# Beskorisna kutija

**Marković, Robert**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:501459

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-21**

*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

**Sveučilišni studij**

# BESKORISNA KUTIJA

**Završni rad**

**Robert Marković**

**Osijek, 2021.**

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

**Obrazac Z1P - Obrazac za ocjenu završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju**

**Osijek, 03.09.2021.**

**Odboru za završne i diplomske ispite**

# Prijedlog ocjene završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju

| | |
|---|---|
| **Ime i prezime studenta:** | Robert Marković |
| **Studij, smjer:** | Preddiplomski sveučilišni studij Računarstvo |
| **Mat. br. studenta, godina upisa:** | R4096, 28.07.2017. |
| **OIB studenta:** | 12750961461 |
| **Mentor:** | Izv. prof. dr. sc. Tomislav Matić |
| **Sumentor:** | |
| **Sumentor iz tvrtke:** | |
| **Naslov završnog rada:** | Beskorisna kutija |
| **Znanstvena grana rada:** | **Programsko inženjerstvo (zn. polje računarstvo)** |
| **Predložena ocjena završnog rada:** | Izvrstan (5) |
| **Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:** | Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda<br>Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda<br>Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda<br>Razina samostalnosti: 2 razina |
| **Datum prijedloga ocjene mentora:** | 03.09.2021. |
| **Datum potvrde ocjene Odbora:** | 08.09.2021. |

| | |
|---|---|
| Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija: | Potpis: |
| | Datum: |

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

# IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

**Osijek, 27.09.2021.**

| | |
|---|---|
| **Ime i prezime studenta:** | Robert Marković |
| **Studij**: | Preddiplomski sveučilišni studij Računarstvo |
| **Mat. br. studenta, godina upisa:** | R4096, 28.07.2017. |
| **Turnitin podudaranje [%]:** | 7 |

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom**: Beskorisna kutija**

izrađen pod vodstvom mentora Izv. prof. dr. sc. Tomislav Matić

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

# SADRŽAJ

*1. UVOD* ..... *1*

**1.1. Zadatak završnog rada** ..... **1**

*2. POSTOJEĆA RJEŠENJA* ..... *2*

*3. IZRADA BESKORISNE KUTIJE* ..... *3*

**3.1. Sklopovlje** ..... **3**

3.1.1. Kućište beskorisne kutije ..... 3

3.1.2. Arduino Nano ..... 5

3.1.3. SG90 servo ..... 5

3.1.4. Shema sklopovlja ..... 6

**3.2. Programska podrška** ..... **6**

3.2.1. Algoritam beskorisne kutije ..... 7

**3.3. Testiranje** ..... **9**

*4. ZAKLJUČAK* ..... *14*

*LITERATURA* ..... *15*

*SAŽETAK* ..... *16*

*ABSTRACT* ..... *17*

*ŽIVOTOPIS* ..... *18*

*PRILOZI* ..... *19*

# 1. UVOD

Naziv beskorisna kutija je najčešće sinonim za „beskoristan stroj“. Beskoristan stroj je stroj koji ima određenu funkcionalnost, ali njegovo postojanje je beskorisno jer stroj praktički nema svoju korisnost te je njegova primjena neprimjenjiva jer je stroj - beskoristan, tj. ne radi ništa čovjeku korisno [1]. Najpoznatiji beskorisni stroj je zapravo „beskorisna kutija“ koju je osmislio poznati američki znanstvenik Marvin Lee Minsky čija je glavna i jedina funkcionalnost da stroj sam sebe isključuje [2]. U zadnje vrijeme dolazi do naglog porasta popularnosti beskorisnih kutija budući da su vrlo zanimljive, ali i zato što mogu poslužiti kao odličan izvor zabave te se zato vrlo uspješno prodaju kao igračke ili funkcionalni ukras na radnom stolu ili u prostoriji. Rezultat koji se očekuje izradom ovog rada jest izrada beskorisne kutije koja će na sebi imati dvopolnu sklopku koju stroj želi i održava uvijek u isključenom stanju. Unutar kutije se nalazi robotska ruka koja isključuje sklopku te ugrađeni računalni sustav temeljen na Arduino pločici. Također, vrlo je važno da je kutija što manjih dimenzija i mase kako bi bila prijenosna. U kutiju je ugrađeno baterijsko napajanje, te je ugrađeni računalni sustav optimiziran za štednju baterije. U poglavlju 2 opisana su postojeća rješenja tipova beskorisnih kutija, te se još u nastavku rada nalazi tijek izrade izrađene beskorisne kutije, programiranje stroja, završno testiranje i zaključak.

## 1.1. Zadatak završnog rada

U radu je potrebno dizajnirati, razviti i testirati beskorisnu kutiju. Uređaj se sastoji od kutije, prekidača, mikroupravljačkog sustava te baterijskog napajanja s punjenjem. Korisnik prekidač postavlja u jedan položaj, a zatim iz kutije mehanička ruka prebacuje prekidač u početni položaj. Uređaj mora biti prijenosan, tj. imati li-ion baterijsko napajanje.

# 2. POSTOJEĆA RJEŠENJA

Postoji više modela beskorisnih kutija. Modeli beskorisnih kutija najčešće se razlikuju po vrsti i boji materijala od kojeg su izrađeni ili u izvedbi pozicije vrata i robotske ruke budući da se vrata i robotska ruka ne moraju nužno nalaziti s gornje strane kutije već s bočne strane. Najsličnija komercijalna verzija [3] izrađene beskorisne kutije je prikazana na slici 2.1. Funkcionalnost je jednaka.

