

Diseño de un sistema IoT para la medición de temperatura, humedad y luz en huertas urbanas

Johan Jair Osma Molina

Dixon Giovanni Villamizar Monar

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones

Bogotá, D.C.

2020

Diseño de un sistema IoT para la medición de temperatura, humedad y luz en huertas urbanas

Johan Jair Osma Molina

Dixon Giovanni Villamizar Monar

Director

Francisco Clemente Valle Diaz

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería en Telecomunicaciones

Bogotá, D.C.

2020

Resumen

En este proyecto, se desarrolla un sistema mediante el cual se monitoreará y visualizará la temperatura del ambiente, la intensidad de luz, la humedad relativa del ambiente y humedad del suelo, contenida en una huerta urbana ubicada en la localidad de Bosa, a través de una red IoT que permitirá la parametrización de variables y generación de alertas, esto con el fin de establecer el avance que brinda esta tecnología para el desarrollo de una huerta urbana.

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos y uso del internet el cual nos permite estar conectados en cualquier instante y lugar; nace una tecnología que adaptamos a este proyecto “Internet of Things”, en donde implementamos dispositivos electrónicos como los sensores y microcontroladores, para tomar variables y parametrizar alertas.

El proyecto se realizó con la idea de investigar sobre un módulo capaz de recibir la información enviada por un sensor que interactúe con las características del ambiente en una huerta urbana, poder procesarla y transmitirla, para que el usuario por medio de una aplicación web pueda monitorear las variables anteriormente indicadas y parametrizar alertas cuando estas no se encuentren sobre los parámetros preestablecidos, de tal manera que pueda realizar modificación sobre su huerta de una manera profesional.

Abstract

In this project a system is developed through which the temperature will be monitored and visualized, light intensity, the relative humidity of the environment and the humidity of the ground, contained in an urban garden located in the locality of Bosa, through an IoT network which will allow the parameterization of variables and alert generation, this in order to establish the progress that this technology provides for the development of an urban garden.

Taking into account technological advances and use of the internet which allows us to be connected anytime or place; a technology is born that adapts to this project "Internet of things", where we implement electronic devices like sensors and microcontrollers, to take variables and parameterize alerts.

The project was carried out with the idea of investigating about a module capable of receiving information sent by a sensor that interacts with the characteristics of the environment in an urban garden, to be able to process and transmit it, so that the user, through application web can monitor the previously indicated variables and parameterize alerts when they are not on the pre-established parameters, in such a way that you can make changes to your garden in a professional way.

Tabla de contenidos

Introducción.....	11
Problema de investigación.....	12
Justificación.....	13
Objetivos.....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos	14
Marco de referencia	15
Marco conceptual.....	15
IoT.	15
Servidor WEB.....	15
Arduino.	15
Sensores.....	15
Marco teórico	15
Marco legal	16
Antecedentes investigativos	18
Metodología.....	20
Cronograma	21
Desarrollo de la investigación	23
Capítulo 1	23
Planeación del proyecto	23
Ubicación Geográfica	26
IoT en la actualidad.....	27
Como por medio de IoT monitorear una huerta urbana.....	27
Componentes de una red IoT	28

Definición microcontrolador.....	29
Definición Shield Ethernet.....	30
Ethernet hanrun hr91105a o W5100.....	30
Definición de sensores	30
Sensor de humedad FC-28.....	31
Módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz.....	33
Sensor DHT11.	34
Especificaciones técnicas.....	34
Especificaciones técnicas de los sensores.	34
Especificaciones técnicas del Microcontrolador Arduino y Shield Ethernet	36
Comparativo de Sensores.....	37
Sensores de humedad de suelo.	37
Sensor de humedad relativa y temperatura.	37
Sensor de luz.....	38
Capítulo 2	39
Ejecución del proyecto.....	39
Instalación del Software de Arduino IDE.....	39
Montaje del Shield Ethernet.....	40
Montaje de sensores.....	43
Montaje Sensor FC-28.....	43
Montaje módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz.....	46
Montaje sensor DHT11.	49
Capítulo 3	51
Uso de plataforma IoT	51
Ubidots.....	51

Creación de usuario y variables en la plataforma Ubidots	53
Definición de variables en Ubidots.....	55
Variable humedad del ambiente.....	57
Variable temperatura del ambiente	58
Variable humedad del suelo.....	58
Variable intensidad de luz.....	60
Asignación de alertas Ubidots	61
Resultados.....	65
Conclusiones.....	68
Recomendaciones	69
Referencias	70
Anexos	74
Código Arduino	74
Esquemas de conexiones.....	78
Prototipo de una huerta urbana a pequeña escala.	80

Lista de tablas

Tabla 1 Marco legal.....	17
Tabla 2 Cronograma de actividades.....	21
Tabla 3 Características del sensor FC-28.....	35
Tabla 4 Características del sensor Fotorresistencia LDR.....	35
Tabla 5 Características del sensor DHT11.....	35
Tabla 6 Características del Arduino UNO.....	36
Tabla 7 Características del Shield Ethernet.....	36
Tabla 8 Costos.....	38

Lista de figuras

Figura 1 Encuesta realizada.....	24
Figura 2 Encuesta realizada.....	24
Figura 3 Encuesta realizada.....	25
Figura 4 Encuesta realizada.....	25
Figura 5 Encuesta realizada.....	26
Figura 6 Ubicación geográfica de pruebas del proyecto.	26
Figura 7 Componentes de una red IoT.	28
Figura 8 Placa de Arduino.....	29
Figura 9 Ethernet Shield.....	30
Figura 10 Componentes de una red IoT.	32
Figura 11 Módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz..	33
Figura 12 Sensor DTH11 con PCB..	34
Figura 13 Página para descargar IDE.....	40
Figura 14 Conexión del Shield Ethernet al Arduino.	41
Figura 15 Instalación librería Ethernet.....	41
Figura 16 Definición librería Ethernet.....	42
Figura 17 Código para el módulo Ethernet.	42
Figura 18 Información del puerto serial del módulo Ethernet.....	43
Figura 19 Conexión de VCC y GND.....	43
Figura 20 Conexión del Sensor de Suelo FC-28.	44
Figura 21 Código para programar sensor de suelo.	44
Figura 22 Resultado de puerto serial.....	45
Figura 23 Uso de la función map.....	45
Figura 24 Resultado de puerto serial.....	46
Figura 25 Conexión del Sensor de luz.....	47
Figura 26 Conexión del Sensor de luz, especificando pines.	47
Figura 27 Código para programar sensor de luz.....	48
Figura 28 Resultado de puerto serial.....	48
Figura 29 Montaje sensor DHT11.....	49

Figura 30 Código para programar sensor DHT11.....	49
Figura 31 Resultado de puerto serial..	50
Figura 32 Página Ubidots.	52
Figura 33 Información del Perfil creado Pagina Ubidots.	53
Figura 34 Información del dispositivo que usamos. Página Ubidots.	54
Figura 35 Asignación de variables en IDE de Arduino.....	54
Figura 36 Asignación de librería de Ubidots y Token.....	55
Figura 37 Visualización de variables. Página Ubidots.....	56
Figura 38 Widgets página Ubidots.	56
Figura 39 Variable humedad del ambiente.....	57
Figura 40 Variable temperatura del ambiente..	58
Figura 41 Variable Humedad del suelo.	59
Figura 42 Variable intensidad de luz.	60
Figura 43 Eventos página Ubidots.....	61
Figura 44 Evento temperatura ambiente baja.	61
Figura 45 Evento temperatura ambiente baja.	62
Figura 46 Evento temperatura ambiente baja.....	62
Figura 47 Evento temperatura ambiente alta.....	63
Figura 48 Evento Humedad del suelo alta.....	63
Figura 49 Evento Humedad del suelo baja.....	64
Figura 50 Panel de control página de Ubidots.....	65
Figura 51 Panel de control página de Ubidots.....	66
Figura 52 APP Ubidots para Android.....	67
Figura 53 Alarma al correo electrónico de un evento..	67
Figura 54 Alarma al correo electrónico de un evento.	78
Figura 55 Esquema de conexión Fotorresistencia LDR.	79
Figura 56 Esquema de conexión FC-28.	79
Figura 57 Prototipo de una huerta urbana.	80
Figura 58 Prototipo de una huerta urbana.	81
Figura 59 Prototipo de una huerta urbana.	81

Introducción

El proyecto tiene el objetivo de desarrollar un sistema que permita tomar características del ambiente en una huerta urbana, administrado por una red de internet de las cosas, parametrizar variables y generar alarmas de los cambios que estas presenten, para que de esta manera se pueda realizar un adecuado uso de los recursos naturales mediante la aplicación de nuevas tecnologías.

Esta investigación propone desarrollar un sistema que permita tomar mediciones de las variables más significativas del ambiente, donde por medio de III capítulos se desarrollara la investigación y aplicación de los sensores, la conexión y lectura por medio de un microcontrolador Arduino y la visualización, parametrización y generación de alarmas por medio de una aplicación o plataforma WEB.

Problema de investigación

De acuerdo con (CIAT, 2013) en Colombia las variaciones climáticas han presentado retos para la agricultura, se calcula que para el 2050, en el 60% de las áreas actualmente cultivadas se verán afectados un 80% de los cultivos por los cambios climáticos. La capacidad de las especies para hacer frente al cambio climático depende de las características propias de la especie y de las del territorio afirma (Biology, 2015), siendo importante mantener las características del territorio para que las especies no se vean afectadas.

Se ha evidenciado que los huertos urbanos son una opción para la seguridad alimentaria de las familias, sobre todo en tiempos de crisis y escasez de alimentos (FUNDACIÓN, 2019), las huertas familiares, realizan prácticas agrícolas orientadas a modificar las condiciones ambientales de la producción, las cuales van desde los sistemas muy intensivos como el cultivo bajo cubierta, donde todos los aspectos del ciclo vegetativo son controlados, hasta los sistemas extensivos (FAO, 2005).

Según (REDAGRICOLA, 2017) los mecanismos de control, tales como sensores de temperatura, medidores de humedad del ambiente, tensiómetros y sondas FDR, permiten tomar medidas a los cambios de ambiente que puedan afectar a las plantas y de esta manera tener un control sobre el desarrollo de las mismas, los sistemas computarizados y avances tecnológicos han permitido que fenómenos y cambios climáticos, que generan déficits de producción, la muerte de los cultivos o plantas puedan ser mitigados, estableciendo entornos controlados donde la planta o cultivos puedan desarrollarse (HORTALIZAS, 2017).

Se implementara un dispositivo que permita tomar mediciones de las variables más significativas del ambiente en una huerta urbana como intensidad de luz, temperatura y humedad, donde a través de un software, microcontrolador Arduino y un PC se puede visualizar y generar alertas, para que el agricultor pueda tomar las correspondientes medidas para mejorar las condiciones del ambiente al que está expuesta la planta, y de esta manera hacer uso óptimo de las condiciones ambientales, presentado ahorros en manos de obra y mejoras en cuanto a producción y calidad del productos cosechados.

Justificación

Este proyecto busca brindar un sistema de monitoreo del ambiente en huertas urbanas, proporcionado a los agricultores, familias y personas que utilizan este método de cosecha, un sistema computarizado que permita evidenciar los cambios que presenta el medio ambiente de la huerta e implementar un sistema de alarmas. Para que de esta manera el agricultor pueda realizar acciones que le permitan tener un entorno ideal y controlado.

Se sabe que la agricultura urbana es un factor importante en la actualidad para el desarrollo y alimentación en las ciudades, muchos granjeros urbanos se esfuerzan cada día por cultivar sus productos orgánicos, cultivar comida sana y revitalizar el suelo urbano (B2BIO, 2016), el implementar mecanismos sistematizados que permitan determinar las características del ambiente en el cual se cosecha la planta, permitiendo al agricultor tomar acciones para garantizar un mejor desarrollo de la misma, y de esta manera cosechar y obtener alimentos más sanos y mejores cosechas.

El poder implementar un dispositivo de medición del medio ambiente en huertas urbanas permitirá que los agricultores y personas, tengan un manera de monitorear el ambiente en una huerta urbana, medir y generar alarmas cuando se presenten cambios en el ambiente, adicionalmente como ingenieros en el área de las telecomunicaciones este proyecto implementara los conocimientos de telemetría, programación, electrónica, sistema de comunicación y bases de datos, donde estos conocimientos adquiridos nos permitirán desarrollar un sistema de medición el cual sea eficiente y sencillo para los agricultores, familias y personas que implementen el uso de las huertas urbanas.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un sistema mediante una red IoT para la toma y visualización de características del ambiente en una huerta urbana ubicada en una casa de la localidad de Bosa.

Objetivos específicos

- Recolectar datos asociados a las variables del ambiente (temperatura, humedad e intensidad de luz), mediante el uso de sensores.
- Diseñar un sistema para la transmisión de datos obtenidos por los sensores.
- Usar una plataforma que permita parametrizar variables y generar alertas.

Marco de referencia

Marco conceptual

IoT.

El internet de las cosas, IoT, se refiere a la interconexión digital de los objetos cotidianos con internet, conformado de múltiples tecnologías como sensores que permiten conectar el mundo físico con el digital, computadores que permiten procesar esa información y plataformas web donde se procesan y almacenan los datos. (IAC, 2020)

Servidor WEB.

Es un programa que gestiona cualquier aplicación en el lado del servidor realizando conexiones unidireccionales y/o bidireccionales con el cliente generando una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación hacia el cliente. (EcuRed, 2010)

Arduino.

Es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso. (Yubal, 2018)

Sensores.

Es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia, nos permiten captar la información del medio físico que nos rodea, mide magnitudes físicas y las transforma en señales eléctricas capaces de ser entendidas por un microcontrolador. (Guimerans, 2018)

Marco teórico

En las huertas se hará uso de las sondas FDR (Sensor de humedad FC-28), según (AgroEs.es, 2011) el uso de las sondas FDR han respondido rápidamente a las variaciones del contenido de humedad del suelo, reflejando el impacto tanto de las precipitaciones como del agua de riego en el contenido de la humedad del suelo.

Estas sondas, han permitido detectar situaciones de déficit y exceso de agua en el perfil del suelo. El seguimiento de dicha evolución, sirve de apoyo en el conocimiento de las necesidades hídricas de la planta, lo que permite una programación del riego más eficiente. La relación entre el

potencial hídrico en tallo y la humedad en el suelo obtenida con estas sondas hace pensar en la posibilidad de utilizarlas para conocer el estado del medio ambiente ideal de las plantas.

Todo indica que estas sondas, son una buena herramienta de apoyo para saber las condiciones ambientales en las que está expuesta una planta o cultivo, permitiendo prever situaciones de déficit que pueden repercutir negativamente en el cultivo.

También nos enfocaremos en el estudio y aplicación del sensor de temperatura DHT11 ya que es uno de los más reconocidos y fáciles de implementar después de analizar y utilizar varios tipos y marcas de sensores, según (jaber, 2019), donde implementa el uso del sensor DHT11 para la toma de datos de la temperatura y humedad del ambiente utilizando el microcontrolador de Arduino para la visualización de los valores tomados. También se evidencia que tiene buena calidad y es de bajo costo.

Los medidores de luz en huertas urbanas son muy importantes ya que permiten determinar la luz que entra en las huertas, logrando establecer que intensidad de luz es la más óptima para la planta y la tierra en la cual esta se cosecha, la luminosidad en una huerta urbana permite a la planta realizar el proceso de fotosíntesis, forma de alimentación de la planta siendo este un requisito fundamental para el desarrollo de la misma según (El Huerto de Urbano, 2012), para determinar la cantidad de luz se implementara el uso del sensor módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz la cual según (Arrieta, MÓDULO FOTORRESISTENCIA ARDUINO SENSOR DE LUZ, 2013), este módulo de fotorresistencia nos permite medir la cantidad de luz en un ambiente.

Se espera que estas mediciones que realizan los diferentes sensores sean centralizadas con el dispositivo Ethernet, y de esta manera poder tener el conocimiento y la visualización de los cambios que presenta el ambiente en una huerta urbana, se determinó que el microcontrolador Arduino, es una plataforma para Prototipo de electrónica basada en hardware y software libre donde se puede construir circuitos electrónicos simples y programarlos, esta placa nos permite la lectura de cada uno de los sensores que se van a implementar y la visualización de los valores tomados.

