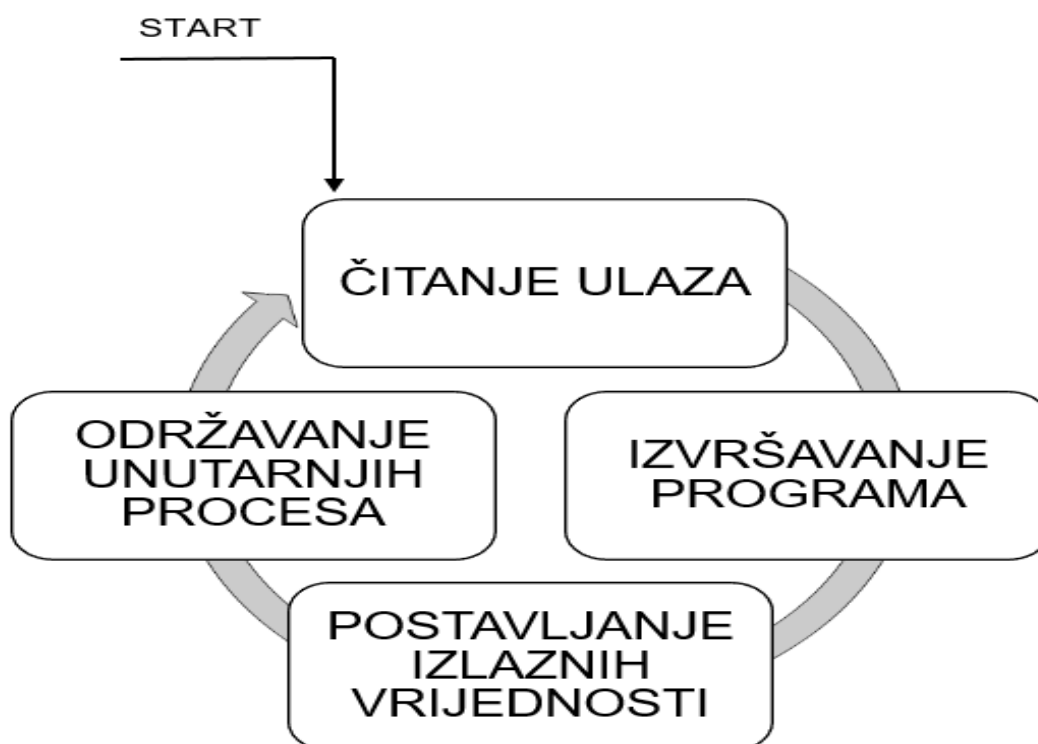
Napajanje se koristi za dovođenje električne energije centralnoj procesorskoj jedinici. Standardni ulazi napajanja PLC uređaja su: 120/230 VAC i 24 VDC.

Komunikacijsko sučelje ima višestruku namjenu. Glavna namjena mu je komunikacija sa računalom na kojem se piše upravljački program. Ono omogućava i povezivanje sa raznim vrstama operatorskih panela te komunikaciju modemsom vezom. [21]

Modul za proširenje je poseban uređaj koji na sebi ima dodatne ulazne i/ili izlazne stezaljke koje pružaju mogućnost proširenja PLC-a. Komunikacijskim kablom povezuje se na PLC. Preporuka je da osnovni uređaj i modul za proširenje koriste isti izvor napajanja. [24]

### 2.2.2. Ciklus rada PLC uređaja

Osnova rada PLC-a je kontinuirano očitavanje promjena na ulazu te korigiranje stanja na izlazu. Ta obrada podataka prikazana je na slici 17. i ciklički se vrti u beskonačnoj petlji.



Slika 18. Predodžba ciklus-a rada PLC-a.

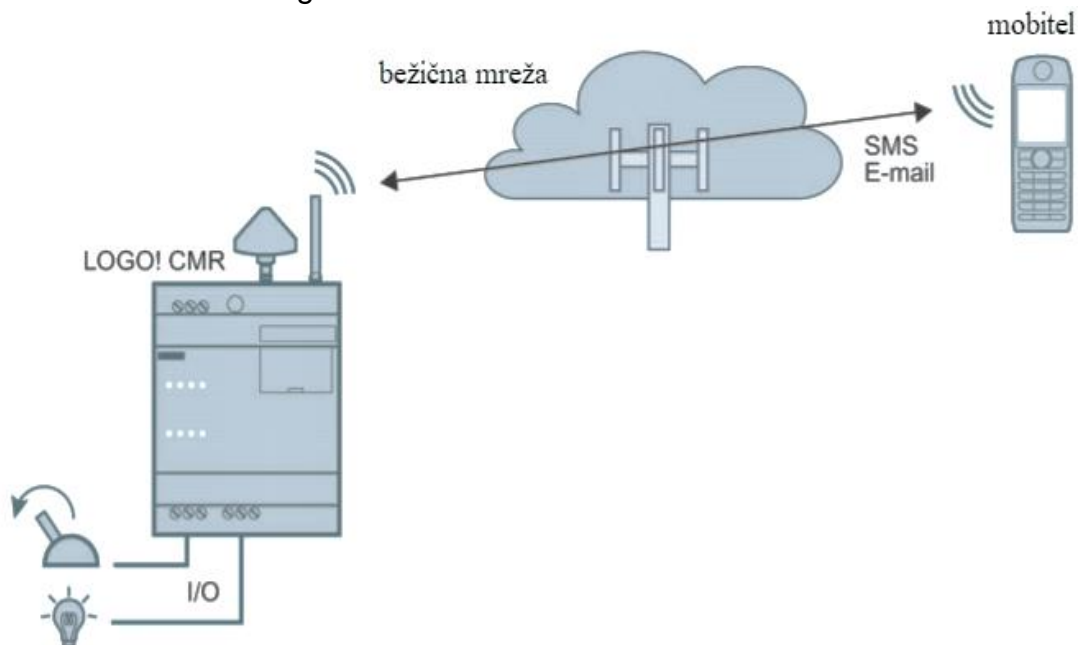
[Izvorno autor]

Ciklus obrade podataka je podijeljen u četiri dijela: [21]

- Čitanje ulaznih vrijednosti – očitava se stanje koje daju uređaji spojeni na ulaze (senzori, prekidači, i sl.) te se spremaju u memoriju centralne procesorske jedinice.
- Izvršavanje programa – izvršavanje programske logike korisnički definiranog programa.
- Postavljanje izlaznih vrijednosti – podešavanjem napona na izlaznim priključcima upravljamo stanjem spojenih uređaja.
- Održavanje unutarnjih procesa – odvijaju se operacije potrebne za funkcioniranje operativnog sustava PLC-a te komunikacija sa vanjskim jedinicama.

