



**INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA AUTOMATIKAREN INGENIARITZAKO
GRADUA**

GRADU AMAIERAKO LANA

2013 / 2014

*IZPI INFRAGORRIZ KONTROLATUTAKO PLATAFORMA
MUGIKORRA*

1. MEMORIA

IKASLEAREN DATUAK

IZENA: ANDER

ABIZENAK: ELEZKANO BILBAO

SIN.:

DATA:2014/09/11

ZUZENDARIAREN DATUAK

IZENA: OSKAR

ABIZENAK: CASQUERO OYARZABAL

SAILA: AUTOMATIKA ETA SISTEMEN INGENIARITZA

SIN.:

DATA:2014/09/11

AURKIBIDEA

1. SARRERA.....	4
2. PROIEKTUAREN HELBURUAK.....	4
3. PROIEKTUAREN DESKRIBAPENA	5
4. AURREKARIAK.....	6
5. PROIEKTUAREN IRISMENA	6
6. BETEKIZUNAK.....	7
7. ALTERNATIBAK	7
7.1. ALTERNATIBEN ANALISIA.....	7
7.1.1 HARDWAREA	7
7.1.2 Software.....	11
7.1.3. Modelazio eta simulazio programak:	17
7.1.4. Urrutiko kontrola	18
7.1.5. Motorrak	19
7.2 AUKERAKETA IRIZPIDEAK:	25
7.3. SOLUZIOAREN AUKERAKETA.....	27
7.3.1. Hardwarea.....	27
7.3.2. Softwarea	28
7.3.3. Modelazio eta simulazio programak	28
7.3.4. Urrutiko kontrola	29
7.3.5. Motorrak	29
8. SOLUZIOAREN DESKRIBAPENA:.....	30
9. MEMORIA DESKRIPTIBOA:.....	31



9.1 Hardwarea.....	31
9.2 Softwarea	38
9.3. Diseinua egiteko software-a	38
9.4 Aplikazioaren deskribapena	39
10. BIBLIOGRAFIA	41
10.1 Kontsultatutako web orriak	41

IRUDIEN AURKIBIDEA

Irudia 1 : DC motor baten funtzionamendua	19
Irudia 2: Arduino DUE plaka	32
Irudia 3: Zirkuitua bere osotasunean	40

TAULEAN AURKIBIDEA

Taula 1: Hardwarearen balorazioa.....	27
Taula 2: Softwarearen balorazioa	28
Taula 3: Modelazio eta simulazio programen balorazioa.....	28
Taula 4: Urrutiko kontrolen balorazioa	29
Taula 5: Motorren balorazioa	29

1. SARRERA

Gaur egun, urrutiko kontrola duten ibilgailuak oso arruntak dira eta jende askok modu ezberdinetan erabiltzen ditu. Hainbat eratako ibilgailuak daude: kotxeak, hegazkinak, helikopteroak. Energia sistema ezberdinak erabiltzen dituztenak.

Proiektu honetan izpi infragorritz kontrolatutako plataforma mugikor bat eraikiko da. Plataforma honek aurrera, atzera, eskumara eta ezkererako mugimenduak egingo ditu urrutiko aginte baten bidez bidalitako aginduen arabera.

Plataforma mugikor hori beldar gurpilez mugitzen den plataforma bat izango da. Bi beldar gurpil izango ditu eta horietako bakoitza motor batez mugiaraziko da. Mugimendua ez da zuzenean motorretatik beldar gurpilera transmititzen, motor bakoitzak dagokion engranajeari transmitituko dio mugimendua. Bi engranaje tren izango dira beldar gurpil bakoitzean, eta azkenik mugimendua beldar gurpil bakoitzari transmitituko zaio.

Proiektu honen elementu nagusia Arduino izango da eta honen bidez plataforma edozein norabidetan mugitzeko motorren kontrola gauzatu da. Honez gain, izpi infragorriaren bidezko kontrolaz ere arduratuko da Arduino.

Beraz, bukaeran plataforma mugikor bat izango dugu eta urrutiko agintearen bidez nahi izango den norabidean mugitu ahal izango da.

2. PROIEKTUAREN HELBURUAK

Proiektu honen helburua robot mugikor baten plataforma txiki bat eraikitzea izango da Arduino Due erabiliz. Plataforma eraikitzen den heinean sortuko diren eragozpen eta arazo guztiak aztertuko dira.

Dispositibo hau urrutiko kontrol baten bidez emandako aginduak betetzeko gai izan beharko da. Beldar-gurpilak dituen plataforma, aurrera, atzera, ezkerre eta eskumara mugituko da bidalitako aginduaren arabera.

Helburu orokorraz gain, proiektuaren bidez graduan zehar eskuratutako konpetentzia espezifikoa eta zeharkakoak praktikan jarri nahi dira.

Horien artean, honako hauek:

- Dispositibo elektronikoen programazioari loturiko konpetentziak, kasu honetan mikrokontrolagailua.
- Dispositibo elektronikoen muntaia eta diseinuari loturiko konpetentziak, kasu honetan prototipo bat eraikiz praktikan jarriko direnak.
- Proiektu baten idatzizko eta ahozko aurkezpenarekin loturiko konpetentziak. Hauek oso garrantzitsuak eta ezinbestekoak dira ideiak era ulergarri eta argi batean adierazteko bai proiektuaren dokumentazioan, bai proiektuaren defentsan.

3. PROIEKTUAREN DESKRIKAPENA

Proiektu honen bidez Arduino-k aurkezten dituen oztopoak aztertuko dira, beldar-gurpilez mugitzen den robot baten plataforma txikiaren bidez. Adibide praktiko honen bidez, plataforma txiki honek edozein norabideetan mugitzeko ahalmena izango du. Honetaz gain, infragorritz funtzionatzen duen urrutiko kontrola gehituko zaio. Urrutiko agente baten bidez plataformari aginduak bidaliko zaizkio nahi den norabidean mugitzeko.

Aurretik aipatu bezala, proiektu honen helburua plataforma mugikor bat eraikitzea izango da, gerora beste ikasle batzuek funtzionalitate berriak garatu ditzaten plataforma honetan oinarrituz. Guzti hau posiblea da, Arduino erabil-errazak eta malguak diren hardware eta softwaretan oinarritutako kode irekiko prototipo elektronikoen plataforma bat delako. Izan ere, diseinatzaileentzat bideratua dagoela esan daiteke, hobby gisa eta ingurune interaktiboak edo objektuak sortzeko interesa duenarentzat.

Arduino plakarekin elkarreragina izango duten dispositiboak honako hauek izango dira eta bakoitzak bere zeregina izango du:

- **Arduino Due** : erabil-errazak eta malguak diren hardware eta softwaretan oinarritutako prototipoak sortzeko elektronika irekiko plataforma da.
- **Kit infragorria**: Kit honen bidez eraikiko den plataforma mugikorra kontrolatu ahal izango da urrutiko agente baten bidez. Arduino plakaren bidez lortuko dugu kontrola posiblea izan dadin bertan konexioak burutuz.
- **L293D driver-a**: Driver hau plataforma mugikorra mugiaraziko duten DC motor biak kudeatzeko erabiliko da.

4. AURREKARIAK

Gaur egun hainbat motatako kontrol urruneko ibilgailu daude, tamaina, diseinu eta ezaugarri desberdinekin.

Orain arte hainbat eta hainbat inplementatu dira Arduinon oinarriturik, baina oso interesgarria eta erabilia denez, proiektu hau eraikitzea erabaki da. Hau da, beldar-gurpilak dituen plataforma txiki bat inplementatuko da, kontuan izanik Arduinok izan ditzakeen mugak eta eragozpenak proiektuaren garapenean.

5. PROIEKTUAREN IRISMENA

Proiektu hau, software programaziotik hasita, eskala errealeko modelo baten muntaiara doa. Proiektu hau gauzatu ahal izateko graduan zehar eskuratutako ezagutzak praktikan jarriko dira. Hauen artean, aurrez aipaturiko:

- Dispositibo elektronikoen programazioari loturiko konpetentziak, kasu honetan mikrokontrolagailua.
- Dispositibo elektronikoen muntaia eta diseinuari loturiko konpetentziak, kasu honetan prototipo bat eraikiz praktikan jarriko direnak.

6. BETEKIZUNAK

Lehenik eta behin aipatu, proiektu hau ez dela bezero partikular baten eskakizuna. Hau da, beldar-gurpilak dituen plataforma mugikorraren garapena graduan zehar eskuratutako ezagutzak praktikan jartzeko izango da. Oinarrizko betekizuna garatutako modeloaren funtzionamendu egokia izango da.

7. ALTERNATIBAK

7.1. ALTERNATIBEN ANALISIA

7.1.1 HARDWAREA

7.1.1.1. Arduino

Arduino, erabil-errazak eta malguak diren hardware eta softwaretan oinarritutako prototipoak sortzeko elektronika irekiko plataforma da.

Erabiltzaile kopuru handiago bati elektronika eskuragarriago egiteko, bai maila ekonomikoan eta bai konplexutasun mailan, Arduino jaio zen. Alde batetik, hezkuntzarako pentsatu zen, ikasle guztiek materiala eskuratzeko aukera izan zezaten. Bestetik, elektronika munduan hasi nahi zuen jendearentzat inolako ezagutzarik gabe.

Arduino bi printzipiotan oinarritzen da:

- Wiring-en oinarritutako Arduino Programming Language. Mikrokontroladoreentzat kode irekiko programazio esparrua da, software multiplataforma idazten ahalbidetzen duena konektatutako dispositiboak, objektu interaktiboak, eremuak edo esperientzia fisikoak kontrolatzeko. Ideia kode-lerro batzuk idaztea izango da eta osagai elektronikoak konektatzea.
- Processing-en oinarritutako garapen eremua, Arduino Development Environment. Irudiak, animazioak eta elkarrekintzak sortu nahi dituzten

pertsonentzako kode irekiko programazio lengoaia da. Software zirriborro koaderno gisa erabiltzeko garatuta dago eta ikusmen testuinguru batean ordenagailu programazioa irakasten du.

