

# Vremenski ovisno rukovanje vratima

---

**Tkalec, Anabela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:017566>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-06**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Anabela Tkalec**

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Mladen Crneković, dipl. ing.

Student:

Anabela Tkalec

Zagreb, 2021.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Mladenu Crnekoviću na prihvaćanju mentorstva, ljubaznosti i stručnoj pomoći ukazanoj prilikom izrade rada i svih upita.

Mama, tata, Anamarija, Ivana, Leon – hvala vam.

Anabela Tkalec



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 21 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 21 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Studentica: **ANABELA TKALEC**

Mat. br.: 0035214252

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **VREMENSKI OVISNO RUKOVANJE VRATIMA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **TIME DEPENDENT DOOR HANDLING**

Opis zadatka:

Za farmu peradi potrebno je projektirati automatska vrata koja bi se otvarala i zatvarala prema unaprijed definiranom rasporedu, ovisno o danu u godini i vremenu u danu. Vrata treba osigurati od zaglavlivanja kako se ne bi uništio motor, a za slučaj nemogućnosti rješenja problema treba preko GSM-a poslati SMS na zadani broj.

U radu je potrebno:

- konstruirati mehanizam podizanja i spuštanja vrata,
- odabrati potrebne senzore detekcije položaja vrata i struje kroz motor,
- odabrati motor s reduktorom,
- odabrati upravljački mikrokontroler i elektronički sat (RTC),
- procijeniti vrijednost uređaja.

Potrebno je navesti korištenu literaturu i ostale izvore informacija, te eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
30. studenoga 2020.

Datum predaje rada:  
**1. rok:** 18. veljače 2021.  
**2. rok (izvanredni):** 5. srpnja 2021.  
**3. rok:** 23. rujna 2021.

Predvideni datumi obrane:  
**1. rok:** 22.2. – 26.2.2021.  
**2. rok (izvanredni):** 9.7.2021.  
**3. rok:** 27.9. – 1.10.2021.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Mladen Crneković

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Branko Bauer

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA.....	III
POPIS OZNAKA .....	IV
SAŽETAK.....	V
SUMMARY .....	VI
1. UVOD.....	1
2. STRKTURA UREĐAJA .....	2
2.1. Mehanička struktura uređaja .....	2
2.1.1. Konstrukcija.....	2
2.1.2. PVC ploča – Vrata .....	6
2.1.3. Montaža.....	6
2.2. Senzori .....	6
2.2.1. Senzor detekcije položaja vrata.....	7
2.2.2. Senzor struje.....	8
2.2.3. Ultrazvučni senzor .....	9
2.3. Real Time Clock (RTC).....	10
2.4. GSM modul.....	11
2.5. Upravljački uređaj.....	12
2.6. Mikrokontroler .....	13
2.7. Motor sa reduktorom.....	14
3. PRINCIP RADA.....	15
3.1. Postavke .....	15
3.1.1. Glavni izbornik .....	15
3.1.2. Izbornik položaja vrata.....	15
3.1.3. Izbornik za postavljanje broja mobitela .....	16
3.1.4. Postavke rada uređaja.....	16
3.2. Algoritam .....	17
4. PROCJENA VRIJEDNOSTI .....	18
5. ZAKLJUČAK.....	19
LITERATURA.....	20
PRILOZI.....	21

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Render uređaja u programskom paketu SolidWorks – vanjski izgled .....	2
Slika 2.	Render uređaja u programskom paketu SolidWorks – unutrašnjost .....	3
Slika 3.	Montirani uređaj s prednje strane zida .....	4
Slika 4.	Montirani uređaj sa stražnje strane zida .....	4
Slika 5.	Otvorena vrata bez zaštitnog lima .....	5
Slika 6.	Zatvorena vrata bez zaštitnog lima.....	5
Slika 7.	Unutrašnjost uređaja.....	5
Slika 8.	Infracrveni senzor udaljenosti GP2Y0A41SK0F .....	7
Slika 9.	IR senzor i ultrazvučni senzor u SolidWorks-u (bez zida).....	8
Slika 10.	IR senzor i ultrazvučni senzor u SolidWorks-u (sa zidom).....	8
Slika 11.	Digitalni ampermetar ACS172 .....	9
Slika 12.	Ultrazvučni modul HC-SR04 .....	10
Slika 13.	Prednja strana RTC-a .....	11
Slika 14.	Stražnja strana RTC.....	11
Slika 15.	SIM800 GSM/GPRS modul .....	12
Slika 16.	Jednostavni H-most .....	12
Slika 17.	Arduino Nano .....	13
Slika 18.	Motor IG32P tvrtke SuperDroid Robots .....	14
Slika 19.	Glavni izbornik i matrix membranska tipkovnica .....	15
Slika 20.	Izbornik položaja vrata i matrix membranska tipkovnica .....	15
Slika 21.	Potvrda o zatvorenim vratima .....	16
Slika 22.	Potvrda o otvorenim vratima .....	16
Slika 23.	Izbornik broja .....	16
Slika 24.	Potvrda o postavljanju broja.....	16
Slika 25.	Potvrda o isključivanju uređaja iz rada.....	16
Slika 26.	Potvrda o uključivanju uređaja u rad.....	16

---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Glavni dijelovi u unutrašnjosti uređaja .....	6
Tablica 2. Tehničke karakteristike senzora udaljenosti GP2Y0A41SK0F .....	7
Tablica 3. Tehničke karakteristike digitalnog ampermetra ACS172 .....	9
Tablica 4. Tehničke karakteristike ultrazvučnog modula HC-SR04.....	10
Tablica 5. Tehničke karakteristike RTC-a .....	11
Tablica 6. Tehničke karakteristike SIM800 GSM/GPRS modula .....	12
Tablica 7. Tehničke karakteristike jednostavnog H-mosta .....	13
Tablica 8. Tehničke karakteristike za Arduino Nano .....	13
Tablica 9. Tehničke karakteristike motora IG32P.....	14
Tablica 10. Cijene elektroničkih komponenata.....	18
Tablica 11. Dijelovi konstrukcije .....	18



---

**POPIS OZNAKA**

<b>Oznaka</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Opis</b>
$V$	$m^3$	volumen
$\rho$	$\frac{kg}{m^3}$	gustoća
$m$	$kg$	masa
$T$	$N$	težina
$M$	$Nm$	moment

---

**SAŽETAK**

U radu je prikazan razvoj i konstruiranje uređaja s vremenski ovisno rukovanim vratima, to jest automatskih vrata za farmu peradi koja se otvaraju i zavaraju prema unaprijed definiranom rasporedu, ovisno o danu u godini i vremenu u danu.

Razvoj koncepta zahtjeva dizajn mehanizma konstrukcije i odabir potrebnih elektroničkih komponenta. Mikrokontroler prima podatke sa svih senzora u uređaju te prema dobivenim informacijama slijedi zadani algoritam. Točan datum i vrijeme dobiva uz pomoć Real Time Clock-a (RTC-a), informaciju o položaju vrata od infracrvenog senzora udaljenosti, a jakost struje kroz motor javlja digitalni ampermetar. Kao sigurnosna mjera za zaštitu životinja postavljen je ultrazvučni senzor. Uređaj također sadrži GSM modul koji u slučaju problema prilikom pomicanja vrata šalje SMS obavijest na zadani broj mobitela.

Kako bi bio konkurentan na tržištu, cijena uređaja mora biti što niža, a njegove mogućnosti što bolje.