Marco legal

En el desarrollo de este proyecto se relacionan las siguientes leyes:

Tabla 1
Marco legal

<p>Ley 1978 de 2019 Congreso de la República</p>	<p>La presente Ley tiene por objeto alinear los incentivos de los agentes y autoridades del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), aumentar su certidumbre jurídica simplificar y modernizar el marco institucional del sector, focalizar las inversiones para el cierre efectivo de la brecha digital y potenciar la vinculación del sector privado en el desarrollo de los proyectos asociados, así como aumentar la eficiencia en el pago de las contraprestaciones y cargas económicas de los agentes del sector.</p>
<p>Decreto 1900 de 1990 en su Art. 30</p>	<p>Especifica que los Servicios telemáticos son aquellos que, utilizando como soporte servicios básicos, permiten el intercambio de información entre terminales con protocolos establecidos para sistemas de interconexión abiertos y su libre utilización en el mercado.</p>

Nota. Elaboración Propia con información tomada de MINTIC (Ministerio de Tecnologías de Información y las Telecomunicaciones de Colombia)

Antecedentes investigativos

Según el proyecto de (Martinez, 2016) el cual “se aborda el desarrollo de un sensor de humedad de suelo de bajo coste. En concreto, se continúan los estudios ya realizados en el campo de la tecnología de la Reflectometría en el Dominio de la Frecuencia (FDR, Frequency Domain Reflectometry), siguiendo las líneas de investigación del Dr. Martin Oates. Las técnicas basadas en FDR han demostrado ser menos sensibles a los niveles de salinidad que las técnicas basadas en la resistividad del suelo, como los dispositivos Wenner, aunque su funcionamiento depende de la frecuencia de oscilación aplicada. En base esto, se plantea el desarrollo de un sensor basado en la tecnología FDR, con el cual se pueden medir diferentes variables muy importantes en la agricultura, a un precio que permita utilizar estos sensores individualmente en cultivos donde sea necesario conocer exactamente el estado de cada planta.

Para el desarrollo del prototipo de sensor FDR, se utiliza la plataforma Arduino como elemento de procesamiento y control. Para la implementación de la electrónica necesaria, se utilizan diferentes amplificadores operacionales, determinando cuál de ellos es el más adecuado para el proyecto según su relación prestaciones/precio. El prototipo desarrollado, mide temperaturas y humedades en la tierra y en el aire, siendo capaz además de enviar todos los datos registrados a través de un enlace de comunicación vía radio de bajo coste. En este proyecto, se abarca desde la puesta en marcha del prototipo diseñado por el Dr. Martin Oates, hasta la realización de pruebas en campo con el mismo, incluyendo el desarrollo del software necesario tanto para la realización de medidas como para las comunicaciones y la programación de una interfaz gráfica a modo de sistema SCADA”

También nos enfocaremos en el estudio y aplicación del sensor de temperatura LM35, el cual es explicado en el siguiente proyecto (jaber, 2019), “El presente proyecto, trata sobre el diseño y desarrollo de un sistema electrónico que monitoriza el estado de las plantas y proporciona un riego automático por goteo, basado en un microcontrolador Arduino. La idea de este producto va dirigida a un cliente que cultiva en un huerto doméstico. El producto estará diseñado para que pueda ser usado en un domicilio, exteriores, incluso se puede usar en espacios comerciales. Para la consecución de los objetivos de implementación fijados, inicialmente se hizo empatizar con entrevistas a nuestro cliente y encuestas a usuarios existentes. Para acabar se hizo una aplicación móvil para visualizar las variables del sistema en tiempo real, a partir de una conexión inalámbrica mediante una tarjeta WI-FI.”

En el siguiente proyecto se explicará el uso de los módulos Ethernet, para así tener una visión más clara de estos módulos, en este se tratará puntualmente el utilizado para Arduino, según (Sazo, 2013) “Fan Monitoring busca configurar un servidor web en una placa Arduino en conjunto a un dispositivo Shield Ethernet, con el propósito de manejar ventiladores a través de la web. En el ámbito de implementación de hardware se utilizaron las placas Arduino UNO, Arduino Ethernet Shield y un ventilador de PC. Con respecto a la implementación de software fue necesario adentrarse en la programación de los dispositivos mencionados, estudiando manuales y aprovechando la gran cantidad de información que existe en la web acerca de estos dispositivos. A la vez, fue necesario estudiar cómo poder confeccionar un entorno gráfico necesario para que el cliente pueda ingresar y ajustar los parámetros requeridos de los ventiladores.

Se implementara sensores de luz LDR los cuales permiten tener una medición de la cantidad de luz que pueda presentar la huerta urbana siendo importante este para confirmar que la planta reciba la cantidad de luz suficiente para hacer un desarrollo óptimo del proceso de fotosíntesis, según (Ventura, 2016) las LDR son económicas y sencillas de utilizar y pueden ser implementadas fácilmente en un circuito utilizando un Arduino.

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto utilizaremos técnicas cualitativas donde investigaremos y observaremos los aspectos ambientales más relevantes que deben analizarse en una huerta urbana para obtener un mejor desarrollo de las plantas y cultivos, para esto se indagará qué aspectos son más relevantes para un óptimo desarrollo de las mismas, una vez sean identificados los aspectos más importantes a tomar en el ambiente de las huertas urbanas se investigará que sistemas de sondas o sensores para la medición de aspectos meteorológicos podemos utilizar, indagando su funcionamiento y uso.

Una vez sean identificados los sistemas de medición viables que se puedan utilizar se investigará sobre los sistemas de compatibilidad o módulos de internet donde se puedan mostrar estos resultados. Es necesario que una vez se tenga identificado los dispositivos de medición y el medio por el cual se pueden visualizar realizar pruebas y prototipos que nos permitan analizar el funcionamiento de las sondas donde nos muestre de manera asertiva las mediciones tomadas del ambiente de la huerta urbana, dentro del desarrollo e implementación de prototipos, es necesario verificar por medio de un módulo de internet que los datos obtenidos puedan ser mostrados en un computador, y posteriormente parametrizados por medio de un aplicativo WEB, para que de esta manera se pueda generar alarmas de los cambios que realiza el ambiente en una huerta urbana.

Actividad 6 Realizar un sistema básico para evidenciar los datos tomados por los sensores																
Actividad 7 Realizar la conectividad al módulo Ethernet con los datos tomados con los sensores o medidores implementados.																

Nota. Autoría propia, cronograma de desarrollo.

Desarrollo de la investigación

Capítulo 1

Planeación del proyecto

Para abordar nuestro problema de investigación, realizamos algunas preguntas que determinan si la tecnología IoT es considerada por las personas para el monitoreo de una huerta urbana, ya que se planea montar la red IoT en una huerta ubicada en un hogar en la localidad de Bosa, se considera que el mismo esquema puede ser replicado para otras huertas urbanas. Motivo por la cual se encuesta a 50 personas donde se plantea preguntas sobre el uso de tecnología en las huertas urbanas y sobre el impacto que genera la implementación de la tecnología en la agricultura.

Por medio de las encuestas realizadas se logró evidencia que más del 50% de la población encuestada piensa que las huertas urbanas son una opción para la seguridad alimentaria, estableciendo que una huerta urbana es una opción considerable para la mayoría de las personas, también se planteó la pregunta ¿Considera que el cambio climático es factor de afectación para el desarrollo de los cultivos urbanos?, donde un 80% de las personas indicaron que es si consideran que sea un factor importante, confirmando que el cambio climático es un factor importante a tomar, también se planteó la pregunta ¿Está de acuerdo con implementar dispositivos tecnológicos (IoT) en huertas urbanas?, donde un 86% de la población encuestada implementaría sistemas de IoT, la pregunta más significativa en la encuesta realizada fue: ¿Implementaría un sistema de monitoreo de las características del ambiente en su huerta urbana, el cual generaría alertas de los cambios que presente? Pregunta mediante la cual los resultados fueron alentadores, ya que se logró apreciar que un 92% de la población encuestada implementaría sistemas que permitan el monitoreo de sus huertas urbanas.

A continuación, mostraremos los datos tomados de la encuesta realizada gráficamente.

¿Sabía que las huertas urbanas son una opción para la seguridad alimentaria en tiempos de crisis y escasez de alimentos?

50 respuestas

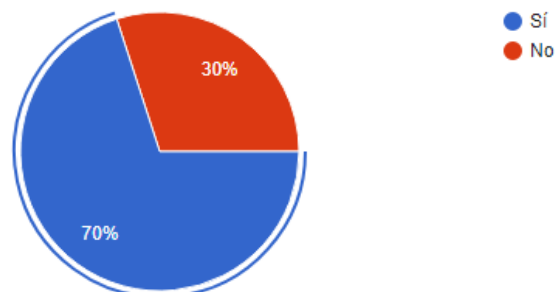


Figura 1 Encuesta realizada. Autoría propia (2019)

¿Considera que el cambio climático es factor de afectación para el desarrollo de los cultivos urbanos?

50 respuestas

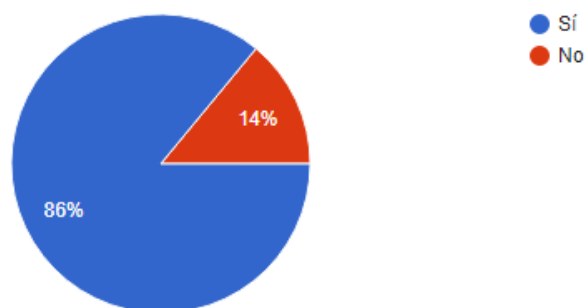


Figura 2 Encuesta realizada. Autoría propia. (2019)

¿Esta de acuerdo con implementar dispositivos tecnológicos (IoT) en huertas urbanas?

50 respuestas

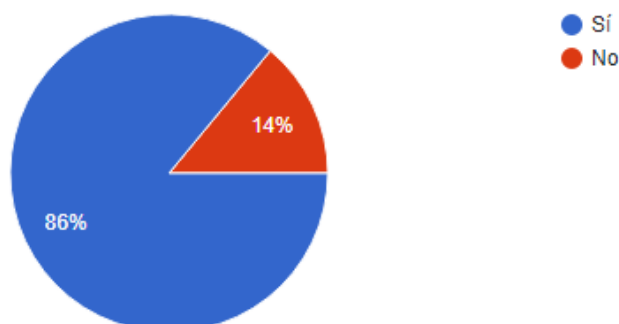


Figura 3 Encuesta realizada. Autoría propia (2019)

¿Sabía usted que por medio de dispositivos electrónicos puede tener un mayor control de sus cultivos urbanos y mitigar las pérdidas de los cultivos o déficits de producción por cambios climáticos?

50 respuestas

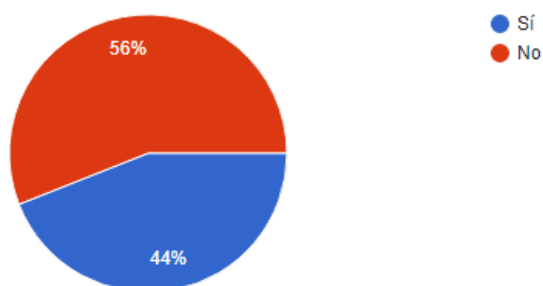


Figura 4 Encuesta realizada. Autoría propia (2019)

¿Implementaría un sistema de monitoreo de las características del ambiente en su huerta urbana, el cual generaría alertas de los cambios que presente?

51 respuestas

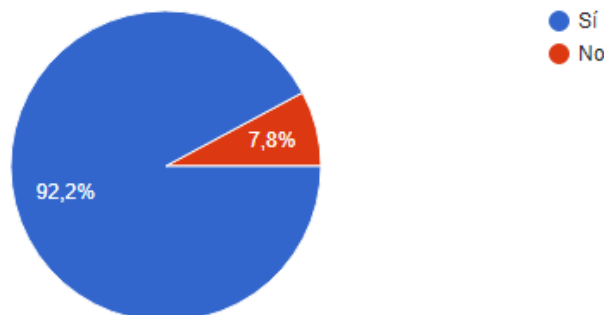


Figura 5 Encuesta realizada. Autoría propia. (2019)

Ubicación geográfica

Al identificar por medio de la encuesta realizada que el proyecto era viable, se definió un lugar donde se pudiera simular una huerta urbana y realizar el montaje del sistema de monitoreo, teniendo en cuenta la restricción a causa del COVID 19 donde por el decreto 636 del 2020 se tiene restricción para el desplazamiento dentro de la ciudad de Bogotá, en base a esta restricción se realiza el montaje en una vivienda ubicada en al sur de Bogotá en la localidad de Bosa dirección carrera 89 a Bis No. 59 – 45 Sur.

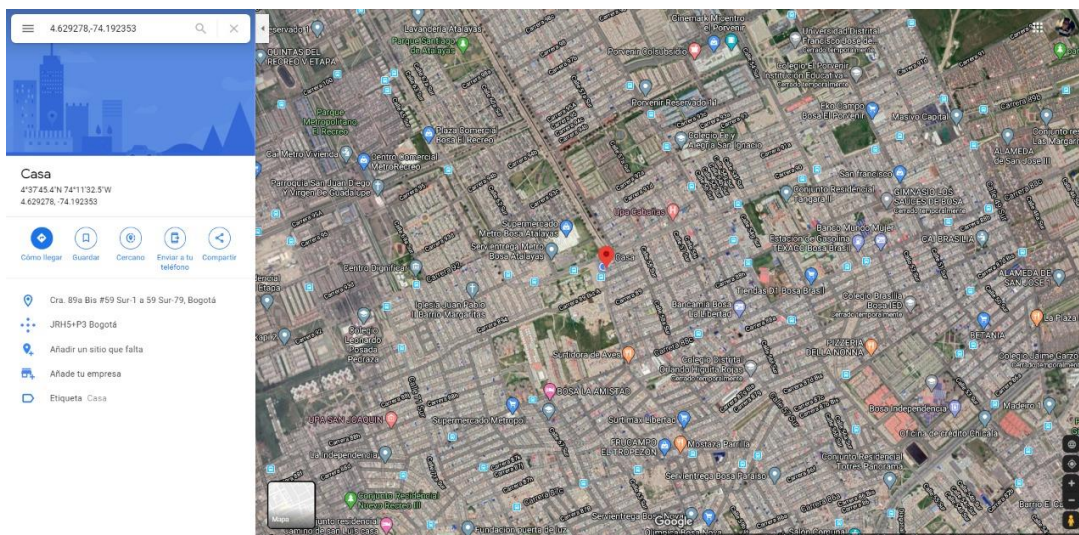


Figura 6 Ubicación geográfica de pruebas del proyecto. Google Maps (2019)

En la ubicación dada se recrearon las características de una huerta urbana a pequeña escala y se realizó el montaje del sistema de monitoreo teniendo en cuenta que el montaje pueda ser recreado en otra huerta urbana real y que los datos tomados sean correctos.

IoT en la actualidad

IoT es la evolución del internet y el cómo nos conectamos a él, la implementación del internet es muy importante para el mundo la manera en la cual transformamos los procesos que actualmente con la implementación de tecnología, garantiza una mejor utilización de recursos, mejorar el producción y optimización de procesos, la posibilidad de utilizar la conectividad del internet para monitorear y supervisar tareas o trabajos remotamente, impulsa al crecimiento de proyectos.

Según el (HERALDO, 2017) En 2022 el 50% de los negocios en Colombia dependerá del 'Internet de las cosas, afirmación que nos indica que todos los procesos y actividades que en la actualidad se realizan se deberán ir conectando al internet de las cosas, la aplicación de sensores, informática y tecnología harán que los proyectos sean más eficientes y sustentables en la vida.

Como por medio de IoT monitorear una huerta urbana.

El internet de las cosas tienes varias aplicaciones, en este proyecto se direccionará en cómo realizar el monitoreo y generación de alarmas de los cambios del ambiente en una huerta urbana, implementando sensores mediante los cuales se obtendrán datos reales de las variables de temperatura, humedad relativa, humedad del suelo e intensidad de luz, los cuales por medio de microcontrolador de Arduino se conectaran a una plataforma WEB mediante la cual se podrá realizar la parametrización de alertas y generar notificaciones o alarmas de los cambios que las variables establecidas presenten, estos datos serán suministrados en tiempo real que sirvan como guía para determinar cambios en las condiciones del ambiente y si existe la necesidad realizar algún tipo de control sobre estos.

Actualmente la agricultura colombiana se ha beneficiado con el uso de la tecnología IoT, según (Bancolombia, 2018) hay compañías que han implementado el uso de IoT para medir cambios de temperatura en cultivos de grandes extensión, permitiendo hacer planes de resiembra y reducir hasta el 30% el consumo de agroquímicos, razón por la cual el implementar el uso de IoT en una huerta urbana es un proyecto que promueve el desarrollo de estas tecnologías en Colombia, siendo

viable y sabiendo que en un futuro el uso de la tecnología y las huertas urbanas serán de gran ayuda a la economía y desarrollo del país.

Componentes de una red IoT

Una red IoT integra varios componentes que permiten el funcionamiento de un sistema, una variable a medir, un dispositivo que permita la medición de dicha variable (sensor), un micro controlador que permita la transmisión de datos tomados por el sensor, una base de datos o servidor físico o en la nube que permita la interacción con los variables tomadas, y un dispositivo que permita acceder a este servidor (Smartphone, laptop, Tablet), la combinación de estos componentes nos dan como resultado una red de IoT.



