



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

Sistema de monitoreo de temperatura y humedad con él sensor DHT-11 para el regado de hortalizas de forma remota mediante la utilización del microcontrolador Wifi ESP8266 aplicando el internet de las cosas en la ciudad de Guayaquil.

AUTOR:

Solís Arias, Kevin Noé

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TUTOR:

Ing. Suarez Murillo, Efraín Oswaldo. MSc.

Guayaquil, Ecuador

14 de febrero del 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular fue realizado en su totalidad por el Sr. **Solís Arias, Kevin Noé**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**.

TUTOR

Ing. Suarez Murillo, Efraín Oswaldo. MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo. PHD.

Guayaquil, 14 de febrero del 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Solís Arias, Kevin Noé**

DECLARO QUE:

El trabajo de Integración Curricular **“Sistema de monitoreo de temperatura y humedad con el sensor DHT-11 para el regado de hortalizas de forma remota mediante la utilización del microcontrolador Wifi ESP8266 aplicando el internet de las cosas en la ciudad de Guayaquil.”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Electrónica y automatización**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, 14 de febrero del 2023

EL AUTOR

Solís Arias, Kevin Noé



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, Solís Arias, Kevin Noé

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular: **“Sistema de monitoreo de temperatura y humedad con el sensor DHT-11 para el regado de hortalizas de forma remota mediante la utilización del microcontrolador Wifi ESP8266 aplicando el internet de las cosas en la ciudad de Guayaquil.”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 14 de febrero del 2023

EL AUTOR

Solís Arias, Kevin Noé

REPORTE DE URKUND



Document Information

Analyzed document	Tesis Final Solis Kevin Solis Anias 2023.docx (D157692102)
Submitted	2023-02-02 23:39:00
Submitted by	
Submitter email	efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / TIC-MH-B-2022 Final SIN, revisado-correcto 28-01-22.docx		12
	Document TIC-MH-B-2022 Final SIN, revisado-correcto 28-01-22.docx (D157235941)		
	Submitted by: carlos.romero@cu.ucsg.edu.ec Receiver: edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com		
SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / TT Fidel Iivicura.docx		2
	Document TT Fidel Iivicura.docx (D129476959)		
	Submitted by: lcordova@yahoo.com Receiver: luis.cordova.ucsg@analysis.orkund.com		
SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / Iivicura tesis 11-ABRIL-2022.docx		2
	Document Iivicura tesis 11-ABRIL-2022.docx (D133382177)		
	Submitted by: lcordova@yahoo.com Receiver: luis.cordova.ucsg@analysis.orkund.com		

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por brindarme el apoyo para permitir seguir con mis estudios y nunca desistir ante los problemas que se nos presentaron, por saber forjar el tipo de hombre que soy. A mi padre Dios un agradecimiento por absolutamente todo, su amor y guía siempre fueron y serán fundamentales en todos los pasos que dé a lo largo de mi vida. A mi hermana por fungir como imagen a seguir y como segunda madre a la hora de educarme y enseñarme que el honrar a tus padres es parte del ser, que al no tenerlo presente se será un ser siempre nunca realizado. A mi cuñado por ayudarme en lo que ha podido y siendo una imagen a la cual seguir, que al ver sus logros me incentivan a seguir formándome en el ámbito académico.

También quiero agradecer a mis tíos, primos, abuelo por darnos a mi familia y mi una mano para poder seguir luchando, pues su generosidad siempre estará presente dentro de mí. A mis compañeros de la universidad que cuando necesitaba una guía, supieron brindármela, al igual que a mis profesores que son mentores no solo de la carrera sino de la vida también. Por último, quiero agradecer a todas las personas que se cruzaron en mi vida y supieron dejar una huella en la misma. ¡A todos, gracias totales!

AUTOR:

Solís Arias, Kevin Noé

DEDICATORIA

Este trabajo el cual se lo realizó con mucho cariño es dedicado a Dios por darme la bendición de dejarme seguir compartiendo con mis seres queridos, los cuales son mi motivo para mejorar día tras día y poder superarme. A mis padres por no dejarse vencer ante las difíciles adversidades que paso nuestra familia, siendo un ejemplo del significado de la palabra “luchador”. A mi hermana por educarme de pequeño y guiarme con sus consejos para formar a este humilde servidor.

A mis tíos, primos y abuelo quienes nunca nos abandonaron a mis padres ni a mí, cuando estabas en el punto más bajo y decidieron apoyarnos con su granito de arena; crean me que los llevo en mi corazón y es algo de lo cual nunca dejare de estar agradecido, para todos ellos gracias totales.

AUTOR:

Solís Arias, Kevin Noé



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. BOHORQUEZ ESCOBAR BAYARDO, PH.D

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. VELEZ TACURI EFRAIN, MGS.

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

ING. BOHÓRQUEZ HERAS DANIEL, MSC.

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE TABLAS	XIV
Resumen.....	XV
ABSTRACT	XVI
Capítulo 1: Descripción general del trabajo de titulación	2
1.1 Introducción	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación del Problema	3
1.4 Objetivos del Problema de Investigación.....	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Metodología de Investigación	3
Capítulo 2: Fundamentación Teórica	5
2.1 Agricultura	5
2.1.1 Beneficios de la agricultura.....	7
2.2 Hortalizas	9
2.3 Tecnología de transmisión de datos inalámbricos (WIFI)	10
2.4 Internet de las Cosas.....	11
2.4.1 Beneficios del internet de las cosas.....	14
2.4.2 Seguridad y privacidad del internet de las cosas.....	17
2.5 Arduino IDE	19
2.5.1 Arduino IDE con el internet de las cosas	21
2.6 Microcontroladores	23
2.6.1 Tipos de microcontroladores.....	25
2.7 Microcontrolador Wifi ESP8266	27
2.8 Sensores.....	28
2.8.1 Sensor DHT-11	29
2.9 Ubidots	30
Capítulo 3: Aportes de la investigación	33
3.1 Funcionamiento del sensor DHT-11 y Relé	33

3.1.1	Factores de funcionamiento o requisitos operativos del sensor DHT-11.....	33
3.1.2	Factores de funcionamiento o requisitos operativos del sensor Relé	34
3.1.3	Conexiones entre el Sensor DHT-11, Relé y el Microcontrolador ESP8266.....	35
3.2	Programación del microcontrolador Wifi ESP8266 para monitoreo de temperatura, humedad y riego	36
3.2.1	Software de Arduino	36
3.3	Instalación de entorno de desarrollo de Arduino (IDE)	36
3.3.1	Configuración de Arduino (IDE)	38
3.3.2	Programación del módulo Esp8266 mediante el software de Arduino (IDE)	41
3.4	Configuración de la plataforma de Ubidots	43
3.5	Configuración de los Widgets e indicadores de la interfaz principal de La plataforma de Ubidots	45
3.6	Análisis de resultados del sistema propuesto	47
	Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones.....	50
4.1	Conclusiones	50
	Bibliografías.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 2.1: Agricultura de conservación.....	5
Figura 2.2: Sector de horticultura en invernaderos.....	6
Figura 2.3: Tecnología Agtech en la agricultura.....	7
Figura 2.4: Agricultura de tipo urbana.....	8
Figura 2.5: Técnicas de labranza del suelo en la agricultura.....	8
Figura 2.6: Clasificación de las hortalizas.....	10
Figura 2.7: Internet de las cosas en la electrónica.....	11
Figura 2.8: Internet industrial de las cosas en la actualidad.....	12
Figura 2.9: Dispositivos conectados al internet de las cosas.....	14
Figura 2.10: Características de la BlockChain.....	15
Figura 2.11: Aplicaciones del internet de las cosas en la industria 4.0.....	16
Figura 2.12: Internet de las cosas en el campo de la agricultura.....	17
Figura 2.13: Funcionamiento del RFID.....	18
Figura 2.14: Telemetría MQTT.....	18
Figura 2.15: Interfaz de Arduino IDE.....	19
Figura 2.16: Partes de la Interfaz de Arduino IDE.....	20
Figura 2.17: Tipos de Arduino.....	21
Figura 2.18: Plataforma de ThingSpeak de Matlab para IOT.....	22
Figura 2.19: Elementos que conforman un microcontrolador.....	23
Figura 2.20: Etapas de funcionamiento de un microcontrolador.....	24
Figura 2.21: Microcontroladores AVR.....	25
Figura 2.22: Ejemplo de consumo de energía de MCU de 32bits.....	26
Figura 2.23: Ficha de datos del ESP8266 NodeMCU.....	27
Figura 2.24: Tipos de sensores.....	28
Figura 2.25: Señales de los sensores analógicos y digitales.....	29

Figura 2.26: Variantes del sensor DHT-11.	30
Figura 2.27: Creación de variables en Ubidots.	31
Figura 2.28: Dashboard de Ubidots.	32

Capítulo 3

Figura 3.1: Diagrama de flujo del sensor DHT-11.	33
Figura 3.2: Diagrama de flujo del Relé.	34
Figura 3.3: Diagrama de conexiones del microcontrolador Wifi ESP8266.	35
Figura 3.4: Página de Arduino oficial.	36
Figura 3.5: Aceptación de licencia de Arduino IDE.	36
Figura 3.6: Complementos de Arduino IDE.	37
Figura 3.7: Ruta de instalación de Arduino IDE.	37
Figura 3.8: Proceso de instalación de Arduino IDE finalizado.	38
Figura 3.9: ventana de preferencias de Arduino IDE.	38
Figura 3.10: Instalación de una placa en el Arduino IDE.	39
Figura 3.11: Descarga de bibliotecas para Arduino IDE.	39
Figura 3.12: Instalación de biblioteca Zip en Arduino IDE.	40
Figura 3.13: Bibliotecas a instalar de Arduino IDE.	40
Figura 3.14: Código de inicial de llamado a bibliotecas.	41
Figura 3.15: Código de credenciales de red para el microcontrolador Wifi ESP8266.	41
Figura 3.16: Declaración de variable y token.	41
Figura 3.17: Código de inicialización del microcontrolador Wifi ESP8266.	42
Figura 3.18: Parte inicial del bucle “loop”.	42
Figura 3.19: Estructura del código para control del Relé.	43
Figura 3.20: Parte final del bucle “loop”.	43
Figura 3.21: Página oficial de Ubidots IoT.	43
Figura 3.22: Tipo de cuentas de Ubidots IoT.	44

Figura 3.23: Credenciales para la cuenta de Ubidots IoT.	44
Figura 3.24: Cuenta creada en la plataforma de Ubidots IoT.	45
Figura 3.25: Creación de un Dashboard en la plataforma Ubidots del internet de las cosas.	45
Figura 3.26: Pestaña de la página Devices de Ubidots del internet de las cosas.	46
Figura 3.27: Variables de Devices generado con anterioridad.	46
Figura 3.28: Widgets de para temperatura, humedad y regadío.	47
Figura 3.29: Funcionamiento del microcontrolador ESP8266.....	47
Figura 3.30: Funcionamiento de la plataforma de Ubidots.....	48
Figura 3.31: Lectura de datos recibidos por el puerto serial de Arduino IDE.	48

INDICE DE TABLAS

Capítulo 3

Tabla 3.1: Costos de materiales utilizados en el proyecto	49
---	----

Resumen

El presente trabajo de integración curricular presenta una propuesta de diseño de un sistema para el riego para hortalizas en la ciudad de Guayaquil mediante el uso de un microcontrolador wifi ESP8266, además de monitorear la temperatura y humedad. El objetivo fundamental se centra en la aplicación de la tecnología del Internet de las Cosas para la regulación a distancia de las variables de interés en los cultivos de hortalizas mediante un sistema de riego concebido y controlado por el microcontrolador en la ciudad de Guayaquil. La metodología para emplear es de carácter descriptivo, ya que explica y detalla el funcionamiento del Internet de las Cosas y los sensores que miden la temperatura y la humedad. También se utiliza el método analítico-deductivo, ya que se utiliza en investigaciones experimentales y aplicaciones cuantitativas que facilitan la respuesta a la investigación. Finalmente, se emplea la metodología de estilo documental en busca de recursos bibliográficos que conduzcan a una investigación más efectiva y con mejores resultados.

Palabras claves: Ubidots, ESP8266, Riego, Sensores, Internet de las cosas.

ABSTRACT

This curricular integration work presents a design proposal for an irrigation system for vegetables in the city of Guayaquil using an Esp8266 Wi-Fi microcontroller, in addition to monitoring temperature and humidity. The fundamental objective is focused on the application of Internet of Things technology for the remote regulation of the variables of interest in vegetable crops through an irrigation system designed and controlled by the microcontroller in the city of Guayaquil. The methodology to be used is descriptive since it explains and details the operation of the Internet of Things and the sensors that measure temperature and humidity. The analytical-deductive method is also used since it is used in experimental research and quantitative applications that facilitate the response to research. Finally, the documentary style methodology is used in search of bibliographic resources that lead to more effective research and with better results.

Keywords: Ubidots, ESP8266, Irrigation, Sensors, Internet of things.

Capítulo 1: Descripción general del trabajo de titulación

1.1 Introducción

A lo largo de la historia humana la alimentación ha sido un factor importante para su desarrollo como especie, teniendo presente como factores que sobresalen la agricultura y ganadería. Gracias a la agricultura en específico es que en la actualidad podemos suplir gran parte de la demanda alimenticia. Podemos decir con certeza que la agricultura sigue evolucionando de la mano de la tecnología con la finalidad de que las plantas tengan un mejor desarrollo y por ende una mejor productividad. Una de las técnicas que se ha desarrollado es el cultivo de hortalizas, que permite identificar las características distintivas de plantas comestibles que forman parte de una buena alimentación, a través de la interacción de los vegetales en pequeños ecosistemas que permiten el estudio de la naturaleza, y su desarrollo sustentable como parte de la economía familiar. Por lo cual hoy en día se optado por el uso de nuevas tecnologías en el sector agrícola con el fin de mejorar el rendimiento y desarrollo de los cultivos para la población en general.

En la actualidad la tecnología brinda muchas herramientas que son parte fundamental en nuestro día a día. Una de estas herramientas son los sensores, los cuales nos permiten detectar magnitudes físicas o químicas como la humedad, desplazamiento, pH, presión, entre otras. Hoy en día los sensores son de mucha importancia en las fábricas como fuera de ellas, teniendo diferentes áreas de aplicación como lo son hoy la robótica, la medicina, industria aeroespacial, entre otras; y es por eso por lo que los sensores se consideran en la actualidad como parte fundamental de nuestro desarrollo

El internet de las cosas “IoT” es una herramienta que se está implementando para dar facilidad en la comunicación de dispositivos electrónicos en tiempo real. Desde controlar luces, motores, accionadores, monitorear sensores, todo vía internet al alcance de nuestras manos. Es muy amplia las posibilidades que nos permite el manejo del internet de las cosas, que se lo puede ver ya en hogares como domótica, en las fábricas ayudando en la revolución industrial 4.0, en la salud y en el ambiental.

1.2 Planteamiento del problema

La agricultura se ve afectada por la falta de monitoreo en la temperatura y humedad, ya que estas variables son de gran relevancia e interés, ya que ellas están vinculadas en el crecimiento y desarrollo de la planta la cual, si no tiene las condiciones necesarias y correctas, da como resultado la pérdida de los cultivos, lo cual representa una gran pérdida económica y de tiempo en el sector agrícola.

1.3 Justificación del Problema

Este proyecto consiste en la elaboración de un prototipo de un sistema de monitoreo de temperatura y humedad, que permita irrigar los cultivos; todo desde un teléfono o dispositivo inteligente. El prototipo del sistema ayuda en el desarrollo y crecimiento de las plantaciones de hortalizas, con el fin de generar una mayor cantidad de productos y a la vez obtener una mejor calidad en ellos; aprovechando la tecnología disponible en la actualidad. La idea de este sistema es que sea accesible para el agricultor siendo un sistema económico y al alcance de su mano.

1.4 Objetivos del Problema de Investigación

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de monitoreo de la temperatura y humedad para el riego de cultivos de hortalizas forma remota mediante el uso del microcontrolador wifi ESP8266 utilizando IoT (internet de las cosas) en la ciudad de Guayaquil.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1) Definir una interfaz de monitoreo de temperatura y humedad programada con el lenguaje C++ utilizando el software de Arduino IDE.
- 2) Desarrollar las conexiones de los circuitos electrónicos del sensor de temperatura y humedad DHT-11 al módulo wifi ESP8266.
- 3) Detallar la viabilidad económica y el funcionamiento del microcontrolador wifi ESP8266.

1.5 Metodología de Investigación

El tipo de investigación a utilizar en el siguiente trabajo de titulación es el descriptivo para explicar y detallar el funcionamiento del internet de las cosas y de los sensores para las variables de temperatura y humedad. Se emplea también la

metodología analítica-deductiva a través de investigaciones experimentales y aplicaciones cuantitativas que permitan responder al trabajo de investigación.

Por último, se emplea la metodología documental, la cual se utiliza para buscar y recolectar información relevante a través de diversas fuentes bibliográficas, como libros, artículos científicos, tesis, entre otros. Esta técnica se utiliza con el propósito de mejorar los resultados de la investigación al proporcionar una amplia variedad de perspectivas y enfoques en el tema en cuestión. Además, se pueden obtener datos precisos y confiables de estas fuentes, ya que son elaboradas por expertos en el campo.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

2.1 Agricultura

La agricultura es una práctica antigua que se ha utilizado durante siglos para proporcionar alimentos, fibras y otros productos agrícolas para uso y consumo humano. En los últimos años, la definición de agricultura ha cambiado para incluir prácticas agrícolas más sostenibles, como la agricultura de conservación (CA). La agricultura de conservación (CA) es una práctica agrícola de bajos insumos que restaura la vitalidad del suelo a través de la integración de leguminosas, labranza mínima, mantillo y diversas rotaciones de cultivos. Si bien algunos de los beneficios postulados inicialmente de la agricultura de conservación (CA) incluyen el secuestro de carbono del suelo y la mejora de los rendimientos de los cultivos, se requiere el uso adecuado de fertilizantes para definir la agricultura de conservación (CA) para aumentar la productividad de los cultivos y generar suficientes residuos de cultivos para garantizar la cobertura del suelo en condiciones de pequeños agricultores en el África subsahariana. Además, se utilizaron varios recursos orgánicos para aumentar la disponibilidad de recursos en las granjas de pequeños agricultores después de que la agricultura de conservación (CA) rejuveneciera el suelo (Hildén et al., 2012).



Figura 2.1: Agricultura de conservación.