### 2.2.3. Bežična komunikacija Siemensovih modula

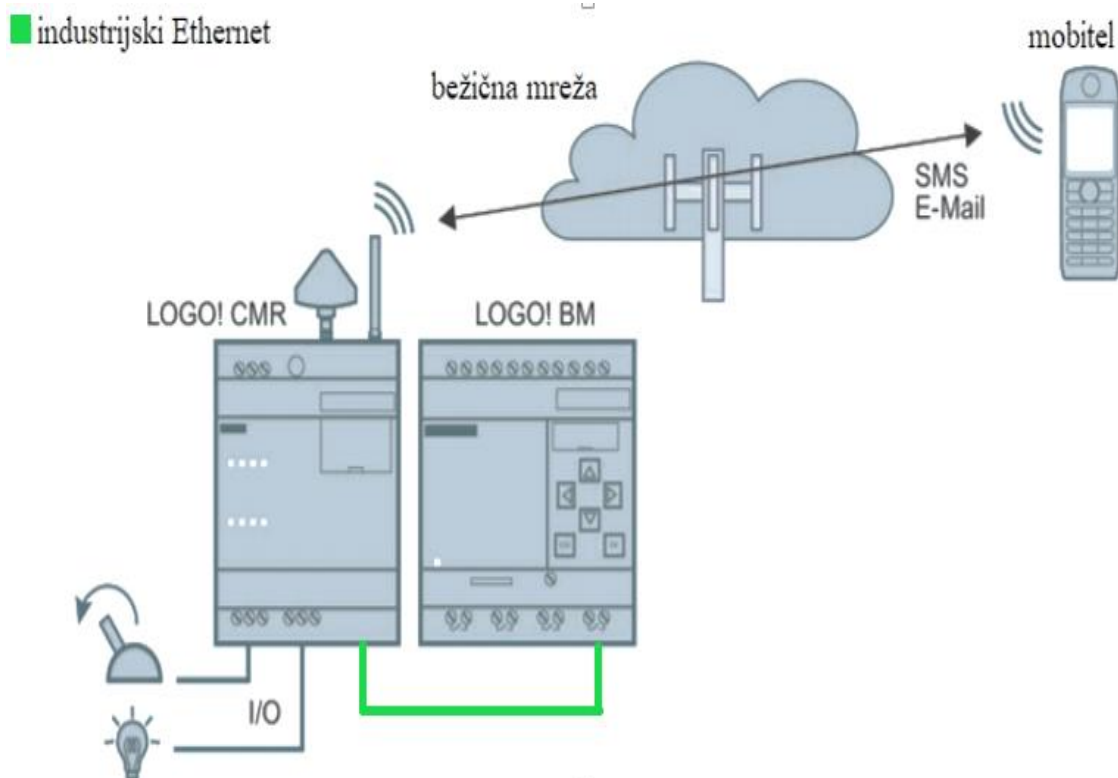
Pomoću komunikacijskog (CMR- eng. Communication Module Radio) modula korisnik je u svakom trenutku povezan sa sustavom koji je upravljani preko PLC-a. CMR može stajati zasebno (slika 19.) pri čemu se ograničava na samo dva slobodna digitalna ulaza i izlaza.



Slika 19. Predodžba bežičnog povezivanja komunikacijskog modula i mobitela. [26]



Može se povezati i sa logičkim modulom BM preko Ethernet lokalne mreže kao što je prikazano na slici 20. U tom slučaju ima osam dodatnih mjesta za spajanje digitalnih ulaza i tri za izlaze. Ukoliko je potrebno može se proširiti sa još jednim logičkim modulom.



Slika 20. Predodžba bežične komunikacije ostvarene logičkim modulom BM. [26]

U oba slučaja CMR se spaja antenom koja se povezuje na bežičnu mrežu. Omogućena je dvosmjerna komunikacija. Korisnik CMR-u šalje predefiniране SMS-ove o informacijama u sustava ili promjeni stanja na izlazu. Korisnički modul zatim interpretira sadržaj i šalje povratnu informaciju samo brojevima koji su navedeni u postavkama. Osim odgovora na zahtjeve šalje SMS poruke i e-mailove o stanju signala na ulazima i alarmnim stanjima ukoliko dođe do njih. [26]

Još jedna od mogućnosti je povezivanje na web server. Pri čemu se prethodno u programu mora odobriti udaljeni pristup. U pretraživač se upiše IP adresa logičkog modula, te se s korisničkim imenom i lozinkom prijavi na njega. [27]

Povezivanje na LOGO web server omogućava:

- pregled aktivnih poruka sa logičkih modula na virtualnom zaslonu
- promjenu određenih parametara
- uključivanje pulsni ulaza
- uključivanje kontinuiranih signala visoke razine
- isključivanje aktivnih poruka

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

Za eksperimentalni dio završnog rada napravljeno je idejno rješenje sustava detekcije ulaza i izlaza iz prostorije. Ukratko je objašnjeno koji senzori bi se trebali koristiti pri izradi sustava i kako bi oni bili raspoređeni. Prikazan je i program te je objašnjena logika koja stoji iza njega.

#### 3.1. Odabir senzora

Kako bi se dobila obavijest o otvorenosti ili zatvorenosti vrata i prozora koriste se magnetski prekidači za vrata i prozor.

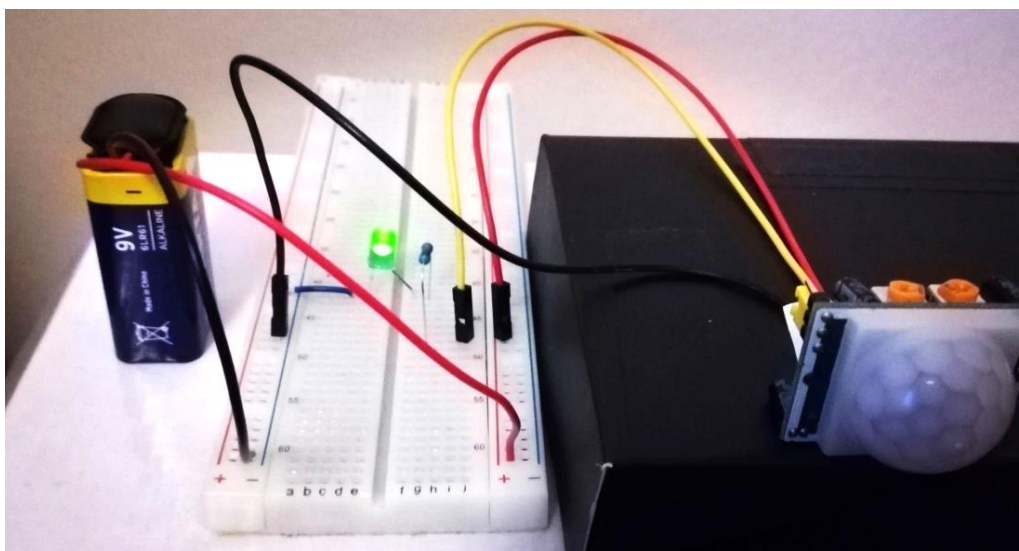
Za brojanje ulaza koristite se PIR senzori. Kako ne bi došlo do preklapanja signala potrebno je ukloniti fresnelovu leću. Njezino uklanjanje daje široku zonu detekcije. Potrebno je suziti detekcijsko područje da senzor reagira samo na horizontalne promjene infracrvenog zračenja. Na taj način bi senzor registrirao samo prolazak živog bića na postavljenoj visini.

Za brojanje izlaza također bi se trebali koristiti pasivni infracrveni senzori. Korištenjem aktivnih infracrvenih senzora postoji mogućnost odbijanja infracrvenih zraka kod prolazaka kroz zonu detekcije, pri čemu može doći do aktiviranja PIR senzora.

