



INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA AUTOMATIKAREN INGENIARITZAKO
GRADUA

GRADU AMAIERAKO LANA

2014 / 2015

*MOBILAREKIN KOMUNIKATZEN DEN ESKUMUTURREKO
ERLOJUAREN DISEINUA ETA PROTOTIPO BATEN
GARAPENA*

1 . MEMORIA

IKASLEAREN DATUAK

IZENA: ASIER

ABIZENAK: GONZALEZ BUJEDO

SIN.:

DATA: 2015/09/11

ZUZENDARIAREN DATUAK

IZENA: OSKAR

ABIZENAK: CASQUERO OYARZABAL

SAILA: SISTEMEN INGENIARITZA ETA
AUTOMATIKA

SIN.:

DATA: 2015/09/11



EDUKIEN ZERRENDA

1. Sarrera.....	1
2. Proiektuaren Helburuak	2
3. Lanaren Deskribapena	3
4. Aurrekariak.....	5
5. Irismena	5
6. Betekizunak	6
7. Alternatibak	7
7.1. Alternatiben analisia.....	7
7.1.1. Hardware-a	7
7.1.1.1. Mikrokontrolagailudun plaka.....	7
7.1.1.1.1. Arduino	7
7.1.1.1.2. FLORA	9
7.1.1.2. Pantaila.....	10
7.1.1.2.1. Karaktere pantaila	11
7.1.1.2.2. Pantaila grafikoa	11
7.1.1.3. Bluetooth modulua	14
7.1.1.3.1. Adafruit Bluefruit LE.....	14
7.1.1.3.2. HC-06.....	15
7.1.1.3.3. Roving Networks RN-41 v6.15	16
7.1.1.4. Bateria	17
7.1.1.4.1. LiPo (Lithium-Polymer) bateriak	18
7.1.1.4.2. NiMH (Nickel Metal Hidryde) bateriak	19
7.1.1.4.3. Diru formadun bateriak (Coin Cell).....	19
7.1.1.4.4. Bateria alkalinoak	20
7.1.1.5. Bateria kargadorea.....	21
7.1.1.5.1. USB eta DC LiPo bateria kargadorea	21
7.1.1.5.2. Mikro LiPo-USB LiIon/LiPoly bateria kargadorea	21
7.1.2. Software-a.....	22
7.1.2.1. Mugikorraren sistema eragilea	22
7.1.2.1.1. iOS sistema eragilea.....	22



7.1.2.1.2.	Android sistema eragilea	22
7.1.2.2.	Android aplikazioak garatzeko garapen inguruneak (IDE-ak)	24
7.1.2.2.1.	Eclipse.....	24
7.1.2.2.2.	Android Studio.....	25
7.1.2.3.	Programazio lengoiak.....	25
7.1.2.3.1.	C++	25
7.1.2.3.2.	Java	27
7.1.2.3.3.	LabView.....	28
7.1.2.4.	Modelizazio eta Simulazio programak.....	28
7.1.2.4.1.	Proteus	29
7.1.2.4.2.	Fritzing.....	29
7.2.	Aukeraketa irizpideak	29
7.3.	Soluzioaren aukeraketa	33
7.3.1.	Hardware-a	33
7.3.1.1.	Mikrokontrolagailudun plaka.....	33
7.3.1.2.	Pantaila.....	34
7.3.1.3.	Bluetooth.....	35
7.3.1.4.	Bateria	35
7.3.2.	Software-a.....	36
7.3.2.1.	Mugikorraren sistema eragilea	36
7.3.2.2.	Android aplikazioak garatzeko software-a.....	36
7.3.2.3.	Programazio lengoiak.....	37
7.3.2.4.	Modelizazio eta simulazio programak	37
8.	Soluzioaren Deskribapena	38
9.	Memoria Deskriptiboa.....	40
9.1.	Hardware-a	40
9.2.	Software-a	44
9.2.1.	Diseinua egiteko software-a	46
9.3.	Aplikazioaren deskribapena	47
10.	Bibliografia.....	50

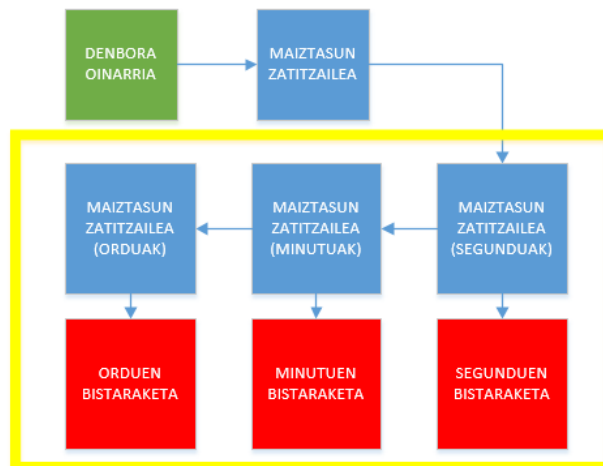
1. SARRERA

Gure zibilizazioaren hasieratik, gizakiak bere eguneroko jarduerak bete ahal izateko, denbora zatitzeko, neurtzeko eta ezagutzeko beharra izan du. Denboraren ezagutzari esker, gure arbasoek elikagaien ereiketa eta uztaren batzea urteko zein urtarotan egin behar zen jakiten zuten. Eta garai hartan hori gizakiaren ekonomia eta biziraupenerako ezinbestekoa zen. Beraz, gizakiak denbora neurtu eta ezagutu ahal izateko “erlojua” deritzon denboraren neurketa tresna sortu zuen.

Erlojuak historian zehar aldaketa nabarmenak izan ditu: Historiaurrean eguzki-erlojuak erabiltzen ziren. Hauek “gnomon” deituriko lurzorurekiko perpendikularki kokatuta zegoen zutabe batez eta lurzoruan denbora markatzen zuen eskala batez osatuta zeuden. Eguzkiaren posizioaren arabera, zutabeak lurrean itzala sortu eta itzalak lurreko eskalan denbora adierazten zuen.

XIII. Mendearen bukaeran erloju mekanikoak sortu ziren. Erloju hauek engranajez osatuta daude eta engranaje desberdinen mugimenduak denbora-eskala baten gainean kokatuta dauden orratzak mugiarazten dituzte. Orratzen kokapenak eskalaren gainean denbora adierazten du.

1956. urtetik aurrera erloju elektronikoak agertzen hasten dira, hauek, denbora adierazteko orratzak erabili beharrean, zenbaki digitalak erabiltzen dituzte eta zenbakiak adierazteko zazpi segmentuko LED edo LCD-ak erabiltzen dituzte. Erloju hauek digitalak dira eta mekanikoak baino zehatzagoak eta merkeagoak dira. Denbora oinarri bezala osziladore bat daukate eta kontagailuz osatutako maiztasun zatitzaile baten bidez orduak minutuak eta segunduak neurtzea ahalbidetzen dute (ikusi Irudia 1).



Irudia 1: Erloju elektronikoen funtzionamendua

1970-ean PULSAR-ek eskumuturreko lehenengo erloju digitala sortu zuen. Honek LED teknologia erabiltzen zuen ordua adierazteko. Urtebete beranduago Longines enpresa Suitzarrak “Elvia” eskumuturreko erloju digitala atera zuen. Aurrekoarekin konparatuz, honek LCD pantaila zeukan eta erlojuaren bateriaren bizitza luzatzeaz gain erlojuaren tamaina asko murriztu zuen.

Teknologiaren garapenarekin erlojuak denbora adierazteaz gain, beste hainbat funtzio betetzen dituzten gailuak bilakatu dira. Gaur egun, erloju adimendu edo “Smartwatch” deritzen erlojuak daude (ikusi Irudia 2).

Smartwatch edo erloju adimendua hainbat osagai elektronikoz osatuta dagoen eta aplikazio informatikoak exekutatu ditzakeen mikroprozesadore bat daukan eskumuturreko erlojua da. Horrela gailu honekin hainbat funtzio bete daitezke: Internet-era sartu, posta elektronikoa kontsultatu, deiak egin eta jaso, mugikorraren notifikazioen berri izan, egunero egindako jardueraren monitorizazioa egin, etabar.

Edozein aldiunetan mobilaren notifikazioen berri izateko, uneoro mobila poltsikotik atera eta desblokeatzeko beharra dago. Horrez gain, momentu batzuetan (batzarretan, gidatzerakoan, ...) ezin da telefono mugikorra erabili. Smartwatch-ak egoera horiei aurre egiten die eta mugikorrarekin konektatzeko ahalmena duenez, uneoro mugikorraren egoera eta notifikazioen berri ematen digu. Notifikazio bat mugikorrera iritsi bezain laster mugikorrak notifikazioa erlojuari bidaliko dio eta honek bere pantailan informazio hori bistaratuko du.

Proiektu honetan Arduino erabiliz Smartwatch baten funtzio batzuk bete ditzakeen eta mugikorrarekin komunikatzen den eskumuturreko erlojuaren diseinua eta prototipo baten garapena burutu nahi da.

2. PROIEKTUAREN HELBURUAK

Gratu Amaierako Lan (GAL) honen helburu nagusia Android sistema eragilea daukan telefono mugikor batekin komunikatzen den eskumuturreko erloju baten diseinua eta prototipo baten garapena burutzea da. Prototipoa Arduino plataforma irekia erabiliz gauzatuko da. Horrez gain, GAL honek ikasleak gaur egungo teknologiarekin lan egitea, ideia berriak aztertzea eta guztiok erabiltzen ditugun gailuen inguruan trebetasuna hartzea bilatzen du ere.

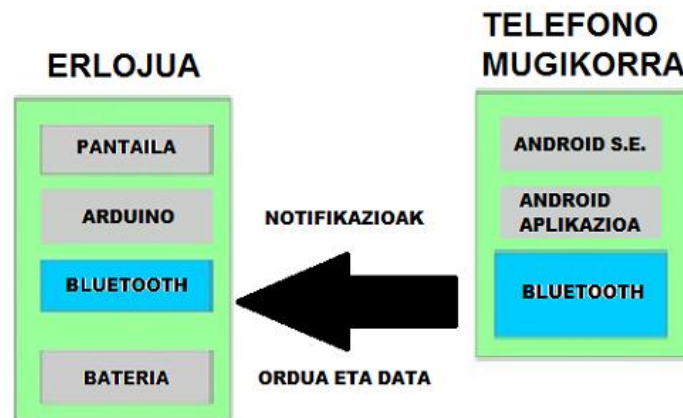
Helburu orokorraz gain, GAL-aren bidez graduan zehar eskuratutako kompetentzia espezifiko eta zeharkakoak praktikan jarri, eta beste kompetentzia berri batzuk eskuratu nahi dira, hots:

- Mugikorrentzako aplikazio baten garapenari loturiko kompetentziak.
- Dispositibo elektronikoen muntaia eta diseinuari loturiko kompetentziak, prototipo bat eraikiz praktikan jarriko direnak.
- Proiektu baten kudeaketari eta aurkezpenari loturiko kompetentziak.

Ikuspegi akademiko batetik, GAL honen ekarpen nagusia ondorengoa da: GAL-aren dokumentazioa jarraituz, beste edozein pertsona batek bere kabuz horrelako sistema bat egiteko argibide zehatzak izatea.

3. LANAREN DESKRIBAPENA

Proiektu honen bidez ikasleak gaur egungo teknologiarekin lan egitea bilatzen du eta horretarako mugikorrarekin komunikatzen den Smartwatch simple baten adibide praktikoa burutuko du. Gauzatuko den prototipoak, erloju normal batek egiten duen moduan, bere pantailan ordua eta data bistaratuko ditu. Horrez gain, balio erantsi bezala, telefono mugikorraren egoera eta notifikazioen berri emango digu. Horretarako, telefono mugikorra eta garatuko den prototipoak elkarrekin komunikatu beharra dute eta komunikazio hori hari gabeko teknologia bitartez gauzatuko da (ikusirudia 2), kasu honetan bluetooth bitartez, hain zuzen ere. Telefono mugikorra Android sistema eragilean oinarrituta egon beharko da eta telefonotik informazioa atera eta erlojuari bidaltzeko Android aplikazio txiki bat garatuko da.



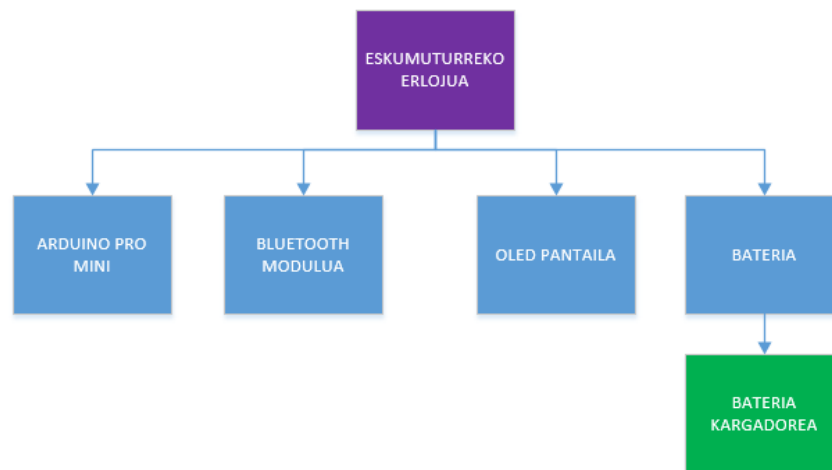
Irudia 2: Proiektuaren egitura

Eskumuturreko erloju batentzako prototipoa eraikitzeak zailtasun handi bat aurkezten du: tamaina. Eskumuturrean ezarri ahal izateko erloju txikia izan behar da, beraz hardware aldetik ere elementu txikiak behar izango ditugu erlojuaren tamaina ahalik eta gehien murrizteko.

Prototipoa egiteko Arduino plaka bat erabiliko da. Arduino erabiltzearen arrazoiak bi dira:

- Arduino kode irekiko mikrokontroladore plataforma bat da, hardware eta software malgu eta erabil-errazak eskaintzen dituena. Hardware librea eta merkea denez, hezkuntzan asko erabiltzen da praktikak eta prototipoak gauzatzeko. Diseinatzaileentzat bideratuta dagoela esan daiteke, hobby gisa eta baita ingurune interaktiboak edota objektuak sortzeko interesa duenarentzat.
- Arduino plakak proiektuaren gauzaketan aurkeztzen dituen mugak eta oztopoak aztertu nahi dira. Horretarako erabiliko den Arduino plakari dispositibo desberdinak konektatuko zaizkio eta horrela plakak duen irismena eta limitazioak behatu ahal izango dira.

Arduino plakarekin elkarrengana izango duten dispositiboak (ikusi Irudia 3) hurrengoak izango dira eta bakoitzak bere zeregina izango du:



Irudia 3: Eskumuturreko erlojuaren osagaien diagrama

- **Arduino Pro Mini:** erabil-erraza eta malgua den hardware eta softwarean oinarritutako prototipoak sortzeko elektronika irekiko plataforma da.
- **Bluetooth modulua:** Dispositibo honek Arduino plaka eta telefono mugikorra elkarrekin konektatzea eta euren artean informazioa bidaltzea ahalbidetzen du. Tamainaz txikia izan beharko da eta Arduino plakarekin bateragarria tentsioa, komunikazio modua).
- **OLED pantaila:** pantaila grafiko bat da eta honen bidez erlojuaren ordua eta data eta telefono mugikorrek bidalitako notifikazioak bistaratuko dira.

