

INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA
AUTOMATIKAREN INGENIERITZAKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***ARDUINO ETA PLC BATEK
OSATUTAKO SISTEMA BATEN
TENPERATURAREN KONTROLA
IOT2020 PASABIDEA ERABILIZ***

1. DOKUMENTUA- MEMORIA

Ikaslea: Arandia, Martin, Maider

Zuzendaria: Casquero, Oyarzabal, Oskar

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon, 2018, Azaroa-ren 2-an



LABURPENA

Proiektu honen bitartez hodeira konektatutako tenperaturaren kontrol bat garatu da eta hartarako teknologia desberdinak erabili dira IoT (Of Things Internet) paradigma bezala ezagutzen denaren barruan, hodeiaren eta objektu fisikoen konexioa baimentzen duena.

MQTT-a protokoloak hodeirantz eta hodeitik datu-transferentzia baimentzen du, zehazki proiektu honen kasuan kanpoko eta barruko tenperaturari buruzko datuak transferitzen dira sentsoreak konektatuta dauden Arduino-tik IoT2020 pasabideraino, PLC-a konektatuta dagoena.

Inplementazioari dagokionez tenperatura sentsoreen irakurketa eta datu igoera IoT ThingSpeak plataformara GPRS shield baten bitartez burutzen duen Arduino-ren kodea garatu da. Bestalde, IoT2020 pasagunearen sistema eragilea eta Node-RED aplikazioa itxuratu dira, tenperaturaren datuen deskargarako eta PLC bidez eragingailuen kontroleko logikaren implementaziorako.

Gako-hitzak: Sentsorea, Tenperatura, Mikrokontrolatzailea, IoT, Komunikazioak, MQTT-a, Internet, Node-RED, IoT2020, PLC.



RESUMEN

Mediante este proyecto se ha desarrollado un control de temperatura conectado a la nube y para ello se han utilizado diferentes tecnologías dentro de lo que se conoce como paradigma IoT (Internet of Things) que permite la conexión de objetos físicos a la nube.

El protocolo MQTT permite la transferencia de datos hacia y desde la nube, concretamente en el caso de este proyecto se transfieren los datos correspondientes a la temperatura externa e interna desde un Arduino al que están conectados los sensores hasta una pasarela Iot2020 a la que está conectada el PLC.

En lo que se refiere a la implementación se ha desarrollado el código en Arduino correspondiente a la lectura de los sensores de temperatura y la subida de datos a la plataforma IoT ThingSpeak mediante un shield GSPR. Por otra parte, se ha configurado el sistema operativo de la pasarela IoT2020 y la aplicación Node-RED para la descarga de los datos de la temperatura y la implementación de la lógica de control de los actuadores a través del PLC.

Palabras clave: Sensor, Temperatura, Microcontrolador, IoT, Comunicaciones, MQTT, Internet, Node-RED, IoT2020, PLC.



ABSTRACT

This project was developed a temperature control connected to the cloud and for this has been used different technologies, known as IoT (Internet of Things) paradigm that allows the connection of physical objects to the cloud.

The MQTT protocol allows the transfer of data to and from the cloud, specifically in the case of this project are transferred the external and internal temperature from Arduino that are connected with the sensors to the IoT runway which are connected to the PLC.

As regards the implementation, the Arduino code was developed for reading the temperature sensors and uploading data to the IoT ThingSpeak platform through a GSPR shield. On the other hand, the operating system of the IoT2020 gateway and the Node-RED application have been configured for downloading the temperature data and the implementation of the control logic of the actuators through the PLC.

Keywords: Sensor, Temperature, Microcontroller, IoT, Communications, MQTT, Internet, Node-RED, IoT2020, PLC.



AURKIBIDEA

1.	SARRERA	1
2.	TEXTUINGURUA	2
3.	PROIEKTUAREN HELBURUAK ETA IRISMENA	4
4.	ONURAK.....	5
5.	BALDINTZEN DESKRIBAPENA	6
6.	ALTERNATIBEN ANALISIA.....	7
6.1	TENPERATURA SENTSOREA.....	7
6.2	MIKROKONTROLADOREA	7
6.3	KOMUNIKAZIO PROTOKOLOAK.....	8
6.4	PLC	8
6.5	PASABIDEAK	8
7.	PROPOSATUTAKO DISEINUA.....	9
8.	BEHE MAILAKO DISEINUA.....	11
8.1	SENTSOREAK ETA ARDUINOA	11
8.1.1	LM35 SENTSOREA	11
8.1.2	DS18B20 SENTSOREA	12
8.1.3	ARDUINO.....	14
8.2	SIM900 ETA MQTT PROTOKOLOA	18
8.2.1	GSM/GPRS MODULUA	18
8.2.2	MQTT PROTOKOLOA.....	20
8.3	IOT2020 PASABIDEA ETA PLC	22
8.3.1	IoT2020 PASABIDEA.....	22
8.3.2	NODE-RED PLATAFORMA.....	23
8.3.3	PLC S7.....	25
8.4	PROGRAMAZIOA	25
8.4.1	LIBURUTEGIAK	26
8.4.2	PROGRAMAZIO KODE ORKORRA.....	27
8.4.3	SENTSOREEN NEURKETA.....	28
8.4.4	SENTSOREAK NEURTUTAKO DATUAKTHNIGSPEAK-ERA IGO	30



8.4.5 NODE-RED	32
9. PLANGINTZA.....	34
9.1 LAN TALDEA	34
9.2 PROIEKTUAREN FASEAK	34
9.2.1 PRESTAKUNTZA.....	35
9.2.2 GARAPENA	36
9.2.3 FROGAPENA	40
9.2.4 DOKUMENTAZIOA.....	41
9.3 GANT DIAGRAMA	42
9.3.1 JARRAIPEN MUGARRIAK.....	43
9.3.2 GANTT DIAGRAMA.....	44
10. AURREKONTUA.....	45
10.1 GIZA BALIABIDEEN AURREKONTUA.....	45
10.2 BALIABIDE AMORTIZAGARRIEN AURREKONTUA.....	46
10.3 BALIABIDE MATERIALEN AURREKONTUA.....	47
10.4 AURREKONTU TOTALA	48
11. ONDORIOAK	49
12. BIBLIOGRAFIA	50



IRUDIEN AURKIBIDEA

Irudia 1.1: Industriaren eboluzioa.....	1
Irudia 2.1: IoT teknologiar buruzko eskema.....	2
Irudia 2.2: MQTT protokoloa.....	2
Irudia 2.3: Mikrokontrolagailua.....	3
Irudia 7.1: Proiektu osoaren eskema.....	9
Irudia 8.1.1: LM35 sentsorea.....	11
Irudia 8.1.2.1: DS18B20 sentsorea bi motatako enkapsulatuekin.....	12
Irudia 8.1.2.2: DS18B20 sentsorearen pin-ak.....	13
Irudia 8.1.3.1: Arduino UNO plaka.....	14
Irudia 8.1.3.2: Arduino UNO plakaren atalak.....	15
Irudia 8.1.3.3: Protoboard eta Jumper kableak.....	17
Irudia 8.1.3.4: LM35 eta DS18B20 sentsoreen konexioa Arduino UNO plakarekin.....	17
Irudia 8.2.1.1: SIM900 txartela.....	18
Irudia 8.2.1.2: SIM900 txartelako jumper-ak.....	19
Irudia 8.2.2.1: MQTT protokoloa.....	21
Irudia 8.2.2.2: ThingSpeak ingurunea, kanal batean gordetzen diren datuentzako sortzen diren grafika automatikoak azaltzen dira.....	21
Irudia 8.3.1.1: Siemens IoT2020.....	22
Irudia 8.3.1.2: PuTTY aplikazioaren konfigurazioa.....	23
Irudia 8.3.2.1: Node-RED aplikazioaren logotipoa.....	23
Irudia 8.3.2.2: Node-RED aplikazioaren logotipoa.....	24
Irudia 8.3.3: PLC.....	25
Irudia 8.4.1: Arduino IDE.....	25
Irudia 8.4.2: Arduino IDE programazio ingurunea.....	26
Irudia 8.4.1.1: Liburutegiak.....	27
Irudia 8.4.2.1: Programazio kode orokorra.....	27
Irudia 8.4.3.1: LM35 sentsorearen programa.....	29
Irudia 8.4.3.2: DS18B20 sentsorearen programa.....	29
Irudia 8.4.3.3: Sentsoreen programazioaren fluxu diagrama.....	30
Irudia 8.4.4.1: Datuak sarera igotzeko programazioaren fluxu diagrama.....	30
Irudia 8.4.5.1: PuTTY aplikazioa.....	32
Irudia 8.4.5.2: Datuak deskargatzeko blokearen konfigurazioa.....	33
Irudia 8.4.5.3: Datuak deskargatzeko blokea eta json blokea datuak javascript formatura pasatzeko.....	33
Irudia 8.4.5.4: PLC-a aktibatze blokea.....	33
Irudia 8.4.5.5: Datuak ordenagailuan bistartzeko blokea.....	33
Irudia 9.3.2.1: Gantt diagrama sortzeko zereginen datak.....	44
Irudia 9.3.2.2: Gantt diagrama.....	44



TAULEN AURKIBIDEA

1.Taula: Temperatura sentsoreen balorazioa..	7
2.Taula: Mikrokontroladorearen balorazioa..	7
3.Taula: Komunikazio moduluen balorazioa.....	8
4.Taula: PLC-en arteko balorazioa.....	8
5.Taula: Pasabideen arteko balorazioa... ..	8
6.Taula: Lan taldea.	34
7.Taula: Prestakuntza, helburuen finkapena.	35
8.Taula: Prestakuntza, tresnen aukeraketa.....	35
9.Taula: Prestakuntza, tutorearekin batzarra.	35
10.Taula: Garapena, LM35 sentsorea.....	36
11.Taula: Garapena, DS18B20 sentsorea.....	36
12.Taula: Garapena, Arduino plaka.....	36
13.Taula: Garapena, SIM900 txartelari buruzko batzarra tutorearekin.....	37
14.Taula: Garapena, SIM900 txartelaren koonfigurazioa..	37
15.Taula: Garapena, SIM900 txartelaren bidez ThingSpeak-era datuak igo..	37
16.Taula: Garapena, IoT2020ri buruzko batzarra tutorearekin..	38
17.Taula: Garapena, IoT2020ren konfigurazioa.....	38
18.Taula: Garapena, IoT2020 eta Node-RED erremienta..	38
19.Taula: Garapena, PLC-aren ezagutza.....	39
20.Taula: Garapena, PLC-aren irteera aktibatu.....	39
21.Taula: Frogapena.....	40
22.Taula: Frogapena, hobekuntzak.....	40
23.Taula: Frogapena, tutorearekin batzarra.....	40
24.Taula: Dokumentazioa, memoria.....	41
25.Taula: Dokumentazioa, berrikuspena.....	41
26.Taula: Dokumentazioa, tutorearekin batzarra..	41
27.Taula: Jarraipen mugarriak.....	43
28.Taula: Giza baliabideen aurrekontua.....	45
29.Taula: Baliabide amortizagarrien aurrekontua.....	46
30.Taula: Baliabide materialen aurrekontua.....	47
31.Taula: Aurrekontu totala.....	48



AKRONIMOEN ZERRENDA

<i>IoT</i>	<i>Internet of Things</i>
<i>API</i>	<i>Application Programming Interface</i>
<i>MQTT</i>	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
<i>USB</i>	<i>Universal Serial Bus</i>
<i>IP</i>	<i>Internet Protocol</i>
<i>PLC</i>	<i>Programmable Logic Controller</i>
<i>3D</i>	<i>3 Dimension</i>
<i>SPI</i>	<i>Serial Peripheral Interface</i>
<i>SCK</i>	<i>Serial Clock</i>
<i>CS</i>	<i>Chip Select</i>
<i>RST</i>	<i>Reset</i>
<i>GND</i>	<i>Ground Node</i>
<i>UART</i>	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>

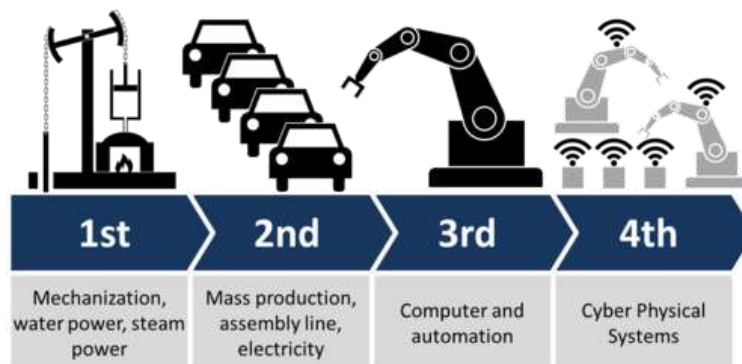


1. SARRERA

Azken urteetan industriak informazioa lortzeko aukera ematen duten edozein prozesuren automatizazio joera hartu du, datuak biltzeko, estatistikak kalkulatzeko, eragingabetasunak, atzerapenak edo akatsak aurkitzeko edota hobekuntza posiblea bat inplementatzeko helburuarekin.

Horretarako, industria automatizazio-plataformetan oinarritzen da, sentsoreen datuak irakurtzeaz eta eragingailuak aktibatzeaz arduratzen direnak, informazioa prozesatzeko, analizatzeko, bidaltzeko eta biltegitzeko.

Globalizazio industrialagatik, nabarmentzekoa da enpresa asko fabrika desberdinak dituztela herri desberdinetan, haien artean milaka kilometroetara egonda. Egoera honengatik, garrantzitsua da hodeian oinarritutako sistema bat sortzea, fabriken arteko antolaketa errazagoa izateko eta helburu hau lortzeko industriak Internet konexioan laguntza bilatzen du. Honela, fabrika bakoitzeko gailu desberdinak Internetera konektatzen dira, era automatikoan hauen informazio guztia jasotzeko eta sistema zentralera bidaltzeko. Kontzeptu hau IoT (Internet Of Things) deritzo eta Industria 4.0 edo Laugarren Industria-Iraultzaren gainean eragin handia egiten ari da.



Irudia 1.1: Industriaren eboluzioa.

Honen helburua «zentzuzko fabrika» («smart factories») kopuru handia martxan jartzea lortzea da, beharrei eta ekoizpen prozesuei egokigarrtasun handiagoa emanez, ekoizpen-baliabideak antolatzeko modu berri honi esker.

Kontzeptu hau jada ez da sendotutako errealitatea, baizik eta garapen industrialeko mugarri berri bat. Garrantzitsua da laugarren industria-iraultza honen potentziala ulertzea ez diolako soilik fabrikazio-prozesuei eragingo, bere irismena askoz handiagoa da eta industria eta sektore guztiei eraginez, baita gizarteari ere.