#### 3.2. Ispitivanje detekcijskog područja

Za jednostavno ispitivanje detekcijskog područja na izlaz PIR senzora se spaja LED dioda. U ovome slučaju povezuju se na eksperimentalnu pločicu (eng. breadboard), a napajanje ide preko baterije 9V. Kako se ne bi uništila LED dioda potrebno joj je ograničiti struju, a to se postiže postavljanjem odgovarajućeg otpornika.

Na potencijometrima senzora se postavlja osjetljivost i vremensko odgađanje. Osjetljivost će se mijenjati, ovisno o vrsti ispitivanja, dok će vremensko odgađanje uvijek biti postavljeno na najmanje (5 s). Osim toga, postavlja se i ponovljivi način rada H koji dopušta kontinuirano detektiranje.



Slika 21. Predodžba povezivanja PIR senzora sa LED diodom.

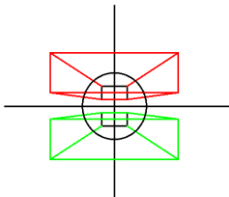
[Izvorno autor]

Senzor se postavlja na udaljenost tri metra<sup>3</sup> od zida na kojem se nalazi koordinatni sustav kako bi se što vjernije ispitalo funkcioniranje idejnog sustava. Ishodište koordinatnog sustava je okomito sa centrom senzora. Područje detekcije senzora ispituje se prolaskom i mahanjem rukom. Dok ne svijetli dioda tijelo je van zone detekcije. Tada se ispituje uže područje, tj. prilazi se centru koordinatnog sustava. Paljenje diode označava da je senzor detektirao pokret na tom području.

Prvo se ispituje razlika između normalno postavljenog PIR-a i rotiranoga za 90°. Za navedena ispitivanja osjetljivost senzora je namještena na najnižu (domet je oko 3 m). U oba slučaju senzor ima široko detekcijsko područje, reagira na kretanja i 2 m od koordinatnog sustava. Zbog ograničenosti prostora senzor se postavlja na udaljenost 0,3 m od područja ispitivanja. Normalno postavljeni senzor reagira na kretanja  $\pm 0,4$  m po x-osi i  $\pm 0,5$  m po y-osi. Kod rotiranog senzora samo su se zamijenile x i y-os, što znači da se širina detekcijskog područja povećala na  $\pm 0,5$  m, a visina smanjila na  $\pm 0,4$  m. Zatim se preko senzora postavlja papirnata cjevčica koja ograničava detekcijsko područje. Mijenjanjem osjetljivosti senzora mijenja se širina detekcijskog područja. Najuže zabilježeno područje je na polovici vrijednosti potencijometra (oko 5 m).

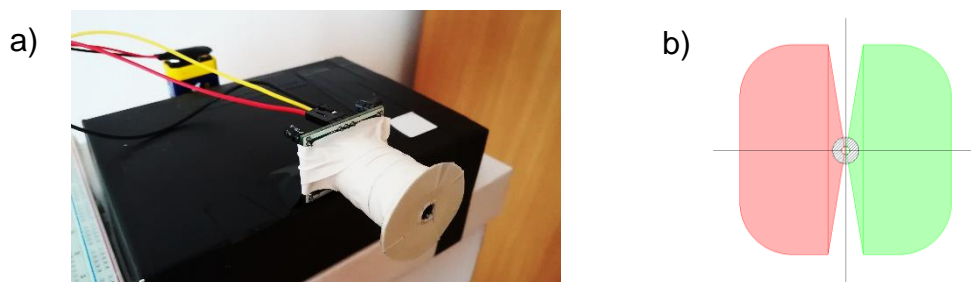
<sup>3</sup> Nadalje u radu metar = m.

Tablica 2. Načini ispitivanja detekcijskog područja

način ispitivanja			
opis	PIR senzor bez fresnelove leće	PIR senzor bez fresnelove leće, rotiran za 90°	Papirnata cjevčica L=50 mm d= 0,8 mm
kretanje	bolje reagira na brza kretanja	bolje reagira na sporije kretanje	podjednako reagira na brzo i polagano kretanje
detekcijsko područje	 - široka zona detekcije (kut pokrivanja <math><110^\circ</math>)	 - nešto uža zona detekcije gledano po y-osi	 - ovisno o postavljenoj osjetljivosti mijenja se i područje detekcije - najuže zabilježeno područje 0,43x0,28 m
mane	detektira svako kretanje u prostoriji	- detektira 50% prolazaka - izrazito osjetljiv na vanjske utjecaje (reagira na puhanje vjetra)	detektira 70% prolazaka

Ti načini nisu dali dovoljno usko područje detekcije, zbog čega se preko senzora postavlja papirnata tuba. Nasuprot senzora (na kraju tube) nalazi se otvor (rupa promjera nekoliko milimetara) kroz koji će prolaziti infracrvena svjetlost. Detekcijsko područje ovisi o promjeru rupe. Kod korištenja premale rupe dolazi do ogiba ili difrakcije. Ogib je fizikalna pojava koja nastaje zbog skretanja

valova iza ruba zapreke na koju valovi naiđu. Kroz ispitivanje najbolje rezultate je dala tuba duljine 35 mm i promjera 5 mm. Nije moguće precizno ispitati detekcijski spektar na traženoj udaljenosti, ali senzor najbolje reagira pri centru koordinatnog sustava  $\pm 0,1$  m.



Slika 22. Predodžba izgleda a) tube; b) detekcijskoga područja  
[Izvorno autor]

Za dodatnu provjeru senzor se postavlja na visinu 1,8 m. Subjekt visine 1,61 m prolazi ispred senzora te ga on ne registrira. Zatim se senzor spušta na visinu 1,75 m, pri čemu se također ne aktivira LED dioda. Na visini 1,7 m dolazi do detekcije. Poblizje se ispituje područje između 1,7 m i 1,75 m. Granica na kojoj senzor ne registrira prolazak je 1,73 m, što je 0,12 m u odnosu na visinu subjekta.

Provedeno je ispitivanje i sa psom visine 0,34 m. Visine na koju se postavlja senzor je 0,2 m i 0,5 m. Na 0,2 m registrira se kretanje dok na 0,5 m dioda ostaje ugašena.

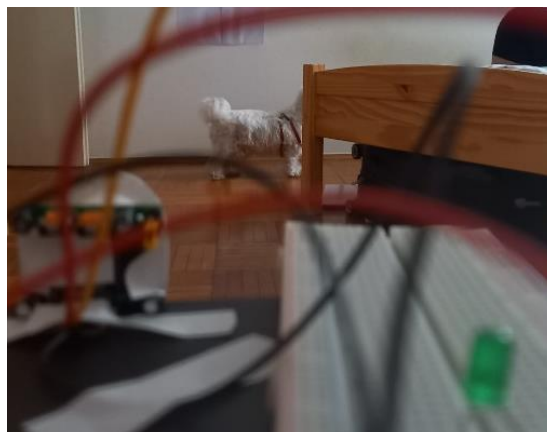


Slika 23. Predodžba visine psa.  
[Izvorno autor]

a)



b)



Slika 24. Predodžba reagiranja PIR senzora na visini: a) 0,2m; b) 0,5 m  
[Izvorno autor]

U obzir treba uzeti nesavršenost mjerne opreme. Korištenjem kvalitetnije opreme moguće je dobiti preciznije rezultate.

