

INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA
AUTOMATIKAREN INGENIARITZA GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***VENDING MAKINA BATEN
MAKETAREN ERAIKUNTZA ETA
KONTROLA ARDUINO ERABILIZ***

Ikaslea: Mediavilla Petralanda, Patxi Unai

Zuzendaria: Casquero Oyarzabal, Oskar

Zuzendarikidea: Armentia Diaz de Tuesta, Aintzane

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon, 2019ko uztailak 17an

Laburpena

Proiektu honetan, vending makina baten diseinua eta garapena egiten da. Horretarako, hasierako proiektu hau, atal desberdinetan banatzen da. Hasteko, eraikuntza atalean, non kutxaren diseinua eta eraikuntza burutzen diren. Bestetik, programazio atalean, non, Arduino ingurunean, vending makina funtzionarazteko kodea garatzen da. Azkenik, atal elektrikoa, non konexio desberdinak, egokiak izatea bermatzen den. Bide-orri hau jarraituz, eta gailu aproposak erabiliz proiektua aurrera eramateko pausuak ematen dira.

Dokumentuan zehar, helburuak beti kontuan hartuta, baldintzen deskribapena emango da, eta hauek betetzeko erabili daitezkeen gailuak eztabaidatzen dira. Aukeratutako gailuen deskripzio teknikoa ematen da. Horren arabera diseinua ematen da, eta azkenik, proiektuaren plangintza, aurrekontua eta ondorioak azaltzen dira.

Lan honetan zehar, ikaslea, graduan zehar lortu dituen kompetentziak bermatzen saiatzen da, elektronikaren ikuspuntutik, vending makinak erabiltzen dituen gailu elektronikoen funtzionamendu eta programazioa azalduz.

Gako hitzak: Arduino, vending makina, eraikuntza.

Summary

In this project, a vending machine is designed and developed. For that, the main project is divided in smaller parts, which will ease the execution of it. First, building part, where the design and crafting of the case is made. Then, the programming part, where using Arduino, the code of the venduino program is made. Last but not the least, the electric part, where different connections of all the components are studied and performed. Following this path, and the correct election of components, steps are taken to carry out the project.

Through the document, with the objectives always in mind, the analysis of conditions will be made, and the different available components to do this machine will be explained. Then, the technique description of the chosen components will come. A design will be given conditioned by the different parts. After that, the planning will come. The budget, and the consequences will end the document.

Throughout this work, the student tries to guarantee the competences acquired throughout the degree, from an electronic point of view, explaining the operation and programming of the electronic devices used by the vending machine.

Key words: Arduino, vending machine, construction.

Resumen

En este proyecto, se lleva a cabo el diseño y el desarrollo de una máquina de vending. Para ello, el proyecto principal se divide en partes más pequeñas que facilitaran su ejecución. Para empezar, la parte de la construcción de la caja, en la que ese tratara el diseño y la construcción de la caja. Después, la parte de la programación, donde usando Arduino, se creará un código que lleve a cabo el correcto funcionamiento de la máquina de vending. Para terminar, la parte eléctrica, en la que se trataran las diferentes conexiones. Siguiendo esta hoja de ruta, y seleccionando los componentes adecuados, se llevará a cabo el proyecto.

En el documento, con los objetivos siempre en mente, se hará una descripción de las condiciones, y se discutirán los diferentes elementos que se pueden usar para completar esta aplicación. Se dará una descripción técnica de los elementos seleccionados. Según esta elección, se hablará de un diseño y para terminar, se dará una planificación del proyecto, su presupuesto y las consecuencias obtenidas al terminar el proyecto.

A lo largo del proyecto, el alumno pretende demostrar las competencias obtenidas a lo largo del grado, desde el punto de vista de la electrónica, explicando la programación y el funcionamiento de los diferentes componentes electrónicos tratados.

Palabras clave: Arduino, maquina vending, construcción.

Aurkibidea

1. Sarrera.....	1
2. Aurrekariak.....	2
3. Helburuak.....	4
4. Onurak.....	5
5. Baldintzen deskribapena.....	6
6. Alternatiben analisisa.....	8
6.1. Mikrokontrolagailua.....	8
6.2 Motorrak.....	10
6.3 Pantaila.....	11
6.4 Zorro elektronikoa.....	13
6.5 Botoiak.....	14
6.6 Kutxa.....	14
6.7 Programazio lengoia.....	15
7. Hautaketen deskribapena.....	17
7.1 Mikrokontrolagailua.....	17
7.2 Motorrak.....	18
7.3 Pantaila.....	19
7.4 Zorroa.....	22
7.5 Botoiak.....	25
7.6 Kutxa.....	25
8. Diseinua.....	27
8.1 Maketaren eraikuntza.....	27
8.2 Gailu ekeltroniko desberdinen arteko konexioa.....	29
8.2.1 Pantaila.....	29
8.2.2 Zorroa.....	30

8.2.3. Serbomotoreak.....	30
8.2.4 Botoiak	30
8.2.5. Mikrokontrolagailua	30
8.3. Programazio atala	32
8.3.1 Arduino ingurunearen programazio estruktura.....	33
8.3.2 Vending makinaren programazio egitura	33
9. Emaitzak	37
10. Hobekuntza posibleak.....	38
11. Plangintza	39
12. Gantt diagrama	41
13. Aurrekontua	43
14. Ondorioak	45
15. Bibliografia.....	46

Figuren aurkibidea

Figura 1. Baldintzen deskripabena.	6
Figura 2. Arduino UNO.....	9
Figura 3. Arduino Mega.	9
Figura 4. Serbomotorra.....	11
Figura 5. OLED pantaila.	13
Figura 6. Palanka bidezko switcha.	14
Figura 7. Kutxa estruktura desberdinak produktuaren arabera.....	15
Figura 8. Hautatutako biraketa jarraituko serbomotorra.	18
Figura 9. Hautatutako OLED pantaila.....	20
Figura 10. Zorroaren konfigurazioaren fluxu diagrama.	23
Figura 11. 50 zentimoko txanponari erantzuna.	24
Figura 12. Euro bateko txanponari erantzuna.....	24
Figura 13. 2 euroko txanponari erantzuna.	25
Figura 14. Erabilitako egur mota.....	26
Figura 15. Kutxaren diseinuaren bozetoa.	27
Figura 16. Serbomotorearen espiralak.....	28
Figura 17. Kutxaren eraikutzaren emaitza.....	29
Figura 18. Konexioen eskema.	31
Figura 19. Fluxu diagrama.....	33
Figura 20. Funtzio nagusiak.	34
Figura 21. Dirua funtzioa.....	35
Figura 22. Zorroa funtzioa.....	35
Figura 23. Bistaratu funtzioa.	36

Taulen zerrenda

Taula 1. Pantailaren konexioak.	29
Taula 2. Zorroaren konexioak.	30
Taula 3. Serbomotorren konexioak.	30
Taula 4. Botoien konexioak.....	30
Taula 5. Mikrokontrolagailuaren konexioak.	30
Taula 6. Garapen kostua.	43
Taula 7. Exekuzio kostua.....	44

1. Sarrera

Gaur egun, teknologia inoiz baino arinago garatzen ari da. Elektronikaren ibilbidean, argi ikus daiteke, aurrerapausoak ematen direla atsedetik gabe. Teknologiaren etengabeko aurrerapen honek, ondorio nabariak ematen ditu. Adibidez, industriaren munduan lanpostu batzuk galdu dira, automatizazioaren eta honek suposatzen duenaren ondorioz. Gizakiak makina desberdinengatik ordezkatuak izan dira. Makina hauek, eginbeharrak arinago eta zehatzago burutzen dituzte.

Eguneroko dendak, ez dira salbuespena. Batez ere, edozein gozoki dendetan ikusi ahal dira vending makinak. Egia esan, hain dira erabiliak, non vending establezimenduak daude. Toki hauetan ez dago saltzailerik, eta dena eskuratu daiteke inorekin kontaktua egin gabe, vending makinen bidez. Gainera, beste esparruetan ere erabiliak dira, farmazietan adibidez.

Orokorrean, saltzaileak haien kontrol algoritmoak eta protokoloak garatzen dituzte. Honekin fabrikatzaile bakoitzak merkatuaren buru izatea bilatzen du. Aldiz, azken urteotan, sistema independenteak (open source) osatzen dituzten ikerkuntzak eta protokoloak agertu dira. Ingurune hauetan lan egitea eta kontrola burutzea errazten dutenak. Proiektu hau, sistema independente batekin garatzen da, eta hauen baliabide diren zenbait funtzio erabili dira.

Lan honetan azaltzen den vending makinak bi produkturen artean hautatzeko ahalmena ematen dio erabiltzaileari. Funtzionamendu sinple batez baliotzen da, botoia sakatuz eta txanponak zorrotik hartuta, serbomotorrak martxan jartzeko eta horrela produktua kanporatzeko.

Hau lortzeko gailu desberdinak aztertu dira, non analisi zehatz baten ondoren, aproposenak hautatu diren.

2. Aurrekariak

Asko aldatu dira vending makinak sortu zirenetik. Gaur egun, merkatuan dauden vending makinak funtzionalitate desberdin asko dituzte. Oinarrizkoenak:

- Diruaren benekotasuna aztertzea.
- Produktuaren hautapena.
- Produktuaren kanporaketa.

Diruaren benekotasuna bermatzeko, egungo makinek, sensore desberdinak erabiltzen dituzte. Hauen artean, argi sensore desberdinak eta elektroimanak dira erabilienak. Faltsua izatekotan, erabiltzaileari itzuliko dio txanpona.

Produktuaren hautapena egiteko, normalean, botoien bidez egiten da. Botoi bakoitza motor batera egongo da bideratuta, eta hau martxan jarriko du seinale egokien bidez.

Motorra, seinalea jasotzean, martxan jarriko da eta bertara itsatsita dauden metalezko espiralak biraraziko ditu, produktua bultzatuz, kanporatua izan arte. Apalaren ertzean, infragorritzko sensore batek, produktua kanporatua izan dela bermatuko du, eta metalezko espirala mugitzen duen motorra etengo du. Kanporatua ez izatekotan, dirua itzuliko du.

Horrez gain, beste funtzionalitate desberdinak dituzte, adibidez, dirua itzultzeko ahalmena, edo hozte ahalmena, produktuak fresko mantentzeko.

Egun, saltzaile eta fabrikatzaile nagusiak Necta eta Azkoyen enpresak dira, beste batzuen artean.

Lan honetan azaltzen den makinak, oinarrizko funtzionamendua beteko du, baina desberdintasun batzuekin.

Hasteko, diruaren benekotasunaren azterketa, zorro elektronikoko baten bidez egiten da, eta honek, aldagai desberdinak aztertzen ditu. Lehenik, txanponak soilik onartzen ditu, hau da, billeteak eta txartel bidezko paguak baztertuta daude. Txanponaren pisua, tamaina eta jauste abiadura aztertuko ditu, eta horren arabera, txanpona onartuko du. Ez onartzekotan, txanpona itzuli egingo du.

Produktu hautapena burutzeko, botoi bakoitza, serbomotor bati dago lotua. Produktua kanporatzeko, serbomotorrei, aluminiozko espiralak itsasten zaie. Ondorioz, serbomotorrak biratzean, espiralak biraraziko ditu, produktua kanporatuz.

Beste funtzioak baztertu egin dira, kostu eta zailtasunagatik.

