

GREEN NEXUS INVERNADERO CON REALIDAD AUMENTADA

Gerardo Daniel Vázquez Zapata, Santiago Sotomayor Rodríguez, Mauricio Ernesto Aguilera Galindo, Jesús Rodolfo Terán Cuellar

Instituto Tecnológico de la laguna y alu.19130982@correo.itlalaguna.edu.mx, Instituto Tecnológico de la laguna y alu.19131552@correo.itlalaguna.edu.mx, Instituto Tecnológico de la laguna y alu.19130884@correo.itlalaguna.edu.mx

Área de participación: Ingeniería en sistemas computacionales

Resumen

Nuestro proyecto consta de un invernadero inteligente, el cual es capaz de monitorear de manera remota vía internet los factores principales que hay que tener en cuenta con el cuidado de una planta. Este cuenta con un sensor de humedad y temperatura, un sensor de luz y un sensor de humedad de suelo. El invernadero será capaz de poder compartir estos factores en tiempo real a través de una interfaz de realidad aumentada que será mostrada por un código QR por medio de una aplicación del teléfono. Un ejemplo serio que el invernadero tendrá una planta y el usuario quiere ver cómo está actualmente, entonces abrirá la aplicación, donde apuntará al código QR el cual le mostrará la información de los factores de humedad, temperatura, luz y humedad del suelo en tiempo real, así el usuario podrá estar informado de cual es el estado actual de la planta y cuáles serán sus necesidades en ese momento. Este proyecto será de ayuda para el cuidado de plantas y jardines, ya sea para empresas grandes o para jardineros por hobbies.

Palabras clave: Invernadero, realidad aumentada, cuidado, plantas.

Abstract

Our project consists of an intelligent greenhouse that is capable of remotely monitoring the key factors to consider when taking care of a plant via the internet. It includes a humidity and temperature sensor, a light sensor, and a soil moisture sensor. The greenhouse will be able to share these factors in real time through an augmented reality interface displayed by a QR code via a mobile application. For example, if the user wants to see the current status of the plant, they will open the application and point it at the QR code, which will display real-time information about humidity, temperature, light, and soil moisture. This way, the user can stay informed about the current state of the plant and its specific needs at that moment. This project will be helpful for plant care and gardening, whether for large companies or hobbyist gardeners.

Key words: Greenhouse, augmented reality, care, plants

Introducción

Las plantas requieren cuidados especiales para poder lograr que crezcan de la mejor manera posible, además de que existen muchos tipos de plantas, y cada uno de estos tipos requieren cuidados específicos, muy diferentes entre sí, unas requiere mucha agua y sol mientras otras no requieren sol y casi nada de agua, por lo que a veces

las personas y las empresas que quieren introducirse al mundo de la agricultura y cuidado de plantas, no logran tener éxito al cuidar sus plantas, ya que no tienen una idea clara de lo que necesita la planta en ese momento lo que ocasiona que le den algo que no necesitaba o viceversa que no le proporcionen lo que necesita en ese momento, por lo que terminan abandonando ese hobby.

Los invernaderos son estructuras diseñadas para crear un entorno controlado que favorezca el crecimiento de las plantas. Sin embargo, la gestión y el monitoreo de un invernadero pueden ser desafiantes debido a la necesidad de supervisar constantemente factores ambientales como la luz, temperatura, humedad ambiental y humedad del suelo. Tradicionalmente, los agricultores han dependido de métodos manuales para controlar estas variables, lo que puede llevar a ineficiencias y resultados inconsistentes. Además, la falta de visualización en tiempo real de los datos y la dificultad para interpretarlos limitan la toma de decisiones informadas.

Por lo que el enfoque de nuestro proyecto es brindar un invernadero el cual pueda medir todos estos factores del ambiente en tiempo real haciendo uso de Arduino y sus sensores de humedad y temperatura, de luz y de humedad de suelo, además de podrá ver estos en cualquier lugar vía wifi desde su celular gracias a que estos sensores estarán conectados a un ESP32 que mandara la información a una aplicación móvil, donde por medio de un código QR podrá visualizar la información por medio de realidad aumentada. Además, que tendrá información respecto a la planta y los cuidados que esta requiere.

Funcionara de tal manera que, en los sensores del invernadero estarán captando en tiempo real los factores ambientales de luz, temperatura y humedad y humedad del suelo, esta información estará siendo enviada por medio del ESP32 vía wifi a una pagina web la cual estará conectada con una aplicación móvil, esta con ayuda del un disparador QR mostrar la información en una interfaz de realidad aumentada donde se enseñara los datos recolectados de los sensores.

Metodología

Materiales

Componente	Función
Arduino MEGA 2560	El Arduino Mega 2560 es una placa de microcontrolador basada en el ATmega2560. Tiene 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un cabezal ICSP y un botón de reinicio.
Sensor de luz(LDR)	La foto resistencia o LDR es un componente cuya resistencia disminuye al hacer incidir luz sobre ella y aumenta en ausencia de luz, esta propiedad la hace ideal para implementar sensores de iluminación ambiental.

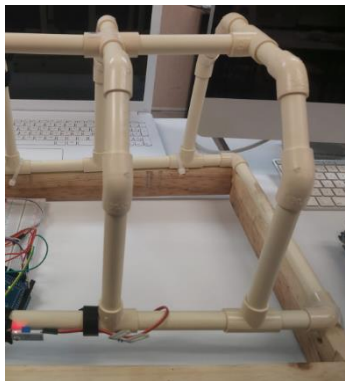
Sensor de humedad y temperatura Ambiente(DHT11)	El sensor DHT11 nos permite medir la temperatura y la humedad con Arduino, este módulo utiliza un pin digital para enviar la información. Se puede encontrar de forma individual o insertado en una PCB.
Sensor de humedad de suelo(HW-080)	Este sensor mantiene un monitoreo del grado de humedad que tiene el suelo, este funciona como un convertidor.
HW-103	Este mide los electrodos marcados por el suelo
ESP32	El ESP32 emplea un microprocesador Tensilica Xtensa LX6 en sus variantes de simple y doble núcleo e incluye interruptores de antena, con tecnología Wi-Fi y Bluetooth de modo dual integrada.

