



Universidad Tecnológica ECOTEC

Nombre de la Facultad

Título del trabajo:

Implementación de microcontroladores para la gestión de riego por goteo en el cultivo de ciclo corto para la ciudad de Samborondón- Guayas

Línea de Investigación:

Tecnologías de la Información y Comunicación

Modalidad de titulación:

Propuesta Tecnológica

Carrera:

Ingeniería en Sistemas - énfasis en Sistemas

Título a obtener:

Ingeniero en Sistemas

Autor (a):

Guillermo Daniel Murillo Moreira

Tutor (a):

Mgtr. Cesar Bustamante

Guayaquil– Ecuador

2022Año actual

ANEXO N°15

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN A REVISIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Samborondón, 7 de noviembre de 2022

Magíster
Erika Ascencio Jordán
Decano(a) de la Facultad
Ingeniería.
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: Implementación de microcontroladores para la gestión de riego por goteo en el cultivo de ciclo corto para la ciudad de Samborondón según su modalidad PROPUESTA TECNOLÓGICA; fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para la elaboración del trabajo de titulación, Por lo que se autoriza a: **Guillermo Daniel Murillo Moreira**, para que proceda a su presentación para la revisión de los miembros del tribunal de sustentación.

ATENTAMENTE,



Firmado electrónicamente por:
CESAR ANTONIO
BUSTAMANTE CHONG

Mgtr. Cesar Bustamante

Tutor(a)

ANEXO N°15

CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS



Habiendo sido nombrado Mgtr. Cesar Bustamante, tutor del trabajo de titulación” Implementación de microcontroladores para la gestión de riego por goteo en el cultivo de ciclo corto para la ciudad de Samborondón” elaborado por Guillermo Daniel Murillo Moreira, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniería en sistemas.

Se informa que el mismo ha resultado tener un porcentaje de coincidencias 7% mismo que se puede verificar en el siguiente link: <https://secure.arkund.com/view/141412844-706771-964427>. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.

Document Information

Analyzed document	Murillo Moreira Guillermo Daniel.docx (D148360503)
Submitted	2022-11-01 21:33:00
Submitted by	Cbustamante
Submitter email	cbustamante@ecotec.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	cbustamante.ecotec@analysis.arkund.com

Sources included in the report

	URL: https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2021/07/14/en-ecuador-el-riego-tecnificado-equivale-a-cultivos-m-s-sostenibles-y-mejor-alimentacion#:~:text=En%20Ecuador%252C%20de%20las%20338,los%20alimentos%20que%20se%20cultivan.BISITE	 1
	URL: https://www.appandweb.es/blog/iot-	



Firmado electrónicamente por:
**CESAR ANTONIO
BUSTAMANTE CHONG**

FIRMA DEL TUTOR
Mgtr. Cesar Bustamante

ANEXO N°16

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CON INCORPORACIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Samborondón, 7 de noviembre de 2022

Magíster
Erika Ascencio Jordán
Decano(a) de la Facultad
Ingeniería.
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: Implementación de microcontroladores para la gestión de riego por goteo en el cultivo de ciclo corto para la ciudad de Samborondón según su modalidad PROPUESTA TECNOLÓGICA; fue revisado y se deja constancia que el estudiante acogió e incorporó todas las observaciones realizadas por los miembros del tribunal de sustentación por lo que se autoriza a: Guillermo Daniel Murillo Moreira, para que proceda a la presentación del trabajo de titulación para la revisión de los miembros del tribunal de sustentación y posterior sustentación.

ATENTAMENTE,



Firmado electrónicamente por:
CESAR ANTONIO
BUSTAMANTE CHONG

Mgtr. Cesar Bustamante

Tutor(a)

RESUMEN

El objetivo de la presente propuesta tecnológica es la creación de un sistema automatizado de riego por goteo con uso de tarjetas microcontroladoras para los cultivos de ciclo corto. Se decidió automatizar este proceso con las nuevas tecnologías con el fin de mejorar la calidad de los productos, adicionalmente, obtener una mayor eficiencia de los recursos como son el agua para de esta manera beneficiar a las familias de la ciudad de Samborondón.

Este sistema cuenta con una interfaz gráfica a la que se puede acceder mediante un computador entrando al navegador o descargando una app ya sea en un teléfono inteligente o tableta. Conjuntamente, se realizó el método experimental para la recolección de datos usándolos en la configuración de variables, igualmente se usó el método deductivo para definir el porcentaje de humedad en el que el sistema se va activar además la implementación de comandos de voz con el asistente virtual de Amazon llamado Alexa. Desde la interfaz, el usuario podrá elegir el tipo de cultivo que se va a plantar, ver la fecha aproximada de cosecha, observar los cambios de temperaturas y humedad de la tierra de la planta, analizar el historial de cambios además de poder descargar dicho historial.

Finalmente se estudió los factores edafoclimáticos para poder programar cada cultivo con sus necesidades específicas a las que les puede afectar el rendimiento, concluyendo con pruebas de campo para demostrar el buen funcionamiento de los sensores con la interfaz, obteniendo unos resultados positivos para el manejo de los recursos.

Palabras claves: Tarjeta microcontroladora, riego por goteo, cultivos de ciclo corto.

ABSTRACT

The objective of this technological proposal is the creation of an automated drip irrigation system using microcontroller cards for short-cycle crops. It was decided to automate this process with new technologies in order to improve the quality of the products, in addition, to obtain greater efficiency of resources such as water, in order to benefit the families of the city of Samborondón.

This system has a graphical interface that can be accessed through a computer by entering the browser or downloading an app either on a smartphone or tablet. Together, the experimental method for data collection was carried out using them in the configuration of variables, the deductive method was also used to define the percentage of humidity in which the system will be activated, in addition to the implementation of voice commands with the virtual assistant. from Amazon called Alexa. From the interface, the user will be able to choose the type of crop that is going to be planted, see the approximate date of harvest, observe the changes in temperature and humidity of the plant's soil, analyze the history of changes in addition to being able to download said history.

Finally, the edaphoclimatic factors were studied in order to be able to program each crop with its specific needs that can affect the yield, concluding with field tests to demonstrate the proper functioning of the sensors with the interface, obtaining positive results for the management of the means

Keywords: Microcontroller card, drip irrigation, short cycle crops.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	4
1.1.1 Cultivos.....	4
1.1.2 Cultivos de ciclo cortos.....	4
1.1.3 Condiciones edafoclimáticas.....	5
1.1.4 Cálculo de necesidades de riego de ciclo corto.....	7
1.1.5 Sistema de riego por goteo.....	7
1.1.6 Automatización de sistema de riego.....	8
1.1.7 Internet of the things.....	9
1.1.8 Amazon Web Service.....	10
1.1.9 Amazon Iot Device Management.....	13
1.1.10 Arduino.....	14
1.1.11 Arduino Iot cloud.....	14

1.1.12	Cuadro comparativo entre Amazon web service y Arduino cloud	15
1.1.13	Circuito integrado (IC).....	16
1.1.14	MCU	17
1.1.15	Esp32	17
1.1.16	ESPDUINO-32.....	19
1.1.17	Protocolo MQTT	20
1.2	Sensores.....	20
1.2.1	Sensor de humedad del suelo capacitivo	20
1.2.2	Sensor de temperatura DHT11.....	23
1.1.1	Relé de energía	25
1.1.2	Electroválvula Solenoide	28
CAPÍTULO 2: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN		31
2.1	Generalidades.....	31
2.1.1	Métodos.....	31
2.1.2	Técnica	31
2.2	Metodología del desarrollo de la propuesta	32
CAPÍTULO 3: Propuesta		59
3.1	Ingeniería de software	59
3.2	Diagrama de flujo de procesos del sistema	59

3.3	Diseño.....	60
3.4	Implementación.....	62
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES	68
	Bibliografía	69
	Anexo	76

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas van mejorando sus procesos utilizando máquinas automáticas, así mismo, dentro de la agricultura, el riego es un proceso que se puede automatizar para obtener resultados con mayor eficiencia. Un riego correcto es aquel capaz de aplicar el agua a los cultivos en la cantidad necesaria, de acuerdo a las condiciones de clima y suelo del lugar en cuestión (Folch & Fabrega, 1999). Por esta razón es necesario el uso de sensores que monitoreen y automaticen el riego para de esta manera, lograr mejores resultados con las cosechas.

El riego por goteo es un método de riego de alta eficiencia que se basa en mandar pequeñas cantidades de agua a lado de las raíces de las plantas, de esta manera, reduciendo considerablemente el consumo de agua (Muñoz, 2021). Con la implementación del sistema automatizado de riego por goteo se espera potenciar más el ahorro de recursos como el tiempo y la cantidad de agua además de evitar dañar los microorganismos que viven en la tierra ya que al tener exceso de agua, se ven perjudicados estos microorganismos.

El término Internet de las cosas (IoT) hace referencia a todos los sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas con intervención humana mínima (RedHat, 2019). El proceso de IoT es un gran avance para obtener un mejor conocimiento de los procesos, que en este caso sería el riego por goteo. El sector agroindustrial es uno de los

candidatos más fuertes para la aplicación de IoT en la próxima década (Tovar, Solórzano, Rodríguez, & Rodríguez, 2019)

El proyecto se va a realizar mediante la utilización de microcontroladores, sensores de humedad, motores y un módulo wifi, se programará las tarjetas microcontroladoras en base a una serie de parámetros para optimizar el cultivo de una especie de planta en específica.

La variable independiente es la tarjeta microcontroladora mientras que la variable dependiente son los parámetros de cultivos tales como: el crecimiento de la planta, los días de floración, el rendimiento, entre los principales.

¿Cómo un sistema automatizado de riego por goteo controlado por tarjetas microcontroladoras va a mejorar la producción y ahorrar recursos para los cultivos de ciclo corto?

JUSTIFICACIÓN.

El riego es una de las actividades mas importantes para el agricultor y con el desarrollo de la tecnología se puede mejorar la técnica para conseguir mejores resultados. Por esta razón, se tienen en mente diseñar un sistema de riego moderno mediante la interacción de sensores de humedad en la tierra y controlar la bomba de agua mediante la domotización, además de poder ver informes y controlar el sistema desde una página web.

El agua que se destina a riego agrícola bordea el 70% de la disponibilidad de agua dulce del planeta, y en Ecuador el porcentaje es muy parecido. Esto

justifica cualquier esfuerzo de investigación o estrategia para optimizar el aprovechamiento del agua de riego (Nieto, Pazmiño, Rosero, & Quishpe, 2018).

Es importante la realización de este proyecto ya que con este se va a poder economizar el uso de agua y tiempo, igualmente se busca que implementar este sistema sea con el menor costo para la población agricultora con bajo recursos económicos.

Las soluciones de IoT (Internet of Things o Internet de las Cosas) en el sector de la agricultura suponen una gran ayuda para su digitalización y mejora de la productividad agrícola. (Ruiz Baena, 2019) El poder construir un sistema de cultivo inteligente garantiza beneficios significativos puesto que no se debe realizar un control o comprobación manual, los sensores son capaces de diagnosticar parámetros del clima de los cultivos para luego enviarlos a la tarjeta microcontroladora y que esta pueda regular los factores para obtener las condiciones óptimas requeridas

OBJETIVOS.

Objetivo general

Diseñar un sistema de tarjetas microcontroladoras para la gestión de riego por goteo en el cultivo de ciclo corto en la ciudad de Samborondón Guayas.

Objetivos específicos

- Determinar las condiciones edafoclimáticas para el diseño de riego en cultivos de ciclo corto.

- Implementar la recolección de información mediante sensores conectados a las tarjetas de microcontroladores.
- Desarrollar las tarjetas microcontroladoras para la gestión del sistema de riego por goteo en el cultivo de ciclo corto.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1.1 Cultivos

1.1.2 Cultivos de ciclo cortos

Según Alejandro Anzola (2015) los cultivos de Ciclo Corto son todos aquellos cultivos cuyo ciclo de vida, es decir desde el momento que nacen hasta el momento que finiquitan su ciclo productivo, transcurren en menos de 365 días. Con la particularidad de que una vez obtenido el fruto existe la necesidad de volverlos a sembrar.

En el Ecuador los principales productos de ciclo corto son arroz, maíz, soya y hortalizas, donde la mayoría de los productores buscan diferentes alternativas para incrementar los rendimientos, pero con bajos costos de producción. (Solis Santistevan, 2019)

Las dos terceras partes de las familias ecuatorianas, son productores netos de arroz, maíz, soya y otros productos de ciclo corto como: tomate, pimiento, perejil, entre otros, sin embargo, son afectadas sus producciones por factores climáticos. (Tello Dominguez, 2015)

Estos tipos de cultivo al poder cosechar los frutos en menos de un año, puede generar más beneficios con mayores ingresos, además de que el Ecuador es un gran productor de estos cultivos, hace que se genere una mayor fuente de empleo.

1.1.3 Condiciones edafoclimáticas

La soya se adapta a diversos tipos de suelo, sin embargo, presenta su mayor potencial y reducción de problemas en su desarrollo en suelos de textura franca; se deben evitar los suelos compactados con texturas extremadamente arenosas, alto contenido de arcilla (mayor de 60%) y carbonatos de calcio y mal drenaje para minimizar el problema de clorosis férrica. Evitar suelos con problemas de salinidad (mayor de 2 dScm⁻¹), pH alcalinos (> 8.0) (Rodríguez, 2006), con drenaje deficiente y con antecedentes de presencia de la enfermedad “podrición texana” (*Phymatotrichum omnivorum*). (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 2014, pág. 3)

El instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2014) define que las condiciones agroecológicas para la Soya son:

- **Requerimientos climáticos y edáficos**
- **Precipitación:** 450 mm a 650 mm durante el ciclo.
- **Temperatura:** 22 a 30 oC.
- **Altitud:** 0 a 1200 msnm.
- **Suelo:** Franco arenoso o franco arcilloso, bien drenados.
- **pH:** 5,5 a 7.0
- **Luz:** 12 horas de luz por día

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. (Espinoza Malla, 2015)

El instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2014) define que las condiciones agroecológicas para el arroz son:

Suelo: pH 6.0 – 7.0

Materia orgánica (mayor de 5%)

Contenido de arcilla (mayor del 40%)

Topografía plana

Capa arable profunda (mayor de 25 cm)

Buen drenaje superficial.

Temperatura: 20 °C a 30 °C

Radiación solar: 300 cal/cm² por día, durante el estado reproductivo hace posibles rendimientos de 5 t/ha.

Precipitación: 800 a 1240 mm durante el ciclo.

Estas características del clima del suelo y temperatura son factores que normalizan los procesos fisiológicos de la planta para ayudarla a crecer efectivamente. Es importante tenerlos en cuenta para que el cultivo pueda desarrollarse correctamente y obtener los mejores resultados en los frutos.

1.1.4 Cálculo de necesidades de riego de ciclo corto

La soja es una planta sensible a la duración del día, es una planta de día corto. Es decir, que, para la floración de una variedad determinada, se hacen indispensables unas determinadas horas de luz, mientras que, para otra, no. Respecto a la humedad, durante su cultivo, la soja necesita al menos 300 mm de agua, que pueden ser en forma de riego cuando se trata de regadío, o bien en forma de lluvia en aquellas zonas templadas húmedas donde las precipitaciones son suficientes. (infoAgro, 2022)

1.1.5 Sistema de riego por goteo

Según Cortes Valeria y Vargas Marco (2020, pág. 29) los sistemas de riego por goteo son aquellos que permiten transportar el agua mediante una red de tuberías o mangueras y aplicarlas a cultivos a través de pequeños goteros que entregan agua en un volumen muy pequeño de manera periódica.

El riego por goteo es el más eficiente método de suministro de agua y nutrientes a los cultivos. Entrega el agua y fertilizantes directamente a la zona radicular del cultivo, en la cantidad correcta y en el momento adecuado, por lo tanto, cada planta recibe exactamente lo que necesita, cuando lo necesita para desarrollarse óptimamente. Gracias al riego por goteo, los productores pueden tener mejores rendimientos mientras ahorran agua, así como fertilizantes, energía e incluso agroquímicos. (NetaFim, 2018)

El riego por goteo ofrece muchas ventajas como el ahorro del agua, un aumento de la productividad y la calidad del producto, por esa razón es un excelente sistema, además de evitar regar en sitios no deseados eliminando así la maleza.

1.1.6 Automatización de sistema de riego

El sistema de riego automatizado o riego tecnificado se define como:

El riego tecnificado es un procedimiento técnico diseñado para saber cuándo, cuánto y cómo realizar las prácticas de irrigación permitiendo su aplicación en los cultivos, fertilizantes y nutrientes de forma segura. Dicho procedimiento está orientado a la disminución del consumo de agua, reducción de trabajo, facilidad de aplicación, aumento de producción por unidad o superficie y obtención de productos con mejor calidad. (Morales Romero, Ruiz Aguilar, & Alejo Lopez, 2020)

Una automatización de riego moderniza y optimiza el proceso ahorrando tiempo, además de aportar un uso eficiente de recursos importantes como el agua. Este sistema aumenta la productividad y calidad puesto que los cultivos van a tener exactamente el agua necesaria en el tiempo correcto. También reduce la mano de obra

1.1.7 Internet of the things

La Internet de las cosas (IoT) describe la red de objetos físicos ("cosas") que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas. (Oracle, 2022)

Cristoffer (2018) define el IoT como una colección de objetos ilimitados permanentemente conectados en un escenario digital que aspiran a que todo sea inteligente mediante la gestión de grandes cantidades de información.

La razón por la cual hay cada vez más dispositivos conectados es por el poder del dato. Y es que esta conexión puede aportar información de gran valor, desde el estado actual del dispositivo, a información relevante sobre los procesos de su entorno. Asimismo, al recibir información de la red, se puede tener un control absoluto del aparato conectado en tiempo real. (CiudadesDelFuturo, 2020)

El proceso que utiliza es conocido como M2M (machine to machine), haciendo que dos dispositivos se comuniquen, de forma directa o indirecta, sin la intervención del ser humano, a través de sensores y chips que ambos instrumentos llevan incorporados. Por ejemplo, un teléfono móvil está conectado de forma directa con internet; en cambio, no ocurre lo mismo con una pulsera de actividad o smartband que van conectados a un teléfono móvil y este a su vez a internet, forma indirecta. (BISITE, 2022)

Para Fernandez (2022) el IoT se ha convertido en la principal tendencia tecnológica, encabezando el desarrollo en el sector de las TIC (Tecnologías de información y Comunicación), así como de otros sectores que han visto en las nuevas tecnologías IoT un futuro prometedor como fuente de innovación y nuevos modelos de negocio.

José Luis Gómez (2018) expresa que la utilización de IoT en la agricultura de precisión contribuye a obtener información detallada del cultivo, el suelo y de las variaciones del clima en tiempo real, lo que facilita el proceso de siembra mediante el monitoreo, el almacenamiento de datos y la evaluación automatizada, entre otros recursos.

1.1.8 Amazon Web Service

Amazon Web Services (AWS) es la plataforma en la nube más adoptada y completa en el mundo, que ofrece más de 200 servicios integrales de centros de datos a nivel global. Millones de clientes, incluso las empresas emergentes que crecen más rápido, las compañías más grandes y los organismos gubernamentales líderes, están usando AWS para reducir los costos, aumentar su agilidad e innovar de forma más rápida. (Amazon, 2022)

Amazon es una de las empresas que mayor inversión realiza en cuanto a seguridad. Cuenta con las mejores certificaciones y acreditaciones a nivel internacional para la administración de estructuras TI, garantizando la integridad y

privacidad de los datos y la seguridad de los sistemas ante ataques externos.

(Aguilar, 2021)

Entre las características más importantes de AWS:

- **Mayor Funcionalidad**

AWS cuenta con una proporción de servicios y de propiedades incluidas en ellos que supera la de cualquier otro abastecedor de la nube, ofreciendo a partir de tecnologías de infraestructura como cómputo, almacenamiento y bases de datos hasta tecnologías emergentes como aprendizaje automático e ia (inteligencia artificial), lagos de datos y estudio e internet de las cosas. Ejemplificando, AWS da la más vasta pluralidad de bases de datos que permanecen diseñadas en especial para diversos tipos de aplicaciones, debido a lo cual usted puede escoger la herramienta correcta para el trabajo con el objetivo de obtener el mejor precio y rendimiento.

- **La comunidad más grande de clientes y socios**

AWS tiene la sociedad más enorme y dinámica, con millones de consumidores activos y una cantidad enorme de aliados internacionalmente. La red de socios de AWS (APN) incluye una cantidad enorme de integradores de sistemas que se especializan en los servicios de AWS y decenas proveedores de programa independientes (ISV) que adaptan su tecnología para que funcione en AWS.