Ključne riječi:

Vremenski ovisno rukovanje, automatska vrata, RTC, GSM modul, mikrokontroler, Arduino

---

**SUMMARY**

This thesis presents the development and construction of a device with a time-dependent door, i.e. an automatic door for a poultry farm that opens and closes according to a predefined schedule, depending on the day of the year and the time of day.

The development of the concept requires the design of construction mechanism and the selection of the required electronic components. Microcontroller receives data from all sensors in the device and according to the received information follows the default algorithm. The exact date and time is obtained with the help of Real Time Clock (RTC), information on the position of the door from the IR distance sensor and the current through the motor is reported by a digital ammeter. As a safety measure for animals, an ultrasonic sensor was installed. The device also contains a GSM module which will send an SMS notification to the default mobile phone number in case of any issues,.

To be competitive on the market, the price of the device must be low and its capabilities as good as possible.

Key words:

Time-dependent operation, automatic door, RTC, GSM module, microcontroller, Arduino

## 1. UVOD

S razvojem tehnologije i ciljem pojednostavljivanja, olakšavanja i smanjivanja količine poslova koji ljudi moraju samostalno obavljati, modernizacija i automatizacija svakodnevna su pojava. Svakodnevni, jednostavni i repetitivni poslovi u običnim kućanstvima, ali i u velikim pogonima i industrijskim postrojenjima, nose negativne konotacije posla. One predstavljaju zamor radnika, gubitak vremena, a i samim time i gubitak novca. Kako bi se negativni aspekti uklonili, a efikasnost poboljšala, uvodi se automatizacija.

Primjer takvog jednostavnog, ali repetitivnog i zamornog zadatka rješavat će se u ovom završnom radu. Riječ je o vratima na peradarnicima koje je potrebno svakodnevno otvarati i zatvarati. Isto se rješenje može implementirati na manjim kokošinjcima koje prosječna obitelj ima kod kuće. Rješenje problema su automatska, vremenski ovisno rukovana vrata. Ta se vrata sama otvaraju i zatvaraju prema unaprijed definiranom rasporedu. Budući da je peradarstvo industrija koja je aktivna kroz cijelu godinu, automatska vrata moraju biti prilagođena tome. Otvaranje vrata prati promjene izlaska i zalaska sunca tijekom cijele godine. U proljeće kada sunce izlazi ranije, ona se otvaraju ranije, a budući da je zalazak sunca kasnije, vrata se također zatvaraju kasnije. U zimi je izlazak kasniji, a zalazak raniji, stoga je isto i s vratima - otvaraju se kasnije, a zatvaraju ranije. Isto se odnosi na ostala godišnja doba.

Budući da su primarni korisnici uređaja životinje, može postojati odbojnost prema korištenju zbog straha od ozljeđivanja istih ili neznanja o trenutnoj situaciji te potencijalnom zaglavljivanju. Prvi je problem riješen ugradnjom prikladnih senzora koji osiguravaju da je uređaj siguran za ljude, a samim tim i za životinje. Drugi rješavamo tako da ukoliko dođe do nekog većeg problema koji sam uređaj ne može riješiti, SMS s upozorenjem stiže na zadani broj mobitela.

## 2. STRKTURA UREĐAJA

### 2.1. Mehanička struktura uređaja

#### 2.1.1. Konstrukcija

Konstrukcija uređaja je podosta jednostavna. Vrata funkcioniraju na principu podizanja i spuštanja ploče čeličnim užetom. Ona su zapravo ploča od tvrdog PVC materijala koja klizi po dva U-profila. Uže koje podiže vrata namotava se na bubanj koji je dio vratila. Vratilo je elastičnom spojkom povezano na elektromotor koji sve pokreće.

Uređaj je konstruiran u programskom paketu SolidWorks. Tijekom konstrukcije u obzir je uzeta jednostavnost izrade i montaže te cijena. Slike 1. i 2. prikazuju izgled renderiranog uređaja u SolidWorks-u.

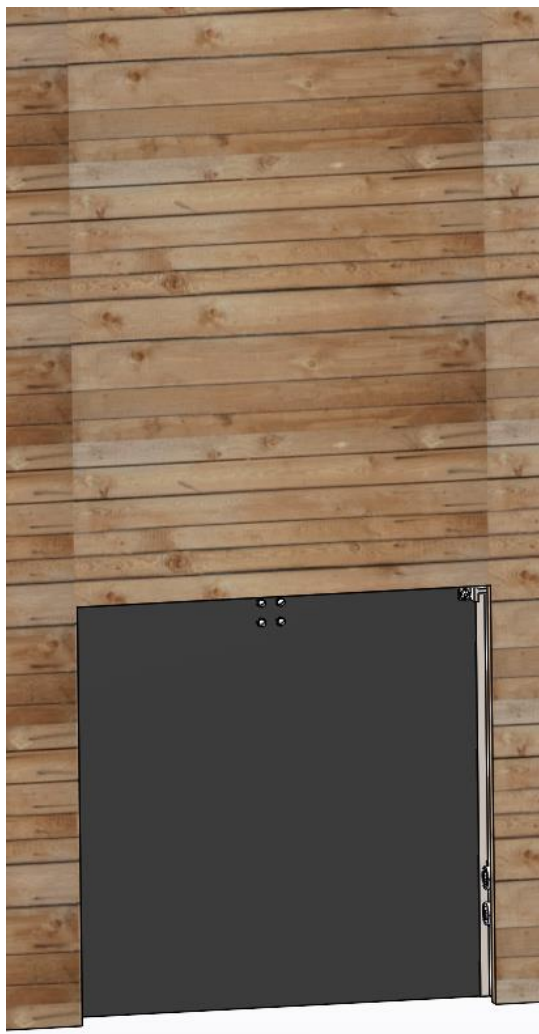


**Slika 1. Render uređaja u programskom paketu SolidWorks – vanjski izgled**

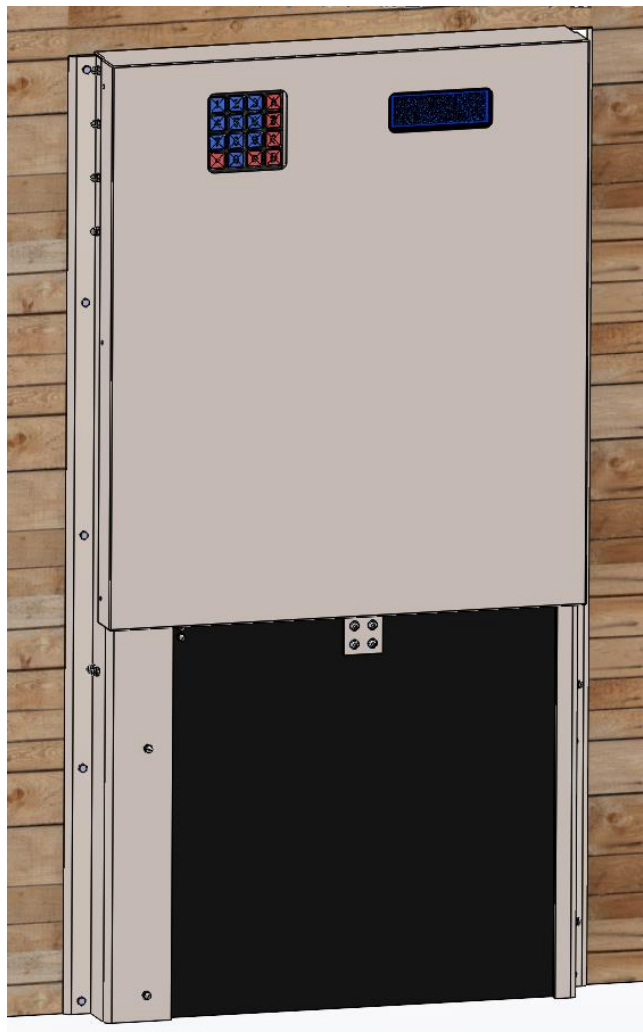
Ukupne gabaritne mjere uređaja su 407 x 728 x 55 mm, dok su sama vrata, tj. otvor za životinje 300 x 297 mm. Time se vidi da su sačuvane otprilike jednake mjere kao i kod normalnih vrata koja bi se ručno otvarala, te iako je riječ o automatskom uređaju, on nije glomazan već se sasvim normalno uklapa u predviđeni okoliš.