Fuente: (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022)

Desafortunadamente, se hicieron muchos intentos para aumentar la disponibilidad de recursos orgánicos en las fincas de pequeños agricultores antes de que se introdujera ampliamente la agricultura de conservación (CA). La agricultura, la horticultura y la silvicultura son disciplinas estrechamente relacionadas, pero cada una tiene sus propias prácticas únicas. La agricultura es la ciencia del cultivo de plantas,

animales y otros organismos para obtener alimentos, fibras y otros productos. La horticultura es la ciencia del cultivo de frutas, verduras y plantas ornamentales, mientras que la silvicultura es la ciencia del cultivo de bosques y la gestión de los bosques madereros. La agrosilvicultura, por otro lado, es una práctica que combina elementos de la agricultura y la silvicultura (disciplina que se encarga de administrar y cultivar los bosques y los árboles). Implica integrar los árboles con otras actividades agrícolas como el pastoreo, la producción de cultivos y la conservación del suelo (Hildén et al., 2012).



Figura 2.2: Sector de horticultura en invernaderos.
Fuente: (Jawad, 2022)

La agricultura es un campo extenso que abarca una amplia gama de actividades y negocios. Sus aspectos físicos se dividen en dos ramas principales, la producción de cultivos y la cría de animales. En el aspecto operativo, los agricultores deben considerar el campo de aplicación, el tipo de operación y los desafíos asociados. Históricamente, las discusiones internas sobre sustentabilidad se han centrado en los aspectos económicos de la granja y el suministro de alimentos y fibra. Sin embargo, la integración de las preocupaciones ambientales en la política agrícola es un proceso largo y complejo. Por ejemplo, las funciones críticas de las tierras agrícolas, como la purificación del agua, el secuestro de carbono, la biodiversidad del hábitat y el ciclo de nutrientes, deben considerarse para la intensificación sostenible. Además, los suelos agrícolas brindan una variedad de servicios ecosistémicos y se espera que la demanda de sus funciones productivas primarias aumente a medida que crece la población mundial. En términos de tecnología, la agricultura está relacionada con las operaciones agrícolas. Para garantizar la sostenibilidad, se deben considerar todos los aspectos de la agricultura, incluidos los aspectos técnicos, operativos y el papel de la sociedad civil.

La tecnología y las operaciones agrícolas involucran una variedad de recursos físicos y humanos que afectan el medio ambiente y la comunidad. Por lo tanto, la gestión de operaciones juega un papel importante en cerrar la brecha de investigación entre la tecnología y las operaciones agrícolas sostenibles. Además, las nuevas tecnologías Agtech (es el uso de las nuevas tecnologías los cuales contribuyen en el sector de la agricultura) tienen el potencial de convertir a cada agricultor en un agro empresario y campeón del desarrollo sostenible (Spanaki et al., 2022).



Figura 2.3: Tecnología Agtech en la agricultura.

Fuente: (Agricultural Technology (AgTech) Is Growing in Ireland, 2022)

2.1.1 Beneficios de la agricultura

La agricultura es una parte importante para garantizar la seguridad alimentaria en los países en desarrollo, ya que proporciona a las personas una fuente confiable de alimentos sin depender de otras fuentes de alimentos. La agricultura juega un papel estratégico en la mejora de la disponibilidad de alimentos, contribuyendo así a la seguridad alimentaria. Si bien en general se acepta que la demanda mundial de alimentos está aumentando, no está claro si la agricultura mundial puede satisfacer esta demanda. Para abordar este problema, los investigadores y los formuladores de políticas deben centrarse en inversiones que puedan impulsar ganancias de productividad en la agricultura africana sin una degradación ambiental severa. En América Latina, la agricultura urbana (AU) ofrece una alternativa interesante para garantizar un suministro de alimentos adecuado, seguro y nutritivo para las poblaciones urbanas, ya que proporciona ingresos directos a las familias afectadas. Además, los hogares agrícolas tienen acceso a alimentos relativamente baratos y a una mayor variedad de alimentos especialmente nutritivos, como las verduras. Además,

los refugios o lugares que preservan la memoria social de la seguridad alimentaria pueden ayudar a mejorar la seguridad alimentaria y reducir la pérdida de biodiversidad en los paisajes de producción de alimentos (Pawlak & Kołodziejczak, 2020).



Figura 2.4: Agricultura de tipo urbana.
Fuente: (Domac, 2019)

La adopción de la agricultura fue un momento crucial para la humanidad, poniendo en marcha las fuerzas que nos transformaron de unos pocos viviendo dentro de los límites de los ecosistemas locales a fuerzas que ahora están cambiando el carácter biofísico de todo el planeta. La agricultura se ha identificado como una importante transición evolutiva hacia la hiper socializada humana, y esta transición se desarrolló de forma independiente en múltiples lugares del mundo. Los orígenes de la agricultura humana y de insectos son ejemplos de evolución paralela impulsada por fuerzas de selección multinivel similares. (Kravchenko et al., 2020).



Figura 2.5: Técnicas de labranza del suelo en la agricultura.
Fuente: (Soil Tillage an overview, 2022)

Durante la última década, la tecnología moderna ha revolucionado la agricultura y la forma en que los agricultores interactúan con la tierra. A diferencia de los modelos agrícolas tradicionales de agricultura intensiva de altos insumos mediante el uso de agroquímicos y agua de riego, muchos proyectos de desarrollo internacional han promovido la agricultura de conservación en los países en desarrollo. Este nuevo modelo, conocido como Prácticas Agrícolas Sostenibles (SAP), ha sido un tema importante en la agenda de políticas de desarrollo de la región desde 2013. Para promover la agricultura de conservación es necesario generar conocimiento técnico fuera de las comunidades rurales donde se aplica. Los resultados del estudio mostraron que varios factores, control de la temperatura y humedad, las plagas y enfermedades, la eficacia del gobierno en la prestación de servicios de extensión ofrece un mejor desarrollo de las plantaciones (Dyer et al, 2020).

2.2 Hortalizas

Las hortalizas son una variedad de plantas cultivadas por su valor nutricional y culinario. Incluyen una amplia variedad de verduras como zanahorias, remolachas, pepinos, tomates, espinacas, ajo, cebollas y más. Estas plantas son una parte esencial de una dieta sana y equilibrada porque aportan muchos nutrientes esenciales como vitaminas, minerales y fibra. Además, su bajo contenido en grasas y calorías las hace ideales para quienes buscan mantener un peso saludable. Además de su valor nutricional, las verduras también son importantes para la agricultura y el medio ambiente. Muchas verduras se cultivan de forma sostenible y orgánica, lo que ayuda a conservar el suelo y el agua y reduce la exposición a pesticidas y otros productos químicos nocivos (Ziv & Fallik, 2021).

Son una importante fuente de ingresos para muchos agricultores, ya que se venden en los mercados locales e internacionales. La producción de hortalizas también es importante para la seguridad alimentaria de la comunidad, ya que proporciona a los consumidores alimentos frescos y asequibles. Para producir hortalizas de manera eficiente, los agricultores utilizan técnicas modernas de cultivo como el riego por goteo y la fertilización controlada para optimizar la producción y mejorar la calidad del producto. También se utilizan prácticas sostenibles como la rotación de cultivos y el manejo integrado de plagas para minimizar el impacto ambiental y garantizar una producción sostenible a largo plazo (Slavin, 2012).



Figura 2.6: Clasificación de las hortalizas.
Fuente: («Verduras u Hortalizas», 2021)

2.3 Tecnología de transmisión de datos inalámbricos (WIFI)

Wi-Fi es una tecnología inalámbrica que facilita la comunicación entre dispositivos como computadoras, teléfonos móviles y tabletas. Se basa en el estándar 802.11 (especifica los protocolos de comunicación para dispositivos inalámbricos) y permite que los dispositivos se conecten entre sí y a Internet sin usar cables ni alambres. Las redes Wi-Fi pueden ser públicas o privadas, esta última protegida por contraseña. Las redes Wi-Fi se usan ampliamente en hogares, lugares de trabajo y lugares públicos como cafeterías y bibliotecas, además que hoy en día se la está asociando con la agricultura. Esto hace que se convierta en una parte integral de nuestra vida diaria, por lo que es muy conveniente para nosotros acceder a Internet desde casi cualquier lugar (Vo-Huu et al., 2016).

Las especificaciones técnicas de Wi-Fi incluyen el uso de tecnología de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) para transmitir datos, multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) para transmitir datos y una banda de frecuencia de 2,4 GHz exenta de licencia. Estas especificaciones técnicas se combinan para proporcionar una transmisión de datos confiable y eficiente a través de la red Wi-Fi (Cheng et al., 2016).

La red Wi-Fi se está convirtiendo en el medio de elección para el acceso inalámbrico a Internet, por lo que es importante entender cómo funciona. Wi-Fi es un conjunto de estándares que permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí de forma inalámbrica. Los dispositivos Wi-Fi se pueden identificar de forma única mediante un conjunto de técnicas desarrolladas para diferenciar las tarjetas Wi-Fi. Este

tipo de huellas dactilares de Radiofrecuencia (RF) es factible utilizando plataformas de radio básicas definidas por software. A medida que la tecnología Wi-Fi continúa evolucionando, es importante comprender cómo funciona y cómo se puede usar para identificar y rastrear a los usuarios (Cheng et al., 2016).

2.4 Internet de las Cosas

El Internet de las Cosas (IoT), es una expresión popular que describe la forma actual de interacción de las personas con su entorno. Es un mundo donde casi todos los objetos pueden conectarse y comunicarse a través de Internet. El Oxford Dictionary señala el almacenamiento de datos, sensores y actuadores como los componentes más importantes de un sistema basado en el internet de las cosas (IoT). Este sistema permite conexiones inteligentes entre dispositivos electrónicos en objetos cotidianos a través de Internet. Los componentes básicos del Internet de las cosas son motores y sensores que se conectan a motores de datos y análisis. Esta teoría fue propuesta por primera vez por Kevin Ashton, director del Laboratorio de Reconocimiento Automatizado del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Ashton luego fundó una empresa llamada Zensi, que se especializa en tecnología de detección y monitoreo (Stočes et al., 2016).

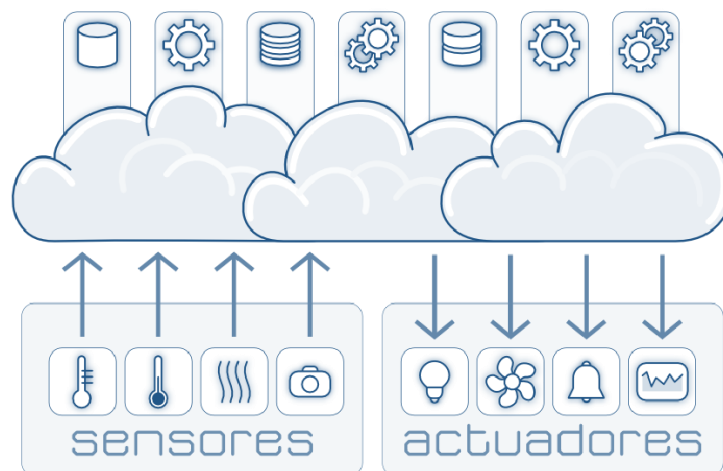


Figura 2.7: Internet de las cosas en la electrónica.

Fuente: (NeCLO, 2021)

Los datos recopilados por Internet de las cosas se transmiten a través de protocolos de comunicación, incluido TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet). Este protocolo conecta a miles de millones de personas de todo el mundo y también consta de sensores y actuadores. Además, Internet es una red de

sensores y actuadores. Personas de todo el mundo tienen acceso a Internet a través de computadoras o teléfonos móviles. Al 31 de diciembre de 2011, más de 100 países han entregado información, opiniones y noticias vía web a más de 100 personas. Más de 267 270 millones de personas se conectan a través de estos dispositivos, lo que representa aproximadamente el 2265,23 % de la población mundial. Las personas usan esta información en línea para mantenerse al día con los eventos actuales, monitorear su entorno e incluso interactuar con los dispositivos electrónicos que los rodean (Stočes et al., 2016).

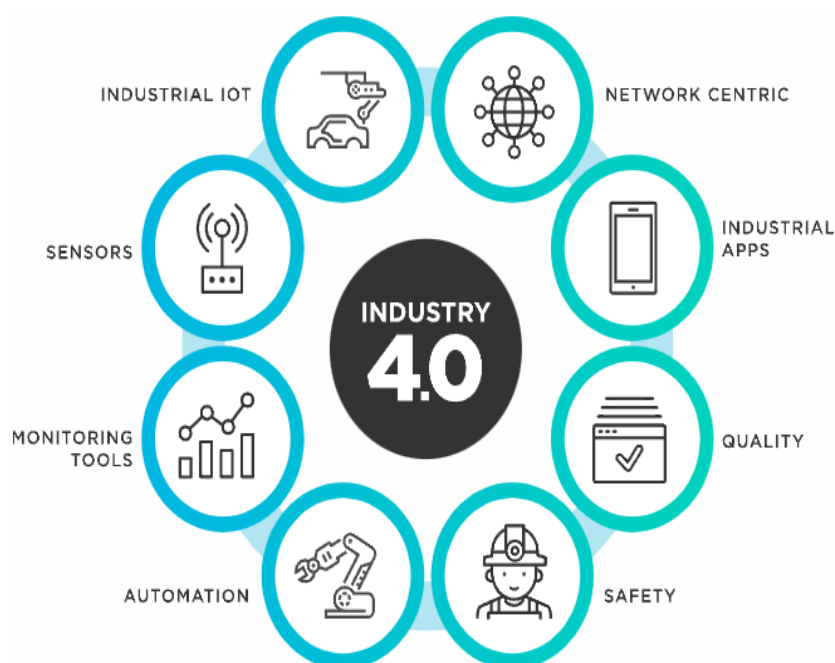


Figura 2.8: Internet industrial de las cosas en la actualidad.
Fuente: (Industrial Internet of Things, 2022)

Los diversos objetos cotidianos de las personas, como automóviles, hogares y electrodomésticos, están conectados a Internet mediante software, sensores y redes, dándonos a pensar que se lo puede utilizar en diferentes áreas como el desarrollo de una agricultura inteligente. Muchos dispositivos comunes en Internet de las cosas no se usan para uso personal; se utilizan en entornos de producción. Estos incluyen comederos automáticos para mascotas, rastreadores de actividad física y monitoreo de humedad y temperatura. Actualmente, el internet de las cosas (IIoT) se está aplicando a más sistemas industriales. Esto incluye la telemedicina, la agricultura y la automatización (Stočes et al., 2016).

Hay muchos nombres para el Internet de las Cosas. Algunos de ellos son "disyuntor digital", "tercera plataforma" y "enlace requerido". Otras palabras que la gente usa para componentes específicos son "Internet de todo" y "web". Las personas inventan términos únicos para describir lugares o entornos específicos.

Por ejemplo, los dispositivos que se centran en la agricultura utilizan datos meteorológicos para la toma de decisiones que impactan directo con la producción. A medida que el internet de las cosas (IoT) continúa conectando más objetos, se generarán nuevas capacidades fuera de lo que Internet actual puede hacer. Esto incluye funciones físicas y virtuales que actualmente no son posibles a través de Internet actual (Al Hayajneh et al., 2020).

Para 2025, será evidente que Internet de las cosas albergará 75,44 mil millones de dispositivos conectados a él. Este movimiento tecnológico a gran escala se facilita mediante el uso de datos en línea y objetos físicos. A través de este intercambio, puedes cambiar la forma en que interactúas con el mundo que te rodea. Las redes del internet de las cosas (IoT) conectan datos e información en tiempo real. Una vez conectados, pueden recopilar, analizar, almacenar e incluso predecir eventos futuros, ya sea como pronosticar las condiciones meteorológicas con variables simples como temperatura y humedad. Esto se debe a que implementar el internet de las cosas (IoT) requiere que las personas piensen de manera diferente sobre la tecnología. Se compone de siete capas que son distintas entre sí, incluidas las capas físicas, de datos, de aplicación, de red, de transporte y de sesión. La arquitectura del internet de las cosas (IoT) tradicional se compone de tres capas: la capa de percepción, que recopila información de otras máquinas y dispositivos; la capa de procesamiento; y la capa de almacenamiento.

La tercera capa es la de aplicación, que contiene programas que se comunican con la capa de transporte. Las capas de programa 2 y 3 se ejecutan en paralelo entre sí y permiten que los datos fluyan entre diferentes computadoras y dispositivos en un sistema del internet de las cosas (IoT). Esto se debe a que la red de telefonía móvil (OFC) y las redes de telefonía fija operan en una capa separada. Al crear seguridad y confiabilidad en las redes del internet de las cosas (IoT), se necesita una estructura común. Sin embargo, no existe una arquitectura general para estas redes. En cambio, las aplicaciones se ejecutan en la capa intermedia de cada red del internet de las cosas (IoT): la capa de aplicación (Hwang, 2015).

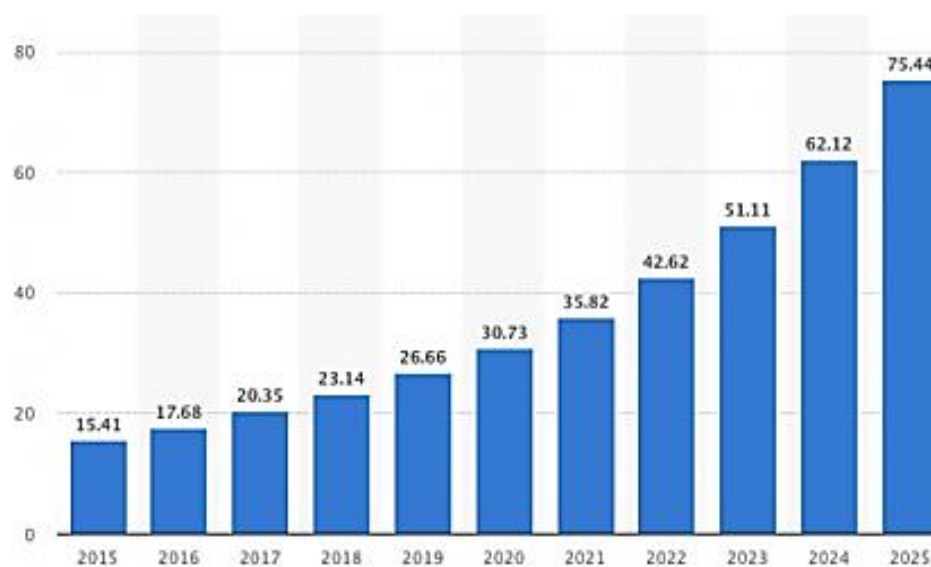


Figura 2.9: Dispositivos conectados al internet de las cosas.
Fuente: (*Internet of Things*, 2019)

2.4.1 Beneficios del internet de las cosas

El internet de las cosas (IoT), es un paradigma tecnológico revolucionario que tiene el potencial de cambiar la forma en que se llevan a cabo los procesos y las operaciones en una variedad de industrias. Los dispositivos del internet de las cosas (IoT) se comunican entre sí a través de una red global y son capaces de proporcionar información en tiempo real sobre el mundo físico. Esto significa que es mucho más fácil automatizar procesos y optimizar las operaciones gracias a la mayor potencia informática de los dispositivos del internet de las cosas (IoT). Existen riesgos de privacidad y confianza asociados con los sistemas centralizados, así como un mayor consumo de recursos cuando aumentan los datos y las transmisiones (Lee et al., 2022).