2. TEXTUINGURUA

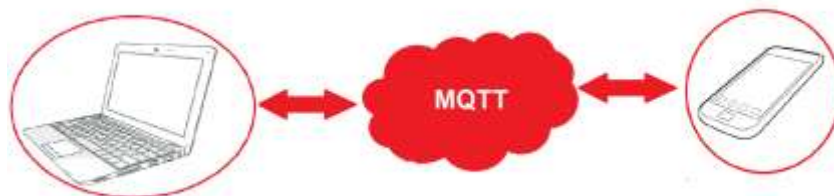
Lan honetan erabiliko dugun paradigma bat IoT da, azken urteetan asko hazi egiten ari dena eta industria sektoreari etekin handiak ematen diona, bai antolaketa mailan, bai eraginkortasun mailan, eta baita maila ekonomikoan, izan ere, normalean, automatizazio-sistema mota hauek ez dute inbertsio garrantzitsurik behar.

Oro har edozein konexio mota ahalbidetzen duenez, dispositibo eta objektu desberdinak beste batzuen bitartez kudeatu daitezke, pertsonen parte hartzerik gabe. Hortaz, gailuen, sistemen eta zerbitzuen arteko konexio aurreratua eskaintzen du, eta baita informazioaren komunikazioa ahalbidetu.



Irudia 2.1: IoT teknologiarik buruzko eskema.

IoT-ra lotuta dagoen protokolo bat MQTT protokoloa da, sinplea telemetriako eta kontroleko mezu motzen transmisiorako gailu desberdinen artean. Protokolo bat bi elementuen arteko komunikazioa edo datu transferentzia kontrolatzen edo ahalbideratzen duen konbentzioa edo estandarra da. Geroago gai honi buruzko informazioa handituko da baina protokolo arin bat da MQTT, izan ere, konektatutako mundu batean (IoT) mundu guztia gehiegi hitz egiten badu sarea asetzen da eta ez hori soilik sentsoreak irakurtzen duten gailuek prozesatzeko ahalmen txikia dute beraz, ezin dute protokolo konplexurik erabili.



Irudia 2.2: MQTT protokoloa.



Beste aldetik, mikrokontrolgailua XX eta XXI. mendeetan zehar asko aurreratu den teknologia da. Izatez, zirkuitu integratu bat da, hardware eta software librean oinarritzen dena. Kode Irekiko Hardwarea (Open hardware) hardware-gailuak zeinen espezifikazioak eta diagrama eskematikoak sarbide publikoa dutenean deritzo.

Urteak pasa ahala, gailu hauek kontrolatzeko orduan programazio era erraztuz joan da, hortaz gaur egun oso eskaintza handia daukan teknologia bihurtu da eta oso erabiliak dira ez solik industria arloan baizik eta ikasketa mailan ere, kasu honetan bezala, bere eraginkortasun handiagatik, erabilera sinpleari esker eta aspektu ekonomikoan oso eskuragarriak direlako.



Irudia 2.3: Mikrokontrolagailuak.

Beraz, garatutako proiektu honetan, sistema baten tenperaturaren kontrola egiteko teknologia berri hauek konbinatuko dira, bakoitzak eskaintzen dituen baliabideak aprobetxatuz. Alde batetik mikro kontroladorea erabiliko da sentsoreak neurtutako informazioa aztertzeko eta MQTT protokoloaren bidez datuak hodeira igotzeko. Eta beste aldetik, IoT2020 pasabideari esker datuak saretik jaso eta tratatu egingo dira, izan ere hauen arabera azkenean PLC-an irteera bat aktibatu egingo da.



3. PROIEKTUAREN HELBURUAK ETA IRISMENA

Proiektu honen helburu nagusia sistema baten tenperaturaren kontrola eta erregistroa egitea da. Hori lortzeko zenbait azpi-helburu finkatu dira, hots:

- Tenperatura bi leku ezberdinetan neurtu bi tenperatura sentsoreen bitartez.
- Datuak hodeira igo GPRS interfaze fisikoa eta MQTT protokolo logikoa erabiliz.
- Tenperatura datuak gorde ThingSpeak-eko kanal batean.
- Datuak jaso ThingSpeak IoT Plataformatik IoT2020 pasabideari esker.
- Datuak deskargatu Node-RED tresna erabiliz.
- Prozesamendu logiko bat egin jasotako datuekin.
- IoT2020-aren eta PLC baten arteko komunikazioa gauzatu S7 protokoloa erabiliz.
- PLC aren irteera gaitu sarreren arabera.



4. ONURAK

Aipatu beharreko onura garrantzitsua proiektuaren garapenean zehar hartutako ezagutza eta formakuntza izan da, gero eta gehiago erabiltzen diren teknologia hauen inguruan. Abantaila akademikoa aipatu ondoren, proiektuak dituen etekin sozial eta noski teknikoak azalduko dira.

- **Onura sozialak.** Kontrol sistema autonomoa da eta honen etekinak: Alde batetik, bakarrik dabilen kontrol sistema honek lanaren murrizketa dakar ez delako beharrezkoa inoren ardurarik. Beste aldetik, erosotasuna aipagarria da, edonoiz eta edonondik sistemaren jarraipena egiten delako Internetarako konexioari esker. Argi dago gaur egun eguraldiak eta tenperaturak gure bizimoduan duen eragina dela eta, tenperaturari buruzko informazio zehatza, denbora errealean eta modu erraz batean eskuragarri izatea garrantzitsua dela.
- **Onura teknikoak:** Proiektuan teknika eta lan estrategia berriak ezarri dira eta horrek abantailak eta ezagutza berriak dakar. Kontrol sistema honi esker tenperaturaren kontrola daukagu beti eta ez da sistema osoa gainean beti eraman behar, baizik eta kontrakoa, bakarrik Internet-en nabigatzeko aukera izan behar dugu. Aipatzekoa da proiektu honen parte guztiak bananduta egon daitezkeela, haien artean hodeiaren bitartez hitz egiten dutelako. Honek esan nahi du sentsoreak leku batean izan ditzakegu, beste gunen batean IoT2020 pasabidea eta bi hauetatik aldentutako PLC-a.



5. BALDINTZEN DESKRIBAPENA

Baldintzak deskribatzeko orduan proiektuaren eskakizunen analisia egingo da, proiektuak dituen helburuak betetzeko asmoz. Bete beharreko baldintzak hurrengoak dira:

- Kanpoko tenperatura neurtu sentsore digitala erabiliz
- Barruko tenperatura neurtu sentsore analogikoa erabiliz
- Prozesua kudeatzeko mikro-kontroladore bat erabili.
- Neurtutako datuak kontsultatzeko aukera eduki edozein lekutatik eta edozein momentutan.
- Datuak sarera igotzeko protokolo arin bat erabili.
- Datuen gordailu bezala Thingspeak IoT plataforma erabili
- Urruneko sistema baten bidez PLC-ko irteera bat aktibatu tenperaturen arabera.
- Sistema era automatikoan lan egin.



6. ALTERNATIBEN ANALISIA

Proiektua berdina egiteko hainbat aukera desberdin sortu daitezke, osagai eta gailu desberdinak aukeratuz. Beraz, merkatuko aukera desberdinak aztertuko dira atal honetan, gradu amaierako lan honetarako egokiena dena aukeratzeko asmoarekin.

6.1 TENPERATURA SENTSOREA

	Zehaztasuna 10%	Komunikazioa 20%	Programazioa 20%	Konexioa 20%	Prezioa 30%	
DS18B20	9	9	8	10	8	8,7
DHT22	8	8	9	10	4	7,4
HTU21	9	8	9	7	5	7,2

1.Taula: Temperatura sentsoreen balorazioa.

Hiru temperatura nagusi baloratu dira sistema baten temperatura kontrola egiteko. Aukeratutako 3 sentsoreen konexioa oso antzekoa da, hiru hankatxo dituzte (Vdd, GND eta datu pin), HTU22 sentsoreak izan ezik, lau pin dituena, beraz, azken honek baztertu egin da. Geratzen diren bi sentsoreen artean zehaztasuna dela eta antzekoak dira baina DS18B20 merkeagoa eta komunikatzeko erraztasun handiagoa eskaintzen du.

6.2 MIKROKONTROLADOREA

	Tamaina 10%	Eskuragarritasuna 20%	Mikroprozesadorea 20%	I/O kopuru 20%	Prezioa 30%	
Arduino Mega	5	8	8	9	5	7
Raspberry	7	7	8	7	7	7,2
Arduino Uno	8	8	7	6	8	7,4

2.Taula: Mikrokontroladorearen balorazioa.

Aztertutako hiru aukera hauetan 2 mikrokontroladore konparatu dira: Arduino Uno eta Arduino Mega. Azken honek mikroprozesadore hobeagoa du baina oso garestia da beraz, Arduino Uno irabazten du kasu honetan. Azken honek Raspberry-arekin konparatuz, honek ez da mikrokontrolagailu bat baizik eta miniordenagailua. Azkenean tamaina, eskuragarritasuna eta prezioa kontuan izanda Arduino Uni plaka aukeratu da.



6.3 KOMUNIKAZIO PROTOKOLOAK

	Erraztasuna/ Erosotasuna 15%	Kontsumoa 20%	Abiadura 25%	Tamaina 20%	Prezioa 20%	
MQTT	9	8	8	6	8	7,75
HTTP	7	7	5	7	7	6,5

3.Taula: Komunikazio moduluen balorazioa.

Proposatutako bi protokoloen artean ezberdintasun ugari ikusi daitezke. Alde batetik, MQTT datuen transmisioan datza eta http dokumentuetan, hortaz mezuen tamaina handiagoa da azkeneko kasu honetan. Beste aldetik, lehenengo azkoz arinagoa eta errazagoa da. Hortaz, MQTT protokoloa aukeratu da.

6.4 PLC

	Prozesu denbora 20%	Memoria karga 20%	Erabilera 15%	Zehaztasun 25%	Prezioa 20%	
SIEMENS 1200	7	7	8	7	9	7,55
SIEMENS 1500	9	9	9	9	7	8,6

4.Taula: PLC-en arteko balorazioa.

Proposatutako bi aukeren artean, lehenengo S7-1200 kontrolatzaile modularra automatizazio-zeregin errazak garatzea baimentzen du eta zehaztasun altuarekin. Baina geroago sortu sen S7-1500 eraginkortasun handiagoa eskaintzen du eta erabilera mota gehiago automatizazio sistemetan eta makinetan. Alde handia dago prozesu denboran eta erabilitako memoria kargan, Siemens 1500 hobetagoa izanda. Prezioaren aldetik noski, azken honek garestiagoa da, hala era bien balorazioa egin ondoren S7-1200 erabili dugu, laborategian soilik PLC mota hau dagoelako.

6.5 PASABIDEAK

	Programag arritasuna 20%	Internet konexioa 20%	Mikroprozesadorea 10%	Malgutas una 20%	Prezioa 30%	
IoT2020	9	9	8	9	5	7,5
Raspberry	8	7	7	7	7	7,2

5.Taula: Pasabideen arteko balorazioa.

Kasu honetan bai IoT2020, bai Raspberry ordenagailuak dira. IoT2020-ren aldetik, programatzerako orduan baliabide gehiago eskaintzen ditu eta baita Interneterako konexio hobea. Malgutasun handiagoa dauka erabileraren ikuspuntutik baina prezioari dagokionez, IoT2020 hazkuntzan dagoen teknologia denez oso garestia da oraindik baina balorazio gutzia ikusita merezi du.

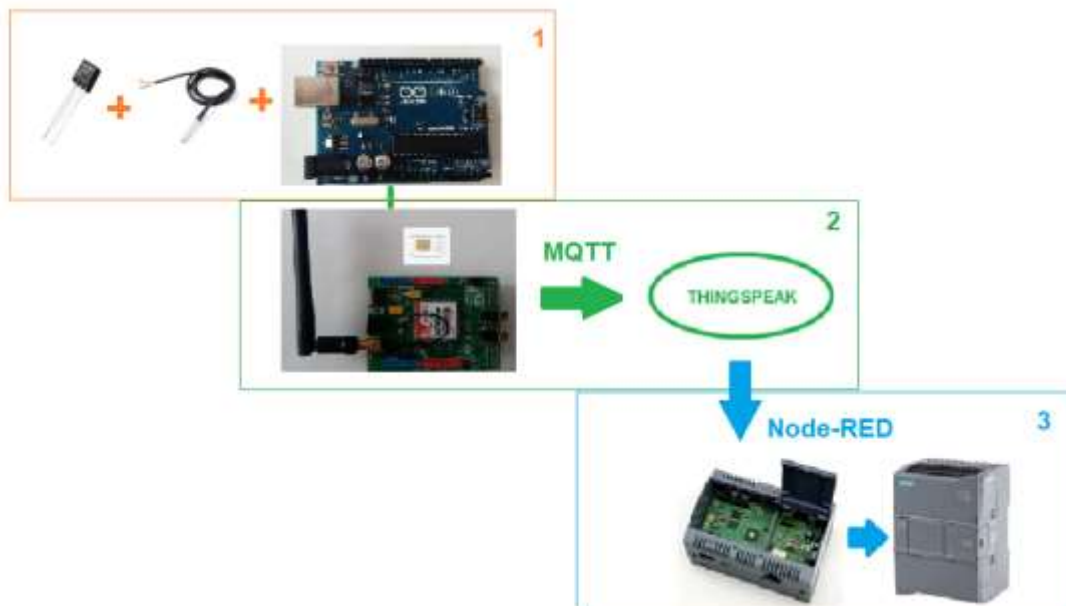


7. PROPOSATUTAKO DISEINUA

Atal honetan, aukeratutako diseinuaren laburpena gauzatuko da fase guztiak gainetik azalduz, geroago behe mailako diseinuan sakontzeko asmoz.

Dokumentu honen bidez Arduino eta bere ingurunean oinarritutako sarera konektatutako tenperaturaren kontrol sistema baten diseinua, implementazioa eta kontrola garatuko dira, eguneroko tenperaturaren informazio zehatza erraz eskuragarri izateko. Horrela edozein lekuan egonda eskura dagoen dispositiboari esker jakin dezakegu zehatz mehatz momentuan horretan daukagun tenperatura.

Hori bete ahal izateko, sistema fisiko bat garatu da, funtzionaltasun ezberdina izango duten hainbat osagaiz osatuta. Hauek guztiak beharrezkoak direlarik proiektuaren helburua betetzeko.



Irudia 7.1: Proiektu osoaren eskema.

Hiru atal nagusiz osatuta dago proiektu hau: Sentsoreen atala, datuak sarera igotzeko zatia eta azkenik, IoT2020 pasabidea eta PLC.