**Slika 2. Render uređaja u programskom paketu SolidWorks – unutrašnjost**



**Slika 3.** Montirani uređaj s prednje strane zida



**Slika 4.** Montirani uređaj sa stražnje strane zida

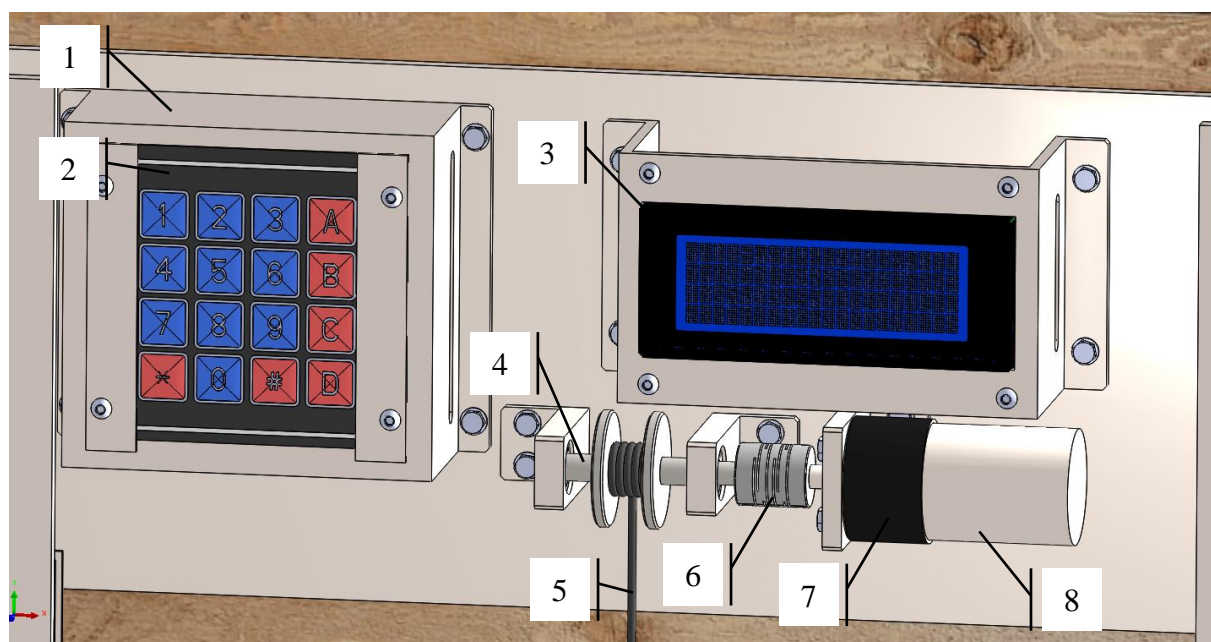
Gornje slike 3. i 4. prikazuju montirani uređaj sa prednje i stražnje strane zida. Na slici 3. se može primijetiti kako uređaj praktički ni nije vidljiv što ga čini i estetski zadovoljavajućim rješenjem. Na slici 4. se može vidjeti da je unutrašnjost uređaja, tj. svi mehanički dijelovi i elektroničke komponente, zaštićena limenim pokrovom.



Slika 5. Otvorena vrata bez zaštitnog lima



Slika 6. Zatvorena vrata bez zaštitnog lima



Slika 7. Unutrašnjost uređaja



**Tablica 1. Glavni dijelovi u unutrašnjosti uređaja**

1	Kućište za elektroniku
2	Matrix membranska tipkovnica
3	LCD zaslon
4	Vratilo s bubnjem
5	Čelično uže
6	Elastična spojka
7	Reduktor
8	Motor

Na slici nisu vidljivi kuglični ležajevi i sigurnosni prsteni koji se nalaze unutar nosača vratila.

### 2.1.2. PVC ploča – Vrata

Glavni dio uređaja su vrata. Njih sačinjava tvrda PVC (polivinil klorid) ploča tipa Anwidur. Jedna od glavnih prednosti tog materijala jest da ima malu gustoću od  $1.38 \frac{kg}{cm^3}$  zbog čega ploča ima malu masu. Materijal je također otporan na sve atmosferske uvjete i udarce pa je vrata je moguće postaviti i vani te će životinje, a i sam uređaj, biti zaštićeni i od bilo kakvih vremenskih nepogoda i potencijalnih napada drugih divljih životinja. Još jedna od prednosti je da materijal ne sadrži nikakve tvari opasne za zdravlje i okoliš te je zbog toga siguran za korištenje s ovakvom primjenom.

### 2.1.3. Montaža

Budući da se cijela konstrukcija sastoji od ploča te Z, U i L profila, montaža je jednostavna. Uređaj se može ugraditi i sa unutrašnje i sa vanjske strane kokošinjca budući da postoji zaštitni lim koji štiti unutrašnje komponente od vremena, prašine i sličnog.

## 2.2. Senzori

Senzor je dio mjernog sustava koji u izravnom dodiru s mjernom veličinom daje izlazni signal ovisan o njezinu iznosu. Senzor pretvara izmjerenu veličinu u električki mjerljiv signal. Kako bi automatska vrata uspješno radila, potrebni su odgovarajući senzor detekcije položaja vrata, senzor struje kroz motor i ultrazvučni senzor.

### 2.2.1. Senzor detekcije položaja vrata

Kako bi se u svakom trenutku moglo odrediti u kojem su položaju vrata, koristi se senzor udaljenosti GP2Y0A41SK0F tvrtke Sharp (Slika 8.). Senzor se sastoji od integriranog PSD-a (detektora koji je osjetljiv na položaj), infracrvene emitirajuće diode i kruga za obradu signala. Ovaj senzor detektira kretanje ili prisutnost objekta bez fizičkog kontakta te tu informaciju pretvara u električni signal, odnosno, za detektiranu izmjerenu udaljenost, uređaj vraća odgovarajući napon.

Senzor se nalazi u svom kućištu, u unutrašnjosti uređaja, između zida i okvira vrata (Slike 9. i 10.). Infracrvena zraka se emitira te ona udara o izdanak na vratima namijenjen upravo svrsi mjerenja (Slika 9.). Zraka svjetlosti se reflektira i vraća u detektor svjetlosti. Time senzor u detektoru svjetlosti određuje udaljenost do vrata, tj. njihov položaj.

