



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

MONITOREO INTELIGENTE DE TINACOS CON IOT Y SENSORES ULTRASÓNICOS
PARA OPTIMIZACIÓN DEL AGUA

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERIA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

PRESENTA:

HÉCTOR RAYMUNDO AVENDAÑO MARTÍNEZ

NOMBRE DEL ASESOR:

ANTONIO SOLÍS LIMA



APIZACO, TLAX. ABRIL 2026



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica

Tzompantepec, Tlaxcala, 24/junio/2025
Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. De oficio: I.E.E. /375/2025

Asunto: Liberación de Proyecto
para la Titulación Integral

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	HÉCTOR RAYMUNDO AVENDAÑO MARTÍNEZ
Carrera:	INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
No. De Control:	19371203
Nombre del proyecto:	"MONITOREO INTELIGENTE DE TINACOS CON IoT Y SENSORES ULTRASÓNICOS PARA OPTIMIZACIÓN DEL AGUA"
Producto	TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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®



JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA

ANTONIO SOLÍS LIMA

Nombre y firma del asesor

JAEO/isa*
C.p. Archivo

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)
4172010 Ext. 145, e-mail: electronica@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx |
apizaco.tecnm.mx



2025
Año de
La Mujer
Indígena





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **08/Diciembre/2025**

HÉCTOR RAYMUNDO AVENDAÑO MARTÍNEZ
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
CON NÚMERO DE CONTROL 19371203.
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: **"MONITOREO INTELIGENTE DE TINACOS CON IOT Y SENSORES ULTRASÓNICOS PARA OPTIMIZACIÓN DEL 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 YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CYAL/Gsc*



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 empezar agradeciendo a todas las personas que me acompañaron y ayudaron a que esto se hiciera posible, ya que sin su apoyo mi carrera universitaria hubiera sido muy difícil.

Darle las gracias a mi madre María Martínez Zamora y a mi padre Jaime Avendaño Moya que en paz descanse, por ser los dos grandes pilares de mi vida los amo con todo mi corazón son las personas más maravillosas de este mundo gracias por todo su esfuerzo por sus dos hijos, quisiera igual agradecer a mis hermanos Cesar y mi hermana Itzel por siempre contar con su apoyo los quiero mucho, a mis abuelos Heron Martínez Zabala y a Rosa Zamora Hernández que en paz descanse por ser dos personas maravillosas y por siempre estar a mi lado cuando más los he necesitado los amo mucho, quisiera agradecer de igual manera a mi familia, a mis tíos, tías, primos y primas por apoyarnos no nada más a mi sino a toda nuestra familia los quiero, quisiera agradecer también a mis amigos y compañeros de escuela ya que gracias a ellos este camino que he recorrido junto a ellos ha sido una experiencia maravillosa, muchas gracias a todos.

Índice

Capítulo I: Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Revisión del Estado de la Técnica	3
1.3 Justificación	9
1.3.1 Justificación Teórica	9
1.3.2 Justificación Social	9
1.3.3 Justificación Económica	10
1.3.4 Justificación Ambiental	10
1.4 Objetivos	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos	11
1.5 Cronograma de actividades.	11
Capítulo II: Marco Teórico.....	13
2.1 Internet de las Cosas (IoT) en la gestión del agua	13
2.2 Sensores de nivel y sistemas de monitoreo.	14
2.3 Aplicaciones móviles y control automatizado.....	16
2.4 Importancia de la sostenibilidad hídrica.	16
Capítulo III: Metodología.....	18
3.1 Diseño de especificaciones	18
3.2 Simulación	24
3.3 Implementación o prototipado.....	28
3.4 Pruebas o Testing.....	31
Capítulo IV: Resultados y Conclusiones.....	41
4.1 Resultados	41
4.2 Conclusiones.....	42
Capítulo V: Competencias desarrolladas y/o aplicadas	43
Referencias	45



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**



Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

**“Monitoreo Inteligente de Tinacos con IoT y Sensores
Ultrasónicos para Optimización del Agua”**

Memoria de Residencias Profesionales

Que para obtener el título de

Ingeniero en sistemas automotrices

Presenta:

Héctor Raymundo Avendaño Martínez

Numero de control: 19371203

Asesor:

Dr. Antonio Solís Lima

Apizaco, Tlaxcala, México

Junio 2025

Agradecimientos

Quiero empezar agradeciendo a todas las personas que me acompañaron y ayudaron a que esto se hiciera posible, ya que sin su apoyo mi carrera universitaria hubiera sido muy difícil.

