

INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA
AUTOMATIKAREN INGENIARITZA GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***SMART LORATEGIA:
HODEIRA KONEKTATUTAKO
ZEHAZTASUNEKO NEKAZARITZA
SISTEMA***

Ikaslea: Madariaga, Asla, Mikel
Zuzendaria: Casquero, Oyarzabal, Oskar

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon, 2018ko azaroaren 2an

Laburpena

Proiektu honetan, lainora konektatuta dagoen lorategi baten kontrol adimentsua garatu da, Arduino plataformak eskaintzen dituen elementu desberdinei esker eta gaur egun modan dauden “open hardware” fabrikatzaileen bitartez.

Lorategiaren kontrola airearen eta lurraren temperatura eta hezetasunean oinarritzen da nagusiki. Denborarekin kontrolatzen diren prozesuak ere badaude, baina hauek ez dira kontrolekoak kontsideratzen, lazo itxiko sistema bat erabiltzen ez dutelako. Modu honetan, eragingailuak behar direnean soilik aktibatzen dira aldagaien irakurketaren arabera, hauek argia, haizagailua eta ur ponpa izanik. Arduinon inplementatutako programak, lorategiak modu adimentsu eta autonomoan lan egin dezan gaitzen du.

Inplementazioari dagokionez, lehenago aipatutako sentsoreen irakurketa programatu da. PCB bat diseinatu eta fabrikatu da, konexio desberdinak eginez, kontaktu erroreak murriztuz ekipo fidagarriago bat lortuz eta itxura hobea emanez proiektuari. Geometria espezifikoa zuten pieza batzuk ere diseinatu eta fabrikatu dira 3D inpresioa erabiliz.

Summary

In this project we have developed the intelligent control of a greenhouse that is connected to cloud using the different elements provided by Anduino and the authors of open hardware that are on brand on this moment in time.

The control of the greenhouse is based on the humidity and temperature of air and land. There are also processes involved in the measurement of time but these ones are not considered as part of the control because they do not have closed loops. In this way, using the lecture of these variables the program implemented in Anduino gives the greenhouse the intelligence needed to act autonomously, activating the actuators when needed, including a light source, a ventilator and a water pump.

When talking about implementation, we have programed the lecture of the sensors mentioned above. We have also developed a PCB that interconnects the different elements between them so there are no connexion errors and providing the model with a more aesthetically pleasing look. We have designed and manufactured some elements using 3D printing due to the fact that the mock up needed some pieces with a specific geometry.

Resumen

En este proyecto se ha desarrollado el control inteligente de un invernadero que está conectado a la nube haciendo uso de distintos elementos que provee la plataforma Arduino y los fabricantes open hardware que están de moda en la actualidad.

El control del invernadero se basa en la humedad y temperatura del aire y de la tierra principalmente. También hay procesos que requieren la medición del tiempo, pero estos no se consideran de control al no ser de lazo cerrado. De este modo, a partir de la lectura de esas variables, el programa implementado en Arduino dota al invernadero de la inteligencia necesaria para que actúe de forma autónoma, activando los actuadores cuando sea necesario, siendo éstos una fuente de luz, un ventilador y una bomba de agua.

En lo que se refiere a la implementación, se ha programado la lectura de los sensores anteriormente mencionados. Se ha desarrollado también una PCB, interconectando los diferentes elementos entre sí, evitando así posibles fallos de conexión, y proporcionando a la maqueta una apariencia más estética. Se han diseñado y fabricado ciertos elementos mediante impresión 3D, ya que la maqueta requería ciertas piezas de una geometría específica.

Aurkibidea

Sarrera	1
Testuingurua	2
Helburuak eta irismena	3
Onurak.....	4
Baldintzen deskribapena	5
Alternatiben analisia	6
1. Temperatura sentsoarea	6
2. Mikrokontrolagailua	6
3. Pantaila.....	7
Diseinua	8
Deskribapen teknikoa.....	9
1. Mikrokontrolagailua	9
1.1. ATmega 32u4	9
1.2. Atheros AR9331	9
2. Osagaiak.....	10
2.1. Sarrerak.....	10
1. DHT22	10
2. Ur maila sentsoarea	10
3. Lur Tenperatura	11
4. Lur hezetasuna	11
5. Erlojua (DS3231).....	12
2.2. Irteerak.....	12
1. Argia	12
2. Haizagailua	12
3. Ur ponpa	13
4. Pantaila (DOGM128)	13
2.3. Maketaren osagai fisikoak	14
1. Egitura	14
2. 3D piezak	15
3. Ur tankea.....	16
4. Metakrilatoa.....	17
2.4. Komunikazio protokoloak	17
1. SPI	17
2. I2C/TWI.....	17
3. 1-Wire.....	18
4. UART	18

3. Elikadura iturria	19
4. PCB.....	22
5. Softwarea	24
5.1. Arduino.....	24
5.2. Python(mqtt)(thingspeak).....	26
Plangintza.....	27
1. C++ programazioa	27
2. Python programazioa	27
3. Sentsoreen aukeraketa.....	27
4. Eragingailuen aukeraketa.....	28
5. Mikrokontrolagailuaren aukeraketa	28
6. Egituraren diseinua eta muntaia.....	28
7. 3D piezen diseinua eta muntaia	28
8. PCB diseinua eta fabrikazioa	29
9. PCB-an osagaiak soldatzea eta konprobatzea.....	29
10. Osagai guztien muntaketa	29
11. Planifikazioa eta txostenaren garapena	29
Gantt diagrama.....	31
Aurrekontua	32
1. Giza baliabideak.....	32
2. Baliabide materialak	32
3. Guztia.....	33
Ondorioak eta emaitzak	34
Bibliografia	35

Irudien zerrenda

- 1.irudia: Nekazaritza
- 2 irudia: Nekazaritzarako instalazioak
3. irudia: Marka komertziala
4. Irudia: Sistema adimentsua
5. irudia: Sistema osoaren funtzio diagrama
6. irudia: Aurduino txartela
7. irudia: DHT22 hezetasun eta tenperatura sentsorea
8. eta 9. irudiak: Ur maila sentsorea
- 10 irudia: Tenperatura sentsore digitala
11. eta 12. Irudiak: Lur hezetasun sentsore kapazitiboa
13. eta 14. Irudiak: DS3231 denbora errealeko erlojua
15. irudia: Argi iturria
16. eta 17. Irudiak: Haizagailua
18. irudia: Ur ponpa
19. eta 20. irudiak: DOGM128 pantaila matriziala
21. irudia: Egurrezko egitura
22. eta 23. irudiak: Oinarri bien diseinua
24. irudia: Argiaren besoa
- 25.irudia:3D fabrikazio prozesua
26. eta 27. Irudiak: Ur tankea
28. irudia: SPI errepresentazioa
29. irudia: I2C errepresentazioa
30. irudia: UART errepresentazioa
31. irudia: Elikadura iturri diagrama
32. irudia: Transformadorearen sekundarioa
33. irudia: Artezgailuaren irteera kondentsadorerik gabe
34. irudia: Iragazkiaren irteera karga gabe (zirkuitu irekia)
34. irudia: Iragazkiaren irteera gainkargarekin
35. irudia: Erregulatzaillearen irteera karga gabe
36. irudia: Erregulatzaillearen irteera kargarekin
37. irudia: PCB diseinua
38. irudia: Negatiboa
39. eta 40 irudiak: PCB-a errebelatuta eta atakatuta
41. irudia: Txartela amaituta
42. irudia: Programaren diagrama
43. irudia: Gantt diagrama
- 44.irudia: Gantt diagramaren planifikazioa

Taulen zerrenda

1. Taula: *Temperatura sentsore analisia*
2. taula: *Mikrokontrolagailu analisia*
3. taula: *Pantaila analisia*
4. taula: *C++ programazioaren planifikazioa*
5. taula: *Python programazioaren planifikazioa*
6. taula: *Sentsoreen aukeraketaren planifikazioa*
7. taula: *Eragingailuaren aukeraketaren planifikazioa*
8. taula: *Mikrokontrolagailuaren aukeraketaren planifikazioa*
9. taula: *Egituraren diseinua eta muntaiaren planifikazioa*
10. taula: *3D piezen diseinua eta muntaiaren planifikazioa*
11. taula: *PCB diseinua eta fabrikazioaren planifikazioa*
12. taula: *PCB-aren osagaiak soldatzearen eta konprobatzearen planifikazioa*
13. taula: *Osagai guztien muntaketaren planifikazioa*
14. taula: *Txostenaren garapenaren planifikazioa*
15. taula: *Giza baliabideen aurrekontua*
16. taula: *Baliabide materialen aurrekontua*
17. taula: *Aurrekontuaren totala*

Akronimoen zerrenda

Sarrera

Gaur egun, klima aldaketa dela eta, hainbat arlo ikusi dira kaltetuta. Lurralde zabalen basamortutzea, edo tenperatura aldaketa nabarmenak izan daitezke honen adierazle. Guzti honek, munduko nekazaritzan eragin handia izan dezake, hau oso sentikorra bait da kanpoko faktoreen aurrean.

Nekazaritza, gizakiak landu duen ekintzarik zaharrenetarikoa bat da. Adituek diotenez, K.a. 7000 urteraino datatzen diren adierazleak daude hau frogatzen dutenak. Ekintza hau hain zaharra eta hedatua izan arren, ez da honen inguruan aurrerapen teknologiko handirik edo berrikuntzarik egin.

Horregatik hain zuzen ere, proiektu honetan berrikuntza hori bilatzen da. Elektronikari esker, ia edozein prozesu automatizatu daiteke, honen gainbegiratzea asko gutxituz edo guztiz ezabatuz. Prozesuaren zehaztasuna ere asko hobetzen da, honi esker emaitza hobegoak lortuz bai produktuaren kalitatean, edo landaren plagak edo gaixotasunak ekidituz.

Horretarako, automatizazio industrialak eta IoT kontzeptuak erabili dira. Automatizazioaren bitartez, landareen hazkuntzarako behar den ureztatzea modu guztiz automatikoan egingo da. Horrez gain, sistema argiztatzeaz ere arduratuko da, horrela munduko edozein lekutan ahal izango da nekazaritza garatu, bizitzarako baldintza desagokiak badaude ere. Eta automatizazio prozesuan erabilitako datuak sarera igoko dira, hauen jarraipen bat egin ahal izateko eta honen arabera prozesua hobeto ulertzeko eta aldaketak egiteko behar izan ezker.

Idea honen motibazioa, azkenaldian modan jartzen hasi dira robotak eta sistema automatetatik dator. Sukaldeko robota adibidez, duela urte gutxi batzuk asmatu zen, eta oso harrera ona izan du erabiltzaileen eskutik. “Smartphone”, “Smartwatch” eta antzerako gailuak ere gero ta gehiago ikusten dira merkatuan, hauen informazioaren kudeaketa aurreratuago bat eskaintzen dutelako, eta prezioak gero eta egiten ari direnez, pertsona gehiagorengana heltzen ari da teknologia hau.



