

Invernadero IoT con Arduino

Isaías G. Cordova Palomares alu.19130514@correo.itlalaguna.edu.mx,
Ivan Herrera Garcia alu.19130535@correo.itlalaguna.edu.mx,
Oscar Martinez Ruiz alu.19130545@correo.itlalaguna.edu.mx,
Pedro Lopez Ramirez alu.19130541@correo.itlalaguna.edu.mx,
Gerardo A. Orozco Villegas alu.18131263@correo.itlalaguna.edu.mx,
Raúl M. Ayala Salais alu.17130763@correo.itlalaguna.edu.mx,
Instituto Tecnológico de la Laguna.

Área de participación: Ingeniería en sistemas computacionales

Resumen

Hoy en día la tecnología del internet de las cosas nos ayuda para administrar procesos e información. Con la ayuda del IoT se diseño un invernadero inteligente mediante sensores compatibles con Arduino, en el cual se puede visualizar información en tiempo real del ambiente.

El proyecto consiste en reunir información de los siguientes sensores:

- Lector de tarjetas
- Nivel de agua
- Temperatura y humedad relativa
- Temperatura de agua
- Temperatura de suelo
- Intensidad de luz
- Movimiento

Toda la información recabada puede visualizarse en una página web y en dispositivos móviles.

Palabras clave: Invernadero, IoT, Programación, Arduino, Sensores, Procesos.

Abstract

Currently the IoT helps us a lot to manage the process and info. With this, we designed an intelligent greenhouse. With the help of Arduino and some sensors, we can see the information in real time.

With this project we want to recollect the following information :

- Reading of login cards
- Level of the water
- Temperature and relative humidity
- Temperature of the floor
- Light Intensity
- Movement

With those info we use it to display it in our web page and also on mobile devices.

Key words: Greenhouse, IoT, Programming, Arduino, Sensors, Process.

Introducción

¿Qué es un invernadero inteligente?

Los invernaderos inteligentes son aquellos que incorporan diversos sensores para obtener información oportuna, precisa y adecuada para gestionar los procesos que impactan en el producto final tales como riego, factores climáticos, humedad, luminosidad, temperatura del aire y del suelo.

¿Cómo funciona un invernadero inteligente?

Los datos de los sensores son capturados y procesados para ser enviados a una plataforma de almacenamiento en la nube. La aplicación del usuario permite la visualización, gestión y monitoreo de los datos y de los dispositivos, haciendo realidad el monitoreo remoto de la condición y uso de las facilidades y activos, así como del consumo de recursos. Se transforman los datos en información y la información se optimiza para mejorar los procesos de cultivo.

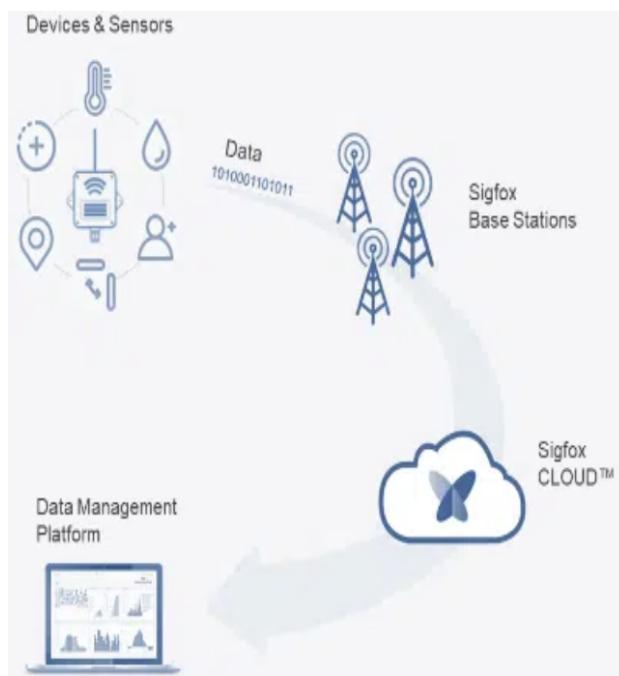


Imagen 1: Ejemplo del funcionamiento de un invernadero inteligente

Metodología: SCRUM

Sprint #1:

Durante el sprint número 1 el integrante Isaias Gerardo Cordova Palomares se encargó de reunir información para el diseño físico del proyecto, investigó productos en línea necesarios para el funcionamiento del mismo.

A lo cual se requirió lo siguiente:

- Mini Bomba de agua de diafragma de 12 Volts.[1]
- Sensor De Temperatura DS18B20 Sumergible.[2]
- Bombilla para plantas luz led Azul.[3]

Sprint #2:

Durante el sprint número 2 el integrante Raul compró los materiales recabados durante el sprint número 1. Las compras se realizaron en la plataforma de Amazon y Mercado Libre.

Sprint #3:

Durante el sprint número 3 el integrante Ivan H. inició con la codificación de las acciones que deben realizar los sensores, todos los avances se respaldaron en la plataforma GitHub en la cuenta del integrante Isaías G. ([Enlace](#)).

Durante cada avance se avanzó con la inclusión de componentes y probar la correcta funcionalidad del sitio web en el componente ESP32.

Sprint #4:

Durante el sprint número 4 se inició el ensamble de todos los componentes en conjunto. Esto fue realizado por todos los integrantes del equipo, cada uno revisando y aportando ideas para mejorar el proyecto.