Darle las gracias a mi madre María Martínez Zamora y a mi padre Jaime Avendaño Moya que en paz descanse, por ser los dos grandes pilares de mi vida los amo con todo mi corazón son las personas más maravillosas de este mundo gracias por todo su esfuerzo por sus dos hijos, quisiera igual agradecer a mis hermanos Cesar y mi hermana Itzel por siempre contar con su apoyo los quiero mucho, a mis abuelos Heron Martínez Zabala y a Rosa Zamora Hernández que en paz descanse por ser dos personas maravillosas y por siempre estar a mi lado cuando más los he necesitado los amo mucho, quisiera agradecer de igual manera a mi familia, a mis tíos, tías, primos y primas por apoyarnos no nada más a mi sino a toda nuestra familia los quiero, quisiera agradecer también a mis amigos y compañeros de escuela ya que gracias a ellos este camino que he recorrido junto a ellos ha sido una experiencia maravillosa, muchas gracias a todos.

Resumen

Este proyecto aborda la problemática de la distribución irregular de agua potable en México, especialmente en zonas donde el monitoreo de depósitos de almacenamiento (tinacos de casa habitación) es deficiente. Los métodos tradicionales, como los flotadores mecánicos, presentan limitaciones al no permitir un seguimiento preciso del consumo ni detectar fugas oportunamente, lo que incrementa el desperdicio de agua y los costos de mantenimiento debido a activaciones innecesarias de bombas de agua.

La solución propuesta integra tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) para medir con mayor eficacia el nivel de agua. El sistema combina un flotador tradicional con un mecanismo de poleas y un encoder rotativo, el cual interpreta los movimientos de una polea perforada para determinar el nivel del líquido. Esta información es enviada en tiempo real a una aplicación móvil, permitiendo a los usuarios conocer la cantidad de agua disponible en su depósito.

Índice

Capítulo I: Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Revisión del Estado de la Técnica	3
1.3 Justificación	9
1.3.1 Justificación Teórica	9
1.3.2 Justificación Social	9
1.3.3 Justificación Económica	10
1.3.4 Justificación Ambiental	10
1.4 Objetivos	10
1.4.1 Objetivo General.....	10
1.4.2 Objetivos Específicos	11
1.5 Cronograma de actividades.	11
Capítulo II: Marco Teórico.....	13
2.1 Internet de las Cosas (IoT) en la gestión del agua	13
2.2 Sensores de nivel y sistemas de monitoreo.	14
2.3 Aplicaciones móviles y control automatizado.....	16
2.4 Importancia de la sostenibilidad hídrica.	16
Capítulo III: Metodología.....	18
3.1 Diseño de especificaciones	18
3.2 Simulación	24
3.3 Implementación o prototipado.....	28
3.4 Pruebas o Testing.....	31
Capítulo IV: Resultados y Conclusiones.....	41
4.1 Resultados	41
4.2 Conclusiones.....	42
Capítulo V: Competencias desarrolladas y/o aplicadas	43
Referencias	45