Preparación

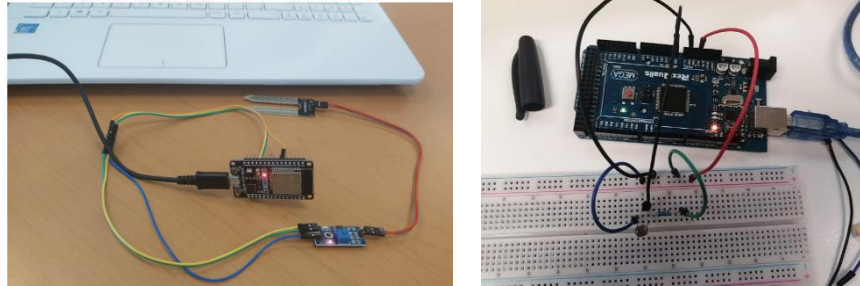
Para la realización de nuestro proyecto tuvo que realizar un análisis profundo de cuáles serían los componentes que se iban a requerir para poder realizar el invernadero inteligente. Identificando cuales de los sensores que utilizamos a través del semestre nos iban a ser útiles para este proyecto, y si necesitábamos uno saber cuál elegir al momento de comprar. Como ya habíamos utilizado varios sensores anteriormente, se realizó un repaso de cómo se debían de conectar estos en un circuito, por medio de los diagramas anteriormente hechos de forma virtual. Una vez repasado el circuito necesitábamos hacerlo en físico para saber si el estado de los sensores era optima, ya que el mal funcionamiento de uno de esto no podría permitirse. Al finalizar de ver lo anterior, nos encontramos con el problema de que se necesitaba un modelo, en el cual podría permitirse sostener tanto nuestro circuito como los diferentes sensores que íbamos a aplicar, para ello se opto usar un modelo de invernadero, usando tubos de PBC en la que uniría la parte inferior con la superior para el acomodo de los sensores, además de una cerca de madera que evitaría que el circuito y la planta se estuvieran moviendo constantemente y para sostener esto necesitábamos algo sólido.

Desarrollo

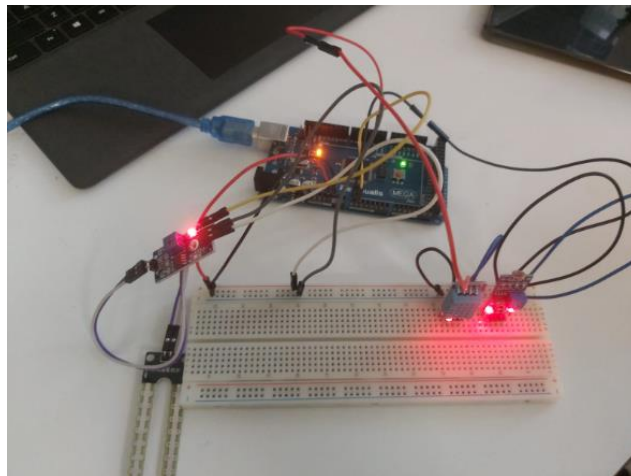
Para el desarrollo del proyecto se basó el diseño de la estructura en los invernaderos que existen en el mercado, pero a un tamaño escala y obviamente sin cristales por el alto costo y su difícil manejo, por lo cual un integrante del equipo se dio la tarea en construir el exoesqueleto del invernadero con tubos de PVC, los cuales estos estarían unidos a un marco de madera que serviría como cerca para la planta y el circuito:



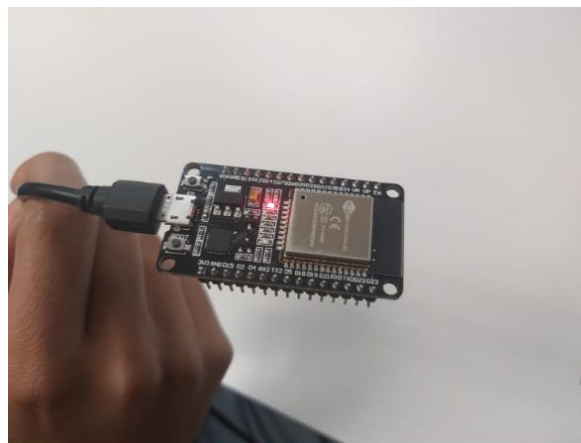
Mientras el exoesqueleto estaba siendo construido, debíamos construir una vez mas cada uno de los circuitos de los sensores para probar su funcionamiento, así como ir probando su código para ver como era la entrada y salida de datos de cada uno de ellos para ver si necesitaban algún tipo de mapeo de los datos para que la salida de estos pueda ser entendida por los usuarios finales, los sensores que se van a utilizar son el sensor de humedad, el sensor de luz , el sensor de humedad de suelo, los cuales ya venían en nuestro paquete de Arduino, así que no se tuvo que comprar aparte:



Al finalizar las pruebas con cada uno de los sensores de manera individual, nos propusimos hacer un circuito solo donde estarían conectados todos los sensores, además de ver como se estaría acomodando el código y lo pines de todos los sensores juntos:



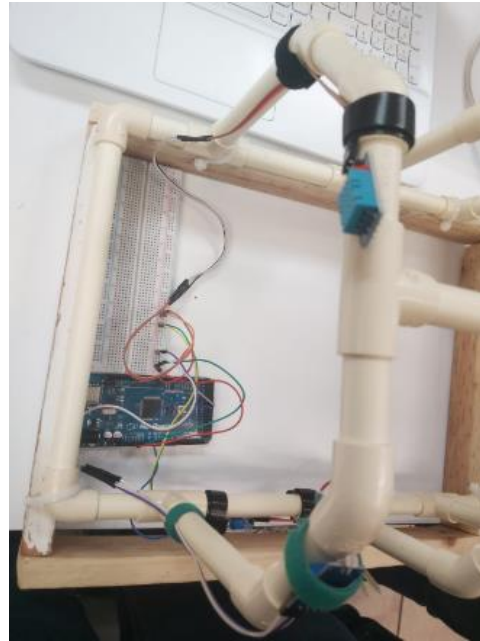
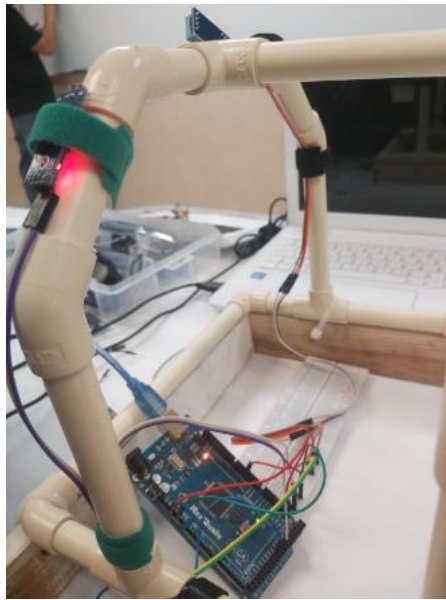
Además de hacer pruebas de conexión vía wifi con el componente ESP32, para poder ir modificando y viendo cómo iba a lograrse tanto la comunicación y la transferencia de datos de los sensores a través de este mismo:



Mientras se hacían las pruebas de comunicación y viendo cómo se iba a crear la interfaz de realidad aumentada, se empezó a agregar el circuito de los sensores al exoesqueleto que se había construido, se optó por agregar

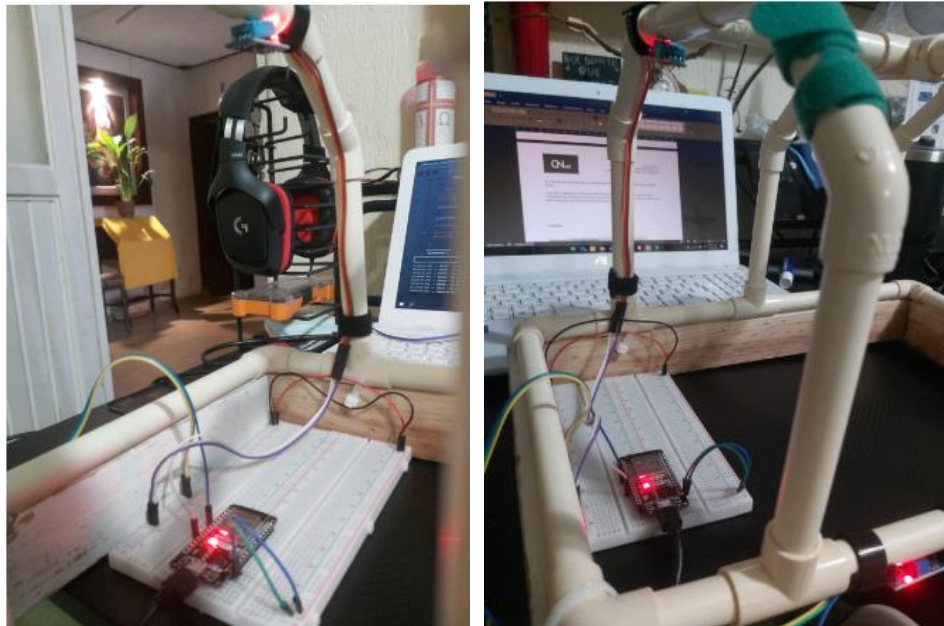
algunos sensores como el de la humedad y temperatura, y la luz, en la parte superior de este para que pudiera recolectar los datos de manera óptima. Para ello

Una vez hechas las pruebas con los sensores de nuestro Arduino, fuimos probando posiciones en las que deberían ser puestos para que puedan recibir la información más óptimamente. Cuando hicimos eso nos dimos cuenta que algunos sensores deberían estar en la parte superior del exoesqueleto del invernadero, y que deberían estar agarrados por algo para que estos no se muevan y mantenga su lugar en este mismo. Se optó por utilizar unas agarraderas de velcro, ya que soldar las cosas no era la mejor opción ya que si existían cambios o daños en los sensores sería muy complicado su remplazo.

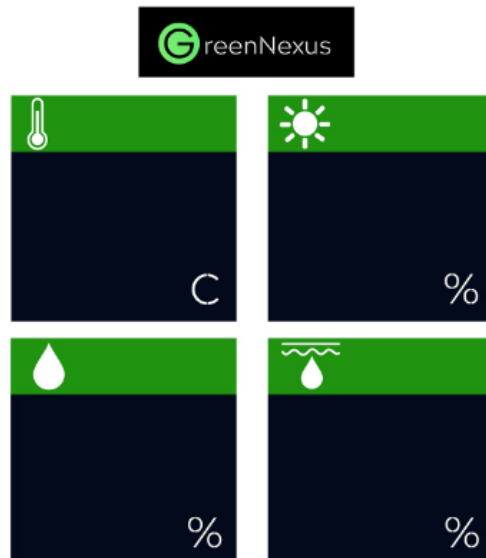


Una vez acomodamos los sensores en los lugares que consideramos mejores para la toma de datos, era tiempo de acomodarlos junto con el ESP32, a demás de ir probando en que pines de este iban a ser conectados, ya que eran muy diferentes los pines de nuestro Arduino MEGA a los del ESP32.