Beraz, gaur egungo makinekin konparatuz, azaldutako vending makina oinarrizkotzat hartu daiteke. Hala ere, erabilgarritasuna ikusi daiteke, izan ere, salmentan dauden makinak oso kostu handia dute, eta erabilitako gailuak ez dira zertan garestiak izan behar, hots, potentzia baxukoak izan litezke.

3. Helburuak

Gradu amaierako lan honen helburu nagusia, vending makina baten maketaren diseinua eta garapena egitea da. Horretarako, bide orri bat jarraituz, proiektua aurrera eramango da.

Helburu hau beti kontuan izanda, lana, hiru atal desberdinetan banatu da:

1. Maketaren eraikuntza.
2. Sistema kontrolatuko duen programaren garapena.
3. Gailu elektronikoen ezberdinen arteko konexioak.

Lan nagusia, ataletan banatuta izanda, alderdi desberdinen ebazpena lortu da:

- Gailuen analisia eta hautapena.
- Gailu bakoitzaren funtzionamendua ulertzea, eta programazio egokia burutzea.
- Programazio desberdinak integratu, makina funtzionaraziko duen kodea garatzeko.
- Kuxtaren diseinua eta eraikuntza.
- Gailu guztiak kuxtaren barnean muntatzea eta konexioak bermatzea.

Aipatzekoa da baita, mikrokontrolagailuen inguruneari buruz gehiago ikastea eta kontrolatzea helburu bat dela. Honek dakartzan onurak eta aplikazio desberdinak ezagutzeko.

Garrantzitsua da azpimarratzea, lan honetan azaltzen den makina bi produktu dispentsatzeko dagoela prest. Hau, kontzeptu proba bat delako da, eta hautatzeko aukera izanda nahiko izango da. Produktu gehiago dispentsatu nahi izatekotan prozedura berdina erabili ahal da. Kutxa produktu gehiago izateko egokitu beharko da, eta kantitatearen arabera gailu desberdinak gehitu beharko dira.

4. Onurak

Vending makina batek onura ugari ekarriko dizkio establezimendu desberdinei:

- Onura ekonomikoa: berehala nabaritzen den onura, onura ekonomikoa da. Langile bat ordaindu beharrean, makina bat jarri daiteke. Gastu batzuk ditu (argia, mantenua...), baina ezin dira soldata batekin konparatu. Honek prezioen jaitsiera eta lehiakortasuna gehitzen dio edozein negoziari.
- Erabilgarritasun totala: egun guztia “lan” egin dezake. Makinak funtzionamendu berdina izango du egun guztian zehar. Gainera, nahi den produktua azkar lor daiteke.
- Beti ondo ordaintzen da: ordainketa egitean egon daitezkeen arazo desberdinak ebazten dira. Momentu ezatseginak ekidingo ditu, ordaintzerakoan arazoren bat egotekotan.
- Lapurretak ekiditen dira: kolpe fisiko ugari pairatzeko prest dauden makinak dira. Gainera, ebasketa txikiak ere ekiditen ditu, izan ere, ezingo da produktua inondik hartu ordaindu gabe.

Lan honetan aurkeztutako makinak, onura batzuk emango ditu beste batzuei uko eginez. Izan ere, ez ditu lapurretak ekidingo, kristal plastikozko tapa, nahi den moduan zabaldu eta itxi daiteke. Aldiz, vending makina bat, merkea, oinarrizko funtzionalitateekin, eta eramangarriagoa izan daitekeena, publikoari zabaltzen dio. Horrez gain, hobekuntza posibleak azaltzen dira aurrera eramaterakoan, nahi izan daitezkeen funtzionalitate desberdinak gehitzeko, pertsonalizazioa gehituz nahien arabera.

5. Baldintzen deskribapena

Vending makina bat erabiltzerakoan garrantzitsua da funtzionamendua erraza eta intuitiboa izatea. Beraz, sinpletasuna, garrantzi handiko gradua da.

Kasu honetan, bi produktu dispentsatzeko prestatuko da makina. Horretarako beharko diren gailuak ondorengoak izango dira:

1. Mikrokontrolagailua.
2. Bi motor.
3. Pantaila.
4. Zorro elektronikoa.
5. Bi botoi.
6. Kutxa.
7. Konexioa burutzeko kableak.

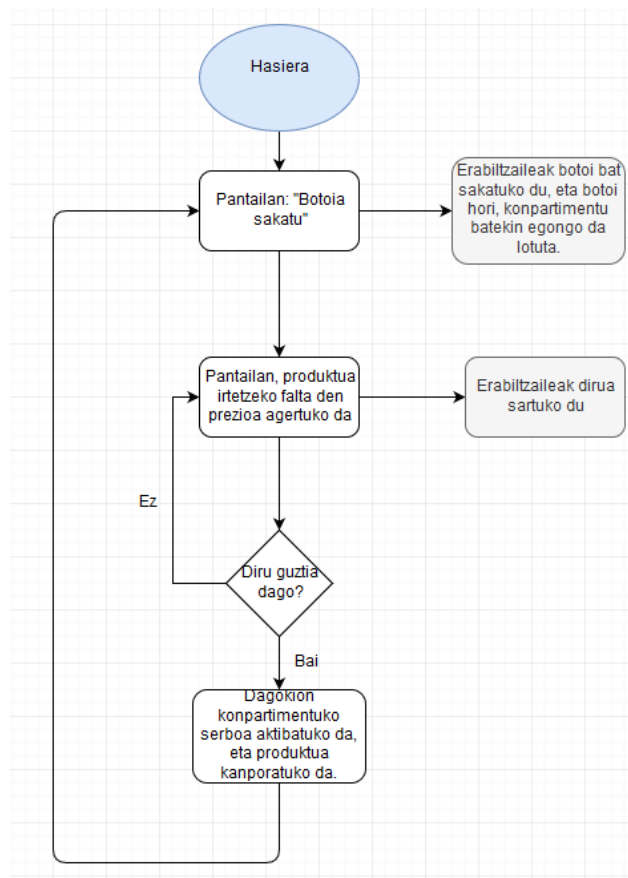


Figura 1. Baldintzen deskribapena.

Oinarrizko funtzionamendua, pantailan mezu batekin hasiko da. Momentu honetan, bezeroak, botoi bat sakatu beharko du. Botoi bakoitza motor desberdin bati egongo da

lotuta. Bertan produktuak egongo dira biltegituta era ordenatu batean. Aipatutako produktuak, prezio bat izango dute, eta hau, pantailan bistaratuko da. Orain, bezeroak dirua sartuko du. 3 txanpon mota desberdin onartzen ditu makinak. Sartutakoa prezio egokia izatekotan, motorra martxan jarriko da, eta produktua kanporatuko da. Sartutakoa nahiko ez izatekotan, falta dena bistaratuko du pantailan, diru nahikoa sartu arte. Kanporaketa prozesuan, hurrengo produktuak apalaren ertzera hurbilduko dira. Hau metalezko espiralen bitartez egingo da, eta prozesua errepikatu daitekeela bermatzeko da. Azkenik, erabiltzaileak, produktua aterako du, eta pantailan hasierako mezua bistartzeko da.

Aipatu behar da, beharrezkoa dela lehenengo botoia sakatzea, funtzionamendua hasteko. Hau, makinak kanbioak ematen ez dituelako gertatzen da. Produktuaren prezioa ez jakitekotan txanpon handiegia sartzea, eta horrela diru gehiago galtzea ekiditeko da.

6. Alternatiben analisisia

Lehen aipatu den moduan, teknologia etengabe doa aurrera. Aurrerapauso hauek, aukera-sorta desberdinetara itzuli daitezke. Vending makinak ez dira salbuespena, eta ondorioz, funtzionalitate berdina izango duen beste makina batek, gailu desberdinak erabili ditzake.

Behin sistemaren irismena eta helburuak azalduta, aukera desberdinak aztertu ahal dira. Hau egiteko, gailu desberdinen artean, proposamenak betetzen dituzten gailuak hautatu dira, eta zein den egokiena erabakiko da irizpide desberdinen arabera.

6.1. Mikrokontrolagailua

Mikrokontrolagailuen inguruneari buruz gehiago ikastea eta ezagutzak garatzea helburu bat da. Beraz, arduino mikrokontrolagailu baten bidez egitea erabaki da, honek ematen dituen erraztasunen ondorioz, iturri irekiko ingurunea izanda.

Aztertu beharrezko aldagaiak, kostua, azkartasuna, pin kopurua eta memoria dira.

Azterketa egin ondorengo aukera zentzudunak:

6.1.1 Arduino UNO: Microchip ATmega328P mikrokontroladorean oinarritutako eta iturburu irekia darabilen mikrokontrolagailua da, Arduino.cc-k garatua. Hiru timer ditu, bi 8 bitekoak eta bat 16 bitekoa. Bere ezaugarri nagusiak:

- Mikrokontrolagailua: ATmega328
- Funtzionamendu tentsioa: 5V
- I/O ataka digitalak: 14
- Sarrera analogikoak: 6
- I/O ataka bakoitzetik igarotzen den korronea: 40mA
- 3.3V atakatik igarotzen den korronea: 50mA
- Flash memoria: 32KB
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- Erlojuaren abiadura: 16 MHz



Figura 2. Arduino UNO.

6.1.2 **Arduino Mega:** Microchip ATmega2560 mikrokontroladorean oinarritutako eta iturburu irekia darabilen mikrokontrolagailua da, Arduino.cc-k garatua. Sei timer ditu, hiru 8bitekoak eta hiru 16bitekoak. Bere ezaugarri nagusiak:

- Mikrokontrolagailua: ATmega2560
- Funtzionamendu boltaia: 5V
- I/O ataka digitalak: 54
- Sarrera analogikoak: 16
- I/O ataka bakoitzetik igarotzen den korrontea: 40mA
- 3.3V atakatik igarotzen den korrontea: 50mA
- Flash memoria: 256KB
- SRAM: 8 KB
- EEPROM: 4 KB
- Erlojuaren abiadura: 16 MHz



Figura 3. Arduino Mega.

6.2 Motorrak

Produktuak kanporatu ahal izateko mekanismo bat beharrezkoa da. Horretarako motor bat behar da. Motor honen helburu eta betebeharra, metalezko espiral bati itsatsita produktuak kaleratzea da. Honek asko mugatzen ditu aukerak:

6.2.1 Korrante zuzeneko motorra.

Konektatzerakoan, DC motorrak, biratzen hasiko dira elikadura deskonektatu arte. Motor gehienak RPM (birak minutuko) handietan funtzionatzen dute.

Honen abiadura kontrola, pultsu zabalera bidez kontrolatzen da. Pultsu zabalera modulazioa pultsu digitalen bidez zirkuitu analogikoak kontrolatzeko teknika bat da. Erabilpen nagusia gailu elektrikoei hornitzen zaien potentzia mailaren kontrola da. Pultsuak oso azkar ematen dira, motorrak etengabe bira dezan. Bi kable erabiltzen dituzte orokorrean, lurra eta elikadura.

Aplikazio batzuk, urruneko kontrolerako autoen gurpilak, edo haizagailuak izan daitezke.

6.2.2 Serbomotorrak.

Serbomotorrak, lau gauza desberdinen multzoa da: DC motorra, engranaje multzoa, kontroleko zirkuitua, eta potentziometroa izan daitekeen posizio sentsorea.

Abiaduraren kontrola egin beharrean, posizioaren kontrola burutzen da. PPM bidez egiten da posizioaren kontrola, hau da, puntu bidezko modulazioa. Normalean hiru kable desberdin dituzte, lurra, elikadura eta kontrola.