Sprint #5:

Durante el sprint número 5 se inició con la documentación. La documentación fue realizada por el integrante Isaías G. e Ivan H. Se documentó el código y los documentos necesarios.

Sprint #	Miembro(s)	Actividad	Fecha inicio	Fecha de fin	Comentarios
1	Isaias G.	Requerimientos de hardware	25/10/2022	03/11/2022	
2	Raul	Adquisición de hardware	03/11/2022	11/11/2022	
3	Ivan H.	Inicio de codificación en Arduino Mega 2560	03/11/2022	24/11/2022	La codificación tomó más tiempo por las pruebas unitarias de cada componente
3	Isaias G.	Inicio de codificación en ESP32	03/11/2022	24/11/2022	La codificación tomó más tiempo por la inclusión de código HTML con CSS
4	Equipo completo	Ensamble	24/11/2022	29/11/2022	
5	Isaias G.	Documentación	29/11/2022	01/12/2022	

Materiales

- **Arduino Mega 2560**

La placa madre, este componente es uno de los más importantes, si no es que, el más importante en este proyecto. Ya que, con esta placa se encargará de hacer que mantener la funcionalidad del proyecto aunado a mantener la armonía y funcionalidad en conjunto de los componentes del proyecto.

- **ESP32**

El módulo ESP32 es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona no solo la radio inalámbrica, sino también un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos.

- **Buzzer**

También conocido como zumbador es un pequeño transductor capaz de convertir la energía eléctrica en sonido. Para hacerlos funcionar solo basta conectar el positivo con el + y la tierra o negativo con el – de una batería o cualquier fuente de corriente directa.

- **Mini Bomba de agua de diafragma de 12 Volts**

Una mini bomba de agua es como su nombre lo indica una bomba de agua más pequeña y menos potente es algo casero, Entre los usos posibles para esta bomba casera está la irrigación de un jardín o huerto casero, el llenado de un tanque elevado u otras aplicaciones.

- **Sensor HW-080**

Los sensores de humedad miden una señal eléctrica que calcula la cantidad de agua en el suelo, lo cual permite determinar el volumen de agua almacenado en éste después de un riego o una lluvia, calcular el consumo de agua por el cultivo en un día o una semana y determinar la eficiencia del riego.

- **Lector de tarjetas RFID-RC522**

RFID o identificación por radiofrecuencia es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio.

- **Sensor de temperatura de agua DS18B20**

Los sensores de temperatura son componentes eléctricos y electrónicos que, en calidad de sensores, permiten medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada.

- **Sensor de nivel de agua HW-038**

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

- **Sensor DHT11 de temperatura y humedad**

El DHT11 es un sensor de Humedad resistivo, es ideal para sistemas de medición climatológicos o para controles de temperatura y humedad. Este sensor además incluye un sensor interno de temperatura NTC. Este módulo tiene una gran relación señal a ruido ante la interferencia y es muy durable.

- **Fotoresistor**

Un excitador o fotorresistencia es un componente electrónico cuya resistencia se modifica, con el aumento de intensidad de luz incidente. Puede también ser llamado fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés light-dependent resistor.

- **Bombilla para plantas luz led Azul**

Estas bombillas utilizan un espectro de luz rojo y azul equilibrado que optimiza la etapa de crecimiento de semillas y verduras. También apto para floración y producción de frutas.

- **Relevadores**

Conocidos también como relés, son dispositivos electromagnéticos que se encargan de abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica y son accionados bajo este mismo tipo de energía.

- **Resistencias 220 ohms**

Se le denomina resistencia eléctrica a la oposición al flujo de corriente eléctrica a través de un conductor.

- **Jumpers**

En electrónica y en particular en informática, un jumper o saltador es un elemento que permite cerrar el circuito eléctrico del que forma parte dos conexiones.

- **Caja contenedora del invernadero y componentes Arduino**

La caja utilizada para la contención de los componentes electrónicos es de madera y cuenta con las siguientes dimensiones:

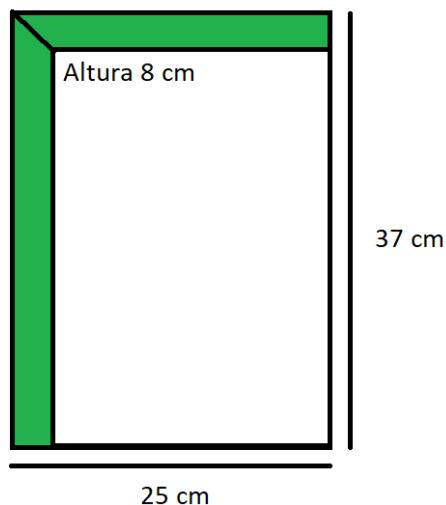


Imagen 2: Dimensiones de la caja (ancho, largo, altura)



Imagen 3: Caja de madera a usar

Nombre(cant)	Tipo	Imagen representativa	Precio(c/u)	Precio total
Arduino (1)	Microcontrolador		\$ 450.00	\$ 450.00
Buzzer (1)	Electrónico		\$ 45.00	\$ 45.00
Jumpers (33)	Electrónico		\$ 1.50	\$49.50
Bombilla Led (1)	Electrónico		\$ 274.00	\$ 274.00
Mini-Bomba de agua (1)	Electrónico		\$ 109.00	\$ 109.00