- **Bateria:** proiektuan erabiliko diren osagai guztiak elikatzeko gai izan beharko da eta berriz kargatzeko aukera izan beharko du.
- **Bateria kargadorea:** Bateria kargatzeko zirkuitua duen modulua izango da.

4. AURREKARIAK

Gaur egun diseinu eta ezaugarri desberdinak dituzten Smartwatch-ak daude baina denek Smartphone-etan, Tablet-etan eta ordenagailuetan ikusten ditugun teknologiak erabiltzen dituzte, hala nola:

- Argazki eta bideo kamera.
- GPS-a.
- Azelerometroa.
- Giroskopia.
- Pultsometroa.
- Iparrorratza.
- Definizio altuko pantaila taktila.
- Hari gabeko konexioak.

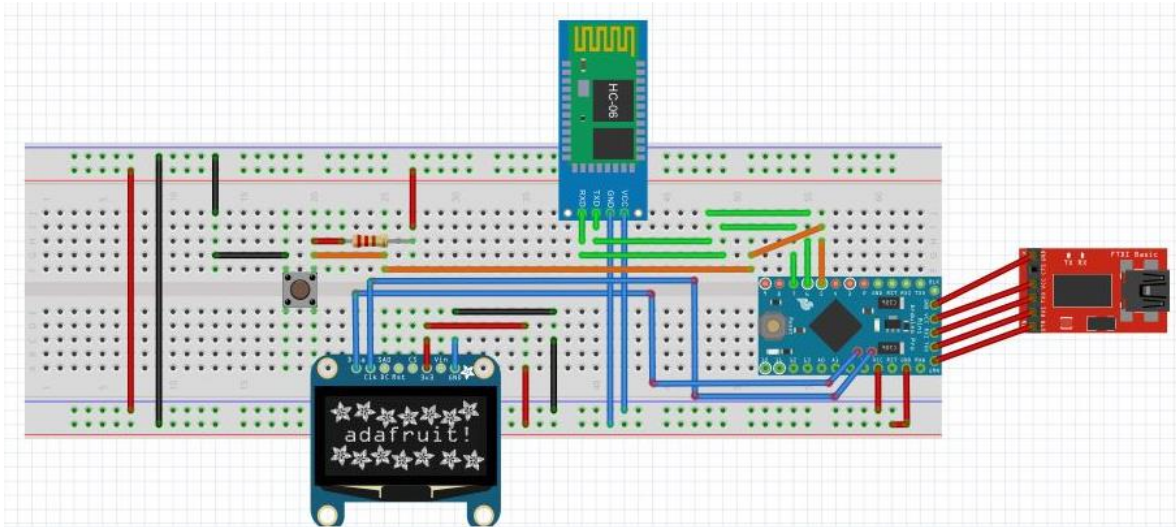
Gainera erloju adimendu hauek bere sistema eragile propioa dute “Android wear” eta sistema eragile honekin mugikorretan exekutuzten diren antzeko aplikazioak exekuta ditzakete.

Inplementaturik dauden erlojuen eta burutuko den prototipoaren arteko desberdintasun nabariena Arduinoaren erabilpena da. Zehazki, gaur egun dauden erloju adimenduek mugikorren notifikazioei loturiko funtzioak Arduino plataforman inplementatzeko mugak eta eragozpenak aztertuko dira GAL honen garapenean.

5. IRISMENA

GAL hau, Android sistema eragilean oinarritutako telefono mugikor batean ordua, data eta notifikazio desberdinak (deiak, Whatsapp, Facebook, SMS, Gmail) jasotzea eta bidaltzea burutzen duen aplikazio baten software programaziotik hasi, Arduinoan informazio guzti hori kudeatzeko eta OLED pantaila batean bistaratzeko software programazioarekin jarraitu eta protoboard batean egindako prototipo baten muntaiarekin bukatzen da. Bestetik, erlojuaren diseinua azalduko da, hau da, erlojua osatzeko erabili behar diren dispositibo guztien bateraketa eta euren arteko konexioak nola egin behar diren azalduko da baina garatutako prototipoan ez dira osagaiak batuko ezta erlojuaren karkasa garatuko. Azkeneko pauso hori beste proiektu baterako uzten da.

Hurrengo irudian (Irudia 4) garatuko den prototipoaren eskema errepresentatiboa ikusi daiteke:



Irudia 4: Prototipoaren muntaia

GAL hau gauzatu ahal izateko graduan zehar eskuratutako ezagutzak praktikan jarriko dira. Hauen artean, aurretiaz aipaturiko:

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

6. BETEKIZUNAK

GAL hau egitearen arrazoia ez da bezero, partikular edo enpresa baten eskakizuna. Hau da, Arduinoan oinarritzen den eta mobilaren jakinarazpenak jasotzen dituen eskumuturreko erlojuaren diseinua eta prototipoaren eraikitzea hautatzen da, ikasleak, gaur egun merkatuan dagoen teknologiarekin lan egin eta teknologia honen inguruan trebetasuna hartu nahi duelako. Horrez gain, baita ere ariketa akademiko moduan burutzen da, graduan zehar ikasitako kompetentziak praktikan jarri ahal izateko eta kompetentzia berriak eskuratzeko (kasu honetan mugikorren aplikazioen garapenarekin lotutakoak).

7. ALTERNATIBAK

7.1. Alternatiben analisia

7.1.1. Hardware-a

GAL-a eskumuturrean ezarri beharreko erloju bat izango denez, prototipoa ahalik eta txikien irten dadin, hardware aldetik osagai txikiak hautatu beharko ditugu, hau da, alternatiben analisia osagaien tamainak asko baldintzatuko du.

7.1.1.1. Mikrokontrolagailudun plaka

7.1.1.1.1. Arduino

Arduino prototipo elektronikoak egiteko kode irekiko hardware eta software plataforma da. Erabiltzaile kopuru handiago bati elektronika eskuragarriago egiteko, bai maila ekonomikoan eta bai konplexutasun mailan, Arduino jaio zen. Hasieran hezkuntzan erabiltzeko pentsatuta zegoen ikasle guztiek elektronikako materiala eskuratzeko aukera izan zezaten. Baita ere elektronika munduan hasi nahi zuen edozein erabiltzailerentzat pentsatuta zegoen.

Arduino bi printzipiotan oinarritzen da:

- Wiring-en oinarritutako Arduino Programming Language. Mikrokontroladoreentzako kode irekiko programazio esparrua da, konektatutako dispositiboak, objektu interaktiboak, eremuak edo esperientzia fisikoak kontrolatzeko software multiplataforma idazten ahalbidetzen duena. Ideia kode-lerro batzuk idaztea izango da eta osagai elektronikoak konektatzea.
- Processing-en oinarritutako garapen eremua, Arduino Development Environment. Irudiak, animazioak eta elkarrekintzak sortu nahi dituzten pertsonentzako kode irekiko programazio lengoia da. Software zirriborro koaderno gisa erabiltzeko garatua, ikusmen testuinguru batean ordenagailu programazioa irakasten du.

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

Arduino mikrokontroladore batez eta sarrera/irteera ataka analogiko eta digital jakin batzuek horniturik dagoen plaka bat da. Plakak, kostu baxua dauka eta aldakortasun puntu zabala eskaintzen du.

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

Arduino plaka desberdinak daude:

- **Arduino UNO:** Arduino UNO Atmega328 mikroprozesadorean oinarritutako plaka elektronikoa da. 14 sarrera/irteera digital ditu (horietako 6 PWM irteera bezala erabili daitezke), 6 sarrera analogiko, 16MHz-ko osziladore zeramikoa, USB konexioa, elikadura konektorea, ICSP goiburua eta berrasieratze botoia. Mikrokontrolagailua funtzionamenduan jartzeko nahikoa da USB kablearen bidez ordenagailu batera konektatzea edo AC-DC egokitzaile edo bateria baten bidez elikatzea. Plakaren tamaina: 74mmx53mmx10mm (luzera x zabalera x zabalera).
- **Arduino Pro Mini:** Arduino Pro Mini ATmega328 mikroprozesadorean oinarritutako plaka elektronikoa da. Software bitartez konfiguratu daitezkeen 14 sarrera/irteera digital dauzka (euretariko 6 PWM irteera digital moduan erabili daitezke), 6 sarrera/irteera analogiko, osziladore bat eta reset botoia. Bi bertsio mota daude:
 - 8MHz-ko osziladorea eta 3,3V-ko lan-tentsioa duena.
 - 16MHz-ko osziladorea eta 5V-ko lan-tentsioa duena.

Plaka objektu edo prototipoetan modu iraunkorrean finkatzeko diseinatuta dago. Plaka aurrezarrirako konexio pinen goibururik gabe dator, horrek konektore desberdinen soldaketa edo zuzenean konexio kableen soldaketa ahalbidetzen du. Plaka elikatzeko FTDI kablea edo plaka erabili daiteke ordenagailura konektatuz edo modeloaren arabera 3,3 V edo 5V-ekin elikatu behar da VCC pin-a. Plakaren tamaina: 18x33x0,8mm (luzera x zabalera x lodiera).

- **Arduino Pro Micro Leonardo:** Arduino Pro Mikro Leonardo ATmega32U4 mikroprozesadorean oinarritutako plaka elektronikoa da. Kasu honetan ere aurreko Arduinoan bezala, bi bertsio daude:
 - 8MHz-ko osziladorea eta 3,3V-ko lan-tentsioa duena.
 - 16MHz-ko osziladorea eta 5V-ko lan-tentsioa duena.

Plaka honek software bidez konfiguratu daitezkeen eta erabilera desberdina duten 18 sarrera/irteera ditu. 18 pinak, sarrera/irteera digital moduan konfiguratu daitezke

euren dagozkien 0-tik 21-era daukaten balioari erreferentzia eginez. 18 sarrera/irteera pinetatik 9 pinak (4,6,8,9,10,18,19,20,21 zenbakia duten pinak) ADC bihurtuak dauzkate, beraz, sarrera analogiko moduan erabili daitezke. 3,5,6,9,10 pinak PWM irteera bezala konfiguratu daitezke. Plaka honek programaziorako mikro USB ataka bat dauka eta dispositiboekin komunikatzeko serie, SPI eta I2C komunikazio moduak ahalbidetzen ditu. Plaka elikatzeke nahikoa da ordenagailura konektatzea bere mikro -USB atakaren bidez edo modeloaren arabera 3,3V/5V-ekin VCC pina elikatzea. Plakaren tamaina: 18mmx48mmx9mm.

7.1.1.1.2. FLORA

FLORA Adafruit enpresaren plataforma elektronikoko wearable-a (janzgarria/eramangarria) da. Adafruit komunitateak zeretik diseinatutako plataforma da hacker-ei, fabrikatzaileei, diseinatzaileei eta ingeniariari prototipo eramangarriak egiterako orduan esperientziarik hobea eskaini ahal izateko. Plaka hau ATmega32U4 mikroprozesadorean oinarritu egiten da eta Arduinorekin bateragarria da. FLORA-k euskarri zabala aurkezten du izan ere Adafruit web gunean plaka honi buruzko tutorial eta proiektu anitzak aurki daitezke. Plaka honek Windows, Linux eta MAC sistema eragileetan lan egin dezake.

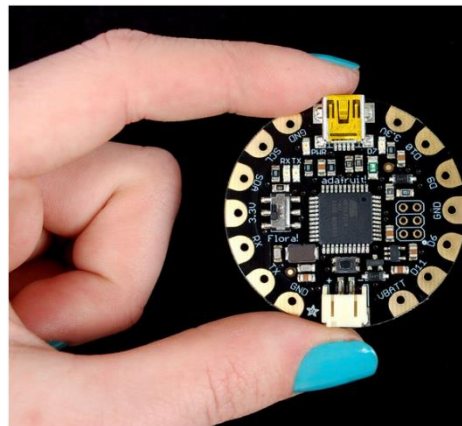
Plaka oso txikia da (1,75"-ko diametroa eta 4,4g-ko pisua) eta gainera Adafruit-ek plaka honentzat bereziki prestatutako sentsore , GPS eta LED neopixel moduluak dauzka. Plakak programaziorako mini-USB ataka dauka, beraz ez da programatzeko kable ezta plaka osagarriarik behar, USB ataka horrekin ordenagailura zuzenean konektatu eta programatu daiteke.

Sistema berrabiarazteko oso txikia baina erabil-erraza den reset botoia dauka. Bere elikadura iturria malguta eta erabil-erraza izateko diseinatuta dago. Plakak Schottky diodoz babestutako polarizatuta dagoen 2JST bateria konektorea dauka 3,5V-16V DC bitarteko kanpo bateriak erabili ahal izateko. Edozein tamainako LiIon/LiPoly, LiFe, alkalino eta NiMh/NiCad bateria rekargableekin erabili daitezke. FLORA-k ez dauka plakan txertatuta LiPo bateria kargadorerik, hori dela eta, bateria desberdinen arriskurik gabeko erabilera ahalbidetzen du eta plakak sua hartzeko arriskua ekiditen du. Plaka pizteko 2A-ko FET batera konektatuta dagoen etengailua dauka. Baita 3,3V-eko eta 250mA-ko tentsio erreguladorea dauka babes diodoarekin mikrokontroladoreari heltzen zaion tentsioa konstantea izan dadin eta 3,3V-eko lan tentsioa duten sentsoreak eta moduluak elikatu ahal izateko. ICSP konektore bat dauka erabiltzaile aurreratuek plaka birprogramatu ahal izateko. 4 LED adierazle dauzka:

- Elikadura LED-a.
- Seinale digitalaren LED-a bootloader-aren berrelikadurarako.
- Serie transmisiorako LED-ak: RX eta TX.

Aurreko guztiaz gain, FLORA-k hurrengo abantailak dauzka:

- Oihal eta ehun materialekin bateragarria den plaka da, izan ere dauzkan konponente guztiak PCB-tik oso hurbil daude, hortaz arropa fin eta delikatueta erabiltzerakoan arropan itsatsita edo lotuta geratzeko arriskua oso baxua edo ia nulua da.
- Elektronika hasiberriak diren pertsonentzako oso dispositibo erabil-erraza eta apurtzeko zaila da, hau da, nahiz eta bateriaren konexioak kontrara egin, ez dago arriskurik polarizatutako konektore eta babes diodoak baitauzka. Gainera plakak daukan barne tentsio erreguladoreari esker, 9V-eko bateria bat konektatu daiteke plaka erre egin gabe.
- FLORA-k Arduino IDE softwarearen 1.6.4 bertsiotik aurrera oso ongi funtzionatzen du eta instalatzeko oso erreza, Adafruit web gunetik zuzenean jaitsi daiteke.
- Konexioak egiteko hari eroaleez josi daitezkeen 14 zulo dauzka eta elikadura pinak (VCC eta GND) datu busekin tartekaturik agertzen dira moduluekin konexioak burutzerakoan modu argi eta antolatu batean egin ahal izateko.