La tecnología Blockchain (permite verificar las transacciones en una red de negocios) se puede utilizar para abordar estos problemas proporcionando almacenamiento seguro para datos confidenciales y haciéndolos accesibles entre dispositivos del internet de las cosas (IoT). También garantiza escalabilidad, seguridad y privacidad al usar la tecnología. Además, los sistemas definidos por software se pueden utilizar para simplificar la gestión del internet de las cosas (IoT) al proporcionar una solución vital a los desafíos de la arquitectura tradicional. Esto se puede utilizar para resolver procesos y operaciones de manera segura utilizando el internet de las cosas “IoT” (Lee et al., 2022).

El Internet de las Cosas (IoT), ha cambiado nuestras vidas por completo otorgándonos beneficios que nunca podríamos imaginar. Las máquinas y los objetos cotidianos están conectados al internet de las cosas (IoT) y pueden comunicarse de forma autónoma a través de Internet. Esto ha dado lugar a muchas formas nuevas y sorprendentes de interactuar con las máquinas, como una mayor comodidad, eficiencia y mayor seguridad. Las industrias de transporte, agrícolas y de atención médica han incorporado la tecnología del internet de las cosas (IoT) en sus operaciones. Esto ha llevado a muchos efectos positivos, como un mejor desarrollo social y económico. Sin embargo, esta tecnología aún no se ha realizado por completo debido a los peligros que representa tanto para los usuarios como para sus sistemas (Tawalbeh et al., 2020).



Figura 2.10: Características de la Blockchain.

Fuente: («BLOCKCHAIN», 2020)

Muchos de estos problemas de seguridad se derivan del hecho de que los dispositivos del internet de las cosas (IoT) no siempre son seguros. Esto a pesar de que su utilidad es innegable. Las propuestas para la selección de proveedores de servicios del internet de las cosas adecuados (IoTSP), a menudo implican una tarea difícil. Recientemente, los investigadores han sugerido el uso de conjuntos difusos de orto

pares (q-rung) para elegir un IoTSP apropiado en función de criterios como la seguridad y la privacidad, la disponibilidad y el costo. Además, la investigación actual todavía lucha por explorar múltiples perspectivas sobre por qué algunos países adoptan la tecnología del internet de las cosas (IoT) mientras que otros no. Esta falta de exploración requiere más investigación en los países de constante desarrollo e innovación (Tawalbeh et al., 2020).



Figura 2.11: Aplicaciones del internet de las cosas en la industria 4.0.
Fuente: (Evaluando Software, 2018)

El Internet Industrial de las Cosas mejora drásticamente la eficiencia y el costo de fabricación. A medida que esta rama de la tecnología en rápido crecimiento se difunda, pronto se convertirá en una parte crucial de la industria moderna. Esto se debe a que aumenta la eficiencia y reduce los gastos en muchas industrias. Mejorar el rendimiento de una organización, requiere comprender cómo la integración de la tecnología del internet de las cosas (IoT) afecta la productividad de los empleados (J. C.-W. Lin & Yeh, 2021).

Esto se debe a que las empresas utilizan sensores, comunicaciones e integración de datos para recopilar información en tiempo real sobre sus productos y el medio ambiente. El uso del internet de las cosas (IoT) en agricultura se basa en comunicaciones de dispositivo a dispositivo, lo que permite una interacción continua y autónoma entre varios dispositivos sin la intervención humana. Esto exige características como eficiencia, escalabilidad, bajo costo y poca utilización en los

componentes de hardware, por lo que prolongan su vida útil en gran cantidad en comparación a otros del mercado (J. C.-W. Lin & Yeh, 2021).

Figura 2.12: Internet de las cosas en el campo de la agricultura.
Fuente: (*Robots en agricultura*, 2023)

Este nuevo sistema de tecnología también ha creado nuevos riesgos de seguridad. Muchos dispositivos del internet de las cosas (IoT) son vulnerables a los ataques debido a la interconectividad y la falta de protocolos de seguridad implementados por el sistema. Estos sistemas pueden causar daños significativos. Incluyen el robo de identidad, las filtraciones de datos y otras actividades delictivas. Además, la falta de actualizaciones frecuentes en estos dispositivos aumenta su riesgo de seguridad. Esto se debe a que los programas maliciosos tienen más acceso a datos confidenciales cuando la actualización de estos dispositivos no es una opción. Y debido a que estos sistemas son tan diferentes de las computadoras tradicionales, encontrar formas de resolver los problemas de seguridad plantea desafíos adicionales para los desarrolladores de estos sistemas (Sagheer et al., 2021).

privacidad de los datos con el cifrado. Aunque estos riesgos son reales, se necesita un esfuerzo concertado de muchas partes para solucionar el problema que se presenta (Sagheer et al., 2021).

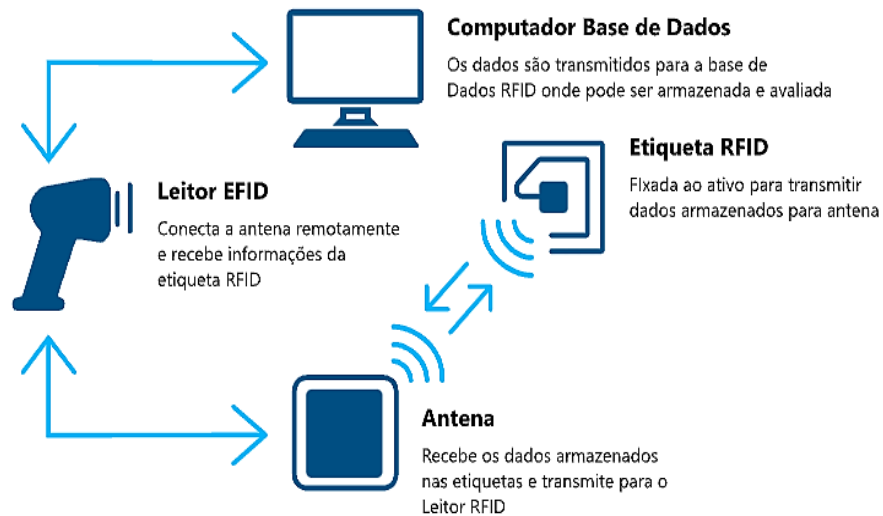


Figura 2.13: Funcionamiento del RFID.
Fuente: (Borges, 2022)

Aunque se han propuesto muchas medidas de seguridad de datos para el internet de las cosas, una de las más populares es el uso de etiquetas de Identificación por Radio Frecuencia (RFID) que se utiliza para rastrear a los usuarios e identificarlos sin su consentimiento. Los investigadores sugieren usar criptografía basada en identidad para mitigar el problema de la seguridad en los dispositivos del internet de las cosas. Esto se hace mediante el transporte de telemetría de MQTT (Protocolo de comunicación eficiente y seguro para la transmisión de mensajes en tiempo real en dispositivos del internet de las cosas), entre nodos (H.-Y. Lin & Hung, 2021).

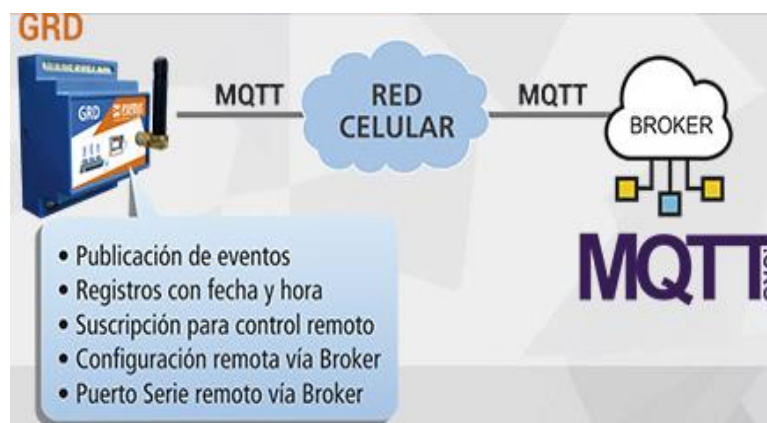


Figura 2.14: Telemetría MQTT.
Fuente: (Exemys, 2022)

Se agrega un componente de preservación de la privacidad: Cifrado basado en atributos (ABE). Este componente cifra los datos sin imponer la aplicación de políticas mediante el cifrado. Agregar una nueva medida de seguridad a los dispositivos IOT implica el uso de una característica física específica que no es replicable (PUF). Este nuevo protocolo, proporciona al usuario mayores niveles de privacidad (H.-Y. Lin & Hung, 2021).

2.5 Arduino IDE

El IDE de Arduino es una parte importante de la plataforma de software Arduino. Es un programa utilizado para escribir código para la placa de desarrollo Arduino. Este entorno de desarrollo se llama Arduino IDE es un programa poderoso pero simple que permite a los usuarios compilar y cargar código en su placa de desarrollo Arduino. El programa es fácil de usar y se puede utilizar para crear una amplia gama de proyectos. Utilizando Arduino IDE, los usuarios pueden escribir código para su placa de desarrollo Arduino y compilar y cargar fácilmente el código. Arduino IDE es una gran herramienta que ayuda a los usuarios a crear proyectos con sus placas Arduino (S.-M. Kim et al., 2020).

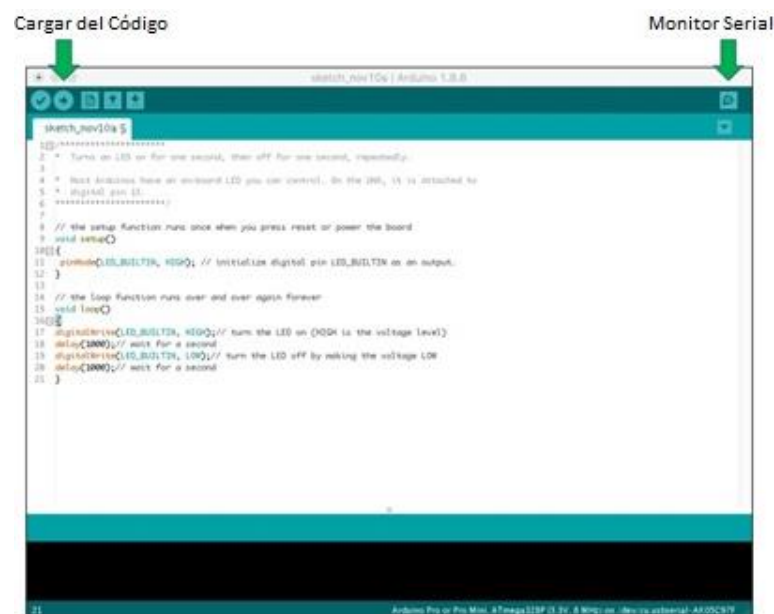


Figura 2.15: Interfaz de Arduino IDE.
Fuente: (Arduino IDE, 2020)

Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) de código abierto que admite varios lenguajes de programación, incluidos C, C++. Arduino IDE es para desarrollar aplicaciones para microcontroladores basados en Arduino y otros sistemas integrados.

También es una excelente opción para crear prototipos y depurar proyectos con una placa Arduino. El IDE brinda a los usuarios un conjunto completo de características y beneficios, incluido un potente editor de texto, una biblioteca de ejemplos de código y una gran selección de herramientas de depuración. Además, el IDE de Arduino es altamente personalizable, lo que permite a los usuarios personalizar el entorno de desarrollo según sus necesidades. Arduino IDE también es compatible con una amplia gama de bibliotecas y complementos de terceros, lo que permite a los usuarios incorporar fácilmente el código existente en sus proyectos. Finalmente, Arduino IDE es muy fácil de usar e intuitivo, lo que permite a los usuarios comenzar a programar placas Arduino de forma rápida y sencilla. Con todo, Arduino IDE es una excelente opción para aquellos interesados en desarrollar aplicaciones para microcontroladores basados en Arduino y otros sistemas integrados (Sanchez-Galvis et al., 2020).



Figura 2.16: Partes de la Interfaz de Arduino IDE.
Fuente: (JavaTpoint, 2021)

Las placas Arduino se utilizan para adquirir información de varios sensores, transferir datos mediante tecnologías de comunicación y dispositivos de control a través de actuadores. Las placas Arduino más utilizadas son Arduino UNO, Nano y Mega. Estas placas suelen integrar varios sensores de medida de gas, temperatura, humedad, inclinación, presión, distancia, infrarrojos, polvo, aceleración, etc. Además,

GSM, Wi-Fi y Bluetooth se usan para enviar datos del transmisor al receptor. La baja rentabilidad de Arduino es un factor importante en su popularidad. Por lo tanto, Arduino es un microcontrolador fácil de usar que se puede aplicar en diversos entornos y herramientas (Zubizarreta et al., 2020).

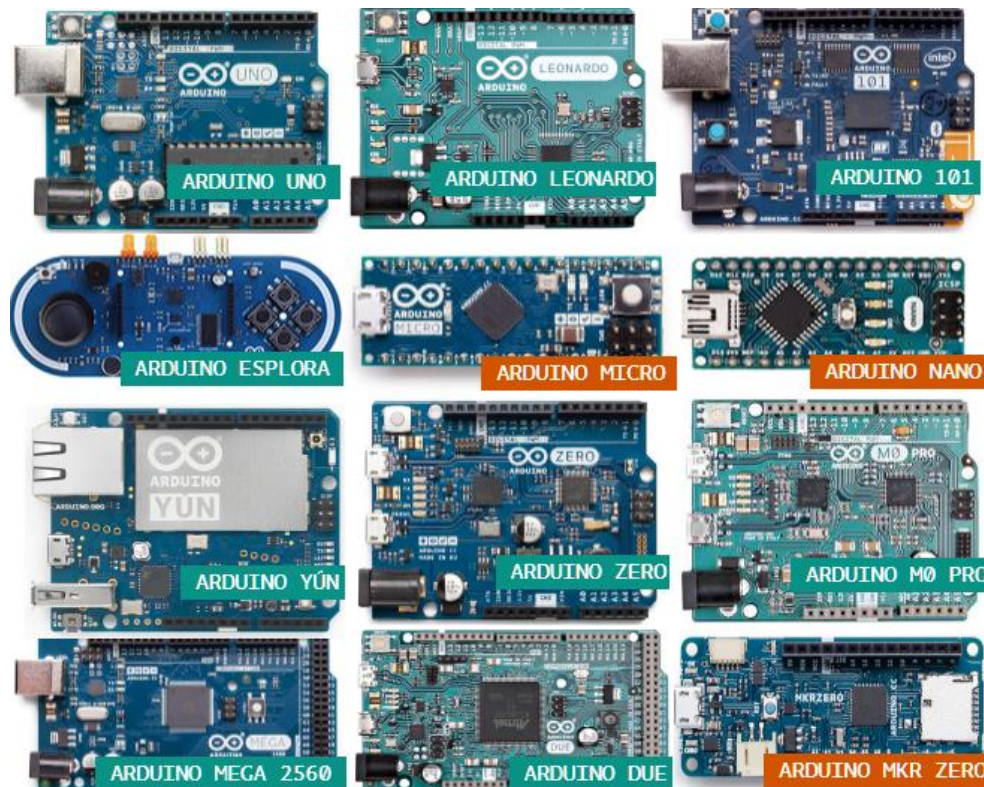


Figura 2.17: Tipos de Arduino.
Fuente: (Ecarletti, 2019)

2.5.1 Arduino IDE con el internet de las cosas

En los últimos años, el internet de las cosas (IoT) se ha vuelto cada vez más popular, lo que permite a las personas acceder y controlar los dispositivos de su entorno con el mínimo esfuerzo y tiempo. Con su creciente popularidad, la necesidad de una programación simple y eficiente de tales dispositivos se ha convertido en una prioridad. El IDE de Arduino es una poderosa herramienta para crear dispositivos y aplicaciones conectados que interactúan con Internet, especialmente para el internet de las cosas (IoT). Un ejemplo de ello es el sistema Wi-Fi IAQ que es un sistema modular de control de la calidad del aire interior escalable y de bajo coste. Utiliza Arduino UNO de código abierto como unidad de procesamiento y microcontrolador wifi ESP8266 para Wi-Fi 2.4 GHZ como unidad de comunicación. El sistema es fácil de instalar y proporciona recopilación de datos en tiempo real. Además, cuenta con compatibilidad con teléfonos inteligentes para un acceso más fácil a los datos en

tiempo real. Además, los usuarios pueden consultar los últimos datos recopilados por el sistema y acceder gráficamente al historial de parámetros de calidad del aire. Esto lo convierte en una solución rentable para el control de la calidad del aire interior. Además, los datos recopilados por el sistema se almacenan en la plataforma ThingSpeak (plataforma web para el Internet de las cosas que permite a los usuarios recopilar, analizar y visualizar datos de sensores) para un mayor análisis y una mejor comprensión de los datos. Esto hace que el IDE de Arduino sea una excelente herramienta para construir sistemas del internet de las cosas (IoT) que se pueden usar en una variedad de aplicaciones. En general, el IDE de Arduino proporciona una excelente plataforma para crear dispositivos y aplicaciones conectados que son fáciles de usar y se pueden usar para crear potentes soluciones del internet de las cosas (IoT) (Hasibuan et al., 2021).



Figura 2.18: Plataforma de ThingSpeak de Matlab para IoT.
Fuente: (ThingSpeak, 2022)

El internet de las cosas (IoT) ha revolucionado el sector agrícola, ofreciendo una gran cantidad de soluciones a los problemas que han afectado a la industria durante décadas. Mediante el uso de Arduino IDE con tecnología del internet de las cosas (IoT), los estudiantes pueden acceder y analizar fácilmente los datos, eliminando una serie de problemas que monopolizan el proceso de análisis de datos. Arduino Uno combina Wi-Fi, Ethernet, puertos USB, espacio para tarjeta microSD y conectado con el sensor de humedad DHT11/DHT22 puede medir la humedad en el suelo. Además, la introducción del internet de las cosas (IoT) ha permitido al sector agrícola superar la mayoría de los problemas asociados con la agricultura moderna y brindar soluciones a la mayoría de los problemas utilizando los conceptos del internet de las cosas (IoT),

aprendizaje automático. Se realizó un estudio bibliométrico para investigar el estado actual del internet de las cosas (IoT) y agricultura en la literatura académica e identificar los recursos agrícolas más afectados por la introducción del internet de las cosas (IoT). Finalmente, el uso de baterías para alimentar dispositivos es un problema cuando los dispositivos están ubicados donde no hay fuente de alimentación (Phasinam et al., 2022).

2.6 Microcontroladores

Los microcontroladores son pequeños ordenadores de bajo consumo que se utilizan en dispositivos compatibles con Arduino. Están programados para realizar tareas específicas y, a menudo, se utilizan en sistemas integrados y robótica. Los dispositivos compatibles con Arduino, como Arduino Uno y Arduino Mega, utilizan un microcontrolador como componente principal. Estos microcontroladores permiten que los dispositivos interactúen con el mundo físico, lo que permite a los usuarios controlar y monitorear varios componentes, como motores, luces y sensores. Los microcontroladores también se utilizan en una variedad de aplicaciones, incluida la automatización del hogar, la automatización industrial, en la agricultura y la robótica. Por lo general, se programan en un lenguaje de alto nivel como C y se pueden usar para construir sistemas complejos y potentes (Kocaoğlu & Kuşçu, 2015).