Posizioa oso garrantzitsua den aplikazioetan erabiltzen da serbomotorra. Adibidez, itsasontzi baten lemaren kontrolerako, edo beso robotiko baten mugimendurako.

Gainera, ez dute biraketa normala burutzen, izan ere, errotaio angelua mugatuta dute 180°-ko joan etorrira. Serbomotorrek, kontrol seinalea jasotzen dute, eta energia aplikatzen zaio DC motorrari, ardatzak posizio egokirarte biraraziz, posizio sentsorearen bidez.

Biraketa jarraiko serbomotorra hemendik eratorria da, kasu honetan, ez du mugarik izango biraketa angelurako eta aplikazio askotarako oso baliagarria da funtzio hau.

Serbomotor bat mugitzean, bertara heltzean, posizioa mantenduko du, kanpoko indarrak pairatzen badituen ere.

Orokorrean, errendimendu altuko ordezkariak dira urratsez urratseko serbomotorrekiko. Izan ere, pare azkarra dute eta mugitzen den angeluen artean biraketa oso zehatza du.



Figura 4. Serbomotorra.

6.2.3 Urratsez urratseko motorra.

Motorizazio modu desberdina erabiltzen duen serbomotorra da. DC motorra erabili beharrean, elektroimanak erabiltzen ditu posizioa definitzeko.

Elektroiman hauek, engranaje nagusi baten inguruan daude. Hauek elikatzean engranajearen hortz desberdinak erakarri eta lerrokatu egiten ditu. Elektroiman bat amatatzean eta beste bat piztean, engranajea, apur bat biratu egingo da, eta horrela jarraituko du zirkulu guztian zehar. Hots, engranajearen inguruan dauden elektroimanen pizte eta amatatzeak, errotazioa sortuko du. Elektroiman bakoitzak sortzen duen biraketa, urrats bat izango da. Ondorioz, urrats angelu aurre zehaztu eta zehatzak biratu ditzake.

Motor mota hau, motelagoa da, baina biraketa zehatza du, eta erabilera eta kontrol errazeko motorra da. Aplikazio bat, 3D inprimagailua izango litzateke, baina posizioa oso garrantzitsua den aplikazio ugarian erabiltzen dira.

6.3 Pantaila

Prozesua aurrera eramateko ezinbestekoak diren mezuak bistaratzeko modu bat beharko da, eta horretarako, pantaila bat erabiliko da. Pantailan, adibidez, botoia sakatzea eskatuko da, edo produktua kanporatua izateko falta den dirua bistaratuko da.

Garrantzitsua da mezua era argian irakurri ahal izatea. Horretaz gain, beste aldagai batzuk aztertuko dira, tamaina, funtzionarazteko erabili behar den kodea eta liburutegiak, eta kostua besteak beste.

Pantailaren panel mota hainbat daude, erabilienak, LCD eta OLED dira.

LCD (liquid crystal display) pantailak, argi islatzaile baten aurrean jartzen diren eta kolorebakarrak diren pixel multzoa da. Pantaila mota hau, aplikazio ugaritan erabiltzen dira, izan ere, kontsumo oso baxua eta bizitza erabilgarri oso altua du. Arduino ingurunean, pantaila erabilienak dira, erabilerrazak izateaz gain, oso merkeak direlako.

OLED pantailak, tamaina oso garrantzitsua den aplikazioetan erabiltzen dira, izan ere, pantaila txikiak dira, erresoluzio handikoak eta kontsumo oso baxukoak. OLED izena, “organic light-emitting diode”-tik dator eta izen hau dauka, pantaila osatzen duten LED diodoak, bertatik korronea igarotzean argia igortzen duten osagai organikoez sortuta daudelako. Abantaila nagusia igortzen duten argian dago, izan ere oso argitsuak dira eta, gainera, kontsumo baxuagoa dute

Pantaila mota nagusiak:

6.3.1 Karakterezko pantaila.

Kontuan izan behar da, bistaratuko diren datuak zeintzuk diren. Karaktereak eta sinbolo batzuk bistaratzea ahalbidetzen du aurrez ezarritako posizioetan. Karaktere bakoitza 5x8 pixel matrize baten barnean egongo da.

Pantaila mota honetan, aldaera ugari aurkitu ditzakegu, lerro gehiago dituztenak, lerro bakoitzeko karaktere gehiago onartzen dituenak, argidunak edo argi gabeak adibidez.

6.3.2 Pantaila grafikoak.

Karakterezko pantaila modukoak dira, baina kasu honetan, ez dago lerrorik. Pantaila osoa, puntuen matrize bat da, eta karakterezko pantailetan bezala (non matrizeko edozein puntu aktibatzen dira), nahi diren puntuak aktibatzen dira. Funtzionalitate hau, marrazki eta figura desberdinak egiteko oso erabilia da.

Oso arrunta den pantaila, 128x64 da. Honek pantailaren erabilera askoz atsegingarriagoa egiten du, marrazki eta grafiko desberdinekin apaindu daitekeelako.

Pantaila honen erabilera ez dago oso hedatuta Arduino ingurunean, konplexutasun handiagoa dutelako aurreko motarekin konparatuz.



Figura 5. OLED pantaila.

6.4 Zorro elektronikoa

Produktu bakoitzak balio duena jasotzen dela bermatzeko zorro elektronikoa bat behar da. Hemen erabiltzaileak txanponak sartuko ditu. Zorroaren arabera funtzionalitate desberdinak izango ditu.

Aztertuko diren aldagai desberdinak:

- Kostua.
- Onartutako txanpon kantitatea: makinak izango duen konplexutasunaren arabera zenbat txanpon onartu beharko dituen kontuan hartuko da. Funtzionamendua desberdina izango da zenbat txanpon onartzen dituen arabera. Adibidez, txanpon bakarra onartzen badu, pulsu bakarra bidaliko du txanpona sumatzen duen bakoitzean. Aldiz, zenbait txanpon onartuko baditu, pulsu kantitate desberdina bidaliko du txanponaren arabera, adibidez, pulsu bat 50 zentimoko txanpona sumatzean, eta 10 pulsu euro bateko txanpona sumatzean.
- Txanpona sumatzeko aztertzen dituen aldagaiak: merkeenak pisua eta tamaina aztertzen dute, garestiagoak direnak, sensore desberdinak dituzte barnean txanpon egokia den bermatzeko.
- Beste funtzioak: biltegia adibidez, non diru kantitate guztia sartu arte, sartutako txanponak metatzen diren, kanporatzeko nahi izatekotan.

6.5 Botoiak

Bezeroak, bere hautaketa egiteko, botoi bat pultsatu beharko du. Azterketa bat egingo da, non mota desberdinak bereiziko dira:

- 6.5.1 Switch motako botoiak.
- 6.5.2 Arcade motako botoiak.
- 6.5.3 Ukimen sentsoreak.
- 6.5.4 Paneletarako botoiak.
- 6.5.5 Teklatuak.
- 6.5.6 Palanka bidezko switcha.
- 6.5.7 Sakagailuak.



Figura 6. Palanka bidezko switcha.

Kostua, eta bere erabilpena oso sinplea delako sakagailu motako botoia hautatuko da, baina beste motako botoiak ere erabili ahalko dira. Sakagailu motako botoien artean mota desberdin asko daude, hauen artean:

- 6mm-ko mini-sakagailua.
- 12mm-ko sakagailua.
- 12mm-ko LED pultsadorea.

6.6 Kutxa

Gailu guztiak aztertuta, hauek non batzeko estruktura behar da. Honen helburu nagusia, eraikuntza egonkor eta muntatzeko erraza egitea da. Gailuak bertan era intuitibo eta erraz batean erlazionatuta egon daitezen, prozeduran akatsak ekiditeko.

Proiektua aurrera eramateko aukera gehien ematen dituen atala da. Aldagai desberdinak aztertuko dira:

- Fabrikazio modua: nola eraikiko den estruktura.
 - 3D inprimagailuaren bidez. Honen estruktura sortu software bidez eta garatu 3D inprimagailu baten bidez.
 - Eskuz eraiki. Material nagusia erosita, ebaki eta beste bitarteko materialen bidez muntatu egitura.
- Materiala: zein material erabiliko den estruktura eraikitzeko.
 - Metala
 - Egurra
 - Plastikoa

Azterketa egin ondoren, ikusten da, erabaki nagusia 3D inprimagailuaren bidez edo eskuz kutxaren muntaketa burutzea dela. Izan ere, materiala honen arabera izango da.

3D inprimagailuak orokorrean, material termoplastikoak erabiltzen dituzte.

Eskuz eraikiz, material aproposena egurra izango da, muntatzeko erraztasun handiak emango dituelako beste materialekin konparatuz. Aldiz, beste materialekin konparatuz, kaxkarrago mantenduko da denboran zehar.



Figura 7. Kutxa estruktura desberdinak produktuaren arabera.

6.7 Programazio lengoia

Dena aurrera eramateko gailu guztiak programatu beharko dira. Gailu elektronikoak funtzionarazteko gailu bakoitzaren aparteko programazioa aztertu beharko da. Ondoren, gailu guztien programazioa argi izanda, programazio guztia batuko da, eta azkeneko programa osatuko da.

Prozesu hau aurrera eramateko programazio lengoiaia desberdinak erabili ahalko ziren, baina Arduino ingurunearekin lan egingo denez, honek eskaintzen duen softwarearen bidez burutuko da programazioa. Erabiltzen duen lengoiaia C++ lengoiaian dago oinarrituta, baina C++ lengoaiaren komando estandarrak ere erabili daitezke kodea garatzeko. C++-en helburua, C lengoiaia objektuen manipulazioz hornitzea da. C++ lengoiaia hibrido bat da, objektuei bideratutako lengoaien ikuspuntutik

C++ lengoaiaren ezaugarri nagusiak:

- Erabilera orokorreko lengoiaia da.
- Maila ertaineko lengoiaia da. Karaktere, numero, bit eta memoria helbideekin lan egiten du.
- Eramangarria.
- Sistemen programazio desberdinetarako erabiltzen da: konpiladoreak, testu editoreak...

7. Hautaketen deskribapena

Atal honetan, alternatibien analisisien atalean aztertu diren gailu desberdinen ebazpena emango da. Elementuen deskripzioaz bereiz, zergatik hautatua izan den azalduko da. Honekin, gailuaren konfigurazioa azalduko da, beharrezkoa izatekotan.

Deskribapen honen bidez, hurrengo ataletan prozesuaren mamia azaldu ahal izango da.

Aukeratutako elementuak, helburuak beteta, kostu txikieneko izatea saiatu da. Besterik gabe:

7.1 Mikrokontrolagailua

Aldagai desberdinak aztertuz, Arduino Mega hautatua izan da.

Arduino UNO-rekin pin kopurua egokia bada ere, ez da aldagai desberdintzaile bat izango. Memoria kapazitatea aldiz, oso garrantzitsua da, izan ere, hautatutako pantailaren karaktere guztiak mugitzeko kapazitate altua behar du mikrokontrolagailuak, eta Arduino UNO-k ez du kapazitate hau betetzen.

Arduino Megak dituen desberdintasunak UNO-rekiko, oinarrituta dagoen mikrokontroladorea, pin kopurua, eta Flash, SRAM eta EEPROM memorien kapazitatea da. Ondorioz, funtzio desberdin hauek, malgutasun gehiago emango dio proiektuari. Aldiz, tamaina handiago du, eta desabantaila bat izan daiteke, azalduko proiektuan ez bada ere.