Índice de Figuras

Figura 1 Fuga de agua en tinaco	1
Figura 2 Tinaco y cisterna para casa habitación.....	2
Figura 3 Sistema tradicional de un flotador mecánico.....	2
Figura 4 Monitoreo de nivel de agua a través del IoT.....	3
Figura 5. Indicador de nivel de líquido.....	4
Figura 6. Conjunto de sensor y dispositivo de detección de nivel de líquido.....	5
Figura 7. Medidor de nivel por flotador	6
Figura 8. Dispositivos para medir el nivel de agua en reservorios	7
Figura 9. Medidor de nivel de líquido flotante	8
Figura 10 IoT en la gestión de agua	14
Figura 11 Sensor ultrasónico	15
Figura 12 Encoder rotativo E58	15
Figura 13 Aplicación móvil de monitoreo de tinaco	16
Figura 14 Diagrama conceptual de ciclo de uso racional del agua.....	17
Figura 15 Bote o cubeta.....	18
Figura 16. Boya o Flotador.....	19
Figura 17. Varilla o Brazo	19
Figura 18. Válvula de llenado.....	20
Figura 19. Encoder rotativo KY-040	21
Figura 20. Panel Solar 5V / 3W con salida USB	21
Figura 21. Masa (Contrapeso)	22
Figura 22. Polea perforada	23

Figura 23. Cadena de bolas veker	23
Figura 24 Polea perforada en solidworks.....	25
Figura 25 Masa (contrapeso) en solidwork.....	25
Figura 26 Esquema electrónico realizado en fritzing	26
Figura 27 Programación Arduino de pines y posicionamiento.....	27
Figura 28 Programación se sentido de giro del encoder	27
Figura 29 Programación de los mensajes de la pantalla LCD	28
Figura 30 Programación de mensaje de advertencia	28
Figura 31. Flotador mecánico	29
Figura 32 Diagrama de conexiones	30
Figura 33. Conexiones realizadas en Arduino, encoder y pantalla LCD	30
Figura 34. Flotador montado en el prototipo	31
Figura 35 Conexión del prototipo rueda perforada a una laptop	32
Figura 36 Display de la pantalla LCD encendida.....	33
Figura 37 Prototipo montado en bote	33
Figura 38 Mensaje de "Nivel de agua 5% y Alerta semivacio"	34
Figura 39 Mensaje de "Subiendo agua"	35
Figura 40 Mensaje de " Nivel de agua 100% y Tinaco lleno"	36
Figura 41 Mensaje de Nivel de agua 100% y tinaco lleno, con el prototipo montado en una silla	37
Figura 42 Prototipo y botes colocados a diferentes alturas	38
Figura 43 Mensaje "Nivel de agua y bajando agua"	39
Figura 44 Mensaje de "Aleta semivacio"	39

Índice de Tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades.....	12
--	----

Capítulo I: Introducción

1.1 Planteamiento del problema

En México, la gestión eficiente del agua potable es un desafío crítico, especialmente en áreas donde la distribución es irregular y la infraestructura presenta deficiencias. La dependencia de tinacos para casa habitación y cisternas para el almacenamiento doméstico es común; sin embargo, la falta de monitoreo adecuado de estos depósitos conlleva múltiples problemas, como desabastecimientos inesperados y desperdicio significativo del recurso debido a fugas no detectadas (Instituto de Ingeniería de la UNAM, 2023).

Un factor que agrava esta situación es el desperdicio de agua debido a fugas en las redes de distribución y en las instalaciones domésticas como se muestra en la figura 1. Se estima que en México se pierde aproximadamente el 40% del agua potable por fugas en las redes, lo que refleja una infraestructura hidráulica en deterioro (Animal Político, 2023). Además, las fugas en grifos y tuberías domésticas pueden desperdiciar más de 75 litros diarios, equivalentes al contenido de 24 tinacos de casa habitación, de 1,100 litros al año (Edomex Informa, 2024).



Figura 1 Fuga de agua en tinaco

La utilización de tinacos para casa habitación y cisternas es una práctica común para enfrentar la distribución irregular del agua como se observa en la figura 2. Sin embargo, estos

sistemas presentan desafíos significativos. Las fugas en las conexiones de estos depósitos son una de las principales causas de desperdicio de agua en las viviendas. Además, la falta de monitoreo adecuado dificulta la detección temprana de fugas, lo que resulta en un desperdicio considerable del recurso (OEM, 2023).

