

Telekomunikazio Teknologiaren Ingeniaritzako Gradua

GRADU AMAIERAKO LANA

INGURUMEN FAKTOREEN NEURKETA HARDWARE LIBREA ERABILIZ

Ikaslea: BILBAO, ZARRAGOITIA, JON

Zuzendaria: BILBAO, LANDATXE, JAVIER

Ikasturtea: 2017-2018

Data: Bilbao, 2018ko uztailaren 23a

AURKIBIDEA

LABURPENA	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
IRUDIEN ZERRENDA	8
TAULEN ZERRENDA	10
1. SARRERA	11
2. TESTUINGURUA.....	12
2.1. Monitorizazio Sistemak	12
2.2. Hardware Librea	14
3. HELBURUAK.....	15
3.1. Helburu nagusia	15
3.2. Helburu partzialak.....	15
3.2.1. Sentsoreen aukeraketa.....	15
3.2.2. Hardware libreko plaka aukeratu	15
3.2.3. Datuak gordetzeko sistema garatu	16
3.2.4. Interneterako konexioa lortzea.....	16
3.2.5. Datuak bistaratzeko plataforma aukeratu.....	16
4. PROIEKTUAREN ONURAK.....	18
4.1. Onura Teknikoak	18
4.2. Onura Ekonomikoak	18
4.3. Onura Sozialak.....	19
5. ARTEAREN EGOERA	19
5.1. IoT (Internet of Things)	20
5.1.1. IoT-ren historia	21
5.1.2. IoT-ren garapena.....	23
5.1.3. IoT-ren mugak	24
5.1.4. IoT tendentziak	25
5.2. Haririk gabeko sareak	26
5.2.1. Haririk gabeko sareen abantailak.....	27
5.2.2. Haririk gabeko sareen desabantailak.....	28
5.2.3. Haririk gabeko sare motak	28
5.3. Sentsore sareak.....	32

5.3.1.	Haririk gabeko sentsoare sareak	32
5.4.	Arduino	34
6.	ALTERNATIBEN ANALISIA ETA SOLUZIOA	37
6.1.	Plakaren/mikrokontrolagailuaren aukeraketa.....	38
6.1.1.	Arduino plataforma	38
6.1.2.	Bestelako plaka batzuk	46
6.2.	Sentsoreen aukeraketa.....	51
6.2.1.	Sentsoreen identifikazioa	51
6.2.2.	Aukeraketarako irizpideak	57
6.2.3.	Aukeratutako soluzioa	58
6.3.	Datuak gordetzeko sistemaren aukeraketa.....	60
6.3.1.	Aukeren identifikazioa	60
6.3.2.	Aukeraketarako irizpideak	61
6.3.3.	Aukeratutako soluzioa	61
6.4.	IoT plataformaren aukeraketa	62
6.4.1.	Aukeren identifikazioa	62
6.4.2.	Aukeraketarako irizpideak	66
6.4.3.	Aukeratutako soluzioa	67
6.5.	Alternatibaren analisiaren laburpena.....	67
7.	METODOLOGIA	68
7.1.	Produktuaren Diseinu orokorra.....	68
7.2.	Arduino plaka.....	69
7.3.	Sentsoreen konfigurazioa	70
7.4.	Datuen biltegitzea	74
7.5.	Wi-Fi konfigurazioa.....	77
7.6.	IoT plataforma	79
7.7.	Emaitzak	82
8.	PLANGINTZA	88
8.1.	Lan taldea.....	88
8.1.1.	Erantzukizun matrizea.....	88
8.2.	Lan paketeen deskribapena eta eginbeharrak.....	89
8.3.	Mugarriak.....	91
8.4.	Entregagaiak	92
8.5.	Gantt Diagrama	93
9.	GASTUEN AITORPENA	94

9.1. Kostuak	94
9.1.1. Barne orduak	94
9.1.2. Amortizazioak	94
9.1.3. Azpikontratazioak	95
9.1.4. Gastuak	95
9.2. Guztizko kostu aitortpena	96
10. BIDERAGARRITASUN ANALISIA	96
10.1. Bideragarritasun teknikoa	96
10.2. Bideragarritasun juridikoa	97
10.3. Bideragarritasun operatiboa	97
10.4. Denbora bideragarritasuna	97
11. ARRISKUEN ANALISIA	98
11.1. Aukeratutako osagaiekin arazoak (A1)	98
11.2. Garapenean arazo teknikoak (A2)	98
11.3. Atzerapenak (A3)	99
11.4. Datu galera (A4)	99
11.5. Lantaldeko kideren baten baja (A5)	99
11.6. Interneterako konexioa jaustea (A6)	99
11.7. Finantzaketa arazoak (A7)	100
12. ONDORIOAK	101
13. ERREFERENTZIAK	102

LABURPENA

Gaur egun, monitorizazio sistemen erabilera oso zabaldua dago munduan zehar. IoT teknologiaren hazkuntzak, sentsorez osatutako gailu asko Internetera konektatuta egotea eragiten du, uneoro datuak eguneratuz eta datu horien urrutiko kontrola ahalbidetuz.

Proiektu honetan, monitorizazio sistemen eta IoT aparatuen ideia aplikatu nahi da ingurumen faktore batzuen neurketa egiteko, baina soilik hardware librean oinarritzen diren gailuak erabiliz.

Hardware libreak geroago azalduko diren hainbat abantaila ematen dizkio proiektuari, aipagarriak kostu baxua eta diseinua nahi den erara moldatzeko erraztasuna izanik.

Hortaz, proiektu honen helburua unibertsitatean kokatutako ortu txiki bateko ingurumen faktoreak neurtzeko monitorizazio sistema garatzea izango da. Ingurumen faktore horiek tenperatura, aireko hezetasuna, lurreko hezetasuna, erradiazio ultravioleta eta argitasuna izango dira.

Monitorizazio sistema honek sistema osoa kontrolatuko duen plaka zentral bat izango du. Plaka hau, esan bezala, hardware librean oinarrituta egongo da, beraz aukeraketa zuzena egiteko lehenengo eta behin merkatuan aurkitu daitezkeen plaka mota askoren analisia egin beharko da, azkenean proiektuaren beharrianetara hoberen moldatzen dena aurkitu ahal izateko.

Ondoren, plakarekin bateragarriak diren sentsoreak aukeratu beharko dira, kontuan hartuz beraien ezaugarriak eta funtzionalitateak.

Proiektuan aztertuko den beste puntu bat datuak gordetzeko inplementatuko den sistema izango da, izan ere, garrantzi handia izango du datuak gordetzeko erabiltzen den erak, behin datuak jasota daudenean eurak analizatzeko erraztasunean eragingo baitu.

Azkenik, monitorizazio sistemari Interneterako konexioa eman nahi zaio, honela IoT plataforma batera konektatu ahal izateko eta datuen urrutiko bistaraketa zein kontrola ahalbidetzeko. Izan ere, gaur egun IoT funtzionalitaterik ahalbidetzen ez duen honelako sistema bat zaharkitua geratuko litzateke berehala, eta gainera, etorkizunean sistema gehiago garatu nahi izango balitz, teknologia hau edukitzea lagungarria izango litzateke.

Beraz, hurrengo ataletan proiektua burutu eta funtzionalitate hauek guztiak inplementatzeko eman diren pausuak azalduko dira.

RESUMEN

Hoy en día, el uso de sistemas de monitorización está muy extendido en todo el mundo. El crecimiento de las tecnologías IoT hace que muchos aparatos que usan sensores estén conectados a Internet, actualizando los datos en todo momento y permitiendo el control y monitorización remoto de los mismos.

En este proyecto, se quieren aplicar las ideas de la monitorización y las aplicaciones IoT para medir ciertos factores medioambientales, pero para esto usando solamente aparatos basados en open hardware.

El open hardware ofrece bastantes ventajas respecto a otras tecnologías, las cuales se explicarán más adelante, siendo las más relevantes su bajo coste y la capacidad de moldear el diseño.

Así pues, el objetivo de este proyecto es crear un sistema de monitorización capaz de medir los factores medioambientales de un huerto pequeño que está situado en la universidad. Los factores a medir serán la temperatura, la humedad del aire, la humedad de la tierra, la radiación ultravioleta y la cantidad de luz (claridad) recibida.

Este sistema de monitorización contará con una placa central que se encargará de controlar todos los procesos que se lleven a cabo. Esta placa, como se ha dicho anteriormente, estará basada en el open hardware, así que lo primero que habrá que hacer será completar un análisis exhaustivo de muchas de las placas disponibles en el mercado, para, al final, poder encontrar la que mejor se adapte a las necesidades del proyecto.

Después de esto, habrá que elegir los sensores que sean compatibles con la placa, teniendo en cuenta sus características y funcionalidades.

Otro punto que se va a analizar en el proyecto será el sistema que se quiere implementar para guardar los datos, ya que este proceso tendrá una gran importancia a la hora de recoger los datos guardados y querer analizarlos.

Por último, se le quiere dotar de conexión a Internet al sistema de monitorización, para así poder conectarlo a una plataforma de IoT y poder implementar el control y monitorización remoto de los datos. Ya que, hoy en día, un sistema de este tipo que no incorporase tecnologías IoT quedaría obsoleto enseguida, y, además, si en un futuro se quisiera profundizar más en el sistema, esta funcionalidad le podría ser de gran ayuda.

Por lo tanto, en las siguientes partes del documento, se explicarán los pasos seguidos para implementar estas funcionalidades y completar el proyecto.

ABSTRACT

Nowadays, the use of monitoring systems is widespread throughout the entire world. The growth of IoT technologies, means that many devices that use sensors are connected to the Internet, updating data at all times and allowing remote control and monitoring.

In this project, we want to use devices based on open hardware, to monitor and measure certain environmental factors, making the most out of what IoT technologies have to offer.

Open hardware offers many advantages over other technologies, being its low cost and flexibility of design at the top of them. Other aspect of open hardware will be examined later.

Thus, the objective of this project is to create a monitoring system capable of measuring the environmental factors of a small garden that is located in the university. The factors to be measured will be the temperature, the humidity of the air, the soil moisture, the ultraviolet radiation and the amount of light (clarity) received.

This monitoring system will have a central board that will be in charge of controlling all the processes that are carried out. This board, as mentioned above, will be based on open hardware, so the first task will be to complete a state of the art study on different boards of said type, in order to find the best for this project.

After this, it will be necessary to choose the sensors that are compatible with the board, taking into account its characteristics and functionalities.

Another point that will be analyzed in the project will be the system that has to be implemented to store the data, since this process will be of great importance when it comes to collecting the saved data and analyzing it.

Finally, we want to provide the monitoring system with an Internet connection, in order to connect it to an IoT platform and implement remote control and monitoring of the data. Nowadays, a system of this type that does not include IoT capabilities would be obsolete. Moreover, it will greatly increase the development of future improvements done to the system.

Therefore, in the following parts of the document, the steps followed to implement these functionalities and complete the project will be explained.

IRUDIEN ZERRENDA

Irudia 1: Etxeko ingurumen faktoreen neurgailua	13
Irudia 2: Organigrama.....	17
Irudia 3: IoT eboluzioa (CIO América Latina).....	22
Irudia 4: IoT eboluzioa (Cisco IBSG, 2011ko apirila)	22
Irudia 5: IoT sareen sare modura (Cisco IBSG, 2011ko apirila).....	23
Irudia 6: Datu-Jakintza Piramidea	24
Irudia 7: Denaren Interneta (University of Cambridge)	26
Irudia 8: Haririk gabeko sarea	27
Irudia 9: Azpiegitura eta ad-hoc sareak	29
Irudia 10: Ereku Pertsonaleko haririk gabeko sarea.....	29
Irudia 11: Haririk gabeko sare lokala	30
Irudia 12: Ereku metropolitanoko haririk gabeko sarea	31
Irudia 13: Ereku zabaleko haririk gabeko sarea	31
Irudia 14: Haririk gabeko sentsore sarea	32
Irudia 15: Sentsore nodoa	33
Irudia 16: Arduino plaka.....	35
Irudia 17: Hedapen konektoreak.....	36
Irudia 18: Hedapen konektoreak.....	36
Irudia 19: Arduino Mega 2560 R3 plaka.....	40
Irudia 20: Arduino Leonardo plaka	41
Irudia 21: Arduino Yún plaka.....	42
Irudia 22: Arduino-Linux komunikazioa.....	43
Irudia 23: PIC16F84	47
Irudia 24: PIC alderaketa	48
Irudia 25: PICAXE tamainak.....	49
Irudia 26: PICAXE Shield basea	49
Irudia 27: Raspberry PI 3 B+ modeloa	50
Irudia 28: DHT11 sentsorea.....	52
Irudia 29: DHT22 sentsorea.....	53
Irudia 30: AM2302 sentsorea	53
Irudia 31: TSL2561 sentsorea.....	54
Irudia 32: GUVVA-S12SD sentsorea.....	55
Irudia 33: ML8511 ultramore sentsorea	56
Irudia 34: SEN0193 sentsorea	56
Irudia 35: SEN0114 sentsorea	57
Irudia 36: Carriots funtzionamendua	62
Irudia 37: Carriots zerbitzuak	63
Irudia 38: Carriots funtzioak.....	64
Irudia 39: Carriots datuen bistarapena	64
Irudia 40: Ubidots kredituak	65
Irudia 41: Ubidots ezaugarriak	66
Irudia 42: Monitorizazio sistemaren eskema	68
Irudia 43: Arduino Yún pinout laburra [31]	69
Irudia 44: DHT22 Aduinorekin konexioak.....	70

Irudia 45: TSL2561 Arduinorekin konexioak	71
Irudia 46: GUVVA-S12SD UV sentsorea Arduinorekin konexioak.....	72
Irudia 47: Sentsorearekin lortutako UV indize taula	73
Irudia 48: DFrobot SEN0114 sentsorea Arduinorekin konexioak	74
Irudia 49: microSD Fitxategiko datuak	75
Irudia 50: Datuak Excelera inportatzea MDA formatuan.....	76
Irudia 51: Excel orrian datuak	76
Irudia 52: puTTY konfigurazioa.....	77
Irudia 53: Arduinoaren Wireless konfigurazioa	78
Irudia 54: Arduinoaren Network konfigurazioa	78
Irudia 55: Ubidots dispositiboaren orrialdea	80
Irudia 56: Ubidots tenperatura orrialdea.....	80
Irudia 57: Ubidots ohartarazpena sortu.....	81
Irudia 58: Ubidots ohartarazpenerako aukerak.....	81
Irudia 59: Unibertsitateako ortua	82
Irudia 60: Monitorizazio sistemaren prototipoa 1	83
Irudia 61: Monitorizazio sistemaren prototipoa 2	83
Irudia 62: Argitasun grafika Ubidots.....	84
Irudia 63: Aireko hezetasun grafika Ubidots.....	84
Irudia 64: Tenperatura grafika Ubidots	85
Irudia 65: UV erradiazioaren grafika Ubidots	85
Irudia 66: Lurreko hezetasunaren grafika Ubidots	86
Irudia 67: Ubidots datuen panela.....	86
Irudia 68: Aireko hezetasun aldaketa grafika Excel.....	87
Irudia 69: Tenperatura aldaketa grafika Excel.....	87
Irudia 70: Gantt Diagrama	93

TAULEN ZERRENDA

Taula 1: Atmel mikrokontrolagailuak Arduino plaketan.....	37
Taula 2: Arduino plaken alderaketa.....	44
Taula 3: Shield gehigarrien kostua	44
Taula 4: Plaken alternatiba	46
Taula 5: Tenperatura-hezetasun sentsoreen alternatiba.....	58
Taula 6: UV sentsoreen alternatiba.....	59
Taula 7: Lurreko hezetasun sentsore alternatibak	59
Taula 8: Datuen biltegitze alternatibak.....	61
Taula 9: IoT plataforma alternatibak	67
Taula 10: Lan taldea	88
Taula 11: Erantzukizun matrizea	89
Taula 12: Mugarrien taula	91
Taula 13: Barne orduen kostua	94
Taula 14: Amortizazioen kostuak	95
Taula 15: Gastuen kostuak.....	95
Taula 16: Guztizko kostu aitortpena.....	96
Taula 17: Arriskuen probabilitate/eragin taula	100

1. SARRERA

Ingurumeneko faktoreen neurketa gizakiak betidanik egin duen ekintza bat da, bai antzinaroan zein orain, faktore ezberdinen balioak zein diren jakiteak hainbat esparrutan etekin hobeak lortzean laguntzen baitu. Adibidez, nekazaritzan garrantzitsua da jakitea landare batek jasotzen duen argi kantitatea zein den edo bere lurreko hezetasun maila zein den ureztatzea momentu optimoan egiteko, urik xahutu ez dadin eta landarea itozteko arriskurik ez egoteko.

IoT (*Internet of Things*) sistemen agerpenaz, asko dira faktore hauek neurtzeko, leku ezberdinetan monitorizazio sistemak jarri eta datuak jasotzeko erabiltzen dituzten enpresa zein erabiltzaile partikularrak. Honek hainbat abantaila ditu, izan ere datuen urrutiko kontrola eta bistaraketa egiteak edozein lekutan eta edozein momentutan kontrolatu nahi diren elementuen nondik norakoen berri jakitea ahalbidetzen du.

Proiektu hau mundu horretan murgiltzeko ideiaz sortuta dago. Horretarako, unibertsitatean kokatutako ortu txiki bateko bost ingurumen faktore neurtu, (tenperatura, aireko hezetasuna, lurreko hezetasuna, erradiazio ultrabioleta eta argitasuna) hardware libreko plaka baten bidez jaso, biltegiratu eta Interneteko plataforma baten bidez bistaratzeko helburua dago.

Modu honetan, hardware libreak eskaintzen dituen onurak aprobetxatuz, IoT sistemen mundura sartu eta ortu bateko aktibitatea kontrolatzea lortu nahi da garatu behar den monitorizazio sistemaren bitartez.

Proiektu honetan lortu nahi den sistema garatzeko, hainbat pausu jarraituko dira, lehenik erabili behar izango diren hardware zein software osagaien analisisia eginik eta behar izango diren materialak aukeratuz. Ondoren, dena muntatu eta inplementatzen diren funtzionalitate guztiak probatuz, azkenean monitorizazio sistema oso baten prototipoa izango den gailua osatu arte.

Hortaz, proiektu honen emaitzak eta sortutako sistema etorkizunean egin daitezkeen proiektuetan gehiago garatu daiteke, ingurumen faktoreen ikerketarako erabili edo ortu handiago batean sentsoreen haririk gabeko sare bat (WSN) sortzeko erabili.

2. TESTUINGURUA

2.1. Monitorizazio Sistemak

Gaur egun, monitorizazioa ezinbesteko erreminta da edozein motatako sistema baten gestioa modu seguru eta efiziente batean gauzatzeko [1]. Eginkizun hau betetzeko, gama ezberdinetako hainbat sentsore mota erabili daitezke, neurtu nahi diren parametroen, lortu nahi den zehaztasun mailaren eta prestazio mailaren arabera aukeratuko direnak. Beraz, erraza da monitorizazioa egiten duten sistemetan, tenperatura, hezetasuna, indarra, presioa, etab. bezalako sentsoreak aurkitzea.

Ingurumen faktoreen neurketa, ez da orain sortu den joera berri bat, izan ere, jarduera hau duela denbora askotik egiten da. Antzinaroan, jada, ingurumen baldintzak iragarten zituzten teknikak erabiltzen ziren, uztaldi oparoak izango ziren edo ez auresateko, eta denboraldi ezberdinetako eguraldia, modu general batean, nolakoa izango zen jakiteko. Portaera honen eragilea ez da besterik giza-baldintza baino. Giza-baldintza da gizakia inguruan daukana ezagutzera behartzen duena, alde batetik ingurumena analizatu eta bertara egokitzeke, eta beste aldetik, ingurumeneko baliabideak aprobetxatu eta bere onurarako erabiltzeke. Ingurumenaren ezagutzak, zereginen planifikazioan, arazo batzuen portaera planifikatzean... laguntzen dio gizakiari, eta honek guztiak biziraupenean, zein bizi kalitatea hobetzean eragiten du, honela espeziearen beraren eboluzioa sustatuz.

Egun, jarduera hauek bete ditzaketan kostu baxuko produktu nahiko garatuta daudenez, produktu bakoitzaren ezaugarriak ezagutzea ezinbestekoa da, bakoitzaren prestazioak eta mugak ezagutu eta horrela egoera eta sistema bakoitzerako hoberen egokitzen den gailua aukeratzeko.

Honetaz gain, aurretik adierazitako sentsoreak gaur egungo monitorizazio sistema isolatuekin batera erabiltzen badira, urrutiko monitorizazioa egiteko aukera agertzen da, hau da, sistemara fisikoki atzitu beharrik gabe bera konfiguratu, kontrolatu eta datuak ikusteko aukera. Metodo honekin, kontrol eta inspektzio kostuak murriztu egiten dira eta monitorizazio prozesua erraztu egiten da. Hala ere, baditu bere alde txarrak ere; esaterako, sistema hauen inplementazioa gauzatzea astuna egin daiteke, monitorizatu nahi diren elementu kopuruaren, neurtzeko magnitudearen eta kanpoko faktoreen arabera, proiektuaren zailtasuna asko handitu daiteke. Horregatik, garrantzitsua da sistema bakoitzerako sentsore eta plaka ezberdinen analisisa egitea, alde onak zein txarrak ezagutu eta egoera bakoitzari hoberen egokitzen zaion materiala aukeratzeko.

Bestalde, monitorizazio sistema ezberdinak daude datuak jaso eta hauek tratatzeko moduen arabera:

- Datuak jaso eta memoria batean gorde besterik egiten ez dituzten sistemak: Horrela aldi behin, memoriako datu horiek jaso eta analizatu daitezke edo bestela, arazoren bat badago soilik, datuak begiratzeko erabili daitezkeenak.

- Datuak gorde eta lekuko bistaraketa soilik egiten duten sistemak: Kasu honetan, datuak gordetzeaz gain datuak ikusi ere egin daitezke momentuan, sisteman muntatutako pantaila baten bidez. Adibidez, etxeko tenperatura eta hezetasuna erakusten dituzten aparatuak izango lirateke, nahiz eta batzuetan gailu hauek datuak ez dituzten gordetzen.



Irudia 1: Etxeko ingurumen faktoreen neurgailua

- Datuak gorde eta urrutiko kontrola/bistaraketa egitea ahalbidetzen duten sistemak: Sistema hauek dira datuen kontrol zehatzena egitea ahalbidetzen dutenak. Aukera honekin datuak denbora errealean jaso, ikusi eta analizatu daitezke, uneoro neurtutako parametro ezberdinen balioak ezagutzuz eta hauen arabera ekintzak planifikatuz. Kasu hau, adibidez, aurreko etxeko ingurunekeo faktoreen neurgailuari haririk gabeko teknologia bat erabiltzeko ahalmena gehituz lortuko litzateke.

Proiektu honetan, azken motako monitorizazio sistema erabiliko da, denen artean abantaila gehien eskaintzen dituen baita. Beraz, datuak memoria txartel batean gordeko dira, behar direnean jaso eta ordenagailu bidez grafikak eta analisiak egiteko. Datu hauek, denbora errealean haririk gabeko teknologia bat erabiliz bidaliko dira Interneteko plataforma batera, zeinen bidez, une berean bistaratu eta grafikak osatuko diren. Azkenik, jasotako datuen arabera, alarma ezberdinak programatuko dira, sentzore batek ezohiko balioen bat jasotzen badu erabiltzaileari ohartarazteko, edo jasotako balioak aurrez finkatutako muga bat gainditzen badu erabiltzaileek jakiteko.

Monitorizazio sistema hau, Bilboko Ingeniaritza Eskolako B eraikinean dagoen ortu txiki batean kokatuta egongo da, bertan ematen diren ingurumen faktore ezberdinak neurtzeko eta kontrolatzeko.

2.2. Hardware Libre

Hardware libre, software libre daukan ideologiatik sortu zen. Azken hau, 1980 urtera aldetik [2] agertu zen. Garai hartako software-a pribatiboa zen gehienbat eta hau aldatzeko hainbat programatzaile software libreko programak sortzeko joera sustatzen hasi ziren. Horrela, urteen joanean software librean oinarritutako Sistema Eragileak ere sortu ziren, GNU adibidez, eta gaur egunera arte eboluzionatzen joan den ideia izan da.

Software libreak funtsezko lau ideia defendatzen ditu: erabiltzeko askatasuna, ikasteko eta aldatzeko askatasuna, banaketa askatasuna eta hobekuntzak zabaltzeko askatasuna. Ideia horietan oinarrituz, hardware libre sortu zen, baina hardware diseinuak elkar-partekatzea ez da software-a bezalako erraza, izan ere hardware-a fisikoki berdina izan behar da guztiz berdin funtzionatzeko, gainera diseinua kopiatzerakoan fabrikazio kostuak kontuan izan behar dira, eta azkenik garatu nahi dugun produktuaren materialak eskura daudela ziurtatu behar da.

Hala ere, arazo horiek gaindituz, hardware librearen ideia oso garrantzitsua da merkatu lehiakor bat sortzeko. Pertsona askok ideia onak dituzte, baina ideia horiek burutzeko beharrezko materiala agian oso garestia izan daiteke edo erabili nahi dituzten produktuen inguruko informazioa falta zaie funtzionamendua ondo ulertzeko. Hardware libreak arazo hauek nahiko era onean zuzentzen ditu, produktuen prezioak merketuz eta diseinuak edozeinen eskura jarritz.

Gainera, ideia honetan oinarritutako produktuek, matxura baten aurrean produktua ezagutzen denez, nor bere kabuz konpontzeko aukera eskaintzen dute, dendara eraman eta dirutza ordaindu behar izan gabe.

Hardware librearen munduan, hainbat eta hainbat produktu ezberdin aurkitu daitezke, baina ezagunenak Raspberry Pi eta Arduino dira. Proiektu honetan, monitorizazio sistema sortzeko azken hau erabiliko da, eta beraz, horretan zentratuko gara.

Arduino hardware librearen aitzindari eta produktu ezagunenetako bat da [3]. Hardware libreko plaka eta mikrokontrolagailu batek osatzen dute, eta garapenerako ingurune bat eskaintzen du. Hainbat sarrera analogiko eta digital ditu, non sentsoreak edo etengailuak konekta daitezkeen, eta hainbat irteera, motorrak edo etengailuak konektatzeko. Osagai guztiak merkeak dira, eta erabiltzaileak berak muntatu dezake Arduino plaka bat, osagaiak erosi eta planoak ikusita; baina plaka bera ere erosi daiteke muntatuta, eta aukera hau erabiliko da proiektua garatzeko. Azken batean, ordenagailu txiki eta merke bat da, baina ordenagailuko ohiko sarrera (teklatua, sagua) edo irteeren (pantaila, inprimagailua) ordez, erabiltzaileak nahi dituen sentsoreak zein motoreak jar daitezke.

Hala, neurtu nahi diren sentsoreak eta beharrezko gailuak konektatuz, eta garapenerako ingurunearen bidez programa bat idatzita, monitorizazio sistema oso bat sortu daiteke, proiektu honetan egingo den moduan.

Gainera, Arduinoren webgunean, komunitateak partekatutako laguntza ugari aurkitu daiteke, kode garatu eta adibide mordoa izateaz gain.

Honegatik guztiagatik, proiektu honetan hardware librea erabiltzearen aldeko apustua egin da, Arduino plaka batek eskaintzen dituen abantailak aprobetxatuz eta etorkizunean proiektua gehiago garatzekotan, diseinua zein kodeak edonoren esku utziz.

3. HELBURUAK

3.1. Helburu nagusia

Ortu txiki bateko ingurumen faktore jakin batzuk neurtuko dituen monitorizazio sistema bat garatu, honetarako hardware librea erabiliz.

Proiektu honen helburua, monitorizazio sistema horretarako behar izango diren sentsoreak eta plaka aukeratu, muntatu eta funtzionaraztea da. Datuak denbora errealean ezagutu, kontrolatu, analizatu eta horien arabera jarduteko.

3.2. Helburu partzialak

3.2.1. Sentsoreen aukeraketa

Proiektu honetan hasiera batean neurtuko diren ingurumen faktoreak temperatura, argia, aireko hezetasuna, lurzoruko hezetasuna eta erradiazio ultramorea (UV) izango dira. Beraz, faktore hauen neurketa egiteko erabiliko den hardware libreko plakarekin bateragarriak diren eta lortu nahi diren funtzionalitateak betetzen dituzten sentsoreak aukeratu beharko dira.

3.2.2. Hardware libreko plaka aukeratu

Proiektuarekin lortu nahi den helburuetako bat, monitorizazio sistema osoa hardware libreak oinarrituta egotea da. Izan ere, modu honetan hardware libreak ematen dituen onura guztiak aprobetxatu ahal izango dira, hala nola, erabiliko den produktuaren diseinua era sakonean ezagutu edo produktua bera aldatu eta nahi diren beharrezanetara egokitzeko aukera izan.

Beraz, garrantzitsua da monitorizazio sistemaren oinarria izango den plaka mota aukeratzeko, eta bere ezaugarriak ondo ezagutzeko, ondoren sistemarekin lortu nahi diren funtzionalitate guztiak garatzeko.

3.2.3. Datuak gordetzeko sistema garatu

Garatuko den sistemak sentsoreetatik jasotzen diren datuak moduren batean gordetzea lortu beharko du. Honetarako hainbat aukera ezberdin daude, zerbitzari bat erabiltzea, datu-basea sortzea edo fitxategi batean gordetzea adibidez. Mekanismo ezberdinek zailtasun maila ezberdina izango dute, eta proiektuaren beharrianen arabera aukeraketa zuzena egin behar da.