Aipatu bezala, Arduino hardware libreko ingurumenean oinarritzen da. Honi esker edozein pertsonak proiektu bat sortzeko aukera izango du osagaiak erosiz edo zuzenean plaka erosiz, inolako lizentziarik gabe. Mikroprozesadorea programatzeko beharrezko softwarea dohainik deskargatu daiteke Arduinoren web orrialdean.

Arduino mikro batez eta sarrera/irteera ataka jakin batzuez, analogiko zein digitalak, horniturik dagoen plaka bat da. Guzti honi esker, aldakortasuna eta kostu baxua bertute bat izatea ahalbidetzen da.

Arduinok beste abantaila bat ere aurkezten digu, multiplataforma izatea. Honi esker, programa anitzekin komunikatzeko gai da. Garapen eremua ondorengo sistema operatiboetan deskargatu daiteke: Windows, Mac eta Linux. Android dispositiboekin komunikatu daiteke.

Arduino plaka ezberdinak daude:

- **Arduino UNO:** Arduino UNO Atmega328 mikroprozesadorean oinarritutako plaka elektronikoa da. 14 sarrera/irteera digital ditu (horietako 6 PWM irteera bezala erabili daitezke), 6 sarrera analogiko, 16MHz-ko durundatzaile zeramikoa, USB konexioa, elikadura konektorea, ICSP goiburua eta berrasieratze botoia. Mikrokontrolagailua funtzionamenduan jartzeko nahikoa da USB kablearen bidez ordenagailu batera konektatzea edo AC-DC egokitzaile edo bateria baten bidez elikatzea.
- **Arduino DUE:** Arduino DUE Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU-n oinarritutako plaka elektronikoa da. 32 biteko ARM nukleoa duen mikrokontrolagailuan oinarritutako lehenengo Arduino plaka da. 54 sarrera/irteera digital ditu (horietako 12 PWM irteera bezala erabili daitezke),

12 sarrera analogiko, 4 UART (hardware portu serieak), 84 MHz-eko erlojua, OTG USB konexioa, 2 DAC (digitaletik analogikora), 2 TWI, elikadura konektorea, SPI goiburua, JTAG goiburua, berrasieratze botoia eta ezabatze botoia.

7.1.1.2. Raspberry pi

Raspberry pi fundazioak Erresuma Batuan garatutako kostu baxuko plaka konputagailua (SBC) da. Helburu nagusia konputagailuen zientzia ikastetxeetan irakastea da.

Diseinuak System-on-a-chip Broadcom BCM2835 du, honek ARM1176JZF-S prozesadore zentrala (CPU) du 700 MHz-etan (firmwareak “Turbo” modua du eta erabiltzaileak 1GHz-eko overlock-a egin dezake bermerik galdu gabe), Video Core IV prozesadore grafikoa (GPU) eta 512 MB-eko RAM memoria nahiz eta merkaturatzean 256 MB ziren. Diseinuak ez du disko gogorrik ezta egoera solidoko unitaterik, SD txartel bat erabiltzen du biltegitate iraunkorrerako. Ez du elikadura iturririk ezta karkasarik.

Raspberry-k plakaren bi modelo merkaturatzen ditu, A eta B. Funtsean berdina dira baina A modeloak, USB konexio bat du eta ez dauka Ethernet konektorerik. B modeloak aldiz, bi USB konexio ditu eta Ethernet 10/100 Mb konektorea. Modelo bien arteko beste desberdintasun bat prezioa da, nahiz eta oso eskuragarriak izan eskaintzen dituzten aukera guztiak kontuan izanik.

Modelo bietan teklatuak edo saguak bezalako periferikoak konektatu daitezke USB portuaren bidez. A modeloan ordea, USB egokitzaila bat konektatu daiteke Wi-Fi seinaleak hartzeko eta honela hari gabeko sareetara eta Internet sarera sarbidea izateko.

Dispositibo hauek duten eragozpen nagusia barne erloju falta da, horregatik dispositiboak ordua eskatuko du pizten den bakoitzean. Badaude dispositibo batzuk denbora errealeko erlojua gehitzen dutenak, DS13047-a adibidez.

Hasiera batean Raspberry plakek 256 Mb-eko RAM memoria zuten (128 Mb CPU-arentzat eta 128 Mb GPU-arentzat) baina memoria urria zen hainbat zereginetarako. Gaur egun 512 Mb-eko RAM memoria dute eta nahi den konfigurazioa aukeratu daiteke CPU eta GPU-aren artean memoria banatzeko.

Dispositibo hauek 2.mailako “caché” memoria bat dute 128Kb dituen eta nagusiki GPU-ak erabiltzen duena. Erabilitako arkitekturaren ondorioz, ARM-en 6. bertsioa, zenbait Linux sistemek bateraezintasunak aurkezten dituzte, esaterako Ubuntuk.

Raspberry-ren B modeloak, 15 pineko MIPI CSI portua du erabiltzailearentzat. Gaur egun, Raspberry irudiak hartzen dituen kamera batean lan egiten ari da.

Merkaturatu zen lehenengo modelo 100 mA-ko korronea emateko gai zen. Sarritan ez zen nahikoa izaten dispositibo batzuk elikatzeke, hauek HUB USB elikadura propioarekin konektatzen ez baziren. Garapen etengabea dauden plakak direnez, hasieran zituzten mugak gainditu, eta gaur egun 1,1 A-ra mugatuta dago korronea fusible orokorraren eta transformadore elektrikoaren kapazitatearen arabera.

7.1.1.3. Wiring

Mikrokontroladoreentzat kode irekiko programazio marko bat da Wiring. Mikrokontrolagailuak plaka anitzetara konektatuta dauden dispositiboak kontrolatzeko software multiplataforma idaztea ahalbidetzen du, honela kode sortzaileak, objektu interaktiboak, ingurune edo esperientzia fisikoak sortzeko.

Wiring hizkuntza bereizgarria eta erabil erraza da, plataformak dituen funtzio, aldagai eta konstanteei esker. Programazioaren egiturak edo Sketch-ak ere bereizgarria egiten du. C++ ezaugarriak gehitu ahal zaizkio prototipoak eta objektuak sortzeko, edota makina lengoia eta AVR mikrokontrolagailuaren konpiladorearen ezaugarriak. Guzti honi esker malgutasun handia lortzen da proiektu konplexuen garapenean.

Liburutegien garapena edo programaturiko liburutegien erabilera eskaintzen du: Serbomotorrak, Serial komunikazioa, LCD pantailak, GPS eta beste osagai asko erabiltzeko.

Hizkuntza honen egitura orokorra bi funtzio nagusiz osatzen da: void setup() eta void loop(). Jarraian funtzio bakoitzaren ezaugarriak deskribatuko dira.

7.1.1.4. Netduino

NET Micro Framework-en oinarritutako kode irekiko prototipo elektronikoen sorketarako plataforma da Netduino. 32 biteko ARM mikrokontroladorea erabiltzen du. Hardwareari dagokionez, 48 MHz-etan funtzionatzen duen Atmel AT91SAM7X prozesadorean oinarrituta dago.

Arduino plataformaren berdintsua da, fisikoki berdinak dira. Arduino plataforma bat da baina hobekuntza nabariek. Izan ere, Netduinoren Flash memoria 128 Kb-ekoa da eta RAM memoria 60 kbyte-ekoa, Arduinorena aldiz, 2K-koa.

Arduinok bihurtu den mikro behar du. Netduinok aldiz, potentzia handiagoko mikro propioa du, osagarria den mikro USB-aren ondoan.

Arduinon erabiltzen den programazio lengoia C eta C++-en antzekoa da. Netduinon aldiz, programazioa Microsoft Visual C#-rekin egiten da, zeinek software hobetua duen.

Bestetik, Netduinok lerroz lerro programatzeko aukera ematen du, eta aldi berean errorea baldin badago zein lerrotan dagoen adierazten du.

Netduino-k, Netduino Plus aldagaia eskaintzen du. Honek, Ethernet ataka bat darama gehituta eta bere erabilera ahalbidetuko du, Ethernet Shield plaka gehigarri baten beharrik gabe.

Netduino mota ezberdinak daude:

-
- Netduino Plus: integraturiko Ethernet ataka bat eta microSD txartelen irakurlea.
- Netduino Mini.
- Netduino 2: STMicro STM32F2STMicroelectronics mikrokontrolagailuan oinarritzen da. 120 MHz-etako erloju maiztasuna eta 192 KB-eko kode eremua.
- Netduino Plus 2: netduino 2-ren antzekoa, 168 MHz-etako STM32F4 mikrokontrolagailu batekin eta Ethernet ataka eta micro SD gehigarriekin.
- Netduino Go: periferiko guztiak birtualizaturik daude.

7.1.2 Software

Atal honetan programaren edukiak garatzeko aukera ezberdinak konparatuko ditugu. Software mota ezberdin asko existitzen dira, baina guztien artean oreka bilatu behar da, hau da, ondo egokitzen dena ingurune grafikoan eta programazio lengoian.

Programazio lengoaiak:

Programazio lengoaien barnean, ondorengo alternatibak aztertuko dira:

7.1.2.1. C++

C lengoia Bell laborategietan sortutako programazio lengoia da. Aurreko B lengoiaren bilakaera gisa, BCPL lengoian oinarrituta. B lengoia bezalaxe, Sistema operatiboen inplementaziora zuzendutako lengoia da. C lengoia

preziatua da sortzen duen kodearen eraginkortasunagatik eta sistemen softwarea sortzeko programazio lengoia ospetsuena da. Aplikazioak sortzeko ere erabili ohi da.

Maila erdiko lengoia da, baina dituen ezaugarrietako asko behe mailakoak dira. Maila altuko lengoiek dituzten egitura tipikoak ditu, baina lengoia eraikuntzen bidez maila baxuko kontrola ahalbidetzen du.