Lehenengo eta behin, bi tenperatura ezberdin neurtuko dira etengabe, adibidez, etxe barruko eta kanpoko tenperatura. Horretarako, bi tenperatura sentsore erabiliko dira, bata digitala eta bestea analogikoa. Sentsore hauek mikrokontrolgailu batek kontrolatuko ditu, kasu honetan Arduino UNO plaka aukeratu da, honen burmuina ATmega328P mikrokontrolgailua izanda. Mikrokontrolgailu honetan Arduino softwarearen bidez garatutako programazioa kargatuko da, eta honek, gainerako elementuen gaineko kontrola izatea ahalbidetuko du.



Ondoren, GSM/GPRS modulu bat erabiliko da, sentsoreak neurtutako datu hori hodeira igotzeko, zehazki ThingSpeak plataformara, non datuen erregistroa egongo den, hau da, datuak eguneraketa bakoitzean izango duen balioa irudikatzen duen grafiko bat egingo du. Horri esker, Internetarako konexioa duen edozein ekipotik tenperaturaren jarraipena egin daiteke.

Elikadurari dagokionez, Arduino UNO plaka USB bidez elikatuko da sentsoreak ere elikatuz baina SIM900 txartela elikatzeko nahikoa ez denez kanpoko elikadura iturri bat erabili behar da.

Beraz, lehenengo bi zati hauek bi sentsore, mikrokontrolagailua bat eta SIM900 txartela baten bitartez osatuta daude, tenperatura datuak sarera igotzeko eta behin hau eginda, datuak eskuragarri izateko edonon eta edozein momentuan, gure dispositibo elektronikoei esker, adibidez, Smartphone-a.

Azken atalean, IoT2020 pasabidea erabiliko da tenperaturen konparaketa egiteko eta honen arabera PLC-a gaitzeko. Hori lortu ahal izateko, ThingSpeak-etik deskargatuko ditugu sentsoreak neurtutako datuak, beraz ez dago sentsoreak ondoan egoteko beharra. Node-RED aplikazioa erabiliko dugu prozesamendu logikoa egiteko eta honen ondorioz, eragingailu baten kontrola burutzeko.

PLC-aren kontrola egiteko barneko eta kanpoko tenperatura konparatuko dira, haien arteko ezberdintasun 5 gradu baino gehiagokoa bada IoT-ak PLC-ari agindu bat bidaliko dio, azken hau aktibatuz.



8. BEHE MAILAKO DISEINUA

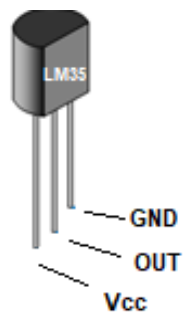
Helburuak bete ahal izateko honako proiektua sortu da, 3 bloke nagusi dituena. Lehenengoa sentsore eta Arduino-aren atala da eta honen betebeharra bi sentsoreen temperatura neurtzea da Arduino Uno plaka erabilia. Hurrengo blokea GPRS eta MQTT protokoloari deritzo, hau da informazioa sarera igotzea, edozein momentu edo edozein gunea informazioa kontsultatzeko. Gainera hirugarren partean, neurtutako temperaturaren arabera, Siemens IoT2020 pasabidearen bidez PLC-an irteera bat aktibatuko da, urruneko kontrolaren bitartez, izan ere datuak ThingSpeak plataformatik deskargatuko dira.

8.1 SENTSOREAK ETA ARDUINOA

Proiektu honetan egindako lehenengo pausua sentsoreekin lan egitea izan da, hau da, sentsore espezifikoen informazioa eta Datasheet-ak aztertu egin dira eta hauen muntaketa Arduino Uno plakarekin. Kasu honetan bi sentsore aukeratu dira, bat digitala eta bestea analogikoa. Modu honetan bi temperatura desberdin kalkulatuko ditugu.

8.1.1 LM35 SENSOREA

Alde batetik, LM35 temperatura sentsorea 1°C-ko zehaztasuna eta irteera lineala duena aukeratu da, bere lan maila 4V eta 30V artekoa izanda. Sentsore honen neurketa-maila -55°C-tatik 150°C-rainokoa da. Celsius gradu bakoitza 10mV-en baliokide da.



Irudia 8.1.1: LM35 sentsorea.

LM35-aren abantaila garrantzitsu bat zirkuitu gehigarririk ez duela behar hura kanpotik kalibratzeko da. Hau da, Kelvinean kalibratutako temperatura-sentsore linealekin konparatuz, erabiltzailea ez du etengabeko tentsio handi bat kendu behar irteerari zentigraduko eskala komenigarri bat lortzeko, zuzenki Celsius graduetan kalibratuta dagoelako.

Gainera irteera-inpedantzia baxua, bere irteera lineala eta kalibratio zehatza posible egiten dute kontrol-zirkuitu batean errazki integratzea.



Ondorioz, egia da erabiltzeko orduan sentsore nahiko erraza dela baina bere koste baxua eta tenperatura maila handiak neurtzeko gaitasuna proiekturako aproposa bihurtzen dute.

Kapsula desberdinetan aurki daiteke, ohikoena TO-92 da, potentzia baxuko transistoreek erabiltzen dutena. Kapsulatu mota honek 3 hankatxo ditu, horietako bi sentsorea elikatzeko erabiltzen dira eta hirugarrena gailuak neurtutako tenperaturarekiko proportzionala den tentsio balore bat emango du:

- **Vcc:** elikadurako tentsioa
- **Out:** datu pin.
- **Gnd:** Lur konexioa.

8.1.2 DS18B20 SENTSOREA

DS18B20 sentsore digitala erabiliko dugu ere, honek era erraz batean 125°C-rainoko tenperaturak neurtzen ditu eta bilgarri hermetikoan zigilatuta dago, haize zabaletik babestea baimentzen duena eta likido batean murgiltzeko aukera ematen duena ere.

Hala ere, beste kapsulatu mota batzuk daude sentsore honetarako: TO-92, SO eta μ SOP-a. Arduino-arekin erabiltzeko TO-92 kapsulatu erosoena da bere konexio errazagatik protoboard-ean baina LM35-arekin ondo desberdintzeko aipatutako aukera erabiliko dugu, izan ere, egokiagoa da eguraldi oso aproposa ez denean, adibidez euria egiten duenean.



Irudia 8.1.2.1: DS18B20 sentsorea bi motatako enkapsulatuekin.

Sentsore digitala denez, datuen transmisioko sendotasuna lortzen da, seinale analogikoekin konparatuz datu digitalak ez direlako hain sentiberak zarataren efektuaren aurrean eta aipatzekoa da ere irakurritako seinalea ez dela degradatzen kablearen luze-eraren gorabeheratik.



Funtzionamendu-maila 3 eta 5V bitartekoa da beraz, miko-kontrolatzaileak edozein sistematan erabil daiteke. Hala ere, garrantzitsua da eta kontuan izan behar dugu sentsoreak neurtu dezakeen tenperatura-maila eta baita sentsoreak izan ditzakeen errorea. Sentsore honek oso neurketa maila zabala du baina maila guztian zehar ez dago akats bera. DS18B20-a kanpoko faktoreengatik akatsak ditu, zirkuitu elektrikoetan dagoen zaratagatik edota bide fisikoaren aldaketak direla eta. -10°C tik behera akatsa $\pm 2^{\circ}\text{C}$ -ko da, -10°C -aren eta 85°C -aren arteko tenperaturak $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ akatsa izan daiteke eta -85°C -tik gora berriz ere $\pm 2^{\circ}\text{C}$ -koa.

Ekoizpenaren eta kapsulatuaren arabera sentsoreko kableak alda daitezke baina guztiak 3 pina erabilgarri dituzte:

- **Vcc** (kable gorria): elikadurako tentsioa, tenperatura sentsoreak zuzenki funtzionatzeko behar duen tentsioa: 3V-tik 5,5V-eraino elikatu daiteke
- **GND** (kable urdina): lur-konexioa da. Erreferentzia pina honetara konektatuko dugu gure zirkuituko 0V.
- **DQ** (kable horia): datu-pina da. Pina honengatik 1-Wire protokoloa datu guztiak jasoko dira.



Irudia 8.1.2.2: DS18B20 sentsorearen pin-ak.

Sentsore honek energia ondoriozta dezake zuzenki datu lerrotik ("potentzia parasitotik"), kanpoko elikadura iturri baten beharra ezabatuz. Ondorioz, elikatze bi forma ditu: VDD-a pinaren bitartez edo DQ datu pinaz elikatuta.

Elikatzeko bi modu posible hauetan, pull-up erresistentzia bat jartzen da beti DQ pinarekin. Erresistentzia honen arazoia elektronikagatik da, komunikazio busa kontrolatzeko, izan ere, AND-a ate bat bezala jokatzen duen drainatze irekiko FET bat erabiltzen da. Pull-up erresistentziaren balioa zehazterako orduan, balio modu altuan izateko, kablearen luzera izan behar dugu kontuan. Arau orokorragatik $4,7\text{k}\Omega$ -eko erresistentzia bat erabiliko da beti. Erresistentzia nahiko baxua izan behar da elikadura-kondentsadorea kargatzeko, oso altua izango balitz, kondentsadoreak denbora luzea beharko luke kargatzeko eta era oso motelean bakarrik transmititu litezke seinaleak.



DS18B20 tenperatura sentsorea merkatuan aurki ditzakezun sentsore aldakorrenetako bat da, oso egokia tenperatura neurtu nahi dugunean giro hezeetan eta barne uraren barruan. Beraz, ez da tenperatura sentsore komuna, beharbada korapilatsuen programazioa izango da, erabilitako protokoloa ez delako oso ohikoa Arduino-ko mundu barruan, 1-Wire.

1-Wirea protokoloa Dallas garatutako serie komunikazio mota asinkronoa da, maisu batean eta hainbat esklaboetan oinarrituta dagoena. Protokolo honek abantaila bat dauka, bere izenak esaten duen moduan 1-Wirea kable bakarra esan nahi du, beraz kable bat soilik behar da hainbat tenperatura sentsore konektatzeko. Hau da, kable bakarra duen bus baten bidez komunikatzen da, datu lerro baten beharra eskatzen du soilik mikroprozesadore zentralarekin komunikatzeko. Beraz erraza da mikroprozesadorea erabiltzea DS18B20 sentsore asko kontrolatzeko.

1-Wirea bus-era konektatutako sentsore guztiek daturik bidaltzen ez dutenean, datu-lerroa hornitutako tentsioaren balio berdina izango du (5,5V eta 3V artekoa) pull-up erresistentziagatik. Sentsore bat transmititzen hasten den unean, lerroa egoeraz aldatzen da eta sentsore bat datuak transmititzen ditu.

8.1.3 ARDUINO

Tenperatura datu hauek aztertu ahal izateko hardware bat behar da, zehazki Arduino Uno plaka erabiliko da, mikroprozesadore batean oinarritzen den plataforma librea da.



Irudia 8.1.3.1: Arduino UNO plaka.

Arduino Uno Atmega328 mikro-kontrolatzaile batean oinarritutako board bat da. ATmega328 txipa, Atmel enpresak sortutako RISC arkitekturako mikrokontrolagailua da eta bere ezaugarri garrantzitsuenak hurrengoak dira:

- 8 biteko nukleoa, hau da, CPU-aren barneko erloju bakar batean byte bateko zabalera-datuen operazioak egiteko ahalmena du.
- Operazio maiztasun maximoa 20 MHz-takoa da.
- Tenporizadore/kontagailu konparazio moduekin



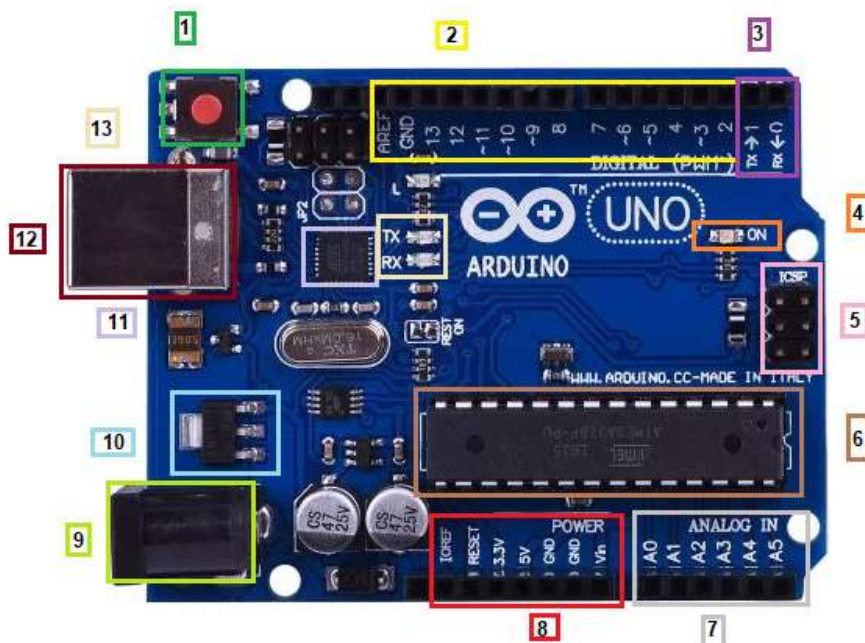
Arduino plaka honek sarrera/irteera digitaleko 14 pin (hauetako 6 PWM irteerarako erabil daitezke), 6 sarrera digital, 16 MHz-ko frekuentzia, USB-rako konektore emea, elikadura sarrera, eta reset sakagailua dauka. Elikadura dela eta, USB konektore baten bidez edo kanpo elikadura baten bidez elikatu daiteke, kanpoko iturria baten bidez edo bateria bat erabilita. Kasu honetan, USB-aren bitartez konektatuz gero ez dugu kanpoko elikaduraren beharrik, hala ere kontuan izan behar dugu erabili beharreko iturria ezin dituela 12V-ak gainditu behar.

Memoria beste alderdi garrantzitsu bat da, Arduino-k hiru memoria mota ditu:

- SRAM (Static Random Acces Memory): Programa exekutatzeko dena Arduino-k aldagaiak sortzen eta maneiatzen dituen tokia.
- EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory): Reset edo itzaltze baten ostean datuak mantentzeko memoria ez-hegazkorra. EEPROM-ek irakurgai/idazte mugatutako kopurua dute, hura erabiltzeko orduan kontuan hartu beharrekoa.
- Flash: Programa-memoria, 1Kb eta 4Mb artekoa.

Proiektu honetan erabilitako txartela 32KB-ko Flash memoria dauka programazio kodea gordetzeko, zeinek idazten de bitartean irakurtzeko aukera ematen duen. Baita, 2KB-eko SRAM memoria dauka aldagai orokorrak zein funtzio aldagaiak gorde ahal izateko eta 1KB-ko EEPROM memoria. Azken memoria hau erabiltzeko EEPROM liburutegia erabili behar da datuak idatzi eta irakurri ahal izateko.