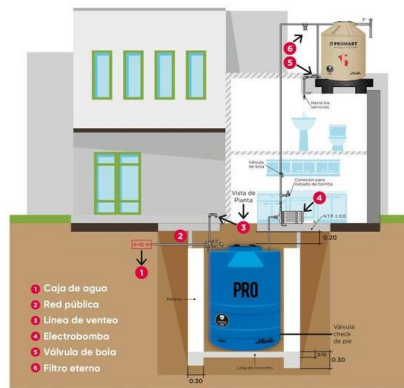


Figura 2 Tinaco y cisterna para casa habitación

Los sistemas tradicionales de control de nivel, como los flotadores mecánicos, presentan limitaciones notables. Estos dispositivos suelen fallar con el tiempo, no permiten un monitoreo preciso del consumo de agua como de puede apreciar en la figura 3, y si están conectados a bombas, pueden provocar activaciones innecesarias, lo que genera un desgaste prematuro y eleva los costos de mantenimiento de las bobas de agua (Nassar Electronics, 2023).

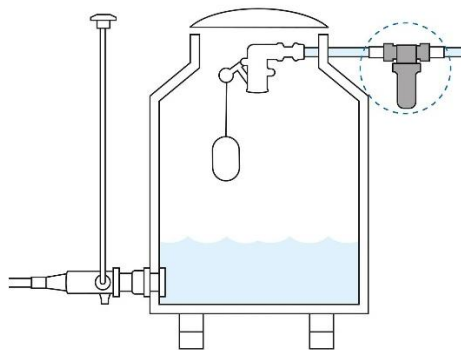


Figura 3 Sistema tradicional de un flotador mecánico

La implementación de tecnologías modernas es esencial para abordar estos desafíos. Dispositivos inteligentes basados en el Internet de las Cosas (IoT) ofrecen soluciones eficientes para el monitoreo en tiempo real del nivel de agua en tinacos y cisternas como se puede ver en la figura 4. Estos sistemas permiten a los usuarios supervisar el nivel de agua desde aplicaciones móviles, recibir alertas sobre niveles críticos y detectar posibles fugas de manera oportuna (i2t, 2024).

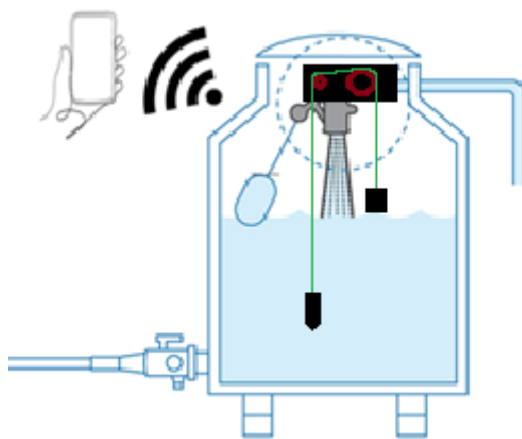


Figura 4 Monitoreo de nivel de agua a través del IoT

La adopción de estas tecnologías no solo mejora la gestión del agua a nivel doméstico, sino que también contribuye a la conservación del recurso y a la reducción de costos asociados con el desperdicio y el mantenimiento de equipos. En un contexto donde la crisis hídrica es una preocupación creciente, proyectos que integran soluciones innovadoras para el monitoreo y control del agua son fundamentales para garantizar un uso más eficiente y sostenible del recurso en México.

1.2 Revisión del Estado de la Técnica

La revisión del estado de la técnica es un análisis exhaustivo de los desarrollos previos y las soluciones existentes relacionadas con un tema o problema específico. Este proceso permite

identificar los avances tecnológicos, las limitaciones de las soluciones actuales y las áreas de oportunidad para innovar (Sánchez & Morales, 2017). Según Hernández, Fernández & Baptista. (2014), la revisión de la literatura y del estado de la técnica es fundamental en todo proyecto de investigación o desarrollo tecnológico, ya que proporciona el contexto necesario para sustentar la propuesta y evita duplicar esfuerzos previamente realizados.

