



**BILBOKO INDUSTRIA INGENIARITZA TEKNIKOKO  
UNIBERTSITATE ESKOLA**



**INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA AUTOMATIKAREN INGENIARITZAKO  
GRADUA**

**GRADU AMAIERAKO LANA**

2014 / 2015

*LANAREN BESO ROBOTIKO MUGIKOR BATEN DISEINU  
PROGRAMAZIO ETA MUNTAIA*

**LABURPENA**

**IKASLEAREN DATUAK**

IZENA: ITZIAR

ABIZENAK: ALDEKOA MADARIAGA

SIN.:

DATA: 2015/06/19

**ZUZENDARIAREN DATUAK**

IZENA: M<sup>a</sup> GORETTI

ABIZENAK: SEVILLANO BERASATEGUI

SAILA: SISTEMEN INGENIARITZA ETA AUTOMATIKA

SIN.:

DATA: 2015/06/19

## **AURKIBIDEA**

<b>1. SARRERA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROIEKTUAREN HELBURUAK.....</b>	<b>3</b>
<b>3. PROIEKTUAREN DESKRIBAPENA.....</b>	<b>5</b>
<b>4. PROIEKTUA GARATZEKO MATERIALA .....</b>	<b>9</b>

## 1. SARRERA

Azken urteotan teknologiak arlo askotan aurrerapen handiak egin ditu, testuinguru horretan aipatzekoa da robotikak izan duen garapena. Hasiera batean industrian, ikerketa zentroetan edo ospitaletan baino ez ziren erabiltzen dispositibo hauek orain eguneroko bizitzan aurkitu daitezke, esaterako garbiketan, nekazaritzan, eraikuntzan, entretenimendu munduan edota umeen jostailu bezala topatu daitezke. Erabilera desberdin horiek kontutan izanda robot mota ugari daudela esan daiteke.

Lan honen garapenaren abiapuntua CAMP-TECNOLOGICO enpresan egindako praktikak dira. Bertan gaur egun robotak duten beste erabilera baten ezagutza garatu ahal izan zelako, hezkuntzara bideratutako robotak alegia. Enpresa horretan hezkuntza arlora bideratuta dauden robotak diseinatu eta eraikitzen dira umei robotikaren oinarriak eta baliabideak gerturatzeko asmoarekin. Praktika horiei esker hezkuntza-roboten garapenerako oso interesgarria eta erabilgarria den MAKEBLOCK teknologia berria ezagutu eta lantzeko aukera eduki zen. Teknologian honek aluminiozko piezak eta osagai elektronikoak erabiliz robot txikiak eraikitzeko aukera ematen du. MAKEBLOCK teknologia, Arduino diseinu eta programazio ingurunearekin konbinatu daiteke egitura robotiko desberdin ugari eta funtzio desberdinak izango dituzten robotak garatzeko.



**Irudia 1.1.** MAKEBOLK aluminiozko piezak eta osagai elektronikoak

MAKEBLOCK eta Arduino eskaintzen dituzten aukerak direla eta, Gradu Amaierako Lan honetan bi hauen konbinaketa erabiliz beso robotiko mugikorra garatzea erabaki zen. Garatutako robota mugikorra izango da edukiko duen beldar katedun oinarriari esker.

Gainera, beso robotikoaren muturrean kokatuko den pintzari esker objektuak hartu, maneiatu eta tokiz aldatzeko gai izango da.