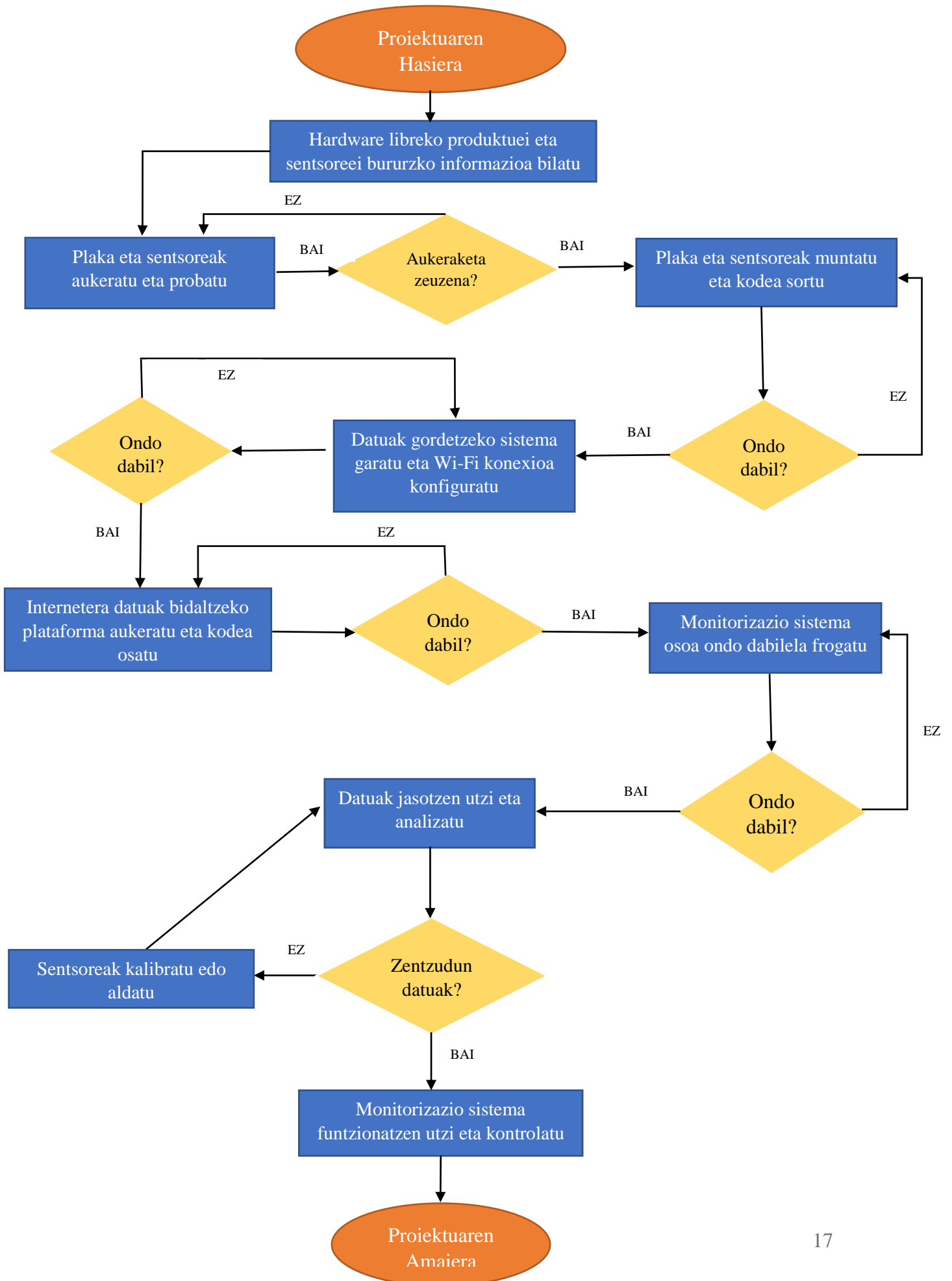
3.2.4. Interneterako konexioa lortzea

Monitorizazio sistemaren alderdi esanguratsu bat datuak haririk gabeko teknologia bidez Interneteko plataforma batera bidali ahal izatea da. Honetarako Wi-Fi teknologia erabiliko da eta aukeratutako plakak teknologia hau erabiltzeko gaitasuna duela ziurtatu beharra dago.

3.2.5. Datuak bistartzeko plataforma aukeratu

Aurretik esan bezala, datuak Wi-Fi bidez Internetera transmititu nahi dira, baina beharrezkoa da datu horiek ondo gorde eta bistaratuko dituen plataforma edo zerbitzari bat lortzea. Hau egiteko, hainbat zerbitzu eta plataforma mota probatu behar dira eta proiektuari ondoen moldatzen zaiona aukeratu.

Helburu hauek betetzerako orduan, hurrengo pausuak eman dira era ordenatu batean. Hurrengo irudian pausu hauen organigrama bat erakusten da, proiektua burutzeko eta helburuak lortzeko jarraitu diren urratsak adierazten dituena.



4. PROIEKTUAREN ONURAK

Proiektu honek hainbat onura dakartza arlo ezberdinetan, arlo nagusiak arlo soziala, teknikoa eta ekonomikoa dira.

4.1. Onura Teknikoak

Onura teknikoen artean, proiektu honek diseinu modularra jarraitzen duela nabarmendu daiteke. Honen bidez, etorkizunean sisteman aldaketak egin behar badira edo sentsoreak gehitu nahi badira, hori arazorik gabe egiteko ahalmena dago.

Ortu baten ingurumeneko faktoreen jarraipena alderdi sakonago batetik egitea ahalbidetzen du, eta honela urtaro bakoitzeko datuak analizatu eta plantaziorik hoberena egitea lortu daiteke.

Datuak haririk gabeko konexio bidez Interneteko plataforma batean gorde eta beraiek ezagutzeko aukera dago, eta gainera urrutitik grafika zein analisiak egiteko aukera eskaintzen du.

Sentsoreen aukeraketan, ofizialak ez diren sentsoreak zein ofizialak direnak erabili daitezke, hardware libre erabiltzen baita, eta honek malgutasun handia eskaintzen du aukeraketaren orduan.

Azkenik, ortu bat bezalako leku bat IoT (Internet of Things) mundura hurbiltzea lortzen da, urrutiko kontrola eta datuen bistaraketa ahalbidetuz.

4.2. Onura Ekonomikoak

Hardware libreko gailuak erabiltzen direnez, hardware aldeko gastuak txikiagoak izatea lortzen da, hauek merkeagoak baitira. Gainera, hardware libreko aparatuek kodigo irekia erabiltzen dutenez, software aldeko gastuak nuluak izatea lortzen da.

Diseinu modularrak, proiektuan erabiliko diren erramintak gehitzeko zein kentzeko erraztasuna ematen du, eta beraz, une bakoitzean dagoen aurrekontura moldatu daiteke proiektua.

Beharrezko osagaiak erosteko aukera askeagoa dagoenez, marka ofizialetako produktuak baino merkeagoak diren osagaiak erosi daitezke.

Monitorizazioa urrutitik egin ahal denez, eta ortua kontrolatuago dagoenez, pertsona bakar bat arduratzeaz nahikoa izango da ortuaren zainketaz. Gainera, alarmen programazioak ortua noiz ureztatu behar den ohartarazi dakioke erabiltzaileari, prozesu hau erraztuz.

4.3. Onura Sozialak

Ortu batetako ingurumen faktoreak hobeto ezagutzea eta plantazioa kontrolatzeko ahalmena eskaintzen dio erabiltzaileari.

Urrutiko bistaraketak, lekuan bertan egon gabe ingurumen faktoreak ezagutzeko aukera ematen du, eta horrela soilik beharrezkoa denean arduratu beharko da erabiltzailea ortuko ekintzak betetzeaz. Honek askatasuna eskaintzen dio erabiltzaileari eta lasaiago egoteko aukera.

Datuak denbora batean jaso ostean, denboraldi horretan jasotako informazioaren analisia egiteak, hurrengo denboraldian zer plantatu planifikatzeko aukera ematen du. Eta urtearen amaieran, plantazioan lortutako emaitzak datuekin alderatu zer hobetu daitekeen aztertzeko.

Ortu batetan jartzeaz gain, beste nonbaiteko datuak analizatzeko erabiltzen bada, inbestigazioetarako ere erabili daiteke.

5. ARTEAREN EGOERA

Gaur egun, sistema eta dispositibo elektronikoen ezberdinak osatzen dituzten milioika sentsore existitzen dira munduan zehar (tenperatura eta hezetasun sentsoreak estazio meteorologikoetan, girokopioak mugikor eta tabletetan, etab.)

Dispositibo hauek Interneten konektatzen hasi zirenean, “Gauzen Internet” (Internet of Things) delakoa sortu zen, zein aurrerago hobeto azalduko den.

Tendentzia berri honen ondorioz, azken urteetan, sentsoreen generazio berri bat agertu da, sistema elektronikoen zehatz bati lotuta joan behar ez direnak, dispositiboan bertan transduktorea (neuritu nahi den edo diren aldagaiena), dispositiboaren beraren elikadura eta komunikazio modulu bat integratuta dituztenak, horrela intelijentzia maila minimo batez dotatuak egotea lortuz. Modulu honi esker, gailuak bere burua organizatu zein beste gailu batzuekin haririk gabeko era batean konektatzea lortu dezake.

Sentsore mota hauen zabalkuntzaren ondorioz, haririk gabeko sentsoreen sareak (WSN, Wireless Sensor Network) sortu ziren [4]. Sare hauek, haririk gabeko konexio bidez elkarren artean zein nodo zentral batekin interkonektatzen diren sentsore independente ugari osatzen dituzte, aurretik adostutako komunikazioak erabiliz.

WSN sareak aplikazio militarretan erabili ziren lehen aldiz, baina gaur egun hainbat esparru ezberdinetako zereginetan erabiltzen dira. Adibide batzuk domotika, medikuntza, fabrika industrialak edo hiri-adimentsuen proiektuak izan daitezke. Haririk gabeko sentsoreen sareen diseinu efizientea eta inplementazioa azken urteetako

investigazio esparru garrantzitsua bihurtu da, sare hauek azalera handiak kostu erlatibo txikian estaltzeko potentzial oso handia baitute.

Sare hauetan egin diren aurrerapenek, arlo askotan onurak lortzea eragin dute, adibidez proiektu honetan interesatzen diren nekazaritza eta laborantzan, izan ere errendimendu eta irabazi handienak lortzea da arlo hauen helburua eta monitorizazioaren bidez hori modu efiziente batean egitea lortzen da.

WSN-ak ortu txikietan ere parte hartzen dute, non plantazio txikiak kontrolatzeko monitorizazio sistemak osatzen dituzten.

Hala ere, esan behar da, WSN sareen ordez lehenengo prototipoa izango den proiektu honetan soilik sentsore nodo bakarra erabiliko denez, mikrokontrolagailu batekin eta sentsore batzuekin, ez dela sare oso bat garatuko, baina etorkizunerako aurrerapauso handi bat izango litzateke eremu zabalago bateko neurketak egiteko nodo gehiago gehitu eta sare haun inplementazioa eta erabilera.

Hortaz, atal honetan hurrengo puntuak jorratuko dira:

- IoT (Internet of Things)
- Haririk gabeko sareak
- Sentsore sareak
- Arduino

Kontzeptu hauek gaur egungo egoera teknologikoa nolakoa den ezagutzeko balioko dute, eta egoera honetatik abiatuz proiektua nola egin den azalduko da.

5.1. IoT (Internet of Things)

Gauzen Internet (Internet of Things, ingelesez, sigla horiengatik IoT bezala ezagutua) egunero erabiltzen diren tresnak interkonexio digitalaren bidez Internetekin konektatzen dituen kontzeptua da [5]. Honen bidez, Internetera pertsona baino objektu gehiago konektatzea lortzen da. Egunero erabiltzen diren objektu guztiek “irratietiketak” izango balituzte, beste ekipo batekin kudeatu eta identifikatu ahal izango lirateke.

Idea honekin denbora laburrean onura garrantzitsuak lortzea espero da. Liburuak, termostatoak, hozkailuak, paketeria, lanparak, botikinak eta abar Internetera konektaturik egongo balira, teorian, ez lirateke iraungitako medikamentuak egongo, ezta stock-ean ez dauden produktuak ere. Gainera, produktuen uneoroko kokapena ezaguna izango litzateke, kontsumoa eta salerosketa kontrolpean egongo litzateke mundu osoan zehar, ez litzateke ezer bidalketan zehar galduko eta uneoro zein objektu dauden piztuta eta zein itzalita jakitea posible izango litzateke.

Jakina, Gauzen Interneta bezalako ideia iraultzaile bat aurrera eramateko, lehenik Interneta jasaten duen eboluzio teknologiko haundi bat behar dela, baina hori gaur egun hurbileko errealitate bat bezala ikusten da eta denbora laburrean IPv6

helbideratze teknologia berriaren inplementazioarekin bete ahal izango den kontzeptua da. Hala ere, helbideratzearen arazoa konponduta, oraindik informazio kantitatea masiboaren kontrola eta beste hainbat arazo konpondu beharko lirateke.

IoT aurrera eraman ahal izateko, 50 -100.000 milioi objektu kodifikatu beharko lirateke eta beraien mugimenduen jarraipena egin. Esaten dutenez, gizaki bakoitza 1000-5000 objektuz inguraturik dago; beraz, asko dira Internetera konektatu nahi diren gauzak. Gartner enpresak dioenez, 2020. urterako 26 mila milioi objektu egongo dira konektaturik Gauzen Internet kontzeptuaren bidez. Bestalde, Abi Research-ek ziurtatzen du urte horretarako 30 mila milioi objektu egongo direla sarera haririk gabe konektaturik. Beraz, zifra zehatza ez bada ere, argi dago objektu asko konektatu nahi direla sarera. IPv4 protokoloarekin hori lortzea ezinezkoa da; horregatik, IPv6 protokoloa sortu da.

Gaur egun, IoT kontzeptua gailu, sistema eta zerbitzuen konexio garatua da eta hainbat protokolo, domeinu eta aplikazio hartzen ditu barne. Alcatel-Lucent-en Touchatag zerbitzua eta Violeta Mirror gadget-a erabiliz edonork lotu ditzake mundu errealeko elementuak sarera RFID etiketen bidez; touchtagaren kasuan QR kodigoak dira erabiltzen direnak.

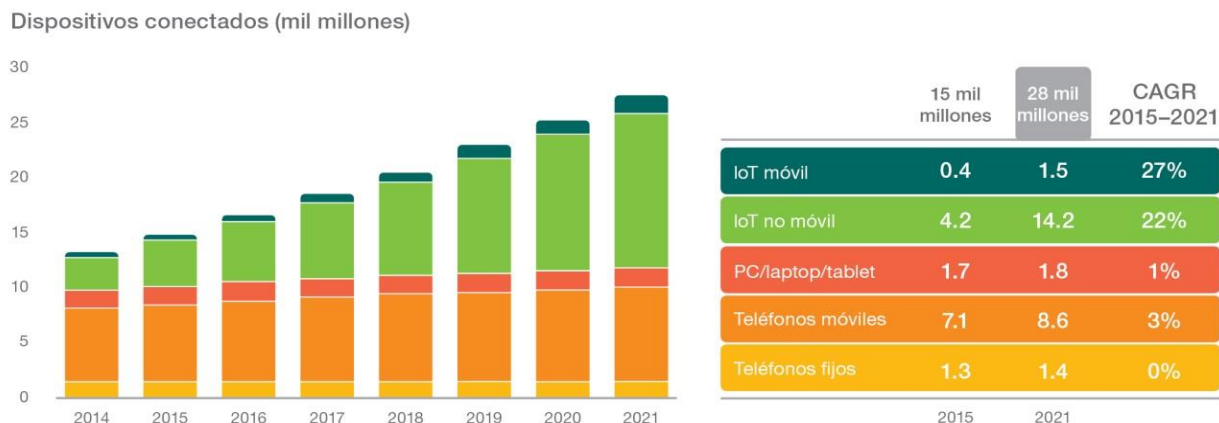
5.1.1. IoT-ren historia

Gaur egun ezagutzen den IoT-ren lehen agerpena, Massachusetts-eko Institutu Teknologikoan (MIT) eman zen, Auto-ID Center taldean zehazki. 1999an sortutako talde honek, sareko irrati-frekuentzia bidezko identifikazioarekin (RFID) eta sentsoreen teknologia berriekin lotutako inbestigazioak egiten zituen, eta orduan izan zen Gauzen Internet sortzen hasi zen momentua.

Hasiera batetan, Kevin Ashton britaniarra izan zen IoT izena erabili zuena, munduko objektu fisikoak Internetera konektatuak izan zitezkeela azaltzeko. Berak, irrati-frekuentzia bidezko identifikazio etiketak Internetera konektatu zitezkeela erakutsi nahi izan zuen, horrela enpresa korporatiboen hornikuntzen eta merkantzien bidezko jarraipena egin ahal izateko. Hortik aurrera, ideia hori eboluzionatzen joan da, gaur egun ezagutzen den IoT-ren ideiarda heldu arte.

3.Iruduko datuak kontuan hartzen badira, ikusi daiteke 2015.urtean gutxi gorabehera 15 mila milioi aparatu zeudela konektaturik Internetera. Kontuan hartuta munduan 7.000 milioi pertsona inguru bizi zirela, zatiketa eginez gero, pertsonako 2 (2,14) gailu zeudela deduzitu daiteke.

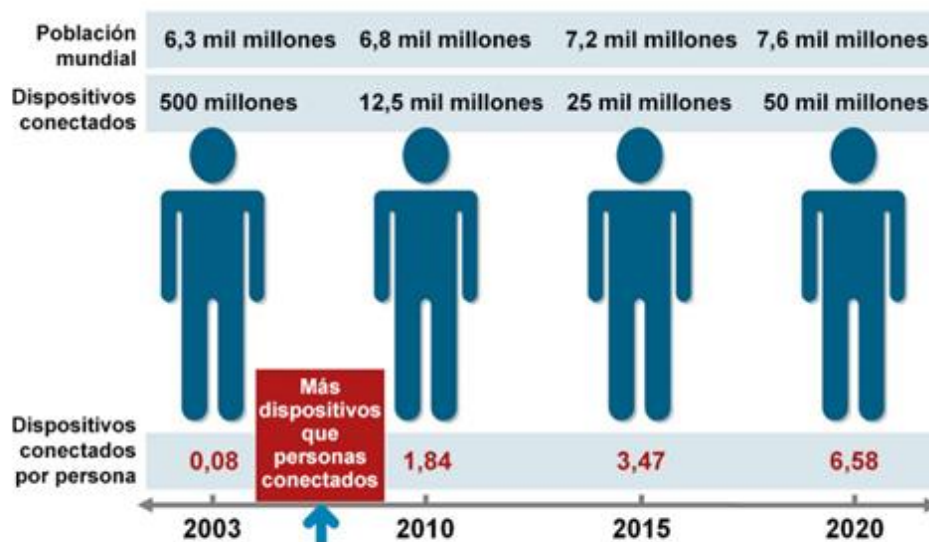
Gainera, gailuak Internetera konektatzeko tendentzia hori asko hasiz joango dela aurrean daiteke grafikari erreparatuz, izan ere, 2021. urterako 26 mila milio gailu konektatu egotea espero da, eta beraz, munduan 8.000 milio pertsonako biztanleria suposatuz, pertsonako 3 gailutik gorako batezbesteko bat egongo litzateke.



Irudia 3: IoT eboluzioa (CIO América Latina)

Hala ere, beheko irudiari erreparatuz, balioak aldakorrak direla ikusi daiteke. 4.Irudian Cisco erakundeak 2011-n eginiko aurreikuspen batzuk ikusi daitezke, eta esan daiteke aurreikuspenak aurreko eta irudi honen artean nahiko aldatzen direla, baina bietatik argi atera daitekeen ondorioa, IoT-ren erabilerak tendentzia gorakor izugarria izango duela da, eta etorkizunean erabiltzen diren gailu ia guztiak Internetera konektatuta egongo direla.

Gainera, 4.Irudiari erreparatuz, Internetera konektatutako gailuen eta munduko biztanleriaren proportzioa 1 baino handiagoa izan zen momentua ikusi daiteke, zeina 2008 urtera aldera gertatu zen.

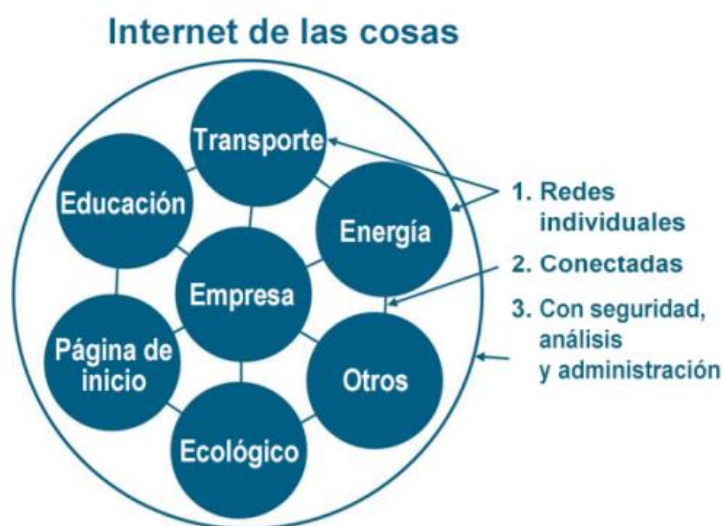


Fuente: Cisco IBSG, abril de 2011

Irudia 4: IoT eboluzioa (Cisco IBSG, 2011ko apirila)

5.1.2. IoT-ren garapena

Gauzen Internet sare ezberdin eta helburu ezberdineko gailuekin osatuta dago; adibidez: autoetan motorearen funtzionamendua kontrolatzeko, etxeetan berogailu sistema kontrolatzeko, segurtasuna bermatzeko, edo baita argiztapena kontrolatzeko ere. Modu honetan, sareak analisiak egiteko kapazitatea, segurtasuna eta administratzeko aukera izango dute, Gauzen Internet-a gero eta erraminta indartsuago bat bihurtuz.



Irudia 5: IoT sareen sare modura (Cisco IBSG, 2011ko apirila)

Bestalde, IoT-k gizartean duen garrantzia kontuan hartu beharrekoa da. IoT Interneten lehen eboluzio haundizat hartzen da, izan ere aplikazio iraultzaile berrien etorrera bultzatzen du, eta hauen bidez, erabat aldatu daiteke (hoberantz) pertsonen bizi izateko, ikasteko, lan egiteko eta entretenitzeko modua.

IoT-k jada Internet-a sentzoriala izatea lortu du (tenperatura, presioa, bibrazioa, argia, hezetasuna, etab.), gizakia proaktiboagoa izatea eraginez, hau da, gertatuko dena aurreikusteko aukera gehiago daude orain, analisiak egin eta edozein prozesu era zehatz batetan kontrolatu, ulertu eta emaitzen arabera jokatzeko aukera.

Baina, eboluzioaren giltzarria gizakiek daukate, komunikazioaren bitartez eboluzionatzea lortzen baitute. Adibidez, sua lehen aldiz aurkitu zenean, gero ez zegoen berriz ere sua berraurkitzerik: komunikatzea besterik ez zen falta.

Printzipio hau (informazioaren elkartrukea eta aurkikuntzen aprobetxamendua) hobeto ulertu daiteke gizakiek datuak prozesatzeko erabiltzen duten moduaren bidez:



Irudia 6: Datu-Jakintza Piramidea

Ikusi daitekeenez, piramidearen parteetan, datuak, informazioa, ezagutza eta jakituria agertzen dira. Alde batetik, datuek informazioa lortzeko prozesatua izango den materia prima adierazten dute. Datu hauek solte harturik ez dute balio ezertarako, baina denek batera uneko tendentziak edo patrioiak identifikatzen laguntzen dute. Hauek eta beste informazio iturri batzuk ezagutza osatzeko batzen dira. Ondoren, jakituria ezagutzaren eta esperientziaren arteko konbinaziotik jaiotzen da. Hortaz, ezagutza denboran zehar aldatu egien da, baina jakinduria atemporal da, eta prozesu hau guztia datuen bilketatik hasten da.

Honetaz gain, sarrerako datuen eta irteerako jakituriaren artean korrelazio garrantzitsu bat existitzen dela azpimarratu behar da. Alegia, zenbat eta datu gehiago batu, orduan eta ezagutza eta jakituria gehiago hartzen dituzte pertsonak. Puntu honetan sartzen da IoT jokoan, izan ere honen bidez izugarri hazten da prozesatzeko eskuragarri egongo den datu kopurua. Hazkuntza honek, Interneten datuak komunikatzeko ahalmenarekin konbinatuz, pertsonak era azkar batean aurrerapenak lortzea eragiten du.

5.1.3. IoT-ren mugak

IoT-k bere abantaila ugari baditu ere, ez da mugarik gabeko ideia bat. Hasieran agertu zenetik, hainbat muga gaindituz joan da, baina oraindik, gaur egun ere, baditu zenbait arazo konpondu behar direnak:

- Pribatasun eta segurtasunaren arloko ahuleziak.
- Estandar global batzuen falta.
- Azpiegiturak
- Big Data eta Business Analytics teknologiak jasateko prozesamendu mugak (nahiz eta asko hobetu den).

Ikusi daitekeenez, arazo hauek nahiko esanguratsuak dira, eta IoT-ren eboluzioan atzerapenak eragiten dituzte.

Alde batetik, IoT nodo ezberdinen arteko pribatasun eta segurtasun arazoak konpontzen dituzten arautegia sortu beharra dago. Gainera, estandar batzuk definitu beharra dago IoT globala izateko helburuarekin. Bestalde, gaur egungo komunikazio azpiegitura guztiak teknologia berri honi moldatzea beharrezkoa da (batzuetan azpiegitura berria sortuz) dispositibo eta protokolo ezberdinak erabili ahal izateko. Azkenik, nahiz eta gaur egun teknologiak nahiko aurreratuta egon, oraindik ere beharrezkoa da denbora errealeko prozesamendu sistemak eboluzionatzea Big Data eta Business Analytics teknologiak jasateko.

5.1.4. IoT tendentziak

Gauzen Internetak, sektore ia guztietan duen eraginaren ondorioz, ia perfil profesional guztiak izan daitezke onuradunak.

Bestalde, fabrikatzaile batzuek “eboluzio” bat egin diote IoT ideiarri, IoE (Internet of Everything) bezala izatera pasatuz [6], baina ideia eboluzio berri honek aldaketa oso handiak lehenengo IoT-ren ideiatik:

- Mugikorra edo erabiltzaile moduko edozein gailu hiriko zerbitzuez “bonbardeatua” izango da.
- Gaur egungo komunikazioetako azpiegitura handitu beharra eta Big Data teknologiak hobetzeko beharra: denbora errealeko zerbitzuak.
- Business Analytics: Informazioa filtratua izan behar da, erabiltzaile bakoitzak interesatzen zaion informazioa soilik jaso dezan, informazio pertsonalizatua (gaur egun jada aplikazio batzuetan ematen da).
- Cloud Computing: Informazioa eskura egon beharko da era global eta zabaldu batean.

Informazioa batu eta tratatzeko kontzeptu berri honek, dispositiboaren arteko komunikazioak soilik egon beharrean, orain dispositiboek zuzenean prozesuekin (pertsonekin) komunikatzeko ahalmena eduki behar izatea dakar. Ondorioz, maneiatuko diren informazio kantitateak gero eta handiagoak izango dira, eta ez da nahikoa izango komunikazio azpiegiturak handitzearekin, informazioaren tratamendu eta prozesatze analitiko hobe egitea ere beharrezkoa izango da, erabiltzaile bakoitzari informazio interesgarri eta pertsonalizatuago bat emateko.



Irudia 7: Denaren Interneta (University of Cambridge)

7. Irudian ikusi daiteke, nola jendea, datuak, prozesuak eta gailuak elkar-konektatuta egotea lortu nahi den IoE-ren ideia berri honekin. Hala ere, ideia hau aurrera eramateko lehenik IoT beraren arazoak konpondu eta mundu guztian era orokor eta seguru batean inplementatzeko beharra dago.

5.2. Haririk gabeko sareak

Haririk gabeko sareak komunikazioa gauzatzeko medio fisikorik (kobre pareta edo fibra adibidez) erabiltzen ez duten sareak dira. Teknologia hauek eta espezialki komunikazio metropolitanoak egiteko erabiltzen direnak, sare lokalekoak eta sentsoreen sareak, beste teknologien aldean hazkuntza oso handia jasaten ari dira azken urteetan. Teknologia hauei onura gehien eragiten dieten faktoreak estandar berrien agerpenak eta fabrikatzaile handiek beraien aldeko apustua egin izana da.

Hasieran, haririk gabeko teknologien desabantaila nagusia, beharrezko gailuen kostu altua zen, baina prezioak jaisteko tendentziarekin eta ematen dituzten abantaila ugariekin, merkatuan leku garrantzitsu bat izatea lortu dute. Kablerik behar izan gabe eta era eroso batean konexioa izateak oso baliagarri bihurtzen ditu teknologia hauek.



Irudia 8: Haririk gabeko sarea

Hala ere, haririk gabeko sareen bermea ez da kable bidezko sareak desagerraraztea, izan ere beste sare hauek, gaur egun, abiadura askoz altuagoak eskaintzen dituzte, momentuz haririk gabeko teknologiek lortu ezinezkoak direnak. Beraz, ondorioztatu daiteke, soluzio hoberena bi sare moten arteko nahaste bat lortzea dela, horrela bi teknologien abantailak eta funtzionalitateak dituen sare bakar bat lortuz.

5.2.1. Haririk gabeko sareen abantailak

Haririk gabeko sareak kabledun sareekin alderatuz hurrengo abantailak dituztela esan daiteke:

- **Malgutasuna:** Kable bidez konektatuta egon beharra izan gabe, aparatuek elementu mugikor bezala funtzionatzeko ahalmena daukate, betiere estaldura eremuaren barnean egonez.
- **Eskalabilitatea:** Haririk gabeko sareak era ezberdin askotan diseinatu zein instalatuak egon daitezke, horrela hainbat topologia ezberdin inplementatzeko ahalmena emanez sareari eta dispositibo berriak modu erraz eta sinplean konektatzeko kapazitatea edukiz.
- **Kostua:** Gaur egungo merkatuan, haririk gabeko sare bat jartzeko kostuak nahiko baxuak dira, eta gehiago kostatu dezake azpiegitura egin eta kableak jarri behar izateak, haririk gabeko sarea osatzeko gailuak erosteak baino.