De esta forma, el presente apartado expone y analiza diversas tecnologías representativas que han sido utilizadas para el control y monitoreo de niveles de agua en diferentes contextos, con el propósito de justificar la viabilidad y relevancia de la propuesta desarrollada en este proyecto.

1.2.1 Indicador de nivel de líquido.

En la figura 5 se habla sobre el indicador de nivel de líquido eléctrico, que emplea sensores electro-sensibles conectados a un mecanismo indicador. Este sistema convierte las variaciones en el nivel del líquido en señales eléctricas que pueden ser registradas o mostradas a distancia. Si bien representa un avance respecto a los flotadores mecánicos, su precisión depende en gran medida del tipo de líquido, la temperatura y otros factores ambientales, y aún carece de integración nativa con redes IoT (Smulski, T. J. 1935).

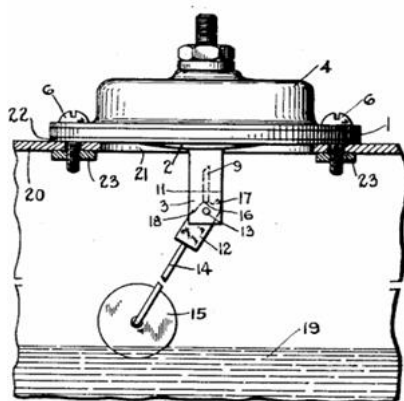


Figura 5. Indicador de nivel de líquido

1.2.2 Conjunto de sensor y dispositivo de detección de nivel de líquido.

Por otro lado, en la figura 6 se muestran los sensores piezoeléctricos y de presión han demostrado ser una alternativa eficaz para sistemas más compactos y precisos. Estos dispositivos pueden integrarse con interfaces eléctricas estándar y son desmontables, facilitando su instalación y mantenimiento. Sin embargo, el uso de sensores de presión puede verse afectado por burbujas, cambios de densidad del líquido o sedimentación, lo que compromete su precisión en entornos no controlados (Lei Pan, 2018).

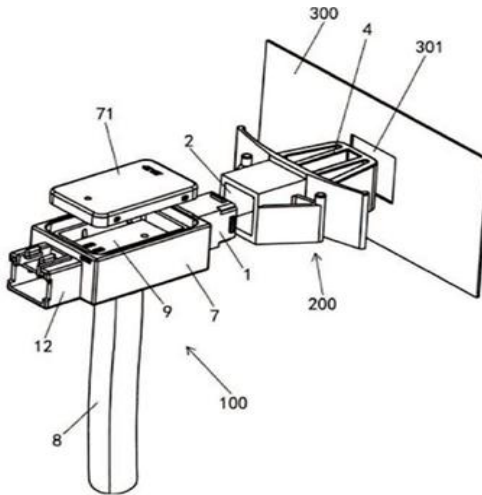


Figura 6. Conjunto de sensor y dispositivo de detección de nivel de líquido

1.2.3 Dispositivos para medir el nivel de agua en reservorios.

En la figura 7 se menciona que también se han propuesto dispositivos de medición con posicionamiento satelital (GPS/GLONASS) para cuerpos de agua abiertos. Este tipo de tecnología permite un monitoreo remoto utilizando un sistema flotante equipado con antenas y módems para transmitir la información. Aunque innovadores, estos sistemas están orientados principalmente a

aplicaciones en hidrometría ambiental y no resultan prácticos para depósitos domésticos o urbanos de pequeña escala (Serguéi Y. Doroshenko, 2018).