**Irudia 1.2.** GAL honetan garatutako beso robotiko mugikorraren amaierako itxura

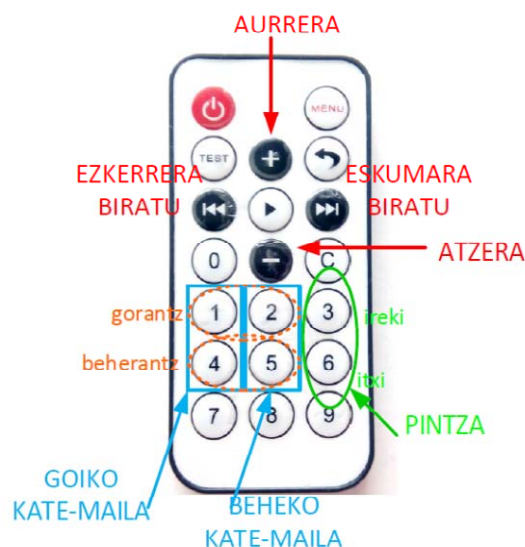
## 2. PROIEKTUAREN HELBURUAK

Proiektu honen helburua, beso robotiko mugikor baten diseinua, programazioa eta muntaia garatzea da. Beso robotiko mugikorrak oso dispositibo interesgarriak dira, izan ere, bi robot mota desberdinen ezaugarriak bakar batean batzen dituzte. Batetik, beso robotikoek egiten duten bezala objektuak hartu eta maneiatzeko gaitasuna dute. Eta bestetik, robot mugikorren moduan lur azal desberdinetara egokitzeko gai izateaz gain, instalatuta dituzten sentore eta eragingailuak erabiliz oztopoei ihes egiteko ere gai dira. Beraz, bien ezaugarriak batzerakoan, objektuak hartu, maneiatu eta lekuz aldatu ditzakeen robota lortu daiteke.

Beso robotiko mugikorraren garapena hiru ataletan banatuta dago: diseinua, muntaketa eta programazioa. Lehendabizi, diseinu atalean, robotarentzat egiturarik egokiena aukeratu beharko da, eta ondoren, 3D diseinu software baten bidez egitura hori irudikatuko da. Bigarren atal batean, robotaren muntaketa egingo da, horretarako MAKEBLOCK teknologia erabiliko da. MAKEBLOCK teknologiak eskainitako osagaien artean, alde batetik robotaren egitura eraikitzeko eskuragarri dauden aluminiozko pieza desberdinak erabiliko dira eta bestetik, robotari higikortasuna emateko eskura dauden osagai elektronikoak erabiliko dira. Hirugarren atalean, robota higiarazteko beharrezkoa izango den programazioa garatuko da, izan ere ezinbestekoa da osagai elektronikoak programatzea hauek modu egokian funtzionatzeko, programa hauek egiteko Arduino software librea erabiliko da. MAKEBLOCK-eko osagaiek programatu ahal izateko beharrezkoa izango da Arduinorako MAKEBLOCK-eko liburutegia MAKEBLOCK-eko web orri ofizialetik eskuratu eta instalatzea.

Programazioa garatu ahal izateko robotaren eginkizunak zehaztu beharko dira, hortaz, hurrengo lerroetan robotaren betebeharrak ahalik eta zehaztasun handienarekin deskribatuko dira. Robota agente infragorri eta ultrasoinu sentorearen bidez kontrolatuko da. Ultrasoinuaren helburua robotaren aurrean dauden objektuen distantzia detektatzea da, distantzia honen arabera robotak erantzun desberdina izango baitu. Erabiltzaileak agente infragorriarekin kontrolatuko du robotaren funtzionamendua, baina, robotaren oinarria mugitzen ari den bitartean, egonkortasun ezaugarriak direla eta, ezin izango du besoa higitu. Oinarria geldirik dagoenean ordea, besoa mugitu ahal izango du.