Kasu honetan, ez da C-n idatzitako lerro kopuru berdina mikrora pasatuko. Programazio modu honekin ez da jakingo erabiliko den memoria kantitatea. Programa kodea bukatzen denean, beharrezko bihurteta gauzatuko da mikrora transferitzeko. Hau da, transferentzia egiten denean programazio lengoia makina lengoian bihurtzen du, mikroak “uler” dezan.

Konpilatzaileek lengoiaren hedapenak eskaintzen dituzte. Hauek, kode mihiztatzailea eta C kodea nahastea ahalbidetzen dute edo zuzenean memoriara edo dispositibo periferikoetara sarbidea izatea ahalbidetzen dute.

Oso posiblea da C abstrakzio-maila baxuan idaztea, izan ere, C lengoia, lengoia desberdinen arteko bitartekari bezala erabili zen. Jatorrian C lengoia programatzaileengatik programatzaileentzako garatu zen.

Hala ere, hain handia izan da lortu duen ospea zeren jatorrian sortua izan zeneko sistemen software programaziotik urrundutako testuinguruetan erabiltzen da.

Ezaugarri nabarmenak:

- Lengoaia sinpleko nukleo bat du gehituriko funtzionalitate garrantzitsuekin, liburutegiek emandako funtzio matematikoak eta artxiboen maneia.
- Modu anitzez programatzeko aukera ematen duen lengoaia oso malgua da.
- Erakusleen bidez maila baxuko memoriara sarbidea.
- Junturen bidezko prozesadorearen etendurak.
- Funtsezko hitzen multzo txikia.

Gaur egun ordea, ez da kode mihiztatzailan programatzen, C edo C++ lengoian programatzen da gehienbat. Puntu hau irizpideetan kontuan izan behar da, baina ezin dugu ahaztu graduan zehar lortutako ezaguerak puntu hau bezain garrantzitsuak direla.

Orokorrean, C lengoian sorturiko programa batek ondorengo atalak ditu:

- Aurre-prozesadorerako zuzendaritzak.
- Datu moten definizioa.
- Aldagaien adierazpena.
- Funtzioen definizioa.

Jarraian C lengoia osatzen duten atal desberdinak azalduko dira.

- Edozein programak “main” izeneko funtzioa izan behar du, programa mugitzen denean programaren kontrola hartzen duen funtzioa da.
- **Iruzkinak:** C-n iruzkinak ondorengo sekuentziarekin hasten dira ‘/*’ eta honako sekuentziarekin bukatu ‘*/’. Sekuentzia bi hauen artean idatzitako guztia konpilatzaileak alde batera uzten du. Programa batean iruzkinen erabilera beharrezkoa da behar diren azalpen guztiak emateko eta honela programa ulergarriagoa egiteko. %50-%50 (kode-iruzkin) proportzioa ere onargarria da.

- **Aurre-prozesadorerako zuzendaritzak:** konpilazio etapa bi fasetan egiten da: lehenengo aurre-prozesadorea iturri kodeak dauzkan zuzendaritza guztiez arduratzen da. Ondoren, itzulpen etapa objektu kodera. Aurre-prozesadorerako zuzendaritza guztiak '#' karaktereaz hasten dira. '#include' zuzendaritzak aurre-prozesadoreari artxibo horren edukia argumentu bezala zuzendaritzan txertatzeko esaten dio, ondoren konpilazioa burutzeko.
- **Funtzioen definizioa:** funtzio guztiak lehenik eta behin erantzun mota ezarriz definitzen dira ('void' funtzioak ez du erantzunik emango bere betetzearen emaitza bezala. Erantzun motarik zehazten ez bada, lehenetsia izango dugu eta honek balio oso bat itzuliko digu). Erantzun mota finkatu ondoren, izena ezarri behar da ('main' funtzioak esanahi berezia du, programaren kontrola hartzen duen funtzioa da hau exekutatzen ari den bitartean). Ondoren, kakoen artean eta komaz bereizita dauden argumentuak jarriko dira (nahiz eta funtzioak argumenturik ez jaso). Azkenik funtzioaren gorputza giltzen barnean sartu behar da.
- Funtzioak deitzeko, funtzioaren izena idatziko da eta jarraian kakoen artean idatzitako argumentuak. Funtzioak emaitza bat erantzun moduan ematen badu, esleipen bateko eskumako aldean erabil daiteke.
- Gure kasuan 'main' funtzioa oso sinplea da: 'printf' funtzioa erabiliko dugu, argumentu bezala "string" konstante batekin eta sententzia ';' karaktereaz amaituko da, C lengoian sententzia gehienak amaitzen diren moduan.
- 'printf' funtzioaren zeregina (hizkuntza estandarren liburutegian aurki daiteke bere kodea) irteerako dispositibo estandarrean inprimatzea da (oro har monitorea).

7.1.2.2. Java

Java, Sun Microsystems konpainiako (gerora Oracle-k bereganatu zuen konpainia) James Gosling-ek garatu eta 1995. urtean argitaratu zuen programazioa lengoia da. C eta C++ hizkuntzen sintaxietatik du jatorria, baina horietako edozeinek baino maila baxuko erraztasun gutxiago ditu. Java aplikazioak orokorrean edozein Java makina birtualetan (JVM) funtzionatzen duen byte code-az (Java klasea) konpilatzen dira, konputagailuaren arkitektura kontuan izan gabe. Java, inplementazioarekiko ahalik eta mendekotasun gutxien izateko programazio lengoia orokorra, klasetan oinarritutakoa eta objektuei zuzendutakoa da. Javaren asmo nagusia aplikazio garatzaileek programa behin idatzi eta edozein dispositibotan exekutatu dezatela da (ingelesez WORA bezala ezaguna da, “write once, run anywhere”), hau da, plataforma batean exekutatu izan den kodea ez da berriz konpilatu behar beste plataforma ezberdin batean exekutatzeko. 2012. urtetik aurrera Java programazio lengoia ospetsuenen artean dago, batez ere web bezero-zerbitzari aplikazioetarako 10 milioi erabiltzaile izanik.

Sun konpainiak 1991. urtean Java konpilatzailearentzako jatorrizko erreferentziaren inplementazioa, makina birtualak eta liburutegiak garatu zituzten, ondoren 1995. urtean lehen aldiz argitaratzeko. 2007ko maiatzetik aurrera, Java komunitateak ezarritako prozesu espezifikazioak betez, Sun konpainiak bere teknologiaren gehiengoa GNU Lizentzia Publiko Orokorraren azpian lizentziatu zituen. Batzuek Sun-en teknologia hauetarako txandakako inplementazioak garatu dituzte, esaterako GNU-ren Java konpilatzailea eta GNU Classpath.

7.1.2.3. Processing

Processing Javan oinarritutako garapen gune integratuko kode irekiko programazio lengoia da, erabil erraza eta irakaskuntzarako eta diseinu digitaleko proiektu multimedia eta interaktiboak sortzeko egokia da. MIT Media laborategian sortu zen, John Maeda-k zuzendutako Aesthetics and Computation Group taldean, Ben Fry eta Casey Reas kide zituela.

Processing, Software jabearen ordeztako erreminta bezala garaturik dago diseinatzaile eta artistengatik. Tokiko aplikazioetarako nahiz web aplikazioetarako (Applets) erabili daiteke. GNU GPL lizentzipean banatzen da.

7.1.2.4. Labview

Programazio lengoia bisual grafiko batekin sistemak diseinatzeko plataforma eta garapen ingurune bat da Labview. Oso gomendagarria da hardware eta software sistemak frogatzeko, izan ere, produktibitatea azkartzen baitu. G lengoia erabiltzen da, non G-k lengoia grafikoa adierazten du.

1976. urtean sortu zen National Instruments-en eskutik MAC makinetan funtzionatzeko, baina 1986. urtean merkaturatu zen lehenengo aldiz. Gaur egun, Windows, UNIX, MAC eta GNU/Linux plataformentzat eskuragarri dago.

Azken bertsioa 2012koa da, eta erabilera ezin hobeak diru. Aldi berean erabil daitezke kode irekian, azken generazioko RF tresna baten firmwarea diseinu bat burutzeko eta tresna bereko goi mailako programazioa.

LabVIEW-rekin garatutako programak tresna birtualak deitzen dira (VI-ak) eta hauen jatorria tresnen kontroletik zetorren, nahiz eta gaur egun asko zabaldu den elektronikako edozein arlotarako. LabVIEW-ren lema nagusia hau da: “Potentzia Softwarean dago”. Lema hau nukleo anitzeko sistemekin indartu egin da. Bere helburuen arteko bat, edozein motako aplikazioen garapenerako denbora murriztea da (ez bakarrik Proba, Kontrol eta Diseinuko eremuetan) eta beste bat, edozein eremuko profesionali informatikan sarrera emateko aukera. LabVIEW-ren bidez mota guztietako software eta hardwarekin konbinatu daiteke, datu eskuratzeko txartelak, PAC, hardware desberdinak.

Bere ezaugarri garrantzitsuena erabil erraza dela da. Programatzaile profesionalak zein programazio ezagupen gutxiko pertsonak, ohiko lengoaietan beraientzat ezinezkoak izango liratekeen programa nahiko zailak egiteko baliagarria da. LabVIEW-eko programak tresna

birtualak (VIak) deitzen dira. Gauza konplexuen maitaleentzat, LabVIEW-rekin milaka VI-dun programa sor daitezke aplikazio konplexuentzat. Programazio errendimendua eta kalitatea optimizatzeko, programazio praktika onak daude. 7.0 LabVIEW-ak azpi VI mota berri bat sartzen du 'Express VIS' deiturikoa.

7.1.3. Modelazio eta simulazio programak:

7.1.3.1. Proteus

Diseinu programen eta simulazio elektronikoaren konpilazioa da. Bi programa nagusi ditu, ISIS eta ARES, eta VSM eta Electra moduluak. .

ISIS programak plano elektrikoa osagarri desberdinekin, oinarrizko erresistentzietatik mikroprozesatzaile edo mikroprozesadoreetaraino, diseinatzeko aukera ematen du. ISIS-en egindako diseinuak denbora errealean egin daitezke, VSM moduluaren bitartez.