5.2.2. Haririk gabeko sareen desabantailak

Ondoren sare hauen desabantaila nabarienak azaltzen dira:

- **Interferentziak:** Hau da haririk gabeko sare bat inplementatzean aurkitu daitekeen arazorik handiena. Interferentziak, espazio berean dauden sare ezberdinen artean eman daitezke, datuen transferentzian edo sareko ekipoetan arazoak eraginez.
- **Segurtasuna:** Sare hauetan erasotzen den alde garrantzitsu bat beraien segurtasuna da. Komunikazio kanala irrati estalduraren barnean dagoen edozein gailurentzat atzigarria denez, beharrezkoa egiten da enkriptazio algoritmoen erabilera eta baita autentikotasun zein osotasun mekanismoak aplikatzea, informazioa erasotzaileetatik babesteko.
- **Pertsonen gaineko eraginak:** Haririk gabeko komunikazioak erabiltzen hasi ziren lehen momentutik, hauek pertsonen gainean dauzkaten eragin kaltegarriak aztertzen aritu dira. Zorionez, ikerketa guztiek ondorioztatzen dute gizakiak egunerokotasunean jasaten dituen erradiazio elektromagnetikoaren eraginak nuluak direla intentsitate honetan.

5.2.3. Haririk gabeko sare motak

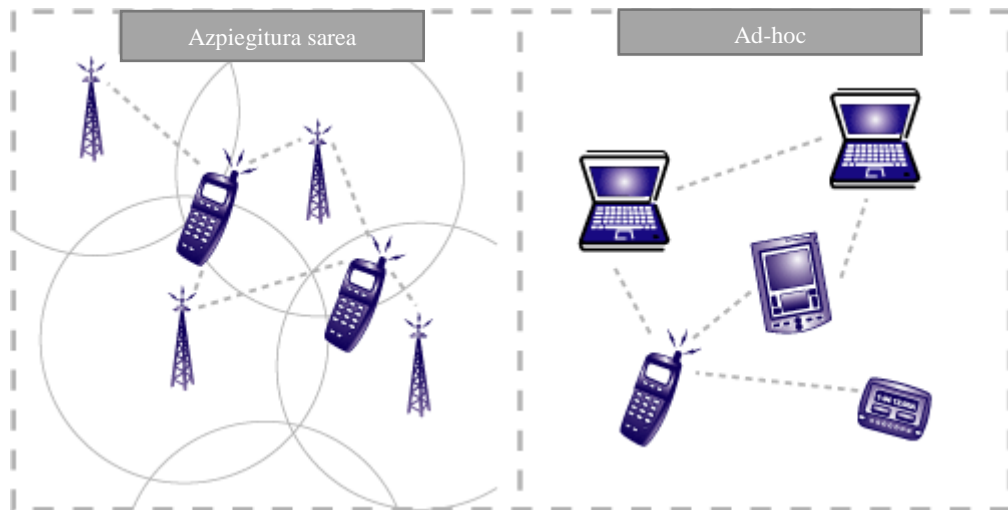
Haririk gabeko sareak hainbat ezaugarriren arabera sailkatu daitezke, eta orain sailkapen esanguratsuenak azalduko dira.

- **Konfigurazioa**

Konfigurazioaren arabera, bi sare mota desberdindu daitezke, ad-hoc sareak eta azpisare bidezko sareak.

Ad-hoc, sarearen amaierako dispositiboak zuzenean elkarrekin komunikatzen diren sareei deritze, hau da, nodo zentral gabe (router edo bestelakorik) soilik amaierako gailuekin osatzen diren sareei. Sare mota hauetan, gailu guztiak daude elkarrekin konektaturik eta maila berean, era beraz, gailuak berak dira elkarrekiko informazioa partekatzeko arduradunak.

Bestalde, azpisare egitura duten sareetan, nodo zentral bat agertzen da, zeina sare ezberdinak batzeko erabiltzen den, eta sare horiek eta sare barneko gailuen elementu komuna izango dena. Dispositibo zentral hau izango da sareko makinak elkarrekin komunikatzea ahalbidetuko duena, eta makinaren arteko konexioak ezarriko dituen, haien artean konexio zuzenik izan gabe.



Irudia 9: Azpiegitura eta ad-hoc sareak

Azken hau da gehien erabiltzen den sare mota, izan ere sare gehienetan router bat egoten da nodo zentral moduan lan egiten duena eta sarea bera Internetera lotzen duena. Proiektu honen kasuan ere unibertsitateko sarea erabiliko da informazioa Internetera bidaltzeko eta beraz sareko AP (Access Point) batera konektatu beharko da monitorizazio sistema.

- **Irismena**

Sareek daukaten estaldura-irismenaren arabera hiru motatan sailkatu daitezke:

- Eremu pertsonaleko haririk gabeko sareak (WPAN, *Wireless Personal Area Network*):

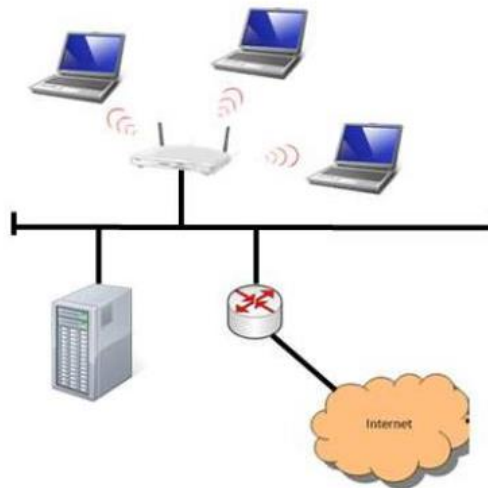
Sare mota hauek, irismen txikiena dute (10 bat metro) eta pertsona batek erradio txiki batean erabiltzen dituen gailuak konektatzeko pentsatuta dago, hala nola, ordenagailua, bere periferikoak, mugikorra, etab.



Irudia 10: Eremu Pertsonaleko haririk gabeko sarea

- Haririk gabeko sare lokalak (WLAN, *Wireless Local Area Network*):

WLAN sareak kable bidezko LAN sareen alternatiba dira. Sare pertsonalak baino estaldura eremu handiagoak dituzte eta sare barneko gailuak routerrera konektatu daitezke zuzenean edo sarera sartzeko punturen (AP) batera bestela. Sarera konektatuta egoteko kablerik behar ez izateak izugarrizko malgutasuna eta erosotasuna ematen dio erabiltzaileari, estaldura eremuaren barneko edozein puntutatik atzitu baitezakete sarera.



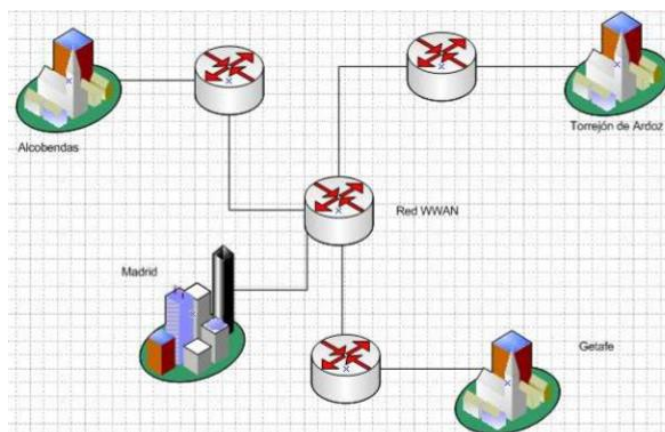
Irudia 11: Haririk gabeko sare lokala

Sare hauen abiadura tradizionalki 1 eta 20 Mbps bitartekoa zen, baina teknologia eta estandar berrien agerpenenak (802.11ac eta berriak) sare hauetan lortu daitekeen abiadurak izugarri haztea eragin du, orain 1300Mbps-eko abiadura teorikoak lortzera arte.

Proiektu honetan aurretik esan bezala unibertsitateko Eduroam sarera konektatuko da sistema, eta hau WLAN motako sarea da. Beraz, plaka unibertsitatean zehar dauden hainbat sarrera puntuetako batera konektatuko da eta hortik router zentral baten bidez Internetera konektatzea lortuko da.

- Eremu metropolitanoko haririk gabeko sareak (WMAN, *Wireless Metropolitan Area Network*):

Sare mota hauek metropoli eremu baten erradioa estaltzeko pentsatutako haririk gabeko sareak dira, hiri bat eta inguruak estalduz. Gehienbat telekomunikazio operadoreek erabiltzen dituzte beraien konexioak egiteko, baina iristea zaila egiten den lekuetara konexioa emateko ere erabiltzen da.



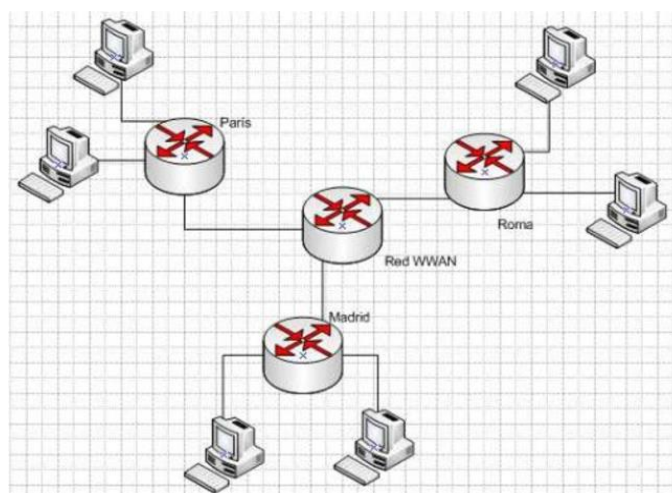
Irudia 12: Eremu metropolitanoko haririk gabeko sarea

Sare hauek ehunka kilometroko estaldura ematera iritsi daitezke, eta gehienetan WLAN sare oso handiak edo WWAN txikiak bezala tratatzen dira.

Sare hauek inplementatzeko gehien erabiltzen den estandarra WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) da, eta 100Mbps-eko abiadura izatera iritsi daiteke.

- Eremu zabaleko haririk gabeko sareak (WWAN, *Wireless Wide Area Network*)

Azken sare mota hauek ia beti domeinu publikoko sareak izaten dira. Irismen handiena dutenak dira, eta milaka kilometrotako estaldura eman dezakete, horregatik mugikor gehienak azken batean honelako sare batera konektaturik egoten dira.



Irudia 13: Eremu zabaleko haririk gabeko sarea

WWAN sareetan Espainian erabiltzen ari den azken teknologia LTE edo 4G (100Mbps abiadura) deituriko teknologia da, baina hurrengo urteetan (2020 urteako) 5G

teknologia inplementatzeko asmoak daude, orain baino abiadura askoz altuagoak lortuko dituen (10Gbps abiadura teorikoekin).

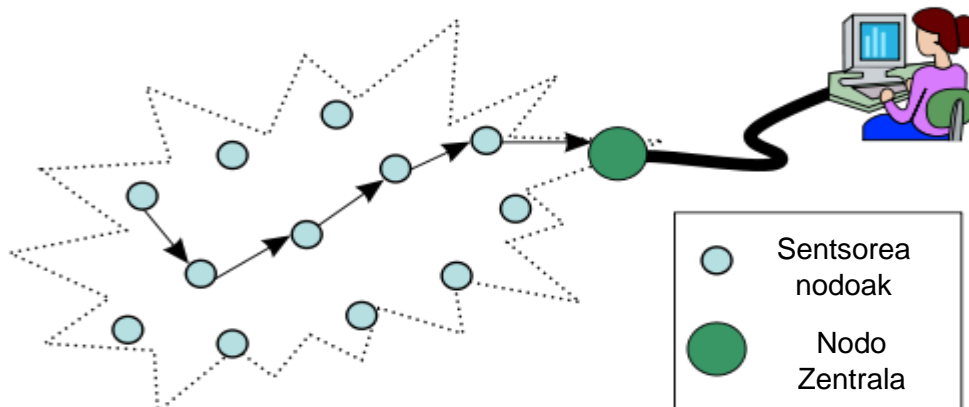
5.3. Sentsore sareak

Sentsoreen sareak bi motatakoak izan daitezke, kable bidez kontrolatutako sentsore sareak edo haririk gabeko sentsore sareak. Bi sare moten helburua parametro ezberdinen neurketa egitea da, eta proiektu honen kasuan ingurumen faktore batzuen, zehazki, tenperatura, aireko zein lurreko hezetasuna, UV erradiazioa eta argiaren intentsitatea.

Proiektu honetan aurretik esan bezala ez da sentsore sare oso bat garatuko, izan ere mikrokontrolagailu batekin kontrolatuko dira inplementatuko diren sentsoreak eta bera izango da beraz nodo zentrala ere. Gainera, nodo bakar hau kable bidez elikatzea hautatu da autonomia arazorik ez egoteko. Hala ere, atal honetan sare hauen analisia egingo da, etorkizunean haririk gabeko sarea jarri nahi izatekotan informazioa eskura izateko.

5.3.1. Haririk gabeko sentsore sareak

Haririk gabeko sentsore sareak, sentsore autonomo eta banatua multzoak dira, zeintzuen bidez faktore ezberdinen neurketak egitea eta prozesatzea lortzen den.



Irudia 14: Haririk gabeko sentsore sarea

Sentsore sare hauek geroz eta gehiago erabiltzen dira, eta hauen erabileran eragin duten faktoreak hurrengoak dira:

- Erdieroaleek izan duten hazkuntza esponentziala industrian. Moore-en legeak betetzeak, chip berean ia sentsore nodo oso bat integratzeko ahalmena ematen du.

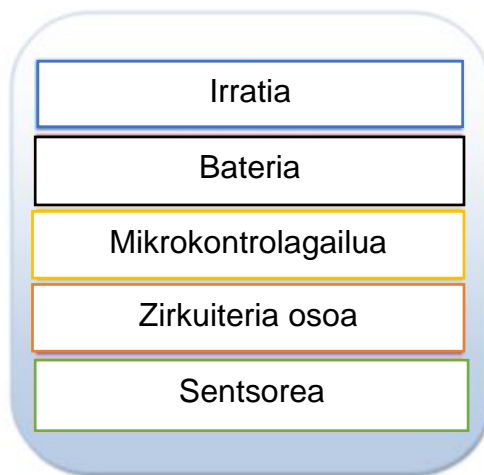
- Kontsumo baxuko haririk gabeko komunikazioen estandarrak agertzea eta bateriaren iraupena asko handitzea.

Ezaugarriak:

Sentsoreen sareen ezaugarrien artean hurrengoak nabarmendu daitezke:

- Banaketarako erraztasuna
- Ez da sare azpiegiturarik behar
- Topologia dinamikoa, nodo autokonfiguragarriak eta erroreekiko tolerantzia.
- *Broadcast* erabilera.
- Oso kontsumo baxuak, bateria bidezko funtzionamendua, autonomia handia.
- Oso kostu baxuak
- Tamaina txikia
- Mantenimendu beharrik gabeko funtzionamendua denbora luzeetan.

Sentsore nodo hauek ordenagailu oso txikiak bezala kontsideratuak izan daitezke, dituzten interfaze eta elementuak kontuan hartuta. Nodo hauek normalean, memoria gutxi eta kontsumo txikiko mikrokontrolagailu bat, sentsore gailu bat, seinalea tratatzeko zirkuitua, haien arteko komunikazioa ezartzeko dispositiboa eta elikadura-iturria dituzte.



Irudia 15: Sentsore nodoa

Aplikazioak

Hasiera batetik, sentsoreen sare hauek mundu osoan zehar zabalduko zirela uste izan da, hainbat esparru ezberdinetako informazioa biltzeko eta fenomeno fisiko zein ingurumeneko faktore ezberdinak neurtu eta ulertu ahal izateko.

Sare hauekin monitorizatu litezkeen sistema ezberdinak hurrengoak izan daitezke:

- Ingurune ezberdinetako monitorizazioa: Atzitzea zaila den inguruneetan bertako aldaketak edo ezaugarriak zeintzuk diren monitorizatzeko erabili daitezke adibidez, edo proiektuaren honen kasurako ortu txiki bateko ingurumen baldintzak neurtzeko.
- Segurtasunaren monitorizazioa: Sistema batek erasoak jasan dituen edo jasan ditzakeen detektatzeko erabiltzen diren monitorizazio sistemak izan daitezke.
- Objektuen monitorizazioa: Objektu jakin batzuen funtzionamendua monitorizatu eta kontrolatzeko erabiltzen diren sistemak ere egin daitezke.
- Sare hibridoak: Hauek adibidez, aurreko hiru aukerak batera monitorizatzen diren lekuetan eman daitezke, adibidez ospitale bateko monitorizazioa.

5.4. Arduino

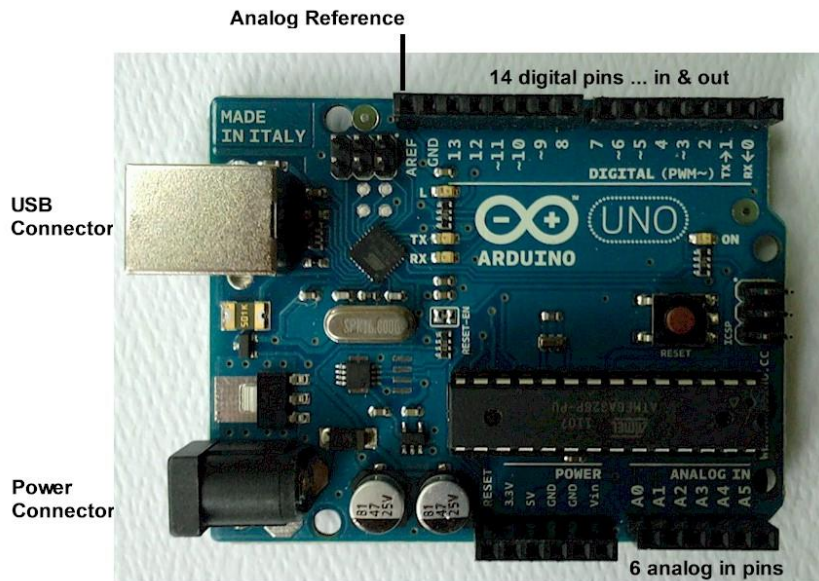
Lehendik esan bezala, proiektu honetan erabiliko den materiala hardware librean oinarritua izate lortu nahi da, eta honetarako sortu nahi den monitorizazio sistemaren mikrokontrolagailua Arduino motakoa izatea aukeratu da. Beraz, Arduino zer den azalduko da atal honetan [7].

Arduino kode irekiko plataforma elektronikoko bat da, software eta hardware erabilerrazean oinarritua eta proiektu interaktiboak egiteko asmoa duen edonori zuzendua dagoena.

Arduino proiektua, mikrokontrolagailu plaken familia baten diseinuan oinarritzen da. Plaka hauek nagusiki SmartProjectsek mihizatzen ditu Italian. Arduino plakek 8 biteko Atmel AVR mikrokontrolagailuak edo 32 biteko Atmel ARM mikroprozesadoreak erabiltzen dituzte.

Sistema hauek sarrera/irteera digital eta analogiko pin taldeak dituzte, eta beste hedapen plaka batzuetara edo zirkuitu elektronikoetara konektatu daitezke. Txartelak serie komunikaziorako interfazeak ditu (RS-232), modelo batzuetan USB ataka barne, konputagailutik programatu ahal izateko. Mikrokontrolagailuak programatzeko, Arduinok Processing proiektuan oinarritutako programazio ingurune (IDE) bat dauka, C eta C++ programazio lengoaiak erabili ditzakeelarik. Behin programatuta, txartelak guztiz autonomoak izan daitezke.

Hardware librean oinarritzen denez, bere diseinua bai eta bere banaketa libreak dira. Hau da, edozein proiekturen garapenean era libre batean erabiltzeko aukera dago, lizentzia beharrik gabe.



Irudia 16: Arduino plaka

Hainbat Arduino plaka modelo desberdin badaude ere, denek dituzte ezaugarri komun batzuk. Plakek mikrokontrolagailu bat dute, eta sarrera/irteera digital eta sarrera analogiko pin taldeak dituzte -irteera digital batzuk PWM (*Pulse-width modulation*) moduan erabili daitezke-. Mikrokontrolagailuak konputagailutik programatu ahal izateko, serie komunikaziorako interfazeak dituzte, modelo batzuetan USB ataka barne.

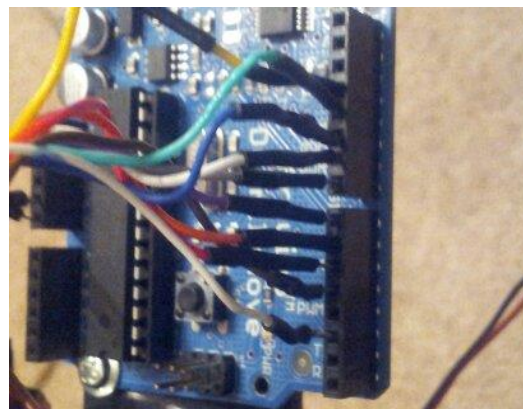
Mikrokontrolagailua kontutan hartuta, talde bitan banatu daitezke: Talde bat Arduino Uno motako plakek osatzen dute. Hauetan ATmega168, ATmega328, ATmega328P edo ATmega2560 mikrokontrolagailua aurkitu daiteke. Mikrokontrolagailuak *sketchak* -Arduinorentzat eginiko programak- exekutatzeko, eta konputagailuarekin komunikatzeko prozesadore sekundario bat dute. Honen ondorioz konputagailuarekin duen USB konexioak ezarrita (*established*) jarraitzen du mikrokontrolagailu nagusiaren egoeraren independente izanik.

Beste taldea Arduino Leonardo motako txartelek osatzen dute. Hauek ATmega32u4 mikrokontrolagailua erabiltzen dute, hau *sketchen* exekuzioaz eta konputagailuarekin komunikatzeaz arduratzen delarik. Funtzio biak prozesadore berean konbinatzerakoan, malgutasun handiagoa dago konputagailuarekin komunikatzeko, eta, beste alde batetik, prozesadore bat kentzerakoan kostuak gutxitu egiten dira. ^[18] Hauetaz aparte, Arduino Duek SAM3X8E mikrokontrolagailua dauka -32 biteko mikrokontrolagailua darabilen lehen Arduinoa da-, eta programazioa beste Arduinoekiko desberdina da.

Programa garatzeko prozesuan, konputagailuan programa idatzi, konpilatu eta mikrokontrolagailura igotzen da. Behin programaren garapena bukatuta, Arduinoa bere lana egiten hasten denean, komunikazioa ez da beharrezkoa. Mikrokontrolagailua

itzali arren programak memorian jarraitzen du, eta berriro pizterakoan bere lana egingo du konputagailuarekin komunikatuta egon ala ez.

Sarrera/irteerei dagokienez, gehienek pinak hedapen konektoreetan dituzte ezarrita. Irakaskuntzarako, prototipoak lantzeko edo proiektu desberdinetan berrerabiltzeko egokiak dira. Hedapen konektoreetan gainera, hedapen plakak ezarri daitezke. Beste batzuk - Arduino Pro eta Pro Mini tartean- pinen tokian zuloak dituzte, bertan aukeratutako pin mota ezarri daiteke edo soldatzea zuzenean plakan egin daiteke. Hauek prototipo bakarrean erabiltzeko edo erabilpen profesionalerako egokiak dira.



Irudia 17: Hedapen konektoreak

Barnealdean, Arduino mikrokontrolagailu guztiak RS-232 serie konexioarekin programatzen dira. Hau inplementatzeko era plaka modeloaren arabera egiten da. Arduino Serie txartelek RS-232 maila TTL mailara egokitzen duten zirkuitu bat daukate. Egungo Arduino plaka gehienak USB bidez programatzen dira, hauek FTDI FT232 bezalako USB-serie egokigailu bat daukate. Modelo batzuk, Arduino Miniak edo Boarduino ez ofizialak adibidez, USB-serie egokigailu edo kable desmuntagarria, Bluetooth-a edo beste metodoen bat erabiltzen dute.

Azkenik, esan behar da, arduino modeloak beraien artean gehien ezberdintzen dituen faktorea mikrokontrolagailu mota dela. Mikrokontrolagailu motaren arabera, plakak izango dituen konexio kopurua bat edo beste izango da eta beraz plakaren tamaina bera ere ezberdina izango da. Hortaz, hurrengo taulan mikrokontrolagailu modelo ezberdinen alderaketa bat agertzen da, kontuan izanda denak direla Atmel enpresakoak eta modeloak ATmega 168 eta 328 [8], ATmega 2560 [9], ATmega32u4 [10] eta AT91SAM3X8E [11]:

Mikro-kontrolagailua	Lan-tentsioa/ Sarrera tentsioa	CPU abiadura	Sarrera Irteera analogikoak	Sarrera Irteera digitalak/ PWM	EEPROM memoria	SRAM memoria	FLASH memoria	Erabiltzen duten Arduino modeloak
ATmega 168	3.3 V/3.35-12 v 5 V/5-12 V	16 MHz	6/0	14/6	0.512 KB	1 KB	16 KB	Nano, Pro (168)
ATmega 328	5 V/7-12V	16 MHz	6/0	14/6	1 KB	2 KB	32 KB	Uno, Mini, Nano, Ethernet, ArduinoB T, Fio, Pro (328)
ATmega 2560	5 V/7-12 V	16 MHz	16/0	54/15	4 KB	8 KB	256 KB	Mega 2560, Mega ADK
ATmega32u4	5 V/7-12 V	16 MHz	12/0	20/7	1 KB	2.5 KB	32 KB	Yun, LilyPAd USB, Leonardo
AT91SA M3X8E	3.3 V/7-12 V	84 MHz	12/2	54/12	-	96 KB	512 KB	Due

Taula 1: Atmel mikrokontrolagailuak Arduino plaketan [12]

6. ALTERNATIBEN ANALISIA ETA SOLUZIOA

Dokumentuaren atal honetan proiektu honen garapenean izandako problematika nagusienak aipatuko dira, hau da, proiektua garatzeko agertzen diren problemak identifikatu eta hauei soluzioa emateko agertzen diren alternatiba ezberdinen analisia egingo da, azkenik proiektua aurrera eramateko soluzio hoberena aukeratzuz.

Proiektu honetan aurkitzen den problema nagusia monitorizazio sistemaren zentroa izango den plaka aukeratzea da. Plaka hau hardware librean oinarritua egon beharko da eta bere prestazioen arabera proiektua modu batean edo bestean garatu beharko da.

Honetaz gain, neurtu nahi diren ingurumen faktoreak ezagututa, aukeratutako plakarekin bateragarriak diren sentsoreak aukeratu beharko dira, betiere kontuan izanez lortu nahi dena sistema efiziente, sinple eta kostu baxukoa dela.

Hortaz, erabaki hauek hartzeko aukeraketa irizpide batzuk planteatuko dira kasu bakoitzerako, eta horien arabera proiektu honen garapenerako hoberen moldatzen diren produktuak aukeratu dira.

Azkenik, aukeratutako soluzioen laburpen bat egingo da, sistema osoa nolakoa izango den ezagutzeko eta nondik norakoak ezagutzeko.

6.1. Plakaren/mikrokontrolagailuaren aukeraketa

Gaur egun hainbat mikrokontrolagailu ezberdin aurkitu daitezke merkatuan, horregatik alternatiba ezberdinen aukeraketa egitea garrantzitsua da.

Hasteko, atal honetan Arduino plataforman aurkitzen diren alternatibak analizatuko dira, azken batean mota honetakoa izango baita erabili nahi den plaka mota. Izan ere, plataforma honen barnean hainbat plaka desberdin aurkitzen dira, bakoitza bere ezaugarri eta, abantaila eta desabantailekin.

Hala ere, beste mota batzuetako plakak ere analizatuko dira gainetik, badaude interesgarriak diren beste soluzio batzuk ere eta.

6.1.1. Arduino plataforma

Aurretik esan bezala, Arduino plataforma elektronikoa ireki bat da, zeinen bidez ia edozein motatako sistemak kontrolatu daitezkeen, hardware zein software erabileran malgutasuna eskaintzen baitu.

Arduino plaken funtzionamendua oso erraza da, eta horregatik ikasleen proiektuetan zein proiektu espezializatu handietan erabili daiteke. Erabiltzaileek, ordenagailu bidez, eta programazioa erabiliz, zirkuitu elektronikoekin lan egin eta software bidez kontrolatzea ahalbidetzen du. Gainera, Arduino plaka, behin konfiguraturik dagoela, ordenagailura konektaturik egoteko beharrik gabe modu autonomoan funtzionatzeko gai da.

Arduino mota asko existitzen dira, bakoitza bere izen, ezaugarri, kapazitate eta funtzionalitate ezberdinekin. Beraz, orain horietako batzuk analizatuko dira proiekturako hoberena aukeratzeko asmoz.

- **Arduino UNO Rev 3 (A1.1)**

Arduino UNO [13] Arduino plaken artean ezagunen eta erabilienetarikoa da, gehienbat bere kostu baxuaren eta shield bidez funtzionalitateak gehitzeko kapazitate altuaren eraginez. Plaka honek Atmel ATmega328 chip-a erabiltzen du 16 MHz-tara funtzionatzen eta 6 sarrera analogiko eta 20 sarrera/irteera digital ditu. Gainera, 32KB-eko FLASH memoria dauka eskuragarri.

ATmega328 ez dago plakara soldatuta, zokalo baten bidez batuta baino, horrela arazoak baditu edo matxuratzen bada, ordezkatzeko errazagoa da.

Hala ere, plaka honek ez dauka Wi-Fi teknologia erabiltzeko kapazitatetik, Shield bat erosi gabe, eta horrek kostuak igotzen ditu.



