



Universidad del
Rosario

Escuela de Ingeniería,
Ciencia y Tecnología



MACC
Matemáticas Aplicadas y
Ciencias de la Computación

ENTREGA FINAL PROYECTO CORNERSTONE

HUERTA INTELIGENTE - MATICAS

INTEGRANTES:

DAVID ALSINA

FABIO RIZO

JUAN ESTEBAN VELANDIA

JUAN MANUEL URIBE

LAURA VALENTINA GONZÁLEZ

LAURA VALENTINA HERNÁNDEZ

SOFIA MARÍN

CAMILO TEJADA

FECHA:

ABRIL 2022

Índice

1. Introducción	2
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. Metodología y Materiales	4
3.1. Metodología	4
3.2. Materiales empleados en hardware	8
3.3. Materiales empleados en software	8
3.4. Materiales empleados en prototipado	8
4. Resultados	10
4.1. Resultados en hardware	10
4.2. Resultados en software	14
4.3. Resultados Prototipado	18
5. Discusión	19
6. Conclusiones	21
6.1. Posibilidades a futuro	21
7. Referencias	22

Introducción

El aumento de la población a nivel mundial tiene como consecuencia un crecimiento en la industria alimentaria. Específicamente en Colombia, solo se utilizan 7 millones de hectáreas de las 23 que se podrían utilizar. Lo que a su vez conlleva a tener que importar el 30% de los alimentos para su consumo.

La importación de productos alimenticios requiere que estos deban pasar por cadenas de transporte para llegar al consumidor final, generando costos adicionales y asimismo generando gases de efecto invernadero durante su trayecto.

Frente a esta problemática se propone la creación de un cultivo autónomo y compacto, que le permita a las personas cultivar sus propios alimentos, disminuyendo costos y garantizando su origen orgánico.

Objetivos

2.1. Objetivo General

Comprobar experimentalmente la efectividad de los cultivos hidropónicos con el fin de reducir el hambre a nivel mundial. Por medio de la creación de un prototipo centrado en el usuario donde resalte su facilidad de uso.

2.2. Objetivos Específicos

1. Implementar un sistema de riego que opere de acuerdo a las mediciones ambientales de la temperatura, presión atmosférica, nivel de ph, electroconductividad y nivel de luz por medio del uso de sensores.
2. Desarrollar una aplicación web cuya funcionalidad permita al usuario controlar las tareas de la huerta, así como la visualización de estadísticas sobre las condiciones de los datos obtenidos a partir de los sensores.
3. Elaborar un sistema basado en el análisis de los requerimientos teniendo en cuenta las necesidades del usuario y de los cultivos.

Metodología y Materiales

3.1. Metodología

Nuestro trabajo fue principalmente de investigación experimental. Iniciamos en febrero 1 del 2022 y concluiremos en mayo 1 del mismo año. La investigación la desarrollamos en los laboratorios de la escuela de ingeniería, ciencia y tecnología de la universidad del rosario, los cuales son unos espacios apropiados para el tipo de trabajo que se hacía manejando la estructura, tubos de pvc y herramientas de corte y calor. Para lograr lo propuesto decidimos distribuir el trabajo en 3 ramas clave: Desarrollo en hardware, software y estructura del prototipo. En nuestra organización y desarrollo del proyecto usamos herramientas como Trello y se realizaron reuniones semanales entre cada una de las ramas para monitorear el progreso del proyecto, los puntos de retraso y qué hacer frente a ellos.

El orden que seguimos para hacer el proyecto fue el siguiente:

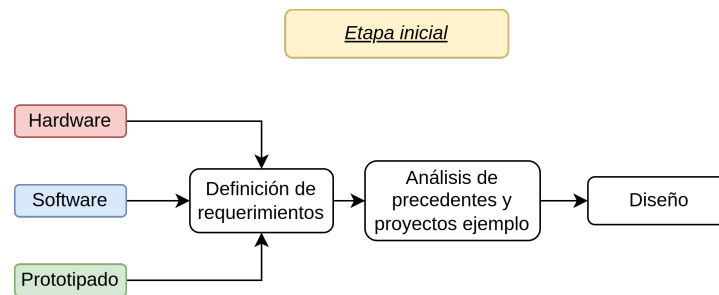
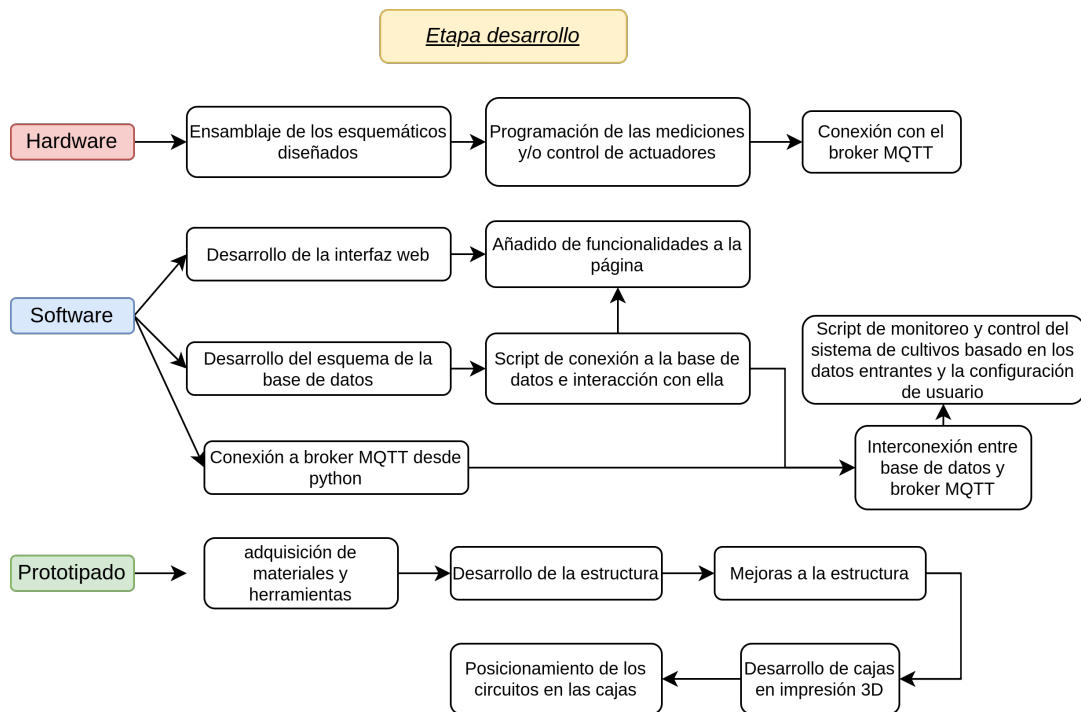


Figura 1: Caption

De manera más detallada, en el proceso de desarrollo de lo planeado se siguió este flujo de tareas principales:



Para la sección hardware-software un diagrama que ilustra las conexiones entre los elementos y el flujo de la información es el siguiente:

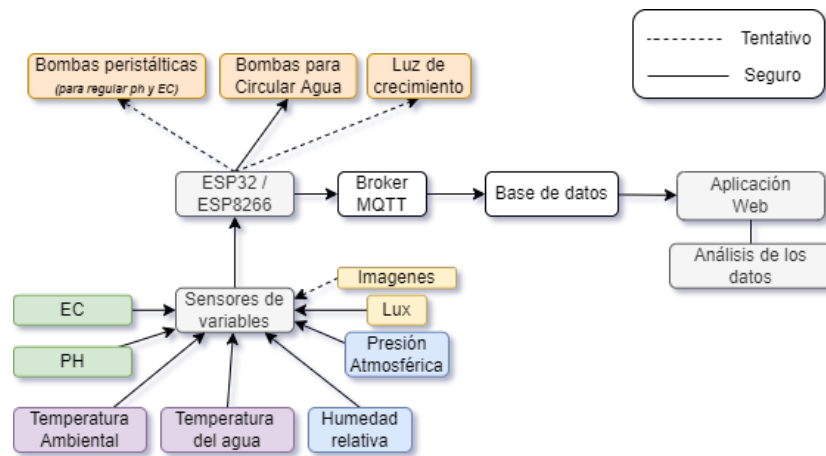


Figura 2: Caption

Como se pudo verificar en los esquemáticos, desarrollamos diseños iniciales de cómo deberían verse los elementos desarrollados para tener una meta y una organización clara a continuación están los esquemáticos de la estructura final y el mockup que creamos para la página web.

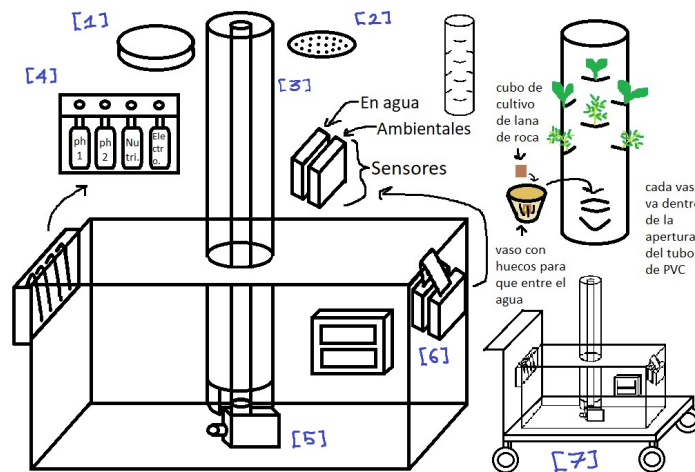


Figura 3: En el siguiente esquema podemos distinguir algunas numeraciones que acompañan al bosquejo, el elemento [1] es la tapa del tubo. [2] Es una tapa de sifón que se puede encontrar por ejemplo en duchas, [3] es el tubo de pvc externo y su tubo de pvc interno, el primero brinda soporte a las plantas y el segundo se encarga de llevar el agua hasta arriba. [4] Es una caja que contiene las botellas con solución de ph ácida, básica, y solución nutritiva A y solución nutritiva B. [5] es la bomba de agua. [6] Es una caja de sensores. Finalmente [7] es una base con ruedas para poder desplazar cómodamente el sistema.