Figura 7 Componentes de una red IoT. Fuente Ioticos 2016

Definición microcontrolador

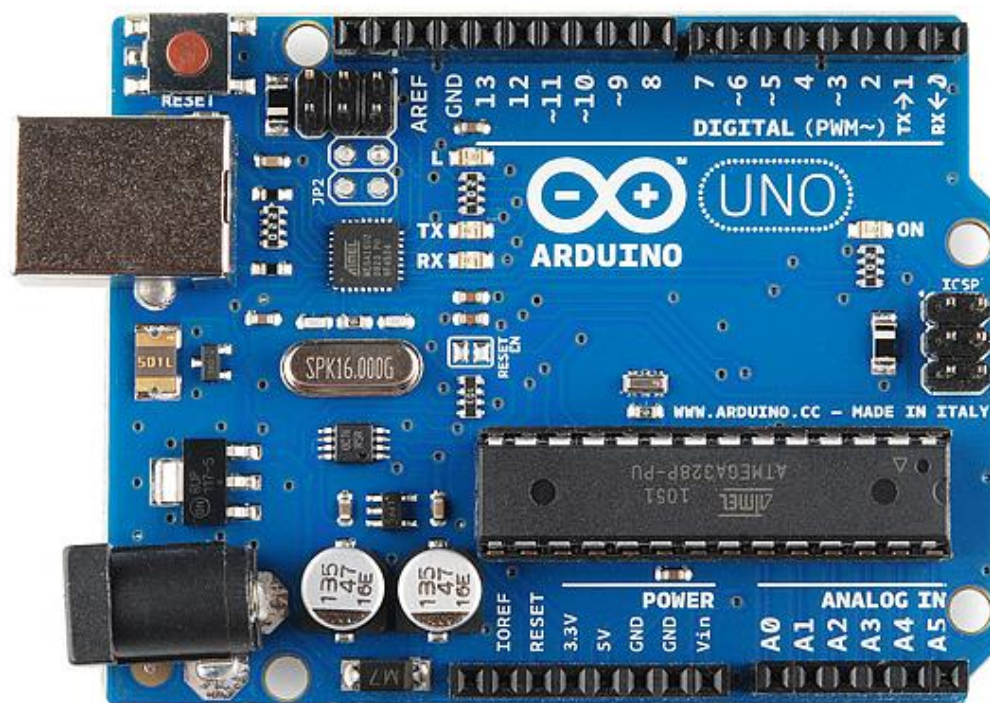


Figura 8 Placa de Arduino. Fuente (B_E_N, 2018)

Para el proyecto se usó el microcontrolador Arduino UNO el cual tiene como referencia o está inspirado en el microcontrolador ATmega328 de acuerdo con (JADIAZ, 2016) el microcontrolador Arduino está compuesto con 14 entradas/salidas digitales, de las cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos) y otras 6 son entradas analógicas. Además, incluye un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteado. La placa incluye todo lo necesario para que el microcontrolador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador. La implementación de este sensor se da a que es una placa muy fácil de usar y bastante económica, de esta manera se logra una solución factible para el estudio de las huertas urbanas.

Definición Shield Ethernet

Ethernet hanrun hr91105a o W5100.



Figura 9 Ethernet Shield. Fuente (Juan Luis Ahedo Mardones, Alejandra Ahedo González, 2020)

Para poder enviar la información tomada de los sensores a internet se implementó el shield Ethernet hanrun hr91105a se usó este shield ya que permite una configuración fácil y rápida, de acuerdo con (LLAMAS, 2017) El W5100 es un controlador de Ethernet fabricado por Wiznet especialmente diseñado para aplicaciones embebidas. Podemos emplear este controlador con un procesador como Arduino para implementar comunicación por internet. El W5100 está diseñado para facilitar la implementación de conectividad a internet sin necesidad de un SO, lo que lo hace interesante para MCU y aplicaciones de IoT. Incluye una pila de TCP/IP por hardware y buffer interno de 16Kbytes para Tx/Rx. Esto permite liberar de estas tareas al procesador, siendo una de sus principales ventajas frente a otros controladores de Ethernet como el ENC28J60. El W5100 puede conectarse mediante SPI, por lo que es muy sencilla la conexión con la mayoría de procesadores. Algunos módulos incorporan un lector de tarjeta SD, donde podemos guardar ficheros (HTML, txt, jpg, png) con los que trabajar cuando actuemos como servidor.

Definición de sensores

El uso de la tecnología se ha convertido en una necesidad casi que obligatoria, ahora gracias a las diferentes aplicaciones que podemos obtener con la tecnología podemos dar enfoque a ciertas necesidades, como en este caso un cuidado o monitoreo de una huerta urbana. Según los

comentarios de (The world is my friend., 2020) La evolución y el acceso al Internet en estos últimos tiempos ha crecido enormemente y hoy hay mucha gente, especialmente las nuevas generaciones ya nacieron con esto, por lo que dentro de un tiempo ya el Internet sea algo intrínseco en nuestras vidas, y su crecimiento no lo podremos detener. Ahora bien, similar a la dependencia del teléfono celular, el Internet ha hecho que muchas cosas se mejoren, haciendo procesos más eficientes, búsquedas de información mucho más sencilla, comunicación a distancia a tiempo real, y especialmente que ha economizado mucho los costos de los envíos de mensajes que anteriormente solo se daba por correspondencia. Y ahora en cuanto la relación de nuestra planeación de nuestro huerto y la informática podemos de muchas maneras aprovechar y tener un lado positivo. Por ejemplo, podremos hacer estudios sobre los terrenos, la temperatura, la humedad, la intensidad de luz, para evaluar cuál es el cultivo más adecuado que se pueda implementar o sembrar en ese terreno. También podemos establecer alertas para cuando se presenten cambios de parámetros preestablecidos ser notificados y de esta manera controlar un mejor desarrollo de las huertas y las plantas, se puede optimizar tareas como el riego de cultivos ya sé que tienen valores de la humedad del suelo determinando así cuando es o no necesario regar los cultivos. De manera económica y bastante práctica utilizaremos los siguientes sensores, lo cuales son de fácil acceso y configuración.

Sensor de humedad FC-28.

Viene incorporado con un divisor de voltaje que es el LM-393 este divisor de voltaje transforma la conductividad registrada a un valor analógico el cual permite que el Arduino o cualquier otro microcontrolador pueda leer

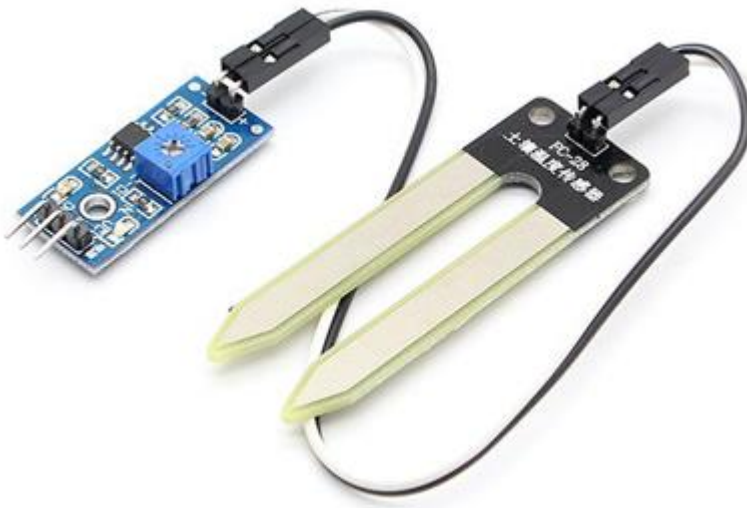


Figura 10 Componentes de una red IoT. Fuente (Veloso, 2016).

Nos apoyaremos en la definición que hace (Llamas, 2016) del sensor FC-28 donde informa que es un sensor sencillo con el cual podemos determinar la humedad del suelo por la variación de su conductividad. Como haremos uso de este sensor para tener un control mínimo de riego es eficiente el uso de este sensor, vale la pena aclarar que este sensor no tiene la suficiente precisión para hacer un cálculo absoluto de suelo. La distribución que tiene el FC-28 se distribuye con una placa de medición estándar que permite obtener la medición como valor analógico o como una salida digital, activada cuando la humedad supera un cierto umbral.

Los valores obtenidos van desde 0 sumergido en agua, a 1023 en el aire (o en un suelo muy seco). Un suelo ligeramente húmedo daría valores típicos de 600-700. Un suelo seco tendrá valores de 800-1023.

Módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz.

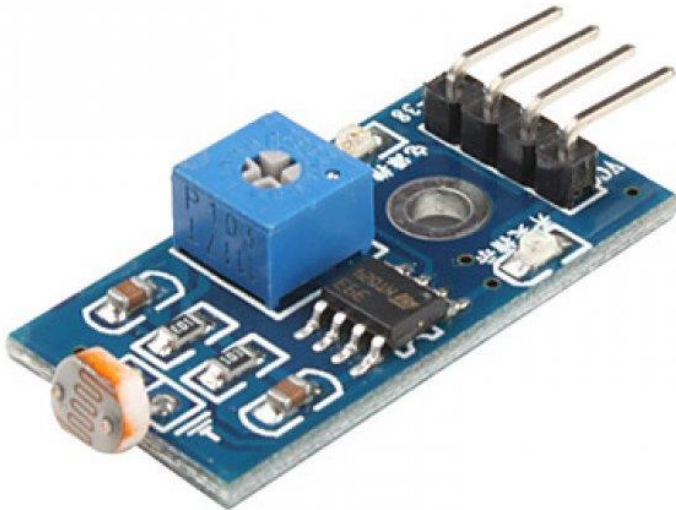


Figura 11 Módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz. Fuente (mechatronics, 2020).

Este módulo usa una placa Flying Fish MH la cual tiene integrada el mismo amplificador LM393 que usamos en el sensor FC-28. De acuerdo a la información de (Arrieta, ARCA ELECTRONICA, 2019) Esta placa es muy utilizada para montar elementos simples pues nos permite obtener la salida analógica usual (A0) y además tiene en su conjunto un amplificador operacional LM393 en modo de comparador con el fin de proveer una salida digital (D0) alta o baja dependiendo de una referencia impuesta por un pequeño potenciómetro montado también en la misma placa, una vez la señal supere la referencia la salida digital se pondrá en bajo.

Sensor DHT11.

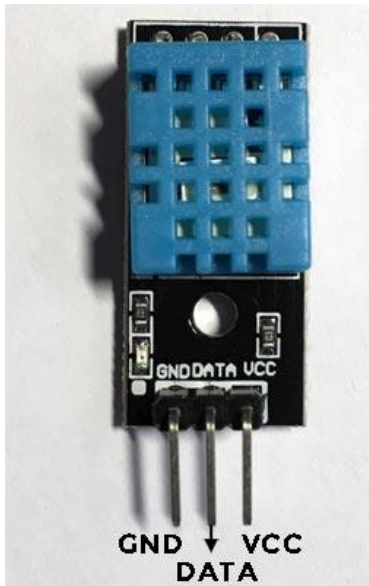


Figura 12 Sensor DTH11 con PCB. Fuente (Hernández, 2020).

El sensor que se utilizó para la medición de la temperatura y humedad relativa del ambiente fue el sensor DHT11 con PCB, este sensor nos permite tomar una señal analógica la cual es convertida en una señal digital y enviada a un microcontrolador.

Se hace uso de este sensor ya que es capaz de tomar datos de humedad relativa y de temperatura con un costo muy bajo, además tiene a su propiedad una interfaz serial, la cual es conectada con un único pin. Es indispensable indicar que este sensor es un poco lento en la toma de datos, por lo tanto, si queremos agrandar la huerta a más de 5 metros es necesario implementar más sensores. Como el tamaño de la huerta implementada es inferior a 5 metros hacemos uso de este sensor ya que tiene un costo muy bajo. La información la transmite en un paquete de 40 bits 0011 0101 0000 0010 0001 1000 0000 0000 0011 1001, donde 0011 0101 0000 0010 son los datos que toma para la humedad y 0001 1000 0000 0000 son los datos de la temperatura, la primera trama de 8 bits hace referencia al número entero y el restante hace referencia al decimal, de esta misma forma aplica para los datos de temperatura y el resultado o bits de paridad hacen el papel de verificar si la información que tomo el sensor es la correcta.

Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas de los sensores.

Tabla 3
Características del sensor FC-28

	FC-28
Voltaje de alimentación	3.3V ~ 5V
Corriente de operación	35 Ma
Voltaje de señal de salida analógico (AO)	0 a VCC
Voltaje de señal de salida digital (DO)	3.3V/5V TTL
Superficie de electrodo	Estaño
Dimensiones YL-38	30*16 mm
LM393	Modo comparador
Conexión	4 pines

Nota. Elaboración propia con información tomada de (NAYLAMP MECHATRONICS, 2020)

Tabla 4
Características del sensor Fotorresistencia LDR

	Fotorresistencia LDR
Voltaje de funcionamiento	3.3V ~ 5V
Tipo	Resistencia dependiente de Luz
LM393	Modo comparador
Salida digital (DO)	15mA
Dimensiones	3.2 cm x 1.4cm
Peso	0.005 kg
Conexión	4 pines

Nota. Elaboración propia con información tomada de (I+D Electrónica, 2020)

Tabla 5
Características del sensor DHT11

	DHT 11
Voltaje de funcionamiento	3.3V ~ 5V
Rango de temperatura	0° a 50° con 5% de precisión (Solo mide en grados, no fracciones)
Rango de humedad	20% al 80% con 5% de precisión
Tiempo de muestra	1xSeg.
Dimensiones	15.5mm x 12mm x 5.5mm
Conexión	4 pines

Nota. Elaboración propia con información tomada de (PROMETEC, 2020)

Especificaciones técnicas del Microcontrolador Arduino y Shield Ethernet

Tabla 6

Características del Arduino UNO

	Arduino UNO
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (limites)	6-20V
Pines de E/S digitales	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente DC por pin de E/S	40mA
Corriente DC para 3.3V Pin	50mA
Memoria Flash	32KB de los cuales 0,5 KB utilizados por el bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj	16 MHz

Nota. Elaboración propia con información tomada de (DescubreArduino.com, 2020)

Tabla 7

Características del Shield Ethernet.

	Shield Ethernet
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (limites)	6-20V
Pines I/O	14 (4 con PWM)
Pines reservados	10 a 13 para SPI, 4 para SD, 2 para interrupción W5100
Corriente DC por pin de I/O	40mA
Corriente DC para 3.3V Pin	50mA
Memoria Flash	32KB de los cuales 0,5 KB utilizados por el bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj	16 MHz
Entradas análogas	6

Nota. Elaboración propia con información tomada de (BricoGeek, 2020)

Comparativo de sensores

Sensores de humedad de suelo.

En el mercado se encontró una gran variedad de sensores para determinar la información de la humedad del suelo, pero teniendo en cuenta que se quiere brindar economía al usuario, se tomaron como referencia los siguientes sensores para el estudio de la huerta:

- Octopus Sensor de Humedad
- Sensor FC-28
- Sensor Hd-38
- Sensor Gikfun Ek1940

Después de revisar el funcionamiento y listado de precios se logra identificar que el sensor con mayor aceptación al proyecto fue el FC-28, teniendo en cuenta las siguientes características:

- Precio
- Durabilidad
- Capacidad de tomar información

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que los sensores Hd-38 y Gikfun Ek1940 tienen mayor capacidad para la toma de datos, pero son costosos para lo que se quiere implementar. El precio para el Hd-38 es de \$30.000 COP y para el Gikfun Ek1940 es de \$115.990 COP, por tal motivo se procede a descartar dichos sensores, teniendo en cuenta que aumentan los precios de inversión del proyecto. Por otro lado, el sensor Octopus no se consigue en Colombia lo cual requiere una inversión de aproximadamente \$40.000 COP y mayor disponibilidad de tiempo para la ejecución; adicionalmente, su durabilidad es muy corta por lo que no es viable implementarlo al proyecto. Teniendo en cuenta lo indicado, se toma el FC-28 que tiene un valor de \$5.000 COP lo cual nos benefició bastante porque se puede ofrecer un servicio muy asequible para cualquier agricultor o persona natural.

Sensor de humedad relativa y temperatura.

Para medir la humedad relativa del ambiente y temperatura se encontraron cuatro posibles sensores los cuales son:

- HR202 Sensor de Humedad: Es un sensor de bajo costo, el cual modifica los valores de su resistencia de acuerdo a la humedad que hay en el ambiente.

- Módulo sensor analógico de temperatura ambiente para Arduino: Se basa en el funcionamiento de un termistor, es decir que cambia de valores su resistencia de acuerdo a los cambios del entorno la información que toma se almacenan al IO del Arduino.

- LM35DZ: Es un sensor de bajo costo y muy utilizado en proyectos básicos, tiene una capacidad rápida de tomar los datos, ya que maneja su salida lineal el cual es completamente igual a la temperatura en grados Celsius.

- DHT11: Este sensor permite tomar la información de humedad relativa y temperatura del ambiente a través de su señal modificada.