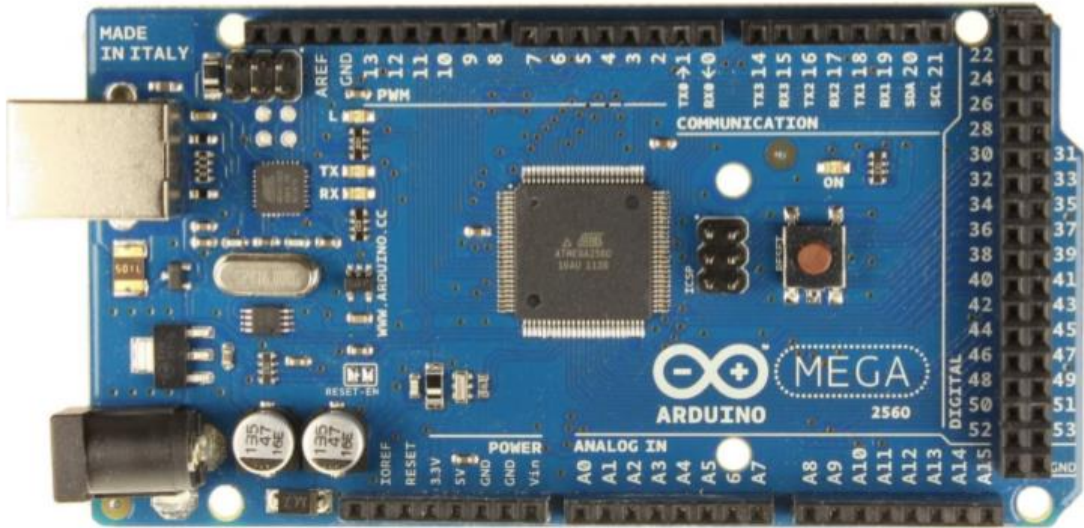
Irudia 18: Arduino UNO Rev 3 plaka

Arduino UNO Rev 3 plakaren ezaugarriak ondorengoak dira:

- | | |
|------------------------------|--|
| • Mikrokontrolagailua | ATmega328 |
| • Lan tentsioa | 5V |
| • Sarrera tentsioa | 7-12V |
| • Sarrera tentsio muga | 6-20V |
| • Pin Digitalak I/O | 14 (horietatik 6k PWM irteera ahalbidetuz) |
| • Sarrera Pin Analogikoak | 6 |
| • I/O pinetako DC korrontea | 40 mA |
| • 3.3V Pinerako DC korrontea | 50 mA |
| • Flash memoria | 32 KB |
| • SRAM | 2 KB |
| • EEPROM | 1 KB |
| • Erloju abiadura | 16 MHz |

- **Arduino Mega 2560 R3 (A1.2)**

Arduino Mega [14] plakak Arduino UNO plakak baino ezaugarri hobeak ditu, RAM memoria gehiago, pin gehiago eta prozesamendu kapazitate handiagoa eskainiz. Gainera, Arduino UNO -rekin %100 bateragarria da.



Irudia 19: Arduino Mega 2560 R3 plaka

Hurrengoak dira plaka honen ezaugarriak:

- | | |
|-----------------------------|--|
| • Mikrokontrolagailua | ATmega2560 |
| • Lan tentsioa | 5V |
| • Sarrera tentsioa | 7-12V |
| • Sarrera tentsio muga | 6-20V |
| • Pin Digitalak I/O | 54 (horietatik 15ek PWM irteera ahalbidetuz) |
| • Sarrera Pin Analogikoak | 16 |
| • I/O pinetako DC korronea | 40 mA |
| • 3.3V Pinerako DC korronea | 50 mA |
| • Flash memoria | 256 KB |
| • SRAM | 8 KB |
| • EEPROM | 4 KB |
| • Erloju abiadura | 16 MHz |

Ikusten denez, plaka honen ezaugarriak Arduino Uno Rev 3 modeloarenak baino hobeak dira, zentzuzkoa dena, izan ere modelo hau proiektu handiagoetan erabiltzeko pentsatuta garatu zen. Baina, horregatik kostua ere altuagoa da. Gainera, plaka honek ere ez du fabrikatik Wi-Fi teknologia erabiltzeko aukera gehitzen, beraz

Shield beharra dago eta mikrokontrolagailua plakara itsatsita dator aldaketa egin behar bada prozesua zailduz.

- **Arduino Leonardo (A1.3)**

Arduino Leonardo [15], aurrekoak ez bezala ATmega32u4 mikrokontrolagailu batetan oinarritzen da. Mikrokontrolagailu honek USB bidezko komunikazioa gehitzen du, bigarren prozesadore baten beharra ezabatuz, eta honek Arduino Leonardo-k USB sarreraren kontrola izatea eragiten du (liburutegiak erabiliz).



Irudia 20: Arduino Leonardo plaka

Plaka honen ezaugarriak hurrengoak dira:

- | | |
|-----------------------------|---|
| • Mikrokontrolagailua | ATmega32u4 |
| • Lan tentsioa | 5V |
| • Sarrera tentsioa | 7-12V |
| • Sarrera tentsio muga | 6-20V |
| • Pin Digitalak I/O | 20 (horietatik 7ek PWM irteera ahalbidetuz) |
| • Sarrera Pin Analogikoak | 12 |
| • I/O pinetako DC korronea | 40 mA |
| • 3.3V Pinerako DC korronea | 50 mA |
| • Flash memoria | 32 KB |
| • SRAM | 2.5 KB |
| • EEPROM | 1 KB |
| • Erloju abiadura | 16 MHz |

Plaka hau ezaugarriei erreparatuz, Uno eta Mega modeloen artean dagoela esan daiteke. Bestalde, funtzionalitate interesgarriak implementatzeko gai den plaka bat da, baina kasu honetan ere Wi-Fi teknologia ez dator erabiltzeko implementatua eta gainera, mikrokontrolagailua plakara itsatsita dator.

- **Arduino Yún (A1.4)**

Arduino Yún [16] azkenetariko agertu den modeloetako bat da. Modelo hau IoT aplikazioetara bideratuta dago gehienbat (Yún hitzak hodeia esanahia du txinoz). Plaka honek bi parte ditu: ATmega32u4 motako mikrokontrolagailua (Arduino Leonardok modura) eta SoC (System on Chip) Atheros AR9331 mikroprozesadore bat Linino erabiltzen duena, zeina GNU/Linux bertsio bat den OpenWRT -n oinarritua MIPS motako prozesadoreentzako.

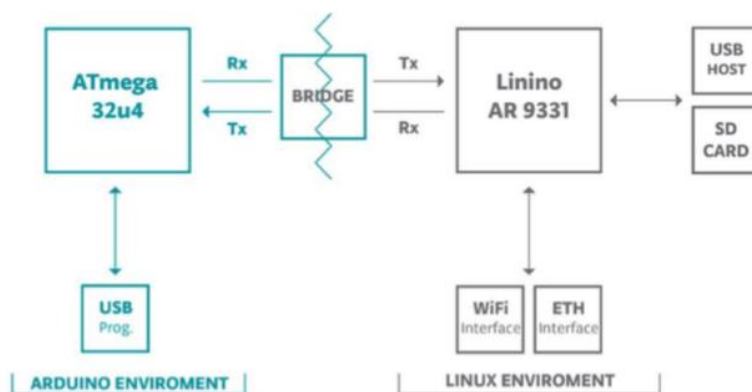


Irudia 21: Arduino Yún plaka

Arduino Yún plakak daukan abantailarik handiena Wi-Fi erabiltzeko teknologia plakan bertan inplementatua daukala da. Gainera, Ethernet erabiltzeko egokigailua, Linux sistema eragilerara konektatzeko A motako USB sarrera eta microSD txartel bat sartzeko zirrikuitua ditu, horrela memoria gehigarria jartzeko eta datuak gordetzeko kapazitatea gehituz.

Plaka honetan sareko konexioak egiteko funtzionalitate guztiak Linux parteko makinak egiten ditu, zeina Interneteko protokoloak prozesatu eta erabiltzeko gai den, eta horrela Arduino plaka gehienek Interneteko aplikazioak erabiltzean dituzten muga asko gaituz.

Internetera konektatzeko ahalmen honi esker, Wi-Fi bidez sketch (Arduinoren programa funtzionalak) berriak kargatu daitezke, shell edo python script-ak idatzi, SSH (Secure SHell) bidez komunikazioak gauzatu, edo eta Arduinoko pin ezberdinetara atzitu API REST teknologia erabiliz. Hau guztia posible da funtzionalitate hauek inplementatzeko sortutako liburutegi bati esker: Bridge liburutegia hain zuzen ere. Bridge liburutegiak, ATmega32u4 mikrokontrolagailua AR9331 mikroprozesadorearekin konektatzen du, lan-karga murrizteko eta eginbeharrak banatzeko, horrela Linux aldeari datuen prozesamenduaren lana utziz.



Irudia 22: Arduino-Linux komunikazioa

Kasu honetan, plaka honen ezaugarriak bi partetan banatzen dira, batetik mikrokontrolagailuaren ezaugarriak:

- | | |
|-----------------------------|---|
| • Mikrokontrolagailua | ATmega32u4 |
| • Lan tentsioa | 5V |
| • Sarrera tentsioa | 5V |
| • Sarrera tentsio muga | 6-20V |
| • Pin Digitalak I/O | 20 (horietatik 7ek PWM irteera ahalbidetuz) |
| • Sarrera Pin Analogikoak | 12 |
| • I/O pinetako DC korronea | 40 mA |
| • 3.3V Pinerako DC korronea | 50 mA |
| • Flash memoria | 32 KB |
| • SRAM | 2.5 KB |
| • EEPROM | 1 KB |
| • Erloju abiadura | 16 MHz |

Eta bestetik, Linux mikroprozesadorearekin erlazionatutako ezaugarriak:

- | | |
|---------------------|----------------------------------|
| • Mikroprozesadorea | Atheros AR9331 |
| • Arkitektura | MIPS @400MHz |
| • Lan tentsioa | 3.3 V |
| • Ethernet | IEEE 802.3 10/100 Mbit/s |
| • Wi-Fi | IEEE 802.11b/g/n |
| • USB Type-A | 2.0 Host |
| • Card Reader | Micro-SD |
| • RAM | 64 MB DDR2 |
| • Flash memoria | 16 MB (MicroSD bidez hedagarria) |

Azkenik, aztertu diren plaka guztien alderaketa taula bat bistaratuko da, datu guztiak kontuan hartzeko:

	UNO Rev 3	Mega 2560	Leonardo	Yún
Mikrokontrolagailua	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	ATmega32u4 +AR9331
Pin digitalak I/O	14 (6 PWM)	54 (15 PWM)	20 (7 PWM)	20 (7 PWM)
Pin analogikoak	6	16	12	12
Flash memoria (KB)	32	250	32	32
SRAM (KB)	2	8	2.5	2.5
EEPROM (KB)	1	4	1	1
Bestelakoak	Erabiliena da	Uno modeloarekin bateragarria	Memoria gutxiago; USB erabilera	microSD, Wi-Fi, Ethernet, USB, Linux...
Prezioa (€)	23.25	42.75	21.75	64.00

Taula 2: Arduino plaken alderaketa

Ikusi daitekeenez, Arduino Yún plakak kostuan hazkuntza nabarmena dauka besteekin alderatuz, baina monitorizazio sistamarako funtzionalitate guztiak dakartza berarekin integratuta.

Bestalde, beste plakekin microSD, Ethernet eta Wi-Fi funtzionalitateak izatea lortu nahi bada, hori implementatzen duten shield-ak erosteko beharra dago, eta honek kostu gehigarri bat suposatzen du, hurrengo taulan ikusi daitekeen bezala:

	Prezioa (€)
Slot microSD	6.95
Ethernet + microSD	19.25
Wi-Fi + microSD	72

Taula 3: Shield gehigarrien kostua

Honekin ikusi daiteke nola Yún ez den plaka batekin sistemari Wi-Fi bidezko konexioa eta datuak microSD batetan gordetzeko ahalmena gehitu nahi izanez gero, jada kostua Arduino Yún plaka erostea baino askoz altuagoa dela.

6.1.1.1. *Aukeraketarako irizpideak*

- **Kostu materiala**

Oso garrantzitsua da aukeratzen den materen kostua ahalik eta baxuena izatea, garatu nahi den sistema kostu baxukoa izatea lortu nahi baita. Modelo bakoitzak ezaugarri ezberdinak dituen prezioa ere desberdina dauka eta beraz zenbat eta merkeago izan orduan eta aukera gehiago izango ditu proiektuan erabiltzeko (betiere funtzionalitatea kontuan hartuz).

- **Ezaugarri teknikoak**

Arduino plaka bakoitzak aurretik erakutsi den bezala, ezaugarri ezberdinak ditu, eta memoria nahikoa eta prozesadore sendoa baloratzeaz gainera, proiektu honetan kontutan izango dena Wi-Fi teknologia gehitzeko kapazitatea eta kanpo memoria batetan datuak gordetzeko kapazitatea izango da. Shield bat jarri behar den kasuetan alde honetan puntuazioa jaitsi egingo da eta funtzionalitate hauek inplementatuta dituen plaketan berriz, puntuazio asko igoko da.

- **Matxurekiko sendotasuna**

Proiektu hau zerotik garatu beharreko monitorizazio sistema baten prototipoa izango denez, eta aire librean datuak hartzen egon beharko denez, kontuan hartu beharko da, errore baten edo matxura baten ondorioz Arduino plaka hondatzen bada, hau konpontzeko izango duen erraztasuna. Hau da, kontuan hartuko da mikrokontrolagailua hondatzen bada beste batengatik aldatzeko erraztasuna eta baita modelo ezberdinek izaten dituzten errore ezagunak zeintzuk diren ere. Azken honetarako, Arduinoren Web orrian bilatu da informazioa [17].

6.1.1.2. *Aukeratutako soluzioa*

Ondoren, aurretik azaldutako irizpideak aplikatuz alternatiba ezberdinen baloraketa egingo da. Taulan aukeraketarako irizpideak, bakoitzaren pisua eta aukera bakoitzak irizpide horretan duen nota azaltzen dira. Nota horren eta irizpidearen pisuaren arabera bataz besteko bat aterako da eta balorazio orokorrean notarik altuena duena izango da proiekturako aukerarik hobereana, eta beraz proiektuan erabiliko den plaka.

Irizpidea	Pisua	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4
Kostua	%30	8	5	9	3
Ezaugarriak	%50	2	3	5	10
Sendotasuna	%20	9	5	4	5
Balorazioa	%100	5.2	4	6	6.9

Taula 4: Plaken alternatiba

6.1.1.3. Erabakia

Taulako emaitzei erreparatu, A1.4 aukera dela hoberena ikusi daiteke, eta hau Arduino Yún plakarekin bat dator. Hortaz, plaka hau izango da sortuko den monitorizazio sistemaren oinarria. Aurretik esan bezala, plaka honek Wi-Fi teknologia erabiltzeko beharrezko elementuak integratuta dakartza, eta beraz, ez dago aparatu gehigarri (Shield) baten beharrik. Gainera, beste plakek ez bezala, microSD txartelak sartzeko zirrikitua ere badakar integratuta, eta honek plakan bertan datuak gordetzeko datu-base antzeko bat garatzea ahalbidetuko du.

Beste plakek beraien abantailak dituzten arren, IoT gailuak sortzerakoan Arduino Yún plakak ez dauka aurkaririk, behar diren funtzionalitate ia guztiak eskaintzen ditu batera integratuta eta honek lan egiterako orduan erosotasun handia eskaintzen du.

6.1.2. Bestelako plaka batzuk

Ikusi den moduan, Arduino plataformaren barruan hainbat aukera daude edozein motatako open hardware proiektuak garatzeko.

Hala ere, Arduino plataforma nahiko gaztea da oraindik, eta horregatik badaude bestelako aukera batzuk ere open hardware soluzioak eskaintzen dituztenak.

Atal honetan, Arduino ez diren beste plataforma batzuk hartuko dira kontutan eta haiei buruzko analisi bat egingo da, nahiz eta proiektuan hasiera batetatik Arduino plaka erabiltzeko asmoa izan. Beraz, plaka hauek ez dira aukeraketa irizpide bidez baloratuko, baina beraien datu interesgarriak eta posibilitateak kontuan izango dira.

- **PIC**

PIC-ak Microchip Technology Inc. enpresak garatutako mikrokontrolagailuak dira. Hauek urte askotan zehar proiektu askoren garapenerako oinarri bezala erabiliak izan ziren, eskaintzen zituzten kostu baxua, eskuragarritasun erraza, eta programazio libreko erraminten ugaritzearen ondorioz.

PIC-a prozesadorea eta I/O memoria programagarria dituen MCU (mikrokontrolgailu unitate oso bat) bat da.

Familia honen barnean, proiektu askotan erabili daitezkeen hainbat mikrokontrolagailu mota ezberdin arkitu daitezke. Baina, badaude besteen ginetik nabarmentzen dituen modelo batzuk ere, hala nola, PIC16F84 (jadanik zaharkitua, baina oso ezaguna), PIC16F88 edo PIC16F87X esaterako.



Irudia 23: PIC16F84

Hurrengo taulan, PIC gailuen artean dauden desberdintasun esanguratsuenak agertzen dira:

Familia	ROM [Kbytes]	RAM [bytes]	Pines	Frecuencia de reloj. [MHz]	Entradas A/D	Resolución del convertidor A/D	Comparadores	Temporizadores de 8/16 bits	Comunicación serial	Salidas PWM	Otros
Arquitectura de la gama baja de 8 bits, palabra de instrucción de 12 bits											
PIC10FXXX	0.375 - 0.75	16 - 24	6 - 8	4 - 8	0 - 2	8	0 - 1	1 x 8	-	-	-
PIC12FXXX	0.75 - 1.5	25 - 38	8	4 - 8	0 - 3	8	0 - 1	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16FXXX	0.75 - 3	25 - 134	14 - 44	20	0 - 3	8	0 - 2	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16HVXXX	1.5	25	18 - 20	20	-	-	-	1 x 8	-	-	Vdd = 15V
Arquitectura de la gama media de 8 bits, palabra de instrucción de 14 bits											
PIC12FXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	EEPROM
PIC12HVXXX	1.75	64	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	-
PIC16FXXX	1.75 - 14	64 - 368	14 - 64	20	0 - 13	8 or 10	0 - 2	1 - 2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	0 - 3	-
PIC16HVXXX	1.75 - 3.5	64 - 128	14 - 20	20	0 - 12	10	2	2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	-	-
Arquitectura de la gama alta de 8 bits, palabra de instrucción de 16 bits											
PIC18FXXX	4 - 128	256 - 3936	18 - 80	32 - 48	4 - 16	10 or 12	0 - 3	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 CAN2.0 USART I2C SPI	0 - 5	-
PIC18FXXJXX	8 - 128	1024 - 3936	28 - 100	40 - 48	10 - 16	10	2	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 USART Ethernet I2C SPI	2 - 5	-
PIC18FXXKXX	8 - 64	768 - 3936	28 - 44	64	10 - 13	10	2	1 x 8 3 x 16	USART I2C SPI	2	-

Irudia 24: PIC alderaketa

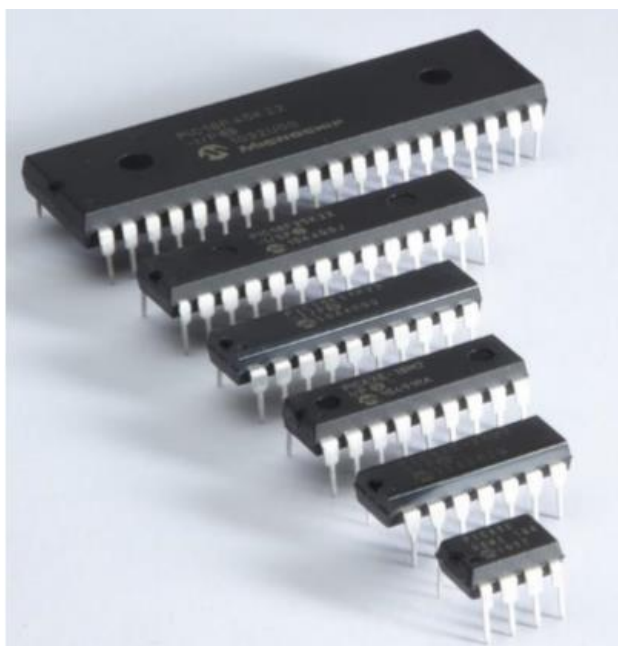
Ikusi daitekeen moduan, PIC familiako azken modeloek funtzionalitate hobekoak eskaintzen dituzte, Arduino plaka batek eskaintzen dituen funtzionalitateetara geroz eta gehiago hurbilduz. Adibidez, I2C edo SPI komunikazioak, Ethernet bidezko konexioa, etab. eskainiz.

Denda batzuetan mikrokontrolagailu hauek 2€ -tako prezio txikian aurkitu daitezke, kostu aldetik oso errentagarriak bihurtuz. Hala ere, mikrokontrolagailu hauek badituzte beraien desabantailak ere, izan ere PIC-ak nahiko zailak izan daitezke programatzerakoan, erabiltzailea ez badago maila baxuko programazioa erabiltzera ohitua. Arazo honengatik, PICAXE bezalako soluzioak agertu dira.

PICAXE [18] sistema programatzeko erraza den eta BASIC programazio lengoia erabiltzen duen mikrokontrolagailu sistema bat da. Sistema honen indarra, bere erraztasunean datza, ez baita beharrezkoa programatzaile aditurik, ezta sistema elektronikoa konplexurik.

PICAXE chip bat oinarrian PIC bat da, baina PICAXE firmwarearekin aurre-programatua izan eta gero.

Mikrokontrolagailu hauek 6 tamaina fisikotan eskuragarri aurkitzen dira (8, 14, 18, 20, 28, eta 40) eta 2 serietan banatzen dira: M2 eta X2 serieak.

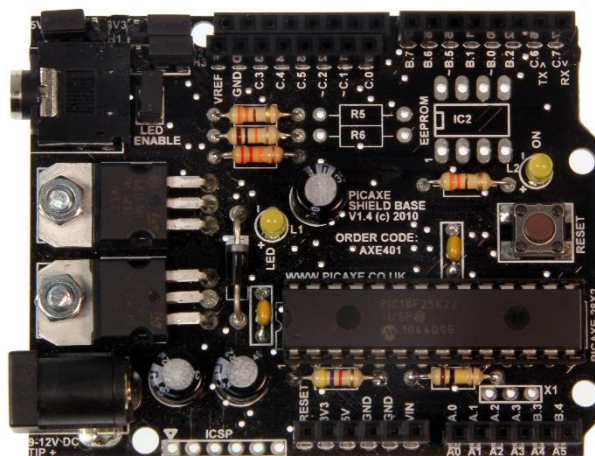


Irudia 25: PICAXE tamainak

M2 serieko chip-ak 1800 BASIC kodigo-linea eskaintzen dituzten dispositibo estandarrek dira. Oinarrizko interfaze protokoloak eskaintzen dituzte, hala nola, RS232 serie konexioa, infragorriak eta I2C. Atazen paralelozko prozesamendua ere sustatzen dute.

X2 serieak memoria kapazitate handiagoa dauka (RAM), programa luzeagoak eta aldakorragoak garatzeko. Gainera, interkonexiorako protokolo aurreratuago bat ere eskaintzen dituzte: “1-Wire” eta “UNIO”.

Azkenik, aipatu beharra dago PICAXE modeloaren azken aurrerapenetako bat Shield-ak erabiltzeko aukera gehitzea izan dela, Arduinok eskaintzen duen modura.



Irudia 26: PICAXE Shield basea

Honetarako, 26.irudian ikusten den moduko Shield-a gehitzeko base bat dauka eskuragarri:

- **Raspberry PI**

Raspberry PI [19] kostu txikiko eta Erresuma Batuetako Raspberry PI fundazioak garatutako konputagailu plaka (SBC, *Single Board Computer*) bat da.

Hasiera batetik, kostu txikiko plataforma bezala sortua izan zen, umeez programazioa ikas zezaten (edukaziorako erraminta merke bat modura). Hala ere, hain izan zuen arrera ona, milaka proiektu ezberdinetan erabiltzen hasi baitzen. Honela, Arduinorekin gertatu zen bezala, Raspberry PI erabiltzaileek osatutako komunitate lagunkoi eta indartsuari esker bihurtu da hain arrakastatsua.



Irudia 27: Raspberry PI 3 B+ modeloa

Arduinoren moduan, Raspberry PI open hardware eta open-source motako proiektua da, baina Arduino (gehienek) ez bezala, Raspberry PI-ak mikroprozesadore bat dauka mikrokontragailu bat beharrean.

Azkeneko Raspberry PI-aren modeloa 2018an atera da Raspberry PI 3 B+ izenarekin, eta hurrengoak dira bere ezaugarriak:

- | | |
|--------------------------|---|
| • SoC (System on Chip) | Broadcom BCM2837 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + Puerto USB) |
| • CPU | 1.4GHz 64-bit quad-core ARMv8 |
| • GPU | Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, MPEG-2 eta VC-1 |
| • SDRAM memoria | 1 GB GPU-arekin partekatuta |
| • USB portuak (2.0) | 4 |
| • Biltegiatze integratua | microSD |

- Sarerako konektibitatea 10/100/1000 Ethernet(RJ-45) vía hub USB Max 300Mbps/s , Wifi 802.11n/ac, Bluetooth 4.2 BLE
- Kontsumo energetikoa 800 mA, (4.0 W)
- Elikadura Iturria 5 V vía Micro USB o GPIO header
- SE (Sistema Eragileak) GNU/Linux eta RISC OS
- Prezioa 38,9 €

Ikusten denez, plaka hau Arduinoren alternatiba egokia izango litzateke, ezaugarri oso onak baititu hainbat aplikaziotan erabiltzeko. Internetarako konexioa ezartzeko hainbat aukera ezberdin eskaintzen ditu, Ethernet zein Wi-Fi bidez, eta baita Bluetooth konexioa ere. Gainera, microSD txartela sartzeko zirrikitua ere integratuta dauka, beraz, oso alternatiba ona bihurtzen da proiektu honen gaparenetako.

Hala ere, proiektua burutzerako orduan arduinorekin familiarizatuago egonik, ez da aukera hau kontutan hartuko selekzioaren momentuan. Gainera, Arduino proiektu honetarako erabil errazagoa da, ez baitago zerbitzari oso bat garatzeko beharrik eta horregatik Raspberry PI-a gehiegizko plaka bat izango litzateke lortu nahi diren funtzionalitateak aplikatzeko. Raspberry plaka hau ordenagailu txiki bat modura erabiltzeko egokiagoa da sentsoreekin ingurumen faktoreen monitorizazioa egiteko sistema bezala erabiltzea baino.

6.2. Sentsoreen aukeraketa

Proiektu honetan neurtu nahi diren ingurumen faktoreak tenperatura, aireko hezetasuna, lurreko hezetasuna, argi erradiazioa eta erradiazio Ultramorea dira. Hortaz, hauetako bakoitza neurtu ahal izateko sentsore bat behar izango da, edo sentsore parametro ezberdinak batera neurtzen dituen sentsoreen bat erabili.

Beraz, lehenik eta behin selekzioa egiteko aukeratutako sentsoreen identifikazioa eta analisisa egingo da.

6.2.1. Sentsoreen identifikazioa

Tenperatura eta hezetasun sentsoreak (AI)

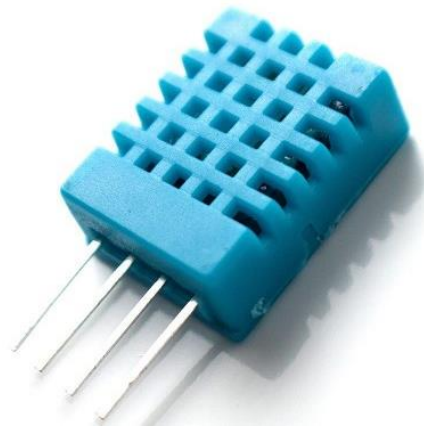
Bi parametro hauek neurtzeko sentsore bakarra erabiltzea hautatu da, merkatuan hau ahalbidetzen duten hainbat aukera daudelako. Beraz, hurrengoak dira faktore hauetarako hautatu diren sentsoreak:

- **DHT11 (A1.1)**

Sentsore hau [20] tenperatura eta hezetasuna neurtzeko erabili daitekeen sentsoreetatik basikoena izango litzateke. Jasotzen dituen datu analogikoak digitalera pasatzen dituen chip bihurgailu bat dauka barnean eta Arduinorekin konexioak egiterako orduan oso sinplea da.

Bere ezaugarriak hurrengoak dira:

- Oso kostu baxua
- 3 - 5V lan tentsioa eta I/O
- Gehienez 2.5mA erabilera bihurketan
- %20-%80 bitarteko hezetasun neurketetan erabilgarria $\pm\%5$ -eko zehaztasunaz
- 0-50 °C arteko tenperatura neurtzeko kapazitatea $\pm 2^{\circ}\text{C}$ zehaztasunaz.
- Gehienez segundoro neurketak egiteko gaitasuna
- Tamaina: 15.5mm x 12mm x 5.5mm
- 4 pins bakoitza 0.1" aldentuta

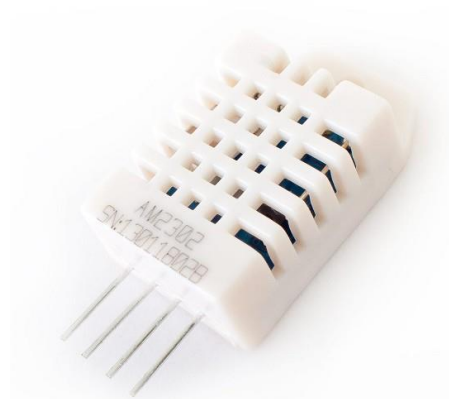


Irudia 28: DHT11 sentsorea

- **DHT22 (A1.2)**

Sentsore hau [21] aurrekoaren berdina da, baina ezaugarriak hobetuz:

- Kostu baxua
- 3 - 5V lan tentsioa eta I/O pinak
- Gehienez 2.5mA erabilera bihurketan
- %0-%100 bitarteko hezetasun neurketetan erabilgarria $\pm\%2-5$ -eko zehaztasunaz
- -40-80 °C arteko tenperatura neurtzeko kapazitatea $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ zehaztasunaz.
- Gehienez 2 segundoro neurketak egiteko gaitasuna
- Tamaina: 15.1mm x 12.5mm x 7.7mm
- 4 pins bakoitza 0.1" aldentuta



Irudia 29: DHT22 sentsorea

- **AM2302 (A1.3)**

Azken sentsore hau [22] aurreko DHT22 sentsorearen berdina da espezifikazio aldetik, baina ezberdintasuna honek hariak dakartzala da, konexioak sentsorea bera lekuz aldatu nahi izanez gero erraztasun gehiago eskainiz, baina hariak maneiatu izan behararen kontrarekin gehituz.

