

**INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA AUTOMATIKAREN
INGENIARITZAKO GRADUA**

GRADU AMAIERAKO LANA

2016 / 2017

ERAIKIN BATEN BARRUALDEAREN KARTOGRAFIA EGITEKO AUTOA

II.MEMORIA

IKASLEAREN DATUAK

IZENA DAVID

ABIZENAK ARAMBURU RAMOS

Sinadura

DATA 2017-04-22

ZUZENDARIAREN DATUAK

IZENA OSKAR

ABIZENAK CASQUERO OYARZABAL

SAILA SISTEMEN INGENIARITZA ETA
AUTOMATIKA SAILA

Sinadura

DATA 2017-04-27



AURKIBIDEA

1	SARRERA	7
2	HELBURUAK	7
2.1	Autoaren diseinua eta inprimaketa	7
2.2	Funtzionamendu zehatzaren deskribapena.....	7
2.3	Distantzien neurketa.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4	Datuen eskuraketa	7
2.5	Norabidearen zuzenketa	8
2.6	GPS seinalearen eskuraketa	8
2.7	PCB plakaren diseinua eta inprimaketa	8
3	AURREKARIAK.....	8
3.1	Google-ek garatutako “tango” proiektua:	8
3.1.1	Ikuspegi orokorra	9
3.1.2	Tango proiektuaren aplikazio nagusiak.....	9
3.1.3	Gailuak	9
3.1.4	Tango proiektua eta nasa.....	10
3.1.5	Aplikazioak	10
3.2	Csiro erakundearen “zebeede” proiektua:	11
3.3	MIT unibertsitateak garatutako proiektua.....	11
4	PROIEKTUAREN EKARPENAK AURREKARIEKIKO	13
5	FUNTZIONAMENDU OROKORRAREN DESKRIBAPENA	14
6	OSAGAIK ETA ALTERNATIBAK	15
6.1	Egitura	15
6.2	Motoreak.....	16
6.3	Mikro-kontrolagailua	16
6.3.1	ARDUINO UNO.....	17
6.3.2	ARDUINO PRO MINI	18
6.3.3	RASPBERRY PI ZERO	33
6.4	DISTANTZIA-SENTSOREAK.....	34
6.4.1	Ultrasoinu bidezko distantzia sentsorea: HC-SR04	34
6.4.2	Infragorri bidezko distantzia sentsorea:	34
6.5	BATERIA.....	36
6.5.1	Behin-behinekoa	36
6.5.2	Behin-betikoa.....	36
6.6	TENTSIO ERREGULADOREA.....	37
6.7	L293NE H ZUBIA	37



6.7.1	Bloke diagrama	38
6.7.2	Egi-taula	38
6.7.3	Pinen banaketa:	39
6.8	GPS hargailua	39
6.8.1	GPS-622R modulua:	40
6.8.2	GY-GPS6MV2.....	46
6.9	Datuen eskuraketa	47
6.9.1	Mikro SD txartelentzako modulua	47
6.9.2	Bluetooth modulua	49
6.10	Kodetzailea.....	51
6.10.1	Enkoder optikoak:	52
6.10.2	Enkoder magnetikoak:	52
6.11	PCB plaka.....	52
7	AUKERATUTAKO OSAGAIAK.....	53
7.1	Mikro-kontrolagailua	53
7.2	Autoaren egitura.....	55
7.3	Distantzia sentsoreak.....	55
7.4	Datu eskuraketa sistema: SD modulua	56
7.5	GPS hargailua:	58
8	ERABILITAKO BALIABIDEAK.....	59
8.1	HARDWARE BALIABIDEAK.....	59
8.1.1	PRUSA I3 3D INPRIMAGAILUA	59
8.2	SOFTWARE BALIABIDEAK.....	60
8.2.1	CURA.....	60
8.2.2	ARDUINO 1.6.9	61
8.2.3	DESIGNSPARK	62
9	KONEXIO ESKEMA	63
10	EGINDAKO ALDAKETAK.....	63
11	ARAZOAK.....	64
11.1	PIEZA TXIKIETAN ZEHAZTASUN EZA	64
11.2	ESKUMARA BIRATZEKO ARAZOAK	64
11.3	KODEA ARAZTERAKO ORDUAN	64
12	BIBLIOGRAFIA	66



IRUDIEN AURKIBIDEA

1.irudia. Tango proiektua. Iturria: http://blog.desdelinux.net/conoce-el-proyecto-tango-de-google/#	8
2.irudia. "The peanut phone" mugikorra.	10
3.irudia. MIT unibertsitateak garatutako proiektua.....	12
4.irudia. Proiektuaren funtzionamenduaren deskribapen zehatza.	14
5.irudia. Autoaren egitura eta osagaiak.	15
6.irudia. Korrante zuzeneko motorra eta honen osagaiak.	16
7.irudia. Arduino markako Arduino Uno txartela eta programatzeko erabiltzen den kablea.	17
8.irudia. Arduino Pro Mini txartela.	19
9.irudia. PC2102 USB UART-rako egokitzailea.	19
10.irudia. FTDI kablea.	20
11.irudia.Mikroaren pinen konfigurazio ezberdinak.	21
12.irudia. Prozesagailuaren pinak eta komunikazio baliabideak.	22
13.irudia. ATmega328 mikroaren pinen funtzio ezberdinak.	23
14.irudia. ISP bat konektatzeko erabili beharreko konfigurazioa. Iturria: https://www.arduino.cc/en/Hacking/MiniBootloader	24
15.irudia. Mikro bakoitzaren etadura pin ezberdinak.....	24
16.irudia. SPI komunikazioaren diagrama.	25
17.irudia. SPI moduluaren bloke diagrama. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.	27
18.irudia. Maisu-morroki konexioa. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.	28
19.irudia. SPI operazio moduak. CPHA = 0. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.....	29
20.irudia. SPI operazio moduak. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.....	30
21 irudia. 16 biteko Timer/Kontagailua-ren bloke diagrama.	32
22.irudia. Raspberry Pi Zero eta honen osagaiak. Iturria: http://omicro.com/2015/11/nuevo-raspberry-pi-zero-un-tremendo-mini-ordenador-por-solo-5-dolares/	33
23.irudia. Ultrasonu sentsorearen funtzionamendua. Iturria: http://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/167ad2/how-to-use-ultrasonic-sensor-hc-sr04-in-arduino/	34
24.irudia. GP2Y0A41SK0F sentsorea serbo-motore baten gainean.	35
25.irudia. Xiaomi marka bateria.....	36
26. irudia. Elikadura kablea.....	36
27.irudia. Tentsio erreguladorea.....	37
28.irudia. L293NE H zubia.	37
29.irudia.L293NE-ren bloke diagrama.....	38
30.irudia. H zubiaren pinen deskribapena.	39
31.irudia. GPS-622R GPS hargailua. Iturria: https://www.sparkfun.com/products/retired/9758	39
32.irudia. GPS hargailuaren bloke diagrama. Iturria: GPS-622R datasheet.	¡Error! Marcador no definido.
33.irudia. GPS moduluarekin jasotako informazioa.	42
34.irudia. GPS moduluarekin jasotako mezu ezberdinak.....	43
35.irudia. "Azimut" terminoaren azalpena.	45
36.irudia. Eskuragarri dauden satelite kopurua.	46
37.irudia. GY-GPS6MV2 gps modulua.	47
38.irudia. 32KB-eko EPROM memoria. Iturria: https://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_EPROM	47
39.irudia. SD txartelak konektatzeko arduino modulua	48
40.irudia. Mikro SD modulua.....	49



41.irudia. Maisu-morroï bluetooth egiturak.	50
42.irudia. Bluetooth moduluak .Iturria: http://www.prometec.net/bt-hc06/	51
43.irudia. Kodegailu optiko inkremental baten diskoa.....	51
44.irudia. Enkoder magnetikoa.	52
45.irudia. PCB plaka.	53
46.irudia. DesignSpark softwarearen bidez eginiko PCB-aren diseinua.....	62
47.irudia. Fritzing softwarearekin garatutako konexio eskema.	63
48.irudia. Autoaren txasisari egindako modifikazioak.....	64
49.irudia. Arduino kodearen arazketa erosoago egiteko kodea.....	65
50.irudia. Kodea arazteko makroak. Iturria: https://arrizen.wordpress.com/2013/05/05/pte-0-arduino-depuracion-serie-ii/	65



TAULEN AURKIBIDEA

Taula 1. Arduino Uno txartelaren ezaugarriak.....	18
Taula 2. SPI pinen konfigurazioa.....	28
Taula 3. SPI-ren funtzionamendu moduak.....	29
Taula 4. Erloju maiztasunak.....	30
Taula 5. H zubiaren kontrol pinen konfigurazioak.....	39
Taula 6. GPS-622R moduluaren ezaugarri teknikoak.....	41
Taula 7. GPS-622R moduluaren pinen deskribapena.....	42



1 SARRERA

Azken urteotan teknologiak izan dituen aurrerapenei esker, egunero erabiltzen ditugun gailu ezberdinen erabiltzeko era asko aldatu da. Adibiderik esanguratsuena mugikorak dira. Telefonoz hitz egiteko ez ezik, musika entzuteko, argazkiak ateratzeko edota GPS hargailu modura erabili ditzakegu. Honek bizitza erraztu digu zentzu askotan, izan ere, aparatu elektronikoko asko sakeleko telefono bat bezalako gailu bakar baten bateratu dira. Gainera, telefonoa egunero eskuragarri dugun erreminta bat da eta honek aukera asko ematen ditu.

Honi esker, geo-lokalizazioarekin zerikusia duten aplikazioen erabilera asko handitu da, eta honekin batera mapen erabilera. Edonork hartu dezake telefonoa eta Google-ek edo beste enpresa batek eskainitako mapak erabiliz telefonoa GPS hargailu modura erabili.

Hala ere, nahiz eta mapak gero eta zehatzagoak izan eta hauen garapena oso azkarra izan den azken urteotan, badaude oraindik ere gabezia batzuk zentzu honetan. Zehazki, nahiz eta Google-ek eraikinen barrualdeko mapen garapena bultzatu duen 2011. urtean argitaratutako Google Maps bertsioarekin adibidez (izan ere, bertsio honek eraikin batzuen barrualdea aztertzea baimentzen du), oraindik ere lan asko dago egiteko arlo honetan.

Horregatik, pentsatu da interesgarria izango litzatekela mapaketa hau egiten lagunduko lukeen gailu bat diseinatzea eta eraikitzea. Gainera, lan hauek burutzeko garatu izan diren gailu gehienak ezin dira era autonomo baten erabili eta gizakiaren beharra dute. Honek abantaila handia ekarriko luke.

2 HELBURUAK

Proiektuaren helburu nagusia, eraikin baten barrualdea aztertuko duen auto baten diseinua eta eraikuntza gauzatzea dira. Gainera, auto honek eskainitako informazioari esker, aztertutako eraikinaren kartografia eskuratu ahal izango da. Horretarako, autoa bi distantzia sentsorez hornitua egongo da, bat hormarekiko distantzia neurtu ahal izateko eta bestea oztoporik dagoen edo ez jakin ahal izateko. Hori lortzeko, autoak hurrengo puntuak bete beharko ditu ahalik eta zehaztasun handiz. Autoaren diseinua eta inprimaketa

2.1 Autoaren diseinua eta inprimaketa

Autoaren diseinua eta inprimaketa gauzatu beharko dira. Baliteke denbora aurrezteko dagoeneko garatutako diseinu bat erabiltzea, lortutako diseinua autoaren ezaugarriekin bat baldin ba dator. Honekin batera, 3D inprimagailua erabiltzen ikasteaz gain, Cura softwarea landuko da, piezaren ezaugarri ezberdinak zehazteko erabiltzen dena pieza inprimatu baino lehen.

2.2 Funtzionamendu zehatzaren deskribapena

Autoaren funtzionamenduaren deskribapen zehatz bat egin beharko da, muga guztiak aztertuz eta egindako sinplifikazioak azalduz.

2.3 Distantzien neurketa

Hormarekiko distantzia neurtzea. Bi sentsoreen artean egokiena aukeratu beharko da. Horietako batek ultrasoinuak erabiliko ditu distantziak neurtzeko eta besteak, berriz, ultrasoinuak. Behin sentsorea aukeratuta, autoak ibilbide paralelo bat egin ahal izango du eta gelari bira osoa emango dio. Aurrealdeko sentsorea erabilia autoaren aurrealdean dituen hormak edo oztopoak antzeman ahal izango dira eta honi esker ibilbidea zuzendu ahal izango da.

2.4 Datuen eskuraketa

SD txartelean idazketa bat egiten den bakoitzean, autoaren abiadura neurtu beharko da. Honela, idazketa batetik hurrengora autoak izan duen abiadura ezagutu ahal izango da eta abiadura horrekin igarotako denbora.



2.5 Norabidearen zuzenketa

Norabidearen zuzenketa. Horretarako, PID kontroladore bat erabiliko da.

2.6 GPS seinalearen eskuraketa

Segurtasun neurri modura GPS hargailu bat erabiliko da autoan. Honela, autoa eraikinetik irteten baldin bada, GPS seinalea jaso ahal izango du eta erabiltzaileak jakin ahal izango du kotxea non dagoen.

2.7 PCB plakaren diseinua eta inprimaketa

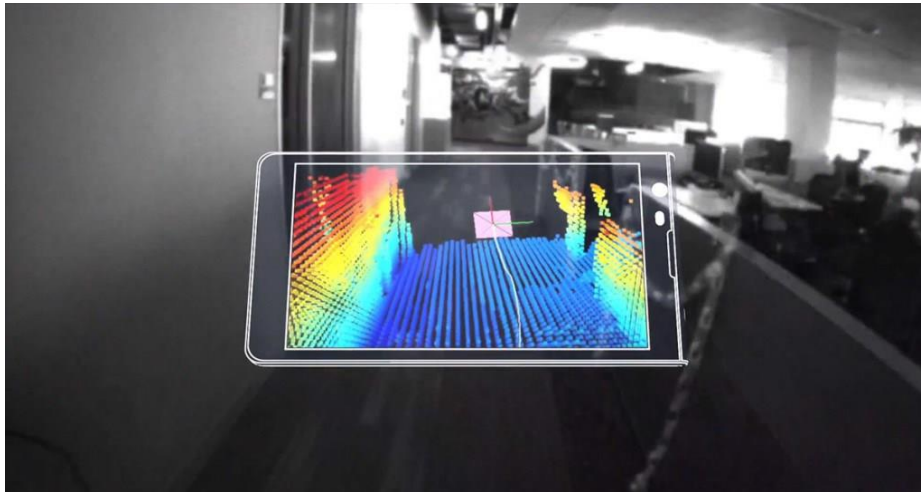
Behin konexio guztiak burututa, PCB (“Printed Circuit Board”) plaka bat diseinatu eta inprimatu beharko da. Honek segurtasun handiagoa eskainiko du kable eta protoboard-arekin konparatuz, konexio guztiak ondo daudela ziurtatuz.

3 AURREKARIAK

3.1 Google-ek garatutako “tango” proiektua:

Google enpresak garatutako plataforma teknologiko bat da non bere helburua gailu elektronikoan (mugikorrek eta tablet-ak batez ere) munduarekiko duten posizio erlatiboa kalkulatzeko den, GPS edo bestelako kanpotiko seinaleak erabili barik. Honi esker, aplikazio garatzaileak eraikinen barneko nabigazioa, 3D mapaketa, espazio fisikoan neurrien hartzea, ingurumenaren azterketa, errealitate areagotua, etab.

ATAP taldeak (Advanced Technology and Projects group) garatutako lehenengo proiektua izan zen, Johnny Lee konputagailu zientzialaria bultzatzaile nagusia izanik. Proiektu horretan murgildu baino lehen, Microsoft-ren “Kinect” proiektuan lagundu zuen baita ere.



1.irudia. Tango proiektua.

Proiektu honetan oinarrituz eta honen teknologia frogatzeko, bi gailu garatu izan ditu Google enpresak, mugikor bat (peanut izenekoa ezagutua baita ere) eta zazpi pulgadetako tablet bat, Yellowstone tableta hain zuzen. Hauetako hiru mila gailu baino gehiago zaldu izan dira 2015eko ekainetik, eraikuntza aplikazioetan interesatuta ikertzaile eta software garatzaileentzat gehienbat.

2016ko urtarrileko CES (Consumer Technology Association) jardunaldian, Google-ek Lenovorekin sortutako lankidetzaren berri eman zuen, honen helburua 2016ko udan 6.5 pulgadetako baino txikiagoa izango litzatekeen mugikor bat merkaturatzea izanik. Aldi berean, bi enpresa hauek gailu hauentzako aplikazioak garatzeko software bat aurkeztu zuten baita ere.



2016ko “Lenovo Tech World” jardunaldian Lenovok azkenik bere helburua lortu zuen, Tangon oinarritutako lehenengo mugikorra merkaturatuz.

3.1.1 Ikuspegi orokorra

Google-en proiektua beste enpresa batzuenekin konparatuz erabat ezberdina da. Gailu honen helburu nagusia, bere posizio eta orientazio erlatiboa kalkulatzeko da modu autonomo baten eta beste gailu batzuen laguntzarik izan gabe. Softwareak hiru funtzio nagusi ditu:

1. Mugimendu miaketa: Ingurumenaren ezaugarri fisikoak aztertuz eta mugikorraren azelerometro eta giroskopia erabiliz, gailuaren mugimenduak grabatzea posible izango da.
2. Ingurumenaren ikasketa: Grabatutako informazio guztiarekin 3 dimentsiotako mapa bat eratzeko izango da, beste Tango gailu batzuekin partekatzeko gai izango dena.
3. Pertzepzio sakona: distantziak, tamainak eta azalerak detektatzeko gai izango da.

Ezaugarri guzti hauek erabiliz, ingurumenaren informazioa sortuko du 6 askatasun graduekin (3 orientazio ardatz eta beste 3 mugimendu ardatz) eta hiru dimentsiotan.

Mugikorrentzako aplikazioak C programazio lengoia eta Java API-ak erabiliko dute informazio hau eskuratzeko denbora errealean. Gainera, API hauen erabilerari esker Tango-ren integrazioa “Unity game engine”-rekin askoz errazagoa izango da eta honek 3 dimentsiotako eta errealtate handituko jokoaren garapena asko erraztuko du. API (Application Programming Interface) hauek Google-en web orrialdean eskuragarri daude.

3.1.2 Tango proiektuaren aplikazio nagusiak

Behin ingurune zehatz bat mapatuta izanik, aplikazio anitz egin daitezke teknologia honekin, denda batetako produktuak aurkitzea errazten duen aplikazio bat, merkatal zentru baten denden kokapena ezagutzeko, etab.

Gainera, garatutako aplikazio hauek era errazean hedatu daitezke Google Play aplikazio denda erabiliz.

3.1.3 Gailuak

Bi izan dira proiektu honen inguruan sortu izan diren gailuak. Alde batetik, zazpi pulgadetako tablet bat eta bestetik tamaina txikiagoko mugikor bat, “The Peanut phone” deitua. Honako hauek dira gailu bakoitzaren ezaugarriak:

The Yellowstone tablet:

- 2014ko ekainean aurkeztua.
- 7 hazbetetako pantaila.
- Nvidia Tegra K1 prozesagailua, lau nukleotakoa eta 2.3GHz-etan.
- 128Gb-etako flash memoria.
- 1920x1080-ko ukipen pantaila.
- 4Mp-etako kamera.
- “Objetivo ojo de pez” motako lenteak objektuen jarraipena egiteko.
- 4G LTE konektibitatea.
- "RGB-IR" kamera koloreentzako.

“Peanut” mugikorra:

- Lehenengo Tango gailua, 2014ko lehenengo laurdenean aurkeztua.



- Qualcomm 800 prozesagailua ,MSM8974 kodearekin ezagutua.
- “Objetivo ojo de pez” motako lenteak objektuen jarraipena egiteko.
- "RGB-IR" kamera koloreentzako.
- “Vision” ikusmen prozesaketa unitateak.
- Errendimendu altuko giroskopio eta azelerometroak.

Ehundaka mugikor izan ziren banatuak Google enpresaren bazkide hurbilenekin, hauen artean unibertitate ezberdinak, aplikazio garatzaileak eta enpresa berriak egonik. 2015eko irailean, Google-ek peanut mugikorrari software bidezko euskarria emateari utzi zion.

3.1.4 Tango proiektua eta nasa

2014ko maiatzean, bi “Peanut” mugikor bidali ziren estazio espazial internazionalera, robot autonomoak garatzeko eta ingurune ezberdinetan ibiltzeko gai izan zitzaten, espazioa barne.

3.1.5 Aplikazioak

Dagoeneko badira aplikazio multzo bat tango-ren garapen kit-arekin erabiltzeko Google Play-n, 19 hain zuzen. Baina duela egun batzuk Google-ek aplikazio berri bat argitaratu du bere aplikazio dendan, proiektuaren izen bera partekatuz, “Tango” hain zuzen.



2.irudia. "The peanut phone" mugikorra.

Aplikazio berri honen helburua teknologia hau erabiltzen duten errealitate areagotuko esperientziak eta adibideak biltzea da. Harritzekoa da beraz, orain arte saldutako tango gailuekin (garapenerako gailuak baitziren garatzaileentzat zuzenduak batez ere) bateragarria ez izatea, laster salduko den Lenovo Phab 2 Pro “phablet”-arekin (6,4 pulgadetako QHD erresoluzioko pantaila bat izango baitu) bakarrik izango baita bateragarria. Produktu honek



atzerapenak izan ditu beraz, aplikazio berri honen argitaraketa Lenovoren produktua laster izango dugula gure artean adierazi ahal izango luke.

Hala ere, lehen esandako moduan badaude aplikazio batzuk eskuragarri. Lowe, Phantogeist, Raise eta Woorld adibidez beste batzuen artean.

3.2 Csiro erakundearen “zebede” proiektua:

CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) erakundeak sortutako eskuzko laserra ingurune zailtako 3D mapak sortzeko. Eskuzko laserra denez, gizakiaren laguntza behar du ingurune baten mugitu ahal izateko. Gainera, ez da GPS seinalean oinarritzen beraz aplikazio zientifiko eta komertzial askotarako egokia izan daiteke.

Orain arte, 3D mapen sorkuntza nahiko zaila eta garestia zen, gailu honi esker prozesu hau asko erraztu eta merkeagotu da eta ondorioz, enpresa askok beraien produktibitatea handitu ahal izan dute.

Beraz, gailu hau erabat autonomoa da, izan ere, lehen aipatutako moduan ez du GPS seinalearen beharrik 3D mapaketa gauzatzeko. Laser bidezko sentsoreak erabiltzen ditu elementuen posizioa, tamaina eta azalera ezberdinak ezagutzeko. Langilea mapatu beharreko eremutik doan bitartean, “zebede”-k hiru dimentsiotako mapak sortzen ditu, etengabe ingurunea eskaneatuz. Sentsoreak goialdean daude kokatuta, malguki baten gainean hain zuzen, eta hau zabukatzekoan neurriak hartzen dira.

Bere ezaugarriei esker, eraikinen barrualdean, lur azpian, kanpoaldean eta eremu txikietan erabili daiteke, ondorioz meatzetan erabiltzeko proposa da.

Mapaketa sistema mota honek honako abantailak ditu: oso eramangarria dela, efizientzia datuak eskuratzeko orduan, zehaztasun handia GPS gabekoa inguruetan batez ere, eskaneatzeko abiadura eremu zabaletan eta datuen prozesaketa automatikoa.

Hala ere, guk proposatutako sistemaren aldean baditu bere eragozpenak ere. Alde batetik ez da guztiz autonomoa, gizakiaren beharra du eremu zabal bat eskaneatzeko. Honek desabantaila handia suposatu dezake eskaneatu beharreko ingurunea arriskutsua denean. Bestetik, alde ekonomikoari erreparatuz langile horren soldata kontutan izan beharko genuke ere, proiektu osoaren prezioa garestituz.