Osagaiak kokatzeko eta editatzeko tresnarekin (ARES), zirkuito inprimatuaren plakak fabrikatu daitezke

7.1.3.2. Fritzing

Fritzing diseinu askeko automatizazio programa bat da. Diseinatzaile eta artistei, prototipoetatik amaierako produktuetara pasatzen laguntzeko erabiltzen da.

Fritzing, Processing eta Arduino oinarri pean sortu zen. Diseinatzaile, artista, ikertzaile eta afizionatuei Arduino plakan oinarritutako prototipoak dokumentatzeko aukera ematen die eta zirkuito inprimatueta eskemak sortzeko, ondoren fabrikatuak izan daitezten. Web gune osagarri bat du zirriborroak eta esperientziak partekatzeko, eztabaidatzeko eta fabrikazio kostuak murrizteko baliagarria dena.

7.1.4. Urrutiko kontrola

7.1.4.1. Argi infragorria

Infragorriak (IG) edo izpi infragorriak argi ikusgaiaren azpitik kokatzen diren uhin elektromagnetikoak dira.

Erradiazio infragorria edo IR erradiazioa, erradiazio elektromagnetiko eta termiko mota bat da. Honen uhin luzera argi ikusgaiarena baino handiagoa da, baina mikrouhinena baino txikiagoa. Argi ikusgaiak baino maiztasun txikiago du eta mikrouhinena baino handiagoa.

Bere maiztasun heina 3×10^{11} Hz-tik 2×10^{14} Ghz-raino doa. Edozein gorputzek igorri dezake erradiazio infragorria bere tenperatura 0 Kelvin ($273.15 \text{ }^\circ\text{C}$) baino handiagoa bada.

Argi infragorria uhin luzeraren arabera sailkatzen da, ondorioz:

- Infragorri hurbila (800 nm-2500 nm).
- Infragorri ertaina (2.5 μm -50 μm).
- Infragorri urruna (50 μm -1000 μm).

Hormak ezin dituzte zeharkatu eta zuzen hedatzen dira (norabidezko transmisioa), ondorioz igorgailuak eta hargailuak lerrokatua egon behar dute.

Infragorrietan ez dago segurtasun arazorik, ezin baitituzte paretak zeharkatu. Gainera, infragorriak erabiltzeko baimenik ez da behar, irrati-uhinetan ez bezala.

7.1.4.2. Bluetooth

Bluetooth irrati-maiztasun bidez gailu desberdinen artean ahotsa eta datuak transmititzeko haririk gabeko komunikazioa ahalbidetzen duen mundu-mailako estandarra da.

Helburuak:

- Gailu mugikorren eta finkoen komunikazioa erraztu.
- Kableak eta konektoreak baztertu.
- Norberaren etxeko gailuen artean sinkronizazioa erraztu.
- Sare pertsonalak (PAN) sortzea ahalbidetu.

7.1.5. Motorrak

7.1.5.1. DC motorrak

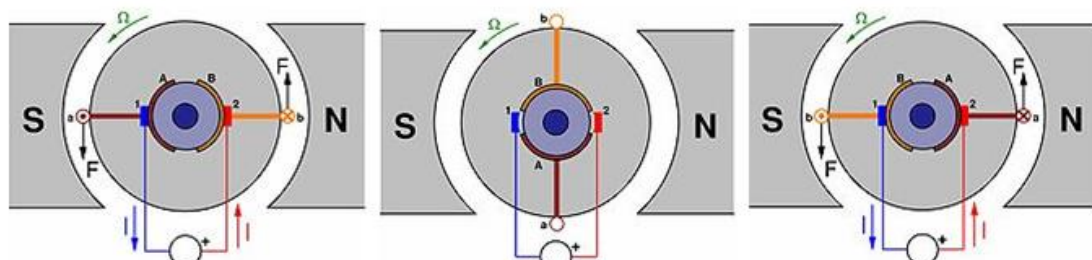
Korronte zuzenaren energia, errotaziozko energia mekanikoan bihurtzen duen dispositiboa da DC motorra. Gaur egun errail batzuen gainean trakzioa eragiten duten motorrak daude, hauei motor linealak deitzen zaie.

Industria mailan gehien erabiltzen ziren motorrak ziren abiadura, pare eta posizioaren kontrol errazagatik. Bere aldakortasunari esker, aplikazioen kontrolean eta prozesuen automatizazioetan erabiltzen da. Gaur egun ordea, bere erabilera jaitsi egin da AC motor asinkronoek antzeko kontrola eskaintzen dutelako prezio hobean.

Korronte zuzeneko motorren ezaugarriarik nagusiena, hutsetik karga osora doitzeko aukera da. Eragozpen nagusia mantenua da, oso garestia.

DC motorra bi alderdi nagusiz osatuta dago: estatorea eta errotorea. Estatoreak, orokorrean zilindrikoa denak, euskarri mekanikoa ematen dio aparatuari eta hutsa da erdigunean. Estatorean poloak aurki ditzakegu, iman iraunkorrak edo Burdinezko nukleo gainean kobrezko hariz harilkatuak izan daitezkeenak. Errotorea orokorrean zilindrikoa izaten da, harilkatua eta nukleoduna non korrontea bi eskuilen bidez iristen den.

Iman iraunkorreko errotorea duten CC motorrak ere eraikitzen dira aplikazio berezietarako.



Irudia 1 : DC motor baten funtzionamendua

DC motor baten funtzionamendu eskema dugu ikusgai aurreko irudian. Motorra errotorearen hiru posiziotan ikus daiteke euren artean 90° defasaturik.

- 1,2: eskuilak.
- A,B: delgak.
- a,b: A eta B delgetara konektatutako harilaren aldeak.

Lorentz-en indar legearen arabera, eroale batetik korrante elektrikoa igarotzen denean eta hau eremu magnetiko batean barneratzean, eroaleak eremu magnetikoak eta korranteak sortutako planoarekiko perpendikularra den indarra jasaten du, eskumako eskuaren legea jarraituz.

$$F = B \cdot l \cdot I$$

- F: indarra (N)
- I: eroaletik darabilen korrantea (A).
- L: eroalearen luzera (m).
- B: eremu magnetikoaren edo fluxu magnetikoa (Tesla).

Errotoreak hainbat eroale ditu banaturik periferiatik. Biratu ahala, korrantea eroale egokian aktibatzen da. Errotorearen kontrako muturrean, aurkako noranzkoa duen korrantea aplikatzen da indar garbia konpentsatzeko eta indar momentua handitzeko.

Motor bateko indar elektroeragile indusitua, indar lerroen mozketaren ondorioz eroaletan sortzen den tentsioa da. Motor baten abiaraztean sortzen diren korrante tontorrak, motorra geldirik dagoenez indar elektroeragilerik ez dagoelako eta harilak erresistentzia puru bat bezalaxe jokatzen duelako gertatzen dira.

Eskuilen bidez eremu neutroko haril guztiak zirkuitulaburtzen dira. Makinak bi polo baditu, bi eremu neutro izango ditugu. Beraz, eskuila kopurua makinaren polo kopuruaren berdina izango da. Hauen posizioak poloen lerro neutroekin bat egin behar dute.

Korronte zuzeneko motor baten biraketa noranzkoa, harilketetatik igarotzen den korrontearen noranzkoaren arabera izango da. Biraketa noranzkoa aldatzeko, eremu magnetikoa edo korronte sortzailea alderantzikatu behar dira. Eskumako eskuaren erregela erabiliz motorraren biraketa noranzkoa eta indarraren noranzkoa determina ditzakegu. Erregela hau honela interpretatzen da: hatz lodiak korrontearen norabidea adierazten du, hatz erakusleak eremu magnetikoaren fluxuaren norabidea eta hatz luzeak indarraren norabidea eta ondorioz biraketa noranzkoa.

Korronte zuzeneko motorrak eta sorgailuak funtsean berdinak dira, desberdintzen dituen erabilera da. Honek zera esan nahi du, alde batetik, motor bateko errotorea biratzen badugu karga zirkuituan energia sortuko da. Bestetik, tentsio bat aplikatzen bada indar mekanikoan bihurtu beharko litzateke. Kasu bietan induzituak inductorak sortutako eremu magnetikoa jasaten du.

Korronte zuzeneko motorrak errotore harilkatuz eta estatore harilkatuz edo iman iraunkorrez eraikitzen dira. Estatorea harilkatua bada, harilkatu biak lotzeko konfigurazio desberdinak daude: seriea, paraleloa eta shunt edo konposatua. Hiru kasu hauetan, konektatuta dauden erari egiten die erreferentzia izenak.

7.1.5.2. Urratsez urratseko motorrak

Orokorrean motorrekin izaten den lehenengo esperientzia jostailuetan erabiltzen diren DC motorrekin izaten da. Motor hauek abiadura handian biratzen dute. Motor hauek ibilbide mugatu bat egin dezaten, esaterako bi bira, ezinezkoa suertatzen da. Hasieran motorrek ez dute ezaguna den abiadura batean biratzen, ondorioz abiarazte denbora kalkulatu behar da inertiak berehala abiadura nominala lortzea eragozten duelako. Elikadura kentzen zaienenean ere, biratzen jarraitzen dute inertiaren ondorioz.

Hau horrela, urratsez urratseko motorrak jaiotzen dira, DC motorrek dituzten eragozpenak ezabaturik. Eskuilarik gabeko motor elektrikoak dira. Normalean mota honetako motorretan harilkatu guztiak estatorearen parte dira eta errotorea iman iraunkor batez osatuta dago. Iman hori, hortzak dituen zilindro mekanizatua edo material magnetiko bigunaz egindakoa izan ohi da.

Motor hauetan kommutazioa kanpo kontroladore elektroniko baten bidez egiten da. Kontroladore honen bidez motorraren biraketa abiadura aukeratu daiteke. Motorra finko mantentzeko errotorea blokeatu daiteke eta baita motorra zatiki kontrolatu batean birarazi. Gehienek abiadura handietan biraraztea eta posizio kontrolatuetan momentuan gelditzea ahalbidetzen dute.