Irudia 5: FLORA

7.1.1.2. Pantaila

Erlojuak informazioa pantaila batean bistaratuko du eta pantaila hori txikia izan behar da. Gainera, pantailak mikrokontroladorearekin komunikatu beharra izango du, beraz, pantaila aukeratzekoan komunikaziorako erabiltzen dituen interfazeak behatu beharko dira. Baita ere pantailaren lan-tentsioa begiratu beharko da mikrokontroladorearen irteera digitalaren arabera gerta daitekeelako pantailak tentsio txikiagoa behar izatea. Horrela izatekotan, zirkuitu bat garatu beharko litzateke tentsioa jaisteko pantaila ez erretzeko.

Proiektuaren garapenerako bi pantaila mota aurki ditzakegu:

- Karaktere pantaila.
- Pantaila grafikoa.

7.1.1.2.1. Karaktere pantaila

ASCII kodea ulertu eta zuzenean inprimatu dezakeen pantaila mota da. Normalean pantaila hauek bi lineakoak dira eta 16 karaktere inprimatu dezakete gehienez (ikusirudia 6). GAL honetan informazio ugari bistaratu behar dugunez (ordua, data eta mugikorraren notifikazioak) pantaila hau motz geratzen zaigu. Gainera tamaina aldetik ere mugatuta gaude eta eskumuturrean erabiltzeko pantaila hauek nahiko handiak dira.



Irudia 6: Karaktere pantaila

7.1.1.2.2. Pantaila grafikoa

Pantaila grafikoa pixel-uz pixel konfiguratu beharreko pantaila da. Pixel bakoitza bit bat da aktibatuta edo desaktibatuta daitekeena. Honi esker karaktereak marrazteaz gain, forma eta tamaina desberdineko irudiak marraztu daitezke. Erabiltzailearen ikuspuntutik malgutasun handiko pantailak dira. Pantaila grafikoen barruan bi pantaila mota bereizi ditzakegu:

- **LCD (Liquid Crystal Display) pantaila:** Argi iturri edo erreflektore baten aurrean kokatutako zuri-beltzeko edo kolorezko pixelez osatutako pantaila leun eta meheak dira. Argi iturria puntu konkretuetan (pixeletan) blokeatzerakoan puntuek silueta bat osatzen dute eta hori eskala handian eginda irudi bat. Modu espezifiko batean azalduta, puntuak (pixelak) beira likido batez osatuta daude eta beira elektrikoki kitzikatu egiten denean zeharrargi edo opako bihurtzen dira iragazki polarizatu batzuen laguntzaz eta modu honetan argi iturriaren argiari traba egiten diote edo argiaren kolorea aldatzen dute.
- **OLED (Organic Light-Emitting Diode) pantaila:** OLED-a geruza elektrolumineszentea daukan diodoa da. Diodoaren geruza elektrolumineszentea konponente organikoz osatuta dago eta konponente hauek elektrikoki kitzikatu

egiten direnean argia sortu eta igorri egiten dute. Beraz OLED pantailetak puntu edo pixel bakoitza OLED diodo bat da eta kitzikapen elektrikoaren arabera igorritako kolorea aldatu egiten du. Hortaz, pantailaren diodo guztiak kontuan izanda, irudiak sortu egiten dira.

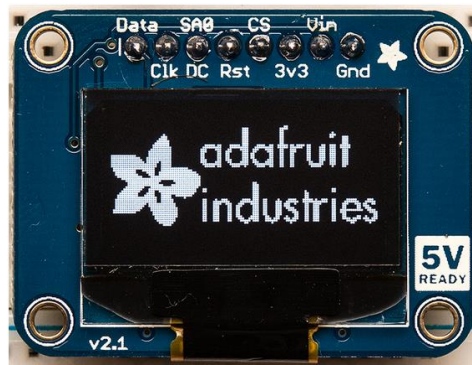
Merkatuan dauden eta eskuragarriak diren LCD pantailak oso handiak dira eskumuturreko erloju batentzako hortaz LCD pantailak baztertu eta OLED pantailak hartu behar izan ditugu. OLED pantailatan ere bi pantaila mota bereiz ditzakegu:

- **Monokromoak:** pantaila hauek “zuribeltzean” bistaratzen dute informazioa.
- **Koloredunak:** kolore desberdinetan informazioa bistartzeko ahalmena eskaintzen duten pantailak dira. Noski, pantaila hauek aurrekoak baino garestiagoak dira.

Informazio guzti honekin, eskumuturreko erloju bat garatzeko hurrengo OLED pantailak behatu dira:

Oled monochrome 0,96” (ikusi Irudia 4)

Pantaila hau oso txikia baina oso ikusgaia da bere OLED kontraste altua dela eta. 128x64 puntuko (pixeleko) erresoluzioa dauka non pixel bakoitza banakako OLED bat da eta pantailaren kontroladoreak piztu eta amatatu egiten du. Barne driver edo kontroladorea SSD1306-a da SPI edo I2C bidez mikrokontroladorearekin komunikatu daitekeena.



Irudia 7: OLED Monochrome 0,96”

Adafruit-en pantaila bat denez, euskarri zabala dauka, hau da, pantailaren kontroladore horren programaziorako liburutegiak eginda daude eta horiek erabili daitezke, ez da pantaila zerotik programatzen hasi behar. Pantailak bere baitan txertaturik duen tentsio erreguladore bat dauka eta honi esker, 3.3V eta 5V-ko tentsioekin lan egin dezake. Tamaina : 35x24x4mm.

Oled monochrome 1,33''

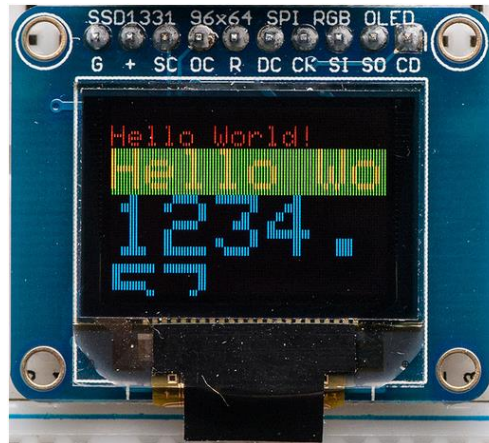
Pantaila hau aurrekoa baino apur bat handiagoa da baina aurrekoaren ezaugarri berdintsuak ditu: 128x64 pixeleko erresoluzioa, I2C eta SPI komunikazio moduak eta 3,3V-5V tentsioetan lan egiteko plakan txertaturiko tentsio erreguladorea. Aldatzen den gauza kontroladorea da. Kasu honetan SH1106 kontroladorea daukagu baina kasu honetan ere pantailaren programaziorako erabili ditzakegun liburutegiak daude. Pantaila hau bestea baino handiagoa denez, apur bat garestiagoa da ere. Tamaina: 35x35x5mm.



Irudia 8: OLED Monochrome 1,33''

Oled kolorean 0,96''

0,96''-ko koloredun OLED hau oso egokia da kontraste altuko 16 bit-eko kolore biziak dituen pantaila oso txikia beharrezkoa denean. Pantailak 96x64 RGB (Red Green Blue) pixel ditu, hau da, pixel bakoitzak RGB OLED diodo bat dauka eta 16 bit-eko erresoluzioarekin hasieratu daiteke kolore mota anitz eta desberdinak sortuz. OLED-ak SSD1331 kontroladorea dauka eta SPI interfazearekin bateragarria da. Pantailak mikroSD txartelak sartzeko ataka 12V-ako lan tentsioa dauka baina barne tentsio erreguladorea duenez 3V eta 5V-eko maila logikokoak ematen dituen mikrokontroladoreari zuzenean konektatu daiteke.



Irudia 9: OLED kolorean 0,96"

Pantaila honek mikroSD-a erabiltzeagatik mikrokontrolagailuaren memoria gehiago kontsumituko du irudiak kargatzeko eta gainera pantaila monokromoak baino askoz garestiagoa da. Tamaina: 31,5x35,5x5mm.

7.1.1.3. Bluetooth modulua

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

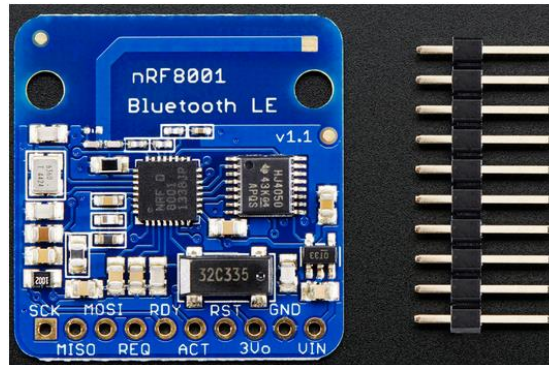
- Gailu mugikorren eta finkoen komunikazioa erraztu.
- Kableak eta konektoreak baztertu.
- Norberaren etxeko gailuen artean sinkronizazioa erraztu.
- Sare pertsonalak (PAN) sortzea ahalbidetu.

Mobilaren eta erlojuaren arteko komunikazioa bluetooth bidez emango da. Ikusitako FLORA eta ARDUINO-aren plakak ez dute bluetooth-erako modulurik, beraz, hauekin bateragarria den (tentsioa, komunikazio modua) eta tamainaz txikia den bluetooth modulu bat beharko da. Hurrengo aukerak ikusi dira:

7.1.1.3.1. Adafruit Bluefruit LE

Bluefruit LE (LE = Low Energy = Bluetooth 4.0) Adafruit enpresak sortutako nRF8001 plaka duen energia baxuko bluetooth modulua da. Plaka honek edozein Arduino eta iOS edo Android (4.3 bertsiotik aurrera) sistema eragilean oinarritutako dispositiboaren artean hari gabeko konexio erabil-erraza ahalbidetzen du. Komunikazio atalei dagokienez Adafruit-ek modelo desberdinak aurkezten ditu: batzuk SPI interfazearekin datoz eta beste batzuk serie konexioa (Rx, Tx) erabiltzen dute. Plaka honek 3,3-5V-eko elikadura tentsioa behar du funtzionatzeko eta 5V-eko maila logikodun atakak erabiltzen ditu.

Dispositiboak gainazal barneko UART dispositibo baten simulazioa eginez funtzionatzen du eta datuak ASCII kodean bidali eta jaso egiten dira dispositiboaren artean. Bluetooth klasikoarekin alde nabarmen bat dauka: iOS sistema eragilean periferiko eta prototipoentzako aplikazio bat garatzean ez da kontratu ezta lizentziarik ordaindu behar, garatutako aplikazioa legalki App Store-an publikatu daiteke. Bluetooth klasikoak, honen inguruan oraindik ere murrizketa asko dauzka iOS sistema eragilearekin lan egitean. Tamaina:29x28x0,8mm.



Irudia 10: Bluefruit LE bluetooth modulua

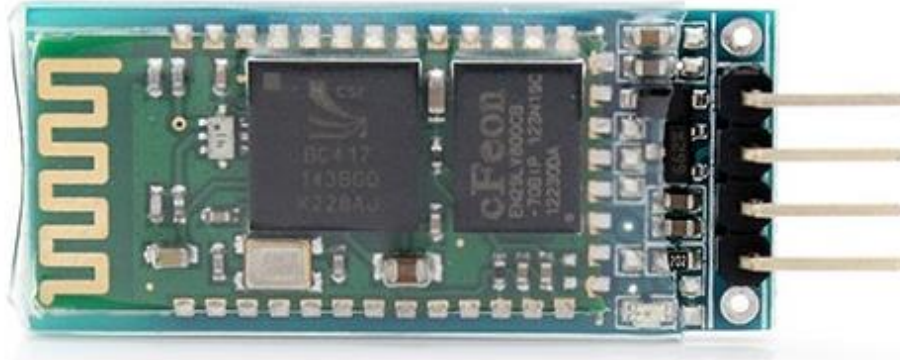
Adafruit-ek bere produktu guztiakin bezala, euskarri zabala aurkezten du produktu honen gainean eta bere web gunean produktu honen inguruko azalpenak, tutorialak eta dispositiboarekin egindako proiektua desberdinak aurkezten ditu.

7.1.1.3.2. HC-06

HC-06 PIC mikrokontrolagailuekin eta Arduino plakekin asko erabiltzen diren bluetooth modulua da. Modulu hauek bluetooth 2.0 teknologia aurkezten dute. Eskuratzeko eta erabiltzeko oso errazak eta ekonomikoak diren dispositiboak direnez, elektronikan oso ospetsuak bilakatu dira. Gainera saltzen diren formatuan, protoboard batean zuzenean konektatzeko aukera ematen dute edo zuzenean mikrokontroladoreei konektatu daitezke inongo soldadurarik burutu gabe. Transmisio eta errezeptzio ezaugarri onak aurkezten ditu eta plakak funtzionamenduan zein itzarote moduan oso korrante maila txikia (8mA) kontsumitzen du. Aipagarria den beste ezaugarri bat bere memoria ahalmena da, hau da, behin dispositibo batekin konexioa burututa moduluak bere memorian gorde eta ez du balidazio koderik gehiago eskatuko.

Mikrokontrolagailuekin komunikatzeko UART RS232 Serie (Rx, Tx) protokoloa erabiltzen du. Plakak kolore gorria duen LED adierazle bat dauka bluetooth-aren egoerari buruzko informazioa ematen duena. Bluetooth-a elikatuta baina konektatu gabe badago LED-ak dir-dir egingo du eta dispositibo batekin konektatzean dirdira kendu eta argi gorri finko bat bistaratuko du.

Moduluaren lan tentsioa 3,3V da eta 3,3V-6V tarteko elikadura tentsioak jasan ditzake plakak barne tentsio erreguladore bat daukalako. Bere lan tentsioa 3,3V denez eta mikrokontrolagailuaren ataka digitek 5V ematen dituztenez hau hautatuta bitarteko zirkuitu (tentsio zatitzailea) baten beharra izango genuke errezepzio seinalearen tentsioa 3,3V-ra erregulatzeko. Tamaina: 44x16x7mm.

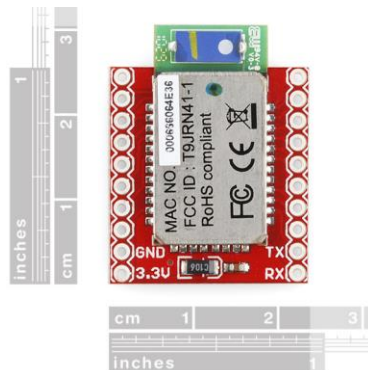


Irudia 11: HC06 bluetooth modulua

7.1.1.3.3. Roving Networks RN-41 v6.15

Roving Networks-en RN-41 v6.15-a boteretsua, nahiko txikia eta erabil-erraza den bluetooth modulua da. Plakak honek aurrekoak bezala, LED adierazle bat dauka ere bluetooth-aren egoeraren berri emango diguna. Kasu honetan LED-aren kolorea horia da. Bere funtzionamendua berdina da: Plaka bakarrik elikatuta dagoenean eta konexiorik ez duenean LED-ak dir dir egingo du eta beste dispositibo batekin hari gabeko konexioa burutzerakoan argia finko geratuko da. Plakak 3,3V-eko tentsioarekin lan egiten du eta erabiltzen duen teknologia bluetooth 2.0 da. Tamaina: 25,4x22,86mm (2.7. irudia).