### 3.3. Raspored senzora

U ovom idejnom rješenju prostorija ima jedna vrata i dupli prozor. Prema tome upotrebljavaju se tri magnetska prekidača koja se postavljaju na okvir vrata i prozora, dok se njihov balansirajući dio postavlja na pokretni dio.

PIR senzore za brojanje ulaza kroz vrata postavljaju se na bočni zid od vrata, na udaljenost 0,15 metara. Senzor za brojanje izlaza također se postavlja na bočni zid, ali na udaljenost 0,2 m. Preko svakog PIR senzora se postavlja tuba kako bi se dobilo usko područje detekcije koje se neće preklapati sa područjem drugog senzora.

Isti senzori koriste se i za detekciju ulaza kroz prozor, ali su oni postavljeni na bočnom zid na udaljenosti 0,5 m (odnosno 0,55 m za brojanje izlaza) od prozora. Ta udaljenost je izabrana jer mačke i psi pri silasku sa prozora skoče i prevale određenu udaljenost.

U tablici 3. navedena je visina na koju se postavljaju senzori za detekciju, mačaka, pasa, djece i ljudi. Na temelju prosječnih visina mačaka [28 ] i pasa [29]

određena je visinu na koju se postavljaju senzori za njihovo uočavanje. Senzor koji će detektirati djecu postavljen je na visinu 0,9 m, ali zbog detekcijskog područja reagira i na kretanja na 0.8 m što je prosječna visina dvogodišnjaka. [30]. Visina senzora koji će detektirati ljude je proizvoljno određena jer je velika razlika između visine muškaraca i žena.

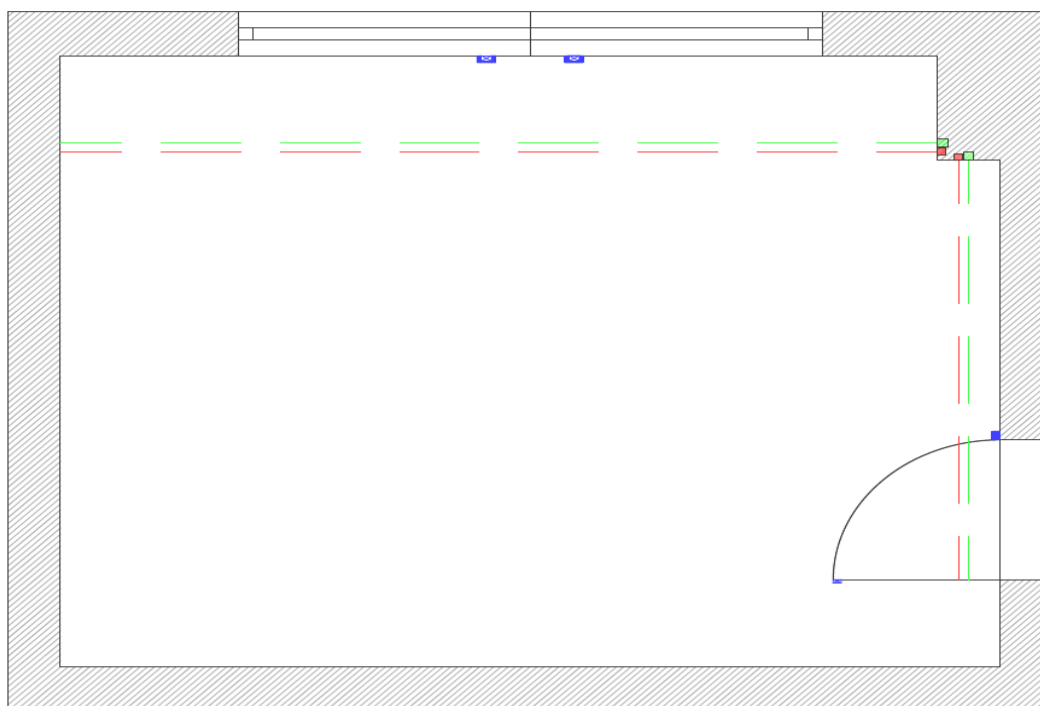
Tablica 3. Visina na koju se postavljaju senzori za detekcije navedenih kategorija

PIR senzor detektira	visina na koju se postavlja senzor
mačke	0,2 m
pse	0,5 m
djecu	0,9 m
ljude	1,67 m
izlaz	0,15 m



### 3.4. Tlocrt prostorije

Raspored senzora je bolje vidljiv prema skici tlocrta (slika 25.) koja je izrađena u AutoCAD-u. i na kosoj projekciji prostorije (slika 26.)



Slika 25. Predodžba skice tlocrta prostorije.

[Izvorno autor]

Tumač boja:

- PIR senzor za brojanje ulaza
- PIR senzor za brojanje ulaza
- magnetski prekidač



Slika 26. Predodžba prostorije i raspored senzora u njoj.

[Izvorno autor]

### 3.5. Izrada programa i princip rada

Za funkcioniranje sustava potrebno je izraditi adekvatan program. Software koji se koristio za izradu programa je LOGO! Soft Comfort koji programira Siemensov PLC. [31] Moguće je izabrati između dva grafička programska jezika: ljestvičasti dijagram (LD-Ladder Diagram) i funkcijski blokovski dijagram (FBD-Function Block Diagram).

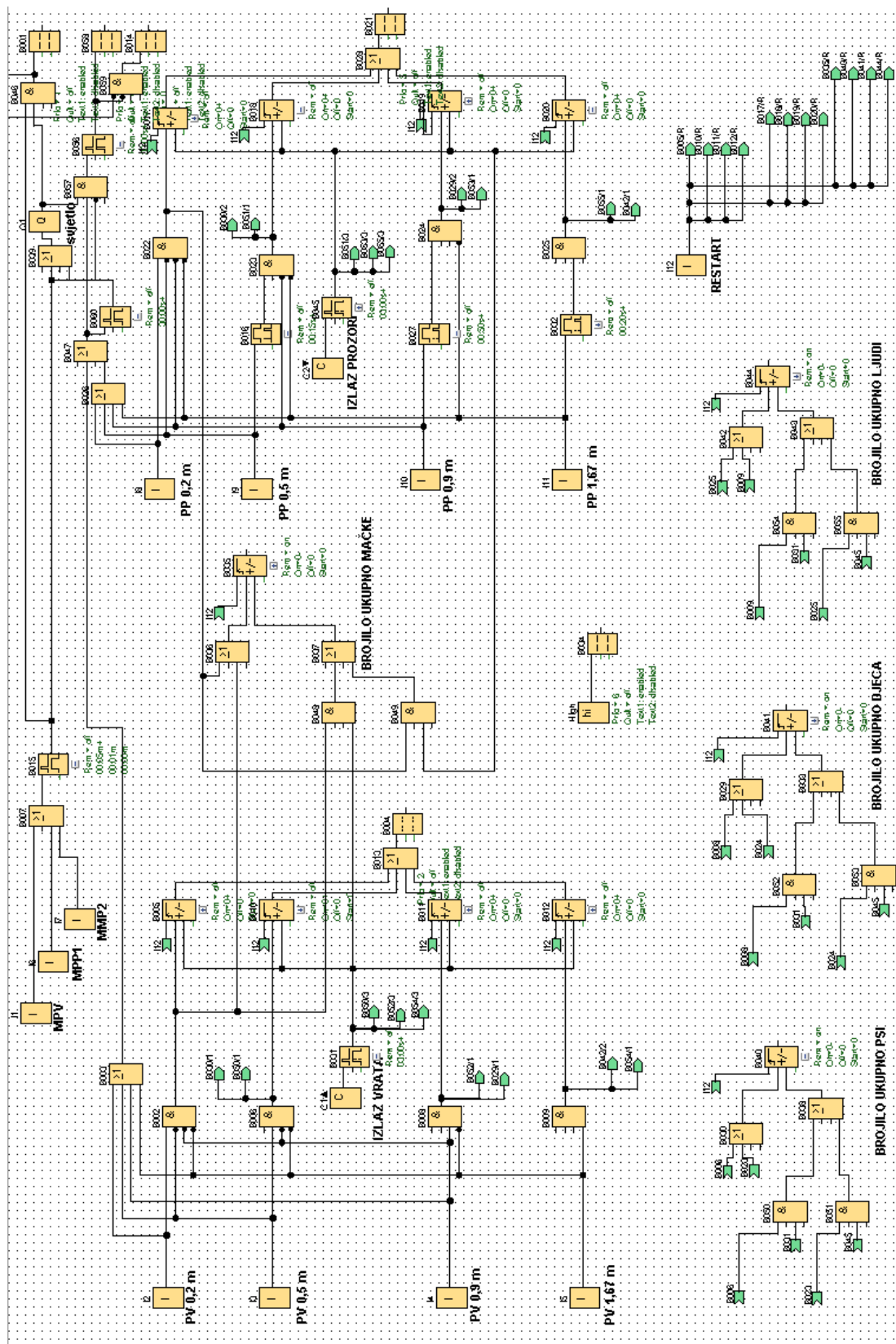
Za idejno rješenje sustava detekcije mačaka, pasa, djece i ljudi u zatvorenom prostoru korišten je funkcijski blokovski dijagram. Njegove prednosti su preglednost i jednostavnost praćenja programa, izrazito je praktičan osobama koje su upoznate sa logičkom algebrom i digitalnom elektronikom.