Se hizo una investigación respecto a los pines del ESP32 para ver en cuales de estos podrían ir conectados nuestros sensores, ya que estos variaban, unos eran digitales y otros analógicos. Una vez investigado eso nos dimos cuenta que una sola protoboard no iba a ser suficiente, por lo que se tuvo que hacer una unión de dos de estas y puentearlas para que los sensores pudieran tener corriente y pasar los datos correctamente.



Para terminar se desarrolló por medio de Unity, las interfaces que serian lanzadas por el disparador, en realidad aumentada. Para esto se utilizó la herramienta de Balsamiq que es un IDE para realizar bocetos de visuales para cualquier tipo de dispositivos, con una excelente personalización nos permite hacernos una idea clara de que es lo que queremos mostrar si necesidad de meternos al IDE donde se va a programar el visual, además de que con esta idea clara, es mucho más fácil ver que se va a necesitar para la muestra de datos:



INFORMACIÓN

TIPO: *Lens Cullinaris (Lenteja).*

Propiedad nutricional: *Alto-Excelente.*

Riego: *2 veces por día con 15ML de agua.*

Exposición al sol: *1 Hora cada 2 días.*

By: *Code Nexus MX*






ACERCA DE

Proyecto: *Green Nexus*

Compañía: *Code Nexus MX*

Integrantes: *Santiago Sotomayor Rodríguez.*
Gerardo Daniel Vazquez Zapata.
Jesus Rodolfo Teran Cuellar.
Francisco Torres Hernandez.
Mauricio Ernesto Aguilera Galindo.

Materia: *Gestion de Proyectos de Software.*

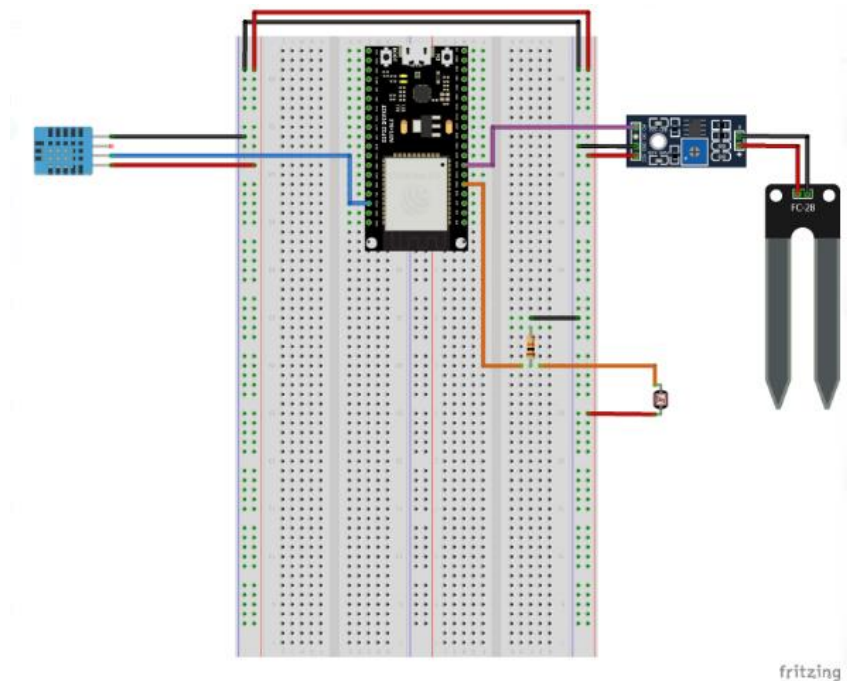
BY: *Code Nexus MX*




Resultados y discusión

Primeros resultados

La primera vez que creamos el diagrama en el IDE de Fritzing, habíamos pensado utilizar el sensor de luz “c”, ya que era un sensor de luz digital, el cual podría dar tanto datos análogos como digitales. Pero tuvimos muchos problemas con este ya que sin saberlo, este sensor solo podía devolver dos datos que eran el 1 y el 0, lo cual no nos servía para el propósito de nuestro invernadero, ya que queríamos lograr que el usuario tuviera una idea mas clara de cuanta luz estaba recibiendo la planta. Entonces se cambio este sensor por el luxómetro (LDR), el cual mostraba el nivel de la luz, de 0 a 278, lo cual nos daría una mejor respuesta a la luz recibida por la planta, por lo que el diagrama utilizado fue el siguiente al final:



Segundos resultados:

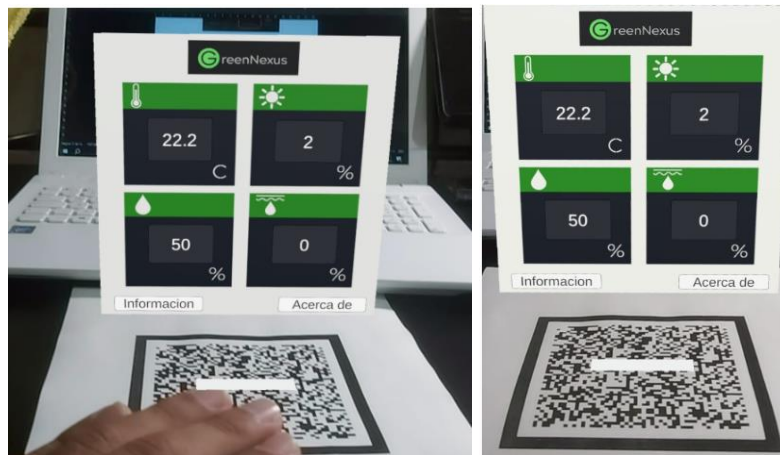
Concluimos que todas las conexiones estaban correctas al ESP32, pero nos dimos cuenta que algunos datos recolectados no eran amigables para que el usuario final pudiera entenderlos, por lo que se realizaron varios cambios.

