



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO.

NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA TARJETA ELECTRÓNICA PARA LA
AUTOMATIZACIÓN DE LLENADO DE UN TINACO DE AGUA.

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA MECATRÓNICA.

PRESENTA:

RAZIEL CORTES BAUTISTA

NOMBRE DEL ASESOR:

Dr. CARLOS BUENO AVENDAÑO

APIZACO, TLAX., ABRIL DE 2026.



Tzompantepec, Tlaxcala, 05/diciembre/2025

Oficio No. MM-766/2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	RAZIEL CORTES BAUTISTA
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	B16620338
Nombre del Proyecto:	"DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA TARJETA ELECTRÓNICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LLENADO DE UN TINACO DE AGUA".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA

DR. CARLOS BUENO AVENDAÑO
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel.
[241] 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **10/Diciembre/2025**

RAZIEL CORTES BAUTISTA
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL B16620338.
P R E S E N T E.

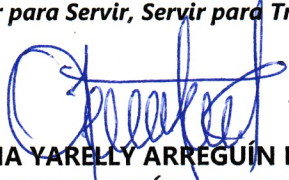
Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA TARJETA ELECTRÓNICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LLENADO DE UN TINACO DE AGUA"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

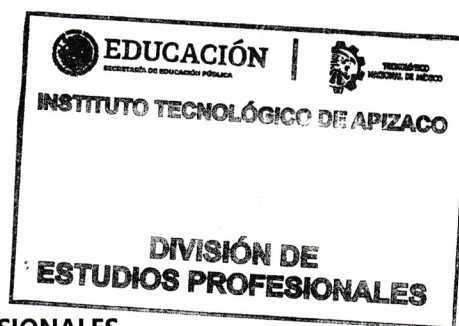
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastado, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


CECILIA YARELLY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



CYAL/Gsc*

ccp. Archivo



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar este espacio para agradecer a todas las personas que me han apoyado para lograr mi objetivo de culminar una etapa más en mi vida que ha sido de suma importancia, por la cual a lo largo de ella surgieron diferentes circunstancias que llevaron a decisiones difíciles, pero que al final con todo el esfuerzo y determinación logré concluir satisfactoriamente esta etapa la cuál es a mi consideración la más importante de la vida.

En primer lugar, agradezco a mis padres: Gabriela Lucila Bautista Cruz y Alfredo Lázaro Cortes Espinosa, los cuales siempre han estado a mi lado, tal vez no físicamente pero sí moralmente y además desde pequeño me han inculcado los valores, actitudes y aptitudes necesarias para no desistir y alcanzar siempre mis metas y objetivos de vida.

También agradezco a mis hermanos que me han brindado un apoyo inmenso, siempre han estado a mi lado dándome consejos y su cariño incondicional, este apoyo me ha servido para no decaer y seguir esforzándome para alcanzar mis objetivos como fueron adquirir buenos conocimientos en la carrera que cursé, ya que, al ser una carrera complicada, se requiere de mucho estudio para lograr comprender todos los temas que integran las materias.

Además, quiero agradecer a mi novia, la cual ha estado a mi lado en la mayoría de los momentos tanto universitarios como de la vida cotidiana. Agregando también a todos mis amigos y conocidos, porque a lo largo de la carrera vivimos muchas cosas juntos, desde trabajos y proyectos que logramos resolver, hasta los momentos de solo convivencia.

Por último, e igual de importante, agradezco a todos los docentes y alumnos que a lo largo de la carrera tuve como maestros y compañeros, gracias a ellos logré adquirir muchos conocimientos y habilidades que tuvieron la disponibilidad de compartir conmigo.

Resumen

En este proyecto a través de una investigación se hizo el diseño y la fabricación de una tarjeta electrónica, la cual cumple la función de controlar de manera automática el proceso de llenado de un tinaco de agua, además de ser automático la tarjeta se conecta a internet vía Wifi, logrando así darle al usuario la posibilidad de visualizar del proceso mediante un Web Server, lo que le permite al usuario observar desde su celular todo el proceso de llenado, dándole así el control, logrando tomar acciones sobre el mismo proceso en cualquier momento que el usuario decida.

Además de la automatización que realiza la placa, se le da al usuario un control manual, el cual está integrado en la misma placa, pero no está dentro del proceso, dándole así al usuario una protección que, en caso de emergencia, ya sea por desperfectos de la placa, cortos circuitos o cualquier otra razón, pueda acceder a llenar su tinaco de manera manual.

El proceso de automatización de llenado se basa en una programación en el IDE de Arduino Uno, sensores ultrasónicos y una tarjeta ESP32.

ÍNDICE

Resumen.....	2
Índice de imágenes	5
Capítulo I Generalidades del proyecto.....	7
1.1 Introducción.....	7
1.2 Descripción de la empresa u organización y área de trabajo del estudiante	8
1.2.1 Descripción de la empresa.....	8
1.2.2 Localización de la empresa.....	8
1.2.3 Misión de la empresa	9
1.2.4 Visión de la empresa.....	9
1.2.5 Área de trabajo del estudiante	9
1.3 Problemas a resolver.....	10
1.3.1 Protección contra sobrecarga	10
1.3.2 Protección contra sobre corriente	10
1.3.3 Circuito de etapa potencia para relé	11
1.4 Objetivos.....	12
1.4.1 Objetivo general	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
1.5 Justificación.....	13
Capítulo II Marco Teórico	14
1.6 ¿Qué son los dispositivos de control de nivel de líquido?	14
1.7 Tipos de controladores de nivel de líquido.....	15
1.8 ¿Qué es un controlador de nivel de líquido ultrasónico?.....	15
1.8.1 Cálculo de la distancia	16
1.9 Web server	17
1.9.1 Funcionamiento de un Web Server.....	18
1.9.2 Servidores web más conocidos	18
1.10 Ubidots	19
1.11 Arduino Uno	19
1.11.1 Origen Arduino	20
1.12 Placa PCB	20
1.12.1 PCB de Arduino	21
1.13 ESP32	21

1.13.1	Características principales	22
1.14	FCEM	23
Capítulo III	Desarrollo	24
1.15	Descripción del proyecto.....	24
1.16	Procedimiento de desarrollo.....	25
1.16.1	Elección de componentes	25
1.16.2	Materiales adicionales	29
1.17	Establecer los rangos de operación.....	32
1.18	Desarrollo de la lot Ubidots para su respectiva conexión con el programa.....	32
1.19	Instalación de librerías	38
1.19.1	Librería de la tarjeta ESP32.....	38
1.19.2	Librería de Ubidots	39
1.19.3	Librería para el Display Oled SSD1306.....	39
1.20	Programa con base en los rangos de operación, componentes elegidos y el Web Server de Ubidots.....	40
1.21	Primeras pruebas	40
1.21.1	Vinculación de Ubidots	40
1.21.2	Prueba de todos los componentes	41
1.22	Circuito de potencia y sobre carga	41
1.23	Conexión del circuito y simulación en Proteus 8.....	42
1.24	Elaboración de la placa	43
1.24.1	Diseño del circuito	43
1.24.2	Fabricación de la tarjeta	43
1.24.3	Perforación	45
Capítulo IV	Resultados	48
1.25	Funcionamiento de la tarjeta	48
1.26	Programa de la tarjeta	48
1.27	Validación de mercado.....	55
1.28	Estudio de costos.....	58
1.29	Plan de mitigación.....	61
1.30	Conclusiones.....	62
Competencias desarrolladas y aplicadas		63
1.31	Competencias aplicadas	63

1.32 Competencias desarrolladas	64
Fuentes bibliográficas	65
Anexos.....	67
1.33 Carta de autorización por parte de la empresa para la titulación	67

Índice de imágenes

Imagen 1 Logotipo de la empresa.	8
Imagen 2 Principio ultrasónico.....	16
Imagen 3 Modo de emisión de un Sensor ultrasónico.....	16
Imagen 4 Servidor Web.....	18
Imagen 5 Logotipo del Web Server utilizado.	19
Imagen 6 Logotipo del IDE Arduino Uno	20
Imagen 7 PCB de Arduino.....	21
Imagen 8 Módulo ESP32	23
Imagen 9 Sensor Ultrasónico JSN-SR04T.....	25
Imagen 10 ESP32	26
Imagen 11 Display OLED SSD.....	28
Imagen 12 Módulo de relevador.....	29
Imagen 13 Botón pulsador para accionamiento manual	29
Imagen 14 Switch para cambio de automático a manual	30
Imagen 15 Cables UTP para la conexión	30
Imagen 16 Conectores hembra y macho tipo Dupont	30
Imagen 17 Resistencias	30
Imagen 18 MOC PC817.....	31
Imagen 19 Placa Fenólica	31
Imagen 20 Estaño	31
Imagen 21 Cautín con grasa para soldar	32
Imagen 22 Paso 1	33
Imagen 23 Paso 2	33
Imagen 24 Paso 3	34
Imagen 25 Paso 4	34
Imagen 26 Paso 5	34
Imagen 27 Paso 6	35
Imagen 28 Paso 7	35
Imagen 29 Paso 8	36
Imagen 30 Paso 9	36
Imagen 31 Paso 10	36
Imagen 32 Paso 11	37
Imagen 33 Paso 12	37
Imagen 34 Paso 13	37
Imagen 35 Paso 14	38

Imagen 36 Paso final, diseño terminado.....	38
Imagen 37 Paso 1 Instalación de librería ESP32	39
Imagen 38 Instalación hecha.....	39
Imagen 39 Instalación de librería del Display.....	40
Imagen 40 Pruebas de envío y recepción de datos.....	41
Imagen 41 Prueba de ensamble completo.....	41
Imagen 42 Circuito de potencia y sobre carga	42
Imagen 43 Diseño del circuito de la placa	43
Imagen 44 Impresión del circuito por el método de la plancha	44
Imagen 45 Colocando la placa en el ácido férrico y	44
Imagen 46 Moviendo el recipiente para deshacer el cobre.....	44
Imagen 47 Tarjeta terminada después del proceso de ácido	45
Imagen 48 Perforación de la tarjeta con un taladro	45
Imagen 49 Colocación de componentes una vez perforada la tarjeta.....	45
Imagen 50 Proceso de soldadura de los componentes.....	46
Imagen 51 Parte frontal y trasera de la placa terminada	46
Imagen 52 Conexión de todos los componentes a la placa a través de los cables DuPont.	47
Imagen 53 Colocación en carcasa provisional.....	47
Imagen 54 Validación de mercado	58
Imagen 55 Matriz de riesgos	61
Imagen 56 Nivel de riesgos	61

Capítulo I Generalidades del proyecto

1.1 Introducción

Los controles de nivel son dispositivos electrónicos o estructuras hidráulicas cuya finalidad es la de garantizar el nivel de agua en un rango de variación preestablecido.

Vega, H. (2023)

En este proyecto se realiza una investigación para fabricar una tarjeta electrónica la cual nos permita controlar el llenado de un tinaco de manera automática y mediante una conexión inalámbrica con acceso a internet, con la finalidad de darle al cliente el control de este proceso y la seguridad de evitar derrames innecesarios de agua.

El método de investigación que se utiliza es el de TRL que según el Instituto Potosino de investigación científica y tecnológica (2017) “es un método desarrollado por la NASA en los años 70’s con la finalidad de ser una herramienta que ayude a medir el grado de madurez de una tecnología”, en el cual los pasos ahí mencionados, determinan el tiempo y delimitación del proceso de una investigación.

Los sistemas de control tienen un papel muy importante en la tecnología actual, todas las actividades que realizamos a diario pueden tener un sistema de control, por ejemplo, lo es el control de nivel de agua.

Los controladores de nivel son dispositivos diseñados para ser utilizados para determinar las condiciones de nivel de líquidos en recipientes, a fin de accionar dispositivos de alarma y control como válvulas. Con base en esto el motivo de esta investigación es aportar a la comunidad una forma eficiente de controlar este proceso sin la necesidad de estar al pendiente, que es la parte donde la mayoría de personas cometemos el error al provocar derrames excesivos de agua.

El control de nivel de agua para un tinaco funciona mediante sensores los cuales pueden medir de diferentes formas el nivel de agua, en este caso utilizaremos un control de nivel ultrasónico, el cual tiene un funcionamiento que se basa en sensores ultrasónicos, que dan una ventaja de permitir ser utilizados para líquidos altamente corrosivos, medios agresivos o pegajosos y ácidos. Lo cual el agua en algunas ocasiones puede ser alcalina, podría dañar estos componentes, por esto es importante el uso de este tipo de sensores.

1.2 Descripción de la empresa u organización y área de trabajo del estudiante

1.2.1 Descripción de la empresa

Es una empresa que inició sus operaciones en el año 2016 derivada de la necesidad de clientes de contar con soluciones de mantenimiento en una sola empresa, cuenta con un sistema de trabajo innovador y funcional que logra ser integral para solucionar los requerimientos de mantenimiento industrial y comercial de diferentes clientes que obtienen la mejor Asesoría, Gestión y Ejecución a sus necesidades de mantenimiento con la finalidad de encontrar el mejor costo, calidad y servicio. Algunas de las empresas a las que ofrece servicios son:

- Coca-Cola Femsa
- COVIA
- Ericcson México
- Kimberly-Clark

Donde SAGEMIC S.A.S ofrece un ahorro de tiempo y dinero. Brinda las mejores soluciones de mantenimiento de acuerdo a sus necesidades y deseos. Convirtiéndose en un aliado para garantizar la producción, calidad y mantener un correcto funcionamiento de los equipos alargando su vida útil.

1.2.2 Localización de la empresa

SAGEMIC S.A.S se encuentra ubicada en calle Grúa de vapor 2408 Col. Emilio Sánchez Piedras, Apizaco, Tlaxcala.



Imagen 1 Logotipo de la empresa.

1.2.3 Misión de la empresa

Brindar los mejores Servicios Integrales de Mantenimiento, usando nuevas y novedosas técnicas de Asesoría, Gestión y Ejecución de Mantenimiento Industrial y Comercial para encontrar la mejor satisfacción de nuestros clientes con el fin de ofrecer soluciones adecuadas y eficientes.

1.2.4 Visión de la empresa

Ser reconocida como la mejor empresa de Servicios de Asesoría, Gestión y Ejecución de Mantenimiento en el país brindando siempre a nuestros clientes los mejores servicios, costos y calidad que satisfagan sus necesidades.

1.2.5 Área de trabajo del estudiante

El residente realiza las funciones de ingeniero en el área de mantenimiento y ejecución en campo de servicios que ofrece la empresa, dentro de los servicios y las funciones que desarrolla el residente están:

- Mantenimiento industrial: correctivo y preventivo a cercos eléctricos, maquinaria y etapa de potencia eléctrica de los pozos en la empresa de Coca-Cola Femsa.
- Instalación de sistemas de seguridad y circuitos cerrados de grabación a casas/habitación.
- Mantenimiento y reparación a hardware y software de equipos de cómputo, así como de impresoras y redes wifi.
- Mantenimiento a equipos mini splits y carga de gas.

1.3 Problemas a resolver

Durante la realización del proyecto surgieron diferentes problemas, los cuales eran de gran importancia resolver antes de avanzar, puesto que antes de conectar los componentes se debía probar en una simulación para evitar posibles fallos. Dentro de los problemas que surgieron, los que necesitaban prioridad fueron:

1.3.1 Protección contra sobrecarga

“Un protector contra sobrecarga, también conocido como supresor de sobrecarga, es un dispositivo que está diseñado para proteger a los equipos electrónicos contra sobrecargas o "picos" de electricidad no deseados”. DELL (2024).