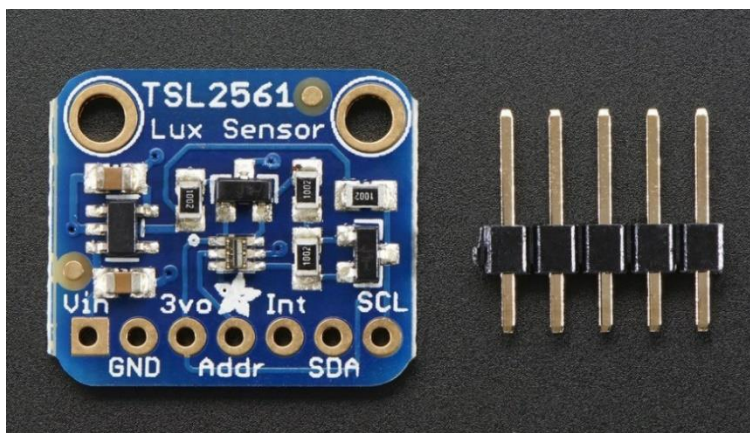


Irudia 30: AM2302 sentsorea

Argiaren erradiazioa neurtzeko sentsorea (A2)

- **TSL2561 Adafruit (A2)**

TSL2561 sentsorea [23] inguruan dagoen argitasuna neurtzeko erabiltzen den sentsore digital bat da. Argi izpien espektro nahiko zabal bat estali daiteke berarekin. Sentsore honek LDR (*Led Dependant Resistor*) sentsoreekiko dituen abantaila nagusiak bi dira: zehaztasun hobea lortzea, 0,1 eta 40.000+ Lux-eko neurketak egitera iritsiz, eta espektro osoko infragorri diodoak erabiltzen dituenez, neurketa gehiago egiteko aukera, hala nola, infragorri neurketa, espektro zabala eta argi ikusgarria.



Irudia 31: TSL2561 sentsorea

Sentsore honen ezaugarriak hurrengoak dira:

- Kostu baxua
- 3,3 - 5V lan tentsioa (Erregulagailua dakar beraz 3-5V erabil daiteke)
- Neurketa tartea: 0.1 – 40.000 Lux
- Tenperatura tartea: -30 – 80 °C
- I2C interfazea
- Korronea: 0,5 mA erabileran eta 15 uA erabilera gabe.
- Dimentsioak: 19 mm x 16 mm x 1mm
- Pisua: 1,1 g
- Prezioa: 7,91 €

Balio duen preziorako eskaintzen dituen funtzionalitateak eta ezaugarriak oso onak dira eta proiektu honetarako estaltzen duen espektroa eta neurketa tartea guztiz nahikoak dira. Gainera, jasan dezakeen tenperatura tartea ere ona da eta Arduino plakaren SDA eta SCL pinak erabiltzen dituen ez dago pin digitalik gastatu beharrik.

Bestalde, esan beharra dago bilaketak egitean ez dela aurkitu Arduinorekin hau bezalako ondo funtzionatu eta proiektuaren beharrianetara egokitzen zen beste argitasun sentsorerik. Alternatibak kolorezko argiak detektatzeko sentsoreak edo

muntatu beharreko chip eta zirkuituak besterik ez ziren eta sentsoare honek lortu nahi diren funtzionalitate guztiak betetzen dituen haxe izango da aukeratuko dena.

Erradiazio Ultramorea neurtzeko sentsoarea (A3)

- **GUVA-S12SD UV sentsoarea (A3.1)**

Sentsore analogiko honek [24], 240nm eta 370nm tartean dauden izpi ultramoreak detektatzen ditu. Tarte honekin, UVB (280-320 nm, kaltegarriagoak) izpien espektro osoa eta UVA (320-400 nm, urte osoan zehar agertzen dira) espektroaren zati handi bat hartzen ditu barne.

Sentsore analogiko bat izatean bere erabilera oso erraza da, soilik V+ pina 5V-ko sarreran kokatu eta V- pina GND (lurrera) konektatuz martxan egongo litzateke. Ondoren, OUT pina Arduinoaren sarrera analogiko batera konektatu eta lortutako balioak irakurri behar dira. Sentsorearen irteerako tentsioa hurrengo biderketarekin lortzen da: $4,3 * \text{fotodiodoaren intentsitatea mikro anperetan (uA)}$. Hortaz, fotodiodoaren intentsitatea 1 uA balitz irteerako tentsioa 4,3 V izango litzateke. Azkenik, irteerako tentsioa kalkulatzeko tentsioa 0,1-ekin zatituz lortuko litzateke.

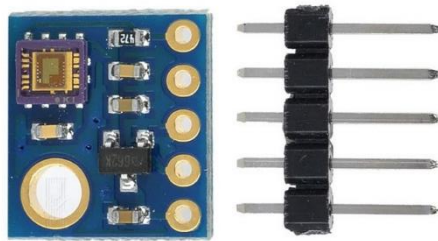


Irudia 32: GUVA-S12SD sentsoarea

Sentsore honek neurtu nahi den UV tarte ondo estaltzen du, eta bere muntaketa erraza da.

- **ML8511 ultramore sentsoarea (A3.2)**

Erradiazio ultramore neurtzeko sentsoare hau [25] ere analogikoa da. Irteerako seinalea fotodiodotik jasotzen den UV izpien proportzionala izango da, horrela, analogiko-digital bihurketa egiten bada UV maila zein den adierazi daiteke. Sentsore honek 280-390 nm bitarteko izpiak detektatzen ditu, hau da, UVB espektroaren zati bat eta UVA espektro ia osoa.



Irudia 33: ML8511 ultramore sentsorea

Sentsore honetan irteerako tentsioa fotodiodoko intentsitatearekin linealki proportzionala da, beraz ez dago kalkulu gehigarririk egin beharrik,

Hala ere, kasu honetan, detektatzen den UV espektroa izpi ez hain kaltegarriena da, eta proiekturako hobe izan daiteke kaltegarriak diren izpietan zentratzea.

Lurreko hezetasuna neurtzeko sentsorea (A4)

- DFRobot SEN0193 lurreko hezetasun sentsorea (A4.1)

Sentsore hau [26] lurzoru baten sartu eta bertako hezetasuna kalkulatzeko erabiltzen da. Produktu hau lurra lehor dagoen edo ur gehiegirekin dagoen jakiteko erabili daiteke. Ortu bateko monitorizazio sistema batean ura noiz bota behar den zehatz jakiteko balioko luke adibidez. Euria egiten duenean ere datuak begiratzuz lurra bustita dagoela ezagutu daiteke, alferrikako ureztapenik egitea saihestuz.



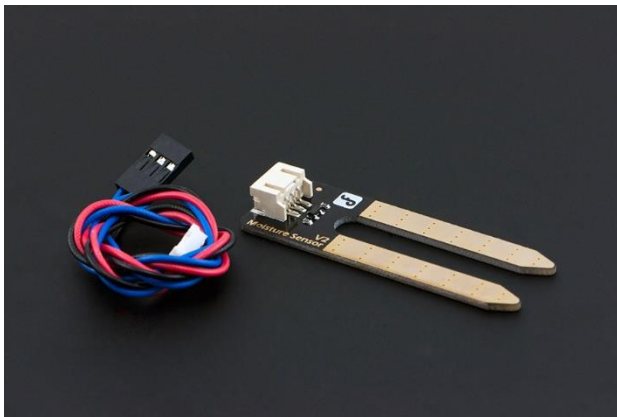
Irudia 34: SEN0193 sentsorea

Sentsore honen ezaugarri aipagarri batzuk hurrengoak dira:

- Kostu baxua
 - 3,3 - 5V lan tentsioa
 - Irteerako tentsioa 0 – 3V
 - Korronea: 5mA
 - PH2.0-3P interfazea
 - Pisua: 15 g
-
- **DFRobot SEN0114 lurreko hezetasun sentsorea (A4.2)**

Sentsore honek [27] aurrekoaren funtzionamendu berdina du. Hurrengoak dira bere ezaugarriak:

- Kostu baxua
- 3,3 - 5V lan tentsioa
- Irteerako tentsioa 0 – 4,2V
- Korronea: 35mA
- 60x20x5mm
- Pinak: GND, POWER eta Irteera.



Irudia 35: SEN0114 sentsorea

Sentsore honek aurrekoaren aldean tarte handiagoa neurtzen du, eta beraz, hezetasuna maila altuago batean analizatu daiteke.

6.2.2. Aukeraketarako irizpideak

- **Neurketen zehaztasuna**
Monitorizazio sistema batetan, garrantzitsua da aukeratu diren parametroen neurketa modu zehatz batean egiten dela ziurtatzea. Izan ere, zehaztasun errore txiki batek neurketetan ez du eragin handirik, baina zehaztasun errorea

handia bada, jasotzen diren datuak oso fidagarriak ez izatea eragiten du, eta beraz sistema ez da efizientea izango. Horregatik, ahalik eta zehaztasun maila handiena ematen duten sentsoreek lehentasuna izango dute.

- **Kostua**
Proiektuaren helburua ahalik eta kostu txikienarekin sistema osoa muntatzea izanik, sentsoreen kostuak garrantzia izan beharko du aukeraketan. Lehentasuna emango zaie gutxien balio duten sentsoreei, betiere beharrezko baldintzak betetzen dituztela ziurtatuz.
- **Ezaugarriak**
Sentsoreak sistemarekin bateragarriak diren jakiteko, beraien ezaugarriak erreparatu behar zaie. Beraz, kontuan edukiko dira produktu bakoitzaren ezaugarriak eta baita neurketak egitean estaltzen dituzten tartek ere, zenbat eta tarte handiagoa are eta puntuazio hobetagoa izanik.

6.2.3. Aukeratutako soluzioa

Tenperatura eta hezetasun sentsoreak (A1)

Irizpidea	Pisua	A1.1	A1.2	A1.3
Neurketen zehaztasuna	%30	5	9	9
Kostua	%40	9	8	5
Ezaugarriak	%30	5	8	8
Balorazioa	%100	6,6	8,3	7,1

Taula 5: Tenperatura-hezetasun sentsoreen alternatiba

A1.2 da aukeraketa honetako soluzioa, beraz DH22 sentsorea erabiliko da tenperatura eta hezetasuna neurtzeko.

Argiaren erradiazioa neurtzeko sentsorea (A2)

Kasu honetan, esan bezala TSL2561 Adafruit sentsorea aukeratu da soluzio bezala argitasuna neurtzeko.

Erradiazio Ultramorea neurtzeko sentsorea (A3)

Irizpidea	Pisua	A3.1	A3.2
Neurketen zehaztasuna	%30	8	8
Kostua	%40	8	8
Ezaugarriak	%30	9	5
Balorazioa	%100	8,3	7,1

Taula 6: UV sentsoreen alternatiba

A3.1 da aukeraketa honetako soluzioa, beraz GUVVA-S12SD sentsorea erabiliko da erradiazio ultramorea neurtzeko.

Lurreko hezetasuna neurtzeko sentsorea (A4)

Irizpidea	Pisua	A4.1	A4.2
Neurketen zehaztasuna	%30	8	8
Kostua	%40	8	8
Ezaugarriak	%30	6	9
Balorazioa	%100	7,4	8,3

Taula 7: Lurreko hezetasun sentsore alternatibak

A3.1 da aukeraketa honetako soluzioa, beraz DFRobot SEN0114 sentsorea erabiliko da lurreko hezetasuna neurtzeko.

6.3. Datuak gordetzeko sistemaren aukeraketa

6.3.1. Aukeren identifikazioa

- **Fitxategi Sistema(B1)**

Aurretik esanda dagoen moduan Arduino Yún plakak microSD txartela sartzeko zirrikitua integratua dauka. Honek plakarekin hainbat gauza ezberdin egin ahal izatea ahalbidetzen du.

Alde batetik, plakaren memoria handitu ahal izango litzateke, Linux aldeko sistemari microSD txarteleko memoria erabiltzea ahalbidetuz eta horrela programa arinak instalatzeko aukera izanez.

Bestalde, microSD txartela kanpoko memoria bat bezala erabiltzeko aukera ere badago, honek datuak gordetzeko kapazitate izugarria ematen dio sistemari. Lehen azaldutako Bridge liburutegiaren bitartez, Arduinok sentsoreetatik mikrokontrolagailuarekin jasotzen dituen datuak Linux sistema eragilerara bidali eta microSD txarteleko memorian gordetzeko aukera dago.

Hortaz, fitxategi bat sortu ahal izango litzateke, non datuen irakurketa guztiak gordetzen joango liritekeen, “.txt” formatuan adibidez, eta ondoren analisiak egin nahi direnean fitxategia excel-eko orri batera bihurtuz oso erraz aztertu ahal izango litzateke.

- **Datu basea (B2)**

Beste aukera bat, aurreko atalean esan den moduan, Linux aldeari partizio bat gehitzea izango litzateke, microSD txartelaren bidez. Kasu honetan, Arduino plaka formateatu eta instalazio pausu batzuk jarraitu behar izango liriteke microSD memoria Arduinoaren Linux sistema eragilearen parte izateko [28].

Hau egin ondoren, MySQL datu base zerbitzuaren bertsio arin bat instalatu beharko litzateke Linux aldean SQLite izenekoa. Hau egiteko ere instalazio pausu batzuk jarraitu beharko liriteke eta dena ondo egotekotan datu basea konfiguratu.

Prozesu hau nahiko astuna da eta erroreak gertatzeko probabilitate nahiko handia dago. Gainera, microSD txartela hondatzen bada Linux sistema eragileko zati bat ere hondatu daiteke, eta plakarekin arazoak izateko aukera dago.

Honetaz gain, esan beharra dago efizientzia aldetik ere gorde nahi diren datuak soilik gordetzeko, ez dela datu basearen kapazitate osoa erabiltzen, ez datuak ez baitira elkarren artean erlazionatu behar ez eta entitaterik sortu ez konfiguratu ere. Beraz, gehiegizko konplexutasuna izan daiteke aukera hau hautatzea.

6.3.2. Aukeraketarako irizpideak

- **Efizientzia**
Datuak gordetzeko sistema bat sortzen denean, bilatzen dena formatu egokian eta modu zuzen batean datuak gordetzea da. Datu basearen aukeran zerbitzu asko erabili gabe egongo liratezke, soilik datu sinpleak gorde nahi baitira, eta beraz, ez litzateke hain efizientea izango ematen dituen aukera eta emango zaion erabilera konparatuz. Bestalde, microSD txartelean fitxategi bat sortu eta bertan datuak gordetzeak nahiko ondo konponduko luke arazoa, alferriko errekurtsorik galdu gabe.
- **Erraztasuna**
Datuak gordetzeko azaldu diren bi sistemen implementaziorako, erraztasun maila ezberdina da. Proiektuak monitorizazio sistema ahalik eta konfiguratu errazena izatea du helburu, eta beraz, instalatzeko eta erabiltzeko errazena den moduari balorazio hobea emango zaio.
- **Datuen eskuragarritasuna**
Alderdi honetan, datuak behin analizatu nahi direnean berauek jasotzeko dagoen erraztasuna baloratuko da. Adibidez, datu basearekin Linux aldera atzitu eta sortu beharko litzatekeen programa batekin datuak ordenagailura pasatu beharko lirateke. Fitxategiarekin ordea, microSD txartela plakatik atera ordenagailuan sartu eta datuak eskuragarri egongo lirateke.

6.3.3. Aukeratutako soluzioa

Aurreko irizpideak kontuan harturik, bi sistema ezberdinen balorazioa egingo da hurrengo taulan, zein hautatu adosteko.

Irizpidea	Pisua	B1	B2
Efizientzia	%20	8	5
Erraztasuna	%40	9	4
Eskuragarritasuna	%40	10	6
Balorazioa	%100	9,2	5

Taula 8: Datuen biltegiak alternatibak

Beraz, baloraziotik proiekturako hoberena den aukera B1.1 da, eta hau fitxategi sistema sortzearekin bat dator.

6.4. IoT plataformaren aukeraketa

Monitorizazio sistema baten datuak Interneteko plataforma batera bidali nahi badira hainbat aukera posible agertzen dira. Hala ere, gehienak, ordaindu beharreko aukerak dira, eta proiektu honetan doakoak diren zerbitzuengatik egingo da apustu.

Horrela bada, hurrengo bi aukerak izango dira kontuan hartuko direnak (gehiago daude, baina proiektu honetan hauek analizatu eta probatu dira).

6.4.1. Aukeren identifikazioa

- **Carriots (C1)**

Carriots IoT-ko Espainiar plataforma bat da [29] eta Wairbut ingeniari-tza eta garapen enpresaren spin off bat den.

Hurrengo irudian ikusi daiteke zein den bere funtzionamendua era simple batean:



Irudia 36: Carriots funtzionamendua

Lehenik, nahi diren dispositiboak plataformara konektatzen dira, ondoren bertara datuak bidali eta bertan almagatu. Datu horiekin grafikak egin daitezke Carriots Analytics (ordaindu beharreko zerbitzua) erabiliz, edo plataformarekin akordua dituzten datuen bistaraketarako zerbitzuak erabiliz (Freeboard zerbitzua zen aukera bat, baina orain ordainketa metodora pasatu da).

Carriots plataformak enpresa eta korporazio handietarako ordaineko harpidetza zerbitzuak ere eskaintzen ditu, baina proiektu honetarako bere doako zerbitzuak hartuko dira kontutan.

GRATIS	CORPORATE	LITE	NUBE PRIVADA BAJO DEMANDA
GRATIS (NO HACE FALTA TARJETA)	2 €* AL MES POR DISPOSITIVO	0,50 €* AL MES POR DISPOSITIVO	Contacte CON NOSOTROS
PARA PRUEBAS Y PROTOTIPOS	DISPOSITIVOS QUE ENVÍAN HASTA 1 MB POR DÍA ESTABLECIENDO MUCHAS CONEXIONES	MUCHOS DISPOSITIVOS QUE ENVÍAN POCO VOLUMEN DE DATOS. EJ. SMART METER, MANTENIMIENTO REMOTO	PARA CONEXIONES ILIMITADAS, ALMACENAMIENTO DE DATOS, USO PRIVADO Y USO PERSONALIZADO
Número mín. dispositivos 1	Número mín. dispositivos 11	Número mín. dispositivos 100	Número mín. dispositivos Contacte con nosotros
Número max. dispositivos 2	Número max. dispositivos Ilimitado	Número max. dispositivos Ilimitado	Número max. dispositivos Ilimitado**
API KEYS 4	API KEYS 100	API KEYS 10	API KEYS Ilimitado**
Max. tramas aceptadas 500 tramas por día 10 tramas por minuto	Max. tramas aceptadas 1500 x num. dispositivos por día 50 x num. dispositivos por minuto + INFO	Max. tramas aceptadas 25 x num. dispositivos por día 5 x num. dispositivos por minuto + INFO	Max. tramas aceptadas Ilimitado**
Max. tamaño de tramas 5 KB	Max. tamaño de tramas 10 KB	Max. tamaño de tramas 5 KB	Max. tamaño de tramas Ilimitado**
Max. almacenamiento de tramas 5000 KB por día	Max. almacenamiento de tramas 1 MB x num. dispositivos por día + INFO	Max. almacenamiento de tramas 100 KB x num. dispositivos por día + INFO	Max. almacenamiento de tramas Ilimitado**
Max. datos almacenados 3 meses	Max. datos almacenados 1 año	Max. datos almacenados 1 año	Max. datos almacenados Ilimitado**
Max. API requests 1000 por día 100 por minuto	Max. API requests 1000 x num. dispositivos por día 100 x num. dispositivos por minuto + INFO	Max. API requests 100 x num. dispositivos por día 10 x num. dispositivos por minuto + INFO	Max. API requests Ilimitado**
SMS API 5 SMS por día 1 SMS por minuto	SMS API Gratis 5 SMS por día >6 SMS 0.1€* por unidad.	SMS API Gratis 5 SMS por día >6 SMS 0.1€* por unidad.	SMS API Contacte con nosotros
Email API 100 email por día 10 email por minuto	Email API Gratis 100 email por día >100 0.50€* por millar	Email API Gratis 100 email por día >100 0.50€* por millar	Email API Contacte con nosotros
SDK Http Request (salida) 1000 req. por día	SDK Http Request (salida) 1000 req. x num. dispositivos por día + INFO	SDK Http Request (outbound) 25 req. x num. dispositivos por día + INFO	SDK Http Request (salida) Ilimitado**
Soporte básico: Atención vía email Foro de desarrolladores	Soporte Corporate: Atención telefónica Atención vía Email en menos de 24h ¡Tiempo de respuesta garantizado!	Soporte Lite: Atención telefónica Atención vía Email en menos de 24h ¡Tiempo de respuesta garantizado!	Soporte premium: Diferentes opciones disponibles Contacte con nosotros
Acuerdo de Nivel de Servicio NO	Acuerdo de Nivel de Servicio Diferentes planes disponibles Contacte con nosotros	Acuerdo de Nivel de Servicio Diferentes planes disponibles Contacte con nosotros	Acuerdo de Nivel de Servicio Diferentes planes disponibles Contacte con nosotros
Cuenta Gratis	Contacte con nosotros	Contacte con nosotros	Contacte con nosotros

Irudia 37: Carriots zerbitzuak

Irudian ikusten den bezala, doako zerbitzuak murrizketa batzuk ditu ordaineko zerbitzuaren aldean. Hala ere, proiektu hau bezalako sistemak garatzeko eta IoT aukerak inplementatzeko nahikoak dira.

Doako zerbitzuak eskaintzen dituen aukeren artean, gehienez 2 dispositibo konektatzeko aukera, SMS API (*Application Programming Interface*) eta Email API erabiltzeko aukera, egunean 5.000 KB gordetzeko aukera (datu sinpleentzako nahikoa) eta egunean 500 trama (500 datu ilara) bidaltzeko aukera daudela nabarmendu daitezke.

Gainera, alarmak programatzeko eta zerbait ondo ez badoa erabiltzaileari jakinarazteko zerbitzuak eskaintzen ditu.



Irudia 38: Carriots funtzioak

Listeners (“Entzuleak”) aukerak, daturen baten balioak aurretik programatutako muga bat gainditzen badu, ekintza bat gauzatzeko zerbitzua litzateke (mezua bidali adibidez, edo ureztatze automatikoa balego, bera aktibatu). Bestalde, alarmek zerbait gaizki badabil edo datuak jasotzen ez badira erabiltzaileari ohartarazpenak bidaltzen dizkiote.

Zerbitzu honen alde txarra, urrutiko bistarapena egiteko orduan ez dela oso intuitiboa eta eroso da. Datuak Stream batean bidaltzen direnez, modu horretan soilik ikusten dira pantailan, eta esan bezala grafikak egiteko zerbitzua ordainezkoa da eta beste aplikazio baten zerbitzuak beharko lirateke doan ikuskapena egiteko.

	Fecha	Dispositivo	Datos	Acciones
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:09:04	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":222,"H":33.9,"UV":0,"t":25.5}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:08:53	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":227,"H":33.9,"UV":0,"t":25.5}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:08:43	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":303,"H":33.9,"UV":0,"t":25.5}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:08:32	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":299,"H":34,"UV":0,"t":25.4}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:08:23	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":301,"H":33.9,"UV":0,"t":25.5}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:08:13	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":301,"H":33.9,"UV":0,"t":25.4}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:08:03	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":301,"H":33.9,"UV":0,"t":25.4}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:07:52	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":300,"H":33.7,"UV":0,"t":25.4}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:07:42	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":300,"H":33.7,"UV":0,"t":25.5}	
<input type="checkbox"/>	2018/03/14 18:07:33	defaultDevice@jbilbao079.jbilbao079	{"Lux":302,"H":33.6,"UV":0,"t":25.4}	

Borrar seleccionados

Irudia 39: Carriots datuen bistarapena

Ikusten denez, ez da batere ikusgarria eskaintzen duen bistaraketa mota, eta monitorizazio sistema batean puntu hau kontuan hartzekoa da.

Azkenik, esan behar da plataforma honek liburutegi batzuk eskaintzen dituela Arduinorekin funtzionamendua errazteko eta programazioan laguntzeko, eta datuak deskargatu nahi badira hau egiteko aukera dagoela formatu ezberdinetan (CSV, XML eta JSON) .

- **Ubidots (C2)**

Ubidots [30], 2012an sortutako ingeniari-tza zerbitzuetan oinarritutako enpresa pribatua da. IoT aplikazioak erabiltzea ahalbidetu eta urrutiko kontrola behar duten sistemei hardware eta software soluzioak ematen espezializatua da.

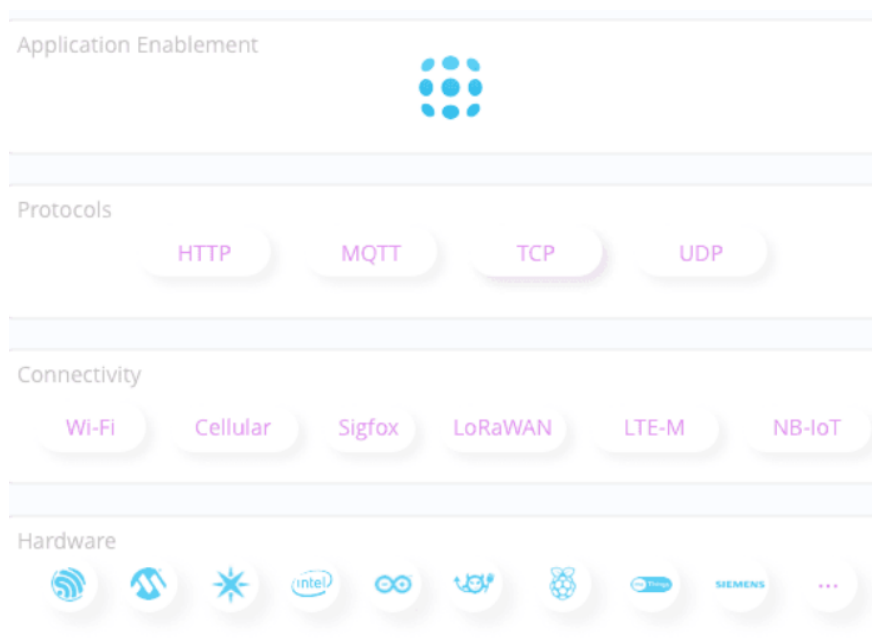
Plataforma hau erabiltzeko 2 aukera daude, edukaziorako (doakoa) eta enpresa mundurako (ordainduz). Proiektu honetan doakoa eta beraz edukaziorako dena erabili da. Doako aukera honetan erabiltzaileak dispositibo bat konektatu eta bistaraketa orrialde bat erabiltzeko aukera dauka. Dispositibo horretan 10 sensore arte konektatu daitezke guztiz doan.

Behin muga horiek gaindituta plataforma honek kreditu sistema bat eskaintzen du, hasieran 5.000 kreditu emanez eta hurrengo taulako balioekin agortzen joanez:

1 Device <small>(your first device is free)</small>	=	500 Credits per month <small>(your first device is free)</small>
1 Additional Dashboard <small>(your default one is free)</small>	=	100 Credits per month
1 SMS	=	20 Credits
1 Triggered alert (Email, Telegram, Webhooks)	=	1 Credit

Irudia 40: Ubidots kredituak

Proiektu honetan ez da gailu gehigarri behar eta 5 faktoreren datuak gorde nahi direnez, ez dago kreditu arazorik. Hala ere, ohartarazpen zerbitzurako SMS bidez egin nahi bada bakoitzean 20 kreditu galduko lirateke eta Email bidez 1. Baina, bestela eskaintzen dituen aukerak oso ondo daude.



Irudia 41: Ubidots ezaugarriak

Hainbat protokolo ezberdin erabiltzeko aukera, zein bertara konektatzeko konektibitate era ezberdin asko erabiltzeko aukera ematen du. Gainera, Hardware askorekin bateragarria da, haien artean Arduino, liburutegi bat eskaintzen baitu konexioa egite eta datuak bidaltzea errazteko.

IoT plataforma honek Carriots plataformak egin ditzakeen gauza berdinak egin ahal ditu, baina abantaila batekin, datuen bistaraketa egiteko aukera eskaintzen du. Hau urrutiko kontrola egiteko oso lagungarria da eta kontuan hartzeko atal bat. Gainera datuak jaisteko aukera ere eskaintzen du CSV eta XLSX formatuetan.

6.4.2. Aukeraketarako irizpideak

- **Eskaintako zerbitzuak**
IoT plataforma baten eskatzen dena, datuak gorde, bistaratu eta ahal bada analizatzeko grafikak egitea da. Beraz, hau baloratuko da atal honetan.
- **Datuen bistaraketa**
Atal honetan datuak nola erakusten diren baloratuko da, ea formatu intuitiboa eta ulerterraza den kontuan hartuz.
- **Kostua**
Esanenez, bi plataformak doako zerbitzua daukate, baina hemen doako zerbitzu horren mugak baloratuko dira, hau da, Ubidots plataformak kreditu zerbitzua du, eta kredituak agortzean ordaindu behar da, eta Carriots plataformak hileroko eta eguneroko limiteak jartzen ditu. Beraz, honen arabera balorazioa egingo da.

6.4.3. Aukeratutako soluzioa

Irizpidea	Pisua	C1	C2
Zerbitzuak	%40	8	9
Datu bistaraketa	%40	6	10
Kostua	%20	8	6
Balorazioa	%100	7,2	8,8

Taula 9: IoT plataforma alternatibak

Beraz, taulatik ondorioztatu daiteke proiekturako hoberen moldatzen den IoT plataforma Ubidots (C2) dela, eta hortaz, bera erabiliko da Interneten datuak gorde eta bistaratzeko plataforma modura.

6.5. Alternatibaren analisiaren laburpena

Alternatibaren analisiaren atal honetan, proiektuan erabili behar izango diren hardware zein software osagaiak analizatu dira. Kontuan hartu dira, aukeraketa bakoitzean zeintzuk diren proiektuan bilatzen diren funtzionalitateak eta ezaugarriak eta irizpide horien arabera proiekturako hoberena den materiala eta teknologiak aukeratu dira.