Alde batetik, erabiltzaileak robotaren oinarria mugiarazteko aginte infragorriko goiko botoiak erabili ahal izango ditu, beti ere, robotaren aurrean ez badago inolako oztopo edo objekturik 30cm baino hurbilago. Robotaren ultrasoinu sentsorearen konfigurazioaren ondorioz, bere aurrean 30cm baino gutxiagotara objektu edo oztopo bat aurkitzen badu, robota gelditu egingo da, nahiz eta erabiltzaileak mugiarazteko agindua eman agintearen bidez. Robotaren ultrasoinu sentsorea ez da gai aurrean daukana objektua edo oztopoa den desberdintzeko, hori dela eta, erabiltzaileak behatu eta erabaki beharko du robotari agindu zuzena emateko. Robotaren aurrean dagoena oztopoa baldin bada, erabiltzaileak aginte infragorriko 8. botoia sakatuko du, orduan, robota oztopotik aldendu egingo da. Robotaren aurrean dagoena aldiz objektu bat baldin bada, erabiltzaileak 1, 2, 3, 4, 5 eta 6 botoiak erabiliz besoa higiarazi ahal izango du. Zehazki, 1 eta 3 botoiekin besoaren goiko artikulazioa higiaraziko da, 1a sakatzerakoan besoa gorantz higiaraziko da eta 3ari ematean beherantz. 2 eta 4 botoiekin, ordea, besoaren beheko artikulazioa higiaraziko da, 2a sakatzerakoan besoaren beheko zatia gorantz higiaraziko da eta 4 botoiari ematean beherantz. Azkenik, 3 eta 6 botoiak erabiliz besoaren muturrean kokatutako pintza kontrolatuko da, 3a sakatzerakoan pintza ireki egingo da eta 6ari ematean itxi egingo da. 2.1.Irudian irakurlearen ulermena errazteko, aginte infragorriko kontrol guztiak adierazi dira.

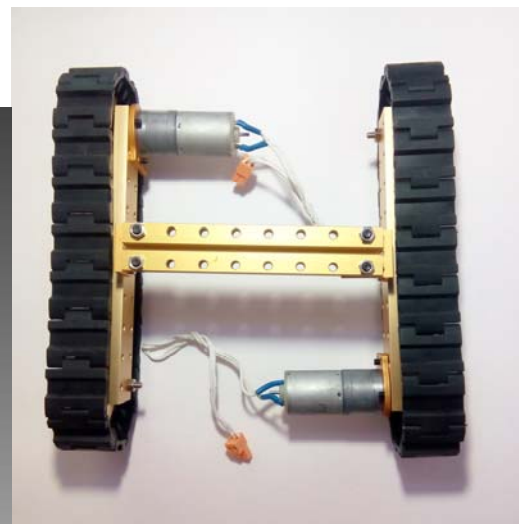
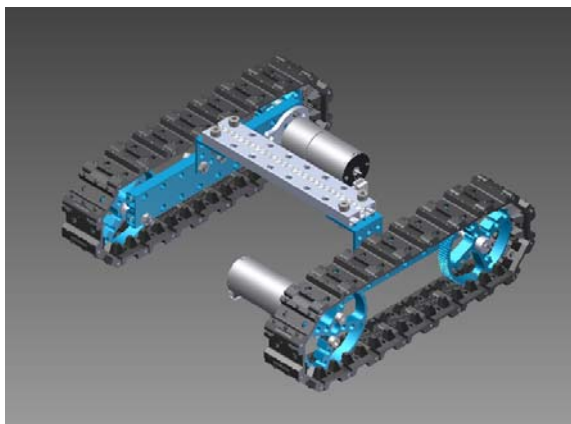