La protección contra sobrecarga fue un problema que se detectó al momento de simular la conexión del relé, el problema surgió a partir de que el proceso de llenado será con bombas de agua, por lo tanto, es conocido que algunas bombas en algunas ocasiones se quedan “pegadas”, como se le conoce coloquialmente, lo que provoca un incremento en la corriente, causando que el relé sufra daños y se descomponga. Para resolver este problema se investigaron diferentes tipos de circuitos de protección, lo cual derivó a que se eligiera un circuito con optoacoplador, el cual tiene la función de ser unidireccional. En otras palabras, es un circuito que cuenta con un fotodiodo y un fotorreceptor, funcionando con luz que es emitida de un lado hacia el otro, entonces solo deja conducir corriente en un solo sentido y al energizarse en sentido contrario, no conduce corriente, es por esta razón que este circuito es adecuado para proteger de sobre cargas que se puedan generar en el relé, ya que al generarse una, solamente afectaría a este integrado y no habría riesgos de dañar todo el demás circuito de la tarjeta. TOCCI (2007)

1.3.2 Protección contra sobre corriente

El problema de protección de sobre corriente se detectó al conectar todos los componentes para probar el prototipo, ya que el consumo en algunas ocasiones variaba por la carga que se le colocaba a la bomba, esto originaba picos de corriente que se regresaban a la placa, investigando diferentes circuitos, se optó por una protección simple y común dentro del mundo de la electrónica, pero que es extremadamente eficiente, se escogió como protección a un fusible, el cual con los cálculos hechos de consumo de corriente, nos dio que se necesitaba un fusible de 1A, se colocó y de esa forma se solucionó el problema de la protección contra sobre corriente, ya que el fusible es un

filamento de metal el cuál al calentarse más de su corriente nominal, se debe quemar, protegiendo así al circuito de corrientes mayores que se puedan generar en cualquier circunstancia. FLOYD (2006)

1.3.3 Circuito de etapa potencia para relé

El problema de etapa de potencia de relevador se detectó de igual forma al momento de hacer pruebas con el prototipo, con base en lo anterior, la bomba tenía picos de corriente, lo que ocasionaba que el relé en algunas ocasiones no tuviera la suficiente corriente para efectuar el switcheo, provocando que la bomba se quedara en un estado de encendido o apagado lo cual no es correcto puesto que si la bomba se queda prendida provoca un derrame de líquido o en caso contrario si se queda apagada el tinaco se quedaría sin agua. Investigando acerca de la etapa de potencia, el problema se solucionó con un circuito el cual se armó o la base es un TRIAC. Donde el TRIAC (Triode for Alternating Current) es un dispositivo semiconductor de tres terminales que se usa para controlar el flujo de corriente promedio a una carga, con la particularidad de que conduce en ambos sentidos y puede ser bloqueado por inversión de la tensión o al disminuir la corriente por debajo del valor de mantenimiento. Dentro de sus características, la que resolvía nuestro problema es la de que es capaz de conmutar la corriente alterna cuando recibe un disparo de una pequeña corriente a través de su compuerta. Esta particularidad nos dio la ventaja que la corriente necesaria para hacer el switcheo del relevador siempre iba a ser suficiente para activarlo y hacer funcionar de manera adecuada la bomba del proyecto. TORRES (2022)

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar e implementar una tarjeta electrónica que automatice y controle el llenado de un tinaco, además de un monitoreo y manejo manual mediante un servidor web

1.4.2 Objetivos específicos

- Elegir los componentes que sean compatibles entre sí y que sean los más eficientes para el proyecto.
- Establecer correctamente los valores de lectura de los sensores y sacar las fórmulas matemáticas para los rangos de operación adecuados de los componentes para el buen funcionamiento del proceso.
- Programar la automatización en el IDE Arduino Uno con base en los valores leídos y los rangos establecidos de los componentes.
- Desarrollar el Web Server/app para establecer la comunicación con el programa y con todos los componentes.
- Diseñar y manufacturar la tarjeta ensamblando todos los componentes previamente seleccionados.
- Verificar el correcto funcionamiento de la tarjeta electrónica

1.5 Justificación

En la vida diaria el consumo de agua es una necesidad primaria, por lo tanto, tener la seguridad de que, al abrir la llave de agua, vas a tener el líquido disponible es de suma importancia, al contar con un control automático que te facilite el proceso de llenar tu tinaco te está dando esta seguridad de que el agua siempre va a estar dentro de niveles adecuados para realizar tus actividades diarias. Teniendo en cuenta además que, al ser un control automático, tienes el control total del llenado y así evitar posibles derrames que pueden existir por la falta de atención de las personas.

En la actualidad es de suma importancia cuidar el agua, ya que, alrededor de 2000 millones de personas en todo el mundo no tienen acceso al agua potable, en México se registraron 8491 sequías, de las cuales 71% fueron severas, y se calcula que para 2050 habrá una sequía que afecte a muchos países del mundo CONAGUA (2023), es por ello, que controlar el consumo de agua es importante. Actualmente la mayoría de personas llenan su tinaco a través de una cisterna en la cual almacenan el agua y de ahí a través de una bomba. Bombean esta agua hacia su tinaco, activando de manera manual la bomba, por lo tanto, se tiene el factor humano el cual provoca que haya derrames, el objetivo de este proyecto es tratar de disminuir ese derrame que se tiene ya que el problema de falta de agua está muy presente hoy en día en la mayoría de partes del país. Actualmente existen controladores de nivel de agua los cuales tienen un alcance limitado ya que solo permiten una operación local y carecen de funciones avanzadas de monitoreo o control remoto, en este proyecto se mejora ese apartado al integrar una tecnología de internet de las cosas (IoT), que nos da la capacidad de supervisar y gestionar los niveles de agua de manera remota gracias a que los sensores están conectados a internet a través del servidor web creado, lo cual permite al usuario que en cualquier parte del mundo y a cualquier hora tiene la visualización de los niveles de la cisterna y tinaco, ofreciendo la flexibilidad de tomar decisiones inmediatas para optimizar el manejo del agua dependiendo de sus necesidades.

Capítulo II Marco Teórico

Para la realización de este proyecto se deben conocer diferentes temas, los cuales son importantes para comprender el funcionamiento del mismo, puesto que con base en todos esos temas se desarrolló este proyecto.

1.6 ¿Qué son los dispositivos de control de nivel de líquido?

Los controladores de nivel son unidades automatizadas para medir el nivel de líquido en un área contenida. Se utilizan en sistemas que evitan que los niveles de líquido se pongan excesivamente altos o bajos. El dispositivo de control de nivel de agua fue patentado en 1851 por el ingeniero Carl Wilhelm Siemens. RS Iberia (2024).

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados. Vega, H., Ramos, E., Vargas, E. (2023)

Se compone de:

- Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.
- Controlador: Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables en base a cierta estrategia.
- Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control. Tocci, R., Widmer, N., y Moss, G. (2007).

Las aplicaciones más comunes de estos dispositivos son:

- Pozos: se controla el nivel de agua para mantener protegida la bomba de agua.
- Obras civiles: se utilizan para el llenado de cisternas y tanques de agua.
- Habitacional: se utilizan para controlar el nivel de agua en el llenado de tinacos.

Actualmente existe una gran variedad de controles de nivel de diferentes marcas, entre las más conocidas se encuentran:

- Siemens
- Schneider Electric
- Tecnolevel

- IUSA
- Coflex
- Rotoplas
- Master Electronics

1.7 Tipos de controladores de nivel de líquido

Dentro de los niveles de agua existen diferentes tipos, los cuales pueden ser:

- Controladores de nivel capacitivos
- Controladores de nivel neumáticos
- Controladores de nivel eléctricos
- Controladores de nivel operado por flotador
- Controladores de nivel por electrodos
- Controladores de nivel ultrasónicos

1.8 ¿Qué es un controlador de nivel de líquido ultrasónico?

La tarjeta se diseñó con base en un controlador de tipo ultrasónico el cual como su nombre lo dice se tiene sensores ultrasónicos, los cuales miden la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas. “Ultrasónico” se refiere generalmente a un “sonido de tono alto, inaudible para los humanos”. El sonido se expresa por una unidad llamada frecuencia (Hz). Entre mayor sea la frecuencia, más alto será el tono del sonido. La unidad Hz (hertz) significa el número de oscilaciones por segundo. Por ejemplo, una onda que oscila 100 veces en un segundo se expresa como 100 Hz. La gama audible para los seres humanos se dice que está entre los 20 Hz y 20 kHz, aproximadamente. En otras palabras, las ondas ultrasónicas tienen una frecuencia de 20 kHz o mayor.

Con base en lo anterior el cabezal del sensor emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto. Los sensores ultrasónicos miden la distancia al objeto contando el tiempo entre la emisión y la recepción. El sensor ultrasónico emite cíclicamente un impulso acústico de alta frecuencia y corta duración. Este impulso se propaga a la velocidad del sonido por el aire. Al encontrar un objeto, es reflejado y vuelve como eco al sensor ultrasónico. Este último calcula internamente la distancia hacia el objeto, basado en el tiempo transcurrido entre la emisión de la señal acústica y la recepción de la señal de eco. Villalobos, V., Figuera, J. (2014)

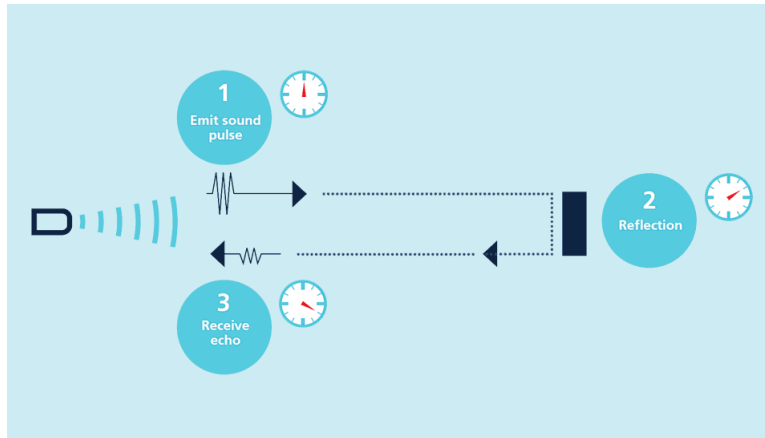


Imagen 2 Principio ultrasónico.

Como la distancia hacia el objeto es medida por medio del tiempo de recorrido del sonido, y no por una medición de la intensidad, los sensores ultrasónicos son insensibles hacia el ruido de fondo. Prácticamente todos los materiales que reflejan el sonido son detectados, independientemente de su color. Aún materiales transparentes o láminas delgadas no presentan problemas para los sensores ultrasónicos.

Un sensor óptico tiene un transmisor y receptor, mientras que un sensor ultrasónico utiliza un elemento ultrasónico único, tanto para la emisión como la recepción. En un sensor ultrasónico de modelo reflectivo, un solo oscilador emite y recibe las ondas ultrasónicas, alternativamente. Esto permite la miniaturización del cabezal del sensor. Microsonic. (2023)

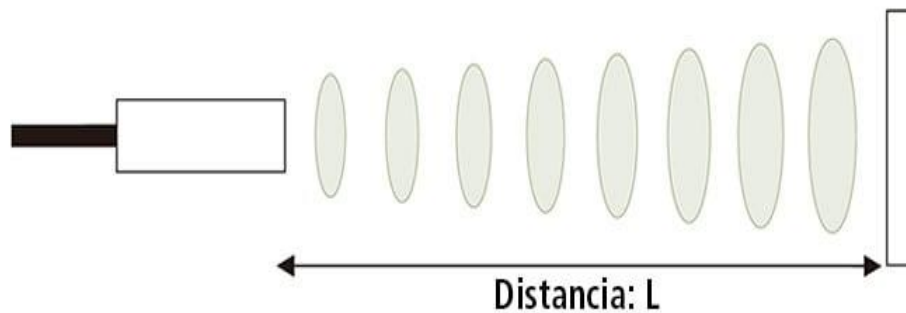


Imagen 3 Modo de emisión de un Sensor ultrasónico.

1.8.1 Cálculo de la distancia

La distancia se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Distancia (l) = \frac{1}{2} * t * c$$

Donde:

L: es la distancia

t: es el tiempo (s) transcurrido entre la emisión y la recepción

C: es la velocidad del sonido (m/s) ese valor se multiplica por $\frac{1}{2}$ ya que t es el tiempo recorrido de ida y vuelta.

Keyence Corporation. (2023)

Algunos ejemplos de aplicaciones de estos tipos de sensores ultrasónicos donde suelen ser utilizados son:

- Detector de peces (utilizado en la pesca comercial o deportiva)
- Sonar activo en un submarino (utilizado para buscar submarinos o embarcaciones de combate enemigos)
- Sónar de reversa para automóviles (detecta obstáculos durante la marcha atrás de un coche para evitar contactos)

1.9 Web server

El servidor web fue creado por Tim Berners-Lee. A esta eminencia de la informática le debemos también el primer navegador web y las primeras páginas HTML. Fue en 1989 en el CERN (Organización Europea para la Investigación) donde sugirió la idea de intercambiar información a través un sistema de hipertexto más fácil y rápido.

Dicho de otro modo, Berners-Lee proponía crear una red de ordenadores interconectados por todo el mundo para poder compartir información entre ellos. Un año después, junto con Robert Cailliau, presentaron un proyecto que evolucionó hasta la creación de otros elementos básicos de internet como el HTML o HTTP.

Un servidor web es un software que forma parte del servidor y tiene como misión principal devolver información (páginas) cuando recibe peticiones por parte de los usuarios. En otras palabras, es el software que permite que los usuarios que quieren ver una página web en su navegador puedan hacerlo.

Un servidor web entrega contenido web estático, por ejemplo, páginas HTML, archivos, imágenes y video, principalmente en respuesta a solicitudes de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) desde un navegador web. Andrada, A., (2020).

1.9.1 Funcionamiento de un Web Server

La comunicación entre un servidor y sus clientes se basa en HTTP, es decir, en el protocolo de transferencia de hipertexto o en su variante codificada HTTPS. Para saber cómo funciona, primero es necesario conocer que el web server está permanentemente en espera de una solicitud de información. Además, se debe tener en cuenta que toda computadora, smartphone o Tablet tiene una dirección IP única e irrepetible que lo identifica de otro dispositivo en la red, así es como el servidor web envía la información exacta que el internauta está esperando. Ahora bien, para que el web server pueda cumplir con su función es necesario que reciba la petición por parte de un navegador, en otras palabras, se envía un pedido desde una dirección IP hacia la dirección IP del servidor que aloja los archivos del sitio en cuestión. A continuación, el servidor web busca en sus archivos la información que se le está solicitando, procede a interpretar las líneas de código y a enviar el resultado al navegador cuya dirección IP fue la solicitante. Este resultado se les muestra a los internautas y es lo que siempre sucede cuando se navega en sitios de Internet. Cuando este proceso se completa podemos decir que el web server ha cumplido con su función. MDN contributors (2023).

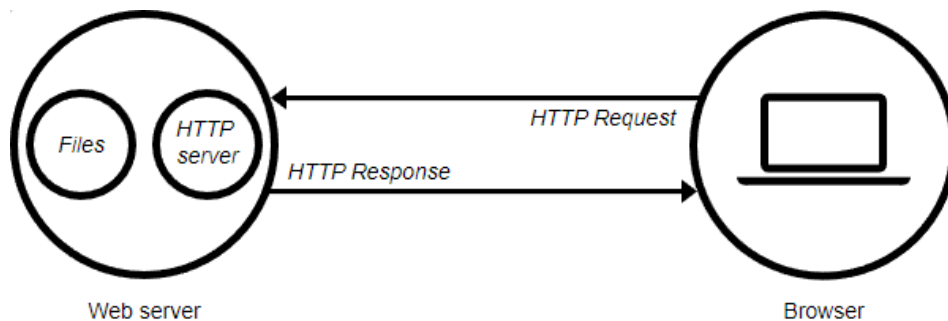


Imagen 4 Servidor Web

Según International Bussiness Machines [IBM] (2013) existen diferentes servidores entre los cuales se encuentran los siguientes y se elige el adecuado para este proyecto.

1.9.2 Servidores web más conocidos

- Nginx
- Servidor HTTP Apache
- Apache Tomcat
- Glassfish
- Ubidots

1.10 Ubidots

Para este proyecto se utilizó el Web Server llamado Ubidots, el cual además de dar las ventajas de un Web serve, es un IoT, lo que beneficia al proyecto ya que lo hace más fácil de desarrollar.

Ubidots una plataforma de IoT (Internet de las cosas) que habilita la toma de decisiones a empresas de integración de sistemas a nivel global. Este producto permite enviar datos de sensores a la nube, configurar tableros y alertas, conectarse con otras plataformas, usar herramientas de analítica y arrojar mapas de datos en tiempo real.