Komunikazio protokoloekiko, 4 UART hardware eskaintzen ditu. Gainera, USB bidezko konexio ere bai. Horri gehituz, TWI eta SPI komunikazioak onartzen ditu, eta protokolo hauentzako hainbat liburutegi darabiltza.

I/O ataka guztiek 5V-tara funtzionatzen dute. Horretaz gain, beste ataka ugari ditu funtzionalitate desberdinak betetzeko, datuak transmititu edo jasotzeko, PWM moduan operatzeko edo kanpoko etendurak kudeatzeko adibidez.

Hiru torloju sartzeko gune ditu, nahi den tokian era egonkor batean jartzeko.

7.2 Motorrak

Motore desberdinak erabili ahal dira, baina sinpletasunagatik, eta erabilerrazak eta konfiguratzeko errazak direlako, aurreko atalean azaldutako biraketa jarraiko serbomotorra erabiliko da.

Honek biraketa ahalmen osoa du eta ez dago angelu batzuetara mugatuta, beharrezko espiralak etengabe birarazteko oso baliagarria izango da.

Erabiliko den serbomotorra, Pololu 1248 markaren SM-S4303R unitatea izango da.

Serbomotor honek, barne zirkuituak ditu, eta ondorioz, mikrokontrolagailuarekin, jarraian egitea konexioa ahalbidetzen du PWM bidez. Honi esker, proiektua garatzen denbora aurreztuko dugu. Hardware desberdinak dakartza gailu desberdinak funtzionarazteko.

Espezifikazioak:

- Tamaina: 39.5 x 20.0 x 35.6 mm
- Pisua: 42 gramo
- Biraketa abiadura: 0.13 s / 60°
- Indarra: 39.2 oz-in



Figura 8. Hautatutako biraketa jarraituko serbomotorra.

Konexioa egiteko, hiru kable ditu, elikadura, lurra eta kontrolerako kablea.

Kutxan egonkortzeko zuloak ditu, torlojuen bidez egonkortzeko.

Konfiguragarria izango da, zein aldetara biratuko duen, honen abiadura, eta biraketa denbora.

7.3 Pantaila

Lan honetan azaltzen den aplikaziorako, OLED pantaila grafikoa hautatu da. Behar bat da bistaratutakoa era argi batean aurkeztea, eta pantaila honek erresoluzio aproposa du makina garatzeko. Gainera, bistaratutakoa aldatzeko eta moldatzeko askatasun ugari ematen ditu.

Hautatu den pantaila OLED 1.3' SH1106 (128x64) da. SSD1106 IIC/SPI txipa darabilen 128x64 pixelen OLED pantaila grafikoa da.

Pantaila hau txikia bada ere (1.3' diagonalean) oso ikusgaia da OLED teknologiak onartzen duen kontraste altuaren ondorioz. Matrize bakarreko eta kolore bakarreko 128x64 pixeleko pantaila da. Ez du argirik behar eta darabilen teknologiaren ondorioz, egunean zehar, eta argi asko pairatzen duenean ere oso ikusgarria izango da.

Barne kontrolagailua SH1106 da, SPI bidez komunikatzen dena, oso azkarra den interfazea, aproposa pantaila hauentzako. Barnean 3.3V-tara funtzionatzeko prest dago, baina elikadura eta lur pinak ditu 5V-tara mikrokontrolagailuarekin jarraian funtzionatzeko.

Honen kontsumoa piztuta dauden pixelen menpe dago, baina orokorrean, 80mA aldera egongo da.

Ezaugarriak:

- Kontraste altuko OLED pantaila
- Erresoluzioa: 128x64 pixel (kolorebakar)
- Kontrolagailua: SH1106
- SPI interfazea
- Ikusmen angelua: $>160^\circ$
- Elikadura: 3V-etatik 5V-etara DC
- Funtzionamendu tenperatura: -30°C -tik $+70^\circ\text{C}$ -tara



Figura 9. Hautatutako OLED pantaila.

Konfiguratzeko liburutegi dedikatua erabiliko da. U8g2lib liburutegia, eta ondorengo ataletan azalduko da sakontasunez.

Konexioa egiteko zenbait pin dakartza:

- GND: lurra.
- VCC: elikadura.
- CLK: erlojua.
- MOSI (master output slave input): datuen transmisiorako.
- RES: reserbatua.
- DC: data / command.
- CS: chip select edo slave select.

Pantailak, SPI protokoloa erabiliko du komunikazioa burutzeko

SPI, komunikazioetarako estandar bat da, eta zirkuitu integratuen arteko komunikazioa egiteko erabiltzen da orokorrean.

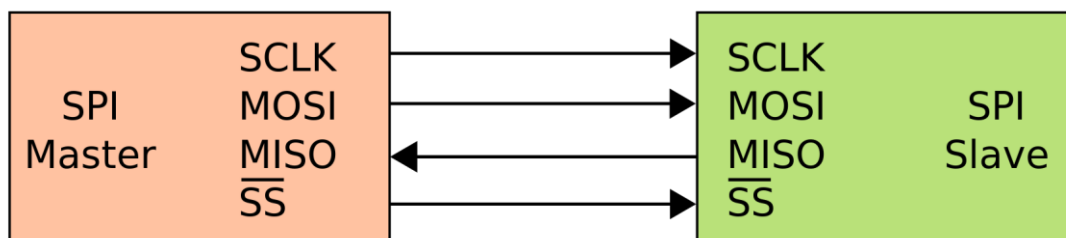


Figura 9. SPI funtzionamendua.

Irudian ikusten den bezala, lau hari daude:

1. Data input
2. Data output
3. SS (chip select)
4. SCLK (erlojua)

Irudian, morroi bat dago, sinpleena delako, baina zenbait morroi egon daitezke, eta morroiaren helbidea jakiteko 0 logiko bat jarriko du bus honetan.

Serieko komunikazioa burutzen da, hau da, hari batetik bidaltzen dira bit guztiak, normalean, 8 biteko informazioa erlojuarekin sinkronizatu eta bata bestearen atzetik bidaltzen da, shift register baten bidez.

Maisu eta morroi logika erabiltzen du komunikazio interfaze honek, normalean, maisuak erloju seinalea gidatzen du.

Bi datu hari badauden ere (full duplex), momentu bakoitzean soilik batek bidali dezake informazioa.

SPI funtzionatzeko modu desberdinak daude:

1. Standard buffer: serie buffer bakarretik igaroko dira datuak.
2. Enhanced buffer: 8 mailako FIFO buffer batetik igaroko dira datuak.

7.4 Zorroa

Aldagai desberdinen artean, kostua oso garrantzitsua da, izan ere, funtzionalitate desberdin batek prezioan asko eragiten du.

Batez ere aldagai hau kontuan hartuz, Sparkfun COM-11719 zorroa hautatu da.

Zorro honen puntu gogorra, erabiltze erraza dela da. Bi egoera desberdin izanda (konfigurazio modua eta funtzionamendu modua), konfigurazioa oso errez egiten da, eta ez du beste hardwarearen beharra hau egiteko.

Txanpona sumatzean, irteerak, 20ms eta 60ms arteko pulstu konfiguragarri bat sortuko du. Zorroak, aldagai desberdinak aztertuko ditu, pisua, diametroa, eta jauste abiadura, eta emaitzaren arabera txanpona egokia den edo ez determinatuko du. 6 txanpon desberdin konfiguratu ahal daitezke. Ez du txanpon biltegirik, eta txanpona onartua denean jarraian pasatzen utziko du, eta makinak jango du.



Figura 10. Erabilitako zorroa.

Bere ezaugarri nagusiak:

- Software bidezko kontrola, oso zehatza dena.
- Programatzerako ez da ordenagailurik behar, ezta konprobatzeko ere.
- Txanpon desberdinak onartzen ditu momentu berean.
- Interferentzia elektromagnetikoarekiko prebentzioa.
- Txanpon desberdinak onartzen ditu irteera seinale bakarra izanda.
- Txanpon mota desberdinak onartzen ditu, ez dago euroetara mugatuta.

Konektatzeko, lau pin ditu. Aldiz, makina aurrera eramateko hiru erabili beharko dira.

1. DC12V: elikadura dena.
2. GND: lurra.
3. COIN: pultsuen seinalea emango digun irteera.

Gainera, kuxara egokitzeko torloju desberdinak dakartza, eta dagozkion kableak ere. Zorroari dagokionez, konfigurazio berezia behar du. Bi egoera desberdin ditu, konfigurazio egoera eta funtzionamendu egoera.

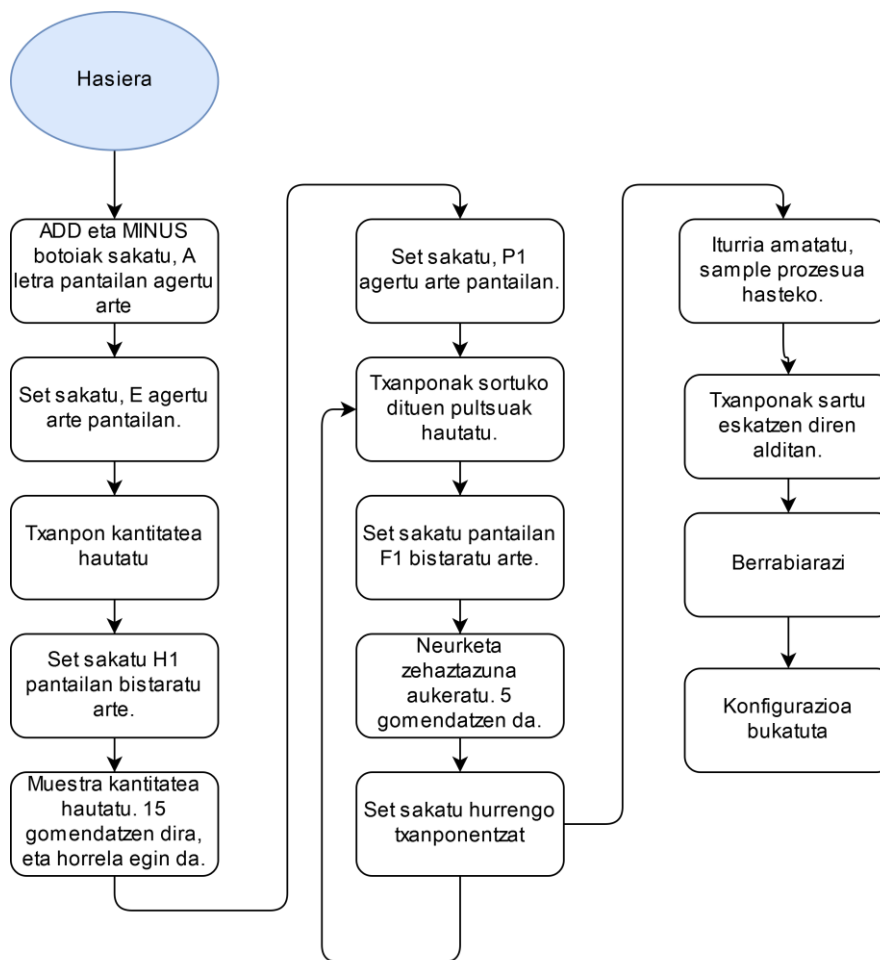


Figura 10. Zorroaren konfigurazioaren fluxu diagrama.