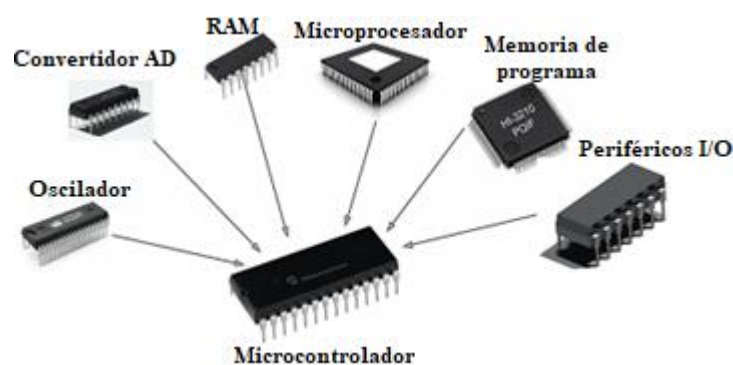


Figura 2.19: Elementos que conforman un microcontrolador.
Fuente: (Mafukidze, 2021)

Los microcontroladores son una parte esencial de la tecnología moderna y se utilizan para controlar y automatizar varias funciones. Los microcontroladores PIC son el tipo de microcontrolador más utilizado para programar la microarquitectura e implementar funciones. Este tipo de microcontrolador está equipado con una red de CPU o unidades de microcontrolador que trabajan juntas para realizar tareas. Los

microcontroladores PIC “familia de microcontroladores desarrollados y comercializados por Microchip Technology” pueden adquirir, procesar y generar señales digitales utilizando recursos en el chip o conectándose a circuitos periféricos. Están programados en lenguaje ensamblador y el kit de herramientas proporciona una cadena de herramientas accesible para la programación de microcontroladores. Además, los microcontroladores se pueden integrar directamente en dispositivos interactivos, lo que permite a las personas utilizar materiales y artesanías hechos a mano para llevar la producción tecnológica al siguiente nivel (Mellis et al., 2013).

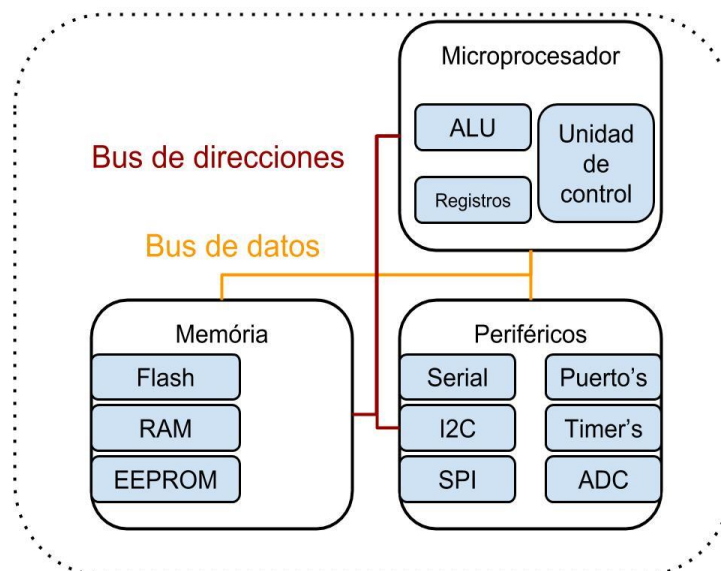


Figura 2.20: Etapas de funcionamiento de un microcontrolador.
Fuente: (HeTPro, 2017)

Los microcontroladores son computadoras especializadas que se pueden usar en una variedad de aplicaciones. Son un tipo de microprocesador, pero son más versátiles y se pueden utilizar para controlar una amplia gama de equipos. Para comprender cómo funciona un microcontrolador, es importante comprender los conceptos principales de su estructura. Estos incluyen procesadores, memoria, interfaces de comunicación y puertos de entrada/salida (E/S). El procesador es la parte principal del microcontrolador y se encarga de ejecutar las instrucciones. La memoria se utiliza para almacenar datos e instrucciones ejecutadas por el procesador. Una interfaz de comunicación permite que el microcontrolador se comunique con otros dispositivos. Finalmente, los puertos de entrada/salida (E/S) permiten que el microcontrolador interactúe con el entorno externo. La combinación de estos componentes permite que los microcontroladores se utilicen para una variedad de

tareas, como controlar motores, monitorear sensores o enviar datos por medio de la red (Güven et al., 2017).

2.6.1 Tipos de microcontroladores

Los microcontroladores son uno de los tipos de circuitos integrados más populares debido a su bajo costo, tamaño pequeño y versatilidad. Se han utilizado en una variedad de aplicaciones desde la década de 1970. La familia Arduino de microcontroladores de código abierto es uno de los microcontroladores más populares para principiantes. Arduino Uno es la placa de desarrollo más popular de la familia Arduino, que incluye Uno, Nano, Micro, Mega, Mini, Leonardo y más. Se utilizan en aplicaciones que requieren poca potencia de procesamiento y/o bajo costo. Los microcontroladores de código abierto como Arduino proporcionan una plataforma para que los usuarios construyan sus propios. Las placas Arduino cuestan tan solo \$ 20 y son capaces de interactuar y controlar una amplia variedad de sensores y actuadores. Además, Arduino permite a los artistas y diseñadores diseñar sus propios prototipos sin ningún conocimiento de electrónica (Nguyen et al., 2018).

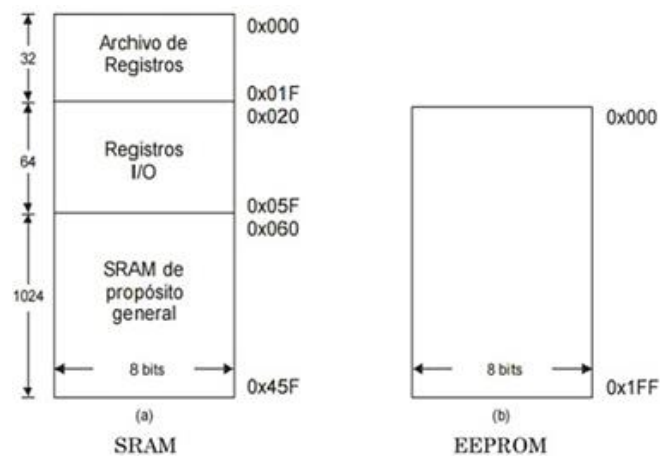


Figura 2.21: Microcontroladores AVR.

Fuente: («Electrónica UTM», 2015)

Los microcontroladores de 8 bits se utilizan ampliamente en aplicaciones que requieren una comunicación segura, como el cifrado y la autenticación de datos, y protección contra ataques físicos, como el análisis de canal lateral. Un microcontrolador de 8 bits tiene un archivo de registro que contiene 32 registros de 8 bits. El par de registros R0 y R1 está específicamente diseñado para contener siempre el resultado de 16 bits de una multiplicación de 8x8 bits. Otros pares de registros, como X, Y y Z, también tienen los alias R26, R27, R28 y R29, respectivamente. Estos

microcontroladores cuentan con una CPU MSP430X, 64 KB de memoria no volátil (FRAM), 2 KB de SRAM y un multiplicador de hardware mapeado en memoria de 32 bits. Un microcontrolador de 8 bits puede realizar una multiplicación de 16 bits en 3 ciclos y una multiplicación de 3 ciclos en 3 ciclos. El resultado de la multiplicación de 16x16 bits está disponible en 3 ciclos para microcontroladores de 8 bits. Además, la MCU de 8 bits AVR admite operandos de 8 bits para rotar instrucciones de un bit a la izquierda (ROL) y un bit a la derecha (ROR).

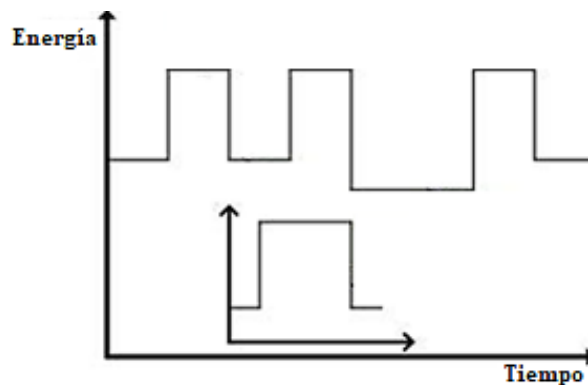


Figura 2.22: Ejemplo de consumo de energía de MCU de 32bits.
Fuente: (CCRMA, 2022)

El desplazamiento de la operación de rotación es un múltiplo de 8 bits, la operación de rotación se puede optimizar indexando directamente los registros. Los microcontroladores ARM "Arquitectura de Referencia RISC" Cortex-M se están convirtiendo rápidamente en el dispositivo elegido para aplicaciones que anteriormente usaban microcontroladores de 8 o 16 bits menos potentes y están optimizados para altas velocidades mientras se ejecutan en tiempo constante. La implementación eficiente de la plataforma ATmega328P de ECDH-Curve25519 y EdDSA-Ed25519-SHA512 brinda protección contra ataques de tiempo, SPA y plantilla SPA. Por lo tanto, los microcontroladores de 8 bits son una opción atractiva para aplicaciones que requieren una comunicación segura y protección contra ataques físicos (Y. Kim et al., 2020).

Los microcontroladores se han convertido en una parte integral de la vida moderna, con aplicaciones que van desde dispositivos médicos hasta productos electrónicos de consumo. Los chips STM32F0-Value son algunos de los microcontroladores más populares con 16-256 KB de ROM y 4-32 KB de RAM. El microcontrolador STM32F051R8T6 que usamos para la evaluación comparativa y las

pruebas tiene 64 KB de ROM y 8 KB de RAM. El microcontrolador es capaz de ejecutar aplicaciones de 16/32 bits y su uso en criptografía ha sido objeto de mucha investigación. Por ejemplo, Wenger y Werner compararon la multiplicación escalar de ECC en varios microcontroladores de 16 bits, mientras que Guajardo, Blümel, Krieger y Paar demostraron en 2001 la primera implementación de ECC en un microcontrolador MSP430 (Nascimento et al., 2015).

2.7 Microcontrolador Wifi ESP8266

La compañía Arduino comenzó a trabajar en un nuevo microcontrolador recientemente. Esta contienda se logró luego de que se creara una nueva MCU "Placa Wifi MCU de nodo del microcontrolador wifi ESP8266" en el año 2014. Se utiliza principalmente como un microcontrolador de Arduino. Por lo tanto, el módulo se basa en el compilador IDE C++ de Arduino. Las modificaciones nuevas se agregaron al módulo wifi ESP8266 para disminuir el tamaño de los componentes y los muros que son necesarios para realizar una tarea específica. El nuevo microcontrolador de la empresa está diseñado para ser compatible con el Arduino Uno (Abdulahad, 2018).

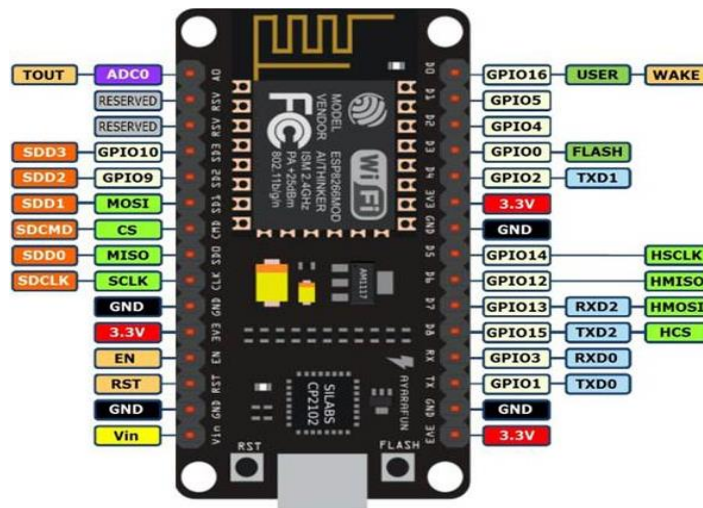


Figura 2.23: Ficha de datos del ESP8266 NodeMCU.
Fuente: (Components101, 2023)

El término 'Core' fue empleado para describir el conjunto de programas que se necesitan para compilar los encabezados de Arduino C++ usando el lenguaje MCU (microcontrolador con RAM, ROM, reloj y la unidad de control de E/S). Se le considera un nuevo módulo de Arduino debido a su diseño innovador y a que está basado en el núcleo del microcontrolador Wi – Fi ESP8266, este es un componente

muy popular en la página de GitHub (página web dedicada al desarrollo de los microcontroladores). El microcontrolador MCU es responsable de la mayor parte de la plataforma de software de aprendizaje acerca de la combinación de firmware del microcontrolador wifi ESP8266 y NodeMCU (Plataforma del internet de las cosas con código fuente abierto). El componente que se observa en la figura 2.1 corresponde a sus distintas variantes. Esto significa que es una estación base AP “dispositivo en una red sin cables que funciona como una puerta de enlace para que los dispositivos cliente se conecten a la red”, un punto de acceso Wi-Fi o ambos al mismo tiempo (Abdulhad, 2018).

2.8 Sensores

Un sensor es cualquier dispositivo que detecta y/o responde a un fenómeno físico. Estos sensores se utilizan en una variedad de aplicaciones que incluyen monitoreo industrial y médico, protección ambiental y seguridad automotriz. Tienen características físicas tales como requisitos de tamaño, peso y potencia que los hacen ideales para una variedad de aplicaciones. Una revisión de la historia de la investigación de sensores revela que las limitaciones actuales se derivan de los métodos de detección comunes utilizados para desarrollar sensores. Estos métodos incluyen técnicas de deposición de película fina y película gruesa para formar la capa de detección. Sin embargo, la deposición de la capa de detección se complica por la fragilidad mecánica del sustrato micro fabricado. Estos sustratos son del tipo de membrana cerrada o del tipo de membrana suspendida. (Romine et al., 2019).



Figura 2.24: Tipos de sensores.

Fuente: (Wearables, 2022)

Los sensores se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde el control de procesos industriales hasta el monitoreo ambiental. Hay muchos tipos de

sensores que usan diferentes fenómenos físicos para medir y detectar varios mensurando. Por ejemplo, los sensores electroquímicos y los sensores piezoeléctricos se basan en la expansión y contracción de los materiales, mientras que otros sensores aprovechan los campos magnéticos o las propiedades de los semiconductores, como la concentración y la movilidad de los portadores. Las redes de sensores se utilizan cada vez más en aplicaciones de medición, detección y monitoreo; sin embargo, la mayoría de las aplicaciones existentes se basan en sistemas centralizados para recopilar datos de sensores y carecen de escalabilidad (Sharma et al., 2018).

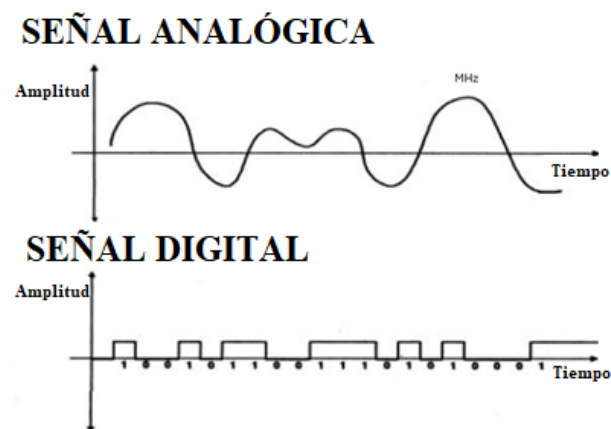


Figura 2.25: Señales de los sensores analógicos y digitales.
Fuente: (*Sensor Basics*, 2022)

Los sensores son tecnologías importantes que nos permiten observar, medir y registrar datos en varios campos. Los sensores químicos son un subconjunto importante de sensores que pueden medir y registrar cambios ambientales. Se pueden dividir en varias categorías diferentes. Los sensores se dividen en dos grupos tales como: los sensores que entregan señales analógicas y de tipo digital, como se visualiza en la figura 2.33 a continuación (Compton et al., 2019).

2.8.1 Sensor DHT-11

El sensor DHT-11 es un sensor comúnmente utilizado en electrónica y robótica. Un sensor digital de temperatura y humedad de bajo costo que puede medir la temperatura de 0 a 50 °C y la humedad de 20 a 95 % de HR. El tamaño pequeño, el bajo costo y la precisión del sensor lo hacen ideal para una amplia gama de aplicaciones, como estaciones meteorológicas, sistemas industriales y domótica. Los sensores también son fáciles de usar y se pueden conectar fácilmente a un microcontrolador. Por lo tanto, el sensor DHT-11 es ideal para proyectos que requieren mediciones precisas de temperatura y humedad. Por el contrario, los sensores de

frecuencia cardíaca y presión arterial no son adecuados para medir la temperatura y la humedad (Saputro & Yantidewi, 2021).

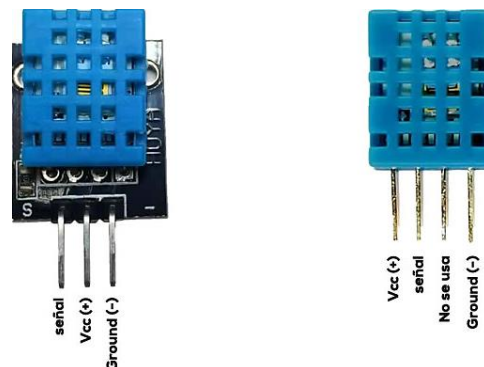


Figura 2.26: Variantes del sensor DHT-11.
Fuente: (Cano electrónica, 2021)

El sensor DHT-11 es una herramienta versátil para monitorear la temperatura y la humedad en redes distribuidas. Consta de dos partes principales: un elemento sensor de humedad y un termistor que mide la temperatura. El sensor emite una señal digital que es leída por el microcontrolador Arduino UNO. Un Arduino UNO controla un relé que activa un interruptor de ventilador en caso de fuga de gas, incendio forestal o altas temperaturas. Además, Arduino UNO puede activar alarmas y enviar información a un servidor cuando los sensores detectan situaciones que requieren una acción inmediata. El sensor DHT-11 es una solución rentable para monitorear las condiciones ambientales y activar alarmas si es necesario (Kunal et al., 2019).

2.9 Ubidots

Ubidots es una plataforma de Internet de las cosas (IOT) que conecta dispositivos, software y personas. Es un servicio en la nube que se ejecuta en Internet para recopilar datos y convertirlos en información útil. Estos datos se pueden utilizar para un análisis detallado, y los usuarios pueden realizar un seguimiento y analizar todos los aspectos de su negocio desde un único panel. Para conectarse a Internet, Ubidots sigue unos sencillos pasos. Una vez conectados, los datos se envían desde el controlador y se almacenan en la nube, desde donde se pueden analizar para obtener información significativa. (Geetha & Gouthami, 2017).