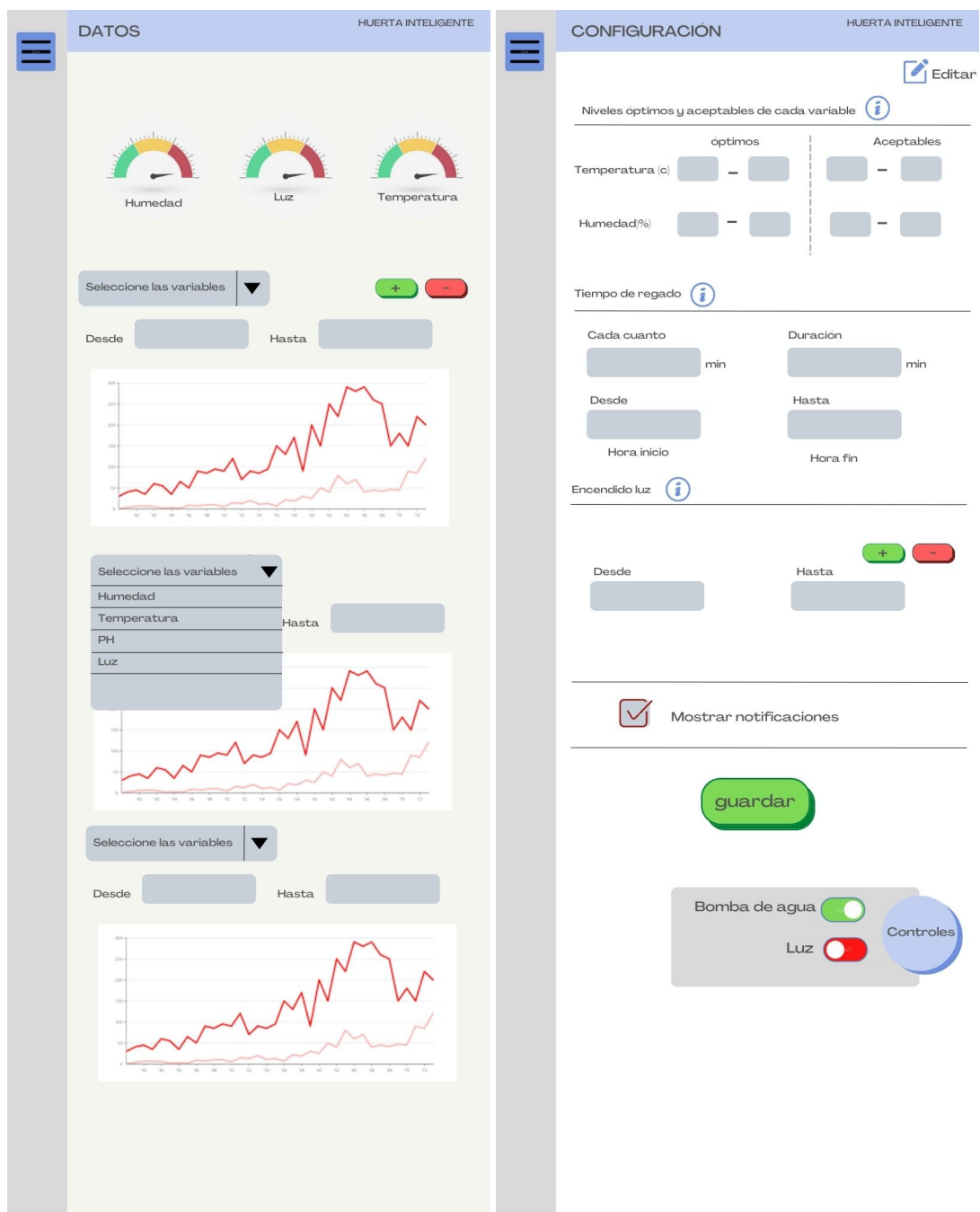


Figura 4: Mockup de las páginas principales implementadas en el proyecto. El proceso de desarrollo de la interfaz de usuario se basó fuertemente en este esquema planteado. En la izquierda vemos las gráficas de los datos en función del tiempo. Junto con unos medidores en la parte superior que indican si el nivel actual de dicha variable es óptimo, está en condiciones aceptables o si está fuera de condiciones deseables. A la derecha se ve la página de configuración, en donde se pueden indicar cuales son los niveles deseables y óptimos para cada una de las condiciones ambientales medidas. Adicionalmente hay campos para especificar el tiempo de regado de agua, durante cuánto tiempo se va a regar, con qué frecuencia y desde qué hora inicia y a qué hora termina el ciclo de regados. También podemos encontrar un campo para indicar desde qué hora hasta qué hora la luz debería mantenerse activa. Y finalmente tenemos unos botones accionables para encender y apagar los actuadores del cultivo.