3.3 MIT unibertsitateak garatutako proiektua

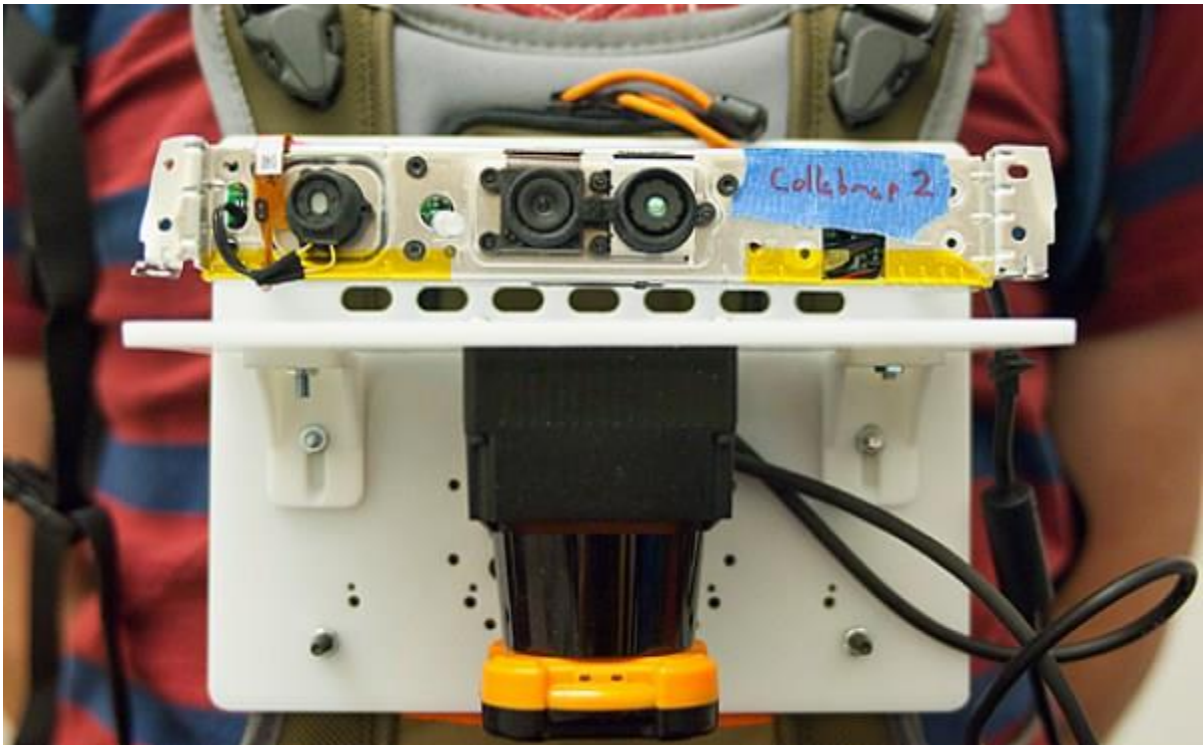
Eraikinen barrualdeko geolokalizazioaren garapenarekin aukera berri asko agertu dira mugikorren munduan. Honek aplikazio berri askoren sorkuntza, edo beste batzuen garapena ekarri du Google Maps-en 6.0. bertsioa adibidez, ezaugarri nagusia eraikinen barrualdean eskaintzen duen funtzionamendua izanik. Hala ere, oraindik ere ez dira asko funtzio hau eskaintzen duten eraikinak.

Horregatik, eraikinen barrualdeko mapen sorkuntzen beharra gero eta nabarmenagoa da, batez ere, tamaina handiko eraikin publikoetan, aireportuetan edo zentro komertzialetan adibidez. MIT unibertsitateko ikasleak honen beharraz konturatu dira eta sistema bat garatu dute ingurune itxiko mapa bat sortzeko denbora errealean, beste funtzio bat emanez mota honetako aplikazioei, suhiltzaile talde bat kokatzeko adibidez istripu bat dagoenean.

Sistema hau era automatikoan egiten du lan baita ere, aurrekoak bezala, baina eskuzko gailu bat izan beharrean, txaleko itxurako jantzi bat da, bertan gailuak kokaturik dituena. Gailu hauen artean



Microsoft konpainiako “Kinect” sistema bat aurki dezakegu (Kinect gailuak irudiak hartzeaz edota objektuen sakonera kalkulatzaz arduratzen da).



3.irudia. MIT unibertsitateak garatutako proiektua.

Horrez gain, laser bidezko neurgailu (telemetro) bat du, hormen posizioa eta itxura detektatzeko. Produktu honen helburua ahalik eta informazio gehien eskuratzea da, 270°-tako zabalerarekin, eta haririk gabeko era baten transmitzea ordenadore batera mapak sortu ditzan denbora errealean eta mapaketa egiten ari den erabiltzailea detektatuz. Teknologia horiekin batera, azelerometroak eta giroskopioak ere baditu, erabiltzailearen mugimenduei buruzko ahalik eta informazio gehien ezagutzeko eta laserraren neurketak zuzentzeko mugimendu ezberdinak gertatzen direnean. Barometro bat du ere, erabiltzailearen altuera aldatzen denean adibidez pisu bat igotzerakoan, presioaren aldakuntza neurtzeko eta altuera aldaketa detektatu ahal izateko.

Kinect gailuaren funtzio nagusia, irudiak hartzeaz gain kamerekin ordenagailura bidaltzeko, objektuen itxura detektatzeko erabiltzen da eta informazio hau telemetroarekin konbinatuz, eremuaren mapa eraiki daiteke.

Beraz, izan ditzakeen aplikazioak ikusita argi dago segurtasun arloan abantaila asko eskaini ditzakela, horregatik ideia nagusia sistema garatzea izango litzateke elementuak txikiagotzeko eta gailu osoa eramangarriagoa egiteko. Horrela, larrialdi talde sistema honekin hornitu ahal izango litzateke. Hala ere, proiektuaren finantzaketa nagusia Estatu Batuetako itsas armadako ikerketa bulegotik dator, beraz ez litzateke harrizkoa izango tropa militarrei sistema honekin hornitu nahi izatea.

Helburu nagusia lorturik, azaldutako bezala MIT unibertsitateko ikasleak sistema txikiagotzen saiatuko dira eta funtzionamendua ahalik eta gehien hobetzen. Horrela, sistema osoaren erabilgarritasuna hobetuko da eta leku gehiagotan inplementatu ahal izango da.



4 PROIEKTUAREN EKARPENAK AURREKARIEKIKO

Aurreko proiektu guztiekin konparatuz, guztiak dute langile edo erabiltzaile baten beharra funtzionatzeko, eremu zabal baten mapa bat osatzeko batez ere. Zentzu honetan gure gailua egokiagoa izango litzateke hauek guztiak baino, batez ere eremu arriskutsuetan.

Meatzetan adibidez, “grisu gasa” aurkitu daiteke, karbonoarekin batera sortzen baita. Gas honen %90a metanoa da eta heriotza sortu dezake edota eztanda egin sugarrak egon gabe. Honelako baldintzetan, garestia izateaz gain, langilea segurtasun osagaiekin hornitu behar delako, oso arriskutsua izan daiteke. Horregatik, istripu baten aurrean izandako kalteak askoz onargarriak izango lirateke guk proposatutako sistema erabilia aurreko gailuak erabilia baino.

Desabantailetakoa bat, ingurunea erabat onargarria izan beharko dela autoaren funtzionamendu zuzenerako izan daiteke. Hala ere, hainbat aldaketa egin ahal izango lirateke baldintza okerragotan funtzionatu ahal izateko (autoaren altuera edo motorren potentzia handitu oztopo handiagoak gainditzeko) baina kontutan izan beharko litzateke pisu gehiago gehituz gero, autoaren autonomia okertuko litzatekela. Gainera, eraikin baten erabiliz gero, langile baten beharra izango luke pisuz aldatzeko.

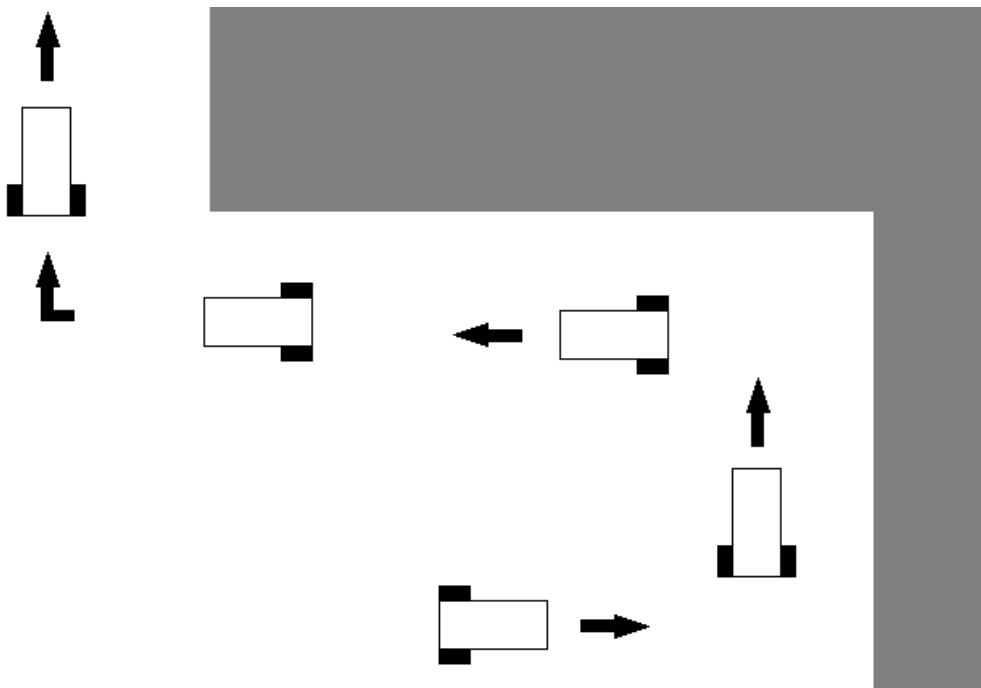


5 FUNTZIONAMENDU OROKORRAREN DESKRIBAPENA

Helburu nagusia funtzionamendu autonomo bat edukitzea izanik, funtzionamendu lehenetsia hurrengoia izango litzateke: behin autoa solairu baten utzita, autoak zuzen egingo du horma bat aurkitu arte. Hurbilketa hau bi modutan gauzatu daiteke, alboko sentsorearekin horma detektatuz lehenengo edo aurreko sentsorearekin detektatuz. Alboko sentsorearekin detektatzen bada lehenago, kotxea funtzionamendu paraleloarekin hasiko da. Aurrealdeko sentsorearekin detektatzen bada arinago ordea, autoa ezkerrean biratuko du horma saihestu arte. Behin horma saihestuta funtzionamendu paraleloarekin hasiko da baita ere.

Behin funtzionamendu paraleloarekin hasita, bi aukera ezberdinekin aurkituko da berriz ere. Lehenengo egoera posiblea horma bat aurkitzea izango da. Kasu honetan, aurrekoan bezala, kotxeak ezkerrean biratuko du hormarekiko norabide paralelo bat burutzeko berriz ere. Bigarren aukera, kantoian batekin topatzea izango da. Funtzionamendua kasu honetan apur bat konplexuagoa izango da. Autoak hurrengo faseak bete beharko ditu egoera hau gainditzeko: behin horma desagertu dela detektatzen den unetik, hogeitazentimetro jarraitu beharko du zuzen hormatik aldentu ahal izateko. Distantzia hau tenporizadore batekin kontrolatuko da, hau da, kotxea denbora jakin bat mugiaraziko da denbora tarte batean sentsoreen informazioa kontutan izan gabe. Behin hormatik aldentuta, 90 gradutako bira bat egin beharko du eskumarekin, ondoren ibilbide paraleloarekin jarraitzeko berriz ere horma berriarekiko. Aurreko pausuetako baten ez-zehaztasunik izanez gero, hurrengo pausuetako funtzionamendua konpondu beharko luke. Adibidez, suposa dezagun eskumara bira egiterakoan, 90 gradu egin beharrean 95 egiten dituela. Kasu honetan ibilbide paraleloarekin hasiko litzateke hasierako errore bat izanik eta PID kontrolagailuak hasieratik hasi beharko litzateke lanean.

Aurreko pausua behin eta berriz burutzuz, kotxeak gela osoari bira emango dio datuak sd txartelean gordez. Hurrengo irudian ikus daiteke autoak egin beharreko bi bira mota nagusiak:



4.irudia. Proiektuaren funtzionamenduaren deskribapen zehatza.



Hortaz, kotxearen eta hormaren arteko distantzia konstantea izango da eta eskumarako birak egiterako orduan ahalik eta zehatzen mantendu behar da distantzia hori.

Horrez gain, *segurtasun* aldetik gailua hobetzeko, GPS hargailu bat izatea erabaki da. Honen funtzioa autoa aurkitzea izango da galdu izanez gero, adibidez eraikinetik aterako balitz, autoaren posizioa jakin ahal izango genuke, autoaren koordenatuak izango baigenituzke.

6 OSAGIAK ETA ALTERNATIBAK

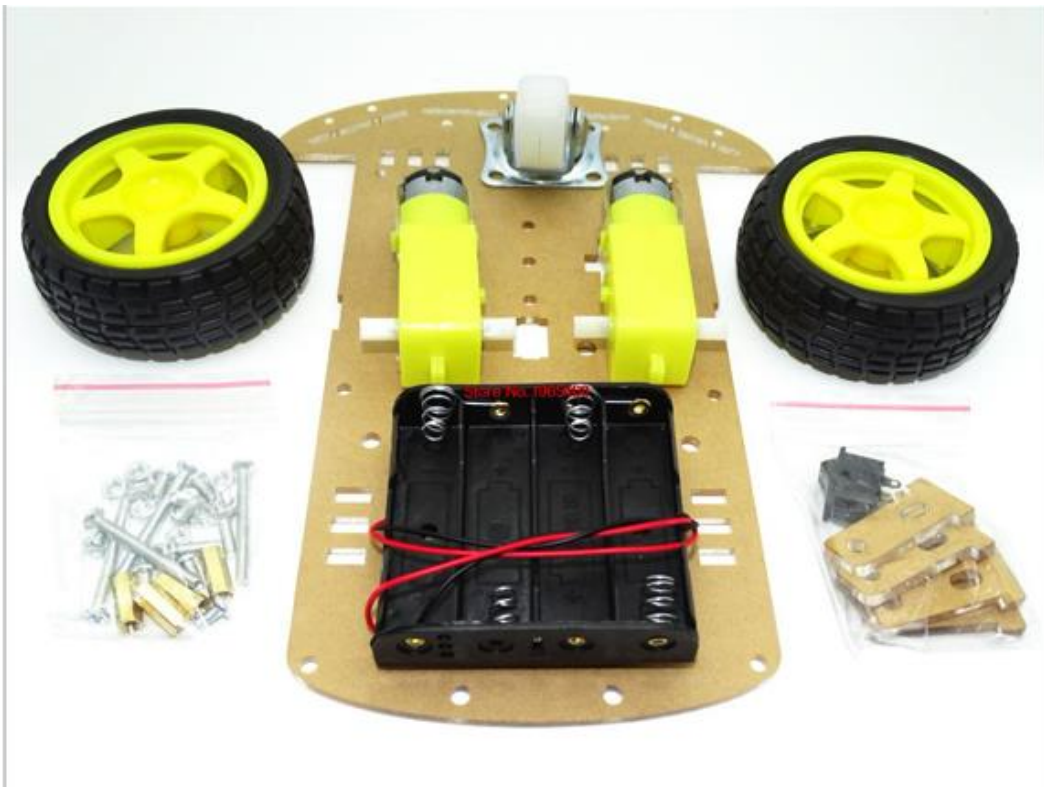
Autoaren funtzionamendua egokia izateko, honako osagai hauen beharra izan dugu:

6.1 Egitura

Egiturari dagokionez bi aukera planteatu dira. Alde batetik, egitura osoa eta honekin batera datozen elementu guztiak (bi motor, gurpil eragileak, motorrentzako euskarriak, aurrealdeko gurpila eta elementu guztiak finkatzeko erabiltzen diren torlojuak) zuzenean erostea edo bestetik, autoaren egitura nagusia unibertsitateko 3D inprimagailuarekin inprimatzea. Lehenengo aukera esfortzu txikiagoa eskatzen du, izan ere egitura osoa jadanik diseinatuta dago erabiliko diren osagaiekin erabili ahal izateko. Bera, egin beharreko lan bakarra pieza guztiak muntatzea izango litzateke. Bigarren aukerak aldiz, nahiz eta denbora gehiago eskatu, 3D inprimaketaren prozesu guztia ikastea ahalbidetzeaz gain, egitura gure beharretara diseinatzea baimentzen du.

Gainera, gaur egun ehundaka garatutako diseinu aurkitu daitezke interneten eta askotan ez dago diseinatu beharrik. Formatu ezberdineko ehundaka diseinu eskaintzen dituzten web horri asko daude eta erabiltzeak diseinua aukeratu besterik ez du egin behar.

Hurrengo irudian ikus daitezke lehenengo aukerak eskaintzen dituen osagai guztiak:

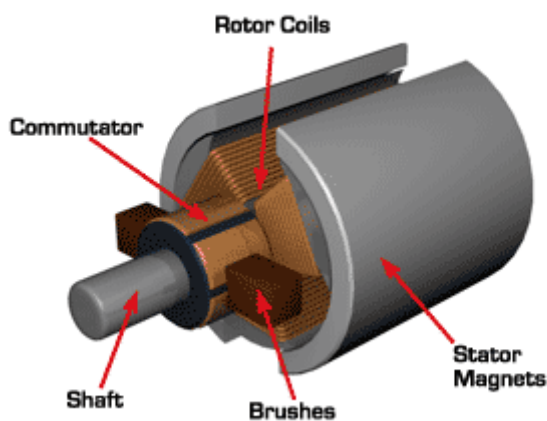


5.irudia. Autoaren egitura eta osagaiak.

6.2 Motoreak

Mota askotako motoreak aurkitu daitezke merkatuan, trifasikoak, korrante alternokoak, potentzia handiko motore industrialak, ardatzaren posizioa kontrolatu dezaketen serbo-motoreak edo korrante zuzeneko motoreak adibidez.

Erabiliko den elikadura iturria, korrante zuzenekoak izango denez, korrante zuzeneko motore bi erabiltzea erabaki da. Honako osagai hauek osatzen dute mota honetako motore bat:



“Shaft” biraketa ardatza izango da, “brushes” motorraren eskuilak, erroreko harilkatueta (“Rotor coils”) korrantea induzituko dituztenak. Estatoreak sortu beharreko eremu magnetikoa sortzeko, imanak erabiltzen dira. Motoreak sortutako biraketa pareta, imanak sortutako eremu magnetikoari eta korrantea induzitutako espira kopuruari proportzionala izango da.

6.irudia. Korrante zuzeneko motorra eta honen osagaiak.

6.3 Mikro-kontrolagailua

Mikro-kontrolagailua proiektu osoaren atalik garrantzitsuena dela esan daiteke. Mikrorik gabe ezingo litzateke motorren portaera kontrolatu, sentsoreek eskainitako informazioaren arabera. Horregatik, oso garrantzitsua da aukera guztiak aztertzea eta proiektuak dituen beharretara hobeto moldatzen den mikroa aukeratzea.

Kontutan izan beharreko ezaugarriak garrantzitsuak hurrengoak dira:

- Kontsumoa. Aukeratutako mikroa kontsumo txikiko mikro bat izan behar da autoaren autonomia ahalik eta handiena izateko. Kasu honetan, gehien kontsumituko duten osagaiak motorrak dira.
- Tamaina. Gero eta txikiagoa izan, orduan eta pisu txikiagoa izango du gailu osoak. Gainera, beste elementuak egitura nagusian kokatze leku gehiago izango du autoak.
- Potentzia. Datuak ahalik eta azkarren prozesatzeko eta idazketa arinak egiteko, komenigarria da CPU-aren erloju-abiadura maiztasun handikoa izatea. Hala ere, potentzia handiak kontsumo handiagoa dakarrela argi dago, beraz, oreka puntu bat topatu beharra dago ezaugarri hauen artean.
- Interfazeak. Mota ezberdinetako osagaiak edo moduluak konektatzeko, konexio horiek ahalbidetuko dituzten portu ezberdinak behar dira.
- Kostua.



Marka askotako mikro-kontrolagailuak aurkitu daitezke merkatuan gaur egun, horietako asko oso ezagunak. Arduino markakoak adibidez, oso erabiliak dira eta informazio asko dago hauen inguruan. Aztertuko diren mikroak hurrengoak dira: Arduino Uno. Arduino Pro Mini-a eta Raspberry markako Pi Zero modeloa. Lehenengo biak, antzeko ezaugarriak dituzte hardware aldetik. Azkena, berriz, potentzia handiagoko mikro bat da.

6.3.1 ARDUINO UNO

Arduino Uno txartela elektronikaren eta programazioaren munduan berriak diren erabiltzaileentzat aproposena dela esan daiteke, izan ere, arduino plataformako erreferentzia modeloa da. Alde batetik eskaintzen dituen erraztasunengatik eta bestetik Interneten aurkitu daitekeen informazio guztiagatik. Modu errazean konektatu daiteke ordenagailura programatu ahal izateko eta ez dago konexioak soldatu beharrik zokaloak baititu kableak zuzenean konektatu ahal izateko.

A-B motako USB kable bat besterik ez da behar erabiltzailearen programak txartelera igotzeko, gainera kable honen bidez txartel osoa elikatu ahal izango da. Hala ere, kanpotik elikadura iturri bat erabili daiteke muntaia elikatuzeko. Kolore berdeko LED baten bidez adierazten da txartela elikatuta dagoela.



7.irudia. Arduino markako Arduino Uno txartela eta programatzeko erabiltzen den kablea.

Gainera, instalatzailea erabiltzen bada Windows-en instalatzeko txartelaren driver-ak era automatikoan instalatuko dira.

Honako hauek dira txartelaren ezaugarri teknikoak:



Taula 1. Arduino Uno txartelaren ezaugarriak.

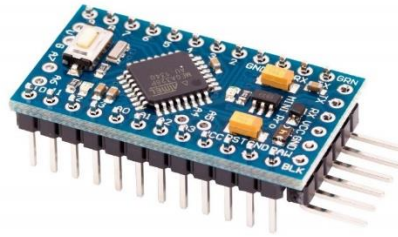
Mikro-kontrolagailua	ATmega328P
Funtzionamendu tentsioa	5V
Sarrera tentsioa (gomendatua)	7-12V
Sarrera tentsioa (maximoa)	6-20V
I/O pin digitalak	14
I/O pin digitalak (PWM-rekin)	6
Sarrera analogikoak	6
I/O korronea pinetan	20 mA
3.3V-eko pineko korronea	50 mA
Flash memoria	32 KB (ATmega328P) Horietako 0,5KB bootloader-ak erabiliak
SRAM	2KB (ATmega328P)
EEPROM	1KB (ATmega328P)
Erloju abiadura	16MHz (8Mhz 3,3V-eko modeloan)
LED	13.pinari konektatuta
Luzera	68.6 mm
Zabalera	53.4 mm
Pisua	25

6.3.2 ARDUINO PRO MINI

Bere anai nagusiarekin konparatzen bada (Arduino Pro kasu honetan), ezaugarri berdinak eskaintzen ditu (Serie USB-TTL bihurgailua alde batera utzita) baina tamaina askoz txikiago baten. Konexioak egokiak izan daitezen kableak soldatu beharra dago, bestela arazoak sor daitezke eta kodea igo ahal izateko bihurgailu baten beharra dago. Honela tamaina oraindik gehiago ere txikiagotu daiteke eta beste osagaien antolamendua asko errazten da.

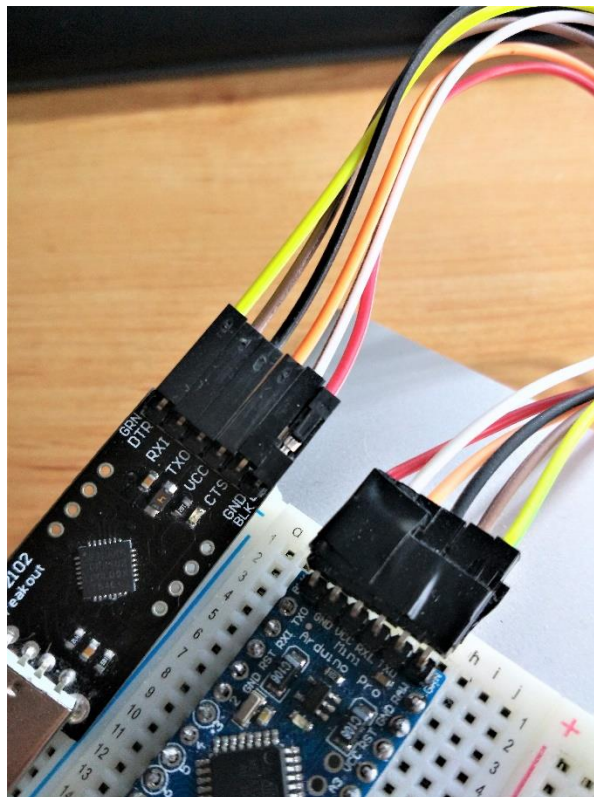
Arduino Uno-k duen mikro-prozesadore berdina tu, baina bi bertsio aurkitu daitezke 3,3 edo 5V-takoa. Lehenengoak erloju abiadura baxuagoa du, 8 MHz hain zuzen, handiak 16 MHz dituen bitartean. Pinen eta osagaien banaketa berdina da bi bertsioetan, hala ere programatzerakoan softwareari argitu behar diogu horietako zein erabiltzen ari garen.

14 sarrera/irteera digital ditu, horietako 6 PWM irteera bezala erabili daitezkeenak (gure kasuan 9. eta 10. pinak erabili ditugu H zubira bidaltzeko), 6 sarrera analogiko, barne resonatzaile bat, reset botoi bat eta pinen bidez kanpotiko osagaiak konektatzeko zuloak.