U tablici 4. navedeni su ulazi koji se koriste za izradu programa. Svi ulazi su digitalni. Od  $I_1$  do  $I_5$  su senzori koji detektiraju promjene na vratima, a od  $I_6$  do  $I_{11}$  promjene koje se događaju kod prozora.  $C_1$  i  $C_2$  služe za brojanje izlaza, dok je  $I_{12}$  prekidač za restart.

Tablica 4. Korišteni ulazi za izradu programa

broj ulaza	simbol	komentar
C <sub>1</sub>	IZLAZ VRATA	PIR senzor za detektiranje izlaza na vratima
C <sub>2</sub>	IZLAZ PROZORI	PIR senzor za detektiranje izlaza na vratima
I <sub>1</sub>	MPV	magnetski prekidač na vratima
I <sub>2</sub>	PV 0,2m	PIR senzor za detekciju mačaka (vrata)
I <sub>3</sub>	PV 0,5m	PIR senzor za detekciju pasa (vrata)
I <sub>4</sub>	PV 0,9m	PIR senzor za detekciju djece (vrata)
I <sub>5</sub>	PV 1,67m	PIR senzor za detekciju ljudi (vrata)
I <sub>6</sub>	MPP1	magnetski prekidač na prozoru 1
I <sub>7</sub>	MPP2	magnetski prekidač na prozoru 2
I <sub>8</sub>	PP 0,2m	PIR senzor za detekciju mačaka (prozori)
I <sub>9</sub>	PP 0,5m	PIR senzor za detekciju pasa (prozori)
I <sub>10</sub>	PP 0,9m	PIR senzor za detekciju djece (prozori)
I <sub>11</sub>	PP 1,67m	PIR senzor za detekciju ljudi (prozori)
I <sub>12</sub>	RESTART	Prekidač koji sve vraća na 0

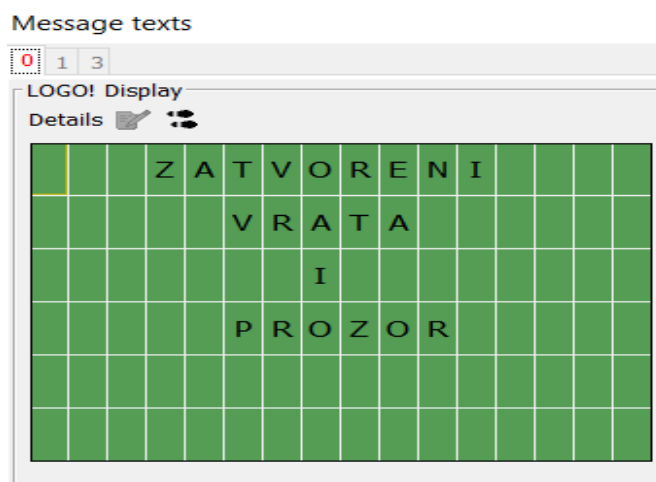
Osnovna ideja ovoga sustava je brojno praćenje mačaka, pasa, djece i ljudi koji se nalaze u prostoriji. U odabranome programu to se postiže korištenjem više brojača (eng. Up/Down Counter) koji reagiraju na različite ulaze. Predodžba cijele logičke sheme sustava vidljiva je na slici 27.



Slika 27. Predodžba logičke sheme sustava.

[Izvorno autor]

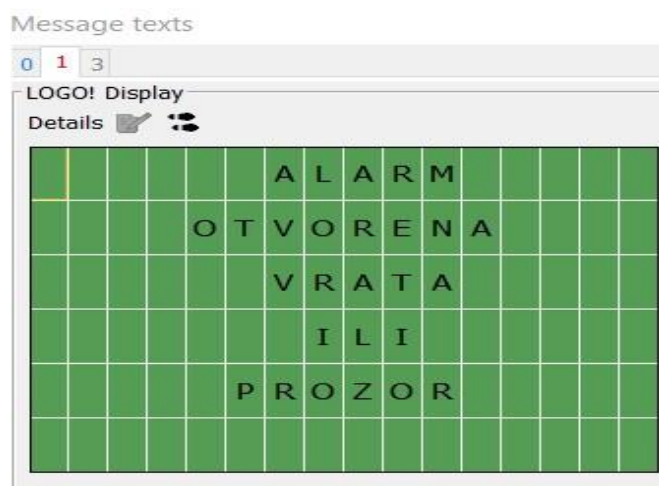
Normalno stanje sustava je dok su zatvorena vrata i prozor, a nema registriranih prolazaka.



Slika 28. Predodžba tekstualnog zaslona o zatvorenosti vrata i prozora.

[Izvorno autor]

Kada se aktivira jedan od magnetskih prekidači ili PIR senzor detektira prolazak, pali se svjetlo u prostoriji. Ukoliko se aktivira magnetski prekidač sustav izbacuje alarm o otvorenost vrata ili prozora. Svjetlo u prostorije se automatski gasi 5 sekundi nakon što oba magnetska prekidača budu u dodiru, što znači da su i vrata i prozor zatvoreni.