Jarraian, mikro-kontrolatzailea sakonki aztertuko dugu, atalez atal:



Irudia 8.1.3.2: Arduino UNO plakaren atalak.

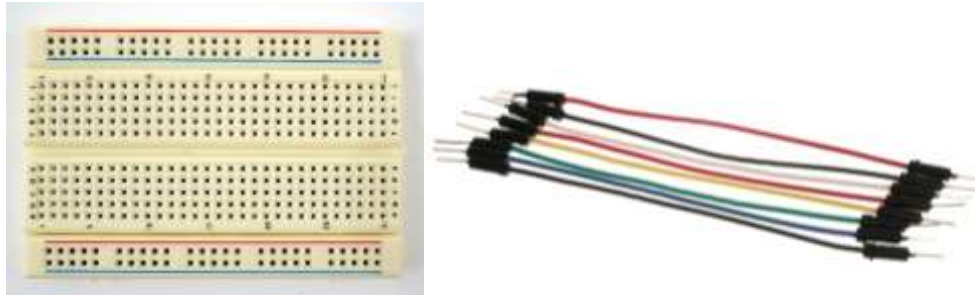


- 1. Reset botoia:** Txartela, hau da, mikroa berrezarri nahi denean programa berrasieratuz.
- 2. I/O pin digitalak:** irteera/sarrerako 14 pin digital dira baina lehenengo biak bereziak dira, ezin daitezkelako sarrera eta irteera bezala erabili, kanpo komunikazio seriala gauzatzeko gordeta daudelako. Irudian ikusi daiteke 3,5,6,9,10 eta 11 pinak markatxo bat dutela zenbakiaren aurrean, PWM bidezko kontrola ahalbidetzen dutela esan nahi du.
- 3. Tx/Rx pinak:** TTL seinaleko serie transmisioentzako erabiltzen dira. Harrera eta Igorpen serie komunikazioko bi pinak. Alde batetik, Tx datuen bidaltzeko erabiltzen da eta bestetik, Rx datuak jasotzeko.
- 4. LED:** LED honek Arduino abiaraztean pizten da.
- 5. ICSP (In Chip Serial Programmer):** programa PC-tik mikro-kontrolagailuan grabatzeko ahalmena USB portua erabili gabe.
- 6. ATmega328 mikro-kontrolagailua:** Arduino UNO plaketan inplementatutako mikrokontrolagailua da eta honi esker programatzea lortuko da..
- 7. Pin analogikoak:** 6 pin (A0, A1, A2, A3, A4 eta A5) hauetan sentzore analogikoen irteerak konektatuko dira eta gogoratu pinak soilik sarrera bezala bakarrik funtzionatze dutela. A4(SDA) eta A5(SCL) pinek I2C busaren bidezko komunikazioa ahalbidetuko dute.
- 8. Elikadurarako sarrera/irteerak:** 6 pinez osatuta dago. Kasu honetan GND eta 5V-eko pinak erabiliko dira bakarrik sentzoreak elikatzeke.
 - **RESET:** mikroa berrasieratzeko zero logikoa bidaltzen duen pina.
 - **3.3V:** pin honek 3.3 V-eko elikadura zuzena eragiten du, kanpoko dispositiboak konektatzeko
 - **5V:** pin honek 5 V-eko elikadura zuzena eragiten du, kanpoko dispositiboak konektatzeko
 - **GND:** bi pin daude gailuak lurrera konektatzeko aukera ematen dutena.
 - **Vin:** pin honek Arduino plaka 6V eta 12V arteko tentsioarekin elikatzeke aukera ematen du, kanpo elikadura iturri baten bidez.
- 9. Power jack:** Kanpoko elikadura konektatzeko aukera, Arduino plaka elikatzeke beste era bat. Konektore honetatik sartzen den tentsioa 6V eta 18V artekoa izan behar da.
- 10. 5V tentsio erregulatzaila:** honen betebeharra konektorean sartzen den tentsioa, 5V-eko tentsio erregulatuan bihurtzea da, plakaren eta kanpo zirkuituen funtzionamendua ahalbidetzeko.
- 11. Komunikazio txip-a:** Honek serial komunikazioa USB-ra pasatzea ahalbidetzen du.
- 12. USB portua:** Konputagailura konektatzeko USB kablearen bidez, honek komunikazioa ahalbidetzen du Arduino eta PC-aren artean eta gainera, txartela 5V-eko korrante zuzeneko elikaduraz hornitzen du.
- 13. Tx/Rx serieko LED-ak.** Harrera eta Igorpen serie komunikazio LED-ak kanpo komunikazio seriala gauzatzean piztuko dira. Tx datuen igorpena adierazten du eta Rx datuen jasotzea.



Hardware librea denez, edozein eratako proiektu gauzatzeko erabili daiteke inolako lizentziarik gabe. Hau dela eta, oso aukera egokia da ikasleentzat edota edozein motako proiektu egiteko prest dauden pertsonentzako.

Sentsoreen eta Arduino plakaren pinak azertu ondoren, hauen arteko konexioa egiteko protoboard eta Jumper motatako kableak behar dira.

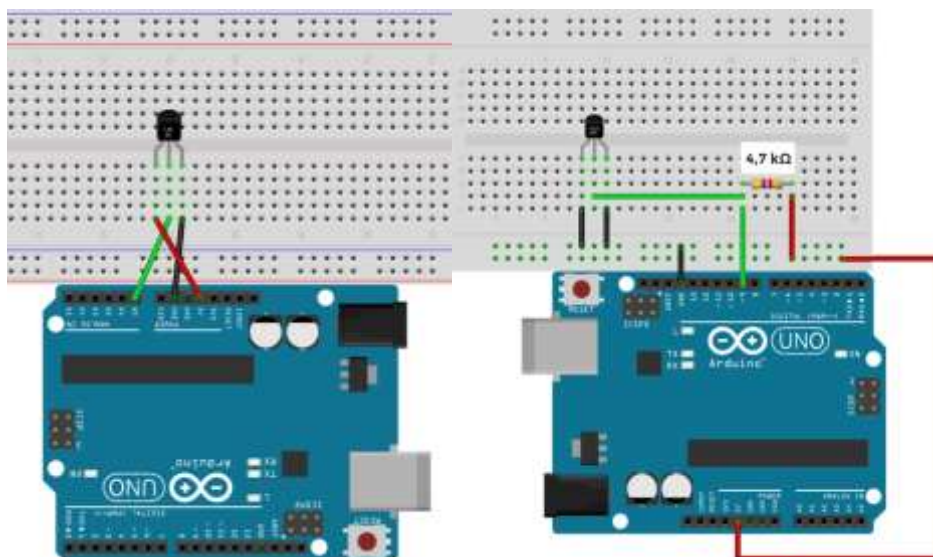


Irudia 8.1.3.3: Protoboard eta Jumper kableak.

Azkenik bi elementuen konexioak aztertuko dira ondorengo irudien bidez:

LM35 sentsorearen kasuan (eskuinaldean), kable gorria lur konexioa izango da (GND), beltza 5V era konektatuko dugu eta datu busa A0 pin analogikora, azken hau kontuan hartuko da programa sortzerakoan.

DS18B20 sentsoreari dagokienez (ezkerraldekoa), gogoratu $4,7\text{K}\Omega$ -eko erresistentzia konektatu behar dugula elikadura eta datu bus-aren artean. Kasu honetan, kable beltza GND finera konektatuko dugu, kable gorria 5V-era eta kable berdea datu pina, Arduinoaren pin digital batera, adibidez, 9 zenbakira.



Irudia 8.1.3.4: LM35 eta DS18B20 sentsoreen konexioa Arduino UNO plakarekin.



8.2 SIM900 ETA MQTT PROTOKOLOA

Orain arte sentsoreen tenperatura neurtu da, baina datu hauek edozein lekutik eskura izateko ThingSpeak plataformara igo nahi dira. Horretarako GSM/GPRS modulua erabili behar da, hain zuzen, SIM900 txartela Arduino-ra konektatuko dena.

8.2.1 GSM/GPRS MODULUA

Arduino-a kanpoaldearekin konektatzeko hainbat era egon arren, GSM/GPRS modulua aukeratu da, elkar komunikatu nahi denean sarera sarbidea dagoela ziurtatuz. Ondorioz, telefono mugikor bat izango balitz bezala komunikazioa lortuko da, izan ere, SIM900 modulua SMS-ak eta deiak bidaltzea eta jasotzea eta baita Internet-era konektatzea baimentzen du.

GSM (Global System for Global Communications) Europan estandarra den komunikazio sistema da. Teknologia honen lehen funtzionaltasuna ahots transmisioa da, baina datu-transmisioa baimentzen du ere (SMS, Internet), hori bai, 9kb/s –ko abiadura baxuarekin. GPRS-a (General Packet Radio Service) GSM zerbitzuaren hedadura da, paketeen bitarteko transmisioan oinarrituta datuen komunikazio eraginkorragoa eskaintzen duena, bereziki Interneterako sarbidean. GPRS-aren gehienezko abiadura (teorian) 171kb/s –koa da, nahiz eta errealitatean nahiko txikiagoa izan.



Irudia 8.2.1.1: SIM900 txartela



SIM900 txartela eta Arduino plakaren arteko konexioa oso erraza da bata bestearen gainean sartuz, izan ere, GSM/GPRS modulu hau Arduino-arekin erabat bateragarria da. Bi plakak konektatzerakoan, agertu den arazoa USB kablearen bidezko elikadura bi plakentzako motz geratu dela izango da eta honen aurrean kanpoko elikadura bat gehitu da, 12V-ekoa, hori bait da sarrerako tentsioa.

Proiekturako, 5 euroko aurreordainketako SIM txartela erabiliko da, Euskaltel konpainiakoa. Erabiliko dugun SIM-a SIM900 plakarekin konektatzeko, honek atzealdean duen txartel egokigailuan sartu behar da, SIM tamaina normaleko da, beraz, MicroSIM edo NanoSim izatekotan, beharrezko izango da egokigailu bat eskuratzea.

Txartela pizteko plakaren ertz batean dagoen etengailua pultsatu behar da segundo batzuetan zehar. Orduan bi LED piztuko dira baina ez du sarerik izango programazioaren bitartez SIM-aren pin-a sartu arte.

Datuak hodeira igotzeko erabiliko dugun txartela serie komunikazioa erabiltzen du, hau da, UART, eta horregatik bakarrik bi transmisio-lerro ditu datuak aldi beran jaso eta bidaltzeko. Komunikazioaren abiadura dela eta, Arduino-ren abiadura itxuratu behar da, monitore seriearen berdina izateko baina SIM900 plakaren kasuan, abiadura jada definituta dator eta ezin da aldatu.

Komunikazio serieak bi gailuen arteko konexioa egitea baimentzen du, horregatik GSM/GPRS modulua gehitzerakoan konfigurazio batzuk egin beharko dira. Hirugarren elementua bat gehitzerakoan RX eta TX beste pin batzuetara antzeratu behar ditugu software bidez. GPRS eta Arduino-aren arteko datu transmisiorako 7 eta 8 pinak erabiliko dira, hortaz ziuurta zaitetz GSM txarteleko Jumper-ak D7 eta D8 posizioan daudela kokatu pin hauek aktibatzeko.



Irudia 8.2.1.2: SIM900 txartelako jumper-ak



8.2.2 MQTT PROTOKOLOA

Komunikazio-protokolo bat komunikazio sistemaren bi edo entitate gehiagoren arteko komunikazioa baimentzen duen erregela sistema bat da, haien artean informazioa transmititzeko. Definizioz, erregela edo estandar batez tratatzen da, sintaxia, semantika eta komunikazioaren sinkronizazioa adierazten duena.

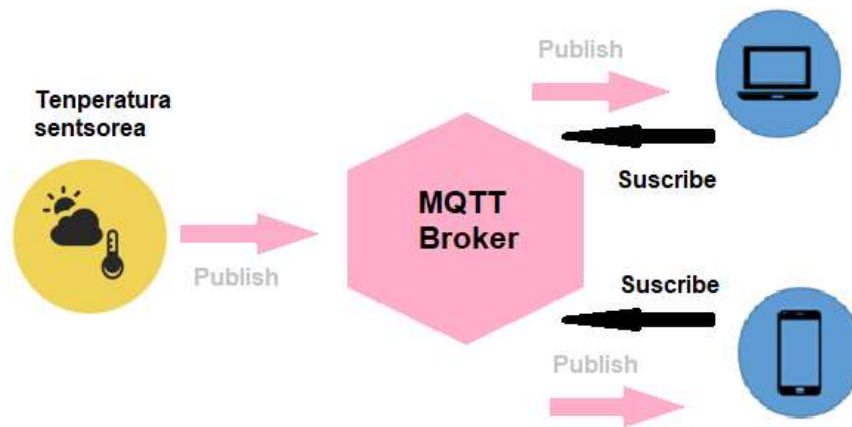
Thingspeak plataforma MQTT protokoloa erabiltzen du. MQTT Broker arin batean oinarritutako argitalpeneko eta harpidetzako mezularitza protokolo bat da eta irekia, sinplea eta inplementazioaren aldetik erraza izateko diseinatu da. Protokolo honen ezaugarriek murriztutako ingurunetan erabiltzeko ideala egiten dute, adibidez, sarea garestia denean, banda-zabalera txikia dagoenean edo fidagarria ez denean eta prozesatzeko ahalmen edo memoria mugatua duten gailu integratuetan exekutatzeko.

MQTT-a protokoloaren ezaugarri nagusia ekoizlean – kontsumitzaile komunikazio modeloan oinarrituta dagoela da. Hots, bere komunikazio-estrategia tipo espezifikoko mezuen (topics) argitalpenean eta mezu horietarako harpidetzan oinarritzen da. Sarean argitaratzen diren mezuak mota desberdinen arabera sailkatzen dira eta MQTT-a bezeroek (nodoek) harpidetuta dauden mezu mota horiek soilik jasotzen dituzte. Era berean, nodoek kudeatzen dituzten mezu motatako argitarapenak egin ditzakete eta horrela beste nodo batzuekin edo mezu horiek kudeatzen dituzten aplikazioekin komunika daitezke.

MQTT-a protokoloak bezeroak eta zerbitzariak ditu, azken hauek Brokers izena hartzen dute.

MQTT-a bezeroek formatu-maila zabala har dezakete hau da, inguruneko informazioa biltzen duten bezeroak izan daitezke (sentsoreak adibidez) edo MQTT liburutegiak exekutatzeko aplikazioak. Mezu dibulgatzaileak eta harpidedunak izan daitezke eta gainera, komandoen bitartez sentsoreak kontrolatu eta itxuratzea dezakete. Hauek beti hirugarren parte-hartzaile batengan konektatzen dira, Broker batengana.