Beraz, eta laburbiltzeko, aukeratu diren osagaiak zeintzuk diren jarriko dira:

- Plaka: Arduino Yún
- Sentsoreak:
 - Temperatura eta hezetasuna: DHT22 sentsorea
 - Argitasuna: TSL2561 Adafruit sentsorea
 - Erradiazio ultramorea: GUVVA-S12SD sentsorea
 - Lurreko hezetasuna: DFRobot SEN0114 sentsorea
- Datuak gordetzeko sistema: Fitxategi sistema (microSD bidez)
- IoT plataforma: Ubidots

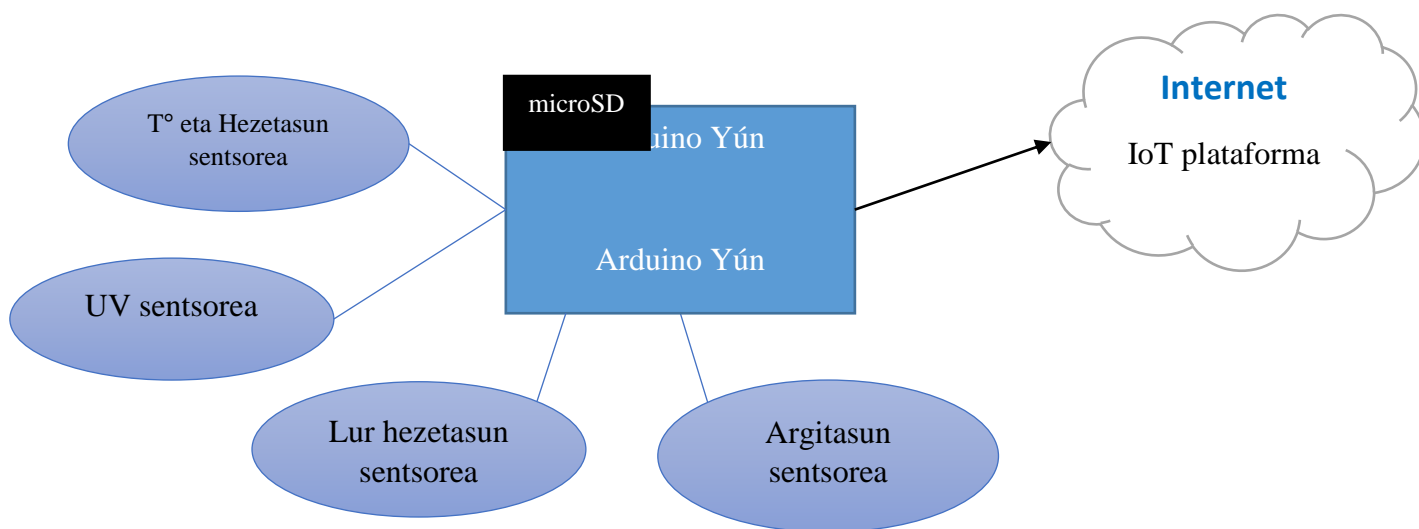
7. METODOLOGIA

Atal honetan proiektua burutzeko egin diren diseinuak eta eman diren pausuak azalduko dira. Proiektuko atalak nola muntatu diren, konfiguratu eta martxan jarri azalduz.

Monitorizazio sistemarekin lortzen diren datuak ere ikusiko dira emaitza moduan, baina ez da lortutako datuen analisi sakona egingo, izan ere proiektu honen helburu nagusia sistema bera garatzea da, eta ondoren ortuaren arduradunak zehatz mehatz datuak interpreta ditzan.

7.1. Produktuaren Diseinu orokorra

Hasteko, produktuaren diseinu orokorraren ideia bat azalduko da, sistemaren funtzionamendua zein izango den azalduz eta osagaiak nola konektatuko diren adieraziz. Horretarako hurrengo irudiaren laguntza erabiliko da:



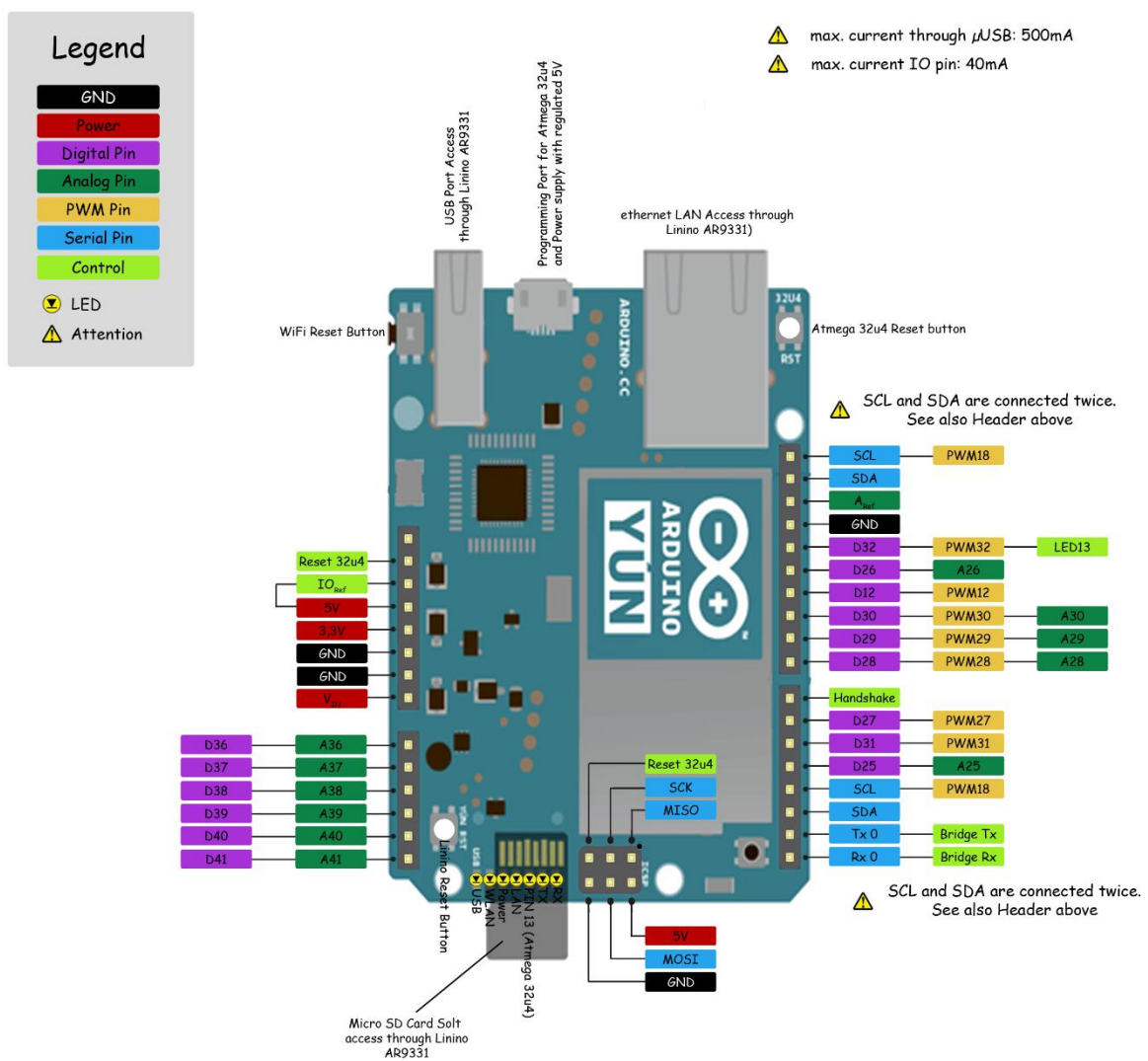
Irudia 42: Monitorizazio sistemaren eskema

42. Irudian ikusi daitekeenez, sistemak nodo zentral moduan jokatuko duen Arduino Yún plaka izango du oinarritzat. Berari konektatuta bost ingurumen faktoreak neurtuko dituzten sentsoreak egongo dira, eta horietatik datuak irakurriko dira periodikoki. Ondoren datu horiek plakan inplementatuta dagoen zirrikitan dagoen microSD txartelean gordeko dira, nahi denean jaso eta datuak analizatzeko. Honetaz gain, irakurketa bakoitzaren datuak Wi-Fi konexioaren bidez Interneteko IoT plataforma batera (Ubidots) bidaliko dira, zeinen bidez denbora errealeko urrutiko bistaraketa ahalbidetuko den, eta uneoro eguneratzen joango diren grafika eta batz-bestekoak erakutsiko diren.

Hortaz, funtzionamendu orokorra azaldu ostean, atal bakoitzaren oinarriko azalpen batzuk emango dira.

7.2. Arduino plaka

Aurretik esan bezala, proiektu hau burutzeko Arduino Yún plaka erabiliko da, zeinek ATmega32u4 motako mikrokontrolagailua eta Atheros AR9331 mikroprozesadore bat Linino erabiltzen duena dituen. Plaka hau proiektuaren oinarria eta prozesu guztiak kontrolatzen dituena izango da, sistemari nahi zaizkion funtzionalitateak beraren bitartez aplikatuz.



Irudia 43: Arduino Yún pinout laburra [31]

Plaka, USB kable bidez ordenagailura konektatu daiteke (zeinek elikadura iturri bezala ere funtzionatzen duen), eta behin konektatuta, Arduinoren programazioa IDE-a erabiliz programatu daiteke.

Sentsoreak konektatzeko, kontuan hartu beharko da sentsorea analogikoa edo digitala den. Digitala bada 43. Irudian eskuinean dauden pinetan konektatu beharko da, horiek baitira Arduinoaren libre dauden pin digitalak (Dxx, xx zenbakia izanik), eta bestela, analogikoa bada ezkerreko aldean dauden pinetan (Axx, xx zenbakia izanik).

Arduinoaren elikadura 43. Irudian gorritz eta beltzen agertzen diren pinen bidez egiten da, 5,5V eta 3,3V-ko tentsioa aukeratu daitezkeelarik, edo Vin sarreran tentsioa aplikatuz (USB konexioa erabili ahal izateaz gain).

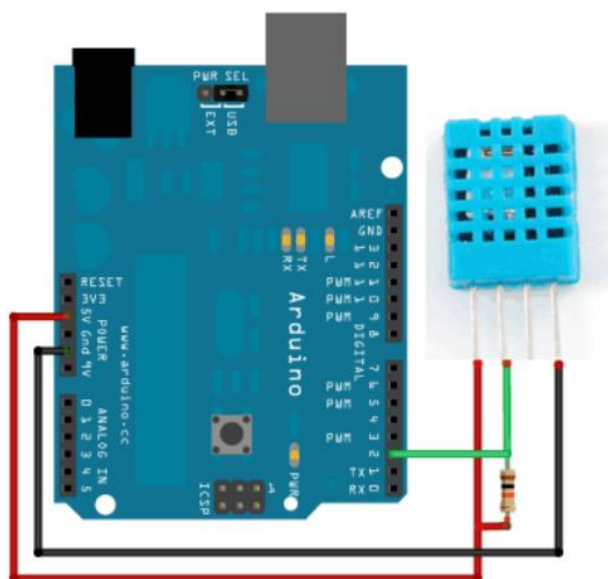
MicroSD txartela azpiko aldean duen zirrikitan sartu baino ez da egin behar eta plakak jadanik partizio bat sortzen du bera erabili ahal izateko.

Azkenik, plakaren konfigurazioa eta Wi-Fi konfigurazioari dagokionez, I. eranskinean azaltzen dira zeintzuk diren jarraitu beharreko pausuak, eta behin horiek eginik plaka prest egongo litzateke Internetera konektatuta eta nahi den konfigurazioaz funtzionatzeko.

7.3. Sentsoreen konfigurazioa

- **Temperatura eta aireko hezetasun sentsorea**

Neurketa hauetarako DHT22 sentsorea erabiliko da. Sentsore hau 5V-rekin elikatzen da eta pin digital batera konektatu. Neurketak egitean ondo funtzionatu dezan, sentsorearen 2.hanka eta VCC-ren artean 10K Ω -eko erresistentzia bat jartzea beharrezko da. 1.hankak sentsorea elikatzeko balio du eta 4.ak lurra konektatzeko.



Irudia 44: DHT22 Aduinorekin konexioak

Neurketak 2.hankaren bidez egiten dira. 3.hankak ez du balio ezertarako proiektu honetan.

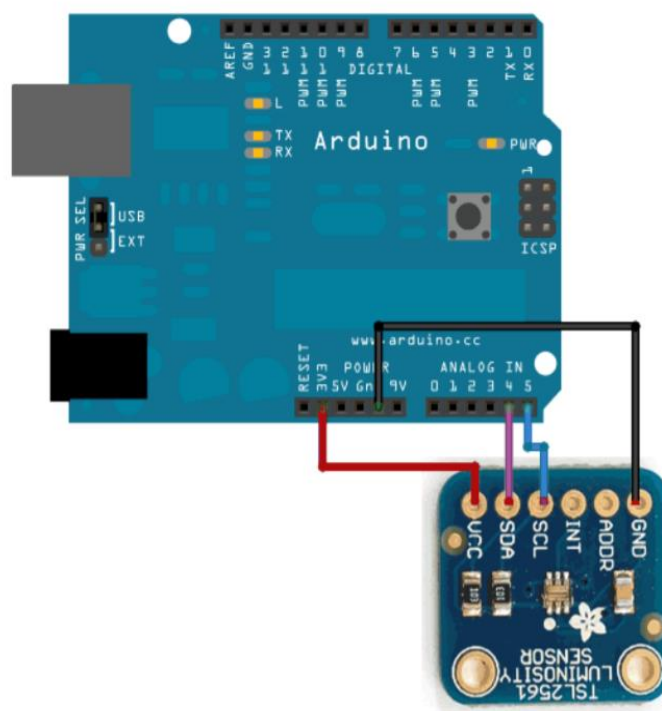
44.Irudian sentsorea Arduinoarekin nola konektatu adierazten duen eskematikoa agertzen da. Irudi horretan irakurketak Arduinoaren 2 pin digitaletik egiten dira, baina proiektuko sistemaren kasuan 4 pinean jarri da sentsore hau.

Sentsore honek Arduinoarekin erabiltzeko liburutegi bat jaisteko aukera dauka “DHT.h” izenekoa, eta honen bidez egin beharreko programazioa asko errazten da.

Behin sentsorea muntatuta eta liburutegia instalatuta, irakurketa probak egin behar dira, ondo dabilela ziurtatzeko, eta horretarako liburutegiak proba eredu batzuk dakartza ekintza hau errazteko. Funtzionamendua zuzena dela egiaztatu ostean, proiektura inplementatu daiteke sentsorea.

- **Argitasun sentsorea**

Argitasuna neurtzeko TSL2561 Adafruit sentsorea erabiliko da. Sentsore hau analogikoa da, eta 45.Irudian dagoen bezala konektatu dakioko Arduino plakari.



Irudia 45: TSL2561 Arduinoarekin konexioak

Hala ere, Arduino Yún ezberdina da UNO modeloarekiko eta beraz, 45. Irudian adierazten diren SCL eta SDA konexioak ez dira 4 eta 5 pin analogikoetara

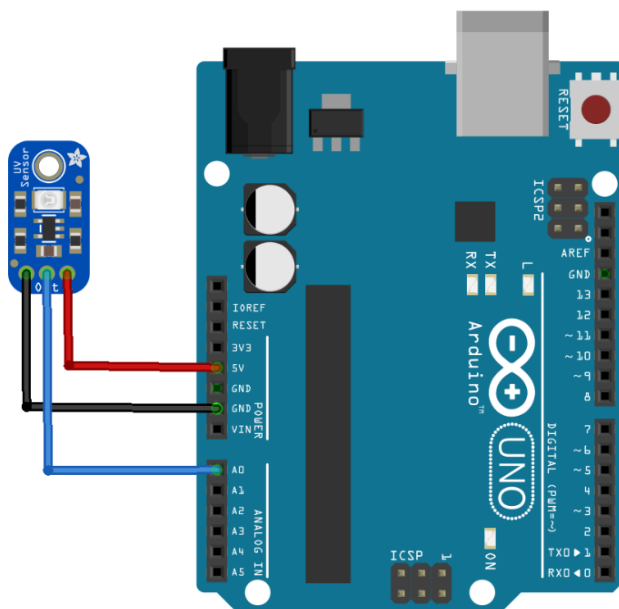
konektatze, baizik eta Yún-ak dituen SCL eta SDA izeneko pin berezietara. Honela, konexioa intuitiboagoa egiten da eta pin analogiko horiek oraindik ere erabilgarri egongo lirarteke. Beste konexioak sentsorea elikatzeke dira, eta modu horretan konektatzen dira, baina elikadura tentsioa nahi dena izan daiteke 3,3V zein 5V-koa, beraz, proiektu honetarako sentsorea 5V-rekin elikatzea pentsatu da, sentsore guztien elikadura tentsioa berdina izateko.

Sentsore honek ere bere liburutegi propioa instalatzeko aukera ematen du “Adafruit_TSL2561_U.h” izeneko eta hortaz programazioa erratzeko hori bera ere egingo da.

Sentsore honekin lortzen den neurketa tartea 0 eta 40.000 lux bitartekoa da, non 0ak argirik ez dagoela adierazten duen eta 40.000 argiak nahiko jotzen duela (Eguzkiaren argiak zuzenean jotzean 100.000 lux-era ere iritsi daiteke) [32]. Plantazio gehienek 10.000 eta 40.000 lux artean ondo hazteko beharrezko argi kantitatea jasotzen dute.

- **Erradiazio Ultravioleta sentsorea**

Sentsore hau analogikoa da, eta eguzkitik jasotzen den erradiazio ultramorea neurtzeko balio du. Aurretik esan bezala, 240-370nm bitarteko uhin luzerako izpiak detektatzen ditu, eta horien arabera UV indizea kalkulatu du.



Irudia 46: GVA-S12SD UV sentsorea Arduinorekin konekzioak

Sentsorea oso sinplea da konektatzeko, 2 pin ditu elikadura ezartzeko eta irteerako balioa plakaren A0 pin analogikora konektatzeaz nahikoa da.

Sentsorearen balioa jaso eta kalkulu batzuk egin eta gero, momentuan dagoen erradiazio ultravioleta indizea zein den jakin daiteke, 47. Irudiko taulan adierazten den balioen arabera [33].

UV Index	0	1	2	3	4	5
Vout(mV)	<50	227	318	408	503	606
Analog Value	<10	46	65	83	103	124
UV Index	6	7	8	9	10	11 ⁺
Vout(mV)	696	795	881	976	1079	1170+
Analog Value	142	162	180	200	221	240

Irudia 47: Sentsorearekin lortutako UV indize taula

Honela, lortzen den indizearen arabera erradiazio ultravioleta maila arriskutsua den ala ez jakin daiteke. 0-2 bitartean ez dago arriskurik, 3-5 balioekin arrisku ertaina, 6-7 balioekin arrisku altua eta 8-tik aurrera oso altua da arriskua 11 izugarrizko arriskua izanik.

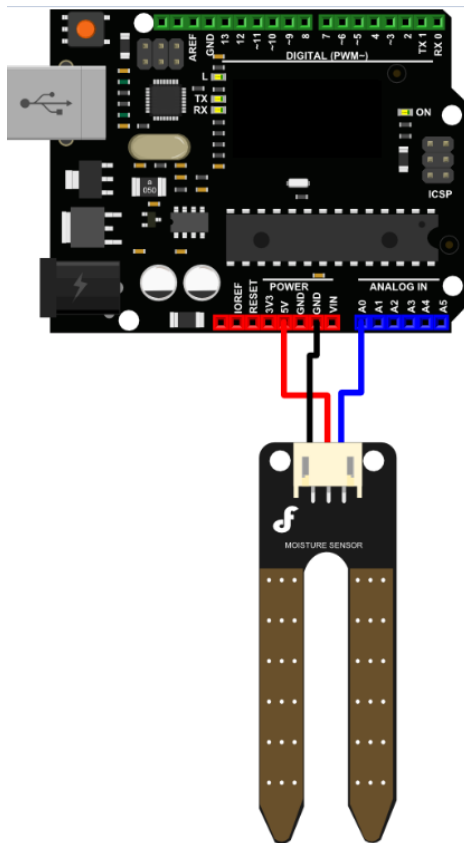
- **Lurreko hezetasun sentsorea**

Sentsore hau ere analogikoa da eta 3 hanka dituenek konektatzeko erraza.

Hanketako bat elikadura iturrira bestea lurrera eta irakurketa analogikoak egiten dituen A3 pin analogikora konektatzen dira.

Bertatik jasotzen diren irakurketek lurra lehor, heze ala busti dagoen adierazten dute, hurrengo balioen arabera;

- 0-300: Lehor
- 300-700: heze
- 700-950 bustita



Irudia 48: DFrobot SEN0114 sentsorea Arduinorekin konexioak

Beraz, sentsore honek dituen bi kobrezko hagak lurrean sartuz gero, bertako egoera zein den jakin ahal izango da. Sentsoreak kobrezko hagetatik korrontea pasarazten du, eta jasotzen duen erresistentziaren arabera, hezetasun maila bat edo beste emango du, ura badago erresistentzia txikiago eta beraz balio altuagoak lortuko dira, eta bestalde, lehor badago, erresistentzia oso altua izango da eta balioak jaitsi egingo dira.

7.4. Datuen biltegitratzea

Datuen biltegitratzea egiteko, microSD txartela erabiltzea hautatu da, bertan jasotzen diren datu guztiak eta eguna eta ordua gordez irakurketa bakoitzean.

Datuen fitxategia Arduino Yún plakaren Linux partean egongo da muntatuta eta zehazki “/mnt/sda1/” direktorioan. Beraz, programazioaren bitartez eta “FileIO.h” liburutegiaren laguntzaz, garatuko den programak fitxategia sortzea eta barruan idaztea lortu behar da.

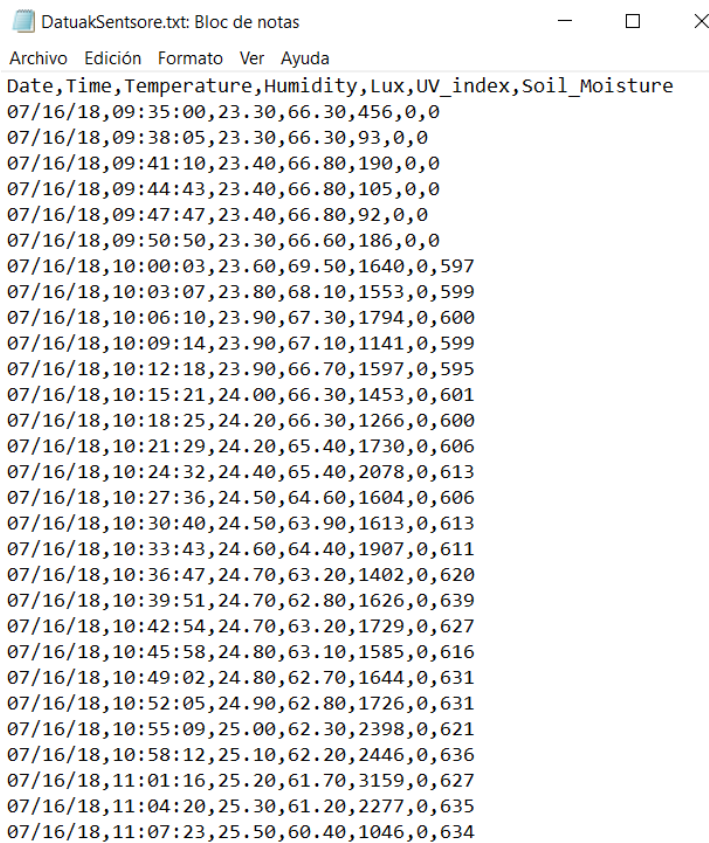
Horretarako, FILE motako aldagai bat sortuko da, eta direktorio horretan “DatuakSentsore.txt” izenarekin fitxategia sortu edo sortuta badago ireki (FILE_APPEND erabiliz) beharko da programa abiarazten den bakoitzean. Behin programa abiatuta dagoela ez da beharrezkoa izango berriz irekitzea, irekita mantenduko baita FILE motako aldagai horren bitartez.

Hortaz, datuak formatu honetan gordeko dira:

- Lehenengo programa exekutatzen den bakoitzean hurrengo idatziko da lerro batean: “Date,Time,Temperature,Humidity,Lux,UV_index,Soil_Moisture”. Lerro hau soilik programaren exekuzioaren lehen aldian idatziko da
- Ondoren lerro bat jaitsiz irakurketa bakoitzaren datuak idazten joango da programa, datu bakoitza dagokion izenaren azpian geratuz.

Data eta orduaren informazioa “Process” funtzioa erabiliz sortutako aldagai baten bidez irakurriko da. Ordu hau plakak Wi-Fi bidez eguneratzen du, izan ere ez dauka RTC (Real Time Clock) motako osagairik, beraz bera bakarrik ez da gai ordua eguneratuta lortzeko (itzaltzen den bakoitzean ez baitu ordua eguneratzen).

Beraz, datuen fitxategia hurrengo irudiko formatuan geratuko litzateke:

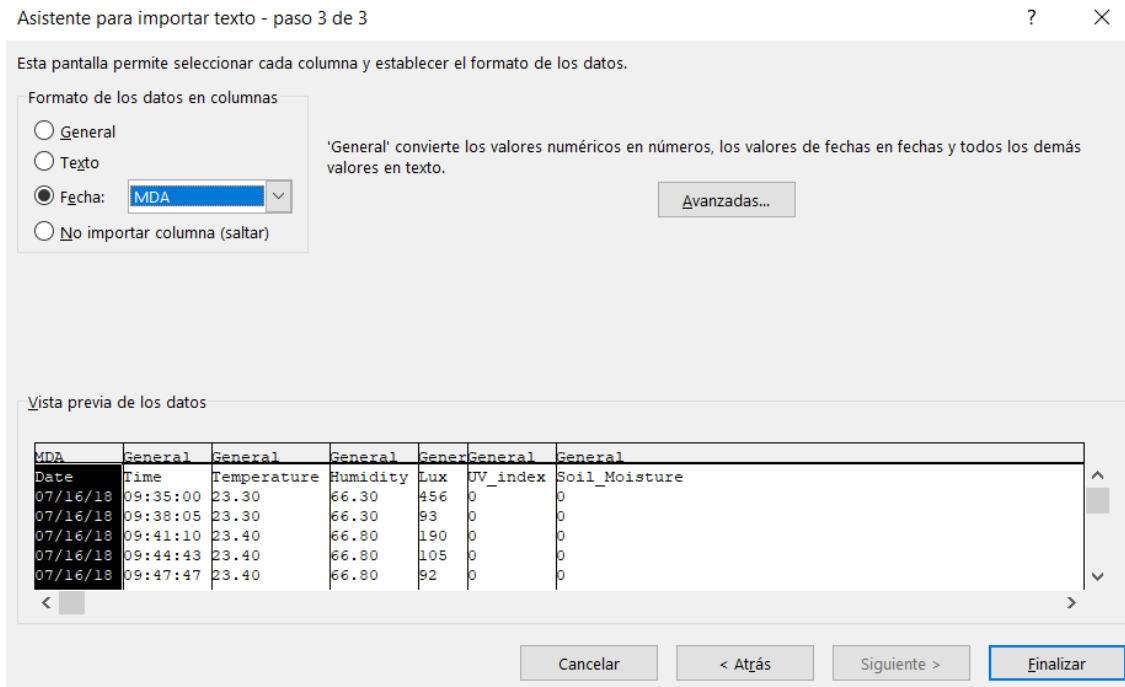


```
DatuakSentsore.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Date,Time,Temperature,Humidity,Lux,UV_index,Soil_Moisture
07/16/18,09:35:00,23.30,66.30,456,0,0
07/16/18,09:38:05,23.30,66.30,93,0,0
07/16/18,09:41:10,23.40,66.80,190,0,0
07/16/18,09:44:43,23.40,66.80,105,0,0
07/16/18,09:47:47,23.40,66.80,92,0,0
07/16/18,09:50:50,23.30,66.60,186,0,0
07/16/18,10:00:03,23.60,69.50,1640,0,597
07/16/18,10:03:07,23.80,68.10,1553,0,599
07/16/18,10:06:10,23.90,67.30,1794,0,600
07/16/18,10:09:14,23.90,67.10,1141,0,599
07/16/18,10:12:18,23.90,66.70,1597,0,595
07/16/18,10:15:21,24.00,66.30,1453,0,601
07/16/18,10:18:25,24.20,66.30,1266,0,600
07/16/18,10:21:29,24.20,65.40,1730,0,606
07/16/18,10:24:32,24.40,65.40,2078,0,613
07/16/18,10:27:36,24.50,64.60,1604,0,606
07/16/18,10:30:40,24.50,63.90,1613,0,613
07/16/18,10:33:43,24.60,64.40,1907,0,611
07/16/18,10:36:47,24.70,63.20,1402,0,620
07/16/18,10:39:51,24.70,62.80,1626,0,639
07/16/18,10:42:54,24.70,63.20,1729,0,627
07/16/18,10:45:58,24.80,63.10,1585,0,616
07/16/18,10:49:02,24.80,62.70,1644,0,631
07/16/18,10:52:05,24.90,62.80,1726,0,631
07/16/18,10:55:09,25.00,62.30,2398,0,621
07/16/18,10:58:12,25.10,62.20,2446,0,636
07/16/18,11:01:16,25.20,61.70,3159,0,627
07/16/18,11:04:20,25.30,61.20,2277,0,635
07/16/18,11:07:23,25.50,60.40,1046,0,634
```

Irudia 49: microSD Fitxategiko datuak

Ondoren, Excel moduko aplikazio baten bitartez adibidez, fitxategia irakurri eta komak mugatzat jarriz, Exceleko orri batera irauli daitezke, gero grafikak egin eta analizatzeko.

