



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ



РЕАЛИЗАЦИЈА ПАМЕТНЕ КАНТЕ ЗА СМЕЋЕ

Дипломски рад
Студијски програм: Електротехника и рачунарство
Модул: Електроника / Ембедед системи

Студент:

Александар Пантовић, бр. инд. 17860

Ментор:

Доц. др Горан Николић

Ниш, септембар 2023. година

Универзитет у Нишу
Електронски факултет

Реализација паметне канте за смеће

Realisation of smart dustbin

Дипломски рад
Студијски програм: Електротехника и рачунарство
Модул: Електроника / Ембедед системи

Студент: Александар Пантовић, бр. инд. 17860

Ментор: Доц. др Горан Николић

Задатак: У процесу реализације паметне канте за смеће проучити текуће стање процеса прикупљања и одлагања смећа и на бази тога предложити решење којим ће се елиминисати уочени недостаци. Задатак подразумева да се решење сагледа са аспекта харвдверске, софтверске реализације и тако конципира да испуни захтеве за малом потрошњом, ниском ценом и малом габаритношћу што ће га учинити погодним за широке примене.

Датум пријаве рада: 29.06.2023.

Датум предаје рада: 15.09.2023.

Датум одбране рада: 20.09.2023.

Комисија за оцену и одбрану:

1. Доц. др Горан Николић, Председник комисије

2. Проф. др Татјана Николић, Члан

3. Проф. др Сандра Ђошић, Члан

Садржај

Увод.....	1
Рециклажа смећа	1
Реализација идеје	4
Arduino Mega 2560	5
Примена у апликацијама	5
Начини напајања плочице	5
Процесор	6
Карактеристике плочице	7
АТmega2560.....	8
Ултразвучни сензори	10
Рад сензора	11
Сензор метала.....	12
Блок напајања	13
Основне информације о батеријама	15
Нови изглед блоковске шеме	17
Контролисани прекидач напона напајања - Power switch	17
Серво мотор	19
LCD дисплеј.....	21
LED диода.....	23
Принцип рада	23
Повезивање компоненти система	24
Софтвер.....	26
Додатни материјали и алат.....	28
Коначна реализација.....	31
Закључак	33
Литература.....	34
Додатак – код програма.....	35

Увод

Сведоци смо да је са напретком технологије и порастом њене примене у свакодневном животу, сам живот постао много лакши. Међутим утицај на човека је довео до тога да је он постао лењ и неодговорнији према природи. Једна од пропратних појава тог напретка је проблем смећа. Свако домаћинство по једном дану избаци поприличне количине смећа. Смећа је превише, а не радимо ништа да би тај проблем превазишли. Темпо живота и небрига довели су нас дотле да се готово и не осврћемо око себе и не видимо какве су нам улице и простор око контејнера. А ситуација је таква да разбацаног смећа има превише на све стране.

Сем човека, који то смеће одлаже, велики проблем представљају и пси луталице који га извлаче из лако доступних канти и контејнера и развлаче га по околини. То се посебно уочава у парковима где су канте за смеће углавном без или са лако скидивим поклопцем па су нам травнате површине у њима преплављене кесама, флашама и папирићима. С друге стране, постојање углавном једне канте или контејнера онемогућава разврставање смећа још у фази одлагања па самим тим и рециклирања. Дакле, тамо где је пластика има и стакла, као где је стакло има папира итд. Да би се решио проблем смећа потребно је направити нешто што ће сортирати то смеће у специјалне посуде или приморати човека да то учини још у фази одлагања. Међутим опште је позната чињеница да већину навика човек ствара из присиле или законске или новчаних казни или контролом процеса одлагања смећа. Наша идеја је да управо овај трећи приступ разрадити детаљније у циљу реализације паметне канте за одлагање смећа. Наравно све је то за сада на нивоу пилот пројекта и потребно је доста рада и труда да би се она усавршила.

Канта треба да буде тако реализована да одговори следећим трима задацима. Прво, треба да отвара поклопац само на отпад који је метални. Метални отпад обухвата лименке, као и све остало што је избачено из кућног домаћинства, а у својој структури поседује било који метални део. Канта ради на детекцију било којег метала, без обзира да ли је то алумунијум, бакар, гвожђе итд. Друго, да отварање поклопца буде иницирано присутношћу и кретањем особе испред канте на одређеној висини и у одређеном простору. На тај начин пси неће бити у стању да отворе поклопац и извуку отпад из ње. Треће, и не мање важно, потребно је да постоји механизам путем кога ће систем у сваком тренутку поседовати информацију о нивоу тј. количини смећа и за случај да је канта пуна неће дозволити отварање. Надоградња постојећих решења би било умрежавање путем неког од РФ сервиса чиме би се учинила доступним информација о статусу сваке канте појединачно. Наиме централизовани систем на пример комуналног предузећа би обједињавао информације о свакој канти или контејнеру у одређеном реону чиме би служба била у стању да адекватно реагује на статус и количину смећа.

Рециклажа смећа

Због све већих количина и штетности по околину, отпад се сматра једним од најзначајнијих еколошких проблема савременог света. Човек је, својим активностима, одлучујући чинилац у мењању околине. Те активности су повезане са свакодневним потребама. Велики део потреба је створен вештачки и питање је да ли нам стварно треба толики број различитих производа који ће, након употребе, постати отпад. Цивилизација

која производи све више отпада наставља у истом правцу и ништа не указује на скоре промене.



Слика 1. Изглед отпада на депонији

Буџет за заштиту животне средине у Србији је међу најмањим у Европи. На основу пријава, у Србији се годишње произведе између 150.000 и 200.000 тона опасног отпада, а највећи део тог отпада се у нашој земљи не прерађује, јер немамо адекватних постројења. Много је предмета који су од материјала који могу бити рециклирани. Када бисмо их све набрајали, написали бисмо књигу, али ево неких од предмета који су најчешће предмет рециклаже:

- **Метални предмети** – алуминијумске фолије, алуминијумске лименке и гвоздене лименке, као и конзерве;
- **Папир и картон** – ојачани картон, магазин и новине, канцеларијски папир и постери;
- **Стакло** – кремено стакло, стакло боје ћилибара и стакло смарагдне боје.

Окрените се око себе и видећете да вас већински окружују управо предмети од ових материјала. Сви они се могу рециклирати! Вратимо се на то зашто је уопште рециклажа важна. Предности рециклирања су огромне, а сви су на добитку када људи усвоје рециклажу као део свакодневице. Рециклажа је процес који се састоји од сакупљања, издвајања, прераде и израде нових производа из искоришћених ствари и материјала. Ипак, рециклирање није само то. Рециклажа је и поклањање старих или неодговарајућих

ствари неке. Рециклирање је свако избегавање непотребног “бацања”, а затим коришћење тога у нове сврхе. Рециклажа дефинитивно и доказано има огромних предности по животну средину. Рециклирањем се, пре свега, спречавају милиони отпада од завршавања на депонији на којој отпад не може бити поново искоришћен. Депоније не само да су отровне по животну средину, већ дефинитивно нарушавају и лепоту градова и места у којима се налазе. Такође, отрови које ђубре испушта у ваздух и воду могу бити редуковани повећаним обимом рециклирања. Рециклирањем се штеди и обим енергије који се свакодневно троши на производњу нових материјала.

Кад смо већ код штедње енергије рециклирањем – да ли сте знали да се једној сијалици може продужити “рок трајања” за 4 сата, са енергијом која је уштеђена производњом само једне рециклиране стаклене боце.

Рециклажа је добра и зато што чува природне материјале (дрво, сировине, минерале...) некоришћењем нових, већ обнављањем старих материјала. Наша земља је предузела одређене кораке у вези рециклаже, али је то и даље далеко. У Србији има негде око 20 рецикомата који изгледају као на слици.



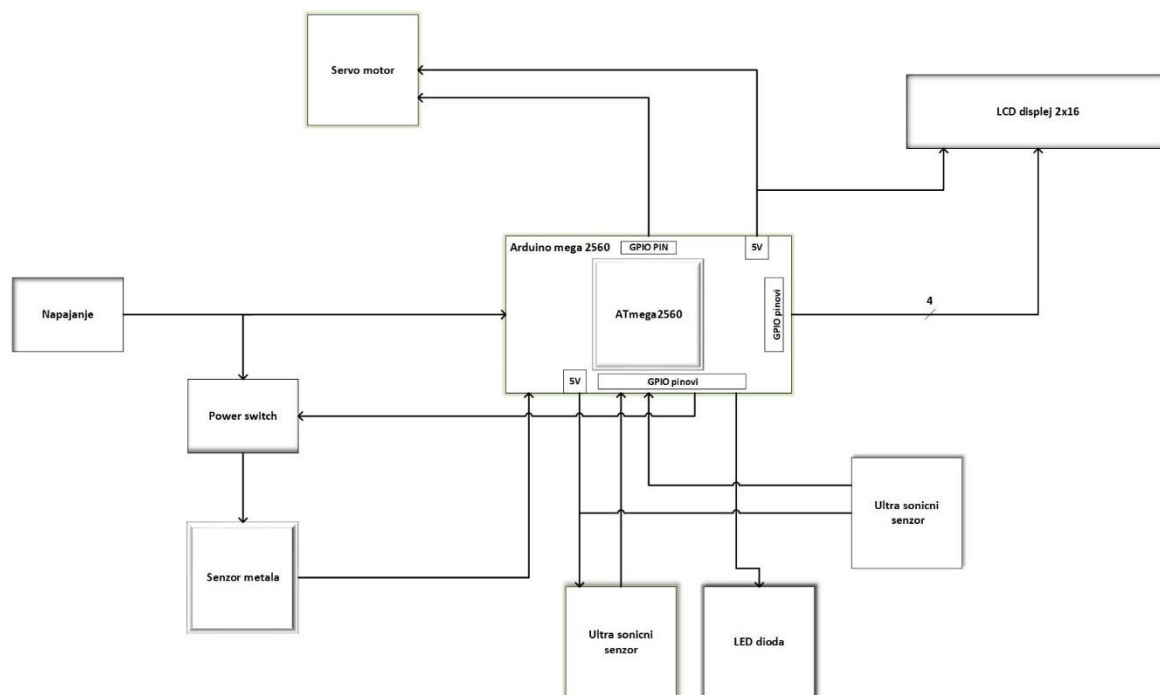
Слика 2. Изглед амбалажног рецикомата у Србији

То је мали број на територији целе Србије и они раде тако што рециклирају само амбалажни отпад. А шта ћемо са металима, картоном и тд?

Пројекат паметне канте је само мали део онога што нам је потребно како би се решио проблем смећа у нашој земљи и остварио рециклажни добит који нам је потребан.

Реализација идеје

Након мукотрпног рада дошло се до реализације идеје у пракси. Прављене су разне скице и блоковске шеме. Главни циљ идеје је такав да паметна канта буде напајана батеријски. Сваки корак био је такав да се направи low power систем. Односно, систем који ће трошити малу количину енергије. Систем који ће бити батеријски напајан и тако обезбедити очекивано трајање батерије у периоди од 12-16 месеци. Успешност пројекта видећете у даљем наставку, као и да ли су испуњена своја очекивања.



Слика 3. Блоковска шема пројекта

Са слике 3. можемо видети концепт паметне канте за детекцију отпада метала. Детаљније објашњење је дато у наставку :

- **Блок напајања** - служи да обезбеди напајање целом систему.
- **Контрола напајања путем контролног прекидача (Power switch)** - његова улога у овом систему је да контролише напајање сензору метала у складу са потребама и на тај начин штеди енергију система.
- **Сензор метала** - улога овог сензора је да детектује метал. У зависности од вредности сигнала кога генерише на излазу систем треба да обавља одређену активност, која представља отварање поклопца.
- **Ултразвучни сензори** - уређаји који користе ултразвучне величине за мерење дистанце која је послужила да детектује ниво смећа унутар канте и детекцију покрета.
- **LED диода** - њена улога је та да она представља светлосни индикатор присуства корисника.
- **Серво мотор** - врста електричног мотора која се користи прецизно позиционирање и контролу степена окретања или положаја. Намена за отварање поклопца.