- **Más seguro**

AWS está pensado para ser el ámbito de informática en la nube más flexible y seguro disponible actualmente. Su infraestructura primordial fue creada para llevar a cabo con los requisitos de estabilidad del ejército, los bancos mundiales y otras empresas que tienen que consumir requisitos de confidencialidad rigurosos. Cuenta con el respaldo de un extenso grupo de herramientas de estabilidad en la nube, con 230 servicios y propiedades de estabilidad, conformidad y gobernanza. AWS es compatible con 98 estándares

de estabilidad y certificaciones de conformidad y los 117 servicios de AWS que almacenan datos de los consumidores ofrecen la capacidad de cifrar aquellos datos

- **El ritmo de innovación más rápido**

Con AWS, puede aprovechar las últimas tecnologías para experimentar e innovar de manera más inmediata. Constantemente aceleramos nuestro ritmo de innovación para crear tecnologías enteramente novedosas que usted puede usar para cambiar su comercio. Ejemplificando, en 2014, AWS ha sido pionero en el área de informática sin servidor con el lanzamiento de AWS Lambda, que posibilita que los desarrolladores ejecuten su código sin surtir ni regir los servidores. AWS además diseñó Amazon SageMaker, un servicio de aprendizaje automático enteramente administrado que posibilita a los desarrolladores y científicos diarios usar el aprendizaje automático, sin necesidad de tener vivencia previa.

- **La experiencia operacional más comprobada**

La experiencia, madurez, fiabilidad, seguridad y rendimiento de AWS son inigualables y están al servicio de sus aplicaciones más importantes. Durante más de 16 años, AWS ha prestado servicios en la nube a millones de clientes de todo el mundo con una amplia variedad de casos de uso. AWS ofrece una mayor experiencia operativa, a gran escala, que cualquier otro proveedor de nube.

La investigación de Gartner sitúa a AWS en el cuadrante de líderes del nuevo cuadrante mágico de 2021 para servicios de plataforma e infraestructura en la nube (CIPS). Los CIPS, en el contexto de este cuadrante mágico, se definen como “ofertas estandarizadas y altamente automatizadas, en las que los recursos de infraestructura (por ejemplo, informática, redes y almacenamiento) se complementan con servicios integrados de plataforma”. (Amazon, 2022)



Ilustración 1 Gartner: cuadrante mágico del 2021 para la infraestructura en la nube y los servicios de plataforma

1.1.9 Amazon IoT Device Management

AWS IoT Device Management ayuda a registrar, organizar, supervisar y administrar de forma remota dispositivos IoT a escala. Intégrelo con AWS IoT Core para conectar y administrar fácilmente dispositivos en la nube y con AWS IoT Device Defender para auditar y supervisar la posición de seguridad de su flota. (Amazon, 2022)

1.1.10 Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont). (Arduino, 2022)

Según Arduino.cl (2022) Arduino es libre y extensible: así cualquiera que desee ampliar y mejorar el diseño hardware de las placas como el entorno de desarrollo, puede hacerlo sin problemas. Esto permite que exista un rico ecosistema de placas electrónicas no oficiales para distintos propósitos y de librerías de software de tercero, que pueden adaptarse mejor a nuestras necesidades.

La enorme flexibilidad y el carácter libre y abierto de Arduino hacen que puedas utilizar este tipo de placas prácticamente para cualquier cosa, desde relojes hasta básculas conectadas, pasando por robots, persianas controladas por voz o tu propio vending machine (Fernández, 2020)

1.1.11 Arduino iot cloud

Arduino IoT Cloud es una plataforma de aplicación de Internet of Things fácil de usar. Hace que sea muy sencillo para cualquiera desarrollar y gestionar aplicaciones de IoT, lo que les permite centrarse en la resolución de problemas reales en su negocio o en la vida cotidiana. (aprendiendoarduino, 2019)

Carlos Yañez (Yañez, 2020) expresa que la nueva plataforma Arduino IoT Cloud podrá ser programada con bocetos elaborados de forma más sencilla y rápida por el sistema. Generando esquemas automáticos cuando se configure algo nuevo, lo que ayudará a un desarrollador a pasar de desempaquetar un tablero de control o dashboard a un dispositivo operativo dentro de cinco minutos. Arduino IoT Cloud también proporcionará otros métodos de interacción, incluyendo API REST HTTP, MQTT, herramientas de línea de comandos, Javascript y Websockets, por mencionar algunos.

Esta plataforma facilita y agiliza la programación de la tarjeta microcontroladora, siendo de esta manera una gran opción para proyectos IoT, además de proporcionar seguridad y gran escalabilidad de las necesidades.

1.1.12 Cuadro comparativo entre Amazon web service y Arduino cloud

<i>AWS iot</i>	Arduino iot cloud
Facilita el uso de servicios de Amazon como: AWS Lambda, Kinesis, Amazon DynamoDB, CloudTrail, cloudWatch	Tiene diferentes métodos de interacción como son los de MQTT, API HTTP REST, JavaScript, línea de comandos.
Cuenta con método de suscripciones donde cada usuario paga por lo que usa y configurar lo que necesite	Se puede tener una cuenta gratis con la que tiene un limitado número de dispositivos, además de las suscripciones en donde hay mayor

	cantidad de dispositivos y contar con mayores beneficios
soporta millones de dispositivos y billones de mensajes.	Cuenta con una autenticación de cliente (certificados X.509) para la autenticación basada en clave asimétrica.
Las aplicaciones reciben un tracking y se pueden comunicar con los dispositivos, aunque no estén conectados	Transport Layer Security (TLS) es utilizada para proteger todo el tráfico hacia y desde IoT Cloud.
Con Amazon IoT Device Mmanagement se puede administrar los permisos de los dispositivos de manera individual o grupal para que estos permanezcan con seguridad	Se puede crear dashboard automáticamente, además de contar con soporte de webhooks

1.1.13 Circuito integrado (IC)

Para Awati (2021) Un circuito integrado (IC), a veces llamado chip, microchip o circuito microelectrónico, es una oblea semiconductor en la que se fabrican miles o millones de diminutas resistencias, condensadores, diodos y transistores. Un IC puede funcionar como amplificador, oscilador, temporizador, contador, puerta lógica, memoria de computadora, microcontrolador o microprocesador.

1.1.14 MCU

La sigla MCU podría traducirse como “unidad de control principal” y constituye una placa de desarrollo diseñada para implementaciones muy sencillas de circuitos integrados. Una de estas placas contiene uno o más núcleos de procesador, junto con pines de entrada y de salida, pines analógicos y pines digitales.

Una MCU es un IC semiconductor inteligente que consta de una unidad de procesador, módulos de memoria, interfaces de comunicación y periféricos. La MCU se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, incluidas lavadoras, robots, drones, radio y controladores de juegos.

Un MCU utiliza una memoria Flash integrada en chip, en la cual se almacena y ejecuta su programa. Almacenar el programa de esta forma significa que el MCU tiene un período de arranque muy breve y puede ejecutar el código muy rápido. La única limitación práctica en el uso de la memoria integrada es que el espacio de memoria disponible total es finito. (Schwarz, 2014)

1.1.15 Esp32

La compañía creadora ESPRESSIF SYSTEMS CO (2022) define al Esp32 como un MCU rico en funciones con Wi-Fi integrado y conectividad Bluetooth para una amplia gama de aplicaciones

ESP32 es un sistema de bajo costo y bajo consumo de energía en una serie de chips (SoC) con capacidades Wi-Fi y Bluetooth de modo dual! La familia ESP32 incluye los chips ESP32-D0WDQ6 (y ESP32-D0WD), ESP32-D2WD,

ESP32-S0WD y el sistema en paquete (SiP) ESP32-PICO-D4. En su corazón, hay un microprocesador Tensilica Xtensa LX6 de doble núcleo o de un solo núcleo con una velocidad de reloj de hasta 240 MHz. ESP32 está altamente integrado con interruptores de antena incorporados, balun de RF, amplificador de potencia, amplificador de recepción de bajo ruido, filtros y módulos de administración de energía. (Esp32net, 2016)

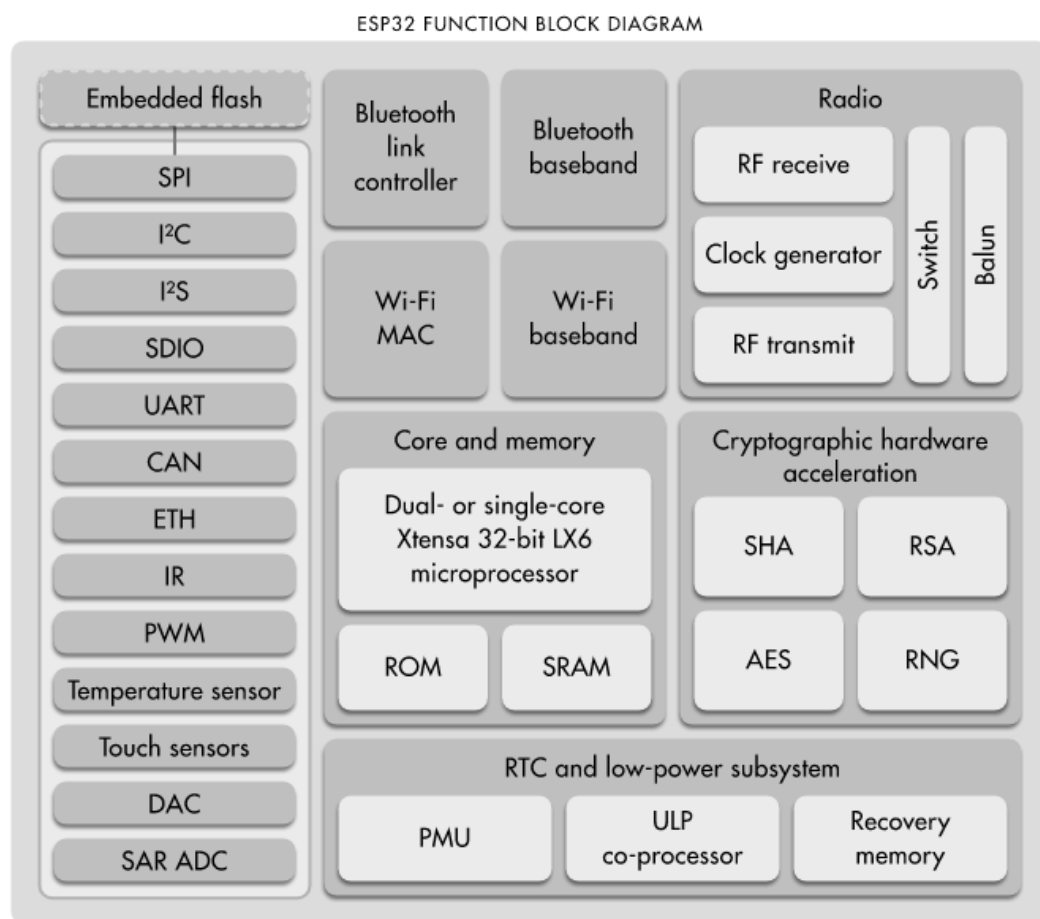


Ilustración 2. Diagrama de bloque de funciones del ESP32

1.1.16 ESPDUINO-32

La placa de desarrollo ESPDUINO-32 se basa en el módulo WiFi ESP-32, puede conducir a todos los pines del módulo ESP32 con WiFi, Bluetooth 4.2, Ethernet, mapa en tiempo real y otras funciones, ESPduino-32 es compatible con todas las versiones de placas de expansión Arduino. (ESP32 Learning, 2017)

Especificaciones de la placa ESPDUINO-32:

- Módulo inalámbrico: ESP-WROOM-32 basado en el procesador Tensilica LX6 de doble núcleo Espressif ESP32 con WiFi 802.11 b/g/n y Bluetooth 4.2 LE
- Expansión: cabezales Arduino UNO con SPI, I2C, E/S digitales, 1 entrada analógica de hasta 3,2 V, 5 V, GND
- USB: 1 puerto de dispositivo USB
- Varios – Botón
- Fuente de alimentación: entrada de 5 a 12 V a través de un conector de CC o pin Vin
- Dimensiones: 66 x 53,3 x 13,5 mm

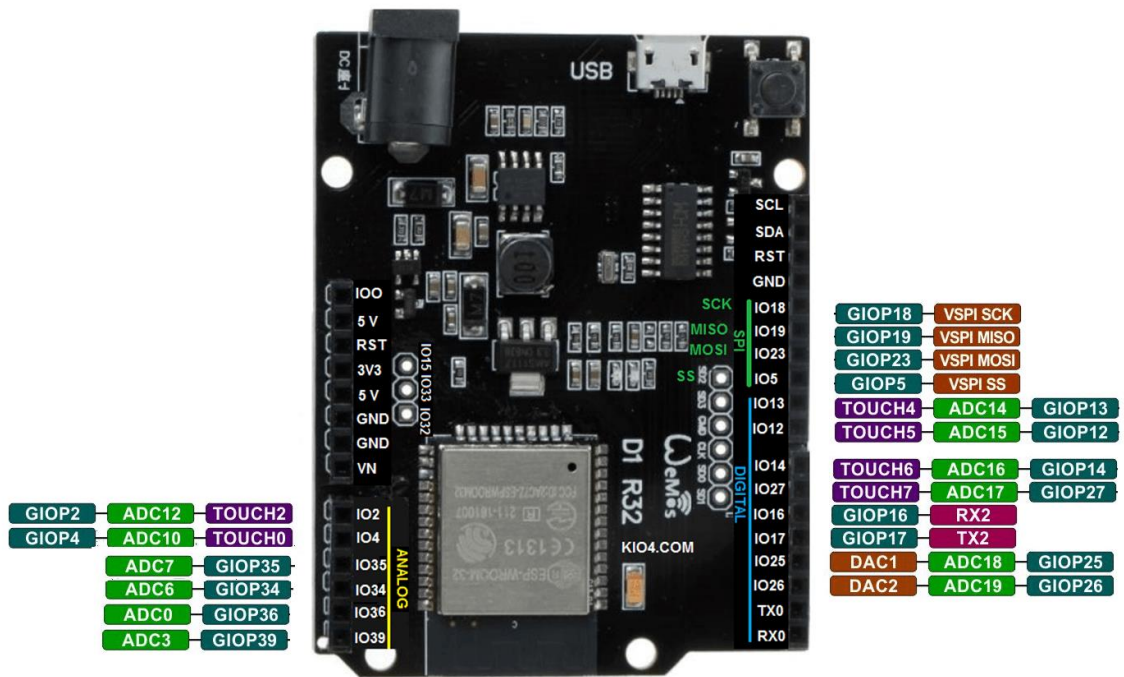


Ilustración 3. Asignación de pines

1.1.17 Protocolo MQTT

Según IBM(2021) El protocolo MQ Telemetry Transport (MQTT) v3 se ha diseñado para intercambiar mensajes entre pequeños dispositivos con reducido ancho de banda, o conexiones caras, y para enviar mensajes de forma segura. Utiliza TCP/IP.

1.2 Sensores

1.2.1 Sensor de humedad del suelo capacitivo

Este sensor analógico capacitivo de humedad del suelo mide los niveles de humedad del suelo mediante detección capacitiva, en lugar de sensores resistivos como otros tipos de sensores de humedad. Está hecho de un material resistente a la corrosión que le da una larga vida útil. (Az-Delivery)

Naylamp Mechatronics (2021) determina las especificaciones técnicas:

- Voltaje de alimentación: 3.3V - 5V DC
- Corriente operación: 5mA
- Voltaje de la señal de salida: 0 a 5V (Analógico)
- Modelo: capacitive soil moisture sensor v1.2
- Vida útil: 3 años mín.
- Conector: PH2.0-3P
- Incluye: Electrodo y cable jumper hembra
- Dimensiones: 98*23 mm
- Peso: 15 gramos



Ilustración 4 Capacitive soil moisture sensor V1.2

Este tipo de sensores capacitivos disponen de un timer 555, que se emplea para generar una onda cuadrada. Al aplicar esta onda al sensor, en contacto con la tierra, el efecto de la capacitancia registrada modifica la onda aplicada. De forma resumida, esta diferencia en las ondas es comparada por el sensor, dando

lugar a una pequeña tensión diferencial que puede ser medidas por un microprocesador como Arduino.

Cuanto mayor es la humedad del suelo, mayor es la capacidad registrada por el sensor. Por tanto, menor el voltaje proporcionado por el sensor. (Llama, 2021)

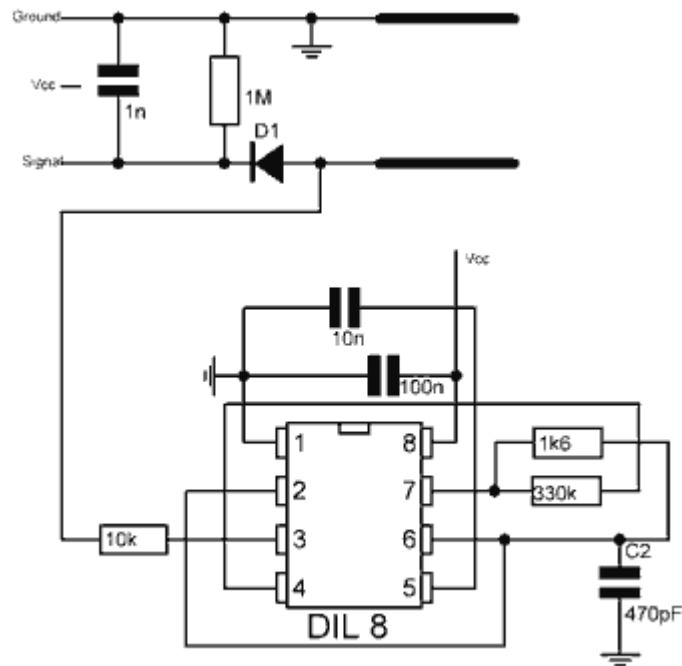


Ilustración 5. Funcionamiento del higrómetro capacitivo

El esquema de alimentación del sensor, se debe administrar el voltaje por la conexión de Vcc , la conexión a tierra debe ser por el Gnd y la salida del sensor debe conectarse a la entrada analógica de la placa de desarrollo.

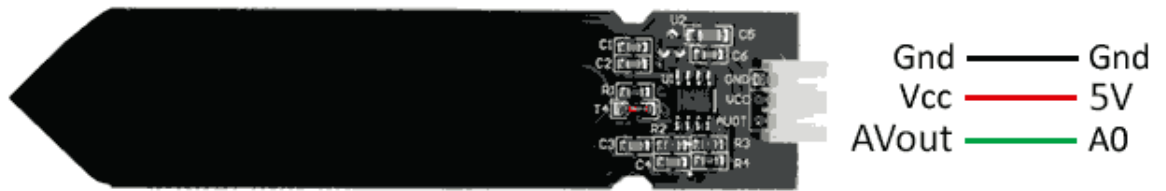


Ilustración 6. Esquema de montaje.

1.2.2 Sensor de temperatura DHT11

Para Aosong(Guangzhou) Electronics Co. el sensor digital de temperatura y humedad DHT11 es un sensor compuesto que contiene un sensor calibrado Salida de señal digital de temperatura y humedad. Aplicación de módulos digitales dedicados tecnología de recolección y la tecnología de detección de temperatura y humedad, para garantizar que el producto tiene una alta fiabilidad y una excelente estabilidad a largo plazo. El sensor incluye un sentido resistivo de componentes húmedos y dispositivos de medición de temperatura NTC, y conectado con un Microcontrolador de 8 bits de alto rendimiento.

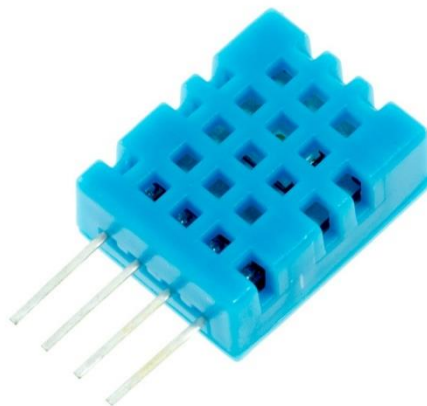


Ilustración 7. Sensor de Temperatura DHT11

Naylamp Mechatronics (2021) determina las especificaciones técnicas:

- Voltaje de Operación: 3V - 5V DC
- Rango de medición de temperatura: 0 a 50 °C
- Precisión de medición de temperatura: ± 2.0 °C
- Resolución Temperatura: 0.1°C
- Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH.
- Precisión de medición de humedad: 5% RH.
- Resolución Humedad: 1% RH
- Tiempo de sensado: 1 seg.
- Interface digital: Single-bus (bidireccional)
- Modelo: DHT11
- Dimensiones: 16*12*5 mm
- Peso: 1 gr.
- Carcasa de plástico celeste

Este Sensor es un dispositivo análogo que y dentro de este mismo se hace una conversión de señal análoga a digital para enviar a la placa de desarrollo, tiene una trama de datos de 40 bits y es donde va la información sobre la temperatura y la humedad previamente recibida por el sensor.