DHT-11 (1)	Sensor		\$ 169.00	\$ 169.00
HL-69 (1)	Sensor		\$ 68.00	\$ 68.00
Fotoresistor (1)	Sensor		\$ 8.00	\$ 8.00
DS18B20 (1)	Sensor		\$ 37.00	\$ 37.00
HW-038 (1)	Sensor		\$ 44.00	\$ 44.00
RFID-RC522 (1)	Sensor		\$ 98.00	\$ 98.00
ESP 32 Dev Module (1)	Microcontrolador		\$ 233.00	\$ 233.00
Total			\$1536.5	\$1584.5

Preparación

Al tiempo que se consiguieron los materiales necesarios se comenzó el acomodo de estos materiales en nuestra base



Imagen 4: Planeación de acomodo de componentes 1



Imagen 5: Ejemplo del funcionamiento de un invernadero inteligente 2

Investigación sobre los sistemas gestores de bases de datos para alojar nuestra base de datos

Para la implementación de la base de datos en nuestro proyecto, estuvimos indecisos sobre cual opción usar en nuestro proyecto. Las opciones que se tuvieron en la mesa fueron las siguientes :

Candidato 1 : MySQL

MySQL es el sistema de gestión de bases de datos relacional más extendido en la actualidad al estar basado en código abierto. Cuenta con una doble licencia, por una parte es de código abierto, pero por otra, cuenta con una versión comercial gestionada por Oracle.



Imagen 6: Imagen representativa del candidato SGB

Características de MySQL

Algunas de las características por las que en un inicio pensamos en esta opción fue :

- **Arquitectura Cliente y Servidor:**
 - MySQL utiliza el modelo cliente-servidor. Lo que quiere decir esto, es que los clientes y servidores se comunican entre sí de manera diferenciada para un mejor rendimiento.
- **Vistas**
 - Desde la versión 5.0 de MySQL se ofrece compatibilidad para poder configurar vistas personalizadas del mismo modo que podemos hacerlo en otras bases de datos SQL. En bases de datos de gran tamaño las vistas se hacen un recurso imprescindible
- **Transacciones**
 - Una transacción representa la actuación de diversas operaciones en la base de datos como un dispositivo. El sistema de base de datos avala que todos los procedimientos se establezcan correctamente o ninguna de ellas.

En un inicio se pensaba en irnos por este lado, ya que nos era familiar este manejador de bases de datos. Así que investigando un poco esta vía nos encontramos con que era posible el instanciar la base de datos, pero para el envío de datos se tendría que usar otra herramienta, la cual es php. [4]

Candidato 2 : Firebase



Imagen 7: imagen representativa de firebase

Firebase es una plataforma diseñada y creada por Google, teniendo como función principal desarrollar y facilitar la creación de aplicaciones para dispositivos móviles y web.

Esta plataforma se encuentra alojada en la nube y, por ende, está disponible para diferentes plataformas como Android, iOS y Web. Así mismo, cuenta con diversas funciones para que cualquier desarrollador pueda combinar y adaptar la plataforma a medida de sus necesidades.

Si bien Firebase nos ofrece una amplia gama de servicios, nosotros en este caso buscaremos usar el servicio de **Realtime Database**.

¿Que nos ofrece el realtime database ?

Nos ofrece una base de datos NoSQL alojada en la nube. Los datos se almacenan en formato JSON y se sincronizan en tiempo real con cada cliente conectado y se mantienen disponibles cuando la aplicación no tiene conexión. Este producto no es lo mismo que el otro que ofrece Firebase, el cual es Cloud Firestore, en cierta medida lo son pero cambian en sí la forma de almacenar los archivos. En realtime como se mencionó se suelen almacenar en JSON, mientras que en cloud firestore se almacenan en formato de documentos.

Sin duda alguna sería algo nuevo para nosotros el manejar este tipo de bases de datos NoSQL en la nube. Sin duda alguna será una decisión difícil sobre qué gestor de bases de datos utilizar.

Características de firebase

- **No dispone de bases de datos relacionales**
 - Sus dos opciones Firestore y Realtime Database tienen una estructura NoSQL. Además, se hace complicado a veces ejecutar consultas complejas.
- **Requiere tiempo de aprendizaje**
 - Deberemos de conocer, explorar y aprender a como funcionan cada módulo de firebase, incluso al inicio la navegación por la web suele ser algo confusa.
- **Multiplataforma**
 - Ya que se encuentra disponible para las principales plataformas (Android e iOS) y para la web. Además, otras tecnologías comienzan a tener también soporte como Node, Flutter, Unity. [5]

De igual manera se inició con la codificación en el IDE de Arduino, en el cual se compiló en el componente Arduino Mega 2560. Para ello se tuvieron que descargar e instalar las siguientes librerías para el funcionamiento del código:

- Arduino-Temperature-Control-Library-master
 - Librería utilizada para el sensor de temperatura de agua (Componente: HL-69)
- DHT-sensor-library-master
 - Librería utilizada para el sensor de temperatura y humedad del ambiente (Componente: DTH11)
- OneWire-master
 - Librería utilizada para el sensor de temperatura de agua (Componente: DS18B20)
- Rfid-master
 - Librería utilizada para el lector de tarjetas (Componentes: RFID-RC522)

Desarrollo

Como se menciona anteriormente en los sprint se realizó cada proceso por partes;

Requerimientos de hardware

Se elaboró una lista de componentes faltantes para la elaboración de la maqueta en conjunto de los componentes Arduino:

Componentes iniciales:

- Arduino Mega 2560
- ESP32
- Buzzer
- Sensor HW-080
- Lector de tarjetas RFID-RC522
- Sensor de nivel de agua HW-038
- Sensor DHT11 de temperatura y humedad
- Fotoresistor
- Resistencias 220 ohms
- Jumpers

Componentes adquiridos:

- Bombilla para plantas luz led Azul
- Sensor de temperatura de agua DS18B20
- Mini Bomba de agua de diafragma de 12 Volts
- Relevadores
- Caja contenedora para componentes electrónicos y tierra

Los componentes faltantes se adquirieron en la plataforma de Mercado Libre, todo con un costo total de **\$1584.5**

Inicio de codificación

Para la codificación se realizaron pequeñas rutinas para cada sensor por separado para comprobar su funcionamiento correcto (Evitar fallas y detectarlas antes de su ensamble en la maqueta). Se realizaron pruebas unitarias de los siguientes componentes:

- Sensor de temperatura de suelo HW-080 y el sensor de nivel de agua HW-038
 - Se elaboró un pequeño código para detectar la humedad del suelo en conjunto del buzzer para emitir un sonido si detecta que la humedad está por debajo de 50%. El código es el siguiente:
- Sensor de temperatura de agua DS18B20
 - Se elaboró un pequeño código para detectar la temperatura del agua en grados centígrados haciendo uso de su librería **OneWire** y **DallasTemperature** para su correcto funcionamiento. El código es el siguiente:
- Sensor DTH11

- Se elaboró un pequeño código para detectar la temperatura relativa, en grados centígrados y en Fahrenheit, haciendo uso de su librería **DTH**. El código es el siguiente:
- Lector de tarjetas RFID-RC522
 - Se elaboró un pequeño código para leer tarjetas magnéticas de los integrantes del equipo para poder visualizar datos, en este caso se utilizó la librería **SPI** y **MFRC522**. El código es el siguiente:
- Relevadores
 - Se elaboró un pequeño código para encender y apagar los relevadores después de un par de segundos, esto para el funcionamiento de la mini bomba de agua y el funcionamiento del foco led. El código es el siguiente:

Creación de la base de datos en Firebase

Antes de crear la base de datos en si, se tendrá que crear un nuevo proyecto en Firebase, para ello nos dirigimos al siguiente sitio web :

<https://console.firebaseio.google.com/u/0/>

Dentro de la aplicación web nos encontraremos con el siguiente menú

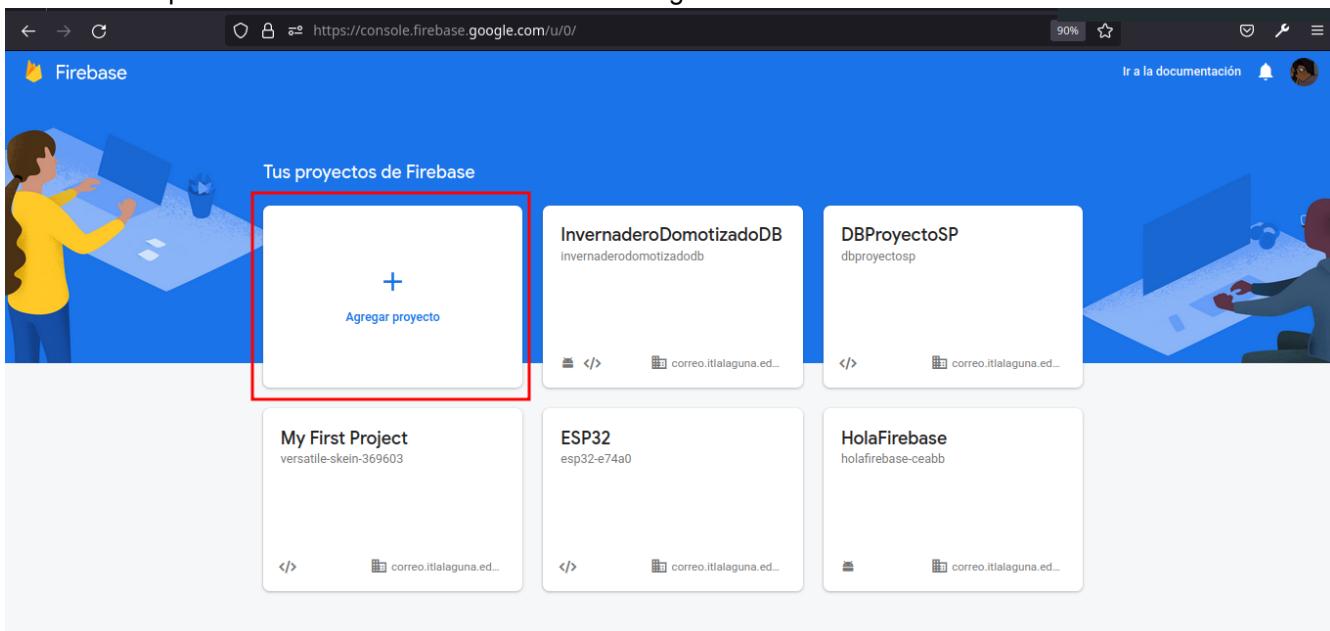


Imagen 8: sitio web de firebase

A lo que se procederá a dar click en “Agregar proyecto” , se nos desplegara la siguiente ventana

X Crear un proyecto(paso 1 de 3)

Comencemos con el nombre de tu proyecto[?]