Teniendo en cuenta las características mencionadas anteriormente, se toma el sensor DHT11 ya que agrupa la medición de humedad relativa y temperatura del ambiente con un costo asequible.

Sensor de luz.

Para el sensor de luz se buscó una fotorresistencia que ya tuviera incorporada la placa PCB con el fin de no hacer uso de un circuito adicional, lo cual requeriría mayor espacio y costos. Por ende, se implementa el módulo fotorresistencia LDR.

Tabla 8

Costos

Computador	\$ 1.200.000
Arduino	\$ 26.000
Shield Ethernet	\$ 25.000
Dht11	\$ 6.500
Fotorresistencia LDR	\$ 5.000
Fc-28	\$ 5.000
Total	\$ 1.267.500

Nota. Elaboración propia, tabla de costos del proyecto

Capítulo 2

Ejecución del proyecto

Como se especificó anteriormente para la ejecución del proyecto se trabajará con el micro controlador Arduino UNO y un módulo de Ethernet Arduino Hanrun hr91105a, por su bajo costo y alto rendimiento para las funciones que realizaremos con los sensores anteriormente indicados, a continuación, mostraremos la manera en la cual se realizó la conexión de los sensores con el micro controlador Arduino Uno y la programación realizada para la lectura de las variables indicadas anteriormente.

Instalación del Software de Arduino IDE

La gran ventaja del Arduino es que tiene su propio IDE lo cual permite una implementación fácil y rápida de los sensores utilizados, este software se descarga directamente desde la página de Arduino. El software que se instaló para un SO Windows.

Arduino - Software

arduino.cc/en/Main/Software

Aplicaciones YouTube Maps Noticias Imágenes Constantine 1x2 | Cue... Correo: Osma Molina... WhatsApp

SIGN IN

Download the Arduino IDE



ARDUINO 1.8.12

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. It runs on Windows, Mac OS X, and Linux. The environment is written in Java and based on Processing and other open-source software. This software can be used with any Arduino board. Refer to the [Getting Started page](#) for Installation instructions.

- Windows Installer, for Windows 7 and up
- Windows ZIP file for non admin install
- Windows app Requires Win 8.1 or 10 [Get](#)
- Mac OS X 10.10 or newer
- Linux 32 bits
- Linux 64 bits
- Linux ARM 32 bits
- Linux ARM 64 bits
- Release Notes
- Source Code
- Checksums (sha512)

HOURLY BUILDS

LAST UPDATE
20 May 2020 4:34:59 GMT

Download a **preview of the incoming release** with the most updated features and bugfixes.

Windows
Mac OS X (Mac OS X 10.10 or later)
Linux 32 bit , Linux 64 bit , Linux ARM, Linux ARM64

BETA BUILDS

BETA

Download the **Beta Version** of the Arduino IDE with experimental features. This version should NOT be used in production.

Windows
Mac OS X (Mac OS X 10.10 or later)
Linux 32 bit, Linux 64 bit, Linux ARM, Linux ARM64

Figura 13 Página para descargar IDE. Autoría propia (2019)

Montaje del Shield Ethernet

La conexión del shield es muy práctica ya que tiene los mismos pines del Arduino, así que es solo hacer coincidir cada PIN en su sitio el cual quedaría de la siguiente manera.



Figura 14 Conexión del Shield Ethernet al Arduino. Autoría propia (2019)

Después de hacer la instalación de Shield al Arduino, se instala la librería del módulo Ethernet y se define de la siguiente manera.

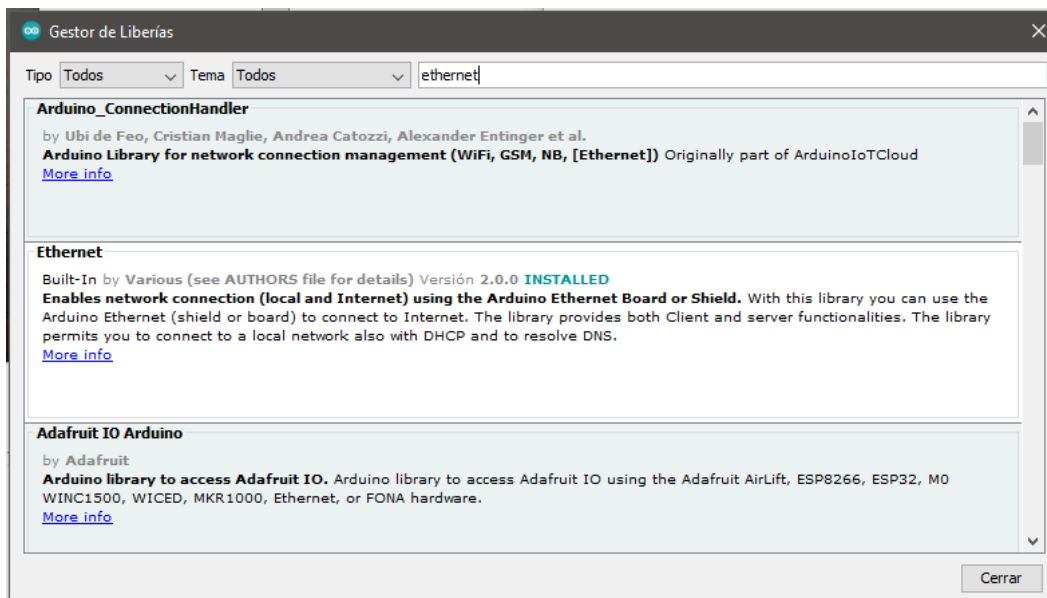


Figura 15 Instalación librería Ethernet. Autoría propia. (2020)



```
suelo.ambien.luz
#include <Ethernet.h>
#include <SPI.h>
```

Figura 16 Definición librería Ethernet. Autoría propia (2020)

Código para implementar el Shield Ethernet y asignación de MAC la cual es la misma que se muestra a continuación a menos de que la placa tenga su propia dirección.

```
Serial.print(F("Starting ethernet..."));
if (!Ethernet.begin(mac)) {
  Serial.println("failed");
}
else {
  Serial.println(Ethernet.localIP());
}
/* Give the Ethernet shield a second to initialize */
delay(2000);
Serial.println("Ready");
}

byte mac[] = { 0xDE , 0xAD , 0xBE , 0xEF , 0xFE , 0xED };
```

Figura 17 Código para el módulo Ethernet. Autoría Propia. (2020)

La información del Shield en el puerto serial se muestra de la siguiente manera.

```

COM3
Starting ethernet...192.168.0.29
Ready
Humedad: 94 %
Temperatura: 21 °C
La lectura es: 1023
La Humedad es del: 0%
Planta con luz
HTTP/1.1 200 OK

```

Figura 18 Información del puerto serial del módulo Ethernet. Autoría propia. (2020)

Montaje de sensores

Montaje Sensor FC-28.

Conectamos la salida de GND Y 5V a los pines respectivos del Arduino (GND cable azul, 5V cable rojo).

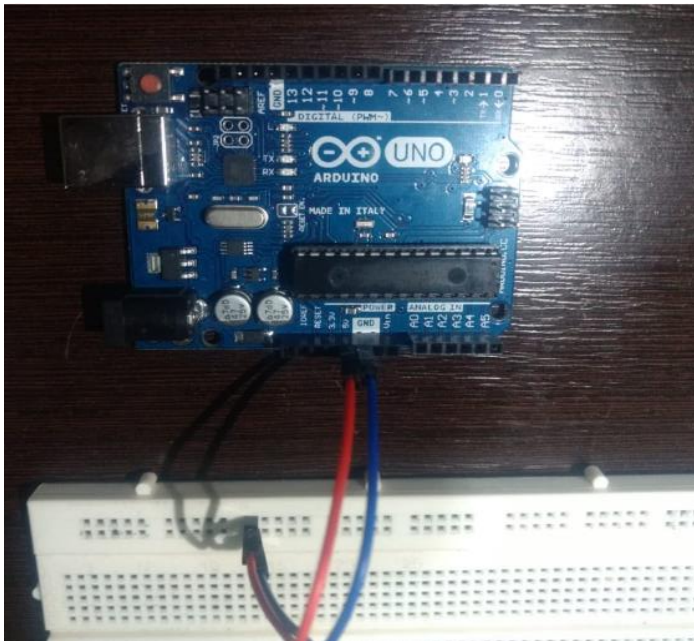


Figura 19 Conexión de VCC y GND. Autoría propia. (2020)

Luego conectamos la salida analógica A0 al pin A2 del Arduino (cable gris).

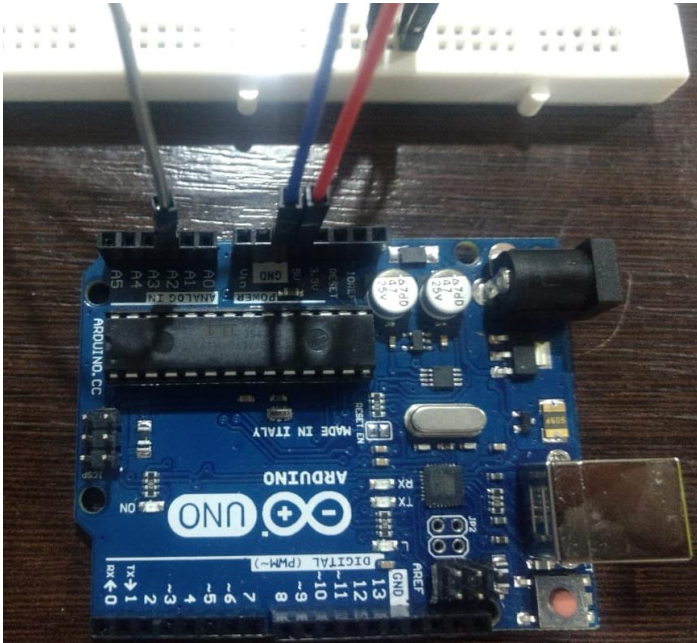


Figura 20 Conexión del Sensor de Suelo FC-28. Autoría propia. (2020)

Luego en el software de Arduino hacemos la programación del sensor.

```

void setup () {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int lectura = analogRead(A2);

  Serial.print("La lectura es: ");
  Serial.println(lectura);

  //lecturas entre 1000 - 1023
  if (lectura >= 1000){
    Serial.println(">> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<");
  }
  else if (lectura <1000 && lectura >= 600){
    Serial.println(">> SUELO SECO <<");
  }
  else if (lectura < 600 && lectura >=370){
    Serial.println(">> SUELO HUMEDO <<");
  }
  else if (lectura <370){
    Serial.println(">> SUELO MUY HUMEDO <<");
  }

  delay(3000);
}

```

Figura 21 Código para programar sensor de suelo. Autoría propia. (2020)

En este programa indicamos la comunicación al microcontrolador, en el void setup. Posterior a esto en el loop indicamos el pin analogico que utilizaremos.

Luego de esto, vamos a definir lo que vamos a imprimir, la lectura que se define en 3 procesos si la lectura se acerca a 1023 quiere decir que el sensor esta fuera del agua o se esta secando.

```
>> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<
La lectura es: 265
>> SUELO MUY HUMEDO <<
La lectura es: 259
>> SUELO MUY HUMEDO <<
La lectura es: 1023
>> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<
La lectura es: 1023
>> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<
La lectura es: 996
>> SUELO SECO <<
La lectura es: 1022
>> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<
La lectura es: 1023
>> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<
La lectura es: 1023
>> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<
La lectura es: 1022
>> SENSOR DESCONECTADO O FUERA DEL SUELO <<
La lectura es: 110
>> SUELO MUY HUMEDO <<
La lectura es: 118
>> SUELO MUY HUMEDO <<
- . . . . .
```

Figura 22 Resultado de puerto serial. Autoría propia. (2020)

Pero para nuestro proyecto hacemos uso de la función map la cual permite hacer una equivalencia en diferentes rangos.

```
int lecturaPorcentaje = map(lectura, 1023, 0, 0, 100);

Serial.print("La Humedad es del: ");
Serial.print(lecturaPorcentaje);
Serial.println("%");
```

Figura 23 Uso de la función map. Autoría propia. (2020)

El cual nos muestra la información en porcentajes.

```
La Humedad es del: 0%  
La lectura es: 336  
La Humedad es del: 67%  
La lectura es: 165  
La Humedad es del: 83%  
La lectura es: 179  
La Humedad es del: 82%  
La lectura es: 182  
La Humedad es del: 82%  
La lectura es: 1023  
La Humedad es del: 0%  
La lectura es: 137  
La Humedad es del: 86%  
La lectura es: 641  
La Humedad es del: 37%  
La lectura es: 293  
La Humedad es del: 71%  
La lectura es: 276  
La Humedad es del: 73%  
La lectura es: 1023  
La Humedad es del: 0%  
La lectura es: 1023  
La Humedad es del: 0%  
La lectura es: 1023
```

Figura 24 Resultado de puerto serial. Autoría propia. (2020)

Montaje módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz.

Realizamos la conexión de VCC y GND. (Cable amarillo 5V, cable naranja GND).

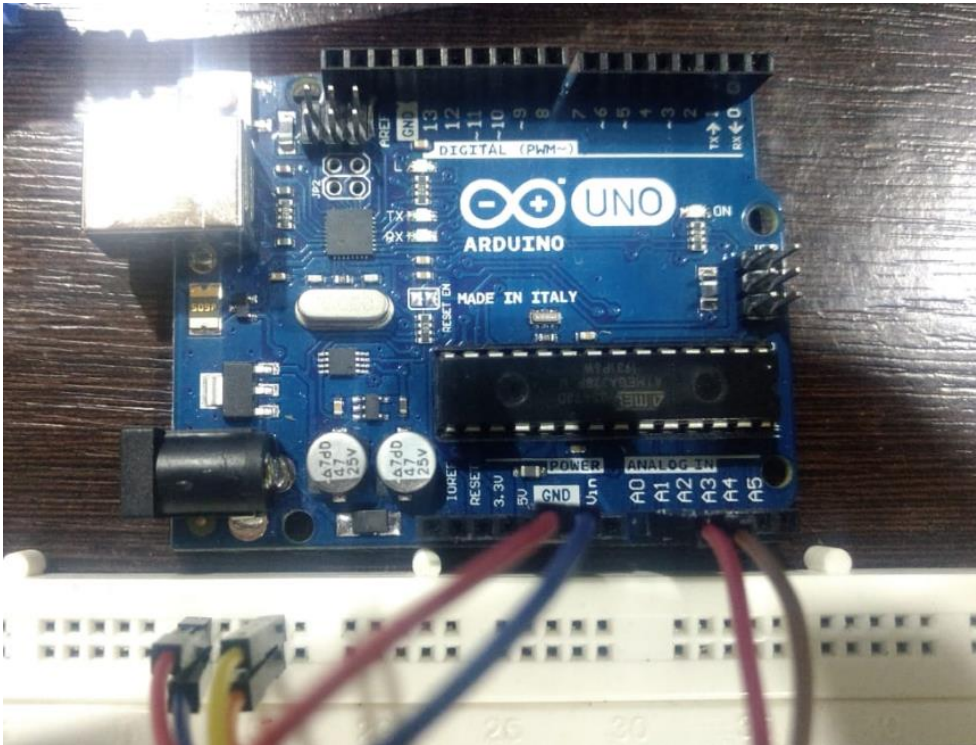


Figura 25 Conexión del Sensor de luz. Autoría propia. (2020)

Posterior a esto vamos a definir las salidas del sensor a los pines A0 y A1.