**Slika 2.1.** *Klasični model beskorisne kutije.*

Drugi model beskorisne kutije funkcionalnošću podsjeća na štednu kutijicu za kovanice [4]. Funkcionalnost je identična, jedino je razlika u vrsti sklopke jer se radi o taster sklopci. Bijela plastična taster sklopka u obliku elipse ima ulogu mjesta na koje se stavi kovanica koju želimo spremiti u beskorisnu kutiju. Pritiskom na mjesto gdje smo stavili kovanicu robotska ruka dohvaća kovanicu i doticajem ju povuće u unutrašnjost kutije. Na dnu ovog modela beskorisne kutije se nalazi poklopac čijim se otvaranjem omogućuje vađenje prikupljenih novčića. Opisani model je prikazan na slici 2.2.

**Slika 2.2.** *Model beskorisne kutije s funkcijom kutije za štednju.*

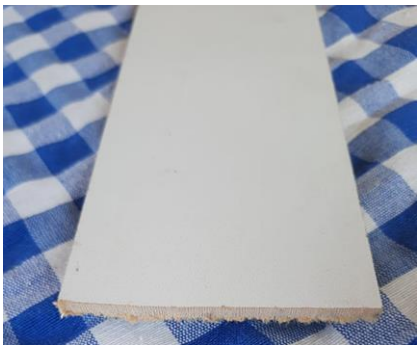
# 3. IZRADA BESKORISNE KUTIJE

## 3.1. Sklopovlje

Kućište beskorisne kutije izrađeno je od MDF (eng. Medium Density Fiberboard) materijala [5], Arduino Nano razvojnog sustava, dva TowerPro SG90 servo motora, ručno napravljene poluga - mehanizma za otvaranje i zatvaranje poklopca kutije, dvije sklopke, dvije Li-ion ćelije 3.7V 3000 mAh, regulatora za zaštitu baterijskih čelija te vodiča.

### 3.1.1. Kućište beskorisne kutije

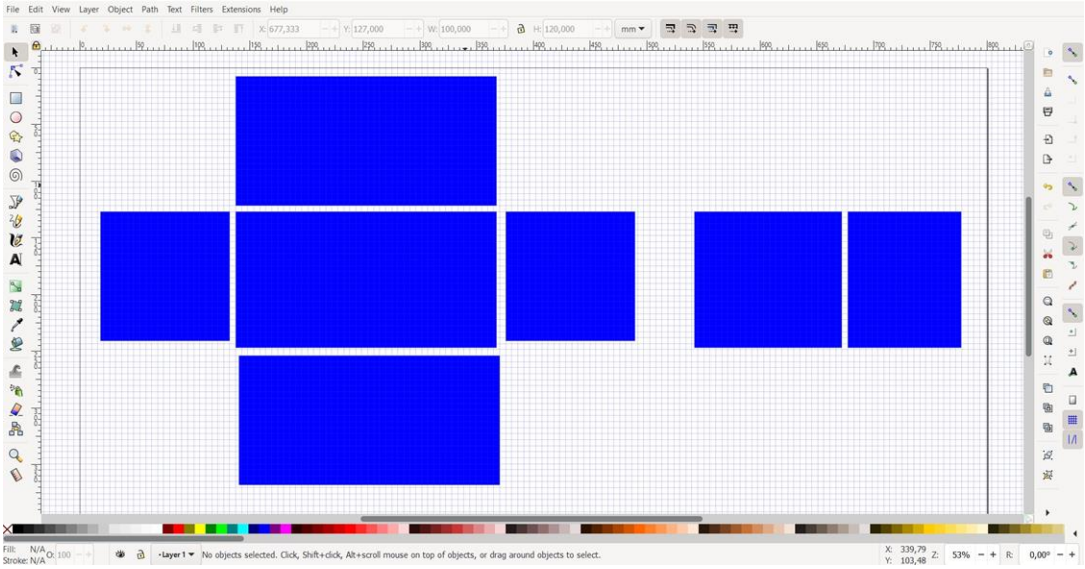
Materijal korišten za izradu beskorisne kutije je MDF materijal. MDF ploče poznate i pod nazivom medijapan ploče, kompozitni je proizvod koji se sastoji od celuloznih vlakana i veziva koji se stvrdnjava prilikom proizvodnje pod toplinom i pritiskom. Postoje i obojene MDF ploče. Najčešće su namjenjene izradi namještaja. Odlučeno je koristiti upravo ovaj materijal jer nema veliku masu, jeftin je i dovoljno čvrst materijal kojeg je lako obrađivati. Za izradu su korištene bijele MDF ploče prikazane na slici 3.1. i slici 3.2.



**Slika 3.1.** *MDF ploča (lice).*

**Slika 3.2.** *MDF ploča (leđa).*

Nacrtane stranice kućišta u grafičkom programu Inkscape [6] spremljene u .dfx formatu pripremljene su za lasersko rezanje i izrezane iz MDF ploča u laboratoriju K2-9 na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku. Nacrt stranica u programu Inkscape prikazan je na slici 3.3. Laserski rezač prikazan je na slici 3.4. Ploče su nakon rezanja dobile svoj oblik, te su zalijepljene ljepilom za drvo. Dimenzije kutije su [D] 23 cm x [V] 12 cm x [Š] 12 cm. Kutija u procesu ljepljenja prikazana je na slici 3.5.