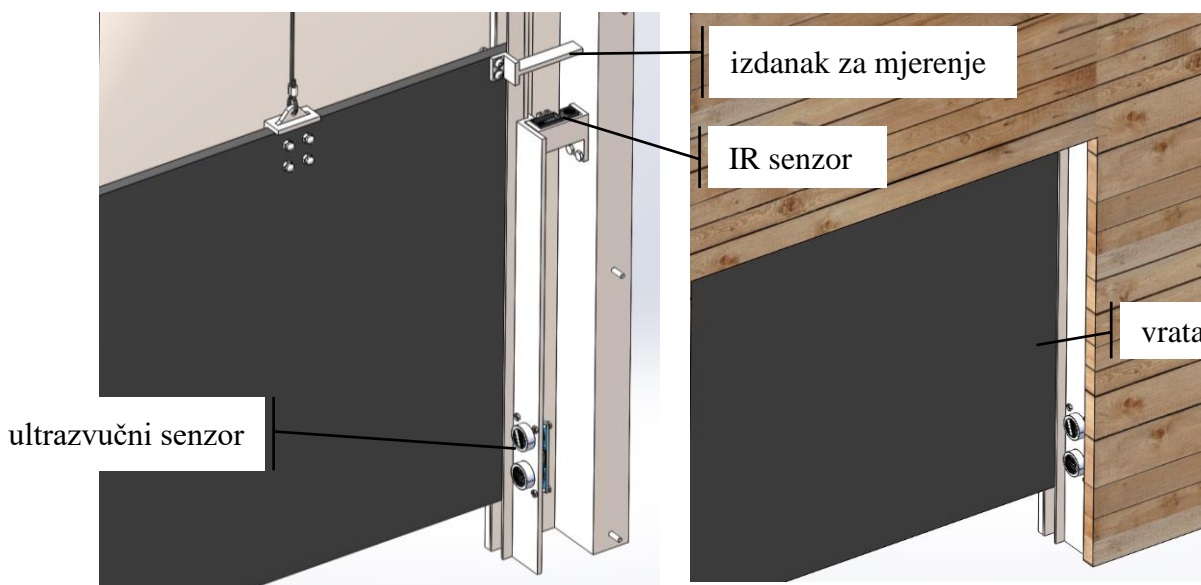
Glavne prednosti infracrvenog senzora su beskontaktna detekcija, mogućnost korištenja i danju i noću te to što na točnost ne utječe korozija ili oksidacija.



**Slika 8. Infracrveni senzor udaljenosti GP2Y0A41SK0F**

**Tablica 2. Tehničke karakteristike senzora udaljenosti GP2Y0A41SK0F**

Maksimalna udaljenost	300 mm
Napon	4,5 V – 5,5 V
Izlaz	Analogni
Ciklus mjerenja	16,5 ms
Dimenzije	29.5 × 13.0 × 13.5 mm



**Slika 9.** IR senzor i ultrazvučni senzor u SolidWorks-u (bez zida)

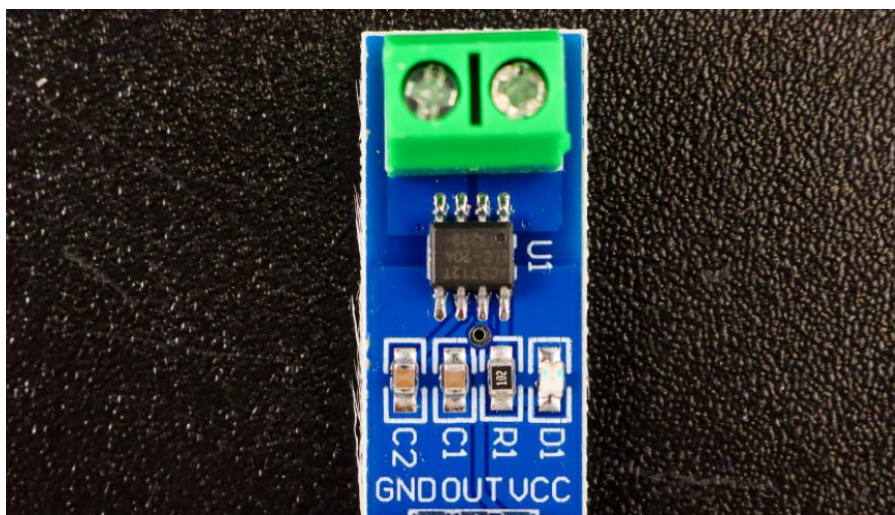
**Slika 10.** IR senzor i ultrazvučni senzor u SolidWorks-u (sa zidom)

### 2.2.2. Senzor struje

Kao senzor struje se u ovom uređaju koristiti digitalni ampermetar ACS172 (Slika 11.). Senzor radi na principu Hallovo efekta uz relativnu malo pogrešku. Prema Amperovom zakonu, vodič kojim teče struja stvara oko sebe magnetsko polje, to jest ono nastaje kao posljedica gibanja električnog naboja. Hallov senzor ga detektira te pretvara taj signal u određeni izlazni napon.

Prednost mjerenja struje ovim senzorom jest to što su stezaljke za mjerenje struje spojene na vodič odvojene od ostatka elektronike te je on izoliran i sigurniji za korištenje.

Prilikom spuštanja vrata u uređaju, moguće je da ona naiđu na neku prepreku. Ukoliko bi ploča udarila o nešto, kontinuirani rad motora bi se prekinuo. Ampermetar taj prekid motora registrira kao povećanje jakosti struje. Ukoliko je ta prepreka čvrsta i kruta, moglo bi doći do zaglavljivanja te uništavanja motora.



Slika 11. Digitalni ampermetar ACS172

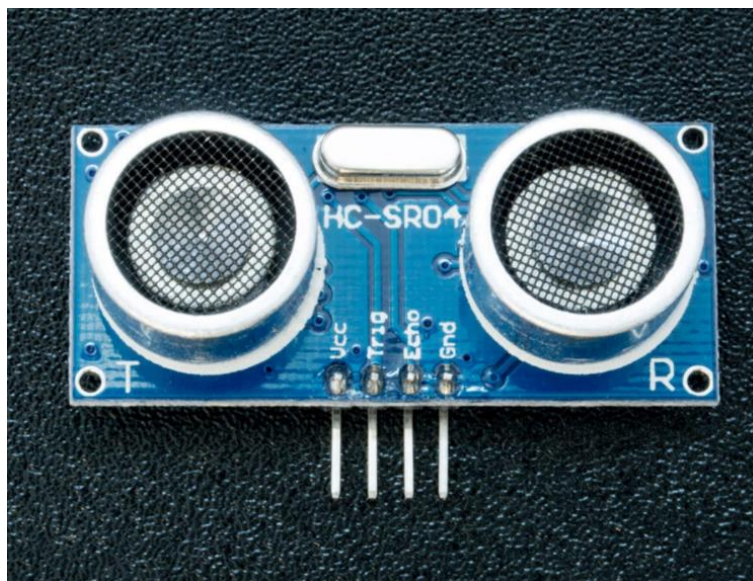
Tablica 3. Tehničke karakteristike digitalnog ampermetra ACS172

Napon	5 V
Izlazna karakteristika	100 mV/A
Izlazni napon	0,5 V
Maksimalna struja	20A

### 2.2.3. Ultrazvučni senzor

Kako vrata ne bi predstavljala opasnost za životinje, koristi se ultrazvučni senzor koji registrira ukoliko se nešto nalazi ispod vrata prilikom njihovog otvaranja ili zatvaranja. Riječ je o ultrazvučnom modulu HC-SR04 (Slika 12.).

Senzor radi tako da koristi ultrazvučne valove kako bi odredio udaljenost od predmeta. Postavljen je sa bočne strane vrata u uređaju, što znači da kada su ona otvorena te nema prepreka, senzor bilježi punu širinu vrata, tj. 30 cm. Ukoliko se životinja ili nešto drugo pojavi ispod vrata, senzor će zabilježiti manju vrijednost. Zbog toga je u senzoru postavljena referentna vrijednost s kojom on uspoređuje trenutno izmjerenu udaljenost. Ukoliko je izmjerena vrijednost manja ili jednaka od referente, uređaj dobiva informaciju o prepreci te se zaustavlja.