*Irudia 2.1. Aginte infragorriko kontrola*

### 3. PROIEKTUAREN DESKRIBAPENA

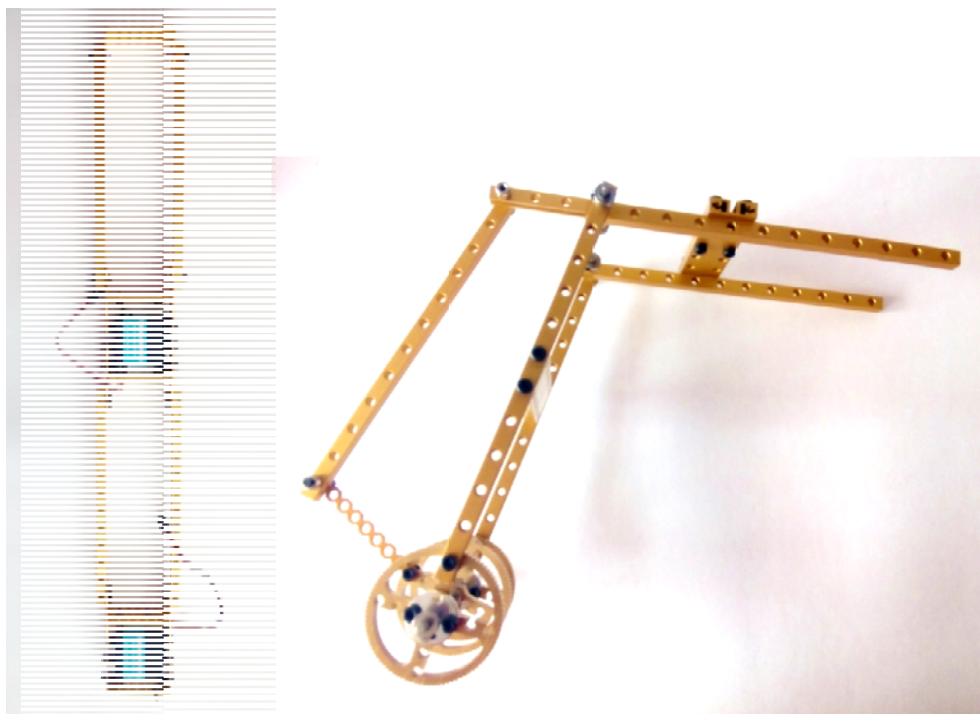
Proiektu honetan beso robotiko mugikor bat garatuko da, aurreko atalean azaldu den bezala, robot hauek beso robotikoek eta robot mugikorren elkarketa dela kontsideratu daiteke. Hori dela eta, robot honen garapena hiru fasetan egingo da. Lehenengo, robotaren oinarria eraikiko da, ondoren, beso robotikoa garatuko da eta azkenik, robotaren bi atalak batu egingo dira. Proiektua modu honetan garatzeak, atal bakoitzaren azterketa sakonagoa egiteko aukera eskaintzen du, adibidez azterketa sakon hauek direla eta, proiektua garatzeko hasiera batean bi beso desberdin egokiak izan litezkeela ikusi da. Horrez gain, robotaren zuzeneko garapenak asko zaildu dezake lana, izan ere, eraikuntza edo programazioan arazoren batekin topatuz gero honen konponbidea aurkitzea oso zaila izango litzateke. Gainera, atalka egindako garapen hau zati bakoitzaren funtzionamendu zuzena egiaztatzea ahalbidetzen du.

Beraz, robotaren garapena hiru fasetan egingo da. Lehenengo fasean, robotaren oinarria garatu da. Kontutan izan behar da oinarriaren gainean beso robotikoa kokatu beharko dela, ondorioz, oinarriak izan beharreko ezaugarriak, goiko aldean toki nahiko izatea besoaren kokapenerako eta oinarria ahalik eta egonkorrena izatea besoa mugiarazten denean desorekatu ez dadin izango dira. Ezaugarri hauek betetzen dituen robot egiturarik egokiena beldar-kateduna da, zehazki proiektu honetarako beharrezkoa den azalera eta egonkortasun handia dituelako.



*Irudia 3.1. Robotaren beldardun oinarria (3D diseinua eta MAKEBLOCK osagaiekin egindako muntaketa)*