- **LCD дисплеј**- уређај који се користи за приказ порука о одређеним активностима система.
- **Развојно окружење Arduino mega 2560**- веома популарно развојно окружење за пројекте који захтевају више I/O пинова. Користи микроконтролер ATmega2560 (произвођача Microchip).

О свим овим блоковима, као и избору компонената биће детаљније објашњено у наставку. У наставку ће са више детаља бити описан сваки од наведених блокова и уједно потенцирани главни фактори који су довели до њихових избора.

Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 је микроконтролер развијен од стране Arduino заједнице и део је популарне Arduino платформе. Овај микроконтролер има многе напредне карактеристике и много дигиталних и аналогних пинова, што га чини погодним за различите електронске пројекте. Управо та чињеница га је препоручила за избор у реализацији пилот пројекта паметне канте. Arduino® Mega 2560 је плоча наследник Arduino Mega, посвећена је апликацијама и пројектима који захтевају велики број улазних, излазних пинова и случајеви употребе којима је потребна велика процесорска снага. Arduino® Mega 2560 долази са много већим скупом ИО-ова када га упоредимо са традиционалном Уно плочицом.

Примена у апликацијама

Роботика: Захваљујући високој процесорској моћи, Arduino Mega 2560 може да се носи са захтевним роботским апликацијама. Компатибилан је са плочицама за контролу мотора који му омогућава управљање више мотора истовремено, чиме га чини савршеним за роботске примене. Велики број I/O пинова може да подржи многе сензоре за роботску.

3Д штампање: Алгоритми играју значајну улогу у имплементацији 3Д штампача. Arduino Mega 2560 има снагу да обради ове сложене алгоритме потребне за 3Д штампање. Додатно, лагане промене у коду лако су могуће помоћу Arduino IDE, па се програми за 3Д штампање могу прилагодити корисничким захтевима.

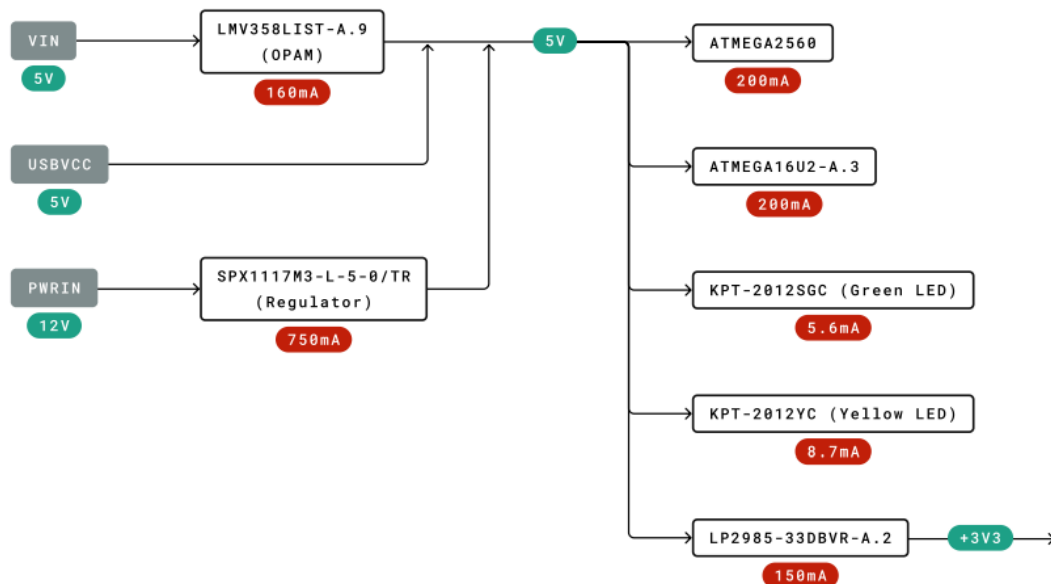
Wi-fi: Интеграција бежичне функционалности побољшава употребљивост апликација. Arduino Mega 2560 је компатибилан са Wifi плочицама, што омогућава бежичне функције за апликације у 3Д штампању и роботизи.

Начини напајања плочице

Постоје три начина како напајати плочицу. Један је преко USB, други је преко екстерног напајања (адаптера) и трећи је када се доведе на одређени пин адекватни напон.

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
PWRIN	Input supply from power jack		TBC		mW
USB VCC	Input supply from USB		TBC		mW
VIN	Input from VIN pad		TBC		mW

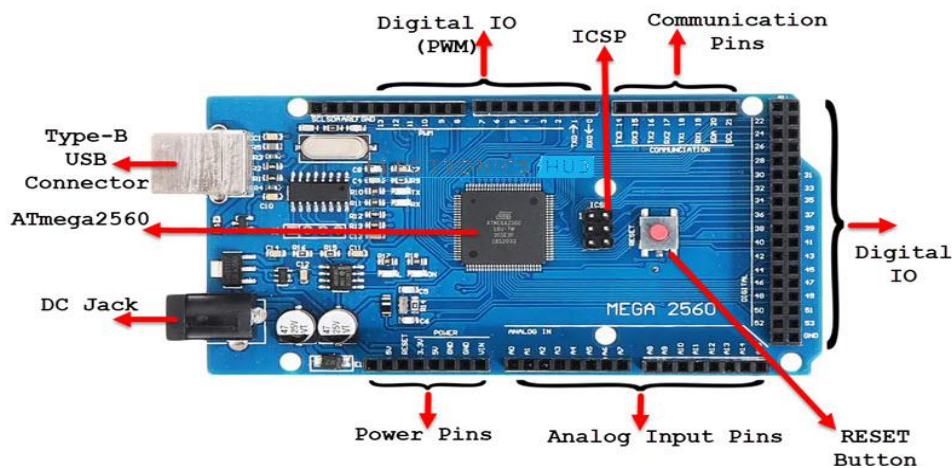
Слика 4. Начини напајања плочице



Слика 5. Блоковски приказ напајања и одговарајуће струје

Процесор

Основни процесор Arduino Mega 2560 Rev3 плоче је чип **ATmega2560** који ради на фреквенцији од 16 MHz. Он има много улазних и излазних линија, што омогућава повезивање са много спољних уређаја. Истовремено, операције и обрада података нису успорене због значајно већег RAM-а у поређењу са другим процесорима. Плоча такође садржи USB серијски процесор **ATmega16U2** који функционише као спрега између USB улазних сигнала и главног процесора. Ово повећава флексибилност за повезивање и интерфејсирање периферних уређаја са Arduino Mega 2560 Rev3 плочом.



Слика 6. Изглед плочице и распоред пинова

Карактеристике плочице

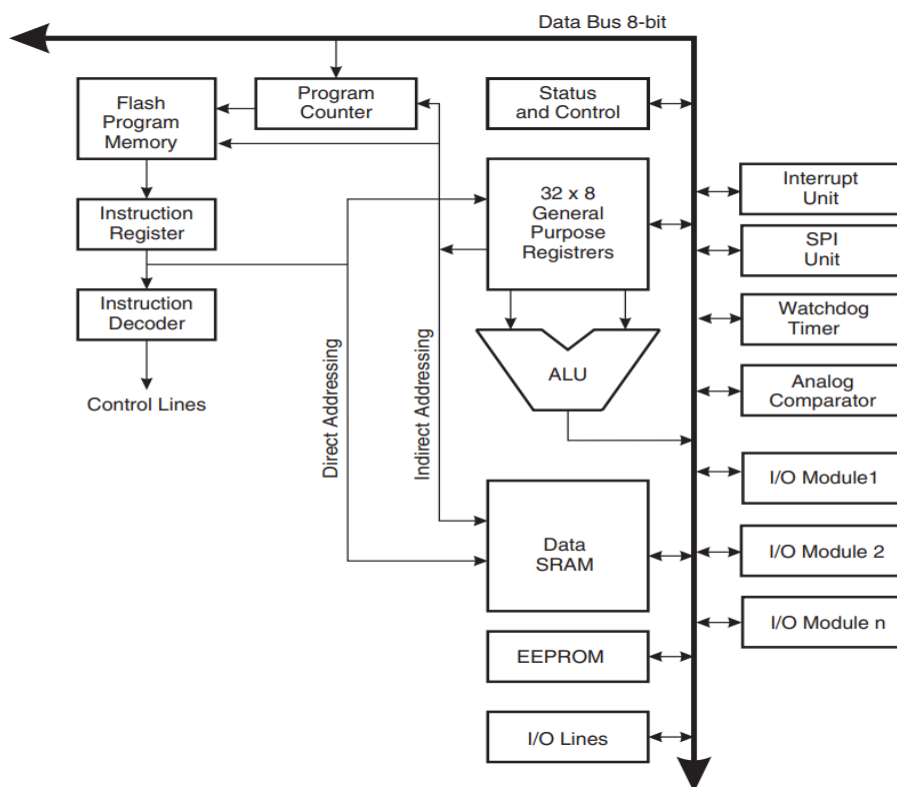
Board	Name	Arduino® Mega 2560 Rev3
	SKU	A000067
Microcontroller	ATmega2560	
USB connector	USB-B	
Pins	Built-in LED Pin	13
	Digital I/O Pins	54
	Analog input pins	16
	PWM pins	15
Communication	UART	Yes, 4
	I2C	Yes
	SPI	Yes
Power	I/O Voltage	5V
	Input voltage (nominal)	7-12V
	DC Current per I/O Pin	20 mA
	Supported battery	9V battery
	Power Supply Connector	Barrel Plug
Clock speed	Main Processor	ATmega2560 16 MHz
	USB-Serial Processor	ATmega16U2 16 MHz
Memory	ATmega2560	8KB SRAM, 256KB FLASH, 4KB EEPROM
Dimensions	Weight	37 g
	Width	53.3 mm
	Length	101.5 mm

Слика 7. Карактеристике плочице

ATmega2560

ATmega 2560 је нисконапонски CMOS микроконтролер од 8 бита заснован на унапређеној RISC архитектури AVR. Извршавањем моћних инструкција у једном циклусу такта, ATmega 2560 постиже пропусне моћи које се приближавају 1 милион инструкција у секунди по MHz, што омогућава дизајнерима система да оптимизују потрошњу енергије.

ATmega 2560 пружа следеће карактеристике: 256К бајта In-System Programabilne Flash меморије са могућношћу читања током писања, 4К бајта EEPROM меморије, 8К бајта SRAM меморије, 54/86 линија за општу употребу за I/O, 32 регистра опште намене, тајмер реалног времена (RTC), шест флексибилних тајмера/бројача са режимима поређења и PWM, 4 USART-а, серијски интерфејс са 2 жице оријентисан на бајтове, 16-канални, 10-битни ADC са опционим диференцијалним улазним степеном са програмабилним појачањем, програмабилни чувар времена са интерним осцилатором, серијски порт SPI, компатибилно JTAG тест сучеље, које се такође користи за приступ On-chip Debug систему и програмирање, и шест софтверски селективних режима штедне енергије. Режим **мировања** зауставља CPU док омогућава SRAM, тајмере/бројаче, SPI порт и систем прекида да наставе са радом. Режим **искључење снаге** чува садржај регистра, али замрзава осцилатор, онемогућавајући све друге функције чипа све до следећег прекида или хардверског ресетовања. У режиму **штедне енергије**, асинхрони тајмер наставља да ради, омогућавајући кориснику одржавање тајмерске базе док остатак уређаја спава. Режим **смањења буке** ADC зауставља CPU и све I/O модуле осим асинхроног тајмера и ADC-а, како би се минимизирала прекидачка бука током претварања ADC-а. У режиму мировања, кристални/резонаторски осцилатор ради док остатак уређаја спава. Ово омогућава веома брзо покретање заједно са ниском потрошњом енергије. У продуженом режиму мировања, и главни осцилатор и асинхрони тајмер настављају са радом.