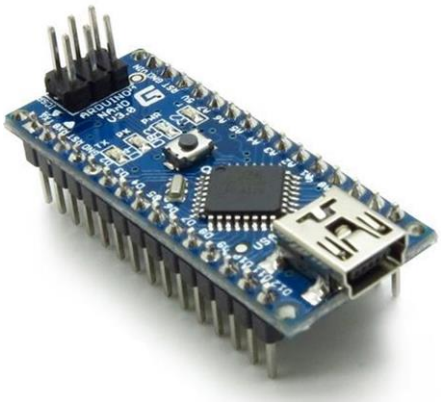

**Slika 3.3.** *Snimka zaslona nacrtanih stranica kućišta u programu Inkscape.*

**Slika 3.4.** *Laserski stroj za rezanje u K2-9.*

**Slika 3.5.** *Kućište u procesu ljepljenja.*

### 3.1.2. Arduino Nano

Arduino Nano je jedna od pločica iz Arduino obitelji. Manjih je dimenzija u odnosu na Arduino Uno koja je jednaka po funkcionalnosti. Nano se programira Arduino IDE sketch programom koji za rad ne treba računalo priključeno na internet. Arduino Nano sadrži Mini USB priključak preko kojeg se USB A tipom kabela povezuje na računalo. Sadrži Atmega328P mikroupravljač koji radi na 5V. Mikroupravljač ima 16MHz radni takt. Ukupno ima 22 priključka od kojih je 8 analognih, a 14 digitalnih. Pločica je prikazana na slici 3.6., a ostali tehnički podaci su prikazani tablicom 3.1.



**Slika 3.6.** *Arduino Nano pločica.*

**Tablica 3.1.** *Ostali važni tehnički podaci Arduino Nano pločice.*

| | |
|---|---|
| **Arhitektura** | AVR |
| **Ulazni napon** | 7-12V |
| **Flash memorija** | 32KB |
| **SRAM** | 2KB |
| **Potrošnja struje** | 19mA |
| **Dimenzije pločice** | 18 x 45mm |
| **Masa** | 7g |

### 3.1.3. SG90 servo

Servo motori korišteni za izradu beskorisne kutije su TowerPro SG90. Radi se o manjim servo motorima u odnosu na MG servo motore. Beskorisna kutija ukupno ima dva servo motora. Jedan se koristi za otvaranje vrata na kutiji, a drugi za rotacijsko gibanje robotske ruke koja ima zadatak isključivati sklopku. Ima ukupni raspon rotacije od 180 stupnjeva (90 u svakom smjeru), okretni moment iznosi 2.5kg/cm, a impulsni signal ima frekvenciju od 50Hz. Napaja se s 5V

reguliranog Arduino Nano naponskog izlaza (raspon ulaznog napona iznosi od 4.8V - 6V). Korišteni servo motor sadrži plastične zupčanike zbog kojih ima tiši rad [7].

**Slika 3.7.** *TowerPro SG90 servo motor.*

### 3.1.4. Shema sklopovlja

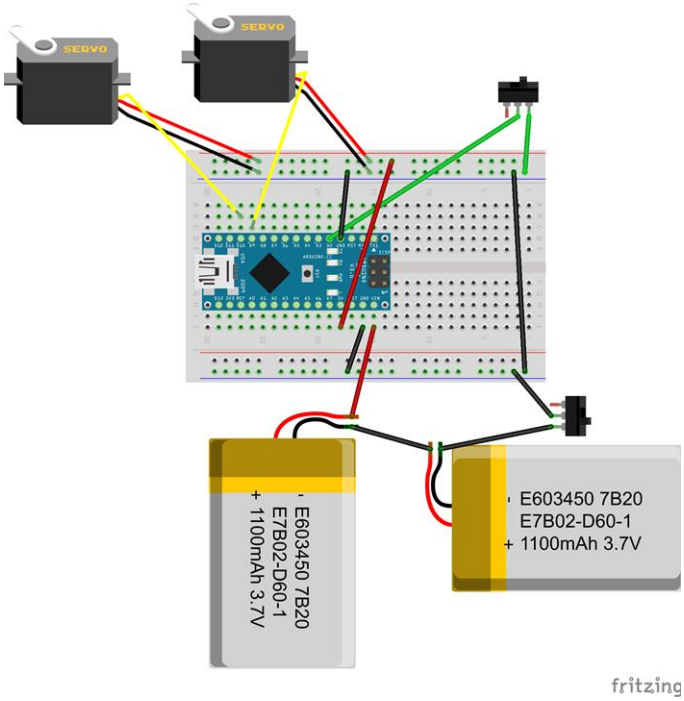
Shema sklopovlja izrađena je u Fritzing programu [8]. Servo motor koji upravlja otvaranjem i zatvaranjem vrata beskorisne kutije spojen je na digitalni izlaz D9, dok je servo motor koji upravlja robotskom rukom spojen na D10. Oba servo motora se napajaju s 5V Arduino Nano izlaza s pločice. Sklopka koju stroj uporno želi zadržati u isključenom stanju je priključena na D2 digitalni izlaz. Cijeli sustav se napaja s dvije serijski spojene 3.7V li-ion baterijske ćelije ugrađene u kutiju te tako priključene na Vin i GND Arduino pločice. Shema spojenog sklopovlja prikazana je na slici 3.8. Baterije je moguće fizički izvaditi iz kućišta ukoliko se isprazne, te ih je potrebno napuniti na odgovarajući zidni punjač za li-ion 18650 ćelije. Baterije su spojene na zaštitu koja sprječava preispražnjenje te preopterećenje ćelija.