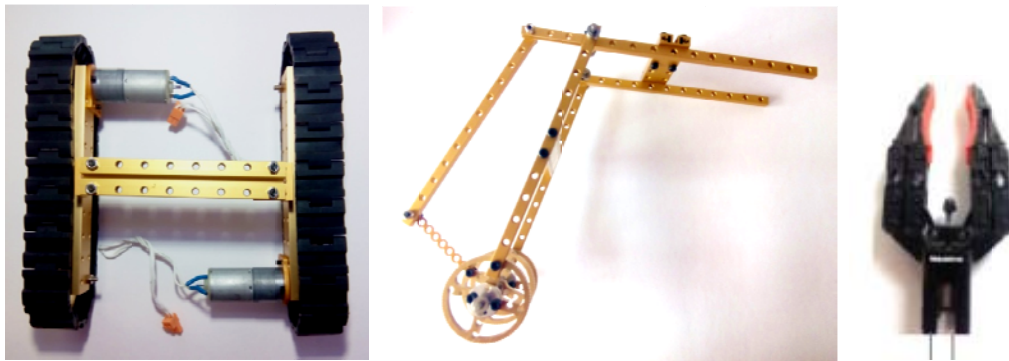
Bigarren fasean beso robotikoa eraikiko dira, besoak 3 askatasun gradu izan beharko dituela erabaki da. Bi askatasun gradu besoaren goiko eta beheko kate-mailetarako, kate-maila bakoitza gora eta behera mugitzen delarik. Azkeneko askatasun gradua, besoaren bukaeran kokaturiko pintzarentzat izango da, pintza hau ireki eta itxi egingo da objektuak hartzeko. Ezaugarri hauek betetzen dituzten bi beso robotiko mota aurkitu dira, beso hauek teknologia motaren arabera bereizi daitezke, batetik beso tradizionala eta bestetik, transmisio zuzeneko besoa. Beso tradizionala eraikitzeko, DC motorrak eta engranajeak erabiltzen dira. Beso mota hauen desabantaila, engranajeek sorturiko marruskaduran aurkitzen da, honen ondorioz, energia galerak ematen direlako. Transmisio zuzeneko besoetan, ordea, serbomotoreak erabiliko dira eta hauek robotaren artikulazioetan kokatzen dira zuzenean, modu honetan, marruskaduraren ondorioz zeuden energia galerak ekiditzen dira. Hala ere, beso mota hauek beste desabantaila batzuk dituzte, izan ere, besoaren egitura guztia eusteko serbomotorrak bakarrik dituztenez, inertiaren ondorioz, besoa higiarazterako arazoak egon daitezke. Bi besoek beraien abantailak eta desabantailak dituzte, hori dela eta, informazio hau ez da nahiko izango bien arteko aukeraketa egiteko. Ondorioz, biak eraikitzea erabaki da, eta ondoren, bien funtzionamendua aztertu ostean proiektura hobeto egokitzen dena aukeratuko da.



*Irudia 3.2. Beso robotiko tradizionala (ezkerrean) eta transmisio zuzeneko beso robotikoa (eskuinean).*



Robota eraikitzeko azkeneko fasea, eraikitako bi atalen batzea izango da, baina batze hau egin baino lehen garatutako bi besoen arteko hautaketa egin beharko da. Ondoren, aukeratutako besoaren muturrean pintza konektatu beharko da. Behin robotaren atal biak prest daudenean batze fasea burutuko da. Batze fasea arlo fisikoan eta programazio arloan egin beharko da, hau da, aurreko faseetan garatutako programatik abiatuta programa bakar sortu beharko da robotaren funtzionamendu egokia lortu ahal izateko.



*Irudia 3.3. Garatutako robota osatzen duten hiru elementuak (oinarria, transmisio zuzeneko besoa eta pintza)*