Слика 8. Изглед AVR процесора

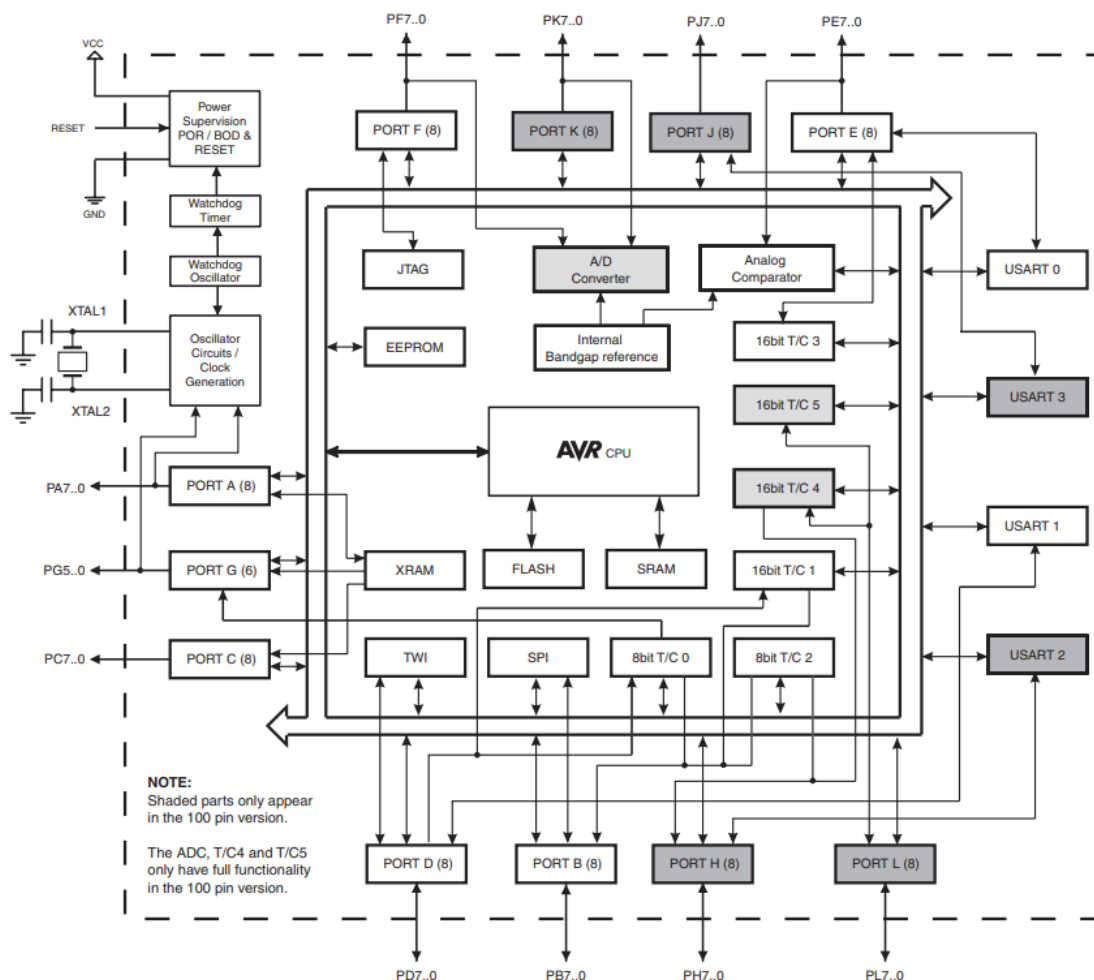
Како би се максимизовала перформанса и паралелизам, AVR користи Харвард архитектуру - са одвојеним меморијама и магистралама за програм и податке. Инструкције у програмској меморији извршавају се са једноставном проточним нивоом. Док се једна инструкција извршава, следећа инструкција се претходно преузела из програмске меморије. Овај концепт омогућава да се инструкције извршавају у сваком тактном циклусу. Програм меморија је In-Sistem Reprogrammable Flash меморија.

Брзи Register File (поље регистара) садржи 32 x 8-битних регистара опште намене са временом приступа од само једног тактног циклуса. Ово омогућава операцију аритметичке и логичке јединице (ALU) у једном тактном циклусу . У типичној ALU операцији, два операнда се прибављају из Register File-a, Операција се извршава, и резултат се поново смешта у Register File - све у једном тактном циклусу.

Шест од 32 регистра могу се користити као три показивача на адресе од 16 бита за адресирање простора података - што омогућава ефикасно рачунање адреса. Један од ових адреса може се такође користити као показивач на адресе за табеле у Flash програмској меморији. ALU подржава аритметичке и логичке операције између регистра или између константе и регистра. Једно регистарске операције такође се могу извршити у ALU. Након аритметичке операције, Status Register се ажурира да одрази информације о резултату операције. Ток програма се обезбеђује путем условних и безусловних инструкција за скокове и позиве, које могу директно адресирати цео адресни простор. Већина AVR инструкција има један формат од 16 бита. Свака адреса програмске меморије садржи инструкцију од 16 или 32 бита. Простор програмске Flash меморије је подељен на две секције, Boot Program секцију и Application Program секцију. Обе секције имају посебне Lock битове за заштиту од писања и читања/писања. Инструкција SPM која пише у секцију Application Flash меморије мора се налазити у секцији Boot Program.

Током прекида и позива подрутина, Program Counter (PC) за повратну адресу смешта се на Stack. Stack је ефективно додељен у општој меморији за податке SRAM, па је величина Stack-а ограничена само укупном величином SRAM-а и употребом SRAM-а. Сви кориснички програми морају иницијализовати SP у Reset рутини (пре извршавања подрутина или прекида). Stack Pointer (SP) је читљив/писив у I/O простору. Подаци SRAM-а лако се могу приступити путем пет различитих режима адресирања који се подржавају у AVR архитектури.

Меморијски простори у AVR архитектури су сви линеарни и регуларни меморијски мапирани. Флексибилни модул за прекиде има своје контролне регистре у I/O простору са додатним Global Enable битом за прекиде у Status Register-у. Сви прекиди имају посебан вектор прекида у табели вектора прекида. Прекиди имају приоритет у складу са својим позицијама у табели вектора прекида. Нижа адреса вектора прекида има виши приоритет.



Слика 9. Блоковски приказ микроконтролера ATmega2560

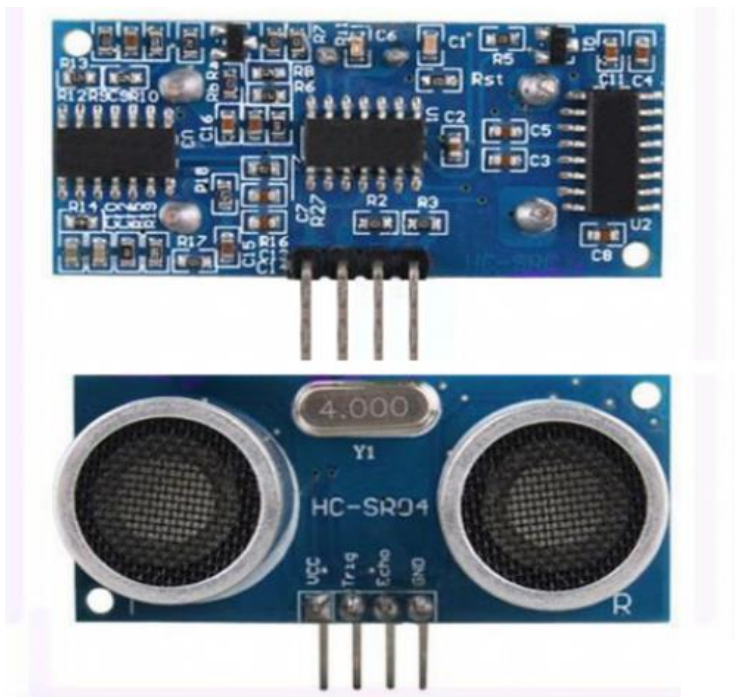
Ултразвучни сензори

Као што смо већ напоменули за потребе детектовања присутности особе у простору испред канте и прибављања информације о тренутној количини смећа користићемо ултразвучни сензор. Након анализе комерцијално доступних модула овог типа одлучили смо се за **HC-SR04**. HC-SR04 је ултразвучни сензорски модул који користи сонар како би одредио удаљеност објекта у одређеном домету, слично као што то раде слепи мишеви или делфини. Нуди одлично читавање распона без контакта са високом прецизношћу и стабилним мерењима у једноставном паковању. Распон мерења је од 2cm до 400cm, а долази са потпуно интегрисаним ултразвучним предајником и пријемником.

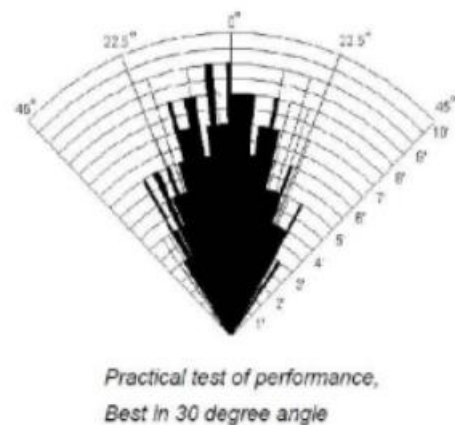
Карактеристике:

- Напајање: +5V DC
- Мировна Струја: <2mA
- Радна Струја: 15mA

- Ефективан Угао: $<15^\circ$
- Распон Мерења: 2cm – 400cm
- Резолуција: 0.3 cm
- Угао Мерења: 30 степени
- Ширина Окидачког Улазног Импулса: 10 μ s
- Димензије: 45mm x 20mm x 15mm



Слика 11. Изглед сензора са предње и задње стране



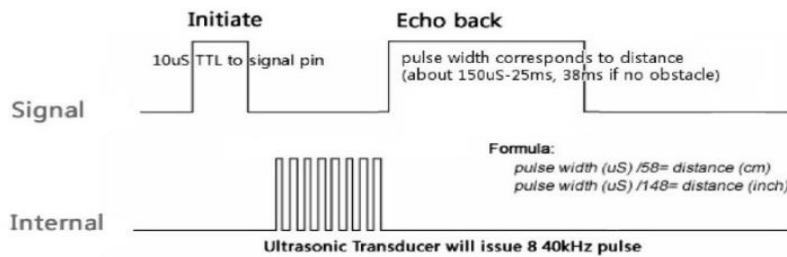
Слика 10. Угао покривености

Рад сензора

Дијаграм временске секвенце импулса HC-SR04 сензора је приказан на слици 12. За покретање мерења, на Trig пин SR04 мора да се генерише импулс високе вредности (5V) трајања најмање 10 μ s. Ово ће иницирати сензор да емитује 8 циклуса ултразвучног импулса фреквенције 40 kHz и затим чека на одражени тј. рефелектовани ултразвучни импулс. Када сензор детектује ултразвук на пријемној страни, поставиће Echo пин на високу вредност (5V) и задржаће се у том стању у временском периоду (ширина) који је пропорционалан удаљености. Да бисмо добили удаљеност, морамо мерити ширину (Ton) Echo сигнала.

Време = Ширина Echo импулса, у μ s (микросекундама)

- Удаљеност у центиметрима = Време / 58
- Удаљеност у инчима = Време / 148
- Такође можете користити брзину звука, која износи 340 m/s.



Слика 12. Дијаграм слања сигнала од сензора

Сензор метала

Циљ овог сензора је да се детектује материјал отпада и уколико је неки тип метала да отвори поклопац кутије или контејнера чиме омогућава сортирање у почетној фази одлагања. Избор је индуктивни проксимити сензор **LJ12A3-4-Z-BY**. Индуктивни проксимити сензори раде на принципу индукције. Основна идеја је да када метални објекат приближи сензору, он мења електромагнетно поље сензора, а ове промене се затим користе за детекцију присуства или близине тог објекта. Како то функционише објаснићемо у неколико корака:

- **Генерисање електромагнетног поља:** Индуктивни проксимити сензор генерише електромагнетско поље које се распростире околу сензора. Ово поље се обично генерише помоћу особине која се зове бобина или индуктивност.
- **Електромагнетно поље без препреке:** Када нема металних објеката у близини сензора, електромагнетско поље се распростири нормално и нема пречника.
- **Промена поља када објекат приђе:** Када метални објекат приђе сензору, он изазива комешање тј, нарушава хомогено електромагнетно поље. Промене у пољу се региструју од стране сензора.
- **Детекција промена:** Индуктивни проксимити сензор детектује промене у електромагнетском пољу и примењује их за детекцију присуства или близине металног објекта. Када се објекат нађе у одређеној близини, сензор генерише излазни сигнал који се користи у контролним системима.
- **Излазни сигнал:** Излазни сигнал сензора може бити у различитим форматима, али најчешће се користи сигнал "NO" (Normal Open) који постане активан када је метални објекат близу сензора. Овај сигнал може послужити за активирање других компоненти или за обавештавање о присуству металног објекта.