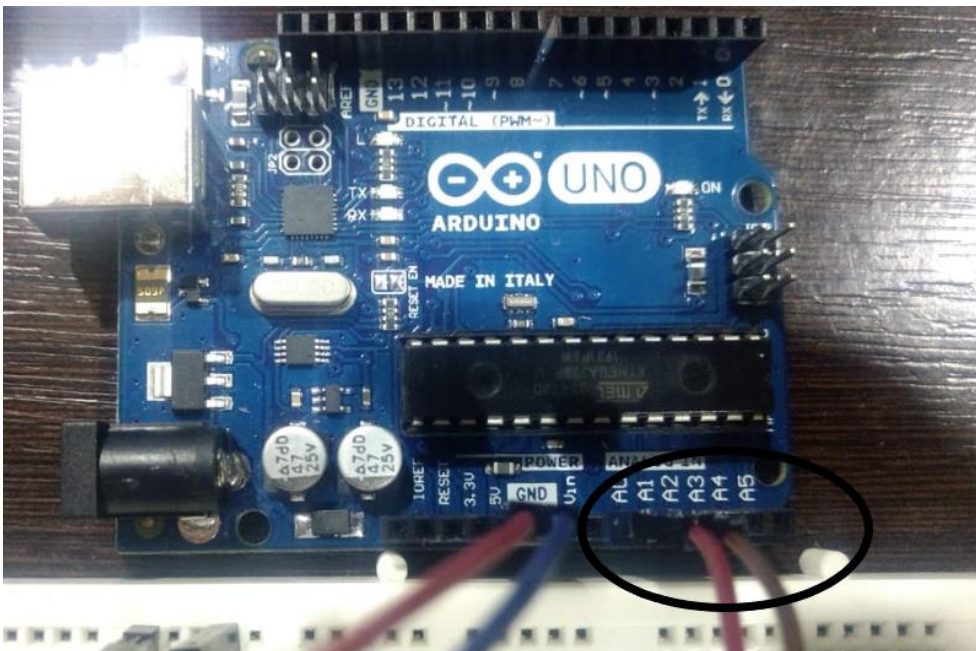


Figura 26 Conexión del Sensor de luz, especificando pines. Autoría propia. (2020)

Luego en el software de Arduino hacemos la programación del sensor.

```

int pin_analogico = A1; // definimos los pines por los que
int pin_digital = A0; // conectamos las salidas del módulo

void setup() {
  Serial.begin(9600); //iniciamos la comunicación serial
  pinMode(pin_analogico,INPUT); // definimos como entrada
  pinMode(pin_digital,INPUT_PULLUP); //definimos como entrada
}

void loop() {

  // Esperamos 5 segundos entre medidas
  delay(3000);

  // si la salida digital está en cero, es porque se ha superado el valor de referencia
  // entonces se desplegará el mensaje: "salida digital activa"
  if (digitalRead(pin_digital) == LOW)
  {
    Serial.println("Planta con luz");
  }
  else
  {
    Serial.println("Planta sin luz"); // de otra forma de desplegará "salida digital inactiva"
  }
}

```

Figura 27 Código para programar sensor de luz. Autoría propia. (2020)

Al inicio del programa vamos a definir los pines que usamos como salidas del módulo, luego definimos el pin como entrada. Cuando la salida digital está en cero mostrara que la planta esta con luz y de lo contrario mostrara planta sin luz.

```

|
|
|
Planta con luz
Planta sin luz
Planta con luz
Planta con luz
Planta con luz
Planta con luz
Planta con luz
Planta sin luz
Planta sin luz

```

Figura 28 Resultado de puerto serial. Autoría propia. (2020)

Montaje sensor DHT11.

En la siguiente imagen se muestra las conexiones que se deben realizar entre el sensor DHT11 con PCB al Arduino uno en este caso solo se usa un pin para enviar los datos al Arduino que es el (D2) obviando las conexiones de VCC y GND.

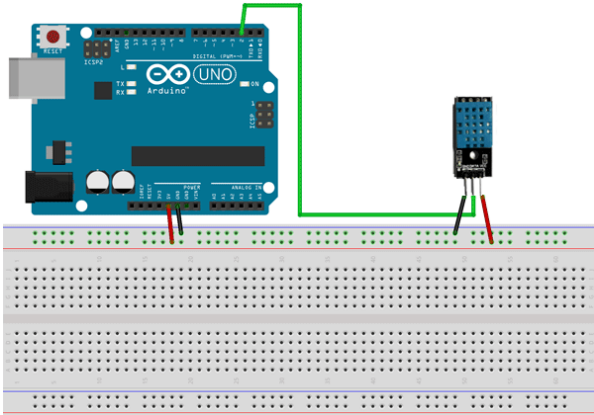


Figura 29 Montaje sensor DHT11. Fuente (Hernández, 2020).

En esta imagen se muestra las conexiones que se deben realizar entre el sensor DHT11 con PCB al Arduino uno.

En la siguiente imagen se muestra la definición de la librería del sensor utilizado y el código que se utilizó para programar el DHT11.

```

// Incluimos librería
#include <DHT.h>

// Definimos el pin digital donde se conecta el sensor
#define DHTPIN 2
// Dependiendo del tipo de sensor
#define DHTTYPE DHT11

int temperatura, humedad,indcalor;
// Inicializamos el sensor DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHT11);

void setup() {
  // Inicializamos comunicación serie
  Serial.begin(9600);

  // Comenzamos el sensor DHT
  dht.begin();
}

void loop() {
  // Esperamos 5 segundos entre medidas
  delay(3000);

  // Leemos la humedad relativa
  humedad = dht.readHumidity();
  // Leemos la temperatura en grados centigrados (por defecto)
  temperatura = dht.readTemperature();
  // Leemos la temperatura en grados Fahrenheit
  indcalor = dht.readTemperature(true);

  // Comprobamos si ha habido algún error en la lectura
  if (isnan(humedad) || isnan(temperatura) || isnan(indcalor)) {
    Serial.println("Error obteniendo los datos del sensor DHT11");
    return;
  }

  Serial.print("Humedad: ");
  Serial.print(humedad);
  Serial.println(" %");
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.print(temperatura);
  Serial.println(" °C ");
  delay(1000);
}

```

Figura 30 Código para programar sensor DHT11. Autoría propia. (2020)

La información de este sensor se ve en el puerto serial de la siguiente manera.

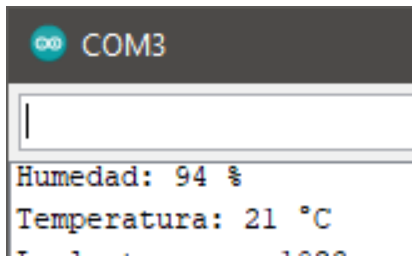


Figura 31 Resultado de puerto serial. Autoría propia. (2020)

Capítulo 3

Uso de plataforma IoT

El enfoque principal de nuestro proyecto siempre va de la mano con la economía por eso se hizo uso de los servicios gratuitos que ofrece la plataforma Ubidots, donde podremos definir diferentes variables para mostrar la información tomada de los sensores utilizados, además de esto la usamos también para generar alertas de acuerdo a factores que puedan afectar el monitoreo de la huerta urbana.

De acuerdo con (Cárdenas, 2016) Una plataforma IoT es la base para que dispositivos estén interconectados y se genere un ecosistema propio. Dicho de otra forma y según Link-labs, una plataforma web integrada al Internet of Things (IoT) es el software que conecta hardware, puntos de acceso y redes de datos a lo que generalmente suele ser la aplicación de la que disfruta el usuario. El mercado de las plataformas IoT está en auge y en continua expansión, de hecho, hay encuestas que hablan de que más 80% de las empresas cree que el campo del Internet of Things es el más interesante para sus negocios. Además, estas plataformas son necesarias para solucionar problemas de middleware, que es la llamada “fontanería” del IoT. Ahora bien, hay que tener en cuenta que no todas las plataformas son IoT.

Ubidots

Ubidots presta un servicio en la nube, donde cada usuario cuenta con un portal web (dashboard) para visualizar la información de sus sensores de manera remota, centralizada y en tiempo real. Una vez almacenada la información, los usuarios pueden configurar acciones o reportes personalizados, configurar tableros y alertas, conectarse con otras plataformas, usar herramientas de analítica y arrojar mapas de datos en tiempo real, según (ProColombia, 2015).

En base a lo anteriormente indicado Utilizamos la plataforma de Ubidots para la aplicación de este proyectó, ya que nos ofrece los servicios requeridos para montar una red IoT, que en su versión Ubidots STEM nos permite acceder a estos servicios sin ningún costo.

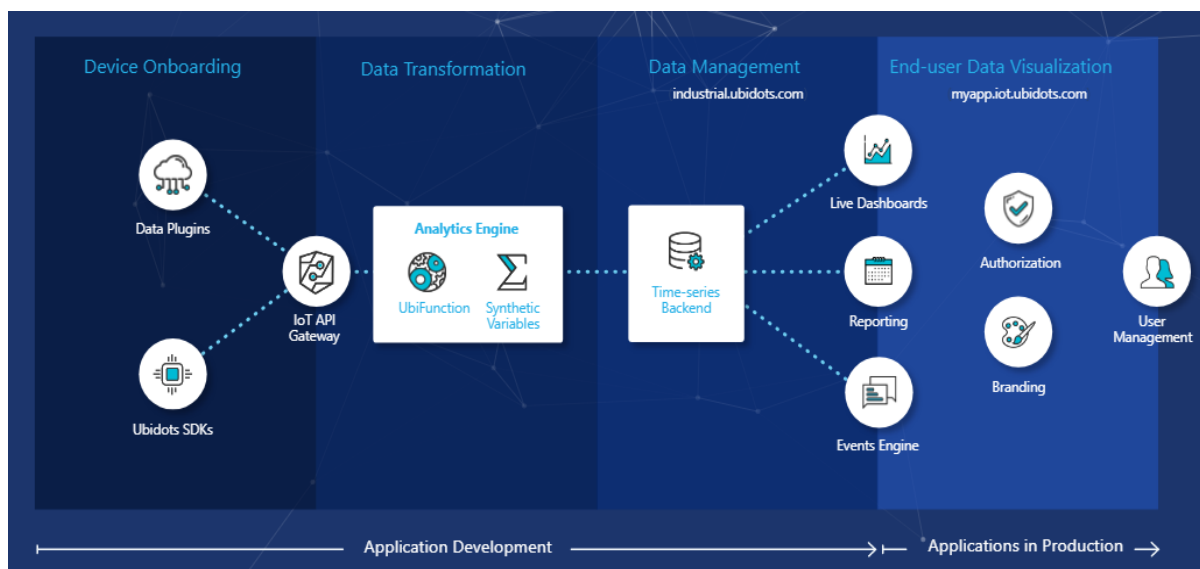


Figura 32 Página Ubidots. Autoría propia. (2020)

Como observamos en la ilustración anterior Ubidots nos permite conectar el hardware a la nube de Ubidots fácilmente con más de 200 bibliotecas, SDK y tutoriales probados por el usuario para guiar su integración a través de HTTP, MQTT, TCP, UDP o mediante el análisis de protocolos personalizados / industriales, podemos definir variables sintéticas las cuales se conectan por medio del microcontrolador de Arduino, una vez definidas estas variables podemos almacenar los datos tomados todos los días o cada segundo según sea adecuado a la necesidad de cada usuario.

Ubidots nos proporciona un panel de control mediante el cual podemos visualizar los datos tomados con gráficos de acciones de Ubidots, cuadros, tablas, indicadores, mapas, métricas y widgets de control, facilitando así la interacción y comprensión de los datos para cada usuario, también nos permite la exportación de los datos para poder ser analizados o cuando se necesiten ser entregados, adicionalmente cuenta con un servidor de correo electrónico el cual nos permite generar alertas a uno o más correos destinados por el usuario para que lleguen notificaciones cuando un parámetro preestablecido no se encuentra dentro de los rangos establecidos.

Hoy en día Ubidots también nos permite tener acceso a los datos tomados por medio de dispositivos Android donde podemos descargar la aplicación de Ubidots y estar conectados en cualquier momento.

A continuación, describiremos como creamos y utilizamos la plataforma de Ubidots para el desarrollo de este proyecto.

Creación de usuario y variables en la plataforma Ubidots

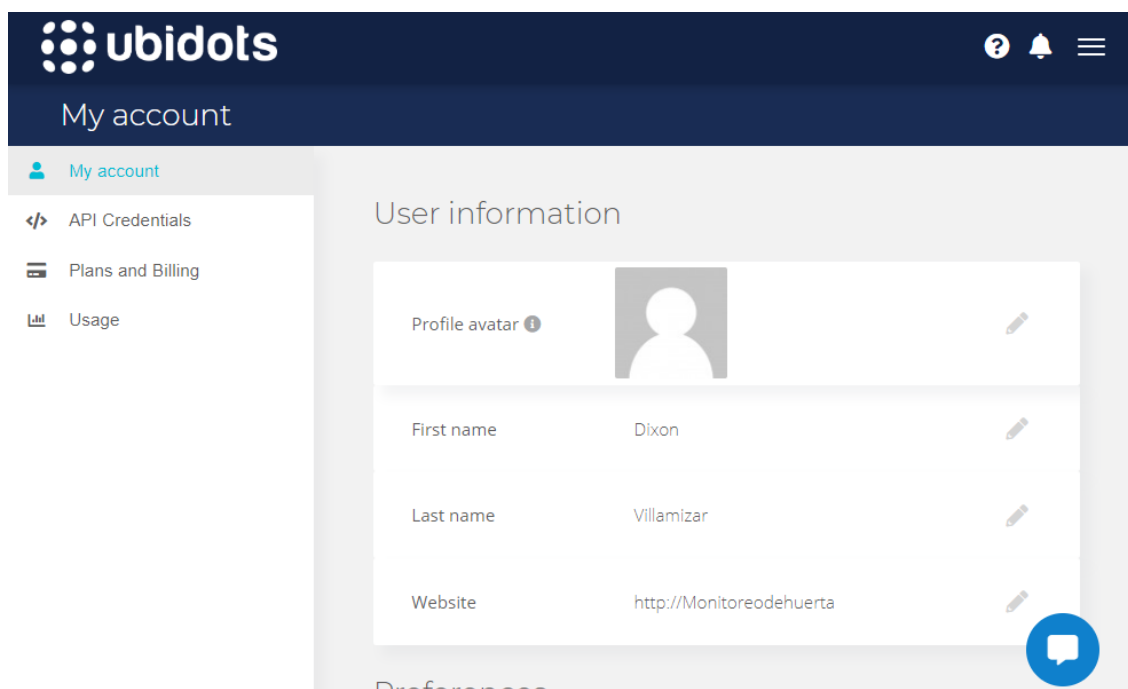


Figura 33 Información del Perfil creado Pagina Ubidots. Autoría propia. (2020)

En primera instancia debemos registrarnos en la plataforma de Ubidots, Después de haber creado un perfil estudiantil, buscamos la placa que vamos a conectar, esto nos permite agregar el tipo de dispositivo que utilizaremos, Ubidots nos crea una etiqueta API del tipo de dispositivo automáticamente quedando signado de la siguiente manera.



Figura 34 Información del dispositivo que usamos. Página Ubidots. Autoría propia. (2020)

Luego se crearon las variables que se definen en el programa de Arduino las cuales se muestran en la siguiente imagen.

```
char const * VARIABLE_LABEL_1 = " HumedadRelativa " ;
char const * VARIABLE_LABEL_2 = " HumedadSuelo " ; //
char const * VARIABLE_LABEL_3 = " Luz " ; // Asigna :
char const * VARIABLE_LABEL_4 = " Temperatura " ;
```

Figura 35 Asignación de variables en IDE de Arduino. Autoría propia. (2020)

Para la creación y configuración de las variables, Ubidots en su versión STEM nos permite configurar hasta 10 variables por dispositivo, para el desarrollo de este proyecto utilizamos 4 variables que se declararon en la ilustración anterior.

Luego de esto procedemos a agregar la librería de Ubidots al código de Arduino, también agregamos el Token único que nos asigna la página de Ubidots, el cual nos permitirá enviar los datos al servidor de Ubidots y enlazar el dispositivo que se usó. Y se definen las variables que evaluará la plataforma.

```
#include <UbidotsEthernet.h>
char const * TOKEN = " BBFF-P1WxMnjSCPV9LYoKYHavLxjJuC8csb ";

Ubidots client(TOKEN);

}
/* Sending values to Ubidots */
client.add(VARIABLE_LABEL_1, humedad);
client.add(VARIABLE_LABEL_2, lecturaPorcentaje);
client.add(VARIABLE_LABEL_3, value);
client.add(VARIABLE_LABEL_4, temperatura);
client.sendAll();
// Esperamos 5 segundos entre medidas
delay(5000);
}
```

Figura 36 Asignación de librería de Ubidots y Token. Autoría propia. (2020)

Definición de variables en Ubidots

Después de tener la conexión del programa con Ubidots se crean las variables que ya habían sido definidas previamente en el programa, quedando de la siguiente manera. Donde se ve el ID de la placa que se está usando y los valores que van tomando los sensores.