1. irudia: Nekazaritza



2 irudia: Nekazaritzarako instalazioak

Testuingurua

Lan honetan landuko den ideia asmatuta dago jada, baina ez zaio existitzen diren produktuen ikuspegi berdina emango. Libelium edo Vinduino bezalako markak daude, zeinetan nekazaritza automatizatzea eta prozesuaren informazioa pilotzea bilatzen den. Hauek eskala handiko nekazaritza lantzen dute, eta egiten duten kontrolak ureztatzean bakarrik eragiten du.

Hauek sistema modularrak dira, bezeroak produktuaren paketeak erosi ditzake uztaren tamainaren arabera, eta eskuzko ureztatzearen beharra kendu, nekazarien lan karga gutxituz. Metodo honekin produktuaren kalitatea apur bat handitzea lortzen da, landarak ez bait dira hain erraz gaixotuko ureztatze egokia bait dute. Horrez gain, ura aurrezteko lortzen da, sistema hauekin zehaztasun handiz behar den ura soilik erabiltzen bait da.

Lan honetan bestalde, Libelium edo Vinduino sistemek nekazaritza tradizionalarekiko eskaintzen dituzten abantailez gain, beste batzuk eskaintzen ditu. Gure sistemak duen planteamendua, eskala txikiagoko baina zehaztasun oso handiko prozesu bat da. Honek produkzioarako (nekazaritza) edo ikerketarako balio du. Ikerketa aldetik, landarek behar duten bizitzeko baldintza desberdinak ikertu daitezke, adibidez, hauen hezetasun minimoaren limitea non dagoen frogatuz. Eta produkzio aldetik, sentikortasun handia duten landaren nekazaritza garatu daiteke, adibidez beraien ekosistematik kanpo dauden landaren nekazaritza.

Hortaz, bilatzen den helburua antzekoa izan arren, ez da merkatuan jada existitzen diren produktuen berdina. Gainera, sistema honek “Open Hardware” filosofia jarraitzen du. Hemen diseinatutako elementu guztiak lizentzia publikokoak dira, horrela edonork erabili eta/edo hobetu dezake sistema.



3. irudia: Marka komertziala



4. irudia: Sistema adimentsua

Helburuak eta irismena

Lorategi baten ingurunearen kontrola egitea eta ingurune honen egoeraren informazioa hodeira igotzea dira proiektu honen helburu nagusiak. Modu horretan, nekazaritzan ura aurreztuko da eta landarek osasun hobea izan dezaten bermatuko da. Horretarako azpi-helburu hauek finkatu dira:

- Aireko eta lurreko tenperaturaren jarraipena egitea
- Aireko eta lurreko hezetasunaren jarraipena egitea
- Parametro desberdinak denbora errealean monitorizatzeko gailu bat inplementatzea
- Lurraren hezetasuna, aurretik adostutako balio batzuen barruan mantentzen duen ureztatze sistema garatzea
- Denborarekin eta urtaroarekin kontrolatutako argizatze sistema bat garatzea
- Aireko hezetasuna eta tenperatura partzialki kontrolatzen dituen aireztatze sistema bat garatzea
- Automatizazioan landutako informazioa lainora igotzen duen sistema arin bat inplementatzea
- Sistema fisiko guztia eusten duen egitura fabrikatzea
- Zirkuitu inprimatu bat diseinatzea eta fabrikatzea konexio guztiak errazteko eta txukuntzeko
- Sistema guztia elikatze elikadura iturri bat diseinatzea

Onurak

Lan honen gauzatzeak dakarren onura nabarmenena, egileak irabazi duen jakituria eta esperientzia direla. Honen bitartez, elektronikaren eta ingeniartzaren inguruan hainbat arlo desberdin landu ditu eta graduan zehar ikasitakoa praktikan jarri du. Horrez gai, aipatzekoak dira dituen onura sozialak, ikerketa mailako onurak eta ekologikoak.

Onura ekologikorik nabarmenena ura aurrezte da. Sistema honi esker ez da gehiegiz ureztatzen inoiz, honen kontrola oso zehatza baita. Modu horretan hobeto dosifikatzen da ura eta jende gehiagok erabili dezake eskasiarik egon gabe. Horrez gain, errazagoa da bizitzarako baldintza bortitzak dauden lekuetan nekazaritza garatzea. Honi esker zonaleko biodibertsitatea hobetzen da.

Onura sozialak ere kontuan hartzekoak dira. Sistema honekin, nekazaritza demokratizatzen da. “Open Hardware” eta “Open Software” filosofia jarraitzen duenez, edonork erabili edo eraldatu dezake diseinua. Modu horretan gizarte osoaren esku jartzen da sistema automatiko hau, dituen onurak guztion artean banatuz.

Proiektu honetan bestalde, zehaztasun handiko nekazaritza lantzen da. Ureztatzeaz gain, airearen tenperatura, hezetasuna eta landareak jasotako argia ere kontrolatzen dira. Honela landareak bizitzeko behar dituen parametro guztiak kontrolpean daude. Modu honetan landareen saiakuntza egiteko sistema moduan erabili daiteke. Honi esker botanika eta biologiaren inguruan ikertu daiteke.

Baldintzen deskribapena

Baldinten deskribapenari buruz, proiektuak izan behar dituen betebeharrak azaltzen dira. Hauek, adostutako helburuak bete ahal izateko bidea dira:

- Aireko tenperatura neurtzen duen sentsorea (-10°C – 50°C)
- Lurraren tenperatura neurtzen duen sentsorea, uretatik babestua (-10°C – 50°C)
- Lurraren hezetasuna neurtzen duen sentsorea, uretatik babestua
- Aireko hezetasuna neurtzen duen sentsorea
- Denbora neurtzen duen gailu bat, naiz eta elikadurarik ez izan orduan mantentzen dena
- Prozesu desberdinak kudeatzeko mikrokontrolagailu bat
- Letra argiz informazioa bistaratu ahal izateko pantaila
- Wifi konektibitatea duen makina bat
- Landare batek fotosintesia egin ahal izateko argizatze sistema
- Presio eta emari ertaina eskaintzen dituen ur ponpa
- Aire mugitzeko gailu bat
- Sistema osoa elikatzeke ahalmena duen elikadura iturria

Alternatiben analisia

Proiektuaren garapenean zehar, hainbat bide desberdin hartu daitezke gauza berdina egiteko. Horretarako, osagaiak, metodoak edo sistemak aukeratzean, elkarren artean konparatu egin dira, guztietan hoberena aukeratzeko.

Alternatiben analisisian nahi bezain beste sakondu daiteke, eta gauza askotan, maketa garatzeko orduan, diruak eta unibertsitatearen ekipoen kapazitateak jartzen du muga. Hortaz, hurrengo hiru gailuen analisia gauzatu da, hauen aukeraketa malguagoa delako eta asko eragiten dezaketelako osagai desberdinak erabiltzeak.

1. Temperatura sentsorea

	Zehaztasuna	Komunikazioa	Programazioa	Konexioa	Prezioa	Guztira
DS18B20	9	7	9	9	8	8.4
DHT22	9	7	9	10	8	8.6
IEC PTFE	7	8	9	8	9	8.2

1. Taula: Temperatura sentsore analisia

Taula honetan ikusi daitekeen bezal, aukerarik egokienak DS18B20 eta DHT22 izan dira, eta sistemak bi termometro erabiltzen dituzenez, biak aukeratu dira, bakoitza eginkizun desberdin baterako. Hauek zehaztasun handia eskaintzen dute kalitate/prezio ratio on bat mantenduz. IEC PTFE temoparea bestalde, ez da oso zehatza, eta ADC bihurtzeko bat behar duenez, beste aukera biak erabili dira.

2. Mikrokontrolagailua

	Konplexutasuna	Porozesamendu ahalmena	I/O Kopurua	Prezioa	Guztira
Arduino Yun	8	7	9	8	8
Raspberry	6	9	5	6	6.5

2. taula: Mikrokontrolagailu analisia

Mikrokontrolagailu txartela aukeratzekoan, bi txartel bakarrik konparatu dira. Finkatutako helburuak betetzeko txartelik egokienak direla ikusi da, hauek Wifi konexioa integratuta bait dute. Konplexutasun eta prezio kontuengatik, Arduino Yun txartela erabili da. Raspberry-ak prozesamendu potentzia askoz handiagoa du, hau datu pisutsuagoak eta komunikazio abiadura handiagoak behar diren kasuetarako dago pentsatuta.

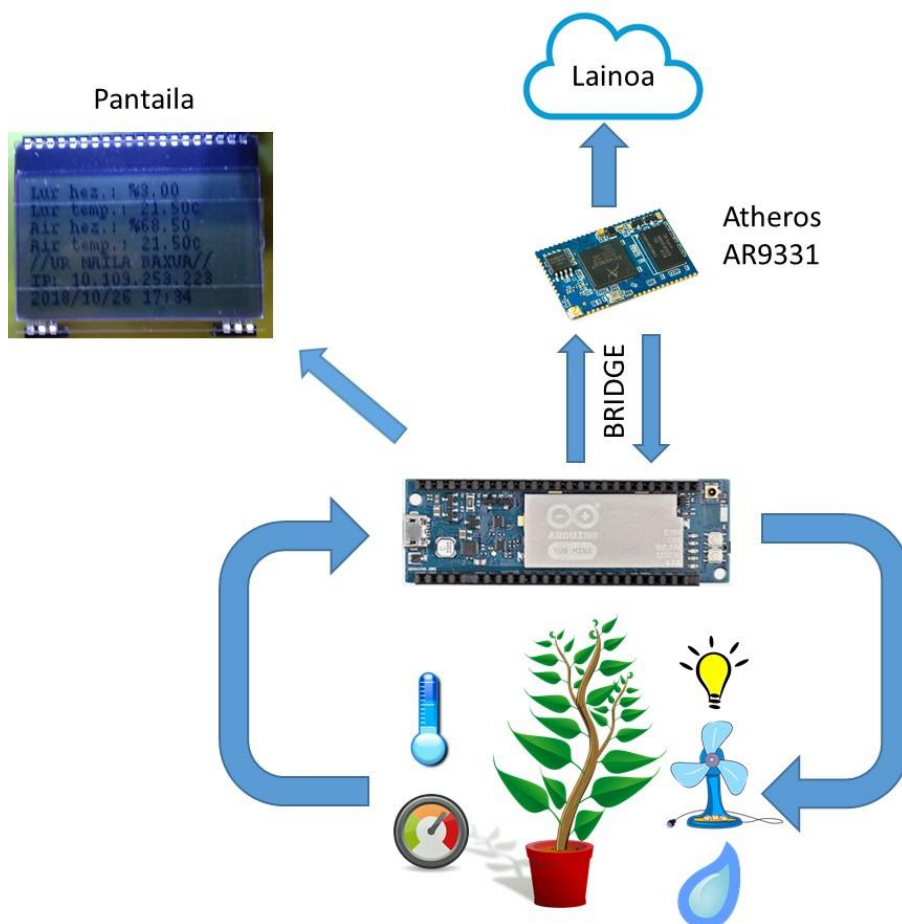
3. Pantaila

	Malgutasuna	Prezioa	Tamaina	Konektibitatea	Erabiltzeko erraztasuna	Guztira
Display	5	9	6	7	7	6.8
Matriziala	9	8	8	7	7	7.8

3. taula: Pantaila analisia

Pantailari buruz, ez da modelo konkretu bat aukeratu, honen mota desberdinak konparatu dira. Bi pantaila mota nagusi daude, “display” motakoak, hauek aurretik definitutako karaktereak bakarrik erakutsi ditzakete. Eta beste aldetik “pantaila matrizialak”, hauek puntuz puntuko irudiak ere erakutsi ditzakete, normalean handiagoak izaten dira (lerro gehiago bistaratu daitezke) eta malgutasun handiagoa eskaintzen dute (irudiak edo diagramak bistaratu daitzeke) beste motakoak baino garestiagoak izan arren. Pantaila matriziala erabili da, apur bat garestiagoa izan arren, zerbitzu hobegoa ematen duelako.