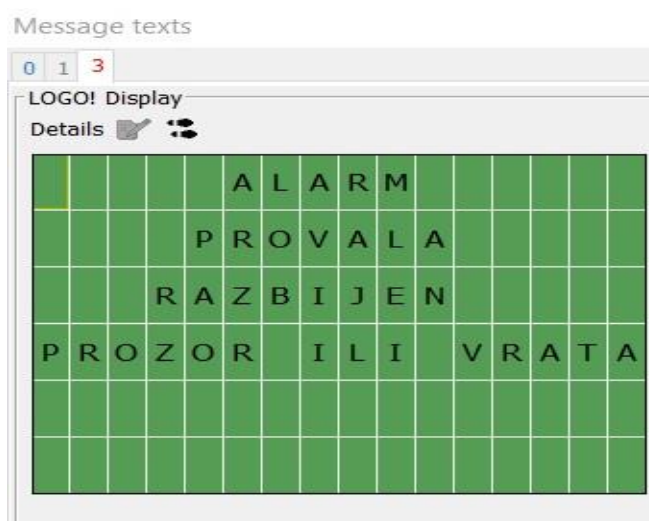


Slika 29. Predodžba tekstualnog zaslona o otvorenosti vrata ili prozora.

[Izvorno autor]

Ako sustav bilježi prolazak u (i iz) prostoriju, a magnetski prekidači nisu aktivirani, smatra se da je došlo do provale, i najvjerojatnije da je prozor razbijen.

Ukoliko je korisnik povezan sa sustavom, može dobiti obavijest o alarmu na mobitel.

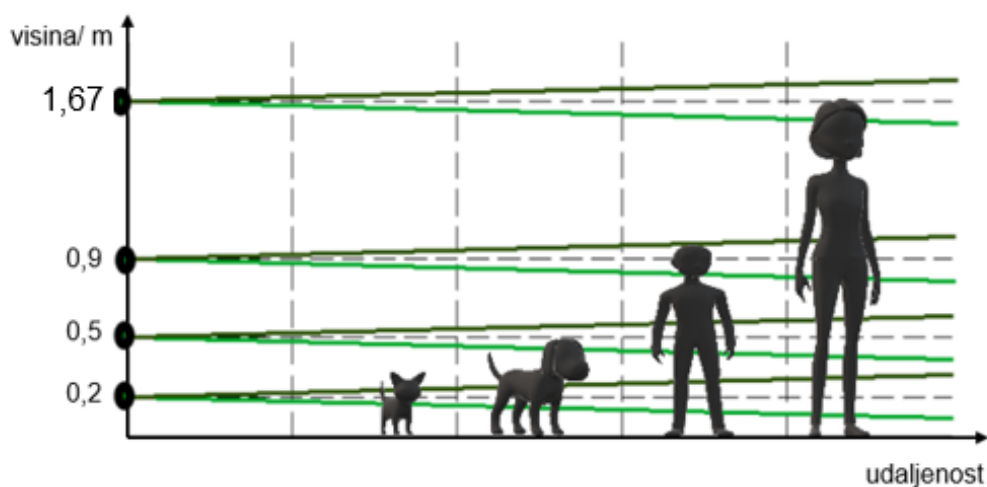


Slika 30. Predodžba alarmnog tekstualnog zaslona o provali.

[Izvorno autor]

#### Funkcija detekcije mačaka

Prosječna mačka visoka je 0,2 m i senzor za njezinu detekciju postavljen je na toj visini. Smatra se da je mačka prošla ukoliko samo senzor na toj visini registrira prolazak. Mačkama višima od prosjeka također će se registrirati prolazak, uz uvjet da nisu više od 0,38 m.



Slika 31. Predodžba zona detekcije.

[Izvorno autor]

### Funkcija detekcije pasa

Senzor za detekciju pasa, prema njihovoj prosječnoj visini, postavljen je na visinu 0,5 m. Prolaskom psa i senzor za detekciju mačaka uočava kretanje, ali se neće promijeniti brojno stanje mačaka. Programom je određeno da za bilježenje brojnog stanja određene kategorije ne smije biti aktiviran senzor na višoj razini. Uvjet detekcije prolaska psa je njegova visina između 0,39 m i 0,78 m. Ukoliko je pas niži od navedenog detektirati će senzor za mačke i svrstati će se u tu kategoriju. Sve iznad 0,79 m detektirati će senzor na višoj razini i prijeći će u sljedeću kategoriju.

### Funkcija detekcije djece

Djeca se dosta razlikuju, kako dobno, tako i rastom i razvojem. Prema tome, senzor se postavlja na 0,9 m, ali reagira i na kretanja na visini 0,8 m. To je visina prosječnog dvogodišnjaka. Sustav prepoznaje i registrira prolazak djeteta sve do aktiviranja senzora na visini 1,67 m.

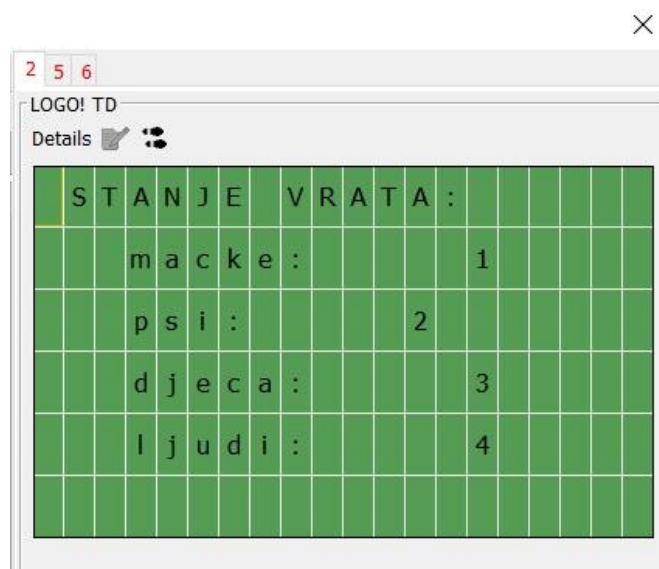
### Funkcija detekcije ljudi

Zbog velike razlike visina muškaraca i žena senzor se postavlja na visinu 1,67 m. Na promjenu brojnog stanja ljudi utječe samo senzor na toj visini. Iako će osoba svojim prolaskom aktivirati i druge senzore, brojno stanje tih kategorija neće se promijeniti.

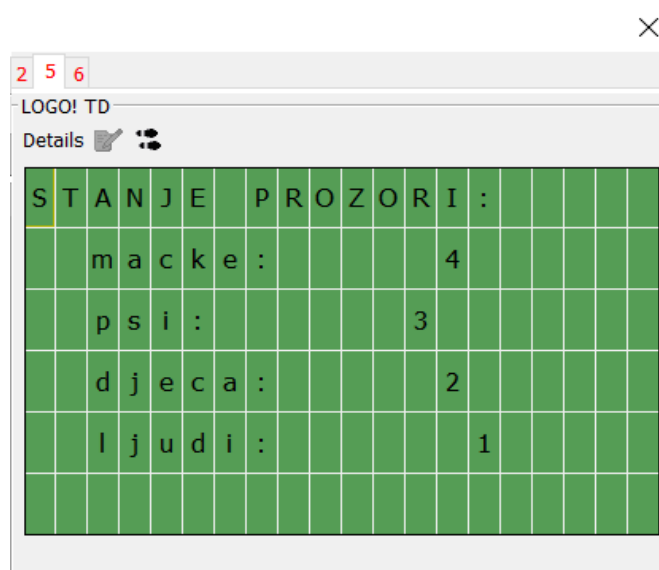
### Funkcija prepoznavanja izlaska iz prostorije

Za detekciju izlaska iz prostorije postavljeno je vremenski određeno PIR osjetilo. Njegovim aktiviranjem počinje teći vrijeme (u programu je namješteno na 3 sekunde) u kojem bi PIR senzor na određenoj visini trebao detektirati prolazak. U ovisnosti na kojoj visini se aktivirao pir senzor zna se što je izašlo iz prostorije.