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1001</u>
8 bits humedad	8 bits humedad	8 bits temperatura	8 bits temperatura	bits de paridad

Ilustración 8. Transmisión de datos de DHT11

El primer grupo de 8-bit es la parte entera de la humedad y el segundo grupo la parte decimal. Lo mismo ocurre con el tercer y cuarto grupo, la parte

entera de la temperatura y la parte decimal. Por último, los bits de paridad para confirmar que no hay datos corruptos. Estos bits de paridad lo único que hacen es asegurarnos de que la información es correcta, sumando los 4 primeros grupos de 8-bit. Esta suma debe ser igual al bit de paridad. Si nos centramos en la imagen anterior y sumamos los bits, comprobamos que todo está correcto. (del Valle Hernandez, 2017)

1.1.1 Relé de energía

Es un dispositivo electromagnético que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. (UAEH, 2021)



Ilustración 9. Conexiones del módulo de relé

Solectro categoriza los diferentes tipos de relés que se diferencian en función de sus polos y lanzamiento de su principio de funcionamiento:

1.1.1.1 Tipos de relés basados en polos y lanzamientos

El número de polos y el número de lanzamientos en un relevo puede variar de la siguiente manera:

1.1.1.1.1 SPST

SPST son las siglas de Single Pole Single Throw relay, lo que significa que sólo hay un contacto además de COM, por lo que sólo un circuito puede ser conectado a este relé y puede tener sólo dos posiciones - cerrado o abierto. El relé SPST es similar a un interruptor que tiene dos estados - ON y OFF.

1.1.1.1.2 SPDT

Los relés de un solo polo y doble tiro (SPDT) se han descrito en la sección anterior. Pueden controlar un circuito debido a un solo polo, pero el relé puede tener dos posiciones: normalmente abierto (NO) o normalmente cerrado (NC).

1.1.1.1.3 DPST

DPST son las siglas de Double Pole Single Throw. Doble polo indica que este relé puede controlar dos circuitos separados, cada uno con un solo tiro. Si necesitas controlar dos circuitos simultáneamente encendiéndolos y apagándolos, entonces el DPST es tu mejor opción.

1.1.1.1.4 DPDT

El relé de doble polo y doble tiro (DPDT) es más parecido a dos relés SPDT empaquetados dentro de un relé donde se pueden conmutar los dos relés SPDT

simultáneamente para controlar dos circuitos aislados. El DPDT consiste en dos polos de doble lanzamiento cada uno.

1.1.1.2 Tipos de relés basados en el principio de funcionamiento

1.1.1.2.1 Relés electromecánicos

Los relés electromecánicos utilizan un electroimán para controlar un interruptor mecánico, como se explicó en la sección anterior. Cuando la bobina se energiza, atrae a la armadura y cambia el estado del relé de normalmente cerrado a normalmente abierto. Estos relés se utilizan tanto para aplicaciones de CA como de CC.

1.1.1.2.2 Relés de estado sólido

A diferencia del relé anterior, estos relés no tienen partes mecánicas como una armadura y un electroimán. Estos relés están hechos de material semiconductor y se utiliza un optoacoplador para aislar el circuito de alta corriente del voltaje de baja corriente.

Cuando se detecta una corriente en la entrada, se enciende un LED. La luz viaja desde el LED hasta el detector fotosensible del otro extremo que enciende el circuito en la salida. Estos relés son mucho más rápidos porque utilizan luz infrarroja como medio de desplazamiento.

1.1.1.2.3 Relés híbridos

Como su nombre indica, estos relés se fabrican utilizando principios de relés electromecánicos y de estado sólido. Utiliza las ventajas de ambos tipos de relés para funcionar mejor. Estos relés tienen un optoacoplador presente en el

lado de entrada y un electroimán en el de salida. Reduce la pérdida de energía y elimina el calentamiento excesivo.

1.1.1.2.4 Relés electrotérmicos

El principio de funcionamiento de estos relés es como los termostatos. Consiste en una tira compuesta por dos metales diferentes con propiedades térmicas distintas, llamada tira bimetálica, que se coloca cerca de una bobina calefactora por la que pasa la corriente. Cuando la bobina se calienta, transfiere calor a la tira bimetálica y como los metales tienen diferentes propiedades de expansión térmica, se expanden a diferentes velocidades, haciendo que la tira se doble. Cuando la tira se dobla, enciende el relé. Estos relés se usan más comúnmente en los circuitos de protección de los motores.

1.1.2 Electroválvula Solenoide

Para Electro Industria (2019) una válvula solenoide como un dispositivo cuyo fin es controlar el flujo de líquidos o gases, que es accionado eléctricamente, y que puede, además, ser instalado en lugares remotos o de difícil acceso o sometidos a condiciones de trabajo hostiles. Este tipo de válvulas puede ser controlado por interruptores eléctricos simples, termostáticos, de flotador, de baja presión, de alta presión, por reloj, o cualquier otro dispositivo que abra o cierre un circuito eléctrico. En otras palabras, la electroválvula o válvula solenoide es similar a una llave de paso, controlando agua, gases abriendo o cerrando el conducto, sin embargo, la electroválvula puede ser accionada remotamente.

Una válvula solenoide se compone de dos partes interdependientes: la válvula y la bobina solenoide. Cuando se hace pasar corriente eléctrica a través de la bobina esta actúa como un electroimán poderoso, formando un campo magnético capaz de atraer hacia sí un Émbolo móvil de hierro, que es el vástago de la válvula, para que pueda abrir o cerrar. (Emerson Climate Technologies)

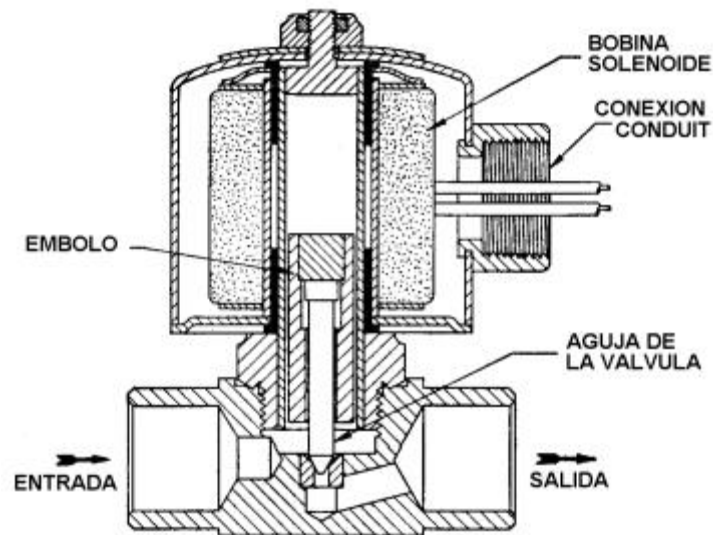


Ilustración 10. Diagrama de Válvula solenoide normalmente cerrada de dos vías

Naylampmechatronics (2021) define las especificaciones técnicas:

- Voltaje de operación: 12V DC
- Corriente de operación: 0.6A
- Potencia consumo: 8W
- Temperatura de funcionamiento: 5°C a 100°C
- Presión de funcionamiento mínima: 0.02 MPa (0.2 Bar = 2.04 mca)
- Presión de funcionamiento máximo: 0.8 MPa (8 Bar = 81.6 mca)
- Tiempo de respuesta (apertura): ≤ 0.15 s

- Tiempo de respuesta (cerrado): ≤ 0.3 s
- Conector tubería: Rosca externa 1/2" NPS Macho
- Reposo: Normalmente cerrado
- Tipo de válvula: Diafragma
- Adecuado para agua y fluidos de baja viscosidad
- No se recomienda para aplicaciones que usan solo la gravedad, por la presión mínima de funcionamiento
- Material cuerpo: Plástico ABS
- Dimensiones: 85*60*26 mm

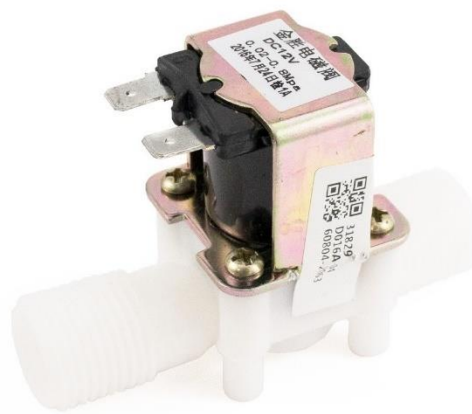


Ilustración 11. Electroválvula

CAPÍTULO 2: MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

2.1 Generalidades

Balestrini (Balestrini Acuña, 2006) dice que el marco metodológico está referido al “conjunto de procedimientos lógicos, tecno- operacionales, implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados” (p.113). Es decir, el marco metodológico son los procedimientos que se necesitan y usan para resolver los problemas para poder concluir con la investigación.

2.1.1 Métodos

Puesto que el objetivo del proyecto será la implementación de microcontroladores para la automatización de riego por goteo en la provincia de Samborondón, se recurrió a utilizar el diseño experimental mediante sensores que recolectarán datos en tiempo real y serán transformados a información para el funcionamiento de la automatización del sistema de riego y el método deductivo para poder definir el porcentaje de humedad de la tierra en el que el sistema debe iniciarse automáticamente. Según Esther Maya (2014), el método deductivo Es una forma de razonamiento que parte de una verdad universal para obtener conclusiones particulares.

2.1.2 Técnica

Al inicio de esta investigación se realizó una entrevista con el profesor de agronomía de la universidad Ecotec para poder determinar la variable

dependiente y variables independientes, de informarse sobre los cultivos de ciclo corto además de las necesidades que estos conllevan. Igualmente se realiza otra entrevista con un experto en microcontroladores para recabar información sobre el funcionamiento del relé y las conexiones de la válvula con las tarjetas microcontroladoras.

2.2 Metodología del desarrollo de la propuesta

Se aspira implementar un sistema automatizado de riego por goteo para cultivos de ciclo corto conectado a la nube, de esta manera poder ser administrado y controlado por el usuario ya sea desde un navegador, celular o con comandos de voz.

Basándose en lo anterior, la investigación comienza con la exploración, análisis e inspección de la literatura en fuentes primarias y secundarias para poder definir y objetar las variables y su relación con el objeto de estudio, de esta manera se determina:

variable independiente: tarjeta microcontroladora

variable dependiente: parámetros de cultivos.

Como método a continuación se exponen los pasos realizados para la creación y configuración de la nube y variables que se van a utilizar para el sistema de riego:

Paso #1

Se entra a la página Arduino la cual es: web <https://www.arduino.cc/> para luego poder iniciar sesión ya sea creando una cuenta en Arduino o utilizando las cuentas de Google, GitHub, Facebook o Apple.

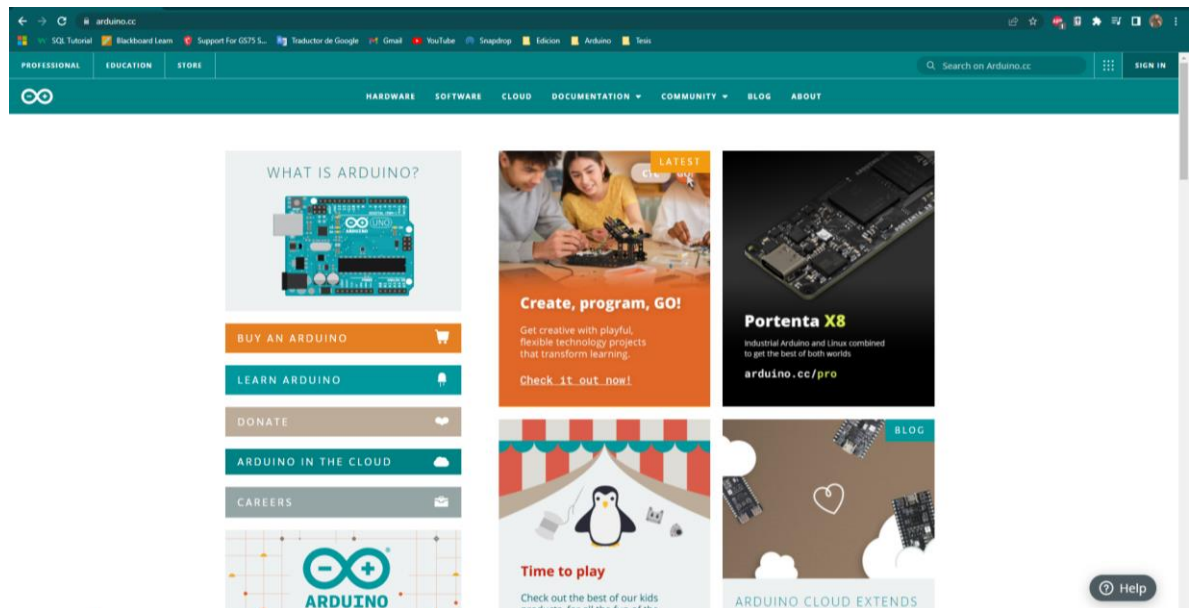


Imagen 1. Página web del servicio de la nube

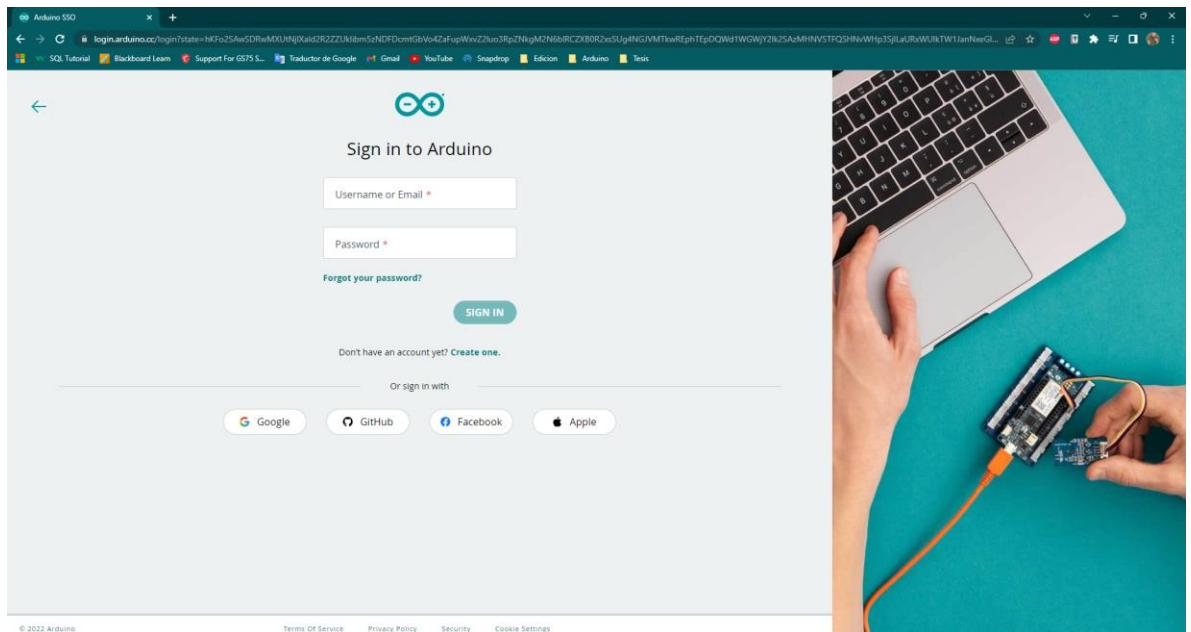


Imagen 2. Inicio de sesión en Arduino

Paso #2

Se debe ir a la sección de cloud y elegir uno de los varios planes que cuenta la plataforma dependiendo del proyecto que se vaya a realizar. Entre los diferentes planes se encuentran:

Free: Se tiene hasta un máximo de dos objetos y cinco variables para cada objeto, creación de dashboards ilimitados, retención de información en la nube por un día, exportación de datos, plantillas.

Entry: Este plan cuenta con la posibilidad de crear diez objetos con diez variables diferentes para cada objeto, quince días de retención de datos en la nube, la posibilidad de usar Arduino rest API para controlar objetos o dispositivos.

Maker: Para este plan se puede realizar hasta veinticinco objetos con variables ilimitadas, retención de datos en la nube hasta por tres meses, la posibilidad de mandar actualizaciones de código a las tarjetas de desarrollo mediante la conexión a internet

Maker Plus: Este plan da la posibilidad de crear la cantidad de cien objetos con variables ilimitadas, retención de datos en la nube por un máximo de un año y contar con las ventajas de todos los planes anteriores.

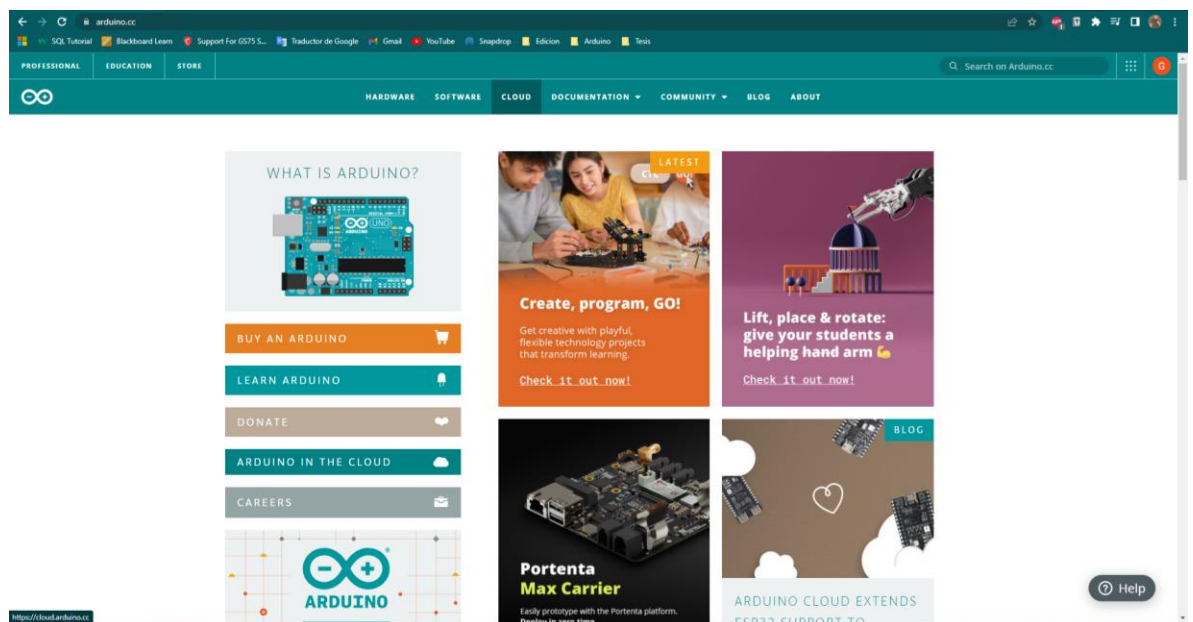


Imagen 3. Selección de la pestaña Cloud

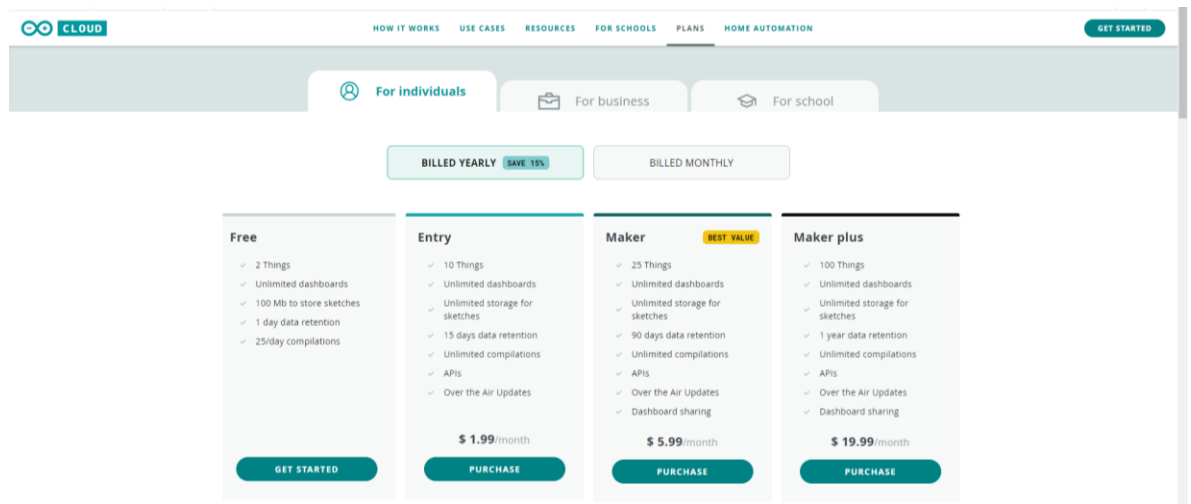


Imagen 4. Selección del plan necesario para el proyecto

Paso #3

Una vez entrado a la sección de cloud, se selecciona en la parte superior derecha el botón llamado “GET STARTED”, en esta pestaña se encuentran diferentes fuentes de información para poder obtener más conocimiento de la plataforma, existen cursos, recursos, plantillas. En la sección de cloud app, se va a utilizar IoT Cloud.