Tiene varias características que lo convierten en una excelente opción para los usuarios que desean monitorear sus dispositivos del internet de las cosas (IoT). Por ejemplo, tiene una interfaz fácil de usar para facilitar la gestión y el control de los

dispositivos. Además, Ubidots ofrece múltiples integraciones con otras plataformas del internet de las cosas (IoT), como microcontrolador Arduino y microcontrolador Wifi ESP8266, lo que permite a los usuarios conectarse y controlar fácilmente varios dispositivos. Además, Ubidots proporciona una poderosa herramienta de análisis que permite a los usuarios analizar fácilmente sus datos y tomar decisiones informadas. Finalmente, Ubidots es un software gratuito, por lo que los usuarios no tienen que preocuparse por pagarlo. Todas estas características hacen de Ubidots una excelente opción para quienes desean monitorear y controlar sus dispositivos del internet de las cosas (IoT) (Abdelrahim et al., 2022).

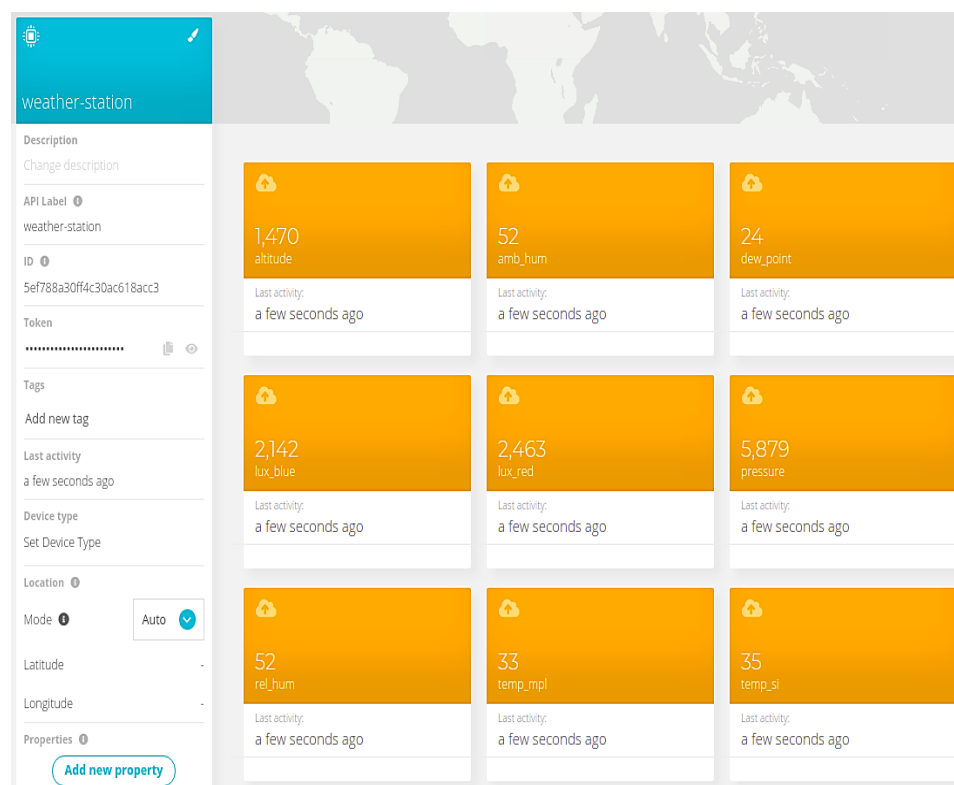


Figura 2.27: Creación de variables en Ubidots.

Fuente: (Vonage API Developer, 2022)

Permite la recopilación, visualización y análisis de flujos de datos en tiempo real, lo que la convierte en una herramienta ideal para una variedad de aplicaciones, especialmente en el cuidado de la salud. Ubidots proporciona una plataforma unificada para administrar fácilmente dispositivos, aplicaciones y datos desde un panel. Con Ubidots, los usuarios pueden enviar datos desde cualquier dispositivo a la nube y ver datos en vivo en tiempo real, así como enviar notificaciones y alertas. Esta es una gran ventaja, ya que permite un acceso rápido y fácil a los datos que se pueden utilizar para tomar decisiones informadas. Además, Ubidots es una plataforma segura que garantiza

que los datos se almacenen de forma segura y estén protegidos contra el acceso no autorizado. Por lo tanto, Ubidots puede desempeñar un papel muy importante en diversas aplicaciones, como la atención médica (Purnomo & Saefullah, 2017).

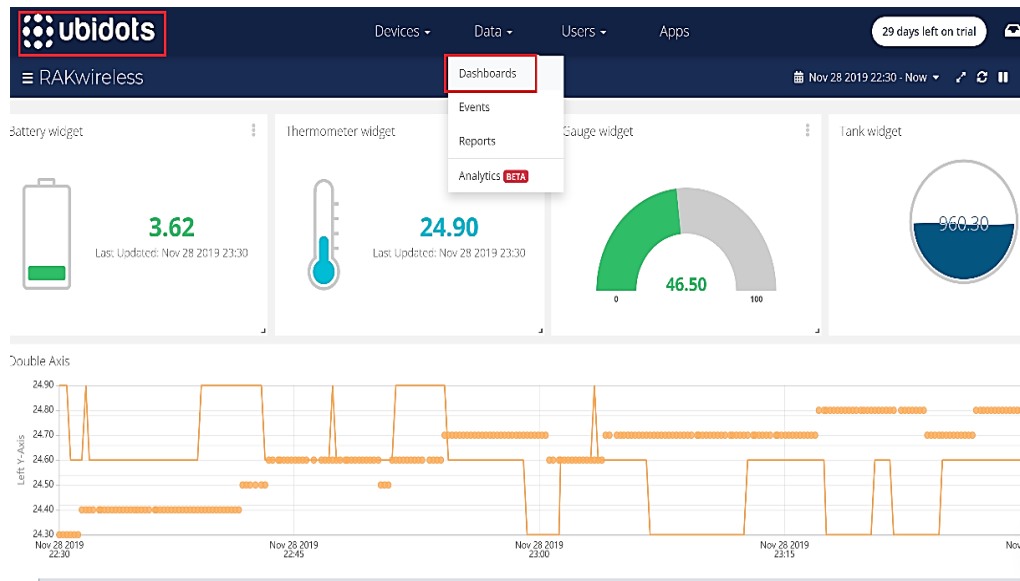


Figura 2.28: Dashboard de Ubidots.
Fuente: (Connect the Dots, 2020)

Capítulo 3: Aportes de la investigación

En este capítulo, se lleva a cabo el diseño y la programación del sistema de monitoreo de temperatura y humedad con el sensor DHT-11 y Relé, controlados con el módulo wifi ESP8266 para el cultivo de las hortalizas de forma remota. A raíz de la requisición de la mejora de la operación de monitoreo de ciertos aspectos del proceso agrícola con el objetivo de optimizar el crecimiento de los cultivos de las hortalizas y en otros sectores agrícolas.

3.1 Funcionamiento del sensor DHT-11 y Relé

3.1.1 Factores de funcionamiento o requisitos operativos del sensor DHT-11

El diagrama de flujo mostrado en la figura 3.1 ilustra el proceso de monitorización de la temperatura mediante el uso de un sensor programado en el IDE de Arduino. Antes de iniciar el monitoreo, se deben cargar las bibliotecas necesarias en el módulo wifi ESP8266 para el correcto funcionamiento del sensor DHT-11. Una vez que el sensor haya registrado la temperatura y la humedad, se envía la información al pin asignado (Pin D3) en el módulo wifi ESP8266. Luego, las variables de temperatura y humedad se transmiten a la plataforma de Ubidots para su monitoreo continuo.

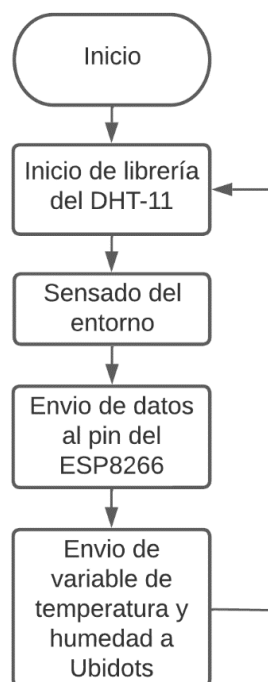


Figura 3.1: Diagrama de flujo del sensor DHT-11.
Elaborado por: Autor

3.1.2 Factores de funcionamiento o requisitos operativos del sensor Relé

En la siguiente figura 3.2 se muestra el diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del Relé. Una vez que se inicia, procede con la ejecución del Relé. El módulo wifi ESP8266 establece la respectiva comunicación con la plataforma de Ubidots. En la plataforma de Ubidots se tiene dos estados (Alto o Bajo) que se cambia con respecto a la necesidad del momento. El estado que se quiera es receptado por el módulo wifi ESP8266 quien cambia el estado (Encendido o Apagado) al Relé (Pin D4) al mismo que el Ubidots mando, de esta forma permitiendo controlar la regadora, Una vez terminado el proceso el bucle vuelve a ejecutarse.

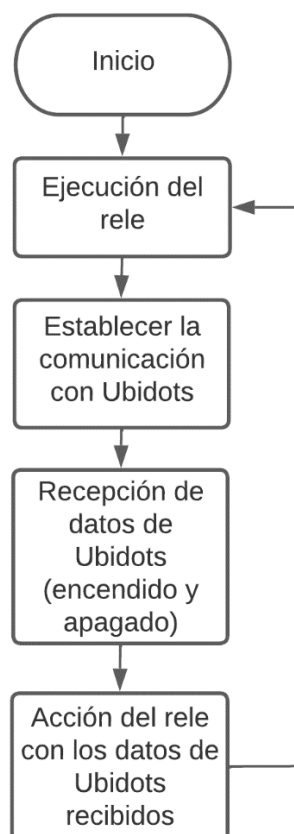


Figura 3.2: Diagrama de flujo del Relé.
Elaborado por: Autor

En los gráficos 3.2 y 3.3 se observa que los diagramas de flujo presentan diferencias en ciertos aspectos. En el primero, los datos de temperatura y humedad provenientes del sensor DHT-11 son enviados desde el microcontrolador ESP8266 a la plataforma de Ubidots a través del Pin D3. Por otro lado, en el segundo diagrama de flujo, la información es enviada desde la plataforma de Ubidots hacia el microcontrolador, y esta se imprime en el Pin D4, el cual controla el estado del Relé.

3.1.3 Conexiones entre el Sensor DHT-11, Relé y el Microcontrolador ESP8266.

En este sistema, se emplea un microcontrolador Wifi ESP8266, que se encuentra conectado a un Sensor de Temperatura y un Relé. La función del Microcontrolador es la de recopilar las variables y enviarlas o recibirlas a través de la plataforma de Ubidots. La figura 3.3 ilustra el diagrama de las conexiones de los componentes electrónicos con el microcontrolador ESP8266, los cuales se describen a continuación.

- Conexión microcontrolador Wifi ESP8266 – Sensor DHT-11: Para el óptimo desempeño del sensor, se requiere el Pin Digital D3, el Pin de Alimentación de 3V que brinda energía al sensor, y el Pin GND correspondiente.
- Conexión microcontrolador Wifi ESP8266 – Relé: Para establecer esta conexión, son necesarios tres pines: el Pin Digital D4, el Pin de 5V encargado de brindar energía al Relé, y el Pin GND apropiado.

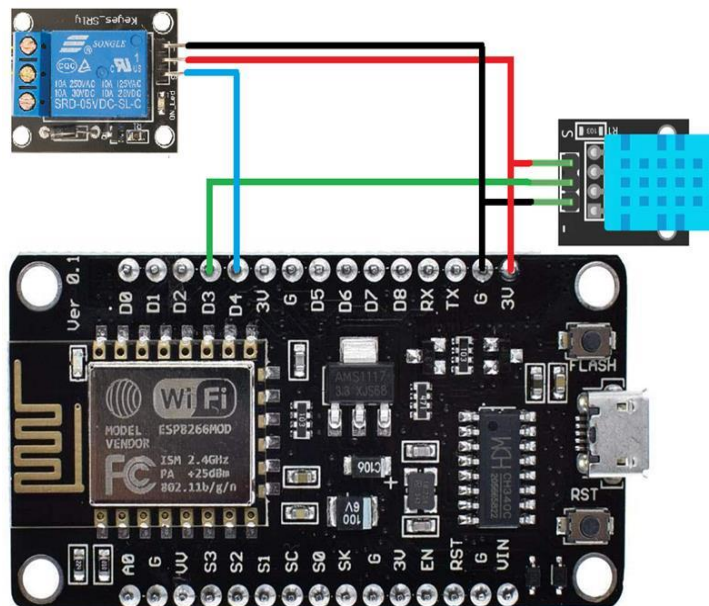


Figura 3.3: Diagrama de conexiones del microcontrolador Wifi ESP8266.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.3, se representan los nodos del Sensor DHT-11 y el Relé, que se encargan de medir la temperatura y la humedad, así como de regular el riego. La plataforma del internet de las cosas de Ubidots permite monitorear y controlar este proceso desde un dispositivo smartphone.

3.2 Programación del microcontrolador Wifi ESP8266 para monitoreo de temperatura, humedad y riego

3.2.1 Software de Arduino

La plataforma de programación de Arduino posee un lenguaje propio que está basado en la muy conocida processing. El software nos permite la comunicación entre la computadora y la placa de Arduino, facilitándonos la escritura y la carga del código. Esta funciona en diversos sistemas operativos como Windows, Mac OS X y Linux; por lo que, al tener soporte en los sistemas operativos predominantes actuales, está en constante desarrollo. El C es el lenguaje en el que se basa el Arduino, es compatible con todas las características y partes del estándar de este lenguaje y algunas del C++.

3.3 Instalación de entorno de desarrollo de Arduino (IDE)

En la figura 3.4 se observa la página oficial de Arduino para descargar el software de Arduino IDE 1.8.19, en este caso se selecciona la versión de Windows 10.

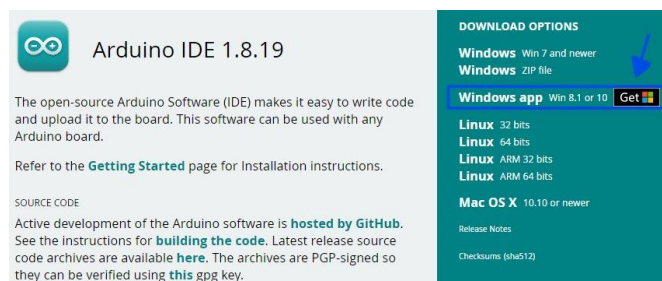


Figura 3.4: Página de Arduino oficial.
Elaborado por: Autor

Se muestra en la siguiente figura 3.5 las condiciones y términos de instalación que requiere el Software de Arduino IDE.

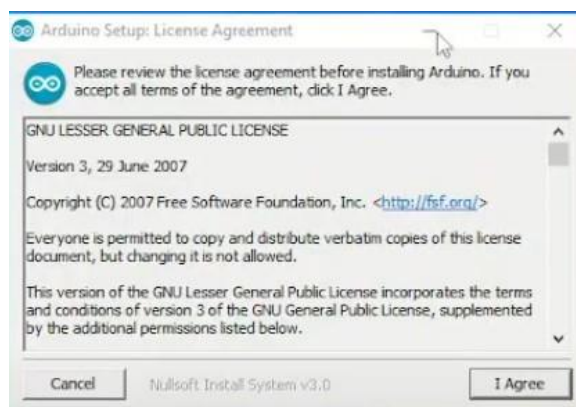


Figura 3.5: Aceptación de licencia de Arduino IDE.
Elaborado por: Autor

Se puede apreciar en la figura 3.6 todas las preferencias y componentes de instalación que se necesita para que le permita al software funcionar correctamente. Se procede a dejar todas marcadas y se da en Next.

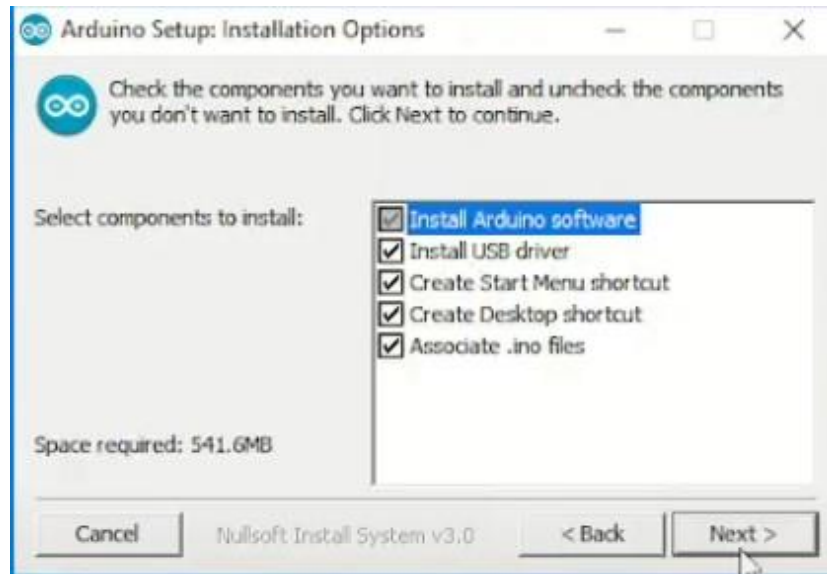


Figura 3.6: Complementos de Arduino IDE.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.7 se visualiza la selección de la ruta de instalación, que por lo general se tiene que dejar por defecto para que no exista ninguna clase de inconveniente ni errores.

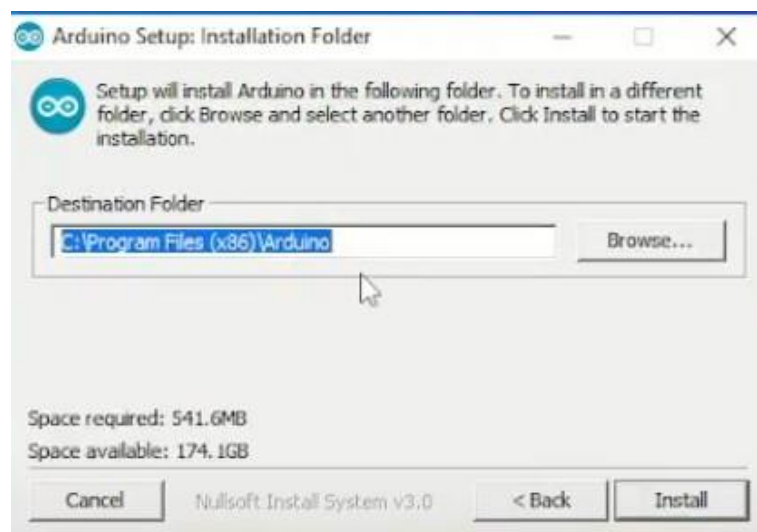


Figura 3.7: Ruta de instalación de Arduino IDE.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.8 se llega a apreciar la finalización de la instalación del Arduino IDE. Al tener en cuenta de que no existe ningún error, se procede a cerrar el programa de instalación seleccionado “Close”.