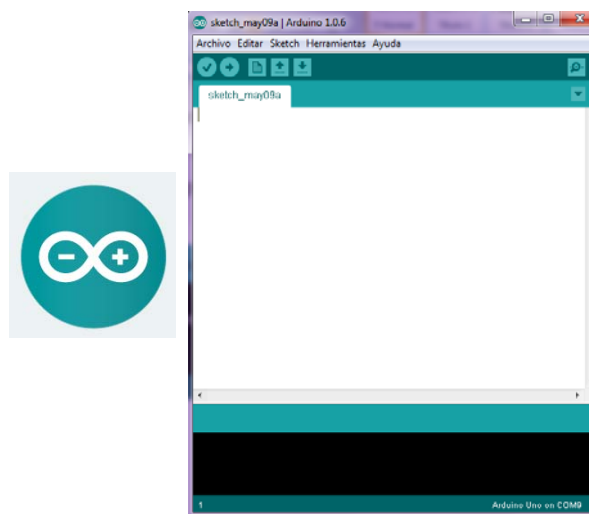
Orain arte robota eraikitzeko egin behar diren hiru fase desberdinak deskribatu dira, baina hauetariko fase bakoitza burutzeko jarraituko den prozesua ere hiru urratsetan banatuta dago: diseinua, muntaketa eta programazioa. Robotaren garapenaren edozein fasean lehenengo, garatzen ari den robotaren ataleko diseinua burutu beharko da. Diseinua garatzeko, dauden egitura aukera desberdinak aztertu beharko dira egokiena aukeratzuz. Hautatutako egitura horren diseinua 3D software-a erabiliz garatuko da. Ondoren, eginiko diseinuaren muntaketa fisikoa egin beharko da MAKEBLOCK teknologia erabiliz. MAKEBLOCK teknologian robotaren egitura osatzeko, aluminiozko piezak (habeak, engranajeak, xaflak...) elkartuko dira torloju eta azkoinak erabiliz. Behin egitura osaturik dagoenean, robotari higikortasun eta funtzionalitatea emateko, osagai elektronikoak kokatu beharko dira. Bukatzeko, robotaren fase bakoitzean, Arduinoren bidez osagai elektronikoak programatuko dira fase bakoitzean eraikitako zatia egin beharreko zereginak burutzeko gai izan dadin. Programazio fase hau modu egokian garatzeko, programa sinpleetatik hasiko da Arduino ingurunearen eta MAKEBLOCK-eko liburutegiaren ezagutzan sakonduz eta eraikitako robotaren zati bakoitzaren funtzionamendu egokia ziurtatzeko. Gero, programazio zailduz

joango da osagai elektronikoak gehituz, robotaren atal bakoitzeko programa modu egokian garatu arte.

## 4. PROIEKTUA GARATZEKO MATERIALA

Atal honetan zehar, robota garatzeko erabiliko den materiala ezagutzera emango da. Horretarako, material hauen deskripzioa garatuko da. Alde batetik, robotaren egitura eraikitzeko MAKEBLOCK teknologia aurkitzen da, honen barruan aluminiozko pieza eta osagai elektronikoak aurkitzen dira. Eta bestetik, osagai hauek programatzeko erabiliko den Arduino software eta beharrezko den MAKEBLOCK liburutegiak.

Robotaren programazioa garatzeko Arduino software librea erabiliko da. Arduino software librea denez, edozein erabiltzaileak Arduino web orri ofizialean eskuratu dezakeen doako eta multiplataformadun softwarea da. Arduino softwareaz gain, beharrezkoa izango da MAKEBLOCK-eko liburutegiaren erabilera. Liburutegi horrek, MAKEBLOCK-eko osagai elektronikoak programatzeko erabili beharrezko komandoak ezartzen dituztelako. Arduino ingurunean, robotaren eginkizunak kodetuko dira, ondoren Arduino plaka batean kargatu eta exekutatu ahal izateko.



*Irudia 4.1. Arduino programazio software-a*

Proiektu honetan erabili den MAKEBLOCK teknologia robotaren egitura eraikitzeko aluminiozko piezak erabiltzen ditu, egitura higiarazteko programatu behar diren osagai elektronikoak ahalbidetzen dituen bitartean.

Robotaren egitura garatzeko erabiliko diren aluminiozko piezak egitura oso egonkorra garatzeko aukera ematen dute, gainera forma ugariak eta desberdinak izan daitezke, esate baterako, xafla lauak, tamaina desberdineko habe fin eta lodiak, engranajeak ... Piezen diseinu modularra, zulo distantziakideek eta habeen errail harilkatuek mota guztietako eraikuntzak egitea ahalbidetzen dute.