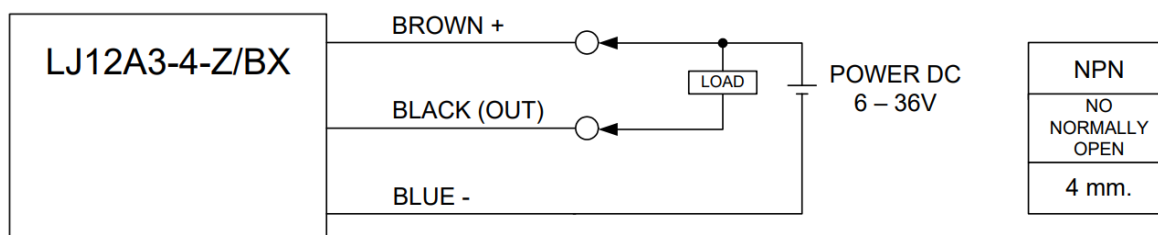
Индуктивни проксимити сензори се често користе у индустријским аутоматским системима за задатке као што су детекција објеката, позиционирање, и контрола робота. Они су посебно корисни за детекцију металних објеката, а њихова примена је широка у различитим областима.



Слика 13. Изглед сензора метала

MODEL	LJ12A3-4-Z/BX
OUTPUT	NPN, 3 WIRE, NO (NORMAL OPEN)
WORK VOLTAGE	6VDC - 36VDC
OUTPUT CURRENT	300mA. (SINK)
SIZE	DIA. 12 mm. L : 64 mm.(BODY)
CABLE LENGTH	100 cm.
DETECTION RANGE	4 mm.
DETECTION OF BOJECT	METAL (COPPER, IRON, ALUMINUIM ETC.)

Слика 14. Карактеристике сензора



Слика 15. Повезивање сензора метала

Блок напајања

Главни захтев, до кога се дошло у процесу анализе блока напајања, је да извор напајања целокупне електронике канте за смеће буде батерија.. Карактеристике батерије треба да буду такве да се обезбеди аутономија система од 12-16 месеци. То је изискивало да се посебно позабавимо анализом комерцијално доступних батерија и

избором батерије која ће одговорити на постављени захтев. Додатно, морали смо да размишљамо и о начину праћења статуса батерије, техникама контроле потрошње тј. реализацијом управљања потрошњом којим бисмо максимално смањили потрошњу појединих блокова и тиме продужили животни век система, а самим тим и обезбедили пројектовану аутономију система.

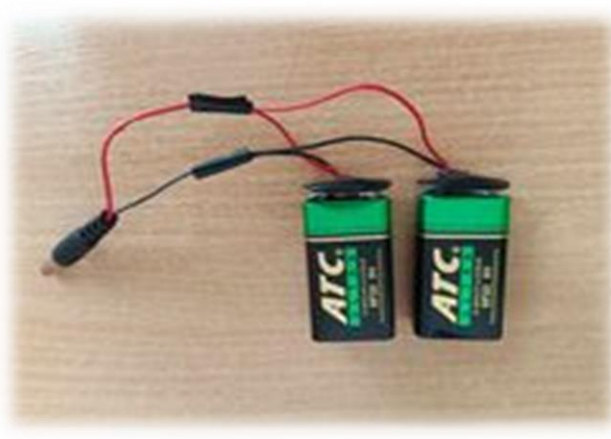
Анализом компоненти које су коришћене у реализацији система можемо да уочимо да је доминатана струја захтевана од стране сензора метала и да износи 300mA, ултразвучног сензора 15mA итд. Са друге стране, јасно је да наведени сензори нема потребе да све време буду активни већ да постоји секвенца активирања једног сензора за другим што нам управо пружа могућност да помоћу контролисаног прекидача напона напајања путем Arduino управљамо режимом рада тј. углавном их држимо у режиму мале потрошње. Услед недостатака неких модула и компоненти систем је реализован тако да се директно напаја са батерије, а у раду је описан прекидач за контролу напона напајања који ће се користити у надоградњи.

Power switch који би овде нашао примену и који би био прави избор је **opto 4 click**, о њему биће касније речи. Највећи пробем био је тај пронаћи батерију. Куповањем разних батерија, од различитих произвођача није дошло до жељеног исхода и није се обезбедила батерија која би задовољила захтеве. Наиме, пробало се на различите начине да би се остварио циљ и на крају није се успело да систем буде батеријски напајан. По прорачинима дошло се до закључка да захтеве које би требала испуњавати батерија су такви да је потребна струја од **800mA** и напон од **9V**. Капацитет батерије који би требао бити задовољен да би она сачувала своју аутономију дужи временски период за сада је непознат. Уколико би овај пројекат био комерцијално реализован требао би већи капацитет. У овом случају капацитет батерије за демонстрацију требао би бити што мањи.

Пробало се на разне начине да се испуне очекивања. Први начин је такав да се купе више батерија и повежу у паралели са циљем да се појача струја. На слици можете видети овај покушај са две батерије, након тога и три и није дало резултата.



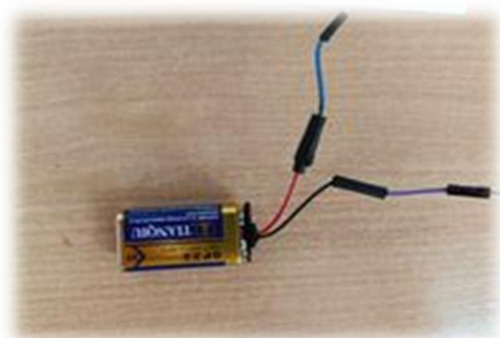
Слика 16. Напајање са Power bank-ом



Слика 17. Везивање у паралели

Затим је пробано користећи Power bank капацитета 10000mAh, али ни он није дао очекиване резултате због ниске излазне струје.

Начин који је дао резултата и испунио очекивања је такав да је полазна идеја модификована. Новонастала идеја базирала се на томе да највећи потрошач у овом случају, сензор метала, буде напајан екстерним напајањем, односно једном оваквом батеријом. А да остали део система буде напајан преко USB-а или адаптером који је био доступан у том тренутку.



Слика 19. Батеријско напајање сензора метала



Слика 18. Адаптер

Основне информације о батеријама

Постоји много различитих врста батерија, а разлике између њих укључују хемијску технологију, напон, капацитет, облик, примену и друге карактеристике. Ево неколико основних врста батерија и њихових кључних разлика:

Оловне (Pb-Acid) батерије:

Ове батерије су често тешке и користе се у стационарним и возилима са унутарњим сагоревањем. Имају релативно ниску густину енергије у поређењу са другим батеријама. Често се користе као акумулатори за покретање возила.

Литијум-јонске (Li-ion) батерије:

Литијум-јонске батерије су лаке, имају високу густину енергије и ниско самопражњење. Често се користе у преносивим уређајима попут паметних телефона, лаптопова и електричних аутомобила. Имају добар однос између капацитета и тежине.

Литијум-полимерне (LiPo) батерије:

Сличне су литијум-јонским батеријама, али имају флексибилну амбалажу. Често се користе у моделима летелица, дронова и РЦ аутомобила.

Никл-метал-хидридне (NiMH) батерије:

Користе се у разним потрошачким уређајима и имају већи капацитет од алкалних батерија. Имају мање штетан утицај на околину у поређењу са олово-киселим батеријама.

Алкалне батерије:

Често се користе за потрошачке уређаје као што су даљински управљачи и играчке. Имају солидну густину енергије и дугу трајност.

Цинк-угљеник батерије:

Ово су основне, јефтине батерије са ниском густином енергије. Нису погодне за дуготрајну или високонапонску употребу.

Литијум-гвожђефосфатне (LiFePO₄) батерије:

Имају изузетно дуг век трајања и често се користе у соларним системима и за складиштење енергије. Мање су склоне термалним проблемима у поређењу са другим литијумским батеријама.

Ово су само неки од примера различитих врста батерија са њиховим карактеристичним особинама. Избор батерије зависи од специфичних потреба и захтева, као и од фактора као што су трајност, капацитет, напон и облик.

Пример батерија које се налазе у свакодневној употреби су алкарне батерије. Батерија коју смо користили, АТС Ultra 6F22 Ultra Heavy Duty, је врста алкалне батерије. "Ultra Heavy Duty" је често назив који се користи за алкалне батерије високог капацитета и дужег века трајања у поређењу са обичним цинк-угљеник батеријама. Ова врста батерије је често позната и као "9V батерија" због свог напона од 9 волти. Батерије овог типа често се користе у уређајима који захтевају већи напон, као што су димни детектори, даљински управљачи, електроакустички уређаји, металдетектори и многи други уређаји. Ова батерија је у облику правоугаоног блока и често се користи у уређајима где је потребно снабдевање већег напона. Ове батерије могу дати максималну струју која је 200-300mA у зависности од потрошача који је на њих закачен.

Батерија која је потребна и која би задовољила целокупне захтеве система је **НСВ CP9V lithium battery 1200mAh 9V**. Ова батерија има капацитет од 1200mAh и напон од 9V. Теоријски гледано ова батерија може да даје 1.2A у трајања од 1h. Међутим то је идеалан случај, у пракси је то другачије. Грубо речено максимална струја коју може дати батерија је око 20% мања. То зависи од произвођача. На то смањење од 20% утичу разни фактори као што су: унутрашњи отпор, температура, напон, оптерећење, старост батерије...

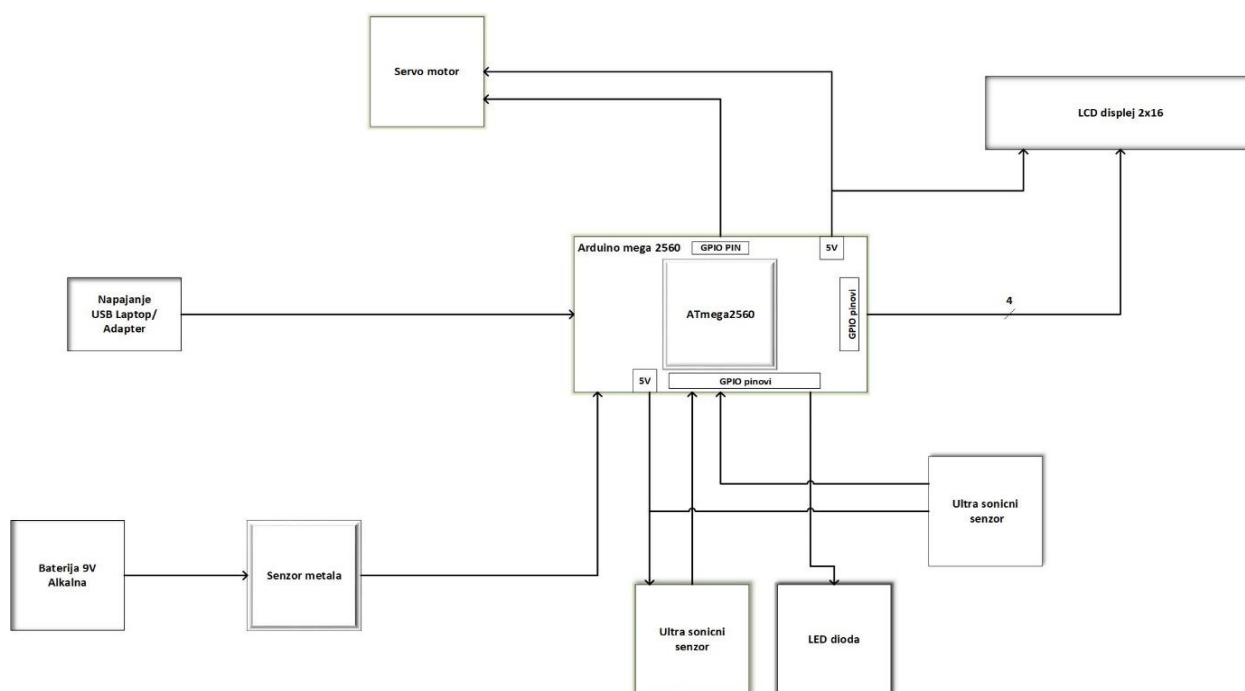


Слика 20. Одговарајућа батерија

У идеалном случају ова батерија би напајала систем са струјом од 800 mA око 1.5h. Што је довољно за демонстрацију пројекта.