Se realizó un mapeo al luxómetro para que los valores que mostrara sean de 0 a 100. Además de que para el sensor de humedad de tierra debimos ajustar la sensibilidad de este, ya que si la sensibilidad era baja, siempre mostraba el porcentaje de humedad era de 0%, por lo que se ajustó para que pudiera detectarla de forma correcta.



Terceros resultados

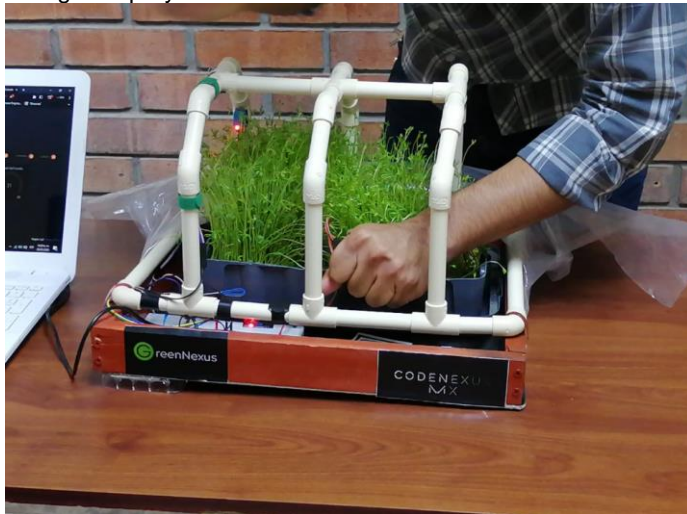
Fuimos realizando las pruebas de conexión entre el ESP32 y la plataforma Blynk donde se recibirían los datos, además de mostrarlo por medio de Unity a través de un disparador para mostrar la interfaz de realidad virtual con los datos actualizados y que estos vayan haciendo esto constantemente:

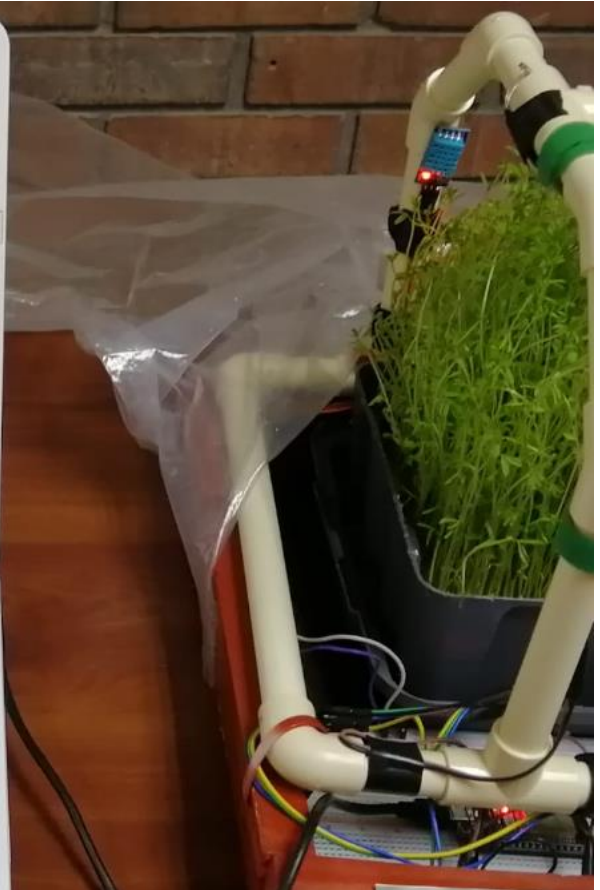
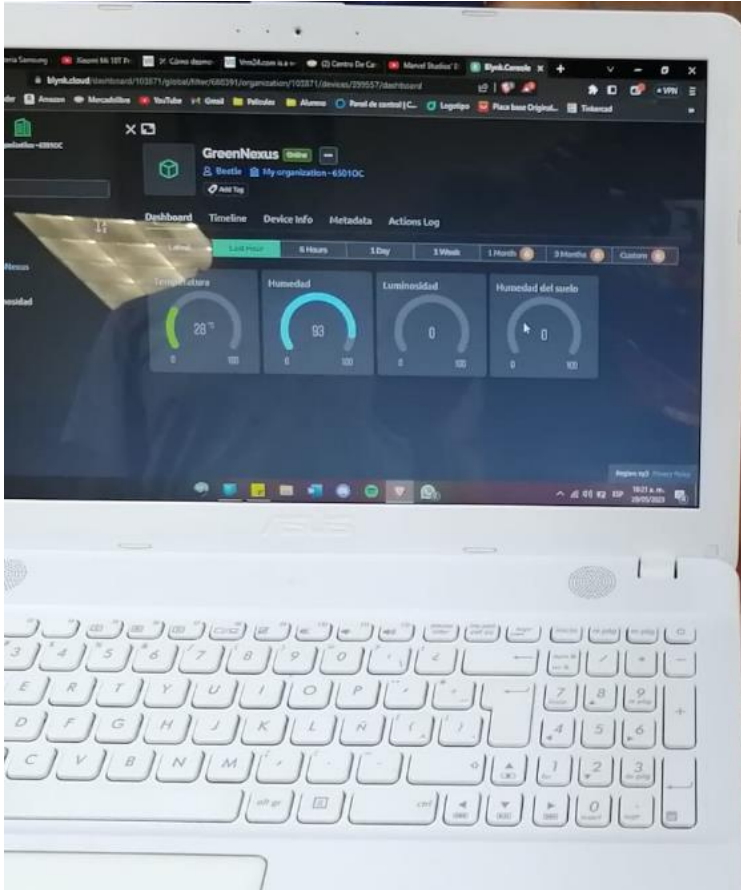
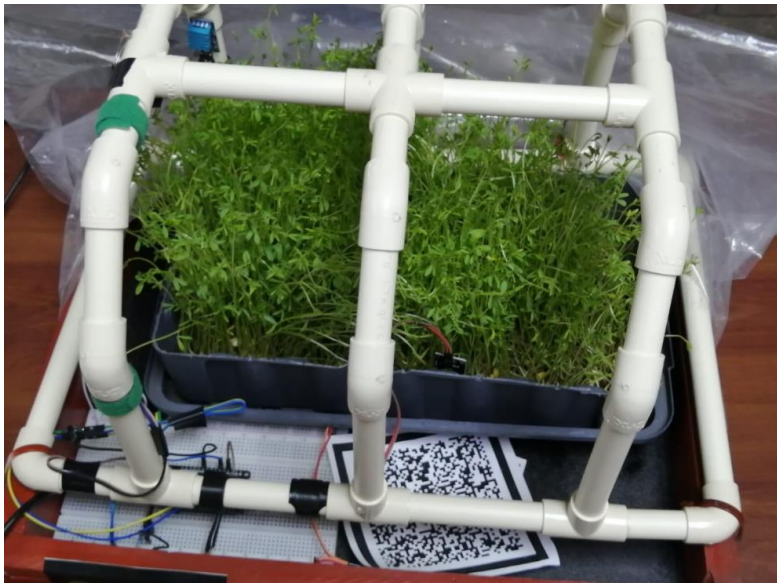