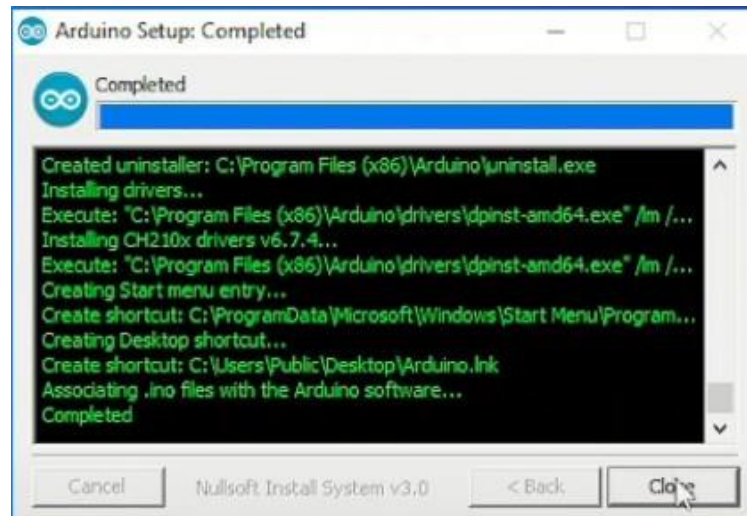


Figura 3.8: Proceso de instalación de Arduino IDE finalizado.
Elaborado por: Autor

3.3.1 Configuración de Arduino (IDE)

Se visualiza en la figura 3.9 como se configura el software de Arduino IDE para que se pueda descargar desde el gestor de tarjetas, los controladores necesarios para comunicarse con el microcontrolador Esp8266. Para ello, se accede a "Archivo" y se busca la opción "Preferencias" y se abre una ventana en la cual se coloca el enlace: " arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json" desde donde se descargan los controladores necesarios.

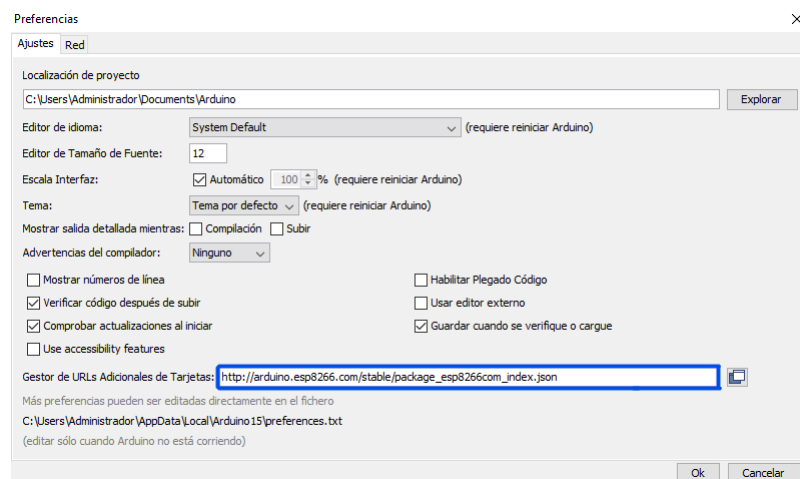


Figura 3.9: ventana de preferencias de Arduino IDE.
Elaborado por: Autor

Se puede apreciar en la figura 3.10 que, después de haber insertado el enlace correspondiente y haber dado en “Ok”, se ira a la pestaña de herramientas y se dirige en la opción de “Placa” para después seleccionar “Gestor de tarjetas” y en el buscador se coloca “Esp8266”. Una vez se encuentra el controlador de la tarjeta se procede con la descarga.

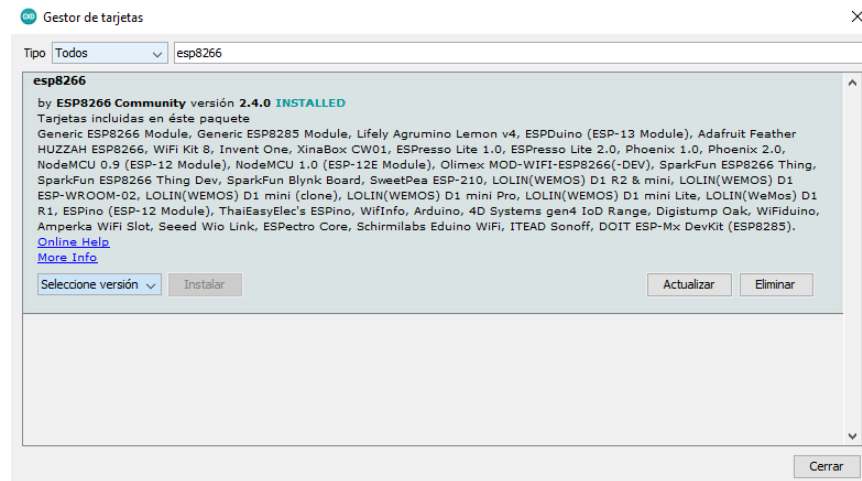


Figura 3.10: Instalación de una placa en el Arduino IDE.

Elaborado por: Autor

Se visualiza en la figura: 3.11 que, para instalar las librerías, se recomienda descargarlas desde el siguiente enlace: "www.mediafire.com/file/p0nfuutanh8gw62/Librer%25C3%25ADas_de_Arduino.rar/file". Hay tres librerías necesarias que permiten la comunicación entre el microcontrolador Wifi ESP8266 y la plataforma del internet de las de Ubidots.

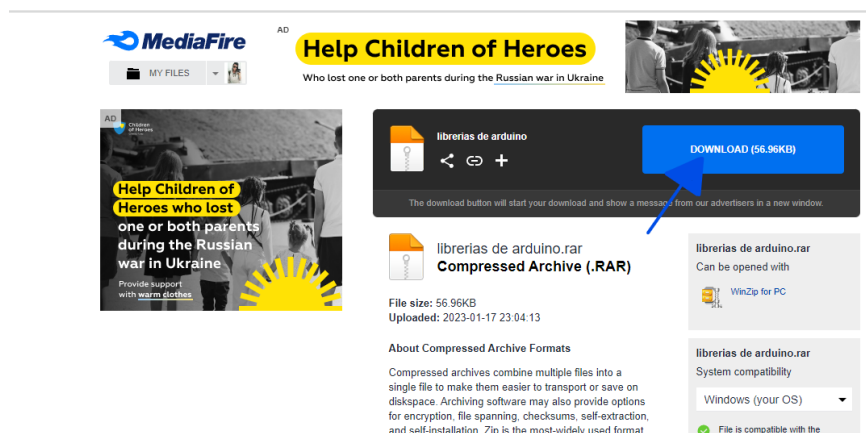


Figura 3.11: Descarga de bibliotecas para Arduino IDE.

Elaborado por: Autor

Es posible observar en la figura 3.12 que después de descargar el archivo "Librerías de Arduino", se descomprime y se accede al IDE de Arduino. Dentro del software, se encuentra la opción de "Programa" y luego la opción de "Incluir librería". Finalmente, se selecciona "Añadir biblioteca .ZIP".

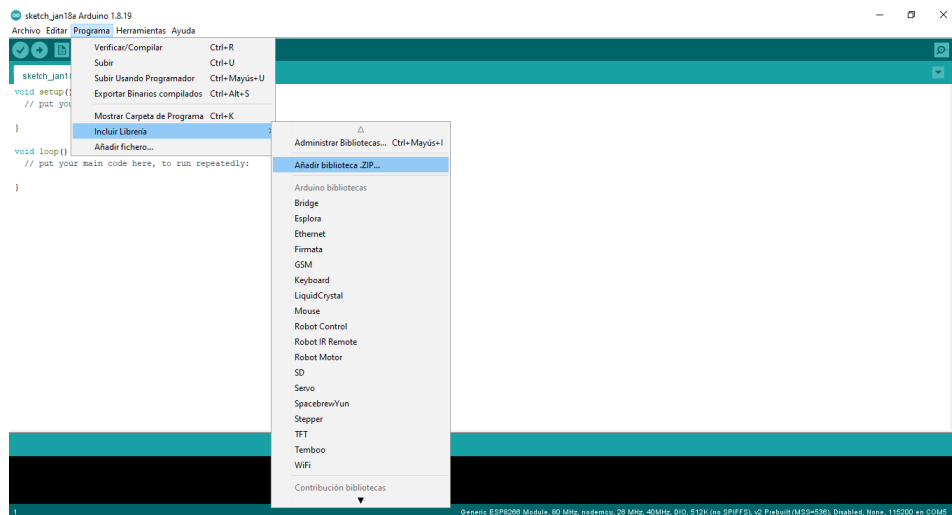


Figura 3.12: Instalación de biblioteca Zip en Arduino IDE.

Elaborado por: Autor

A continuación, en la figura 3.13 se muestra una ventana que se abre, en la cual se debe seleccionar la ubicación del archivo "Librerías de Arduino" que previamente se descomprimió. Luego, se deben seleccionar los tres archivos Zip de manera individual, ya que solo se permite instalar una librería a la vez.

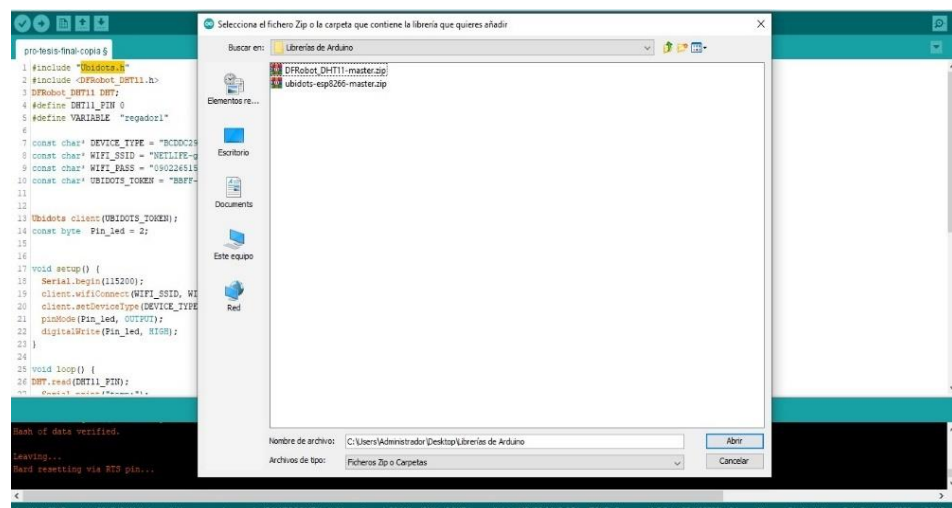


Figura 3.13: Bibliotecas a instalar de Arduino IDE.

Elaborado por: Autor

3.3.2 Programación del módulo Esp8266 mediante el software de Arduino (IDE)

Se aprecia en la figura 3.14 que está llamando a las bibliotecas “Ubidots.h” y “DFRobot_DHT11.h” para el correcto funcionamiento del código, además que se define el puerto “GPO0” para el módulo DHT11.

```
1 #include "Ubidots.h"
2 #include <DFRobot_DHT11.h>
3 DFRobot_DHT11 DHT;
4 #define DHT11_PIN 0
5 #define VARIABLE "regador1"
6
```

Figura 3.14: Código de inicial de llamado a bibliotecas.
Elaborado por: Autor

Se visualiza en la figura 3.15 las líneas del código que corresponde a las credenciales de la red wifi a conectar con el microcontrolador Esp8266.

```
const char* DEVICE_TYPE = "BCDDC29D4136";
const char* WIFI_SSID = "NETLIFE-gyelegualer1";
const char* WIFI_PASS = "0902265156";
const char* UBIDOTS_TOKEN = "BBFF-KgkvXpQJwxJLQQqJCDes8CK3XzODye";
```

Figura 3.15: Código de credenciales de red para el microcontrolador Wifi ESP8266.
Elaborado por: Autor

Se aprecia en la figura 3.16 que se asigna el pin GPO2 del módulo esp8266 como salida digital, además que se presenta UBIDOTS_TOKEN como cliente de Ubidots.

```
Ubidots client(UBIDOTS_TOKEN);
const byte Pin_led = 2;
```

Figura 3.16: Declaración de variable y token.
Elaborado por: Autor

Se puede apreciar en la figura 3.17 el código de la función “void setup” el cual permite inicializar al módulo Wifi Esp8266. Los comandos dentro de la función pasan a ejecutarse una vez que se inicializan y permanecen así durante el funcionamiento de todo el código.

```
17 void setup() {  
18   Serial.begin(115200);  
19   client.wifiConnect(WIFI_SSID, WIFI_PASS);  
20   client.setDeviceType (DEVICE_TYPE);  
21   pinMode (Pin_led, OUTPUT);  
22   digitalWrite (Pin_led, HIGH);  
23 }
```

Figura 3.17: Código de inicialización del microcontrolador Wifi ESP8266.
Elaborado por: Autor

En la siguiente figura 3.18 se presente la función “void loop” el cual actúa como bucle, es decir que está en constante ejecución al terminar cada ciclo de la función. Se puede apreciar que en los siguientes códigos relacionado con el DHT sirven para leer y almacenar las variantes de temperatura y humedad.

```
25 void loop() {  
26   DHT.read(DHT11_PIN);  
27   Serial.print("temp:");  
28   Serial.print(DHT.temperature);  
29   Serial.print("  humi:");  
30   Serial.println(DHT.humidity);  
31   double value1 = DHT.temperature;  
32   double value2 = DHT.humidity;  
33   client.add("temperatura", value1);  
34   client.add("humedad", value2);
```

Figura 3.18: Parte inicial del bucle “loop”.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.19 se visualiza los comandos que permiten obtener un valor digital (1 o 0) a través de la plataforma de Ubidots, dependiendo de ese valor se asigna un estado al pin GPI2 que puede ser “LOW” o “HIGH”. Este proceso se puede visualizar en la consola serial, permitiendo ver el correcto funcionamiento del proceso.

```

36     float Valor_Led = client.get(DEVICE_TYPE, VARIABLE);
37     if (Valor_Led != ERROR_VALUE) {
38         Serial.print(F(">>>>>>>>> VALOR OBTENIDO POR EL LED: "));
39         Serial.println(Valor_Led);
40         if (Valor_Led==1){digitalWrite(Pin_led, LOW);}
41         else{digitalWrite(Pin_led,HIGH );}
42     }else{
43         Serial.println(F("Error getting Valor_Led"));
44     }

```

Figura 3.19: Estructura del código para control del Relé.
Elaborado por: Autor

Se puede apreciar a continuación en la figura 3.20 que se envía una variable booleana “bufferSent” en false para verificar que los datos enviados son los correctos. Una vez que se verifica que los datos son los correctos, se espera 1 segundo para volver a ejecutar el ciclo “void loop”.

```

45     bool bufferSent = false;
46     bufferSent = client.send();
47     if (bufferSent) {
48         Serial.println("Values sent by the device");
49     }
50     delay(1000);
51 }

```

Figura 3.20: Parte final del bucle “loop”.
Elaborado por: Autor

3.4 Configuración de la plataforma de Ubidots

Se aprecia en la figura 3.21 el primer paso el cual será ingresar en la página oficial del internet de las cosas (IoT) de Ubidots para crear una cuenta. Se procederá a seleccionar la opción "SIGN UP", la cual redireccionará a otra página para continuar con el proceso de registro.

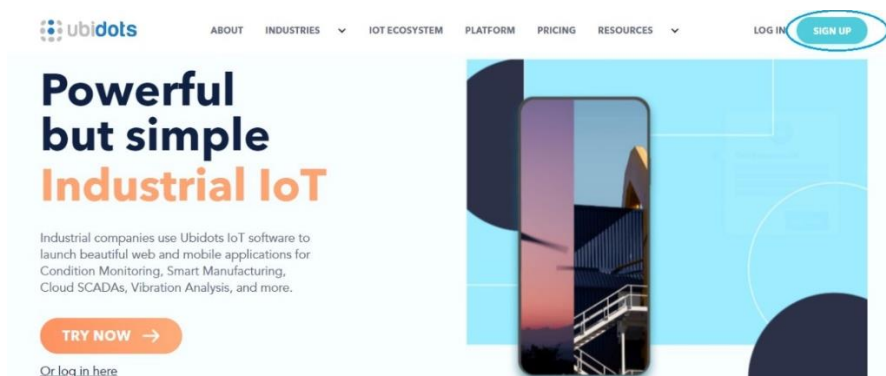


Figura 3.21: Página oficial de Ubidots IoT.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.22 se presenta los dos tipos de cuenta que ofrece la plataforma del internet de las cosas (IoT) de Ubidots. El de “STEM” el cual permite crear una cuenta gratis ya que está basado para uso personal o para la educación. En este caso se selecciona la de "STEM".

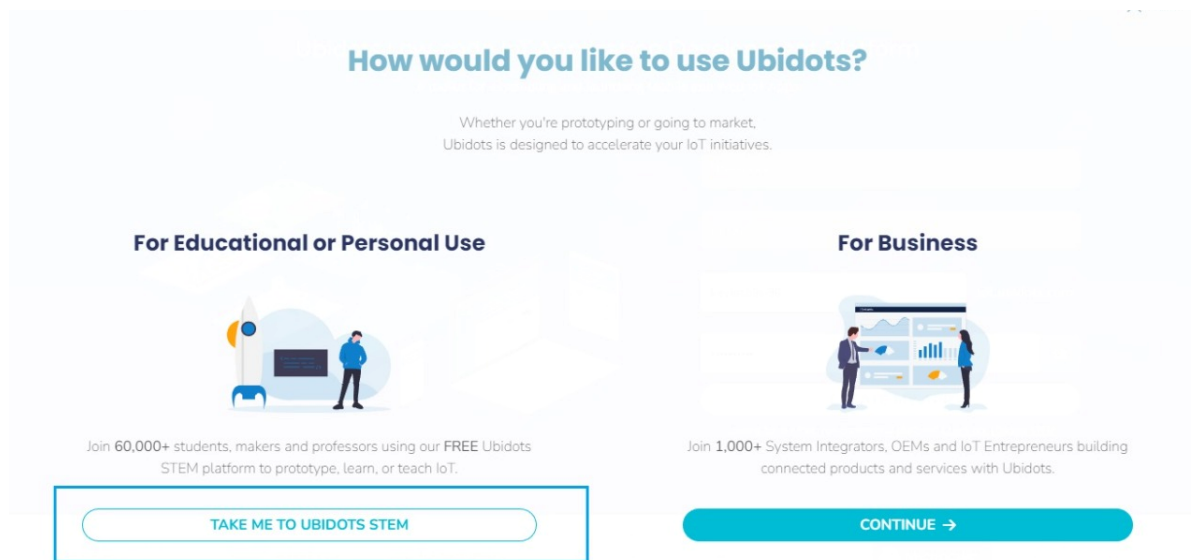


Figura 3.22: Tipo de cuentas de Ubidots IoT.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.23 se observa que es necesario completar los datos requeridos para las credenciales de la cuenta de Ubidots, teniendo en cuenta que el usuario no es uno existente y que la contraseña es una fácil de recordar. Es importante tener lo anterior en cuenta para proseguir a seleccionar la opción "SIGN UP FOR FREE".