Slika 12. Ultrazvučni modul HC-SR04

Tablica 4. Tehničke karakteristike ultrazvučnog modula HC-SR04

Domet	2 – 200 cm
Preciznost	3 mm
Napon	5 V
Maksimalna mirna struja	2 mA
Radna struja	15 mA
Ultrazvučna frekvencija	40 kHz
Dimenzije	45 x 20 x 15 mm

### 2.3. Real Time Clock (RTC)

Budući da je cilj uređaja prilagođavanje otvaranja i zatvaranja vrata trenutnom godišnjem dobu, odnosno danu u godini te vremenu izlaska i zalaska sunca, potreban je Real Time Clock (RTC). To je uređaj koji mjeri protok vremena te time precizno određuje vrijeme i datum.

Još jedna prednost RTC-a je to što ima svoju bateriju pa ukoliko dođe do prekida struje pravo vrijeme neće biti zaboravljeno. Ono će biti prikazano pri ponovnom uključivanju struje, umjesto vremena koje je zabilježeno pri nestanku struje.

U ovim automatskim vratima koristi se RTC Real Time Clock PCF85063A tvrtke e-radionica (Slike 13. i 14.). Taj je RTC dovoljno kvalitetan za ovaj uređaj te ima prihvatljivo nisku cijenu.



Slika 13. Prednja strana RTC-a



Slika 14. Stražnja strana RTC

Tablica 5. Tehničke karakteristike RTC-a

Komunikacija	I2C
RTC IC	PCF85063A
Radni napon	0,9 V – 5,5 V
Radna struja	0,22 $\mu$ A

#### 2.4. GSM modul

Ovaj je uređaj namijenjen korištenju na daljinu, tj. napravljen je tako da jednom kad se postavi, nije mu se potrebno više vraćati. Kako bi to bilo moguće, on mora biti što dugotrajniji i sigurniji. Glavni izvor potencijalnih problema je zaglavljivanje motora. Iako bi to trebalo biti riješeno ugrađenim senzorima, i dalje postoji mogućnost da ne može uređaj samostalno riješiti problem. U tom slučaju obavještava vlasnika putem SMS-a na zadani broj mobitela.

To omogućuje ugrađeni GSM/GPRS modul. Modul koji se koristi je SIM800L (Slika 15.). Odabran je upravo zbog svoje jednostavnosti upotrebe i niske cijene. Osim modula, potrebna je i SIM kartica koja se stavlja u njega. Modul je mobilna stanica koja se povezuje na baznu stanicu (primopredajni uređaj) te s njom razmjenjuje podatke, a sa mikrokontrolerom komunicira preko serijske komunikacije te koristi AT naredbe kojima se upravlja modulom.



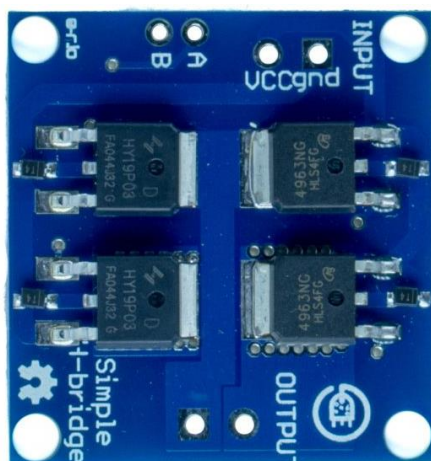
Slika 15. SIM800 GSM/GPRS modul

Tablica 6. Tehničke karakteristike SIM800 GSM/GPRS modula

Ulazni napon	3,7 V – 4,2 V
Dimenzije	25 x 23 mm
Konektori za GSM antenu	IPX i obična žica
Oblik SIM-a	Micro SIM

## 2.5. Upravljački uređaj

Upravljački sustav je glavni dio uređaja koji omogućuje njegovu funkcionalnost. Kako bi vrata bila funkcionalna, ona se moraju podizati i spuštati, što znači da se vratilo mora okretati u obje strane. To se postiže uz pomoć H-mosta. Njime se uz 'naredbu' mikrokontrolera mijenja polaritet na izlazima čime se mijenja i smjer vrtnje elektromotora. Za tu se svrhu u ovom uređaju koristi jednostavni H-most tvrtke e-radionica (Slika 16.).



Slika 16. Jednostavni H-most

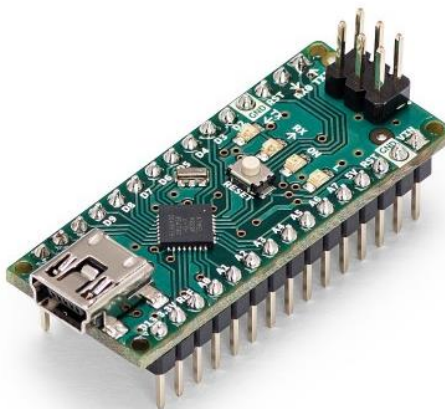
**Tablica 7. Tehničke karakteristike jednostavnog H-mosta**

Maksimalni napon	30 V
Maksimalna struja	8 A
Dimenzije	32 mm x 30 mm

## 2.6. Mikrokontroler

Mikrokontroler je dio uređaja koji sve povezuje. Prima informacije sa svih senzora, obrađuje ih te na temelju toga kontrolira motor preko H-mosta. Mikrokontroler koji se koristi u ovom uređaju je Arduino Nano (Slika 17).

Za spajanje svih elektroničkih komponenata potrebno je 6 analognih i 15 digitalnih pinova. Izabrani mikrokontroler ima 8 analognih te 22 digitalna, stoga je dobar izbor za ovaj uređaj. Također je malih dimenzija te dobrih tehničkih karakteristika. Cijela pločica bazirana je na Atmega328P (Arduino Nano 3.x) mikroprocesoru.

**Slika 17. Arduino Nano****Tablica 8. Tehničke karakteristike za Arduino Nano**

Mikrokontroler	ATmega328
Radni napon	5 V
Potrošnja struje	19 mA
Flash memorija	32 KB od kojih je 2 KB iskorišteno na bootloader
Radni takt	16 MHz
Dimenzije	18 x 45 mm
Masa	7 g



## 2.7. Motor sa reduktorom

Kako je već na samom početku rečeno, vrata se podižu preko čeličnog užeta koji se namata na bubanj integriran u vratilo, a to vratilo preko spojke okreće motor. Motor koji se koristi je IG32P DC motor tvrtke SuperDroid Robots (Slika 18.).

Ovaj je motor opremljen reduktorom sa čeličnim zupčanicima. Uz pomoć njega se smanjuje brzina vrtnje vratila sa bubnjem, a moment koji služi za podizanje vrata se povećava.



Slika 18. Motor IG32P tvrtke SuperDroid Robots

Tablica 9. Tehničke karakteristike motora IG32P

Prijenosni omjer	1/516
Nazivna brzina	11,2 min <sup>-1</sup>
Nazivni moment	1,176798 Nm
Radni napon	12 V
Težina	73 g

Ploča koja se podiže i služi kao vrata ima dimenzije 300 × 320 × 8 mm.

$$V = 0,3 \cdot 0,32 \cdot 0,008 = 7,86 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \quad (1)$$

$$\rho = 1380 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (2)$$

$$m = \rho \cdot V = 1,05984 \text{ kg} \quad (3)$$

$$T = m \cdot g = 10,393 \text{ N} \quad (4)$$

$$M = T \cdot u = 0,394934 \text{ Nm} \quad (5)$$

Potreban moment da se podignu vrata je 0,395 Nm. Uzimajući u obzir faktor sigurnosti 3, odabrani motor je zadovoljavajuć.