Broker-a MQTT-a protokoloa inplementatzen duen eta bezero desberdinen arteko komunikazioa, aplikazio mailan, ezartzen duen zerbitzua (softwarea) da. Produktoreen eta kontsumitzaileen arteko bitartekaria da eta mezuak jasotzeko, iragazteko eta bere topic arabera harpidetutako bezeroen artean banatzeko arduraduna da. Baita sarbidea baimentzea eta bezeroak identifikatzea dute eginkizun moduan. Hainbat broker egon daitezke sare berean.



Irudia 8.2.2.1: MQTT protokoloa

Beraz, ThingSpeak aplikazioa erabiliko dugu tenperatura-sentsoreek emandako datuak biltegitzeko. Horretarako, kontua bat ireki behar dugu eta ondoren “Tenperatura SIM900” deitutako kanala sortu. Kanal berdinean tenperatura desberdinak begiztatzeko bi koadro itxuratuko ditugu bakoitza izen batekin, datuak era grafikoan ikuskatzeko: temp_out eta temp_in. Geroago, programazio-atalean datuen igotzerako programa egiterako orduan aplikazio honen behar ditugun espezifikazioak azalduko dira.

Tenperatura SIM900

Channel ID: 579800
Author: maideraran
Access: Public

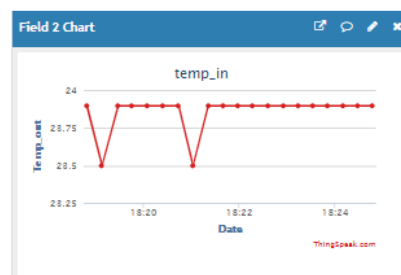
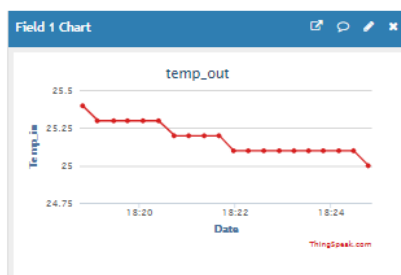
Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys Data Import / Export

Add Visualizations Add Widgets Export recent data

MATLAB Analysis MATLAB Visualization

Channel Stats

Created: [about a month ago](#)
Updated: [less than a minute ago](#)
Last entry: [23 days ago](#)
Entries: 383



Irudia 8.2.2.2: ThingSpeak ingurunea, kanal batean gordetzen diren datuentzako sortzen diren grafika automatikoak azaltzen dira.



8.3 IOT2020 PASABIDEA ETA PLC

Orain arte, sentsoreen bidez neurtutako tenperatura datuak sarera igo dira eta beraz, edozein lekutik sentsorea dagoen tokiaren tenperatura jakin daiteke. Hau oso aproposa da etxetik kanpo zaudenean zure herrian eta etxean dagoen tenperatura jakiteko edota etxetik irten baino lehen ohiko norakoaren tenperatura jakiteko. Horretaz aparte, bi sentsore daude, bi zona desberdinetan, adibidez, bulegoan eta bulegoaren kanpoaldean eta hauen arteko diferentzia oso desberdina denean irteera bat sortuko da PLC-an.

Hau guztia urruneko kontrol bidez egin dezakegu, hau da, ez dira sentsoreak ondoan izan behar, izan ere datuak ThingSpeak-etik Iot2020-an deskargatuz PLC-an irteera bat aktibatuko da Node-RED aplikazioari esker.

8.3.1 IoT2020 PASABIDEA

IoT (Internet of Things) hodeian oinarritutako sistema bat dela esan dezakegu eta bere eginkizuna edozein konexio mota ahalbidetzea da, dispositibo eta objektu desberdinak beste batzuen bitartez kudeatu ahal izateko, pertsonen parte hartzerik gabe. Hortaz, gailuen, sistemen eta zerbitzuen arteko konexio aurreratua eskaintzen du, eta baita informazioaren komunikazioa ahalbidetu.



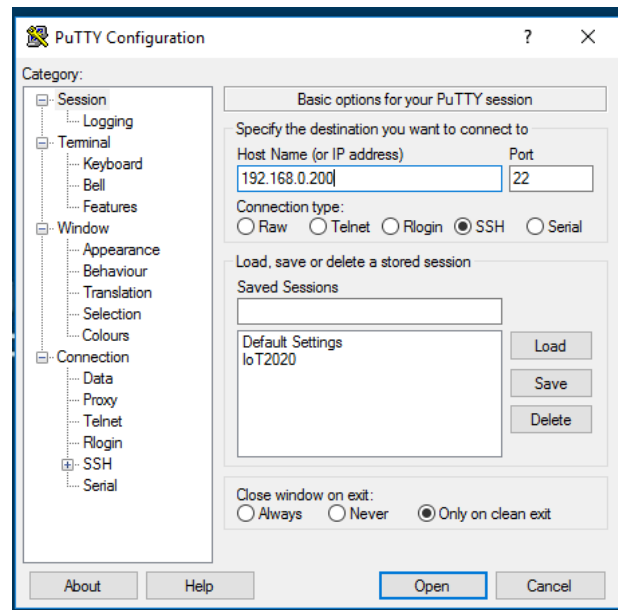
Irudia 8.3.1.1: Siemens IoT2020.

Beraz, IoT2020 pasabidea eguneroko objektuen eta Interneten arteko interkonexio digitala ahalbidetzen du. IoT-arekin lan egiten hasi aurretik zenbait konfigurazio egin behar dira:

1. **Yocto Linux mikro-SD txartelean grabatu.** Horretarako, Yocto Linux sistema eragilearen irudia deskargatu, Win32 Disc Imager programa instalatu eta azkenik programa erabiliz deskargatu dugun abiarazte irudia mikro-SD txartelean grabatu.



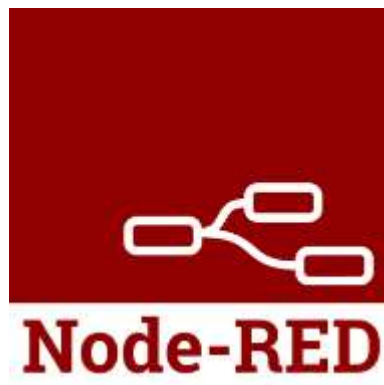
2. **IoT2020a konektatu** behar da. Alde batetik, elikatu egin behar da eta beste aldetik, Ethernet kable baten bitartez ordenagailuarekin konektatu.
3. **Komunikazioa hasieratu.** Erabiliko dugun Softwarea PuTTY da, beraz, aplikazioa Internetetik dohainik deskargatu behar da. Jarraian gailuaren IP helbidea (192.168.0.200) eta komunikazio mota (SSH) zehaztu behar dira komunikazio hasteko. Datu hauek gordeta daude IoT2020 izenarekin, beraz, bertan klikatuz gero komunikazioa hasi egingo da ere.



Irudia 8.3.1.2: PuTTY aplikazioaren konfigurazioa

8.3.2 NODE-RED PLATAFORMA

Node-RED hardwarea eta zerbitzuak era azkar eta errazean komunikatzeko balio duen erreminta oso ahaltsua da, MQTT bezalako protokolo estandarren bidez. Ikuste-programazioari esker zerbitzariaren programatzeko zeregina ikaragarri sinplifikatzen du.



Irudia 8.3.2.1: Node-RED aplikazioaren logotipoa



Ikuste-erreminta oso bizkorra da, NodeJS-en programatuta eta gailu oso mugatuetan zein plataforma konplexuetan exekuta daiteke.

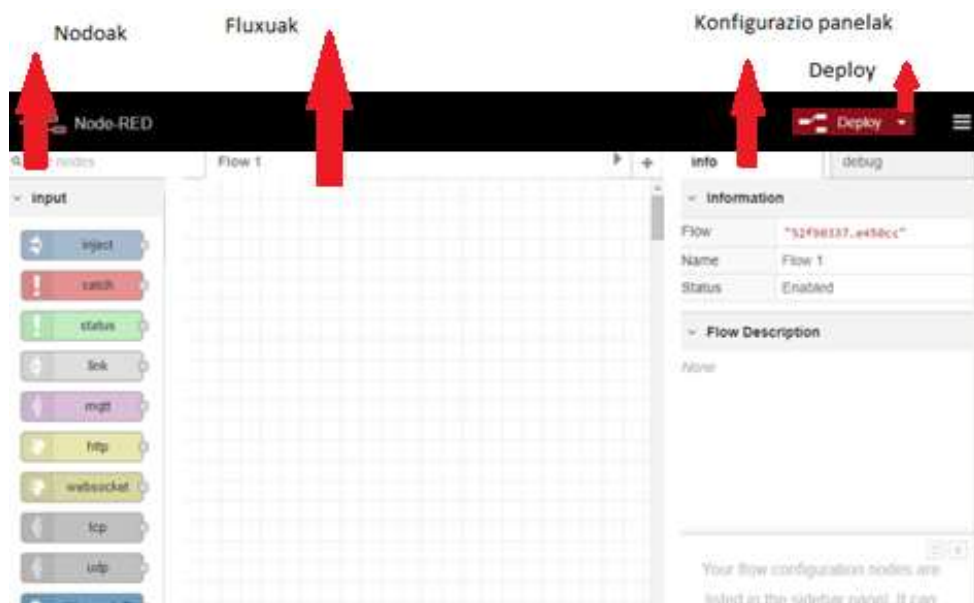
Node-RED fluxu editorea edozein nabigatzailetik erraz sartzeko aukera ematen duen HTML-ko interfaze batean datza non, nodoak arrastatuz eta konektatuz, zerbitzu bat eskaintzen duen fluxua sortzea posible den.

Editore ingurune grafiko erraza bezala egituratzen da:

- **Nodo paleta:** Gure instalazioan libre ditugun nodo guztiak erakusten ditu. Beste erabiltzaile batzuek garatutako nodoen biltegi bat dago eta baita gure berezko nodoak sortzeko aukera ematen du.
- **Editorea:** Nodoak paletatik arrastatzea eta haien artean konektatzea baimentzen du. Honela operazio-fluxua sortzen da.

Halaber, nodo bakoitza aukeratu, bere konfigurazioa erakusten da, nodoaren ezaugarri zehatzak ezartzeko.

Plataforma honetan programatutako fluxuak barruan biltegitratzen dira JSON formatuan eta eramangarriak dira Node-RED instalazio desberdinen artean, baldin eta norako Node-RED aplikazioan erabilitako nodoak instalatuta baditu.



Irudia 8.3.2.2: Node-RED aplikazioaren logotipoa



8.3.3 PLC S7

Neurtutako bi tenperaturen konparaketa egin ostean, bien arteko diferentzia 5 gradu baino gehiagokoa bada PLC-an irteera bat gehitu egingo da.



Irudia 8.3.3: PLC

Kontrolatzaile logiko programagarriak edo PLC-ak industria automatizazioan erabiltzen diren gailu elektronikoak dira. Hauen diseinuaren ezaugarriak eta Hardware eta softwarearen etengabeko eboluzioaren ondorioz, aplikazio eremu oso zabala daukate. Industriako eremu gehienetan parte hartzen duen gailua da, prozesu desberdinak automatizatzeko erabiltzen dena.

Kasu honetarako erabilitako PLC-A 24V-eko 14 sarrera digital, 0-10V-en arteko 2 sarrera analogiko eta 0.5A-ko eta 24V-eko beste 10 irteera ditu.

8.4 PROGRAMAZIOA

Arduino txartela programatzeko Arduino IDE programa erabiltzen da, konputagailuan programa idazteko, konpilatzeko eta mikrokontrolagailura igotzeko. Behin programa plakara igo denean huen arteko komunikazioa ez da beharrezkoa eta Arduino plaka bere lana egiten hasiko da. Mikrokontrolagailua itzali arren programak memorian jarraitzen du, eta berriro pizterakoan bere lana egingo du konputagailuarekin komunikatuta egonda ala ez.

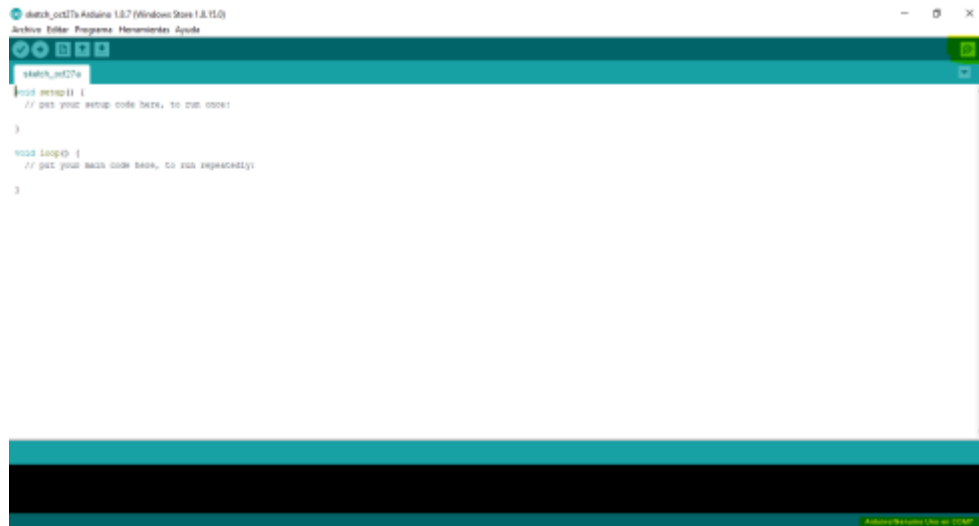


Irudia 8.4.1: Arduino IDE.



Arduino IDE programa deskargatu eta exekutatu ondoren programazio ingurunea aztertuko da: kodea idazteko testu-editorea, goiko aldean serieko monitorea programak egiten duena ikusteko eta erreminta-barra menu batzuekin osatua.

Arduino-an exekutatzeko idatzi den programa edo kodea sketch deitzen da. Sketchak testu editorean idazten dira. Behealdean, testu kontsolan, IDE-aren testu irteera ikusten da, errore mezuak eta beste informazio batzuk. Azpian eskuinaldean konektatua dagoen plaka eta serie portua ikusten dira. Plaka edo portua txarto egotekotan, egokia aukeratu behar izango da eta horretarako “Herramientas” sartu eta plaka egokia aukeratu.



Irudia 8.4.2: Arduino IDE programazio ingurunea.

Ezkerraldeko goi partean bi botoi garrantzitsu daude programazioa errazten dutena:

- Egiaztapen botoiak idatzitako kodea aztertu eta sintaxi erroreak markatzen ditu.
- Egiaztapenean errorerik egon ez bada, programa kargatzeko botoia klikatuaz sketcha konpilatu eta Arduino-an kargatzen da.