*Irudia 4.2. MAKEBLOCK-eko piezak*

Robotari higikortasun eta funtzionalitatea ezartzeko osagai elektronikoak erabiltzen dira. MAKEBLOCK-eko osagai elektronikoak izen adierazgarria daukate ``Me`` eta segidan osagaiaren izenarekin deritzote. Osagai elektroniko bakoitzaren pinean kolore kodea eta RJ25 konexio mota aurkitzen dira. MAKEBLOCK-en osagai elektroniko desberdin asko daude: ultrasoinu sentsorea, argi sentsorea, 7 segmentuko display-a, marra jarraitzailea, zarata sentsore, ukimen-sentsorea, 4 botoidun modulua, mugimendu sentsorea, karrera amaierako sentsorea... Horrez gain, motor mota eta abiadura desberdinekoak aurki daitezke esaterako, DC motorra, serbomotorrak, urratsez urratseko motorrak...

Osagai elektronikoak Arduino erabiliz programatuko dira, beraz, osagai elektronikoak Arduino UNO plaka batera konektatuko dira. Konexio hauek posible egiteko Me-Base shield plaka erabiliko da. Plaka honek Arduino eta osagai elektrikoaren arteko konexioa ahalbidetzen du, izan ere, Arduino UNO plakarekin konektatzeko ar/eme konexioak ditu eta osagai elektronikoekin konexioak egiteko RJ25 konexioak.

Esan bezala, MAKEBLOCK teknologiak osagai elektroniko erabilgarri asko eskaintzen ditu, baina, beso robotiko mugikor hau garatzeko ez dira guztiak erabili behar izango. Hori dela eta, robota garatzeko erabiliko diren osagaien ezaugarriak baino ez dira

azalduko, eta erabilitako osagai hauek robotean izango duten erabilera bakarrik azalduko da gehiegi ez luzatzeko.

*Arduino UNO edo Meduino* plaka berdina dira, bietako edozein erabili daiteke. Plaka hau robotaren mikrokontroladorea da, bertan robotak gidatzeko exekutatu den programa gordeko da. Beraz, plaka honen bidez, robotari funtzionalitatea emango zaio.

#### EZAUGARRIAK:

- ATmega328 mikrokontrolagailua
- 14 sarrera/irteera digital
- 6 irteera analogiko
- 32 KB flash memoria
- 2 KB SRAM
- Erlojuaren abiadura 16MHz



*Irudia 4.3. Arduino plaka*

*Me-Base shield*, plakak zeregin desberdinak ditu, garrantzitsuenak, Arduino eta MAKEBLOCK-eko osagaien arteko komunikazioa ahalbidetzen duela da. Horrez gain, osagai elektronikoak gain korranteetatik babesten ditu. RJ25 konexioez gain M1 eta M2 motorren konexioak dauzka, hauek, berain driverrak integratu daudelarik. Plakak kolore kode bat erabiltzen du eta RJ25 portu bakoitzaren irteeran beharrezko 12V edo 5V ematen ditu.



*Irudia 4.4. Me-Base Shield plaka*

## EZAUGARRIAK:

- 6-12V-etako elikatu
- Bi motor konexio driverrekin integratuak
- 6 pineko RJ25 konexioak
- Konexioak egiteko kolore eta zenbaki kodea
- Gain korronteganako babesa

Robota oztopo edo objektuen kontra jo ez dadin *ultrasoinu sentsorea* erabiliko da. Ultrasoinuaren bidez aurrean oztoporen bat zenbateko distantziara dagoen antzemango du eta informazio horren arabera robotaren erantzuna desberdina izango da.

## EZAUGARRIAK:

- 3cm-tatik 4m-tarako neurketak eta egokienak 30 gradutara
- Led gorria elikatuta dagoela adierazteko
- Gain korronteenganako babesa
- 6 pineko RJ25 konexioa
- Me-Base Shieled plakarekin koloreko horiko pinetan bateragarria
- 2,54mm-tako zuloak (pinak) kableen bidez konexioak egiteko
- M4 zulokoak ditu egiturara lotzeko
- Elikadura: 5V



**Irudia 4.5.** *Ultrasoinu sentsorea*

Erabiltzaileak, robota kontrolatzeko *agente infragorria* erabiliko du, honekin batera, seinale infragorria jasotzeko duen hartzaille infragorria robotean instalatu beharko da. Agente infragorria erabiltzen denean, hartzaille infragorriarengana zuzendurik egon beharko da. horrez gain, bien arteko komunikazio ahalbidetzeko, beraien artean ezin da oztoporik egon.