### 3. PRINCIP RADA

#### 3.1. Postavke

Prije početka rada uređaja potrebno je unijeti nekoliko podataka. Potrebno je postaviti kreće li uređaj raditi s otvorenim ili zatvorenim vratima te unijeti broj mobitela na koji stiže SMS s porukom upozorenja ukoliko dođe do nemogućnosti zatvaranja ili otvaranja vrata. Također je potrebno upaliti uređaj. Sve se to odrađuje putem matrix membranske tipkovnice i LCD zaslona.

##### 3.1.1. Glavni izbornik

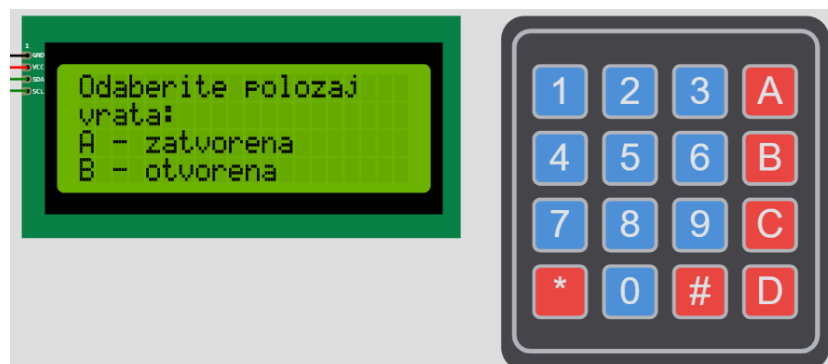
Slika 19. prikazuje glavni izbornik i tipkovnicu. Pritisak na gumb A vodi do izbornika postavka vrata (Slika 20.), gumb B vodi do izbornika za postavljanje broja (Slika 23.), a pritiskom na gumb \* uređaj se uključuje ili isključuje.



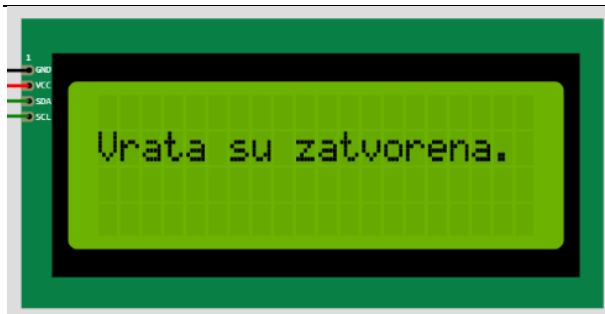
Slika 19. Glavni izbornik i matrix membranska tipkovnica

##### 3.1.2. Izbornik položaja vrata

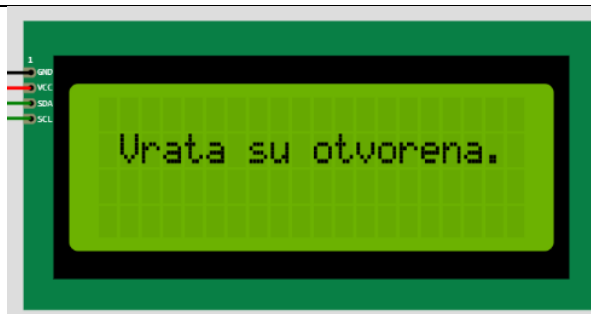
U izborniku za postavljanje položaja vrata, odabirom gumba A ona se postavljaju kao zatvorena, a gumbom B kao otvorena. Nakon odabira se na LCD zaslonu prikazuje potvrda odabira (Slike 21. i 22.).



Slika 20. Izbornik položaja vrata i matrix membranska tipkovnica



Slika 21. Potvrda o zatvorenim vratima



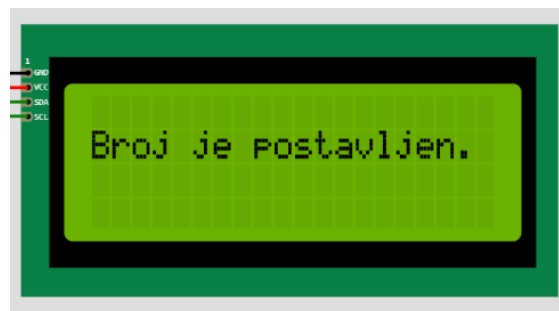
Slika 22. Potvrda o otvorenim vratima

### 3.1.3. Izbornik za postavljanje broja mobitela

U izborniku za postavljanje broja potrebno je utipkati željeni broj te ga potvrditi pritiskom na gumb \*. Nakon potvrde stiže potvrda o postavljenom broju (Slika 24.). Prilikom utipkavanja broja on se prikazuje u trećem redu LCD zaslona.



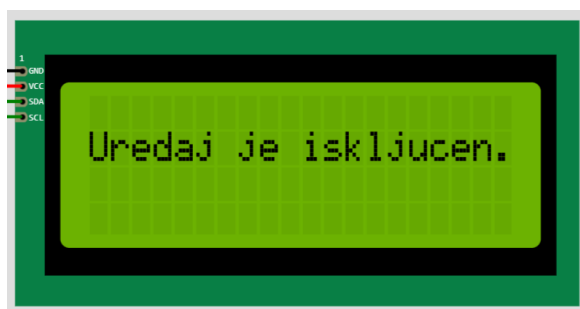
Slika 23. Izbornik broja



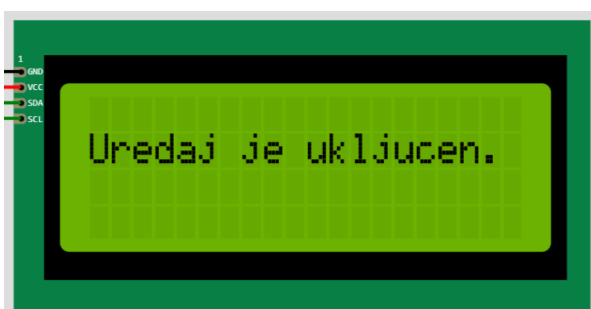
Slika 24. Potvrda o postavljanju broja

### 3.1.4. Postavke rada uređaja

Ukoliko se u početnom izborniku (Slika 19) pritisne \*, uređaj se uključuje u rad ako je isključen, a ako je uključen, on se isključuje. Nakon odabira se na zaslonu prikazuje potvrda (Slike 25. i 26.).



Slika 25. Potvrda o isključivanju uređaja iz rada



Slika 26. Potvrda o uključivanju uređaja u rad

### 3.2. Algoritam

Nakon što je uređaj uključen i postavljen, on radi po zadanom algoritmu, tj. kodu. Kod se zapravo sastoji od jedne glavne petlje koja unutar sebe ima novu petlju za svaku moguću situaciju.

Uz pomoć RCT-a mikrokontroler dobiva informaciju o točnom datumu i dobu dana, dakle ima točnu informaciju koji je dan, mjesec i godina te koliko je sati i minuta. Uz pomoć biblioteke Dusk2Dawn izračunava se vrijeme zalaska i izlaska sunca za točan datum. Na tome počiva cijela ideja vremenski rukovanih automatskih vrata. Budući da je svaki dan vrijeme zalaska i izlaska različito, tako je i vrijeme otvaranja i zatvaranja vrata drugačije.

Nadalje će zbog bolje razumljivosti biti objašnjavan postupak zatvaranja vrata, no sve je isto i za slučaj otvaranja. Kako bi mikrokontroler 'znao' zatvaraju li se ili otvaraju vrata, potrebno je u izborniku postaviti početni položaj vrata. O tome je već rečeno u poglavlju 3.1.2.