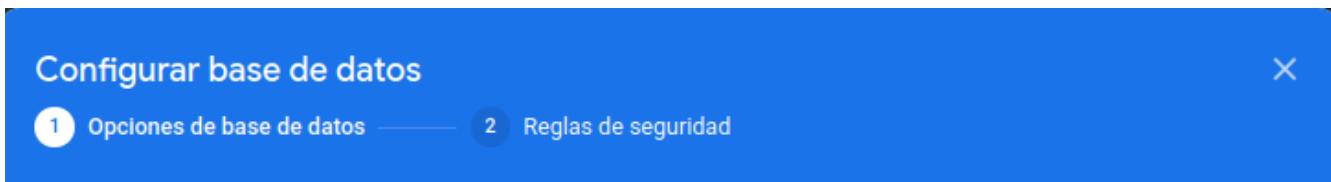


Imagen 9: Asignamos nombre del proyecto

Imagen 10: En el menú principal iniciaremos la app para android y web

Una vez hecho esto, ya estamos casi listos para poder trabajar con firebase. El siguiente paso sera crear la base de datos como tal, para ello seleccionaremos la opción de Realtime Database.

Nos pedirá una serie de configuraciones que van desde la ubicación de la base de datos :



El parámetro de configuración de la ubicación determina en qué lugar se almacenarán tus datos de Realtime Database.

Ubicación de Realtime Database

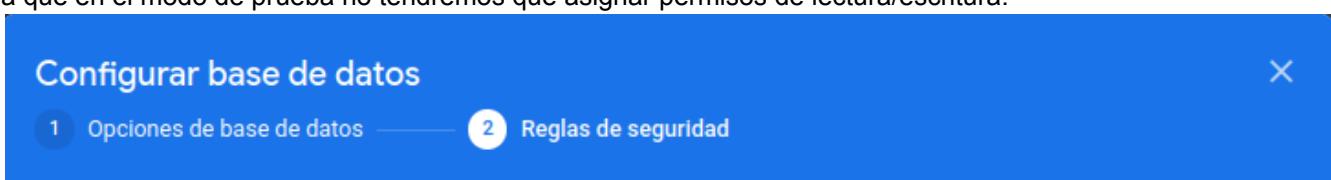
Estados Unidos (us-central1)

Cancelar

Siguiente

Imagen 9: Configurando región

El segundo paso, será configurar la parte de la seguridad. Para ello seleccionaremos la segunda opción, debido a que en el modo de prueba no tendremos que asignar permisos de lectura/escritura.



Cuando definas la estructura de los datos, **deberás crear reglas para protegerlos.**

[Más información](#)

Comenzar en **modo bloqueado**

De forma predeterminada, tus datos son privados. El acceso de lectura/escritura de los clientes solo se otorgará como se indica en tus reglas de seguridad.

```
{  
  "rules": {  
    ".read": "now < 1672812000000", // 2023-1-4  
    ".write": "now < 1672812000000", // 2023-1-4  
  }  
}
```

Comenzar en **modo de prueba**

Para permitir una configuración rápida, los datos se abren de forma predeterminada. Sin embargo, debes actualizar las reglas de seguridad en un plazo de 30 días a fin de habilitar el acceso de lectura/escritura a largo plazo para los clientes.

! Las reglas de seguridad predeterminadas del modo de prueba permiten que cualquier usuario con acceso a tu referencia de base de datos pueda ver, editar y borrar todos los datos durante los siguientes 30 días.

Cancelar

Habilitar

Imagen 11 : Seguridad de la base de datos

Obteniendo las keys del proyecto

Muy bien, hasta este punto ya tenemos nuestra base de datos en firebase, asi que ahora para poder trabajar con ella externamente iremos a la parte de ajustes > cdn y copiaremos las claves que nos haya generado el proyecto.

Desplegando los datos de firebase en un servidor web

Para el despliegue de datos en la web es simple, para ello haremos uso de Javascript, que es el que hara nuestra página dinámica y el cual es el que nos provee este tipo de características para poder trabajar con nuestras páginas.



Imagen 12: Imagen representativa de las tecnologías web básicas.

Es entonces que, el equipo de trabajo desarrolló un código utilizando las tecnologías web para el desarrollo de un servidor web, el cual mediante Javascript nos conectamos a nuestra base de datos Firebase para la lectura/escritura de datos. Usted puede ver el código escrito por los desarrolladores en el siguiente link.

<https://github.com/IGerardoJR/InvernaderoDomotizado-x-Arduino/blob/main/ServidorWebFinal.ino>

Ensamble de piezas

Para el ensamblaje de las piezas se utilizaron diversas herramientas:

- Taladro para la perforación de la caja
- Pistola de silicon
- Barras de silicon
- Cinta negra
- Tubos de PVC para agua de $\frac{1}{4}$ para la distribución del agua dentro del invernadero
- Cinchos para sostener la mini bomba a la caja

Resultados y discusión

Lo que se busca en esta sección es dividir por etapas los resultados que fuimos obteniendo en las diversas pruebas realizadas. Esto con el fin de ir viendo el crecimiento del proyecto

Primeros resultados

Durante el primer avance se logró el funcionamiento de todos los sensores en conjunto, a lo cual se pudo observar los siguientes resultados:

Bomba de agua	Estado de la bombilla	Movimiento en el invernadero	Temperatura relativa	Humedad de suelo	Temperatura de agua
apagada	encendida	no	40 C	35%	40 C
encendida	encendida	no	10 C	40 %	30 C

Estos datos fueron obtenidos usando los sensores sin tener un ambiente dentro la caja contenedora (Donde se colocará la tierra).