3.2. Materiales empleados en hardware

Los recursos empleados por rama fueron:

- 5 módulos ESP8266.
- 5 baquetas.
- 1 sensor BH1750.
- 1 sensor BME280.
- 1 sensor de pH.
- 1 cable de grabadora con conector hembra.
- 1 resistencia de 10K Ohms.
- 6 relés.
- 2 luces de crecimiento de plantas de 20 W.
- 2 disipadores de calor.
- 2 ventiladores pequeños de 5V 0.25 A.

3.3. Materiales empleados en software

- Broker MQTT en HiveMQ.
- Base de datos PostgreSQL remota en Azure.
- Servidor remoto para ejecutar scripts de conexión entre el broker MQTT y la base de datos.

3.4. Materiales empleados en prototipado

- 3 metros de tubo de pvc de 3 pulgadas de diámetro.
- 1 unión de 3 pulgadas.
- 1 tapa de tubo de 3 pulgadas.

- 6 metros de tubo de pvc de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro.
- 8 codos de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 4 tees de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- 9 uniones de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- Balde de agua de 10 lts de capacidad con tapa.
- Base de madera de 60 cm x 60 cm.
- 4 rodachines con capacidad de carga de 30 kg.

4

SECTION

Resultados

4.1. Resultados en hardware

En hardware pudimos aprender muchas cosas respecto a cómo funcionan los módulos y sensores, así como otras mejoras que podríamos añadir a nuestra forma de trabajar las conexiones y los relés que usamos, en particular nos dimos cuenta que es mucho mejor desarrollar las conexiones en una PCB ya que acelera los tiempos de soldado, disminuye los errores que se puedan cometer, aumenta la replicabilidad del proyecto y en relación a los costos acaba siendo mejor invertir un poco más en estas PCBs que invertir menos dinero en baquetas pero más tiempo en buscar errores y soldar pequeñas piezas.

Así mismo nos dimos cuenta que se debe hacer un mejor manejo de cables en el proyecto, esto lo podemos lograr acomodando distintos módulos que podrían estar juntos en una misma caja, o con el ya mencionado método de las PCBs. Otro de los resultados que obtuvimos es que a largo plazo a pesar de que los relés mecánicos son más baratos resulta más conveniente comprar y trabajar con relés de estado sólido, esto principalmente porque las partes mecánicas de estos primeros pueden fallar, obligando a tratar de arreglar el mecanismo ar-

tesanalmente o completamente hacer un reemplazo de la pieza. Los resultados finales que obtuvimos en hardware se pueden apreciar acá:



Figura 5: Bombas de agua que se encargan de regular los niveles de nutriente y pH. En la caja gris que se aprecia en la imagen de la izquierda se encuentra el conjunto de relés y el microcontrolador que manejan las bombas de agua.

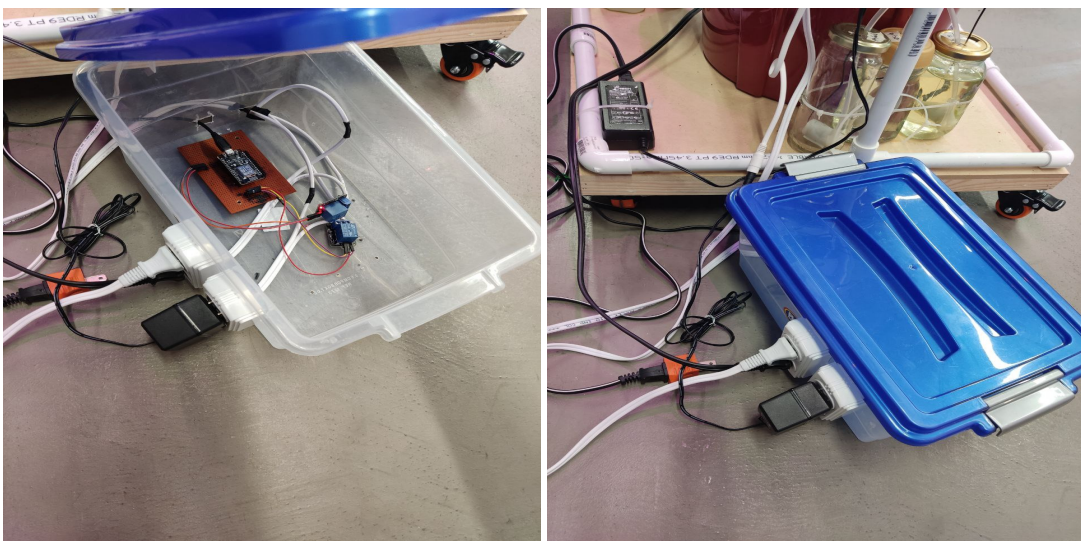


Figura 6: Este es otro módulo controlador de actuadores, en particular maneja las luces y la bomba de agua y su funcionamiento se podría resumir como un toma inteligente de google que habilita o desabilita el paso de corriente en el toma según lo ordene el usuario o el sistema.