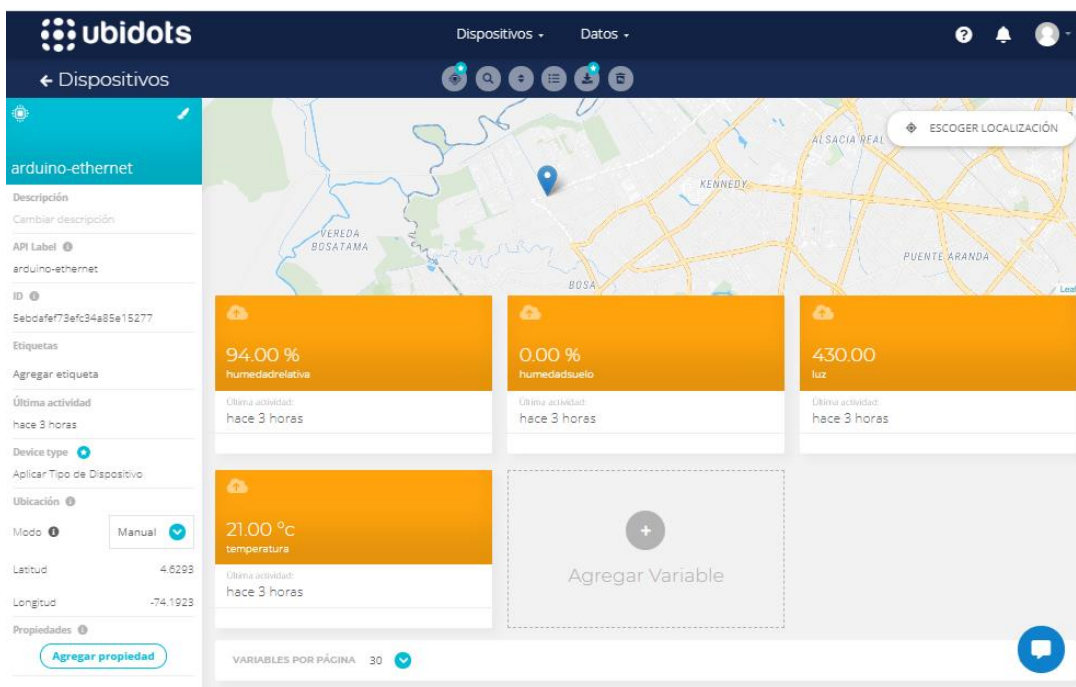


Figura 37 Visualización de variables. Página Ubidots. Autoría propia. (2020)

Registradas las variables en la página de Ubidots procedemos con la configuración y personalización del tablero siendo esta la interfaz gráfica que nos proporciona la página de Ubidots, donde vamos a visualizar los datos tomados por los sensores asignados a estas variables, la página de Ubidots proporciona Widgets que le permiten al usuario ver los datos de una manera más amigable, facilitando la comprensión de los datos mostrados.

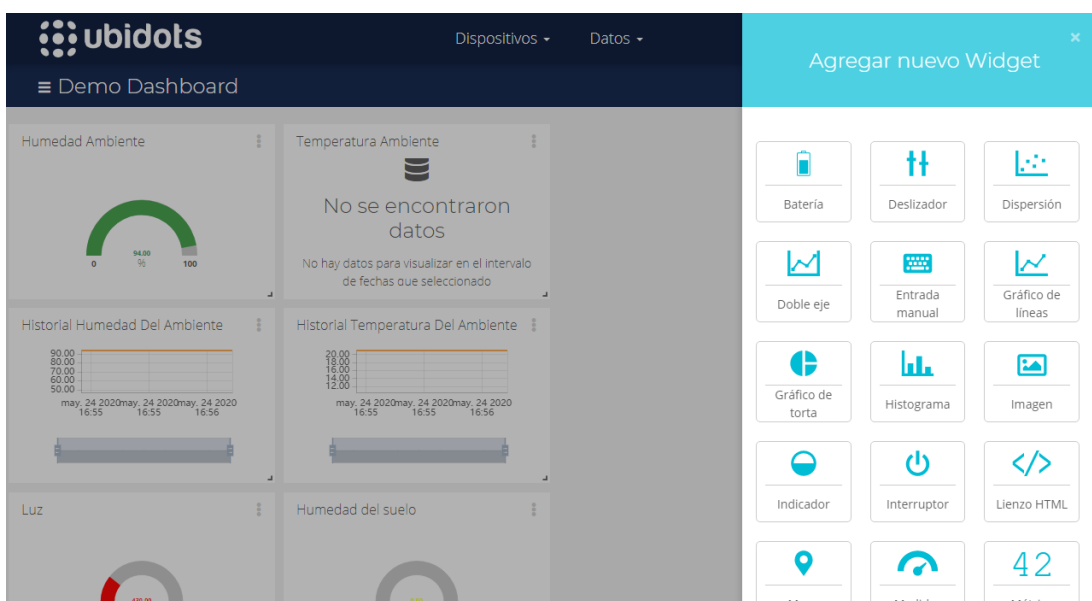


Figura 38 Widgets página Ubidots. Autoría propia. (2020)

Variable humedad del ambiente

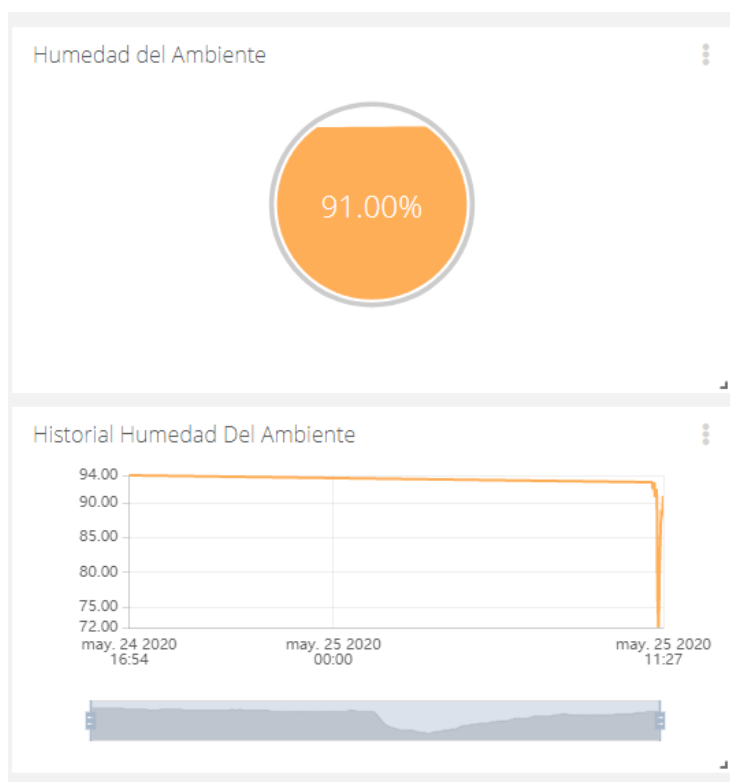


Figura 39 Variable humedad del ambiente. Autoría propia. (2020)

Como se puede apreciar en la ilustración anterior, evidenciamos la humedad que se encuentra en el ambiente donde se encuentra la huerta urbana, dato que es tomado por el sensor DHT11, al momento de declarar esta variable en la plataforma de Ubidots se estableció un rango de 0% a 100% para el índice de humedad, como se evidencia se disponen de dos Widgets uno que nos muestra la humedad en tiempo real y otro que nos genera una gráfica mostrándonos el histórico de los valores tomados, Ubidots en su versión STEM maneja una retención de datos de 1 mes, en donde si deseamos realizar una comparación entre varios meses podemos descargar el informe, almacenarlo y posteriormente generar comparaciones o informes detallados.

Variable temperatura del ambiente

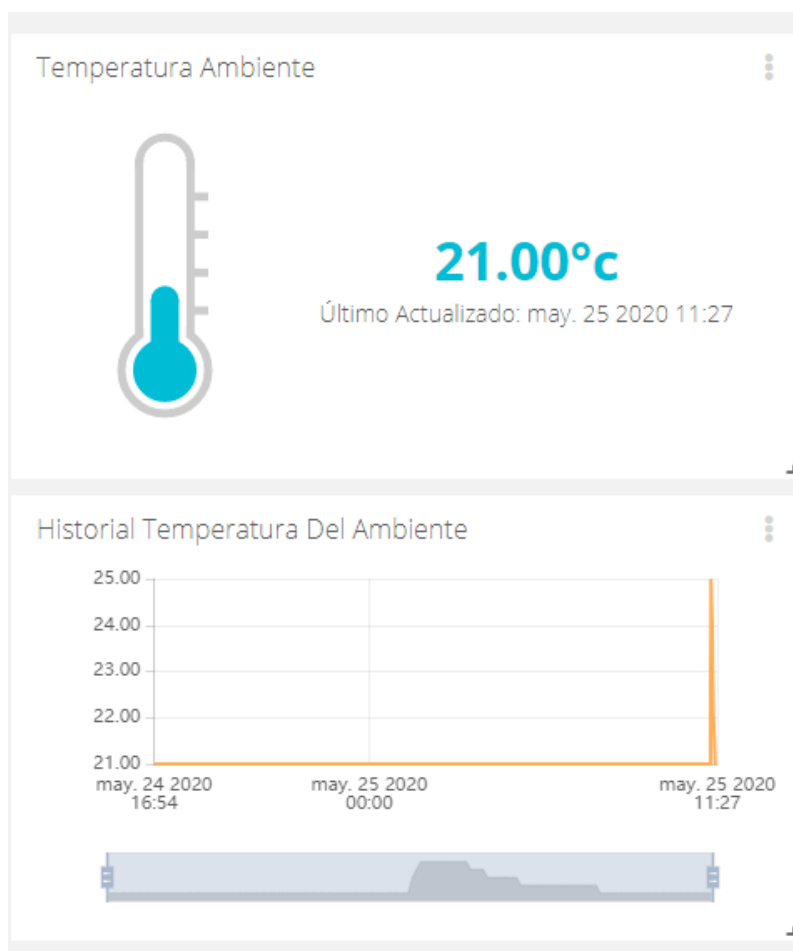


Figura 40 Variable temperatura del ambiente. Autoría propia. (2020)

Para la variable de temperatura del ambiente los datos mostrados son tomados por el sensor DHT11, esta variable en la plataforma de Ubidots se estableció un rango de 0°C a 100°C para el índice de temperatura, como se evidencia se disponen de dos Widgets uno que nos muestra la temperatura en tiempo real y otro que nos genera una gráfica mostrándonos el histórico de los valores tomados.

Variable humedad del suelo

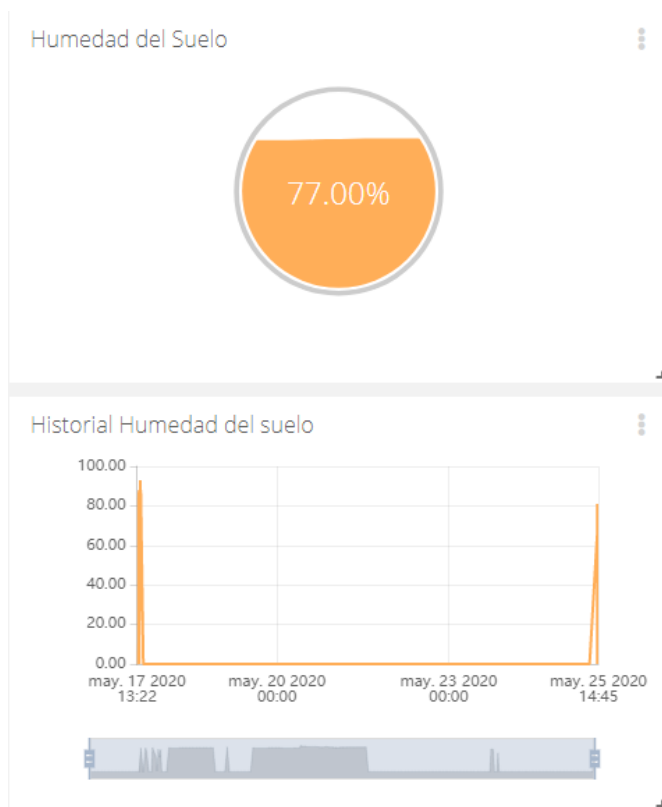


Figura 41 Variable Humedad del suelo. Autoría propia. (2020)

Para la variable de Humedad del suelo los datos mostrados son tomados por el sensor de humedad FC-28, esta variable en la plataforma de Ubidots se estableció un rango de 0% a 100% para el índice de humedad, como se evidencia se disponen de dos Widgets uno que nos muestra la humedad del suelo en tiempo real y otro que nos genera una gráfica mostrándonos el histórico de los valores tomados.

Variable intensidad de luz



Figura 42 Variable intensidad de luz. Autoría propia. (2020)

Para la variable de intensidad de luz los datos mostrados son tomados por el módulo fotorresistencia Arduino sensor de luz, esta variable en la plataforma de Ubidots se estableció un rango de 0 a 1000 para el índice de intensidad de luz, ya que el Arduino muestra valores ADC desde 0 hasta 1024, en el desarrollo de este proyecto la fotorresistencia funciona de manera inversamente proporcional, es decir que a mayor intensidad de luz menor es la resistencia eléctrica, en otras palabras cuando el sensor recibe más luz los datos mostrados tienden a 0 y cuando no hay presencia de luz los datos tomados tienden a 1000, como se evidencia se disponen de dos Widgets uno que nos muestra la intensidad de luz en tiempo real y otro que nos genera una gráfica mostrándonos el histórico de los valores tomados.

Asignación de alertas Ubidots

Por medio de la plataforma Ubidots, podemos realizar la creación de alertas, mediante las cuales podemos establecer rangos predeterminados para las variables declaradas. Estas alertas para la versión de Ubidots STEM las podemos recibir a través del correo electrónico.

Para el desarrollo de este proyecto se establecieron 4 eventos que se muestran a continuación.

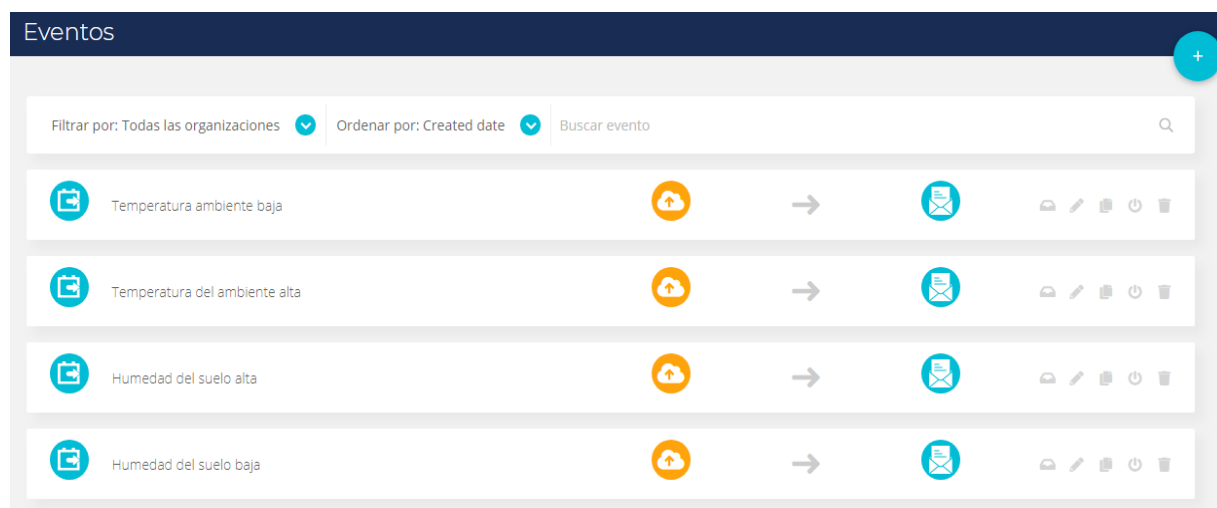


Figura 43 Eventos página Ubidots. Autoría propia. (2020)

Se estableció una alerta para cuando la Temperatura ambiente esta baja, a continuación, mostraremos como se establecieron los parámetros para este evento.



Figura 44 Evento temperatura ambiente baja. Autoría propia. (2020)

Como se evidencia en la ilustración anterior, definimos que la variable que vamos a utilizar es temperatura la cual fue declara anteriormente, establecemos que cuando el valor sea menor o igual a 7 °C y este valor se mantenga por 1 minuto o más seamos notificados de la siguiente manera.

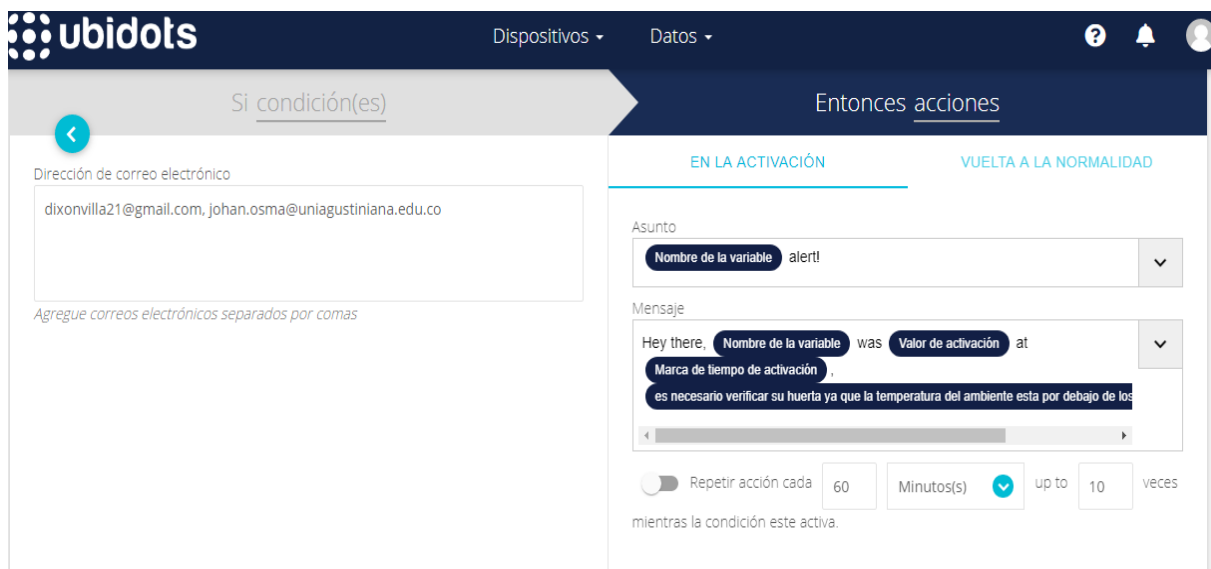


Figura 45 Evento temperatura ambiente baja. Autoría propia. (2020)

Como podemos evidenciar la página de Ubidots nos permite seleccionar el correo mediante el cual queremos ser notificados, el asunto y el cuerpo del mensaje que nos llegara cuando los valores preestablecidos en la alerta se hayan dado, utilizamos el método de notificación mediante correo electrónico ya que no genera ningún costo adicional utilizando la versión de Ubidots STEM.