## 3.2. Programska podrška

Sva programska podrška izrađena je s Arduino sketch alatom. Nakon što se sklopovlje pravilno povezalo prema osmišljenoj shemi započeto je programiranje. Programiranje je moguće isključivo programskim jezikom koji dolazi iz obitelji C i C++ programskih jezika s dodatno uvedenim određenim funkcijama od strane Arduino programera. Kod se piše u dvije glavne funkcije; setup() u kojoj se piše sve što je potrebno izvršiti samo jednom pri pokretanju sustava, dok se u loop() funkciju pišu ostale programske naredbe. Loop() funkcija se poziva tempom radnog takta, a iz navedene funkcije moguće je pozivati i druge korisničke napisane funkcije.

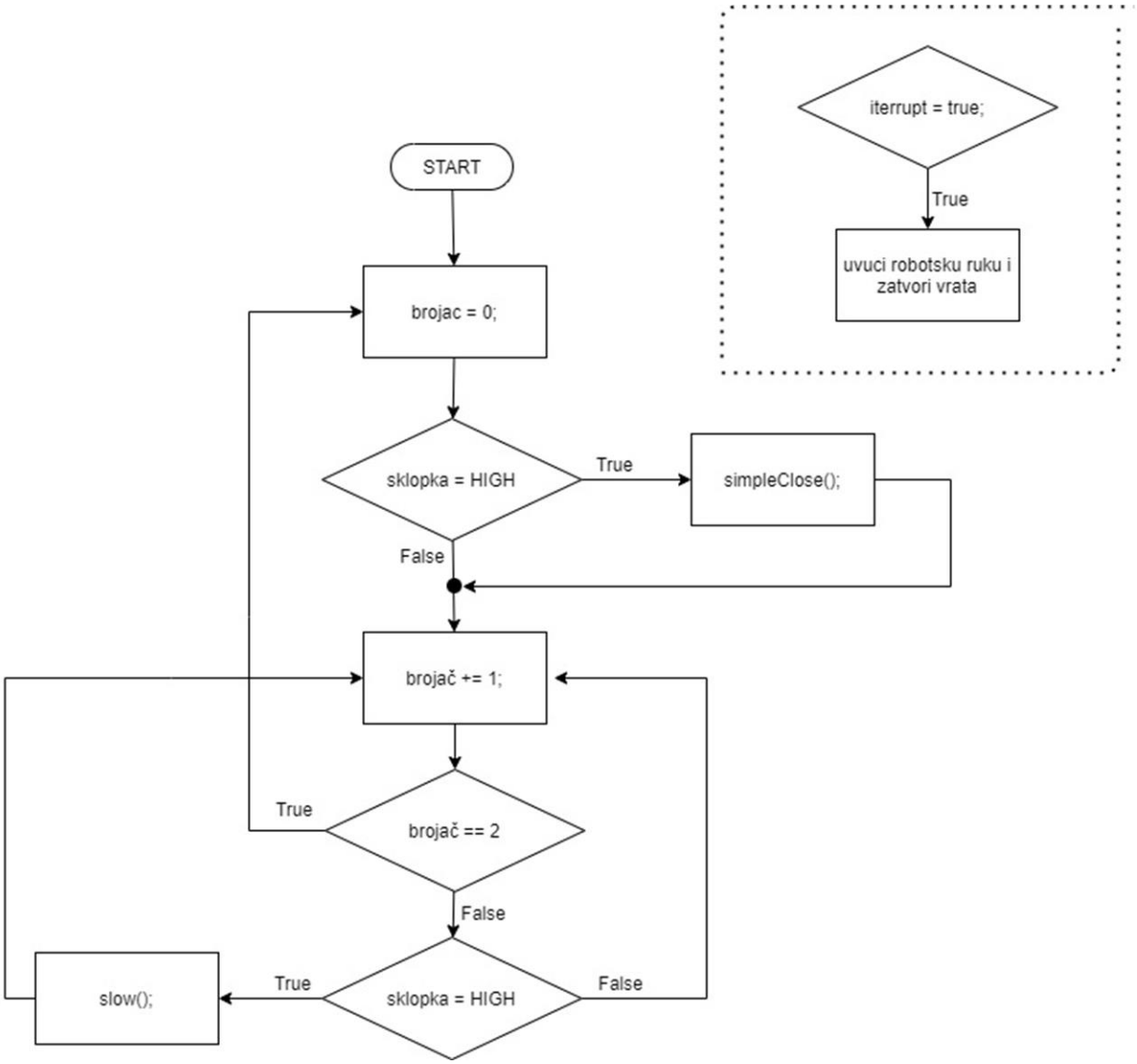
### 3.2.1. Algoritam beskorisne kutije

Algoritam beskorisne kutije prikazan je na slici 3.9. Ako je sklopka beskorisne kutije uključena - isključi ju. U radu je korištena zaglavna biblioteka Servo.h. Navedena biblioteka potrebna je jer sadrži sve funkcije za rad s korištenim servo motorima. Na početku programa vrši se deklaracija brojača koji je zadužen za kasniji odabir pozivanja funkcija koje su zapravo načini otvaranja/zatvaranja vrata i gašenja sklopke robotskom rukom. Svaka funkcija (način) je po sebi jedinstven. Beskorisna kutija trenutno ima dva implementirana različita načina; jednostavni i spori. Također inicijaliziraju se i servo motori. U setup() funkciji servo motori se postavljaju na početne pozicije i postavljeni su parametri sklopke za mod rada kao i interrupt. Loop() funkcija se izvršava radnim taktom mikroupravljača koja provjerava stanje interrupt-a i uključenost sklopke. Također loop() je svojom frekvencijom iskorišten za uvećavanje brojača tako da se dobije dojam nasumičnog pozivanja funkcija za otvaranje vrata i gašenje sklopke. Programski kod beskorisne kutije koristi nad servo motorima detach() funkciju dok su servo motori u stanju pripravnosti. Detach() funkcija isključuje pulsni signal servo motora. Na taj način postiže se štednja baterija jer servo motoru poziciju tada održava isključivo trenje zupčanika, a također unatoč tome što je beskorisna kutija uključena moguće je i ručno otvoriti vrata beskorisne kutije ili na primjer ručno pomicati robotsku ruku. Servo motorima se pulsni signal ponovno uključuje funkcijom attach() koja za parametar prima digitalni izlaza na koji je spojen servo motor. Tijekom rada stroja ukoliko se nakon uključivanja sklopke beskorisne kutije namjerno ista ta




**Slika 3.8.** *Shema sklopovlja.*

sklopka ručno isključi, a vrata stroja su se već otvorila i na primjer robotska ruka je već napola izašla da sklopku isključi, stroj to prepoznaje i vraća robotsku ruku u kutiju i zatvara vrata zahvaljujući interrupt prekidu izvršavanja glavnog programa.