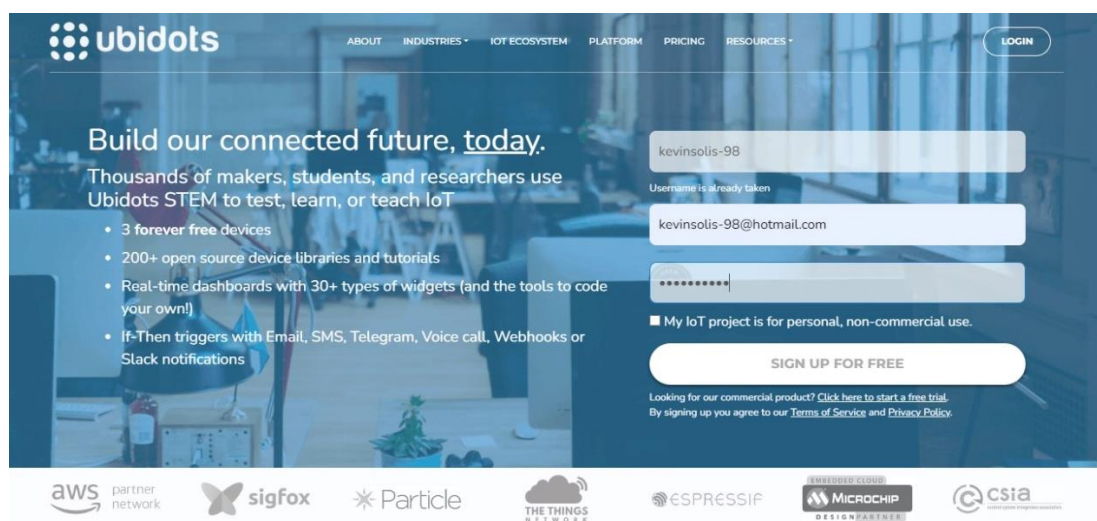


Figura 3.23: Credenciales para la cuenta de Ubidots IoT.
Elaborado por: Autor

Se visualiza en la figura 3.24 que al realizar todo lo anterior de forma correcta, se presenta esta página indicando que la cuenta de Ubidots ha sido creada de forma exitosa y está lista para entrar en funcionamiento.

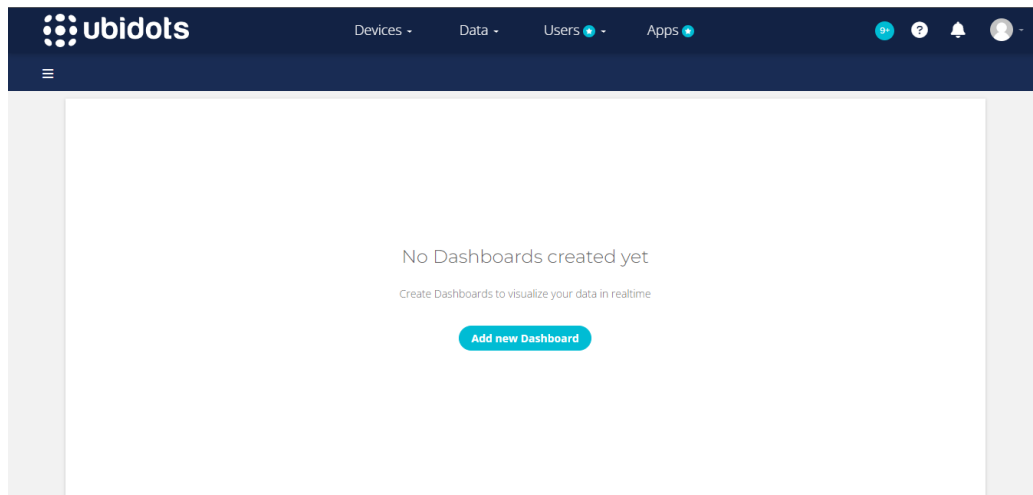


Figura 3.24: Cuenta creada en la plataforma de Ubidots IoT.
Elaborado por: Autor

3.5 Configuración de los Widgets e indicadores de la interfaz principal de La plataforma de Ubidots

En la figura 3.25 se aprecia la creación de un “Dashboard” el cual es el panel digital que permitirá controlar los widgets a utilizar. Puede tener cualquier nombre, este caso se llama “tesis”.

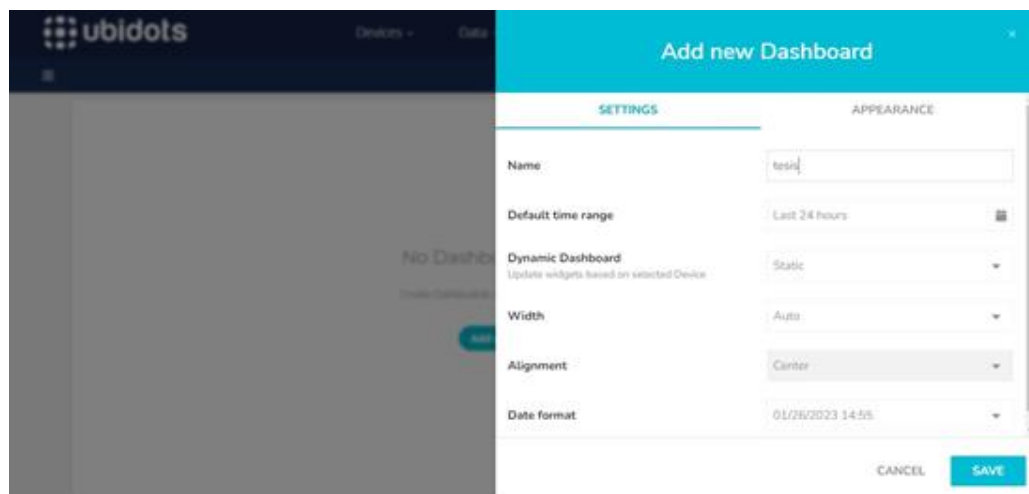


Figura 3.25: Creación de un Dashboard en la plataforma Ubidots del internet de las cosas.
Elaborado por: Autor

Se presenta en la figura 3.26 la pestaña de la página de “Devices” de la web de Ubidots, esta pestaña permite visualizar el nombre del microcontrolador Wifi ESP8266 la de forma automática el cual corresponde a “BCDDC29D4136”, que la plataforma lo asigna plataforma.

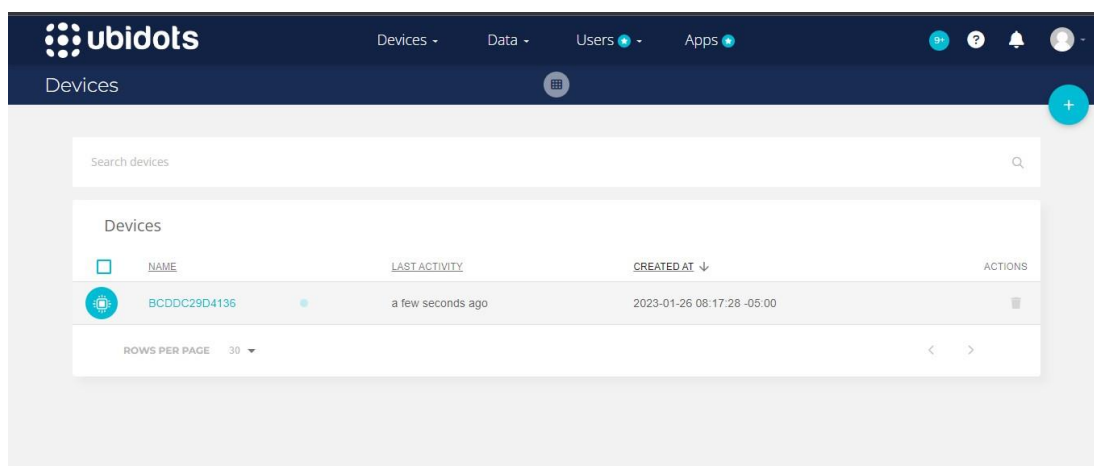


Figura 3.26: Pestaña de la página Devices de Ubidots del internet de las cosas.
Elaborado por: Autor

Esta figura 3.27 presenta las variables del microcontrolador Wifi ESP8266, las cuales se generan de manera automática a excepción de la variable “regador1”, la cual se crea forma manual.

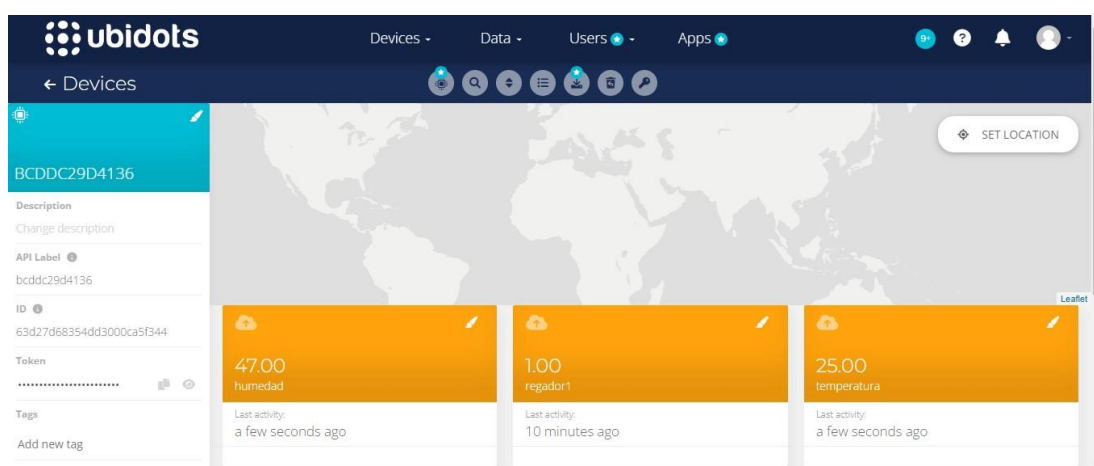


Figura 3.27: Variables de Devices generado con anterioridad.
Elaborado por: Autor

Se observa en la figura 3.28 los 3 widgets que permiten controlar y monitorear las variables que corresponden al equipo “BCDDC29D4136”, estos widgets se crean uno por uno.

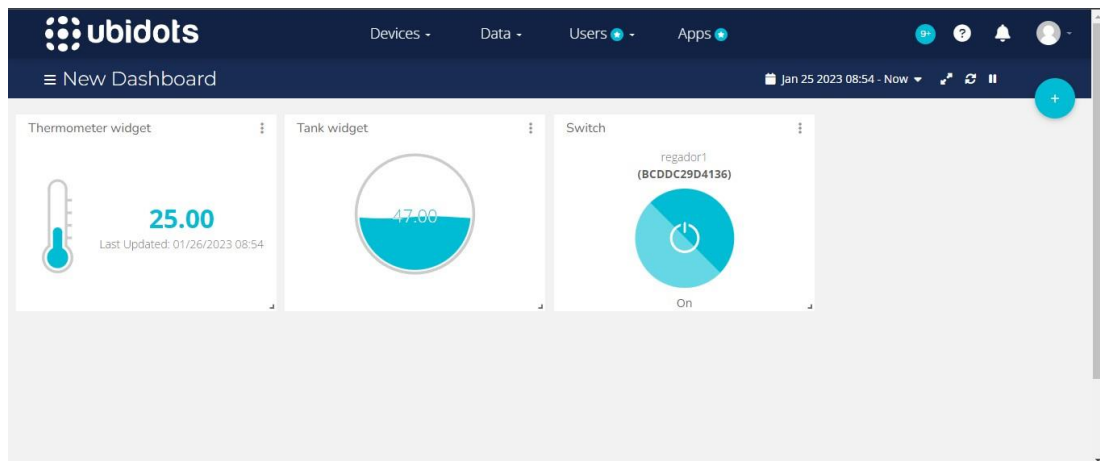


Figura 3.28: Widgets de para temperatura, humedad y regadío.
Elaborado por: Autor

3.6 Análisis de resultados del sistema propuesto

En la figura 3.29 se presenta el dispositivo montado y completamente funcional. Se muestra cómo se conecta el sensor DHT-11 y el Relé con el microcontrolador Wifi ESP8266. El microcontrolador se conecta a través de la red WiFi a la plataforma de Ubidots para enviar los datos de las variables de temperatura y humedad generadas por el sensor y también para consultar el estado del Relé para mostrarlo en el pin correspondiente.

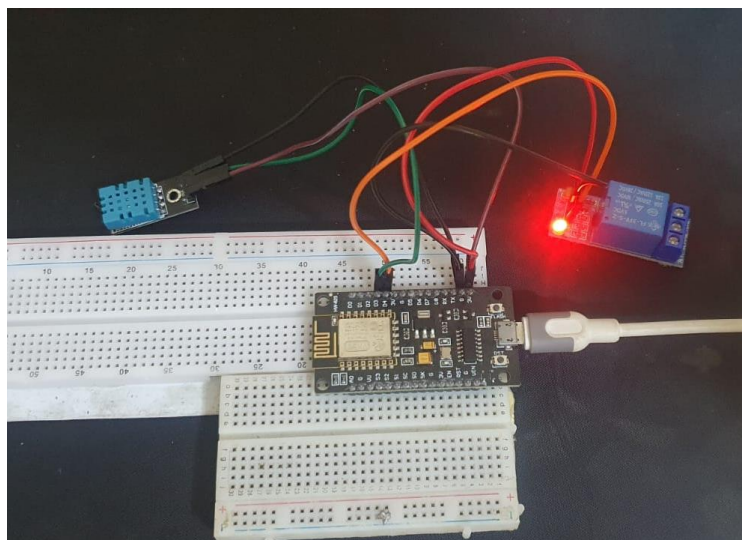


Figura 3.29: Funcionamiento del microcontrolador ESP8266.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.30 se visualiza la plataforma de Ubidots en marcha, se observa dos partes en la imagen. La primera parte es cuando el dispositivo se conecta y censa dando una temperatura de 27°C, un porcentaje de humedad del 76% y el estado del Relé en OFF.

En la segunda parte se muestra que después de un determinado tiempo el resultado del censo cambia dando como resultado temperatura de 23°C, un porcentaje de humedad del 36% y el estado del Relé en ON.

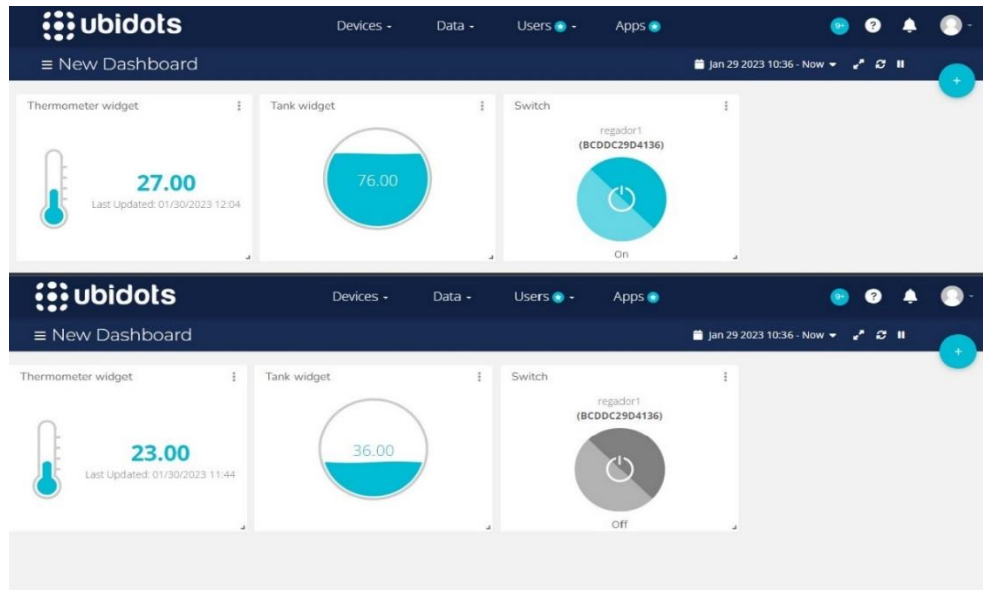


Figura 3.30: Funcionamiento de la plataforma de Ubidots.
Elaborado por: Autor

En la figura 3.31 se llega a apreciar con la ayuda del puerto serial (en este caso el puerto COM7, a una velocidad de 115200 baudios) la forma en que inicializa el microcontrolador Wifi ESP8266, siendo primero que mediante las credenciales de la red wifi que posee el microcontrolador, le permite conectarse al internet y de esta forma se comunica con la plataforma de Ubidots. Después que se establece la comunicación, el microcontrolador manda las variables “temp” y “humi”, además que pregunta por el estado de la variable “LED” que corresponde al regador. Se puede comprobar así, sin la necesidad de revisar en la plataforma Ubidots alguna falla de envío y obtención de datos de nuestro dispositivo.

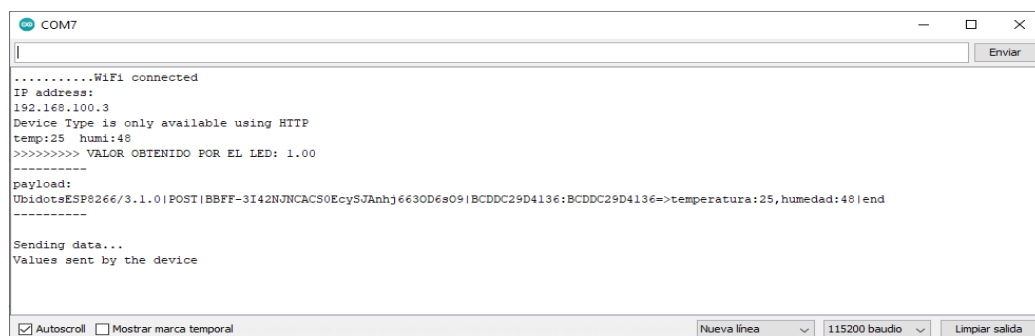


Figura 3.31: Lectura de datos recibidos por el puerto serial de Arduino IDE.
Elaborado por: Autor

En la tabla muestra los valores de cada uno de los materiales que se utiliza en el proyecto que componen a nuestro sistema de monitoreo de temperatura y humedad e irrigación encargado para ayudar en la eficiencia de la mejora de la calidad de las plantas.