Para este proyecto utilizamos este IoT para visualizar los valores de los sensores en tiempo real, para enviar los datos utilizamos la tarjeta electrónica ESP32 que cuenta con wifi y Bluetooth que nos facilita la conexión con la plataforma, también utilizamos el programa de Arduino IDE para la programación de la tarjeta y la vinculación con la plataforma. Internet of Things., (2023).



Imagen 5 Logotipo del Web Server utilizado.

Algunas de las ventajas de este IoT son

- Interoperabilidad
- Visualizaciones detalladas
- Información en tiempo real
- Rápido y sencillo

1.11 Arduino Uno

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont).

Arduino., (2023).

1.11.1 Origen Arduino

Arduino Nació en el año 2005 el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia). Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en aulas que fuera de bajo costo. La idea original fue, fabricar una placa para uso interno de la escuela. Sin embargo, el instituto se vio obligado a cerrar sus puertas precisamente en 2005. Ante la perspectiva de perder todo el proyecto Arduino en el proceso, se decidió liberarlo y abrirlo al público para que todo el mundo pudiese participar en la evolución del proyecto, proponer mejoras y sugerencias. Los principales responsables de la idea y diseño de Arduino fueron Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis, Tom Igoe y Gianluca Martino. Arduino., (2023).



Imagen 6 Logotipo del IDE Arduino Uno

1.12 Placa PCB

Una placa electrónica es una PCB (“Printed Circuit Board”, “Placa de Circuito Impreso” en español). Las PCBs superficies planas fabricadas en un material no conductor, la cual costa de distintas capas de material conductor. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico.

La placa de circuito impreso está construida por capas que se alternan de cobre conductor con capas de material aislante no conductor. Durante la fabricación de la PCB, se graban las capas de cobre internas dejando trazas de cobre intencionadas para conectar los componentes de circuito. Una vez laminado el material de aislamiento este es grabado a las capas de cobre y así sucesivamente, hasta que la placa de circuito impreso esté completa.

Los componentes se agregan a las capas externas de la placa de circuito impreso o PCB cuando todas las capas se han grabado y laminado juntas. Las partes de montaje superficial se aplican automáticamente con robots y las partes con orificio pasante se

colocan manualmente. Una vez hecho esto, todas las partes se sueldan en la placa utilizando técnicas tales como reflujo o soldadura por ola. El montaje final se chapa después de aplicar la máscara de soldadura y la pantalla de impresión de la leyenda. Peterson, Z., (2023).

1.12.1 PCB de Arduino

La placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. De esta forma el usuario final no se debe preocupar por las conexiones eléctricas que necesita el microcontrolador para funcionar, y puede empezar directamente a desarrollar las diferentes aplicaciones electrónicas que necesite. Cuando hablamos de “Arduino” deberíamos especificar el modelo concreto. Se han fabricado diferentes modelos de placas Arduino oficiales, cada una pensada con un propósito diferente y características variadas (como el tamaño físico, número de pines E/S, modelo del microcontrolador, etc). A pesar de las varias placas que existen todas pertenecen a la misma familia (microcontroladores AVR marca Atmel). Esto significa que comparten la mayoría de sus características de software, como arquitectura, librerías y documentación. Arduino., (2023).

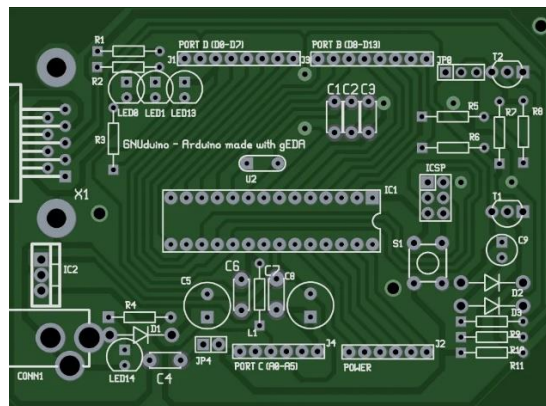


Imagen 7 PCB de Arduino

1.13 ESP32

Creado por Espressif Systems, ESP32 es un sistema de bajo consumo y bajo costo en un chip SoC (System On Chip) con Wi-Fi y modo dual con Bluetooth. En el fondo, hay un microprocesador Tensilica Xtensa LX6 de doble núcleo o de un solo núcleo con una frecuencia de reloj de hasta 240MHz. ESP32 está altamente integrado con switch de antena, balun para RF, amplificador de potencia, amplificador de recepción con bajo nivel

de ruido, filtros y módulos de administración de energía, totalmente integrados dentro del mismo chip. Diseñado para dispositivos móviles; tanto en las aplicaciones de electrónica, y las de IoT (Internet de las cosas), ESP32 logran un consumo de energía ultra bajo a través de funciones de ahorro de energía. Incluye la sintonización de reloj con una resolución fina, modos de potencia múltiple y escalado de potencia dinámica.

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. El procesador en realidad tiene dos núcleos de procesamiento cuyas frecuencias operativas pueden controlarse independientemente entre 80 megahercios (MHz) y 240 MHz. Saravia, A., (2019). Y Beningo, Jacob., (2020).

Los periféricos del procesador facilitan la conexión a una variedad de interfaces externas como:

- Interfaz periférica serial (SPI)
- I2C
- Transmisor receptor asíncrono universal (UART)
- I2S
- Ethernet
- Tarjetas SD
- Interfaces táctiles y capacitivas

1.13.1 Características principales

- Procesador principal: Tensilica Xtensa LX6 de 32 bits.
- Wi-Fi: 802.11 b / g / n / e / i (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit / s).
- Bluetooth: v4.2 BR / EDR y Bluetooth Low Energy (BLE).
- Frecuencia de Clock: Programable, hasta 240MHz.
- Rendimiento: hasta 600DMIPS.
- ROM: 448KB, para arranque y funciones básicas.
- SRAM: 520KiB, para datos e instrucciones.



Imagen 8 Módulo ESP32

1.14 FCEM

FCEM o fuerza contraelectromotriz es el potencial que se genera en una bobina cuando se conecta a un potencial exterior V . Universidad de Guanajuato., (2023).

La expresión de la fuerza contra electromotriz viene dada por

$$\varepsilon = L \frac{dl}{dt}$$

Donde

L : es el coeficiente de autoinducción de la bobina (H)

I : es la intensidad de corriente que recorre la bobina (A)

En el momento de la conexión de la bobina a una fuente exterior, empieza a circular una corriente eléctrica I que varía con el tiempo, cuya variación temporal da lugar a la aparición de la fcem. Esta fcem tiene signo contrario al potencial de la fuente exterior. Para calcular el valor de I , hay que aplicar la ley de Ohm al circuito serie formado por la fuente exterior V , la r de la bobina y la fcem.

$$I = \frac{V - \varepsilon}{r} = \frac{V - L \frac{dl}{dt}}{r}$$

Realizando unos cambios matemáticos en la expresión anterior se llega a la ecuación diferencial de primer orden

$$V = L \frac{dl}{dt} + Ir$$

cuya solución es una exponencial creciente cuya asíntota es el valor de la intensidad de corriente en un tiempo infinito (un tiempo suficientemente grande).

$$I = \frac{V}{r} (1 - e^{-\frac{r}{L}t})$$

Capítulo III Desarrollo

1.15 Descripción del proyecto

En este proyecto se realiza el diseño, fabricación y programación de una tarjeta electrónica para el control del proceso de llenado de un tinaco de manera automática mediante una app/Web Server además de un control manual. Integrando tecnologías de internet de las cosas (IoT), el usuario tiene visualización de todo el proceso de llenado en tiempo real y de forma remota en su celular, computadora, tableta o cualquier dispositivo que se pueda conectar a la red gracias a que la tarjeta electrónica se conecta a internet. La automatización funciona a través de dos sensores ultrasónicos los cuales nos arrojan dos variables a las cuales se les denominó como variables de “cisterna” y “tinaco”. Estos valores leídos por los sensores son enviados a una tarjeta ESP32 donde se analizan y se ejecuta una acción dependiendo de estos valores, ya sea el arranque o paro de la bomba, dependiendo de los niveles de agua en cisterna y tinaco, teniendo como master al nivel de cisterna ya que si no cuenta con agua la bomba nunca arrancaría. A la vez estos valores son observables para el usuario en su celular o cualquier otro dispositivo a través del servidor web y además en un display LED integrado en la tarjeta electrónica de manera física. La parte de control manual que se menciona funciona de tal manera que se le da al usuario una opción de poder encender o apagar el proceso desde su celular a través de un botón digital programado en el web server creado y/o además desde un botón físico integrado en la placa de la tarjeta dándole la posibilidad al usuario que en situaciones específicas pueda tomar acciones fuera de las programadas.

Para el desarrollo de este proyecto se empezó estudiando el mercado para investigar proyectos similares al que se desarrolló, después de la investigación se encontraron algunos proyectos similares, así que teniéndolos en cuenta se propuso una innovación y una mejora en el proceso, así que con esto se procedió a desarrollar el proyecto ya que planteado de esta manera, no existe algún producto similar en el mercado, el desarrollo fue de la siguiente manera.

1.16 Procedimiento de desarrollo

1.16.1 Elección de componentes

Teniendo listo y planteado el funcionamiento para la tarjeta, lo primero que se hizo fue una investigación de diferentes tipos de componentes, con el fin de encontrar los componentes que cumplan con lo planeado y sean los más adecuados para cumplir las funciones de la automatización, teniendo en cuenta que sean compatibles entre ellos y así facilitar la conexión. Con base en esta investigación se eligieron los siguientes componentes.

1) Sensores

Para obtener los datos del nivel de agua del tinaco y de la cisterna se optó por el sensor Ultrasónico JSN-SR04T el cual cuenta con las siguientes especificaciones



Imagen 9 Sensor Ultrasónico JSN-SR04T

Especificaciones

- Voltaje de alimentación: 5VCD
- Corriente de trabajo: 30mA
- Rango de detección: 25cm-450cm
- Precisión: +- 0.3 mm
- Frecuencia de emisión acústica: 40KHz
- Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL): 10 μ S
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20mS
- Ángulo de detección: menor a 50°
- A prueba de agua (parte delantera)

- Dimensiones tarjeta: 41*28.5 mm
- Dimensiones transductor: D25*L19 mm
- Temperatura de trabajo: -10°C hasta 70°C
- Precio: 160 MXN

2) Tarjeta

Se escogió la tarjeta ESP-WROOM-32 puesto que esta nos ofrece la posibilidad de mandar datos a través de wifi y bluetooth, lo que es necesario para nuestro proyecto ya que se controla a través del celular todo el proceso.



Imagen 10 ESP32

La tarjeta cuenta con las siguientes especificaciones:

- Voltaje de Alimentación: 3.3V DC (2.7~ 3.6V)
- Voltaje lógico entradas/salidas (GPIO): 3.3V
- Corriente de Operación: ~80mA (fuente superior a 500mA)
- SoM: ESP-WROOM-32
- SoC: ESP32 (ESP32-D0WDQ6)
- CPU: Dual core Tensilica Xtensa LX6 (32 bit)
- Frecuencia de Reloj: 240MHz
- Memoria SRAM: 520KB
- Memoria FLASH Externa: 4MB
- Pines Digitales GPIO: 34 (incluyendo todos los periféricos)
- UART: 2

- SPI: 3
- I2C: 2
- Capacitive touch sensors: 10
- Interfaz SD
- Timers: 3 (16-bit)
- PWM Led: 16 canales independientes (16-bits)
- ADC: 2 (12-bit)
- DAC: 2 (8-bit)
- Wi-Fi, Protocolo 802.11 b/g/n/e/i (802.11n up to 150 Mbps)
- Wi-Fi, certificación RF: FCC/CE/IC/TELEC/KCC/SRRC/NCC
- Wi-Fi, rango de Frecuencia: 2.4 ~ 2.5 GHz
- Wi-Fi mode Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P
- Wi-Fi Security WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
- Network protocols IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT
- Bluetooth, Protocolos: V4.2 BR/EDR and BLE specification
- Bluetooth, Radios: NZIF receiver with -97 dBm sensitivity, Class-1, class-2 and class-3 transmitter, AFH
- Bluetooth, Audio: CVSD and SBC
- Stack de Protocolo TCP/IP integrado en hardware
- Dimensiones: 18*25.5*3.1 mm
- Peso: 3 gramos
- Precio: 175 MXN

3) Display

Se escogió el display OLED SSD1306 ya que nos permite mostrar más caracteres en la pantalla, caso contrario a un display LCD que es más básico.

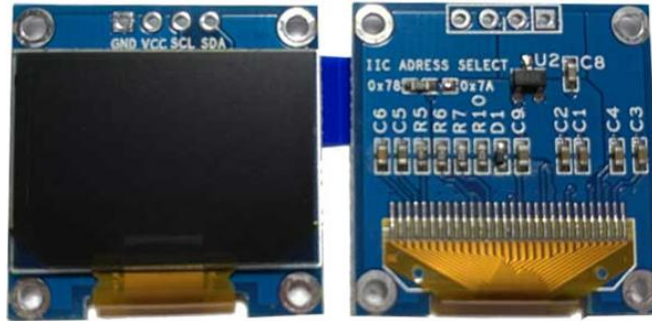


Imagen 11 Display OLED SSD

El display OLED cuenta con las siguientes especificaciones:

- Voltaje de operación: 3V – 5.5V DC
- Driver: SSD1306
- Interfaz: SPI
- Resolución: 128*64 píxeles
- Monocromo: píxeles blancos (fondo negro)
- Ángulo de visión: 160°
- Área visible (display): 23*11.5 mm
- Consumo de energía ultra bajo: 0.08W (cuando están encendidos todos los píxeles)
- Temperatura de trabajo: -30°C ~ 70°C
- Dimensiones: 27*27*4.1mm
- Peso: 5 gramos
- Precio: 100 MXN

4) Relevador

Se determinó que el Módulo relevador de 1 canal a 5V 10A es el más adecuado para nuestro proyecto, ya que la mayoría de bombas que se ocupan en las casas son de 1 HP y consumen entre 7 a 10A al momento de encender, teniendo en cuenta que este componente en caso de ser necesario puede ser sustituido por uno de 30A sin afectar a la tarjeta electrónica, pudiendo así encender bombas de mayores HP



Imagen 12 Módulo de relevador

Este relevador tiene las siguientes especificaciones:

- Canal de salida: 1
- Tensión del Relé: 125VAC / 250VAC 28VDC / 30VDC
- Corriente de operación: 10A
- Voltaje de bobina (Relé): 5VDC
- Consumo de corriente (bobina): 20 mA
- Precio: 100 MXN

1.16.2 Materiales adicionales

1. Botón pulsador

Se escogió un push button sin enclavamiento para la parte de accionamiento manual.



Imagen 13 Botón pulsador para accionamiento manual

2. Switch

Se escogió un switch para cambiar de modo automático a manual



Imagen 14 Switch para cambio de automático a manual

3. Cables

Para ciertas conexiones, se escogieron cables dupont.



Imagen 15 Cables UTP para la conexión

4. Conectores Dupont hembra y macho

Para tener conexiones más estables se decidió ponchar los cables con conectores dupont, lo cual nos da la ventaja de que, al ser manipulado, no hará falsos contactos.



Imagen 16 Conectores hembra y macho tipo Dupont

5. Resistencias

Se utilizan las resistencias para proteger a ciertos componentes de corrientes altas, dándoles así su correcta corriente nominal.



Imagen 17 Resistencias

6. Moc

Se escogió un optoacoplador MOC PC817, el cual se utiliza para la parte de protección de sobre carga.



Imagen 18 MOC PC817

7. Software

- IDE de Arduino Uno
- PCB Wizard
- IoT Ubidots

8. Placa de cobre

Para la impresión del diseño de la tarjeta se debe hacer en una placa fenólica.



Imagen 19 Placa Fenólica

9. Estaño

Se utiliza el estaño para aportar soldadura a los componentes para que queden fijos a la placa fenólica.