$$\text{Време трајања (h)} = \frac{\text{Капацитет батерије (mAh)}}{\text{Струја потрошача (mA)}}$$

Нови изглед блоковске шеме

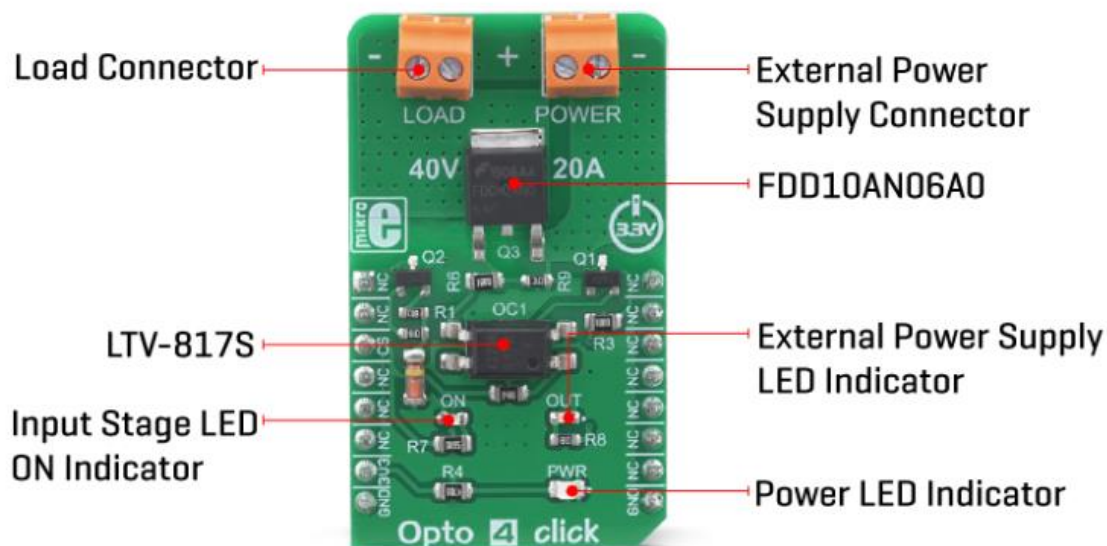


Слика 21. Модификација блоковске шеме

Контролисани прекидач напона напајања - Power switch

Раније поменут контролисани прекидач напона напајања (power switch) који је изабран, али не и имплементиран у досадашњем раду је **Opto 4 click**. Opto 4 click је галвански изоловани прекидач снаге, који користи MOSFET снаге у комбинацији са оптокоплером. Са врло добрим електричним спецификацијама, укључујући висок напон рада, велику капацитетну струју, оптичку галванску изолацију контролног круга и заштиту од ниског напона, Opto 4 click представља савршено решење које се може користити за развој широког спектра апликација које захтевају високу снагу, укључујући управљање LED тракама, сијалицама, различитим типовима DC мотора и другим сличним апликацијама које захтевају електронски управљани прекидач високе струје.


Opto 4 click користи LTV-817S, оптокоплер са високим изолационим напонем произвођача LITEON. Ово је оптокоплер са једним каналом који користи ниску струју коју обезбеђује излазни пин микроконтролера (MCU) да активира свој излазни степен. Поред унутрашњег LED-а, MCU управља додатним спољашњим жути LED-ом који сигнализира да је излаз MCU на високом логичком нивоу. Овај LED је означен као "ON", и користи се за приказ стања излазног степена оптокоплера (проводљив или непроводљив). MCU користи CS пин микроBUS™-а да би управљао улазном степеном оптокоплера LTV-817S.



Слика 22. Изглед плочице

Принцип рада оптокоплера је врло једноставан: На чипу се интегрише фотоемитујући елемент - обично инфрацрвени LED (IR LED) - заједно са фотосензитивним елементом, обично фотосензитивним транзистором. LED и фотосензитивни транзистор су галвански изоловани, али не и оптички: када се укључи интерни LED, он испушта светлост који се усмерава на базу фотосензитивног транзистора на излазном степену, омогућавајући струји да протиче кроз њега. Излаз оптокоплера LTV-817S је повезан са VIN терминалом спољног прикључка снабдевања енергијом, означеног као POWER. Када је излаз оптокоплера затворен (CS пин је на HIGH логичком нивоу), она ће повезати MOSFET-а на напон VIN, чиме ће омогућити MOSFET снаге. Када је излаз оптокоплера отворен (CS пин је на LOW логичком нивоу), MOSFET-а повуће до GND, помоћу отпорника од 10K, онемогућавајући MOSFET. Док је омогућен, MOSFET ће бити способан да проводи струју кроз спољње оптерећење, прикључено на LOAD терминал. Излаз оптокоплера такође има зелени LED индикатор означен као OUT, који указује да постоји важећи напон преко POWER терминала.

Коло за заштиту од ниског напона на VIN терминалу спречава напон спољног извора напајања да опадне испод 10V. Идеално, напон напајања би требало да остане изнад 12V. Важно је да напон напајања остане изнад 10V, јер у том случају, ON отпор MOSFET-а износи око 10 mΩ, што обезбеђује да не дође до значајне дисипације топлоте као резултата високе струје кроз оптерећење. Када напон спољног извора напајања опадне, може довести до пораста ON отпора MOSFET-а снаге довољно и пре активирања кола за заштиту од ниског напона (у зависности од струје кроз оптерећење), што може довести до његовог оштећења. Зато напон спољног извора напајања мора остати изнад 10V како би ова Click плоча радила поуздано.

Notes	Pin					Pin	Notes
	NC	1	AN	PWM	16	NC	
	NC	2	RST	INT	15	NC	
Optocoupler IN	CS	3	CS	RX	14	NC	
	NC	4	SCK	TX	13	NC	
	NC	5	MISO	SCL	12	NC	
	NC	6	MOSI	SDA	11	NC	
Power Supply	+3V3	7	3.3V	5V	10	NC	
Ground	GND	8	GND	GND	9	GND	Ground

Слика 23. Распоред излазних пихова који служе за повезивање

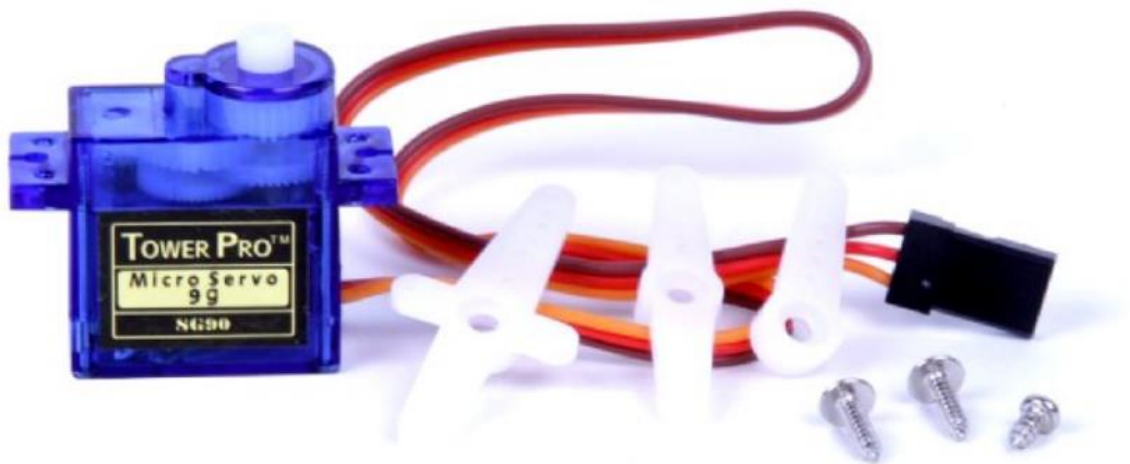
Серво мотор

Главни задатак мотора јесте отварање и затварање поклопца. Изабрани мотор је микро серво мотор **sg90**. Ово је мотор који не захтева никакав драјвер за управљање. Изабран је из разлога лаког коришења, као и то да поклопац који се подиже и спушта је веома лаган и малих димензија. Микро серво SG90 је мали, лак серво-мотор који се често користи у електронским пројектима, моделарству и разним апликацијама где је потребно контролисано кретање. Има високу излазну моћ. Серво може ротирати око 180 степени (90 у сваком правцу) и ради баш као и стандардни серво-мотори, само је мањи. Можете користити било који код, хардвер или библиотеку за управљање овим серво-моторима. Одличан за почетнике који желе да помере ствари без израде контролера за моторе са повратном информацијом и механичким преносником, посебно зато што може да стане на мала места. Долази са 3 ручице (крака) и хардвером.

Спецификације:

- Тежина: 9 г
- Димензије: 22.2 x 11.8 x 31 мм приближно
- Стални окретни моменат (стални торк): 1.8 kgf·cm
- Радна брзина: 0.1 секунда / 60 степени
- Радни напон: 4.8 V (~5V)
- Ширина мртве зона : 10 μs
- Температурни опсег: 0 °C – 55 °C

Боје жица су: црвена (напон), браон (маса) и наранџаста (сигнал са микроконтролера).

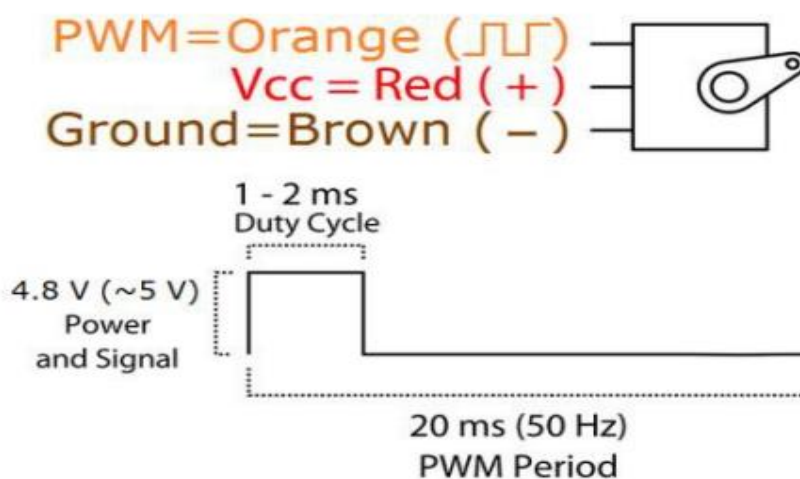


Слика 24. Изглед мотора

Управљање мотором SG90:

- **Напон напајања:** Прикључите напон напајања на SG90. У већини случајева, SG90 ради на напону од 4.8V до 6.5V.
- **Конектор:** Прикључите серво-мотор на одговарајуће пинове.
- **Ширина импулса:** Генеришите PWM сигнал са ширином импулса који одговара жељеној позицији мотора. Пулс од 1.5 милисекунде ће поставити мотор у средишњу позицију (0 степени), пулс од 2 милисекунде ће га поставити у екстремно леву позицију (-90 степени), а пулс од 1 милисекунду ће га поставити у екстремно десну позицију (90 степени).
- **Управљање:** Слањем одговарајућих PWM импулса на серво-мотор, он ће се померати у жељени положај. Радна брзина: Можете контролисати брзину померања мотора променом ширине импулса PWM сигнала.