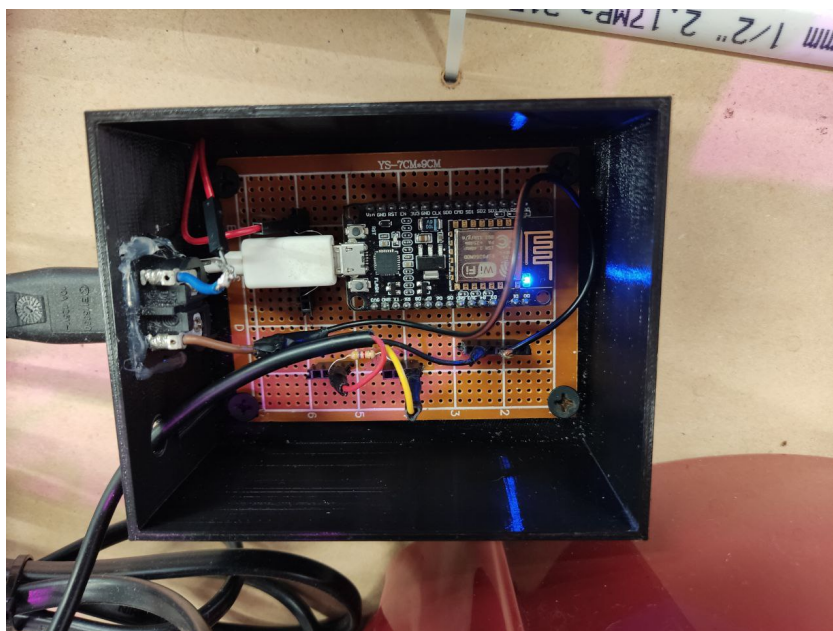


Figura 7: *Sensor de electroconductividad (un indicador del nivel de nutriente) en su caja 3D soldado sobre una baquela.*

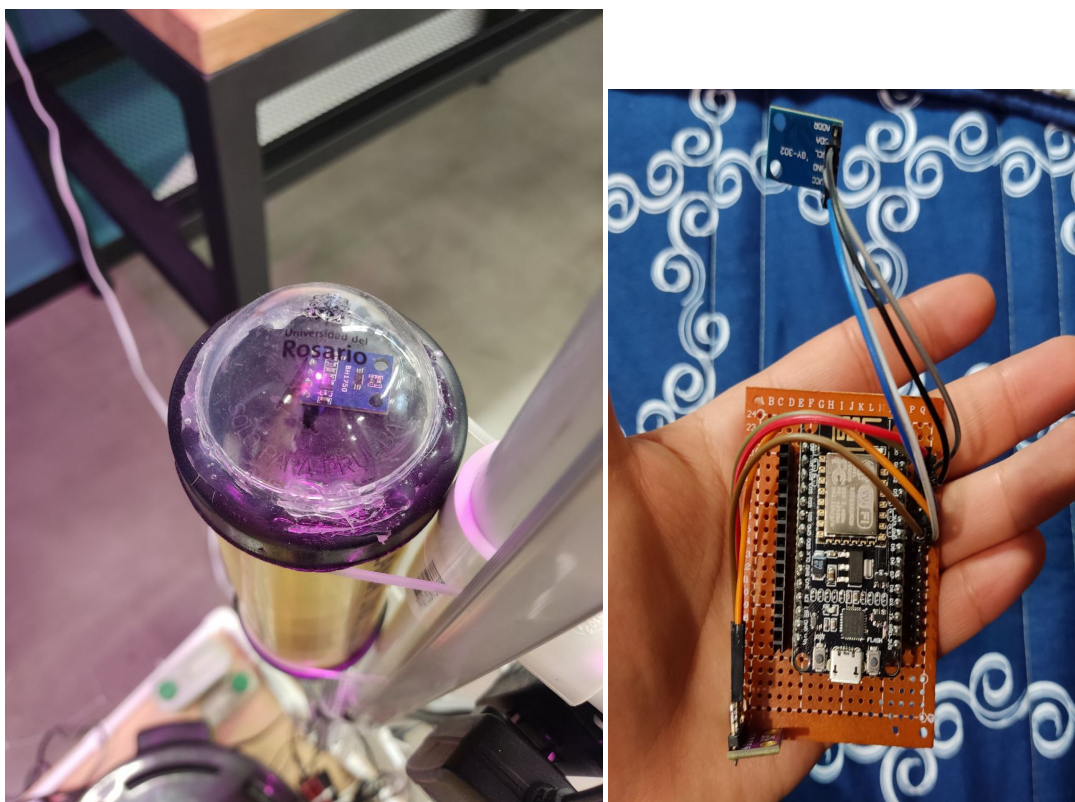


Figura 8: *Módulo de mediciones ambientales compuesto por los sensores BME280 y BH1750 (a la derecha), módulo de mediciones ambientales encapsulado (a la izquierda).*