1.2.4 Medidor de nivel por flotador.

En la figura 8 se puede observar el transmisor de nivel de flotador con sensor potenciométrico ofrece una medición continua del nivel de líquido incluso en condiciones extremas, como metales fundidos a altas temperaturas. Utiliza un flotador fabricado con material refractario y un sensor de desplazamiento lineal. A pesar de su capacidad para operar en ambientes exigentes, su diseño es complejo y costoso, lo que limita su aplicabilidad para soluciones domésticas o de bajo presupuesto (Víctor A. Nevrovsky. 2018)

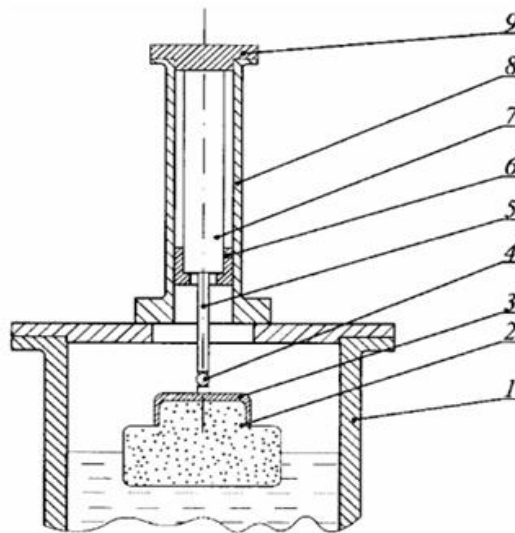


Figura 7. Medidor de nivel por flotador

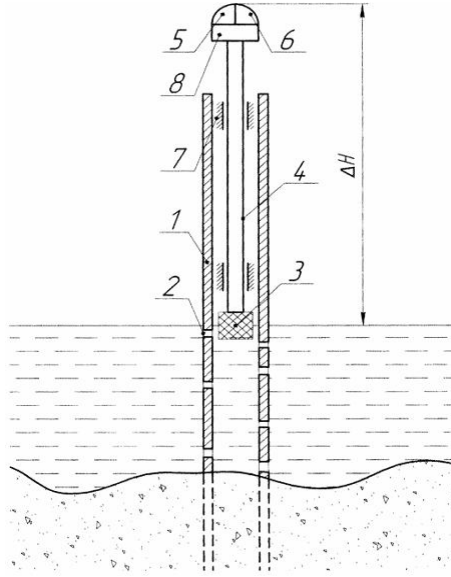


Figura 8. Dispositivos para medir el nivel de agua en reservorios

1.2.5 Medidor de nivel de líquido flotante.

En la figura 9 representa uno de los sistemas tradicionales más utilizados para la medición de nivel es el medidor de flotador. Este consiste en un flotador que se mueve verticalmente dentro de un tubo, el cual a su vez transmite esta información a un indicador de nivel visible. Estos sistemas son simples y económicos, pero presentan limitaciones en cuanto a precisión y automatización, especialmente en tanques de gran altura o enterrados. Aunque confiables, requieren supervisión presencial y no permiten una integración sencilla con plataformas digitales de monitoreo (Rizatdinov, F. R, 2020).

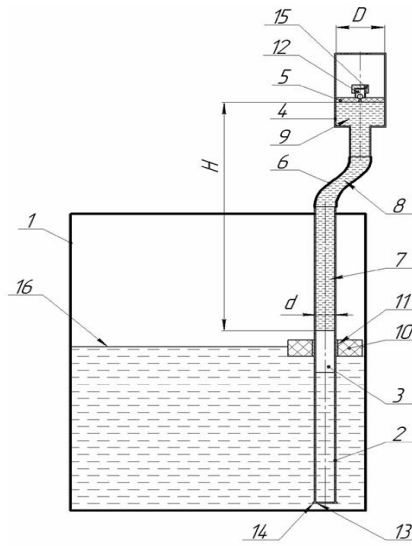


Figura 9. Medidor de nivel de líquido flotante

En síntesis, aunque existen diversas tecnologías para la medición de nivel de agua, la mayoría presenta limitaciones en cuanto a precisión, costo, facilidad de integración con sistemas inteligentes y capacidad de monitoreo remoto en tiempo real. Por tanto, se identifica una clara oportunidad para desarrollar un sistema de medición de nivel de líquido con sensores integrados a una plataforma IoT, que permita una visualización remota y precisa del nivel de agua, optimizando el consumo y reduciendo la necesidad de inspección presencial (Martínez & Rojas, 2020; Lee, Kim & Park, 2019).