Контролисање мотора у овом случају је преко библиотеке која је за њега написана.

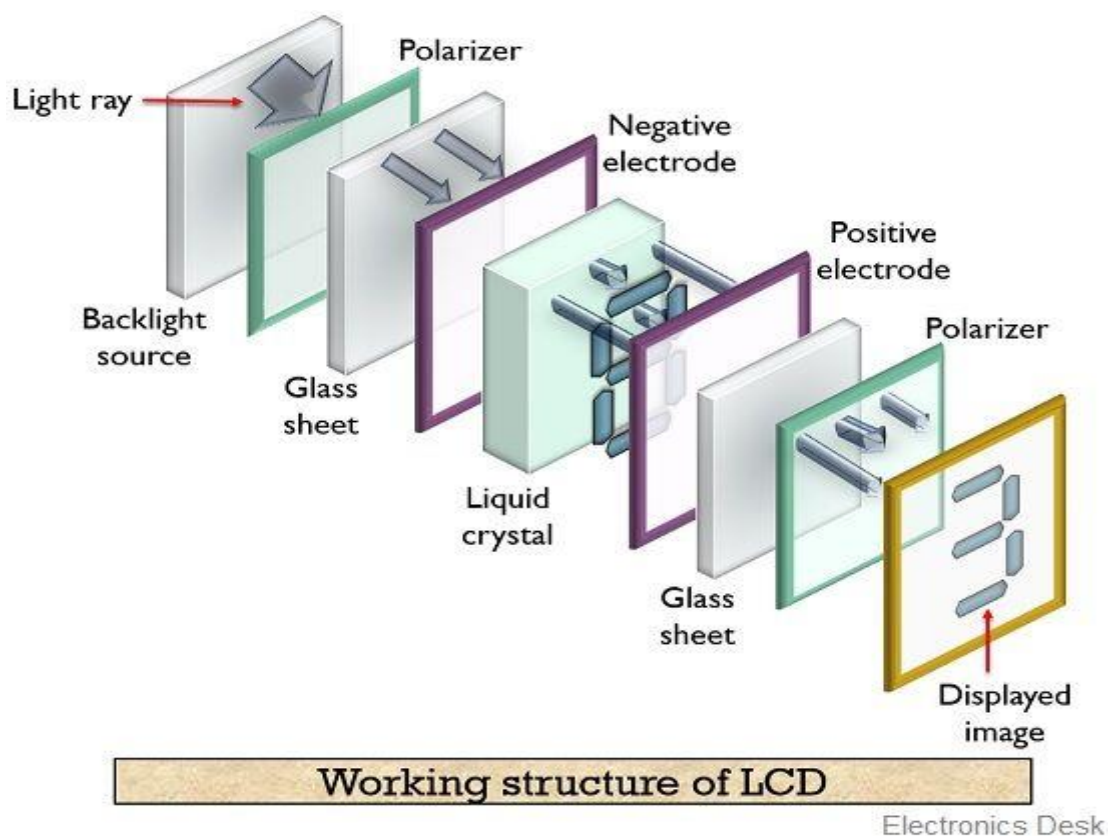


Слика 25. Управљање серво мотором и изглед периоде за контролу

LCD дисплеј

LCD (Liquid Cristal Display) дисплеј је врста екрана који користи течне кристале да би контролисао пролазак светлости и приказивао слику. Ево како функционише LCD дисплеј у основи. **Светлосни извор** LCD дисплеј не производи своју светлост, већ користи светлосни извор позадинског осветљења, обично флуоресцентне цеви (CCFL) или LED диоде, да осветли слику. Осветљење се налази позади LCD панела. Светлост из осветљења пролази кроз слој **поларизатора** на предњој страни дисплеја. Поларизатор функционише тако да светлост осцилира у одређеном смеру. Испод поларизатора се налази слој **течних кристала**. Течни кристали су супстанца која може променити поларизацију светлости када се на њих примени електрично поље. Кристали се распоређују између два слоја стакла. На врху слоја течних кристала налази се **матрица пиксела**, која садржи милионе малих пиксела (тачака светлости) распоређених у редове и колоне. Сваки пиксел може бити контролисан **електричним пољем** које се примењује помоћу транзистора. Када се примени електрична струја на одређени пиксел, кристали у том пикселу се мења поларизација, што контролише колико светлости пролази кроз тај пиксел. Контролисањем електричних поља на сваком пикселу, може се **формирати слика**. Сваки пиксел може бити подешен да пропушта различите количине светлости, стварајући тако различите боје и нијансе. Када се сви пиксели на LCD дисплеју подесе у одређеном стању, слика се приказује тако што се светлост из осветљења пропушта кроз пикселе са одговарајућом поларизацијом и бојом. Овај процес омогућава LCD дисплеју да прикаже слике високог квалитета са високим контрастом и јасноћом. LCD дисплеји се често користе у многим уређајима, укључујући телевизоре, монитори, лаптоп рачунаре, паметне телефоне и многе друге електронске уређаје.

Модел изабран у овом раду је **DEM16216 SBH-PW-N**.



Слика 26. Слојеви LCD дисплеја

Коришћени LCD је 2x16 пиксела. Односно поседује по 16 пиксела у два реда LCD генерише симбол на основу информације која му се проследи у ASCII формату. LCD поседује 16 пинова чија улога је објашњена у табели. Његов изглед можете видети на слици 27.



Слика 27. Приказ LCD-а

Карактеристике које су потребне да би се пустио у рад:

- Напон напајања: 5.0V (типично)
- Напајње контраста : 4.5V (типично)
- Позадинско осветљење: 5.0V (типично)
- Садржај екрана: CGROM (8,320 битова)
CGRAM (64 x 8 битова)
DDRAM (80 x 8 битова за 80 бројева)
- Интерфејс: једноставан интерфејс са 4-битним или 8-битним MPU (микропроцесорска јединица)
- Радна температура: -20°C до +70°C
- Температура складиштења: -25°C до +75°C

Број пинова	Симболи	Функција пинова
1.	VSS	Маса модула
2.	VDD	Напајање модула
3.	V0	Напајање течних кристала (контраст)
4.	RS	Избор регистра RS=0 – Регистар инструкција RS=1 – Регистар података
5.	R/W	Читање/Упис R/W – 0 - Упис R/W – 1 – Читање
6.	E	Дозвола
7.	DB0	Пинови података, два интерфејса 4-битни или 8-битни. Уколико користимо 4-битни користимо горњи нибл, односно DB7, DB6, DB5, DB4. У супротном од DB0 до DB7.
8.	DB1	
9.	DB2	
10.	DB3	
11.	DB4	
12.	DB5	
13.	DB6	

14.	DB7	
15.	LED –K	Пин катоде, повезује се на GND
16.	LED -A	Пин аноде, повезује се иде на 5V

Пин 3, представља пин који има улога да се преко њега подеси контраст, да би видљивост дисплеја била на одговарајућем нивоу. Један од начина како је могуће подесити одговарајући напон на овом пину је путем **потенциометра**. Међутим, алтернативу представља коришћење PWM сигнала којим ће се подесити прави напон за максималну видљивост.

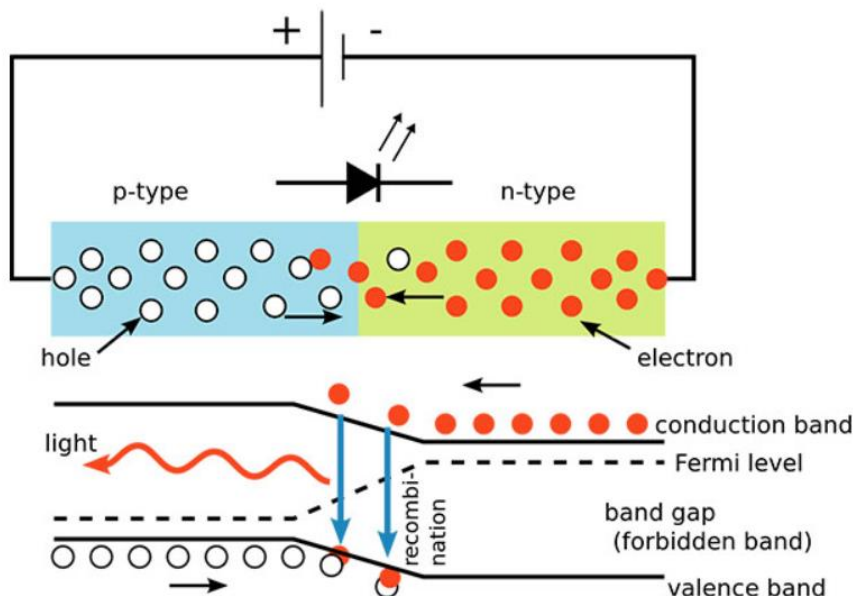
LED диода

LED, односно светлећа диода (енгл. LED; Light-emitting diode) је посебна врста полупроводничке диоде која емитује светлост када је пропусно поларисана, тј. када кроз њу тече струја.

Фотони светла се емитује приликом рекомбинације пара електрон-шупљина. LED светли односно емитује фотоне када електрони пролазе кроз спој, тј. када се стави под напон. Већина диода емитује зрачење, али оно не напушта полупроводник и налази се у фреквентном опсегу инфрацрвеног зрачења. Међутим, избором одговарајућег материјала и геометрије светлост постаје видљива. Избор полупроводничког материјала диода одређује боју светлости. Различити материјали или неуобичајени полупроводници се користе у ту сврху, и имају различит напон потенцијалне баријере. Црвеној боји одговара напон од 1.2V, а напон од 2.4V одговара љубичастој. Данас постоје диоде и за ултраљубичасту светлост. Прве светлеће диоде су биле црвене и жуте, а друге су настале касније. Све светлеће диоде су једнобојне; беле диоде су у ствари комбинација три диоде различитих боја или плава обложена жутом. Што је нижа фреквенција диоде већа је ефикасност па је за ефекат једнаке јачине светла разних диода потребно повећавати јачину струје код диода виших фреквенција. Ово се још више компликује чињеницом да је људско око најосетљивије на светлост која је негде између плаве и зелене.

Принцип рада

Светлећа диода се састоји од чипа направљеног од полупроводног материјала који је допиран нечистоћама како би се направио р-п спој. Као и код обичних диода, електрична струја тече од Р-странице или аноде ка N-страни или катоде, али не и у супротном смеру. Носиоци наелектрисања, електрони и шупљине теку у спој са електрода између којих постоји електрични напон. Када се електрон судари са шупљином, он пада на нижи енергетски ниво и ослобађа енергију у виду фотона.