Diseinua



5. irudia: Sistema osoaren funtzio diagrama

Diagraman sistemaren funtzionamendua ikusten da. Mikrokontrolagailuak lazo itxiko kontrol sistema bat osatzen du, zeinetan termometro, higrometro eta erloju baten menpe, irteera batzuk kontrolatzen diren. Irteera hauek, argia, ureztatze ponpa eta haizagailua dira, eta kontrolatzen dituzten aldagaiak hezetasuna eta tenperatura dira. Argia ere kontrolatzen da, baina honek erlojuarekin funtzionatzen duenez, ez da lazo itxiko kontrol sistema bat kontsideratzen.

Horrez gain, kontrolerako erabilitako informazioa (tenperatura, hezetasuna) erabiltzaileak ikusi ahal izateko bi bidetatik ateratzen da. Denbora errealean, pantailaren bitartez bistaratu daitezke dauden parametro guztiak. Eta periodikoki lainora igotzen dira Linux makina erabiliz. Lainora igotako datuekin grafikak egiten dira, hauek jarraipen bat egiteko edo ikerketarako erabili daitezke.

Deskribapen teknikoa

1. Mikrokontrolagailua

Arduino Yun mini bat erabiltzen da prozesu desberdinak kontrolatzeko. Txartel honek konektore batzuk ditu albo bietan sarrerak eta irteerak erraz konektatu ahal izateko. Bi nukleo nagusitan dago banatuta, mikrokontrolagailua eta linux makina. Mikrokontrolagailua, ATmega 32u4 bat da, honek sentsoreak edo bestelako osagaiak irakurtzen ditu, hauen seinalea moldatzen du (analogikoa bada), eta honen arabera irteerak eragiten ditu edo beste gailu batekin komunikatzen da, pantaila adibidez. Linux makina, Atheros ar9331 txartel bat da, hau datuak zerbitzarira igotzeko soilik erabiltzen da. Mikrokontrolagailuareki komunikatzen da serie portua erabiliz, eta honek bidalitako datuak igotzen ditu aurretik adostutako zerbitzari batera. Txartelaren dimentsioak 71.12mm luzera eta 22.86mm zabalera dira eta 16 gramo pisatzen ditu.



6. irudia: Arduino txartela

1.1. ATmega 32u4

Mikrokontrolagailu honek 5V-eko logika erabiltzen du, 20 sarrera/irteera digital ditu, horietatik 6 analogikoak direnak (A/D bihurgailua) eta beste 7-k PWM irteera dute. Hiru komunikazio protokolo onartzen ditu, UART, SPI, I2C/TWI eta USB. 32 KB-eko programa memoria du, 2.5 KB-eko datu memoria (SRAM) eta 1 KB-eko EEPROM memoria. Bere barne erlojuak 16 MHz-eko abiadura lan egiten du.

1.2. Atheros AR9331

Linux makina honek Wifi sareetara konektatzeko ahalmena du. Bere barne erlojuak 400 MHz-eko abiadura oszilatzen du. 3.3 V-eko logikan lan egiten du. 16 MB-eko programa memoria du eta 64 MB-eko datu memoria (RAM). Mikrokontrolagailuarekin konektatzeko erabiltzen duen UART serie protokoloaz gain, Ethernet eta USB protokoloak jasaten ditu. Komunikazio protokolo horietaz gain, helburu orokorreko (GPIO) bi pin ditu (AR_GP7 eta AR_GP6), kanpoaldearekin konektatzeko erabiltzaileak behar izan ezker.

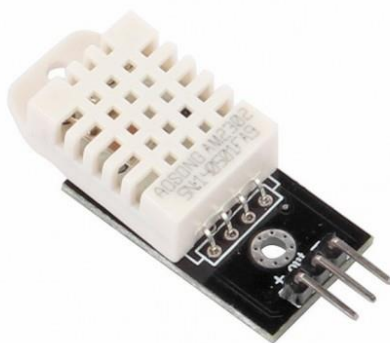
2. Osagaiak

Hauek dira Sistema osatzen duten atal desberdinak. Hiru multzotan daude banatuta, sarrerek, irteerak eta osagai fisikoak.

2.1. Sarrerek

1. DHT22

Hau aire tenperatura eta hezetasun sentsore digitala da. Aldagai bien informazioa hari bakarretik bidaltzen du. Erabiltzen duen komunikazio protokola 1-Wire da. Sentsore onek %0tik %100rainoko hezetasunak neurtu ditzake eta - 40°C-tik 80°C-rainoko tenperaturak neurtu ditzake. Zehaztasuna +-%2-koa da hezetasunean eta +-0.5°C-koa tenperaturan, bereizmena bestalde +-%0.1 hezetasunean eta +-0.1°C tenperaturan.



7. irudia: DHT22 hezetasun eta tenperatura sentsorea

2. Ur maila sentsorea

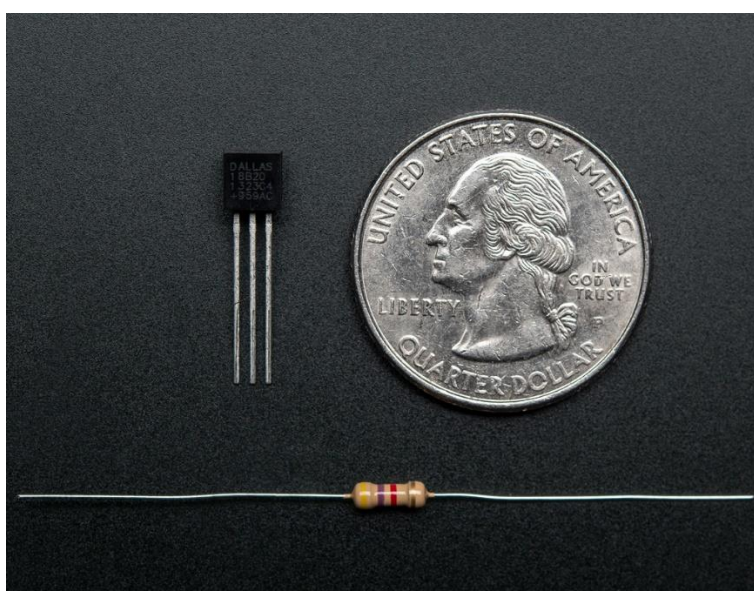
Sentsore honek ur likidua detektatzen du. Honen muturra urarekin kontaktuan badago, maila logiko altua ematen du irteeran, bestela baxua. **X.x irudian** ikusten den bezala, azalean zeuden osagai elektronikoak eta kontaktuak estali dira erretxinarekin, sentsorea guztiz isolatu ahal izateko uraren aurka. Sentsore honek ez du ur maila zehatz bat neurtzen, gutxi gora beherakoa da, horregatik, modu konkretu batean muntatu da zeinetan tankea ia hutsik dagoenean ematen den egoera aldaketa.



8. eta 9. irudiak: Ur maila sentsorea

3. Lur Tenperatura

Termometro hau digitala da eta luraren tenperatura neurtzeko erabiltzen da. 1-Wire komunikazio protokoloa erabiltzen du datuak bidaltzeko. Sentsore hau, TO-92 enkapsulatu batean dator txertatuta. Neurtu dezakeen tenperatura tartea - 55°C-tik 125°C-raino doa. Bereizmena +- 0.5°C-takoa da, eta errorea ere, erabiliko den tenperatura tartean (-10°C/85°C) +-0.5°C-takoa da. Tenperatura neurketa egiten denetik bidaltzen dena arte, bihurketa denbora bat itxaron behar da, fabrikatzailearen arabera 750ms gehienez.



10 irudia: Tenperatura sentsore digitala

4. Lur hezetasuna

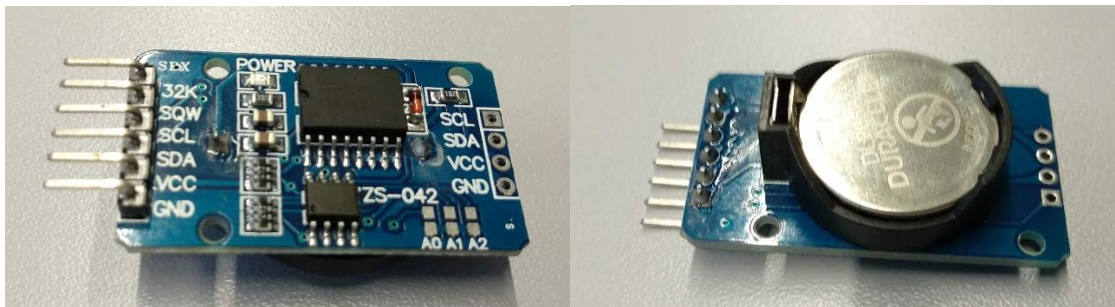
Sentsore hau SEN0193 motako lur hezetasun sentsore analogikoa da. Inguruan duen materialaren arabera aldatzen du bere irakurketa, berdin irakurtzen du airea, lurra edo ura izan. Horregaitik hain zuzen ere, kontuz izan behar da, eta ondo mapeatu behar dira baloreak, lurra guztiz lehor eta guztiz heze dagoen kasuetarako. Sentsore hau ez dago isolatura ur mailarena bezala, beraz kontuz izan behar da azalean dituen kontaktuak ura ez ikutzeko.