Imagen 20 Estaño

10. Cautín

Se utiliza un cautín para calentar al estaño y soldar los componentes a la placa fenólica.



Imagen 21 Cautín con grasa para soldar

1.17 Establecer los rangos de operación

Una vez elegidos los componentes y sabiendo sus especificaciones, se procedió a establecer los rangos de operaciones de los mismos.

Para este paso se tomaron medidas de diferentes tinacos y se hizo una encuesta, donde salió resultante que la capacidad de tinaco más común con que la gente cuenta es de 1100l, por esta razón se procedió a medir las dimensiones de este tipo de tinacos, los cuales arrojaron rangos de 0-140 cm de altura y un diámetro de 110 cm. Para la fórmula solo se tomó en cuenta el rango de 0-140 ya que el sensor mide distancia lineal, por lo tanto, con base a esa medida se establecieron que el rango adecuado para los valores de “lleno” y “vacío” eran de 30cm y 118cm respectivamente. Se establecieron y se sacó la fórmula para que nos diera en porcentaje de 0 a 100.

1.18 Desarrollo de la lot Ubidots para su respectiva conexión con el programa

Se desarrollo el web server en Ubidots donde lo que se hizo fue establecer los widgets de los valores leídos de tinaco y cisterna, además del botón manual de la automatización, quedando de la siguiente manera.

1. Primeramente, se tiene que crear una cuenta dentro de Ubidots.

Entramos a la página oficial de Ubidots y seguimos los pasos que ahí nos mencionan para crear la cuenta, con la cuenta gratuita es suficiente ya que no se utilizan las demás funciones que nos proporciona esta IoT.

2. Después se crea un dispositivo y se agregan los widgets necesarios

En el apartado de Devices se crea un dispositivo el cual va a contener toda la información de nuestro proyecto.

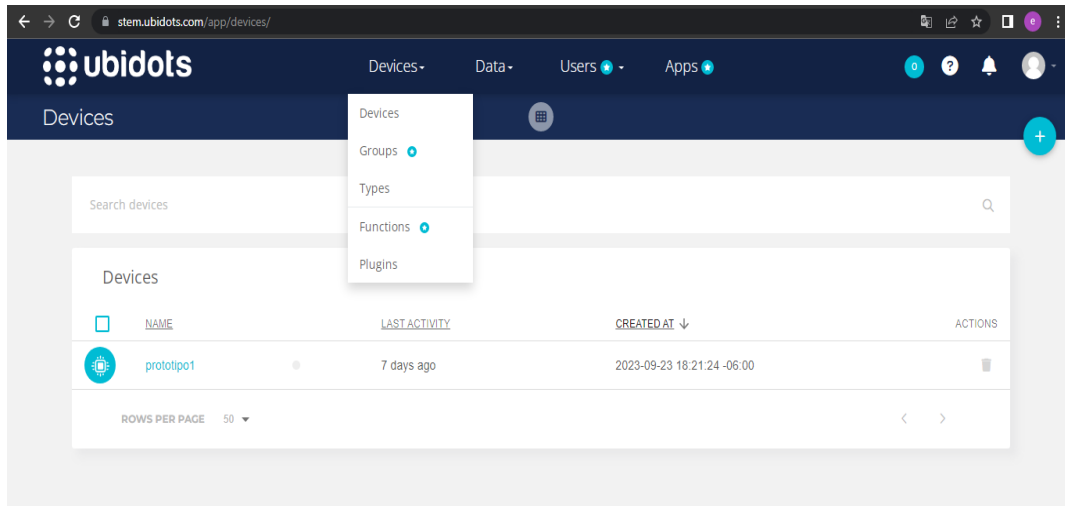


Imagen 22 Paso 1

Para crear un nuevo dispositivo le damos clic en el signo de “más”

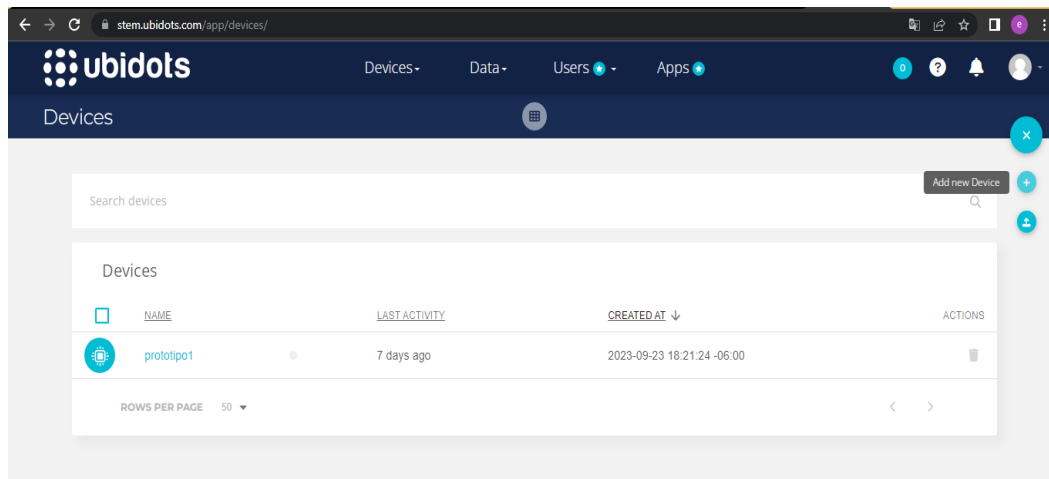


Imagen 23 Paso 2

Para este proyecto elegimos un dispositivo en blanco

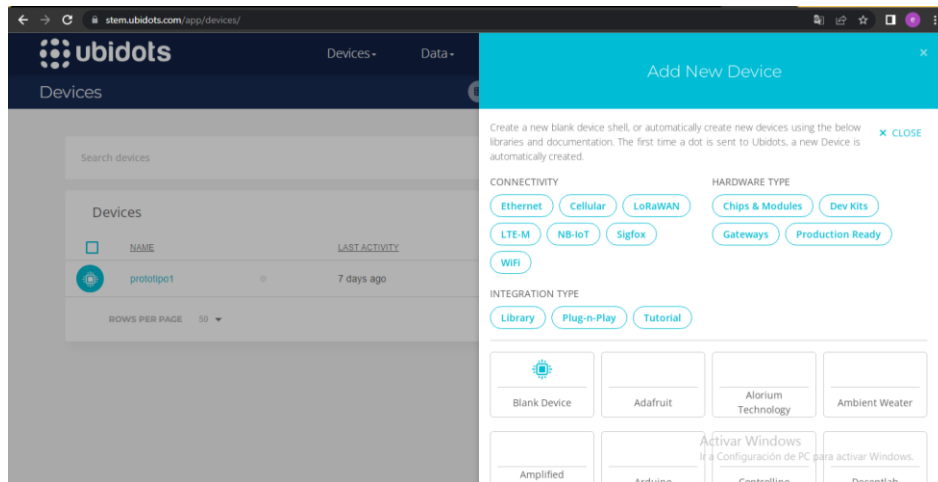


Imagen 24 Paso 3

Después le tenemos que poner un nombre y es importante recordar bien el nombre de Device Label porque se utiliza en la programación para la vinculación con la ESP32.

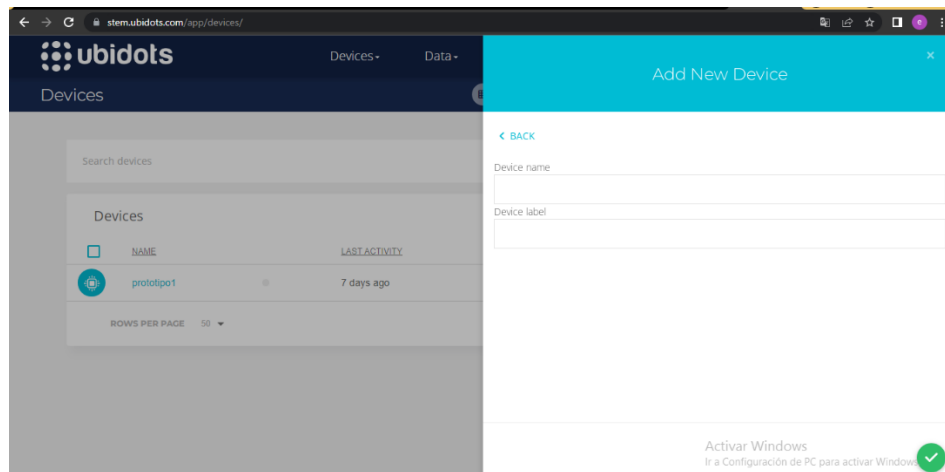


Imagen 25 Paso 4

Una vez creado el dispositivo le damos doble clic en el nombre.

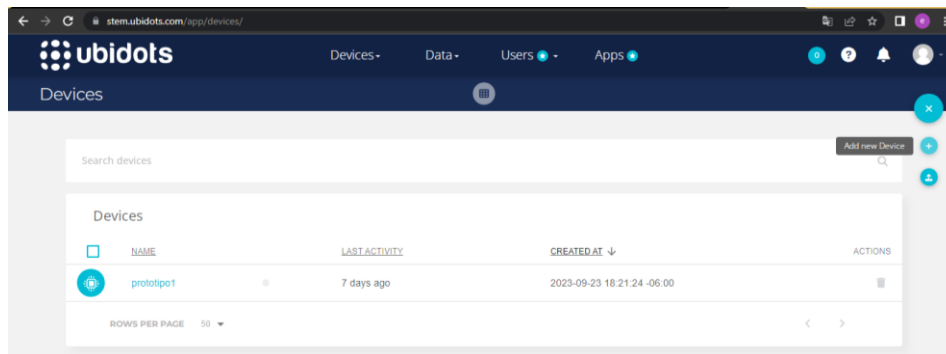


Imagen 26 Paso 5

Se nos abrirá la siguiente ventana, en esta vamos a crear nuestras variables. Para agregar una variable le damos en el signo de más y en la parte de RAW, igualmente recordar que es importante que el nombre de las variables tiene que ser el mismo nombre en la programación para que se pueda realizar la vinculación.

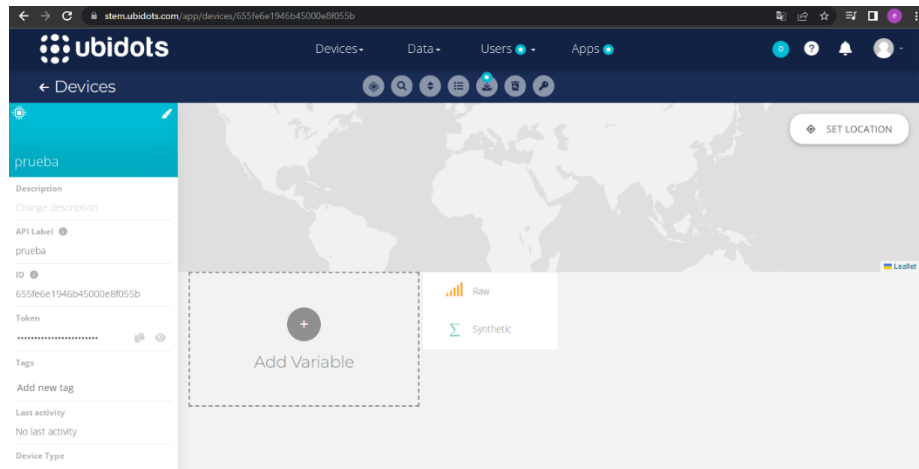


Imagen 27 Paso 6

Creamos las variables necesarias del proyecto, siguiendo los mismos pasos anteriormente mencionados. Y debemos poner atención en el apartado de token ya que es importante al momento de realizar la programación.

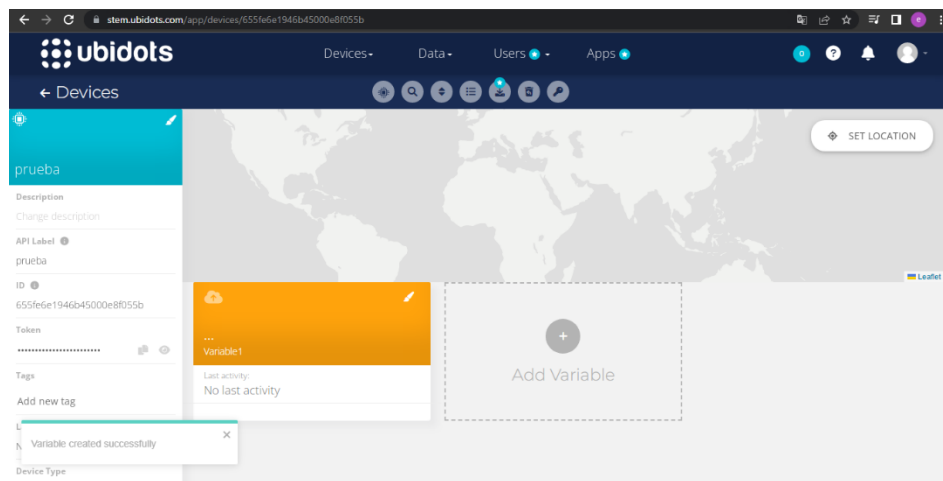


Imagen 28 Paso 7

Para poner los widgets de paneles de visualización de las variables, nos vamos en el apartado de Data y luego le damos clic en Dashedboards.

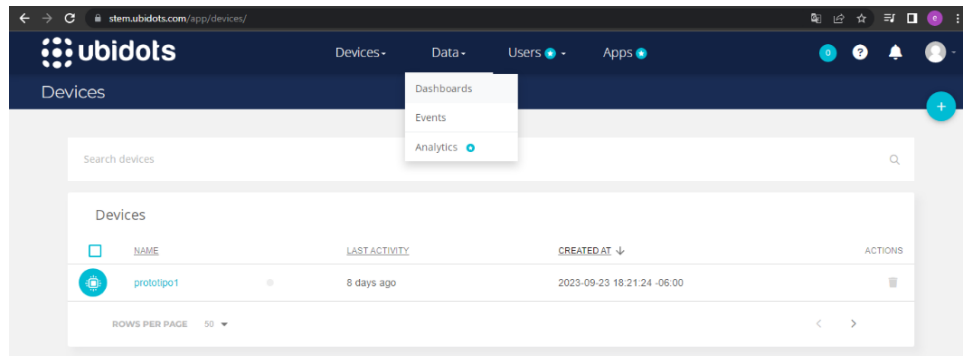


Imagen 29 Paso 8

Se nos abrirá la siguiente ventana. Para asignarle widget a las variables le damos clic en el signo de “más”.

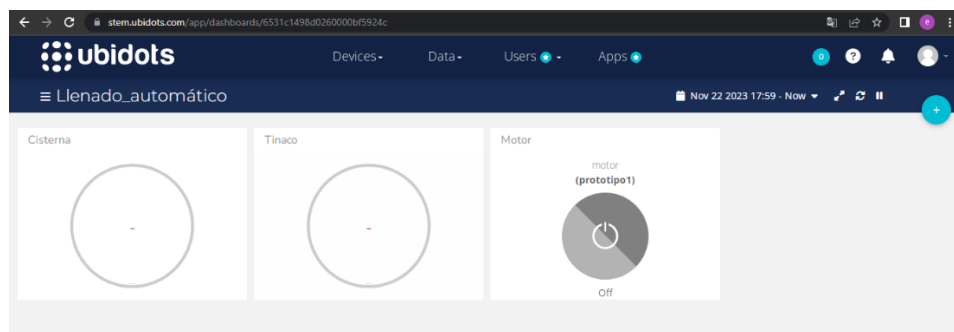


Imagen 30 Paso 9

Se nos abrirá el siguiente panel y es donde elegiremos el widget más adecuado para nuestra variable a mostrar.