Слика 28. Принцип рада диоде

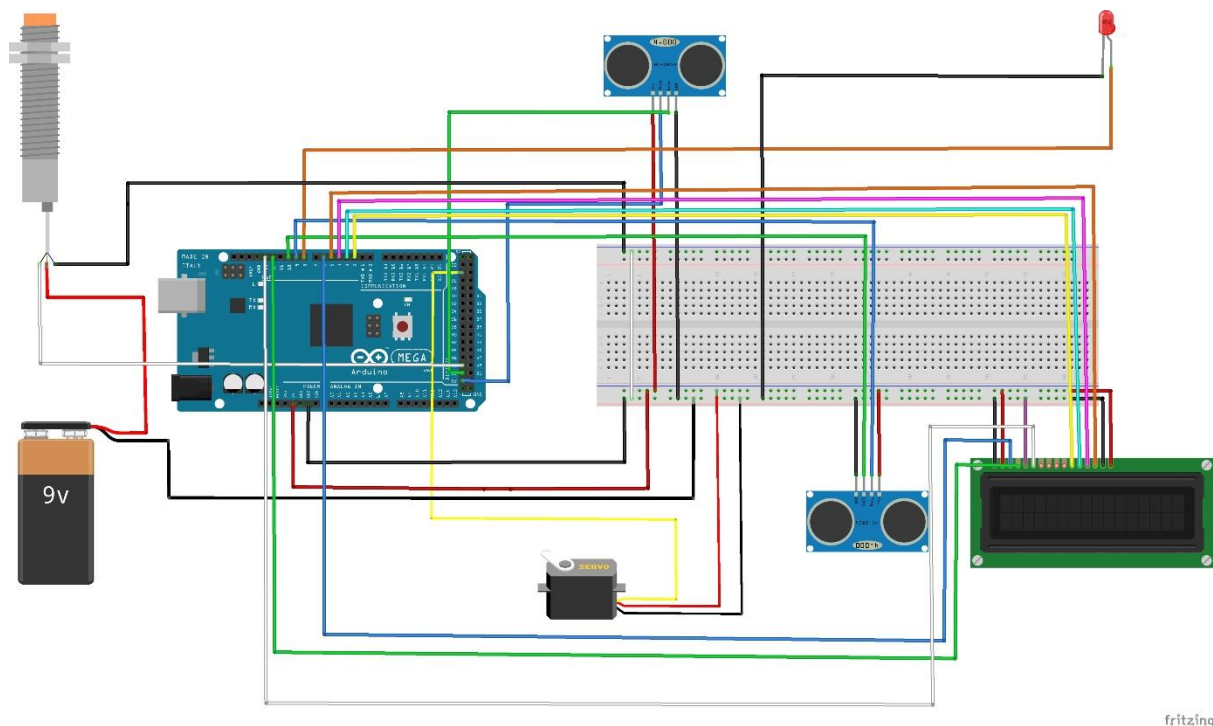
Таласна дужина емитоване светлости, а тиме и њена боја, зависи од енергетске баријере материјала који чине PN спој. Код силицијумских и германијумских диода, електрони и шупљине се рекомбинују не-зрачећом транзицијом, која не даје видљиву емисију, јер су они материјали са индиректном енергетском баријером. Материјали који се користе за израду светелћих диода имају директну енергетску баријеру са енергијама које одговарају скоро инфрацрвеној, видљивој и скоро-ултраљубичастој светлости.

Паметна канта користи црвену диоду. Напон на GPIO пиновима Arduino mega 2560 је приближно 5V. Са тим напонем без отпорника диода би прегорела, може да изазове кратак спој и да на тај начин уништи плочицу. Диода која је коришћена у овом пројекту да би се упалила потребан је напон од 1.8V и 20mA струје. Диода се пали користећи PWM сигнал и тако даје сигурност да неће бити уништена и неће направити потенцијалне проблеме у систему.

Повезивање компоненти система

Након претходно образложених критеријума који су нас водили до избора компоненти за реализацију паметне канте можемо да кренемо у њихово повезивање. За почетак неопходно је да блоковску шему приказану у претходном поглављу преточимо у електронаску шему на нивоу модула коришћењем програма **Fritzing**. Избор је последица поседовања визуелне подршке за Arduino развојне плочице. Fritzing је бесплатан софтвер за дизајнирање електронских шема, цртање повезивања компонената и развој електронских пројеката. Овај алат је посебно популаран међу особама које се баве хоби електроником, едукацијом или прототипирањем. Fritzing користи интуитиван и визуелан приступ за цртање електронских шема. Корисници могу да повлаче и спуштају компоненте из библиотеке на радну површину и повезују их жицама како би визуелно представили електричне везе. Fritzing долази са широком палетом електронских компонената, укључујући микроконтролере, сензоре, LED диоде, резисторе, кондензаторе и многе друге. Ова библиотека омогућава корисницима да брзо и једноставно додају компоненте у своје пројекте. Fritzing има подршку за Arduino микроконтролере, што га чини идеалним алатом за Arduino пројектанте. Корисници могу лако повући Arduino микроконтролер на радну површину и повезати га са осталим компоненатама. Fritzing омогућава корисницима да креирају детаљне шеме својих

пројеката, што олакшава документацију и дијалог са другима у заједници. Пројекти се могу сачувати, делити или штампати како би се олакшало прототипирање и израда електронских уређаја. Fritzing је посебно користан за почетнике у електроници, јер пружа једноставан и приступачан начин за разумевање основа електричних веза и електронике. Fritzing је open-source софтвер, што значи да је доступан бесплатно за употребу и да је заједница допринела његовом развоју и унапређењу током година. Fritzing је користан алат за све оне који желе да планирају, дизајнирају и документују своје електронске пројекте на лак и визуелно привлачан начин.



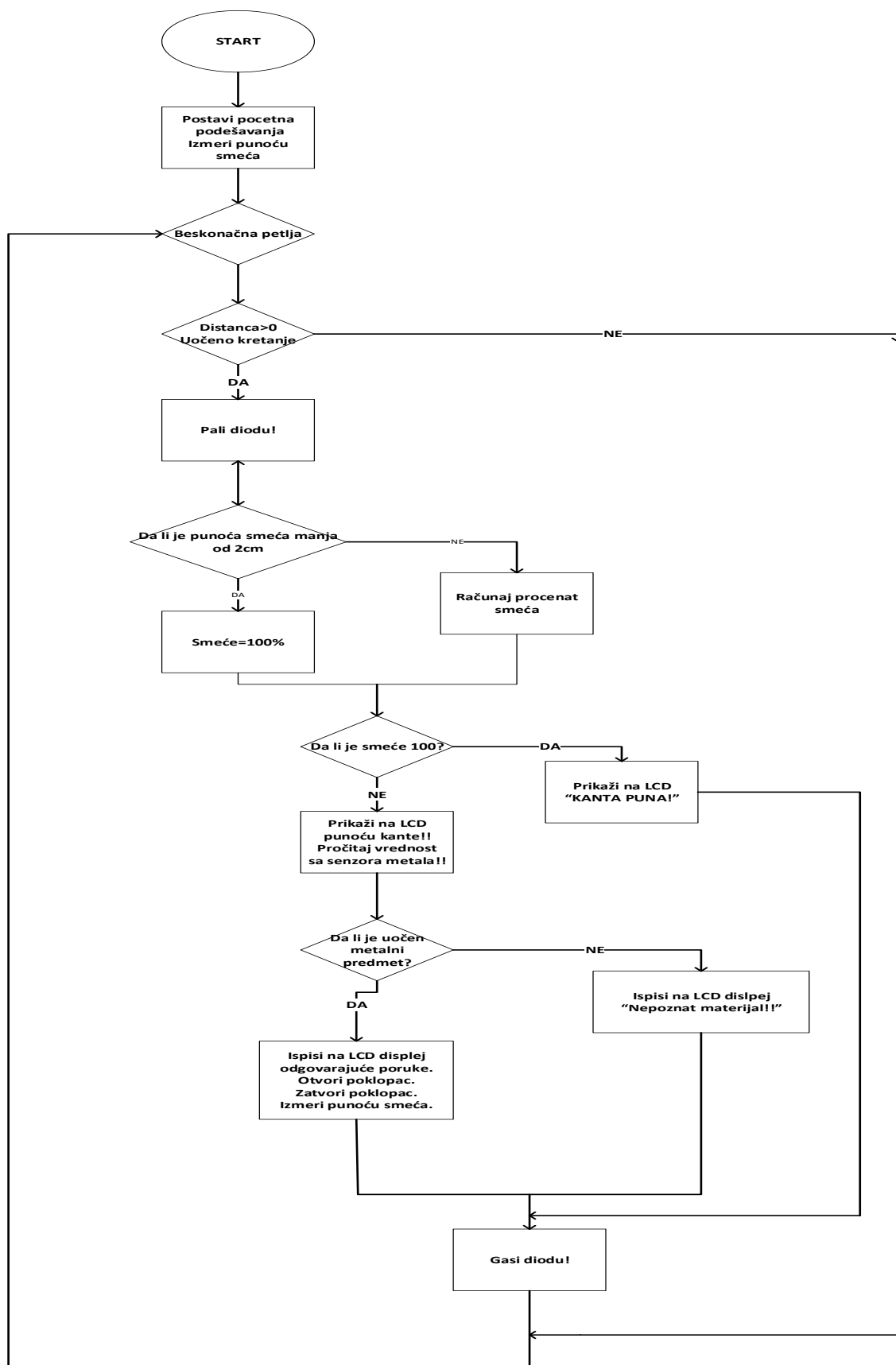
Слика 29. Повезивање у Fritzing-у

Приказан је пројекат паметне канте. Његов изглед и повезивање можете видети на слици 29. На слици није уцртано напајање саме плочице. То је урађено тако што се користи адаптер који је поменут у поглављу блока напајања.

Повезивање је извршено на следећи начин:

- Сензор метала (браон жица/+ батерије, црна жица/пин 48, плава жица/GND, -батерије/GND)
- Серво мотор (црвена жица/5V, браон жица/GND, жута жица/ пин 24)
- Ултразвучни горњи (trig/пин 52, echo/пин 50, VCC/5V, GND/GND)
- Ултразвучни доњи (trig/пин 9, echo/пин 10, VCC/5V, GND/GND)
- Диода (анода/пин 8, катода/GND)
- LCD (GND/GND, VCC/5V, Contrast/пин 6, RS/пин 12, R/W/GND, ENABLE/пин 13, D4/пин 2, D5/пин3, D6/пин4, D7/пин5, катода/GND, анода/5V)

Софтвер



Слика 30. Алгоритам

Након хардверског повезивања и практичног тестирања и верификације веза, жица и конектора прешло се на писање кода.. Ради лакшег разумевања тока извршења програма од стране читаоца, али и конципирања програмских модула најпре је дат алгоритам са одговарајућим псеудокодом. Како изгледа алгоритам можете видети на слици 30. Канта је прво требала да измери ниво смећа. На тај начин пре него што је корисник отвори први пут она мора поседовати информације о стању смећа унутар ње. Када корисник отвори канту и убаца нешто у њу, након затварања поклопца она опет мери ниво смећа. Тако да је та информација од интереса за следећег корисника који ће покушати да баци смеће. У преводу, претходна итерација носи информације за тренутног корисника.

Додатни материјали и алат

Практична реализација канте обухвата и додатне материјале као и алат који је потребан да би се све то реализовало. Потребно је поседовати канту, у питању је мала запремина канте (лакши транспорт) од 9l.

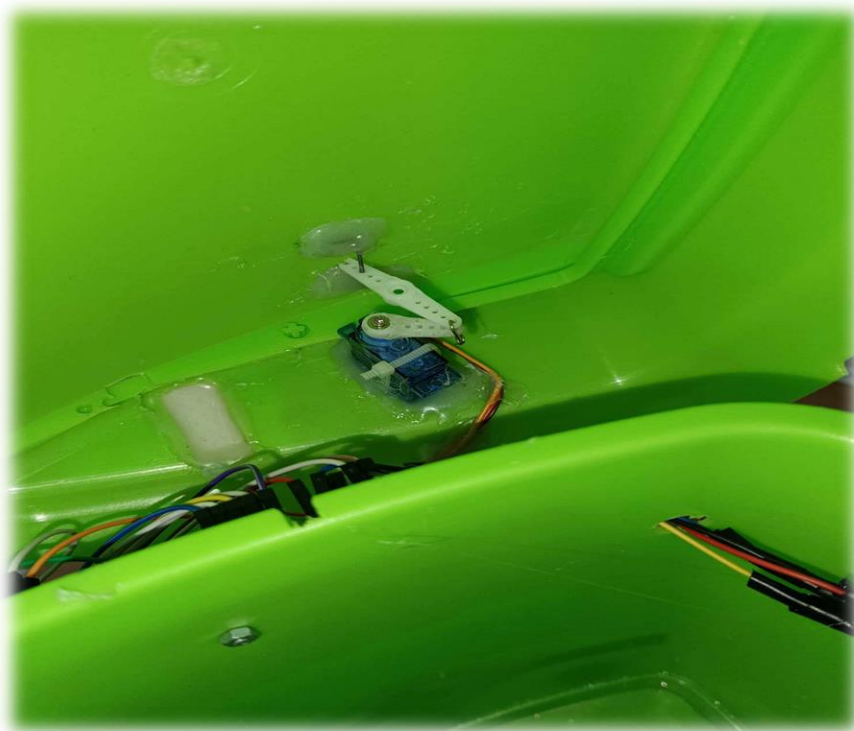
Алат који је био потребан: бушилица, електрични пиштољ за лепљење, сечице, шмиргла, шрафцигери, лемилица, жице (eng. jumper wires, мушко-мушки, мушко-женски) дужине 10cm, изолир трака, скалпел, шрафови, држач за ултразвучни сензор, унимер, украсна фолија..