8.irudia. Arduino Pro Mini txartela.

Mikro honekin batera, programatzaile baten beharra izan da, izan ere, mikro honek ez du konektorerik txartela programatzeko zuzenean eta USB-UART-rako egokitzaille bat erabili behar da, Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge osagaia hain zuzen . Egokitzaille hau, irudian ikus daitezkeen eskumako pinetara konektatuko litzateke mikroa programatzeko hurrengo irudian ikus daitezkeen konfigurazioa jarraituz:



9.irudia. PC2102 USB UART-rako egokitzaillea.



6.3.2.1 Elikadura

Txartela elikatzeke FTDI markako Serie USB-TTL kable bat erabili daiteke (goialdeko pinetara konektatuko litzatekena), kableak zuzenean konektatuta pinetara protoboard bat erabiliz adibidez edo erregulatutako 3,3V/5V-eko tentsioarekin Vcc pinean (bertsioaren arabera). Nahiz eta 3,3V baino handiagoa den tentsio batekin elikatuz 3,3V-eko bertsioa ez litzateke izorratu behar, izan ere, tentsio erreguladore bat dauka. Beraz, erregulatu gabeko tentsioak konektatzen badizkiogu mikroari “RAW” pina erabiltzen ari garela ziurtatu beharko gara, eta ez Vcc pina. Laburtzeko, elikadura pinak hurrengoak dira:

- RAW: Erregulatu gabeko tentsio batekin elikatzen dugunean mikroa.
- Vcc: Erregulatutako 3,3 edo 5V-etako tentsioa.
- GND: masarekiko erreferentziatzeko.



10.irudia. FTDI kablea.

6.3.2.2 Memoria

ATmega328 prozesadoreak 32kB-etako flash memoria bat du kodea gordetzeko (horietako 0.5kB bootloaderrak erabiltzen ditu). Flash memoria hegazkorra denez, behin kodea txartelera pasatuta nahiz eta mikroa elikadura barik geratu ez da berriro ere programatu behar, kodea memorian mantenduko dalako. SRAM-eko (Static RAM) 2kB ditu eta EEPROM (Electrically erasable programmable read-only memory) motako 1kB, idatzi eta irakurri daitezkenak EEPROM liburutegia erabiliz.

6.3.2.3 Sarrerak eta irteerak

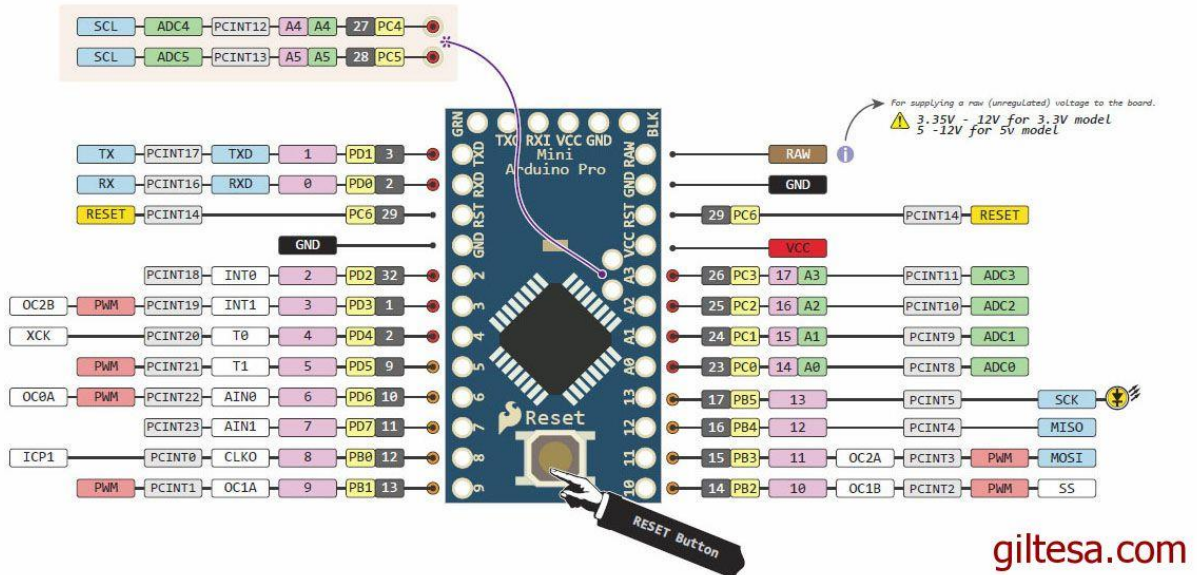
Txartelak dituen 14 pin digitalak sarrera edo irteera moduan erabili daitezke, “pinMode”, “digitalWrite” eta “digitalRead” software bidezko instrukzioa erabiliz. 3,3 edo 5V-etan egingo dute lan (modeloaren arabera). Pin bakoitzak 40mA-tako korrante maximoa jasan dezake eta barne pull-up erresistoreak dituzte (deskonektatuta) 20-50 kOhms-etakoak. Gainera pin batzuk funtzio berezi batzuk dituzte:

- Serie: 0(RX) eta 1(TX). RX jasotzeko eta TX TTL informazio seriea bidaltzeko. Pin hauek 6 pinetako goiburuko TX-0 eta RX-1 pinetara konektatuta daude.
- Kanpo etendurak: 2 eta 3. Pin hauek tentsio maila baxu baten, goranzko edo beheranzko ertz baten edo balio aldaketa baten etendura bat sortzeko konfiguratu daitezke. Horretarako “attachInterrupt” funtzioa erabiliko da. Funtzio honen sintaxia:
 - attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(pin), ISR, mode); ---
 - Pin: pinaren zenbakia.
 - ISR: Etendura gertatzen denean deitu beharreko etendura zerbitzu errutina.
 - Etendura noz abiatu behar den definitzen du.
- PWM pinak: 3,5,6,9,10 eta 11. 8 biteko PWM seinale bat sortu dezakete “analogWrite” funtzioa erabiliz.



- SPI: 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK). Pin hauek SPI komunikazioa jasaten dute. Nahiz eta komunikazio mota hardware bidez onartuta dagoen, ez dago Arduino lengoaiaren barne.
- LED: 13. 13.pinera LED bat konektatu dago konektatuta. Pinak balio altua duenean, LEDa piztuta dago eta balio baxua duenean itzalita.

Pro Mini-ak 8 sarrera analogiko ditu, bakoitzak 10 biteko erresoluzioa eskainiz (hau da, 1024 balio ezberdinetako erresoluzioa). Pin hauen kokapena hurrengoa da:



11.irudia.Mikroaren pinen konfigurazio ezberdinak.

Pin hauek masatik Vcc-rainoko tentsioa neurtuko dute. Gainera pin batzuk funtzio bereziak dituzte:

- I2C (“Inter-integrated circuit”) bidezko komunikazioa eskaintzen dute “Wire” liburutegia erabiliz.
- Reset pina. Maila baxuko seinale bat bidaltzen du mikro-kontrolagailua erresetatzeko. Normalean reset botoi bat konektatzeko erabiltzen da pin hau.

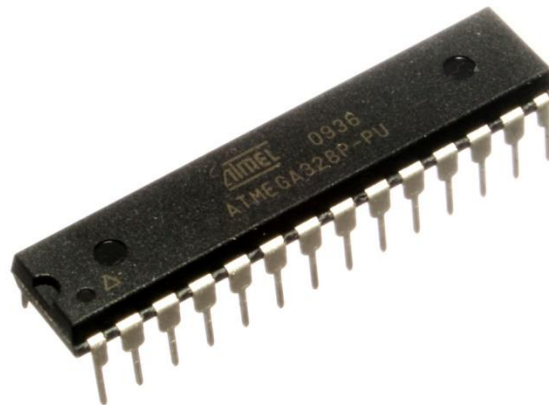
6.3.2.4 Komunikazioa

Arduino Pro Mini-ak zenbait erraztasun eskaintzen ditu ordenadore, beste arduino edo beste mikro-kontrolagailu batzuekin komunikatzeko. ATmega328 mikroprozesadoreak adibidez, UART TTL komunikazio seriea eskaintzen du, 0 (RX) eta 1 (TX) pin digitaletan eskuragarri dagoena. Gainera, lehen aipatutako moduan, softwareak “serial monitor” baliabidea eskaintzen du baita ere testu erako datuak bidaltzeko eta jasotzeko arduino plakatik USB konexioa erabiliz.

Horrez gain, pin digitalak erabili ditzakegu komunikazio serierako “SoftwareSerial” liburutegia erabiliz. ATmega328 prozesadoreak I2C eta SPI busen bidezko komunikazioak jasaten ditu. Gainera beste liburutegi bat (“Wire library”) erabili dezakegu I2C bus-aren erabilera sinplifikatzeko.



6.3.2.5 Prozesadorea



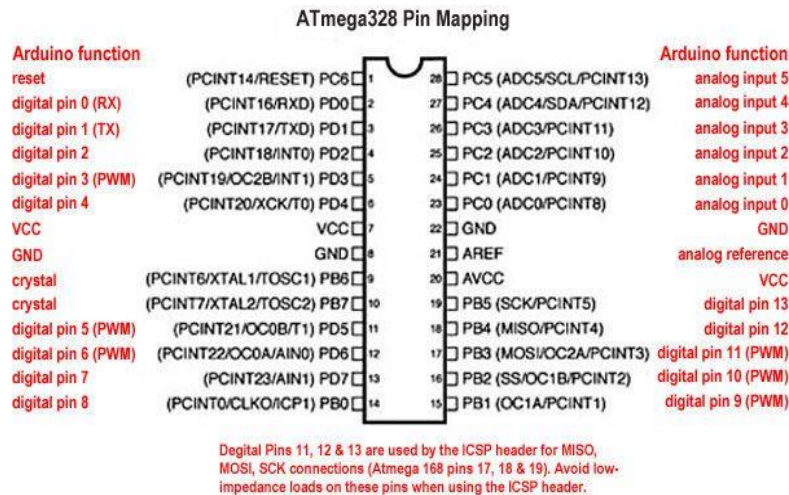
12.irudia. ATmega328p prozesadorea.

Aurreko atalean aipatutako komunikazio baliabideak erabiltzen dituzten pinak ikus daitezke irudi honetan.

Mikro-kontrolagailu honek 28 pin ditu, horregatik beste mikro batzuetan gertatzen den moduan pin bakoitzak funtzio bat baino gehiago izango ditu erabilitako konfigurazioaren arabera.

ATmega328-ak erregistro ezberdinak ditu eta erregistro hauetako batzuk sarrera/irteerako portuekin erlazionatuta egongo dira. Portu bakoitzak izen berezi bat du eta bere erregistro elkartuak, mikro honek adibidez, B, C eta D portuak ditu eta hauetako bakoitzak pin kopuru ezberdina du. 8 pinak dituen portu bakarra, D portua izango da. Honako hau 28 pineko PDIP enkapsulatuaren murrizketa bat da eta ez mikro-kontrolagailuarena, 40 pineko PDIP-ak adibidez 8 pinetako lau portu baititu.

Gainera, pin bakoitzak funtzio ezberdinak izan ditzake, PWM (“Pulse-Width Modulation”) seinaleak sortzeko, ADC (Analogiko-digital) bihurtetarako, B portuko 6. eta 7. Pinak kristalezko oszilagailuaren sarrera dira eta C portuko 6.pina berrabiarazte botoiari dagokio. Hurrengo irudian ikus daitezke pin bakoitzak dituen funtzio ezberdinak:



13.irudia. ATmega328 mikroaren pinen funtzio ezberdinak.

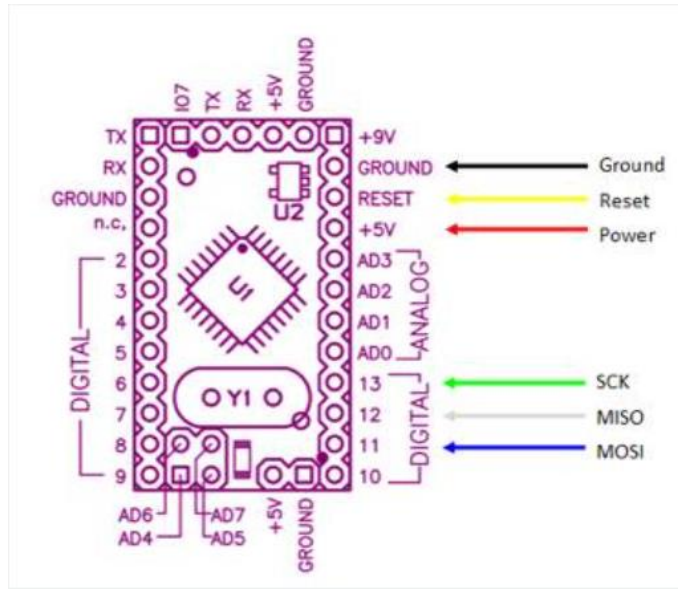
6.3.2.6 Programazioa

Arduino Pro Mini txartela programatzeko Arduino softwarea erabiliko da. Berez ATmega328 mikroa “bootloader” bat dauka aurre-instalatuta. Bootloader-a arduino txartela pizterakoan edo erreseateatzerakoan exekutatu litzatekeen programa bat besterik ez da. Programa honen funtzioa Arduino softwareari itxarotea da kode berri bat jaso arte, ondoren txartelaren memorian instalatuko duena. Funtzio hau oso garrantzitsua da, izan ere, normalean gailu berezi bat behar izaten da arduinoa programatzeko. Programa txiki honi esker txartela programatu ahal izango dugu USB kablea bakarrik erabilia.

Beraz kanpotiko hardware bidezko programatzaileak erabili gabe programatu ahal izango dugu txartel eta komunikazioa STK500 protokoloaren bidez gauzatzen da (Erref: <http://www.atmel.com/Images/doc2525.pdf>). Baina jatorrizko bootloader-a erabili beharrean programatzeko, kanpotiko programatzaile bat konektatu ahal izango genuke txartelera. Horretarako hurrengo osagaiak beharko genituzke:

- ISP (In System Programming) bat, ICSP (In-Circuit Serial Programming) bezala ere ezagutua. Honela bootloaderraren bidez ezingo bagenu programatu, erreminta hau erabili ahal izango genuke.
- 6 kable.
- 12 pinetako konektore bat.
- 3 pinetako 2 konektore.
- 8 AVR Studio software –a.

Kableak konektatzeko hurrengo eskema jarraitu beharko litzateke:



14.irudia. ISP bat konektatzeko erabili beharreko konfigurazioa. Iturria: <https://www.arduino.cc/en/Hacking/MiniBootloader>

6.3.2.7 Etendurak

Denbora errealeko aplikazio bat garatzeko beharra dagoenean, etendurak erabiltzea da aukerarik egokiena. Etendura bat gertatzen den momentuan, kodearen exekuzioa eten egingo da eta ISR-a (Interrupt Service Routine) exekutatu da segituan. Honek abantaila bat suposatuz dezaie aplikazio askotan, izan ere, kodea erabiltzaileak ezarritako momentu jakinetan exekutatu da baita. Hala ere, etendura hauek erabat arriskutsuak dira programa nagusiaren exekuzioa eteten baita eta erabilitako ISR-ak duen kodearen arabera denbora gehiago beharko da exekuzioa programa nagusia itzul dadin.

Horrez gain, kanpotiko seinaleen bidez etendurak sortu ditzakegu txartelaren pin konkretu batzuk erabilita. Arduino pro mini txartelean adibidez 2 eta 3.pinak erabili ditzakegu etendurak sortzeko.

Board	Digital Pins Usable For Interrupts
Uno, Nano, Mini, other 328-based	2, 3
Mega, Mega2560, MegaADK	2, 3, 18, 19, 20, 21
Micro, Leonardo, other 32u4-based	0, 1, 2, 3, 7
Zero	all digital pins, except 4
MKR1000 Rev.1	0, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A1, A2
Due	all digital pins
101	all digital pins

15.irudia. Mikro bakoitzaren etendura pin ezberdinak.

Txarteleko 2. pina adibidez, enkoderraren irteerara egongo da konektatuta abiadura kalkulatu ahal izateko etenduren bidez.

6.3.2.8 Software bidezko reset automatikoa

Botoia sakatzeaz gain, aduino hau software bidez txartela erreseteatzeko ere dago diseinatuta ordenadore bati konektatuta dagoen bitartean. Bururakoaren sei pinetako bat, mikroak duen reset pinera dago konektatuta, 100 nF-tako kondentsadore baten bitartez.



Bururakoaren pin hau “USB to Serial” egokitzailearen pin batera dago konektatuta, RTS pinera hain zuzen(FTDI kablea erabiliz gero. Sparkfun egokitzailea erabiltzen badugu, berriz, DTR pinera egongo da konektatuta).

Pin hau aktibatzen denean (maila baxuan aktibatua), reset seinalea aktibatuko da mikroa erreseteatu arte. Funtzio honi esker, ez da mikroa eskuz erreseteatu behar botoia sakatuz kode berri bat igotzen den bakoitzean; nahikoa da arduino softwareko igotzeko botoia sakatuta, izan ere, ordenagailuak bidaliko du reset seinalea mikroari. Honela, bootloader-aren time-out-a (denbora muga) txikiagoa izan daiteke, reset seinalearen bidalketa hobetu koordinatuko delako programaren igoerarekin.

Konfigurazio honek badu desabantaila bat ere. Mikroa MAC OS X edo Linux sistema eragileak dituzten ordenagailu batera konektatzen dugun bakoitzean (USB portua erabilia) erreseteatuko da.

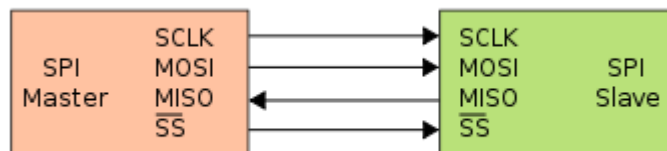
Hurrengo segundo erdian bootloader-a exekutatu da arduino pro mini-an. Mikroa programatuta dago txarto eratutako kodea kontutan ez hartzeko, beraz konexioa ireki ondoren txartelera bidaltzen diren lehenengo datuak antzemango ditu. Gainera arduino softwareak segundo bat inguru itxarongo du konexioa zabaltzen denetik lehenengo datuak txartelera bidaltzen diren arte.

6.3.2.9 SPI Komunikazioa

SPI (Serial Peripheral Interface) busa

SPI busa komunikazio estandar bat da, ekipo elektronikoetako zirkuitu integratuen artean informazioa transmititzeko erabiltzen dena gehienbat. Bus honi esker, erloju baten bidez erregulatutako serie bit fluxu bat jasan dezakeen ia edozein ekipo elektroniko kontrolatu dezakegu, komunikazio sinkrono bat baita.

Serie komunikazio bat aukeratzeko orduan hainbat ezaugarri izan behar dira kontuan. Beharrezko hardwarea sinplifikatu litzateke komunikazio paralelo batekin alderatuz, izan ere, bus paraleloetan hari bat erabiltzen da bit bakoitzeko. Hala ere, banda zabalera murriztagoa da eta paralelo-serie eta serie-paralelo bihurketak beharrezkoak dira.



16.irudia. SPI komunikazioaren diagrama.

Sinkronoa denez, erlojurako hari bat erabiltzen du (SCKL deiturikoa), beste bi hari datuen transmisiorako (MOSI irteerako datuentzako eta MISO datuak jasotzeko) eta morroia aukeratzeko beste pin bat “chip select” deiturikoa, guztira 4 hari. MOSI Master Out – Slave in esan nahi du, hau da, maisuak datuak bidaltzen dizkio morroiari. MISO hitza aldiz, Master In – Slave Out, maisuari datuak bidaltzen dizkiogunean erabiliko da.

Aipatu beharra dago gailu-morroia aukeratzeko lerro-kopurua handituz doala konektatutako txip-kopurua handitu ahala. Maisu bat baino gehiago izan badaiteke ere, oso konfigurazio arraroa da.

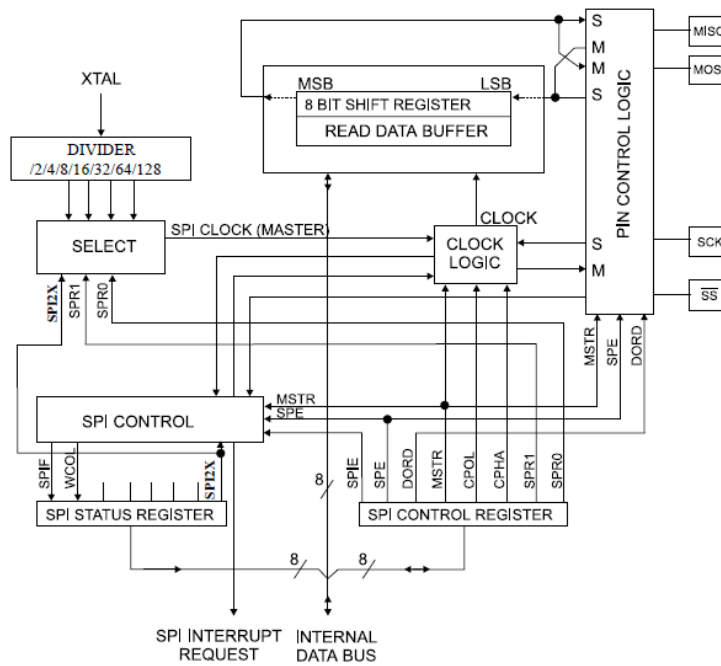


SPI komunikazio protokoloa:

- Komunikazio-protokoloa ez dago guztiz zehaztuta.
- Eskuarki 8 biteko informazio-paketeak transmititzen dira, garrantzi handieneko bita (MSB) edo garrantzi txikieneko (LSB) izan daiteke bidalitako lehenengo bita.
- Hartzailea (morroia) aukeratzeko, dagokion \overline{SS} seinalean zero logikoa jarri behar da.
- Bitak erlojuarekin sinkronizatuta bidaltzen dira bata bestearen atzetik.
- 7 bit transmisio abiadura programagarriak.
-
- Informazioa transmititzeko beraz desplazamendu-erregistroak erabiltzen dira.
- Full-duplex sistema da: konektatutako gailuak igorle eta hartzaile izan daitezke aldi berean.
- Une jakin batean maisu bakarra dago.
- Morroi bakarra egon daiteke aktibatuta datuak bidaltzerako orduan.
- Ez du errorearen detekziorako protokolorik.
- Bi gailuen arteko komunikazioa lortzeko, erloju-polaritate berbera (CPOL) erloju-fase berbera (CPHA) izan behar dute: honen arabera 4 operazio modu daude.



BLOKE DIAGRAMA

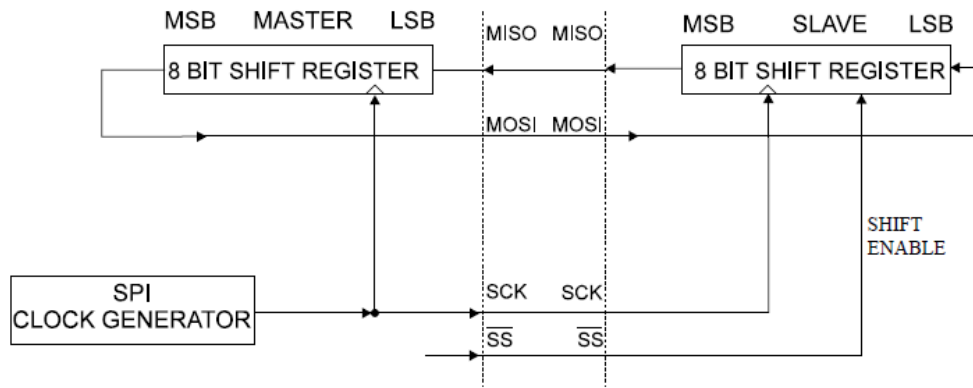


17.irudia. SPI moduluaeren bloke diagrama. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.

Irudian ikus daiteke maisuaren eta morroiaren arteko interkonexioa. Sistema bi desplazamendu erregistroetan eta erloju seinale sortzaile baten oinarritzen da. SPI moduluaeren maisuak komunikazioa hasieratzen du desiratutako morroiaren \overline{SS} pinean zero logiko bat ezartzen duenean. Maisuak eta morroiak informazioa prestatzen dute dagokien desplazamendu erregistroa bidaltzeko. Horrez gain, maisuak desiratutako erloju seinalea sortzen du SCK pinean datuak trukatu ahal izateko.

Informazio pakete bidalketa bakoitzaren ondoren, maisua morroiarekin sinkronizatuko da \overline{SS} lerroan balio logiko altua ezarriz. Byte bat bidali ondoren, SPI erloju seinale sortzailea gelditzen da eta transmisio bukaeraren bandera aktibatzen du (SPIF). SPI-ren etendurak gaituta baldin badaude (SPIE bita, SPCR erregistroan dagoena, egoera logiko altuan) etendura bat eskatzen da. Maisuak hurrengo byte-aren transmisioarekin jarraitu ahal izango du SPDR-n idatziz, edo transmisioarekin bukatu \overline{SS} lerroan balio logiko altua idatziz. Jasotako azkeneko byte-a buffer-aren erregistroan gordeko da beranduago erabili ahal izateko.