11. eta 12. Irudiak: Lur hezetasun sentsore kapazitiboa

5. Erlojua (DS3231)

Gailu honek denbora neurtzen du modu jarraian. Pila bat du, elikaduratik deskonektatu arren ordua ez galtzeko. Pila bat izan arren, bateria aurrezteko, 5V-ekin elikatuko da sistema abian dagoenean. Mikrokontrolagailuarekin komunikatzeko erabiltzen duen protokola I2C da. Protokolo honetan, maisuak irakurtzen ditu datuak byte-etan multzokatuta, morroiaren erantzunik behar gabe. Erlojuaren memoria erregistroak 13 helbide ditu, bakoitzean byte bakarra sartuz.



13. eta 14. Irudiak: DS3231 denbora errealeko erlojua

2.2. Irteerak

1. Argia

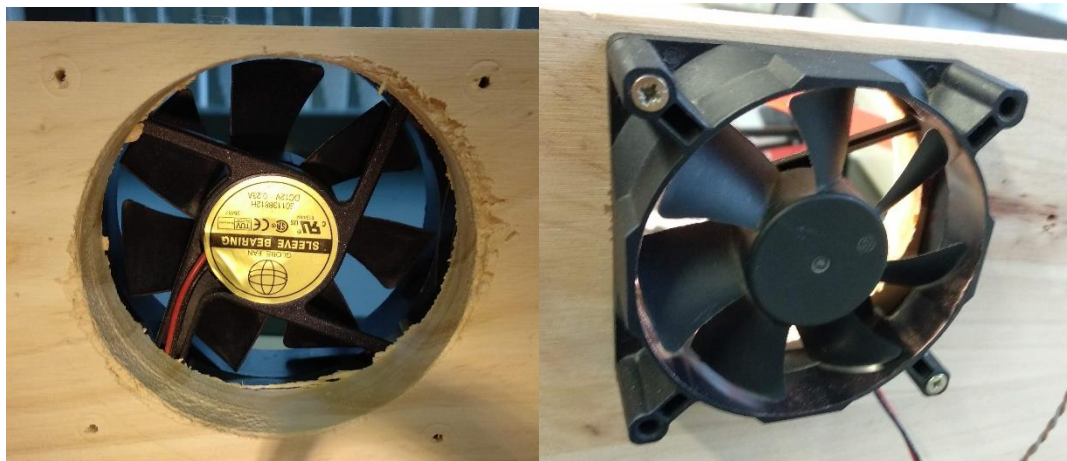
Bombila hau LED-etaz osatuta dago. 12V-tan elikatu behar da, berdin da korrante zuzena edo alternoa, eta 3W-eko potentzia xahutzen du. 270 lumeneko argi potentzia emititzen du, eta 48 LED indibidualez osotuta dago. 13mm-ko diametroa du eta 38mm-ko luzera.



15. irudia: Argi iturria

2. Haizagailua

PC baten erabiltzen diren motako haizagailu arrunt bat da. 12V-ekin elikatu behar da (DC), eta 3W xahutzen ditu. Barnean helize bat du 7 palarekin, hauek fluido (airea) mugitzeaz arduratzen dira. Haizagailuaren egituraren dimentsioak 119mm x 119mm x 38.5mm dira.



16. eta 17. Irudiak: Haizagailua

3. Ur ponpa

Ponpa hau QR30E modeloa da. 12V-ekin elikatu behar da (DC), eta 4.2W-eko potentzia xahutzen du. 3 metro ur zutabetako presio maximoa ematen du irteeran. Lortu dezaken emari maximoa 240l/h-takoa da, eta ponpatzen duen uraren temperatura 60°C baino txikiagoa izan behar da. Gailu hau isolatuta dagoenez, guztiz urperatu daiteke matxurarik izan gabe.



18. irudia: Ur ponpa

4. Pantaila (DOGM128)

Pantaila hau matriziala da, puntuz puntuko irudikapenak egiten ditu, eta 128x64 pixel ditu guztira. Horri esker, karaktereez gain, irudiak edo diagramak erakutsi ditzake. Pantailaratzen diren irudiek edo karaktereek ez dute kolorerik, bakarrik ikusi daitezke pixelak piztuta (beltz), edo itzalita (ezer ez). SPI komunikazio protokoloa erabiltzen du datuak jasotzeko mikrokontrolagailutik. 3.3V-eko logika erabiltzen du, bestalde arduino txartelak 5V-eko logika erabiltzen du. Hau konpontzeko, HCF4050B bihurtzailua

(Buffer) erabiltzen da. Zirkuitu integratu honek 5V-eko mikrokontrolagailuaren logika, pantailaren 3.3V-eko logikara moldatzen du, bestela pantaila erre ahal izango litzateke edo txarto funtzionatu.



19. eta 20. irudiak: DOGM128 pantaila matritziala

2.3. Maketaren osagai fisikoak

1. Egitura

Egitura hau pinu egurrezko xaflaz eginda dago. Maketa bat denez, neurriak proportzionalki txikitu dira modelo komertzial hipotetiko batekin alderatuta, horrela, eramangarriagoa da eta erosoagoa frogak egiteko. Aplikazioaren arabera forma eta/edo tamaina egokitu ahal izango lirateke beharizanetara.



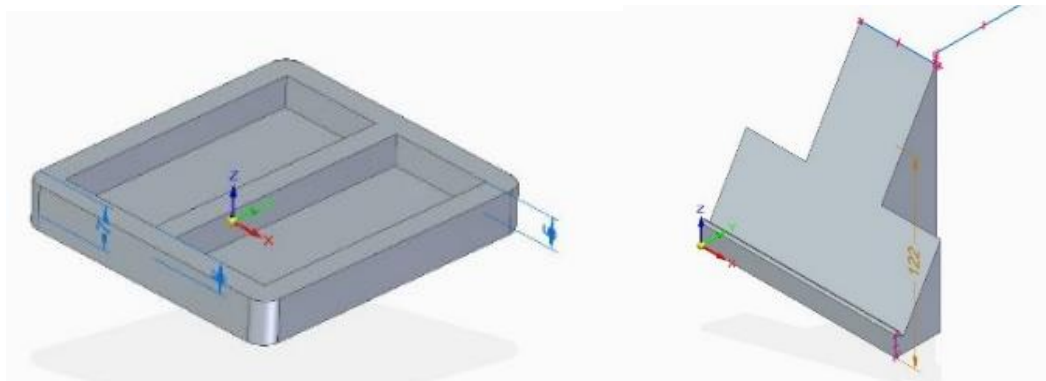
21. irudia: Egurrezko egitura

2. 3D piezak

Diseinuaren atal batzuk geometria espezifiko bat behar dute, horregatik 3D inprimagailu baten fabrikatu dira. Honek erabiltzen duen materialak (PLA), ezaugarri mekaniko egokiak ditu kasu honetarako, nahiko sendoa bait da, isolatzaile elektriko ona da eta ez ditu tenperatura handiak jasan behar. Pieza hauek Solid Edge softwarea erabiliz diseinatu dira, eta Prusa i3 makina bat erabili da hauek fabrikatzeko.

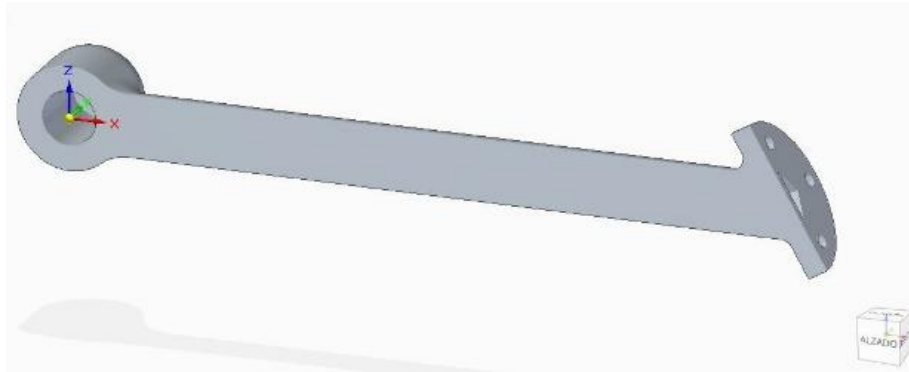
Beharizanen arabera, hiru pieza egin dira, erreleen euskarria, txartelaren oina eta argiaren euskarria. Lehenengo biak, zirkuitu laburrak edo nahigabeko kontaktuak ekiditeko eta muntaia txukunagoa izateko burutu dira.

Hauek piezak beraien lekuan mantendu behar dituzte mekanikoki. Erreleen euskarrian, hauek bi zulotan sartzen dira tolerantzia txiki batekin, hau nahikoa da bi erreleak lekuan mantentzeko, eta oinari hau egiturara itsatsita dago. Txartelaren oinean, bestalde, beheko aldean izkina bat dago txartela finkatzeko, eta beste guztia inklinatuta dagoenez, pisua piezaren gainean oinarritzen da. Badaezpada, goiko alde zinta zati batez lotuta dago, babes gehiago izateko, eta oinarria egiturara itsatsita dago erreleen euskarria bezala.

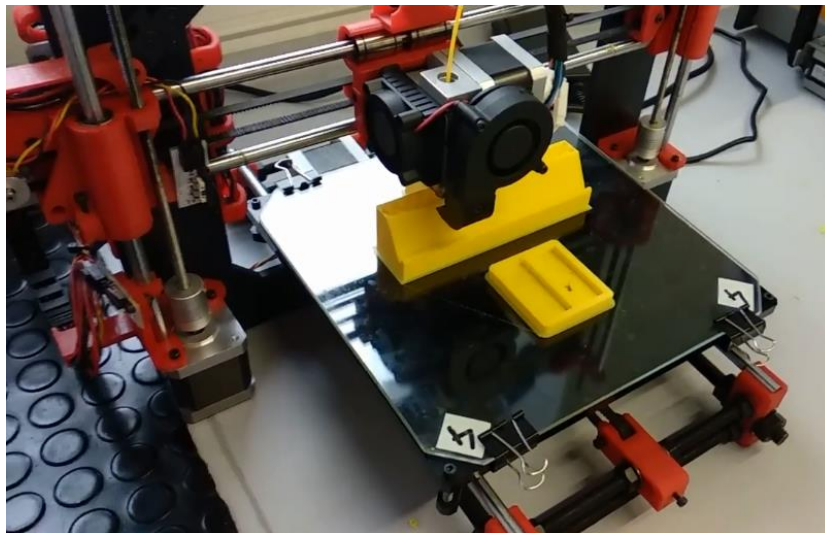


22. eta 23. irudiak: Oinarri bien diseinua

Argiaren euskarria, bestalde, argi iturria egituraren erdialdean mantentzeko diseinatu da. Honek zulo bat du bonbila bertan sartzeko eta pieza osoan zehar jarraitzen du, kablea barrutik pasatzeko. Beste muturrean, hiru zulo ditu egiturari lotzeko torloiuaren bidez, eta angelu batean amaitzen da haizagailuarekin topo ez egiteko.