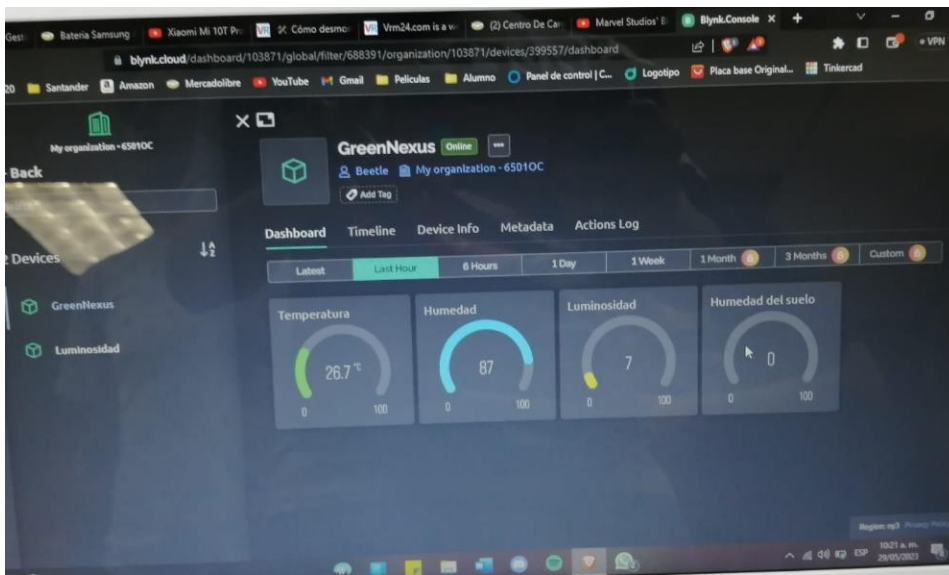
Últimos resultados

Por último, para la finalización de nuestro proyecto utilizamos una base de cartón de huevo para mantener tanto el circuito como la planta adentro del invernadero y poder transportándolo de manera segura. Además de que ahora si se conecto el sensor de humedad de suelo a la tierra de la planta, finalmente recibiendo datos en tiempo real de la planta, para saber cuidarla de mejor manera.

//imágenes proyecto final







Trabajo a futuro:

Nuestro proyecto, aunque detecta de manera constante las condiciones en las que se encuentra nuestra planta, todo el trabajo del cuidado de esta depende completamente del usuario, por lo que se podrían implementar algunos componentes del Arduino para poder automatizar algunos cuidados de la planta, como agregar algún motor que suelte agua cuando se alcance algún punto de porcentaje de humedad o cosas por el estilo.

Conclusiones

Nuestro proyecto de invernadero inteligente con monitoreo remoto y una interfaz de realidad aumentada a través de un código QR tiene el potencial de revolucionar el cuidado de las plantas y jardines. Al combinar la tecnología moderna con la horticultura, brindamos a los usuarios la capacidad de obtener información en tiempo real sobre los factores clave para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como la humedad, la temperatura, la luz y la humedad del suelo.

Esta solución es especialmente útil para aquellos que tienen interés en el cuidado de las plantas, ya sean jardineros por afición o empresas que requieren un monitoreo constante de sus cultivos. La posibilidad de acceder a los datos a través de una aplicación de teléfono móvil y una interfaz de realidad aumentada hace que sea conveniente y fácil de usar. Los usuarios simplemente necesitarán escanear el código QR para obtener información detallada sobre el estado actual de la planta y las necesidades específicas en ese momento.