Esan beharra dago, programak defektuz hilea/eguna/urtea formatuan gordetzen duela data, eta horrela utzi dela proiektua gauzatzean, beraz, datuak Excel-era inportatzen direnean hurrengo MDA (Mes/Día/Año) formatua aukera hautatuko da:



Irudia 50: Datuak Excelera inportatzea MDA formatuan

Horrela, behin Excel-era inportatuak daudenean, eguna/hilea/urtea formatuan agertuko dira:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Date	Time	Temperature	Humidity	Lux	UV_index	Soil_Moisture
2	16/07/2018	9:35:00	23.30	66.30	456	0	0
3	16/07/2018	9:38:05	23.30	66.30	93	0	0
4	16/07/2018	9:41:10	23.40	66.80	190	0	0
5	16/07/2018	9:44:43	23.40	66.80	105	0	0
6	16/07/2018	9:47:47	23.40	66.80	92	0	0
7	16/07/2018	9:50:50	23.30	66.60	186	0	0
8	16/07/2018	10:00:03	23.60	69.50	1640	0	597
9	16/07/2018	10:03:07	23.80	68.10	1553	0	599
10	16/07/2018	10:06:10	23.90	67.30	1794	0	600
11	16/07/2018	10:09:14	23.90	67.10	1141	0	599
12	16/07/2018	10:12:18	23.90	66.70	1597	0	595
13	16/07/2018	10:15:21	24.00	66.30	1453	0	601
14	16/07/2018	10:18:25	24.20	66.30	1266	0	600
15	16/07/2018	10:21:29	24.20	65.40	1730	0	606

Irudia 51: Excel orrian datuak

Ondoren datu horien hartuz emaitzak analizatu daitezke (Emaitzen atalean agertuko dira grafikak).

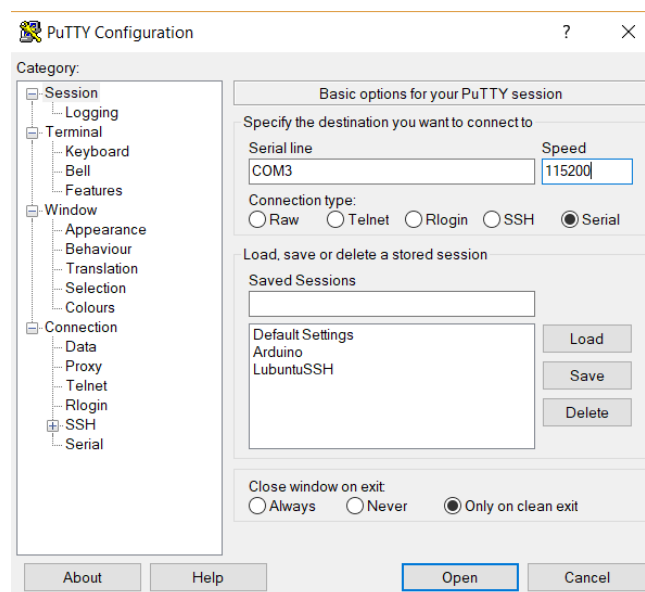
7.5. Wi-Fi konfigurazioa

Atal hau proiektuaren parte garrantzitsu bat da. Izan ere, monitorizazio sistemari IoT aplikazioaren ezaugarriak eman nahi bazaizkio, ezinbesteko da Interneterako konexioa lortzea. Gainera, aurretik esan den moduan, plaka honek ez dauka RTC modulurik data eta ordua eguneratzeko eta funtzio hau Wi-Fi bidez egin behar du. Beraz, bai IoT plataformarekin komunikatzeko, bai eta data fidagarriak lortzeko Wi-Fi konexioa bermatzea lortu behar da.

Arduino Yún plakaren oinarritzko konfigurazioa eta Wi-Fi sare batetara konektatzeko lehen pausuak nola eman I. Eranskinean azaltzen dira, beraz, ez dira azalduko. Baina, proiektua unibertsitatean egin eta inplementatu nahi denez, eduroam sarera konektatzea lortu behar da, eta sare hau korporatiboa izatean eta erabiltzaile bakoitzarentzat pasahitz desberdin bat edukitzean, jarraitu beharreko pausuak eta egin beharreko konfigurazioa desberdinak dira.

Hasteko, ez du balio I. Eranskineko metodoa jarraitzeak (honek LAN sare partikularretarako balio du), horren ordez, eskuz konfiguratu beharko dira plakaren linux parteko haririk gabeko sareen konfigurazio fitxategiak.

Hau egiteko, lehendabizi plakan Bridge liburutegian datorren “YunSerialTerminal” programa kargatu behar da, honela plakara serial bidez atzipena ahalbidetzeko. Ondoren, Windows Sistema Eragilea erabiliz, puTTY programa exekutatu eta serial aukeran Yún-a dagoen COM portua idatzi behar da. “Speed” atalean, berriz 115200 zenbakia jarri behar da hori baita programan jartzen duen balioa.



Irudia 52: puTTY konfigurazioa

Behin barruan, erabiltzaile eta pasahitza sartu behar dira, erailtze bezala “root” jarri daiteke, eta pasahitza, lehen aldiz plaka konfiguratzeko aukeratutakoa da (lehenetsia “arduno” edo “doghunter”).

Erabiltzailea eta pasahitza jarri direnean, plakaren Linux aldea konfiguratzeko aukera egongo da. Hortaz, plaka unibertsitateko eduroam sarera konektatzea lortu nahi denez, sarearen ezaugarriak zeintzuk diren begiratzuz [34].

Sarearen ezaugarriak zeintzuk diren jakinda, “/etc/config” direktorioa atzitu eta “Network” eta “Wireless” fitxategiak konfiguratu behar dira hurrengo balioekin:

```
option type 'mac80211'
option hwmode '11ng'
option path 'platform/ar933x_wmac'
option htmode 'HT20'
list ht_capab 'SHORT-GI-20'
list ht_capab 'SHORT-GI-40'
list ht_capab 'RX-STBC1'
list ht_capab 'DSSS_CCK-40'
option disabled '0'
option channel 'auto'
option country 'ES'

config wifi-iface
option device 'radio0'
option network 'wwan'
option mode 'sta'
option ssid 'eduroam'
option eap_type 'ttls'
option encryption 'wpa-mixed-aes'
option auth 'PAP'
option identity 'jbilbao079@ikasle.ehu.eus'
option password '...'

root@jonbiyun:/etc/config#
```

Irudia 53: Arduinoaren Wireless konfigurazioa

```
root@jonbiyun:/etc/config# cat network

config interface 'loopback'
option ifname 'lo'
option proto 'static'
option ipaddr '127.0.0.1'
option netmask '255.0.0.0'

config interface 'lan'
option proto 'dhcp'

config interface 'wan'
option ifname 'eth1'
option proto 'dhcp'
option metric '10'

config interface 'wwan'
option proto 'dhcp'

root@jonbiyun:/etc/config#
```

Irudia 54: Arduinoaren Network konfigurazioa

Fitxategi hauetan 53. eta 54. Irudietako konfigurazioa jartzen denean, plaka eduroam sarera konektatzea lortuko da. Beraz, honela, haririk gabeko sare bidezko konexioa ezartzearen atala burututa geratuko litzateke.

7.6. IoT plataforma

Azkenik, plakari datuen urrutiko kontrola ahalbidetzeko IoT aplikazio baten erabilera gehitzea faltako litzateke. Ekintza honetarako Ubidots Interneko plataforma erabiltzea aukeratu da, hainbat aukera eta erraztasun eskaintzen baititu datuak plakatik bidali, plataforman jaso, adierazi eta prozesatzeko eran.

Plataforma honen ezaugarri orokorrak alternatiben analisia atalean adierazi dira, beraz orain ez dira sakonki azalduko, baina bai adieraziko da nolakoa den datuak bidaltzeko programazio atala eta Interneteko datuen orrialdea.

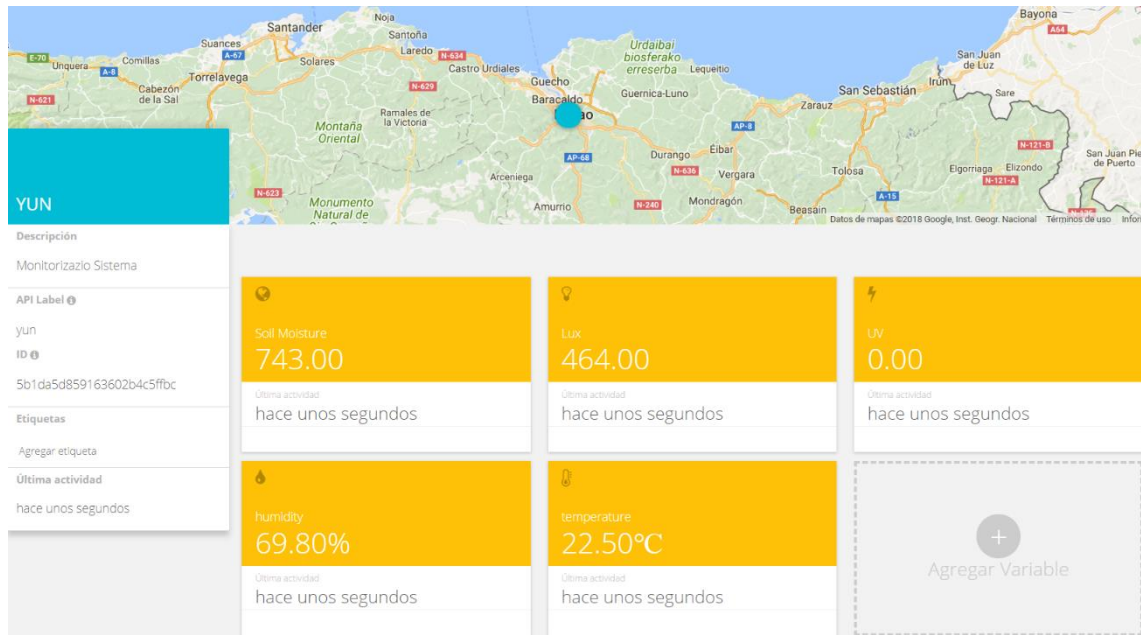
Hortaz, lehenik programazioaren atalari ekingo zaio. Honetarako Ubidots plataformak Arduino plataformarekin konexioak errazteko liburutegi bat eskaintzen du “UbidotsYUN.h” izenekoa. Liburutegi honen laguntzaz, lehenik eta behin, konexioa ezartzeko erabiliko den Token-a definitu behar da. Token hau Ubidots-en erabiltzaile orrialdean “credenciales del API” atalean ikusi daiteke zein den.

Token-a ezagutzen dela, programan definitu behar da eta ondoren “*Ubidots client(TOKEN);*” eta “*client.inif*” kode lerroa jarritz konexioa gauzatzea lortzen da. Beraz, ikusi daiteke oso metodo erraza dela komunikazioa ezartzeko.

Ondore, “*#define*” bitartez bidali nahi diren aldagaiak definitu behar dira, eta sentsoreetatik jasotzen diren datuak haiei esleituz, Ubidots-era bidali “*client.sendAll();*” aginduaz.

Pausu hauek jarraituz, konexioa eta datuen bidalketa eginda geratuko lirateke (I. Eranskinean kodigo osoa dago).

Atal honekin amaitzeko Ubidots plataformak datuak adierazteko eskaintzen dituen aukera batzuk aztertuko dira.



Irudia 55: Ubidots dispositiboaren orrialdea

55. Irudian sortutako monitorizazio sistemara atzitzuz orrialdea nola agertzen den ikusten da. Bertako edozein ingurumen faktoretan klikatzen bada, faktore horretan jasotako azken ordu zein egunetako datuak agertuko dira. Adibidez, hurrengo irudian temperaturaren datuen orrialdea ikusi daiteke:




Irudia 56: Ubidots temperatura orrialdea

Faktore guztien datuak ikusi daitezke modu horretan eta aukeratzen den egunetako grafikak ikusi.






Honetaz gain, plataforma honen bidez alarmak jarri daitezke daturen batetako balioak aurrez ezarritako muga bat gainditzen badu ohartarazpena jasotzeko mugikorreko mezu zein e-mailaren bidez, 57. eta 58. Irudietan ikusten den bezala.


Azkenik, datuak denak batera kontrolatzeko, grafikak ikusteko eta bataz-bestekoak denbora errealean kalkulatzeko orrialde bat ere konfiguratu daiteke, zeina emaitzen atalean erakutsiko den.






Seleccionar un Dispositivo


YUN

Seleccionar una Variable

 Soil Moisture  Lux  UV  humidity  temperature

si  temperature

 menor  mayor  menor o igual  mayor o igual  igual

a

Irudia 57: Ubidots ohartarazpena sortu

 Enviar correo  Enviar SMS  Enviar Telegram  WebHook  Establecer una variable

Irudia 58: Ubidots ohartarazpenerako aukerak

7.7. Emaitzak

Metodologiaren atal honekin bukatzeko, monitorizazio sistema osorik konfiguratu eta garatu ostean lorturiko emaitzak erakutsiko dira. Bai Ubidots plataformaren bidez lortutako datu batzuk erakutsiz, bai eta microSD txartelean datuekin lortu daitezkeen grafikak bistaratuz.

Esan beharra dago, proiektu honetan ez direla lortutako emaitzen balioak era sakon batean analizatuko, hau da, ez da aztertuko plantazioari nola eragiten dieten lortu diren balioek. Izan ere, proiektu honen helburu nagusia monitorizazio sistema bera garatzea da, eta etorkizunean sistema guztiz inplementatzea pentsatzen bada, datuen analisi sakonagoa egiteko posibilitatea egongo da.

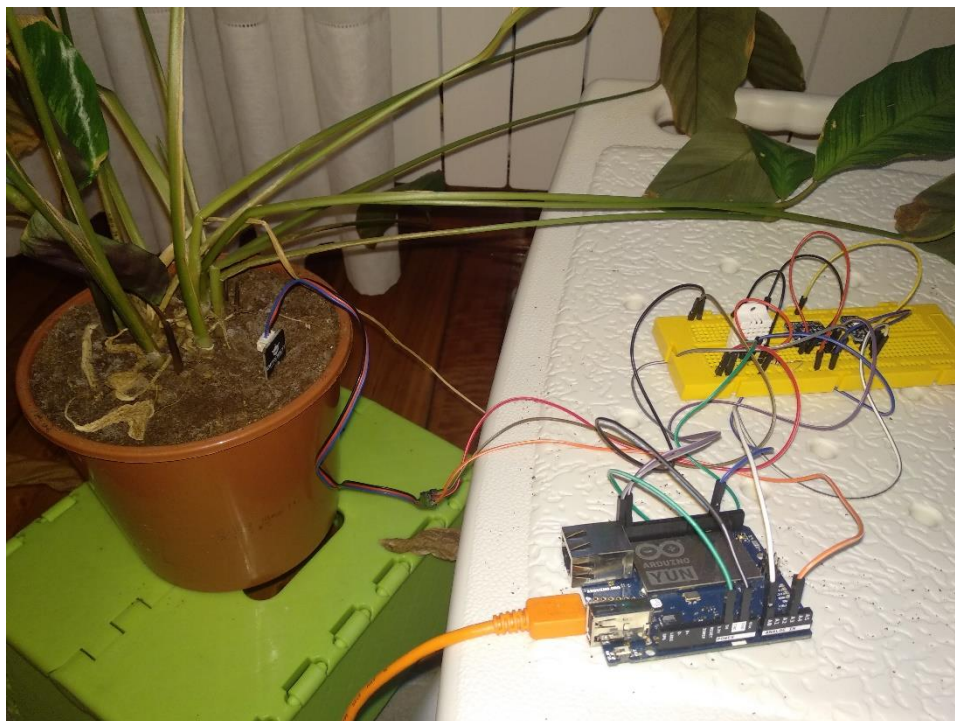
Gainera, sistema hau benetako sistema baten prototipoa denez, probak etxe bateko landare batean egin dira, ez baitago unibertsitateko ortuan Arduino plaka ortua dagoen lekuan elikatzerik (bateria bidez ez bada) eta gainera estaldura eta babesak inplementatzea faltako litzateke aire librean jarri ahal izateko.

Hurrengo irudian unibertsitateko ortua agertzen da:



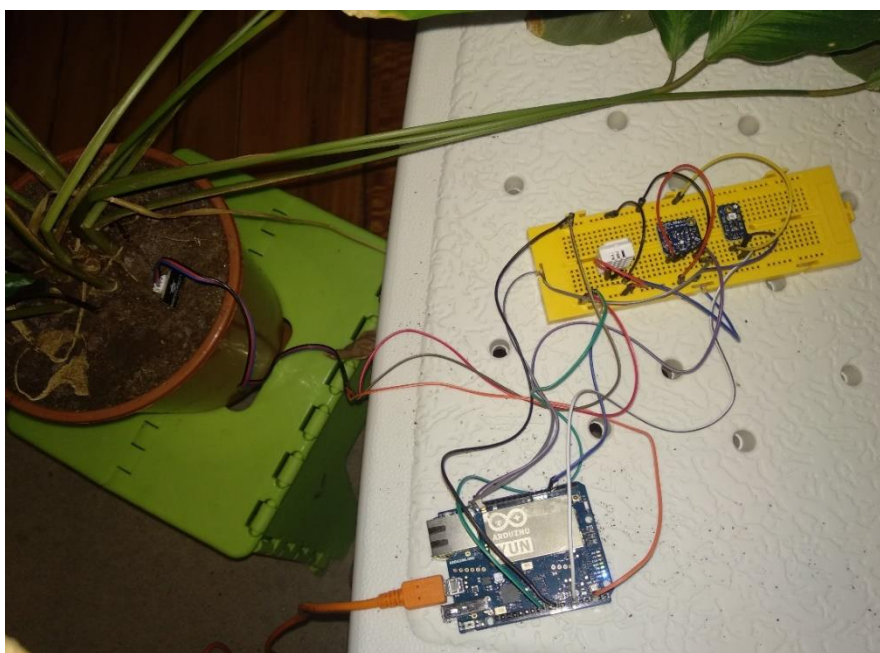
Irudia 59: Unibertsitateko ortua

Beraz, kasu honetan hurrengo irudietan agertzen den sistema muntatu eta probatu da:



Irudia 60: Monitorizazio sistemaren prototipoa 1

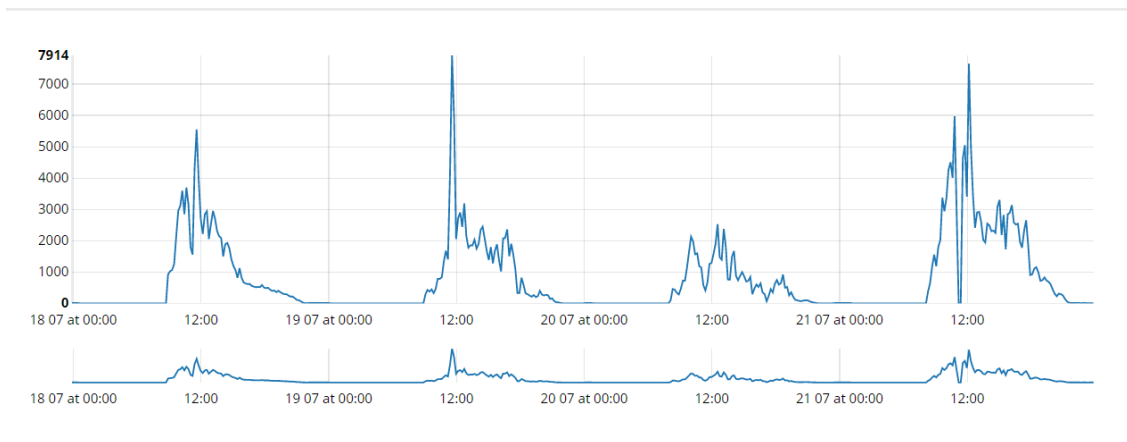
Hona hemen beste irudiko bat:



Irudia 61: Monitorizazio sistemaren prototipoa 2

Sistema honetatik hurrengo balioak lortu dira Ubidots plataformaren bitartez (3 egunetako datuak):

- Argitasuna (Lux):



Irudia 62: Argitasun grafika Ubidots

- Aireko hezetasuna (%-tan):



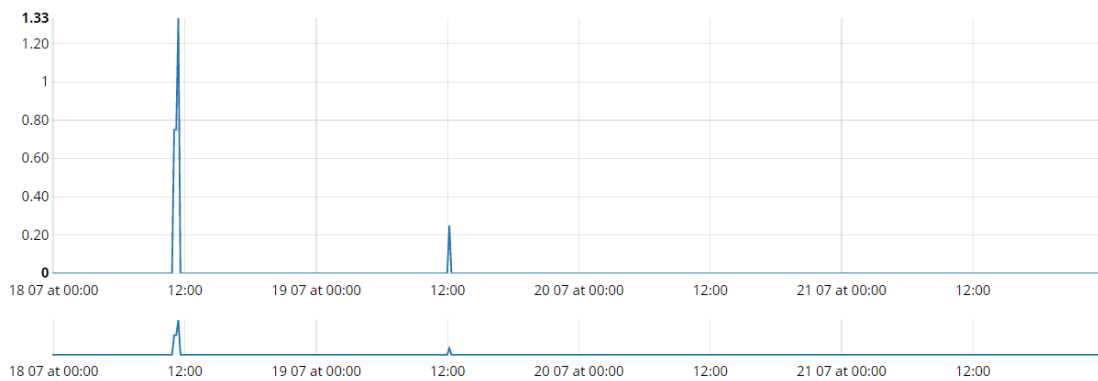
Irudia 63: Aireko hezetasun grafika Ubidots

- Temperatura (°C):



Irudia 64: Temperatura grafika Ubidots

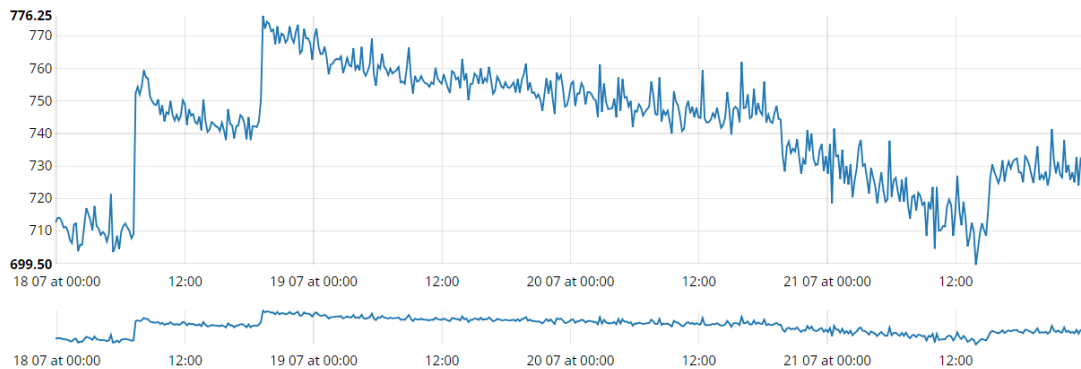
- Erradiazio ultrabioleta (indizea):



Irudia 65: UV erradiazioaren grafika Ubidots

Etxe barnean eta normalean leihoa itxita egonez, normala da UV erradiazioaren balioa ia beti 0 izatea, hala ere, balio hauek lehen pikoia 1 indizea izango litzateke eta 2. Pikoia 2 indizea, baina programan errore bategatik horrela agertzen dira.

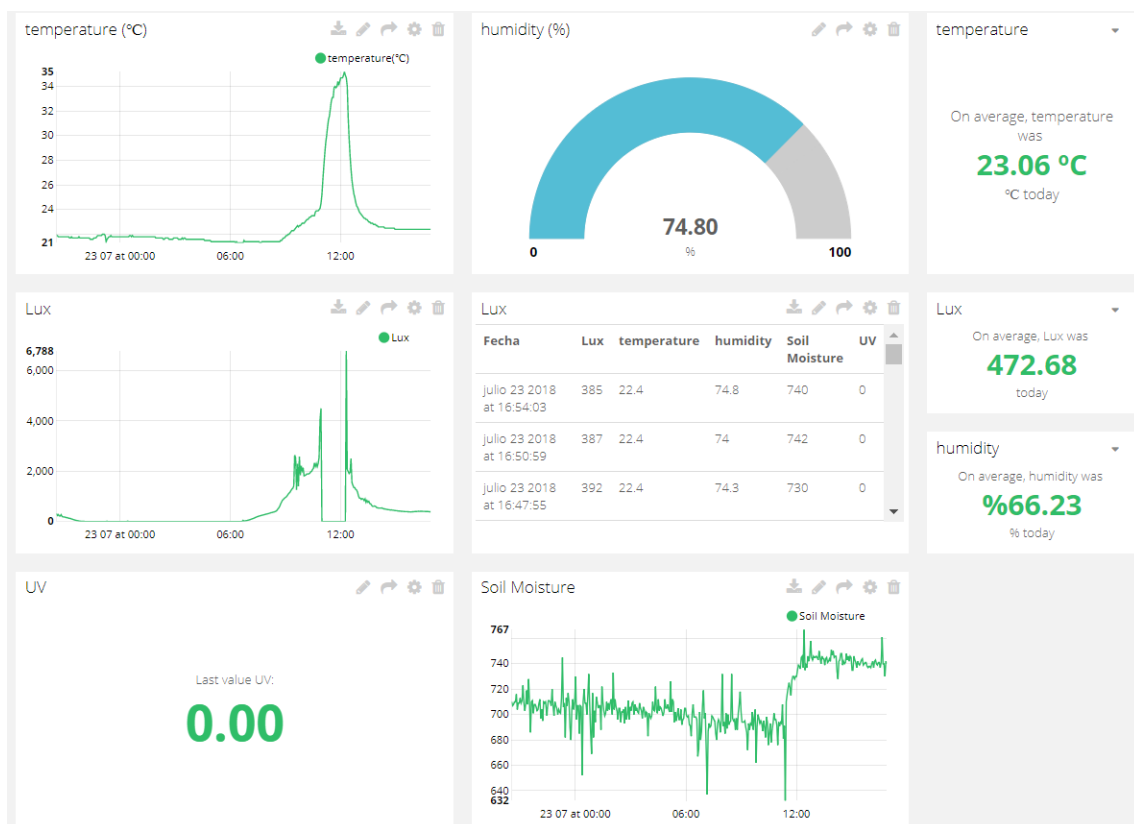
- Lurreko hezetasuna:



Irudia 66: Lurreko hezetasunaren grafika Ubidots

Grafikei erreparatuz, balioak ondo jasotzen direla esan daiteke, eta zentzua daukatela (UV erradiazioarenak izan ezik, justu data horietan programan errore bat zegoelako), gainera modu ulerterrazean erakusten dira eta tarte ezberdinetako egunen datuak ikusteko aukera dago.

Hona hemen datuak batera erakusten diren panelaren itxura:



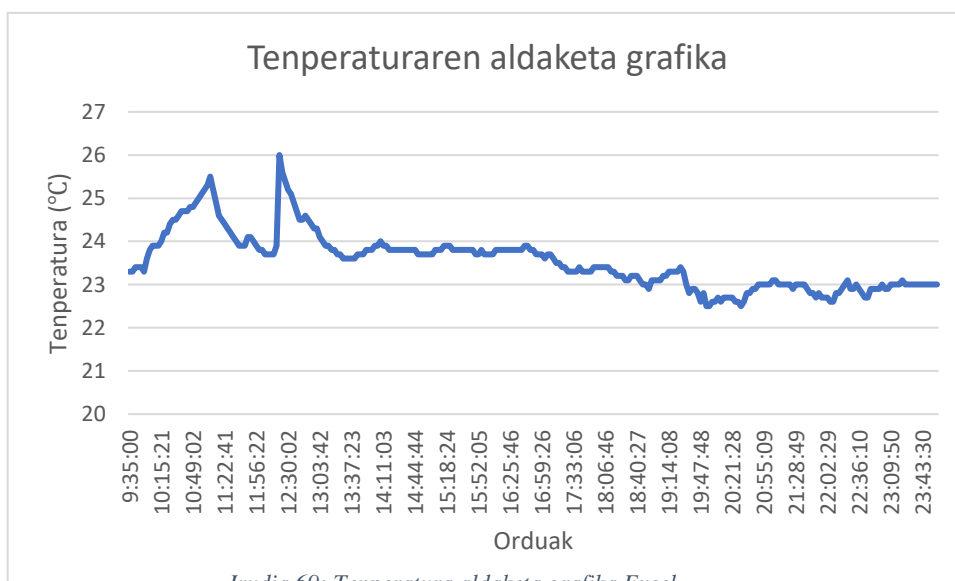
Irudia 67: Ubidots datuen panela

Ikusi daitekeenez, temperaturaren, argitasunaren eta aireko hezetasunaren eguneko batz-besteak egiten dira, temperatura argiaren eta lurreko hezetasunaren grafikak erakustez gain. Bestalde, azken neurketaren UV erradiazioaren balioa eta aireko hezetasunaren ehunekoak adierazten dira. Eta amaitzeko, datu guztien zerrenda bat, faktore bakoitzetik jasotako azken 50 balioak jartzen dituen kontsultatu nahi izatekotan.

Emaitzen atal honekin bukatzeko Excel orrialdean egun bateko datuekin lortu daitezkeen grafikak erakutsiko dira:



Irudia 68: Aireko hezetasun aldaketa grafika Excel



Irudia 69: Temperatura aldaketa grafika Excel

Beste aldagaien grafikak era berean egin daitezke eta formatu berean analizatu, beraz, honekin burututzat emango da emaitzak erakusteko atala.

8. PLANGINTZA

Atal honetan proiektuan zehar burututako faseak deskribatzen dira. Proiektua lan paketeetan (LP) banatzen da. Lehenik eta behin, lan taldea deskribatzen da. Ondoren, LP guztien azalpena egiten da eta Gantt-en diagrama batean irudikatu. Azkenik, mugarriak deskribatzen dira.

8.1. Lan taldea

Lan taldean 2 kidez osatuta egongo da:

Proiektu zuzendaria (K1): Proiektuaren inguruan gertatzen diren gauza guztiak gainbegiratzeaz arduratuko da, alderdi tekniko eta ekonomikoen inguruan hartu behar diren erabakiak hartzeaz gainera. Honetaz gain, Junior Ingeniariak egindako lana gainbegiratzeaz ere arduratuko da.

Junior Ingeniaria (K2): Proiektu buruaren gainbegirapenaz, proiektuaren garapena egiteaz arduratuko da. Bere eginbeharren artean, planifikazio tekniko osoa, alternatiben analisia, errentagarritasun analisia eta, merkatu eta teknologien analisia egitea egongo dira.