El último paso para la creación del evento es seleccionar que días y en que horario queremos ser notificados, ya que se desea un constante monitoreo de la huerta urbana establecemos que queremos ser notificados todos los días de la semana las 24 horas, de esta manera en el momento que se genere el evento vamos a ser notificados sin importar que día sea o qué hora teniendo así un sistema que permita una notificación en tiempo real.

¡Casi listo!



Figura 46 Evento temperatura ambiente baja. Autoría propia. (2020)

Estos métodos se replicaron para la generación de los demás eventos, a continuación, se evidenciarán como se establecieron los parámetros para los demás eventos:

Se estableció un evento para cuando la temperatura del ambiente sea mayor o igual a 30°C por un lapso de 1 minuto o más.



Figura 47 Evento temperatura ambiente alta. Autoría propia. (2020)

Se estableció un evento para cuando la humedad del suelo sea mayor o igual a 80% por un lapso de 1 minuto o más.



Figura 48 Evento Humedad del suelo alta. Autoría propia. (2020)

Se estableció un evento para cuando la humedad del suelo sea menor o igual a 30% por un lapso de 1 minuto o más.



Figura 49 Evento Humedad del suelo baja. Autoría propia. (2020)

Resultados

En el proyecto se logró desarrollar un sistema que permite la visualización de las variables físicas de temperatura del ambiente, humedad del ambiente, humedad del suelo e intensidad de luz en una huerta urbana en tiempo real, donde se evidencio los diferentes procesos para la conformación de una red IoT, desde la toma de datos por medio de los sensores implementados en el desarrollo del proyecto, el procesamiento de la información que se realizó por medio del microcontrolador de Arduino uno, él envió de datos utilizando un Shield Ethernet, la conexión al servidor de internet en este caso Ubidots STEM y la visualización en tiempo real por medio del panel de control proporcionado por la página de Ubidots, la APP de Android Ubidots y las alarmas a un servidor de correo electrónico.

Las imágenes a continuación muestran el funcionamiento del sistema de monitoreo desde el panel de control en la página de Ubidots, la visualización por medio de la APP para Android Ubidots y la manera es que se notifican las alarmas al correo electrónico:

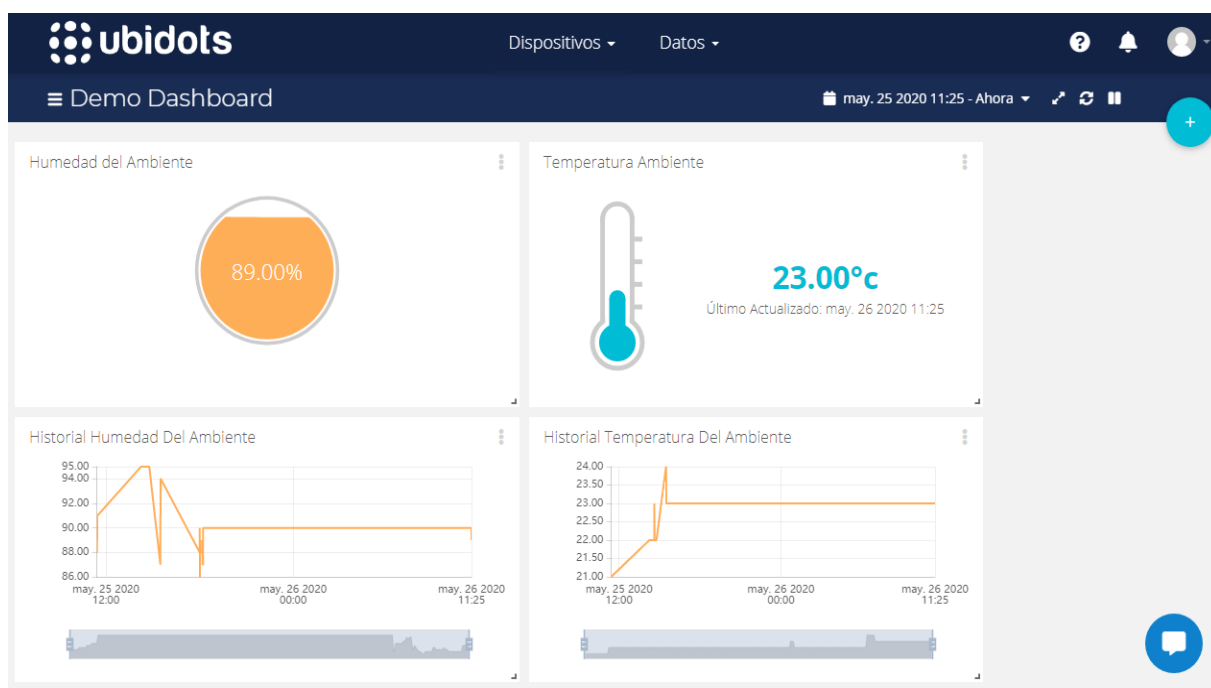


Figura 50 Panel de control página de Ubidots. Autoría propia. (2020)

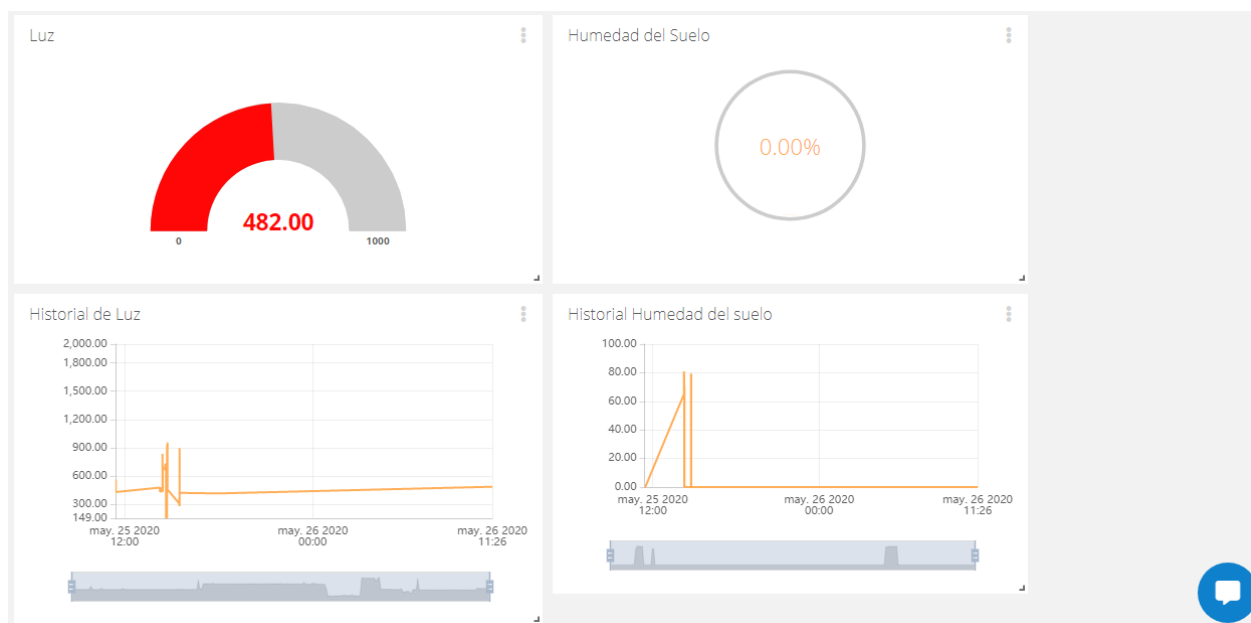


Figura 51 Panel de control página de Ubidots. Autoría propia. (2020)

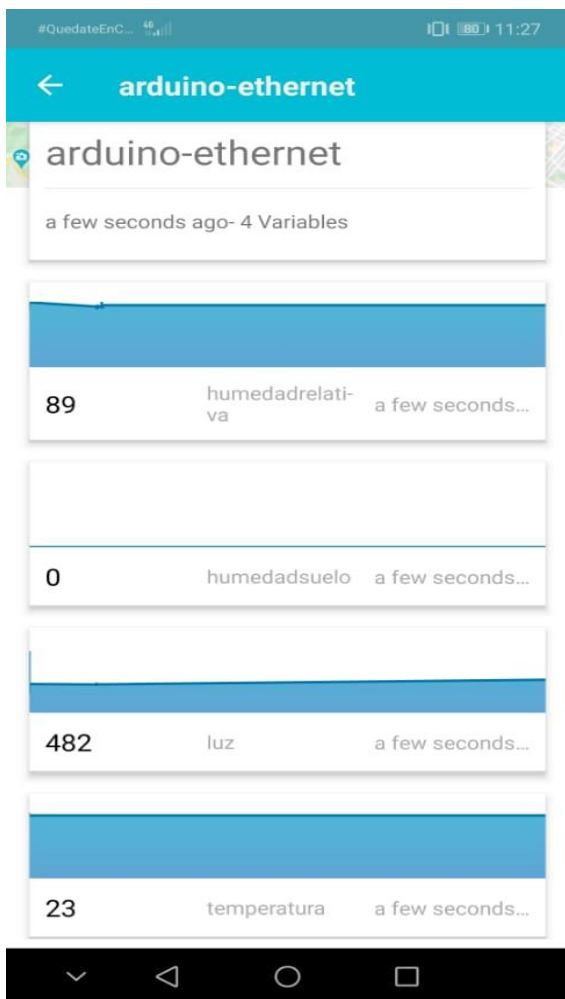


Figura 52 APP Ubidots para Android. Autoría propia. (2020)

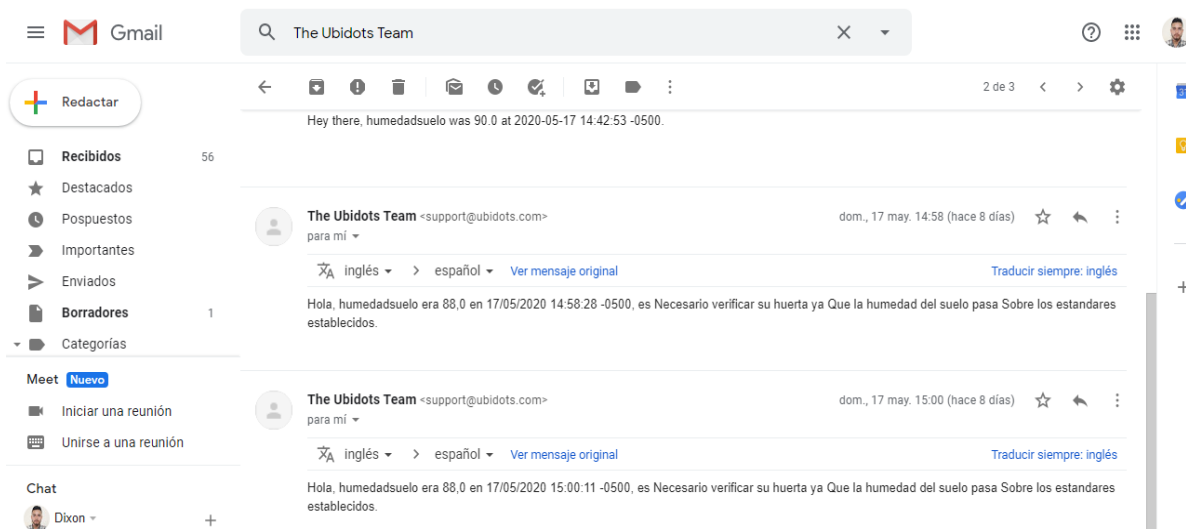


Figura 53 Alarma al correo electrónico de un evento. Autoría propia (2020).

Conclusiones

Con la realización de este proyecto se logró implementar con éxito el proceso de transformar señales análogas en digitales, mediante la implementación de sensores muestreando así variables físicas como lo son la humedad, temperatura e intensidad de luz en el ambiente.

Se demostró que es viable transmitir los datos obtenidos de sensores a internet mediante la implementación de Shield Ethernet. Al conectar un microcontrolador a un servidor web, se logró la transmisión de los datos capturados, mediante una red de área local.

Mediante el uso de los servicios gratuitos de Ubidots STEM, es viable implementar un sistema computarizado pensado para monitorear una huerta urbana, que facilite el seguimiento de las características del ambiente en tiempo real y que muestre alertas cuando las variables físicas que estén siendo censadas, no estén dentro de los parámetros preestablecidos.

Este proyecto evidencia que es posible diseñar una red IoT con hardware de bajo costo y software libre, logrando censar la temperatura del ambiente, humedad del ambiente, humedad del suelo e intensidad de luz en una huerta urbana en tiempo real. Permitiendo a quien implemente este sistema IoT visualizar estas variables y tener un mejor desarrollo de su huerta urbana, mitigando así la posibilidad de que se vean afectados los cultivos por los cambios climáticos en la actualidad.

Recomendaciones

Concluido este proyecto de grado, se aconseja investigar otras variables físicas que afecten el desarrollo de una huerta urbana y como estas pueden ser censadas, mejorando así la cantidad de datos de ingreso, con el fin de brindar a las personas que tengan una huerta urbana un sistema más detallado de variables que puedan afectar sus cultivos, también es aconsejable investigar tecnologías de transmisión de datos, pensando en zonas alejadas o en las cuales no haya acceso al servicio de internet.

Referencias

- Agroes.es*. (08 de 06 de 2011). Obtenido de <http://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/849-utilizacion-de-las-sondas-fdr-como-herramienta-de-apoyo-para-la-gestion-del-riego>
- Alvaro cárdenas, s. (28 de noviembre de 2016). *Secmotic*. Obtenido de ¿qué es una plataforma iot?: <https://secmotic.com/plataforma-iot/>
- Arrieta, v. (13 de febrero de 2013). *Módulo fotorresistencia arduino sensor de luz*. Obtenido de <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/modulo-fotorresistencia-arduino-sensor-de-luz>
- Arrieta, v. (21 de diciembre de 2018). *Arca electrónica*. Obtenido de sensor de humedad de suelo fc28 - higrómetro arduino: <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/sensor-de-humedad-de-suelo-fc28-higrometro-arduino>
- Arrieta, v. (13 de febrero de 2019). *Arca electronica*. Obtenido de módulo fotorresistencia arduino sensor de luz: <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/modulo-fotorresistencia-arduino-sensor-de-luz>
- Arrieta, v. (13 de febrero de 2019). *Arca electronica*. Obtenido de módulo fotorresistencia arduino sensor de luz: <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/modulo-fotorresistencia-arduino-sensor-de-luz>
- B_e_n. (04 de febrero de 2018). *Sparkfun start something*. Obtenido de what is en arduino?: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino>
- B2bio. (13 de septiembre de 2016). *Beneficios de la agricultura urbana*. Obtenido de <https://www.b2bio.bio/noticias-productos-ecologicos/beneficios-de-la-agricultura-urbana>
- Bancolombia, v. D. (27 de agosto de 2018). *Internet de las cosas: ¿cómo lo ha adoptado colombia?* Obtenido de [capital inteligente:](https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/innovacion/iot-como-lo-ha-adoptado-colombia) <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/innovacion/iot-como-lo-ha-adoptado-colombia>
- Biology, a. Y. (21 de junio de 2015). *Las plantas y el cambio climático*. Obtenido de <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2015/06/21/cambio-climatico-plantas/>