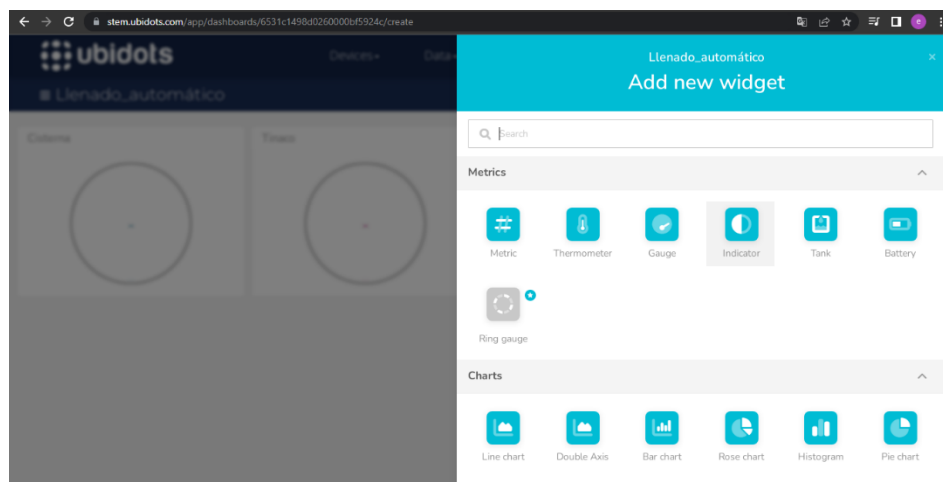


Imagen 31 Paso 10

Después de elegir el widget se nos abre el siguiente panel, le damos clic en +ADD VARIABLES

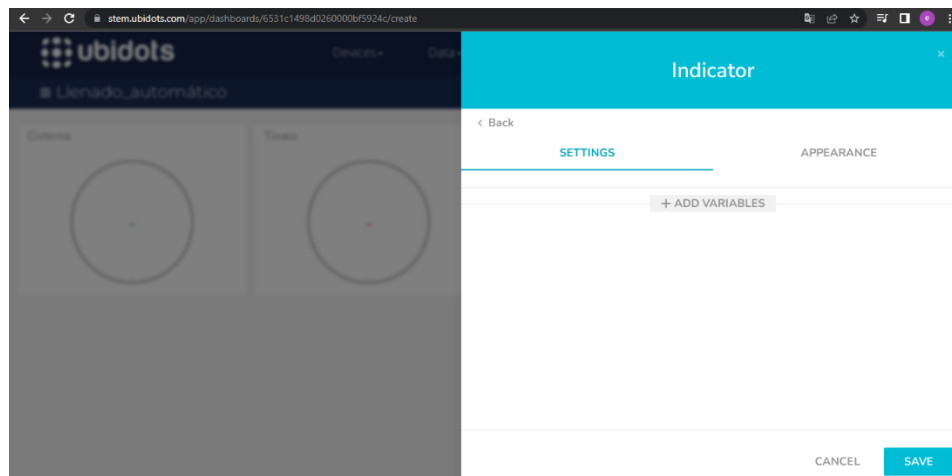


Imagen 32 Paso 11

Aquí elegimos el dispositivo que creamos y le damos doble clic.

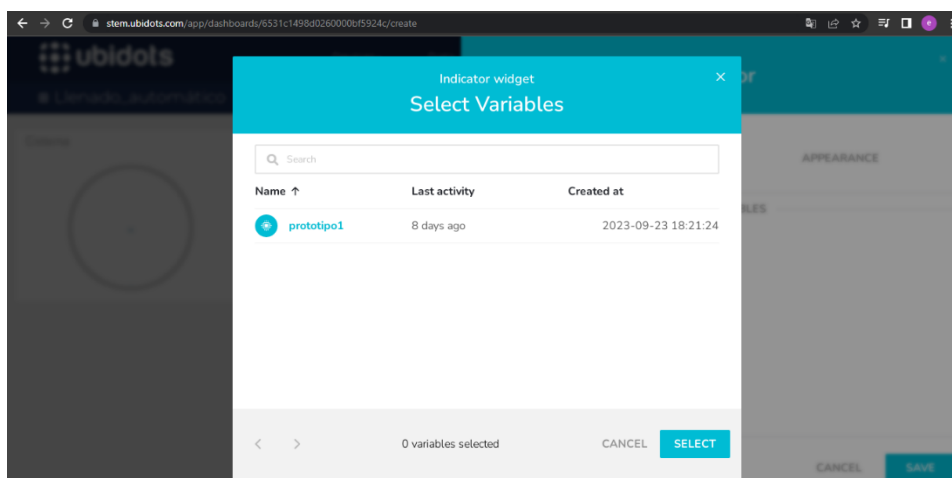


Imagen 33 Paso 12

Seleccionamos nuestra variable correspondiente para el widget.

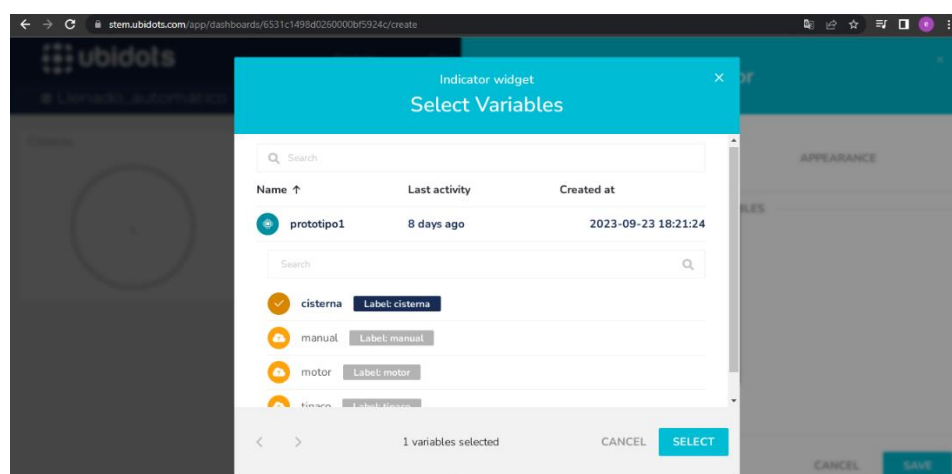


Imagen 34 Paso 13

En el apartado de Appearance ponemos el nombre y también podemos modificar algunos parámetros para que el widget aparezca a nuestro gusto.

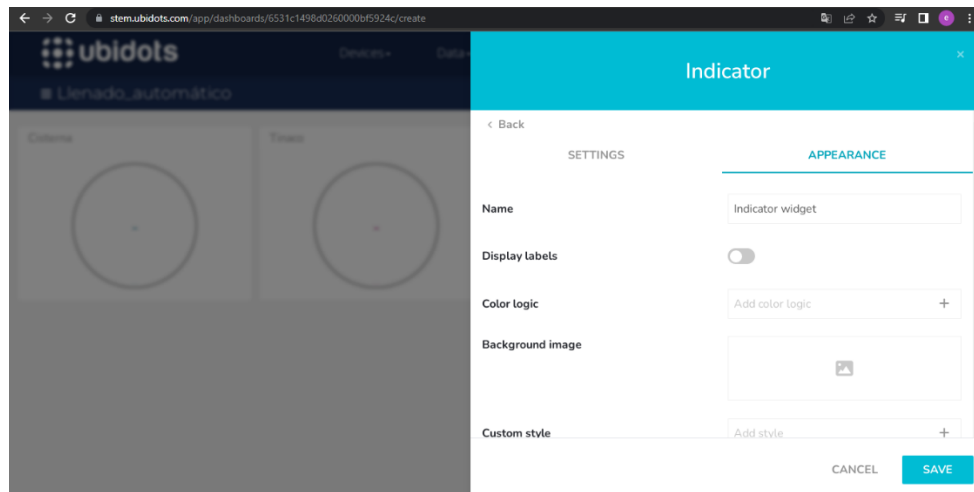


Imagen 35 Paso 14

Con esto hemos terminado la parte de creación del dispositivo y de los widgets, quedando de esta manera. Teniendo en cuenta que no muestran valores porque aún no se ha enlazado con la tarjeta ni con el programa.

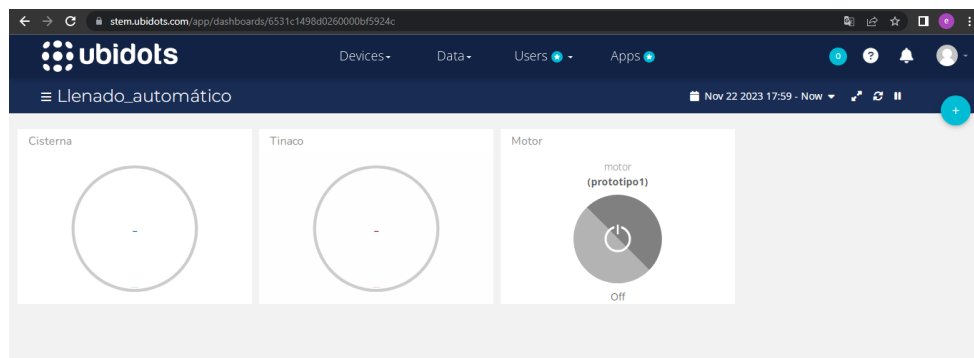


Imagen 36 Paso final, diseño terminado.

1.19 Instalación de librerías

Para la realización del programa primero se tienen que instalar las librerías necesarias para que el programa pueda compilar y no nos mande ningún error. Las librerías necesarias son las que utilizan los componentes antes escogidos, las cuales son:

1.19.1 Librería de la tarjeta ESP32

Abrimos el IDE de Arduino, nos dirigimos a el apartado de Archivo>Preferencias>Gestor de URLs adicionales de tarjetas, y pegamos el siguiente link:

https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json

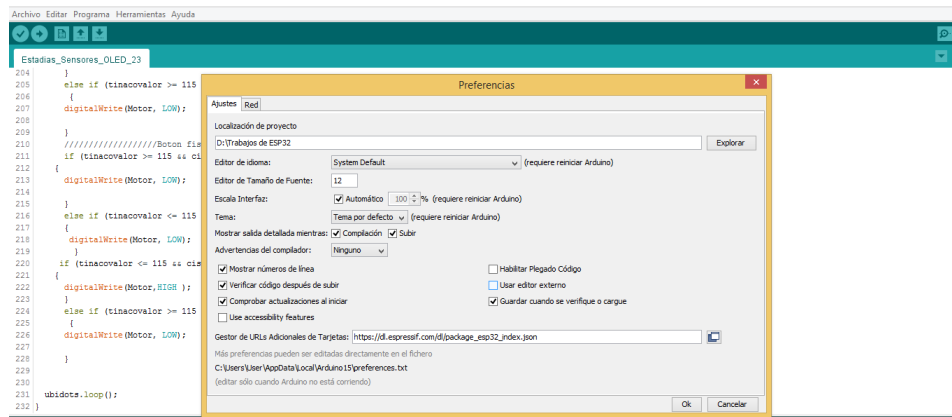


Imagen 37 Paso 1 Instalación de librería ESP32

Ahora nos vamos en el apartado de, Herramienta>Placa>Gestor de tarjetas, ahí buscamos ESP32, seleccionamos la segunda opción y la damos en instalar.

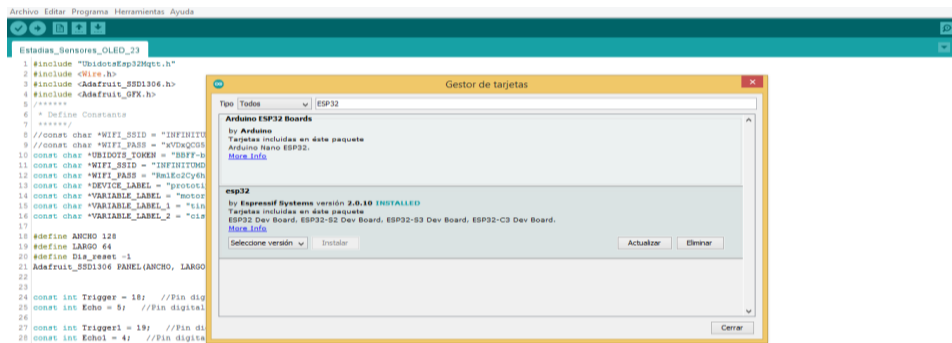


Imagen 38 Instalación hecha

1.19.2 Librería de Ubidots

Entramos al siguiente link y descargamos el archivo zip con nombre de “esp32-mqtt-main.zip”.

<https://github.com/ubidots/esp32-mqtt/archive/refs/heads/main.zip>

Para agregar la librería abrimos el IDE de Arduino Uno y nos dirigimos a Programa>Incluir Librería>Añadir biblioteca .zip, seleccionamos el archivo zip que descargamos anteriormente y le damos en aceptar.

1.19.3 Librería para el Display Oled SSD1306

Para agregar la librería del display nos dirigimos a: Programa>Incluir Librería>Administrar Bibliotecas y escribimos SSD1306, seleccionamos la segunda opción Adafruit SSD1306, e instalamos la librería.

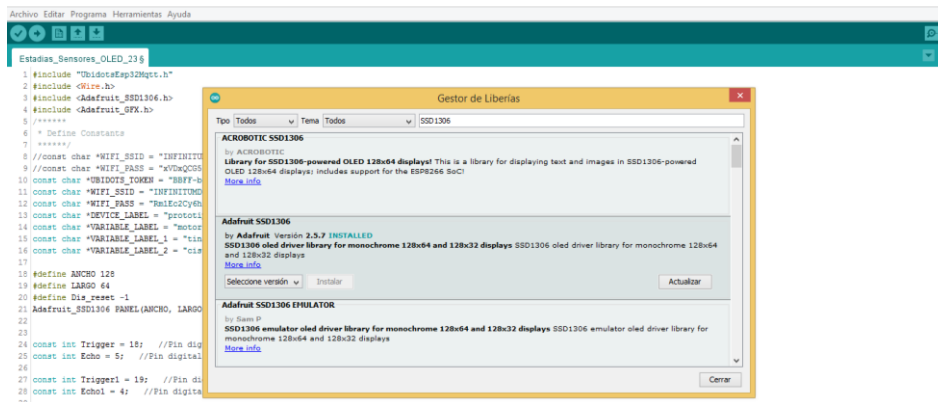


Imagen 39 Instalación de librería del Display

1.20 Programa con base en los rangos de operación, componentes elegidos y el Web Server de Ubidots.

Una vez teniendo instaladas todas las librerías que se ocupan para realizar el programa, el siguiente paso es realizar el programa, el cual queda de la siguiente manera. Teniendo en cuenta que el programa realiza una automatización de un proceso de llenado de un tinaco tomando en cuenta dos valores de sensores ultrasónicos, los cuales miden el nivel del agua de cisterna y tinaco, dependiendo de esto, tiene integrado casos, en los cuales determina si encender o no la bomba y controlar el llenado hasta el nivel establecido. Además de mostrar estos valores en el Web server y en un display integrado en la placa, para que el usuario vea el proceso en todo momento e incluso pueda cambiar de modo automático a manual en caso de que así lo requiera o por algún error o falla de la tarjeta.

1.21 Primeras pruebas

Una vez se terminó de hacer el programa, el siguiente paso fue hacer pruebas de funcionamiento, las cuales arrojaron lo siguiente.

1.21.1 Vinculación de Ubidots

Lo primero que se probó fue que el web server creado mandara datos y que esos datos fueran correctos, esto se verificó con el Monitor serial dentro de Arduino, además de que, al tener los sensores conectados, también se probó que los datos fueran bidireccionales, es decir, que también la placa mandara los datos hacia el web server.



Imagen 40 Pruebas de envío y recepción de datos

1.21.2 Prueba de todos los componentes

Para esta prueba se conectaron todos los componentes para verificar que el código del programa hiciera todas las funciones que se le escribieron, se cargo el programa a la ESP32 y se corrieron todas las funciones para probar que estuvieran en los rangos adecuados, al ser una prueba, los sensores se movían en lugar de dejarlos estáticos para que nos dieran lecturas diferentes, los resultados de esta prueba fue buena, ya que el programa funcionaba y todos los componentes se comportaban como debían, excepto el relevador que a veces no tenía la suficiente corriente para hacer el switcheo.