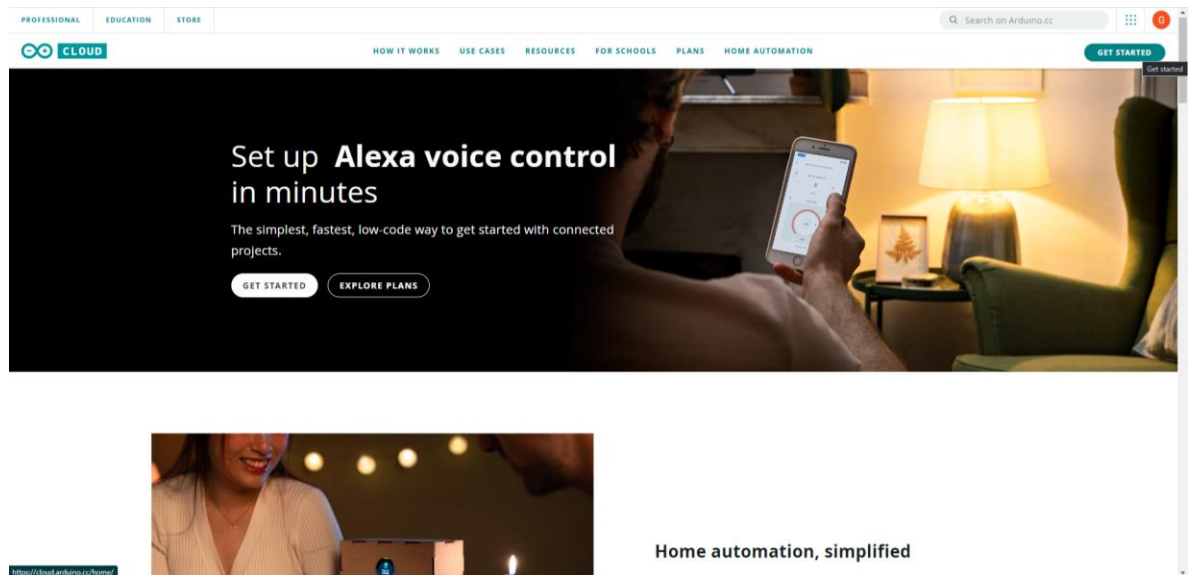


Imagen 5. Pestaña de inicio del cloud de Arduino

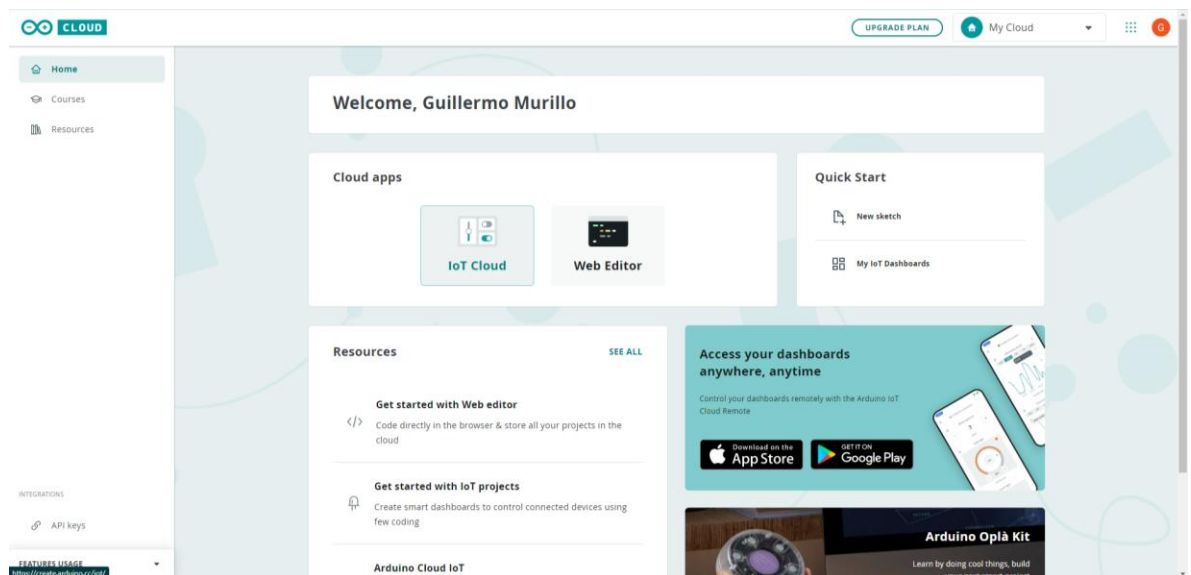


Imagen 6. Pestaña principal de IoT Cloud

Paso #4

Al entrar a IoT Cloud, primero se debe crear un dispositivo, para eso hay que ir a la pestaña de **Devices** y seleccionar el botón **ADD**. Se selecciona el

dispositivo dependiendo si se cuenta con una tarjeta de desarrollo de la marca Arduino o si es de un diferente proveedor. Seguido de eso, se selecciona el tipo de dispositivo, en este caso se está usando un esp32 y el modelo es el Wifiduino32.

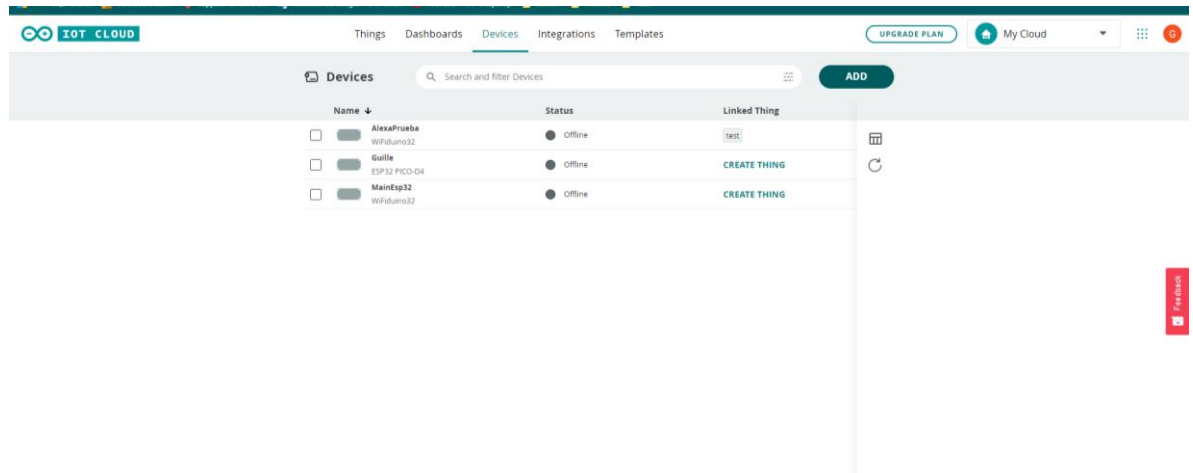


Imagen 7. Pestaña de creación y administración de los dispositivos

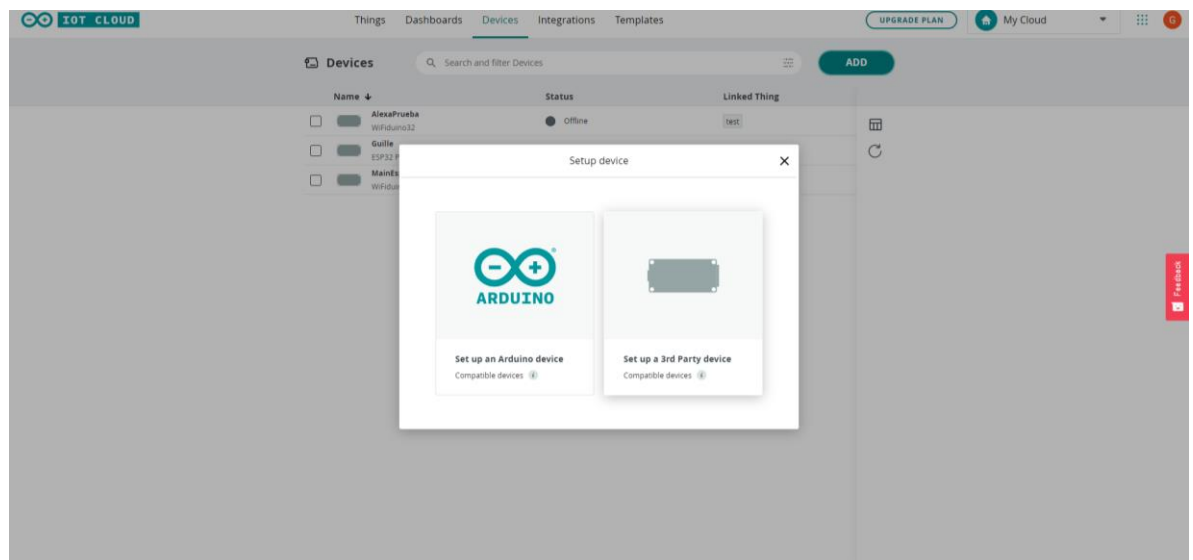


Imagen 8. Selección de la tarjeta de desarrollo

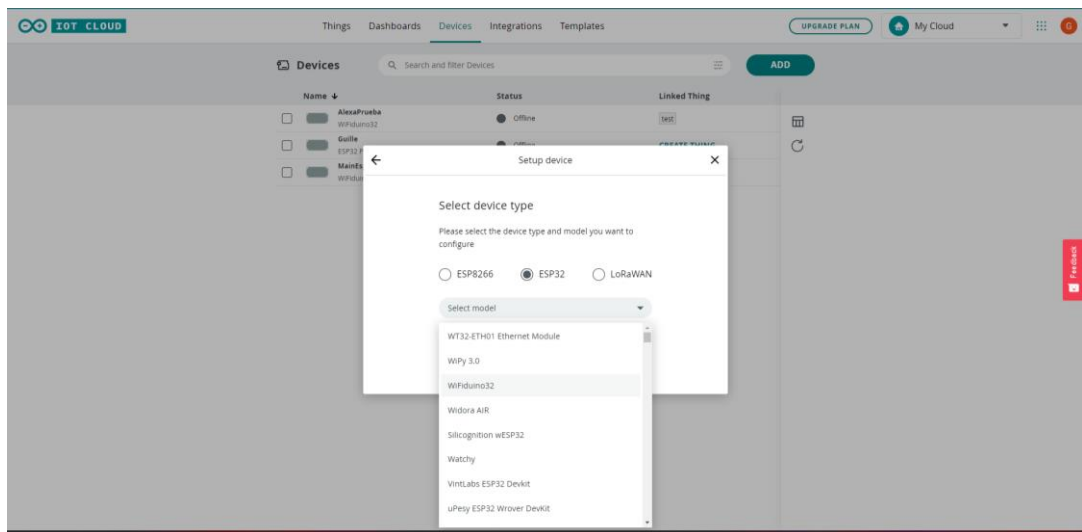


Imagen 9. Selección del tipo y modelo de la tarjeta

Al finalizar eso, nos arroja una llave para el dispositivo lot, esta llave es muy importante descargarla porque no se puede volver obtener del dispositivo, se tendría que borrar y generar una llave nueva si en algún caso se llega a perder.

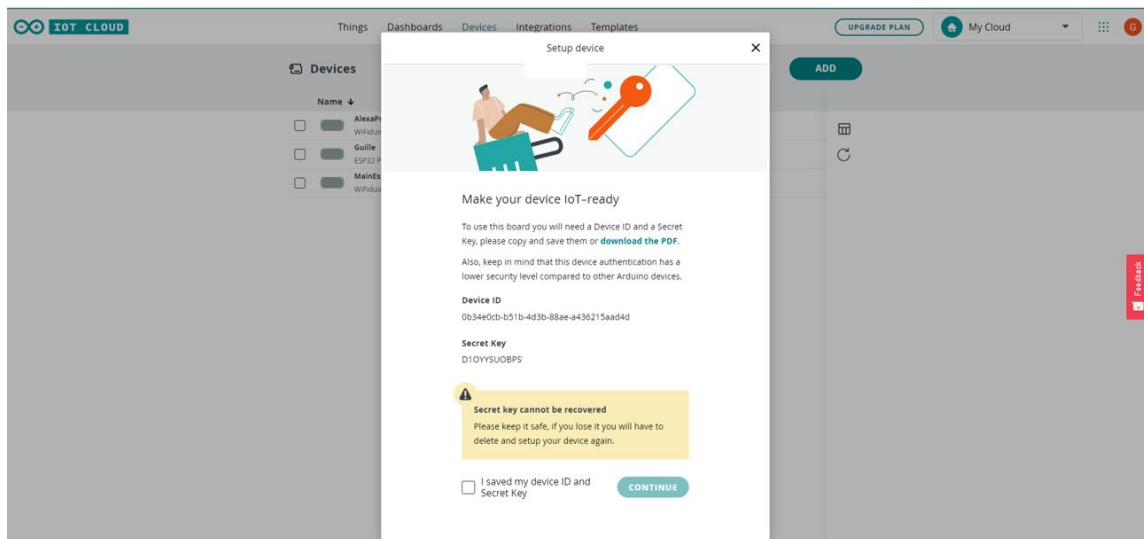


Imagen 10. Llave del dispositivo lot

Paso #5

Se ingresa a la pestaña de **Things**, en este lugar es donde se puede crear las variables, generar el código, asociar dispositivos y configurar el wifi del dispositivo. Se pulsa el botón CREATE y en este caso se crea un objeto llamado “Riego Automatico”.

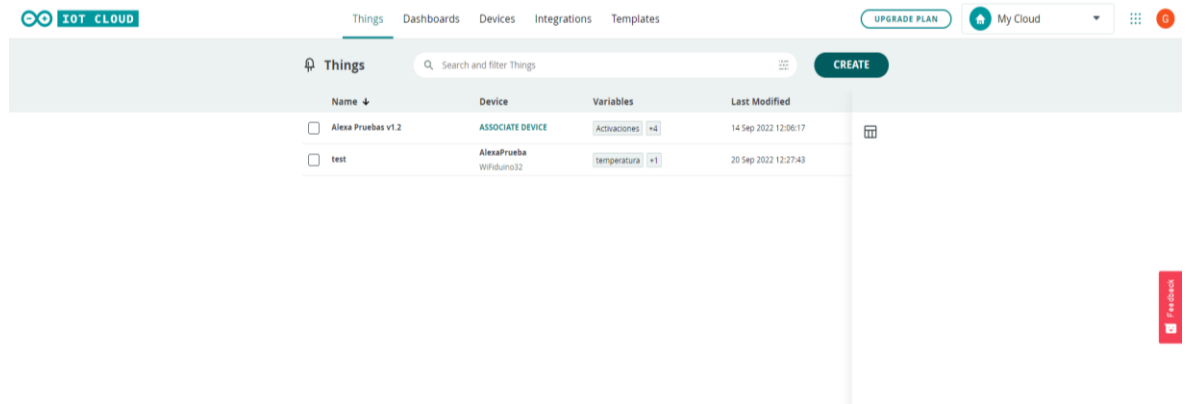


Imagen 11. Pestaña THINGS de IoT Cloud de Arduino

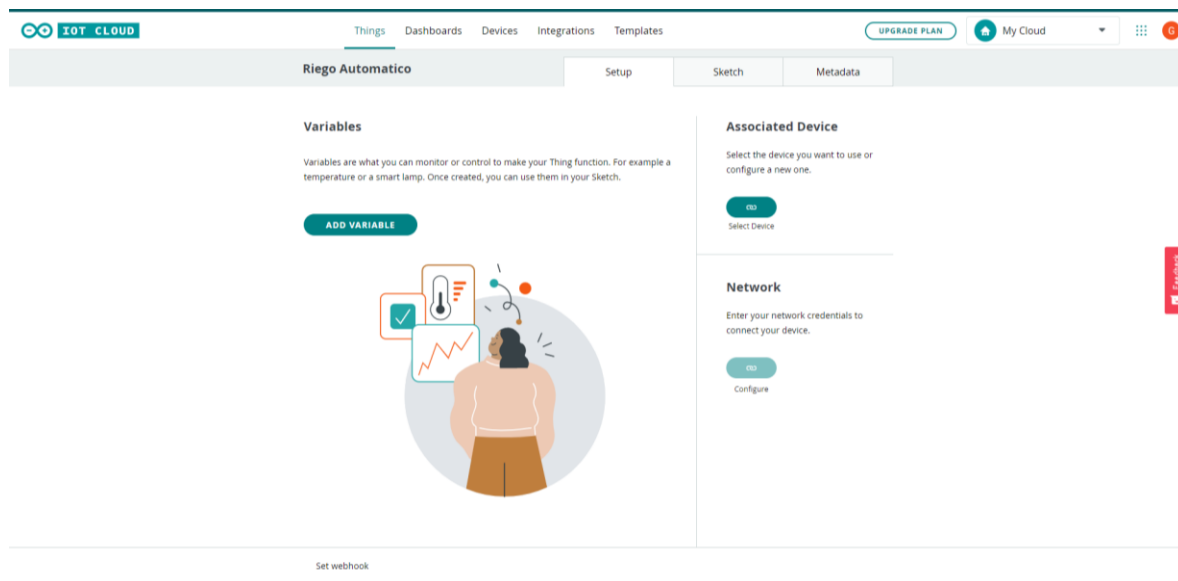


Imagen 12. Pestaña donde se crean variables, se asocian dispositivos y se configura la red

Paso #6

Seguido de crear el objeto, se necesita crear variables para poder manipularlas entre la placa de desarrollo y la nube de Arduino, aquí existen diferentes tipos de variables que se dividen en seis categorías:

Compatibles con Alexa

Colored Light: esta variable es para manipular un foco rgb, en donde se puede modificar el color, la saturación, el estado ya sea prendido o apagado.

Contact sensor: aquí se recibe la señal de un sensor de contacto para luego programar que acción realizar.

Dimmed Light: con esta variable se puede calibrar el brillo de un foco.

Light: Sirve para prender o apagar un foco.

Switch: Para controlar el estado del switch, para apagarlo o encenderlo

Televisión: Controla el volumen, prenderlo encenderlo, quitarle el sonido, canales.

Basic Types

Boolean: verdadero o falso

Character string: una letra o frase

Floating point number: un valor numerico con decimales

Integer number: un numero sin decimales

Energy

Capacidad

Corriente eléctrica: lee amperaje

Potencial eléctrico: lee voltajes

Resistencia eléctrica: se usa para leer ohmios

Poder: Se almacenan datos en watts

Sensor de temperatura: guarda datos en centigrados

Time

Contador: Se usa para saber cuántas veces se ha activado algún objeto

Frecuencia: para leer hercios

Heart rate: para guardar latidos por minuto

Schedule: Para guardar horarios y poder ejecutar tareas programadas en días específicos

Time: para almacenar segundos y mostrarlos como días, semanas o alguna fecha

Las variables que se van a usar en el proyecto son las de: bool para el tipo de cultivo, CloudRelativeHumidity para los sensores de humedad en la tierra, Counter para contar las activaciones del sistema de riego, CloudTemperatureSensor para guardar los valores del sensor de temperatura y el CloudSwitch para activar el relé y suministrar energía a la válvula. Adicionalmente, en las variables se les puede asignar los permisos de lectura y escritura o de solo lectura, cuenta también con una política de actualización que puede ser cuando la variable reciba un cambio o periódicamente ya sea pasando uno o dos segundos, como se necesite el proyecto.