Morroi moduan konfiguratzean, SPI interfazea lokartuta egongo da MISO pina impedantzia altuko egoeran (hiru egoeretako buffer baten bidez) egongo da \overline{SS} pina egoera logiko altuan dagoen bitartean. Egoera honetan, softwareak SPI datu erregistroko (SPDR) eduki eguneratuko du, baina informazioa ez da kanporatuko \overline{SS} pina balio baxua izan arte.



18.irudia. Maisu-morroï konexioa. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.

Sistemak buffer bakarra du transmisioaren norabidean eta buffer bikoitza jasotzen den norabidean. Honek esan nahi du transmitituak izango diren bitak ezin direla SPI datu erregistroan idatzi transmisio ziklo osoa bukatu arte. Datuak jasotzerakoan, aldiz, karaktere bat adibidez SPI datu erregistrotik irakurria izan behar da hurrengo karakterea transmititu baino lehen. Bestela, lehenengo byte-a galtzen da.

SPI modulua aktibatzen denean, datuen norantza aukeratzen da konfigurazioa berridatziz. Hurrengo taularen arabera zehazten dira pinen norantzak:

Taula 2. SPI pinen konfigurazioa.

PINA	DIREKZIOA (MAISUA)	DIREKZIOA (MORROIA)
MOSI	Erabiltzaileak zehaztua	Sarrera
MISO	Sarrera	Erabiltzaileak zehaztua
SCK	Erabiltzaileak zehaztua	Sarrera
\overline{SS}	Erabiltzaileak zehaztua	Sarrera

OPERAZIOA MODUAK

Lehenik eta behin, SPI modulua aktibatzeko “Power Reduction Erregistro”- ko “Power Reduction Serial Peripheral Interface” bita (PRR.PRSPi0) 0-ra jarri behar da.

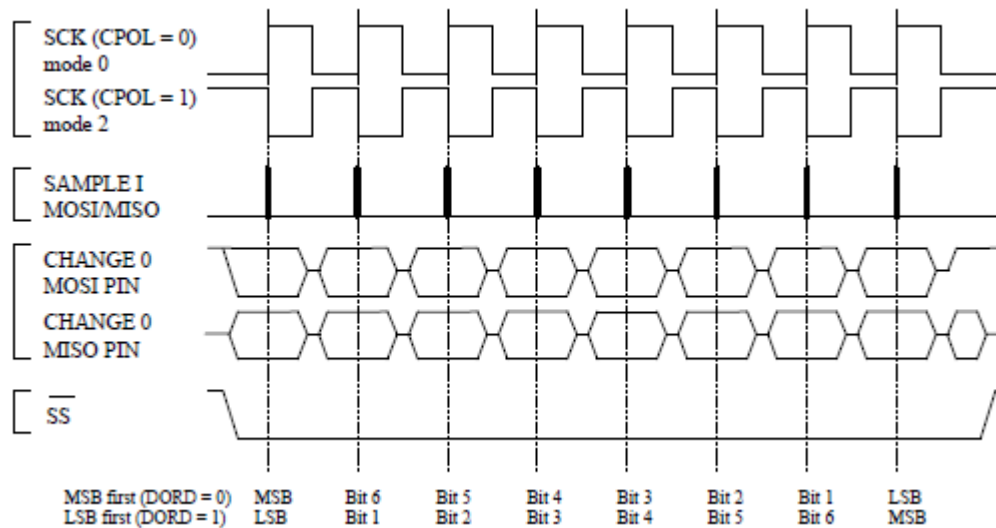
Bi konfigurazio bit hauekin (CPOL: Clock Polarity = Erloju polaritatea; CPHA: Clock Phase = Erloju fasea), lau konfigurazio modu lortzen dira lehen aipatutako moduan. Hurrengo taulak zehazten ditu modu hauek:



Taula 3. SPI-ren funtzionamendu moduak.

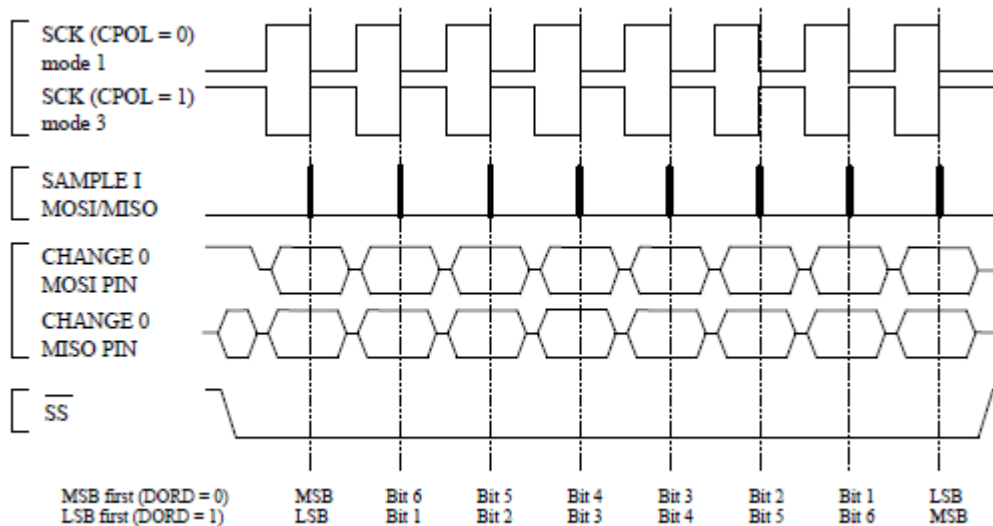
SPI modua	KONFIGURAZIO A	AURREALDEKO ERTZA	ATZEALDEKO ERTZA
0	CPOL=0, CPHA=0	Laginketa (Igotzerakoan)	Harrapaketa(Txikiagotzea n)
1	CPOL=0, CPHA=1	Harrapaketa(Igotzerakoan)	Laginketa (Txikiagotzean)
2	CPOL=1, CPHA=0	Laginketa (Txikiagotzean)	Harrapaketa(Igotzerakoan)
3	CPOL=1, CPHA=1	Harrapaketa(Txikiagotzea n)	Laginketa (Igotzerakoan)

CPOL konfigurazio bita balio logiko altuan dagoenean, SCK egoera logiko altuan dago Idle egoeran. Bit hau zerora ezartzen baldin bada, ordea, SCK seinalea balio logiko baxuan dago Idle egoeran.



19.irudia. SPI operazio moduak. CPHA = 0. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.

“Clock Phase” bitari esker, informazioa noiz lagintzen den konfiguratu dezakegu. Beraz, CPHA = 0 baldin bada, goiko irudian bezala, informazioa erloju seinalearen lehenengo ertzean laginduko da CPOL=1 edo 0 izan.



20.irudia. SPI operazio moduak. Iturria: ATmega328-ren datasheet-a.

Horrez gain, DORD bitari esker bitak zein ordenatan bidaliko diren aukeratu dezakegu. Honela helduko den lehenengo bita MSB-a edo LSB-a izango da DORD bitaren arabera.

Hala ere, badaude kontutan izan beharreko beste konfigurazio bit garrantzitsuak SPI moduluaren kontrol erregistroan (SPCR0):

- MSTR0: Master/Slave0 Select. Maila logiko altuan jarriko da SPI modulua maisu moduan konfiguratzeko eta maila logiko baxuan morroi bezala erabiltzeko.
- SPIE: SPI0 Interrupt Enable. Bit honi esker etendurak gaitu ditzakegu SPIF bita aktibatzen denean. Horretarako “Global Interrupt Enable” bita, SREG erregistrokoa, aktibatuta egon behar da baita ere.
- SPE0: SPI0 Enable. Bit honek balio logiko altua duenean, SPI modulua aktibatzen da. Edozein SPI operazio gaitzeko bit hau aktibatu behar da.
- SPR0n: SPI0 Clock Rate Select n. Bi bit hauei esker, erloju seinaren maiztasuna aukeratu ahal izango da. Balio hau “Double SPI Speed” bitaren menpe (“SPI status Register 0” erregistroan aurkitu daitekeena) egongo da.

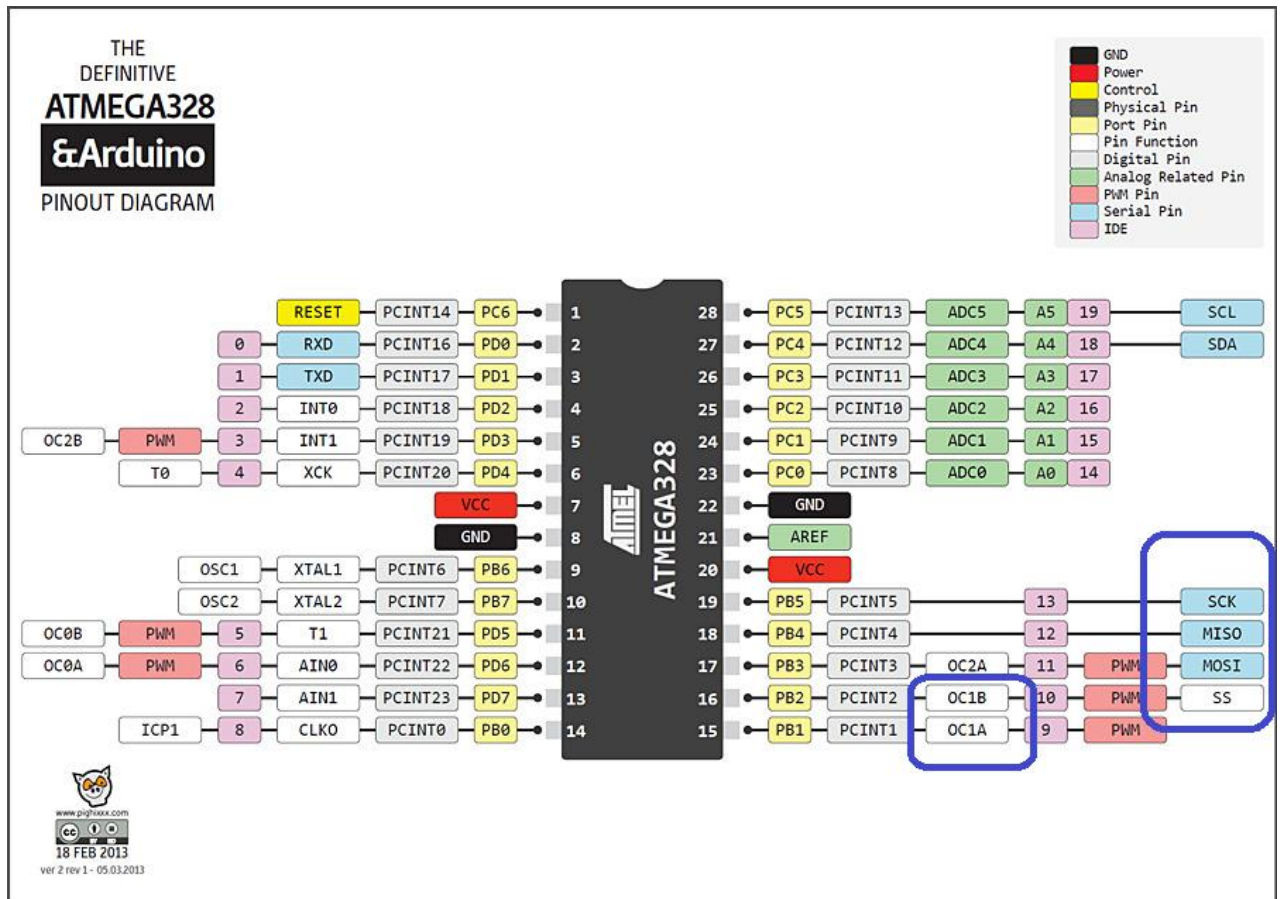
Beraz, erloju maiztasun posibleak honako hauek izango dira:

Taula 4. Erloju maiztasunak.

SPI2X	SPR01	SPR00	SCK Frequency
0	0	0	$f_{osc}/4$
0	0	1	$f_{osc}/16$
0	1	0	$f_{osc}/64$
0	1	1	$f_{osc}/128$
1	0	0	$f_{osc}/2$
1	0	1	$f_{osc}/8$
1	1	0	$f_{osc}/32$
1	1	1	$f_{osc}/64$



Gure mikro-kontrolagailuan SPI komunikaziorako erabiliko diren pinak, hurrengo posizioa erabiltzen dute:



Mikro-kontrolagailuaren pinen konfigurazioa ikusita, oharitzen gara “Output Compare” moduluko OC1B erregistroa ezingo dugula erabili, SS seinalearekin partekatzen baitu pina.

6.3.2.10 TC1-16 biteko kontagailua

PWM seinale bat sortzeko kontagailu bat erabiltzeko aukera aztertu denez, mikroak zentzu honetan eskaintzen dituen baliabideak aztertu dira. Aukeratutako mikroak hiru aukera posible eskaintzen ditu, TC0, TC1 edo TC2. TC0 eta TC2 8 biteko kontagailuak izango dira eta TC1, berriz, 16 biteko da. Honi esker, bereizgarritasun handiagoa lortuko dugu gertaerak maneiatzerako orduan, programaren tenporizazioan, seinaleak sortzerako orduan etab.

EZAUGARRIAK:

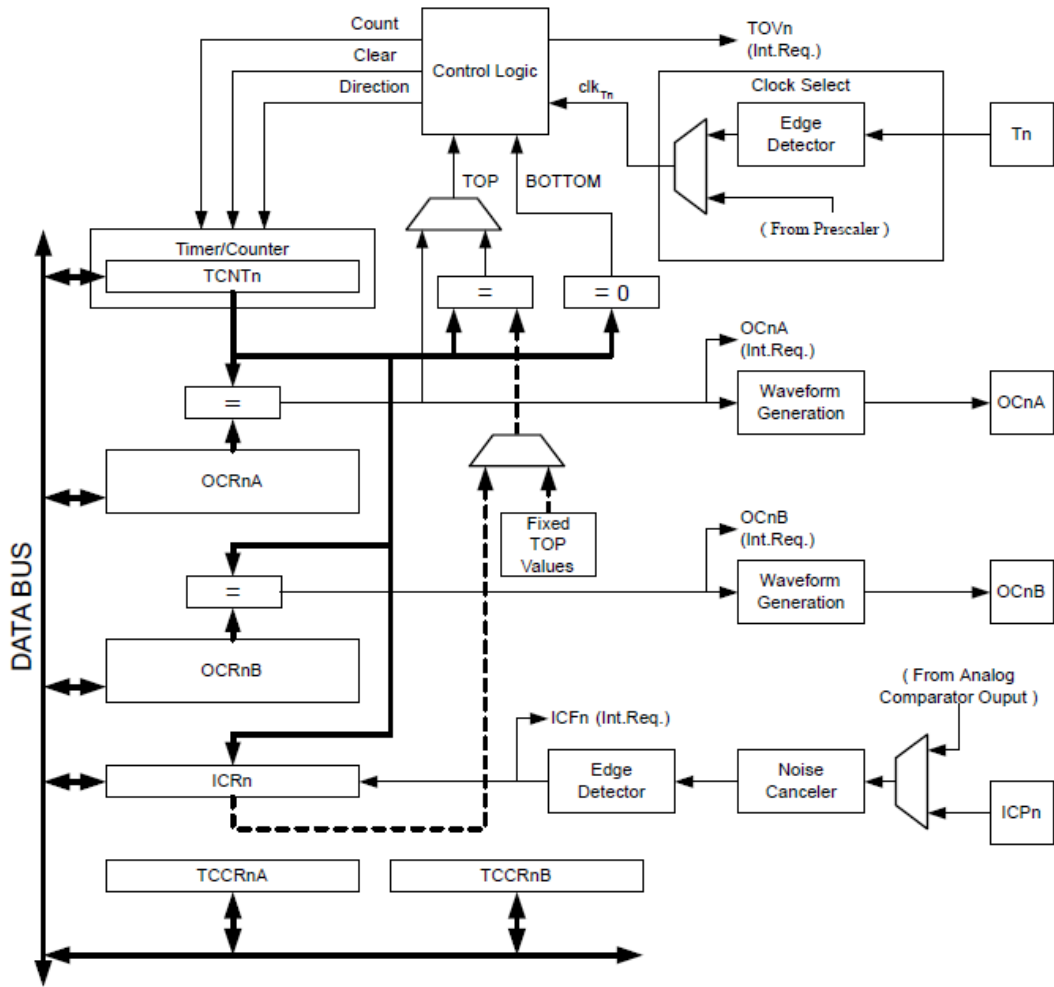
- 16 bit, PWM (“Pulse Width Modulation”) seinaleak erabiltzeko aukerarekin.
- Bi “Output Compare” modulu independente.
- Buffer bikoitzeko “Output Compare” erregistroak.
- “Input Capture” modulu bat.
- Zarata ezabatzeko iragazkia “Input Capture” moduluan.
- Berrabiarazte automatikoa balio maximora heltzerakoan.
- Fase korrekzioko PWM.



- Periodo konfiguragarria PWM seinaleetan.
- Maiztasun sorgailua.
- Kanpotiko gertaeren kontagailua.
- Etendura iturri independenteak (TOV, OCFA, OCFB eta ICF).

BLOKE DIAGRAMA

TC1 modulua aktibatzeneko “Power Reduction TC1” bita, “Power Reduction” erregistrikoa (PRRPRR.PRTIM1), maila logiko baxuan egon behar da.



21 irudia. 16 biteko Timer/Kontagailua-ren bloke diagrama.

Bloke diagraman agertzen diren kontzeptu garrantzitsuen definizioa:

- BOTTOM: Kontagailuak Bottom balioara helduko da zero balioa izatean (0x00 8 biteko kontagailuetan eta 0x0000 16 biteko kontagailuetan).
- MAX: Kontagailuak balio maximora helduko da 255 balioa lortzerakoan 8 biteko kontagailu baten edo 65535 balio 16 biteko kontagailu baten (0xFF edo 0xFFFF hamaseitarrean).
- TOP: Erabiltzaileak konfiguratutako balio maximoa da. MAX konstanteak duen balio berdina izan daiteke baina betiere balio maximoa baino txikiagoa izan beharko da bestela gaineza izango da kontagailuan. Balio hau finkatzeko OCR1A erregistroa erabiliko da.



6.3.3 RASPBERRY PI ZERO

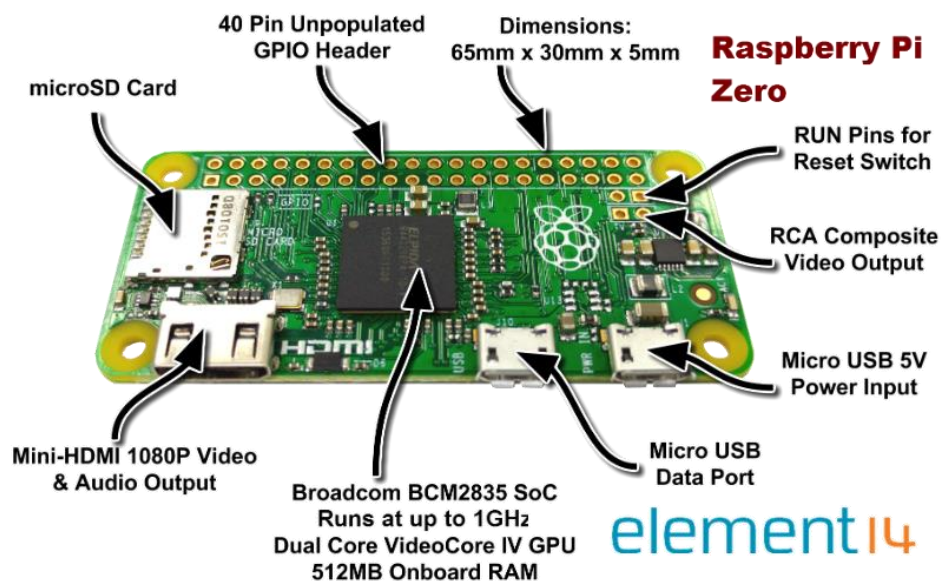
Raspberry markako txartel honek eskaintzen dituen baliabideak potentzia baxuko ordenagailu batera hurbiltzen direla esan daiteke, tamaina txikiko ordenagailu bat baita azken finean. Beraz, konparatutako txartelen artean potentzia handiena eskaintzen duena da. Gainera, honen prezioa aurrekoekin konparatzen bada, merkeagoa dela esan daiteke, izan ere, 5 dolar baino ez ditu balio.

Fabrikatzaile honen txartelik txikiena da, Model A+ modeloaren tamaina erdia du eta bainera bere errendimendua bikoizten du. Bere ezaugarriak inportanteenak hurrengoak dira:

- Broadcom BCM2835 prozesagailua, Raspberry Pi originala baino %40 azkarragoa. CPU honen erloju abiadura 1 Ghz-koa da eta nukleo bakarra du.
- 512 MB RAM memoria.
- Mikro SD txartelentzako modulua.
- Mini-HDMI irteera, 1080p eta 60 fps-rainoko ezaugarriak dituen bideoa erreproduzitu ahal izateko.
- Mikro USB OTG (“On the go”) portua datuak transferitzeko eta elikatu ahal izateko.
- 40 pinetako GPIO (“General purpose input/output”) portua, Raspberry Pi Model A+/B+/2B modeloak dituztenak bezalakoa.

Txartel honen ezaugarriak bereizgarriena Raspbian sistema eragilearekin funtzionatzen duela da. Sistema eragile hau GNU/Linux sistemaren banaketa bat da, beraz azken hau bezala librea eta Debian Wheezy-n (Debian 7.0) oinarritua eta txartelaren baliabideetara optimizatuta dago.

Txartela erabiltzeko beraz, Raspbian sistema eragilea deskargatu beharko da (“<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>” web orrian eskuragarri). Behin deskargatuta, mikro sd txartel batera pasatu beharko da (8 GB-eko txartel bat gutxienez).



22.irudia. Raspberry Pi Zero eta honen osagaiak.

6.4 DISTANTZIA-SENTOREAK

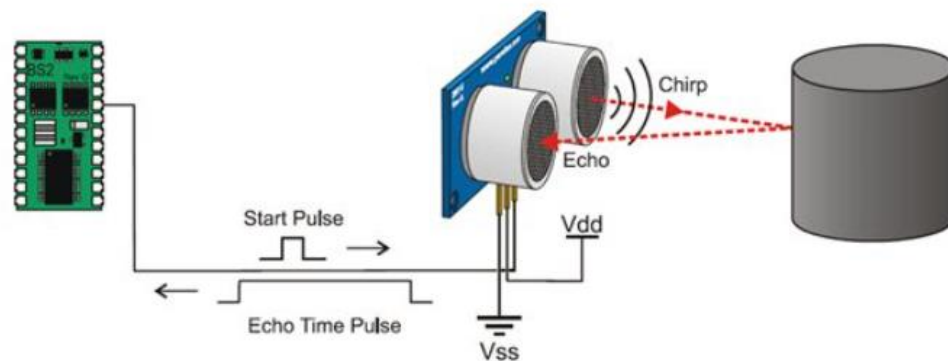
Lazo itxiko sistema bat denez, sistema osoaren erantzuna jaso beharko du kontrolagailuaren irteera kontrolatu ahal izateko. Autoaren helburua hormarekiko 20 cm-tara paraleloa den ibilbide bat burutzea denez, jaso beharreko kanpotiko informazioa distantzia izango da. 20 cm-ko kontzigna eta hormarekiko distantziaren kenketa eginez errore seinalea lortuko da. Mikro-kontrolagailuaren betebeharra errore seinale hau ezabatzea izango da.

Distantzia sentsoareak, aurreko kasuetan bezala mota askotakoak eta teknologia desberdinetan oinarritutakoak aurki daitezke. Kasu honetan bi sentsoare ezberdin aztertuko dira, izan ere, ezagunenak dira eta informazio asko dago hauen inguruan. Horietako batek izpi infragorriak erabiliko ditu distantzia neurtzeko eta besteak ultrasoinuak.

Ondorioz, oso garrantzitsua izango da aukeratutako sentsoarearen irteera egonkorra eta zehatza izatea. Horrela sistema osoaren erantzuna nabarmen hobetuko da.

6.4.1 Ultrasoinu bidezko distantzia sentsoarea: HC-SR04

Ultrasoinu bidezko distantzia sentsoare hau objektuak detektatzeko eta 2 eta 450 cm tarteko distantziak neurtzeko gai izango da. 4 pin ditu, Vcc, Trig, Echo eta GND eta 5V-ekin elikatu beharko da. Distantzia neurtu ahal izateko, hasieraketa pultsu bat bidali beharko da Trig pinera. Behin sentsoareak pultsu hau jasota, pultsu tren batekin erantzungo du eta pultsu tren honek sortutako ultrasoinuaren oihartzunaren itzulera duen duen zabalarekin distantzia kalkulatu ahal izango da.