Funtzionamendu egoerara joan baino lehen konfiguratu behar da. Horretarako ADD eta MINUS botoiak pultsatu behar dira, displayean A letra agertu arte. Ondoren, SET sakatu segundo batzuetan eta E letra agertuko da displayean. Puntu honetan, zenbat txanpon konfiguratu nahi diren aukeratu behar da, 6 konfiguratu ahal dira gehienez, kasu honetan 3 txanponekin nahiko da, 50 zentimokoa, euro 1ekoa eta 2 eurokoa. Aukeratutakoan, SET botoia pultsatu behar da eta displayean H1 agertuko da. Hemen zenbat lagin hartu

nahi dituzun aukeratu behar da, 15 gomendatzen dira, eta hau aukeratu da txanpon guztientzat. SET botoia berriz ere pulsatuta P1 agertuko da displayean eta orain txanpon bakoitzak irteeran emango dituen pultsuak aukeratu beharko dira. Kasu honetan, banatuta dauden pultsu batzuk hautatu dira, 50 zentimorako, pultsu bat. Euro leko txanponarentzat 10 pultsu eta azkenik, 2 euroko txanponarentzat 20 pultsu. Gehienezko pultsuak 50 dira. Ondoren, berriz ere SET botoia sakatu eta F1 agertuko da, kasu honetan nahi den zehaztasuna jarri behar zaio aparatuari, gomendatzen da 5 jartzea eta hori egin da, txanpon guztientzat. SET botoia sakatuz, prozesua errepikatu beharko da beste txanponentzat (hautatu duzun kopurua). SET berriz ere sakatuz E letra agertuko da displayean eta iturritik deskonektatu beharko da zorroa, “Setting” atala bukatuta dago. Iturria konektatzean “Sampling” atala hasiko da. SET botoia sakatu eta A1 aterako da displayean eta lehenengo txanpona sartu beharko da Setting atalean jarri diren bezain alditan. Amaitzerakoan, A1 agertuko da berriz ere displayean. Set sakatuz A2 agertuko da eta berdina egin beharko da, eta prozesua bera da txanpon gehiagorentzat. Azkena sartzean sistema berrabiaraziko da eta konfigurazioa bukatuta dago.

Orain ondo konfiguratuta dagoela egiaztatzeko Saleae neurketa hardware eta softwarea erabili da, horretarako, zorroa iturrira eta esandako hardwarearekin konektatuko dira pull up baten bidez 10K-ko erresistentzia baten bidez. Pull up erresistentziaren bidez, pina atsedean egoeran dagoen bitartean irteera logiko bat emango dio (Arduinoaren 5V), horrela irakurketa arazoak ekidingo dira.

Erantzuna 50 zentimoko txanponarekin:

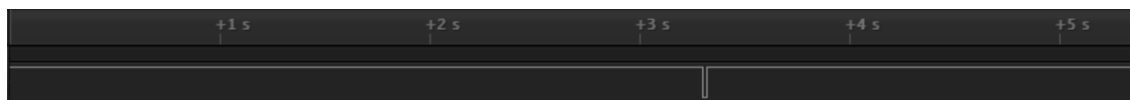


Figura 11. 50 zentimoko txanponari erantzuna.

Ikusi daiteke ematen duen pultsu bakarra txanpon honekin.

Euro leko txanpona:

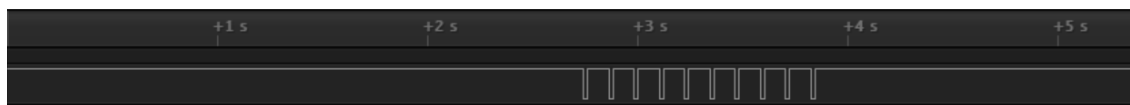


Figura 12. Euro bateko txanponari erantzuna.

Ikusi daiteke nola pultsuak emateko denbora nahiko behar duen (segundo bat baino gehiago), horren ondorioz sistema motela da. Bertan agertzen dira 10 pultsuak.

2 Euroko txanpona:

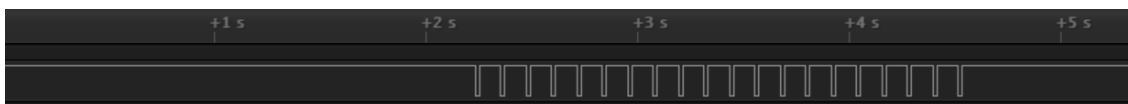


Figura 13. 2 euroko txanponari erantzuna.

Ikusi daiteke nola 20 pultsu emateko 2 segundo baino gehiago behar dituela.

Saleae neurketa tresnarekin, egiaztatu da ondo konfiguratuta dagoela ondorioz. Hardwarea Outputera eta lurrera konektatu da eta Saleae Logic programarekin egin dira probak.

7.5 Botoiak

Sakagailu botoiak hautatu dira prozesua garatzeko. Hauek konfiguratzeko errazak dira pull up erresistentzia batzuen bidez. Funtzionalitate errazaren, eta erantzun egokiaren ondorioz aproposenak dira.

Gainera, estetikazko itxura, zaindu beharreko aspektu bat da, eta egokienak dira.

7.6 Kutxa

Kutxa eraikitzeke aspektu desberdinak aztertuta, 3D inprimagailu baten bidez burutzea baztertu egin da, honek izango duen tamaina handiegia baita inprimagailu batekin egiteko.

Eskuz egitera behartuta egonda, eraikuntza egiteko material errazena egurra da. Izan ere, erraztasun asko emango ditu atal desberdinak itsasterakoan hainbat metodo utzi egiten dituelako.

Egurra erabili da kutxaren eraikuntzarako. Egur hau, neurri desberdineko tabloietan ebaki da inguratzeko zerra baten bidez. Eraikuntzaren egonkortasuna 18mm-ko lodierako egur tabloiak erabili dira. Izan ere, makina higitzean era egokian mantendu behar da.

Tabloi handienak goikoa eta behekoa dira, horrela egonkortasuna gehituko zaio makinari. Gainera, makinak erdialdean bi konpartimentu banatzeko eta egonkortzeko beste balda bat izango du. Tabloiak haien artean tirafondoekin lotu dira. Loturak gogortzeko arotz

kola erabili da, eta sortu diren akatsak konpontzeko, ia ikusezinak diren iltze txiki batzuekin lotuak izan dira.

Kutxan zuloak egin dira zulagailu baten bidez, eta inguratzeko zerra erabili da zulo aproposa egiteko gailu desberdinak bertan sartu daitezzen.

Kutxaren neurriak 40 x 45 x 35 cm dira. Ondorioz, txikia eta eramangarria da, bi produktu dispentsatzeko egina dago eta.

Aurrealdean, produktuak babesteko kristal plastikozko zati bat jarri da ate moduan. Material gardena izan behar da, produktuak argi eta garbi ikus daitezzen.



Figura 14. Erabilitako egur mota.

8. Diseinua

Orain, proiektua burutzeko azpiatal desberdinak aztertuko dira. Atal bakoitza proiektuaren esparru desberdinetara bideratuko dago.

8.1 Maketaren eraikuntza

Proiektua aurrera eramateko, eta kutxak funtzio denak izateko diseinu egokia izan behar du. Kutxa, gailu desberdinak bertan jartzeko prestatuta egon behar da, eta gainera produktuak dispentsatzeko atal bat izan behar du. Arrazoi honegatik, egun erabiltzen diren makina gehienek konpartimentu desberdinak dituzte:

1. Produktuen konpartimentua: normalean apalak izaten dira, eta bertan produktuak biltegitatu egiten dira kanporatuak izateko. Produktu desberdinak, kanal batzuegatik daude bananduta. Hemen, espiralak serbomotorrei pegatuta daude.
2. Gailuen konpartimentua: hemen osagai elektronikoak joango dira kutxan ezarrita. Pantaila hemen kokatzen da, eta honen azpian, zorro elektronikoa eta teklatu numerikoa orokorrean, hautaketa burutzeko. Kanbioak itzultzekotan, konpartimentu honen azpialdetik egiten da.

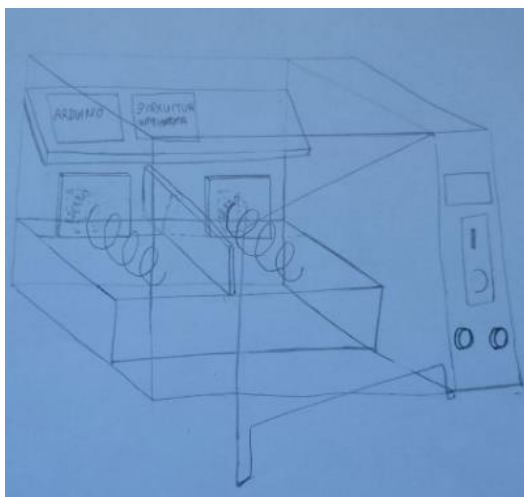


Figura 15. Kutxaren diseinuaren bozetoa.

Azaldutako makinak, produktu konpartimentua berdina izango du, baina bi produkturako prestatuta. Produktuak haien artean bananduta daude egurrezkoa den beste balda txiki batengatik. Balden ertzetara heltzean produktua, zentimetro batzuetako jausia pairatuko du produktuak, erabiltzaileak bertatik produktua hartu ahal izateko. Konpartimentu honen goialdean, beste balda bat jarri da, bertan arduino mikrokontrolagailua eta protoboarda ikus daitezten. Gailu hauek bertan kokatzen dira tope batzuen bidez. Konexioak aldatzeko

askatasun gehiago emateko, izan ere, bertara itsatsita badaude asko mugatzen du. Hemen konexio nagusiak joango dira, eta interesgarria da ikusi ahal izatea. Errez ikusteko, eta konexioak burutu ahal izateko, atzeko tapak, ez du ezer goialdean. Honi esker konpartimentu bietako gailuak konektatu ahalko dira erraztasunez. Serbomotorrak, atzealdean torlojuen bidez itsatsiko dira kutxara. Serbomotor hauek, pieza borobil baten bidez espiroletara lotuko dira. Pieza biribila, serbomotorrera pegatzeko prestatuta dago, eta espirala honi, harien bidez lotu zaio. Espiralak, aluminioz eginda daude. Espiral hauek, produktua bertan zutik egoteko eta modu ordenatu batean kanporatzen joateko daude bertan. Aurreko tapa, kristal plastikozko zati bat izango da, tapa honek soilik produktuak dauden tokia tapatuko du. Hau da, azpitik libre egongo da, produktua baldatik jausi denean batu ahal izateko. Tapa hau banden bidez pegatua izan da kutxan, horrela zabaldu eta itxi ahal izango da, produktu gehiago biltegitzeko, baina ebasketa txikiak ekiditeko hau itxita dagoenean. Tope bat izango du kutxa barnean tapa kutxa barnera sartu ez dadin.



Figura 16. Serbomotorearen espiralak.

Gailu elektronikoen konpartimentuari dagokionez, aurreko tapa zurezkoa da. Tapa hau ez da guztiz itsatsita egongo, izan ere, konexio arazo bat baldin badago konpontzeko erraztasuna emateko. Gainera, konpartimentu honen barnean, kutxa bat sartuta egongo da txanponak bertan metatzeko, eta tapa hau kenduz, txanponak batu ahalko dira. Hemen gailuak kutxara pegatzeko, zuloak egin dira, gailu bakoitzari egokituta. Pantaila, goialdean dago kokatuta, zorroa aldiz, honen azpian doa, eta azkenik, botoiak, behealdean doaz. Pantaila eta zorroa torlojuen bidez lotu da. Botoiak aldiz, aurrez prestatutako superfizie batera itsatsi dira. Superfizie honek, zuloak izango ditu konexioak egin ahal

izateko. Osagai hauek arduinoari konektatuta joango dira lehen aipatutako atzeko taparen gainetik.