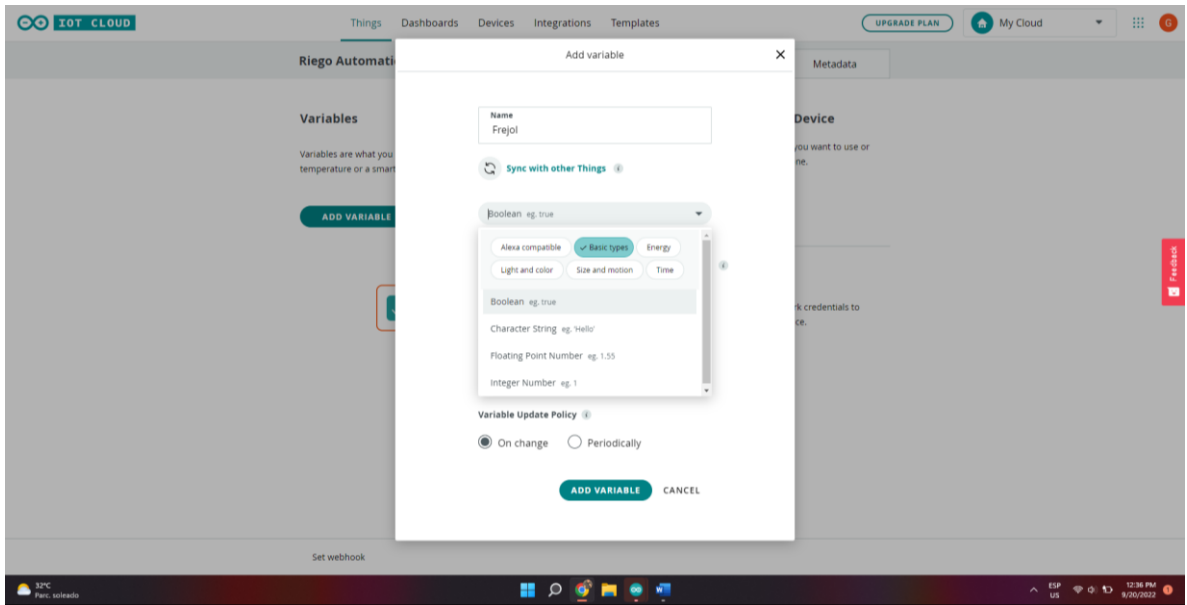


Imagen 13. Creación de variable tipo Boolean

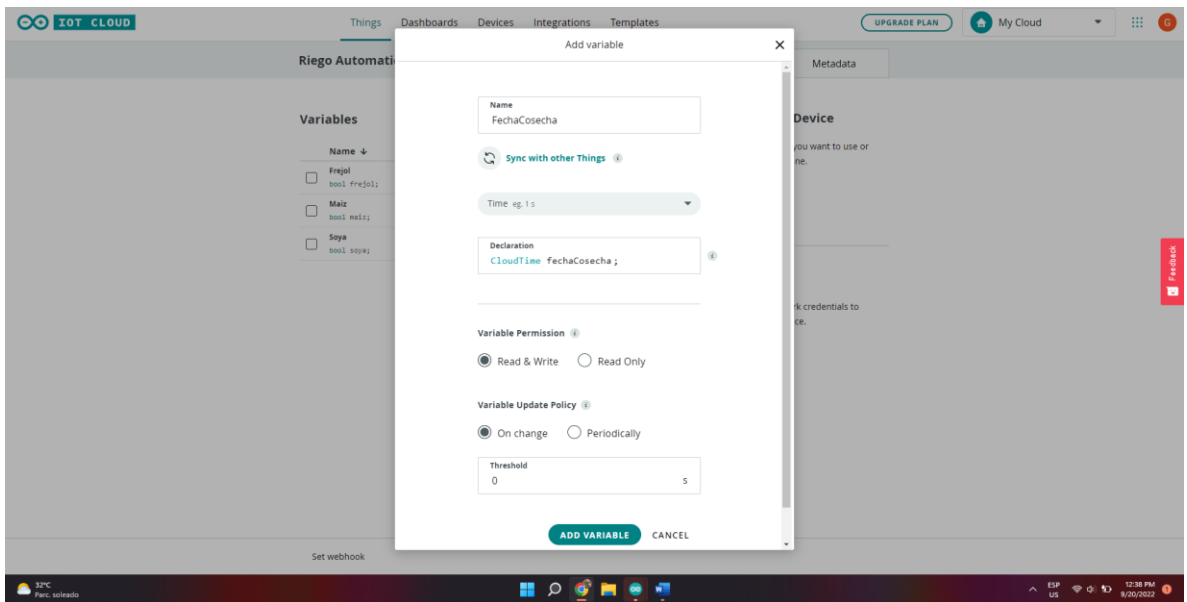


Imagen 14. Creación de variable tipo Time

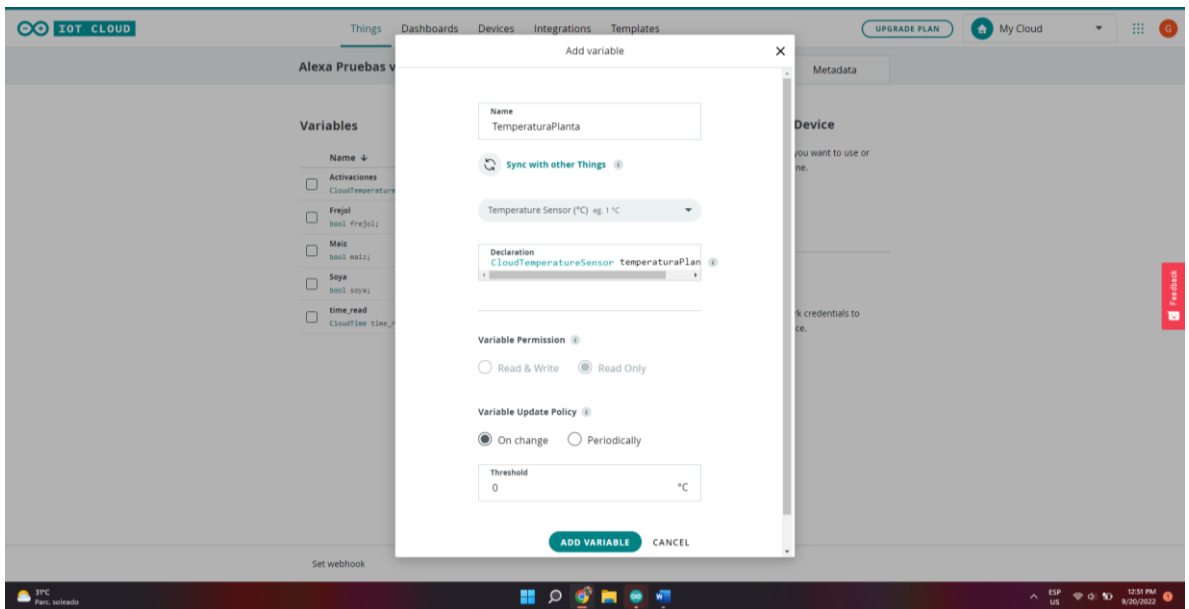


Imagen 15. Creación de variable tipo Cloud Temperature Sensor

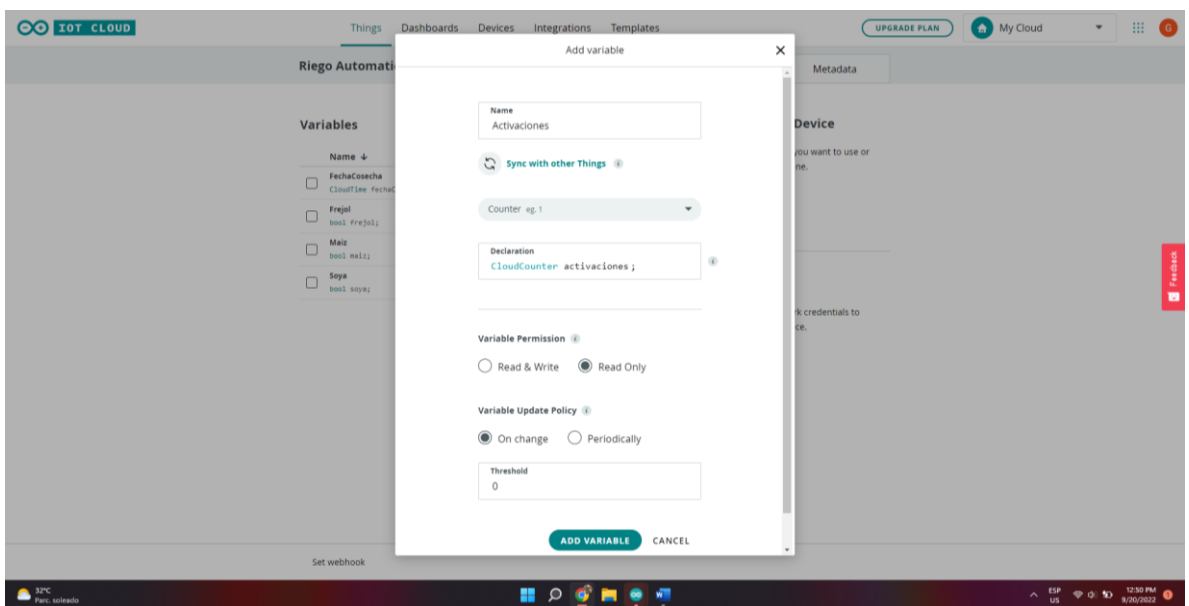


Imagen 16. Creación de variable tipo Contador

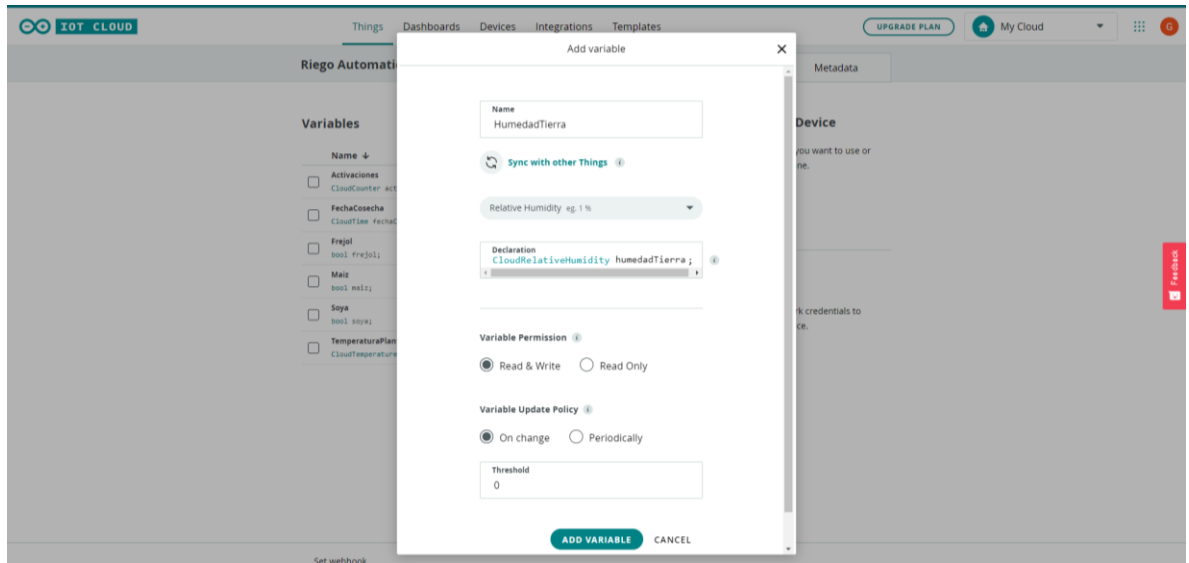


Imagen 17. Creación de variable tipo CloudRelative Humidity

Paso #6

Seguido de agregar todas las variables se debe asociar el dispositivo anteriormente creado, el dispositivo solo puede estar vinculado con un objeto, al asociarse con uno nuevo, se desvincula con el anterior.

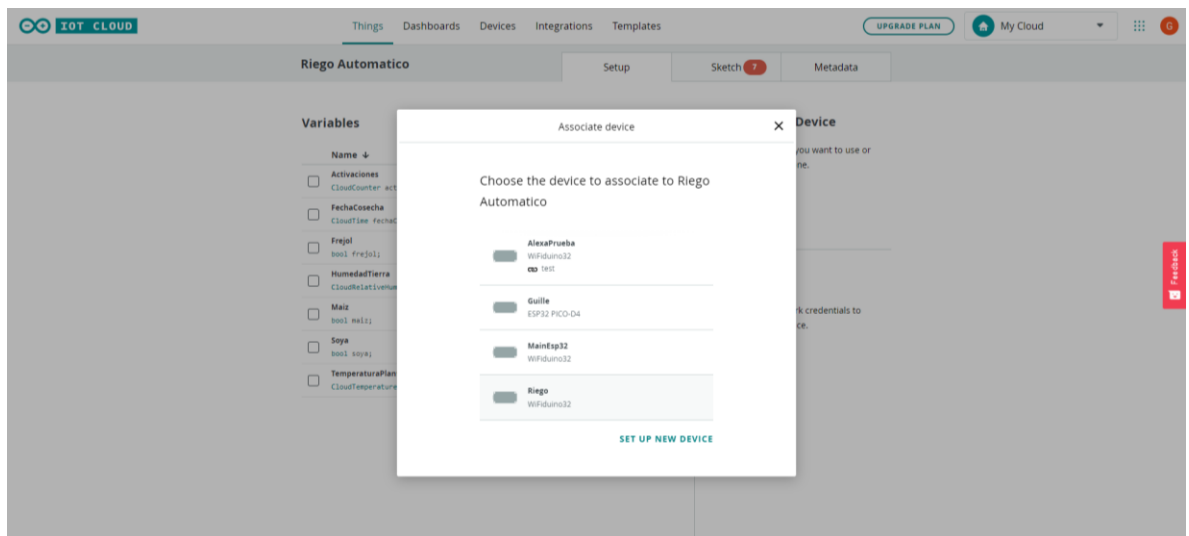


Imagen 18. Asociación del dispositivo con el proyecto

Paso #7

Se debe configurar la red a la que el dispositivo va a ir configurado colocando el nombre de la red, la contraseña y la llave secreta que se genero al momento de crear el dispositivo.

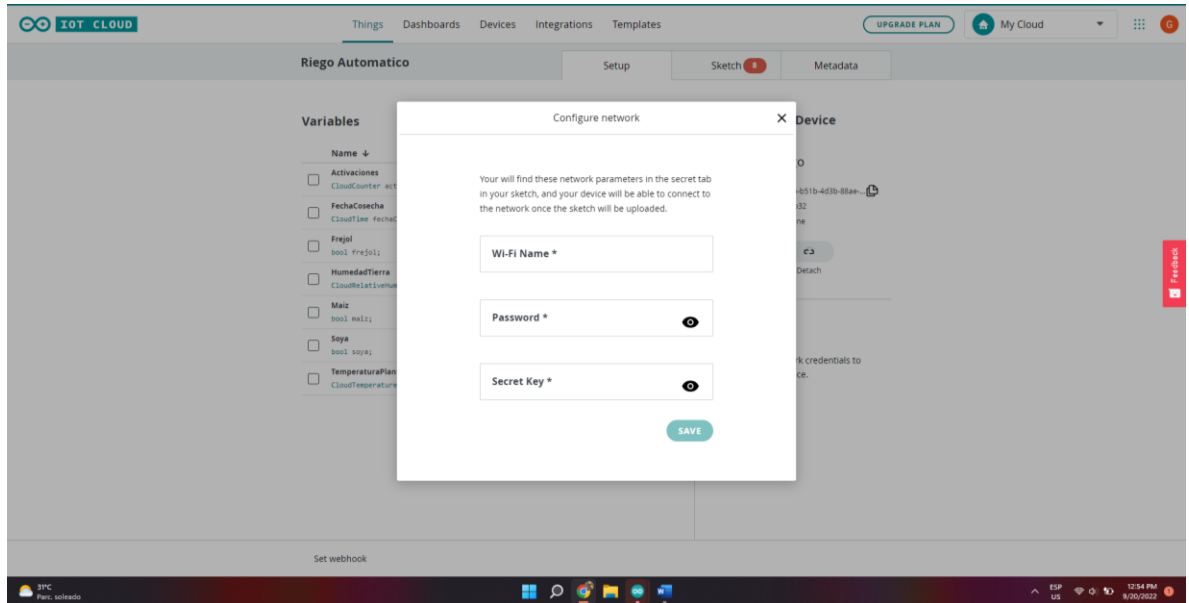


Imagen 19. Configuración de la red y la llave secreta

Paso #8

En la pestaña con el nombre **Dashboards** se pueden generar una interfaz para poder controlar variables, sensores, programar botones, tareas, observar registros y cambios en el dispositivo. Se crean interruptores para las variables de frejol, soya, maíz para de esta manera saber cuál esta seleccionado y pode cambiar de cultivo. Un Time Picker que muestra la fecha aproximada en que el cultivo va a generar frutos basándose en el cultivo seleccionado. Un medidor para

mostrar los datos captados por el sensor de humedad, un widget de porcentaje para cada sensor de humedad de la tierra y con estos visualizar los cambios que va teniendo la planta, adicionalmente, un grafico de barras en cada sensor para tener un registro de todos los cambios que van afectando al cultivo.