Пиштољ за лепак је веома практична ствар. Он би требало да се пронађе у сваком домаћинству. Од ситних преправки и употребе, са њим се могу правити и разне креативне ствари. Откривамо вам једну супер креативну идеју, како да уз помоћу пиштоља за лепак постанете уметник. Иако само име подразумева коришћење лепка, пиштољ за лепак заиста служи за лепљење, али у њему нема лепка. Наиме, овај пиштољ користи “пуњећа” која су од одређене врсте пластике и која се приликом топљења у ствари користи као маса која лепи. Пиштољ за лепак можете пронаћи у разним продавницама. У Србији га људи најчешће купују у кинеским продавницама. Ипак, ако желите да правите нешто озбиљније, погледајте и купите бољи. Разлога је више, а један од њих је што квалитетнији пиштољ за лепак има континуирани “млаз” који излази а такође и већу брзину. На овај начин, линије које правите биће уједначене и лепо дефинисане. Ако га користите искључиво за спајање и лепљење нечега, онда вам свакако може послужити и онај јефтинији.



Слика 31. Електрични пиштољ за лепљење

Најтежи део који је требало урадити био је поклопац. Поклопац као што знамо отвара и затвара серво мотор. Веза између ова два мора бити покретна. Овде је искоришћена осовиница која се добија уз мотор. На начин који можете видети на слици 32. Потребно је било направити такву везу да мотор отвара поклопац са великим луком.



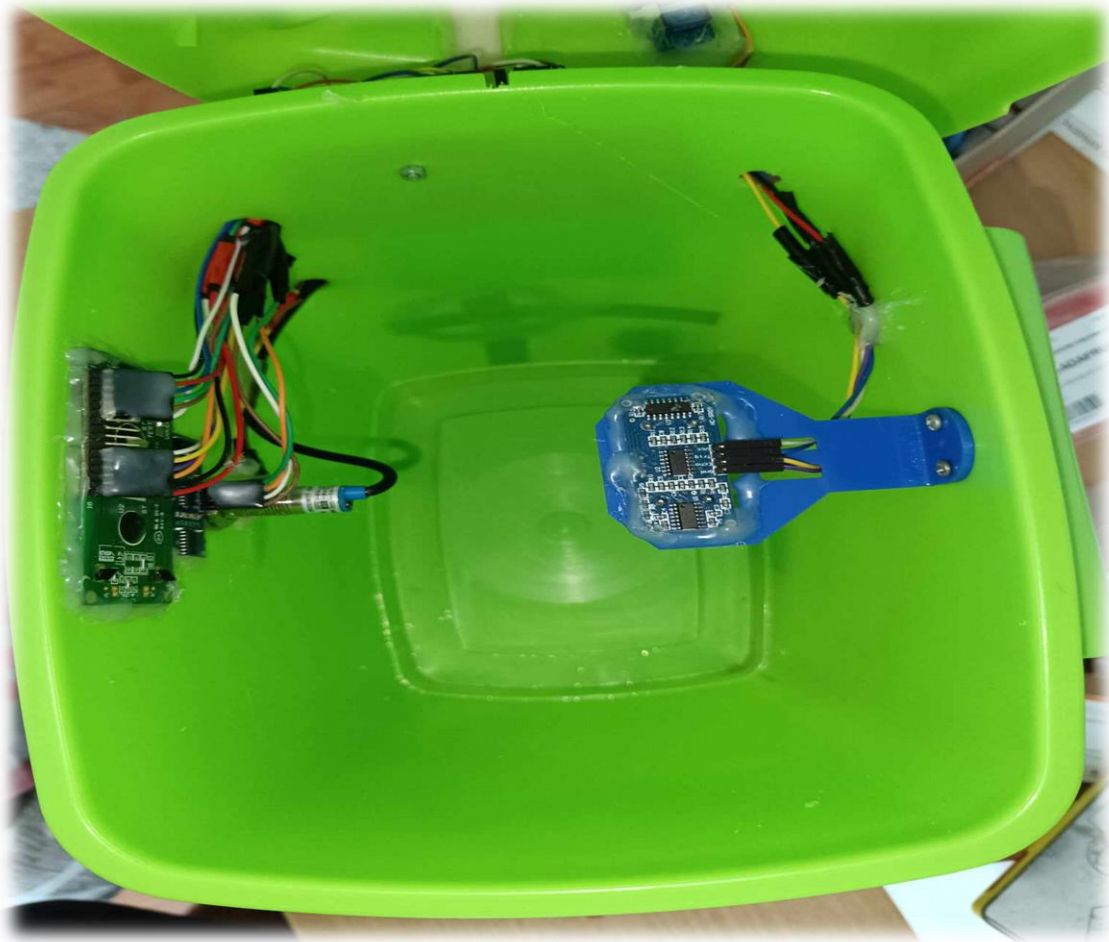
Слика 32. Веза мотора и поклопца

Са друге стране потребно је поставити и спојити мотор тако да у стању затварања и отварања буде у балансу. То значи да нема оптерећења који ће утицати да мотор прегори. Мотор мора бити добро причвршћен за поклопац. У ту сврху коришћене су пластичне везице.



Слика 33. Везице

Приликом постављања ултразвучног сензора који мери ниво смећа примећено је да дно канте треба направити тако да има одређени лук. Да би се смеће спуштало на гомили и да би сензор могао да детектује исто. Угао који покрива сензор је 30° и са тим углом не покрива целу површину дна канте. Ово није реализовано из разлога зато што се не поседује канта са косим дном, са друге стране ипак је ово пилот пројекат који ће се касније усавршавати.



Слика 34. Унутрашњост канте

Коначна реализација



Слика 35. Паметна канта



Слика 36. Спољашњи изглед канте

Закључак

Овај дипломски рад се бавио истраживањем, пројектовањем и реализацијом паметне канте за смеће. Сваки ниво активности је изискивао значајне напоре да би се дошло до оптималног решења и представљао је обједињавање целокупног знања стеченог током школовања што је и сврха дипломског рада. Представљена је идеја која је значајан инжењерски изазов са више аспеката и данашњем свету нуди једно од могућих решења низа проблема које се свакодневно манифестују у домену очувања животне средине. Инспирација је дошла посматрајући околину и нашу лепу природу која се све више и више затрпава гомилом смећа. Електроника, која и сама представља отпад на крају свог животног циклуса, поседује и другу димензију, а то је да се, у овом раду, користи за сортирање још у фази одлагања и тиме олакшава процес рециклирања.

Закључак који можемо да изнесемо је да пројекат ради онако како је и замишљено, а да уз мале измене може значајно да се побољша и унапреди. Главни акценат би био уштеда енергије и оптимизација потрошње по компонентама и целом систему. Врло важно је да напоменемо да је ово студентски пројекат и да је његова реализација базирана на комерцијално доступним модулима који сами по себи нису оптимални ни по потрошњи ни по габаритима. Нека коначна хардверска реализација подразумева комплетно пројектовање система од шематика до layout-а тј. до реализације штампане плочице са интегрисаним колима чиме се оптимално врши распоред компонената, управљање потрошњом и габаритност система.

Овај пројекат је по нашој процени финансијски прихватљив и има могућност модификације на веома лак начин што га чини прилагодљивим различитим типовима канти, контејнера и за отворен и за затворен простор уз измену серво мотора. Код који је написан је такав да уколико је канта једном детектовала пуноћу од 100% она више неће радити. Увек ће јављати да је канта пуна, све док неко опет не ресетује микроконтролер. Овде се исто оставља простор за унапређење који ће бити такав да радник који празни канту има могућност да је опет пусти у рад онако како је радила пре него што се напунила до врха.

Литература

1. <https://docs.arduino.cc/static/edae9fffffbcb227a8dd289c97b99fb1/A000067-datasheet.pdf>
2. https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Atmega2560&gclid=Cj0KCQjwgNanBhDUARIsAAeIcAuX0aqvwjRUOfTlGTV2x6KCaZW3bFq_uS8MwdCC83WbUXeTLLmCUQcaAtfDEALw_wcB
3. <https://web.eece.maine.edu/~zhu/book/lab/HC-SR04%20User%20Manual.pdf>
4. <https://www.mikroe.com/opto-4-click>
5. <https://datasheetspdf.com/pdf-file/791970/TowerPro/SG90/1>
6. Datasheet LCD module DEM16216 SBH-PW-N
7. <https://www.automatika.rs/baza-znanja/elektronika/svetleca-dioda-led-light-emiting-diode.html>
8. <https://fritzing.org/download/>
9. <https://www.arduino.cc/>

Додатак – код програма

```
#include <NewPing.h> //biblioteka za rad sa Ultrasonic sensor
#include <Servo.h> //biblioteka za rad sa Servo motorom
#include <LiquidCrystal.h> //biblioteka za rad sa LCD displejom

#define TRIGGER_PIN 52 // Pin za slanje ultrazvučnih impulsa
#define ECHO_PIN 50 // Pin za primanje odraza ultrazvučnih impulsa
#define MAX_DISTANCE 20 // Maksimalna udaljenost koju želite meriti (u cm)
const int servoPin = 24; // Kontrola servo motora
const int dioda=8;
const int metal=48;
    //Punoca kante
#define TRIGGER_PIN_PUNOCA 9 // Pin za slanje ultrazvučnih impulsa
#define ECHO_PIN_PUNOCA 10 // Pin za primanje odraza ultrazvučnih impulsa
#define MAX_DISTANCE_PUNOCA 21 // Maksimalna udaljenost koju želite meriti (u cm)
float distance_PUNOCA;
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

Servo myservo;

LiquidCrystal lcd = LiquidCrystal(12,13,2,3,4,5); //(rs,en,d4,d5,d6,d7)

NewPing sonar_PUNOCA(TRIGGER_PIN_PUNOCA, ECHO_PIN_PUNOCA,
MAX_DISTANCE_PUNOCA);

void setup() {
    distance_PUNOCA = sonar_PUNOCA.ping_cm();
    myservo.attach(servoPin);
    myservo.write(3);
    analogWrite(dioda,0);
    analogWrite(6,15);
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.clear();
    pinMode(metal,INPUT);

    Serial.begin(9600);
}

void loop()
{

    // Izvrši mjerenje udaljenosti u cm
    int distance = sonar.ping_cm();
    if(distance>0)
    { Serial.println("Pokret detektovan");
      Serial.println("Distanca za punocu je:");
      Serial.println(distance_PUNOCA);
```

```

analogWrite(dioda,100);
delay(50);
int smece;
if (distance_PUNOCA <= 2)
{
    smece = 100;
}
else
{
    smece=(1-distance_PUNOCA/21)*100;
}
Serial.println("Vrednost procenata u smecu je:");
Serial.println(smece);
delay(1000);
if(smece==100)
{
    lcd.print("KANTA PUNA!!!");
    delay(2000);
    lcd.clear();
}
else
{
    lcd.print("Punoca kante:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(smece);
    lcd.print("%");
    delay(3000);
    lcd.clear();
    int vrednost=digitalRead(metal);
    if(vrednost==LOW)

    {
        lcd.print("UBACITE SMECE...");
        myservo.write(110); // Rotiraj servo motor na ugao od 110 stepeni
        delay(5000);
        myservo.write(3); //Rotiraj servo motor na ugao od 0 stepeni
        lcd.clear();
        lcd.print("  HVALA!!!");
        delay(2000);
        lcd.clear();
        distance_PUNOCA = sonar_PUNOCA.ping_cm();

    }
    else
    {
        lcd.print("NEPOZNAT");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("MATERIJAL!!!!");
        delay(3000);
        lcd.clear();
    }
}

```

```
        analogWrite(dioda,0);
    }

    }
    analogWrite(dioda,0);
}
else
{
    Serial.println("Nema pokreta");
}

}
```