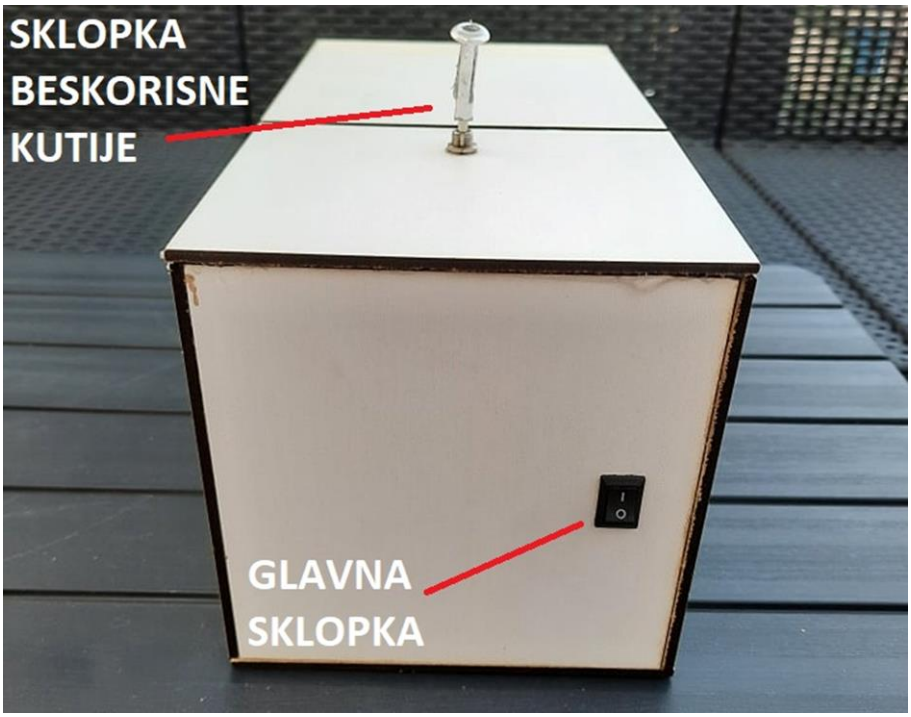



**Slika 3.9.** *Dijagram tijeka beskorisne kutije.*

## 3.3. Testiranje

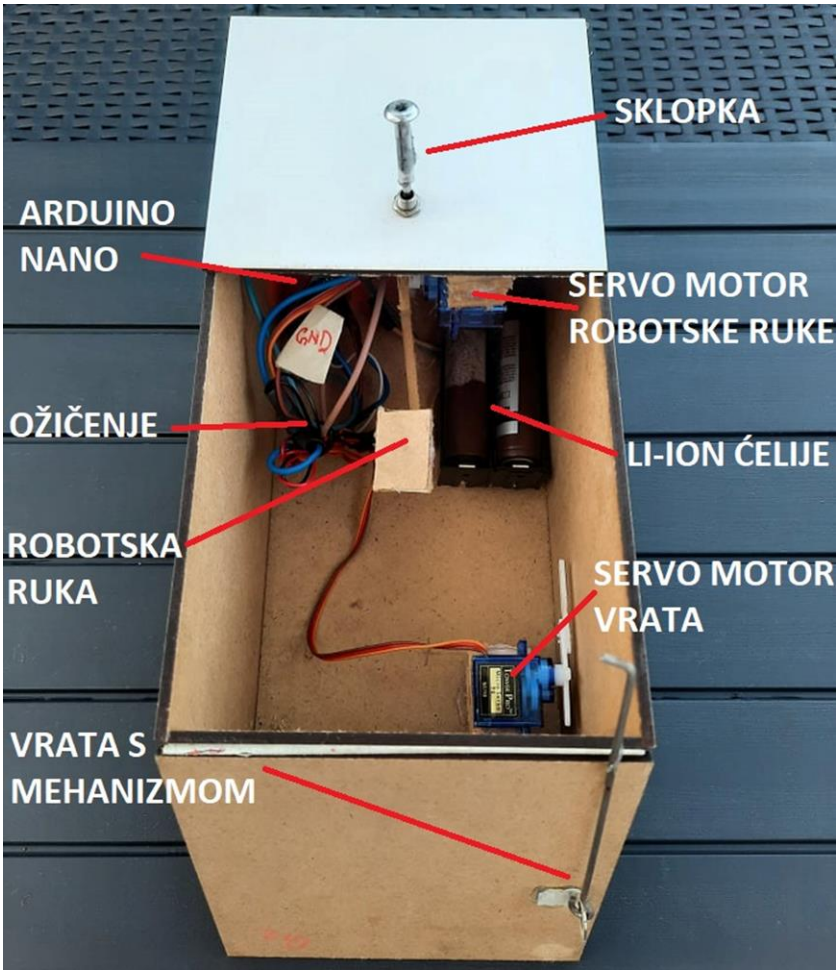
Kučište je zalijepljeno, Arduino Nano programska pločica isprogramirana pa je napravljeno testiranje beskorisne kutije. Uloga glavne sklopke je naponski uključiti odnosno isključiti kompletnu beskorisnu kutiju prije