Eragozpen garrantzitsu bat dauka: plakak dakarren konexio pinak oso txikiak dira eta protoboard batean lan egiteko zokalo berezi bat erosi eta soldatu behar zaio. Honek bere tamaina handitu egiten du.



Irudia 12: Roving Networks RN-41 bluetooth modulua

7.1.1.4. Bateria

Erlojuak funtziona dezan bera elikatu beharra dago. Kasu honetan dirua aurrezteko asmoz, erlojuaren kitzikapena bateria bidez burutuko da eta bateria hori kargatu ahal izango da. Elementu hau ere, aurrekoak bezala, txikiak izan beharko da. Ikusi dugunez, aurreko osagaiak (pantaila, mikrokontroladorea...) 3,3V-ekin lan egin dezakete beraz aukeratuko den bateriak tentsio hori emateko ahalmena izan beharko du.

Kimika eta formaren arabera, bateria mota anitz daude (ikusi Irudian 13). Puntu honetan elektronikan eta sistema txertatuetan gehien erabiltzen diren bateriak aipatuko ditugu. Bateria motak ikusi aurretik bateriei loturiko terminologia aipatuko dugu:

- **Kapazitatea:** Bateriek kapazitate balio desberdinak dituzte gorde dezaketen energia elektrikoaren arabera. Bateria baten kapazitatea, bateria guztiz kargaturik dagoenean eskaini dezakeen energia elektrikoa da. Mota berdineko baterien kapazitatea denbora zehatz batean eman dezaketen korrante bezala aurkezten dute (mAh= mili amperio orduko). Adibidez: 1000mAh-ko bateriak eta 2000mAh-ko bateriak daude.
- **Bateriaren tentsio nominala:** Bateria guztiz kargatuta dagoenean ematen duen batezbesteko tentsioa da. Tentsio hau bateriaren kimikaren arabera desberdina da.
- **Forma edo mota:** Bateriak forma eta tamaina desberdinak izan ditzakete. Adibidez "AA" forma eta estilo espezifiko bat duen bateriari erreferentzia egiten dio.
- **Energia dentsitatea:** Bateriaren kapazitatea, forma eta tamaina hartuta bateriaren energia dentsitatea kalkulatu daiteke. Teknologia diferentek dentsitate diferentek ahalbidetzen dituzte. Adibidez litiozko bateriak bolumen espezifiko batean bateria alkalinoak eta diru forma duten bateriek baino energia dentsitate handiagoa daukate.

Common batteries, their chemistry, and their nominal voltage

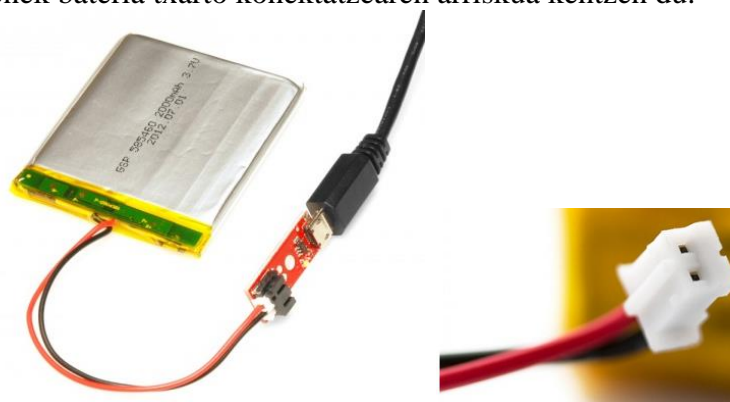
Battery Shape	Chemistry	Nominal Voltage	Rechargeable?
AA, AAA, C, and D	Alkaline or Zinc-carbon	1.5V	No
9V	Alkaline or Zinc-carbon	9V	No
Coin cell	Lithium	3V	No
Silver Flat Pack	Lithium Polymer (LiPo)	3.7V	Yes
AA, AAA, C, D (Rechargeable)	NiMH or NiCd	1.2V	Yes
Car battery	Six-cell lead-acid	12.6V	Yes

Irudia13: Bateria mota desberdinak eta euren ezaugarriak

Sistema txertatuetan gehien erabiltzen diren bateria mota desberdinak hurrengoak dira:

7.1.1.4.1. LiPo (Lithium-Polymer) bateriak

Bateria hauek oso erabiliak dira sistema txertatuetan batez ere prototipoak diseinatzerako orduan. Merkatuan dauden baterietatik energia dentsitate handiena eskaintzen dutenak dira, horregatik gaur egun, mugikor eta dispositibo ugarik mota honetako bateriak erabiltzen dituzte. Bateria errechargeableak dira eta 3,7V-eko tentsio nominala daukate. Hala ere, bateriaren karga prozesuan bateriak 4,2V-eko tentsio lortu egiten du baina tentsio hau 3,7V-era arin jaisten da bateriaren funtzionamendu normalarekin. Bateria guztiz deskargatzerakoan 3V-tan geratzen da. Eraiki beharreko proiektuak bateria mota honekin elikatu behar bada, tentsio balio desberdinak erabili beharko ditu, hau da, 5V behar baditu funtzionatzeko, 7,4V-eko tentsioa lortzeko bi LiPo seriean konektatu behar izango ditugu behar den tentsioa lortu ahal izateko. LiPo bateria gehienak 2 pinez osatutako konektoreak erabiltzen dituzte (ikus Irudia 14). Konektore hori JST konektore bat izaten da eta konektore mota honek bateria txarto konektatzearen arriskua kentzen du.



Irudia 14: LiPo bateria eta JST konektorea

Bateria hau kargatzeko kostu baxuko eta bateria hauentzat espezifikoki diseinatuta dauden bateria kargadoreak daude. Normalean denek USB ataka batera konektatzeko

ahalmena dute eta horrela ordenagailutik zuzenean bateria kargatu dezakete. LiPo bateriak oso arin deskargatzen badira hondatzeko arriskua daukate. Hori ekiditeko mota honetako bateria gehienek goiko aldean babes zirkuitu bat dakarte. Babes zirkuituak egiten duena hurrengoa da: Bateriak deskargatzerakoan 3V-ra heltzen denean bateria amatatu egiten du zuzenean bateria hondatu ez dadin. Horrez gain, bateriak zirkuitulaburretatik babestu egiten du ere.

7.1.1.4.2. NiMH (Nickel Metal Hidryde) bateriak

NiMH bateriak asko probatuta dauden bateriak errekaragarriak dira. Kimika desberdina duten bateriak baino kostu txikiagoa aurkezten dute baina LiPo bateriak baino energia dentsitate txikiagoa daukate. Normalean energia kopuru txikia behar duten dispositibo elektronikoetan aurki ditzakegu, hala nola, hartzak garbitzeko eskuila elektronikoetan eta bizarrak mozteko makinetan. Bateriak bakoitzak 1,2V-eko tentsio nominala ematen du eta 1,5V ematen duten bateriak alkalinoen oso antzerakoak dira. 5V hornitzeko mota honetako 4 bateriak seriean konektatu behar dira.



Irudia 15: NiMH bateria

7.1.1.4.3. Diru formadun bateriak (Coin Cell)

Diru formadun bateriak oso txikiak diren eta energia baxua behar duten proiektuentzako egokiak dira. Oso bateriak merkeak dira eta LED-ak probatzeko egokiak dira. Bateriak mota hauek ez dira errekaragarriak, baina, hala ere, dispositibo ugarietan aurki ditzakegu: urruneko kontroleretan, erloju digitaletan, etabar.



Irudia 16: Diru Formadun bateria

Diru formako pilen kimika eta teknologia desberdinak daude: Batzuk alkalinoak dira eta beste batzuk, aldiz, litiozkoak. Alkalinoak 1,5V-eko tentsio nominala ematen dute eta litiozkoak, aldiz, 3V eman dezakete. Euren tamaina ere desberdina da motaren arabera baina bateria alkalino guztien izenak “L” hizkiak hasten dira eta litiozko bateriak, ordea, “C” hizkiak hasten dira. Adibidez hain ezaguna den CR2032 diru formako bateria litiozkoa da (3V-ko tentsio nominala), 20mm-ko diametroa du eta 3,2mm-ko altuera dauka. Informazio guztia izenak ematen du.

7.1.1.4.4. Bateria alkalinoak

Mota honetako bateriak hainbat mendetan erabili ditugun pila arruntak dira, erabilera bakarrekoak. Edozein lekutan aurki daitezkeen eta erabil-errezak diren bateriak dira.



Irudia 17: Bateria alkalinoak

AA eta AAA bateriak bateria alkalinoen arruntenak dira eta 1,2V-eko tentsioa eman dezakete. 1,2V bakarrik eman ahal dutenez 3 eta 4 bateriadun multzoetan konbinatu behar dira 3,3V eta 5V-eko sistemak elikatuzko. Hala ere, 9V-ko tentsio nominala aurkezten duen bateria alkalinoa ere badago besteak baino handiagoa eta potoloagoa dena.

OHARRA. Alternatiba guzti hauek ikusita, gure beharrianetara gehien egokitzen den bateria mota LiPo bateria da. Bateria errenergatzen da eta 3,7V-eko tentsioa eman dezake. Bateria bere kapazitatearen arabera izango da, hau da, zenbat eta kapazitate handiagoa bateriaren tamaina handiagoa izango da. Hau kontuan izanda, eskumuturreko erlojuarentzako hurrengo kapazitateak dituzten LiPo bateriak behatu dira:

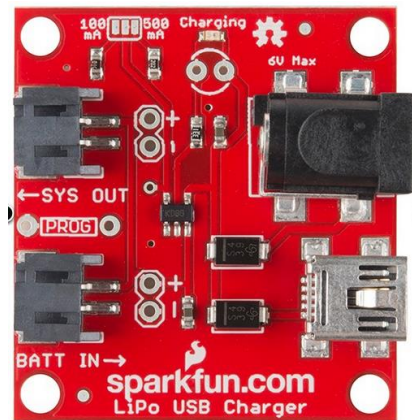
- 150mAh. Tamaina: 22 mm x 18 mm x 8 mm.
- 180mAh. Tamaina: 28 mm x 22 mm x 6 mm.
- 240mAh. Tamaina: 30 mm x 20 mm x 5 mm.

7.1.1.5. Bateria kargadorea

LiPo bateria kargatzeko txikia eta bateragarria den bateria kargadorea aukeratu beharko dugu. Bateria kargadorea ez da eskumuturreko erlojuaren muntaian sartuko erlojuaren lodiera ahalik eta txikiena izan dadin baina erlojuak LiPo bateria bat izango duenez, hau kargatzeko beharrezkoa izango da. Hau jakinda, hurrengo aukerak behatu dira:

7.1.1.5.1. USB eta DC LiPo bateria kargadorea

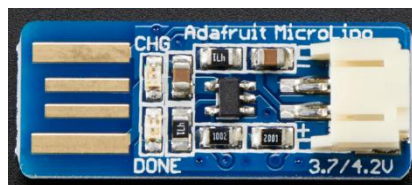
Bateria kargadore hau MCP73831T txip-ean oinarritzen da. Plakak mini-USB eta DC konektoreak dauzka eta bi JST konektore, bateria eta zirkuitua konektatu ahal izateko. Pad forma duen jumper baten bidez bateria kargatzeko abiadura aukeratu daiteke (100mAh edo 500mAh). Kargaren egoeraren berri ematen duen LED adierazle bat dauka. Plaka honi 3,7V-eko bateria bat konektatu ahal zaio bakarrik.



Irudia 18: USB eta DC LiPo bateria kargadorea

7.1.1.5.2. Mikro LiPo-USB LiIon/LiPoly bateria kargadorea

Tamainaz LiPo bateria kargadorerik txikiena da. Mutur batean bateria konektatzeko JST konektorea dauka eta beste aldean USB ataka kargadorea ordenagailura zuzenean konektatzeko eta bateria kargatzeko. Bi LED adierazle ditu: gorria eta berdea. Bateria kargatzen doan heinean LED gorria piztuta egongo da eta bateria guztiz kargatzerakoan LED gorria amatatu eta LED berdea piztuko da. 100mAh-ko karga ahalmena dauka.



Irudia 19: Mikro LiPo-USB LiIon/LiPoly bateria kargadorea

7.1.2. Software-a

7.1.2.1. Mugikorraren sistema eragilea

Eskumuturreko erlojuak mugikorrarekin komunikatu ahal izateko telefono mugikorraren informazioa jaso eta erlojuari bidali egiten dion aplikazio bat garatu behar da. Eta aplikazio hori garatu ahal izateko mugikorraren sistema eragilea ezagutzea ezinbestekoa da. Gaur egun dauden telefono mugikorrek bi sistema eragile desberdinetan oinarriturik egon daitezke:

7.1.2.1.1. iOS sistema eragilea

iOs Apple Inc. multinazional handiak dispositibo mugikorrenzako sortutako sistema eragilea da. iPhone, iPad eta iPod dispositiboak sistema eragile honetan oinarriturik daude. Apple-ek iOs sistema eragilearen zabalkuntza debekatu egiten du, hau da, sistema eragile hau Apple-ek bakarrik erabili dezake bere dispositiboetan eta beste enpresek ezin dute sistema eragile honetan oinarritutako dispositiborik sortu ezta merkatura atera.

Sistema eragilearen kontrol elementuak elementu irristakorrek, interruptoreak eta botoiak dira. iOs-en, erabiltzailearen aginduen erantzuna berehalakoa da eta interfaze arina eta erraza aurkezten du. Sistema eragilearekin erabiltzaileak duen interakzioa irrista, ukitu edo imurtxien bidezkoa da. Gainera, aplikazio jakin batzuk dispositiboaren astinduaren aurrean erantzuteko edota pantaila hiru dimentsioetan biratzeko barne azelerometroak erabiltzen ditu.

iOS Unix motako sistema eragilea da eta Darwin BSD-n oinarritutako OS X sistema eragiletik eratorria da. iOS-ek 4 abstrakzio geruza dauzka: sistema eragilearen nukleoaren geruza, “Zerbitzu Nagusien” geruza, “Bideen” geruza eta “Cocoa Touch” geruza.

Sistema eragile oso itxia da, Apple-ek aplikazio propioak garatu egiten ditu sistema eragile honetzako beste edozein sistema eragilean (adibidez Android) funtzionatzen ez dutenak. Erabiltzailearen aldetik, konfiguragarritasun gutxi eskaintzen du, hau da, ezin dira oinarritzko aplikazioak aldatu eta mugikorraren pantailen diseinua Apple-ek garatutakoa da, ezin da pantaila nagusian widget-ik ezarri. Gainera sistema eragile honetan oinarritutako mugikorrek nahiz eta oso onak izan oso garestiak dira (merkeena 400 euro balio ditu).