Como mencionamos anteriormente, tenemos distintas formas de ver los datos de nuestro proyecto, una de ellas es mediante una aplicación creada por el equipo de desarrollo, desarrollada con el lenguaje Java, si usted cuenta con un dispositivo superior o igual a Android 5.0 Jelly Beans puede probar nuestra aplicación. A continuación anexamos capturas de pantalla de la aplicación y del como esta leyendo los datos de la base de datos

Se comprobó en la aplicación de Android que los datos fueran agregados a la base de datos



The screenshot shows a mobile application interface. At the top, there is a purple header bar with the title "InvernaderoDomotizadoData". Below the header is a table with a dark gray header row and two data rows. The table has columns for "Num.Registro", "Bomba de agua", "Bombilla", "Humedad del suelo", "Movimiento", "Puerta", "Temperatura del agua", and "Temperatura ambiente". The data rows show values 5 and 6 respectively.

Num.Registro	Bomba de agua	Bombilla	Humedad del suelo	Movimiento	Puerta	Temperatura del agua	Temperatura ambiente
5	apagada	apagada	0	no	abierta	40	40
6	encendida	encendida	40	no	cerrada	10	30

Imagen 13,13.2: Pantalla inicial de la aplicación android y despliegue de datos

En esta pantalla inicial solo se le pide al usuario que ingrese la dirección en la que está iniciada el servidor web, debido a que algunas veces suelen cambiar de dirección ip, es entonces que si dejásemos un valor por defecto la aplicación pudiera llegar a fallar en algún momento y no permitirle al usuario que pueda corregir ese tipo de cosas el mismo.

Segundos resultados

Para estas segundas pruebas hemos borrado completamente los registros que habían y eso es debido a que hemos cambiado algunas variables en el despliegue de las tablas. Pero principalmente cambiamos el sensor de movimiento por el del nivel de agua, creemos que podría ser eso un poco más útil para el usuario.

The screenshot shows a web browser window with the URL "127.0.0.1:5501/ServidorPrueba.html". Below the address bar is a table with a dark gray header row and one data row. The table has columns for "Num.Registro", "Bomba de agua", "Bombilla", "Humedad del suelo", "Nivel del agua", "Puerta", "Temperatura del agua", and "Temperatura del ambiente". The data row shows values 2 and 37 respectively.

Num.Registro	Bomba de agua	Bombilla	Humedad del suelo	Nivel del agua	Puerta	Temperatura del agua	Temperatura del ambiente
2	apagada	encendida	37	optimo	cerrada	30	30

Imagen 14: Despliegue de datos en el servidor web, visto desde un navegador convencional

Terceros resultados

Durante los terceros resultados se obtuvo el diagrama de funcionamiento de los componentes y un circuito con los sensores. Este circuito/diagrama se establecen como los finales con la ubicación de cada componente en la protoboard/Arduino Mega 2560