odnosno nakon uporabe, dok je sklopka beskorisne kutije sklopka koju stroj uporno isključuje nakon ručnog uključivanja.

Raspored sklopki vidljiv je na slici 3.10.




**Slika 3.10.** *Prikaz dviju sklopki beskorisne kutije.*

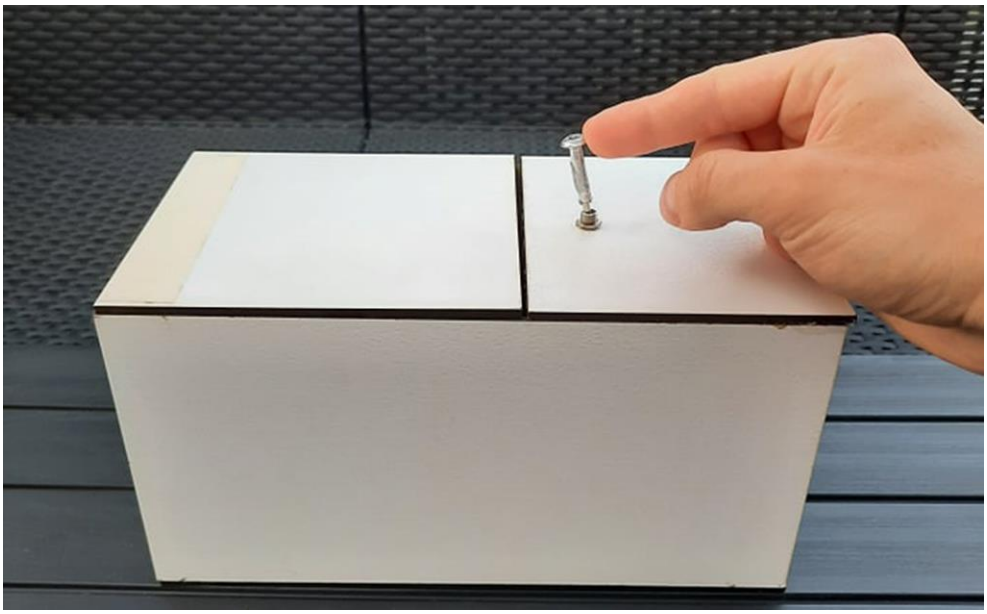
Na slici 3.11. vidljivo je završno stanje unutrašnjosti beskorisne kutije, te su navedeni svi dijelovi.