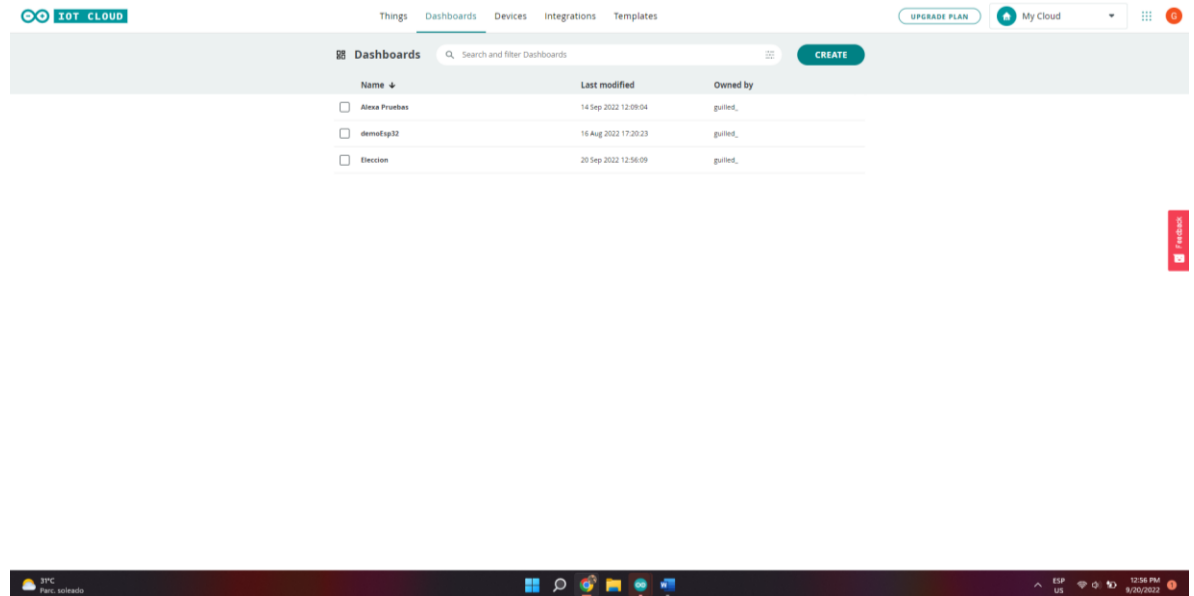


Imagen 20. Pestaña de creación y administración de dashboards

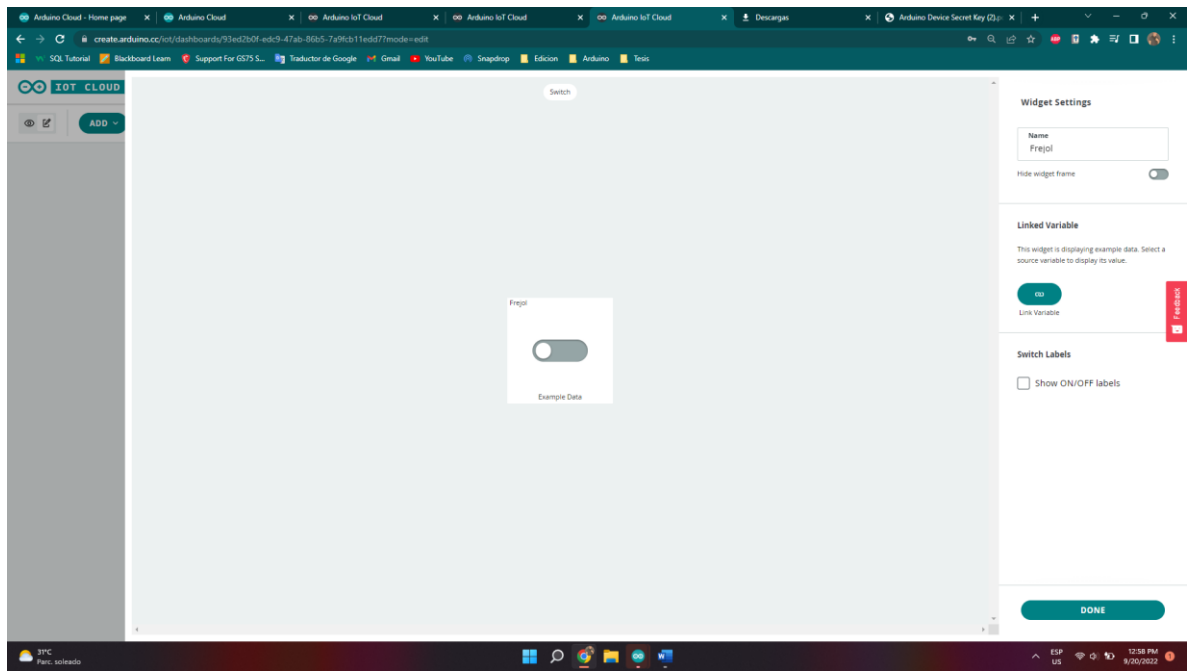


Imagen 21. Creacion de widget de Interruptor

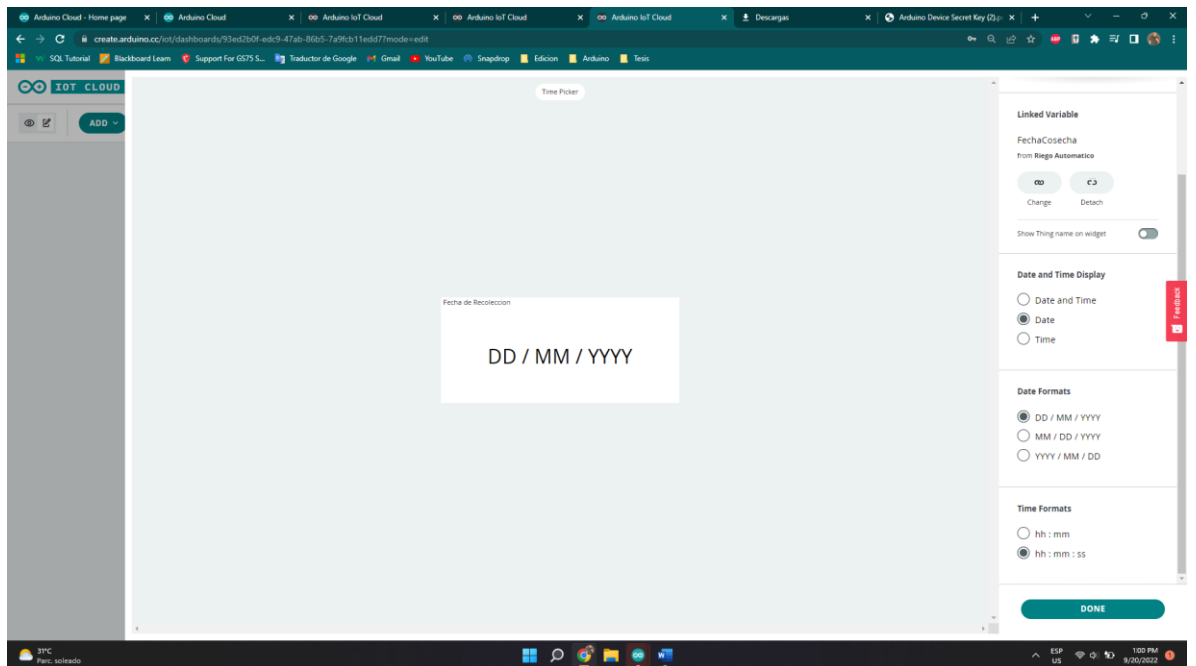


Imagen 22. Creación de widget de Fecha

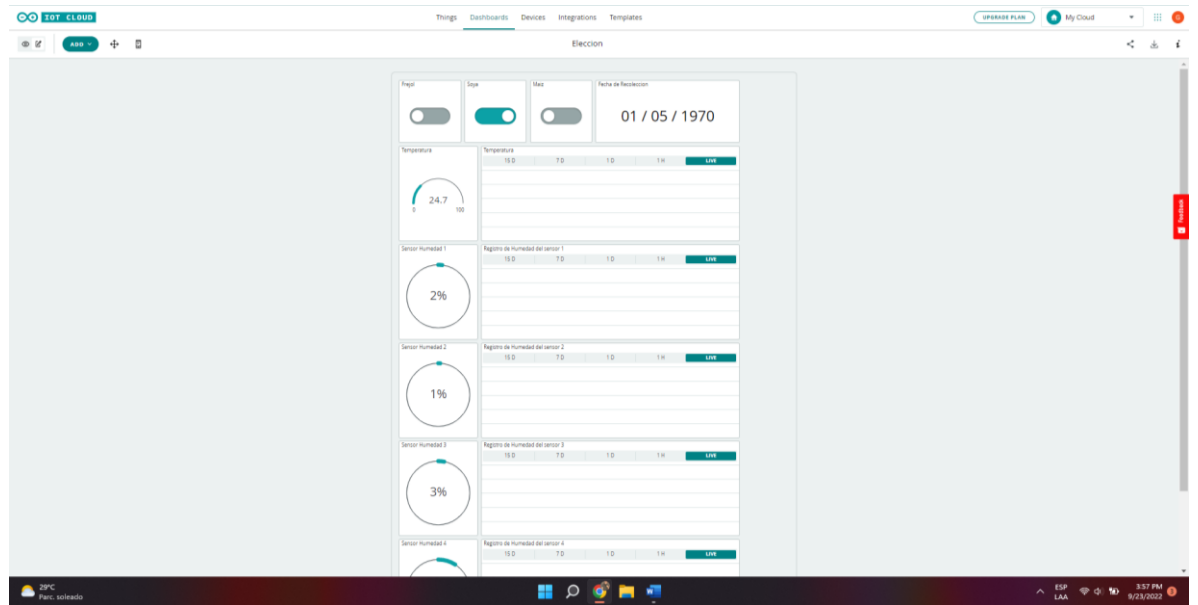


Imagen 23. Interfaz para el sistema de riego

Paso #9

A cada widget implementado se le debe asignar una de las variables antes creadas, al seleccionar un widget se debe seleccionar el thing generado anteriormente seguido del nombre de la variable, de esta manera, el widget se actualizará con los datos proporcionados de esa variable.

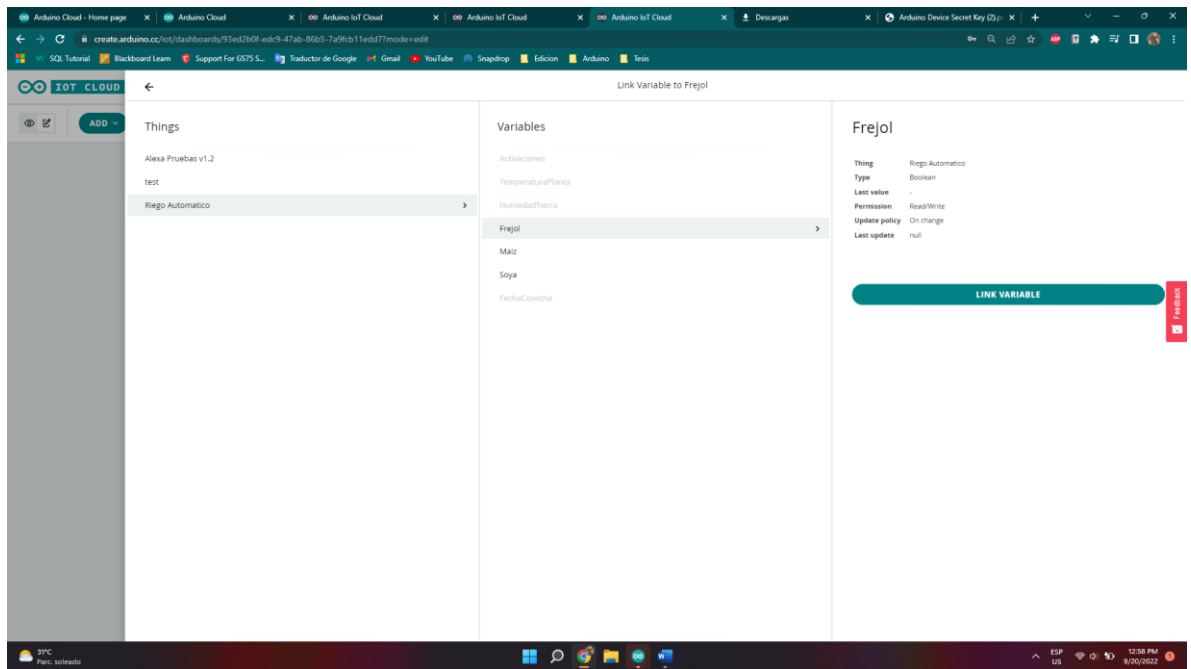


Imagen 24. Vinculación de las variables con los widgets

Paso # 10

Al ir a things y luego en sketch, se puede editar el código que genera la plataforma, sin embargo, la mejor forma es editarlo con el IDE de Arduino. Para poder editarlo con el IDE, primero se debe abrir el editor online y para eso se presiona en el botón de Open full editor. En Arduino web editor se puede subir el código mediante el internet si cables o por USB, pero para poder editar el código con el IDE, se debe descargar el sketch. En la barra de la izquierda se puede observar el nombre de todos los sketches que se hayan realizado, la opción de monitorear el Arduino, crear un nuevo sketch, importar, compartir, ver ejemplos, modificar preferencias y obtener ayuda, en esa barra al seleccionar el sketch se desplegará un menú para poder descargar el código.

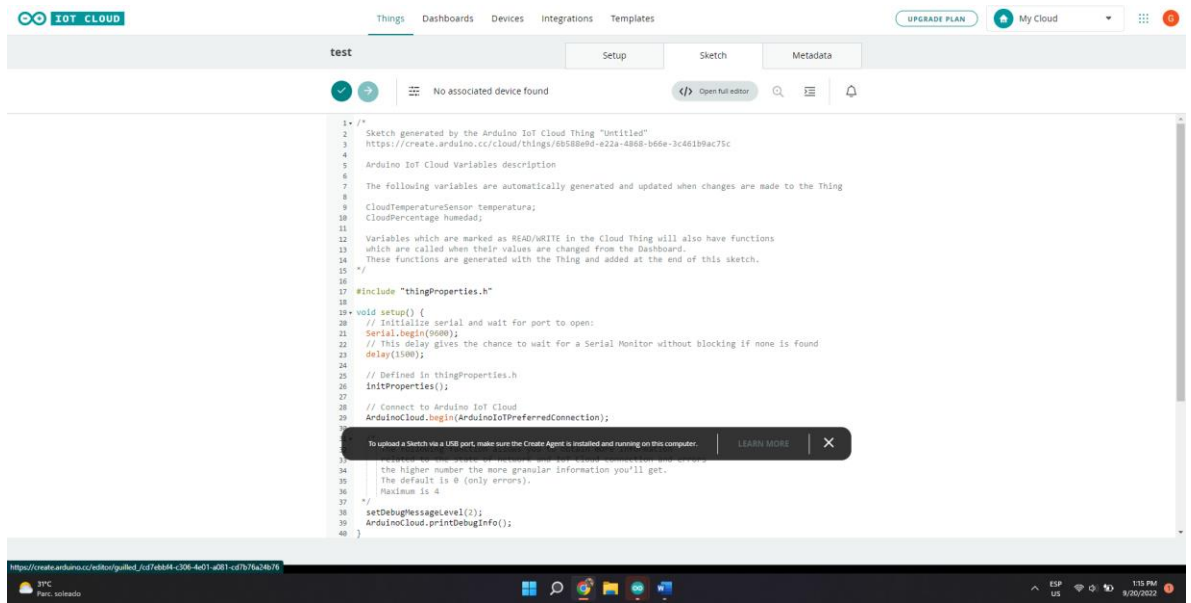


Imagen 25. Sketch del programa generado por la plataforma

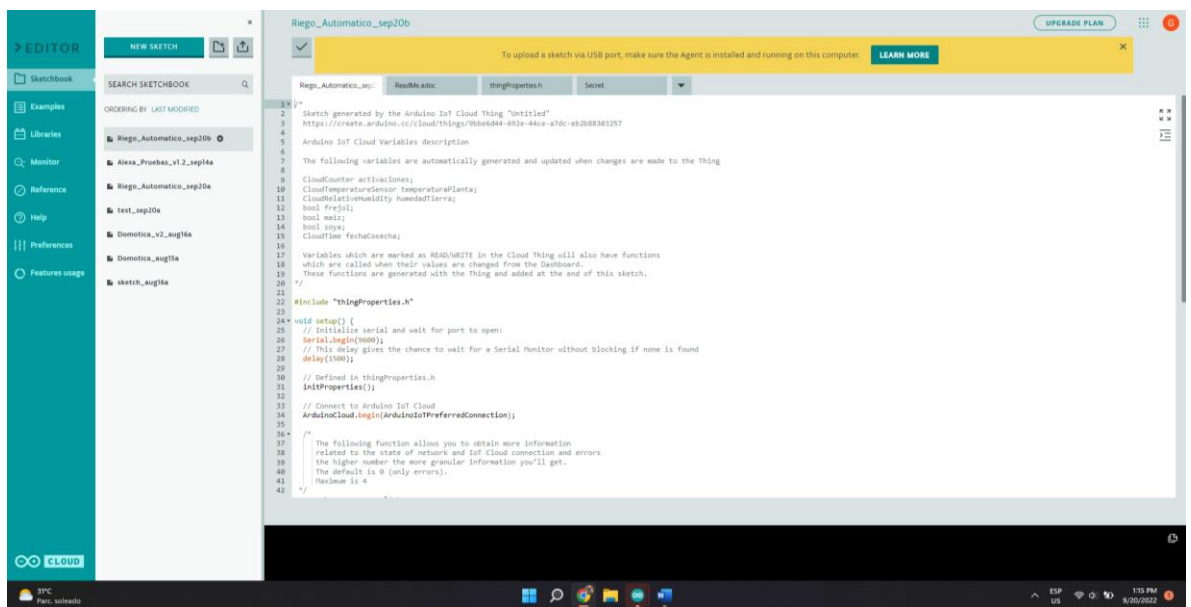


Imagen 26. Arduino Web editor

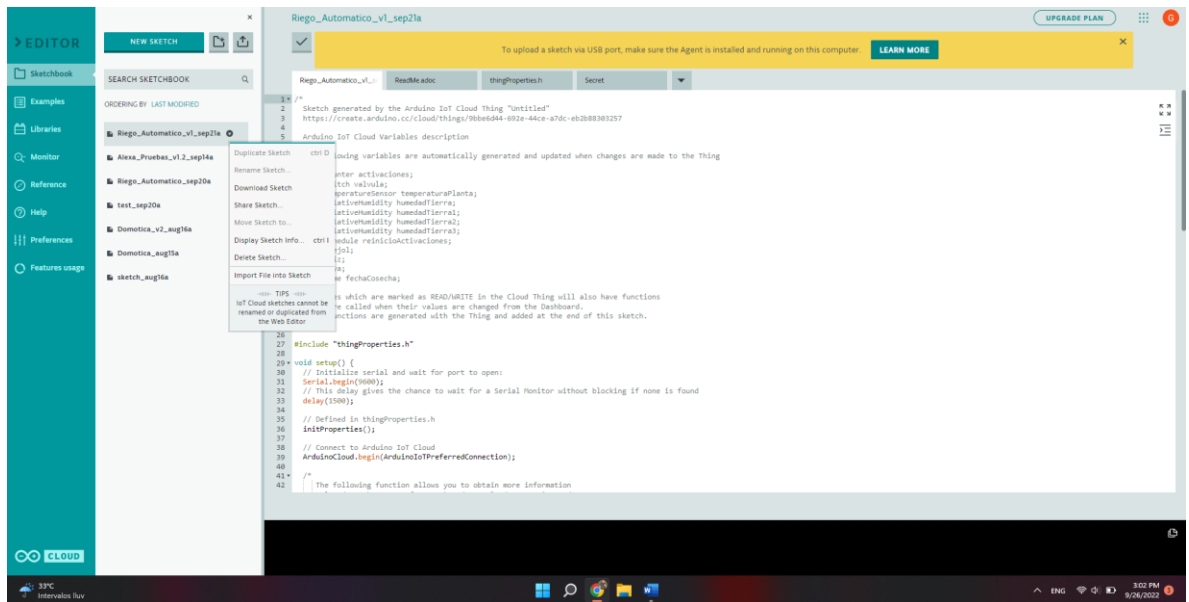


Imagen 27. Descarga del sketch

Paso #11

Para abrir y modificar el código se debe descargar el IDE de Arduino desde la página: <https://www.arduino.cc/en/software>. La versión que se está usando en el proyecto es la 1.8.19, además para poder compilar para la tarjeta esp32 se necesita descargar un archivo adicional. Para instalar el add-on de la tarjeta esp32 hay que ir a **File**, luego a **Preferences** y agregar este link que contiene las tarjetas de desarrollo de terceros: https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json

seguido dar ok. Después hay que ir a **Tools, board, Boards Manager** y en esa ventana buscar ESP32 e instalar.

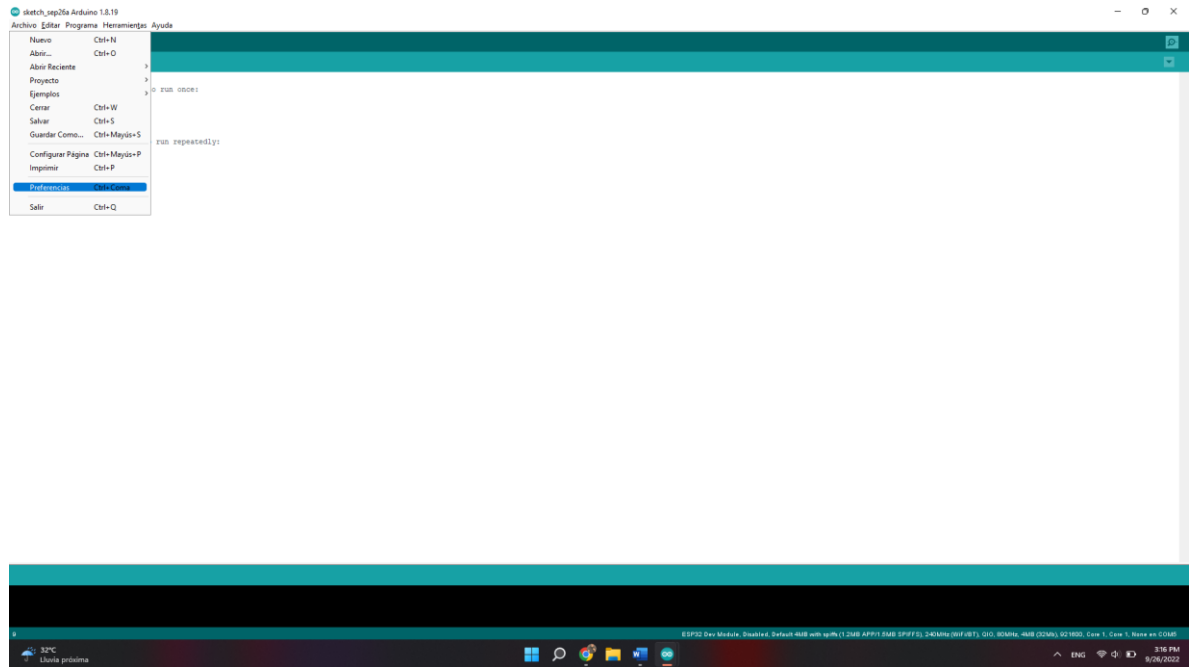


Imagen 28. Arduino IDE

edily:

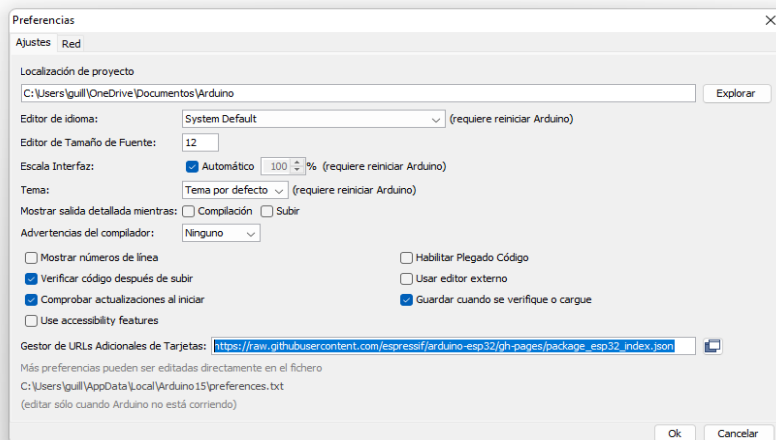


Imagen 29. Agregación de nuevas tarjetas en preferencias

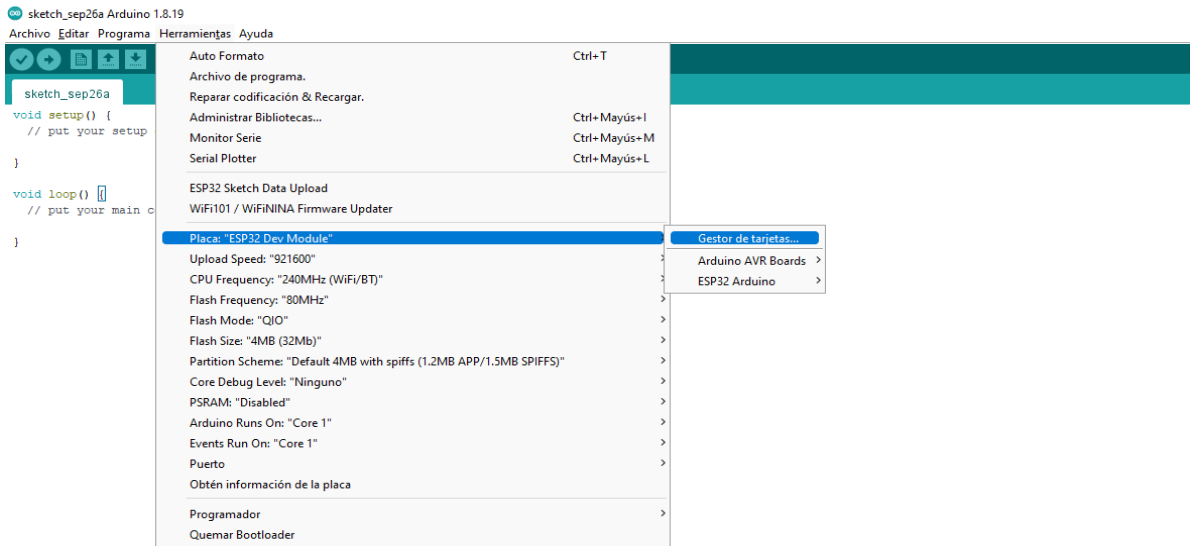


Imagen 30. Gestor de tarjetas de Arduino IDE

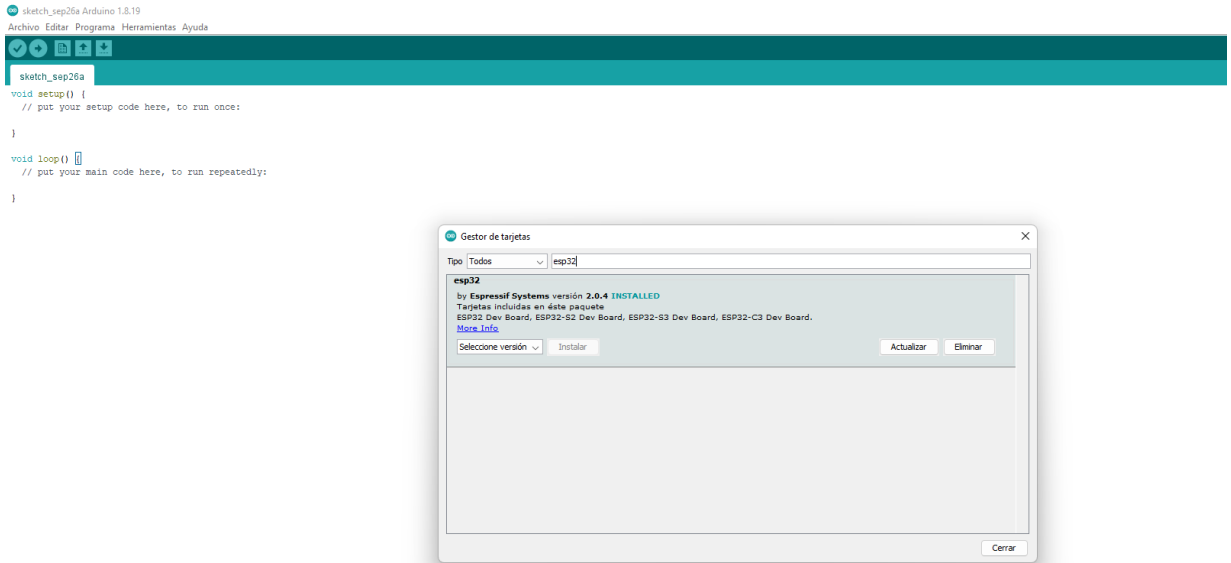


Imagen 31. Descarga el compilador para la tarjeta esp32

Paso #12

Al haber instalado el Ide de Arduino, ya se puede abrir el sketch anteriormente descargado para poder editarlo con todas las necesidades y requerimientos que sean necesarios. Hay que elegir el tipo de tarjeta a la que se le va a compilar y el puerto, para la tarjeta se debe ir a herramientas, placa, esp32 Arduino y modelo de la placa que en este caso es ESP32 Dev Module, para el puerto hay que seleccionar el COM en donde este conectada la tarjeta mediante USB.

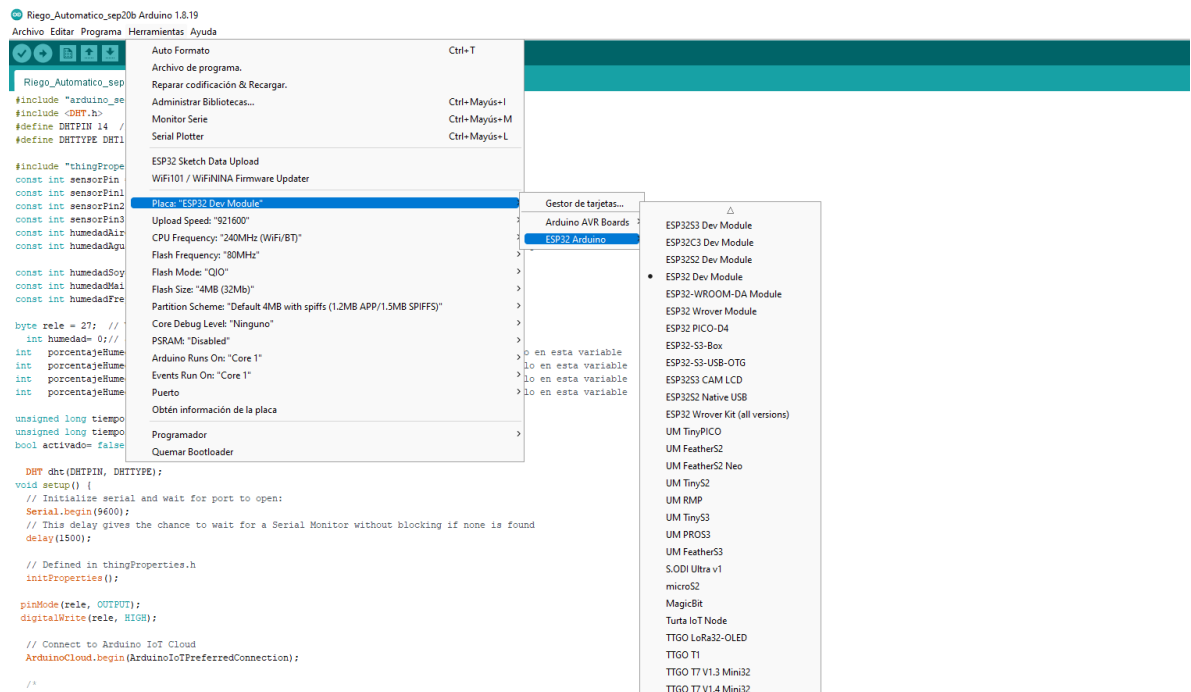


Imagen 32. Selección de la tarjeta usada

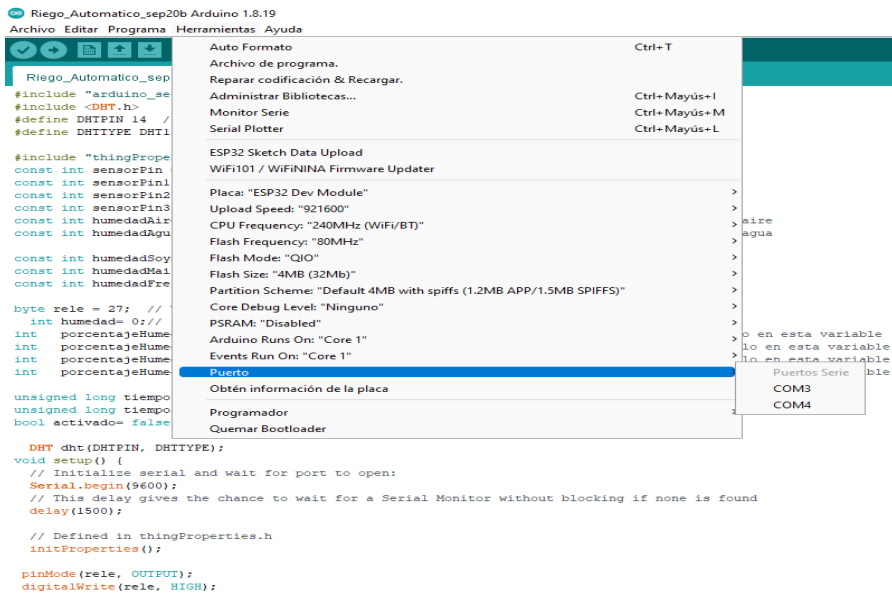


Imagen 33. Selección del puerto USB

Paso #13

Para poder utilizar los comandos de voz, se necesita usar la aplicación Amazon Alexa, en la sección de Más, luego hay que ir a Skills y juegos para buscar la configuración con Arduino

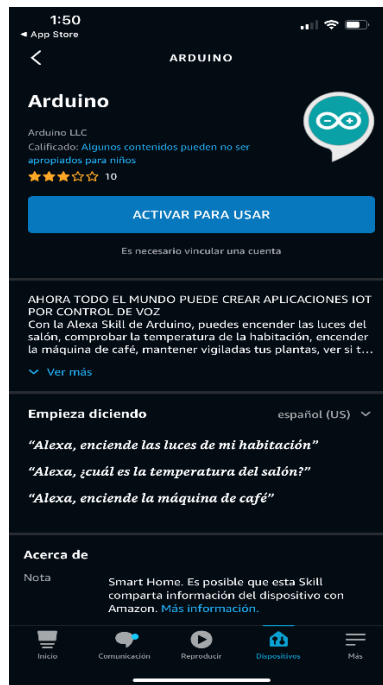


Imagen 34. Skill para Vincular Amazon Alexa con Arduino

Después de realizar la vinculación con la cuenta, se necesita ir a Dispositivos, presionar el botón de “+” para agregar un nuevo dispositivo, se selecciona Agregar dispositivo, se debe deslizar hasta el final y colocar otro, finalmente se presiona el botón de Detectar dispositivo, ahí habrá que esperar para que se terminen de configurar los dispositivos de Arduino con Alexa

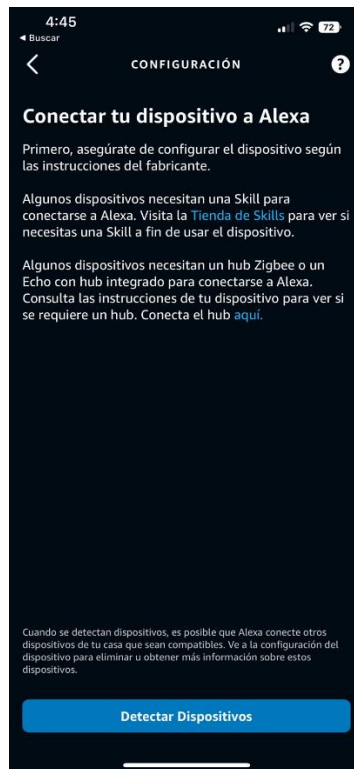


Imagen 35. Conexión de los dispositivos con Alexa

CAPÍTULO 3: PROPUESTA

3.1 Ingeniería de software

A través del método seguido del desarrollo para el sistema de riego automatizado mediante el software Arduino, la tarjeta de desarrollo ESP32 y el servicio de nube Arduino IoT cloud, se realizó la implementación del hardware y software para el control de riego en cultivos de frejol que se encuentra dentro de los cultivos de ciclo corto.

3.2 Diagrama de flujo de procesos del sistema

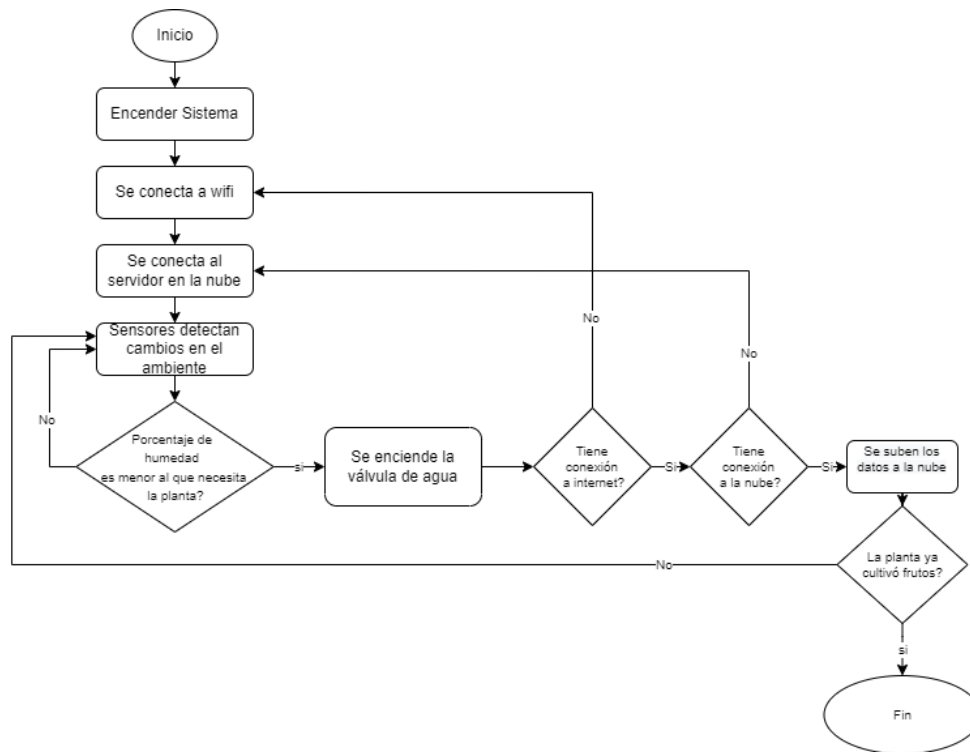


Diagrama 1. Diagrama de flujo del sistema automatizado de riego

En el Flujograma se puede observar los pasos que sigue el programa desde que se enciende el sistema, pasando por la conexión a la red para luego verificar si está conectado correctamente a la nube para subir los datos. A continuación, los sensores van detectando cambios y al momento de que se haya detectado que el porcentaje de humedad de la tierra sea menor al programado para la planta, la tarjeta microcontroladora manda la señal de encender la válvula de agua para iniciar con el riego, así va a seguir ese mismo proceso hasta que la planta haya sido cosechada.

3.3 Diseño

Se usa la alimentación de 3.3v que tiene la tarjeta microcontroladora para suministrar el voltaje a los diferentes sensores de humedad de la tierra, estos

sensores están conectados a los puertos analógicos de la tarjeta ya que envían una señal habitual de 2.3-2.5v cuando este sensor está seco y de 1.2-1.3v cuando el sensor esta mojado. El pin de voltaje del sensor de temperatura está conectado a la salida de alimentación de 5v de la tarjeta y el pin de señal a una entrada digital, cabe recalcar este sensor ya cuenta con un módulo que contiene una resistencia de 10k, de no ser el caso es necesario colocar una resistencia entre el pin Vcc y el pin Output.

El módulo de 4 relé necesita ser suministrado por 5v, por este motivo se hace la conexión con la salida de 5v de la tarjeta y la señal IN1 está conectada a un pin digital de la placa de desarrollo. El polo positivo del adaptador a la corriente que va enchufado a un tomacorriente va a la salida normalmente cerrado del K1 y el polo negativo va a la entrada ground de la electroválvula, por otro lado, la entrada positiva de la válvula va conecta a la salida común del relé que es la entrada de en medio.

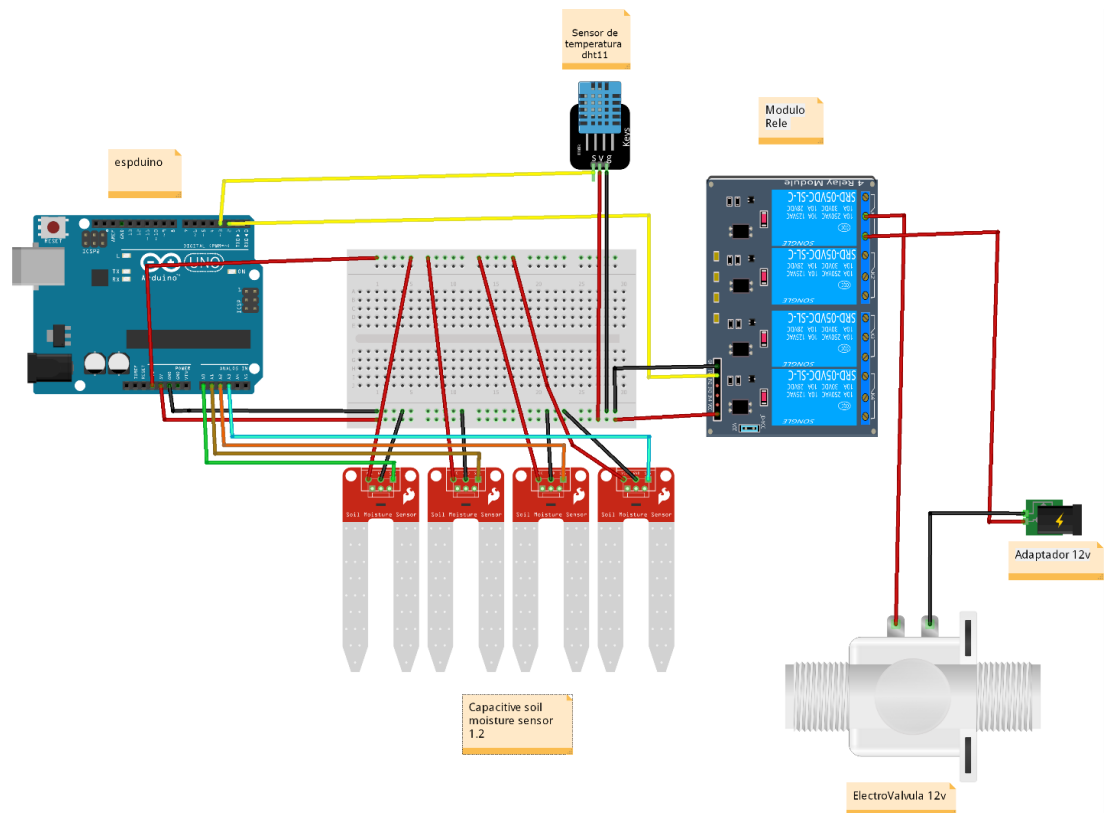


Diagrama 2. Diagrama de conexión de sensores, módulo y válvula con la tarjeta microcontroladora

3.4 Implementación

En la primera fase se prueban todos los sensores por separado para saber el voltaje que manda a placa de desarrollo, para la tarjeta usada específicamente empleando un ADC de 10 bits los sensores de humedad dan una señal de 3425 al estar seco y de 1633 al estar completamente mojado. Es importante mencionar que en otro caso se utilizó la tarjeta Arduino uno y en esa situación los valores que arrojaba el sensor de humedad eran de 550 al aire libre y de 250 al estar mojados completamente.

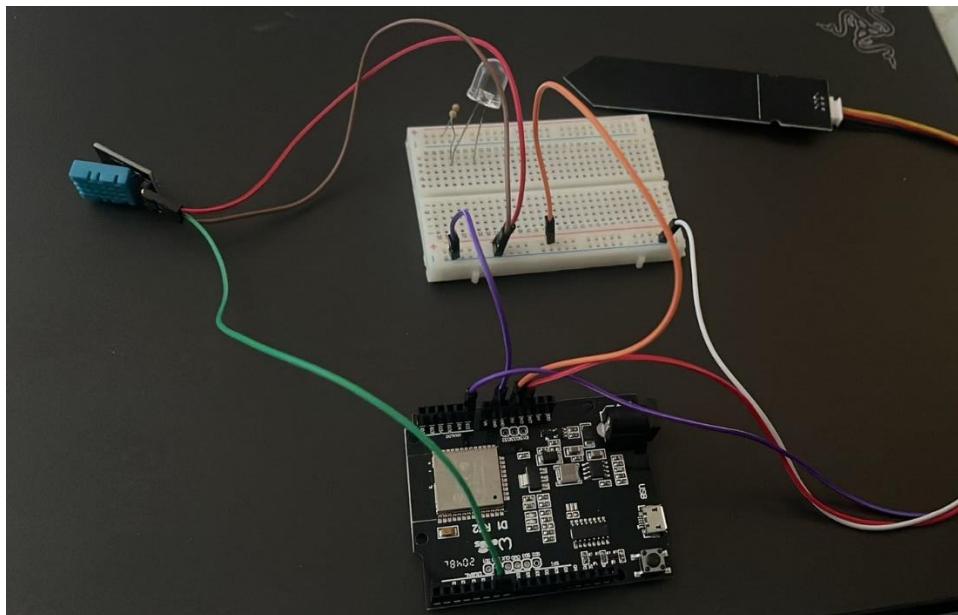


Foto 1. Prueba de sensores individualmente

En esta fase se realiza la prueba de conexión a la nube y subida de datos de los sensores mediante el protocolo MQTT y la el servicio de lot cloud de arduino, para de esta forma poder observar la información de los sensores con los dashboard desde la aplicación móvil y el navegador web.