23.irudia. Ultrasoinu sentsoarearen funtzionamendua. Iturria: <http://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/167ad2/how-to-use-ultrasonic-sensor-hc-sr04-in-arduino/>

Zehaztasuna handitu nahi izatekotan, tenperatura sentsoare bat ezarri ahal izango litzateke kotxeari, izan ere, soinuaren abiadura tenperaturaren menpe dago eta kasuan baldintza normal batzuk suposatu dira neurketaren ondorengo kalkulak egiteko.

Sentsoare honen abantailarik garrantzitsuenak, kontsumo baxua, tamaina txikikoa dela, zehaztasun handiko sentsoare bat izatea eta prezioa dira, 2 euro baino gutxiago balio baititu.

6.4.2 Infragorri bidezko distantzia sentsoarea:

Sharp markako sentsoare hau PSD (“position sensitive detector”), IR-LED (“infrared emitting diode”) eta seinalearen prozesaketa gauzatzen duen zirkuitu batek osatzen dute. 4,5-5,5 tarteko tentsio batekin elikatu behar da.

Sharp-ek hiru sentsoare ezberdin garatu ditu neurtu beharreko distantzien arabera eta hirurak dute JST PH konektore emea erabiltzeko aukera:

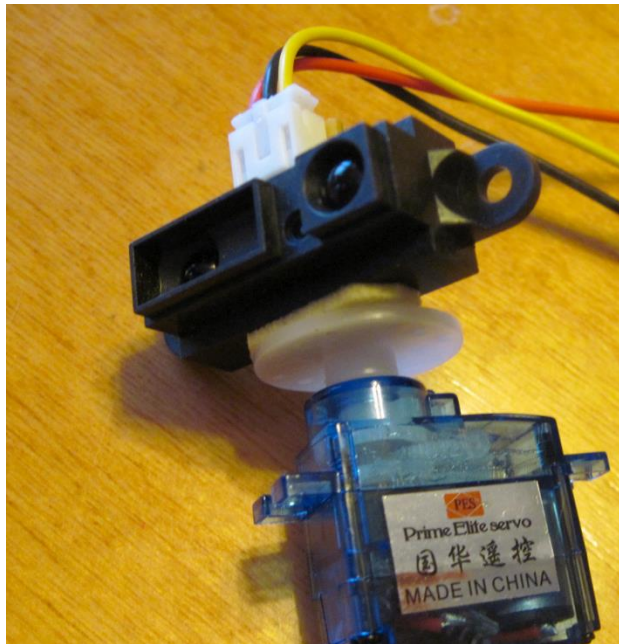


- 4-30 cm-ko distantzia tarte baterako, GP2Y0A41SK0F sentsorea.
- 20-150 cm-ko distantzia tarte baterako, GP2YA02YKF-a.
- 10-80 cm-ko tarte baterako, GP2YA021YK0F.

Balio-tarte hauek aztertuz, lehenengoa moldatuko litzateke hoberen autoaren beharretara, izan ere, 30 cm-taraino 10 cm-ko errorea onartu ahal izango luke sistemak, printzipioz ez litzateke errore handiago bat detektatu behar.

Aurreko sentsorearekin baditu ezberdintasun garrantzitsuak. Sentsore honek adibidez, irteera analogiko bat du, besteak digitala duen bitartean. Kasu honetan gainera, neurketa denbora askoz txikiago da, 16,5 ms baino ez.

Azken ezaugarri hauengatik, sentsore hau oztopoak detektatzeko egokiagoa izan daiteke neurketa egiteko eta datuak prozesatzeko denbora txikiagoa baita, eta aurrekoa aldiz, distantziak neurtzeko. Hala ere, aukera biak praktikan aztertuko dira eta emaitzak konparatuz bata edo bestea erabiltzea erabakiko da.



24.irudia. GP2Y0A41SK0F sentsorea serbo-motore baten gainean.

Lau pin erabiltzen ditu, Vcc, Trig, Echo eta GND. Vcc eta GND elikadurarako erabiltzen diren pinak dira, beste biak dira distantzia neurtzeko erabiliko direnak. Trig pinaren bidez ultrasoinu pulsu bat bidaliko da eta Echo pinak bueltan detektatzen du horma baten kontra jo ondoren. Honela, denbora tarte hau neurtuz objektua edo horma zenbatera dagoen jakin dezakegu.



6.5 BATERIA

6.5.1 Behin-behinekoa

Probak egiteko pilak erabili beharrean Xiaomi markako “power bank” edo kanpo bateria bat erabiltzea erabaki da erosoagoa baita kargatzeko. Gainera, erraz kokatu daiteke konexioak egiteko erabili den protoboard-aren behealdean.

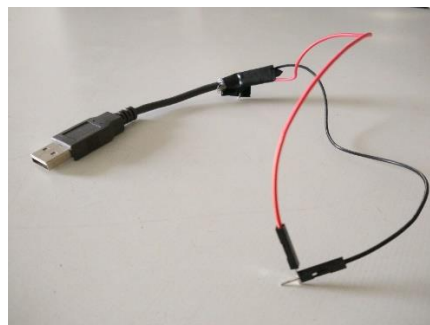
Elikadura iturri honen kapazitatea 5000 mAh-takoa da eta irteera korrontea 2A, beraz ez legoke arazorik egon behar bi motorrak elkatzeko. USB irteera bat du beraz, kable bat egin behar izan da protoboard-ean konektatzeko.



25.irudia. Xiaomi marka bateria.

Elikadura kablea. Kable honi esker, bateriatik lortutako elikadura protoboard-era eraman daiteke zuzenean. USB kableak lau hari erabiltzen dituzte, bi elikadurarako (GND eta Vcc) eta beste bi datuen transmisiorako. Behin kablea zurituta, elikadurarako kableak hartu eta autora konektatuko diren kableekin konektatu dira.

Aipatu beharra dago aurreko puntuko bateria eta honako elikadura kablea autoaren lehenengo bertsioetan erabili izan direla bakarrik kodea frogatu ahal izateko.



26. irudia. Elikadura kablea.

6.5.2 Behin-betikoa

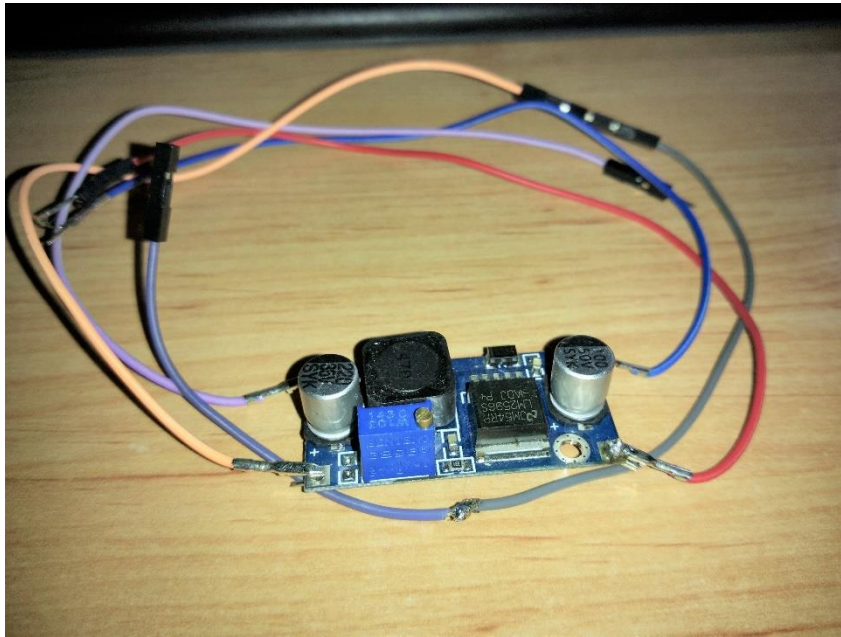
Aurreko bateriak ez dituenenez emaitza onak eman probak egiterako orduan, behin gainerako konexioan eginda kalitate handiagoko bateria bategatik ordezkatu da. Bateria honek 12 V-ko irteerako tentsioa du, beraz, txartela elikatzeke tentsio hau 5 V-tara egokitu behar izan da



tentsio erreguladore baten bitartez. Behin aldaketa hauek burututa, motorren erantzuna askoz egonkorragoa da.

6.6 TENTSIO ERREGULADOREA

Erabilitako azken bateriaren irteera tentsioa 12 V-koa denez, tentsio erreguladore bat erabili da. Honi esker, tentsioa 5V-raino jaitsi da potentziometro baten laguntzaz.



27.irudia. Tentsio erreguladorea.

6.7 L293NE H ZUBIA

Osagai honi esker bi motorrak kontrolatu ahal izango dira. Alde batetik PWM seinaleak bidaliko zaizkio potentzia ezberdina eman ahal izateko motore bakoitzari eta bestetik lau pin digital izango ditu, bi pin motor bakoitzeko, motorren biraketa norantza kontrolatu ahal izateko. Honela, autoak duen norabidea kontrolatu ahal izango da.

Ezaugarri garrantzitsuenak:

- Elikadura-tentsio tarte zabal bat du, 4,5-tik 36 V-raino.
- Bi kanalak logika independentea dute.
- Barne ESD (“Electrostatic discharge”) protekzioa du.
- Maila logiko baxua 0V eta 0,8V artean izango da eta maila logiko altua 2,2V eta Vcc artean.
- Babes termikoa.
- Abantailarik garrantzitsuena mailen logikoen arteko transmisio abiadura da, hala ere, ezaugarri honen ondorioz kontsumoa handitu daiteke. Honi konponbidea emateko TTL-ren bertsio ezberdinak garatu dira, FAST (“Fairchild Advanced Schottky”), LS (Low Power Schottky), S (Schottky) eta azkenaldian HC, HCT eta HCTLS bertsioak CMOS motakoak.
- Maiztasun handiko zaratarekiko babesa.
- 1A-ko irteerako korrante maximoa kanal bakoitzeko.
- 2A-ko behin-behineko irteerako korrante maximoa.



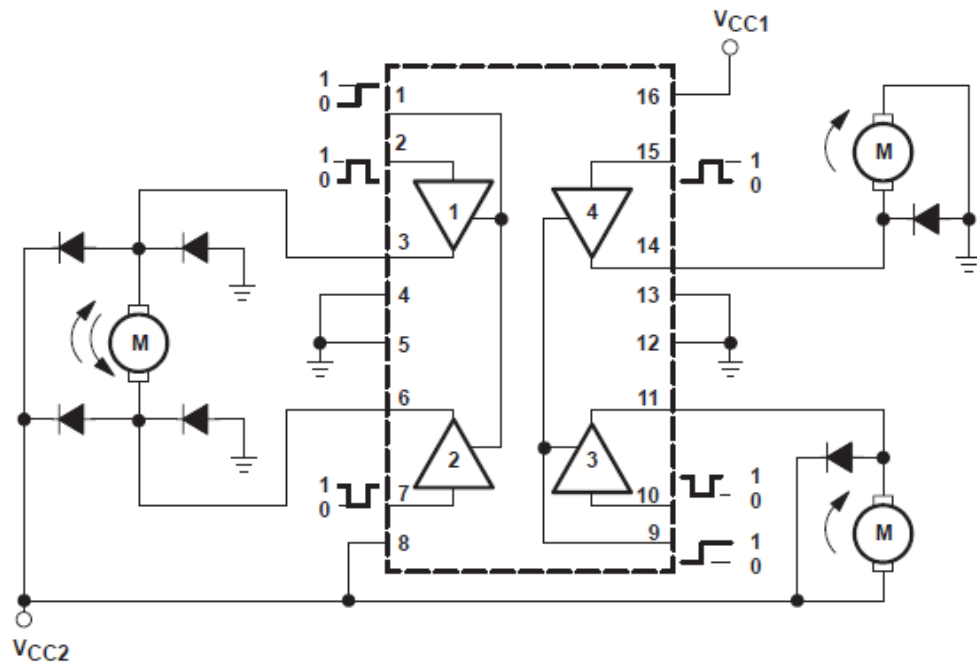
28.irudia. L293NE H zubia.



- TTL seinaleak oso arin degradatzen dira transmititu egiten ez badira (2 metrotara dauden zirkuitutara transmititu nahi badira adibidez galera handiak izango dira).

6.7.1 Bloke diagrama

8. sarrerara 5V-ko tentsioa konektatuko da (V_{cc2}), motorrak elikatu ahal izateko eta V_{cc1} -ekiko independentea izango da ahalik eta energia gutxien xahutzeko. 1 eta 9.sarreretan PWM (“pulse width modulation”) seinalean eramango dira, motorrei heltzen zaien potentzia kontrolatu ahal izateko.



29.irudia.L293NE-ren bloke diagrama.

Zirkuituak nahiko tenperatura altuetan lan egin ahal izango du, 0°C-tik 70 °C-ra hain zuzen.

6.7.2 Egi-taula

Motorrak kontrolatu ahal izateko hurrengo egi-taula erabiliko da, 1A eta 2A motor batek erabiliko dituen sarrera digitalak izanik:



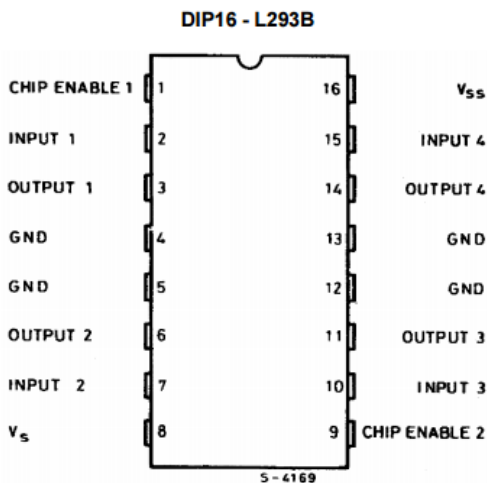
Taula 5. H zubiaren kontrol pinen konfigurazioak.

ENABLE	1A	2A	FUNTZIOA
H	L	H	Bira eskumara
H	H	L	Bira ezkerrera
H	L	L	Gelditu
H	H	H	Gelditu
L	X	X	Gelditu

L = balio logiko baxua, H = balio logiko altua, X = ez du axola.

6.7.3 Pinen banaketa:

Honako hau izango da integratu honek duen pinen banaketa:



30.irudia. H zubiaren pinen deskribapena.

1. CHIP ENABLE 1: Bertara mikroak lehenengo motorrari bidaliko dion PWM seinalea konektatuko dugu.
2. INPUT 1: A0 pina konektatuko dugu, hau da, motorra zentzu baten edo bestean funtzionatzeko behar dituen bi pinetako bat.
3. OUTPUT 1: Lehenengo motorraren lehenengo irteera.
4. GND: Masara konektatuko da.
5. GND: Masara konektatuko da.
6. OUTPUT 2: Lehenengo motorraren bigarren irteera.
7. INPUT 2: A1 pina konektatuko bertara, motorra kontrolatzeko beharrezkoa den bigarren pina.
8. Vs: Motorrak funtzionatzeko behar duten tentsioa konektatuko da, 5V-eko tentsio hain zuzen.
9. CHIP ENABLE 2: Bigarren motorrari bidaliko zaion PWM seinalea konektatuko dugu pin honetara.
10. INPUT 3: B0 pina, bigarren motorra kontrolatzeko behar den pin konektatu da bertara.
11. OUTPUT 3: Bigarren motorraren irteeretako bat.
12. GND: Masara konektatu beharrezkoa.
13. GND: Masara konektatu beharrezkoa.
14. OUTPUT 4: Bigarren motorraren bigarren irteera.
15. INPUT 4: B1 pina konektatuko dugu pin honetara, hau da, bigarren motorraren kontrolerako beharrezkoa den bigarren pina.
16. Vss: Txip guztia funtzionatzeko erabiliko den tentsioa, 5V.

6.8 GPS hargailua

Autoa eraikinetik irtetzean denean GPS seinalea eskuratu ahal izango da. Honi esker, erreferentzia bat izan du erabiltzaileak eta jasotako datuen posizionamendua jakin ahal izango du.

GPS seinalea jasotzeko beraz, bi hargailu konparatuko dira GPS-622R modulua eta GPS NEO-6M modulua.



31.irudia. GPS-622R GPS hargailua. Iturria:

<https://www.sparkfun.com/products/retired/9758>



6.8.1 GPS-622R modulua:

Aukeratutako modulua GPS-622R-a izan da eta honako hauek dira bere ezaugarriak:

- 65 kanal GPS L1 C/A kodearekin (L1 seinaleak bi kode ditu, P eta C/A. P kodea C/A kodea baino zehatzagoa da).
- Hasieraketa 1 segundo
- Hasieraketa hotzean 29 segundo.
- “Multipath” detekzio eta hasieraketa.
- 2,5 m-ko zehatasuna, CEP (Circular Error Probability).
- Eguneraketa abiadura maximoa 10 Hz.
- Jarraipen korronea 33 mA.

Aplikazio nagusien artean honako hauek aurki ditzakegu: PND (Personal Navigation Device), Netbook ordenagailuak, smartphon-ak, geo-etiketazioa (adibidez jakiteko argazkiak non atara diren), kotxeen lokalizazio automatikoa, pertsonen lokalizazioa eta jarraipena egiteko.

Baina gailu honen funtzionamendua ulertzeko, GPS-en oinarrizko funtzionamendua ulertu beharra dago. GPS hargailu baten berehalako posizioa ezagutzeko denbora errealean, satelite ezberdinen neurketak egin behar dira aldi berean (gutxienez lau satelite erabiliz). Gainera, satelite bakoitza identifikatu beharra dago eta motaren arabera mi modu daude:

1. **GPS edo Galileo erabiltzen badira:** kode bakarra esleitzen zaie beraien seinaleak identifikatzeko, PRN izenekoak.
2. **GLONASS erabiltzerakoan:** Satelite bakoitza maiztasun ezberdinean igortzen du.

Honela GPS-aren posizioa denbora errealean ezagutu dezakegu nabigazio mezuaren bitartez. L banda erabiltzen da nagusiki.

**6.8.1.1 Ezaugarri teknikoak:***Taula 6. GPS-622R moduluaeren ezaugarri teknikoak.*

HARGAILU MOTA	L1 C/A kodea, 65 kanalekin
ZEHAZTASUNA	Posizioa 2,5m CEP/ Abiadura 0,1m/sec / Denbora 300 ns
HASIERAKETA DENBORA	1 segundo hasieraketa beroa eta 29 segundo hotzean
BERRESKURAKETA	1s
SENTIKORTASUNA	-161dBm
MULTI-PATH MITIGAZIOA	Multi-path detekzio aurreratua eta ezabaketa
EGUNERAKETA ABIADURA	1 / 2 / 4 / 5 / 8 / 10 Hz eguneraketa abiadura (1Hz balio lehenetsia)
DINAMIKA	4G (39,2 m/sec ²)
ERAGIKETA LIMITEAK	Altitudea<18000m edo abiadura<515m/s
INTERFAZE SERIEA	3V LVTTTL maila
PROTOKOLOA	NMEA-0183 V3.01 GPGGA, GPGLL, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG*1 9600 baud, 8, N, 1
DATUA	Default WGS-84 User definable
SARRERA TENTSIOA	3.0V ~ 5.5V DC
SARRERA KORRONTEA	~33mA
TAMAINA	22mm x 22mm
PISUA	9g
ERABILERA TENPERATURA	-40oC ~ +85oC
BILTEGIRATZE TENPERATURA	-55 ~ +100oC
HEZETASUNA	5% ~ 95%



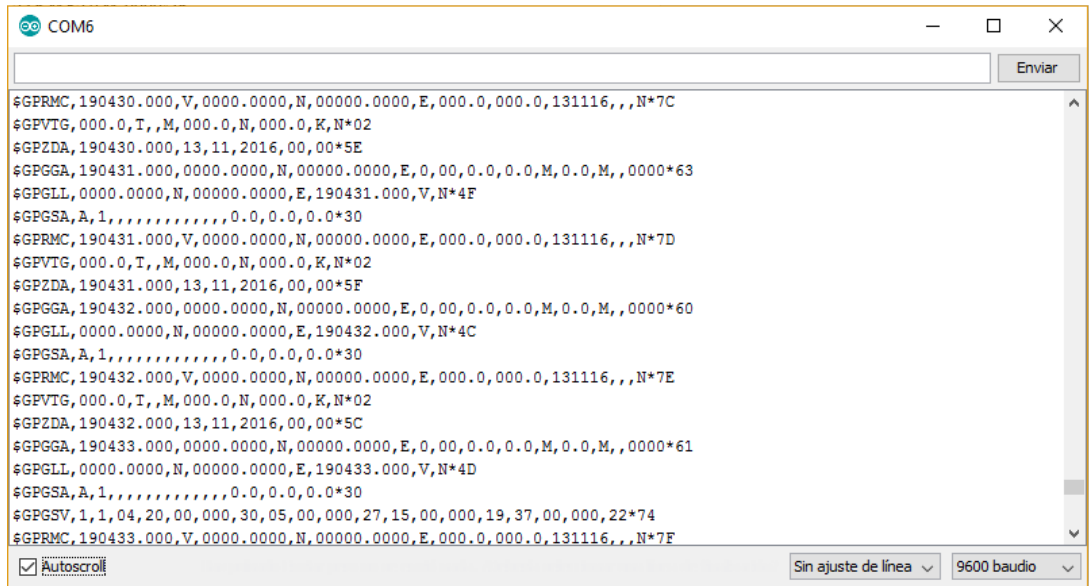
6.8.1.2 Pinen deskribapena:

Taula 7. GPS-622R moduluaren pinen deskribapena.

PIN ZENBAKIA	IZENA	DESKRIBAPENA
1	RXD	UART sarrera, 3V LVTTL
2	TXD	UART irteera, 3V LVTTL
3	GND	Sistemaren masa
4	VDD	3-5,5V elikadura tentsioa
5	VBAT	Erreserba elikadura tentsioa RTC-arentzat eta SRAM-arentzat, 1,5V-5,5V. VDD-ra konektatu daiteke
6	PIPS	Segunduro igorritako irteera marka
7	PSE_SEL	Bilaketa modua aukeratzeko: 1. Kontsumo baxuko datu eskuraketa modua, kontsumoa 55 mA. 0. Kontsumo altuko eskuraketa modua, kontsumoa 75 mA.

6.8.1.3 Mezuen egitura:

GPS hargailuak bidalitako informazioa bistaratzeko, monitor serie leihoa erabiliko da baita ere. Modulua antenaren funtzioa beteko duen kable bati konektatuko da eta honek aldi berean pinak protoboard-era konektatzeko konektore bat izango du.



32.irudia. GPS moduluarekin jasotako informazioa.

Hasieran, konektatu bezain pronto hargailuak ez du posizioa eskuratu, izan ere, hasieratze hotz bat izan da eta denbora bat behar baitu datuak jasotzen hasteko (29 segundo inguru datasheet-aren arabera).



```

COM6
$GPGLL,4310.1742,N,00236.6055,W,183430.000,A,A*41
$GPGSA,A,3,20,13,02,15,05,,,,,,,,,11.2,9.3,6.3*0C
$GPGSV,2,1,07,05,72,212,19,13,56,300,25,30,53,054,,28,41,118,*72
$GPGSV,2,2,07,20,36,306,19,15,25,289,26,02,07,207,17*46
$GPRMC,183430.000,A,4310.1742,N,00236.6055,W,001.6,091.8,141116,,A*73
$GPVTG,091.8,T,,M,001.6,N,003.0,K,A*09
$GPZDA,183430.000,14,11,2016,00,00*5B
$GPGGA,183431.000,4310.1741,N,00236.6050,W,1,05,9.3,167.4,M,49.9,M,,0000*4C
$GPGLL,4310.1741,N,00236.6050,W,183431.000,A,A*46
$GPGSA,A,3,20,13,02,15,05,,,,,,,,,11.3,9.3,6.3*0D
$GPRMC,183431.000,A,4310.1741,N,00236.6050,W,000.0,091.8,141116,,A*73
$GPVTG,091.8,T,,M,000.0,N,000.0,K,A*0D
$GPZDA,183431.000,14,11,2016,00,00*5A
$GPGGA,183432.000,4310.1742,N,00236.6051,W,1,05,9.3,167.4,M,49.9,M,,0000*4D
$GPGLL,4310.1742,N,00236.6051,W,183432.000,A,A*47
$GPGSA,A,3,20,13,02,15,05,,,,,,,,,11.3,9.3,6.3*0D
$GPRMC,183432.000,A,4310.1742,N,00236.6051,W,000.0,091.8,141116,,A*72
$GPVTG,091.8,T,,M,000.0,N,000.0,K,A*0D
$GPZDA,183432.000,14,11,2016,00,00*59
$GPGGA,183433.000,4310.1742,N,00236.6052,W,1,05,9.4,167.4,M,49.9,M,,0000*48

```

33.irudia. GPS moduluarekin jasotako mezu ezberdinak.