Moguće je pratiti brojno stanje mačaka, pasa, djece i ljudi zasebno na vratima i prozoru, kao i ukupan broj prisutnih po kategorijama.



Slika 32. Predodžba tekstualnog zaslona s brojem mačaka, pasa, djece i ljudi koji su ušli ili izašli kroz vrata. [Izvorno autor]

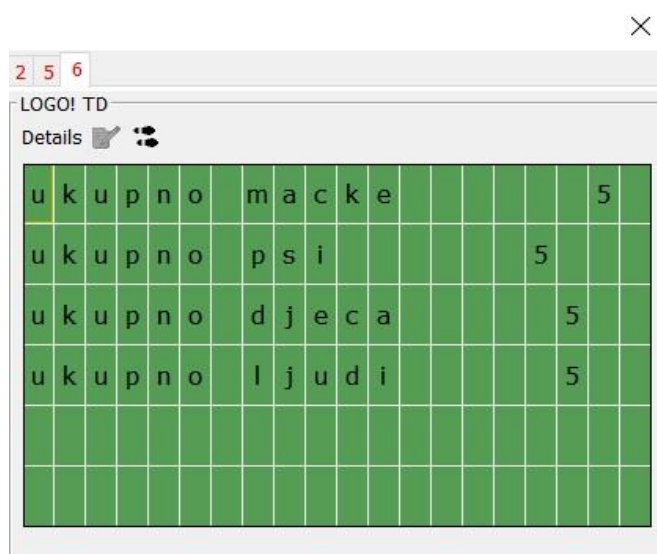


Slika 33. Predodžba tekstualnog zaslona s brojem mačaka, pasa, djece i ljudi koji su ušli ili izašli kroz prozor. [Izvorno autor]



### Funkcija „brojilo ukupno“

Funkcija brojilo ukupno biti će objašnjena na primjeru ukupnog brojila mačaka. U ovome djelu promatraju se ulazi i izlazi kroz vrata i kroz prozore. Da bi se registrirao ulazak mačke treba ju detektirati PV 0,2 m ili PP 0,2 m. Svakim aktiviranjem navedenih senzora povećava se brojno stanje mačaka. Za brojanje izlaza mačaka potrebno je ili aktiviranje C<sub>1</sub> i PV 0,2 m ili C<sub>2</sub> i PP 0,2 m. Brojilo nema ograničenja što se tiče broja ulazaka, ali postoji mogućnost ograničenja.



The screenshot shows a window titled 'LOGO! TD' with a 'Details' section. It contains a grid of 6 rows and 10 columns. The first four rows have text in the first two columns and a number in the last column. The numbers are 5, 5, 5, and 5 respectively. The text in the first two columns is 'u k u p n o' followed by 'm a c k e', 'p s i', 'd j e c a', and 'l j u d i'.

u	k	u	p	n	o					5
u	k	u	p	n	o					5
u	k	u	p	n	o					5
u	k	u	p	n	o					5

Slika 34. Predodžba tekstualnog zaslona o ukupnom broju mačaka, pasa, djece i ljudi u prostoriji. [Izvorno autor]

### Restart funkcija

Također, postoji i prekidač za restart sustava čijom aktivacijom se sve vraća na 0, ali još jedno vrijeme (ukoliko je aktiviran) ostaje uključen alarm otvorenosti vrata ili prozora ili alarm o provali.

Zbog preglednosti programa restart svih countera kao i veze za ukupna brojila (za pse, djecu i ljude) prividno su prikazani odvojeno kao zastavice. Klikom na zastavicu može se vidjeti drugi kraj veze, i ukoliko je potrebno može ih se opet spojiti. Brojilo ukupno mačke ostavljeno je sam sa svim vidljivim vezama (osim restarta) kako bi se mogla vidjeti količina potrebnih veza i predočiti kako bi sustav izgledao kada bi sve veze bile povezane bez zastavica.

### 3.6. Primjena

Primjena takvog sustava je široka.

U stambenim prostorima ide od najbanalnije, tako što se na mobitelu provjeri obavijest jesu li zatvoreni prozor kada se sprema loše vrijeme, do onih ozbiljnijih alarmnih stanja neželjenih ulaza, što je posebno bitno kada je vlasnik na putovanju ili odmoru kako bi mogao nazvati policiju; roditeljima može poslužiti kao pomoć u nadzoru djeteta, koji će im javiti nalazi li se dijete u kući/stanu te ima li još netko s njim; također je koristan alergičarima jer im javlja prisutnost životinja u prostoru na koje bi mogli biti alergični.

U turizmu, (pri tom misleći na muzeje, galerije, izložbe, trgovačke centre i toplice) se osim detekcije neželjenih kretanja van radnog vremena može koristiti kao brojač posjetitelja koji će točno znati u svakom trenutku koliko osoba se nalazi u prostoru (jedan primjer brojača posjetitelja je NP Krka koji ga koristi kako bi ograničio da se u istom trenutku unutar parka ne nalazi više posjetitelja od dopuštenoga), koliko je djece, ima li životinja i jesu li svi oni napustili prostor do kraja radnog vremena. U slučaju da nisu napustili prostor može ih se potražiti i udaljiti iz objekta.

U poslovnom pogledu može se koristiti kao brojač koji bi bilježio koliko osoba se nalazi na sastanku.

## 4. ZAKLJUČAK

Život u vrijeme tehnološkog napretka bitno olakšava mogućnost udaljenog nadzora. Senzori pružaju razne opcije za izradu alarmnih sustava, samo što je potrebna određena količina predznanja za provedbu ideje u djelo. Potrebno je predznanje iz elektrotehnike, senzora, mikrokontrolera, programiranja sustava i računalnih mreža.

Cilj ovoga završnoga rada bio je osmisлити inteligentni sustav detekcije sa PIR sensorima koji će na temelju visine prepoznati ulazi li ili izlazi, mačka, pas, dijete ili čovjek iz prostorije. Kako ne bi došlo do preklapanja zona potrebno je suziti područje detekcije. Ispitan je rad senzora bez fresnelove leće. Najuže područje detekcije je dobiveno kada se preko senzora postavila papirnata tuba sa otvorom nasuprot senzora. Na temelju dobivenoga rezultata izrađen je program za detekciju u LOGO! Soft Comfort-u.

Prednost izrade sustava kao što je ovaj je unikatnost. Sustav odgovara na postavljene zahtjeve za koje trenutno na tržištu na postoji slično idejno niti funkcionalno rješenje.

Ovaj rad može poslužiti kao osnova za daljnje poboljšanje alarmnih sustava ili sustava detekcije prisutnosti. Treba imati na umu da je osim potrebnog predznanja potrebno uložiti i u kvalitetnu opremu. Riječ je o povećoj investiciji u kojoj cijena ne bi trebala predstavljati prepreku jer je sigurnost prije svega na prvom mjestu.