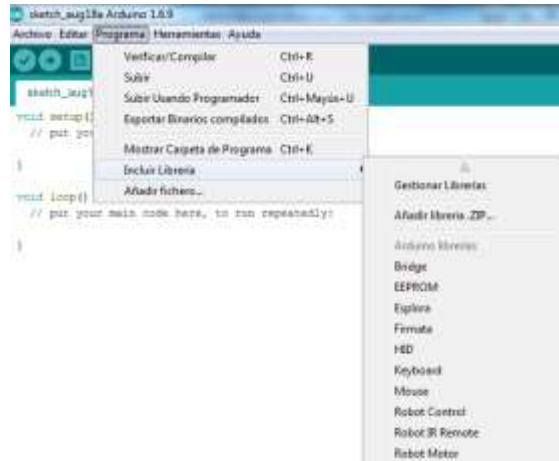
Beste programazio plataforma batzuetan gertatzen den bezala, Arduino garapen ingurunea liburutegiak erabiliz zabalagoa egin daiteke. Liburutegiek sketchei funtzionalitate gehiago ematen dizkie, hardwarearekin lan egiteko. Arduino IDEak liburutegi batzuk ditu aurretik instalatuta baina horretaz gain, beste liburutegi batzuk deskargatzeko aukera ematen du.

8.4.1 LIBURUTEGIAK

Liburutegiak, programen funtzionaltasuna handitzea ahalbidetzen duten C edo C++ hizkuntzetan idatzitako artxiboak dira. Arduino-rako egindako programa batetik deituko den kode fitxategi bat da, zeregin zehatz bat egiteko erabiliko dena. Artxibo hauen helburu nagusia programatzailearen lana erraztea da, hau da, funtzio konplexuagoak sortzeko orduan, kode guztia idatzi behar ez izatea.



Nolanahi ere, liburutegiak erabili ahal izateko, lehenik eta behin, hauek instalatu behar dira. Programa baten barnean liburutegi bat erabiltzeko, *Programa > Incluir Librería* agindua jarraitu behar da.



Irudia 8.4.1.1: Liburutegiak

Proiektu honetan erabiliko diren liburutegiak lau izango dira. Alde batetik, OneWire protokoloaren eta Dallas Temperatura liburutegiak, sensore digitala irakurtzeko. Hauek Internet bilatu, deskargatu eta IDE programan gehitu behar dira, aipatutako moduan. Beste aldetik TinyGSM eta Pubsubclient liburutegiak, datuak Internet-era igotzeko programa egiterako orduan lanaren erraztasuna lortzeko. TinyGSM GSM/GPRS txartelarekin komunikazioa ahalbidetzen du eta Pubsubclient MQTT protokoloa inplementatzen du.

8.4.2 PROGRAMAZIO KODE ORKORRA

Arduino programazioan erabiltzen den hizkuntzaren egitura oso sinplea da, eta bi zatitan banatuta dago, ezinbestekoak direnak programazioa garatzeko orduan era egokian funtziona dezan eta instrukzio blokeak dituzte euren barnean:

```
sketch_nov11a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Irudia 8.4.2.1: Programazio kode orokorra.



- **setup() funtzioa:** Programan lehendabizi exekutatu duen funtzioa da eta behin bakarrik exekutatu da, sarrera eta irteera pinen lan modua konfiguratzeko erabiltzen da.
- **loop() funtzioa:** Etengabe exekutatu den kodea da, beraz plakan etengabe sortzen ari diren ekintzei erantzungo die.

Funtzioa, kode bloke bat da zeinek izena eta instrukzio bloke bat dituen eta exekutatuak izango dira funtzioa deitzen denean.

8.4.3 SENTSOREEN NEURKETA

Programatzen hasteko sentsoreak neurtzeko programa sortuko dugu hasieran.

Lehenengo LM35 sentsorea probatuko dugu, eta programa idazten hasteko lehenengo gauza pin analogikoa zein den definitu behar da, gogoratu A0 pina aukeratu dela. Ondoren bi funtzio nagusietan instrukzioak idatziko dira:

- Alde batetik, **setup** funtzioan monitore seriearekin komunikazioaren hasteko transmisio abiadura definituko da: *Serial.begin()*.
- Beste aldetik, **loop** funtzioaren bidez sentsoreen komunikazioa lortu nahi da, datuak monitore seriean aurkezteko, hau *print* funtzioaren erabilerari esker lortzen da.

Arduino-arekin sentsore analogiko bat irakurtzen dugunean `analogRead` funtzioaren bidez egiten dugu, honek 0 eta 1024 arteko balio bat ematen du, hau da, 1023 balio posible daude. Sarreran 0V baditugu 0 itzuliko du eta aldiz, 5V edukita 1023 balioa. Informazio honetatik aurrera tentsioaren arabera tenperatura kalkulatzeko duen formula matematikoa lor daiteke.

Beraz, lehenengo lortutako datua milivoltetara bihurtuko dira zati 1023 eta gero bider 5000 egiten, geroago zati 10 eginda mV-etik Celsius-etara pasatzeko. Hurrengo formula geldituko da azkenik:

$$\text{ADC maila baten "altuera": } 5.0/1024=4.88\text{mV}$$

$$\text{Tenperatura} = (\text{ADC_irakurketa} * (5.0/1024)) / 0.1$$

Azkenik, `delay` funtzioa gehitu da berriro tenperatura neurtu baino lehen itxaron denboraldi bat egiteko, hau ez egotekotan irakurgai asko gertatuko litzateke asko segundo letan eta proiektu honetan ez da beharrezkoa.

Errepikatzen den funtzio bat “`print`” da, daturen bat pantailaratu nahi denean erabiltzen den komandoa. Horren erantzuna monitore seriean bistaratuko da.



```
const int sensorPin= A0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  int value = analogRead(sensorPin);
  float millivolts = (value / 1023.0) * 5000;
  float celsius = millivolts / 10;
  Serial.print(celsius);
  Serial.println(" C");
  delay(1000);
}
```

Irudia 8.4.3.1: LM35 sentsorearen programa.

Sentsore digitalaren kasuan, gogoratu bi liburutegi deskargatu behar direla: OneWire protokoloaren liburutegia eta sentsorearen liburutegia, DallasTemperature.

Hortaz, programa idazten hasi baino lehen liburutegiak definituko dira, bi include-en bidez. Jarraian, datu busaren pina definitu behar da ere, bederatzigarren pina kasu honetan eta Dallas liburutegia gehitu.

Ondoren, kode orokorreko bi funtzioak bete behar izango dira:

- Kasu honetan **Setup** funtzioan komunikazioaren transmisio abiadura definitzeaz aparte, sentsoreak hasieratu behar dira *sensors.begin()* funtzioaren bidez.
- **Loop** funtzioa dela eta, kasu honetan sentsore digitala izanda eta 1-Wire protokoloari esker errazagoa izango da programazioa: sentsoreak prestatu hauen irakurketa egiteko *sensors.requestTemperatures()* eta jarraian irakurketa egin eta monitore seriean aurkezteko *serial.print(sensors.getTempCByIndex(0))* funtzioa erabili.

Azkenik, delay funtzioa gehituko da ere tenperatura berriro neurtu baino lehen itxaron denboraldi bat egiteko.

```
#include <OneWire.h> //Liburutegiak definitu
#include <DallasTemperature.h>

/**/ Definiciones **/

OneWire ourWire(9); //Pin 9 Bus bezala definitu
DallasTemperature sensors(&ourWire); //Dallas liburutegia deitu

/**/ Programa **/

void setup() {
  delay(1000);
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin(); //Sentsoreak hasierazi
}

void loop() {
  sensors.requestTemperatures(); //Sentsorea irakurtzeko prestatu

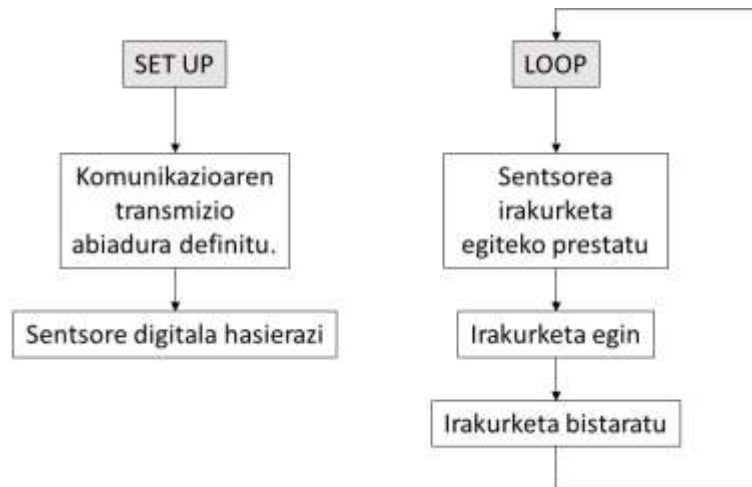
  Serial.print(sensors.getTempCByIndex(0)); //Tenperatura irakurri eta aurkeztu
  Serial.println(" Grados Centigrados");

  delay(1000); //Itxaropen denbora definitu hurrengo irakurketa egiteko
}
```

Irudia 8.4.3.2: DS18B20 sentsorearen programa.



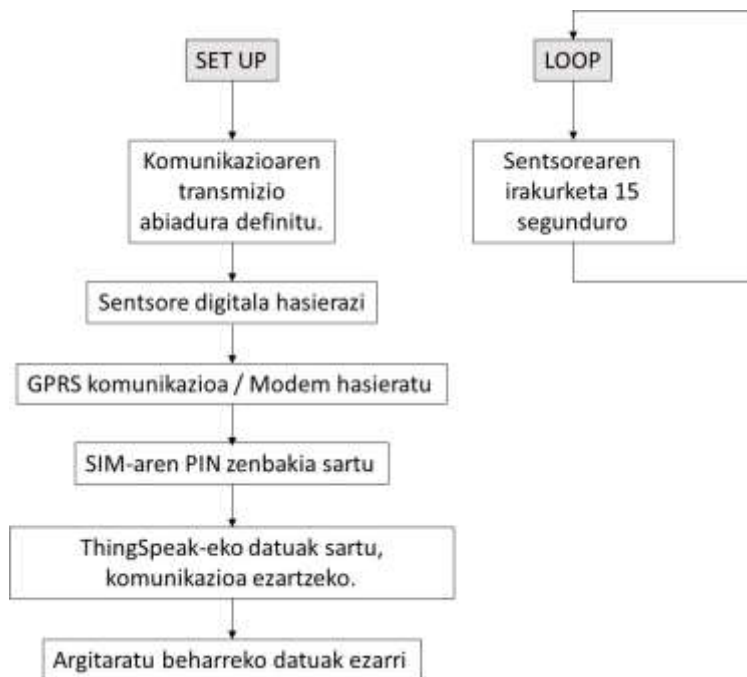
Beraz, bi sentsoreak banako programatu ondoren bi programak bateratu behar izango dira eta programaren egitura berdina izango da.



Irudia 8.4.3.3: Sentsoreen programazioaren fluxu diagrama.

8.4.4 SENTSOREAK NEURTUTAKO DATUAK THINGSPEAK-ERA IGO

Sentsoreen informazio neurtu ondoren programa osatu behar da datu horiek hodeira igotzeko.



Irudia 8.4.4.1: Datuak sarera igotzeko programazioaren fluxu diagrama.

Hasteko, Arduino-ko shield-en dagoen txip modeloa aukeratu da eta ondoren erabiliko diren liburutegiak adierazi behar dira:



- **OneWire** liburutegia erabiliko da Arduino eta temperatura sentsorearen komunikazioa ahalbidetzeko.
- **SoftwareSerial** liburutegia: Arduino plakaren 0(Rx) eta 1(Tx) pinen eta GSM/GPRS moduluaren arteko serie komunikazioa ahalbidetzen du.
- **TinyGSM** liburutegia: GSM/GPRS txartelarekin komunikazioa ahalbidetzen duen liburutegia.
- **Pubsubclient** liburutegia: MQTT protokoloa inplementatzen du.

Jarraian Arduino UNO plakan erabiliko diren pinak definitu behar dira. Hau da, sentsore bakoitza konektatzeko plakan esleituko zaion sarrera edo irteera digitalaren zenbakia.

- LM35 sentsorearen kasuan A0 pin analogikora.
- DS18B20 sentsoreari dagokienez Arduino-aren 9 pin digitalera.

Horrez gain, liburutegiak hasieratzeko komandoak ere idatzi beharko dira, baita GPRS-en egiaztagiriak. Kasu honetan SIM-a Euskaltel konpainiakoa denez, jarriko dugun apn: i.euskaltel.mobi eta ez da beharrezkoa erabiltzaile eta pasahitza jartzea.

Hurrengo pausua **void setup()** funtzioa programatzea izango da, horretarako funtzio asko erabiliko dira TinyGSM liburutegiari esker. Hauek dira erabiliko zenbait funtzio:

- Komunikazioaren transmisio abiadura definitu: *Serial.begin(9600)*
- Sentsore digitala hasieratuko da: *sensors.begin();*
- GPRS komunikazioa edo Modem hasieratu: *modem.init();*
- Horretarako SIM-aren pin zenbakia sartu behar da: *modem.simUnlock("3948");*
- ThingSpeak-eko datuak komunikazioa ezartzeko, beste funtzio batzuen artean:
 - Kanalaren ID sartu: *mqttClient.setServer(server, 1883);*
 - Kanala aukeratu. Kanala identifikatzeko, hurrengo kodea sartu behar da: *String topicString = "channels/" + String(channelID) + "/publish/" + String(writeAPIKey);* non channelID datua argitaratuko den kanalaren helbidea den eta apikey idazketa kanalaren API gakoa.
 - Hasieratzeko funtzioa: *mqttconnect();*
- Liburutegi bakoitza bere funtzioak ditu eta era zehatzean idatzi behar dira funtzionatu ahal izateko, hori API deitzen da (Application Programming Interface). Datuak igotzeko orduan ThingSpeak-aren kasuan erabili behar dugun modua hurrengoa da: *field1=100&field2=50&lat=30.61&long=40.35* eta kasu honetan API-a "field1" da, datuak hitz horiekin idazten ez badira ez dira Internetera igoko. Beraz, argitaratu beharreko datuak ezartzeko hurrengo funtzioa erabiliko da:
String data = "field1=" + String(temp_in, 1) + "&field2=" + String(temp_out, 1); non temp_in eta temp_out tenperatura sentsoreen datuak gordetzen dituzten aldagaiak diren.
- Gogoratu, *delay()* komandoaren bidez, milisegundotan (ms) adierazitako itxaronaldia adieraziko da.



Azkenik void loop() funtzioaren programazioa adieraziko da. Atala hau ziklikoki errepikatuko da Arduino UNO plaka elikatuta dagoen bitartean, hau da sentsoreak 15 segundo oro irakurriko ditu hori baita ThingSpeak-ean daukagun eragozpen bakarra.

Behin programa idatzita daukagula egiaztatu eta plakara igoko dugu, jarraian serie monitoreare irekitzeko eta hemen kontuan izan behar dugu monitore seriearen abiadura, izan ere, plaka eta monitore serie abiadura ezberdinak erabiltzen badituzte ez da ezer agertuko pantailan. Serieko atakak Arduino-ren garapen ingurunearen bidez era oso arinean emaitza ikustea baimentzen du. Behin programa aurreratuta dagoela Interneten datuak igo direla egiaztatuko da.

8.4.5 NODE-RED

Aplikazio hau probatzeko 6.solairuko laborategia erabili dugu eta funtzionatzeko Raspberry hasieratuta izan behar dugu, honek IP seinale bat emateko. Ordenagailua piztuz gero, instalatutako PuTTY programa irekitzen dugu eta gure Iot2020ren IP helbidea eskatzen digu: 192.168.0.200

Behin programazio pantaila irekitzean erabiltzailea eta pasahitza sartu behar ditugu: root eta IoT2020.

Jarraitzeko, zer egin nahi da? Node-RED aplikazioa erabili beraz, aktibatu egin behar da hurrengo sekuentzia idatziz: `node /usr/lib/node_modules/node-red/red`. Denbora laburtxo bat behar du Node-RED abiarazteko.