24. irudia: Argiaren besoa



25. irudia: 3D fabrikazio prozesua

3. Ur tankea

Ontzi hau, tupper komertzial bat, hau edukiontzi mota honek duen erabilgarritasunagaitik eta prezio baxiagatik aukeratu da. Ahalik eta ontzirik zapalena eta zabalena bilatu du, egituraren forma jakinda, honi gehien moldatzen zaion mota delako. 2 litroko ahalmena du.



26. eta 27. Irudiak: Ur tankea

4. Metakrilatoa

Estalki hau hiru arrazoi nagusirengatik jarri da. Landara eta gailu desberdinak babesten ditu kanpoko kalteetatik. Tenperatura eta hezetasuna mantentzen laguntzen du, eta horrela prozesuaren kontrol zehatzago bat egin daiteke. Eta azkenik, itxura hobea ematen dio egiturari.

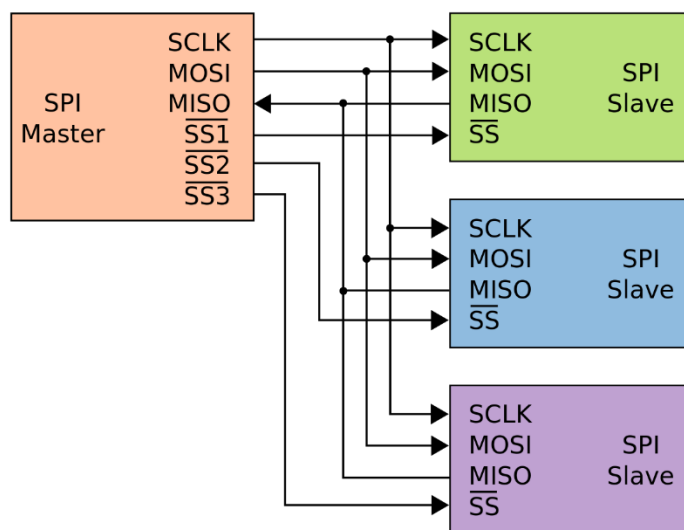
2.4. Komunikazio protokoloak

1. SPI

Komunikazio protokolo hau maisu-morroi motakoa da. Maisuak aginduak ematen dizkio morroi bati edo batzuei, eta lehenengo honek hasi behar ditu komunikazioak beti. Lau hari erabiltzen ditu komunikazioak gauzatzeko:

- SCK: Erloju seinalea, maisuak sortuta morroiak sinkronizatzeko
- MOSI: Maisuaren irteera, morroiaren sarrera
- MISO: Maisuaren sarrera, morroiaren irteera
- SS: Morroia aukeratzeko seinalea, morroi bakoitzarentzat bat. Morroiak zero logikoa detektatzen badu, jasotako datuak “entzungo” ditu, bestela ez.

Erloju seinale bat duenez, komunikazio sinkrono bat dela kontsideratzen da. Beste protokoloekin konparatuta, transferentzia abiadurarik handiena izan dezake (10-20Mbit/s), baina aldi berean, hari gehien erabiltzen dituen protokoloa da.



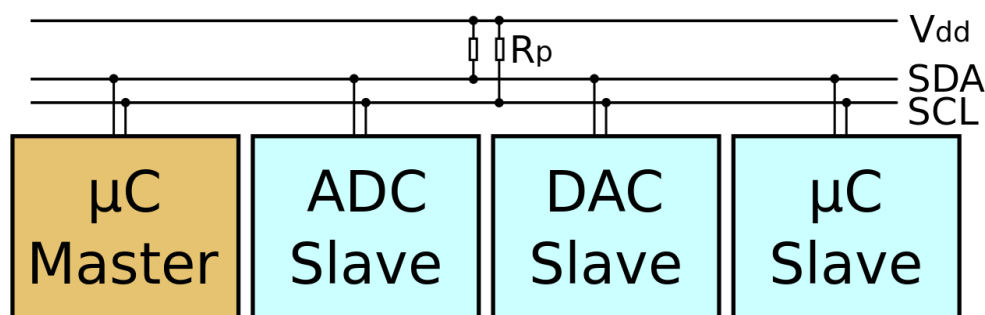
28. irudia: SPI errepresentazioa

2. I2C/TWI

Komunikazio protokolo hau maisu-morroi motakoa da. SPI protokoloak ez bezala, hau datu BUS bakarrean oinarritzen da, honi esker, bi hari bakarrik behar ditu hainbat gailuen artean komunikazioak gauzatzeko.

- SCL: Erloju seinalea
- SDA: Datu BUS-a

Hari bi horiek maila logiko altura daude konektatuta bi erresistentzia erabiliz, “pull up” moduan ezagutzen den konfigurazio bezala, horrela, erabiltzen ez den bitartean maila logiko altua egongo da BUS-ean. Erloju seinale bat duenez, komunikazio sinkrono bat dela kontsideratzen da, eta datuentzako hari bakarra duenez, komunikazioak txandaka egin behar dira, ez da full duplex motakoa SPI bezala. Komunikazio abiadura ertainak lortzen ditu (1-3Mbit/s). Protokolo honetan, morroi desberdinekin komunikazioa gauzatzeko, bakoitzak helbide bat du esleituta, hau datuen barruan sartuta bidaltzen da, SPI protokoloko SS hariaren funtzio berdina egiten du.



29. irudia: I2C errepresentazioa

3. 1-Wire

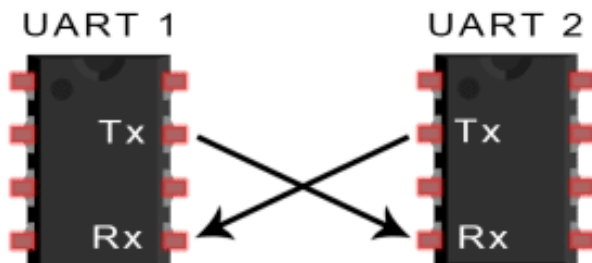
Komunikazio protokolo honek, hari bakarra erabiltzen du komunikazio guztiak gauzatzeko, hain sinplea izateak oso egokia bihurtzen du aplikazio askotarako. BUS bakar honetan, hainbat gailu egon daitezke konektatuta aldi berean, eta maisu-morroi moduan elkar komunikatzen dira. Komunikazioa hasteko, maisuak komando bat bidaltzen du sarean zehar helbide konkretu batekin. Helbidea dagokion gailuak, mezua berari zuzenduta dagoela konprobatzen du eta mezua edukia irakurtzen du. Jasotako aginduaren arabera, maisuari erantzuten dio behar duen informazioarekin (temperatura, data...). Informazio hau bytetako multzoetan pilatuta bidaltzen da. Komunikazioaren arazoak ekiditzeko, CRC izeneko sistema bat erabiltzen da heldu diren datuak ondo daudela frogatzeko, honek “checksum”-aren antzera lan egiten du.

4. UART

Arduino txartela ordenagailuarekin konektatzeko soilik erabiltzen da. “Serie komunikazio” izenarekin ere ezagutzen da, serie komunikazio mota gehiago egon arren. Protokolo hau oso sinplea da, bi gailuen artean bakarrik egin daiteke komunikazioa, eta bi hari soilik erabiltzen ditu:

- TX: Datuak bidaltzeko
- RX: Datuak jasotzeko

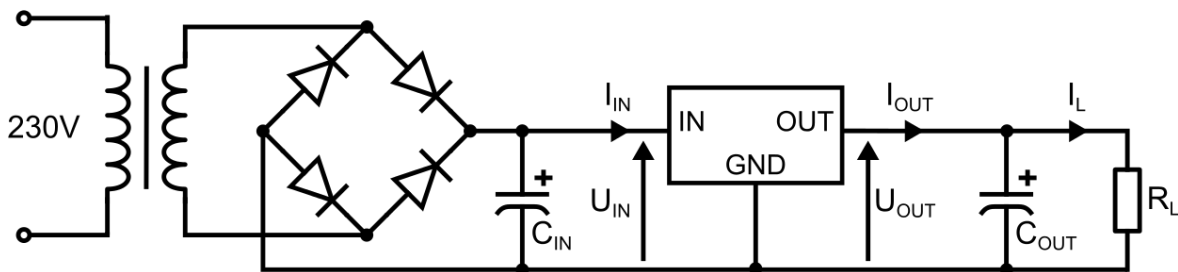
RX eta TX portuak, jatorritik helmugara bitartean elkar aldatu egiten dira, horrela batek bidaltzen duena besteak jasotzen duena da. Ez dago erloju seinalerik, horregatik, protokolo asinkrono bat kontsideratzen da. Hain sinplea denez, komunikazio abiadura nahiko motelak lortzen ditu (230-460kbit/s)



30. irudia: UART errepresentazioa

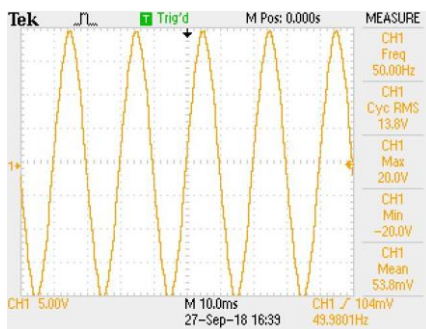
3. Elikadura iturria

Sistema honek elikadura iturri ohiko (lineal) bat erabiltzen du. Hurrengo irudian ikusi daitekeen bezala, transformadore bat, artezgailu bat, iragazki bat eta erregulatzaile bat ditu.



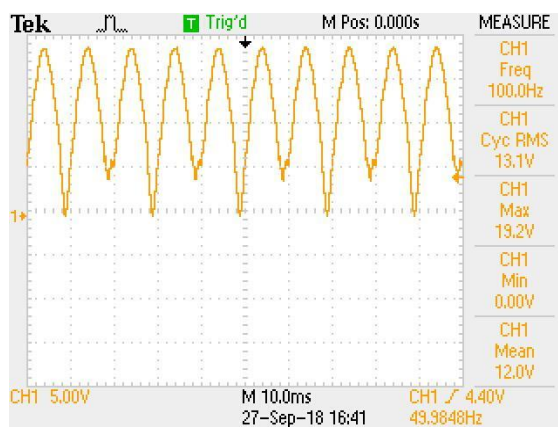
31. irudia: Elikadura iturri diagrama

Hurrengo irudiak saiaketa esperimentalen bitartez lortu dira eta beraien balioak maketarenak dira:



32. irudia: Transformadorearen sekundarioa

Transformadoreak, sareko tentsioa (230V) errazago kontrolatu ahal dugun maila batera jaisten du ($\approx 12V$). Hau indukzio elektromagnetikoari esker gertatzen da. Baina gutxi gora behera behar den tentsio maila izan arren, korrante alternoa da, oraindik ezin daiteke erabili, korrante zuzenera eraldatu behar da.