Urratsez urratseko motorrek ez dute libreki biratzen, hauen izenak esaten duen moduen, urrats txikiak emanez biratzen dute. Urratsez urratseko motorrek motor pare handia ematen dute abiadura txikietan. Geldiarazte pareta ere aipatzeko da, izan ere, posizio batean finko mantenduko da behin gelditu dugula.

Motorraren erabilera egokia izan dadin, kontroladoreak zehaztutako sekuentzia batean pulsu elektrikoak bidaliko ditu motorraren harilkatu desberdinetara. Ezin daiteke motorra zuzenean elikatu. Zehaztutako sekuentziaren ordena alderantzikatuz, biraketa noranzkoa aldatzea lortuko da. Sekuentziaren ordena egokia ez bada, motorrak ez du era egokian biratuko, hau da, burrunbatu egingo du edo baliteke biratzea baina era oso trauskil eta irregularrean.

Hau ikusita, argi geratzen da urratsez urratseko motorrak martxan jartzea ez dela batere erraza gainontzeko motorrekin konparatuz, elikatuz soilik funtzionatzen dutenak. Kontroladore baten beharra dago, honek aurrerapen eta biraketa noranzko seinaleak hariletara bidaltzeko pulsu sekuentzia baten bihurtu behar ditu.

Motor hauek bi kategoria nagusitan banatzen dira: iman iraunkorra edo erreluktantzia aldagarria. Bien arteko konbinazioa ere existitzen da, hibrido izena duena.

Iman iraunkorrekoak gehien erabiltzen direnak dira, esate baterako inprimagailuetako paperaren aurrerapenean. Hauen izenak esaten duen moduan, eremu magnetikoa sortzen duen iman bat dute funtzionamendu egokirako.

Erreluktantzia aldagarrikoek Burdinezko errotore bat dute, zeinek erresistentzia txikiagoa duen eremu magnetikoak igarotzean. Erreluktantzia aldagarriko motor bat pausagunean dagoenean, errotorea libre geratzen da. Beraz, kargan dagoenean ezin izango da pausagune posizio aurreikusi. Motor hauek ezin dira erabiltzaileak nahi duen momentuan geldiarazi.

Motor hibridoek aurreko motor mota bien ezaugarri onenak batzen ditu. Estatore multihortzdunekin eta iman iraunkorreko errotoreekin sortzen dira. Motor estandarrek 200 hertz dituzte estatorean eta 1.8 gradutako urratsetan biratzen dute. Dituzten ezaugarri onak direla eta, aplikazio askotan erabiltzen dira.

Iman iraunkorreko urratsez urratseko motorrak bi motatan bereizten dira: polobakarrak eta bipolarrak. Jarraian mota bakoitzak dituen ezaugarrietako batzuk azalduko dira.

Urratsez urratseko motor polobakarrak

Bikoiztutako harilketak dituztenez kontrolatzeko errazagoak dira. Eskema errazteko ordea, erdiko hartunea duen harilkatu bat marrazten da. Berez estatoreko ardatzeko bi harilkatu ditu kontrako muturrez elkarturik. Era honetan bietako edozein elikatzean, bata bestearikiko eremu magnetiko alderantzikatua sortzen du.

Ohiko konexio eskemak erdiko hartune biak lotzen ditu eta motorraren elikadura positibora konektatzen ditu. Potentzia kontrolatzeko zirkuituak harilak masara konektatzen ditu modu sekuentzialean. Urratsez urratseko motor polobakarraren pulsu sekuentzia deskodegailu bat duen bi biteko kontagailu baten bidez kontrolatu daiteke.

Urratsez urratseko motor bipolarrak

Mota honetako motorrek kontrol eta potentzia zirkuituen beharra dute, baina gaur egun ez da arazo bat, zirkuitu konplexu hauek zirkuitu integratuetan sinplifikatuta daudelako. Kontrakorrantea saihesteko potentzia osagairen (diodoa edo transistorea) bat gehitu behar da soilik.

Motor hauen konfiguraziok korronteen bidalketa behar du motorra alde batera edo bestera biratu dezan. Honetarako beharrezkoa da H zubia erabiltzean haril bakoitzean. H zubia gutxienez 6 transistorez osaturiko zirkuitua da.

Jarraian urratsez urratseko motorrekin partekatzen dituzten ezaugarriak azalduko dira:

- **Tentsioa:** motorraren karkasan inprimaturik dator balioa, nahiz eta askotan funtzionamendu egokia lortzeko tentsio altuago baten bidez elikatu behar den. Ondorioz gain beroketa jasango du motoreak bere bizitza laburtuz.
- **Erresistentzia:** harilketetako erresistentzia determinatzen da, honek motorrak kontsumituko duen korronea adierazten du. Honek lan abiadura maximoan eragina dauka.
- **Graduak:** normalean hau izaten da motor hauek aukeratzeko ezaugarri nagusia. Urrats bakoitzeko zenbat gradu biratuko duen definitzen du. Graduak adierazten badira, baina ez bira bakoitzean emandako pausu kopurua, orduan 360 zatituko dugu emandako graduekin eta pausu kopurua lortuko dugu. Motorrek gradu tarte handia dute (0.72° - 90°), balio honi motor bereizmena deitzen zaio.

7.1.5.3. Serbomotorrak

Serbomotorrak korrone zuzeneko motorren antzekoak dira, baina hauek euren operazio tarteko edozein posiziotan kokatzeko eta posizio horretan egonkor mantentzeko ahalmena dute. Motorrak eraldatzea posiblea da hauen mugimendu tarte mugatua ezabatzeko. Honen ondorioz motorren gaineko kontrola gutxituko da, baina indarra, abiadura eta inertzia baxua mantenduko dira. Honengatik maiz erabiltzen dira robotikan eta irrati bidezko kontrolean.

Serbomotorra motor, erreduzitzaile eta kontrol zirkuitu batez osatuta dago. Energia kontsumo murriztua dute. Serbomotor batek behar duen korronea tamainaren arabera izaten da eta normalean fabrikatzaileak adierazten du kontsumitzen duen korronea.

Erreduzitzailea, potentziometro batez eta abiadura murrizteaz eta motorraren gaineko kontrola handitzeaz arduratzen den engranaje multzo batez osatuta dago. Potentziometroaren bidez berrelikadura ematen da eta honela motorrak bere kokapena zein den jakingo du kontrola hobetuz.

Serbomotorren kontrola burutzeko pulsu zabaleran oinarritutako modulazioa (PWM) erabiltzen da. Orokorrean 50 Hz-tako maiztasunean lan egiten da, periodoa 20 ms-takoa izan dadin. Serbomotorraren barneko elektronikak PWM seinaleari erantzungo dio.

Serbomotorrak 0.5 eta 1.4 milisegundo tarteko seinalea jasotzen badu erlojuaren noranzkoan mugituko da eta 1.6 eta 2 milisegundo tarteko seinalea jasotzen badu, erlojuaren kontrako noranzkoan mugituko da. 1.5 milisegundok egoera neutroa adierazten du.

7.2 AUKERAKETA IRIZPIDEAK:

Ondorengo atalean proiektua eraikitzeko erabiliko diren dispositiboen parametroak aztertuko dira, aukeraketa egokia burutu ahal izateko.

Irisgarritasuna

Produktura izan dezakegun irisgarritasuna kontuan izan behar da. Zenbat eta irisgarriagoa izan, orduan eta errazago eta azkarrago eskuratuko dugu nahi dugun produktua. Azken hau oso garrantzitsua da proiektu bat gauzatzeko orduan denbora murrizteko.

Kostua

Kostu faktorea kontuan izan behar da, aukeraketa egokiak aurrezki ekonomiko garrantzitsua ekar dezakelako.

Malgutasuna

Diseinuan aldaketak egitea baimendu behar du sistemak. Hau da, aplikazioak behar izanez gero, handitze moduluak erabiliko dira aplikazio berdinerako.

Dispositiboa ordezkatzeko aukera ere egon behar da. Honek lan aurrezpen handia ekarriko du.

Abiadura

Atal honek plakaren prozesamendu abiadurari egiten dio erreferentzia. Honek gure aplikazioa arinagoa edo motelagoa izatera behartuko du.

Kontsumoa

Frogak egiteko erabiliko diren plaken kontsumoa kontuan izan beharreko puntu garrantzitsua da. Plaka hauek pilekin edo sare elektrikora konektatutako elikatzaile batekin lan egiten dute eta aurrekontua garestitu dezakete.

Potentzia

Kalkulu ahalmena edo potentzia oso garrantzitsua da. Izan ere, denbora tarte berdinean eragiketa gehiago edo instrukzio konplexuagoak gauzatuko direlako.

Funtzionalitatea

Proiektuan zehaztutako helburu bakoitza era egokian garatzeko izan behar dira aukeratuak elementuak. Etorkizunean garatuko diren aplikazioetarako eraginkorra izatea ere positiboa da.

Sentikortasuna

Sentikortasun maila, hau da, prozesuan zehar agertzen diren arazoan aurrean emango duen erantzuna, adibidez: interferentziekiko oso sentikorra izatea, materialen hauskortasuna dela eta apurtzea eta abar. Honek kostu gehigarriak ekar ditzake.

Ezaguera

Garapen eta diseinurako faktore oso garrantzitsua, aurretiaz ikasitako edo lan egindako guztia izango da. Abantaila handia izango da ezagutza jakinak izatea kostuak aurrezteko.

Komunikazioak

Dispositiboak PC-arekin edo beste periferiko batzuekin komunikatzeko duen ahalmena komunikazio protokoloak jarraituz.