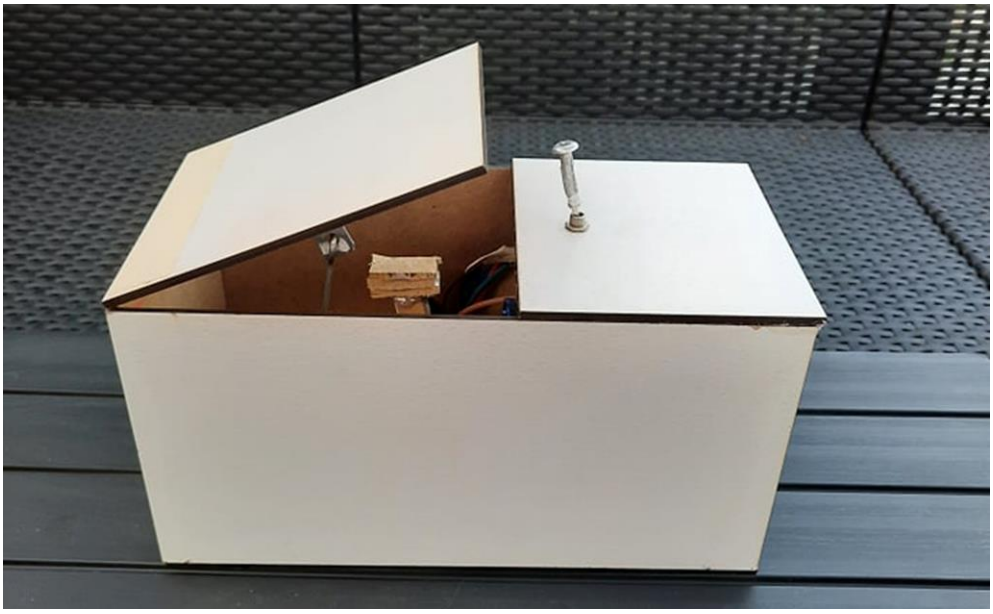

**Slika 3.11.** *Dijelovi sklopovlja beskorisne kutije.*

Da bi uspješno testirali rad beskorisne kutije potrebno je uključiti glavnu sklopku. Rad beskorisne kutije se može prikazati kroz ukupno šest ponavljajućih koraka:

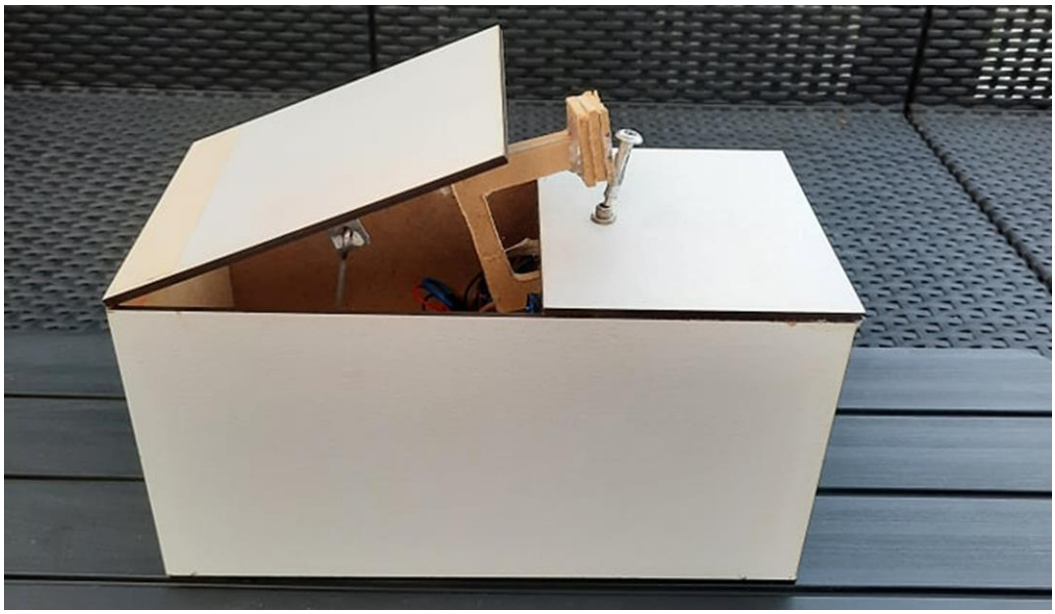
**Slika 3.12.** *KORAK 1: sklopka je isključena, te je beskorisna kutija u stanju pripravnosti.*



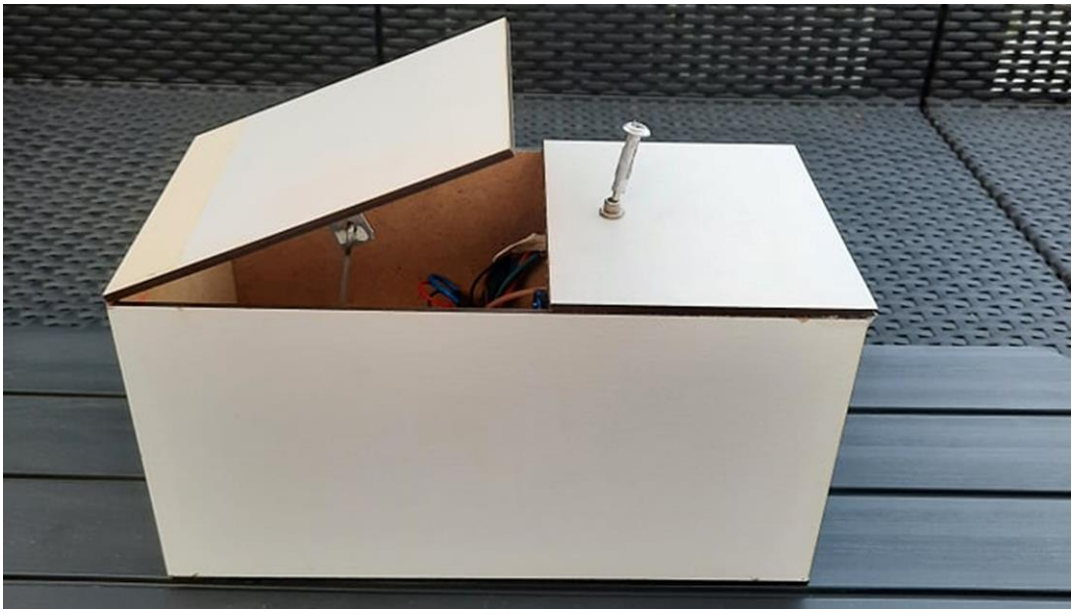
**Slika 3.13.** *KORAK 2: čovjek uključuje sklopku.*