33. irudia: Artezgailuaren irteera kondentsadorerik gabe

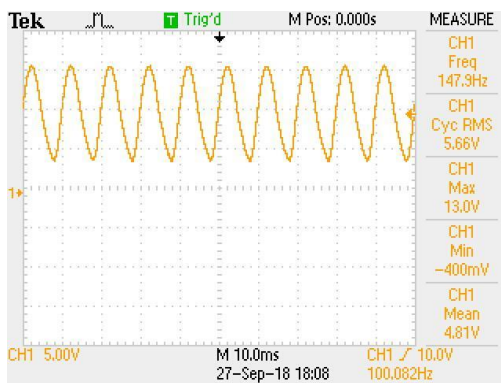
Artezgailuak korrante alternoa korrante zuzen bihurtzen du. Horretarako, 4 diodo erabiltzen dira “graetz zubia” izenarekin ezagutzen den konfigurazioan. 31 irudian (elikadura iturri diagrama) ikusi daitekeen bezala, korrante alternoa sartzen da artezgailuan eta korrante zuzen pulsatzailea irteten da. Korrante zuzen pulsatzailea dela esaten da, ez delako maila konstanteko korrante zuzena, seinale sinusoidalaren forma duen pultsuen batuketa da, 33 irudian (Artezgailuaren irteera kondentsadorerik gabe) ikusi daitekeen bezala. Artezgailuko 4 diodoak kapsulatu komertzial bakar batean saltzen dira, maketarako formatu hori erabili da.



34. irudia: Iragazkiaren irteera karga gabe (zirkuitu irekia)

Tentsio pulsatzaile hori zuzentzeko, iragazki bat jartzen da artezgailuaren irteeran. Hau kondentsadore elektrolitiko bat paraleloan jartzean datza. Horrela pulsu horiek leundu egiten dira, kondentsadoreak karga pilatzen duelako. 34 irudian (Iragazkiaren irteera karga gabe) ikusi daitekeen bezala, hipotetikoki korrante zuzen konstante bat lortuko litzateke, baina neurketa hau ez da egiazkoa, zirkuitu irekian egin delako saiaketa. Errealitatea 34. irudiarekin (Iragazkiaren irteera gainkargarekin) etorko litzateke bat,

hemen, tentsioaren uhin forma 30W-eko karga erresistibo batekin irudikatzen da. Karga oso handi bat erabili da uhindura hori ez dela guztiz desagertzen nabariago egiteko, eta uhindura hori kargaren eta kondentsadorearen kapazitatearen menpekoa dela frogatzeko.

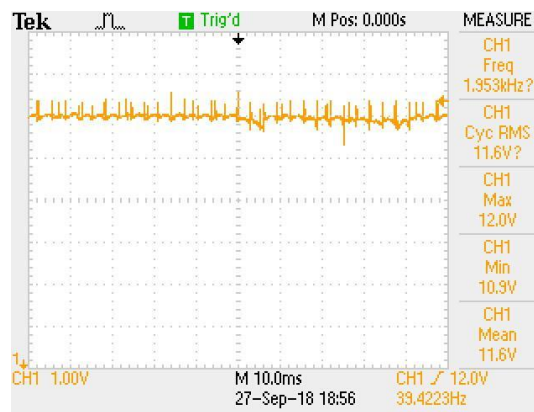


34. irudia: Iragazkiaren irteera gainkargarekin



35. irudia: Erregulatzailearen irteera karga gabe

Erregulatzaileak, tentsio maila jakin bat ematen du irteeran sarrerako tentsioa aldatu arren, 35. irudian (Erregulatzailearen irteera karga gabe) ikusi daitekeen bezala. Sarrera maila hau, fabrikatzaileak datasheet-ean zehazten duen tarte baten barruan egon behar da, maila horretatik gora gailua erre daiteke, eta maila horretatik behera irteerako tentsioa ez da esperotakoa izango. Normalean, elikadura iturri linealetan, erregulatzaile integratuak erabiltzen dira. Ezagunenak LM78xx familiakoak dira, eta hauek emaitza onak ematen dituzten arren, asko berotzen dira eta errendimendu nahiko txikia izaten dute. Arrazoi bi horiengatik, erregulatzaile konmutatuak erabili dira zirkuitu honetan, hain zuzen ere OKI-78SR familiako OKI-78SR-5/1.5-W36-C eta OKI-78SR-12/1.0-W36-C, 5V-eko eta 12V-eko erregulatzaileak hurrenez hurren. Hauek garestiagoak izan arren, ez dute bero xahutzailerik behar erregulatzaile integratuek ez bezala. Horri esker, espazioa eta pisua aurrezten dira.



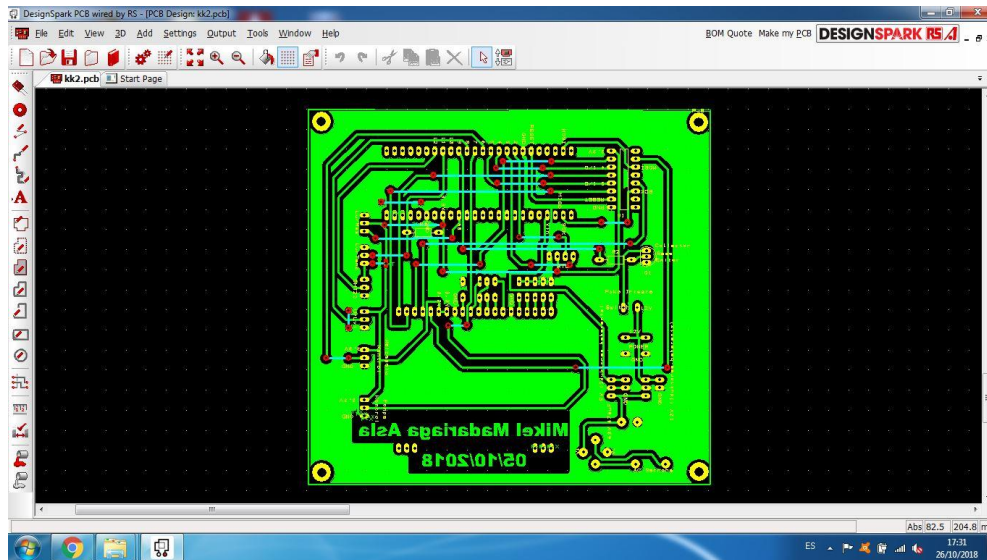
36. irudia: Erregulatzailearen irteera kargarekin

Erregulatzaileak ez dira perfektuak, hau frogatzeko saiakera bat egin da elikadura iturriaren irteeran karga oso handi bat (30W) konektatuz. Honekin, 36. irudian (Erregulatzailearen irteera kargarekin) ikusi daitekeen bezala, uhindura txiki bat sortzen da. Osagai hauekin, ez da inoiz horrenbesteko potentziarik kontsumituko, baina beti izan behar da kontuan holako fenomenoak gertatu daitezkeela. Zirkuitu honetan berdin da, osagai hauek ez baitute zaratarekiko sentikortasun handirik, fenomeno hau, adibidez, soinu elektronika bezalako aplikazioetan izan behar da kontutan.

4. PCB

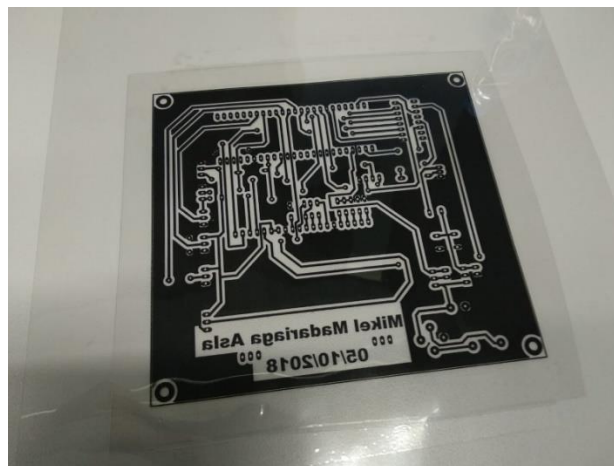
Zirkuitu inprimatu bat fabrikatu da, kableak eta elementu ezberdinak ordenatuago egoteaz gain, sistema fidagarriagoa izateko. Protoboard bat egokia da zirkuitu batekin frogak egiteko, baina muntai hori denbora askotarako bada, arazoak eman ditzake, bai kablaren bat askatu delako edo ez duelako konexio on bat egiten.

Kasu honetan, aurpegi bakarreko txartel bat egin da, zirkuituaren konplexutasunak bi aurpegikoaren beharrik eskatu ez duelako, modu horretan dirua ere aurreztu da. Horrez gain, THT (through hole technology) motako osagaiak erabili dira. Hauek eskuragarriagoak dira eta errazagoak dira beraiekin lan egiteko SMD (Surface-mount device) baino, ganera pantaila eta arduino txartela THT direnez, beste osagai guztiak hauekin bat egiteko moldatu dira.



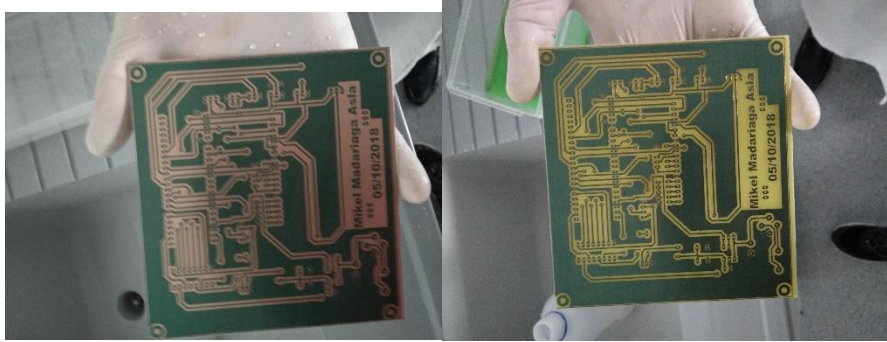
37. irudia: PCB diseinua

Txartelaren diseinua egin eta gero, pisten irudi negatiboa lamina garden batean inprimatzen da. Lamina hau, kobrezko txartelaren gainean jartzen da eta argi ultramorea aplikatzen zaio minutu batzuez. Txartelak tinta fotosentikor bat du kobrezko geruzaren gainean, hau errebelatzean, argiztatutako tinta atalak disolbatu egiten dira atakatazailerekin.



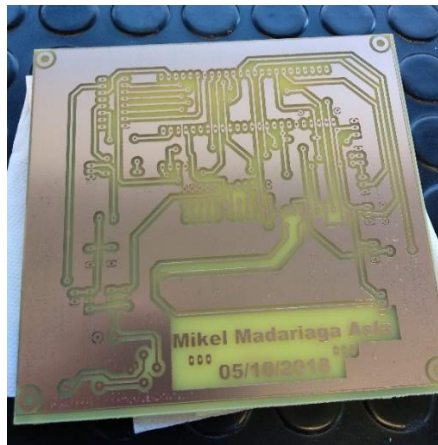
38. irudia: Negatiboa

Hurrengo pausoa, txartela azidotan sartzea da. Pistak joango diren atala tintarekin babestuta dagoenez, hau ez da disolbatuko, hutsuneak bestalde bai, eta horrela diseinuaren irudia geratuko da grabatuta. Kontuan izan behar da tinta argiarekiko sentikorra dela, beraz prozedura guzti hauek leku ilun batean egiten ahalegindu behar gara.