Irisgarritasuna = IRI

Kostua = KOS

Malgutasuna = MAL

Abiadura = ABI



Kontsumoa = KON

Potentzia = POT

Funtzionalitatea = FUN

Sentikortasuna = SEN

Ezaguera = EZA

Komunikazioak = KOM

Maneiagarritasuna = MAN

I/O erantzuna = ERA

Pultsu zabaleraren arabeko modulazioa = PWM

7.3. SOLUZIOAREN AUKERAKETA

7.3.1. Hardwarea

	IRI	MAL	POT	KOS	FUN	SEN	EZA	ABI	TOT
%	%20	%10	%5	%20	%10	%5	%20	%10	%100
Arduino	9	9	8	8	10	8	6	10	8.3
Reaspberry Pi	9	7	10	6	10	8	6	7	7.5
Wiring	9	6	7	7	9	8	5	8	7.25
Netduino	8	7	7	6	9	8	5	8	6.95

Taula 1: Hardwarearen balorazioa

7.3.2. Softwarea

	KOS	EZA	MAN	FUN	TOT
%	%60	%20	%10	%10	%100
C++	7	8	7	7	7.2
Java	7	7	8	8	7.2
Processing	10	7	9	10	9.3
LabView	5	5	10	9	5.9

Taula 2: Softwarearen balorazioa

7.3.3. Modelazio eta simulazio programak

	KOS	EZA	FUN	TOT
%	%30	%30	%40	%100
Fritzing	10	7	8	8.3
Proteus	7	7	10	8.2

Taula 3: Modelazio eta simulazio programen balorazioa



7.3.4. Urrutiko kontrola

	KOS	EZA	MAN	FUN	TOT
%	%60	%20	%10	%10	%100
Infragorria	8	7	7	7	6.69
Bluetooth	7	7	6	7	6.02

Taula 4: Urrutiko kontrolen balorazioa

7.3.5. Motorrak

	IRI	KOS	MAL	ABI	KON	FUN	SEN	EZA	TOT
%	%20	%20	%10	%10	%5	%10	%5	%20	%100
DC motorra	8.5	8.5	8	8	8	6	8	9	8.2
Urratsez urratseko motorra	8.5	7	7	8	9	8	9	7	7.7
Serbomotorra	8.5	7	8	5	9	7	9	5	7

Taula 5: Motorren balorazioa

8. SOLUZIOAREN DESKRIBAPENA:

Aurreko atalean proiektuan erabili daitezkeen software eta hardware aukeren analisia egin da. Aukeraketa irizpide bat jarraitu da eta honi esker gure proiektuari gehien komeni eta proiektu-itxaropenei gehien hurbiltzen zaion produktua aukeratu da.

Lehenik eta behin Arduino plakaren erabilera finkatu da (1.Taula). Raspberry PI plakarekin antzekotasun handiak dituen plaka da Arduino. Arduino aukeratu da duen malgutasunagatik eta bereziki edozein aplikaziotan duen erantzun abiaduragatik. Arduinok I/O pin kopuru handia eskaintzen du eta ahal den heinean aplikazioak edo dispositiboak gehitzeko aukera ematen du. Bai Arduino bai Raspberry PI oso maneiagarriak dira.

Arduino plakei erreparatuz, Arduino Due plaka aukeratu da, nahiz eta garestiagoa izan. Arduino Due-k Arduino Uno-k baino baliabide gehiago eskaintzen ditu eta gauzatuko den proiekturako egokiagoa izango da.

Programazio softwareari dagokionez, Processing aukeratu da (2. Taula). Aurretik 7.1.2 Software atalean aipatu bezala, Processing Arduinoren software propioa da.

Software hau C++ hizkuntzan oinarritzen da eta graduan zehar hizkuntza honen ezagutzak jaso direnez, ez da hizkuntza ezezaguna. Funtzionaltasuna erabatekoa da, hau da, erabiltzaileak programazioaren atal batzuk ahatz ditzake garatzen ari den aplikazioan gehiago zentratzeko.

Diseinu softwarea erreparatuz, Fritzing aukeratu da. Nahiz eta Proteus programarekin denbora errealean simulazioak egin daitezkeen, Fritzing aukeratu da kasu honetan eskema elektrikoak egiteko soilik erabiliko delako. Arrazoi honengatik aukeratu da eta gainera librea eta erabil erraza da.

9. MEMORIA DESKRIPTIBOA:

9.1 HARDWAREA

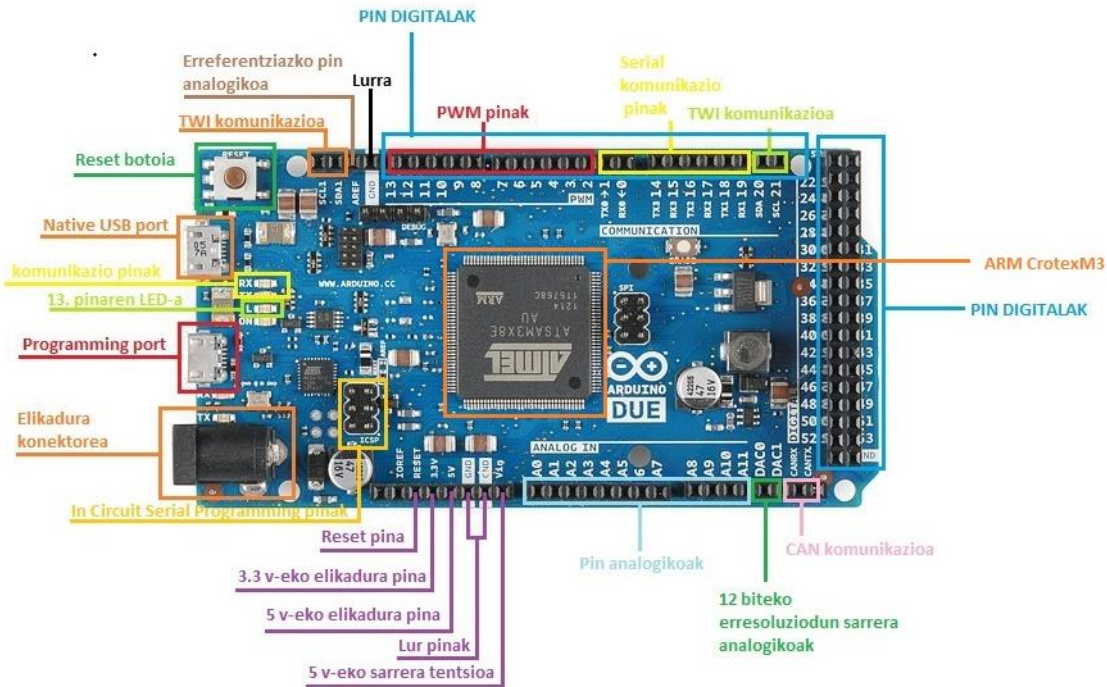
Aurreko atalean aipatu bezala, erabiliko den hardwarea Arduino izango da, Arduino Due zehazki. Gama bereko gainontzeko Arduino giuztiak bezalaxe, garapen ingurune eta mikroprozesadore batean oinarritzen den plataforma libre da.

Due, ARM teknologian oinarritutako lehenengo Arduinoa da. 32 biteko programagarria den ARM CortexM3 mikrokontroladorean oinarritutako plaka da. Erabiltzaileentzako kalkulu ahalmena handitzen du eta era berean programazio lengoia ahalik eta bateragarrien mantentzen du programa asko plataforma honetara migratu ahal izateko.

Arduino, objektu interaktibo autonomoak garatzeko edo ordenagailu softwarea konektatzeko erabili daiteke.

Hardware libre denez, bai diseinua bai distribuzioa, edozein eratako proiektu gauzatzeko erabili daiteke inolako lizentziarik gabe. Hau del eta, oso aukera egokia da ikasleentzat edota edozein motako proiektu egiteko prest dauden pertsona trebeentzako elektronika arloan.

Ondorengo irudian aurretik aipatu eta erabiliko den Arduino Due plaka dago ikusgai.



Irudia 2: Arduino DUE plaka

Arduino DUE: Arduino DUE Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU-n oinarritutako plaka elektronikoa da. 32 biteko ARM nukleoa duen mikrokontrolagailuan oinarritutako lehenengo Arduino plaka da. 54 sarrera/irteera digital ditu (horietako 12 PWM irteera bezala erabili daitezke), 12 sarrera analogiko, 4 UART (hardware portu serieak), 84 MHz-eko erlojua, OTG USB konexioa, 2 DAC (digitaletik analogikora), 2 TWI, elikadura konektorea, SPI goiburua, JTAG goiburua, berrasieratze botoia eta ezabatze botoia.

Ohartarazpena: beste Arduino plakek ez bezala, Arduino Due-k 3.3V-etara funtzionatzen du. I/O pinek jasan dezaketen tentsio maximoa 3.3V da eta tentsio hori baino altuagoa den tentsio batek, 5V esaterako, plaka izorratu dezake.

ARM nukleoaren abantailak

Arduino Due-k 32 biteko ARM nukleoa dauka. desberdintasun esanguratsuenak:

- 32 biteko nukleoa, CPU-aren barneko erloju bakar batean 4 byteko zabalera-datuen operazioak egiteko ahalmena.
- CPU erlojua 84 MHz-etan.
- 96 KByte-ko SRAM
- Kodearentzat 512 Kbyte-ko flash memoria.
- DMA kontroladorea, CPU-a memoria zeregin intentsiboak egitetik arindu dezake.

Potentzia:

Arduino Due plaka USB konektore baten bidez edo kanpo elikadura baten bidez elikatu daiteke. Elikadura iturria automatikoki aukeratzen da.

USB-aren bidez ez den kanpo elikadura KA-tik Kz-rako egokigailu baten bidez edo bateria baten bidez eman daiteke. Egokigailua plakaren elikadura konektorerara konektatu daiteke 2.1 mm-ko erdigune positiboa duen konektorea erabiliz. Bateria batetik bidalitako kableak, elikadura konektorearen Vin eta GND pinetan konektatu daitezke.

Txartelak 6 eta 20 volt bitarteko kanpo hornikuntzarekin funtziona dezake. 7 V baino gutxiagoko tentsio batekin hornitzen badugu, 5V-eko pinak bost volt baino gutxiago hornitu ditzake eta ondorioz plaka ezegonkorra izan daiteke. 12 V baino gehiago erabiltzen badira, tentsioa erragulatzailea gainberotu daiteke eta ondorioz plaka izorratu. Gomendatutako tartea 7-12 V bitartekoa da.