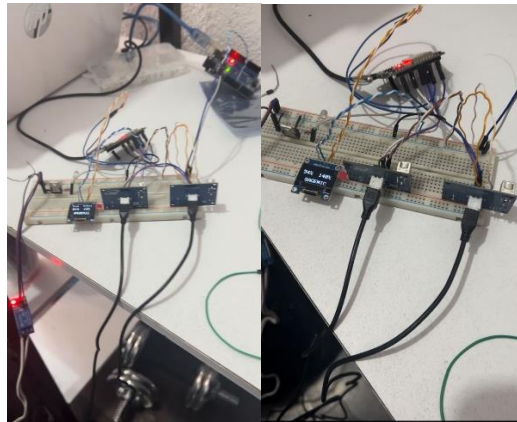


Imagen 41 Prueba de ensamble completo

1.22 Circuito de potencia y sobre carga

En el paso anterior se detectó que la corriente de alimentación para el relé en algunos casos no era suficiente, por lo que a veces se quedaba “pegado” como se le conoce coloquialmente, entonces se investigó un circuito el cual pudiera proporcionar esta corriente al relé, y con base en esta investigación se encontró que el circuito que resolvía esta deficiencia de corriente es con un TRIAC. Además, ahí mismo se consideró el circuito de sobre carga el cual nos protege a la placa de una fuerza contraelectromotriz

(FCEM) la cual se podría generar al momento de cambio de estado de la bomba. El circuito completo quedó de la siguiente forma

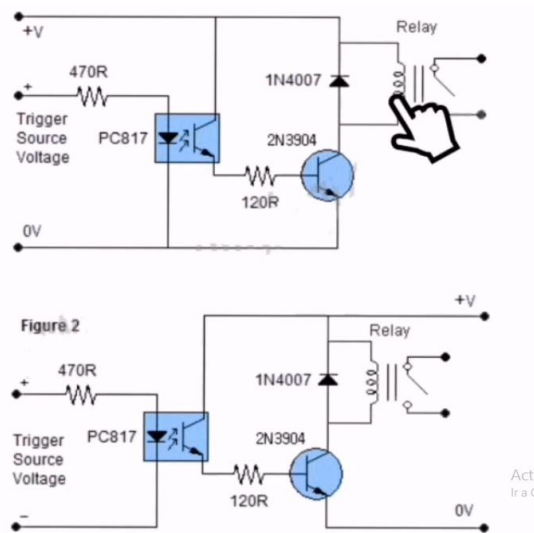
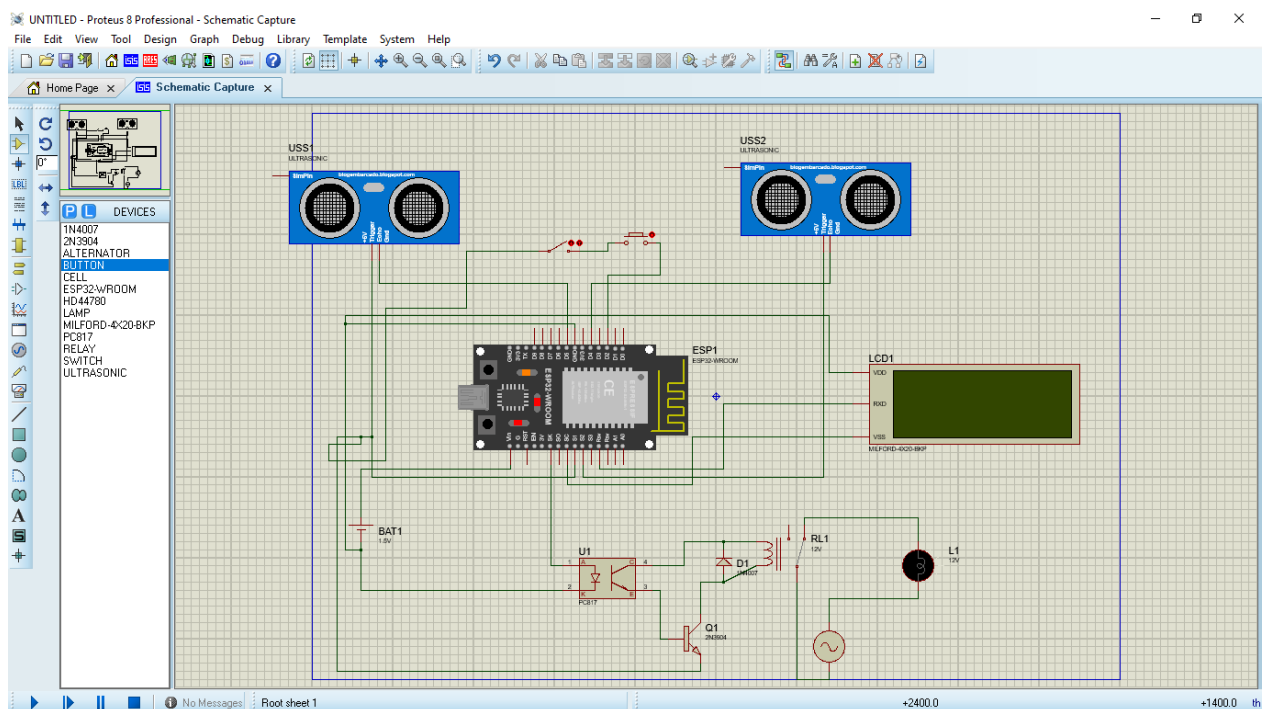


Imagen 42 Circuito de potencia y sobre carga

1.23 Conexión del circuito y simulación en Proteus 8

Antes de conectar todos los componentes, se hace su simulación en algún software para corroborar su correcto funcionamiento, en este caso se utilizó Proteus 8. Una vez descargadas las librerías de cada componente se agregan al diseño, quedando la conexión del circuito completo de la siguiente manera.



1.24 Elaboración de la placa

Una vez realizadas todas las pruebas y corroborando que todo funcionaba de manera adecuada, el siguiente paso fue imprimir el circuito en la placa fenólica, el cual quedó de la siguiente manera.

1.24.1 Diseño del circuito

Para la creación del diseño se seleccionó el software de PCB Wizard el cual cuenta con las herramientas necesarias y es de cierta manera muy intuitivo de utilizar, los cuál facilitó la parte del diseño.

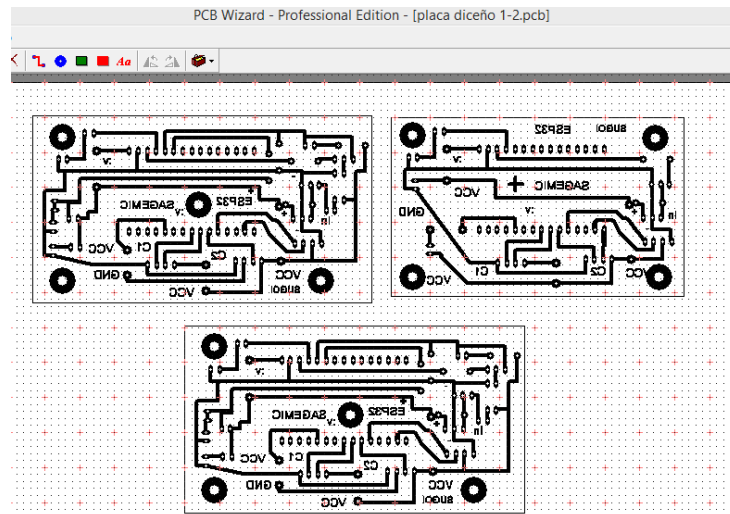


Imagen 43 Diseño del circuito de la placa

1.24.2 Fabricación de la tarjeta

Una vez teniendo el diseño, el siguiente paso es imprimir el circuito en la placa fenólica. Se utilizó un método casero para pasar el circuito a la placa ya que las PBC's tardaban mucho en llegar, el método consiste en imprimir en un asetatato el circuito y posteriormente con una plancha darle calor hasta que este se pase a la placa, en caso de que al quitar el asetatato, algunas pistas queden rotas, o sea, que no esten totalmente pintadas, se deben remarcar con un marcador de aceite. Una vez hecho el planchado y remarcado de las pistas el circuito debe quedar la siguiente forma.

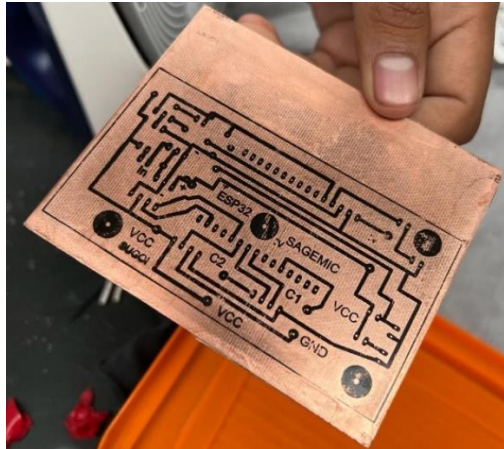


Imagen 44 Impresión del circuito por el método de la plancha

Una vez teniendo el circuito en la placa se debe echar en un recipiente en el cual previamente se vertió ácido férrico, el proceso se muestra a continuación.



Imagen 45 Colocando la placa en el ácido férrico y

Al momento de colocar la placa en el ácido, se debe ir moviendo en círculos el recipiente para que el ácido actúe más rápido y deshaga el cobre que no está remarcado y deje solo las pistas.



Imagen 46 Moviendo el recipiente para deshacer el cobre

Al final del procedimiento debe quedar de la siguiente manera

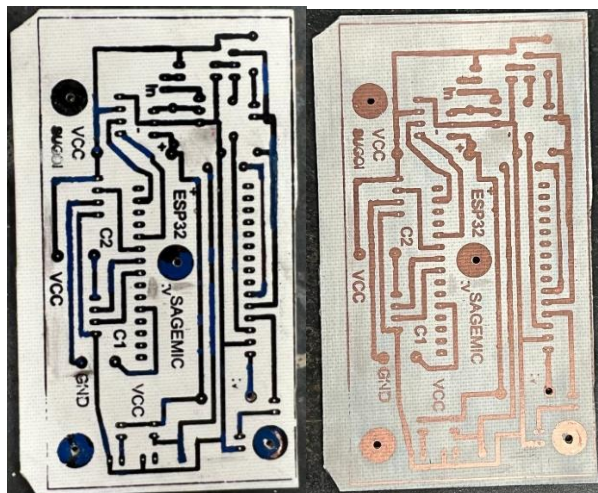


Imagen 47 Tarjeta terminada después del proceso de ácido

1.24.3 Perforación

Después de obtener la placa del anterior paso, se procedió a su perforación con una broca de 0.7mm.



Imagen 48 Perforación de la tarjeta con un taladro

Una vez perforada se colocan los componentes para empezar a soldar.

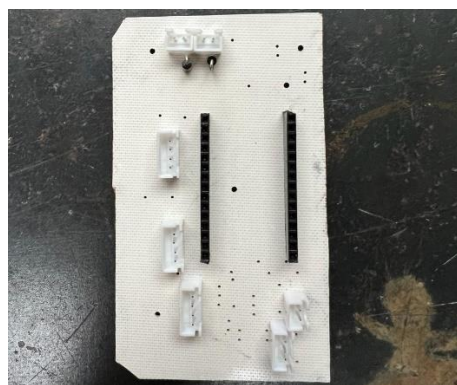


Imagen 49 Colocación de componentes una vez perforada la tarjeta

Finalmente hay que soldar los componentes, empezamos con los componentes más pequeños como resistencias y diodos, después seguimos con las más grandes hasta que finalmente estén soldados todos los componentes.



Imagen 50 Proceso de soldadura de los componentes

Una vez terminando de soldar todos los componentes, la placa queda de la siguiente forma

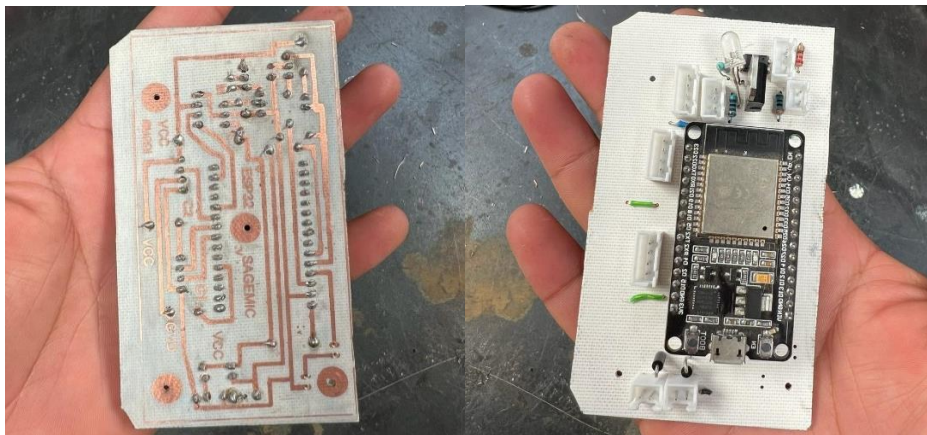


Imagen 51 Parte frontal y trasera de la placa terminada

Ya conectando todos los componentes en el lugar donde les corresponde, como lo son los sensores, display, botones y relé, queda terminada la placa, se coloca temporalmente en una madera, para posteriormente hacer su carcasa.

Como se puede ver, la placa se realizó de manera manual para hacer pruebas, una vez comprobado el funcionamiento en una prueba de campo se mandará el diseño a realizar de manera que se cumplan todas las normas de protección de la misma.

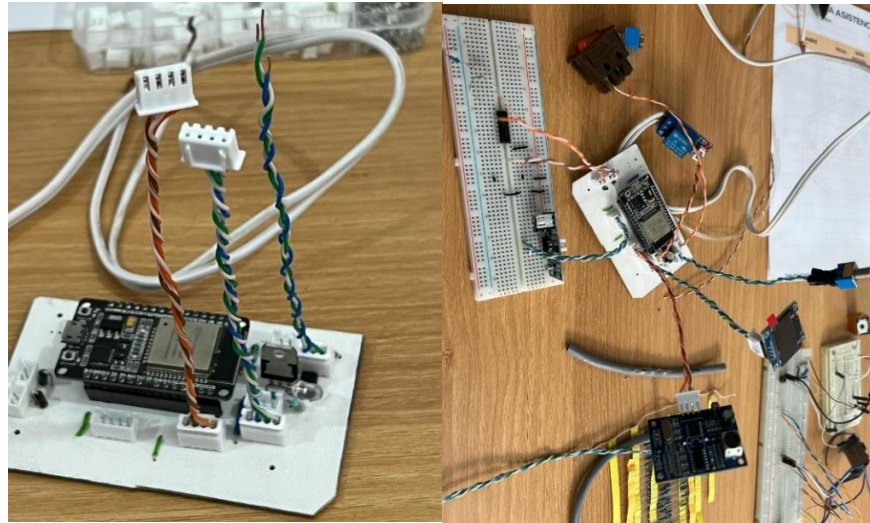


Imagen 52 Conexión de todos los componentes a la placa a través de los cables DuPont.

Ya ensamblada se coloca en una madera que es provisional para posteriormente hacer una carcasa en forma. Se vuelve a realizar otra prueba para verificar que la tarjeta funcione de manera adecuada y exitosamente pasa la prueba, quedando así la tarjeta completamente sin errores.

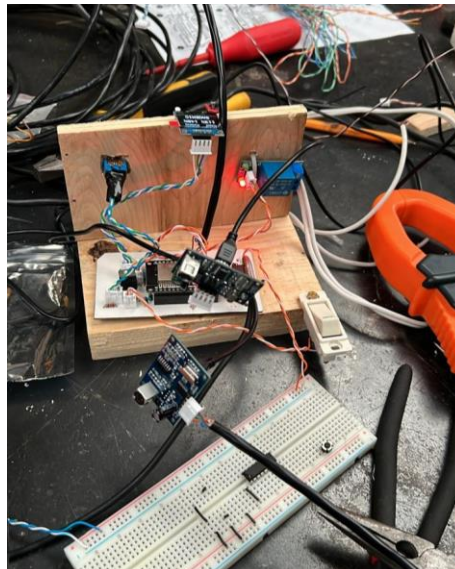


Imagen 53 Colocación en carcasa provisional

Teniendo en cuenta que la carcasa por motivos de tiempo ya no se desarrolló, pero la tarjeta quedó funcionando de manera correcta, haciendo todas las funciones para la cual se programó, que era lo que en el alcance del proyecto se explicó se iba a desarrollar, concluyendo así que el desarrollo del proyecto fue de manera satisfactoria cumpliéndose todos los objetivos que se plantearon para este proyecto.