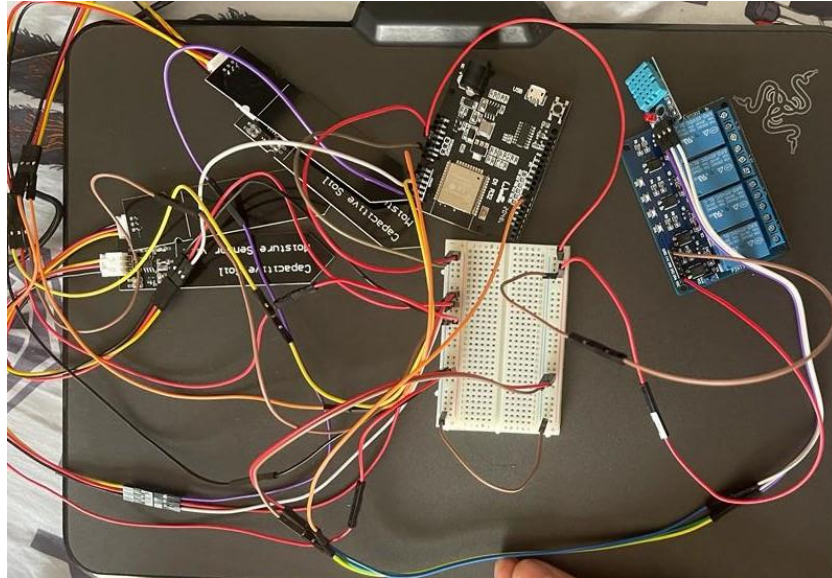


Foto 2. Prueba de sensores en conjunto

Para esta fase se realizó la prueba de activación automática del relé accionando la válvula dependiendo de la humedad de la tierra, además de comprobar la ejecución correcta de los comandos de voz realizados hacia Alexa, el asistente virtual de Amazon.



Foto 3. Prueba de relé de energía, válvula y comando por voz

En la fase final ya se está implementando todos los sensores y módulos conectados e iniciados con la configuración del cultivo de frejol, en la aplicación web se puede ver como los datos se van actualizando cada segundo además de tener un historial de estos para poder tener una referencia de la calidad del ambiente que tiene la planta.



Foto 4. Implementación final del sistema de riego automatizado



Foto 5. Interfaz gráfica de los datos obtenidos por los sensores

CONCLUSIONES

Al realizar la programación de la tarjeta con los datos de los porcentajes de humedad de los cultivos de ciclo corto se determina que hay un buen control para los tipos de cultivos seleccionados ya que el riego es personalizado, se activa dependiendo del cultivo, es decir, que el riego se inicia en diferentes ocasiones para cada planta y no para una planta en específico.

Una vez implementados los sensores se concluyó que el funcionamiento de estos es eficaz para detectar el porcentaje de agua, la temperatura del ambiente, además se puede verificar que los datos se están obteniendo en el momento para que la tarjeta microcontroladora pueda accionar el sistema de riego cuando sea necesario, seguido se envían los datos a la nube para poder ser verificados y analizados por el usuario.

El desarrollo del software concluyó que la tarjeta microcontroladora usada cumple eficientemente con los requerimientos para la gestión del sistema de riego por goteo, además de que aun se le puede seguir sacando más provecho ya que tiene la capacidad de procesar una mayor cantidad de datos y la posibilidad de aumentar el número de sensores si es requerido. Con el módulo de cuatro relés se le puede seguir administrando más fuentes de alimentación con mayor potencia para suministrar más válvulas o algún tipo de bomba de agua para el riego.

RECOMENDACIONES

Probar el voltaje y los datos que sueltan los sensores de humedad de tierra para modificar el valor del sensor de humedad seco o mojado, puesto que al probar con una diferente tarjeta de desarrollo se concluyó que arrojaban diferentes voltajes.

Incrementar el alcance del rango de wifi colocando una antena Wifi a la tarjeta microcontroladora porque esta no cuenta con mucho rango y podría haber perdida de datos.

Los reportes que se generan en la nube pueden ser utilizados para conocer los cambios del ambiente, controlar y poder cumplir con los requisitos edafoclimáticos que necesita la planta dependiendo de sus necesidades.

Se debe realizar un correcto montaje de la manguera y válvula para que el riego sea eficiente y tenga un funcionamiento adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, Q. (19 de Abril de 2021). *ilimit*. Obtenido de <https://www.ilimit.com/blog/ventajas-migrar-aws/>
- Amazon. (2022). *Amazon Web Services Inc.* Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/>
- Amazon. (2022). *aws.amazon*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/iot-device-management/>
- Anzola, A. (2015 de Noviembre de 2015). Estructura Vertical de los Cultivos de Ciclo Corto. (J. Sifontes, Entrevistador)
- Aosong(Guangzhou) Electronics Co. (s.f.). *akizukidenshi*. Obtenido de <https://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/DHT11.pdf>
- aprendiendoarduino. (15 de Junio de 2019). <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/>. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/arduino-cloud/#:~:text=Arduino%20IoT%20Cloud%20es%20una,o%20en%20la%20vida%20cotidiana.>
- Arduino. (2022). *arduino.cl*. Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Awati, R. (Septiembre de 2021). *techtarget*. Obtenido de techtarget.com/whatis/definition/integrated-circuit-IC
- Az-Delivery. (s.f.). <https://cdn.shopify.com/>. Obtenido de https://cdn.shopify.com/s/files/1/1509/1638/files/Hygrometer_Modul_V1.2_D

atenblatt_AZ-Delivery_Vertriebs_GmbH_d24d33d6-9496-4b26-8819-476bcb7184e8.pdf?82942

Balestrini Acuña, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigación*. Caracas: BL Consultores Asociados.

Banco Mundial. (14 de Julio de 2021). *BancoMundial.org*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2021/07/14/en-ecuador-el-riego-tecnificado-equivale-a-cultivos-m-s-sostenibles-y-mejor-alimentacion#:~:text=En%20Ecuador%2C%20de%20las%20338,los%20alimentos%20que%20se%20cultivan>.

BISITE. (21 de Abril de 2022). *bisite.usal.es*. Obtenido de <https://bisite.usal.es/es/blog/formacion/21/04/21/como-surgio-el-internet-de-las-cosas-BISITE>

CiudadesDelFuturo. (28 de Agosto de 2020). Obtenido de <https://ciudadesdelfuturo.es/cual-es-el-origen-del-iot.php>

Cortes Cadavid, V., & Vargas Garcia, M. F. (2020). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES MENDIANTE IOT EN LOS CULTIVOS URBANOS DE LA FUNDACION MUJERES EMPRESARIAS MARIE POUSSEPIN*. Bogota: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.

Cristoffer, A. (20 de Agosto de 2018). *itop*. Obtenido de <https://www.itop.es/blog/item/iot-origen-importancia-en-el-presente-y-perspectiva-de-futuro.html>

del Valle Hernandez, L. (2017). <https://programarfacil.com/>. Obtenido de <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/>

Electro Industria. (Octubre de 2019). *emb.cl*. Obtenido de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3514&ni=como-funciona-una-valvula-solenoide>

Emerson Climate Technologies. (s.f.). *servipartes*. Obtenido de servipartes.com.mx: <https://servipartes.com.mx/admin/wp-content/uploads/2018/01/emersonvalvulassolenoides.pdf>

Escalante Fernandez, J. (10 de Enero de 2022). *IoT: Tecnologías, aplicaciones, estado actual y futuro*. Obtenido de openwebinars: <https://openwebinars.net/blog/iot-tecnologias-aplicaciones-estado-actual-y-futuro/>

ESP32 Learning. (2017). *esp32learning.com*. Obtenido de <http://www.esp32learning.com/hardware/a-look-at-the-espduino-32-board.php>

Esp32net. (2016). *esp32.net*. Obtenido de <http://esp32.net/>

Espinoza Malla, K. S. (2015). *Estudio Fenometrico e indice de balance hidrico del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en el canton arenillas*. Machala: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA.

ESPRESSIF SYSTEMS. (2022). *www.espressif.com*. Obtenido de <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

Fernández, Y. (3 de Agosto de 2020). <https://www.xataka.com/>. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

Folch, J., & Fabrega, J. (1999). *El volumen húmedo del suelo en el riego localizado. Importancia y evaluación*. Constantí: Institut de Recerca i Tecnologia.

Gómez, J. L. (26 de Septiembre de 2018). *agronegocios.co*. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/analisis/jose-luis-gomez-2775031/el-internet-de-las-cosas-y-la-agricultura-2775030>

infoAgro. (2022). *infoagro.com*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja.htm>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2014). *INIAP*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/molea/rsoya#:~:text=Precipitaci%C3%B3n%3A%20450%20mm%20a%20650,o%20franco%20arcilloso%2C%20bien%20drenados>.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. (2014). *Tecnología de producción en soya*.

Llama, L. (28 de Abril de 2021). www.luisllamas.es/. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/sensor-de-humedad-del-suelo-capacitivo-y-arduino/>

Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas*. México, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.

Morales Romero, R. G., Ruiz Aguilar, G., & Alejo Lopez, S. J. (12 de Abril de 2020). *Impacto de automatización de riego: Caso de estudio*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/cys/v24n2/2007-9737-cys-24-02-917.pdf>

Muñoz, L. (08 de Marzo de 2021). *agrohuerto*. Obtenido de agrohuerto.com: <https://www.agrohuerto.com/riego-por-goteo-que-es/>

Naylamp Mechatronics . (2021). naylampmechatronics.com. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht11.html>

Naylamp Mechatronics . (2021). naylampmechatronics.com. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/538-sensor-de-humedad-del-suelo-capacitivo.html>

[naylampmechatronics](http://naylampmechatronics.com). (2021). naylampmechatronics.com. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/valvulas/314-valvula-solenoide-1p2-pulg-12vdc-nc.html>

NetaFim. (24 de Diciembre de 2018). <https://www.netafim.com/>. Obtenido de https://www.google.com/search?q=sistema+de+riego+por+goteo+que+es&rlz=1C1CHBF_esUS1006US1006&sxsrf=ALiCzsa-Mp9aE9JucDgO0OASfyVShJrnyg%3A1659561815984&source=Int&tbs=cdr%3A1%2Ccd_min%3A2018%2Ccd_max%3A&tbm=

Nieto, C., Pazmiño, E., Rosero, S., & Quishpe, B. (2018). *Estudio del aprovechamiento de agua de riego disponible por unidad de producción agropecuaria, con base en el requerimiento hídrico de cultivos y el área regada, en dos localidades de la Sierra ecuatoriana*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

Oracle. (2022). *Oracle.com*. Obtenido de <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/#:~:text=La%20Internet%20de%20las%20cosas,sistemas%20a%20trav%C3%A9s%20de%20Internet>.

RedHat. (8 de Enero de 2019). *redhat.com*. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>

Ruiz Baena, M. (27 de diciembre de 2019). *appandweb.es*. Obtenido de <https://www.appandweb.es/blog/iot-agricultura/#:~:text=Mediante%20el%20IoT%20se%20podr%C3%ADan,la%20producci%C3%B3n%20y%20la%20rentabilidad>.

Schwarz, R. (30 de Septiembre de 2014). *Arrow*. Obtenido de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/mpu-v-mcu>

Solis Santistevan, V. A. (2019). *El nitrógeno como base de la producción agrícola en cultivos de*. Babahoyo: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.

Tello Dominguez, E. P. (2015). *Empresas que provisionan productos de ciclo corto en el país, sus formas de registro en empresas agrícolas familiares*. Machala: Universidad Técnica de Machala.

Tovar, J., Solórzano, J., Rodríguez, A., & Rodríguez, G. (2019). *Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual*. San Buenaventura: Universidad Católica Luis Amigó.

UAEH. (2021). <http://ceca.uaeh.edu.mx/>. Obtenido de http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/mdulo_rel.html#

Yañez, C. (3 de Noviembre de 2020). <https://www.ceac.es/>. Obtenido de <https://www.ceac.es/blog/que-es-arduino-iot-cloud>

Zapata, M., Topón-Visarrea , L., & Tipán, E. (2021). *Fundamentos de automatización y redes Industriales*. (H. Arias, Ed.) Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamerica.

ANEXO

Código fuente del sistema automatizado en lenguaje C++

```
#include "arduino_secrets.h"
```

```
#include <DHT.h>
```

```
#define DHTPIN 14 //Sensor Temperatura
```

```
#define DHTTYPE DHT11
```

```
#include "thingProperties.h"
```

```
const int sensorPin = 39; //Sensor humedad
```

```
const int sensorPin1 = 36; //Sensor humedad
```

```
const int sensorPin2 = 34; //Sensor humedad
```

```
const int sensorPin3 = 35; //Sensor humedad
```

```
const int humedadAire = 3425; //Valor que da el sensor de humedad en la tierra al  
estar en el aire
```

```
const int humedadAgua = 1633; //Valor que da el sensor de humedad en la tierra al  
estar en el agua
```

```
const int humedadSoya = 50; //Porcentaje en que tiene que activarse el rele, si es  
menor, este se activa
```

```
const int humedadMaiz = 35;
```

```
const int humedadFrejol = 20;
```

```
byte rele = 27; // Valvula electrica
```

```
int humedad= 0;// aqui se guarda el valor que suelta el sensor de humedad
```

```
int porcentajeHumedad=0; // Se va a transformar el valor de humedad a porcentaje y guardarlo en esta variable
```

```
int porcentajeHumedad1=0; // Se va a transformar el valor de humedad a porcentaje y guardarlo en esta variable
```

```
int porcentajeHumedad2=0; // Se va a transformar el valor de humedad a porcentaje y guardarlo en esta variable
```

```
int porcentajeHumedad3=0; // Se va a transformar el valor de humedad a porcentaje y guardarlo en esta variable
```

```
unsigned long tiempo1 = 0;
```

```
unsigned long tiempo2 = 0;
```

```
bool activado= false; // variable para saber si el rele esta encendido
```

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

```
void setup() {  
  
    // Initialize serial and wait for port to open:  
  
    Serial.begin(9600);  
  
    // This delay gives the chance to wait for a Serial Monitor without blocking if none  
is found  
  
    delay(1500);  
  
  
    // Defined in thingProperties.h  
  
    initProperties();  
  
  
    pinMode(rele, OUTPUT);  
  
    digitalWrite(rele, HIGH);  
  
  
    // Connect to Arduino IoT Cloud  
  
    ArduinoCloud.begin(ArduinoIoTPreferredConnection);  
  
  
    /*
```

The following function allows you to obtain more information

related to the state of network and IoT Cloud connection and errors

the higher number the more granular information you'll get.

The default is 0 (only errors).

Maximum is 4

```
*/
```

```
setDebugMessageLevel(2);
```

```
ArduinoCloud.printDebugInfo();
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  ArduinoCloud.update();
```

```
  // Your code here
```

```
  LecturaTemperatura() ;
```

```
  ReiniciarContador();
```

```
  porcentajeHumedad=LecturaHumedadSuelo(sensorPin);
```

```
  porcentajeHumedad1=LecturaHumedadSuelo(sensorPin1);
```



```
porcentajeHumedad2=LecturaHumedadSuelo(sensorPin2);

porcentajeHumedad3=LecturaHumedadSuelo(sensorPin3);

humedadTierra=porcentajeHumedad;

humedadTierra1=porcentajeHumedad1;

humedadTierra2=porcentajeHumedad2;

humedadTierra3=porcentajeHumedad3;

iniciarRiego(porcentajeHumedad);

iniciarRiego(porcentajeHumedad1);

iniciarRiego(porcentajeHumedad2);

iniciarRiego(porcentajeHumedad3);

terminarRiego();

//delay(1000);

}

/*
```

Since Frejol is READ_WRITE variable, onFrejolChange() is

executed every time a new value is received from IoT Cloud.

```
*/
```

```
void onFrejolChange() {
```

```
    // Add your code here to act upon Frejol change
```

```
    if(frejol){
```

```
        maiz= false;
```

```
        soya= false;
```

```
        fechaCosecha = ArduinoCloud.getLocalTime()+ 3456000;// 3456000 segundos  
= 40 dias
```

```
        activaciones = 0;
```

```
    }
```

```
}
```

```
/*
```

Since Maiz is READ_WRITE variable, onMaizChange() is

executed every time a new value is received from IoT Cloud.

```
*/
```

```
void onMaizChange() {  
  
    // Add your code here to act upon Maiz change  
  
  
  
  
    if(maiz){  
  
        frejol = false;  
  
        soya= false;  
  
        fechaCosecha = ArduinoCloud.getLocalTime()+ 6048000;// 6048000 segundos  
= 70 dias  
  
        activaciones = 0;  
  
  
    }  
  
  
  
  
  
  
}  
  
  
  
/*
```

Since Soya is READ_WRITE variable, onSoyaChange() is


```
Serial.print(" \t");
```

```
Serial.println(humedad);
```

```
int porcentajeHumedadvar = map(humedad, humedadAire, humedadAgua, 0,  
100); // Se transforma a porcentaje
```

```
if(porcentajeHumedad > 100) porcentajeHumedadvar = 100;
```

```
Serial.print(porcentajeHumedad);
```

```
Serial.println("% \t");
```

```
return porcentajeHumedadvar ;
```

```
// Se envia a la variable de la nube
```

```
}
```

```
void LecturaTemperatura() {
```

```
float t = dht.readTemperature();
```

```

float h = dht.readHumidity();

if (isnan(h) || isnan(t) ) {

  Serial.println("Error obteniendo los datos del sensor DHT11");

  return;

}

float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);

  Serial.print("Temperatura: ");

  Serial.print(t);

  Serial.print(" *C \t ");

temperaturaPlanta=t; // Se envia a la variable de la nube

}

void ReiniciarContador(){

if(reinicioActivaciones.isActive()) {

  Serial.print("Schedule Activado");

  activaciones= 0;

```

```
}
```

```
}
```

```
void iniciarRiego(int porcentajeHumedadvar){
```

```
  if (!activado){
```

```
    if(soya){
```

```
      if (porcentajeHumedadvar < humedadSoya){
```

```
        //Activar rele
```

```
        digitalWrite(rele, LOW); // activar el rele'
```

```
        activado= true;
```

```
      }
```

```
    }
```

```
  else if(maiz){
```

```
    if ( porcentajeHumedadvar < humedadMaiz){
```

```
      digitalWrite(rele, LOW); // activar el rele'
```

```
      activado= true;
```

```
    }
```

```
  }
```

```
else if(frejol){  
  
    if ( porcentajeHumedadvar < humedadFrejol){  
  
        digitalWrite(rele, LOW); // activar el rele'  
  
        activado= true;  
  
    }  
  
}  
  
else {  
  
    if (porcentajeHumedadvar< 40){  
  
        digitalWrite(rele, LOW); // activar el rele'  
  
        activado= true;  
  
    }  
  
}  
  
    tiempo1=millis();  
  
    tiempo2=millis()+5000;  
  
}  
  
}
```



```
void terminarRiego(){  
  
if (activado){  
  
tiempo1=millis();  
  
Serial.print("Tiempo1: ");  
  
Serial.print(tiempo1);  
  
Serial.print("\n");  
  
Serial.print("Tiempo2: ");  
  
Serial.print(tiempo2);  
  
Serial.print("\n");  
  
if(tiempo1>= tiempo2){ //Si ha 5 pasado segundo ejecuta el IF  
  
Serial.print("Schedule Activado");  
  
digitalWrite(rele, HIGH);  
  
activado= false;
```

```
}  
  
}  
  
}
```

```
void onReinicioChange() {  
  
    // Add your code here to act upon Reinicio change  
  
}
```

```
/*
```

```
    Since ReinicioActivaciones is READ_WRITE variable,  
    onReinicioActivacionesChange() is  
  
    executed every time a new value is received from IoT Cloud.
```

```
*/
```

```
void onReinicioActivacionesChange() {  
  
    // Add your code here to act upon ReinicioActivaciones change  
  
}
```

```
void onValvulaChange() {
```

```
// Add your code here to act upon Valvula change
```

```
if (valvula){
```

```
    activado= true; digitalWrite(rele, LOW);
```

```
}else{
```

```
    activado= false; digitalWrite(rele, HIGH);
```

```
}
```

```
}
```