Elikadura pinak:

- **Vin:** Arduino plakaren sarrera tentsioa, kanpo elikadura iturri bat erabiltzea helburu denean. Pin honen bidez tentsioa hornitu edo tentsioa eskuratu daiteke.
- **5V:** pin honek plakaren erreguladoreak doitutako 5V-eko irteera ematen du. Plaka KZ-ko elikadura konektoretik (7-12V), USB konektoretik (5V) edo Vin pinetik (7-12V) elikatu daiteke. 5V edo 3.3V-eko pinetan eman daitekeen tentsio hornikuntza ez da plakaren erreguladoretik pasatzen eta honek plaka izorratu dezake. Ez da gomendagarria.

- **3.3V:** erreguladoreak sortutako 3.3V-eko hornikuntza. Korrante kontsumo maximoa 800mA-koa da. Erreguladore hau SAM3X mikrokontrolatzailearentzako elikadura iturria da.
- **GND:** Lur pinak.
- **IOREF instrukzioa:** pin honek mikrokontrolatzaileak operatzen dueneko tentsio erreferentzia ematen du. Ezkutu konfiguragarri baten bidez, IOREF pinaren tentsioa irakur daiteke eta honen arabera elikadura iturri egokia aukeratu edo irteerako tentsio transduktoreak egokitu 5V edo 3.3V-etan lan egiteko.

Memoria

SAM3X-ak kodea gordetzeko 512Kb-ko flash memoria dauka (256 Kb-ko bi bloke). Abio kargatzailea, Atmel fabrikan aurrekargaturik dago eta ROM memoria baten biltegitzen da. 96Kb-eko SRAM memoria bi multzo jarraietan banaturik (64Kb eta 32Kb). Erabilgarria den memoria guztira (Flash, RAM eta ROM) zuzenean sar daiteke helbideratze baten bidez.

Ezabatze botoiaren bidez SAM3X-eko Flash memoria ezabatzea posiblea da. Ezabaketa prozesua burutzeko, ezabatze botoia sakaturik mantendu behar da segundo batzuk igaro arte txartela elikatzen dagoen bitartean.

Sarrerak/Irteerak

- I/O digitalak: 0-53
54 pin hauetako edozein sarrera edo irteera moduan erabili daiteke ondorengo funtzio hauen erabilera kontuan izanda, `pinMode()`, `digitalWrite()` eta `digitalRead()`. Funtzionamendu tentsioa 3.3V . Pin bakoitzak 3mA edo 15mA-ko korronea eman dezake larakoaren arabera edo 6mA edo 9mA korronea jaso. 100KOhm-eko pull up erresistentzia du. Pin batzuek funtzio zehatzak dituzte.
 - Seriea: 0 (RX) eta 1 (TX)
 - 1 seriea: 19 (RX) eta 18 (TX)
 - 2 seriea: 17 (RX) eta 16 (TX)
 - 3 seriea: 15 (RX) eta 14 (TX)
- TTL datuak seriean jasotzeko (RX) eta igortzeko (TX) erabiltzen da. 0 eta 1 pinak USB-to-TTL chips Serial Atmega16U2 pinetara konektatuta daude.

- PWM: 2-13 bitarteko pinak.
8 biteko PWM irteera ematen du analogWrite() funtzioarekin. PWM seinalearen bereizmena alda daiteke theanalogWriteResolution() funtzioaren bidez.
- SPI: SPI goiburua
SPI liburutegiak erabiliz pin hauek SPI komunikazioa jasaten dute. SPI pinak 6 pin zentrolean xehatzen dira, fisikoki bateragarria dena Arduino Uno, Leonardo eta Mega2560-rekin. SPI goiburua beste SPI dispositiboekin komunikatzeko soilik erabil daiteke, eta ez SAM3X programatzeko In-Circuit Serial Programming teknikarekin.
- CAN: CANRX eta CANTX
Pin hauek CAN komunikazioa protokoloa jasaten dute.
- “L” LED: 13
13. pin digitalera LED bat konektaturik dago. Pina egoera altuan dagoenean, LED-a piztuta egongo da eta egoera baxuan dagoenean ordea, itzalita. LED-a moteltzea posiblea da, izan ere, 13. Pin digitala PWM irteera bat delako.
- TWI 1: 20 (SDA) eta 21 (SCL)
- TWI 2: SDA1 eta SCL1
Wire liburutegia erabiliz TWI komunikazioa.
- Sarrera analogikoak: A0-A11 bitarteko pinak.
Arduino Due plakak 12 sarrera analogiko ditu eta hauek 12 biteko bereizmena eskaini dezakete (4096 balio ezberdin). Beste Arduino plaka batzuekin bateragarria izan dadin, irakurketen bereizmenaren balio lehenetsia 10 bitekoa da. ADC-aren bereizmena aldatzea posiblea da analogReadResolution() funtzioaren bidez. Sarrera analogikoen pinek jasan dezaketen tentsioa 0V-3.3V bitartekoa da. Tentsio maximoa (3.3V) gainditzen duen aplikazioak SAM3X txipa apurtuko du.
AREF pina SAM3X-ren erreferentzia analogikoaren larakora konektatuta dago.
- DAC1 eta DAC2
analogWrite() funtzioaren bidez 12 biteko bereizmena duten benetako irteera analogikoak ematen dituzte pin hauek. Hauen bidez audio irteera bat sortu dezakegu audio liburutegia erabiliz.

- AREF

Sarrera analogikoentzako erreferentzia tentsioa. `analogReference()` funtzioarekin erabiltzen da.

Komunikazioa

Arduino Due-k instalazio jakin batzuk ditu ordenagailu, beste Arduino edo beste mikrokontroladore batekin komunikatzeko, eta baita mugikor, tablet, kamera bezalako dispositibo desberdinekin. SAM3X-ak TTL serie komunikazioa burutzeko UART hardware bat eta hiru USART hardware eskaintzen ditu.

Programazio ataka ATmega16U2-ra konektatuta dago, honek softwarearentzako COM ataka birtuala ematen du konektatuta dagoen ordenagailu batean (dispositiboa antzemateko, Windows makinek inf artxiboa beharrezkoa dute. OSX eta linux makinek aldiz, COM ataka bezalaxe antzemango dute automatikoki). 16U2-a, SAM3X-aren UART hardwarera konektatuta dago.

RX0 eta TX0 pinak USB serie komunikazioa eskaintzen dute ATmega16U2 mikrokontroladorean programazioa burutzeko. Arduino softwareak dakarren monitoreari esker datuak txartelek bidali daitezke. RX eta TX LED-ak dir-dir arituko dira datuak txipetik transmititzen ari diren bitartean eta ordenagailu ATmega16U2 USB konexioa ematen den bitartean (baina ez 0 eta 1 pinetako serie komunikaziorako).

USB ataka natiboa SAM3X-ra konektatuta dago. USB bidezko serie komunikazioa ahalbidetzen du. Honek serie konexioa ahalbidetuko du ordenagailuko Serial Monitorearekin edo beste aplikazio batzuekin. Ordenagailu batera konektatutako USB sagu edo teklatura berdindu ditzake. Funtzio hauek erabili ahal izateko teklatu liburutegiko erreferentzia orrialdeak aztertu behar dira.

USB ataka natiboak host USB eran joka dezake konektatutako periferikoentzako, sagua, teklatura eta mugikor adimentsua adibidez. Funtzio hauek erabili ahal izateko usbhost erreferentzia orriak aztertu behar dira.

SAM3X-ak TwI eta SPI komunikazioak ematen ditu. TWI busaren erabilera sinplifikatzeko Arduino softwareak Wire liburutegia erabiltzen du. SPI komunikaziorako ordea, SPI liburutegia.

Programazioa

Arduino softwarearen bidez Arduino Due programatu daiteke.

SAM3X-a zirriborroz kargatzen da, hau beste Arduino plaka batzuetan aurki daitezkeen AVR mikrokontroladoreen desberdina da, izan ere, flash memoria aurretiaz ezabatua izan behar da berriz programatu ahal izateko. SAM3X-a ROM memoria batek kudeatzen du eta behin exekutatzen da txipeko flash memoria hutsik baldin badago.

Programazioa burutzeko edozein USB ataka erabili daiteke baina programazio ataka erabiltzea gomendagarria da txiparen ezabaketa era ikusita:

- **Programazio ataka:** ataka hau erabili ahal izateko Arduino IDE-n “Arduino Due (programazio ataka)” aukeratu behar da. Programazio ataka (korrante zuzeneko elikadura hartunetik hurbilen dagoena) ordenagailura konektatu behar da. Programazio atakak 16U2-a txip bezala erabiltzen du eta SAM3X-aren lehenengo UART-era (RX0 eta TX0) konektatuko du. 16U2-ak bi larako dauzka SAM3X-eko “Reset” eta “Erase” pinetara konektatuta. Programazio atakaren irekiera eta itxiera 1200bps-ra konektatuta dago, honek SAM3X txiparen ezabaketa eragiten du. Arduino Due plakan programatzeko ataka hau gomendatzen da. Ataka natiboan ematen den ezabaketa baino fidagarriagoa da eta nahiz eta MCU-a izorratuta egon funtzionatuko du.
- **Ataka natiboa:** ataka hau erabili ahal izateko Arduino IDE-n “Arduino Due (USB ataka natiboa)” aukeratu behar da. USB ataka natiboa zuzenean dago SAM3X-era konektatuta. Honetarako USB ataka natiboa (reset botoitik hurbilen dagoen ataka) ordenagailura konektatu behar da. Programazio atakaren irekiera eta itxiera 1200bps-ra konektatuta dago, honek flash memoriaren ezabaketa eragiten du. MCU-ak funtzionatzen ez badu, baliteke ezabaketa prozesua ez ematea.

9.2 SOFTWAREA

Mikroprozesadorean kargatutako kodea Arduino programazio ingurunean sortu da.

Programazio ingurune hau Javan programaturik dago eta Arduino programazioa C++ hizkuntzaren oso antzekoa den hizkuntza batean egiten da.