## 5. LITERATURA

- [1.] **Fraden J.:** „Handbook of Modern Sensors, Physics, Designs, and Applications, Fifth Edition”, Springer International Publishing Switzerland, Switzerland (2016. ) ISBN 978-3-319-19303-8
- [2.] **Blagojević M.Đ.:** „ALARMNI SISTEMI”, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš (2011.) ISBN 978-86-6093-025-7
- [3.] <http://videonadzor.eu/gt-456-1254.html>
- [4.] <https://www.bauhaus.hr/olympia-senzor-loma-stakla.html>
- [5.] <https://www.interlogix.com.au/shock-sensor-glassbreak-sm-3ft-coil-cord-white>
- [6.] <https://www.engineerstoy.com/sensors-and-transducers/magnetic-door-switch.html>
- [7.] <https://simplisafe.com/blog/door-sensor-secrets>
- [8.] <https://education.makeblock.com/resource/mbot-programs-ultrasonic-sensor/>
- [9.] <https://www.arduinoing.com/index.php/2019/05/19/arduino-controlled-microwave-sensor-2/>
- [10.] <https://www.electronicshub.org/ir-sensor/>
- [11.] [https://www.engineersgarage.com/article\\_page/infrared-sensors-or-ir-sensors/](https://www.engineersgarage.com/article_page/infrared-sensors-or-ir-sensors/)
- [12.] <https://tinkersphere.com/sensors/2580-ir-break-beam-sensor-5mm-leds.html>
- [13.] <https://components101.com/ir-led-pinout-datasheet>
- [14.] <https://pt.slideshare.net/metatechnology/competitive-analysis-of-footfallcam>
- [15.] <http://www.s3-sg.com/sensor-system-comparisons.html>
- [16.] <https://www.mdpi.com/1424-8220/14/5/8057/htm>
- [17.] <https://learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor?view=all#how-pirs-work>
- [18.] <https://electronics hobbyists.com/pir-motion-sensor-with-arduino-hc-sr01-pir-motion-sensor-arduino-interfacing/>

- 
- [19.] <https://www.avnet.com/wps/portal/abacus/resources/article/adapting-pir-sensor-technology-to-new-applications/>
- [20.] <https://components101.com/hc-sr501-pir-sensor>
- [21.] [https://nastava.tvz.hr/gmalcic/PLC\\_skripta\\_TVZ.pdf](https://nastava.tvz.hr/gmalcic/PLC_skripta_TVZ.pdf)
- [22.] <https://www.conrad.hr/siemens-logo%21-12%2F24rce-logo%21-power-plc-upravljacki-modul-12-v%2Fdc%2C-24-v%2Fdc>
- [23.] <https://c4b.gss.siemens.com/resources/images/articles/dffa-b10079-02-7600.pdf>
- [24.] [http://automatika.elfak.ni.ac.rs/files/Nastavni\\_materijal/PLC/Vezbe/Uvod%20u%20industrijske%20PLC%20kontrolere\\_N\\_Matic.pdf](http://automatika.elfak.ni.ac.rs/files/Nastavni_materijal/PLC/Vezbe/Uvod%20u%20industrijske%20PLC%20kontrolere_N_Matic.pdf)
- [25.] **Bolton W.:** „PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS, Fifth Edition”, Elsevier, Oxford (2009.) ISBN: 978-1-85617-751-1
- [26.] [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/418/109477418/att\\_998318/v1/BA\\_LOGO-CMR2020-CMR2040\\_76.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/418/109477418/att_998318/v1/BA_LOGO-CMR2020-CMR2040_76.pdf)
- [27.] <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/100761780?c=67075128971&lc=en-MY>
- [28.] <https://www.dimensions.guide/element/american-shorthair-cat>
- [29.] <https://www.dimensions.guide/element/german-shepherd-dog>
- [30.] <http://www.hpps.com.hr/sites/default/files/Dokumenti/2008/pdf/dok04.pdf>
- [31.] **Tudić V.:** Radne skripte iz predmeta „Mikrokontroleri i logičko programiranje“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac (2017.)

## 6. POPIS SLIKA

Slika 1. Predodžba akustičnog detektora loma stakla. ....	4
Slika 2. Predodžba aktivnog detektora loma stakla. ....	5
Slika 3. Predodžba pasivnog detektora loma stakla. ....	5
Slika 4. Predodžba magnetskog prekidača za vrata i prozore. ....	6
Slika 5. Predodžba bežičnog magnetskog prekidača na vratima. ....	6
Slika 6. Predodžba rada magnetskog prekidača .....	7
Slika 7. Predodžba rada ultrazvučnog detektora pokreta. ....	8
Slika 8. Blok dijagram rada mikrovalnog detektora pokreta. ....	9
Slika 10. Predodžba rada aktivnog infracrvenog senzora refleksije. ....	11
Slika 11. Predodžba primjene aktivnog IC senzora .....	11
Slika 12. Predodžba PIR senzora. ....	12
Slika 13. Predodžba rada PIR senzora. ....	13
Slika 14. Predodžba rada fresnelove leće. ....	13
Slika 15. Predodžba poledine PIR senzora. ....	14
Slika 16. Predodžba Siemens-ovog PLC-a. ....	16
Slika 17. Predodžba strukture PLC-a. ....	17
Slika 18. Predodžba ciklus-a rada PLC-a. ....	19
Slika 19. Predodžba bežičnog povezivanja komunikacijskog modula i mobitela. .....	20
Slika 20. Predodžba bežične komunikacije ostvarene logičkim modulom BM. .	21
Slika 21. Predodžba povezivanja PIR senzora sa LED diodom. ....	24
Slika 22. Predodžba izgleda a) tube; b) detekcijskoga područja .....	26
Slika 23. Predodžba visine psa. ....	26
Slika 24. Predodžba reagiranja PIR senzora na visini: a) 0,2m; b) 0,5 m. ....	27
Slika 25. Predodžba skice tlocrta prostorije. ....	29
Slika 26. Predodžba prostorije i raspored senzora u njoj. ....	30
Slika 27. Predodžba logičke sheme sustava. ....	32
Slika 28. Predodžba tekstualnog zaslona o zatvorenosti vrata i prozora. ....	33
Slika 29. Predodžba tekstualnog zaslona o otvorenosti vrata ili prozora. ....	33
Slika 30. Predodžba alarmnog tekstualnog zaslona o provali. ....	34

Slika 31. Predodžba zona detekcije. ....	34
Slika 32. Predodžba tekstualnog zaslona s brojem mačaka, pasa, djece i ljudi koji su ušli ili izašli kroz vrata. ....	36
Slika 33. Predodžba tekstualnog zaslona s brojem mačaka, pasa, djece i ljudi koji su ušli ili izašli kroz prozor. ....	36
Slika 34. Predodžba tekstualnog zaslona o ukupnom broju mačaka, pasa, djece i ljudi u prostoriji. ....	37

## **7. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Konfiguracija priključaka u PIR senzoru.....	14
Tablica 2. Načini ispitivanja detekcijskog područja.....	25
Tablica 3. Visina na koju se postavljaju senzori za detekcije navedenih kategorija.....	28
Tablica 4. Korišteni ulazi za izradu programa.....	31