**Slika 3.14.** *KORAK 3: beskorisna kutija otvara vrata, sklopka je još uvijek uključena.*



**Slika 3.15.** *KORAK 4: ukoliko čovjek nije u međuvremenu sklopku isključio, robotska ruka isključuje sklopku.*



**Slika 3.16.** *KORAK 5: sklopka je isključena te se robotska ruka vraća u beskorisnu kutiju.*

**Slika 3.17.** *KORAK 6: kutija se zatvorila.*

# 4. ZAKLJUČAK

Beskorisna kutija je stroj koji nema nikakvu korist. U ovom radu izrađena je jedna verzija beskorisne kutije temeljena na Arduino Nano razvojnom sustavu. Opisana je detaljna izrada od samog kućišta do samog razvijenog sklopovskog rješenja. Testirana je kroz šest ponavljajućih koraka kako bi se prikazao njezin rad. Potpuno je prijenosna i malih dimenzija. Za daljnji napredak ovakve kutije moguće je dodati više funkcija (načina) rada izlaženja robotske ruke i otvaranja i zatvaranje vrata koji bi kutiju činili još unaprijeđenijom i zabavnijom. Također zanimljivo bi bilo dodati LED rasvjetu unutar kutije koja bi se upalila svaki puta kada bi se kutija otvorila.

# LITERATURA


[1] „MunArt - The most complete web site dedicated to Bruno Munari“ [online]. Dostupno na: http://www.munart.org/index.php?p=9. [Pristupljeno: 29.7.2021.].

[2] „Marvin Minsky | American scientist“ [online]. Dostupno na: https://www.britannica.com/biography/Marvin-Lee-Minsky. [Pristupljeno: 29.7.2021.].

[3] „Broad Game Tricky Toys Useless Box, Creative, Adult, Funny Toys, Kids Gift, Fun Party Toy, Wooden Toy For Children : Amazon.de: Toys & Games“ [online]. Dostupno na: https://www.amazon.de/Tricky-Useless-Creative-Wooden-Children/dp/B07K7JVGMH/. [Pristupljeno: 29.7.2021.].

[4] „Electronic Panda Money Box for Children and Adults - Money Box with Panda Paw for Coins - Fun Piggy Bank for Coins - Small Electric Savings Bank - Panda Money Box : Amazon.de: Toys & Games“ [online]. Dostupno na: file:///C:/Users/Robert/Zotero/storage/3R9XJTJ4/ref=sr_1_5.html. [Pristupljeno: 29.7.2021.].

[5] „Wayback Machine“ [online], 05-sij-2012. Dostupno na: https://web.archive.org/web/20120105082303/http://www.flakeboard.com/specs/ANSI%20A208.2-2002%20MDF.pdf. [Pristupljeno: 29.7.2021.].

[6] „Draw Freely | Inkscape“ [online]. Dostupno na: https://inkscape.org/. [Pristupljeno: 29.7.2021.].

[7] „SERVO MOTOR SG90 DATA SHEET“, str. 1.

[8] „Fritzing“ [online]. Dostupno na: http://fritzing.org/. [Pristupljeno: 29.7.2021.].

# SAŽETAK

U ovom radu izrađena je jedna verzija beskorisne kutije temeljena na Arduino Nano razvojnom sustavu. Opisana je detaljna izrada od samog kućišta do samog razvijenog sklopovskog rješenja. Testirana je kroz šest ponavljajućih koraka kako bi se prikazao njezin rad koji jamči njezinu funkcionalnost i ispravnost. Beskorisna kutija je zanimljiv stroj malih dimenzija koji će zasigurno zaintrigirati mnoge, ali isto tako i biti zgodan ukras na radnom stolu ili u prostoriji gdje se bude nalazila.

**Ključne riječi:** Arduino Nano, beskorisna kutija, igra, stroj

# ABSTRACT

**Title:** Useless box

This one bachelor's thesis explains the details of process of making useless box machine. This machine can be great source of fun and in the same time a interesting technical solution for useless machines in general. This useless box was developed with Arduino Nano development board. Useless box consists of several parts such as wooden MDF housing, couple of switches, servo motors and robotic arm that always turns off switch that has been manually turned on by human. Complete useless box is powered by integrated rechargeable li-lion 7.2V battery pack. The result has made expectations and the useless box can be daily used if wanted so.



**Keywords:** Arduino Nano, game, machine, useless box

# ŽIVOTOPIS

Robert Marković rođen je u Osijeku 7. listopada 1998. Osnovnu školu pohađao je također u Osijeku. 2013. godine upisuje Elektrotehničku školu Osijek, smjer elektrotehničar. Za vrijeme pohađanja srednje škole sudjeluje na brojnim školskim natjecanjima, međuškolskim natjecanjima na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, sajmu inovacija „iNova“, sajmu inovacija „Inventum“ s radovima u području elektrotehnike, elektronike i računarstva, te Maker Fair izložbama radova u Elektrotehničkoj i prometnoj školi Osijek. 2016. godine sudjeluje na Erasmus+ razmjeni učenika te odlazi na dvotjednu stručnu praksu na South Devon University Technical College u Velikoj Britaniji. 2017. godine upisuje preddiplomski sveučilišni studij računarstva na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku.

_____

Potpis autora

# PRILOZI

CD s prilozima:

- Beskorisna kutija u docx formatu
- Beskorisna kutija u pdf formatu
- Arduino kod za beskorisnu kutiju
- Inkscape nacrt kutije
- Link s videom koji prikazuje rad beskorisne kutije