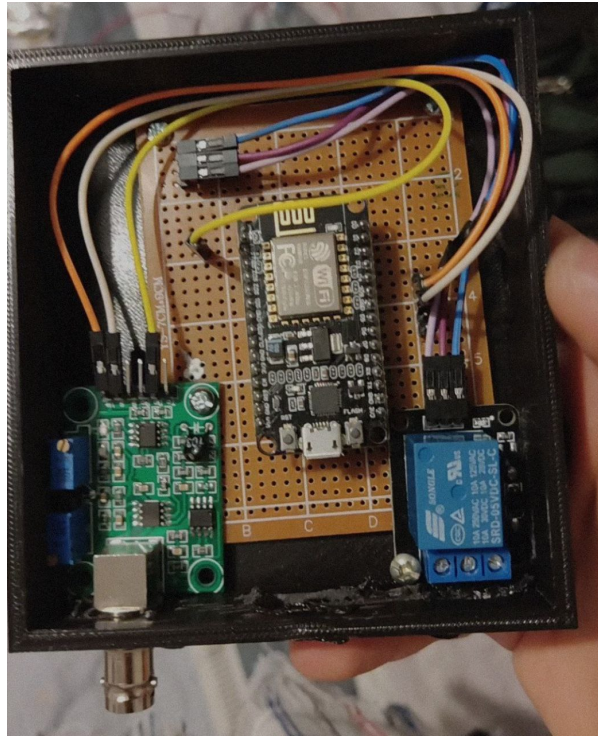


Figura 9: Módulo sensor de pH, note que tiene también un relé junto a él. Esto debido a que una de las ideas iniciales que tuvimos fue manejar ambos desde esta misma caja, sin embargo por comodidad y limpieza del desarrollo optamos por separar la sección de actuadores de la de medición completamente.



Figura 10: Bomba de agua usada para el elevar el agua con nutrientes desde el tanque hasta la cima del sistema de cultivo.

4.2. Resultados en software

Con respecto a la sección de desarrollo web, obtuvimos muy buenos resultados. Se realizó un sondeo a distintas personas que tuvieron la posibilidad de interactuar con la interfaz, su respuesta fue positiva, apreciando la manera intuitiva de usar una vez les fue explicada la página, aunque en numerosos casos nos recomendaron añadir más texto explicando el significado de cada uno de los campos. Como se podrá notar nuestro diseño final no es una réplica exacta del mockup que construimos, esto debido a que en el framework que usamos (flask en python) no encontramos algunos de los botones y adicionalmente el manejo de widgets no era muy intuitivo. Los resultados de nuestro desarrollo web fueron los siguientes:

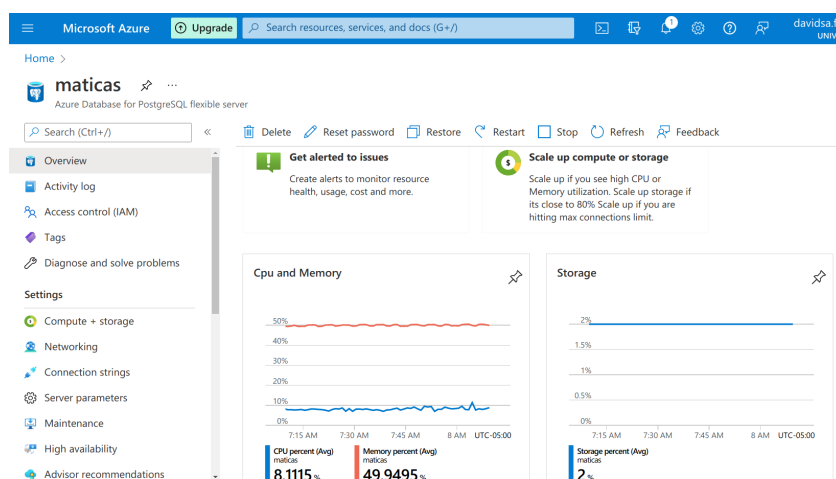


Figura 11: Base de datos PostgreSQL funcional en Azure

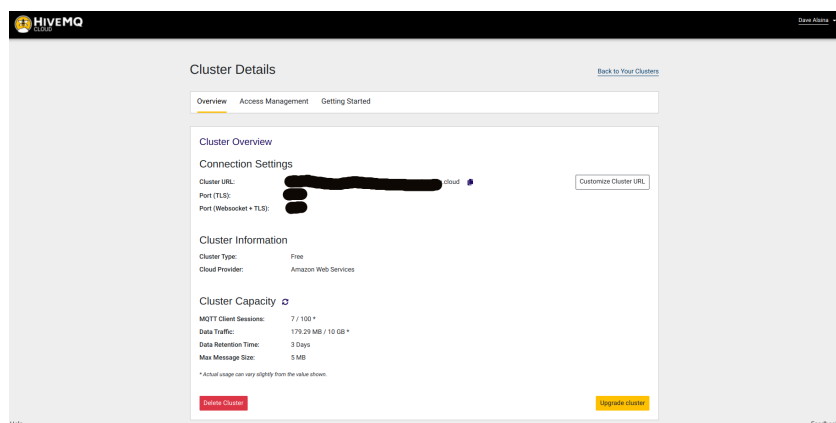


Figura 12: Broker MQTT funcional en HiveMQ

HUERTA INTELIGENTE

SETTINGS

Niveles óptimos y aceptables de cada variable

NIVELES ÓPTIMOS

Temperatura (°C)

22.0

22.0

Temperatura del agua (°C)

10.0

17.0

Humedad (%)

55.0

65.0

Electroconductividad (mS/cm)

1.0

2.3

pH

5.5

6.0

NIVELES ACEPTABLES

14.0

24.0

8.0

20.0

50.0

80.0

0.8

2.8

5.0

6.5

Tiempo de regado

Cada cuanto (min):

30.0

Desde:

06:00 AM

Duración (min):

1.0

Hasta:

08:05 PM

Encendido de la luz

Humedad (%)

55.0

65.0

Electroconductividad (mS/cm)

1.0

2.3

pH

5.5

6.0

50.0

80.0

0.8

2.8

5.0

6.5

Tiempo de regado

Cada cuanto (min):

30.0

Desde:

06:00 AM

Duración (min):

1.0

Hasta:

08:05 PM

Encendido de la luz

Desde:

07:00 AM

Hasta:

08:05 PM

Botones accionadores

Bomba de agua:

Encender

Apagar

LUZ:

Encender

Apagar

Editar configuraciones

Figura 13: Vista de la página de configuración de niveles óptimos de cada variable, y definición de parámetros de funcionamiento para las luces del sistema de cultivo y la bomba de agua. Así como botones accionadores para controlar a voluntad estos dispositivos.