```
192.168.0.200 - PuTTY
login as: root
root@192.168.0.200's password:
Last login: Wed Jul 18 08:56:24 2018 from 192.168.0.131
root@iot2000:~# node /usr/lib/node_modules/node-red/red
18 Jul 08:58:12 - [info]

Welcome to Node-RED
=====
```

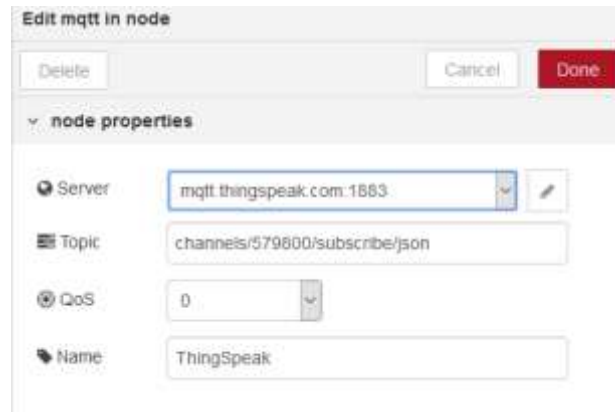
Irudia 8.4.5.1: PuTTY aplikazioa.

Behin abiarazita, Firefox ireki eta IP helbidea bilatuko dugu: 192.168.0.200:1880 eta Node-RED ingurunea agertuko da.

Programazioa grafikoa denez, bloke diagramen bitartez egiten da. Bi mota daude, sarrera motakoak eta irteera motakoak.

Proiektu honetarako jarraitu beharreko urratsak hurrengoak dira: Datuak jaso, konparaketa egin eta PLCa konfiguratu.

Lehenengo, datuak web orrialde batetik deskargatu behar dira beraz, sarrerako bloke harpidedun baten bitartez ThingSpeak-etik datuak deskargatzeko konfigurazioa egin behar da hurrengo irudian ikusten den moduan.



Irudia 8.4.5.2: Datuak deskargatzeko blokearen konfigurazioa.

Datu hauek json formatuan deskargatuko dira, eta javascript formatuak egotean behar dugu gero IoT2020 pasabidea hauen konparaketa egiteko. Hori da json izena duen blokearen esanahia.



Irudia 8.4.5.3: Datuak deskargatzeko blokea eta json blokea datuak javascript formatura pasatzeko.

Desiratutako kontroleko logika aplikatzen da fuction blokeari esker, hau da, bloke honetan temperatura datuen konparaketa egingo da eta haien artean 5 gradu baino gehiagoko diferentzia badago PLC-a aktibatzeke agindua bidali nahi da.

Horretarako fuction bloke horren irteera true edo false motakoa izango da. True bada PLC S7-an aktibatuko da irteera. Baina hori gerta dadin hardware konfigurazioan PUT / GET komunikazioa gaitu behar da.

Node-RED programazioaren aldetik PLC S7-a aktibatzeke bloke bat gehitu behar da: motor1 izenekoa eta onen barruak PLC-aren IP helbidea eta portua zehaztuko dira eta irteera batekin erlazionatuko beharko da.



Irudia 8.4.5.4: PLC-a aktibatzeke blokea.

Behin blokea definituta, bere sarrera konparaketa blokearen irteerari konektatu behar da, horrela, bloke horren irteera '1' denean PLCa aktibatuko da eta '0' denean ez.

Horrez gain, jasotako datuak ordenagailuko pantailan ikusteko aukera dago debug blokea gehituz.



Irudia 8.4.5.5: Datuak ordenagailuan bistartzeko blokea.



9. PLANGINTZA

Proiektua era egokian aurrera eramateko ezinbestekoa da plangintza ondo antolatuta izatea, horregatik oso garrantzitsua da atal hau.

Proiektuaren hasiera eta amaiera datak definitzeaz gain proiektua osatzeko egindako pausu guztiak zehaztuko dira, zeregin bakoitzaren iraupena, arduraduna, erabilitako baliabideak eta lortutako emaitzak definituz.

Egin beharreko lehengo gauza beraz lan taldea zehaztea izango da, ondorioz zereginak zerrendatu ahal izateko. Hau egin ondore, proiektuaren lan plana adierazteko Gantt diagrama bat aurkeztuko da

9.1 LAN TALDEA

Aipatu bezala, proiektuaren lan plana garatzeko ezin bestekoa da lehendabizi proiektuan parte hartuko duen lan taldea zehaztea.

Kodea	Izena	Erantzukizuna
H1	Oskar Casquero Oyarzabal	Proiektu zuzendaria
H2	Maidier Arandia Martin	Ingeniari teknikoa eta Administratzailea

6.Taula: Lan taldea.

9.2 PROIEKTUAREN FASEAK

Behin lan taldeak adierazita, proiektua garatzeko zeregin guztiak zerrendatu egingo dira, lau atal nagusitan bereiztuz: prestakuntza, garapena, frogapena eta dokumentazioa. Prestakuntza, frogapena eta dokumentazioa, bakoitza egiteko behar diren prozesuetan banatu dira. Garapenean aldiz, proiektua osatzen duten gailu eta elementuak erabiliz egin da banaketa.



9.2.1 PRESTAKUNTZA

Proiektua hasi baino lehen garatu nahi den gaia aukeratu eta definitu behar da. Horretarako egin beharreko zereginak honako hauek izango dira:

A) Helburuen finkapena:

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Lanaren gaia eta nondik norakoak zehaztu
Baliabideak	Internet
Emaitzak	Lanaren finkapena

7.Taula: Prestakuntza, helburuen finkapena.

B) Tresnen aukeraketa:

Iraupena	15 ordu
Arduraduna	H1 eta H2
Deskribapena	Lanean erabiliko diren gailuak aukeratu
Baliabideak	Internet
Emaitzak	Tresnak

8.Taula: Prestakuntza, tresnen aukeraketa.

C) Tutorearekin batzarra

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H1 eta H2
Deskribapena	Tutorearen aukeraketa eta akordioa
Baliabideak	-
Emaitzak	Lana adostu

9.Taula: Prestakuntza, tutorearekin batzarra.



9.2.2 GARAPENA

Proiektua adostua dagoela eta idea argi, garatzeko ordua izango da eta horretarako erabiliko diren elementu guztiak aztertu behar izango dira banan-banan azkenean bateratu ahal izateko.

A) LM35 sentsorea:

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Sentsorearen inguruko formazioa eta programazioa
Baliabideak	Internet, sentsorea, Arduino Uno
Emaitzak	Sentsorearen ezagutza eta tenperaturaren neurketa

10.Taula: Garapena, LM35 sentsorea.

B) DS18B20 sentsorea:

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Sentsorearen inguruko formazioa eta programazioa
Baliabideak	Internet, sentsorea, Arduino Uno
Emaitzak	Sentsorearen ezagutza eta tenperaturaren neurketa

11.Taula: Garapena, DS18B20 sentsorea.

C) Arduino Uno plaka:

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Ezagutza sakondu eta helburu konkretu baterako erabili
Baliabideak	Internet, Arduino Uno
Emaitzak	Datuak jaso

12.Taula: Garapena, Arduino plaka.



D) SIM900 txartela

1. Tutorearekin batzarra

Iraupena	15 ordu
Arduraduna	H1 eta H2
Deskribapena	SIM900 eta MQTT protokoloari buruzko sarrera
Baliabideak	Internet, Arduino Uno, SIM900
Emaitzak	Txartela ezagutu

13.Taula: Garapena, SIM900 txartelari buruzko batzarra tutorearekin.

2. Konfigurazioa

Iraupena	20 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Arduino programatu datuak hodeira igotzeko
Baliabideak	Internet, Arduino Uno, SIM900
Emaitzak	Programazioa prest datuak igotzeko.

14.Taula: Garapena, SIM900 txartelaren konfigurazioa.

3. ThingSpeak

Iraupena	5 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Kontua eta kanal berria sortua eta konfigurazioa aldatu
Baliabideak	Internet, Arduino Uno, SIM900
Emaitzak	Datuen tenperatura Thinspeak-era igo

15.Taula: Garapena, SIM900 txartelaren bidez ThingSpeak-era datuak igo.



E) IoT2020 pasabidea

1. Tutorearekin batzarra

Iraupena	20 ordu
Arduraduna	H1 eta H2
Deskribapena	IoT2020 eta Node-RED sarrera
Baliabideak	Internet, IoT2020
Emaitzak	IoT ezagutu

16.Taula: Garapena, IoT2020ri buruzko batzarra tutorearekin.

2. Konfigurazioa

Iraupena	5 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	PuTTY softwarearen ezagutza
Baliabideak	Internet, IoT2020
Emaitzak	IoT erabiltzeko prest

17.Taula: Garapena, IoT2020ren konfigurazioa.

3. Node-RED

Iraupena	20 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	IoT2020a programatzeko baliabide bat ezagutu
Baliabideak	Internet, IoT2020
Emaitzak	IoT2020 programatu eta datuak Internetetik jaso

18.Taula: Garapena, IoT2020 eta Node-RED erremienta.



F) PLC S7

1. Komunikazioa

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	PLC-aren ezagutza eta IoT2020tik datuak jaso
Baliabideak	Internet, PLC
Emaitzak	Datuak jaso

19.Taula: Garapena, PLC-aren ezagutza.

2. Eragingailua

Iraupena	5 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Sarreraren arabera irteerak aktibatu
Baliabideak	IoT2020, PLC
Emaitzak	PLCa automatizatu

20.Taula: Garapena, PLC-aren irteera aktibatu.



9.2.3 FROGAPENA

Proiektu osoa frogapena eta beharrezko hobekuntzak osatzen dute zereginen atal hau. Noski, tutorearen baieztapena behar da zereginekin jarraitzeko.

A) Frogapena

Iraupena	5 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Proiektu osoa bateratu eta ondo lan egiten duen konprobatu
Baliabideak	Sentsoreak, Arduino, SIM900, Internet, IoT2020, PLC
Emaitzak	Atal praktikoa osatu

21.Taula: Frogapena.

B) Hobekuntzak

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Frogan zehar izandako arazoak konpondu eta hobekuntzak egin
Baliabideak	Sentsoreak, Arduino, SIM900, Internet, IoT2020, PLC
Emaitzak	Atal praktikoa hobetu

22.Taula: Frogapena, hobekuntzak.

C) Tutorearekin batzarra

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H1 eta H2
Deskribapena	Proiektuaren atal praktikoen berrikuspena
Baliabideak	Tenperaturaren kontrol sistema
Emaitzak	Funtzionamendua baieztatu

23.Taula: Frogapena, tutorearekin batzarra.



9.2.4 DOKUMENTAZIOA

A) Memoria

Iraupena	100 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Proiektuaren memoria idatzi
Baliabideak	Internet, office
Emaitzak	Memoria

24.Taula: Dokumentazioa, memoria.

B) Berrikuspena

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H2
Deskribapena	Egindako memoria berrikusi
Baliabideak	Office
Emaitzak	Berrikusatako memoria

25.Taula: Dokumentazioa, berrikuspena.

C) Tutorearekin batzarra

Iraupena	10 ordu
Arduraduna	H1 eta H2
Deskribapena	Lan osoaren berrikusketa
Baliabideak	Memoria, kontrol sistema
Emaitzak	Behin betiko lana

26.Taula: Dokumentazioa, tutorearekin batzarra.



9.3 GANT DIAGRAMA

Zeregin guztien iraupen denbora gehituz proiektu osoa burutzeko beharrezko denbora lortuko dugu, 310 ordu totalen. Jarraian Gantt diagrama aurkeztuko da eta horretarako kontuan izan dugu hasiera data 2018ko Irailaren 3-a izan dela eta entregatze data 2018ko Azaroaren 13a da. Bi data horien artean lan garatu egin da, beste lan batzuekin bateragarria izanda, hortaz, ez da egun guztietan ordu kopuru berdina inbertitu.

Plangintzan ikusi dugun moduan 4 atal garrantzitsu bereizten dira proiektu honetan. Hasieran, aipatutako prestakuntza denbora, lanaren gaia eta gailuak aukeratzeko eta Garapena gailu eta tresnen ezaugarriak eta hauen funtzionamendua ezagutzeko. Jarraian, proiektuaren frogapena egin da lanaren funtzionamendua egiaztatze eta hobekuntza posiblerik dagoen ikusteko. Amaitzeko, proiektuaren dokumentazioa bete egin da, lanaren helburuak, onurak eta deskribapen zehatza eginez, beste atal batzuen artean.