7.1.2.1.2. Android sistema eragilea

Android Linux nukleoan oinarritutako sistema eragilea da. Pantaila taktila erabiltzen duten dispositibo mugikorrenzako diseinatuta dago, hala nola, telefono adimenduak edo smartphone-ak eta tablet-ak. Sistema eragile hau asko hedatu da eta gaur egun erloju adimenduak edo smartwatch-ak, telebistak eta automobilak sistema eragile honetan

oinarritzen dira ere. Sistema eragilea hasieran Android Inc. enpresak garatu zuen eta Google-ek ekonomikoki babestu zuen baina 2005. urtean Google-ek Android Inc erosi zuen. Android 2007-an aurkeztua izan zen Open Handset Alliance (hardware, software eta telekomunikazioen konpainia desberdinen bateraketa) fundazioarekin batera. Android-en oinarritutako lehenengo telefono mugikorra 2008. Urteko HTC Dream izan zen.

Android-ek hurrengo arkitektura aurkezten du:

- **Aplikazioak:** Oinarrian dituen aplikazioak hauek dira: mezu elektronikoen bezeroa, SMS-en programa, egutegia, mapak, nabegatzailea, kontaktuak eta bestelakoak. Aplikazio guztiak Java programazio lengoian idatzita daude.
- **Aplikazioen lan-markoa:** Aplikazioak garatzen dituzten pertsonak, oinarritzko aplikazioak erabiltzen dituzten API berdinak erabili ditzakete aplikazioen diseinurako. Arkitektura konponenteen berrerabilera sinplifikatzeko diseinatuta dago. Edozein aplikaziok bere ahalmenak publikatu ditzake eta gero beste aplikazio batek ahalmen horiek erabili ditzake. Mekanismo honek erabiltzaileak aplikazioen konponenteak aldatzea ahalbidetzen du.
- **Liburutegiak:** Android-ek C/C++ liburutegi multzo bat du sistemaren konponente batzuek erabiltzen dutenak. Ezaugarri hauek aplikazioak garatzen dituzten pertsonen erakutsi egiten zaie Android-aren aplikazioen lan-markoaren bitartez. Liburutegi batzuk hauek dira: System C library (C kodea inplementatzeko liburutegi estandarra), bideen liburutegiak, grafikoen liburutegiak, 3D eta SQLite.
- **Android-en runtime:** Android-ek Java lengoiaiko oinarritzko liburutegietako funtzio gehienak aurkezten dituzten oinarritzko liburutegi multzo bat dauka.
- **Linux nukleoa:** Android Linux-en behar izana dauka sistemaren oinarritzko zerbitzu-eraketa, hala nola, memoriaren kudeaketa, prozesuen kudeaketa, sare-pila eta kontroladorearen modeloa. Nukleoak abstrakzio geruza baten moduan dabil hardwarearen eta beste software pilaren artean.

Android, iOS eta Windows Phone sistema eragileak ez bezala, modu irekian garatu egiten den sistema eragilea da pertsona guztiek iturri-kodeari eta gertakarien listari sarbidea dute. Kodeari sarbidea izateak ez du esan nahi mugikor konkretu batean Android-en azken bertsioa izan dezakeela, izan ere, kodea jasateko fabrikante desberdinen hardwarea (kontroladoreak) ez baita publikoa. Horrez gain Android-en bertsio berriek errekurtso gehiago kontsumitzen dituzte, beraz mugikor zaharrak ezin dituzte inplementatu memoria eta prozesadorearen abiadura txikia dela eta.

Hasiera batean, Android, teklatua erabiltzeko pentsatuta zegoen sistema eragile bat zen eta kurtsore baten laguntzarekin aplikazio desberdinen artean nabegatuko luke, hori zen ideia. Baina hasieratik pertsonalizazio maila altuko plataforma izan da, horregatik

lehenengo telefono mugikorraren publikazioaren ondoren, filosofia aldatu eta taktika bihurtu zen iPhone telefonoei aurka egin ahal izateko.

Android sistema eragile oso betea eta pertsonalizatua da. Konpetentziarekin daukan alde nabarmena, sistema eragile honetan fabrikatzaile desberdinek dauzkaten dispositibo ugariak dira. Merkatuan mota honetako dispositibo asko daudenez, erabiltzaileak bere beharrianen arabera edo bere aurrekontura hobeena moldatzen den dispositibo eskuratzeko aukera dauka. Alde horretatik iOS oso mugatuta dago.

OHARRA. Erabiltzaile kopuru handiago bati heldu ahal izateko eta kontuan edukita Android modu irekiko plataforma bat dela, proiektu honetan garatu beharreko aplikazioa erlojuari datuak bidaltzeko, Android sistema eragilean gauzatuko da.

7.1.2.2. Android aplikazioak garatzeko garapen inguruneak (IDE-ak)

Aurretik aipatu bezala, garatuko dugun aplikazioa Android sistema eragilean oinarrituko da. Android plataforman aplikazioak egiteko eta diseinatzeko bi IDE (Integrated Development Environments) nagusi daude: Eclipse eta Android Studio.

7.1.2.2.1. Eclipse

Eclipse multiplataforma den kode irekiko programazio tresna multzo batez osatutako programa informatikoa da. Plataforma hau integratutako garapen inguruneak (ingelesez IDE) garatzeko erabili da. Adibidez, Java-ren IDE-a Java Development Toolkit (JDT) deitutakoa eta konpilatzailea (ECJ), Eclipse-ren zati moduan agertzen dena. Software hau IBM-k garatu zuen bere erraminta familiaren ordezkotzat bezala VisualAge-rako. Orain Eclipse Fundazioak garatu egiten du, dirua bilatzen ez duen organizazio independentea. Fundazio honek kode irekiko komunitatea eta produktu osagarri, kapazitate eta zerbitzu multzoak bultzatzen ditu. Softwareak Eclipse Public License lizentzia dauka.

Eclipse-ren IDE-ak moduluak (ingelesez plug-in) erabiltzen ditu funtzionalitate osoa eskaintzeko bere aberastutako bezeroaren plataforman. Moduluz osatutako mekanismo hau software osagaietarako plataforma arina da. Gainera, beste programazio lengoia batzuk (adibidez C/C++ eta Python) erabiltzea ahalbidetzen du. Eclipse-ren SDK-k (Software Development Kit-ak) Javaren garapen erramintak dauzka, barne Java konpiladore bat eta Java iturburu artxiboen modelo oso bat eskainiz.

Android-ek Eclipse-ren IDE-arentzako modulu (plug-in) pertsonalizatu bat dauka ADT (Android Development Tools) izena daukana. Modulu honek Android ingurunean

programatzea eta aplikazioak diseinatzea ahalbidetzen du. Modulu honetaz gain, Java JDK modulu ere beharrezkoa da. Azken bi modulu hauek ADT eta JDK eta Eclipse-aren softwarea internetetik zuzenean jaitsi daitezke.

7.1.2.2.2. *Android Studio*

Android aplikazioen garapena puntu garrantzitsu bat bihurtu da etorkizunari begira, izan ere, gaur egun Android-en oinarritutako smartphone eta tablet-ak ugariak dira. Baina Android-en aplikazioak garatzea ez da hain erreza oinarri finko bat ez badaukagu. Arazo hori konpontzeko Google-ek 2014. urtean Android Studio sortu zuen. Android Studio Android plataformarentzako garapen ingurune integratua (IDE) da. JetBrains-en IntelliJ IDEA softwarean oinarrituta dago eta kode irekikoa da. Windows, Mac OS X eta GNU/Linux sistema eragileetan lan egiteko prestatuta dago.

Bere ezaugarriak hurrengoak dira:

- Denbora errealeko errenderizazioa.
- Garapen kontsola: optimizazio aholkuak, itzulpenerako laguntza, erabileraren estadistikak.
- Gradle-ean oinarritutako eraikuntzarako euskarria.
- Android-en birfaktorizazio espezifikoa eta konponketa arinak.
- Kodeen plantillak aplikazio komunen ezaugarriak eraiki ahal izateko.
- Layout-en editore aberatsa.
- Aplikazio desberdinak (.apk artxiboak) sortzeko aukera.
- Errendimendu, erabilera eta bertsioen konpatibilitate arazoak detektatzeko “Lint” tresnak.
 - Android eta beste osagaien diseinu komunak sortzeko plantillak.
 - Android Wear plataforman aplikazioak programatzeko euskarria eta laguntza.
 - ProGuard eta aplikazioak sinatzeko ahalmena.

Software hau Android-en web gunetik zuzenean jaitsi daiteke eta gainera web gunean Android-en programatzeko beharrezkoa den informazio guztia ageri da, adibideak eta guzti.

7.1.2.3. **Programazio lengoiak**

7.1.2.3.1. *C++*

C lengoaia Bell laborategietan sortutako programazio lengoaia da. Aurreko B lengoaiaren bilakaera gisa, BCPL lengoian oinarrituta. B lengoia bezalaxe, Sistema operatiboen inplementaziora zuzendutako lengoaia da. Maila erdiko lengoaia da, baina dituen

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

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

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

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

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

Ezaugarri nabarmenak:

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

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

Orokorrean, C lengoian sorturiko programa batek ondorengo atalak ditu:

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

Jarraian C lengoia osatzen duten atal desberdinak azalduko dira:

- Edozein programak “**main**” **izeneko funtzioa** izan behar du, programa mugitzen denean programaren kontrola hartzen duen funtzioa da.
- **Iruzkinak:** C-n iruzkinak ondorengo sekuentziarekin hasten dira ‘/*’ eta honako sekuentziarekin bukatu ‘*/’. Sekuentzia bi hauen artean idatzitako guztia konpilatzaileak alde batera uzten du. Programa batean iruzkinen erabilera

beharrezkoa da behar diren azalpen guztiak emateko eta honela programa ulergarriagoa egiteko. %50-%50 (kode-iruzkin) proportzioa ere onargarria da.

- **Aurre-prozesadorerako zuzendaritzak:** konpilazio etapa bi fasetan egiten da: lehenengo aurre-prozesadorea iturri kodeak dauzkan zuzendaritza guztiez arduratzen da. Ondoren, itzulpen etapa objektu kodera. Aurre-prozesadorerako zuzendaritza guztiak '#' karaktereaz hasten dira. '#include' zuzendaritzak aurre-prozesadoreari artxibo horren edukia argumentu bezala zuzendaritzan txertatzeko esaten dio, ondoren konpilazioa burutzeko.
- **Funtzioen definizioa:** funtzio guztiak lehenik eta behin erantzun mota ezarri definitzen dira ('void' funtzioak ez du erantzunik emango bere betetzearen emaitza bezala. Erantzun motarik zehazten ez bada, lehenetsia izango dugu eta honek balio oso bat itzuliko digu). Erantzun mota finkatu ondoren, izena ezarri behar da ('main' funtzioak esanahi berezia du, programaren kontrola hartzen duen funtzioa da hau exekutatu ari den bitartean). Ondoren, kakoen artean eta komaz bereizita dauden argumentuak jarriko dira (nahiz eta funtzioak argumenturik ez jaso). Azkenik funtzioaren gorputza giltzen barnean sartu behar da.
- Funtzioak deitzeko, funtzioaren izena idatziko da eta jarraian kakoen artean idatzitako argumentuak. Funtzioak emaitza bat erantzun moduan ematen badu, esleipen bateko eskumako aldean erabil daiteke.

7.1.2.3.2. Java

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

Sun konpainiak 1991. urtean Java konpilatzailearentzako jatorrizko erreferentziaren inplementazioa, makina birtualak eta liburutegiak garatu zituzten, ondoren 1995. urtean lehen aldiz argitaratzeko. 2007ko maiatzetik aurrera, Java komunitateak ezarritako prozesu espezifikazioak betez, Sun konpainiak bere teknologiaren gehiengoa GNU Lizentzia

Publiko Orokorraren azpian lizentziatu zituen. Batzuek Sun-en teknologia hauetarako txandakako inplementazioak garatu dituzte, esaterako GNU-ren Java konpilatzailea eta GNU Classpath.

7.1.2.3.3. *LabView*

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

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

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

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

Bere ezaugarri garrantzitsuena erabil erraza dela da. Programatzaile profesionalak zein programazio ezagupen gutxiko pertsonak, ohiko lengoaietan beraiantzat ezinezkoak izango liratekeen programa nahiko zailak egiteko baliagarria da. LabVIEW-eko programak tresna birtualak (VIak) deitzen dira. Gauza konplexuen maitaleentzat, LabVIEW-rekin milaka VI-dun programa sor daitezke aplikazio konplexuentzat. Programazio errendimendua eta kalitatea optimizatzeko, programazio praktika onak daude. 7.0 LabVIEW-ak azpi VI mota berri bat sartzen du ‘Express VIS’ deiturikoa.

7.1.2.4. **Modelizazio eta Simulazio programak**

7.1.2.4.1. *Proteus*

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

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

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

7.1.2.4.2. *Fritzing*

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

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

7.2. Aukeraketa irizpideak

Atal honetan, proiektua eraikitzeke eta aurreko puntuan aipatutako alternatiba guztien artean aukeraketa egokia burutu ahal izateko, kontuan edukiko ditugun irizpideak azalduko dira.

Tamaina

Eskumuturreko erloju batentzako hardware osagaien tamaina oso puntu garrantzitsua da. Hauek ahalik eta txikienak izan beharko dira erlojuaren prototipoaren tamaina ahalik eta txikiena izan dadin.

Irigarritasuna

Produktua eskuratzeko daukagun ahalmena kontuan izan behar dugu eta baita ere, produktuaren kokapena aztertu beharra dago. Zenbat eta hurbilago egon, irigarriagoa izango da eta beraz, nahi den produktua errazago eta azkarrago eskuratu dugu. Proiektua burutzeko denbora oso puntu garrantzitsu bat da eta produktuaren irigarritasunak denbora hori asko murriztu dezake.

Kostua

Kostua proiektuaren beste puntu garrantzitsu bat da, aukeraketa egokiak aurrezki ekonomiko garrantzitsua ekar dezakelako. Proiektuaren helburuak ongi betetzen dituzten ahalik eta produktu merkeenak bilatu behar dira.

Malgutasuna

Diseinuan aldaketak egitea baimendu behar du sistemak. Hau da, aplikazioak behar izanez gero, handitze moduluak erabiliko dira aplikazio berdinerako. Dispositiboa ordezkatzeko aukera ere egon behar da. Honek lan aurrezpen handia ekarriko du.

Abiadura

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

Kontsumoa

Prototipoa gauzatzeko osagaien energia kontsumoa kontuan izan behar da edo beste era batera esanda, hardware plakek funtzionatzeko beharrezkoa duten energia kontuan izan behar da. Izan ere, plaka hauek pila, bateria edo sare elektrikora konektatutako elikatzaile batekin lan egiten dute eta aurrekontua asko garestitu dezakete.

Potentzia

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

Funtzionalitatea

Proiektuan zehaztutako helburu bakoitza era egokian garatzeko izan behar dira aukeratuak elementuak. Horrez gain, etorkizunean garatuko diren aplikazioetarako eraginkorra izatea ere puntu positiboa da.