Programatzeko orduan eskaintzen dituen erraztasunei esker, edozein pertsona gai da programa erraz bat sortzeko nahiz eta programazio hizkuntza honi buruz ezaguera minimoak izan.

Gainera, Arduinoren web orri ofizialen badago foro bat (<http://arduino.cc/>), non erabiltzaile ugari dauden gainontzeko erabiltzaileei sortutako arazoei soluzioak eskaintzeko prest.

Edozein programazio lengoaiatan edozein kode sortu nahi denean, liburutegiak erabiltzea oso ohikoa izaten da. Liburutegia fitxategi batean gordetako kode segmentu bat da. Fitxategi hau aurretiaz kodean programaturiko aginduak exekutatzeko erabili daitezke.

Honi esker, liburutegi bat proiektu ezberdinetan erabiltzea lortzen dugu eta horrela ez da kode berdina behin eta berriz idatzi behar. Kode hauei esker kanpo dispositiboak era errazean kontrolatu daitezke.

9.3. DISEINUA EGITEKO SOFTWARE-a

Zirkuituaren diseinua garatzeko erabiliko den softwarea edo programa Fritzing izango da.

Fritzing diseinu elektronika libreko automatizazio programa da. Fritzing, Arduino eta Processing-en printzipio pean sortu zen. Programa honi esker Arduninon oinarritutako prototipoak dokumentatu daitezke eta zirkuitu inprimatuen eskemak sortu, gerora fabrikatzeko nahi izanez gero.

Software honek ondorengo lan eremuak eskaintzen ditu:

- Proiektuaren bista: eremu honetan zirkuitu birtuala diseinatu eta eraikitzen da. Hiru eratan egin daitezke: protoboard, PCB edo Eskema.

- Eskemaren leihoa: protoboard ganean eraikitzen den zirkuitua erakusten du. Oso praktikoa da zirkuituen ikurrak erabiltzen ohiturik dauden erabiltzaileentzako.
- PCB bista: zirkuitu inprimatuen produkzioa gauzatzeko, diseinua eta dokumentazioa egitea ahalbidetzen ditu. Beraz, zirkuitu inprimatuaren eskema ikustea posiblea litzateke norbaitek proiektu hori aurrera eraman nahi izango balu.

9.4 APLIKAZIOAREN DESKRIBAPENA

Proiektu honetan izpi infragorritz kontrolatutako plataforma mugikorra burutuko da.

Aplikazio honek hainbat gailu elektronikoko funtzionaltasun desberdinekin. Hauek guztiak beharrezkoak izango dira helburua lortu ahal izateko eta graduan zehar barneraturiko ezagutzak erakusteko.

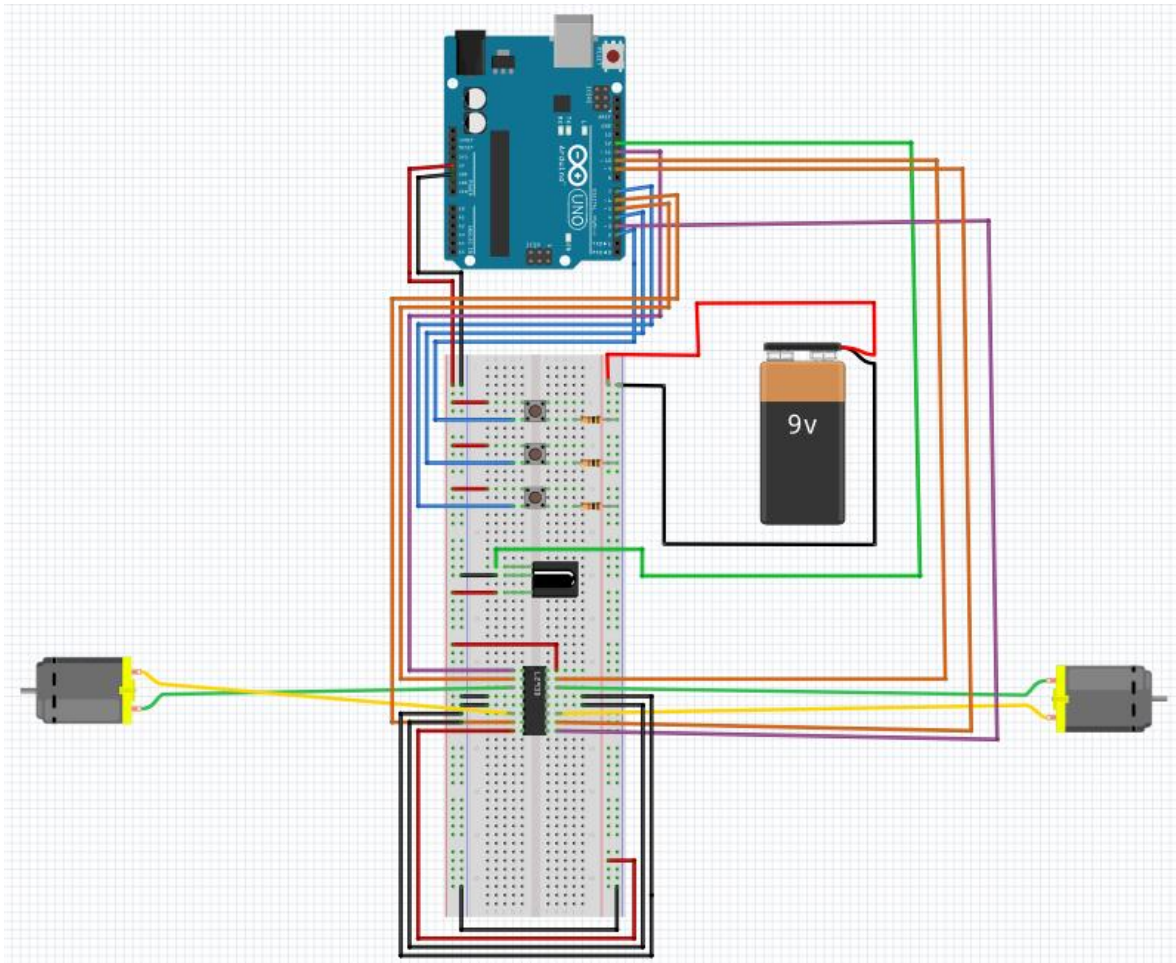
Proiektua jostailuzko hondeatzaile batetik abiatuko da. Hondeatzaileari pala eta kabina kenduko zaizkio eta txasisa eta beldar gurpilak erabiliko dira. Ondoren metakrilatozko kabina bat eraikiko da, kabina bezala erabiltzeko eta gerora burutuko diren konexioak begiz ikusi ahal izateko.

Behin karrozeria atalarekin bukatzen dela, motorren kontrola lortu beharko da. Bi DC motor erabiliko dira eta horietako bakoitzak beldar gurpil bat mugiaraziko du. Motorrak ez du zuzenean beldar gurpila mugiaraziko, hau da, engranaje tren bat egongo da beldar gurpil bakoitzean eta motorrek mugimendua engranaje tren bakoitzeko lehenengo engranajeari transmitituko dio. Ondoren mugimendua engranaje tren osoa transmitituko da beldar gurpiletara iritsi arte. Motorren kontrola burutzeko driver baten laguntza izango da, L293D zirkuitu integratua hain zuzen ere. Diseinu atalean sakonago aztertuko da baina bi H zubi dituen zirkuitu integratua da eta motor bien norabideak kontrolatzeko egokia. Honi ezker bi motorren mugimendua kontrolatzea posible izango da eta horrela aurrera, atzera, eskumara eta ezekekerrako mugimenduak lortzea posible izango da plataforma mugikorra mugiarazteko.

Hasiera batean plataformaren mugimendua pultsadoreen bidez aginduak bidaliz burutuko da. Hauek simulazioa egiteko soilik erabiliko dira. Behin simulazioa zuzena denean izpi infragorritz kontrolatzeko pausuak emango dira.

Izpi infragorritz kontrola burutzeko IR errezeptore bat sartu beharko da zirkuituan. Errezeptore horrek urrutiko aginte batek bidalitako aginduak jasoko ditu eta Arduino plakara bidali. Arduino plakak bidalitako aginduak deskodetu eta

dagokion ekintza burutuko du plataforma mugikorraren mugimendua sortuz. Ondorengo irudian muntatu beharreko zirkuitua dago ikusgai.



Irudia 3: Zirkuitua bere osotasunean

10. **BIBLIOGRAFIA**

Fitzgerald, S. y Shiloh, M. (2012). *Arduino projects book*. Torino: Arduino

10.1 KONTSULTATUTAKO WEB ORRIAK

- Normativa:
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0012291&PDF=Si#.UZ3eSbU8CS0>
- Arduino:
<http://www.arduino.cc/es/>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- Arduino Uno:
http://store.arduino.cc/eu/index.php?main_page=product_info&cPath=11&products_id=195
- Arduino Leonardo:
http://store.arduino.cc/eu/index.php?main_page=product_info&cPath=11&products_id=226
- Arduino Due:
http://store.arduino.cc/eu/index.php?main_page=product_info&cPath=11&products_id=243
- Arduino Mega 2560:
http://store.arduino.cc/eu/index.php?main_page=product_info&cPath=11&products_id=196
- Arduino Mega ADK:
http://store.arduino.cc/eu/index.php?main_page=product_info&cPath=11&products_id=198

- Raspberry PI:
<http://www.raspberrypi.org/faqs>
http://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- Arduino Ethernet Shield
<http://arduino.cc/es/Main/ArduinoEthernetShield>
- Arduino UNO vs. Arduino Leonardo
<http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoLeonardo#toc1>
- C++:
<http://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
- Java:
http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n_Java
- Processing:
<http://processing.org/>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Processing>
- LabView:
<http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>
- Proteus:
[https://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_\(electr%C3%B3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_(electr%C3%B3nica))
- Orcad:
<http://en.wikipedia.org/wiki/OrCAD>
- Fritzing:
<http://fritzing.org/>