Capítulo IV Resultados

En este apartado se dan a conocer los resultados obtenidos de los diferentes estudios y procesos que se hicieron durante la realización del programa, los cuales fueron de ayuda para validar si era factible o no la realización del mismo.

1.25 Funcionamiento de la tarjeta

Se realizaron pruebas de la tarjeta de manera preliminar, se agrega un link de DRIVE donde se anexan los videos del funcionamiento de la misma

https://drive.google.com/drive/folders/1QUikXGIEcalTD8b5emAaXR_2MXhNhTpB?usp=sharing

Como se ve en las pruebas realizadas a la tarjeta de manera preliminar, la tarjeta cumple exactamente con la función de automatización que se programó, respetando los rangos establecidos de lectura de los sensores y cumpliendo con la función a realizar dependiendo de ellos.

1.26 Programa de la tarjeta

A continuación, se muestra el programa que se escribió para la automatización del proceso de la tarjeta.

```
#include "UbidotsEsp32Mqtt.h"
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
/**
 * Define Constants
 */
//const char *WIFI_SSID = "INFINITUM619B";
//const char *WIFI_PASS = "xVDxQCG5PD";
const char *UBIDOTS_TOKEN = "BBFF-b5SHV0KptNjlhrHO3dAOZEZbcnQPWk";
const char *WIFI_SSID = "INFINITUMD1B9";
const char *WIFI_PASS = "Rm1Ec2Cy6h";
const char *DEVICE_LABEL = "prototipo1";
const char *VARIABLE_LABEL = "motor";
const char *VARIABLE_LABEL_1 = "tinaco";
```

```

const char *VARIABLE_LABEL_2 = "cisterna";

#define ANCHO 128
#define LARGO 64
#define Dis_reset -1
Adafruit_SSD1306 PANEL(ANCHO, LARGO, &Wire, Dis_reset);

const int Trigger = 18; //Pin digital 2 para el Trigger del sensor
const int Echo = 5; //Pin digital 3 para el Echo del sensor
const int Trigger1 = 19; //Pin digital 2 para el Trigger del sensor
const int Echo1 = 4; //Pin digital 3 para el Echo del sensor

const uint8_t LED = 2;
//const int tinaco = 35;
//const int cisterna = 32;
//int tinacovalor = 0;
//int cisternavalor = 0;
int Manual = 0;
int BFM = 0;
#define Motor 13

Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN);
/**
 * Auxiliar Functions
 **/

void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length)
{
    Serial.print("Message arrived [");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");

```

```

for (int i = 0; i < length; i++)
{
    Serial.print((char)payload[i]);
    if ((char)payload[0] == '1')
    {
        digitalWrite(LED, HIGH);
        digitalWrite(Motor, HIGH);
        Manual = 1;
    }
    else
    {
        digitalWrite(LED, LOW);
        digitalWrite(Motor, LOW);
        Manual = 0;
    }
}
Serial.println();
}
/**
 * Main Functions
 **/
void setup()
{
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(115200);
    pinMode(LED, OUTPUT);
    pinMode(Motor, OUTPUT);
    pinMode(14, INPUT);
    // Serial.begin(9600); //iniciailzamos la comunicaci3n
    pinMode(Trigger, OUTPUT); //pin como salida
    pinMode(Echo, INPUT); //pin como entrada

```

```

digitalWrite(Triquer, LOW);//Inicializamos el pin con 0

pinMode(Triquer1, OUTPUT); //pin como salida
pinMode(Echo1, INPUT); //pin como entrada
digitalWrite(Triquer1, LOW);//Inicializamos el pin con 0
Wire.begin();
PANEL.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
// ubidots.setDebug(true); // uncomment this to make debug messages available
Serial.println("Medición iniciada");
delay(1000);
ubidots.connectToWifi(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
ubidots.setCallback(callback);
ubidots.setup();
ubidots.reconnect();
ubidots.subscribeLastValue(DEVICE_LABEL, VARIABLE_LABEL); // Insert the device
and variable's Labels, respectively
}
void loop()
{
  // put your main code here, to run repeatedly:
  if (!ubidots.connected())
  {
    ubidots.reconnect();
    ubidots.subscribeLastValue(DEVICE_LABEL, VARIABLE_LABEL); // Insert the device
and variable's Labels, respectively
  }
  BFM=digitalRead(14);
  long t; //timepo que demora en llegar el eco
  long tinacovalor; //distancia en centimetros

  digitalWrite(Triquer, HIGH);

```

```
delayMicroseconds(10);      //Enviamos un pulso de 10us
digitalWrite(Triiger, LOW);
```

```
t = pulseIn(Echo, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
tinacovalor = 140-(t/59);      //escalamos el tiempo a una distancia en cm
```

```
long t1; //timepo que demora en llegar el eco
long cisternalvalor; //distancia en centimetros
```

```
digitalWrite(Triiger1, HIGH);
delayMicroseconds(10);      //Enviamos un pulso de 10us
digitalWrite(Triiger1, LOW);
```

```
t1 = pulseIn(Echo1, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
cisternalvalor =140-(t1/59);
```

```
PANEL.clearDisplay();
PANEL.setTextColor(WHITE);
PANEL.setTextSize(1);
  PANEL.setCursor(10,0);
PANEL.print("Tinaco");
PANEL.setTextSize(2);
PANEL.setCursor(10,20);
PANEL.print(tinacovalor);
//PANEL.print(" ");
PANEL.print("%");
//PANEL.display();
// PANEL.clearDisplay();
//PANEL.setTextColor(WHITE);
PANEL.setTextSize(1);
  PANEL.setCursor(70,0);
```

```
PANEL.print("Cisterna");
PANEL.setTextSize(2);
PANEL.setCursor(70,20);
PANEL.print(cisternalvalor);
//PANEL.print(" ");
PANEL.print("%");
    PANEL.setTextSize(2);
PANEL.setCursor(25,50);
PANEL.print("SAGEMIC");
PANEL.display();
```

```
//tinacovalor = analogRead(Echo);
//tinacovalor= (tinacovalor*100)/4095;
//cisternalvalor = analogRead(cisterna);
//cisternalvalor= (cisternalvalor*100)/4095;
ubidots.add(VARIABLE_LABEL_1, tinacovalor);
ubidots.add(VARIABLE_LABEL_2, cisternalvalor);
ubidots.publish(DEVICE_LABEL);
```

```
Serial.print("Tinaco: "); // escritura en monitor serial de los valores
Serial.print(tinacovalor);
Serial.print(" Cisterna: ");
Serial.println(cisternalvalor);
delay(500);
```

```
if (tinacovalor >= 118 && Manual == 0 && BFM == 0)
{
    digitalWrite(Motor, LOW);
}
else if (tinacovalor <= 118 && cisternalvalor <= 40 && Manual == 0 && BFM == 0)
{
```

```

digitalWrite(Motor, LOW);
}
if (tinacovalor <= 30 && cisternalvalor >= 50 && Manual == 0 && BFM == 0)
{
digitalWrite(Motor,HIGH );
}
else if (tinacovalor >= 118 && cisternalvalor <=50 && Manual == 0 && BFM == 0)
{
digitalWrite(Motor, LOW);
}
/////////
if (tinacovalor >= 118 && cisternalvalor >= 50 && Manual == 1 && BFM == 0)
{
digitalWrite(Motor, LOW);
}
else if (tinacovalor <= 118 && cisternalvalor <= 40 && Manual == 1 && BFM == 0)
{
digitalWrite(Motor, LOW);
}
if (tinacovalor <= 118 && cisternalvalor >= 50 && Manual == 1 && BFM == 0)
{
digitalWrite(Motor,HIGH );
}
else if (tinacovalor >= 118 && cisternalvalor <=30 && Manual == 1 && BFM == 0)
{
digitalWrite(Motor, LOW);
}
//////////Boton fisico
if (tinacovalor >= 118 && cisternalvalor >= 50 && Manual == 0 && BFM == 1)
{
digitalWrite(Motor, LOW);
}

```

```

    }
    else if (tinacovalor <= 118 && cisternalvalor <= 40 && Manual == 0 && BFM == 1)
    {
        digitalWrite(Motor, LOW);
    }
    if (tinacovalor <= 118 && cisternalvalor >= 50 && Manual == 0 && BFM == 1)
    {
        digitalWrite(Motor,HIGH );
    }
    else if (tinacovalor >= 118 && cisternalvalor <=40 && Manual == 0 && BFM == 1)
    {
        digitalWrite(Motor, LOW);
    }

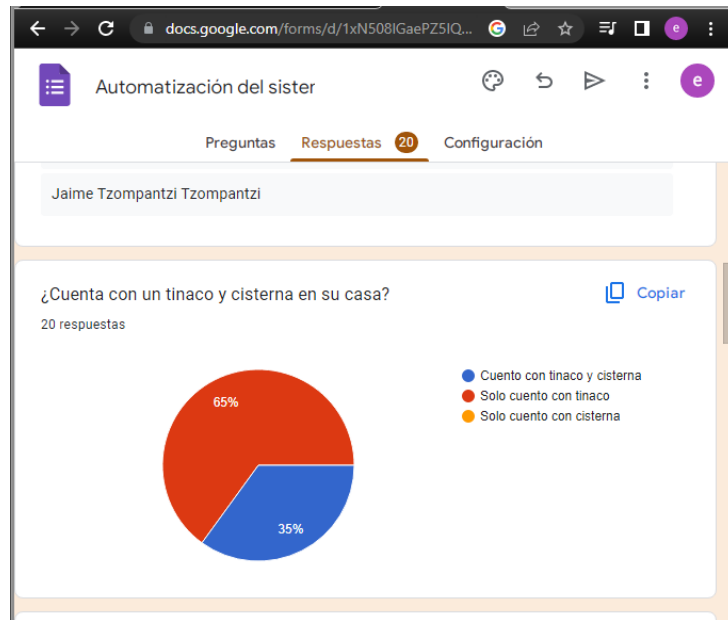
    ubidots.loop();
}

```

1.27 Validación de mercado

Para la validación de mercado de nuestro proyecto, se realizó una encuesta en Google Forms, donde las preguntas nos ayudan a ver la rentabilidad del proyecto en el mercado, además de conocer las necesidades del cliente y así tener un mejor enfoque en lo que debe contener y hacer el producto final.

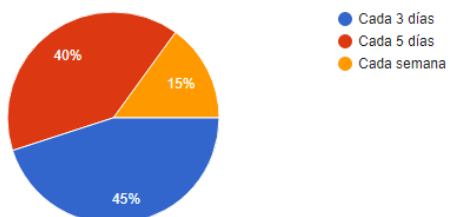
La encuesta de 8 preguntas, nos arrojó los siguientes resultados, los cuales están basados en las respuestas de 20 personas que aceptaron contestar las preguntas.



¿Cada cuánto tiempo llena su tinaco?

20 respuestas

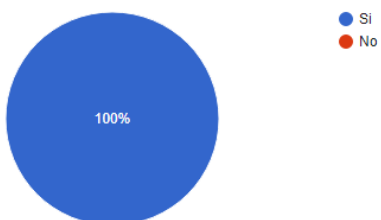
 Copiar



Le gustaría que su proceso de llenado de su tinaco de agua sea automático

20 respuestas

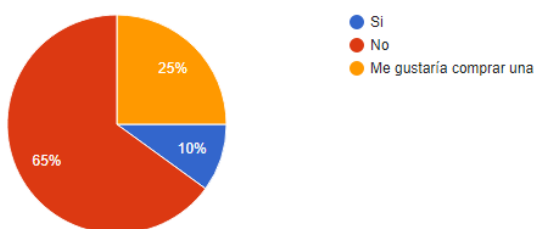
 Copiar



¿Cuenta con una tarjeta electrónica para el control de nivel de agua para su tinaco?

20 respuestas

 Copiar



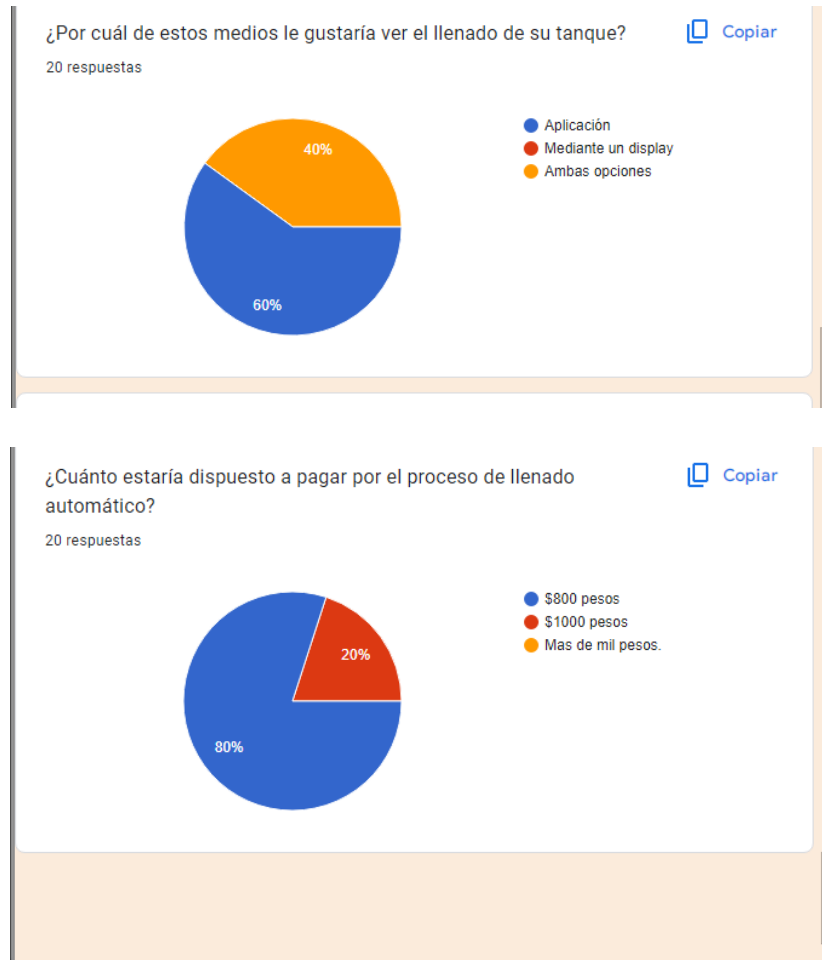
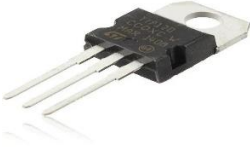


Imagen 54 Validación de mercado

1.28 Estudio de costos

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PRECIO MXN	IMAGEN	FECHA
JSN-SR04T	Sensor ultrasónico	124		DICIEMBRE 2023
ESP-WROOM-32	Tarjeta electrónica con capacidad de conexión bluetooth y WIFI	129		DICIEMBRE 2023

OLED SSD1306	Display oled para monitoreo de datos	93		DICIEMBRE 2023
1 canal a 5V 10A	Módulo relevador para la etapa de potencia de la tarjeta	60		DICIEMBRE 2023
Push boton	Botones para utilizar en el control del arranque manual	15		DICIEMBRE 2023
Cables dupont	Para las conexiones de los componentes	50		DICIEMBRE 2023
Conectores Dupont hembra y macho	Para ponchar y tener conexiones más estables	90		DICIEMBRE 2023
Resistencias	Para proteger los componentes del voltaje	10		DICIEMBRE 2023
Software	Para la programación de la placa, en este caso IDE Arduino	145		DICIEMBRE 2023
Placa fenólica de cobre	Para realizar el circuito de la placa	25		DICIEMBRE 2023

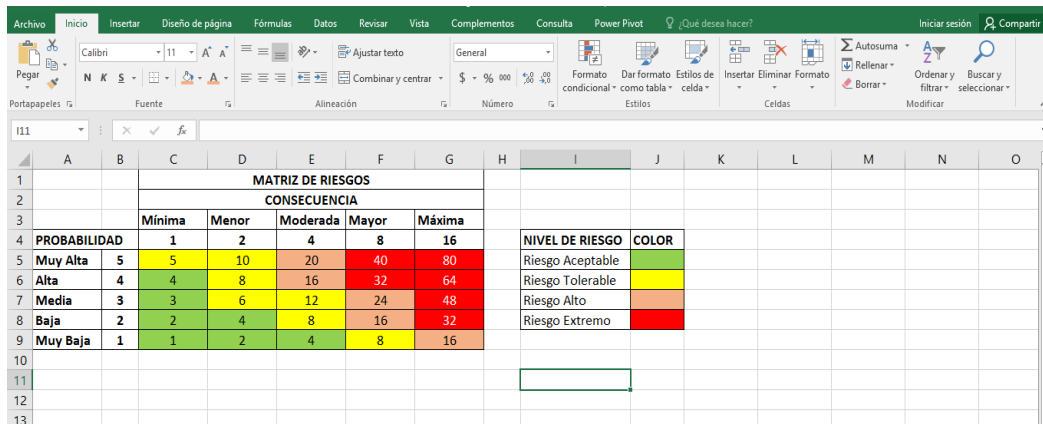
Estaño	Para soldar los componentes a la placa	50		DICIEMBRE 2023
Cautín	Para soldar los componentes a la placa	120		DICIEMBRE 2023
MOC PC817	Optoacoplador para la parte de protección de sobre carga	5		DICIEMBRE 2023
Transistor	Para la etapa de potencia y además protección adicional para sobre cargas	12		DICIEMBRE 2023
Switch	Interruptor para cambiar de modo automático a modo manual totalmente	20		DICIEMBRE 2023
Header Hembra	Pines para conectar los componentes sin soldarlos a la placa	30		DICIEMBRE 2023

COSTO DE TARJETA POR UNIDAD FABRICADA			
COSTO NORMAL MXN		COSTO EN SERIE MXN	
Componentes	1000	Componentes	700
Carcasa	300	Carcasa	250

1.29 Plan de mitigación

Se denomina Plan de Mitigación a las estrategias definidas por tu empresa que tratan de reducir la probabilidad de ocurrencia del riesgo o reducir el impacto.