## EZAUGARRIAK:

- Transmisio distantzia: 10 m
- Led gorria elikatuta dagoela adierazteko
- Led urdina argi infragorria jaso duela adierazteko
- Gain korronteenganako babesa
- 6 pineko RJ25 konexioa
- Me-Base Shieled plakarekin koloreko urdineko pinetan bateragarria
- 2,54mm-tako zuloak (pinak) kableen bidez konexioak egiteko
- Elikadura: 5V
- M4 zulokoak ditu egiturara



*Irudia 4.6. Hartzaille eta aginte infragorria*

*DC motorrak* robotean erabilera desberdinak izango dituzte. Batetik, bi motor DC erabiliko dira oinarria mugiarazteko, motor bakoitza oinarriaren alde batean kokatzen delarik. Motor hauei esker, oinarria lau norabidetan mugitu ahal izango da. Bi motorrak alde berdiner biratzen badute, oinarria aurrera edo atzera joango da. Aldiz, bi motorrek norabide desberdinean biratzen badute, oinarriak ezkerrera edo eskumara biratuko du. Bestetik, bi motor DC erabiliko dira besoko goiko eta beheko artikulazioei higikortasuna emateko. Kasu honetan motorrak banaka aktibatuko dira. Ondorioz, aldiko kate maila bat behera edo gora higiaraziko da.

## EZAUGARRIAK:

## Oinarrikoa

- Rated Voltage: 12V
- Rated Speed: 185rpm
- Rated Current: 0,65A
- Rated Torque: 1,5 kg.cm



Irudia 4.7. Oinarriko DC motorra

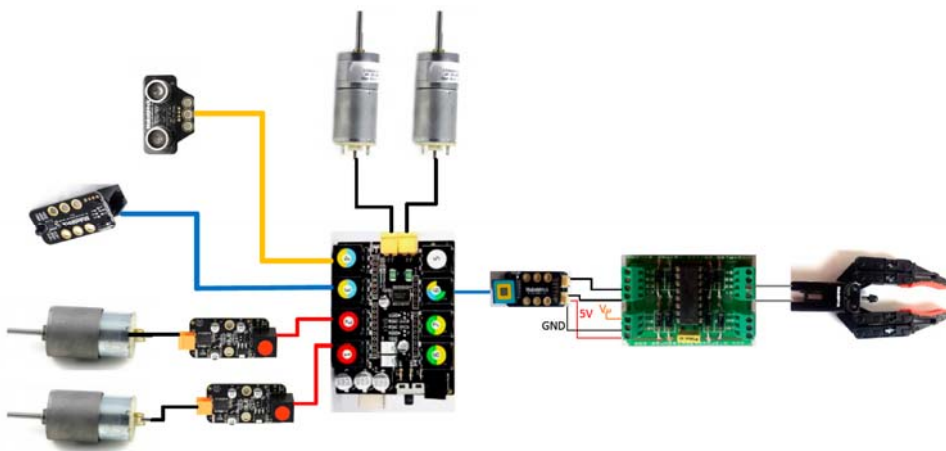
## Besokoa

- Rated Voltage: 12V
- Rated Speed: 50rpm
- Rated Current: 0,3A
- Rated Torque: 4,5 kg.cm



Irudia 4.8. Besoko DC motorra

Proiektu hau garatzeko erabilitako elementu guzti horiek euren artean konektatu behar dira robot osoaren funtzionamendu egokia programatu ahal izateko. 4.9.Irudian elementu hauek zehazki nola konektatu diren proiektu honetan ikusi daiteke, bertan MAKEBLOCK-en kolore kodea eta elementuen espezifikazioak kontutan hartu direla nabari daiteke funtzionamendu egokia lortzeko.



Irudia 4.9. Robotaren osagai elektronikoaren konexioak