Vrata stoje sve dok se trenutno vrijeme i vrijeme zalaska sunca ne poklope. Tada se ulazi u petlju i počinje spuštanje vrata. Za vrijeme spuštanja, sve do konačnog položaj, uređaj cijelo vrijeme prolazi kroz niz sigurnosnih provjera. Zapravo se vrata ne spuštaju samo u trenutku poklapanja trenutnog vremena sa vremenom zalaska već se radi o periodu od 6 minuta (od 3 minute prije zalaska do 3 minute nakon zalaska). Period je postavljen u slučaju da se spuštanje prekine zbog sigurnosti te kako bi onda uređaj i dalje imao dovoljno vremena da se ono dovrši. U slučaju nemogućnosti zatvaranja, šalje se SMS upozorenja o kojem će kasnije biti više rečeno.

Provjere koje se vrše su provjera struje i provjera prepreka. Uz pomoć ampermetra struja se očitava cijelo vrijeme te ukoliko pređe zadanu sigurnosnu vrijednost rad motora se prekida kako ne bi došlo do njegovog oštećenja. Također se uz pomoć ultrazvučnog senzora provjerava ima li prepreka (životinja) ispod vrata. Ukoliko nema, vrata se slobodno spuštaju do konačnog položaja te se motor gasi.

Kao što je ranije rečeno, ukoliko se problem ne riješi unutar 2,5 minute, SMS upozorenja stiže na zadani broj mobitela. Poruka glasi: "Upozorenje! Nije moguće pokrenuti automatska vrata.". Nakon slanja poruke uređaj se gasi i prestaje s radom. Nakon što se problem riješi, potrebno je ponovo u izborniku upaliti uređaj.

Cijeli Arduino kod nalazi se u prilogu.

#### 4. PROCJENA VRIJEDNOSTI

Budući da uređaj nije realiziran, već je izrađen samo kao koncept, točan iznos svih potrebnih dijelova nije moguće izračunati. Cijena potrebnih elektroničkih komponenata iznosi 320,5 kn. Tablica 10. prikazuje potrebne elektroničke komponente i njihove cijene. U to nisu uključene cijene žica i otpornika.

**Tablica 10. Cijene elektroničkih komponenata**

Arduino Nano	150 kn
LCD zaslon	32 kn
Matrix membranska tipkovnica	6,5 kn
Ultrazvučni senzor	10 kn
IR senzor	32 kn
Digitalni ampermetar	26 kn
Jednostavni H most	25 kn
GSL modul	20 kn
RTC	19 kn
<b>Ukupno</b>	<b>320,5 kn</b>

Tablica 11. prikazuje konstrukcijske elemente te jesu li oni kupovni ili ih je potrebno proizvesti.

**Tablica 11. Dijelovi konstrukcije**

<b>Proizvodni</b>	<b>Kupovni</b>
PVC ploča	Kuglični ležajevi
U profili	Elastična spojka
Okviri vrata	Čelično uže
Stražnja ploča	Sigurnosni prsteni
Nosači vratila	Motor
Nosač motora	Zaštitni lim
Nosač vrata	Vijci, matice, podloške
Izdanak za mjerenje	Motor
Vratilo s bubnjem	

## **5. ZAKLJUČAK**

Ovaj rad prikazuje samo teorijski razvoj koncepta uređaja, stoga je sljedeći korak fizička realizacija.

Njega je naravno moguće unaprediti i poboljšati. Jedna od brojnih mogućnosti je izrada mobilne aplikacije za pametni telefon te uspostava komunikacijske veze između nje i mikronrolera. U toj bi aplikaciji korisnik mogao vidjeti u kojem su položaju vrata, kada je vrijeme zatvaranja ili otvaranja, upozorenje za bilo kakvu nepravilnost u radu te pristupiti izborniku postavki. Također, uz male fizičke preinake, uređaj je moguće prilagoditi za bilo koju drugu životinju, bilo za na farmi ili za kućnog ljubimca.

Za izradu uređaja automatskih vrata potrebna su znanja stečena na studiju Mehatronike i robotike, ali i znanja općeg strojarstva.

---

**LITERATURA**

- [1] <https://tuplex.hr/proizvodi-hr/reklama/tvrde-pvc-ploce>
- [2] <https://www.anwil.pl/EN/OurOffer/Plastics/Pages/Anwidur-sheets.aspx>
- [3] <https://www.superdroidrobots.com/shop/item.aspx/ig32p-24vdc-190-rpm-gear-motor/374/>
- [4] <https://in.misumi-ec.com/>
- [5] <https://www.skf.com/>
- [6] <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/12/19/all-about-proximity-sensors-which-type-to-use/>
- [7] <https://export.farnell.com/sharp/gp2y0a41sk0f/sensor-distance-analogue-output/dp/1618431?CMP=KNC-GGR-GEN-SKU>
- [8] <https://www.seekrators.org/>
- [9] <https://dronebotworkshop.com/keypads-arduino/>
- [10] <https://store.arduino.cc/>
- [11] <https://wokwi.com/arduino/projects/>
- [12] <https://www.tfc.eu.com/product/basic-internal-circlips-metric-din-472/>
- [13] <https://www.traceparts.com/>
- [14] <https://grabcad.com/>
- [15] <https://b2b.partcommunity.com/>

---

## PRILOZI

### I. Arduino kod

```
#include <Dusk2Dawn.h>
#include "PCF85063A.h"
#include <SharpIR.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include "Keypad.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define mid 510

PCF85063A rtc; //Real Time Clock
Dusk2Dawn zagreb(45.8133, 15.9753, 2); //koordinate i UTC vremenska zona

SoftwareSerial gsm(11, 12); //GSM

SharpIR senzor = SharpIR(A0, 1080);

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); //lcd

//ultrazvučni senzor
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;

//motor
int motorPinA = 14;
int motorPinB = 13;

int tc = 0; // incijalno postavljanje položaja vrata
           // tc = 0 - vrata su otvorena, tc = 2 - vrata su zatvorena
int br1 = 0;
int br2 = 0;
int br3 = 0;
int r;
float I;
long trajanje;
int udaljenost;
boolean lcd_menu = HIGH;
boolean postavke_vrata = LOW;
boolean postavke_broja = LOW;
int power;
int tren_vrijeme;
int pok_vrijeme;
int led = 8;
int stanje;
int u;
int kon_u;
int poc_u;
int g;
int m;
int d;
int s;
int mi;
int izlazak;
int zalazak;
```



```

String poruka = "Upozorenje! Nije moguće pokrenuti automatska vrata.";
//poruka koja se šalje ukoliko se poziva funkcija sms()
String broj;

//tipkovnica
const byte red = 4; // Tipkovnica ima 4 reda
const byte stupac = 4; // i 4 stupca

char tipke[red][stupac] = { // definiraj položaj tipki na tipkovnici
  {'1','2','3','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'7','8','9','C'},
  {'*','0','#','D'}
};

byte red_pinovi[red] = {7,6,5,4}; // pinove redova spajamo redom na
PIN9, PIN8, PIN7, PIN6
byte stupac_pinovi[stupac] = {3,2,1,0}; // pinove stupaca spajamo redom
na PIN5, PIN4, PIN3, PIN2

Keypad tipkovnica = Keypad(makeKeymap(tipke), red_pinovi, stupac_pinovi,
red, stupac);

char utipkano;
char data[12];
byte data_br = 0;

////////////////////////////////////
void setup(){
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(motorPinA, OUTPUT);
  pinMode(motorPinB, OUTPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);

  Serial.begin (9600);

  gsm.begin(9600); //započinjemo serijsku komunikaciju s GSM modulom
  delay(500);
  gsm.println("AT");

  //rtc.setTime(11, 35, 40); //postavljanje inicijalnog vremena
  //rtc.setDate(2, 17, 8, 2021); //postavljanje inicijalnog datuma

  //lcd
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
}

////////////////////////////////////
void loop(){

//MENU
//Početni menu.....
  if (lcd_menu == HIGH){
    postavke_vrata = LOW;
    postavke_broja = LOW;

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pritisnite gumb:");