39. eta 40 irudiak: PCB-a errebelatuta eta atakaturatuta

Azkenik, kobreak gainean geratzen den tinta garbitzen da, osagaietako zuloak egiten dira eta osagai guztiak muntatzen dira. Elikatu baino lehen, ez dagoela pistarik zirkuitulaburtuta frogatu behar da.



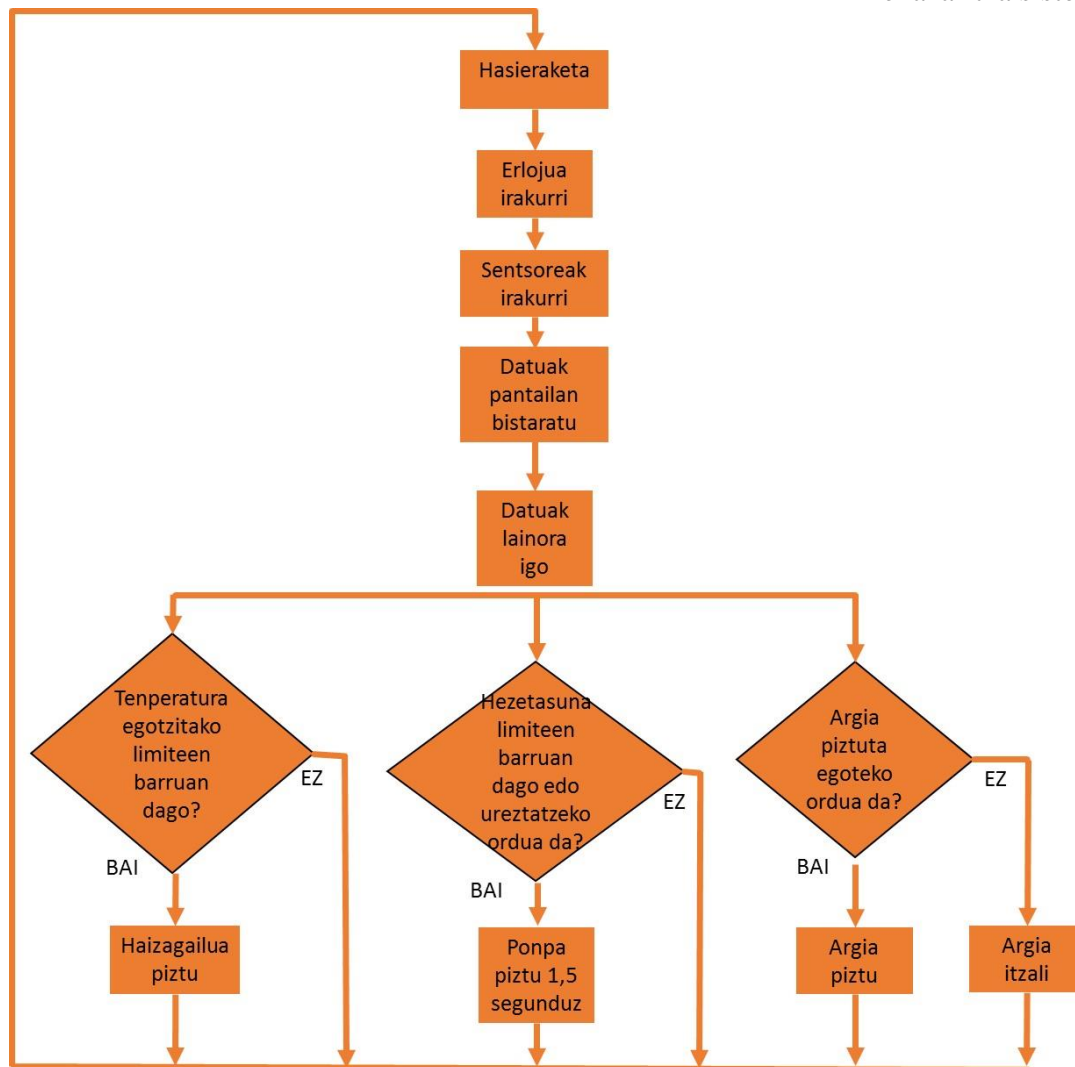
41. irudia: Txartela amaituta

5. Softwarea

Softwareak sistema kontrolatzen du. Programatutakoaren arabera jokatu du sistemak, programazioan aukeratu behar dira limiteen barruan mantendu behar diren parametroen norainokoak. Kodeak azken finean sentsoak irakurri eta interpretatu egiten ditu, eta hauen baloreak limite batzuen barruan edo kanpoan dauden arabera, irteera batzuk aktibatzen ditu. Bi kode atal daude, Arduino kodea eta Python kodea. Arduino atala sistemaren kontrolaz arduratzen da, Python bestalde, datuak sarera igotzeaz soilik arduratzen da.

5.1. Arduino

Kode atal hau Arduino IDE programa erabiliz idatzi da, hemen C++ lengoia erabiliz programatzen da. Kode honek erabakitzen du ze sarreraren arabera aktibatuko diren irteerak, eta ze baldintzapean. Esan daiteke sistema osoaren kontrola gauzatzen duela, ez bait duelako behar Linux makina funtzionatzeko. Hurrengo fluxu diagramaren bitartez azaldu daiteke funtzionamendua:



42. irudia: Programaren diagrama

Hasieraketan, badaezpada irteerak itzali egiten dira, hasierako pantailan EHU-ko logoa bistaritzen da eta programa printzipalarekin hasten da. Gero, ordua irakurtzeko funtziora sartzen da. Honek bi funtzio nagusi eta beste bost azpi-funtzio ditu ordua irakurtzeko erlojutik. Hau egin eta gero, sentsore desberdinak irakurtzen ditu eta hauen datuak memorian gordetzen ditu erabili ahal izateko. Gordetako datuak pantailari bidaltzen dizkio erabiltzaileak irakurri ahal izateko. Jarraian, datu berdinak Linux makinari bidaltzen dizkio honek bere kabuz lainora igo ditzan.

Kontrol aldetik, logika sinplea erabiliz eragiten dira irteerak. Hemen, sentsoreetatik lortutako datuak programan jatorritik dauden parametro batzuekin konparatzen dira, eta limite horien barruan badaude edo ez aktibatzen dira irteerak. Hurrengo baldintzengatik dago definituta automatizazioa:

- Lurraren hezetasua %5 baio txikiagoa den bitartean automatikoki ureztatuko da
- Lurraren hezetasuna %90 baino handiagoa den bitartean ez da ureztatuko

- Ureztatzeko momentua heltzen denean (egunean bat), ureztaketa bat egingo da
- Lurraren edo airearen tenperatura 30°C baino handiagoa den bitartean haizagailua piztu
- Airearen hezetasuna %90 baino handiagoa den bitartean haizagailua piztu
- Urtaroa eta ordua adostutakoarekin bat datozen bitartean argia piztu

5.2. Python(mqtt)(thingspeak)

Programa kode honek, Arduino mikrokontrolagailutik jasotako datuak lainora igotzen ditu. Horretarako, jasotako datuak bere barne memorian gordetzen ditu hauekin lan egin ahal izateko. Atheros AR9331 makina Wifi bidez konektatzen da sarera, horretarako aurretik konfiguratu beharra dago routeraren informazioa. Hemen, erabiltzailea, pasahitza edo segurtasun protokoloa bezalako datuak definitu behar dira. Hori egin ostean, informazioa zein zerbitzarira bidali eta ze komunikazio protokolo erabili adostu behar da. Aukeratu den datuen helburua, ThingSpeak deitzen den web orri bat da. Zerbitzu hau doakoa da, 15 segundoro datu berriak bidaltzea uzten dizkigu eta bidalitako datuekin grafikak egiten ditu automatikoki. Horrez gain, erabiltzen dugun informazioa konfidentziala ez denez, edonor ikusi dezake Internetera konexioa badu eta ordenagailu bat edo mugikor baten bitartez konektatzen bada. Datu hauek bidaltzeko aukeratu den protokoloa MQTT da. Hau protokolo arin bat da HTTP ez bezala, eta komunikazio kanala irekita uzten du, ez dago momentu guztian ea detu berririk dagoen galdetzen. Honi esker bateria aurreztea lortzen da.

Plangintza

Ezaugarri hauek dituen proiektu bat aurrera eramateko, planifikazio zehatz bat egin behar da, denborak aurreikusteko eta aurrekontu zehatz bat egin ahal izateko. Horrela, proiektua onartzen bada, zeregin guztiak modu argi batetan antolatuta daude.

Planifikazioa zeregin ezberdinetan banatu da, eginkizun hori pertsona bakar batek burutzeko helburuarekin. Zereginak gaiaren arabera banatuta daude, erakunde batetan

1. C++ programazioa

Iraupena	50h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Arduino atalaren programazioa, sentsoreen irakurketa eta irteeren kontrolaz arduratzen dena
Baliabideak	Arduino IDE eta internet
Emaitzak	Kode fidagarri eta solido bat

4. taula: C++ programazioaren planifikazioa

2. Python programazioa

Iraupena	30h
Arduraduna	Oskar Casquero
Deskribapena	Lainora datuen Python bidezko
Baliabideak	Putty programa
Emaitzak	Kode fidagarri eta solido bat

5. taula: Python programazioaren planifikazioa

3. Sentsoreen aukeraketa

Iraupena	40h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Sentsore egokien bilaketa, honek konprobazioak eta abiaraztea
Baliabideak	Arduino txartela, protoboard bat, osagai elektronikoko pasiboak eta elikadura iturri bat
Emaitzak	Proiekturako egokiak diren sentsore

	multzo bat abian jartzeko prest
--	---------------------------------

6. taula: Sentsoreen aukeraketaren planifikazioa

4. Eragingailuen aukeraketa

Iraupena	40h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Eragingailu desberdinen aukeraketa
Baliabideak	Arduino txartela, protoboard bat, osagai elektronikoko pasiboak eta elikadura iturri bat
Emaitzak	Proiekturako egokiak diren eragingailuen multzoa abian jartzeko prest

7. taula: Eragingailuaren aukeraketaren planifikazioa

5. Mikrokontrolagailuaren aukeraketa

Iraupena	20h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Proiektuaren betebeharrak betetzen dituen mikrokontrolagailu txartel egoki baten aukeraketa
Baliabideak	Internet
Emaitzak	Sistemaren garuna izango den txartel bat erabiltzeko prest