Behin modulua hasieratuta, etiketa ezberdinekin adierazitako datu ezberdinak bistaratu ditzakegu pantailan. Horietako batzuk era dira oso adierazgarriak izango. Beste batzuk ordea informazio garrantzitsua emango dute. Honako hauek dira inportanteenak:

RMC: “Recommended Minimum specific GNSS Data”

Egitura orokorra:

```

$GPRMC,hhmmss|sss,A,ddmm.mmmm,a,ddmm.mmmm,a,x.x,x.x,ddmmyy,,,a*hh<CR><LF>
      1   2       3       4       5       6 7 8   9   10 11

```

Gure kasuan:

```

$GPRMC,183430.000,A,4310.1742,N,00236.6055,W,001.6,091.8,141116,,A*73

```

1. UTC time edo, hhmmss.sss formatuarekin, hau da, ordua, minutuak eta segundoak. Puntuaren ondorengo hiru s-ak segundoen zatikiak dira.

$$183430.000 \rightarrow 18:34:30$$

2. Egoera.
 - ‘V’ = Nabigazio hargailuaren abisua.
 - ‘A’ = Datu zuzenak.
3. Latitudea dddmm.mmmm formatuan eta hasierako zeroak transmitituak baita ere.

$$4310.1742 \rightarrow 43 \text{ gradu eta } 10,1742 \text{ minutu.}$$

Datuak egokiak diren konprobatzeko minutuak dezimaletara pasatu beharko dira formula hau jarraituz:

$$Dezimal = graduak + \frac{minutuak}{60} = 43 + \left(\frac{10,1742}{60}\right) = 43,16957$$



- 4. Ipar/Hego adierazlea: gure kasuan iparra adierazten du.
- 5. Longitudea dddmm.mmmm eta hasierako zeroak transmitituak baita.

00236.6055 → 2 gradu eta 36.6055 minutu.

Formula berdina jarraituz:

$$Dezimal = graduak + \frac{minutuak}{60} = 2 + \left(\frac{36,6055}{60}\right) = 2,61009$$

- 6. Ekialde/Mendebalde adierazlea: gure kasuan mendebalde adierazten du GPS moduluak. Ondorioz, koordenatuen egiaztapena egiterako orduan, longitudearen balioa negatiboa izan beharko da balio zuzena adierazi nahi badugu.
- 7. Lurraren gainazalarekiko abiadura knot-etan (000.0 ~ 999.9) neurtua. Knot-a abiadura unitate bat da, itsas milla bat orduko abiadura adierazten du. Beraz, gure kasuan 1,6 knot-eko abiadura izango dugu, hau da, 2,9632 km/ordu-ko abiadura.
- 8. Lurrarekiko direkzioa gradutan neurtuta (000.0 ~ 359.9). Moduluak neurtutako balioa 091,8 izan da.
- 9. UTC data. Denbora unibertsal koordinatua, ddmmyy formatuarekin eguna, hilabetea eta urtea adieraziz. Kasu honetan 2016ko azaroaren 14a.
- 10. Modu adierazlea:
 - ‘N’ = Datuak ez dira egokiak.
 - ‘A’ = Modu autonomoa.
 - ‘D’ = Modu diferentziala.
 - ‘E’ = Modu estimatua.
 - ‘M’ = Sarrerak eskuz finkatzeko modua.
 - ‘S’ = Simulazio modua.
- 11. “Checksum”-a, hash funtzio bat da datuetan ustekabeko erroreak detektatzeko erabiltzen dena eta mezuaren informazioa babesteko. Honela datuak bidali baino lehen eta datuak jaso ondoren aldaketarik ez dagoela konprobatu ahal izango da.

VTG: “Course over the ground and Ground Speed”.

Datuen abiadura eta direkzioa neurtzeko erabilitako aldagaiak agertuko dira mezu honetan. Aurreko mezuan agertutako datu berberak dira.

Egitura orokorra:

GPVTG,x.x,T,,M,x.x,N,x.x,K,a*hh<CR><LF>

1 2 3 4 5

Gure kasuan:

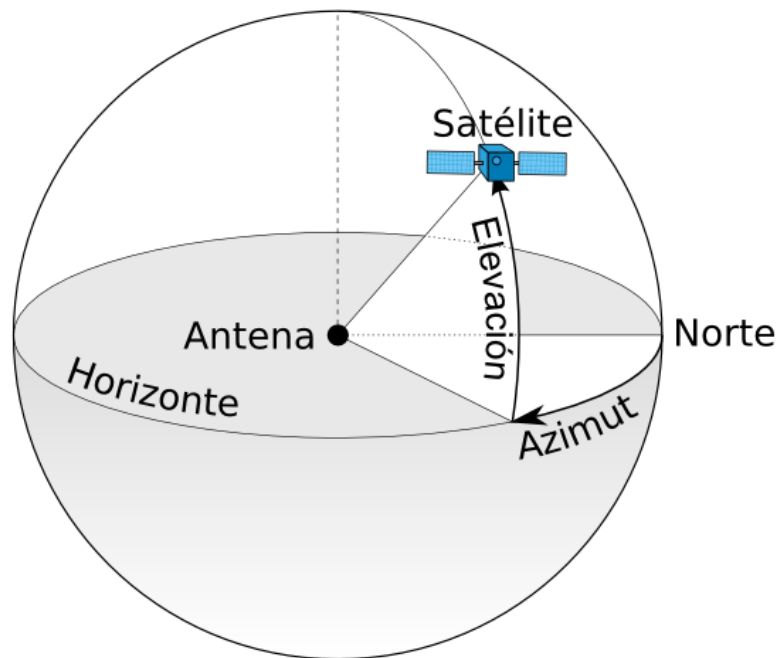
\$GPVT,091.8,T,,M,001.6,N,003.0,K,A*09

- 1. Direkzioa gradutan, lehengo berdina izanik, 091.8 gradu.
- 2. Abiadura knot-etan, 1,6 itsas milla orduko.
- 3. Abiadura kilometro orduko formatuarekin, 3 kilometro orduko inguru.
- 4. Modu adierazlea, aurreko konfigurazio berdina jarraituz (N, A, D, E, M eta S hizkiak erabiliz).
- 5. “Checksum”-a.



GSV: "GNSS Satellites in View"

Eskuragarri dauden sateliteen kopurua adierazten du, sateliteen identifikazio zenbakiak, altuera, azimut-a eta SNR (seinale/zarata erlazioa) balioa. Lau satelite konexioko izan daitezke gehienez. Baliteke azimut aldagaia oso ezaguna ez izatea, beraz, irudi batekin hobeto ulertuko da:



34.irudia. "Azimut" terminoaren azalpena. Iturria: <http://linuxmanr4.com/2010/03/13/como-orientar-una-antena-de-dish-en-mexico/>

Altuera edo elebazioa angelu batekin adieraziko da, 0 eta 90 tarteko balio batekin. Ardatz honek proiektzio bat izango du luraren gainazalean eta proiektzio honek iparrarekin sortutako angeluari azimut esango zaio. Beraz, aldagai honek 0 eta 359 gradu arteko balio bat izango du.

Egitura orokorra:

```
$GPGSV,x,x,xx,xx,xx,xxx,xx,...,xx,xx,xxx,xx *hh<CR><LF>
  1 2 3 4 5 6 7 4 5 6 7 8
```

Gure kasuan:

\$GPGSV,2,2,07,20,36,306,19,15,25,289,26,02,07,207,17*46 → 4,5,6,7 sekuentzia errepikatuko da mezua bukatu arte.

1. Bidalitako GSV motako mezu kopurua. Balio hau 1 eta 3 tartean egon daiteke. Gure kasuan 2 mezu jaso ditugu.
2. GPGSV mezuaren zenbaki sekuentzia. Jarraian doazen bi mezu ezberdintzeko. Adibidez:



```
$GPGSV,2,1,07,05,72,212,19,13,56,300,25,30,53,054,,28,41,118,*72  
$GPGSV,2,2,07,20,36,306,19,15,25,289,26,02,07,207,17*46
```

35.irudia. Eskuragarri dauden satellite kopurua.

Lehenengoa 1 zenbakiarekin egongo da adierazita eta bigarrena 2 zenbakiarekin.

3. Eskuragarri dauden satellite kopurua (0-12 artean). Gure kasuan 7.

Satelitearen identifikazio zenbakia. Gure mezuak adierazitako ID zenbakia: 20.

4. Elebazioa gradutan emanda, 36 gradu.

5. Azimut-a: 306 gradu.

6. SNR (Seinale-zarata erlazioa): 19 dezibelio.

7. Checksum-a: 15.

6.8.2 GY-GPS6MV2

GPS hargailu modulu honek aurrekoarekin konparatuz ezaugarri berdintsuak ditu. NEO-6M GPS moduluarekin dator hornitua, zeramikazko antena eta EEPROM batekin. Hurrengoak dira ezaugarri zehatzak:

- 3-5 V elikadura tentsioa.
- Serial UART 5V interfazea.
- Antena zeramikoa.
- EEPROM memoria konfigurazio datuak gordetzeko elikadura galtzerakoan.
- Bateria lagungarria (MS621FE).
- 5 Hz-ko eguneraketa maiztasuna.
- SBAS (“Satellite Based Augmentation System”) seinale zuzenketa sistema onartzen du.
- LED seinale adierazlea.
- Antenaren tamaina: 25 mm x 25 mm.
- Moduluaren tamaina: 25 mm x 35 mm.
- Transmisio abiadura lehenetsia 9600 bps.
- Pisua: 17g.



36.irudia. GY-GPS6MV2 gps modulua.

Irudian ikus daitekeen moduan, Vcc, Rx, Tx eta Gnd pinak ditu. Rx eta Tx pinetara mikro-kontrolagailua konektatu ahal izango da serie interfaze bat erabilita (hardware edo software). Hala ere, mikroan informazioa jaso besterik ez denez egingo GPS moduluko Rx pina ez litzateke erabiliko.

6.9 Datuen eskuraketa

Datuak eskuratu ahal izateko bi ikuspuntu aurkeztuko dira. Datuak mikro-sd txartel baten gordetzea edo bluetooth modulu bat erabiltzea datuak kotxetik ordenagailura bidaltzeko zuzen eta pantailan bistaratu ahal izateko ondoren gordetzeko.

6.9.1 Mikro SD txartelentzako modulua

Erabilitako mikroak EEPROM (“*Electrically Erasable Programmable Read-Only*”) motako ROM memoria bat du, hau da, modu elektriko baten programatu, ezabatu eta birprogramatu daitekeen memoria bat. EPROM memoriak adibidez berrerabili daitezke baita ere, baina datuen ezabaketa gauzatzeko argi ultramorea igortzen duen aparatu baten bidez gauzatu behar da. Memoria mota hauek ez-hegazkorak dira, beraz informazioa mantendu dezakegu nahiz eta aparatua itzali.

EEPROM baten memoria gelaxkak MOS transistoreekin osatuak daude. MOS egitura (Metal-Oxide-Semiconductor) honek ate flotatzaile bat du (SAMOS egitura, Stacked-gate Avalanche-injection MOS) eta bere balio lehenetsia 1 da.



37.irudia. 32KB-eko EPROM memoria. Iturria: https://es.wikipedia.org/wiki/Memoria_EPROM

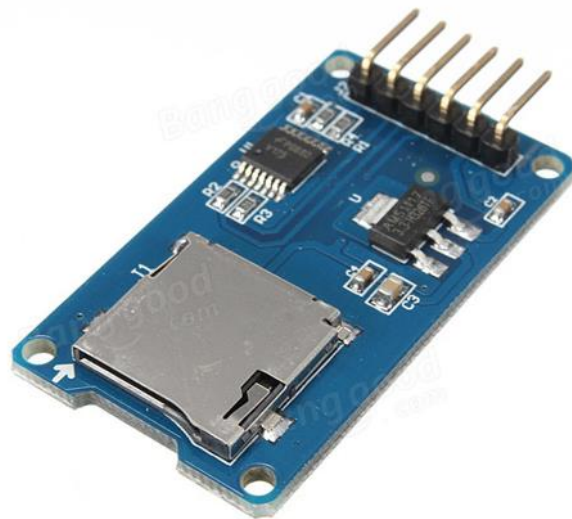


Nahiz eta EEPROM motako memoriak nahi bezain beste aldiz irakurri daitezkeen, ehun mila eta milioi bat aldiz inguru ezabatu eta birprogramatu daitezke. Gailu hauek I2C, SPI eta Microwire bezalako protokoloei esker komunikatu daitezke (SPI gure kasuan) eta beste kasu batzuetan mikro-kontrolagailuetan eta DSP-etan txertatzen dira komunikazio komunikazio abiadura altuagoak lortzeko.

Flash memoria adibidez, EEPROM motako memoria aurreratuago bat da eta mikro-kontrolagailuak (arduino pro mini-ak) mota honetako 32kB ditu gure programen kodea gordetzeko. Horietako 2 bootloader-arentzat erreserbatuak daude. Horrez gain, beste EEPROM memoria bat du 1KB-ekoa.

Hala ere, txartel baten beharra egongo denez kotxearen ibilbidea modu errazago baten gordetzeko, mikro SD txartelak erabili ahal izateko modulu bat erabiliko da. Honela, behin datuak eskuratuta ordenagailuan bistaratu ahal izango dira txartela ordenagailura konektatzerakoan eta ez da inolako memoria arazorik egongo, gaur egungo txartelak merkeak eta memoria handikoak baitira.

Honako hau da erabilitako modulua:



38.irudia. SD txartelak konektatzeko arduino modula

Honako hauek dira moduluaren ezaugarriak garrantzitsuenak:

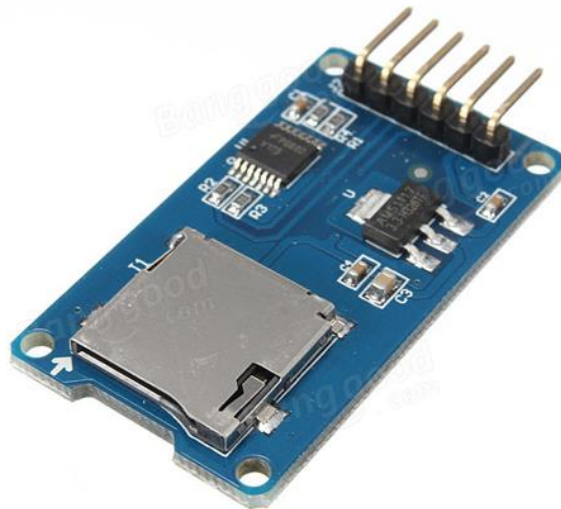
1. Mikro sd txartelekin bateragarritasuna (abiadura altukoak).
2. Zirkuituak 5 edo 3.3V-ekin lan egin dezake.
3. Tentsio erreguladore bat du 3.3V-etara egokitzeko tentsioa.
4. SPI komunikazio interfazea.
5. 4 zulo gailua finkatzeko.
6. Tamaina: 4.1x2.4 cm.



Gailu honi esker, sentsoreek jasotako datuak gorde ahal izango dira mikro SD txartel batean nahiz eta gailu osoa elikadurarik gabe gelditu. Honela, gailuak behin ibilbide osoa eginda, erabiltzaileak mikro sd txartela hartu ahal izango du eta ordenagailuan gorde ahal izango ditu datu guztiak.

Mikro SD txartela erabili ahal izateko eta bertan idatzi ahal izteko, SdFat liburutegia erabiliko da. Liburutegi honek FAT16 eta FAT32 formatuak onartuko ditu SD/SDHC motako SD txarteletan. Beraz, txartela erabiltzen hasi baino lehen, formatua konprobatu beharko da eta formatua okerra izanez gero, txartela formateatu ordenagailuaren laguntzaz desiratutako formatua aukeratuz.

Datuak Excel programako “.csv” formatuan gordeko dira taula baten antolatuta.



39.irudia. Mikro SD modulua.

6.9.2 Bluetooth modulua

Datuak kotxeak duen memoria baten gorde beharrean, beste aukera bat bluetooth teknologia erabiliz mugikor batera bidaltzea izango litzateke. Hala ere, mugikorra erabiliz gero datuak jasotzeko, aplikazio bat garatu beharko litzateke jasotako dau horiek bistaratu ahal izateko eta ondoren prozesatzeko.

Mugikor bat erabili beharrean, ordenagailu erabili ahalko da baita ere eta “monitor serie” atala erabiliz datuak bistaratu ahal izango lirateke, bigarren aplikazio bat garatu barik.

Hurrengo kodea erabili beharko da datuak ordenagailura bidaltzeko bluetooth bitartez:

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial blue(2, 3);
int pot=0;
void setup(){
  blue.begin(9600);
  blue.println("Conectado");
```



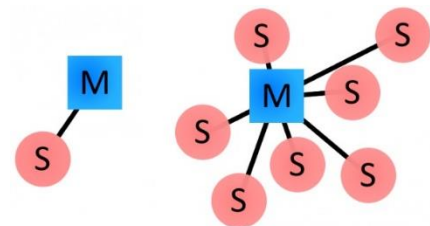
```
}  
void loop(){  
  pot=analogRead(0);  
  blue.println(pot);  
  delay(1000);  
}
```

Software serial liburutegiarekin komunikazio serie bat ezarriko da eta behin ordenagailua bluetooth moduluarekin konektatuta, 1324 pasahitza erabilita, ordenagailuan COM portu zuzena aukeratu beharko da. Ondoren, monitor serie aplikazioa ireki eta 9600 baudioko transmisio abiadura aukeratu beharko da, izan ere, transmisiorako aukeratutako abiadura izan da. Ezarritako komunikazio serie honi esker, ordenagailutik kotxera datuak bidali ahal izango lirake baita ere, baina kasu honetan ez da funtzio hau erabiliko. Behin aurreko pausuak beteta, datuak pantailan bistaratu ahal izango dira.

Ikuspuntu honek duen desabantailarik handiena; datuen hargailua, kasu honetan ordenagailua, kotxetik distantzia nahiko txiki batera mantendu beharko da, hala ere gela txiki batean erabili nahi bada, aukera on bat izan daiteke.

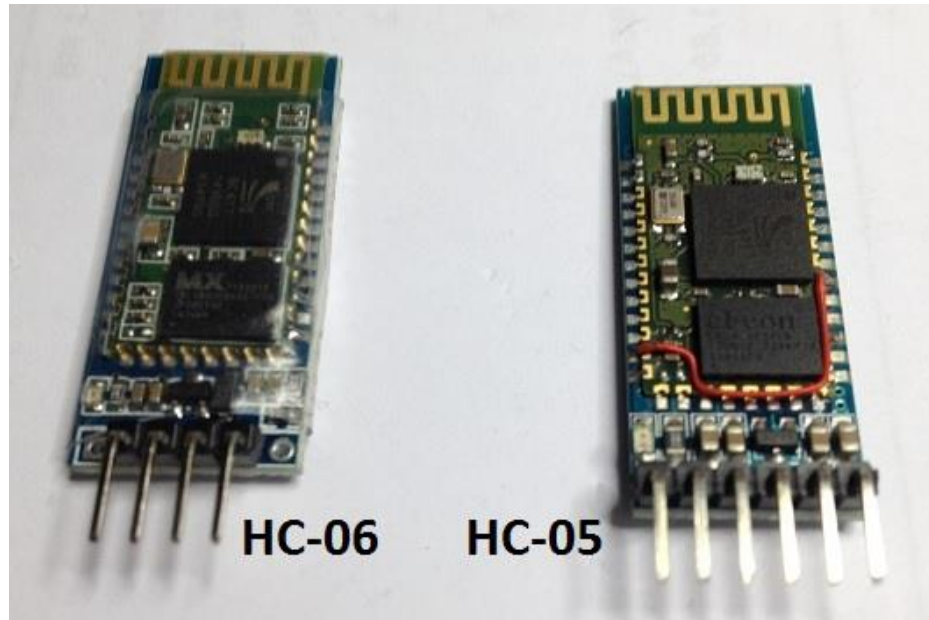
Modulu hauen ezaugarriak hurrengoak dira:

- Maisu edo morroi bezala erabili ahal da. Maisu moduan konfiguratutako moduluak morroi bat baino gehiagotara konektatu ahal izango dira. Morroiak, berriz, maisu bakarrera egongo dira konektatuta. Maisuak datu transmisio kudeaketa gauzatuko du.
- Gehienez 7 morroi konektatu daitezke.
- Konektatutako modulu bakoitzak 48 biteko helbide bakarra du. Gainera, erabiltzaileak hobetu ezberdindu ahal izateko konektatutako gailu guztiak izen bat erabiliko dute.
- IP protokolo bat ezarrita bluetooth modulu erabili ahal izango da Internet-eko konexioa lortzeko, ondorioz, IP helbide bat erabiliko da kasu honetan.
- Bluetooth konexioa ezarri ahal izateko pasahitza bat erabiliko da.
- Moduluak elkar konektatzerakoan beraien pasahitzak partekatuko dituzte eta bata besteara gordeko du. Honela hurrengo konexioak modu automatikoan egin ahal izango dira.



40.irudia. Maisu-morroi bluetooth egiturak.

Gehien erabiltzen artean hurrengo moduluak aurki ditzakegu:



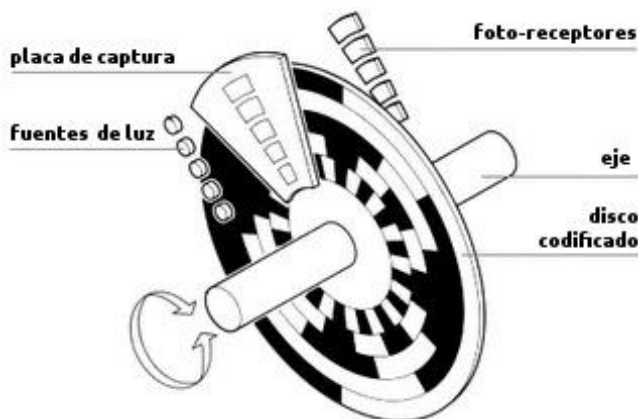
41.irudia. Bluetooth moduluak .Iturria: <http://www.prometec.net/bt-hc06/>

Hasieran nahiz eta antzekoak eman, HC-06 modulua 4 pin baino ez ditu erabiltzen. Ondorioz, azken modulu morroi konfigurazioarekin baino ezingo da erabili. HC-05-aren kasuan morroi zein maisu konfigurazioak erabili ahal izango dira. Hortaz aparte, aipatutako azken modulu honek instrukzio gehiago onartzen ditu lehenengoak baino.

6.10 Kodetzaila

Encoderrak kodegailuak dira azken finean, formatu baten aurkitu daitezkeen informazioa beste formatu batera bihurtzeko helburua baitute. Kasu honetan, ardatzak ematen dituen birak abiaduran bihurtu nahiko da eta horretarako aurkitu daitezkeen kodegailu edo encoder desberdinak aztertuko dira.

Sentsore hauek bi osagai garrantzitsu izango dute, alde batetik diskoa eta bestetik sentsore bat (mota ezberdinetako sentsoreak aurkitu daitezke, teknologia optiko edo magnetiko bat erabiliz adibidez). Diskoa, erabilitako sentsorea optikoa bada, zuloekin kodetuta egongo da, horregatik kodegailuak deitu ditzakegu.



42.irudia. Kodegailu optiko inkremental baten diskoa.



Bi encoder mota nagusi aurkitu daitezke, encoder inkrementalak eta absolutuak. Azken hauek, irudian ikus daitekeen moduan, kode ezberdin bat izango dute diskoaren posizio angeluar bakoitzeko. Honela, abiadura jakiteaz gain, ardatzaren posizioa jakin ahal izango da.

Inkrementalak berriz, pultsu kopuru jakin bat sortuko dute bira bakoitzeko. Honi esker, gurpil batek egindako distantzia lineala zein angeluarra (bira kopurua) jakin dezakegu.

Hala ere, erabilitako teknologia kontutan badugu mota ezberdineko enkoderrak aurkitu daitezke. Kasu honetan, magnetikoak eta optikoak aztertuko dira ezagunenak baitira.

6.10.1 Enkoder optikoak:

Autoan erabilitako kodegailu mota enkoder optiko inkremental bat izango da, izan ere, ez da beharrezkoa izango ardatzak momentu konkretu jakin baten duen posizioa.

Beraz, encoderrak duen sentsore optiko bat eta diskoa erabiliz autoaren abiadura ezagutu ahal izango da. Sentsore optiko honek “U” forma izango du, eta izpi infragorri baten bidez erdian diskoa kokatzerakoan detektatu ahal izango da irteeran balio logiko altu bat emanez.

Sentsoreak duen diskoa 20 zulo izango ditu. Honela, bira bakoitzeko 20 pultsu emango ditu sentsoreak irteerako pinean, mikroaren 2.pin digitalera eramango direnak etendurak sortu ahal izateko eta seinale honek izan behar duen denbora 20 pultsu sortzeko. Honela abiadura kalkulatu ahal izango da.

6.10.2 Enkoder magnetikoak:

Enkoder hauek oso fidagarriak dira, nahiz eta ingurune industrial baten erabili. Hauen funtzionamendua detekzio magnetikoan oinarritzen da eta oso eraginkorrak izatea frogatu dute nahiz eta baldintzak kaxkarrak izan (hautsa, tenperatura altuak, bibrazioak edo kolpeak hartu). Beraz oso erresistentzia altua duela eta oso iraunkorrak eta merkeak direla esan daiteke, hauen prezioa ez baitu euroa gainditzen.



43.irudia. Enkoder magnetikoa.

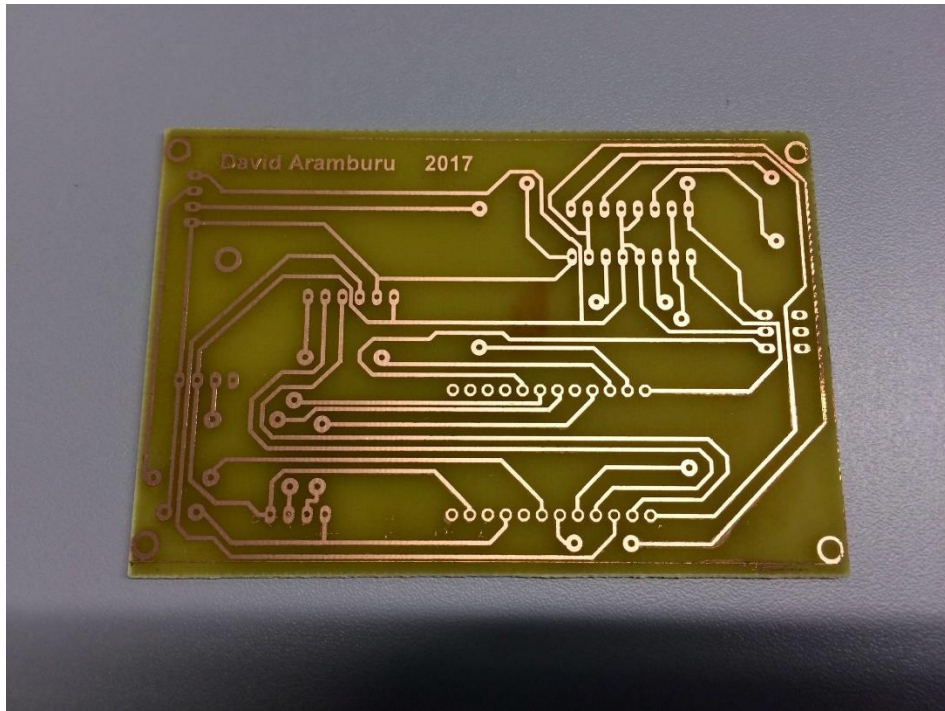
6.11 PCB plaka

Prototipoaren lehenengo bertsioetan protoboard bat kableekin batera erabili da, askotan konexioak ez baitira behin-betikoak izaten. Horregatik, behin konexio eskema osatuta eta funtzionamendua frogatuta izanik, PCB plaka diseinatu da konexioak kalitate hobekoak izan daitezkeen eta tamaina txikiagotzeko. Gainera segurtasun askoz handiagoa eskaintzen du plaka bat erabiltzeak, kableak konturatu gabe deskonektatu daitezke eta.

Plakaren diseinua egiteko “designspark” softwarea erabili da. Osagai guztiak kokatzeko arazo batzuk izan dira, izan ere, pisten arteko gurutzaketa ugari izan dira lehenengo saiakeretan. Gurutzaketa hauek konpontzeko bi aukera egon dira, alde batetik zubiak egitea kableak erabilia eta bestetik, plakaren bi aldeak erabiltzea pistak egiteko.



Nahiz eta aurpegi biak erabiltzea aukera egokiago bat dirudien, baditu bere zailtasunak eta batzuetan plakaren fabrikazio prozesua konplikatu daiteke, osagai eta konexio guztiak lerrokatuta egon behar dutelako.



44.irudia. PCB plaka..

Diseinuaren irudian ikus daitekeen moduan 10 zubi egin behar izan dira konexio guztiak egin ahal izateko.

7 AUKERATUTAKO OSAGAIAK

Autoaren helburua hormari paralelo joatea izanik, kontu handiz aukeratu beharko dira proiektuan erabiliko diren osagaiak. Sentsoreetatik lortutako seinaleak zehatzak eta egonkorak izan beharko dira eta aukeratutako mikro-kontroladorea prozesaketa ahalmen nahikoa izan beharko du datuak aztertzeke eta irteera logiko bat emateko motorrei sarrera horiek kontutan izanik.

7.1 Mikro-kontrolagailua

Aztertutako hiru txartelak konparatuz, Arduino Uno txartela guztiz baztertuko litzateke, izan ere, Arduino Pro Mini-ak eskaintzen dituen baliabide berdinak eskaintzen ditu nahiz eta garrantzi gabeko zailtasun batzuk aurkeztu, programatzerako orduan adibidez. Egia da pinen konexioa egiteko lan gehiago hartu behar dela, baina tamaina aldetik abantaila bat izango da PCB-an kokatzerakoan. Horregatik konparaketa nagusia Arduino Pro Mini eta Raspberry Pi Zero-ren artean gauzatuko da. Honako hauek dira azken txartel hauen ezaugarriak:

- 1 GHz-ko prozesagailua, nukleo bakarrekoa.
- 512MB-eko RAM memoria.
- Mini-HDMI portua.
- Mikro-USB OTG portua.
- Mikro-USB elikadura.
- 40 pineko goiburukoa HAT (“Hardware Attached on Top”) -rekin bateragarria.

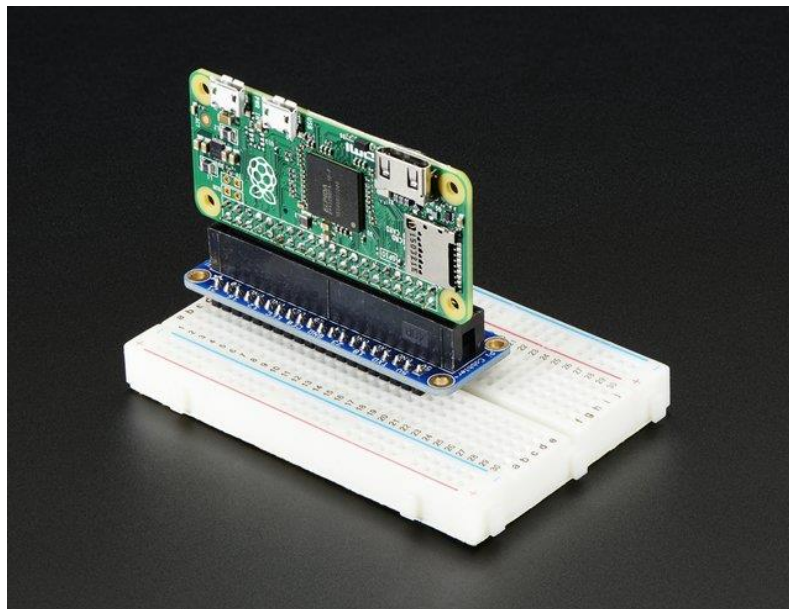


- “Bideo konposatu” seinalearekin bateragarria.
- CSI (“Camera Serial Interface”) kamera konektorea.

Arduino Pro Mini-arekin alderatuz:

- ATmega328 prozesagailua (erloju abiadura modeloaren menpe).
- 3,35-12V (3,3V-eko modelo) edo 5-12V (5V-ko modelo) elikadura tentsioa.
- 3,3 edo 5V-ko lan tentsioa.
- 14 sarrera/irteera pin digital.
- UART.
- SPI.
- I2C.
- Sarrerako pin analogikoak.
- Kanpotiko etendura programagarriak 2 eta 3.pin digitaletan.
- 40 mA-ko korrante zuzena I/O pin bakoitzean.
- 32KB-eko flash memoria ez hegazkorra.
- 2 KB-eko SRAM.
- 1 KB-eko EEPROM.
- 8 edo 16 MHz-ko erloju maiztasuna (modeloaren arabera).

Hardware ezaugarriei erreparatuz gero, Raspberry markako txartela Arduino-rena baino askoz potenteagoa dela ikus daiteke. Baina potentzia alde batera utzita, gainerako ezaugarriak ez dira batere erabilgarriak proiektu honetarako. Erabilpen orokorreko pinak adibidez, erabat erabilgarria izateko askotan egokitzaileen beharra izaten dute, protoboard batera konektatzeko adibidez.



45.irudia. Raspberry Pi Zero protoboard batera konektatuta.

Software ezaugarriei erreparatuz ordea, arduino mikro-kontrolagailua ATmega328 prozesagailuan oinarritutako txartel bat da, Raspberry-a ARM arkitekturan oinarritzen den bitartean. Ondorioz, sistema eragile baten beharra du ia kasu gehienetan eta honen erruz denbora errearen ezaugarria galtzen da. Honek txartela programatzea konplikatzeko du, lehenengo sistema eragilea instalatu behar delako (Raspbian da Raspberry Pi-an erabilienetako bat nahiz eta askoz gehiago egon, horietako batzuk ez-ofizialak) eta ondoren kodea garatu.



Kodea garatzeko Python da aurkitu daitekeen lengoairik estandarrena, potentzia handikoa, oso hedatua, ingurune profesionaletan erabilia eta software librean oinarritua. Hala ere, Python lengoiaian garatutako kodea exekutatu ahal izateko, konpilatzaile baten beharra dago. Raspbian sistema eragilean adibidez, IDLE editorea aurkitu daiteke. Guzti honek txartela programatzea konplikatzeko du.

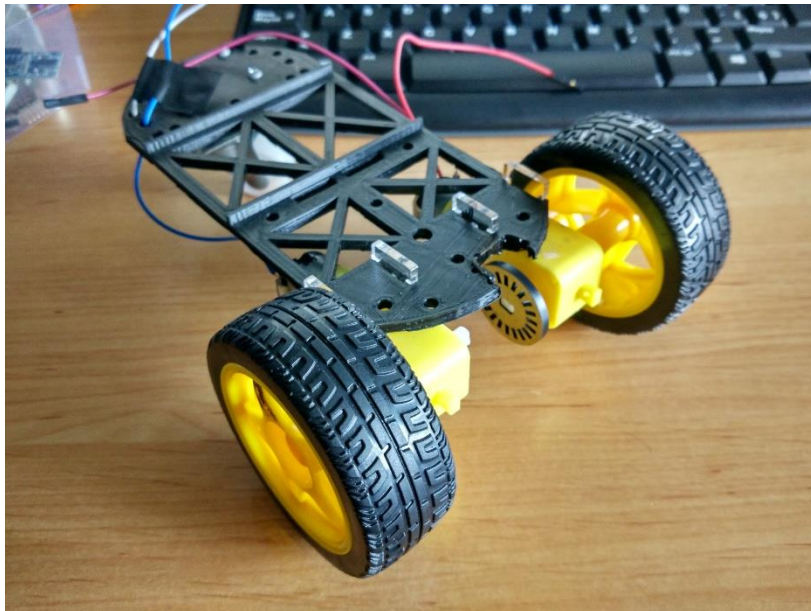
Gainera CPU-aren erloju maiztasun ezberdintasuna alderatuta argi ikus daiteke kontsumoa askoz handiagoa izango dela. Baliteke potentzia handiagoa beharrezkoa den proiektuetan merezi izatea txartel hau erabiltzea, baina proiektu honetarako ez da beharrezkoa izango prozesamendu ahalmen handi bat izatea betebeharrak guztiak (distantzia neurketaren kalkulua, PID kontrolagailuaren irteera, motorren seinaleak sortzea...) modu egokian betetzeko.

Arrazoi guzti hauengatik Arduino Pro Mini txartela erabiltzea erabaki da, 5V eta 16 Mhz-takoa hain zuzen. Kontsumo baxuagoa izateaz gain, modulu asko aurki daitezke txartel honekin erabiltzeko eta Arduino txartelen inguruan Internet-en aurkitu daitezkeen adibidez kopurua izugarria da.

7.2 Autoaren egitura

Erabilitako egituraren diseinua eskura izanik, egituraren diseinuan denbora ez galtzea erabaki da. Gainera, aukeratutako diseinu hau guztiz bateragarri da aukeratutako motorrekin eta fitxategiaren formatua Cura softwarearekin inprimaketa parametroak aukeratu ahal izateko, izan ere, ezaugarrietako bat

Txasisari egindako modifikazio bakarra kodegailua ezartzeko ebaketa izan da, diskoa jarri ahal izateko. Hasieran diskoak oinarriarekin jotzen zuen eta ezin zen motorraren ardatzean jarri.



46.irudia. Autoaren egitura enkoderraren diskoa jarri ondoren.

7.3 Distantzia sentsoreak

Distantzia neurtzeko erabilitako sentsorea ultrasoinu bidezko HC-SR04 da. Planteatutako beste aukera Sharp markako GP2Y0A41SK0F distantzia sentsorea izan da, baina sentsore honen ezaugarriak kontutuan izanda baztertua izan da:



- Neurketa tarte askoz txikiagoa ultrasoinu sentsorearekin konparatuz, 4-30 cm vs 2-450 cm.
- Prezio nabarmen altuagoa, 7-10€ inguru. Iturria: <http://www.mouser.es/ProductDetail/Sharp-Microelectronics/GP2Y0A41SK0F/?qs=2FIyTMJ0hNntc9zAbfAZXg%3D%3D>
- Irregularitasunak neurketak egiterako orduan.

Hurrengo irudian antzeman daitezke aipatutako irregularitasunak:

```
Hormarekiko distantzia: 24
Hormarekiko distantzia: 21
Hormarekiko distantzia: 21
Hormarekiko distantzia: 15
Hormarekiko distantzia: 21
Hormarekiko distantzia: 21
Hormarekiko distantzia: 14
Hormarekiko distantzia: 20
Hormarekiko distantzia: 20
Hormarekiko distantzia: 13
Hormarekiko distantzia: 20
Hormarekiko distantzia: 20
```

47.irudia. Sharp sentsorearekin egindako neurketak.

Eragozpen guzti hauek kontutan izanda, ultrasoinu bidezko sentsorea erabiltzea aukeratu da, honen irteera askoz egonkorragoa izanik.

7.4 Datu eskuraketa sistema: SD modula

Datuak jaso ahal izateko, SD modulu bat erabiltzea erabaki da. Bluetooth modula erabiltzea bi arazo nagusi dituelako gehien bat. Alde batetik datuen hargailua distantzia labur batera mantendu beharko delako igorletik eta kasu gehienetan aukera hau ez da bideragarria izango. Bestetik, datuak ordenagailua jaszoz gero “monitor serie” leihoa erabili ahal izango litzateke datuak bistartzeko, baina kasu honetan erabiltzaileak hartu beharko luke datuak gordetzeko ardura.

Ordenagailuan jaso beharrean mugikor baten jaso ahal izango lirateke baita ere, baina horretarako aplikazio bat garatu beharko litzateke datuak jasotzeko eta mugikorraren memorian gordetzeko.

Arrazoi guzti hauek kontutan izanda, SD modulu bat erabiltzea erabaki da. Behin autoaren ibilbidea bukatuta SD txartela ordenagailuan sartu ahal izango da eta bertako fitxategia modu askoz errazago baten gorde edo bertako datuak prozesatu.

SD moduluarekin batera aukeratutako SD txartela 8 GB-eko txartel bat izan da. Ondorioz, FAT32 formatuarekin formateatu behar izan da, FAT16 formatuak 2 GB-rainoko txartelak baino ez ditu onartzen.

FAT32 formatua, aukeratutako txartela eta SdFat liburutegia guztiz bateragarriak dira. Hala ere, erabilitako Arduino IDE Softwarea 1.6 edo berriagoa izan behar da (erabilitako bertsioa 1.6.9 izanik). Formatu bakoitzak bere abantaila eta desabantailak ditu.

FAT16-ren abantailak:

- MS-DOS, Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows 2000 eta zenbait UNIX sistema eragile erabili dezakete.



- Oso eraginkorra 256 KB baino memoria gutxiago duten memorieta.
- Erreminta asko daude arazoak aztertzeko eta informazioa eskuratzeko arazo hauen inguruan.

FAT16-ren desabantailak:

- FAT16-re kasuan 512 sarrera baino gehiago (muga hau txikiagoa izan daiteke fitxategien izenak oso luzeak badira) ezin dira egon txartelaren erroan. FAT32 kasuan ez da inolako arazorik izango zentzu honetan.
- FAT16 formatuak 65536 “cluster” edo memoria elementu izan ditzake gehienez, baina “cluster” batzuk erreserbatuak daudenez, muga praktikoa 65524 izango litzateke. “Cluster” bakoitzaren tamaina, txartelaren memoriaren arabera izango da, hauen gehiegizko tamaina 32 KB-etako izanik gehieneko memoria duten txarteletan (2 GB kasu honetan). $32 \text{ KB} \times 65524 = 2.096.768 \text{ KB}$, hau da, 2 GB.
- Txartelaren memoria handitzen doan heinean, “cluster”-aren tamaina handituz doa baita ere eta ondorioz memoria asko xahutu daiteke. 10 KB-eko fitxategi bat 32 KB-eko “cluster” baten gordetzen bada, memoriako 22 KB xahutuko dira.

FAT32-ren abantailak:

Memoriaren erabilpena modu askoz eraginkorrago baten egiten da. Hurrengo hobekuntzak eskaintzen ditu formatu honek:

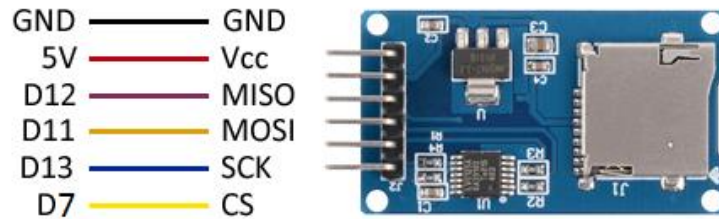
- FAT32 formatuak ez du mugatzen fitxategi kopurua memoriaren erroan.
- Memoria modu eraginkorrago baten antolatzen du “cluster” txikiagoak erabiltzen baititu (4KB-eko cluster-ak 8 GB-rainoko SD txarteletan). Gainera, ordenagailuak behar dituen errekurtsioak idazketak eta irakurketak egiteko baxuagoak dira.
- FAT32 FAT16 baino egonkorragoa da.

Hurrengo taulan cluster tamainak konparatu daitezke txartelaren memoriaren arabera:

Taula 8. FAT16/FAT32 formatuak. Iturria: <https://technet.microsoft.com/es-es/library/cc940351.aspx>

TXARTELAREN MEMORIA	FAT16 CLUSTER TAMAINA	FAT32 CLUSTER TAMAINA
260 MB–511 MB	8 KB	Ez da jasaten
512 MB–1,023 MB	16 KB	4 KB
1,024 MB–2 GB	32 KB	4 KB
2 GB–8 GB	Ez da jasaten	4 KB
8 GB–16 GB	Ez da jasaten	8 KB
16 GB–32 GB	Ez da jasaten	16 KB
> 32 GB	Ez da jasaten	32 KB

Mikroarekin komunikazioa gauzatzeko SPI (Serial Peripheral Interface) komunikazio baliabidea erabiliko da. Komunikaziorako erabiliko den protokolo hau sinkronoa da eta normalean mikro-kontrolagailuak periferikoekin komunikatzeko erabiliko da (bi mikro-kontrolagailu elkarren artean komunikatzeko erabili daiteke baita ere). Komunikazio mota honekin beti aurkituko da maisu bat (normalean mikro-kontrolagailua izango dena) gailu periferikoak kontrolatuko dituena. Hurrengo konexioak gauzatu beharko dira maisuaren eta morroiaren artean:



48.irudia. SD modulua eta honen konexioak.

Irudian ikus daitekeen moduan, modulua 5V-ekin elikatuko da eta mikroak eskaintzen dituen SPI komunikaziorako pinak erabiliko dira. Pinen funtzioa hurrengoa izango da:

- CS pinaren kasuan (Chip Select), morroia aukeratzek erabiliko dena, aurre ezarritako pina 10.pin digitala izango da. Hala ere, pin hau erabili beharrean pin digitaletatik beste edozein aukeratu ahal izango da, baldintza bakar bat betez: 10.pina irteera moduan egon beharko da konfiguratuta nahiz eta pin hori ez erabili morroia aukeratzeko.
- MISO pina (Master In Slave Out), morroitik maisura informazioa bidaltzeko erabiliko litzateke, baina kasu honetan ez da erabiliko.
- MOSI pina (Master Out Slave In) datuak kontrako noranzkoarekin bidaltzeko erabiliko da, hau da, mikro-kontrolagailutik SD modulura.
- SCK pina. Bidalketak sinkronizatzeko erabiliko den erloju seinalea.

7.5 GPS hargailua:

Modulu hauen antzekotasuna dela eta, hargailuen artean eskuratzeko erabilitako irizpide bakarra eskuragarritasuna izan da. Jasotako mezuen egitura berdina da eta egin beharreko konexioak berdinak dira baita ere. Egia da GPS-622R moduluak 65 sateliteetako seinaleak jaso ahal dituela eta GPS NEO-6M moduluak 50 baino ez, baina hasieraketa hotzean pixka bat arinagoa du, beraz ez dira datu bereizgarriak.

Sentikortasuna ondorengo tauletan konparatzen baditugu ere oso antzekoa dute, ondorioz GPS-622R moduluak erabiltzea erabaki da.

Taula 9. GPS moduluen konparaketa.

Ezaugarria	GPS-622R	GPS NEO-6M
Hasieraketa hotzean	29s	27s
Hasieraketa beroan	29s	27s
Sentikortasuna nabigazioan	-161dBm	-161dBm
Eguneraketa maiztasuna	1/2/4/5/8/10 Hz (Lehenetsia 1 Hz)	1 Hz
Abiadura maximoa	515 m/s	500 m/s
Abiadura zehaztasuna	0,1 m/s	0,1 m/s
Sarrerako korronea	23 mA	37 mA (Eco mode) – 11 mA (Power save mode/1 Hz)



8 ERABILITAKO BALIABIDEAK

8.1 Hardware baliabideak

8.1.1 Prusa i3 3D inprimagailua

Azaldutako moduan, autoaren egitura nagusia unibertsitateko 3d inprimagailuarekin egin da, dagoeneko garatuta zegoen diseinu bat erabiliz. Egiturarekin batera, motorrak eusteko erabiltzen diren piezen diseinua erabiltzeko aukera izan dugu ere, ondorioz ez dugu ezer diseinatzeko beharrik izan eta denbora aurreztea lortu dugu.

Pieza inprimatu baino lehen “Cura” programa erabili dugu parametro ezberdinak finkatzeko eta piezaren diseinua egokia dela konprobatzeko. Behin programa honekin bukatuta inprimagailuarekin inprimatzen hastea oso erraza da, sd txartela sartu konektorean eta LCD pantailarekin gure pieza aukeratu. Kristalezko oinarria garbi egon behar da, ezpurutasunik eta irregulartasunik ez aurkitzeko piezetan eta batez ere mugitu ez daitezzen prozesua bukatu arte.

Arrazoi berdinetatik, batez ere tamaina txikiko piezetan, piezaren inguruan beharrezkoa ez den tinta gehiago aplikatzen da pieza mugitu ez dadin. Prozesua bukatzerakoan, piezak askatu behar dira, izan ere, erabat itsatsita geratzen dira oinarria. Honetarako espatula bat erabilgarria izan daiteke.

Azkenik inprimagailuak erabilitako gehiegizko plastikoa kendu beharra dago. Normalean ez da oso konplikatu izaten gehitutako geruza hau oso lodiera fina baitu.

Piezaren diseinua bat zetorren gurpilen eta motorren ezaugarriekin beraz ez ditugu arazo handirik izan pieza guztiak muntatzeko. Pieza txikien (zehaztasun behar handiena dituztenak) muntaketa apur bat konplexua izan da, izan ere, izkina batzuk lixatu behar izan dira motorren euskarriak ondo muntatu ahal izateko.

Honako hauek dira erabilitako inprimagailuaren ezaugarriak:

- 100% hardware askeaz egin dago, nahi den beste moldatzeko.
- Beraz, pieza guztien diseinua Internetetik deskargatu daitezke inprimatu ahal izateko nahi izanez gero.
- PLA polimeroa erabiltzen du material gisa piezak sortzeko.
- Inprimaketa abiadura: 40-50 mm/s.
- Bereizmena:
 - Oso altua: 60 mikra.
 - Altua: 100 mikra.
 - Normala: 200 mikra.
 - Baxua: 300 mikra.

- Tamaina:
 - Inprimagailua PLA bobina barik: 460 x 383 x 430 mm.
 - PLA bobinarekin: 460 x 383 x 580 mm.
 - Inprimaketa bolumena: 215 x 210 x 180 mm.
 - Kutxa: 408 x 425 x 233 mm.
 - 0.4 mm-tako ahokoa 1.75 mm-tako filamenturako.



- Arduino Mega 2560 mikro-kontrolagailua.
- LCD pantaila pultsagailu batekin nabigaziorako.
- Sd txartelak irakurtzeko portua.
- 220 x 220 x 3 mm –tako kristalezko oinarria, bertan piezak ezartzeko.
- B motako USB portua.
- Sistema eragile onartuak: windows XP eta berriagoak, MAC OS X eta berriagoak eta Linux.
- Onartutako artxibo mota: .gcode.

8.2 Software baliabideak

8.2.1 Cura softwarea

Cura softwarea Ultimaker enpresak garatutako software bat da, hiru dimentsiotan eginiko diseinu bat laminatzeko erabiltzen dena nagusiki. Programa doakoa da eta oso erraza erabiltzeko.

Kolore urdinak betetzen duen bolumena, inprimatu dezakegun lekua izango litzateke. Pantailaren ezker aldean moldatu ditzakegun parametro ezberdinak aurkitzen dira eta pantailaren goialdean hiru parametro ikus ditzakegu. Lehenengoa inprimagailuak inprimatzen emango duen denbora da emandako baldintzetan. Bigarrena pieza osatzeko beharko duen plastikozko hariaren luzeera eta azkena, kable horrek kostatuko lukeena.

Geruzaren altuera (Layer height (mm)): geruza bakoitzak izango duen altuera adierazten du. Gero eta altuera txikiagoa orduan eta geruza gehiago izango ditu gure diseinuak, beraz, zehatzagoa eta kalitate hobekoa izango da. Gainera, inprimagailuak denbora gehiago beharko du pieza sortzeko.

Azaleraren lodiera (Shell thickness (mm)): Piezak normalean ez dira trinkoak izango ahalik eta plastiko gehien aurrezteko, horregatik, piezaren azaleraren lodiera parametro honen bidez zehaztuko dugu. Garrantzitsua izango da balio hau “nozzle size” parametroaren multiplo izatea, izan ere, nozzle size inprimagailuak aplikatzen duen plastikoen lodiera zehazten du.

Bottom/Top thickness (mm): Beheko eta goiko azalaren lodiera zehaztuko du. Kasu honetan 0.6 jartzen badugu eta geruza bakoitzaren lodiera 0.2 bada, hiru geruza erabiliko ditu piezaren goialdea eta behealdea osatzeko.

Fill density-k piezaren dentsitatea zehaztuko du. Normalean %20-ko dentsitate bat erabiltzen badugu nahiko izango da eta plastikoa aurreztuko dugu. %100a erabili genezake pieza bete bat lortuz, baina askoz garestiagoa izango litzateke eta denbora gehiago emango luke pieza inprimatzen makinak.

Inprimaketa abiadura (mm/s): burukoa zenbateko abiadurarekin mugituko da. Normalean ez da komenigarria 100 mm/s-tako baino abiadura altuagoak erabiltzea.

Inprimazio tenperatura (C): Erabilitako materialaren menpe egongo da.

Euskarri mota (Support type): Batzuetan piezak euskarriak behar dituzte era egokian inprimatzeko. Euskarri hauen mota ezberdinetakoak izan daitezke, platerean eusten direnak alde batetik eta piezan bertan eusten direnak bestetik.

Atxikidura plataforma (Plataform adhesion type): Pieza txikiak egin nahi ditugunean komenigarria da lehenengo geruzan beharrezkoa den baino plastiko gehiago erabiltzea eta



euskarri moduko bat egitea pieza ondo itsatsi dadin. Pieza bukatzerakoan plastiko hau kendu beharko dugu.

Hariaren lodiera (Diameter (mm)): Erabilitako hariaren diametroa adierazten du.

8.2.2 Arduino 1.6.9

Proiektuaren kodea garatzeko arduino software (IDE) librea erabiliko da. Azken bertsio erabilgarria 1.6.12a da eta hiru sistema eragile nagusietan erabili daiteke (Windows, Max OS X eta Linux). Software hau arduino guztiakin erabili daiteke eta behin kodea garatuta, konpilatu eta txartelera igo daiteke bertatik.

Gainera, pantailaren eskumaldeko goiko partean “monitor serie” erreminta aurkitu daiteke. Honi esker, mikrotik eskuratutako datuak bistaratu daitezke. Horretarako, programazio aldetik “Serial.begin(9600);” instrukzioa erabili behako da, komunikazio seriea 9600 bps-ko abiadurarekin hasteko hain zuzen. Gainera, abiadura ezberdinak aukeratu daitezke, horien artean 300, 600,1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 edo 115200 bit/segundo egonik.

Horrez gain, pantailaren goialdean beste 5 botoi aurkitu daitezke. Lehenengoa kodea konpilatzeke botoia izango litzateke. “Sketch”-ak konpilatzerako orduan arduino softwareak pausu garrantzitsu batzuk bete behar ditu.

Lehenik eta behin, garatutako kode guztia aztertzen du edozein arazo dagoen edo ez aztertuz. Arazo hauek txarto idatzitako hitzak, falta diren ikurrak edo sinboloak edota sistemak ulertzen ez dituen instrukzioak izan daitezke. Hauetako erroreren bat aurkituz gero, programa gelditu egingo da eta aurkitutako erroreak pantailan erakutsiko ditu.

Konpilatzerako orduan programak egiten duen bigarren gauza, kodea mihiztadura lengoaiara itzultzea da. Mikroak ez ditu ulertzen pantailan idatzitako hitzak, izan ere, maila altuago bateko hizkuntza baten idazten dira instrukzioak programatzerakoan, horregatik dago itzulketa honen beharra. Maila altuko hizkuntza baten erabilpena asko errazten du programazioa ez direlako mikroaren hardwarearen baliabide guztiak ezagutu behar. Ondore, behin kode guztia mihiztadura lengoian izanik, mihiztazailearen menpe dagoena, makina lengoaiara pasatu behar da, erabiltzaileak erabiliko duen hardwarean baliabide guztiak erabiltzeko eta funtzionamendua eta baliabideen erabilpena ezin hobea izateko.

Aurkitu daitekeen hurrengo botoia, kodea arduino plakara igotzeko erabiliko litzateke. Behin programa konpilatuta eta botoi hau sakatuz, kodea mikro-kontrolagailuan grabatu daiteke. Hala ere, konpilatu gabe baldin bada programazioa eta igotzeko botoia sakatzen bada, arduino softwareak kodea konpilatuko du igo baino lehen. Errorerik aurkituz gero ordea, prozesua eten egingo da erabiltzaileak arazoak konpondu arte.

Erroreak baldin badaude, softwareak leihoaren behealdean pantailaratzen ditu. Erabiltzailea bertako xehetasunak aztertuz erroreak zergatia ulertzeko gai izango beharko litzateke.

Hala ere, programazioarekin hasi baino lehen hainbat gauza izan behar dira kontutan. Erremintak atalean adibidez erabiltzen ari garen mikroa (“Arduino Pro or Pro Mini” gure kasuan), mikroaren prozesadorea (“ATmega328 5V, 16MHz” gure kasuan) eta azkenik txartela programatzeko erabiliko den USB portua konprobatu beharko da ea portu zuzena den edo ez.



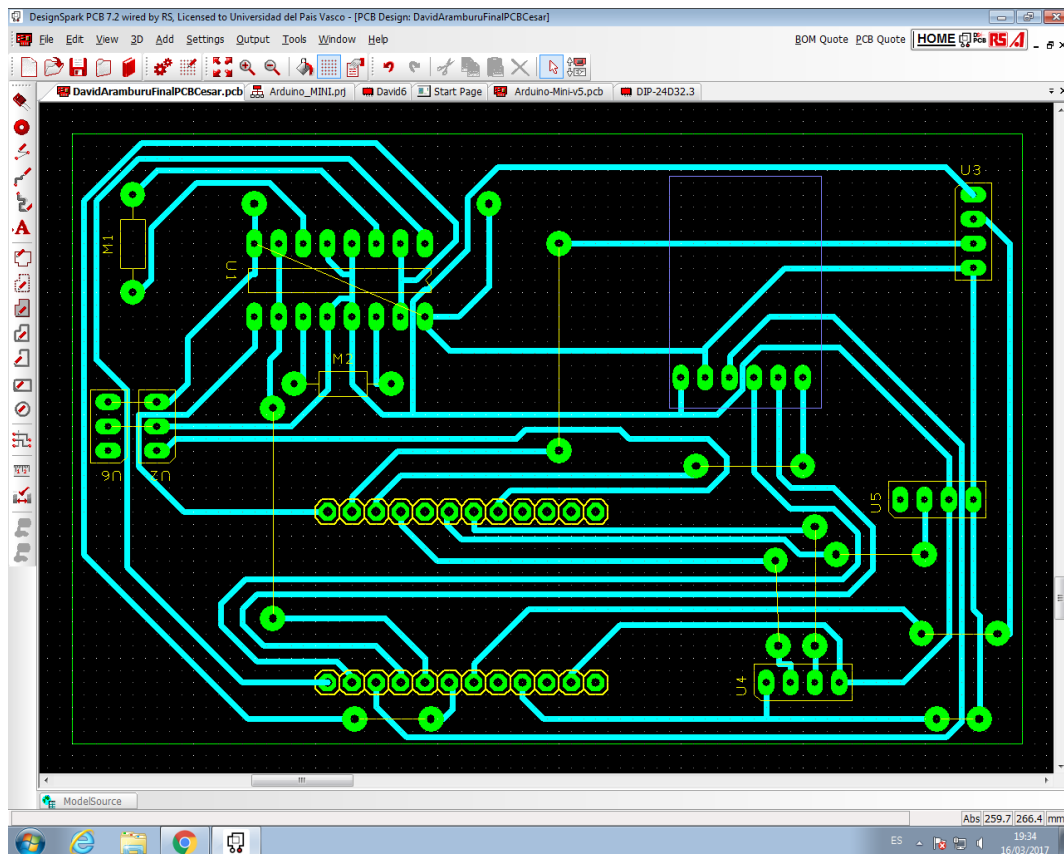
Horretarako, “Administrador de dispositivos” leihoan (bertara jotzeko Panel de control>Hardware y sonido>Dispositivos e impresoras leihoan eskumako botoiarekin sakatu eta “Administrador de dispositivos” aukeratu) , adierazten den COM portuan gailua konektatuta dagoen ikusi aztertu beharra dago. Portu hori bat etorri beharko da arduino programan adierazitako portuarekin.

8.2.3 DesignSpark

Osagaiak mikro-kontrolagailuarekin konektatu ahal izateko protoboard-a eta kableak erabili beharrean, PCB bat erabiltzea erabaki da. Honela kable bidezko konexioak ematen duten ziurgabetasun hori ezabatuko dugu.

Baina plaka erabiltzen hasi baino lehen diseinatu eta inprimatu behar da eta horretarako softwaren baten beharra dago. Kasu honetan DesignSpark software erabiliko da plaka diseinatzeko. Osagaien posizio zuzena aukeratu beharko da pisten arteko bidegurutzeak saihesteko, hala ere batzuetan bidegurutze hauek saihestezinak dira eta zubien beharra dago.

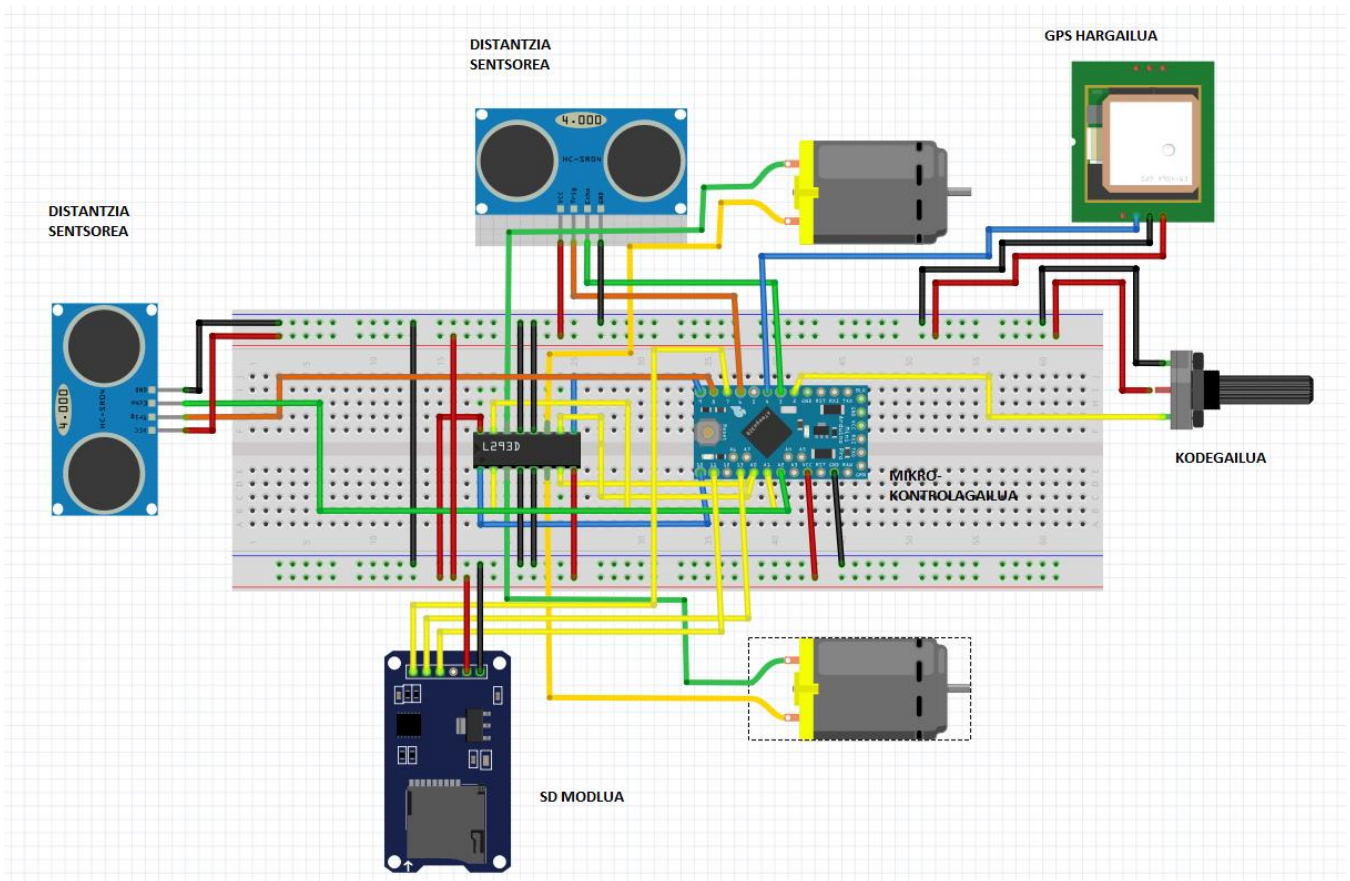
Software honi esker, pisten lodiera zehaztu ahal izango da baitere.



49.irudia. DesignSpark softwarearen bidez eginiko PCB-aren diseinua.

Irudian ikus daitezkeen hori koloreko lerroak bidegurutzeak saihesteko erabilitako zubiak izango lirateke.

9 KONEXIO ESKEMA



50.irudia. Fritzing softwarearekin garatutako konexio eskema.

Irudi honetan behin mikroa programatuta, gauzatutako konexio guztiak ikus daitezke. GPS modulutik datorren informazioa eskuratzeko ReceiveOnlySoftwareSerial liburutegia erabili da pin bakarra erabili ahal izateko.

Hala ere, konexio hauek behin-behinekoak izan dira probak egiteko baino ez. Behin sistema osoaren funtzionamendua frogatuta, PCB plakaren diseinua egin da kable gehienak kendu ahal izateko, izan ere, protoboard-aren barneko konexioaren kalitatea txarrera egin dezake denborarekin.

10 EGINDAKO ALDAKETAK

Aldaketa nagusietako bat, probak egiteko erabilitako protoboard-aren ordezkapena izan da, PCB bat erabiliz honen ordeiz. Honela, kable bidezko konexioak ematen duten ziurgabetasuna guztiz ezabatu da eta osagaiak erraztasun handiz konektatu daitezke erabilitako zokaloetara. Zokaloei esker, erabilitako osagaiak berrerabili edo ordezkatu daitezke arazorik gabe.

Horrez gain, kotxearen egituraren aldaketa batzuk egin behar izan dira enkoderraren diskoa jarri ahal izateko. Hasieran diskoak egiturarekin jotzen zuen eta ezin zen bere tokian jarri, eta are gutxiago enkoderra bera. Irudian ikus daitezke egin behar izandako aldaketak diskoa jarri ahal izateko:



51.irudia. Autoaren txasisari egindako modifikazioak.

Autoaren funtzionamenduan sinplifikazio batzuk egin behar izan dira, hormak ez diren oztopoak ez aurkitzea adibidez.

Hasierako bertsioetan, txartel ezberdin bat erabili da baita ere (“Arduino Uno” txartela) eskuragarritasun arrazoiengatik batez ere. Hala ere, denbora aurrera egin ahal eta aztertutako aukera ezberdinak konparatuz “Arduino Pro Mini” txartelarekin ordezkatzera erabaki da.

11 ARAZOAK

11.1 Pieza txikietan zehaztasun eza

Behin egitura nagusia inprimatuta, pieza txikienak muntatzeko arazoak izan dira, zehaztasun handiena behar dituztenak baitira. Konponbidea piezak limatzea izan da. Nahiz eta itxura perfektua ez izan, muntaketa burutzea posiblea izan da osagai guztiak finkaturik.

11.2 Eskumara biratzeko arazoak

Kotxeak hormaren kantoi bat topatzen duenean eskumara biratu behar izaten du, gelaren forma ahalik eta zehatzen deskribatu ahal izateko. Ondorioz, sentsoreen posizioa dela eta, eskumarako bira egiteko aldagai berri bat sortu behar izan da, izan ere, horma desagertzean sentsoreek jasotzen duten informazioa eta kotxea gelaren erdian uzterakoan jasotzen duten informazioa berdina da.

11.3 Kodea arazterako orduan

Arduino IDE Softwarearen ahultasun garrantzitsuenetariko bat arazketa da. Ia ezinezkoa da kode guztia garatzea eta akatsik ez egitea lehenengo saiakeretan. Horregatik akats horiek egiten direnean bilatu egin behar dira lehenengo eta ondoren konpondu, eta askotan ez da prozesu erraza izaten.

Ondorioz, mikro-kontrolagailu gehienak programatzeko erabiltzen diren IDE-ak (“Integrated Development Enviroment”) araztaile eraginkor bat izaten dute, aldagaiak aztertzea eta balioz aldatzea, exekuzio puntua aldatzea, pausuz pausu exekutatzeko, kontrolagailuaren banderatzeko (“flag-ak”) balioz aldatzea... baimentzen dituztenak. Baina arduinorekin batera erabilitako softwareak ez ditu funtzio hauek integratzen eta egin daitekeen gauzetako bat irteera serieko



funtzioak erabiltzea da, “monitor serie”-an informazioa bistaratzeko. Hala ere, funtzio hauek erabiliz programaren exekuziotik araztu ahal izango genuke eta ez garapen ingurunea erabiliz.

Kasu honetan, “monitor serie” erreminta erabiliz, komunikazio seriea aktibatu beharko da `Serial.begin(9600)`; funtzioa erabiliz eta “`Serial.println()`” instrukzioaren bidez informazioa bistaratzeko ordenagailuan. Horrela, programa ze pausotatik igaro den ezagutu ahal izango da. Horrez gain, aldagai baten balioa ezagutu nahi bada, `Serial.print` edo `Serial.println` erabili ahal izango lirateke. Bi funtzio hauen arteko ezberdintasun bakarra da bigarrenak lerro berri baten idatziko duela balioa.

Behin programa bukatuta ez bada nahi funtzio horiek exekutatzeko (monitor serie pantailan informazioa bistaratzeko dituzten funtzioak hain zuzen), honako kode hau erabiltzeko aukera izango litzetke:

```
1  #ifdef DEBUG
2  #define DEBUG_PRINT(x) Serial.print(x)
3  #else
4  #define DEBUG_PRINT(x)
5  #endif
```

52.irudia. Arduino kodearen arazketa erosoago egiteko kodea

Honela, kodearen hasieran `#define DEBUG` idazten bada, `DEBUG_PRINT(x)` exekutatzeko den bakoitzean `Serial.print(x)` exekutatu da eta erabiltzaileak idatzitako mezua ikusiko da ordenagailuaren pantailan. `#define DEBUG` kodea idazten ez bada ordea, `DEBUG_PRINT(x)`-ren bidez egindako deiak ez dute ezer egingo.

Horrez gain, badago beste modu bat informazio baliagarria eskuratzeko kodea exekutatzeko den bitartean. Direktiba ezberdinak erabiliz programari buruzko informazioa ezberdina eskuratu da.

`__FUNCTION__` direktiba erabiliz adibidez, programa exekutatzeko ari den funtzioa ezagutu ahal izango da.

`__PRETTY_FUNCTION__`-rekin ordea, funtzioaren prototipoa jakin ahal izango da, `__FILE__` erabilita artxiaren izena itzuliko du eta `__LINE__` erabilita funtzio hau deitua izan den lerroaren zenbakia itzuliko du. Funtzio edo direktiba hauek erabiliz, kodeak itxura hau izango du:

```
1  Serial.print(millis());
2  Serial.print(" ms ");
3  Serial.print(__FILE__);
4  Serial.print("!");
5  Serial.print(__PRETTY_FUNCTION__);
6  Serial.print(" (linea: ");
7  Serial.print(__LINE__);
8  Serial.println(")");
```

53.irudia. Kodea arazteko makroak



12 BIBLIOGRAFIA

ZIEGLER-NICHOLS:

<https://sites.google.com/site/picuino/ziegler-nichols>

http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32_654/1/guerreronaboa.pdf

UART:

https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_asynchronous_receiver/transmitter

Software serial:

<https://www.arduino.cc/en/Reference/SoftwareSerial>

<https://www.sparkfun.com/products/retired/9758>

GPS-en teoria:

<file:///C:/Users/david/Downloads/La%20Senal%20GNSS.pdf>

Latitudearen bihurteta MM.MMM MMM decimalera:

<http://stackoverflow.com/questions/18442158/latitude-longitude-in-wrong-format-dddmm-mmmm-2832-3396n>

H zubiaren datasheet-a:

<http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/3f/2a/59/15/61/43/45/af/CD0000058.pdf/files/CD00000058.pdf/jcr:content/translations/en.CD00000058.pdf>

Lenovo Phab 2 Pro:

<http://www.xatakandroid.com/aplicaciones-android/project-tango-ya-tiene-nueva-aplicacion-en-google-play-para-probar-experiencias>

<http://shop.lenovo.com/es/es/tango>

3D inprimagailua:

https://www.bq.com/es/prusa?gclid=Cj0KEQjwp4fABRCer93Klpaki94BEiQAsXJMGmYl4BncZq66T0BEBMqHI-Vy10Q-Fk7_XGPM5ZmwNxAaAmnD8P8HAQ

Tango:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tango_\(platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tango_(platform))

<https://www.cnet.com/es/noticias/el-proyecto-tango-de-google-despliega-una-nueva-tecnologia-de-creacion-de-mapas/>

<http://www.xataka.com/moviles/creando-mapas-en-3d-con-el-project-tango-de-google>

Zebedee:

<http://www.csiro.au/en/Research/D61/Areas/Robotics-and-autonomous-systems/Sensing-and-mapping-our-environment/Zebedee>



MITunibertsitateak garatutako sistema:

<https://hipertextual.com/2012/09/mit-mapas-tiempo-real-interior>

Grisu gasa:

<http://www.rtve.es/noticias/20131029/grisu-gas-letal-para-mineros/779740.shtml>

Saw iragazkiak(GPS-etan):

https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_filter

Temperaturarekiko konpentsatutako oszilagailuak:

<http://www.radio-electronics.com/info/data/crystals/tcxo.php>

Iturria:

<http://omicronno.elespanol.com/2015/11/nuevo-raspberry-pi-zero-un-tremendo-mini-ordenador-por-solo-5-dolares/>

Arazketa arduinon:

<https://arrizen.wordpress.com/2013/05/04/pte-arduino-depuracion-serie/>

Bluetooth modulua:

<http://zygzax.com/enviar-y-recibir-datos-con-modulo-bluetooth-para-arduino/>

<http://www.prometec.net/bt-hc06/>

Kristalezko osziladorea (GPS hargailuan erabilia):

<http://www.radio-electronics.com/info/data/crystals/tcxo.php>

GY-GPS6MV2 GPS hargailua:

http://www.naylampmechatronics.com/blog/18_Tutorial-M%C3%B3dulo-GPS-con-Arduino.html

GPS GY-GPS6MV2 hargailuaren modulua:

https://www.u-blox.com/en/product/neo-6-series?utm_source=en/gps-modules/pvt-modules/previous-generations/neo-6-family.html

Kodegailuei buruzko informazioa:

<http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder/>

<http://www.pepperl-fuchs.es/spain/es/23194.htm>

<https://www.luisllamas.es/arduino-encoder-rotativo/>

AT komanduak:

<http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>

GY-NEO6MV2 GPS modulua:

<https://www.openimpulse.com/blog/products-page/product-category/gy-neo6mv2-gps-module/>

Kodea arazteko makroak:



<https://arrizen.wordpress.com/2013/05/05/pte-0-arduino-depuracion-serie-ii/>