Sentikortasuna

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

Ezagutza

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

Komunikazioak

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

Euskarria

Hardware eta software elementuen gainean dagoen informazioa, tutorialak eta proiektuak kontuan eduki behar dira ere. Euskarri zabala izateak proiektu baten gauzapenean asko laguntzen du eta proiektuaren garapenean sortu daitezkeen arazoei irtenbidea bilatzeko balio dezake.

Memoria kontsumoa

Gure proiektuan konektatzen ditugun periferikoak edo modulu desberdinak mikrokontrolagailuaren memoria xahutu egiten dute, hori dela eta kontuan hartzeko puntu bat da ere. Zenbat eta memoria gehiago xahutu proiektuaren malgutasuna eta funtzionalitatea txikiagoa izango da.

Tentsio nominala

Baterien kasuan hauek eman dezaketen tentsio nominala jakitea oso garrantzitsua da proiektuaren eraikuntzarako, izan ere eman dezaketen tentsioa zirkuitua elikatzeke beste ez bada baterien serie konexioak burutu beharko dira eta horrek proiektuaren tamaina handitzea ekarriko luke.

Errekargatze ahalmena

Proiektuan erabiltzen diren bateriak errekaratzeko ahalmena izan behar dute bestela erabilera bakarreko bateriak erabiliz proiektuaren kostua igo egingo litzateke.

Erabiltzaile kopurua

Telefono mugikorraren informazioa jaso eta igorri egiten duen aplikazio bat garatuko denez, aplikazio hori erabiltzaile kopuru handi batentzako prestatzea garrantzitsua da. Hortaz, aplikazioa prestatzeko mugikorraren sistema eragilea aukeratzerako orduan, puntu hau kontuan eduki beharko da



Taula 1. Aukeraketa irizpideen laburdurak

IRIZPIDEA	LABURDURA	IRIZPIDEA	LABURDURA
Tamaina	TAM	Sentikortasuna	SEN
Irisgarritasuna	IRIS	Ezagutza	EZA
Kostua	KOS	Komunikazioak	KOM
Malgutasuna	MAL	Euskarria	EUS
Abiadura	ABI	Memoria kontsumoa	MEM
Kontsumoa	KON	Tentsio nominala	TEN
Potentzia	POT	Errekargatze- ahalmena	ERR
Funtzionalitatea	FUN	Erabiltzaile kopurua	ERA



7.3. Soluzioaren aukeraketa

7.3.1. Hardware-a

7.3.1.1. Mikrokontrolagailudun plaka

Taula 2. Arduino eta Floraren arteko konparazioa

	IRIS	KOS	MAL	ABI	KON	POT	FUN	SEN	EZA	EUS	TOT
Pisua (%)	%20	%15	%10	%10	%5	%5	%10	%5	%10	%10	%100
Arduino	10	9	9	10	7	8	10	8	7	8	8,9
Flora	8	7	6	10	7	8	10	8	5	7	7.6

Taula 3. Arduino plaka desberdinen arteko konparazioa

	TAM	IRIS	KOS	ABI	POT	FUN	EZA	TOT
Pisua (%)	%25	%10	%30	%5	%5	%10	%15	%100
Arduino UNO	4	8	8	10	8	8	7	6,95
Arduino Pro Mini	9	8	10	10	8	9	7	8,9
Arduino Pro Mikro	9	8	8	10	8	9	5	8

7.3.1.2. Pantaila

Taula 4. Karaktere pantaila eta pantaila grafikoaren arteko konparazioa

	TAM	IRIS	KOS	MAL	FUN	TOT
Pisua (%)	%40	%5	%15	%20	%20	%100
Karaktere Pantaila	3	7	8	6	6	5,15
Pantaila grafikoa	8	7	6	9	9	8,05

Pantaila grafikoetan OLED eta LCD pantailak daude. LCD pantailak gure eskumuturreko erlojuarentzako oso handiak dira eta beraz, tamaina kontuan izanda baztertu egin ditugu. Proiektuan erabiliko ditugun pantaila motak OLED pantailak izango dira.

Taula 5. OLED pantaila desberdinen arteko konparazioa

	TAM	IRIS	KOS	FUN	KOM	MEM	TOT
Pisua (%)	%15	%20	%30	%5	%10	%20	%100
OLED monochrome 0,96"	9	8	8	7	8	8	8,1
OLED monochrome 1,33"	8	8	7	7	8	8	7,65
OLED kolorean 0,96"	9	5	6	8	8	6	6,55



7.3.1.3. Bluetooth

Taula 6. Bluetooth moduluen arteko konparazioa

	TAM	IRIS	KOS	KON	KOM	EZA	EUS	TOT
Pisua (%)	%10	%20	%30	%5	%10	%10	%15	%100
Adafruit Bluefruit LE	8	5	5	8	8	5	8	6,2
HC-06	7	9	9	9	8	6	8	8,25
Roving Networks RN-41	6	7	8	8	8	6	8	7,4

7.3.1.4. Bateria

Taula 7. Bateria desberdinen arteko konparazioa

	TAM	IRIS	KOS	TEN	ERR	TOT
Pisua (%)	%15	%10	%10	%30	%35	%100
LiPo bateria	8	7	7	9	10	8,8
NiMH bateria	4	8	8	3	10	6,6
Diru formadun bateria	9	8	8	5	0	4,45
Bateria alkalinoa	4	10	8	6	0	4,2

7.3.2. Software-a

7.3.2.1. Mugikorraren sistema eragilea

Taula 8. Android eta iOS sistema eragileen arteko konparazioa

	KOS	FUN	EZA	EUS	ERA	TOT
Pisua (%)	%30	%10	%15	%20	%25	%100
Android	8	8	6	10	9	8,35
iOS	5	9	3	6	7	5,8

7.3.2.2. Android aplikazioak garatzeko software-a

Taula 9. Android software desberdinen arteko konparazioa

	KOS	FUN	EZA	EUS	ERA	TOT
Pisua (%)	%20	%10	%35	%20	%15	%100
Android Studio	10	10	7	8	10	8,55
Eclipse	10	10	4	7	8	7

7.3.2.3. Programazio lengoaiak

Taula 10. Programazio lengoia desberdinen arteko konparazioa

	KOS	FUN	EZA	EUS	TOT
Pisua (%)	%50	%10	%20	%20	%100
C++	7	7	8	9	7,6
Java	8	10	7	9	8,2
Processing	10	10	7	9	9,2
Labview	5	9	5	8	6

Gure kasuan bi programazio lengoia erabiliko ditugu: Android Studio programan Android aplikazioa garatzerako orduan Java-n programatuko dugu eta Arduinoan processing-en programatuko dugu Android aplikazioak igorritako datuak prozesatu eta kudeatzeko.

7.3.2.4. Modelizazio eta simulazio programak

Taula 11. Simulazio programen konparazioa

	KOS	FUN	EZA	TOT
Pisua (%)	%40	%30	%30	%100
Fritzing	10	8	7	8,5
Proteus	7	10	6	7,6

8. SOLUZIOAREN DESKRIBAPENA

Aurreko atalean proiektuan erabili ditzakegun software eta hardware aukeren analisia burutu da. Aukeraketa egiterako orduan, irizpide batzuk kontuan izan dira eta horri esker, gure proiektuaren helburuak eta itxaropenak betetzeko produktu eta osagairik hobeenak aukeratu dira.

Lehenik eta behin, Arduino plakaren erabilera finkatu da (1.Taula). Flora plakarekin antzekotasun handiak dituen plaka da. Arduino aukeratu da asko landutako plataforma bat delako eta gainera oso malgua izateaz gain, aplikazioetan erantzun abiadura handia dauka. Gainera, oso hedatua den plaka bat denez, edozein lekutan eskuratu daitezke diru asko ordaindu gabe. Flora, aldiz, Adafruit-en produktu espezifikoa da eta enpresa Estatu Batuetan kokatuta dago. Plaka hau eskuratzeko bide bakarra internet bidezkoa izango litzateke eta Estatu Batuetatik datorrenez produktua aduanetan gelditzeko eta produktuagatik gehiago ordaintzeko probabilitatea altua da. Horrez gain, Arduino baino garestiagoa da. Hala ere, bi aukerek euskarri zabala aurkezten dute.

Arduinok sarrera/irteera (I/O) pin kopuru handia eskaintzen du eta ahal den heinean aplikazioak edo dispositiboak gehitzeko aukera ematen du. Arduino plakei erreparatuz Arduino Pro Mini plaka aukeratu egin da, bere tamaina, kostu oso baxua eta honen gainean daukagun ezagutzagatik. Arduino UNO-k Arduino Pro Mini-aren baliabide berdinak ditu, hau da, plaka bien arteko aldea tamaina da eta Arduino UNO eskumuturrean ezartzeko oso plaka handia denez, aukera hori baztertua izan da. Arduino Pro Mikro plaka Arduino Pro Mini-aren ezaugarri berdintsuak aurkezten ditu (tamainaz ere berdintsua da) baina plakaren gaineko ezagutza murriztagatik baztertua izan da ere.

Pantailari dagokionez, pantaila grafikoa aukeratu da eraikiko den erlojuak informazio asko bistaratu behar duelako eta hainbeste informazio karaktere pantaila batean marraztea ezinezkoa delako. Horrez gain, karaktere pantailak eskumuturreko erloju batentzako oso handiak dira. LCD eta OLED pantaila grafikoen artean LCD-a baztertu behar izan da ere bere tamaina handiagatik. Azkenik, 5.Taulan aipatu diren hiru OLED pantailetatik 0,96"-ko pantaila monokromoa aukeratu egin da. 1,33"-ko pantailak 0,96"-ko pantailak baino tamaina eta kostu apur bat altuagoak ditu eta horregatik baztertu da baina bi pantailen arteko aldea oso txikia da. Aurreko pantaila biak Adafruit enpresan aurkitzeaz gain beste bide batzuetatik eskuratu daitezke (adibidez, Ebay). Aldiz, 0,96"-ko pantaila koloreduna Adafruit-en bakarrik dago eta Flora-rekin gertatzen den bezala, bere prezioa altuagoa izateaz gain, aduanak ordaintzeko arriskua dago. Gainera, pantaila honek SD txartelak sartzeko ataka duenez, mikrokontrolagailuaren memoria gehiago kontsumitu egiten du.

Android aplikazioaren eta Arduinoaren arteko komunikazioa hari gabeko teknologia (blueetooth) bitartez burutuko da. Arduino Pro Mini-ak ez dauka bluetooth komunikazioak egiteko modularik, hortaz, bluetooth modulua guztiz beharrezkoa da. Eginkizun hori

betetzeko HC-06 bluetooth modulua aukeratu da. Bluetooth modulu hau oso ekonomikoa da eta edozein lekutan aurkitu daiteke. Erabiltzen duen bluetooth teknologia 2.0 da, beraz dispositibo mugikor gehienekin bateragarria da. Gainera, tamainaz oso txikia da eta funtzionamendu normalean oso korrante gutxi (8mA) kontsumitzen du. Aldiz, Adafruit-en Bluefruit LE, energia baxuko bluetooth-a denez, bere bluetooth teknologia 4.0 da eta honek esan nahi du 4.3 Android bertsioa edo bertsio handiagoa duten mugikorrek bakarrik funtzionatzen duela. Horrez gain, Adafruit-ekoa izategatik Flora eta 0,96"-ko pantaila koloredunaren arazo berdina aurkezten du ere, prezio altuagoa eta aduanak ordaintzeko arriskua. Faktore horiek osagaia baztertzea eragin dute. Hala ere, euskarri aldetik, bi bluetooth moduluak berdinduta daude, izan ere sarean informazio, tutorial eta eurekin egindako proiektu asko baitaude.

Roving Networks enpresaren RN-41 bluetooth modulua HC-06 moduluaren oso antzekoa da. Tamainaz txikia da eta honek ere 2.0 bluetooth teknologia dakar. Hala ere, HC-06-a baina apur bat garestiagoa da. Horrez gain, modulu hau baztertzearren arrazoiak, prezioaz gain, hurrengoak izan da: Moduluak konexio pin oso txikiak ditu eta pin horiekin ezin da protoboard batean ezarri, beraz moduluaz gain zokalo berezi bat erosi eta soldatu behar zaio moduluarekin frogak egin ahal izateko.

Hardware partearekin bukatzeko, erlojua elikatuko duen bateria aipatuko dugu. Ikusitako baterietatik hobeena LiPo bateria da 3,7V-eko tentsio eman dezakeen bateria errenergiazko delako. Beste bateriak edo oso handiak edo erabilera bakarrekoak dira. LiPo bateriarekin Arduino Pro Mini-a, HC-06 bluetooth modulua eta 0,96"-ko pantaila monokromoa elikatu daitezke. Bateria kargatzeko 7.1.1.5. puntuan aipatutako bateria kargadoreetatik edozein aukeratu daiteke, biek bere lana ongi gauzatuko dute eta.

Software aldean, aplikazioa garatzeko telefonoen sistema eragileetatik Android aukeratu egin da hurrengo arrazoiengatik: iOS-en oinarritutako mugikorrek kostu handikoak direlako, iOS-i buruzko ezagutza urria delako, aplikazioa erabiltzaile kopuru handiago bati heldu ahal izateko eta Android-ek bere web gunean informazio eta tutorial ugari dituelako. Aplikazioa garatzeko programen artean, Android Studio aukeratu izan da, izan ere, plataforma hau oso intuitiboa eta eroso da eta Google-ek sortu egin du eginkizun hori bete ahal izateko. Eclipse-k, aldiz, instalatuta dituen moduluen arabera funtzio desberdinak burutu ditzake. Gainera, Eclipse-ren gaineko ezagutza oso urria da eta faktore horrek aukera hori baztertzea eragin du.

Programazio lengoaiari dagokionez, Processing aukeratu da, Processing, Arduinoren software propioa delako. Software hau C++ hizkuntzan oinarritzen da eta graduan zehar hizkuntza honen ezagutzak jaso direnez, hizkuntza ezaguna da. Funtzionaltasuna erabatekoa da, hau da, erabiltzaileak programazioaren atal batzuk ahaztu ditzake garatzen ari den aplikazioan gehiago sartu ahal izateko.

Diseinu softwarea erreparatuz, Fritzing aukeratu da. Nahiz eta Proteus programarekin denbora errealean simulazioak egin daitezkeen, Fritzing aukeratu da kasu honetan eskema

elektrikoak egiteko soilik erabiliko delako. Arrazoi honengatik aukeratu da eta gainera librea eta erabil-erraza da.