8. taula: Mikrokontrolagailuaren aukeraketaren planifikazioa

6. Egituraren diseinua eta muntaia

Iraupena	50h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Osagai guztiak jasango dituen baliabide fisiko bat
Baliabideak	Taladroa, zerra, mailua, erregela eta egurra
Emaitzak	Egurrezko egitura

9. taula: Egituraren diseinua eta muntaiaaren planifikazioa

7. 3D piezen diseinua eta muntaia

Iraupena	30h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Diseinu konplexuagoa behar duten egituren diseinua eta fabrikazioa, hauek

	beharrizan konkretuago bat izanez
Baliabideak	3D inprimagailua eta diseinu grafikorako softwarea
Emaitzak	Betebeharrak betetzen dituzten egitura plastikoak

10. taula: 3D piezen diseinua eta muntaiaren planifikazioa

8. PCB diseinua eta fabrikazioa

Iraupena	40h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Zirkuituak eta konexioak jasaten dituen baliabide bfisikoa diseinatzea eta sortzea
Baliabideak	Plantila, argi ultramorea, azidoa eta errebelatzailea
Emaitzak	Proiektuaren betebeharrak betetzen dituen PCB-a

11. taula: PCB diseinua eta fabrikazioaren planifikazioa

9. PCB-an osagaiak soldatzea eta konprobatzea

Iraupena	2h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Beharrezko osagaiak PCB-an soldatzea, hauen ondo daudela frogatzea eta konexio guztiak ondo daudela zihurtatzea
Baliabideak	Soldagailua, estainua eta multimetra
Emaitzak	PCB-a funtzionatzeko prest osagai guztiekin

12. taula: PCB-aren osagaiak soldatzearen eta konprobatzearen planifikazioa

10. Osagai guztien muntaketa

Iraupena	2h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Osagai guztiak elkarrekin konektatzea eta ondo funtzionatzen dutela bermatzea
Baliabideak	Lekeda, bihurkina eta bi aurpegiko zinta
Emaitzak	Maketa guztia amaituta

13. taula: Osagai guztien muntaketaren planifikazioa

11. Planifikazioa eta txostenaren garapena

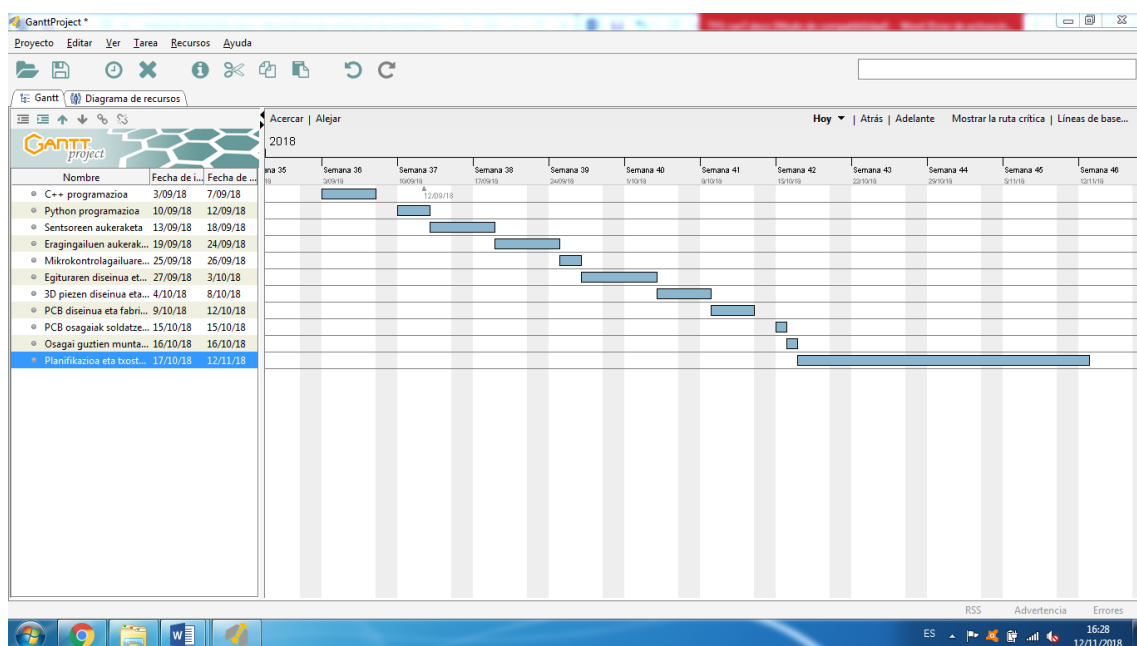


Iraupena	50h
Arduraduna	Mikel Madariaga
Deskribapena	Proiektu guztiaren dokumentazioa garatzea
Baliabideak	Ordenagailua eta proiektuaren maketa
Emaitzak	Proiektuaren txostena

14. taula: Txostenaren garapenaren planifikazioa

Gantt diagrama

Diagrama honi esker planifikazioa denboran zehar egiten da. Hemen ekintza desberdinak ikusten dira bat bestearen atzean ordenatura, hauek elkarrekiko dependenteak dira pertsona bakarrak garatu duelako proiektu osoa. Jende gehiago egongo balitz lanean, ekintza baino gehiago egin ahal izango litzateke aldi berean. Diagrama honi esker lana errazago planifikatu daiteke eta proiektua egiteko beharko den denbora errazago aurreikusi daiteke.



43. irudia: Gantt diagrama

Nombre	Fecha de i...	Fecha de ...
C++ programazioa	3/09/18	7/09/18
Python programazioa	10/09/18	12/09/18
Sentsoreen aukeraketa	13/09/18	18/09/18
Eragingailuen aukerak...	19/09/18	24/09/18
Mikrokontrolagailuare...	25/09/18	26/09/18
Egituraren diseinua et...	27/09/18	3/10/18
3D piezen diseinua eta...	4/10/18	8/10/18
PCB diseinua eta fabri...	9/10/18	12/10/18
PCB osagaiak soldatze...	15/10/18	15/10/18
Osagai guztien munta...	16/10/18	16/10/18
Planifikazioa eta txost...	17/10/18	12/11/18

44. irudia: Gantt diagramaren planifikazioa

Aurrekontua

Aurrekontuan, proiektua garatzeko kostu guztiak kontsideratu dira. Hauek ikuspegi ekonomiko bat izateko oso erabilgarria da. Hau hiru zatitan banatu da. Errekurtso materialak, pertsona errekurtsoak eta totala.

1. Giza baliabideak

Hauek erabili diren pertsona errekurtsoak azaltzen dituzte. Eta hauek beraien lana burutzeko behar izan dituzten baliabideen gastuak.

Izena	Erantzukizuna	Kostua	Orduak	Totala
Oskar Casquero	Proiektu zuzendaria	40 €/ordu	30h	1200€
Mikel Madariaga	Ingeniaritza ikaslea	15 €/ordu	324h	4860€
			Guztira	6060€

15. taula: Giza baliabideen aurrekontua

2. Baliabide materialak

Honek, maketa eta sistema fabrikatzeko behar izan diren gastuak azaltzen ditu.

Izena	Kopurua	Kostua	Totala	
Egurra	1	15€	15€	
Metakrilatoa	1	10€	10€	
Arduino txartela	1	45€	45€	
3D inprimatzeko plastikoa	3	5€	15€	
Argia	1	5€	5€	
Haizagailua	1	5€	5€	
Ur pompa	1	5€	5€	
DHT22	1	3€	3€	
Erlojua	1	2€	2€	
Lur tenperatura sentsoarea	1	1€	1€	
Lur hezetasun sentsoarea	1	3€	3€	
Ur maila sentsoarea	1	1€	1€	
Ur tankea	1	3€	3€	
Transformadorea	1	20€	20€	
Bestelako materialak	1	30€	30€	
			Guztia	163€

16. taula: Baliabide materialen aurrekontua

3. Guztia

Atala	Kostua
Giza baliabideak	6060€
Baliabide materiala	163€
Azpi-totala	6223€
Ustekabeak (%5)	311€
Totala	6534€

17. taula: Aurrekontuaren totala

Ondorioak eta emaitzak

Lan honetan datuak lainora igotzen dituen nekazaritza sistema automata baten deskribapen teknikoa egin da. Honek hainbat onura akademiko, sozial eta ekologiko ditu. Esan beharra dago proiektuaren hasieran planteatutako helburu guztiak bete direla eta eskatutako betebeharrekin bat egin dute

Proiektuaren garapenari esker ikusi

Horrez gain, erabili diren osagai guztien deskribapen bat egin da eta fabrikazio edo muntaia guztiaren nondik eta norainokoak azaldu dira. Sortutako sistemaren funtzionamendua azaltzeko diagramak egin dira, hau errazago ulertzeko asmotan.

Eta azkenik, lana garatzeko behar izan den giza-errekurtsoen jarraipena egin da. Inbertitu behar izan diren orduak analizatuz, ekintza bakoitzak behar izan duen denbora eta pertsona kopurua kalkulatu dira. Gastu ekonomiko hipotetiko bat ere analizatu da. Eta azkenik, erabilitako informazio errekurtsoen zerrenda bat bildu da bibliografian.

Bibliografia

Proiektu honen garapenean erabili diren informazio iturriak eta erreferentziak hurrengoak dira:

- [1]<https://tronixlabs.com.au/news/tutorial-using-ds1307-and-ds3231-realtime-clock-modules-with-arduino/> (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [2]https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Power_supply_with_linear_voltage_regulator.svg (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [3]https://www.efectoled.com/es/comprar-bombillas-led-g4/580-bombilla-led-g4-3w-12v.html?gclid=Cj0KCQiA8f_eBRDcARIsAEKwRGcumOf2qhQ3cbLxloQcpS95ZniDEs5FFAFOYUqnBEXrWt1Nb2axdrEaAkYIEALw_wcB (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [4]<https://es.aliexpress.com/item/2017-High-Performance-QR30E-DC-12V-4-2W-240L-H-Flow-Rate-CPU-Cooling-Car-Brushless/32818599606.html>(Eskuragarri: 12/11/2018)
- [5]<https://es.rs-online.com/web/p/termopares/3630250/> (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [6]<https://www.flickr.com/photos/adafruit/11313054856/> (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [7]https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:SPI_three_slaves.svg
(Eskuragarri: 12/11/2018)
- [8]<https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:I2C.svg> (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [9]<http://www.circuitbasics.com/basics-uart-communication/> (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [10]<https://www.maxpixel.net/Farm-Rural-Barn-Agriculture-Summer-Tractor-3261453>
(Eskuragarri: 12/11/2018)
- [11]<https://pxhere.com/es/photo/608821> (Eskuragarri: 12/11/2018)
- [12]<https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:LibeliumLogoShort.png>
(Eskuragarri: 12/11/2018)
- [13]<https://www.flickr.com/photos/pennstatelive/39443845160>
(Eskuragarri: 12/11/2018)