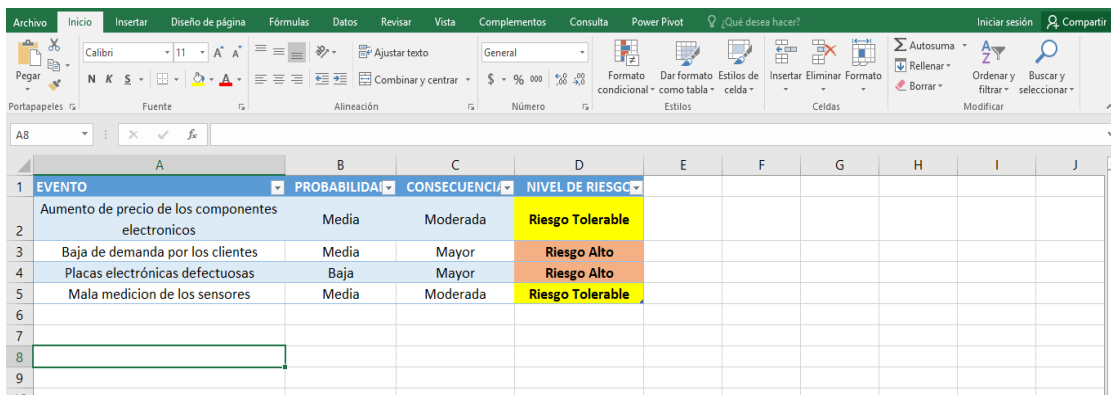
Para la evaluación de riesgos se elaboró un matriz de riesgos, en donde se clasifican los riesgos de acuerdo a la probabilidad de lo que puede ocurrir y la consecuencia que puede llegar a tener.



		CONSECUENCIA						
		Minima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima		
PROBABILIDAD		1	2	4	8	16	NIVEL DE RIESGO	COLOR
Muy Alta	5	5	10	20	40	80	Riesgo Aceptable	Verde
Alta	4	4	8	16	32	64	Riesgo Tolerable	Amarillo
Media	3	3	6	12	24	48	Riesgo Alto	Naranja
Baja	2	2	4	8	16	32	Riesgo Extremo	Rojo
Muy Baja	1	1	2	4	8	16		

Imagen 55 Matriz de riesgos

Analizamos los eventos que puedan ocurrir y con la tabla nos facilitó si estos pueden llegar a tener un gran riesgo en nuestro proyecto



EVENTO	PROBABILIDAD	CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO
Aumento de precio de los componentes electronicos	Media	Moderada	Riesgo Tolerable
Baja de demanda por los clientes	Media	Mayor	Riesgo Alto
Placas electrónicas defectuosas	Baja	Mayor	Riesgo Alto
Mala medicion de los sensores	Media	Moderada	Riesgo Tolerable

Imagen 56 Nivel de riesgos

Como se ve en la tabla, los riesgos probables a suceder durante la producción de la tarjeta son pocos y ninguno de riesgo alto, lo que lleva a una conclusión de que estos riesgos no son un impedimento para realizar la producción de la tarjeta y si se llegaran a presentar, su resolución sería de manera rápida. Y como se mostró en el capítulo 4, las pruebas de la tarjeta resultaron ser satisfactorios por lo cual se lleva a que antes y posterior de las pruebas, la tarjeta resulta ser factible.

1.30 Conclusiones

Ahora que hemos visto todo lo que se hizo durante el proyecto hemos aprendido diferentes cosas dentro de las cuales quiero profundizar en que un control de nivel es de suma importancia para evitar los errores que cometemos cuando llenamos nuestro tinaco de agua ya que somos muy descuidados y dejamos en la mayoría de veces que el agua se riegue y esto afecta a todos.

El presente proyecto logró con éxito el diseño y la fabricación de una tarjeta electrónica para el control del nivel de agua, integrando sensores ultrasónicos y una aplicación como interfaz de usuario. Esta solución permitió un monitoreo en tiempo real, preciso y sin contacto del nivel de agua en los depósitos “cisterna” y “tinaco”, lo cual mejora significativamente la eficiencia y el control en comparación con métodos tradicionales.

La implementación de la aplicación móvil que se aporta a este controlador de nivel representa un avance importante, ya que proporciona al usuario una herramienta intuitiva para visualizar el estado del sistema y tomar decisiones dependiendo de los niveles leídos de manera manual o incluso a distancia como se describió en el desarrollo. La comunicación entre la tarjeta electrónica y la app se desarrolló de forma estable, lo que garantiza un funcionamiento confiable.

En conclusión, el proyecto no solo cumplió sus objetivos técnicos, sino que también demostró el potencial de la integración entre hardware y software (IoT) para ofrecer soluciones automatizadas, accesibles y adaptables a distintos contextos, como el hogar, la industria o la agricultura. Con todo lo realizado se tiene una base para que en el futuro se puedan realizar mejoras, como el envío de alertas o el uso de inteligencia artificial para la gestión del agua.

Además de esto podemos enfatizar unos puntos esenciales acerca del proyecto de control de nivel de líquido, como lo son que es un proyecto que va dirigido a todo el público en general, porque se realizó en una empresa que ofrece servicios de este tipo, por lo tanto, es un proyecto que va a repercutir mucho a la sociedad una vez que se dé a conocer, ya que se demostró y se comprobó que la idea que se tuvo para resolver el problema planteado es adecuada.

Con base en esto se motiva a todos a no abandonar ese tema y tomar las acciones necesarias para que siga creciendo hasta alcanzar los objetivos para los cuales está pensado, además de aportar sugerencias para una mejora continua del proyecto.

Competencias desarrolladas y aplicadas

Durante el periodo de residencias profesionales se aplican diferentes competencias con las que uno como ingeniero cuenta, pero además de esto, al ser una parte donde aplicas los conocimientos, también adquieres experiencia, dentro de esa experiencia vienen otras competencias las cuales aprendes.

1.31 Competencias aplicadas

1. Resolución de problemas

Esta competencia se aplicó en todo momento, puesto que, durante el desarrollo del proyecto, desde la elección de componentes hasta su ensamblado, me enfrenté a problemas, los cuales tuve que resolver.

2. Trabajo en equipo

Estando en la empresa, no era el único que trabajaba ahí, por lo tanto, tenía compañeros con los cuales teníamos que trabajar juntos.

3. Informática

Para el desarrollo del proyecto, se deben aplicar conocimientos de informática en todo momento, desde aplicar métodos de investigación hasta almacenamiento de datos y el procesamiento de ellos.

4. Manejo de trabajo bajo presión

El manejo de presión lo apliqué cuando además de investigar acerca de mi proyecto, tenía trabajo que realizar y el jefe pedía resultados lo más pronto posible.

5. Puntualidad

La puntualidad se aplica en todo momento, ya que, desde llegar temprano a la empresa en el horario establecido, hasta llegar a tiempo al horario que marcaban las diferentes empresas a la cual debamos servicio.

6. Responsabilidad

La responsabilidad se debe aplicar siempre, en este caso esta competencia la apliqué en todo momento, desde entregar avances del proyecto, la investigación del mismo y hasta cuando teníamos que terminar un servicio en el día establecido.

1.32 Competencias desarrolladas

1. Creatividad

La creatividad es algo en lo cual siempre ha sido mi punto débil, pero en este caso tuve que desarrollarla, puesto que dentro del proyecto se ocupa mucho al momento de diseñar la placa, además se ocupa al momento de programar, creando un programa el cual funcione y no sea tan extenso.

2. Comunicación

La comunicación es otra competencia en la cual no estoy tan fuerte, pero se tuvo que desarrollar puesto que es necesaria para desempeñar un mejor trabajo y evitar errores, en el proyecto fue de suma importancia ya que se tenía que dejar en claro todos los puntos del problema y cómo se iban a resolver.

3. Atención al detalle

Esta competencia se tuvo que desarrollar para evitar errores antes de hacer pruebas, se ponía atención a todos los detalles que pudieran afectar a la tarjeta para así evitarlos antes de avanzar.

4. Liderazgo

El liderazgo es algo con lo que todos deberíamos de contar, en mi caso, la desarrollé al momento del trabajo en equipo, ya que el ser mi proyecto tenía que saber manejar todo dentro del mismo.

Fuentes bibliográficas

- [1]. Vega, H., Ramos, E., Vargas, E. (2023). *Sistema de control de Nivel de agua*. Universidad de Cundinamarca. Cundinamarca, Colombia. Recuperado de: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-cundinamarca/circuitos-digitales-ii/sistema-de-control-para-nivel-de-agua/7351937>
- [2]. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (2017). *¿Qué es TRL?* Recuperado de: https://ipicyt.edu.mx/noticias_resumen.php?noticia=2070&anio=2017
- [3]. Dell. (2024). *Información sobre protectores contra sobrecarga y cómo funcionan*. Recuperado de: <https://www.dell.com/support/kbdoc/es-es/000145629/informaci%C3%B3n-sobre-protectores-contrasobrecarga-y-c%C3%B3mo-funcionan-art%C3%ADculo-de-la-base-de-conocimientos-120517#:~:text=Un%20protector%20contra%20sobrecarga%2C%20tambi%C3%A9n,picos%22%20de%20electricidad%20no%20deseados>.
- [4]. Tocci, R., Widmer, N., y Moss, G. (2007). *Sistemas digitales; Principios y aplicaciones*. 10ª Edición. México: Pearson Educación.
- [5]. Floyd, T. (2006). *Fundamentos de sistemas digitales*. 9ª Edición. Madrid: Pearson Educación.
- [6]. Torres, E., (2022). *Componentes electrónicos*. Universidad Central de Colombia. Recuperado de: <https://vicartechz.com/2022/11/07/que-es-un-triac/>
- [7]. Comisión nacional del agua (2023) recuperado de: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- [8]. RS iberia. (2024). *Controladores de Nivel*. Madrid. Recuperado de: <https://es.rs-online.com/web/c/automatizacion-y-control-de-procesos/sensores-industriales/controladores-de-nivel/?srsltid=AfmBOoquDa9LgLvUJK54Q30iE-wQeM8ZRBN3w08GZmCvIqGy83uA-q0A>
- [9]. Villalobos, V., Figuera, J. (2014). *Controladores de Nivel*. Universidad de Oriente. Maturín. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/slideshow/unidad-iii-tema-4-scada/33527621>

- [10]. Microsonic. (2023). *Sensores ultrasónicos*. Recuperado de: <https://www.microsonic.de/es/suporte/ultrasonic-tecnolog%c3%ada/principio.htm>
- [11]. Keyence Corporation. (2023). *Fundamentos del sensor*. Recuperado de: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>
- [12]. Andrada, A., (2020). *¿Qué es un servidor web?* Universidad Americana de Europa. Recuperado de: <https://unade.edu.mx/que-es-un-servidor-web/>
- [13]. MDN contributors., (2023). *¿Qué es un servidor Web?* Recuperado de: https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Common_questions/Web_mechanics/What_is_a_web_server
- [14]. International Bussiness Machines [IBM] (2013). *Servidor Web vs Servidor de aplicaciones*. Recuperado de: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/web-server-application-server>
- [15]. Internet of Things., (2023). *Ubidots*. Recuperado de: <https://es.ubidots.com/>
- [16]. Arduino., (2023). *¿Qué es Arduino?* Recuperado de: <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- [17]. Peterson, Z., (2023). *¿Qué es un PCB o placa de circuito impreso?* Recuperado de: <https://resources.altium.com/es/p/what-is-a-pcb>
- [18]. Saravia, A., (2019). *ESP32 NODE MCU*. Recuperado de: https://www.microelectronicash.com/downloads/ESP32_MANUAL.pdf
- [19]. Beningo, Jacob., (2020). *Cómo seleccionar y usar el módulo ESP32 con Wi-Fi/Bluetooth adecuado para una aplicación de IoT industrial*. Recuperado de: <https://www.digikey.com.mx/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>
- [20]. FCEM., (s.f). *Fuerza contraelectromotriz*. Recuperado de: <https://www.uv.es/~navasqui/aero/fem%20y%20fcem.pdf>
- [21]. Universidad de Guanajuato., (2023). *Fuerza contraelectromotriz en un motor y tipos de motores. El transformador*. Recuperado de: <https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-15-fuerza-contraelectromotriz-en-un-motor-y-tipos-de-motores-el-transformador/>

Anexos

1.33 Carta de autorización por parte de la empresa para la titulación

**SERVICIOS DE ASESORÍA, GESTIÓN
Y EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL Y COMERCIAL**



Apizaco, Tlaxcala, a 08 de enero de 2024

Asunto: Carta de no inconveniencia.

DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ

DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

MTRA. HAYDEE PATRICIA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN

Presente.

Por medio de la presente me dirijo a usted para comunicar que el **C. Raziel Cortes Bautista** con número de control **B16620338**, pasante de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, termina satisfactoriamente el proyecto de residencia profesional en la cual realizó el proyecto **"Diseño y fabricación de una tarjeta electrónica para la automatización del llenado de un tinaco de agua"** en el periodo comprendido del **07 de septiembre de 2023 al 07 de enero de 2024** y no tiene inconveniente en que sea presentado para su titulación por la opción titulación integral informe de residencia profesional, confiando que la presentación de la información del proyecto se realizará de manera responsable.

A petición del interesado y para los fines legales que al mismo convengan: se extiende la presente carta de no inconveniencia a los 08 días del mes de enero del año en curso.

ATENTAMENTE

"Soluciones de Mantenimiento en una Sola Empresa"



ING. JOSÉ LUIS REYES ROMERO
DIRECCION
SAGEMIC S.A.S





Soluciones De Mantenimiento En Una Sola Empresa



241 124 7460



direccion@sagemic-soluciones-de-mantenimiento.com.mx



<https://www.facebook.com/Sagemic S.A.S>



<https://sagemic-soluciones-de-mantenimiento.com.mx/>



Calle Grúa de vapor 2408 Col. Emilio Sánchez Piedras, Apizaco, Tlaxcala.