Taula 12. Hardware aukeraketa

	PLAKA	PANTAILA	BLUETOOTH	BATERIA
HARDWARE	Arduino Pro Mini	0,96" OLED Monokrome	HC-06	LiPo

Taula 13. Software aukeraketa

	SISTEMA ERAGILEA	GARAPEN SOFTWAREA	PROGRAMAZIO LENGOAIA	MODELIZAZIO PROGRAMA
SOFTWARE	Android	Android Studio	Processing eta Java	Fritzing

9. MEMORIA DESKRIPTIBOA

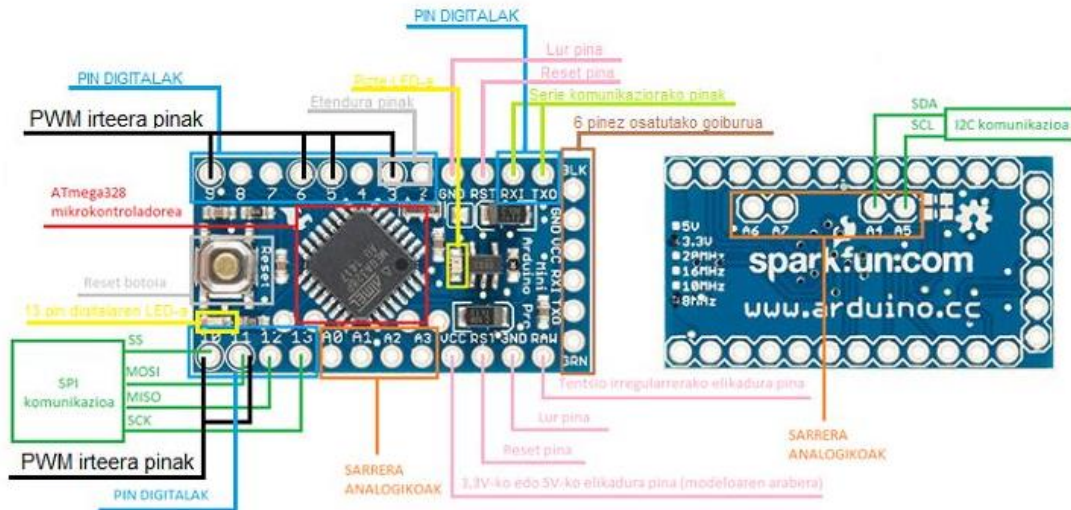
9.1. Hardware-a

Aurreko atalean erabiliko den hardwarea Arduino izango dela finkatu da, konkretuki, Arduino Pro Mini. Gama bereko gainontzeko Arduino guztiak bezalaxe, garapen ingurune eta mikroprozesadore batean oinarritzen den plataforma librea da.

Arduino, objektu interaktibo autonomoak garatzeko edo ordenagailuan dagoen softwarea konektatzeko erabili daiteke. Hardware libre denez, bai diseinua eta baita distribuzioa, edozein eratako proiektuak gauzatzeko erabili daiteke inolako lizentziarik ordaindu gabe. Hau dela eta, oso aukera egokia da ikasleentzat edota edozein motako proiektu egiteko prest dauden pertsona trebeentzako elektronika arloan.

Arduino Pro Mini-a flexibilitatea, kostu baxua eta tamaina txikia behar duten erabiltzaile aurreratuentzat diseinatuta dago. Plakak kostua murrizteko konponente minimoak dakartza, hau da, ez dauka USB atakarik ezta pinen goibururik. Plaka proiektu batean finko txertatzeko aukera ahalbidetzen du eta aplikazio desberdinen diseinu asko garatea ahalbidetzen du.

Ondorengo irudian erabiliko den Arduino Pro Mini plakaren irudia ikus daiteke:



Irudia 20: Arduino Pro Mini-aren konexioen deskribapena

Arduino Pro Mini, 8 bit-eko erresoluzioa duen ATmega328 mikrokontroladorean oinarritutako plaka da. 14 sarrera / irteera digital digital (euretariko 6 PWM irteera moduan erabili daitezkeenak), 6 sarrera analogiko, plakan txertaturiko osziladorea, reset botoia eta pin goiburuak soldatzeko zuloak ditu. Plaka 6 pinez osatutako goiburu baten bidez FTDI kable edo FTDI plaka batera konektatu daiteke, plaka USB bidez elikatu edota programatu ahal izateko. Arduino Pro Mini-aren bi bertsio mota desberdin daude: Batek 3,3V-eko tentsioarekin eta 8MHz-ko erloju abiadurarekin lan egiten du eta besteak 5V-ko tentsio eta 16MHz-ko erloju abiadurarekin.

Kitzikapena

Arduino Pro Mini-a 1.irudian ezkerreko aldean dagoen 6 pinez osatutako goiburura FTDI kable edo plaka bat konektatuz (eta gero FTDI plaka edo kablea ordenagailuaren USB atakara konektatuz) edota Vcc pinean, erabiltzen den modeloaren arabera, 3,3V edo 5V-eko tentsioa aplikatuz elikatu daiteke. Plakak barne tentsio erreguladore bat dauka txertatuta eta horri esker plakak 12V-erainoko tentsioa jasan dezake. Plaka tentsio irregular batekin kitzikatzen bada tentsioa Vcc pin-era konektatu beharrean RAW pinera konektatu behar da, horrela barne erreguladoreak bere lana egin ahal izango du. Kitzikapen pinak hurrengoak dira:

- **RAW:** Modeloaren arabera, 3,3V eta 5V ez diren beste tentsio mailak plakara aplikatzen direnean.
- **Vcc:** Modeloaren arabera, 3,3V eta 5V zuzenean aplikatzen direnean.
- **GND:** lur pinak.

Memoria

ATmega328 mikrokontrolagailuak 32kB-eko flash memoria dauka programazio kodea gordetzeko (memoria horren 0,5kB bootloader-ak erabili egiten du), 2kB-eko SRAM (Static Random Acces Memory) memoria dauka aldagai orokorrak zein funtzio aldagaiak gorde ahal izateko eta 1kB-eko EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) memoria dauka. Azken memoria hau erabiltzeko EEPROM liburutegia erabili behar da datuak idatzi eta irakurri ahal izateko.

Sarrera/Irteerak

Pro Mini-aren 14 pin digitaletako bakoitza, sarrera edo irteera moduan konfiguratu daiteke pinMode(), digitalWrite(), eta digitalRead() funtzioak erabilia. Pin digitaletan, modeloaren arabera, 3,3V eta 5V-eko tentsioarekin lan egiten dute. Pin bakoitzak 40mA-ko korronea jaso edo igorri dezake eta berez deskonektaturik dagoen 20-50kΩ-ko pull-up erresistentzia bat dauka. Gainera pin digital batzuk funtzionamendu normalaz gain, funtzio espezifikoak bete ditzakete:

- **Serie komunikazioa:** 0 (RX) eta 1 (TX) pinak. TTL serie datuak jasotzeko (Rx) eta igortzeko (Tx) balio dute. Pin hauek 6 pinez osatutako goiburuan dauden TX-0 eta RX-1 pinetara fisikoki konektatuta daude, beraz plaka 6 pinez osatutako goiburutik ordenagailura konektatuta dagoenean 0 eta 1 pinak ezin dira erabili interferentziarik sortuko lituzketelako.
- **Kanpo etendurak: 2 eta 3 pinak.** Pin hauek maila balio baxuko, ertz gorakorra edo behekorra eta balio baten aldaketa gertatzerakoan etendurak aktibatzeko ahalmena dute. Hori burutzeko attachInterrupt() funtzioa erabili behar da.
- **PWM: 3,5,6,9,10 eta 11 pinak.** 8bit-eko PWM (Pulse Width Modulation) irteera ahalbidetzen dute analogWrite() funtzioa erabilia.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) pinak.** Pin hauek SPI komunikazio modua ahalbidetzen dute baina nahiz eta hardware aldetik inplementaturik egon, Arduino lengoian ez dago ezarrita.
- **LED: 13 pina.** Plakak 13. pin digitalera fisikoki konektatutako LED txertatua dauka. Pinari HIGH maila altua duenean LED-a piztu egingo da eta LOW maila baxua duenean itzali egingo da.

Arduino Pro Mini-ak 8 sarrera analogiko dauzka eta euretako bakoitzak 10 bit-eko erresoluzioa du (1024 balio desberdin). 8 sarreretatik 4 (A0, A1,A2,A3 izena duten pinak) plakaren alboetako goiburuetan kokatuta daude eta beste laurak (A4, A5, A6,A7) plakaren erdialdean kokaturik daude. Sarrera analogikoak GND-tik Vcc-rainoko balioak irakurri ditzakete. Gainera sarrera analogiko batzuek funtzionaltasun espezifikoak dute:

- **I2C:A4 (SDA) eta A5 (SCL).** Plaka honek I2C (TWI) komunikazio modua burutu dezake aurreko pinak eta *Wire liburutegia* erabilita.

Aipatzeko beste pin garrantzitsu bat:

- **Reset.** Linea hau lurrarekiko erreferentziatuta mikrokontroladorea hasieratu daiteke. Plaka gehigarriei reset botoia gaineratzeko erabiltzen da eta plakan dagoen reset botoia blokeatzeko asmoz.

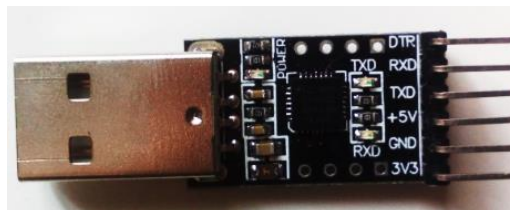
Komunikazioak

Plaka honek ordenagailuekin, beste Arduino plaka batekin edo beste mikrokontroladore batzuekin komunikatzeko erraztasuna dauka. ATmega328 mikrokontroladoreak UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) TTL (Transistor Transistor Logic) serie komunikazioa eskaintzen du, 0 (RX) eta 1 (TX) pinekin burutu egiten dena. Arduino softwareak serie monitore bat gaineratu egiten du. Monitore honekin, ordenagailuan Arduinoari serie bidez bidalitako datuak eta Arduinoak ordenagailuari bidalitakoak bistaratu daitezke. Gainera, SoftwareSerial liburutegiak Arduinoaren serie komunikazioa ahalbidetzen du Arduinoaren edozein pin digital erabilita. Horrez gain, ATmega328-ak I2C (TWI) eta SPI komunikazio moduak jasan ditzake. Arduino softwareak Wire liburutegi bat dauka I2C busaren erabilera sinplifikatzeko.

Programazioa

Arduino Pro Mini-a Arduino softwarearekin programatu daiteke. Arduinoan dagoen ATmega328 mikrokontroladorea bootloader bat kargatuta dauka. Tresna honek hardware kanpo programadore baten laguntzarik gabe, Arduinoan kode berriak kargatzea ahalbidetzen du. Hala ere gure izatekotan, bootloader-a baztertu eta kanpo programadore batekin programatu daiteke Arduinoa ere.

Plaka USB zirkuiteriarik gabe dator, honek esan nahi du plaka programatzeko USB-TTL serie adaptadore bat beharrezkoa dela Arduinoan sketch-ak (programak) kargatu ahal izateko. Adaptadore hori FTDI TTL-USB konbertsio kablea izan daiteke edo USB-TTL aldaketa burutzeko prestatuta dagoen plaka elektronikoa. Gure kasuan bigarren aukera erabiliko dugu.



Irudia 21: CP2102 USB-TTL adaptadore

Erabiliko dugun plaka CP2102 txipean oinarrituta dago. Plaka honek alde batean USB ataka dauka ordenagailuari konektatzeko eta beste aldean 6 pinez osatutako goiburu bat

dauka. Goiburu hau Arduino Pro Mini-aren 6 pinez osatutako goiburuarekin konektatuz Arduinoa programatu daiteke. CP2102 eta Arduino Pro Mini-aren artean burutu beharreko konexioak hurrengoak dira:

Taula 14. CP2102 eta Arduino Pro Mini-aren arteko konexioak

CP2102		Arduino Pro Mini
DTR	→	GRN
RX	→	TX
TX	→	RX
+5V	→	VCC (5V-eko Arduino Pro Mini modeloa)
GND	→	GND
+3,3V	→	VCC (3,3V-eko Arduino Pro Mini modeloa)

Software bidezko Hasieratze (reset) Automatikoa

Arduino Pro Mini-a ordenagailuari konektatuta dagoenean software bidezko reset-a burutu dezake. Honi esker, programa bat kargatu baino arinago, ez dugu plaka reset botoiaren bidez berrabiarazi behar. 6 pinez osatutako goiburuetako pin bat (GRN) ATmega328 mikrokontroladorearen reset lineara konektatuta dago 100nF-ko kondentsadore batekin. Pin honek programatzeko erabiliko den USB-serie adaptadore plakaren hardware kontrol pinarekin konexioa burutuko du: Pin hori RTS da FTDI kablea erabiltzerakoan eta DTR USB-serie adaptadore plaka erabiltzerakoan. Horrela, konexio linea horrek balio logiko baxua hartzerakoan reset linearekin konektatuta dagoenez honek ere maila baxua hartu eta plaka berrabiaraziko du. Arduino softwareak ezaugarri hau sketch-ak Arduinoan kargatu ahal izateko erabiltzen du, hau da, Arduino programazio ingurunean sketch-ak kargatzeko botoia bakarrik sakatuz, plaka software bidez berrabiarazi eta sketch berria kargatuta izango du.

9.2. Software-a

Mikroprozesadorean kargatutako kodea Arduino programazio ingurunean sortuko da. Programazio ingurune hau Javan programaturik dago eta Arduino programazioa C++ hizkuntzaren oso antzekoa den hizkuntza batean egiten da. Programatzeko orduan eskaintzen dituen erraztasunei esker, edozein pertsona gai da programa erraz bat sortzeko nahiz eta programazio hizkuntza honi buruz ezagutza minimoak izan. Gainera, Arduinoren web orri ofizialen badago foro bat (<http://Arduino.cc/>), non erabiltzaile ugari dauden gainontzeko erabiltzaileei sortutako arazoei soluzioak eskaintzeko prest.

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

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

Android aplikazioa garatzeko Java programazio lengoaiari oinarritutako Android Studio softwarea erabiliko da. Softwarea oso intuitiboa eta eroso da eta (<http://developer.Android.com/sdk/index.html>) web orrialdetik doan jaitsi daiteke. Gainera, web-gune horretan Android-en programatzeko informazio guztia ageri da.