Kodea	Izena	Enpresa	Erantzukizuna
K1	Javier Bilbao Landatxe	E.T.S.I*	Proiektu Zuzendaria
K2	Jon Bilbao Zarragoitia	E.T.S.I*	Junior Ingeniaria

*E.T.S.I: Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Taula 10: Lan taldea

8.1.1. Erantzukizun matrizea

Hurrengo taulan, lan taldeko kide bien erantzukizunak zeintzuk diren azalduko dira, eta baita bakoitzak erantzukizunetan izango duen pisua zein izango den ere.

ERANTZUKIZUNAK	K1	K2
Proiektuaren gestioa	1,2	
Helburuen definizioa	1,3	2,4
Informazio bilaketa	1,2,3,4	2
Erabaki teknikoak	1,3,4	1,2
Finantzaketa	1,2	4
Entregagaiak	1,4	2

Taula 11: Erantzukizun matrizea

Legenda:

- 1: Erabakitzen du
- 2: Exekututzen du
- 3: Aholkatzen du
- 4: Informatua da

8.2. Lan paketeen deskribapena eta eginbeharrak

Proiektu hau bi fasetan eta hiru lan paketetan banatzen da, ondoren azalduko den moduan:

1.Fasea: Planifikazioa eta burutzea

✓ **LP 1: Diseinuen ikerketa (LP 1)**

Lehen lan pakete honetan proiektuaren inplementazio fisikoaren inguruko alderdien ikerketa egingo da.

- **LP 1.1: Hardware diseinuaren ikerketa**
Proiektuaren garapenerako eta inplementazio fisikorako beharrian teknikoaren analisia egingo da atal honetan. Horrela, proiektua gauzatzeko beharrezkoak diren osagai elektronikoen aukeraketa egingo da.
- **LP 1.2 : Software diseinuaren hasierako pausuak**
Era berean, beharrezkoa izango da sistemaren funtzionamendua nolakoa izango den pentsatzea eta hori nola programatu jakitea, hardware atalak elkarrekin komunikatu eta monitorizazio sistema osoa garatzeko helburuarekin. Atal honetan, osagai elektronikoen (sentsore eta plaka) guztiak ondo dabilzala egiaztatzeko programazio probak egingo dira. Gutxinaka osagaiak batera probatu beharko dira

funtzionamendua zuzena dutela egiaztatzeko, horrela sistema osoaren funtzionamendua probatu arte. Gainera, IoT plataforma aukeratu eta datuak gordetzeko fitxategi sistema definitu beharko dira, geroago zuzen inplementatzeko.

✓ **LP 2: Muntaketa fisikoa (LP 2)**

Behin diseinuak planifikatuta, monitorizazio sistemaren prototipoa muntatu beharko da.

- LP 2.1 : Osagai bakoitzaren probak
Osagaiak eskura dauden unean, bakoitzari hasierako proba batzuk egin beharko zaizkio bai programazio zein elektronika aldetik, guztiak ondo daudela egiaztatzeko (sentsoreei adibidez). Osagai baten batean zerbait fabrikatu behar bada ere probatu egin beharko da ea ondo dabilen.
- LP 2.2 : Inplementazio fisikoa
Behin beharrezko osagai guztiak daudela eta programazio probak bete direla, prototipoaren muntaketa egin beharko da eta amaierako programa osatu, Interneko konexioa gehitu, IoT plataformarekin komunikazioa bermatu eta datuen fitxategia programatuz.

2.Fasea: Amaierako Probak

✓ **LP 3: Prototipoaren analisia (LP 3)**

Lan pakete honetan amaierako prototipoaren beharrezko proba guztiak egingo dira, sortu diren errore posible guztiak zuzenduz.

- LP 3.1 : Plakaren eta sentsoreen funtzionamenduan probak
Aurretik ere probak eginda egon arren, behin prototipoa guztiz garatuta dagoela berriz ere probak egingo dira bai plaka bai sentsoreak ondo funtzionatzen dutela egiaztatzeko.
- LP 3.2: IoT eta fitxategi sistemaren funtzionamenduan probak
Wi-Fi bidezko Interneteko konexioa jarrita dagoela konexioaren inguruko probak egingo dira, datuak Interneteko plataformara ondo bidaltzen direla egiaztatuz, eta konfigurazioak ondo funtzionatzen duela bermatuz. Era berea, fitxategi sistema izango den microSD txartelean datuak ondo gordetzen direla probatu beharko da
- LP 3.3: Erroreen zuzenketa
Lan pakete honetan zehar izan daiteke erroreak aurkitzea aztertutako atalen batean, beraz, beste lan pakete horiekin paraleloan erroreen zuzenketa izango den lan pakete hau egongo da. Horrela, erroreak

aurkitu bezain laster konponduko dira, eta lan honetarako denbora tarte txiki bat gehituko da, guztia ondo zuzentzen dela bermatzeko.

8.3. Mugarriak

Proiektua era kontrolatu eta normalizatu batean garatzeko helburuarekin, proiektu zuzendariarekin batzarrak egingo dira, berak proiektuaren garapenari buruzko informazioa jaso eta garapen hau kontrolatu dezan.

Ondoren proiektu honetan izandako mugarriak agertzen diren taula bat irudikatzen da, non mugarriaren izena eta bera betetzen den proiektuaren unea azaltzen diren.

Mugarria	Proiektuaren denbora	Izena
M1	0. astea	Proiektuaren hasiera
M2	11. astea	Hasierako planifikazioa
M3	20. astea	Lehenengo proben bukaera
M4	24. astea	Azken inplementazioaren iragatea
M5	34. astea	Inplementazioaren amaiera
M6	38. astea	Proiektuaren amaiera

Taula 12: Mugarrien taula

- **M1. Proiektuaren hasiera**

Lehen mugarri honetan proiektuan lortu nahi diren helburuak definituko dira eta proiektuarekin konpondu nahi den problematika adostuko da.

- **M2. Hasierako planifikazioa**

Puntu honetan, amaierako proiektua zein izango den nahiko zehazki ezagutzen da, beraz, proiektua burutzeko behar izango diren osagaiak zein izango diren adostu eta alternatiba ezberdinen analisia egingo da, horrela beharrezko osagaiak eskuratzen joanez.

- **M3. Lehenengo proben bukaera**

Mugarri honetan, aukeratutako osagaien lehen probetan jasotako emaitzen berri emango da, dena ondo joan den edo arazoak egon diren jakinarazteko.

- **M4. Azken inplementazioaren iragatea**

Momentu honetan, lehenengo probetan sortutako erroreak (egotekotan) eta hasierako planifikaziotik egin beharreko zuzenketak egin eta gero, prototipoaren azken inplementazioa burutzen hasi eta ondorengo informazioa batu beharko da.

- **M5. Inplementazioaren amaiera**

Mugarri honetan, proiektuaren inplementazio fisikoa (bai eta programazio aldea) bukatutzat emango dira, eta lehen emaitzak erakutsiko zaizkio proiektu zuzendariari.

- **M6. Proiektuaren amaiera**

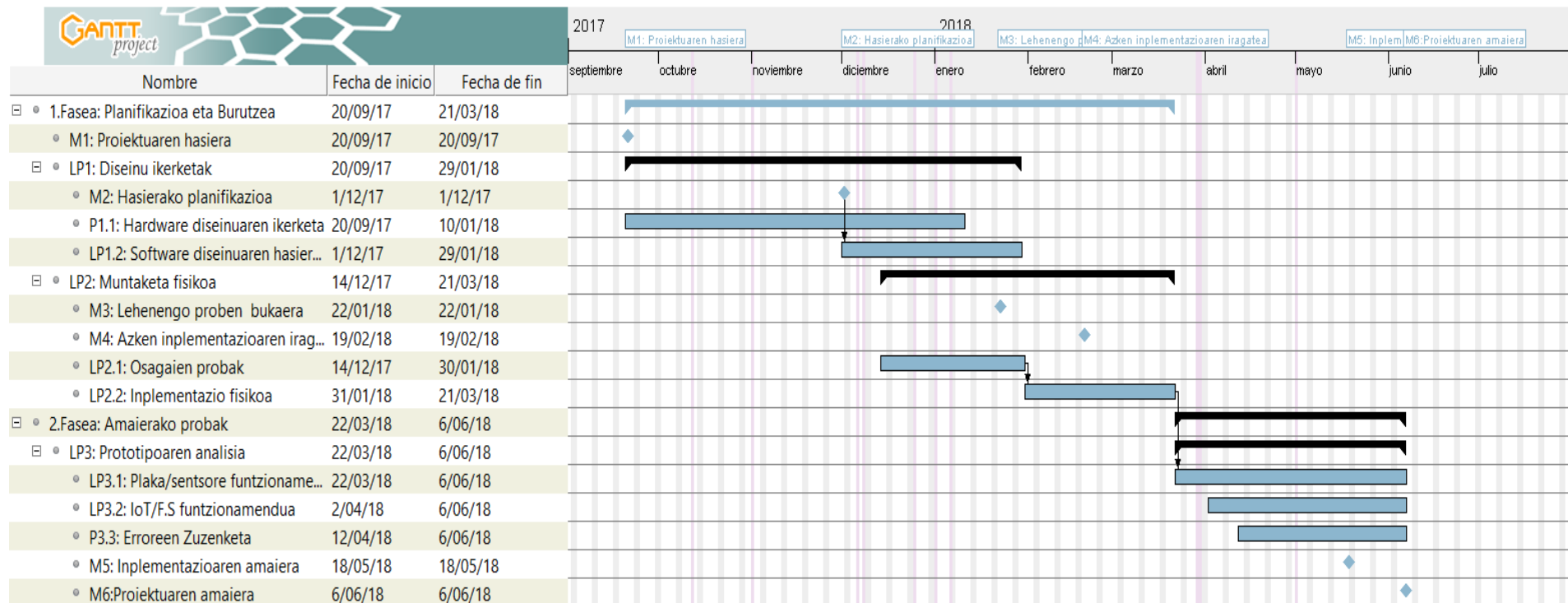
Beharrezko proba eta zuzenketa guztiak egin ondoren, bukatutzat emango da proiektu hau.

8.4. Entregagaiak

Proiektu garatzen doan bitartea, entregagai batzuk garatu beharko dira informe modura, proiektuaren nondik norakoak zuzendariari azaltzeko eta lortutako emaitzak, probak eta analisiak jakinarazteko.

Entregagaia	Izenburua
E1	Proiektuaren hasierako ikerketak
E2	Hasierako planifikazioaren informea
E3	Egindako proben informea
E4	Azken planifikazioaren informea
E5	Lortutako hasierako emaitzen informea
E6	Amaierako emaitzen infromea

8.5. Gantt Diagrama



Irudia 70: Gantt Diagrama

9. GASTUEN AITORPENA

Atal honetan proiektuan zehar izandako kostu totala azaltzen da. Kostuak lau motetakoak izango dira: Barne orduak, amortizazioak, azpikontratazioak eta gastuak.

9.1. KOSTUAK

9.1.1. BARNE ORDUAK

Ataza honetan proiektuko partaide bakoitzaren lanordu kopurua eta horren kostuak azaltzen dira.

Partaideak	Prezioa/orduko (€/h)	Ordu kopurua	Guztira (€)
Proiektu zuzendaria	60	50	3.000
Junior Ingeniaria	40	320	12.800
Barne orduen kostu toala:			15.800

Taula 13: Barne orduen kostua

9.1.2. AMORTIZAZIOAK

Proiektu honetan erabili diren materialak amortizagarriak edo proiektuan bertan soilik erabili eta proiektuko gastu moduan kontuan hartu behar izango direnak izango dira.

Material amortizagarriak proiektu honetaz gain erabili ahal izango diren materialak dira. Material hauek aurretiaz eskura izan ditzakegu, eta proiektua bukatu ostean ere oraindik erabilgarri egon daitezke beste proiektu edo lan batzuetarako. Beraz, hauen kostuak, beraien bizitza erabilgarriaren eta proiektuan erabilitako ordu kopuruaren arabera kalkulatu dira.

Hona hemen proiektuan erabilitako material amortizagarriaren taula:

Baliabidea	Prezioa (€)	Bizitza erabilgarria (ordu)	Erabilitako Ordu kop.	Baliabidearen kostua (€)
Proiektu zuzendariaren ordenagailua	800	2000	40	16
Junior ingeniariaren ordenagailua	800	2000	290	116
Arduino Yún plaka	64	1500	300	12,8
DHT22 sentsorea	11,27	1000	250	2,8175
TSL2561 sentsorea	7,91	1000	250	1,9775
GUVA-S12SD sentsorea	8,82	1000	250	2,205
SEN0114 Soil-moisture sentsorea	2,7	1000	250	0,675
Protoboard	4,95	2000	300	0,7425
microSD txartela	6	3000	250	0,5
Arduino IDE Softwarea	0	0	0	0
Ubidots IoT plataforma	0	0	0	0
1 x Pen drive 16GB	6	3000	200	0,4
USB motako kargadorea	12	1000	200	2,4
Amortizazioen kostu totala				156,51

Taula 14: Amortizazioen kostuak

9.1.3. AZPIKONTRATAZIOAK

Proiektu honetan ez da azpikontrataziorik egin, beraz ez du kosterik ekarri proiektuan.

9.1.4. GASTUAK

Berrerabili ezin izango diren baliabideen kostua aitortzen da ataza honetan. Hau da, proiektu honetan soilik erabiltzeko baio izan dituzten baliabideen kostuak azalduko dira.

Baliabidea	Kostua (€)
Bulego gastuak	40
Elektrizitatea	300
Internetarako konexioa	100
Kable paketea	4,51
Guztira	444,51

Taula 15: Gastuen kostuak

9.2. Guztizko kostu aitortpena

Ataza	Kostua (€)
Barne orduak	15.800
Amortizazioak	156,5175
Azpikontratazioak	0
Gastuak	444,51
Azpitotala	16.401,03
Ezusteak eta kontingentzia plana (%10)	1.640,10
Guztira	18.041,13

Taula 16: Guztizko kostu aitortpena

Guztizko gastuen taulan ikusi daitekenez, proiektu honen elaboraziorako 18.041,13 € behar izan dira, ezuste eta kontingentzia planerako beharrezko kostua ere kontuan hartuta.

10. BIDERAGARRITASUN ANALISIA

Atal honen helburua proiektuaren bideragarritasuna analizatu eta proiektua bideragarria dela ondorioztatzea da. Hortaz, proiektua bideragarria dela ondorioztatzeko hurrengo alderdiak hartuko dira kontutan:

- Bideragarritasun teknikoa
- Bideragarritasun juridikoa
- Bideragarritasun operatiboa
- Denbora bideragarritasuna

Ondoren, alderdi hauetako bakoitza era labur batean azalduko da.

10.1. Bideragarritasun teknikoa

Funtsezkoa da proiektuaren bideragarritasun teknikoa aztertzea, hau beteko ez balitzake, proiektua burutzeak ez bailuke zentzurik izango. Beraz, bideragarria dela frogatzeko helburuarekin eta galdera-erantzun metodologia erabiliz, bideragarritasun teknikoa aztertuko da.

- **Existitzen da proiektua burutzeko beharrezko teknologia? Eskuragarria da?**

Proiektua garatzeko lehen pausu beraren planifikazio teknologikoa burutzea da. Aurreko ataletan azalduta agertu da badaudela proiektua aurrera eramateko beharrezko produktu teknologikoak eta gainera beraien kostua zentzuzkoa dela. Beraz, produktu hauen eskuragarritasuna ez da arazo bat.

- **Aukeratutako osagai eta metodoek beharrezko espezifikazio minimoak betetzen dituzte?**

Bai, betetzen dituzte. Mikrokontrolagailuaren aukeraketa izan da atazarik zailena, aukera asko baitzeuden proiektua burutu ahal izateko, baina aukeratutako materialak proiekturako beharrezko espezifikazioak ondo betetzen ditu.

- **Sistema malgua da?**

Bai, bai Software aldetik, bai eta Hardware aldetik ere. Erabili den hardware eta kodigo libreko metodologiari esker, sisteman osagaiak sartu edo kendu nahi badira ez legoke arazorik, eta software aldean ere aldaketak egin nahi izanez gero problemarik gabe burutu daitezke.

10.2. Bideragarritasun juridikoa

Ataza hau, proiektuaren helburua komertzializatua izatea denean aztertu beharrekoa da. Baina, proiektu honen garapena, zuzendaritza eta koordinazioa Bilboko Ingeniaritza Eskolako Matematika Aplikatuko departamentuaren esku egon denez eta ez dagoenez produktua komertzializatzeko asmorik, ez da beharrezkoa bideragarritasun hau aztertzea.

10.3. Bideragarritasun operatiboa

Behar izan diren informazio iturriak, garapenerako materiala eta beharrezko aurrekontua eta inbertsioa Bilboko Ingeniaritza Eskolako Matematika Aplikatuko departamentuak eman ditu.

Proiektuaren zuzendariak, Javier Bilbao, harreman ona egotean lagundu eta proiektuaren garapen zuzenerako beharrezko laguntza eta asistentzia guztiak ematen ditu.

10.4. Denbora bideragarritasuna

Ataza honetan, proiektua burutzeko epeen bideragarritasuna egiten da, eta amaierako datarako bukatuko den aztertu.

Aurretik azaldutako lan paketeen (LP) burutzeko jarri diren epeak nahiko errealistak dira. Hala ere, ez da derrigorrezkoa aurretik deskribatutako lan plana aldaketarik gabe betetzea. Lan plan honen epeak proiektua burutzen doan heinean aldatzen joan ahal izango dira, lan pakete batzuk lehenago eta beste batzuk beranduago bukatzeko aukerarekin. Beraz, proiektua bukatzeko amaierako datak aldaketak jasan ahal izango ditu prozesuan zehar.

Izan daiteke, erroreen detekzioa egitean ustekabeko erroreak aurkitzea eta lana atzeratzea edo, alderantziz, errorerik ez egotea eta lana aurreratzea, beraz, zehatz planifikatu ezin den gauza bat da. Hala ere, proiektuaren amaiera data ez da asko aldatuko bere amaiera data teorikotik.

11. ARRISKUEN ANALISIA

Atal honetan, proiektua burutu ahala aurkitu daitezkeen arriskuak aztertuko dira. Arrisku hauek proiektuaren epeetan, garapenean eta aurrekontuan eragina izan dezakete, nahi ez diren emaitzak lortuz edo proiektua bertan behera uztea eraginez

Arrisku bat baloratzeko garaian kontuan izan behar da izan dezakeen inpaktua eta agertzeko probabilitatea. Jarraian arriskuen deskribapen bat eta bakoitza saihesteko kontingentzia neurriak azaltzen dira.

11.1. Aukeratutako osagaien arazoak (A1)

Posible da proiektuan zehar aukeratu diren osagaien arazoak izatea, ez dutelako funtzionatzen edo matxuratu direlako, edo baita kodean akatsen bat izateagatik eta ez funtzionatzea nahi den bezala. Gainera, osagaien eskuragarritasuna ere arrisku moduan kontuan hartu beharko da, osagai bat aukeratu eta lortu ezin bada, proiektua ezingo baita aurrera eraman (beste bat aukeratu gabe). Arrisku honen agertzeko probabilitatea ertaina da eta inpaktua altua.

Kontingentzia neurri moduan, posible da aukeratutako osagai bakoitza banaka-banaka eskuratu bezain laster probatzea ziurtatzeko denak ondo funtzionatzen duela eta kodeak ondo daudela. Horrela akatsa detektatu ezean zuzendariari edo beharrezko pertsonari bati laguntza eska dakiok. Honekin batera, kontuan hartu beharko da osagaien eskuragarritasuna aukera egin ahala, ezusterik ez gertatzeko.

11.2. Garapenean arazo teknikoak (A2)

Monitorizazio sistema baten prototipoa garatu behar den proiektu teknikoa izatean, izan daiteke, garapenean arazo teknikoak agertzea, hala nola, osagaiak elkarrekin jartzean arazoak agertzea edo muntaketan zerbait gaizki jarri izana eta ondorioz osagaietako bat edo gehiago erre edo matxuratu izana. Gainera, proiektuak software alde garrantzitsu bat ere baduen bezala, kodea osatzen joan ahala erroreak agertu daitezke, eta ondorioz konexioek ondo ez funtzionatzea, IoT plataformarekin komunikazioa ondo ez betetzea edo microSD txartelean datuak ondo ez idaztea eraginez.

Arazo hauek saihestu edo lehen bai lehen aurkitu eta konpontzeko, proiektuaren parte diren zati guztien probak egin beharko dira aldaketa bat egiten den bakoitzean. Osagaiak banaka probatuta egongo direnez (aurreko arriskua) taldeka probak egin, eta funtzionamendu zuzena ziurtatu beharko da. Gainera, IoT plataformarekin konexioa zuzen bete eta microSD txartelean datuak ondo gordetzen direla ere probatu beharko da aldiro. Atal honetako arriskuak aurkitu eta saihestean emango da denbora gehien, arriskuaren probabilitatea altua eta inpaktua altua baitira.

11.3. Atzerapenak (A3)

Posible da proiektuan zehar plangintza ezin izatea jarraitu zehazki eta atzerapenak gertatzea arrazoi ezberdinen ondorioz. Proiektuaren atalen batek atzerapenak proiektu osoa atzeratzea ekar dezake eta arazoa sakontzea. Arrisku honen agertzeko probabilitatea eta inpaktua erdi-baxua da, atzerapenak gertatuz gero ere lan plana moldagarria baita.

Hori saihesteko ondo neurtu beharko da proiektuaren atal bakoitza burutzeko beharrezko denbora eta atzerapenak ekar ditzaketen faktoreak aurreikusi.

11.4. Datu galera (A4)

Arriskutsua izan daiteke proiektuan zehar datuak galtzea, adibidez IoT plataforman arazoak gertatuz edo microSD-ko fitxategia hondatuz. Arrisku honen gertatzeko probabilitatea baxua da baina inpaktua oso altua izango litzateke.

11.5. Lantaldeko kideren baten baja (A5)

Edozein proiektutan kontuan izan behar da partaideren batek baja izateko arriskua, kasu honetan lan taldea zuzendaria eta Ingeniari Juniorra dira, beraz bietako batek baja hartzea. Posible da proiektuan zehar kideren batek baja hartzea edo arrazoiren batengatik ezin izatea bere lana burutu denbora batez. Proiektua bi kidek osatzen dutenez arrisku honen eragina oso altua izango litzateke baina gertatzeko probabilitate oso baxua da.

Arrisku honen aurrean ezin da kontingentzia neurri handirik hartu, aukera bakarra gertatu ezker proiektuaren plangintza egoera berrira ahalik eta ondoen egokitzea izango litzateke.

11.6. Interneterako konexioa jaustea (A6)

Proiektu honetan garrantzi handikoa da Wi-Fi bidezko Interneterako konexioa eskura izatea. Izan ere, hau gabe ezin izango lirateke datuak IoT plataformara bidali eta beraz berauen urrutiko kontrola burutu. Beraz, Interneteko konexioa erortzen bada edo itzaten bada edo kodean konexio arazoak badaude proiektu honetarako arazo nahiko handia litzateke. Arrisku honen probabilitatea ertaina da eta inpaktua altua.

Arrisku honen aurrean, babesa ematen duen aukera microSD txartela izatea da, eta datuak urrutitik kontrola ezin izanda ere, behintzat bertan gordetzea lortzen da. Bestalde, periodikoki IoT plataforma begiratzea komeni da, datuak ondo iristen direla ziurtatzeko eta konexioak ondo jarraitzen duela bermatzeko.

11.7. Finantzaketa arazoak (A7)

Unibertsitateko departamentu batek koordinatutako proiektua izan arren, finantzaketa arazoak agertu daitezke, gehienbat departamentuak proiektua burutzeko beharrezko materiala erosteko ezintasuna azaltzen badu.

Arazo honen aurrean, kanpoko finantzaketa lortzea izan daiteke aukeretako bat, edo hasiera batetik eskura dagoen aurrekontua eskatu eta horra moldatu. Arazo hau gertatzeko probabilitatea oso baxua da, baina inpaktua altua.

		ERAGINA				
		OSO BAXUA	BAXUA	EERTAINA	ALTUA	OSO ALTUA
PROBABILITATEA	OSO BAXUA				A7	A5
	BAXUA					A4
	ERTAINA		A3		A1 A6	
	ALTUA				A2	
	OSO ALTUA					

Taula 17: Arriskuen probabilitate/eragin taula

12. ONDORIOAK

Proiektu honen helburu nagusia ingurumen faktore batzuk neurtzeko baliagarria izango zen monitorizazio sistema bat garatzea zen, honetarako hardware librea erabilita. Helburu hau lortzeko, aukera ezberdinen hardware zein software analisiak egin dira, eta erabiliko diren metodo eta osagaiak aukeratu ondoren, sistema muntatzeko eta kodigoa sortzeko atalari ekin zaio.

Nabarmendu beharra dago, monitorizazio sistemaren garapen honetan, hainbat problema ezberdin konpontzeko beharra zegoela, sistemak nahi ziren funtzionalitateak bete zitzan. Hala nola, datuen biltegitratzea egiteko sistema bat garatzea, Wi-Fi bidez plaka Internetera konektatzea () eta IoT plataforma baten bidez datuak gorde eta bistaratzeko aukera izatea.

Funtzio hauek guztiak Arduino Yún plakaren bidez kontrolatzea hautatu da proiektu honetan, bere ezaugarri eta funtzionalitateek oso aukera ona egiten baitute mota honetako proiektuak garatzeko. Alde batetik, tenperatura, aireko hezetasun, lurreko hezetasun, erradiazio ultramore eta argitasuna neurtzeko hautatu diren sentsoeren bidez datuak jaso eta prozesatzea lortzen da Arduino Yún plakarekin. Ondoren, plakak eskaintzen dituen liburutegiak erabiliz mikrokontrolagailu eta Linux partea komunikatu eta datuak microSD txarteleko fitxategi batean gordetzea lortzen da. Azkenik, datuen urrutiko kontrola eta bistaraketa egiteko, arduinoa Wi-Fi sarera konektatu eta IoT plataforma batera datuak bidaliz funtzio hori betetzea lortzen da.

Beraz, esan daiteke proiektu honen helburuak era egoki batean betetzea lortu direla, eta sistema hau prototipotzat erabiliz, etorkizunean sistema konplexu eta oraindik garatuago bat osatzeko erabili ahalko dela.

13. ERREFERENTZIAK

[1] Carbonell Polo, Nancy Elcira; De la Rosa Morrón, Daniel Eduardo, «Prototipo de estación meteorológica para la medición de variables ambientales aplicando técnicas de diseño experimental y el uso de la plataforma embebida Arduino».

[2] Ecured, artículo sobre GNU/Linux:

<https://www.ecured.cu/GNU/Linux>

[3]Arduinori buruzko informazio orrialdea:

<https://arduinodhtics.weebly.com/>

[4] Alejandro Cama, Emiro De la Hoz, Dora Cama. «Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las cosas»

[5] D. Evans. Internet de las cosas, «Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo»

[6]Internet of Everything, Cisco:

https://www.cisco.com/c/m/es_es/tomorrow-starts-here/ioe.html

[7]Arduinoren orrialde ofiziala:

<https://www.arduino.cc/>

[8] Atmel Datasheet-a modelo hauetarako ATmega48PA, ATmega88PA, ATmega168PA y ATmega328P:

<http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>

[9] Atmel Datasheet-a modelo hauetarako ATmega640/V, ATmega1280/V, ATmega1281/V, ATmega2560/V y ATmega2561/V:

<http://www.atmel.com/images/doc2549.pdf>

[10] Atmel Datasheet-a modelo hauetarako ATmega16U4 y ATmega32U4:

<http://www.atmel.com/Images/doc7766.pdf>

[11] Datasheet de Atmel para los microcontroladores Flash basados en la CPU AT91SAM ARM, Series SAM3X y SAM3A:

<http://www.atmel.com/Images/doc11057.pdf>

[12]Alderaketa taula Arduino, Arduino webgune ofizialetik:

<https://www.arduino.cc/en/Products.Compare>

[13] Arduino UNO , Arduino orrialde ofizialetik:

<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

[14] Arduino MEGA, Arduino orrialde ofizialetik:

<https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>

[15] Arduino Leonardo, Arduino orrialde ofizialetik:

<https://store.arduino.cc/arduino-leonardo-with-headers>

[16] Arduino Yun, Arduino orrialde ofizialetik:

<https://store.arduino.cc/arduino-yun>

[17] Foro oficial de Arduino, de Arduino, sección “Bugs and suggestions” :

<http://forum.arduino.cc/index.php/board,56.0.html>

[18] Didatec Tecnología Educativa, Introducción al sistema PICAXE. Revolution Education. 2001

[19] Raspberry PI, Orrialde ofiziala:

<https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspberry-pi-getting-started>

[20] Cetronic, DHT11 sentsorea:

<http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=888304028&cPath=1343>

[21] Cetronic, DHT22 sentsorea:

<http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=999334101&cPath=>

[22] Cetronic, AM2302 sentsorea:

<http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=999334036&cPath=>

[23] Cetronic, TSL2561 sentsorea:

<http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=999334022&cPath=>

[24] Cetronic, GUCA-S12SD sentsorea:

<http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=999334062&cPath=1343>

[25] K-electronica, ML8511 UV sentsorea:

<http://k-electronica.es/complementos/246-sensor-ultravioleta-ml8511-8436545519783.html>

[26] DFRobot, SEN0193 sentsorea:

<https://www.dfrobot.com/product-1385.html>

[27] DFRobot, SEN0114 sentsorea

[https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture_Sensor_\(SKU:SEN0114\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture_Sensor_(SKU:SEN0114))

[28] Panamahitek, MySQL instalazioa Arduinorekin:

<http://panamahitek.com/instalar-configurar-mysql-arduino-yun/>

[29] Carriots Web orrialde ofiziala:

<https://www.carriots.com/>

[30] Ubidots Web orrialde ofiziala:

<https://ubidots.com/>

[31] Trastejant, Arduino Yún pinout:

<http://www.trastejant.com/2013/06/05/arduino-yun/>

[32] Landareen argitasuna, Hydroenv:

https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=221

[33] GUVA-S12SD sensorearen konfiguraketa, Arduinolearning:

<http://arduinolearning.com/code/arduino-guva-s12sd-uv-sensor.php>

[34] EHU orrialdea, Wi-Fi eduroam eskuzko konfigurazioa:

<https://www.ehu.eus/es/web/ikt-tic/wifi-eduroam-eskuzko-ezarpenak>