Tabla 3.1: Costos de materiales utilizados en el proyecto

Materiales utilizados en el proyecto	Valor unitario
ESP8266 NodeMcu V3	\$10
Adaptador de corriente de 5V y 1A.	\$3
RELÉ 1 CANAL 5V DC	\$2
Cables Hembra / Macho	\$2
Cable tipo USB a micro-USB	\$1
Sensor DHT-11	\$3
Total	\$21

Elaborada por: Autor

Una vez que se analiza los valores que se obtienen por el costo del sistema, se puede decir que la inversión es viable debido a que el sistema realizado tiene un valor de \$21 que a comparación de otros sistemas que se encuentran en el mercado que oscilan entre \$63 y \$500 es una gran diferencia con respecto costos, representando de esta manera una gran ventaja costo-beneficio.

Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se consigue diseñar una interfaz de monitoreo de temperatura y humedad utilizando el lenguaje C++ y el software Arduino IDE. La interfaz permite la recopilación y el registro automáticos de datos de temperatura y humedad, lo que mejora la precisión y la eficiencia del monitoreo de las condiciones ambientales. Además, la interfaz se puede implementar y personalizar fácilmente para satisfacer las necesidades específicas del usuario mediante C++ y el IDE de Arduino. En general, esta interfaz es una herramienta valiosa para cualquier individuo o empresa que requiera un monitoreo preciso y automatizado de las condiciones ambientales.
- Se ha desarrollado con éxito la conexión entre el sensor de temperatura y humedad DHT-11 y el microcontrolador wifi ESP8266. El sensor se puede conectar de manera efectiva al módulo wifi ESP8266 y la conexión se ha probado mediante las pruebas de medición de temperatura y humedad, las cuales han sido correctas en base al entorno en el que se la ha probado.
- El módulo ESP8266 es muy viable económicamente y su rendimiento es óptimo. El precio del microcontrolador es totalmente asequible, lo cual lo hace ideal para proyectos de bajo costo y su facilidad de uso lo hace ideal para desarrolladores de todos los niveles. Su capacidad para conectarse a redes Wifi y su gran cantidad de recursos disponibles lo hacen ideal para proyectos del internet de las cosas (IoT). Además, su bajo consumo de energía lo hace totalmente viable para proyectos que requieran solo el uso de batería, y su pequeño tamaño facilita su integración en diferentes dispositivos.
- Es factible para ayudar al correcto desarrollo y perfecto estado de las hortalizas debido, a que requieren de condiciones adecuadas de temperatura y humedad para su correcto crecimiento y producción. En un caso de no contar con una temperatura y humedad adecuada esta puede afectar de forma negativa en la calidad y cantidad de producción.

4.2 Recomendaciones

- Al instalar estos equipos en áreas expuestas a la humedad, la suciedad y las altas temperaturas, se deben tomar precauciones de seguridad para garantizar el correcto funcionamiento del equipo, tales como la construcción de un protector, el cual tenga las siguientes características: a prueba de polvo, de humedad, líquidos, etc.
- Al trabajar con otra variante del microcontrolador Wifi ESP8266, se recomienda revisar el datasheet del mismo, ya que cambia los pines analógicos y digitales del equipo, lo cual puede generar un mal funcionamiento o un posible daño al dispositivo, sino se revisa de forma adecuada.
- Se recomienda revisar la versión de las librerías a utilizar para programar, ya que cada tiempo determinado los fabricantes, suelen cambiar alguna parte del código de la librería y esto puede generar un posible mal funcionamiento, sino se investiga previamente.

Bibliografías

- Abdelrahim, S. O. O., Hassan, M. Z. M., Salih, A. M. S., Abdo-Alrahiem, A. A. M., & Abdelgadir Mohamed, M. (2022). RF performance evaluation of the nRF24L01+ based wireless water quality monitoring sensor node: Khartoum city propagation scenario. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 9(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s43067-022-00052-3>
- Abdulahad, D. (2018, junio). *Webserver Based Smart Monitoring System Using ESP8266 Node MCU Module*. 9, 7.
- Agricultural technology (AgTech) is growing in Ireland*. (2022). <https://www.nathantrust.com/insights/agricultural-technology-agtech-is-growing-in-ireland>
- Al Hayajneh, A., Bhuiyan, M. Z. A., & McAndrew, I. (2020). Improving Internet of Things (IoT) Security with Software-Defined Networking (SDN). *Computers*, 9(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/computers9010008>
- Arduino IDE*. (2020). https://cpham.perso.univ-pau.fr/LORA/HUBIQUITOUS/solution-lab/arduino-lora-tutorial/introduction_arduino_ide/introduction_arduino_ide/
- BLOCKCHAIN. (2020, enero 22). *Visión Industrial*. <https://visionindustrial.com.mx/industria/economia-y-finanzas/blockchain-cinco-beneficios-en-las-empresas>
- Borges, V. (2022, marzo 14). *RFID: Qué es y cómo funciona - 2023 - CPCON*. <https://www.grupocpcon.com/es/rfid-que-es-y-como-funciona/>
- Cano electrónica*. (2021, julio 10). <http://proveedoracano.com/blog/?p=602>
- CCRMA. (2022). https://ccrma.stanford.edu/wiki/Microcontroller_Architecture

- Cheng, Y.-C., Chawathe, Y., LaMarca, A., & Krumm, J. (2016). Accuracy characterization for metropolitan-scale Wi-Fi localization. *Proceedings of the 3rd international conference on Mobile systems, applications, and services*, 233-245. <https://doi.org/10.1145/1067170.1067195>
- Components101. (2023). <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>
- Compton, M., Henson, C., Lefort, L., Neuhaus, H., & Sheth, A. (2019). A Survey of the Semantic Specification of Sensors. *CEUR Workshop Proceedings*, 522, 17-32.
- Connect the Dots. (2020, mayo 20). RAKwireless News Hub. <https://news.rakwireless.com/connect-the-dots-linking-lpwan-lorawan-devices-to-ubidots/>
- Domac, M. (2019, junio 14). *Urban agriculture Food for thought*. PlanRadar. <https://www.planradar.com/urban-agriculture/>
- Dyer, J. A., Desjardins, R. L., Worth, D. E., & Vergé, X. P. C. (2020). Potential Role for Consumers to Reduce Canadian Agricultural GHG Emissions by Diversifying Animal Protein Sources. *Sustainability*, 12(13), Art. 13. <https://doi.org/10.3390/su12135466>
- Ecarletti. (2019, diciembre 2). *Comparación entre placas Arduino | Robots Didácticos*. <https://robots-argentina.com.ar/didactica/comparacion-entre-placas-arduino/>
- Electrónica UTM. (2015, abril 24). *Electrónica UTM*. <https://electronicautm.wordpress.com/2015/04/24/introduccion-a-los-avr/>
- Evaluando Software. (2018, abril 20). <https://www.evaluandosoftware.com/la-nueva-la-internet-industrial/>

- Exemys. (2022). <https://exemys.com/site/Productos/telemetria/GRD-MQ/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/238480/>
- Geetha, S., & Gouthami, S. (2017). Internet of things enabled real time water quality monitoring system. *Smart Water*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40713-017-0005-y>
- Güven, Y., Coşgun, E., Kocaoğlu, S., Gezici, H., & Yılmazlar, E. (2017). *Understanding the concept of microcontroller based systems to choose the best hardware for applications.*
<http://acikerisim.klu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11857/1024>
- Hasibuan, A., Rosdiana, R., & Tambunan, D. S. (2021). Design and Development of An Automatic Door Gate Based on Internet of Things Using Arduino Uno. *Bulletin of Computer Science and Electrical Engineering*, 2(1), Art. 1.
<https://doi.org/10.25008/bcsee.v2i1.1141>
- HeTPro. (2017). <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>
- Hildén, M., Jokinen, P., & Aakkula, J. (2012). The Sustainability of Agriculture in a Northern Industrialized Country—From Controlling Nature to Rural Development. *Sustainability*, 4(12), Art. 12.
<https://doi.org/10.3390/su4123387>
- Hwang, Y. H. (2015). IoT Security & Privacy: Threats and Challenges. *Proceedings of the 1st ACM Workshop on IoT Privacy, Trust, and Security*, 1.
<https://doi.org/10.1145/2732209.2732216>

Industrial Internet of Things. (2022). TIBCO Software.

<https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-industrial-internet-of-things-iiot>

Internet of Things. (2019, marzo 1). La Vanguardia.

<https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20190301/46752655177/internet-cosas-dispositivos-conectados-iiot.html>

JavaTpoint. (2021). Wwww.Javatpoint.Com. <https://www.javatpoint.com/arduino-ide>

Jawad, A. (2022, enero 6). Horticulture sector is the ‘green gold’. *Horizon*.

<https://horizedition.com/horticulture-sector-is-the-green-gold/>

Kim, S.-M., Choi, Y., & Suh, J. (2020). Applications of the Open-Source Hardware

Arduino Platform in the Mining Industry: A Review. *Applied Sciences*,

10(14), Art. 14. <https://doi.org/10.3390/app10145018>

Kim, Y., Kwon, H., An, S., Seo, H., & Seo, S. C. (2020). Efficient Implementation of

ARX-Based Block Ciphers on 8-Bit AVR Microcontrollers. *Mathematics*,

8(10), Art. 10. <https://doi.org/10.3390/math8101837>

Kocaoğlu, S., & Kuşçu, H. (2015). *Mikrodenetleyici kontrollü akvaryum*

otomasyonu. <http://acikerisim.klu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11857/1027>

Kravchenko, O., Kucher, A., Hełdak, M., Kucher, L., & Wyszynski, J. (2020). Socio-

Economic Transformations in Ukraine towards the Sustainable Development

of Agriculture. *Sustainability*, 12(13), Art. 13.

<https://doi.org/10.3390/su12135441>

Kunal, K., Hussain, M. A., Srinivasan, N., & Mayan, J. A. (2019). Smart Irrigation

and Tank Monitoring System. *IOP Conference Series: Materials Science and*

Engineering, 590(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/590/1/012035>

Lee, K., Romzi, P., Hanaysha, J., Alzoubi, H., & Alshurideh, M. (2022).

Investigating the impact of benefits and challenges of IOT adoption on supply chain performance and organizational performance: An empirical study in Malaysia. *Uncertain Supply Chain Management*, 10(2), 537-550.

Lin, H.-Y., & Hung, Y.-M. (2021). An Improved Proxy Re-Encryption Scheme for IoT-Based Data Outsourcing Services in Clouds. *Sensors*, 21(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/s21010067>

Lin, J. C.-W., & Yeh, K.-H. (2021). Security and Privacy Techniques in IoT Environment. *Sensors*, 21(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/s21010001>

Mafukidze, H. (2021, octubre 21). Introduction to Microcontrollers. *Circuit Basics*. <https://www.circuitbasics.com/introduction-to-microcontrollers/>

Mellis, D. A., Jacoby, S., Buechley, L., Perner-Wilson, H., & Qi, J. (2013).

Microcontrollers as material: Crafting circuits with paper, conductive ink, electronic components, and an «untookit». *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, 83-90. <https://doi.org/10.1145/2460625.2460638>

Nascimento, E., López, J., & Dahab, R. (2015). Efficient and Secure Elliptic Curve

Cryptography for 8-bit AVR Microcontrollers. En R. S. Chakraborty, P. Schwabe, & J. Solworth (Eds.), *Security, Privacy, and Applied Cryptography Engineering* (pp. 289-309). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24126-5_17

NeCLO. (2021). NeCLO - Ciencia y Cultura al Máximo.

<http://www.negocioscontralaobsolescencia.com/13/post/2020/09/que-es-la-internet-de-las-cosas-iot.html>

Nguyen, T., Zoëga Andreasen, S., Wolff, A., & Duong Bang, D. (2018). From Lab on a Chip to Point of Care Devices: The Role of Open Source Microcontrollers. *Micromachines*, 9(8), Art. 8.

<https://doi.org/10.3390/mi9080403>

Pawlak, K., & Kołodziejczak, M. (2020). The Role of Agriculture in Ensuring Food Security in Developing Countries: Considerations in the Context of the Problem of Sustainable Food Production. *Sustainability*, 12(13), Art. 13.

<https://doi.org/10.3390/su12135488>

Phasinam, K., Kassaruk, T., & Shabaz, M. (2022). Applicability of Internet of Things in Smart Farming. *Journal of Food Quality*, 2022, e7692922.

<https://doi.org/10.1155/2022/7692922>

Purnomo, Y., & Saefullah, A. (2017). *Prototipe Meter Air Digital Menggunakan Linkit One dan Database Ubidot*.

<http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/858>

Robots en agricultura. (2023). Freepik. https://www.freepik.es/vector-premium/conjunto-isometrico-robot-industrial-inteligente-iot-4-0-robots-agricultura-robot-agricola-invernadero-robot-ilustracion-vector-tecnologia-agricola-inteligente-agricultura_22951680.htm

Romine, W., Banerjee, T., & Goodman, G. (2019). Toward Sensor-Based Sleep Monitoring with Electrodermal Activity Measures. *Sensors*, 19(6), Art. 6.

<https://doi.org/10.3390/s19061417>

- Sagheer, A., Mohammed, M., Riad, K., & Alhajhoj, M. (2021). A Cloud-Based IoT Platform for Precision Control of Soilless Greenhouse Cultivation. *Sensors*, 21(1), Art. 1. <https://doi.org/10.3390/s21010223>
- Sanchez-Galvis, E. M., Cardenas-Gutierrez, I. Y., Contreras-Ropero, J. E., García-Martínez, J. B., Barajas-Solano, A. F., & Zuorro, A. (2020). An Innovative Low-Cost Equipment for Electro-Concentration of Microalgal Biomass. *Applied Sciences*, 10(14), Art. 14. <https://doi.org/10.3390/app10144841>
- Saputro, A. D., & Yantidewi, M. (2021). Analysis of Air Temperature and Humidity in Kedunggalar Against BMKG Data Based on DHT11 Sensor. *Journal of Physics: Conference Series*, 1805(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1805/1/012045>
- Sensor Basics*. (2022). <https://www.apogeeweb.net/article/91.html>
- Sharma, S., Chen, K., & Sheth, A. (2018). Towards Practical Privacy-Preserving Analytics for IoT and Cloud Based Healthcare Systems. *IEEE Internet Computing*, 22(2), 42-51. <https://doi.org/10.1109/MIC.2018.112102519>
- Slavin, J. (2012, julio 6). *Health Benefits of Fruits and Vegetables | Advances in Nutrition | Oxford Academic*. <https://academic.oup.com/advances/article/3/4/506/4591497>
- Soil Tillage an overview*. (2022). <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/soil-tillage>
- Spanaki, K., Sivarajah, U., Fakhimi, M., Despoudi, S., & Irani, Z. (2022). Disruptive technologies in agricultural operations: A systematic review of AI-driven AgriTech research. *Annals of Operations Research*, 308(1), 491-524. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03922-z>

- Stočas, M., Vaněk, J., Masner, J., & Pavlík, J. (Eds.). (2016). Internet of Things (IoT) in Agriculture—Selected Aspects. *AGRIS On-Line Papers in Economics and Informatics*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.233969>
- Tawalbeh, L., Muheidat, F., Tawalbeh, M., & Quwaider, M. (2020). IoT Privacy and Security: Challenges and Solutions. *Applied Sciences*, 10(12), Art. 12. <https://doi.org/10.3390/app10124102>
- ThingSpeak. (2022). <https://la.mathworks.com/products/thingspeak.html>
- Verduras u hortalizas. (2021). *El Agricultor Primero*. <https://elagricultorprimero.croplifela.org/verduras-u-hortalizas/>
- Vo-Huu, T. D., Vo-Huu, T. D., & Noubir, G. (2016). Fingerprinting Wi-Fi Devices Using Software Defined Radios. *Proceedings of the 9th ACM Conference on Security & Privacy in Wireless and Mobile Networks*, 3-14. <https://doi.org/10.1145/2939918.2939936>
- Vonage API Developer. (2022). <https://developer.vonage.com/en/blog/track-device-data-in-real-time-with-vonage-messages-api-and-ubidots-dr>
- Wearables. (2022). <https://sites.google.com/a/utecnologica.edu.bo/iot-wearablesensaludutb/sobre/marco-teorico/sensores>
- Ziv, C., & Fallik, E. (2021). Postharvest Storage Techniques and Quality Evaluation of Fruits and Vegetables for Reducing Food Loss. *Agronomy*, 11(6), Art. 6. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061133>
- Zubizarreta, Á., Alonso-Ezpeleta, Ó., Albaladejo Martínez, A., Faus Matoses, V., Caviedes Brucheli, J., Agustín-Panadero, R., Mena Álvarez, J., & Vizmanos Martínez-Berganza, F. (2020). Novel Electronic Device to Quantify the Cyclic Fatigue Resistance of Endodontic Reciprocating Files after Using and

Sterilization. *Applied Sciences*, 10(14), Art. 14.

<https://doi.org/10.3390/app10144962>



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Solis Arias, Kevin Noé** con C.C: **2450467986** autor del Trabajo de Integración Curricular: **Sistema de monitoreo de temperatura y humedad con el sensor DHT-11 para el regado de hortalizas de forma remota mediante la utilización del microcontrolador Wifi ESP8266 aplicando el internet de las cosas en la ciudad de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica y Automatización**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de integración curricular para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de integración curricular, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de febrero del año 2023

Solis Arias, Kevin Noé

C.C: 2450467986



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Sistema de monitoreo de temperatura y humedad con el sensor DHT-11 para el regado de hortalizas de forma remota mediante la utilización del microcontrolador Wifi ESP8266 aplicando el internet de las cosas en la ciudad de Guayaquil.	
AUTOR(ES)	Solís Arias, Kevin Noé	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Suarez Murillo, Efraín Oswaldo	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo	
CARRERA:	Ingeniería Electrónica y Automatización	
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniería Electrónica y Automatización	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de febrero del 2023	No. DE PÁGINAS: 59
ÁREAS TEMÁTICAS:	Agricultura, Automatización, microcontroladores.	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Ubidots, Esp8266, Riego, Sensores, Internet de las cosas.	
El presente trabajo de integración curricular presenta una propuesta de diseño de un sistema para el riego de cultivos en la ciudad de guayaquil mediante el uso de un esp8266 y a su vez monitorear la temperatura y humedad. El objetivo principal consiste en el uso del Internet de las cosas, para controlar de forma remota la temperatura y la humedad de los cultivos a través de un sistema de riego diseñado y controlado por el esp8266 en la ciudad de Guayaquil. La metodología para emplear es de carácter descriptivo, ya que explica y detalla el funcionamiento del Internet de las Cosas y los sensores que miden la temperatura y la humedad. También se utiliza el método analítico-deductivo, ya que se utiliza en investigaciones experimentales y aplicaciones cuantitativas que facilitan la respuesta a la investigación. Finalmente, se emplea la metodología de estilo documental en busca de recursos bibliográficos que conduzcan a una investigación más efectiva y con mejores resultados		
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-998231374	E-mail: kevinisolis-98@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD.	
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593- 995147293	
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		