Figura 17. Kutxaren eraikutzaren emaitza.

17. figuran ikusi daiteke muntaketaren emaitza, eta gailu desberdinen posizio estandarra vending makinetan.

8.2 Gailu ekeltroniko desberdinen arteko konexioa.

Gailuak haien artean konektatu behar dira makina osoaren funtzionamendu egokia bermatzeko.

Gailu bakoitzak pin desberdinak izango ditu, aldiz, lurra eta elikadura denek baldin baduten ere, aipatzekoa da, zorroan elikadura 12V-ekoa dela. Hau da, elikadura 12V-eko elikadura iturri bateri konektatu behar zaio, eta lurra beste zirkuitu guztiarekin partekatu beharko du. Baliteke ere, pin guztiak erabili behar ez izatea.

8.2.1 Pantaila

Taula 1. Pantailaren konexioak.

Pantailan pina	Arduinoan pina
GND	Lurrera
Vcc	5V
CLK	52
MOSI	51
RES	8
DC	9
CS	10

8.2.2 Zorroa

Taula 2. Zorroaren konexioak.

Zorroaren pina	Arduinoaren pina
Vcc	12V
GND	Lurra
COIN	2
COUNTER	Ez da erabiliko

8.2.3. Serbomotoreak

Taula 3. Serbomotorren konexioak.

Serbomotoreen pina	Arduinoan pina
Vcc	5V
GND	Lurrera
Datuak	Serbomotor bat, 4ra. Beste serbomotorra 5era.

8.2.4 Botoiak

Taula 4. Botoien konexioak.

Botoiaren pina	Arduinoaren pina
1	Lurrera
2	Botoi bat, 6.pinera eta 330Ω-eko erresistentziaren hanka batera. Bestea, 7. Pinera eta 330 Ω-eko erresistentziaren hanka batera. Erresistentzien beste ankara Vcc (5V) konektatuko da.

8.2.5. Mikrokontrolagailua

Taula 5. Mikrokontrolagailuaren konexioak.

Arduinoaren pina	Gailuen pina
Vcc	5Vtara
GND	Lurrera
52	Pantailaren CLK pinera
51	Pantailaren MOSI pinera
10	Pantailaren CS pinera
9	Pantailaren DC pinera
8	Pantailaren RES pinera.
7	Botoi batera.
6	Beste botoira.
5	Serbomotor batera.

4	Beste serbomotorrera.
2	Zorro elektronikoaren COIN pinera.

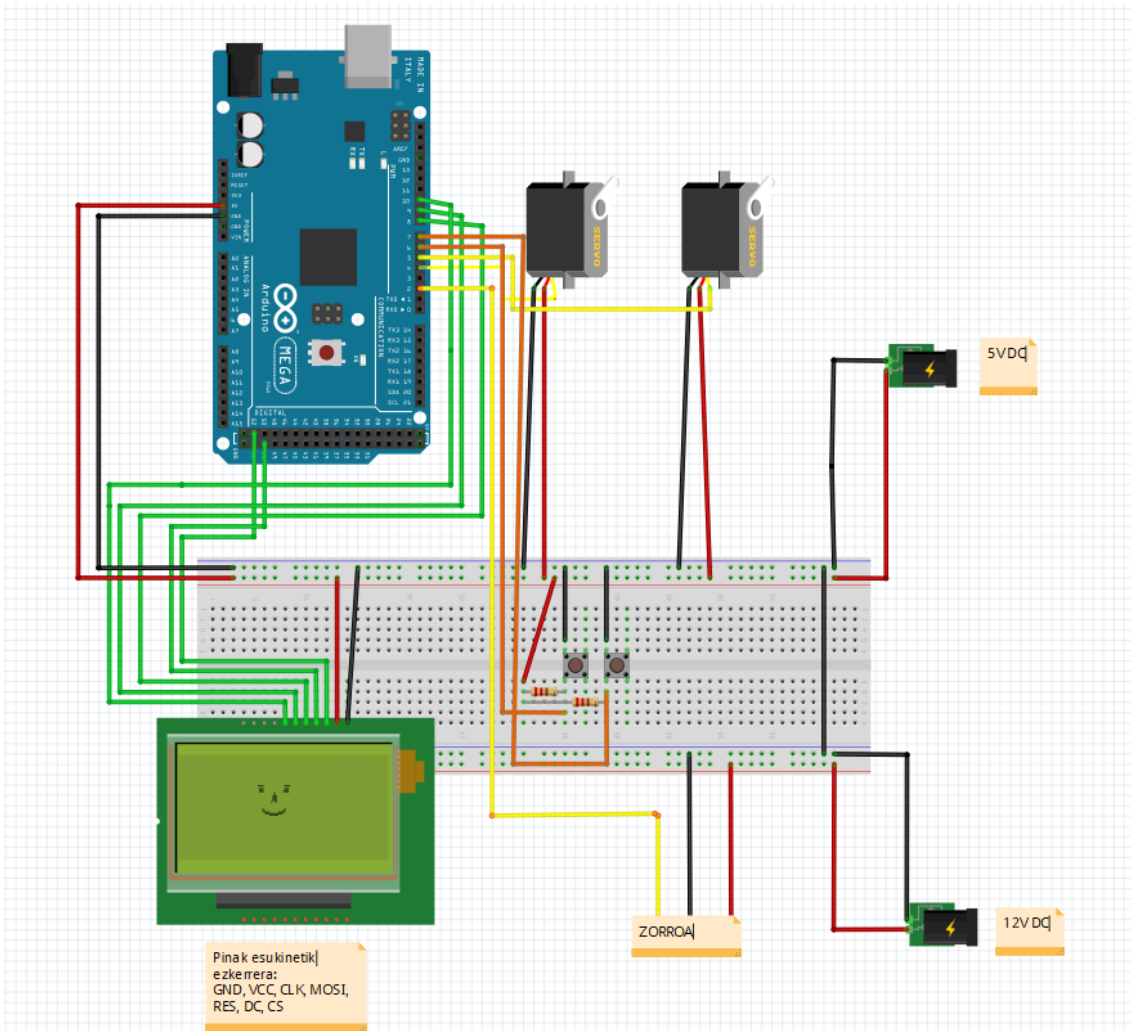


Figura 18. Konexioen eskema.

18. figuran ikusi daitekeen moduan burutuko dira konexioak. Argiago ikusteko, osagai desberdinen kableak kolore desberdinez jarri dira. Lurra eta elikadura, kable beltzari eta gorriari dagozkio, hurrenez hurren.

Serbomotorren, botoien eta zorroaren COIN pinetarako, arduinoaren beste pinak erabili ahal dira. Pantailaren pinak aldiz, derrigorrezkoak dira, dagozkien pinetan ezartzea.

8.3. Programazio atala

Proiektuaren programazioa azaldu baino lehen gako kontzeptu batzuk ulertzea garrantzitsua da. Kontzeptu nagusiak, liburutegiak, funtzioak eta etendurak dira.

Liburutegiak, sketchean erabilitako hirugarrenek egindako kode multzoak dira. Horrek programazioa errazten du eta abstrakzioa egitea ahalbidetzen du, programa aurrera eramateko eta ulertzea errazteko. Liburutegi ugari daude, eta iturri irekiak direnez kode desberdinak ematen ditu.

Proiektuan, U8g2lib, Arduino eta SPI liburutegiak erabili dira. U8g2lib liburutegia, pantaila kolorebakar desberdinentzat da. Pantaila txikietan informazio bistaratzearen lana errazteko sortua. Funtzio ugari ditu bere baitan, hauen helburua, letra-tipo eta tamaina desberdinekin testuak erakutsi, marrazkiak egin, animazioak egin eta abar dira. Funtzio hauek gabe, lan aspergarria izango zen. Arduino liburutegia, liburutegi nagusia da, eta arduino ingurunearen funtzio nagusiak aurrera eramaten ditu. SPI liburutegia, arduino eta edozein gailu, hala nola, pantaila bat edo datuak onartzen dituen beste edozein artean serieko datu-transmisioa kudeatzeko diseinatutako liburutegia da.

Funtzioak, helburu jakin batekin instrukzioen multzo bat. Beste funtzio edo prozeduren bidez deitzen denean exekututzen da. Funtzio berdina askotan deitu daiteke, eta funtzio berari behin eta berriz deitu. Kanpotik datozen datuak jaso ditzakete parametroen bidez deitzen badira eta emaitza bat eman dezakete.

Proiektuan zehar, hainbat funtzio erabili dira, eta funtzio bakoitzak betebeharrak zehatz bat du.

Etendurak, arduino plakaren kanpoko ekitaldietara erreakzionatzeko modu azkar batean erabiltzen dira. Seinalea hautematean, exekututzen ari den prozesua eten egiten du. Horrek bi gauza desberdin suposatzen du. Alde batetik, kode zati bat azkar exekutatzea, eta bestetik, exekututzen ari zen kodea etetea. Etendurak, programatuak edo kanpokoak izan daitezke, baina efektu praktikoetan, emaitza berdina lortzen dute.

Erabilitako funtzioa, `attachInterrupt()` da. Funtzio honi, balio desberdinak sartu behar zaizkio. Hasteko, interruptzio bakoitzari dagokion interruptzio zenbakia. Zenbakia sartu nahi ez izatekotan, `digitalPinToInterrupt(pin)` ezarri daiteke, eta mikrokontrolagailuak kudeatuko du. Ondoren, zein interruptzio exekutatu duen adierazi behar zaio, eta azkenik, zein flankotan exekutatu duen.

Vending makinak, etendura bat erabiltzen du txanponak jasotzeko.

8.3.1 Arduino ingurunearen programazio estruktura

Arduino ingurunearen oinarriko programazio egitura oso erraza da eta exekuzioa bi zatitan banatzen da: konfigurazioa eta begizta. Setup() programaren konfigurazio atala da, eta loop() exekuzio atala da. Aldagaien adierazpena Setup() funtzioan sartzen da eta programan exekutatzen den lehen funtzioa da. Funtzio hau behin bakarrik exekutatzen da eta pinMode konfiguratzeke erabiltzen da (adibidez, pin digitala sarrera edo irteera bada) eta serieko komunikazioa hasieratzeko. Loop() funtzioak etengabe exekutatu beharreko kodea barne hartzen du.