Además de ser una herramienta útil para el cuidado de las plantas, nuestro proyecto también promueve la sostenibilidad y la eficiencia. Al tener acceso a información precisa y oportuna sobre las condiciones de las plantas, los usuarios podrán ajustar de manera más precisa los recursos, reduciendo el desperdicio y promoviendo un cuidado más eficiente.

En resumen, el invernadero inteligente con monitoreo remoto y una interfaz de realidad aumentada a través de un código QR es una solución innovadora que combina la tecnología y la horticultura para mejorar el cuidado de las plantas y jardines. Al proporcionar información en tiempo real sobre los factores clave, este proyecto tiene el potencial de ser una herramienta valiosa tanto para aficionados como para profesionales en el ámbito de la jardinería y la agricultura.

Referencias

- [1] S. Akash. "Top 10 Programming Languages for AR and VR Developers in 2023". analyticsinsight.net. <https://www.analyticsinsight.net/top-10-programming-languages-for-ar-and-vr-developers-in-2023/> (accedido el 22 de febrero, 2023).
- [2] TrustRadius. "Augmented Reality Development Platforms". trustradius.com. <https://www.trustradius.com/augmented-reality-development> (accedido el 24 de febrero, 2023).
- [3] TrustRadius. "ARCore". trustradius.com. <https://www.trustradius.com/products/google-arcore/reviews#comparisons> (accedido el 24 de febrero, 2023).
- [4] TrustRadius. "Hololink". trustradius.com. <https://www.trustradius.com/products/hololink-webar-editor/reviews#overview> (accedido el 24 de febrero, 2023).
- [5] TrustRadius. "Vuforia Engine". trustradius.com. <https://www.trustradius.com/products/ptc-vuforia/reviews#overview> (accedido el 24 de febrero, 2023).
- [6] Vuforia Developer Portal. "Pricing and Licensing Options". library.vuforia.com. <https://library.vuforia.com/faqs/pricing-and-licensing-options#:~:text=Yes%2C%20it%20is%20free%20to,will%20need%20a%20Premium%20plan.> (accedido el 24 de febrero, 2023).
- [7] Hololink. "Pricing". hololink.io. <https://www.hololink.io/pricing> (accedido el 24 de febrero, 2023).
- [8] ARCore. "Overview of ARCore and supported development environments". developers.google.com. <https://developers.google.com/ar/develop> (accedido el 24 de febrero, 2023).
- [9] BBVA, «Los siete usos de la realidad aumentada que ya están aquí,» 11 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.bbva.com/es/siete-usos-realidad-aumentada-ya-estan-aqui/>. [Último acceso: 2023 Febrerp 2023].
- [10] E. Tolocka, «Simulación de circuitos con Realidad Aumentada,» 26 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.profetolocka.com.ar/2018/04/26/simulacion-de-circuitos-con-realidad-aumentada/#:~:text=Simulaci%C3%B3n%20de%20circuitos%20con%20Realidad%20Aumentada%2028%20enero%2C,enriquecer%20la%20informaci%C3%B3n%20que%20nos%20provee%20la%20misma..> [Último acceso: 24 Febrero 2023].
- [11] Desconocido, «Realidad aumentada en el diseño de circuitos,» Revista Iberoamericana de Ciencias, Tuxtepec, 2018.
- [12] A. Acosta, «Automatizaión de Bajo Costo Utilizada en la Producción Agrícola en Invernaderos y Huertos Caseros,» Universidad Tecnológica de Panamá, Santiago, 2018.
- [13] A. Femenias, «Invernadero Arduino,» Bricolabs Wiki, 16 Abril 2021. [En línea]. Available: https://bricolabs.cc/wiki/proyectos/invernadero_arduino. [Último acceso: 24 Febrero 2023].

- [14] N. Babich. "The 4 Golden Rules of UI Design". xd.adobe.com. <https://xd.adobe.com/ideas/process/ui-design/4-golden-rules-ui-design/> (accedido el 3 de marzo del 2023).
- [15] S. Levy. "Graphical user interface". britannica.com. <https://www.britannica.com/technology/graphical-user-interface> (accedido el 3 de marzo del 2023).
- [16] Desconocido, «wikiHow,» En la casa y el Jardín, [En línea]. Available: <https://es.wikihow.com/hacer-un-mini-invernadero#>. [Último acceso: 03 Marzo 2023]
- [17] J. Castelan, «Crehana,» Future of People, 26 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.crehana.com/blog/estilo-vida/como-hacer-invernadero-casero/>. [Último acceso: 03 Marzo 2023].
- [18] Marimar, «ELBLOGVERDE.COM,» Tendencias, 14 Enero 2023. [En línea]. Available: <https://elblogverde.com/invernaderos-caseros/>. [Último acceso: 03 Marzo 2023].
- [19] G. Marker, «tecnologia+informacion,» [En línea]. Available: <https://www.tecnologia-informatica.com/realidad-aumentada/#:~:text=El%20proceso%20que%20se%20llea%20a%20cabo%20en,para%20el%20reconocimiento%20y%20la%20ubicaci%C3%B3n%20espacial%203D>. [Último acceso: 03 marzo 2023].
- [20] «gunka studios,» 19 julio 2022. [En línea]. Available: <https://gunkastudios.com/aplicaciones-de-realidad-aumentada/>. [Último acceso: 03 marzo 2023].
- [21] A. Gimenez, «milcursos,» [En línea]. Available: <https://www.milcursosgratis.com/como-crear-image-target-en-vuforia/>. [Último acceso: 10 marzo 2023].
- [22] W. i. g. perez, «docsity,» docsity, 2020. [En línea]. Available: <https://www.docsity.com/es/que-es-vuforia-y-como-funciona/6036180/>. [Último acceso: 10 marzo 2023].
- [23] c. a. l. sandoval, «niixer,» niixer, 17 mayo 2021. [En línea]. Available: <https://niixer.com/index.php/2021/05/17/vuforia-sdk-unity-y-sus-diferentes-usos/#:~:text=Vuforia%20es%20un%20SDK%20utilizado,mundo%20real%20con%20componentes%20virtuales..> [Último acceso: 10 marzo 2023].