- BricogEEK. (mayo de 2020). *BricogEEK*. Obtenido de arduino ethernet : <https://tienda.bricogEEK.com/descatalogado/392-arduino-ethernet.html>
- Cárdenas, a. (28 de noviembre de 2016). *Secmotic powerful innovation*. Obtenido de ¿qué es una plataforma iot?: <https://secmotic.com/plataforma-iot/>
- Ciat, c. I. (febrero de 2013). *Agricultura colombiana: adaptación al cambio climático*. Obtenido de <http://www.ceppia.com.co/documentos-tematicos/cambio-climatico/adaptacion-cambio-climatico-agricultura.pdf>
- Descubrearduino.com. (mayo de 2020). *Aduino, genuino, raspberry pi. Noticias y proyectos*. Obtenido de arduino uno, partes, componentes, para qué sirve y donde comprar: <https://descubrearduino.com/arduino-uno/>
- Ecured. (2010). *Servidor web*. Obtenido de https://www.ecured.cu/servidor_web
- El huerto de urbano*. (26 de marzo de 2012). Obtenido de luz: esencial para la vida del huerto: <http://www.huertodeurbano.com/consejos-mr-urbano/luz-esencial-para-las-plantas/>
- Fao, o. D. (2005). *Los medios de vida crecen en los huertos*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y5112s/y5112s03.htm#topofpage>
- Fundación, a. (8 de marzo de 2019). *Huertos urbanos: una manera de contribuir a disminuir la huella ecológica*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/sostenibilidad/huertos-urbanos-una-manera-contribuir-disminuir-la-huella-ecologica/>
- Guimerans, p. (05 de 05 de 2018). *¿qué es un sensor? Tipos y diferencias*. Obtenido de <http://paolaguimerans.com/openearth/2018/05/05/que-son-los-sensores/>
- Heraldo, e. (07 de octubre de 2017). *Portal agenda del foro económico mundial*. Obtenido de en 2022 el 50% de los negocios en colombia dependerá del ‘internet de las cosas’: <https://www.elheraldo.co/economia/en-2022-el-50-de-los-negocios-en-colombia-dependera-del-internet-de-las-cosas-409883>
- Hernández, l. D. (mayo de 2020). *Programarfacil.com*. Obtenido de cómo utilizar el sensor dht11 para medir la temperatura y humedad con arduino: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/>

- Hortalizas. (7 de febrero de 2017). *El control del riego es cada vez más preciso*. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/irrigacion/el-control-del-riego-es-cada-vez-mas-preciso/>
- I+d electrónica. (mayo de 2020). *I+d electrónica*. Obtenido de tarjeta con fotorresistencia ldr - salida digital: <https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/luz/tarjeta-con-fotorresistencia-ldr-salida-digital-sensor-de-luz-tar-ldr-2-fotorresistencia-ldr-sensor-de-luz-detector-de-luz-detail>
- Iac, i. A. (22 de 05 de 2020). *¿qué es iot?* Obtenido de <https://www.iac.com.co/que-es-iot/>
- Jaber, a. A. (2019). *Diseño de un huerto inteligente destinado al autoconsumo*. Bogotá de .
- Jadiaz. (21 de enero de 2016). *Miarduino*. Obtenido de miarduino: <http://www.iescamp.es/miarduino/2016/01/21/placa-arduino-uno/>
- Juan luis ahedo mardones, alejandra ahedo gonzález. (2020). *Web-robótica.com*. Obtenido de como funciona el módulo arduino ethernet shield: <https://www.web-robotica.com/arduino/como-funciona-el-modulo-arduino-ethernet-shield#more-597>
- Llamas, l. (19 de enero de 2016). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de medir la humedad del suelo con arduino e higrómetro fc-28: <https://www.luisllamas.es/arduino-humedad-suelo-fc-28/>
- Llamas, l. (6 de febrero de 2017). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de ingeniería, informática y diseño: <https://www.luisllamas.es/arduino-ethernet-shield-w5100/>
- Martinez, d. G. (septiembre de 2016). *Repositorio.upct*. Obtenido de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6601/tfg-gar-dis.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Mechatronics, n. (02 de 05 de 2020). *Naylamp mechatronics*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-luz-y-sonido/135-modulo-ldr.html>
- Naylamp mechatronics. (mayo de 2020). *Naylamp mechatronics*. Obtenido de sensor de humedad de suelo fc-28: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/47-sensor-de-humedad-de-suelo-fc-28.html>
- Picuíno. (mayo de 2020). *Sensor de temperatura y humedad dht11*. Obtenido de <https://www.picuíno.com/es/uno-doc/dht11.html>

- Procolombia. (09 de 06 de 2015). *Empresa colombiana le apuesta al “internet de las cosas” para vender en el mundo* . Obtenido de el espectador.
- Prometec. (mayo de 2020). *Www.prometec.net*. Obtenido de www.prometec.net: <https://www.prometec.net/sensores-dht11/>
- Redagricola. (febrero de 2017). *Monitoreo de variables de huerto y control total del riego*. Obtenido de <http://www.redagricola.com/cl/monitoreo-variables-huerto-control-total-del-riego/>
- Sazo, g. (23 de agosto de 2013). *Profesores elo utfsm* . Obtenido de <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s13/project/reports/fanmonitoring.pdf>
- The world is my friend. (febrero de 2020). *The world is my friend*. Obtenido de huerto escolar y la informática: <https://sites.google.com/site/educativacfcferreira/comentarios-sugerencias-y-mas/huerto-escolar-en-tecnologia>
- Veloso, c. (17 de mayo de 2016). *Etools*. Obtenido de medir humedad del suelo con arduino: <https://www.electrontools.com/home/wp/2016/05/17/medir-la-humedad-del-suelo-con-arduino/>
- Ventura, v. (17 de abril de 2016). *Polaridad.es*. Obtenido de medidor de luz con una fotorresistencia : <https://polaridad.es/ldr-fotorresistencia-luz-luminosidad-medir-medicion-arduino/>
- Yubal. (3 de 08 de 2018). *Qué es arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*. Obtenido de [xataka basics](http://xataka.com).

Anexos

Código Arduino

```
#include <Ethernet.h>

#include <SPI.h>

#include <UbidotsEthernet.h>

#include <DHT.h> // Incluimos librería

#define DHTPIN 2 // Definimos el pin digital donde se conecta el sensor

#define DHTTYPE DHT11 // Dependiendo del tipo de sensor

char const * TOKEN = " BBFF-PlWxMnjSCPV9LYoKYHavLxjJuC8csb ";

char const * VARIABLE_LABEL_1 = " HumedadRelativa " ; // Asigne la
etiqueta de variable única para enviar los datos

char const * VARIABLE_LABEL_2 = " HumedadSuelo " ; // Asigna la
etiqueta de variable única para enviar los datos

char const * VARIABLE_LABEL_3 = " Luz " ; // Asigna la etiqueta de
variable única para enviar los datos

char const * VARIABLE_LABEL_4 = " Temperatura " ;

int temperatura, humedad,indcalor;

int pin_analogico = A1; // definimos los pines por los que

int pin_digital = A0; // conectamos las salidas del módulo

byte mac[] = { 0xDE , 0xAD , 0xBE , 0xEF , 0xFE , 0xED };

Ubidots client(TOKEN);

// Inicializamos el sensor DHT11
```

```
DHT dht(DHTPIN, DHT11);

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);

  pinMode(pin_analogico,INPUT); // definimos como entrada
  pinMode(pin_digital,INPUT_PULLUP); //definimos como entrada
  dht.begin();

  Serial.print(F("Starting ethernet..."));
  if (!Ethernet.begin(mac)) {
    Serial.println(("failed"));
  }
  else {
    Serial.println(Ethernet.localIP());
  }
  /* Give the Ethernet shield a second to initialize */
  delay(2000);
  Serial.println(("Ready"));
}

void loop() {
  float value = analogRead(A0);
  // Leemos la humedad relativa
  humedad = dht.readHumidity();
  // Leemos la temperatura en grados centígrados (por defecto)
```

```
temperatura = dht.readTemperature();  
    // Leemos la temperatura en grados Fahrenheit  
indcalor = dht.readTemperature(true);  
  
    // Comprobamos si ha habido algún error en la lectura  
    if (isnan(humedad) || isnan(temperatura) || isnan(indcalor)) {  
        Serial.println("Error obteniendo los datos del sensor DHT11");  
        return;  
    }  
  
    Serial.print("Humedad: ");  
    Serial.print(humedad);  
    Serial.println(" %");  
    Serial.print("Temperatura: ");  
    Serial.print(temperatura);  
    Serial.println(" °C ");  
  
    int lectura = analogRead(A2);  
  
    Serial.print("La lectura es: ");  
    Serial.println(lectura);  
  
    int lecturaPorcentaje = map(lectura, 1023, 0, 0, 100);  
  
    Serial.print("La Humedad es del: ");
```

```
    Serial.print(lecturaPorcentaje);
    Serial.println("%");

    delay(3000);

    // si la salida digital está en cero, es porque se ha superado el valor
de referencia
    // entonces se desplegará el mensaje: "salida digital activa"
    if (digitalRead(pin_digital) == LOW)
    {
        Serial.println("Planta con luz");
    }
    else
    {
        Serial.println("Planta sin luz"); // de otra forma de desplegará
"salida digital inactiva"
    }

    /* Sending values to Ubidots */
    client.add(VARIABLE_LABEL_1, humedad);
    client.add(VARIABLE_LABEL_2, lecturaPorcentaje);
    client.add(VARIABLE_LABEL_3, value);
    client.add(VARIABLE_LABEL_4, temperatura);
    client.sendAll();
    // Esperamos 5 segundos entre medidas
    delay(5000);
}
```

Esquemas de conexiones

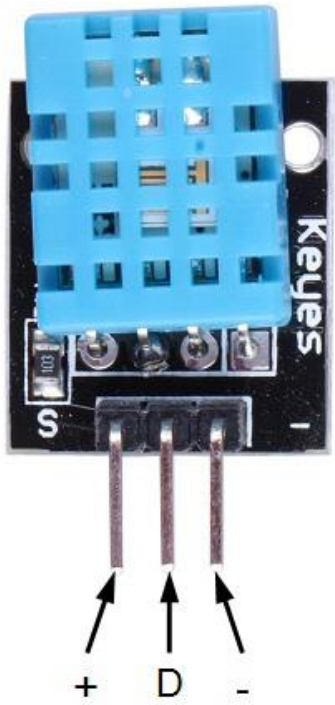


Figura 54 Alarma al correo electrónico de un evento. Fuente (PICUINO, 2020)

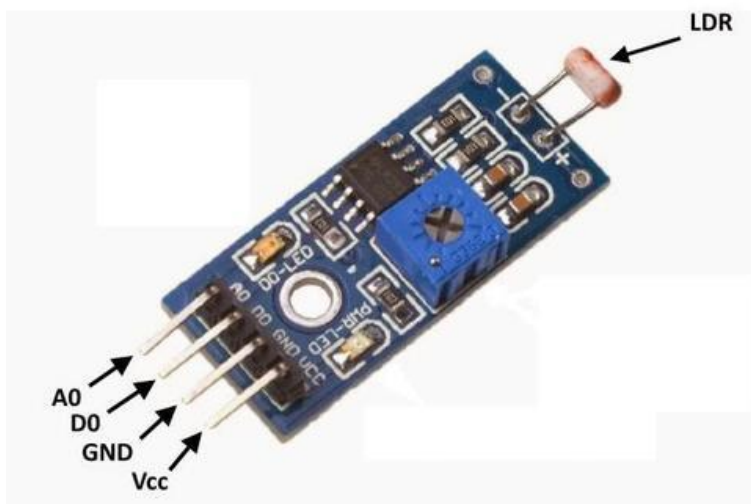


Figura 55 Esquema de conexión Fotorresistencia LDR. Fuente (Arrieta, ARCA ELECTRONICA, 2019)

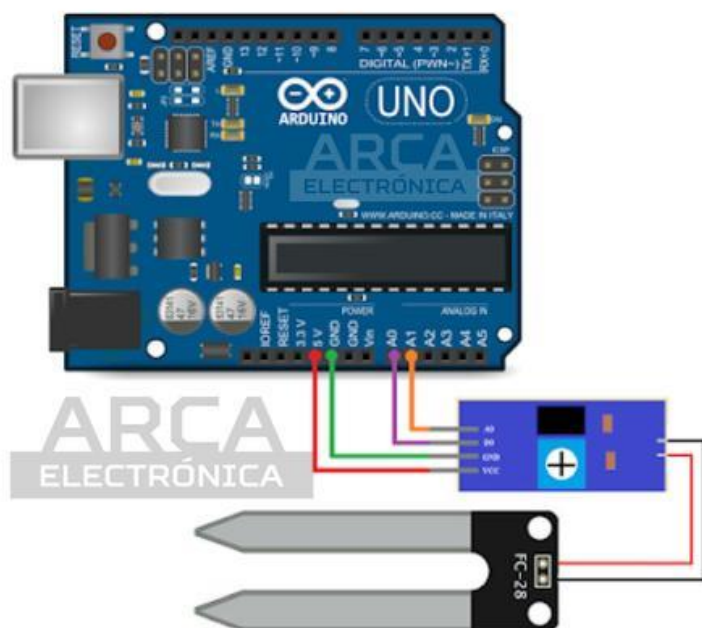


Figura 56 Esquema de conexión FC-28. Fuente (Arrieta, ARCA ELECTRÓNICA, 2018)

Prototipo de una huerta urbana a pequeña escala.

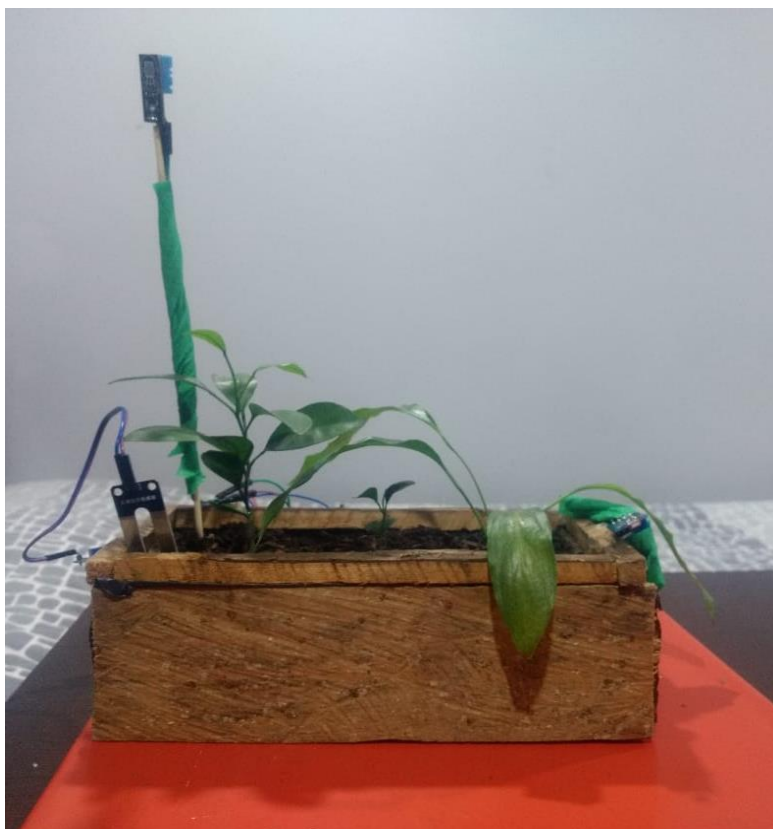


Figura 57 Prototipo de una huerta urbana. Autoría propia.

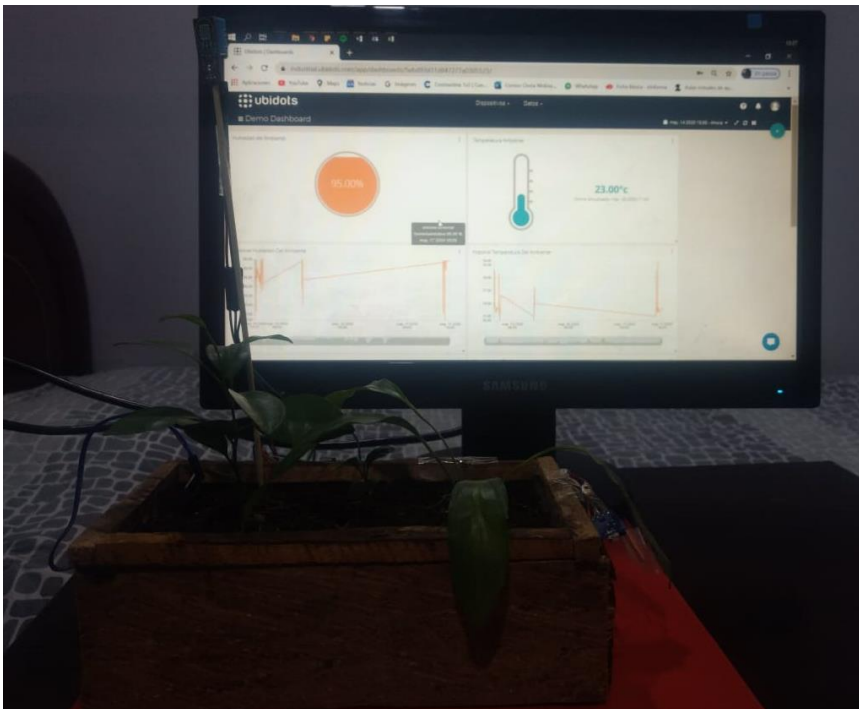


Figura 58 Prototipo de una huerta urbana. Autoría propia.



Figura 59 Prototipo de una huerta urbana. Autoría propia.