8.3.2 Vending makinaren programazio egitura

Programazio egokia burutzeko, sistemaren funtzionamendua barneratuta eta oso ongi ulertua egon behar da. Funtzionamendua, ondorengo fluxu diagraman laburtu daiteke:

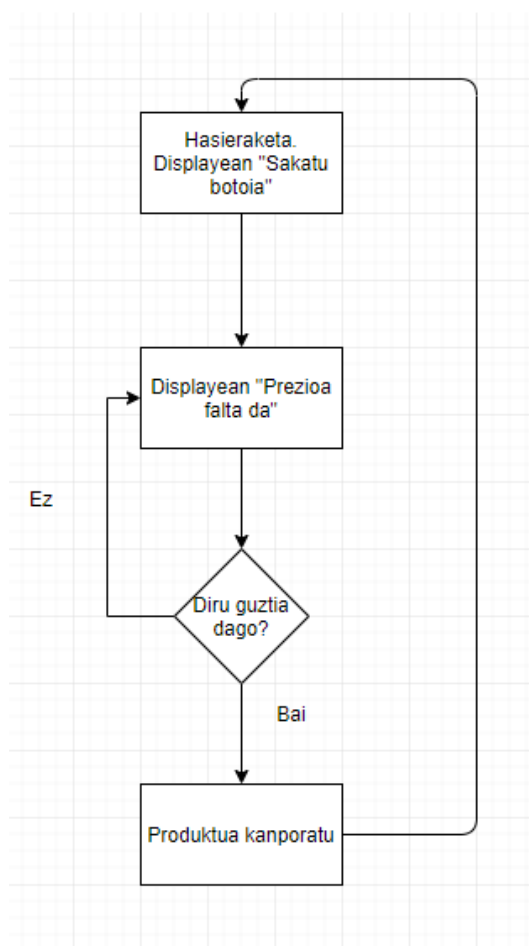


Figura 19. Fluxu diagrama.

Fluxu diagrama oso sinplea da. Pantailan agertuko da, botoia sakatzeko mezua, eta zein botoi pultsatuko duen arabera, prezio bat agertuko da pantailan. Baina, funtzionamendua

berdin berdina da edozein botoi sakatuta. Azkenik, diru guztia dagoenean, produktua kanporatuko da, eta sistema, itxaron egoeran geratuko da berriz ere, prozesua errepikatu ahal izateko nahi izatekotan.

Programazioa atal desberdinetan banatua izan da.

Hasteko konfigurazio atala dago, bertan, liburutegiak, konstanteak eta setup funtzioa ezarri dira. Liburutegiak, arduino, SPI eta U8g2lib dira. Konstanteak, aldiz, botoien pinak, prezio desberdinak, eta aldagai desberdinen balioak ezartzen dituzte. Azkenik, setup funtzioan, pinen egoera konfiguratu, pantaila hasieratu, serbomotorren pinak konfiguratu eta gero azalduko den etendura konfiguratu egiten da beste gauzen artean.

Ondoren funtzio nagusia dator, bere betebeharra, sakatzen den botoiaren arabera aldagaien balio desberdinak ezartzea da, gero datozen funtzioen funtzionamendu egokia bermatzeko. Honetaz bereiz pantailan mezua desberdinak bistaratzen ditu.

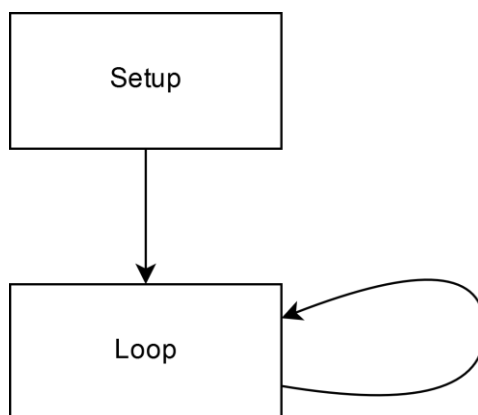


Figura 20. Funtzio nagusiak.

Funtzio nagusiaren ostean, funtzio desberdinak datoz. Hiru funtzio desberdin erabili ditut Setup() eta Loop() funtzioez aparte. Dirua() funtzioa, betebeharrak gehien dituen funtzioa da, bertan falta den dirua pantailan bistaratuko da, eta diru guztia dagoenean serbomotorrak aktibatuko ditu. Beraz, prozesua itxi egiten du. Ondorioz, beharrezko aldagaiak erresetean egiten ditu 0 baliora. Zorroa() funtzioak, zorroari heltzen zaizkion pultsuen arabera txanponak sailkatuko ditu. Adibidez, 10 pultsu heltzen bazaizkio, euro bateko txanpona dela jakinaraziko du. Irudikatu() funtzioak, pantailan idatzi nahi den bakoitzean, kodea behin eta berriz errepikatzea ekiditen du. Izan ere, pantailan idazterako bakoitzean, pantaila ezabatu behar da, eta kurtsoreari puntu bat eman behar zaio, bertan idazteko. Beraz, funtzio honi, parametro bezala, idatzi nahi den datua eman behar zaio.

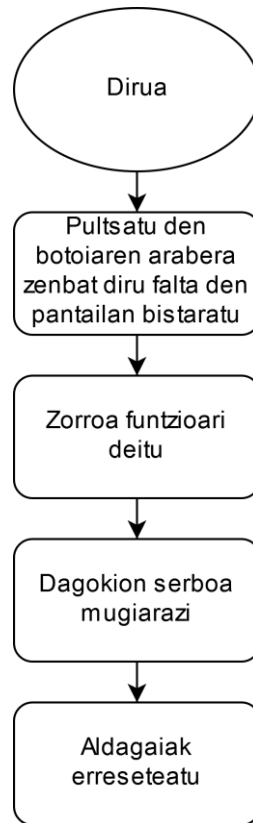


Figura 21. Dirua funtzioa.

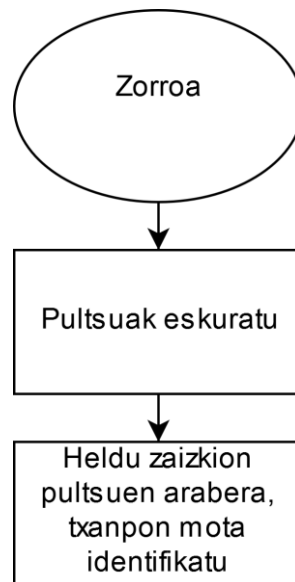


Figura 22. Zorroa funtzioa.



Figura 23. Bistaratu funtzioa.

Bukatzeko, etendura dago. Etendura, zorroaren funtzionamenduarekin dago erlazionatuta. Izan ere, sistema itxaron egoeran dagoenean, zorroa, datuen esperoan egon behar da, eta txanpon bat jasotzean, pultsuak zenbatu beharko ditu. Beraz, Pultsuak_zenbatu() etendurak, pulsu bat heltzean dagokion aldagaia eguneratuko du. Horrela, Zorroa() funtzioak, pulsu kantitate egokia irakurri ahalko du.

Programazio honekin, aipatutako baldintzetan prozesua aurrera eramango da. Gogoan izan behar da, dirua botoia sakatu aurretik sartzen bada, makinak irentsiko duela, eta prozesua fluxu diagraman azaldu bezala egin behar dela.

9. Emaitzak

Proiektuaren atal guztiak azalduta, atal honetan, hasieran planteatu zen proiektua lortutakoarekin konparatuko da. Hau egiteko, lortutakoa helburuekin parekatuko dut.

Helburu nagusia, mikrokontrolagailu baten bidez vending makina baten maketa eraikitzea eta kontrolatzea izan da. Helburu nagusi hau, beraz bete egin da. Honek suposatzen dituen azpi helburuak ere bete dira ondorioz, hau da, gailuen analisi eta hautapena egin da, gailu bakoitzaren funtzionamendua ulertu da eta ondoren, osagai desberdinen programazioa batu egin da. Honekin batera, kutxaren diseinua eta eraikuntza aurrera eramana da eta azkenik, gailu guztiak bertan muntatu dira.

Beste azpi helburua, mikrokontrolagailuen inguruneari buruz gehiago ikasi eta jakitea izan da, eta hau ere, bete egin da. Izan ere, etendurak erabiltzeko, programazioari dagokionez, aurrerapauso handia eman da.

Kutxa 3D inprimagailu baten bidez egitea pentsatu zen hasiera batean, baina tamainaren ondorioz, ideia hau baztertu da.

Hasierako bozetoarekiko, kutxaren azken diseinua apur bat aldatu da. Kutxaren azpialdean zulo bat egitea pentsatu zen hasiera batean, baina muntatzerakoan, azpialdean guttiz libre jartzea erabaki zen, erabiltzaileak produktua ateratzeko leku gehiago izateko.

Egin ez dena, zorrora konektatzeko iturri bat izan da. Hasiera batean, iturri hori egitea planifikatuta egon zen eta hau ezartzeko zirkuitu inprimatua. Aldiz, proiektua aurrera eramana den heinean, hainbat arazoren ondorioz ezin izan da bete.

Laburtzeko, helburu guztiak bete dira, baina planifikatuta zegoen elementu bat ezin izan da egin.

10. Hobekuntza posibleak

Gaur egun, vending makinak oso aurreratuta daude, eta teknologia aurreratua erabiltzen dute. Aldiz, zenbait hobekuntzarako aukera ere badago.

Hobekuntza sinple bat, produktuaren hautaketa egitekoan, berrespen mezu bat agertzea litzateke. Izan ere, oso arrunta da hautaketan huts egitea. Beste hobekuntza bat, produktuak mugitzeko zulo gabeko kanalak izate izango zen. Egia esan, askotan, vending makinetan produktuak trabatuta geratzen dira errailetan zuloren baten, eta produktua ez dagoela bistaritzen da pantailan, bertan produktu asko badaude ere. Esandako errailetan ere hobekuntzak egin daitezke, produktuak traba ez daitezen batik bat. Produktua ere kontuan hartzea egokia da posizioa ezartzeko. Adibidez, freskagarriak, jausi txikia pairatu beharko dute, bestela lata apurtu daiteke. Berdina gertatzen da beste produktuen posizionamendu ez egokiarengatik. Hau ekiditeko egokia da, igogailu moduko balda bat jartzea produktuak jauziak ez pairatzeko (egun, soilik freskagarri makinetan erabiltzen dira).

Lan honetan aurkezten den vending makinarekiko, hobekuntza nabarmenena, produktua jausten den edo ez jakiteko sentso bat jartzea izango zen. Beste egokitzapen bat, makinak kanbioak itzultzea izango zen. Hau nabariena izan daiteke, izan ere, zenbait erosle mesfidati izango dira makinarekiko kanbioak itzultzen ez baditu. Honek gainera, beste funtzionamendu modua ahalbidetuko zuen. Hots, dirua sartzea eta metatzea beste produktu bat erosi ahal izateko. Izan ere, ez zen dirua galduko. Beste hobekuntza posible bat, paretak beste material batekoak izatea izango zen. Metala, adibidez, denboran zehar hobeto kontserbatuko da eta. Horretaz urruti, salduko den produktuaren arabera, kutxaren diseinua egokitu ahalko zen.

11. Plangintza

Lan plana aurrera eramateko ekipoa ondorengoa da:

- Zuzendaria: Oskar Casquero Oyarzabal
- Junior ingeniaria: Patxi Unai Mediavilla
- Kudeatzailea: Cesar Perez

Atal honetan, proiektua aurrera eramateko burutu diren prozesu desberdinak sailkatuko dira:

1. Proiektuaren antolaketa.
 - Deskripzioa: proiektua atal desberdinetan banatu eta nola eramango den aurrera pentsatu.
 - Arduraduna: Patxi Unai Mediavilla.
 - Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
 - Iraupena: 10 egun.
2. Gailuen hautaketa.
 - Deskripzioa: osagai desberdinen analisia eta hautaketa burutzea.
 - Arduraduna: Oskar Casquero.
 - Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
 - Iraupena: 24 egun.
3. Kutzaren muntaketa.
 - Deskripzioa: kutxaren diseinu eta muntaketa.
 - Arduraduna: Cesar Perez.
 - Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
 - Iraupena: 24 egun.
 - 3.1. Kutzaren diseinua.
 - Deskripzioa: kutxaren diseinua.
 - Arduraduna: Cesar Perez.
 - Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
 - Iraupena: 10 egun.