Edozein Android aplikazio garatzeko ezagutu beharreko oinarriko elementu batzuk daude:

- **Ikuspegia (View):** Ikuspegiak aplikazioaren erabiltzaile- interfazea osatzen duten elementuak dira. Adibidez: botoi edo testu sarrera bat. Ikuspegi guztiak View klasearen ondorengoak dira eta Java programazio kodearen bidez definitu daitezke. Hala ere, ohikoena ikuspegiak XML fitxero bat erabiltzea da eta gero sistemak fitxero honetan oinarrituta beharrezko objektuak sortzea. Lan egiteko era HTML (HyperText Markup Language) kodean web orrialde baten definizio burutzeko eraren oso antzekoa da.
- **Layout-a:** forma espezifiko batean ordenaturiko ikuspegi multzo bat da. Ikuspegiak ordenatzeko Layout mota desberdinak daude: Layout lineala, lauki-sare layout-a edo layout erlatiboa (ikuspegi bakoitzaren posizio absolutuaren arabera). Layout-ak ere View klasearen ondorengo objektuak dira. Ikuspegiak bezala, kodigo bidez definitu daitezke baina ohiko era ere XML kodigoa erabiltzea da.
- **Aktibitateak (Activity):** Android aplikazioak, aplikazio pantailak deituriko oinarriko bisualizazio elementu multzo batzuek osatuta dago. Android-ean pantaila edo elementu hauetako bakoitza aktibitate bat da. Aktibitate baten funtzio nagusia erabiltzaile interfazea sortzea da. Aplikazioek normalean erabiltzaile interfazea sortzeko aktibitate bat baino gehiago erabiltzen dute. Sortutako aplikazio desberdinak ez dute euren arteko loturarik, independenteak dira baina denak helburu komun baterako lan egingo dute. Aktibitate guztiak Activity klasearen ondorengoak dira.
- **Zerbitzuak (Service):** Zerbitzuak erabiltzailearen interakziorik gabe aplikazioaren atzetik exekutatzen diren prozesuak dira. Windows sistema eragilean dauden zerbitzuen oso antzekoak dira. Android-en bi zerbitzu mota aurki ditzakegu: Zerbitzu lokalak, prozesu berdinean exekutatzen direnak eta urruneko zerbitzuak, prozesu desberdinetan exekutatzen direnak.
- **Intentzioak (Intent):** Intentzioak akzio bat burutzeko borondatea adierazten dute. Adibidez: telefono dei bat egitea edo web orrialde bat bistaratzea. Elementu hauek hurrengo egoeretan beti erabiltzen dira:
 - Aktibitate bat jaurti edo hasi nahi denean.

- Zerbitzu bat jaurti edo hasi nahi denean.
- Broadcast motako iragarpen bat bidali nahi denean.
- Zerbitzu batekin komunikatu behar denean.

Jaurtikitako elementuak aplikazioaren barnekoak edo kanpokoak izan daitezke. Intentzioek aktibitate, zerbitzu eta iragarpenen artean informazioa bidaltzeko ere balio dute.

- **Iragarpenen hartzailea (Broadcast receiver):** Iragarpenen hartzaileak broadcast motako iragarpenen aurrean erreakzionatu eta baita iragarpenak har dezakeen osagaia da. Broadcast iragarpenak Android sistemak sortutakoak edo aplikazio desberdinek sortutakoak izan daitezke. Android sistemak sortzen duen broadcast iragarpenetarikoz batzuk hauek dira: bateria baxuaren abisua, deia baten abisua... Aplikazioek ere broadcast iragarpenak sortu eta jaurti ditzakete (Adibidez Whatsapp edo Facebook notifikazioak ditugunean). Iragarpen hartzaileek erabiltzaile interfazetik ez daukate baina beharrezkoa bada aktibitate bat hasieratu dezakete.
- **Edukiaren hornitzaileak (Content Provider):** Sarritan Android terminal batean instalatuta dauden aplikazioak informazioa partekatu behar dute. Android-ek mekanismo estandar bat definituta dauka fitxero sistemen segurtasuna kolokan jarri gabe, aplikazioek datuak partekatu ahal izateko. Mekanismo honekin beste aplikazio batzuen informazioari sarbidea dago, (adibidez, kontaktuen lista) eta beste aplikazioei datuak jakinarazi ahal zaizkie.

9.2.1. Diseinua egiteko software-a

Zirkuituaren diseinua garatzeko erabiliko den softwarea edo programa Fritzing izango da. Fritzing diseinu elektronika libreko automatizazio programa da. Fritzing, Arduino eta Processing-en printzipio pean sortu zen. Programa honi esker Arduinon oinarritutako prototipoak dokumentatu daitezke eta zirkuitu inprimatuen eskemak sortu, gerora fabrikatzeko nahi izanez gero. Software honek ondorengo lan eremuak eskaintzen ditu:

- **Proiektuaren bista:** eremu honetan zirkuitu birtuala diseinatu eta eraikitzen da. Hiru eratan egin daiteke: Protoboard, PCB edo Eskema.
- **Eskemaren leihoa:** protoboard gainean eraikitzen den zirkuitua erakusten du. Oso praktikoa da zirkuituen ikurrak erabiltzen ohiturik dauden erabiltzaileentzako.
- **PCB bista:** zirkuitu inprimatuen produkzioa gauzatzeko, diseinua eta dokumentazioa egitea ahalbidetzen ditu. Beraz, zirkuitu inprimatuaren eskema ikustea posiblea litzateke norbaitek proiektu hori aurrera eraman nahi izango balu.

9.3. Aplikazioaren deskribapena

Proiektu honetan telefono mugikorrarekin komunikatzen den eskumuturreko erloju baten diseinua eta prototipo baten garapena burutuko da. Proiektua Android sistema eragilean garatuko den aplikazio batetik hasten da. Garatuko den aplikazio horrek mugikorraren ordua eta data jaso eta bluetooth bitartez Arduinoari igorriko dio Arduinoak informazio hori pantaila batean bistaratu dezan. Horrez gain, mugikorraren Android sistema beraren egoera eta aplikazio jakin batzuen notifikazioak jaso eta bidali beharko ditu. Guztira, aplikazioak bidali beharrezko informazioa hurrengoia izanago da:

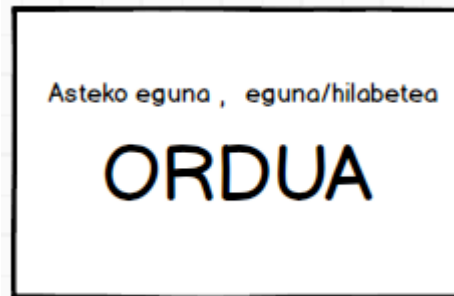
- Ordua eta data.
- Bateriaren egoera.
- Whatsapp notifikazioak.
- Facebook notifikazioak.
- Textu mezuak (SMS-ak).
- Telefono deiak.

Android aplikazioan informazio guzti hori bidali dezakeen protokolo bat gauzatuko da. Hori lortuta, Arduino-ra jo eta garatutako Android aplikazioak bidalitako informazio guztia kudeatu beharko da. Behin erlojuak mugikorretik datorren ordua eta dataren informazioa jasotakoan, bi datuak berez aktualizatzeko ahalmena izan beharko du, hau da, Android aplikazioak botoi bat izango du informazio hori bidaltzeko baina ordua aktualizatzeko, ezin da botoia uneoro sakatzen egon. Beraz, ordua eta data behin aplikazioak bidalita, Arduino Pro Mini-ak aktualizatu beharko du.

Erlojuak notifikaziorik egon ezean, ordua eta data OLED pantailan bistaratuko ditu. Android telefono mugikorretan edozein aplikazioaren notifikazio bat heltzen denean mugikorrak notifikazio horri buruzko informazioa bere egoera barran adierazten du. Garatuko den Android aplikazioak aurreko puntuetako aplikazioen notifikazioak egoera barran publikatzerakoan, egoera barraren informazioa hartu eta hari gabeko teknologia edo bluetooth bidez Arduino-ari igorriko dio. Arduinoak informazio hori jaso ahal izateko bluetooth modulu bat konektatuta izango du. Modulu hori HC-06-a izango da. Notifikazioen informazioa jaso bezain laster, Arduino-ak ordua eta data duen pantailaren ikuspegia kendu eta denbora jakin batez dagokion notifikazioa ikusi ahal izango da.

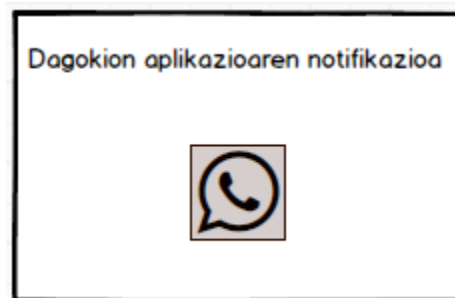
Horrez gain, pultsadore bat gaineratuko zaio proiektuari eta honen bidez erlojuaren ikuspegia duen pantaila aldatu ahal izango da. Ideia, 0,96"-ko OLED pantaila monokromoak hiru ikuspegi desberdin izatea da:

- **Ikuspegi printzipala:** ordua eta data modu argi eta ikusgai batean bistaratuko dituen ikuspegia da (ikusi Irudia 22).



Irudia 22: Ikuspegi nagusia

- **Notifikazioen ikuspegia:** Heltzen diren notifikazioak bistaratzeaz arduratuko den ikuspegia (ikusi Irudia 23).



Irudia 23: Notifikazioen ikuspegia

- **Notifikazio kopurua adierazten duen ikuspegia:** Ikuspegi honek jasotako notifikazio desberdinen notifikazio kopurua adieraziko du (ikusi Irudia 24).

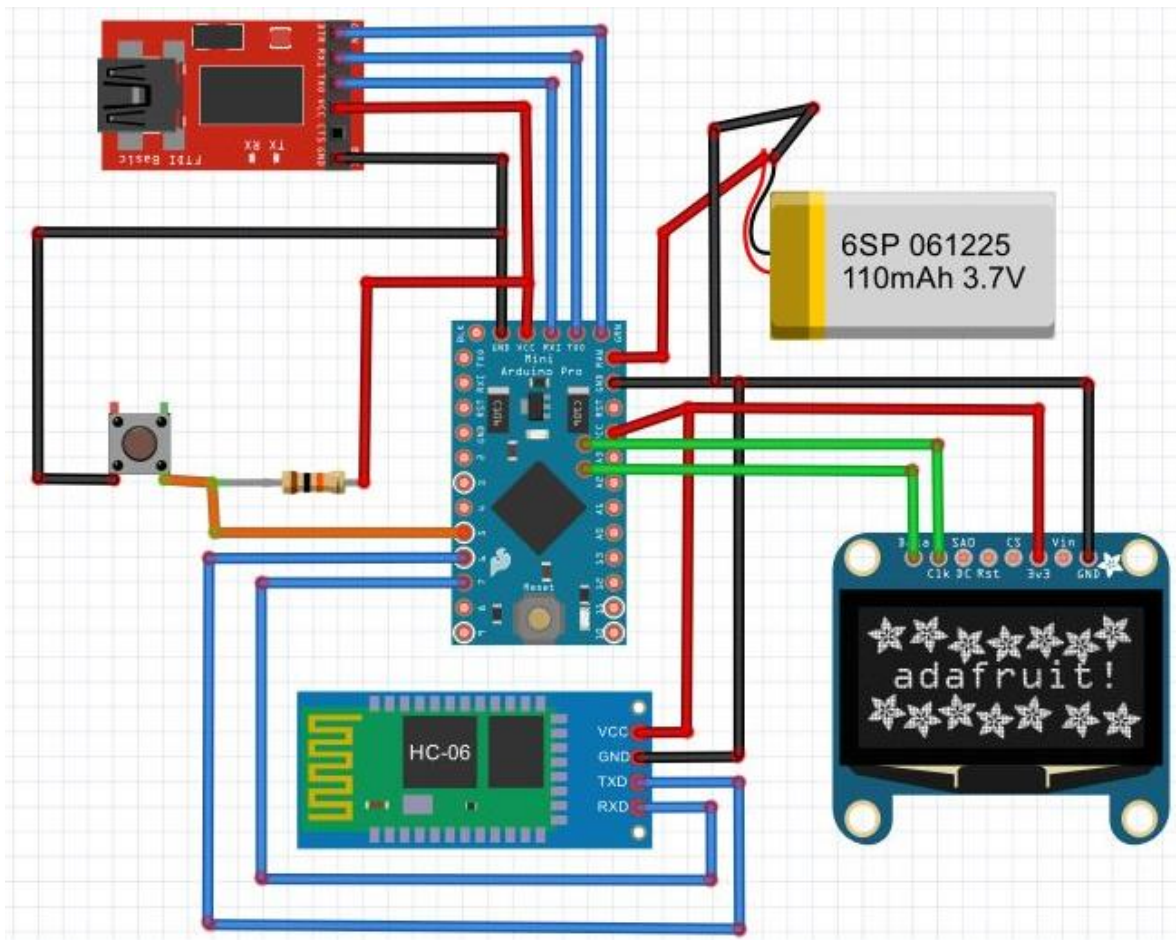


Irudia 24: Notifikazio kopurua adierazten duen ikuspegia

Ezarritako botoiaren funtzioa ikuspegi printzipaletik notifikazio kopurua adierazten duen ikuspegira pasatzea izango da jasotako notifikazio kopurua jakin ahal izateko.

Ikusi dugunez, aplikazio edo proiektu honek funtzionaltasun desberdineko hainbat gailu elektroniko izango ditu eta guztiak beharrezkoak izango dira proiektuaren helburua lortu eta graduari zehar barneraturiko ezagutzak erakutsi ahal izateko.

Hurrengo irudian (Irudia 25) puntu honetan deskribatutako funtzionamendua bete ahal izateko, erabiliko ditugun dispositiboekin burutu beharreko muntaia eskema dago ikusgai.



Irudia 25: Muntaia osoaren eskema

10. BIBLIOGRAFIA

Liburuak:

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

Kontsultatutako web orriak:

- Erlojuen eta Smartwatch-en informazioa:
<http://html.rincondelvago.com/historia-y-evolucion-del-reloj.html>
<http://www.taringa.net/post/info/14114111/Relojes-que-se-han-inventado-a-traves-del-tiempo.html>
<http://www.quees.info/que-es-un-smartwatch.html>
https://es.wikipedia.org/wiki/Reloj_digital
- Araudia:
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0012291&PDF=Si#.UZ3eSbU8CS0>
- Arduino:
<http://www.Arduino.cc/es/>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- Arduino Uno:
http://store.Arduino.cc/eu/index.php?main_page=product_info&cPath=11&products_id=195
- Arduino Pro Mini:
<https://www.Arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardProMini>
<https://www.Arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Guide/ArduinoProMini>

- Arduino Pro Mikro Leonardo:

<https://www.Arduino.cc/en/Guide/ArduinoLeonardoMicro>

<https://learn.sparkfun.com/tutorials/pro-micro--fio-v3-hookup-guide>

- Pantailak:

<http://hipertextual.com/archivo/2013/11/tipos-pantalla-led-lcd-ips-oled/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo_organico_de_emision_de_luz

https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_liquido

- iOS eta Android:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Android>

<https://es.wikipedia.org/wiki/iOS>

<http://andro4all.com/2015/07/Android-mejor-ios>

https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_de_programas_para_Android

<http://www.Androidcurso.com/index.php/tutoriales-Android/31-unidad-1-vision-general-y-entorno-de-desarrollo/149-componentes-de-una-aplicacion>

- Android Studio:

<http://www.aprendeAndroid.com/11/instalacion.htm>

<http://Androidayuda.com/2013/07/26/desarrollando-para-Android-i-Android-studio/>

<http://developer.Android.com/tools/studio/index.html>

- Eclipse

[https://es.wikipedia.org/wiki/Eclipse_\(software\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(software))

- C++:

<http://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>



- Java:

http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n_Java

- Processing:

<http://processing.org/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Processing>

- LabView:

<http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>

- Proteus:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_\(electr%C3%B3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_(electr%C3%B3nica))

- Fritzing:

<http://fritzing.org/>