[24] «docs.unity,» unity, 2019. [En línea]. Available: https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia_requirements.html. [Último acceso: 10 marzo 2023].

[25] «unity,» unity, 2023. [En línea]. Available: [https://unity.com/es/download#:~:text=Requisitos%20del%20sistema%20de%20Unity,Dx10%20\(shader%20modelo%204.0\)..](https://unity.com/es/download#:~:text=Requisitos%20del%20sistema%20de%20Unity,Dx10%20(shader%20modelo%204.0)..) [Último acceso: 10 marzo 2023].

[26] d. e. garcia, «openwebinars,» openwebinars, 10 junio 2019. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/que-es-unity>. [Último acceso: 10 marzo 2023].

[27] «unity documentation,» unity, 2019. [En línea]. Available: [https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia-sdk-overview.html#:~:text=Vuforia%20es%20una%20plataforma%20de,HMD\)%20como%20Microsoft%20HoloLens\)%20..](https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia-sdk-overview.html#:~:text=Vuforia%20es%20una%20plataforma%20de,HMD)%20como%20Microsoft%20HoloLens)%20..) [Último acceso: 10 marzo 2023]

[28] Desconocido, «wikiHow,» En la casa y el Jardín, [En línea]. Available: <https://es.wikihow.com/hacer-un-mini-invernadero#>. [Último acceso: 03 Marzo 2023]

[29] K. O. L. Segovia, «infoAGRO,» 24 11 2022. [En línea]. Available: <https://infoagro.com.ar/aprendiendo-a-plantar-lentejas/>. [Último acceso: 17 03 2023].

[30] Q. Brouhon, «purplant,» 30 09 2021. [En línea]. Available: Karina Olinda Loayza Segovia. [Último acceso: 17 03 2023].

[31] instalatodo, «instalatodo,» 2022. [En línea]. Available: <https://instalartodo.com/como-cultivar-rucula-en-el-balcon/>. [Último acceso: 17 03 2023].

[32] Unity. "Plane". docs.unity3d.com. <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Plane.html> (accedido el 24 de marzo del 2023).

[33] Unity. "Optimization tips for unity UI". unity.com. <https://unity.com/how-to/unity-ui-optimization-tips#:~:text=The%20Canvas%20is%20the%20basic,these%20meshes%20can%20be%20expensive>. (Accedido el 24 de marzo del 2023).

[34] «irisFernandez,» iris Fernandez, 03 11 2019. [En línea]. Available: <https://irisfernandez.com.ar/betaweblog/index.php/2019/11/03/sensor-de-humedad-para-tierra-hw-080/>. [Último acceso: 30 03 2023].

[35] Circuito.io, "Arduino Soil Moisture Sensor Guide", Circuito.io Blog, disponible en línea: <https://www.circuito.io/blog/arduino-soil-moisture-sensor-guide/>, consultado en marzo de 2023.

[36] Electrónicos Caldas, "Módulo sensor de luz fotorresistencia LDR", disponible en línea: <https://www.electronicoscaldas.com/detalle-producto.php?codigo=1864>, consultado en marzo de 2023.

[37] Arduino, "Arduino Mega 2560 Rev3", disponible en línea: <https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>, consultado en marzo de 2023.

[38] Arduino, "Proto Shield Tutorial", disponible en línea: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ProtoShield>, consultado en marzo de 2023.

[39] Electrónicos Caldas, "Módulo sensor de luz fotorresistencia LDR", disponible en línea: <https://www.electronicoscaldas.com/detalle-producto.php?codigo=1864>, consultado en marzo de 2023.

[40] Espressif, "ESP32 Overview", disponible en línea: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32/overview>, consultado en marzo de 2023

[41] Desconocido, «wikiHow,» En la casa y el Jardín, [En línea]. Available: <https://es.wikihow.com/hacer-un-mini-invernadero#>. [Último acceso: 03 Marzo 2023]

[42] Circuito.io, "Arduino Soil Moisture Sensor Guide", Circuito.io Blog, disponible en línea: <https://www.circuito.io/blog/arduino-soil-moisture-sensor-guide/>, consultado en marzo de 2023.

[43] Electrónicos Caldas, "Módulo sensor de luz fotorresistencia LDR", disponible en línea: <https://www.electronicoscaldas.com/detalle-producto.php?codigo=1864>, consultado en marzo de 2023.

[44] Arduino, "Arduino Mega 2560 Rev3", disponible en línea: <https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>, consultado en marzo de 2023.

[45] Arduino, "Proto Shield Tutorial", disponible en línea: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ProtoShield>, consultado en marzo de 2023.

[46] Electrónicos Caldas, "Módulo sensor de luz fotorresistencia LDR", disponible en línea: <https://www.electronicoscaldas.com/detalle-producto.php?codigo=1864>, consultado en marzo de 2023.

[47] Espressif, "ESP32 Overview", disponible en línea: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32/overview>, consultado en marzo de 2023.

[48] Euforia. "Best Practices for Designing and Developing Image-Based Targets". [En línea]. Disponible en: <https://library.vuforia.com/objects/best-practices-designing-and-developing-image-based-targets>. [Último acceso: 12 de mayo del 2023].