3.2. Kutzaren muntaketa.

- Deskripzioa: kutxa muntatu.
- Arduraduna: Patxi Unai Mediavilla.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
- Iraupena: 14 egun.

4. Gailu desberdinen programazioa.

- Deskripzioa: osagai guztien banakako programazioa.
- Arduraduna: Oskar Casquero Oyarzabal.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
- Iraupena: 48 egun.

4.1. Pantailaren programazioa.

- Deskripzioa: pantaila programatu.
- Arduraduna: Oskar Casquero.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
- Iraupena: 16 egun.

4.2. Zorroaren programazioa.

- Deskripzioa: zorroa programatu.
- Arduraduna: Oskar Casquero.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
- Iraupena: 22 egun.

4.3. Beste gailuak programatu.

- Deskripzioa: Beste gailuan programazioa (serbomotorrak eta botoiak).
- Arduraduna: Patxi Unai Mediavilla.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
- Iraupena: 10 egun.

5. Programazioa bukatu.

- Deskripzioa: osagai desberdinen programazioak batu eta funtzionatuko duen programa lortu.
- Arduraduna: Patxi Unai Mediavilla.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla, Oskar Casquero eta Cesar Perez.
- Iraupena: 23 egun.

6. Dena kutxan muntatu.

- Deskripzioa: osagai guztiak kutxan muntatu.
- Arduraduna: Patxi Unai Mediavilla.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla.
- Iraupena: 20 egun.

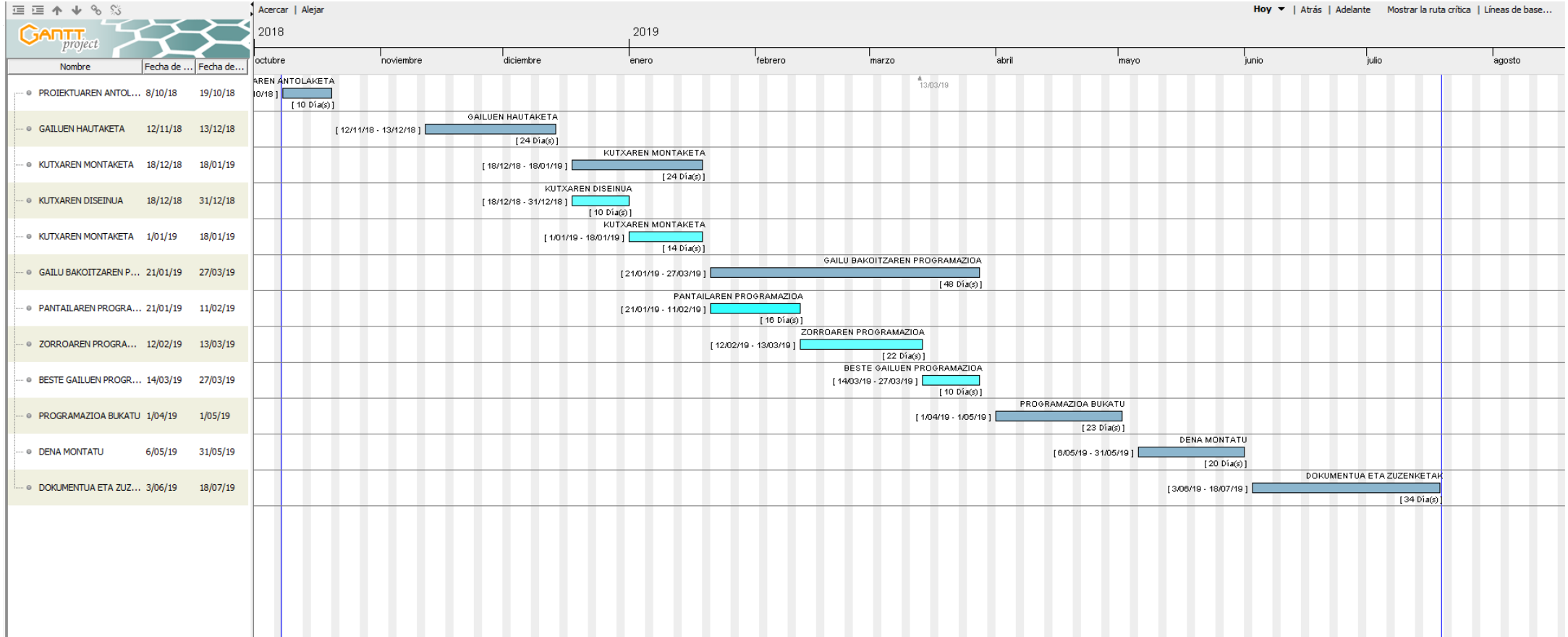
7. Dokumentazioa.

- Deskripzioa: dokumentua garatu.
- Arduraduna: Oskar Casquero.
- Partaideak: Patxi Unai Mediavilla eta Oskar Casquero.
- Iraupena: 34 egun.

12. Gantt diagrama

Orain prozesua nola eraman den aurrera azaltzen duen Gantt diagrama aurkezten da. Diagrama honetan, proiektua osatu duten fase desberdinak ikusi daitezke, hauek osatzen dituzten zeregin desberdinak, eta hauen iraupena.

Vending makina baten maketaren eraikuntza eta kontrola arduino erabiliz



13. Aurrekontua

Plangintza azalduta, aurkezteko geratzen den azkeneko puntua, alderdi ekonomikoa da.

Aurrekontu ekonomikoa bi atal desberdinetan banatuko da:

Lehenik garapen kostuak aurkeztuko dira, honek, ingeniari-taldeak proiektua aurrera eramateko behar izan dituen orduak hartu ditu kontuan. Planifikaziorako, eta antolaketa erabili diren orduen kopuru guztiak hartuko dira kontuan.

Ondoren, exekuzio kostu totalak aurkeztuko dira, hau da, muntaketa orduak. Hemen materialen kostu desberdinak hartuko dira kontuan. Lana planifikatuta egonda, hau errealitate bihurtzeko behar izan diren orduak kontuan hartu dira. Esan beharra dago, Arduino ingurunea, iturburu irekikoa dela eta ondorioz, bere lizentzia dohainik izanda dirua aurreztu dela.

Azpitarratzekoa da, prezio altua dela unitate bakarra eraiki delako, eta kostu handia, diseinu eta planifikazio ordu altuetatik datorrela eta hau ez da berriz ere egin behar. Hau da, eskalan fabrikatuko baziren askoz ere merkeago irtengo zen unitateko.

Taula 6. Garapen kostua.

Kontzeptua	Unitateak	Kostu unitarioa	Unitate kop.	Kostu totala	Totala
Lan kostua					11.000,00 €
Zuzendaria	Orduak	60,00 €	25	1.500,00 €	
Junior ingeniaria	Orduak	35,00 €	250	8.750,00 €	
Kudeatzailea	Orduak	30,00 €	25	750,00 €	
Amortizazioak					70,00 €
Ordenagailua	Orduak	0,20 €	300	70,00 €	
Kostu zuzenak					11.070,00 €
Kostu ez zuzenak	%5				553,5€
Azpi-totala					11.623,5 €
Ezusteak	%5				581,175€
TOTALA					12.204,67 €

Taula 7. Exekuzio kostua.

Kontzeptua	Unitateak	Kostu unitarioa	Unitate kop.	Kostu totala	Totala
Lan Kostua					2.650,00 €
Zuzendaria	Orduak	60,00 €	5	300,00 €	
Junior ingeniaria	Orduak	35,00 €	50	1750,00 €	
Kudeatzailea	Orduak	30,00 €	20	600,00 €	
Gastuak					251,00 €
Egurra	Euroak	40,00 €	1	40,00 €	
Mikrokontrolagailua	Euroak	41,00 €	1	41,00 €	
Serbomotorea	Euroak	11,00 €	2	22,00 €	
Botoia	Euroak	3,00 €	2	6,00 €	
Pantaila	Euroak	7,00 €	1	7,00 €	
Zorroa	Euroak	25,00 €	1	25,00 €	
Kristal plastikoa	Euroak	10,00 €	1	10,00 €	
Bestelakoak	Euroak	100,00 €	1	100,00 €	
Kostu zuzenak					2.901,00 €
Kostu ez zuzenak	%5				145,05 €
Azpi-totala					3046,05 €
Ezusteak	%5				152,30 €
TOTALA					3198.35 €

14. Ondorioak

Atal honetan, proiektu hau burutzean lortu diren ondorioen esposizioa egingo da.

Graduan zehar lortu diren gaitasunekin proiektu bat zerotik amaierara eraman behar izana, lan desberdinak egitera eta arazo desberdinei aurre egiteko planteamenduak egitera bultzatu du ikaslea. Honekin batera, hasiera batean ezagutzen ez dituen kontzeptu askoren asimilazioa eta ikasketak konfiantza ematen dio ikasleari, etorkizunean beste arazo eta problemei aurre egiteko.

Vending makinarekiko zenbait ondorio eta ideia azalduz:

1. Arduino motak, proiektua mugatuko du, izan ere, kapazitate gutxiko arduino mikrokontrolagailuarekin pantaila motak murrizten ditu, karaktere gehiegi ezin dituelako mugitu.
2. Zorro elektronikoak, guztiz baldintzatuko du vending makina. Osagai desberdintzailea da makina hauetan. Funtzionalitate gehienak, elementu honen menpe daude. Adibidez, kanbioak itzultzea, dirua sartu ostean ezer erosi nahi ezean, txanponak itzultzea, edo billeteak edo txartelaren bidezko pagua egiteko.
3. Kutxaren diseinu desberdinak, produktu desberdinentzako egokitu daitezke.

Hasiera batean, ideia, kutxa 3D inprimagailu baten bidez egitea zen. Kutxaren diseinua Solid Edge softwarearen bidez egiteko zehatzagoa izateko. Baina kutxa handiegia gertatu zen inprimagailu baten bidez egiteko. Hau, aldaketa garrantzitsu bat izan da hasierako ideiarekiko. 3D kutxa baten inplementazioa etorkizunerako egokiagoa izango zen etorkizunera begira.

Gainera, iturria egin ahal izango zen eta sentore baten bidez, produktua jausi den edo ez jakiteko funtzionalitatea gehitu ahalko zen, konplexutasuna emango badio ere. Hala ere, funtzionalitate hauek gehitzeko aukera uzten du etorkizunerako.

15. Bibliografia

Erabili diren baliabide desberdinen estekak:

- [1] <https://es.wikipedia.org/arduino> (Eskuragarri: 2019/07/15)
- [2] <https://tienda.bricogeek.com/gadgets-geek/443-selector-de-monedas-programable-3-monedas.html> (Eskuragarri: 2019/07/15)
- [3] <https://www.promotec.net/timers> (Eskuragarri: 2019/07/15)
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=-gdm71P1k9c> (Eskuragarri: 2019/07/15)
- [5] <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/external-interrupts/attachinterrupt/> (Eskuragarri: 2019/07/15)
- [6] <http://www.retrobuiltgames.com/the-build-page/arduino-vending-machine/>
(Eskuragarri: 2019/07/15)
- [7] <https://fritzing.org/home/> (Eskuragarri: 2019/07/15)
- [8] <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/13/interrupciones/> (Eskuragarri:
2019/07/15)
- [9] <https://tienda.bricogeek.com/pantallas-oled/905-pantalla-oled-13-sh1106-128x64.html> (Eskuragarri:2019/07/15)