Aipagarriak dira tutorearekin egindako batzarrak, izan ere jarraipen mugarriak izan dira eta kontuan izan beharreko ezaugarria da. Bertan, garapenean sortu diren zalantzak argitu, proiektu aurrera eramateko erraztasunak jaso, kontzeptuak berriak ikasi eta dokumentazioaren eta gradu amaierako lan honen buruzko informazioa lortu da.

Gantt diagraman kolorez ezberdinduta daude aurreko atalean definitutako atalak:

- Berdea: Prestakuntza
- Urdina: Garapena
- Laranja: Frogapena
- Gorria: Dokumentazioa



9.3.1 JARRAIPEN MUGARRIAK

Esan bezala tutorearen batzarrak jarraipen mugarri izan dira, hala ere aipatu ez diren batzar txikiak egon dira proiektuaren martxa ona ziurtatzeko.

Beraz, ondorengo 5 mugarriak dira nagusiak proiektuaren garapenean:

Mugarria	Data	Deskribapena
01	03/09/2018	Proiektuaren hasiera.
02	14/09/2018	Prestakuntzari dagokion tutorearekin batzarra.
03	28/09/2018	SIM900 eta MQTT protokoloari buruzko informazioa jasotzeko batzarra tutorearekin.
04	12/10/2018	IoT2020ri buruzko batzarra tutorearekin.
05	26/10/2018	Frogapena egiteko batzarra tutorearekin.
05	12/10/2018	Dokumentazioa ikuskatzeko batzarra tutorearekin.
05	13/11/2018	Proiektuaren bukaera

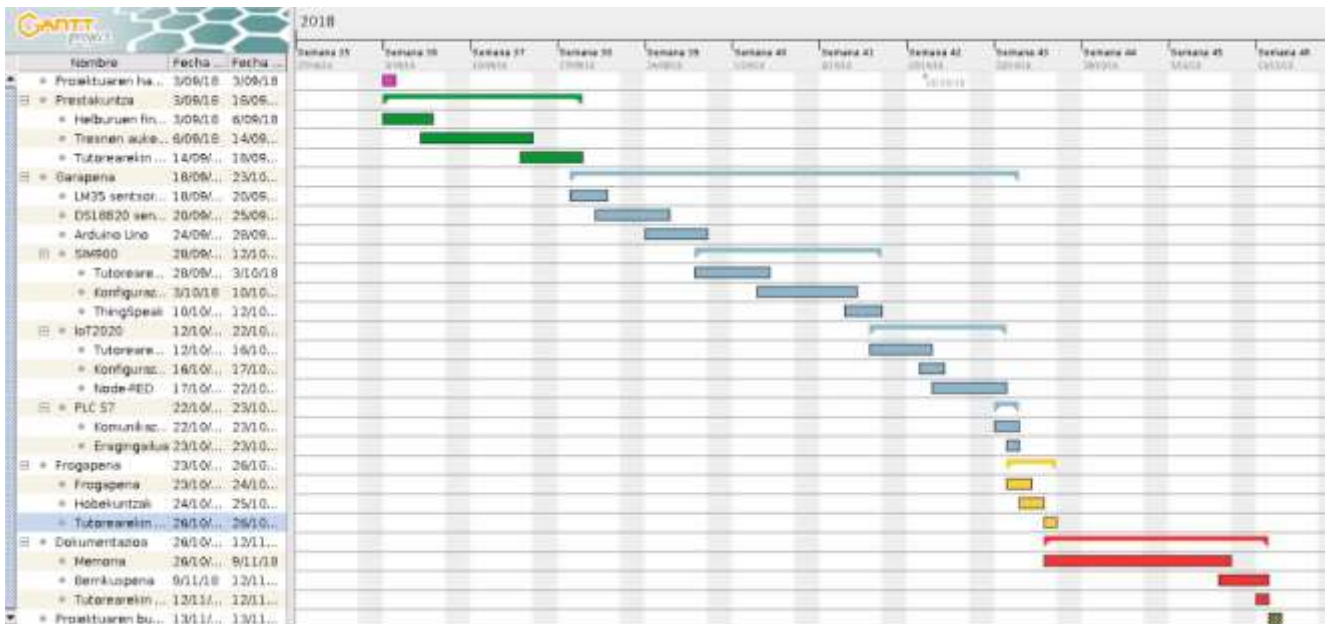
27.Taula: Jarraipen mugarriak.



9.3.2 GANTT DIAGRAMA

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
• Proiektuaren hasiera	3/09/18	3/09/18
▣ • Prestakuntza	3/09/18	18/09/18
• Helburuen finkapena	3/09/18	6/09/18
• Tresnen aukeraketa	6/09/18	14/09/18
• Tutorearekin batzarra	14/09/18	18/09/18
▣ • Garapena	18/09/18	23/10/18
• LM35 sentsorea	18/09/18	20/09/18
• DS18B20 sentsorea	20/09/18	25/09/18
• Arduino Uno	24/09/18	28/09/18
▣ • SIM900	28/09/18	12/10/18
• Tutorearekin batzarra	28/09/18	3/10/18
• Konfigurazioa	3/10/18	10/10/18
• ThingSpeak	10/10/18	12/10/18
▣ • IoT2020	12/10/18	22/10/18
• Tutorearekin batzarra	12/10/18	16/10/18
• Konfigurazioa	16/10/18	17/10/18
• Node-RED	17/10/18	22/10/18
▣ • PLC 57	22/10/18	23/10/18
• Komunikazioa	22/10/18	23/10/18
• Eragingailua	23/10/18	23/10/18
▣ • Frogapena	23/10/18	26/10/18
• Frogapena	23/10/18	24/10/18
• Hobekuntzak	24/10/18	25/10/18
• Tutorearekin batzarra	26/10/18	26/10/18
▣ • Dokumentazioa	26/10/18	12/11/18
• Memoria	26/10/18	9/11/18
• Berrikuspena	9/11/18	12/11/18
• Tutorearekin batzarra	12/11/18	12/11/18
• Proiektuaren bukaera	13/11/18	13/11/18

Irudia 9.3.2.1: Gantt diagrama sortzeko zereginen dataak.



Irudia 9.3.2.2: Gantt diagrama.



10.AURREKONTUA

Aurrekontuaren bidez, “Arduino eta PLC batek osatutako sistema baten tenperaturaren kontrola IoT2020 pasabidea erabiliz” proiektuak izan duen kostua zehaztuko da, hau da, lanaren balorazio ekonomikoa egingo da. Horretarako kontuan hartu beharreko atala ezberdinduko ditugu hurrengo tauletan.

10.1 GIZA BALIABIDEEN AURREKONTUA

Atal honetan proiektuan parte hartzen duten kideen koste unitarioak adierazi behar dira, hau da, langileen soldatak.

Izena	Erantzukizuna	Kostua	Orduak	Totala
Oskar Casquero Oyarzabal	Proiektu zuzendaria	40 €/ordu	80	3.200 €
Maidar Arandia Martin	Ingeniari teknikoa eta Administratzailea	15 €/ordu	310	4.650 €
GIZA BALIABIDE TOTALA				7.850 €

28.Taula: Giza baliabideen aurrekontua.

Beraz, giza baliabideei egokitutako proiektuaren aurrekontu finala 7.850 eurokoa izango da.



10.2 BALIABIDE AMORTIZAGARRIEN AURREKONTUA

Baliabide amortizagarriak inbertsioa duten baliabide horiei egiten dute erreferentzia.

Deskribapena	Kostua	Bizitza	Kostu unitarioa	Erabiltze denbora	Totala
Office 2013	150 €	2 urte	6,25 €/hilabete	2 hilabete	12,5€
PC eramangarria	900 €	5 urte	15 €/hilabete	3 hilabete	45€
Arduino IDE softwarea	Ez du inolako kosturik				
BALIABIDE AMORTIZAGARRIAEN TOTALA					57,5€

29.Taula: Baliabide amortizagarrien aurrekontua.

Baliabide amortizagarriei dagokien aurrekontua proiektuan 57,5 eurokoa izango da.



10.3 BALIABIDE MATERIALEN AURREKONTUA

Baliabide material edo gastuen aurrekontuan proiektuan erabilitako material eta erremienta guztien koste unitarioa kontuan hartuko da.

Deskribapena	Kostu unitarioa	Unitatea	Totala
LM35 sentsorea	1,6 €	1	1,6 €
DS18B20 sentsorea	1,51 €	1	1,51 €
4,7kΩ erresistentzia	0,12 €	1	0,12 €
Arduino Uno	23,20 €	1	23,20 €
Protoboard	4,20 €	1	4,20 €
Kableak	0,53 €/40unitate	6	0,53 €
SIM900	21,99 €	1	21,99 €
Elikadura kablea	16,99 €	1	16,99 €
SIM txartela	8€	1	8€
IoT2020	107,69 €	1	107,69 €
PLC S7	141,10 €	1	141,10 €
BALIABIDE MATERIALEN TOTALA			326,93 €

30.Taula: Baliabide materialen aurrekontua.

Beraz, gastuei dagokien aurrekontua proiektu honetan 326,93 eurokoa da.



10.4 AURREKONTU TOTALA

Azkenik, proiektuaren aurrekontu totalaren laburpen bat aurkezten da, baliabide materialak amortizagarriak, giza baliabideak eta gastuak kontuan izanez.

Atala	Kostua
Giza baliabideak	7.850 €
Baliabide amortizagarriak	57,5 €
Baliabide materialak	326,93 €
Totala	8.234,43 €
Ustekabekoak (%2)	164.68 €
AURREKONTU TOTALA	8.399,11 €

31.Taula: Aurrekontu totala.

Hau guztia kontuan izanik, proiektua burutzeko kostua 8.399,11 eurokoa izango da.



11.ONDORIOAK

Hasierako baldintzak errespetatuz proiektu honen helburua nagusia betetzea lortu da, Arduino eta PLC batek osatutako sistema baten tenperaturaren kontrola egitea IoT pasabidea erabiliz. Erabilitako teknologia guztiei esker, sentsoreak neurtutako tenperatura jakin dezakegu edozein momentuan eta edozein lekuan Internet erabilia, eta gainera, datu hauek IoT jasoko ditu saretik, hauen arabera irteera bat aktibatzen.

Lan honekin graduan ikasitako kompetentzia asko praktikan jarri ditut. Alde batetik Arduinoa-rekin trebetasuna handituz eta beste aldetik, MQTT protokoloari buruz eta IoT2020-ren inguruari buruz ezagutza hartuz. Esan bezala, azken teknologia honek etorkizun handia du, hazkuntza handia duelako eta egia esanda, lanaren parte korapilatsuen PuTTY softwarea izan da, baina balio anitzeko eta interesgarria izan da honen inguruan lan egitea.

Oro har hitz eginez, proiektu honi esker formakuntza eta ezaguera oso baliagarriak lortu dira. Hala ere, komunikazioen eta teknologia ingurua oso zabala da eta hazkunde berriak kontuan hartuz, beti gauza berriak ikasteko daude.



12. BIBLIOGRAFIA

Proiektu honen garapenerako erabilitako informazio iturri eta erreferentziak adieraziko dira atal honetan.

[1] Arduinon oinarritutako estazio meteorologiko baten diseinu, inplementazio eta kontrola. <https://bit.ly/2JVxlc8> (Eskuragarri: 2018-19-20)

Industria 4.0, IoT, Mikrokontrolagailua

[2] ¿Qué es la Industria 4.0? <https://bit.ly/2HIF8qW> (Eskuragarri: 2018-11-02)

[3] Wikipedia. Industry 4.0 <https://bit.ly/2PIVgaE> (Eskuragarri: 2018-11-02)

[4] Pixabay. IoT <https://bit.ly/2QyvlZR> (Eskuragarri: 2018-11-02)

[5] Pxhere <https://bit.ly/2RLtXTJ> (Eskuragarri: 2018-11-02)

DS18B20 temperatura-sentsorea:

[6] DS18B20 sensor de temperatura para líquidos con Arduino. <https://bit.ly/2Qx7Tft> (Eskuragarri: 2018-10-23)

[7] DS18B20. <https://bit.ly/1TfMOTq> (Eskuragarri: 2018-10-23)

LM35 temperatura-sentsorea:

[8] LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors. <https://bit.ly/1lhp1kg> (Eskuragarri: 2018-10-23)

[9] Leer el sensor de temperatura LM35 en Arduino. <https://bit.ly/2vUTT9k> (Eskuragarri: 2018-10-23)

Arduino UNO

[10] Arduino Uno: Especificaciones y características <https://bit.ly/2AXUsQ9> (Eskuragarri: 2018-10-24)

[11] Arduino UNO rev3 <https://bit.ly/2uZY9k2> (Eskuragarri: 2018-10-24)

[12] Explicación protocolo 1-Wire <https://bit.ly/2PoM9Gb> (Eskuragarri: 2018-10-24)

Plaka GSM, MQTT, AT komandoak:

[13] Módulo GSM/GPRS: llamar y enviar SMS <https://bit.ly/2SYVfaG> (Eskuragarri: 2018-07-20)

[14] Documentación API <https://bit.ly/2RP1b4M> (Eskuragarri: 2018-07-20)

[15] MathWorks. Publish to a Channel Feed <https://bit.ly/2AXXVyo> (Eskuragarri: 2018-07-20)



- [16] Subir datos de temperatura con SIM900 a ThingSpeak <https://bit.ly/2zHRjSN> (Eskuragarri: 2018-07-20)
- [17] SIM900 GSM GPRS Shield con Arduino UNO <https://bit.ly/2JTUJLQ> (Eskuragarri: 2018-07-20)
- [18] MQTT <https://bit.ly/2CQxAEz> (Eskuragarri: 2018-07-20)
- [19] Primeros pasos con MQTT <https://bit.ly/2Deufi4> (Eskuragarri: 2018-07-20)
- [20] Conozca MQTT <https://ibm.co/2QzjKcM> (Eskuragarri: 2018-07-20)
- [21] MQTT: un protocolo específico para el internet de las cosas <https://bit.ly/2DxTDQQ> (Eskuragarri: 2018-07-20)
- [22] Aprende el protocolo MQTT paso a paso <https://bit.ly/2qHaurH> (Eskuragarri: 2018-07-20)
- [23] SIM900_AT <https://bit.ly/2DxTY64> (Eskuragarri: 2018-10-26)

Node-RED:

- [24] Node-RED. Flow-based programming for the Internet of Things <https://bit.ly/2jEd5NX> (Eskuragarri: 2018-10-30)
- [25] ¿Qué es Node-RED? <https://bit.ly/2z4j4pg> (Eskuragarri: 2018-10-31)
- [26] NODE-RED: Construye el internet de las cosas. <https://bit.ly/2PSQVuO> (Eskuragarri: 2018-10-31)
- [27] Introducción a Node-RED y Raspberry Pi con un sistema de alarma con Arduino <https://bit.ly/2pvnyzT> (Eskuragarri: 2018-10-31)

Aurrekontuarentzat:

- [28] Sensor de temperatura LM35 <https://bit.ly/2z4Cj1O> (Eskuragarri: 2018-11-04)
- [29] DS18B20 Sensor de Temperatura <https://amzn.to/2zI2gnt> (Eskuragarri: 2018-11-04)
- [30] Arduino Uno Rev3 original <https://amzn.to/2Favgds> (Eskuragarri: 2018-11-04)
- [31] Placa protoboard 82x55mm <https://bit.ly/2RNDFoy> (Eskuragarri: 2018-11-04)
- [32] Cables Jumper <https://amzn.to/2RJLuvu> (Eskuragarri: 2018-11-04)
- [33] SIM900 GPRS <https://amzn.to/2RL7Cpy> (Eskuragarri: 2018-11-04)
- [34] Cargador Corriente 12V <https://amzn.to/2PPgKvH> (Eskuragarri: 2018-11-04)
- [35] Puerta de enlace inteligente Siemens <https://bit.ly/2FhobII> (Eskuragarri: 2018-11-04)