```

```
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("A-Postavke vrata");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("B-Postavke broja");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("*-Ukljucivanje vrata");

    //traženje odabira
    utipkano = tipkovnica.getKey();

    if (utipkano == 'A'){
        lcd.clear();
        postavke_vrata = HIGH;
        lcd_menu = LOW;
        delay(200);
        lcd.clear();
    }

    if (utipkano == 'B'){
        lcd.clear();
        postavke_broja = HIGH;
        lcd_menu = LOW;
        delay(200);
        lcd.clear();
    }

    if (utipkano == '*'){
        if (power = 0){
            power = 1;
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print("Uredaj je ukljucen.");
            digitalWrite(led, HIGH);
            delay(2000);
            lcd.clear();
        }

        else if (power = 1){
            power = 0;
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print("Uredaj je iskljucen.");
            digitalWrite(led, LOW);
            delay(2000);
            lcd.clear();
        }
    }
}

//Postavke položaja vrata.....
if (postavke_vrata == HIGH){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Odaberite položaj");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("vrata:");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("A - zatvorena");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("B - otvorena");

    utipkano = tipkovnica.getKey(); //traženje odabira
```

```
    if (utipkano == 'A'){
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(1,1);
        lcd.print("Vrata su otvorena.");
        delay(2000);

        tc = 0;
        postavke_vrata = LOW;
        lcd_menu = HIGH;
        delay(200);
        lcd.clear();
    }

    if (utipkano == 'B'){
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Vrata su zatvorena.");
        delay(2000);

        tc = 2;
        postavke_vrata = LOW;
        lcd_menu = HIGH;
        delay(200);
        lcd.clear();
    }
}

//Postavke broja mobitela.....
if (postavke_broja == HIGH){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Utiskajte broj");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("mobitela za SMS.");
    lcd.setCursor(9,3);
    lcd.print("* - Potvrdi");

    if(utipkano){
        data[data_br] = utipkano;
        lcd.setCursor(data_br, 2);
        lcd.print(data[data_br]);
        data_br++;
    }

    if (utipkano == '*'){
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Broj je postavljen.");
        delay(2000);

        broj = data;
        postavke_broja = LOW;
        lcd_menu = HIGH;
        delay(200);
        lcd.clear();
    }
}

//GLAVNA PETLJA PROVJERE
trenutno(); //očitavanje trenutno vrijeme
danas(); //očitavanje današnjeg zalaska i izlaska
```

```
postavke(); //postavljanje time checka

//provjera - usporedba vremena izlaska/zalaska i trenutnog vremena
if (power == 1){
    r = tren_vrijeme - pok_vrijeme;
    if ((r <= 3) && (r >= 3)){

        provjera_prepreka(); //provjera prepreka ispod vrata (životinje)
        if (udaljenost <= 20){
            delay (5000);
            br1 = br1 + 1;

            if (br1 == 30){
                sms();
                br1 = 0;
                power = 0;
            }
        }

        ocitanje_struje(); //provjera struje
        if (I >= 1.4){
            delay (5000);
            br2 = br2 + 1;

            if (br2 == 30){
                sms();
                br2 = 0;
                power = 0;
            }
        }

        pokreni_motor(stanje); //pokretanje motora
        polozej_vrata(); //provjera položaja vrata

        if ((u < 30)&& (u > 0)){
            ocitanje_struje();

            if (I >= 1.4){
                delay (5000);
                br3 = br3 + 1;

                if (br2 == 30){
                    sms();
                    br3 = 0;
                    power = 0;
                }
            }
        }

        else if(u == kon_u){
            pokreni_motor(0); //zaustavljanje motora

            if(tc == 0){tc = 2;}
            if(tc == 2){tc = 0;}
        }
    }
}

//FUNKCIJE
```

```

void trenutno(){ //trenutne vrijednosti

    int d = rtc.getDay(); //današnji dan
    int m = rtc.getMonth(); //današnji mjesec
    int g = rtc.getYear(); //današnja godina
    int s = rtc.getHour(); //trenutno sati
    int mi = rtc.getMinute(); //trenutno minuta

    int tren_vrijeme = s * 60 + mi;
}

//.....
void danas(){ //današnji izlazak i zalazak sunca

    int izlazak = zagreb.sunrise (g, m, d, false);
    int zalazak = zagreb.sunset (g, m, d, false);
}

//.....
void postavke(){ //postavljanje time checka

    if (tc == 0){ //vrata su otvorena
        int pok_vrijeme = zalazak; // vrijeme pokretanja vrata je za vrijeme
        zalaska

        //uvjeti
        int poc_u = 30; //početna udaljenost - vrata su otvorena
        int kon_u = 0; //konačna udaljenost - vrata su zatvorena
        int stanje = 1; //motor spreman za spuštanje
    }

    else{ //ako je tc = 2, vrata su zatvorena
        int pok_vrijeme = izlazak; // vrijeme pokretanja vrata je za vrijeme
        izlaska

        //uvjeti
        int poc_u = 0; //početna udaljenost - vrata su zatvorena
        int kon_u = 30; //konačna udaljenost - vrata su otvorena
        int stanje = 2; //motor spreman za podizanje
    }
}

//.....
void provjera_prepreka(){ //funkcija pomoću koje se provjerava je li ima
prepreka(životinja) ispod vrata

    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);

    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);

    trajanje = pulseIn(echoPin, HIGH);

    udaljenost = trajanje*0.034/2;
}

//.....
void polozej_vrata(){ //funkcija pomoću koje se provjerava položaj vrata

```

```
int u = sensor.distance(); //u varijablu u se sprema udaljenost koja se
dobiva pozivom funkcije distance
}

//.....
void ocitanje_struje(){ //funkcija kojom se očitava struja kroz motor

    I = (mid - analogRead(A1)) * 5.0 / 1024.0 / 0.100;
}

//.....
void pokreni_motor (int slucaj){ //funkcija pomocu koje se pokrece motor

    switch (slucaj){
        case 0:                //ako je slucaj = 0, motor se neće pokrenuti
            digitalWrite(motorPinA, LOW);
            digitalWrite(motorPinB, LOW);
            break;

        case 1:                //ako je slucaj = 1, motor spušta vrata
            digitalWrite(motorPinA, HIGH);
            digitalWrite(motorPinB, LOW);
            break;

        case 2:                //ako je slucaj = 2, motor podiže vrata
            digitalWrite(motorPinA, LOW);
            digitalWrite(motorPinB, HIGH);
            break;
    }
}

//.....
void sms(){ //funkcija slanja poruke

    gsm.println("AT+CMGF=1");
    gsm.print("AT+CMGS="); // naredba kojom postavljamo broj na koji ćemo
poslati poruku te unosimo poruku
    gsm.print('"');
    gsm.print('+');
    gsm.print(broj);
    gsm.println('"');
    gsm.println(poruka);
    gsm.write(26); //ASCII vrijednost ctrl+Z, završavamo unos poruke i šaljemo
poruku
}
```