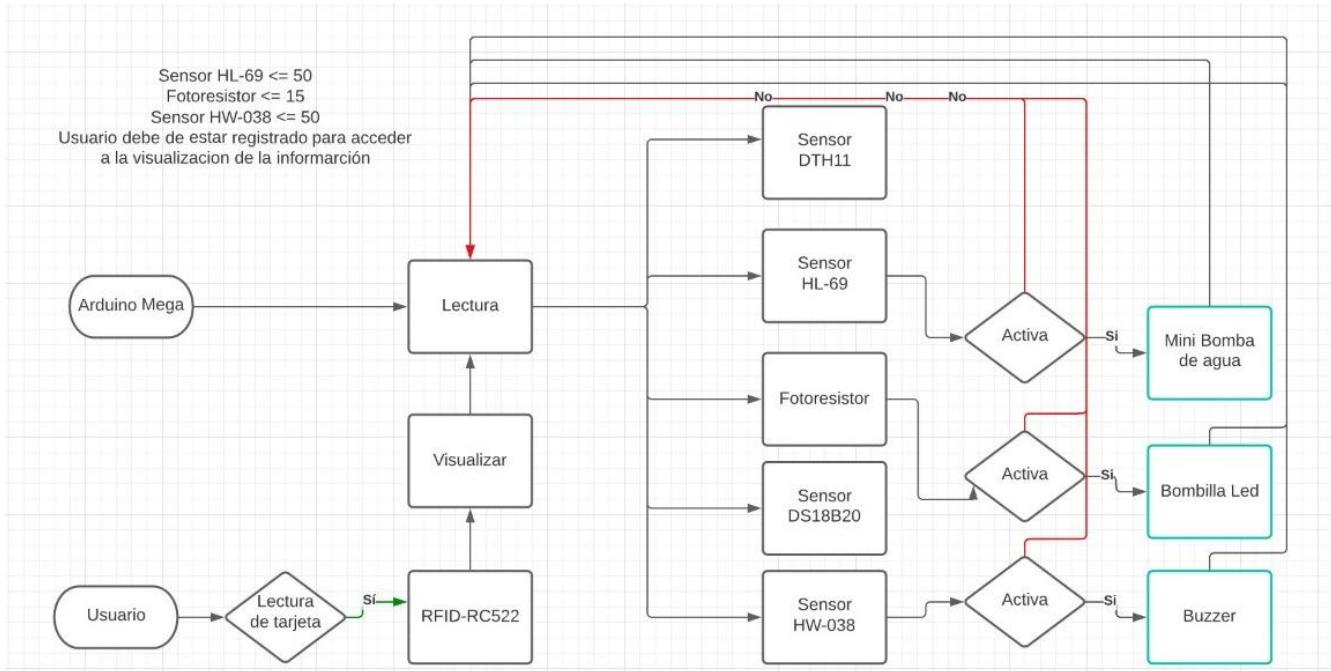


Imagen 15: Diagrama de la funcionalidad

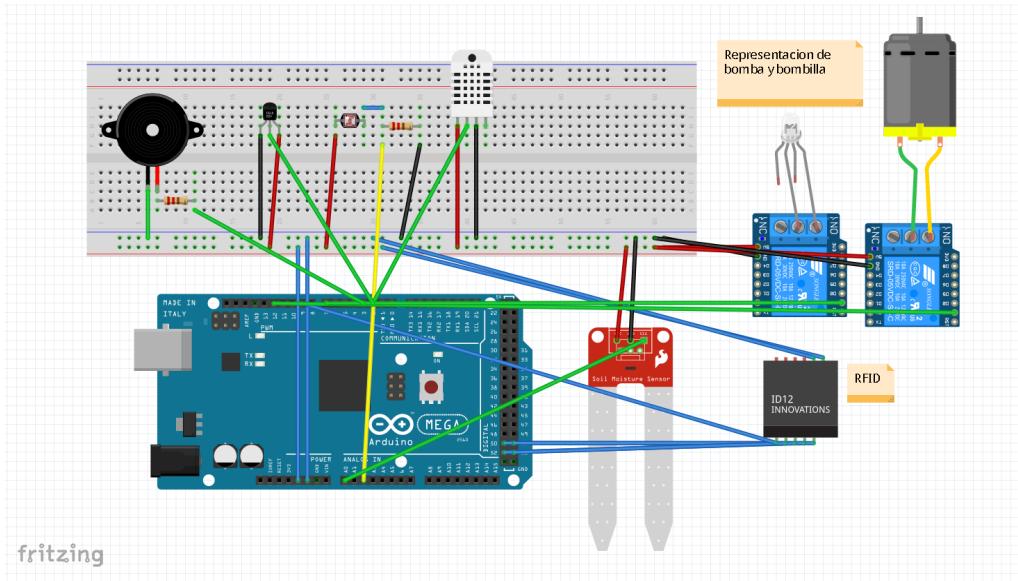


Imagen 16: Diagrama lógico de los componentes (No se encontró el componente HW-080)

Últimos resultados

Durante los resultados finales se obtuvo un funcionamiento óptimo del invernadero IoT. Los sensores funcionan correctamente y los procesos no presentan ciclos, errores o bugs durante las mediciones de dichos sensores.

Se puede apreciar en la siguiente imagen el funcionamiento del luxómetro en conjunto de un relevador y la bombilla de luz led.

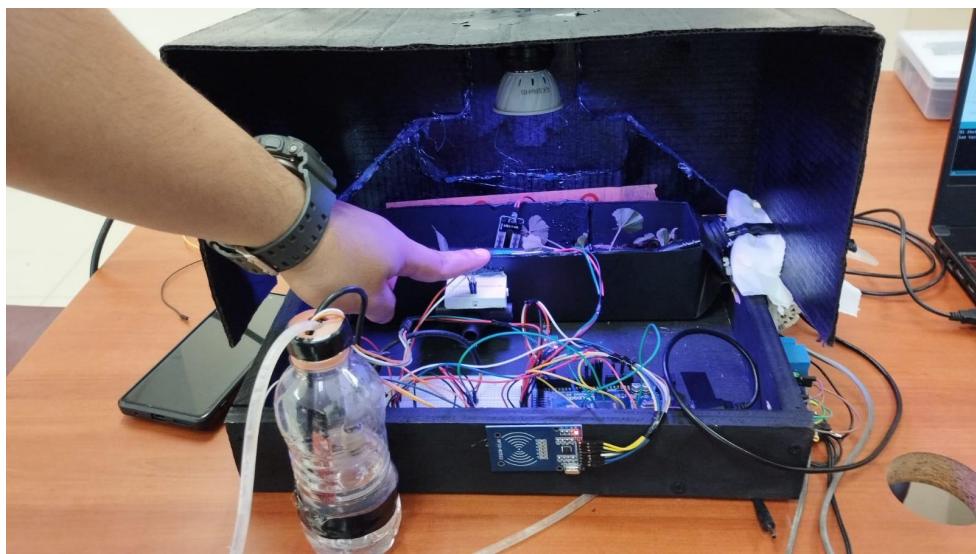


Imagen 17: Funcionamiento del invernadero

De igual manera se puede observar los datos arrojados por el IDE de Arduino con el Monitor Serie, los cuales se pueden observar en la siguiente imagen

```
Estado de bomba de agua:1
Estado de bombilla:0
Estado de bomba de agua:1
Control de acceso:
Card UID: 05 8B 4C 54 B0 02 00      Acceso concedido...
Estado de bombilla:0
Estado de bomba de agua:1
Light Intensity:26 Lux
Humedad: 47.00 %          Temperatura:
23.80 °C 74.84 °F          Índice de calor:
23.46 °C 74.23 °F
Temperatura de agua= 24.00 C
Humedad de suelo: 75%
Water level Sensor Value:
0
```

A screenshot of a terminal window titled "COM5". The window displays a series of data lines from an Arduino sketch. The data includes sensor readings for a water pump state (1), a light bulb state (0), and soil moisture (75%). It also shows a card access control section with a card UID and an access granted message. Temperature and humidity values are listed in both Celsius and Fahrenheit. The water level sensor value is shown as 0. There are also some blank lines and a timestamp at the bottom of the terminal window.