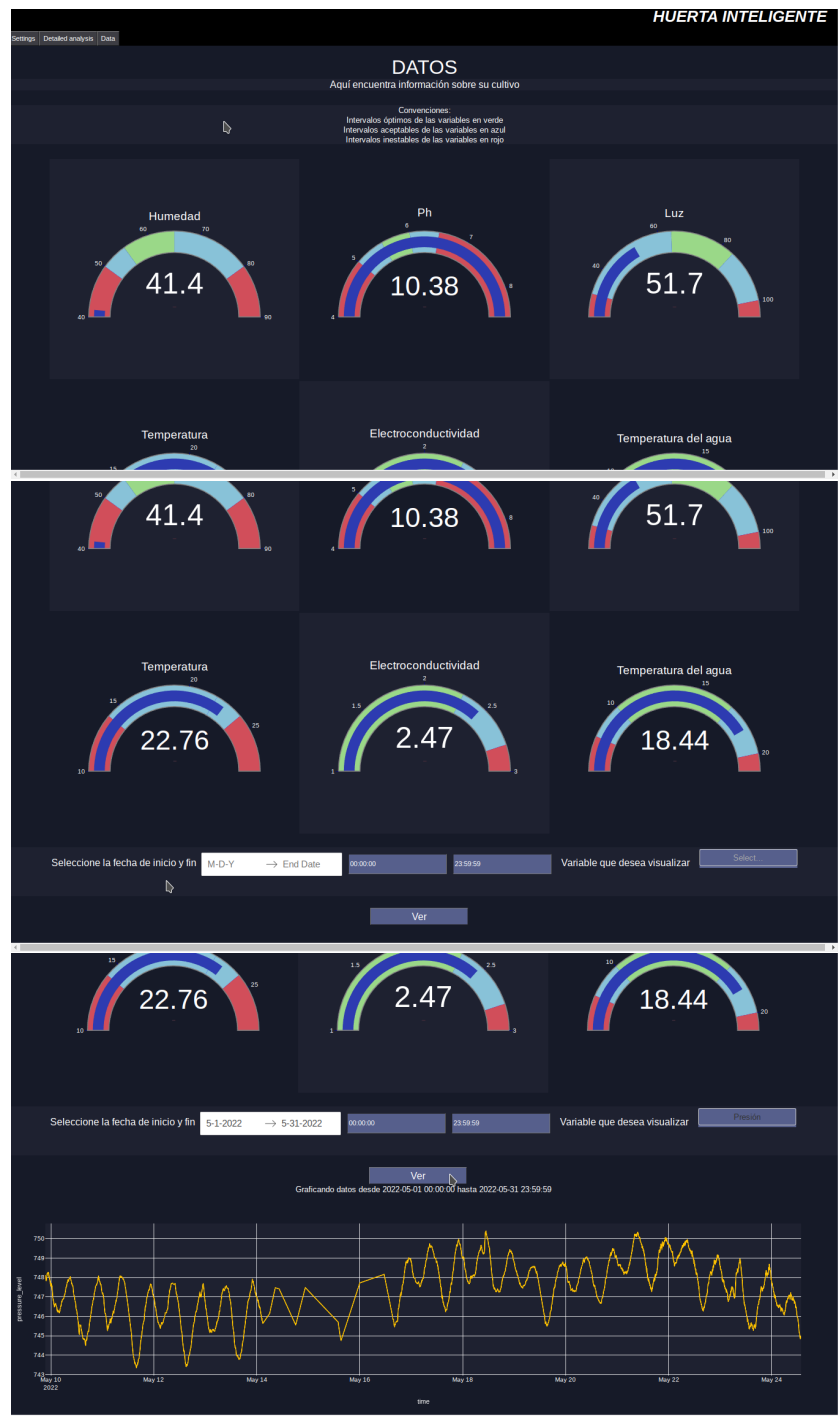


Figura 14: Vista de la página de datos, donde podemos ver las últimas mediciones que han llegado y cómo se ubican con respecto a los intervalos especificados por la configuración de usuario, en azul vemos el nivel actual, las franjas rojas son los niveles no deseables, la franja azul clara son los niveles aceptables y la región verde es el punto óptimo para el pH. En la parte de abajo vemos la gráfica de la temperatura en función del tiempo.



Figura 15: Gráfica de la temperatura ambiental en función del tiempo, puede notar que hay campos para seleccionar qué variable se desea ver y en qué intervalo de tiempo en días y desde qué hora, hasta cuál otra hora.



Figura 16: Sección de análisis detallado, el primer plot habla de las medias por hora de la variable seleccionada. Mientras que el segundo es un diagrama de cajas y bigotes para entender el comportamiento de los datos.

4.3. Resultados Prototipado

AYUDAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA.



Figura 17: *Cajas diseñadas en 3D para proteger los sensores de pH, electroconductividad y temperatura del agua.*

5

SECTION

Discusión

Completado el desarrollo del sistema hidropónico, este mide las variables establecidas y las guarda en la base de datos remota en Azure. Adicionalmente se controlan variables como la iluminación, el pH y el nivel de nutrientes. El sistema se encuentra listo para contener plantas, sin embargo las plántulas que hemos cultivado aún no han crecido lo suficiente para integrarse al cultivo. Muchas de las recomendaciones recibidas están en torno al manejo de cables y el nivel de desacoplamiento al que llevamos los sensores en el proyecto. La razón por la que optamos por tener los sensores separados en cajas distintas y con alimentación independientes fue porque este sistema de cultivo es un prototipo urbano para analizar el funcionamiento del concepto a largo y medio plazo, para llevarlo después a un contexto más agroindustrial en los campos. Tal modularidad hará más cómoda la transición a un ambiente rural.

Para solucionar el asunto de manejo de cables, pensamos en crear pcbs que incluyan comodidades para la distribución de energía en el sistema, es decir que por ejemplo en lugar de usar 2 cables distintos para la alimentación de distintos elementos del mismo módulo, podemos crear un circuito que se encargue de entregar la capacidad de energía requerida

a todos los elementos en el mismo módulo, reduciendo así la cantidad necesaria de cable. Lo anterior es para el caso en que haya disponible corriente eléctrica para la alimentación. Sin embargo para el caso rural muchas veces las redes cableadas extensas son muy dispendiosas por lo que pensamos añadir además de la reducción de cables mencionada, tener paneles solares con baterías de litio, dando autonomía necesaria a cada uno de los micro-controladores.

Otra de las observaciones que recolectamos en el proceso de desarrollo fue la alta demanda de tiempo que se requiere para crear las conexiones del hardware. Las hicimos usando una baquelita y haciendo las conexiones necesarias con cable. Esto último se podría mejorar de manera considerable construyendo los circuitos en pcbs, dando además un plus a la replicabilidad de nuestra solución ya que esto facilita a terceros la implementación del sistema de cultivo.

6

SECTION

Conclusiones

A partir del desarrollo de nuestro proyecto se verificó que la creación de un sistema de cultivos hidropónicos casero es completamente viable y que en efecto esta tecnología es adaptable al contexto agrícola en el campo.

La implementación de los distintos módulos junto con el desarrollo de una aplicación web permitió al usuario mantener un control adecuado de los cultivos, garantizando el estado de las plantas y facilitando el monitoreo de las distintas variables de control. Resultando en una reducción en el tiempo requerido para mantener estos cultivos caseros.

6.1. Posibilidades a futuro



SECTION

Referencias