Imagen 18: Funcionamiento del invernadero en el Monitor Serie

Trabajo a futuro

Con el invernadero IoT funcional se puede obtener información para mejorar la producción de cultivos y plantas. Actualmente funciona con 6 sensores, pero se podrán incluir más sensores a lo cual se podrá incrementar la información obtenida o cambiar sensores por otros más eficientes.

Lo que se busca principalmente en el trabajo a futuro además del mantenimiento del proyecto en sí, será buscar las formas en las que podremos optimizar, ya sea líneas de código o cantidad de cables. Con el propósito de que nuestro proyecto sea más digerible para cualquier persona que lo vea y lo pueda entender a la perfección eso sin contar además del aspecto en sí, el cual sería un poco más agradable de ver el proyecto si tuviera menos cables o la placa arduino a la vista del usuario/visor.

Conclusiones

La realización del proyecto fue algo nuevo para todos los integrantes del equipo, ya que el uso de C++ para el código, más el uso de los componentes Arduino en conjunto resultó en un proyecto funcional pero hecho a miniatura, ya que el proyecto se puede emplear en una situación real (Invernadero a un sembradío real).

No mentimos al decir que fue un proyecto fácil, porque en realidad no lo fue. Mas sin embargo con el proyecto a lo largo de la construcción del mismo ibas reforzando y tomando aquellos conocimientos adquiridos durante el transcurso de las unidades del curso.

Lo que más se nos complicó fue sin duda alguna el pasar los datos del arduino al esp32 y de ahí tomarlos para subirlos a la base de datos.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestro compañero y amigo Roberto Esquivel Troncoso por la ayuda brindada en cuanto a explicación del funcionamiento del arduino y guia del mismo. De la misma manera se agradece la cooperación y apoyo a la compañera y amiga Elena Elizábeth Ramírez Bonilla. A la profesora Lamia Hamdan Medina por su ayuda y sugerencias.

Referencias

- [1] T. TECHNOLOGY. "Mini Bomba De Agua De Diafragma 12v Arduino - \$95.86". Mercado Libre México - Envíos Gratis en el día.
https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-695636524-mini-bomba-de-agua-de-diafragma-12v-arduino-JM?matt_tool=28238160&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic(accedido el 30 de noviembre de 2022).
- [2] QUERETARO, E.L.E.C.T.R.O.N.I.C.A. (no date) *Sensor de temperatura DS18B20 sumergible - \$ 65.5, Meses sin intereses*. Mercado Libre. Available at:
https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-571750436-sensor-de-temperatura-ds18b20-sumergible-_JM?matt_tool=91188883&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=15698047816&matt_ad_group_id=143431914600&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=620253690479&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=330584721&matt_product_id=MLM571750436&matt_product_partition_id=1638503335577&matt_target_id=pla-1638503335577&gclid=Cj0KCQiA-JacBhC0ARIlsAIxybyN5iY6Dljf2i5dBe3_yVlupl1Mr3R2jst1weCFjxW-4Y_Anle0XO7waApdFEALw_wcB (Accessed: November 30, 2022).
- [3] TOPQUALITYMX. (2020) *Bombilla de Planta Azul (220 v) Para Plantas, Luz led, PLÁNT - \$ 345.04, Bombilla De Planta Azul (220 V) Para Plantas, Luz Led, Plánt*. Mercado Libre. Available at:
https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-1530492164-bombilla-de-planta-azul-220-v-para-plantas-luz-led-plant-_JM?matt_tool=28238160&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic (Accessed: November 30, 2022).

- [4] Qué es mysql: Características Y Ventajas (2022) OpenWebinars.net. Available at: <https://openwebinars.net/blog/que-es-mysql/> (Accessed: December 5, 2022).
- [5] Ecastillo@nts-Solutions.com, “¿Qué es firebase? ¿Qué ventajas ofrece en 2022 a nuestras apps?,” NTS SEIDOR, 21-Sep-2022. [Online]. Available: <https://www.nts-solutions.com/blog/firebase-que-es.html>. [Accessed: 05-Dec-2022].
- [6] “Add firebase to your JavaScript Project,” Google. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/web/setup>. [Accessed: 05-Dec-2022].
- [7] R. Tamil, “Firebase javascript crud web app tutorial,” SoftAuthor, 09-Jul-2022. [Online]. Available: <https://softauthor.com/learn-to-build-firebase-crud-app-with-javascript-part01-reading-data/>. [Accessed: 05-Dec-2022].
- [8] Mobitzt, “Mobitzt/firebase-ESP32: 🔥 Firebase RTDB Arduino Library for ESP32. the complete, fast, secured and reliable Firebase Arduino client library that supports CRUD (create, read, update, delete) and stream operations..,” GitHub. [Online]. Available: <https://github.com/mobitzt/Firebase-ESP32>. [Accessed: 05-Dec-2022].