Este proyecto busca contribuir a esa necesidad, proponiendo una solución que combine sensores confiables, microcontroladores y tecnologías de comunicación, con el objetivo de ofrecer una herramienta accesible y efectiva para la gestión eficiente del recurso hídrico.

1.3 Justificación

La justificación de un proyecto es una sección fundamental en cualquier trabajo de investigación o desarrollo tecnológico, ya que expone las razones por las cuales la propuesta es pertinente, necesaria y viable (Hernández, Fernández & Baptista 2014). Su propósito es explicar claramente por qué el proyecto debe realizarse, qué beneficios traerá y a quiénes impactará positivamente (Tamayo, 2004).

De acuerdo con Sampieri, Collado & Lucio (2018), justificar un proyecto implica argumentar su relevancia teórica, práctica y social, relacionando la propuesta con necesidades reales, vacíos de conocimiento o problemáticas específicas. Asimismo, una justificación sólida orienta al lector sobre la trascendencia de la investigación o desarrollo, y demuestra que no se trata de un esfuerzo aislado, sino de una solución coherente con el contexto y las tendencias actuales.

En este sentido, el presente proyecto se justifica en función de su contribución a la optimización del recurso hídrico mediante el uso de tecnologías emergentes, su alineación con objetivos de sostenibilidad y su impacto positivo en la formación académica y profesional de los estudiantes.

1.3.1 Justificación Teórica

Este proyecto contribuye a generar una memoria técnica la cual quedara a resguardo del Instituto Tecnológico de Apizaco, por si algún alumno desea saber como fue diseñado este prototipo de polea perforada podrá revisar esta memoria técnica y seguirle dando seguimiento a este proyecto.

1.3.2 Justificación Social

Este proyecto mejorara la calidad de vida de las personas al garantizar un sistema de monitoreo y control de nivel de agua de los tinacos para casa habitación el cual es un recurso vital, de igual manera evitar accidentes cuando un usuario tenga que ver el nivel de agua de su tinaco manualmente, de esta manera con este proyecto podrá visualizar el nivel de agua de su tinaco a través de una aplicación móvil sin tener que poner en riesgo su integridad.

1.3.3 Justificación Económica

Permite ahorrar los costos ya que otros sensores de nivel de agua para tinacos para casa habitación resultan ser más caros, mientras que este proyecto está realizado con elementos menos costosos lo cual lo hace accesible para los usuarios con la comodidad de poder observar el nivel de agua de su tinaco a través de una aplicación móvil la cual es de uso gratuito.

1.3.4 Justificación Ambiental

Reduce y gestiona de una mejor manera el consumo de agua de un tinaco para casa habitación, con este proyecto se busca evitar el agua se desperdicie a causa de desbordamientos de agua en los tinacos por fallas en el sistema mecánico del flotador, con este proyecto tendremos un monitoreo en tiempo real para que de esta forma se pueda gestionar mejor el agua los hogares.

Este proyecto no solo fortalece la formación integral de los estudiantes, sino que también posiciona a la institución como promotora de soluciones tecnológicas sostenibles y de impacto social.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un sistema automatizado de monitoreo y control del nivel de agua para depósitos de agua tipo tinacos para casa habitación.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diseño de especificaciones de Monitoreo Inteligente de Tinacos con IoT y Sensores Ultrasónicos para Optimización del Agua.
- Simulación del sistema de control electrónico Monitoreo Inteligente de Tinacos con IoT y Sensores Ultrasónicos para Optimización del Agua en la aplicación Fritzing.
- Prototipar el sistema de Monitoreo Inteligente de Tinacos con IoT y Sensores Ultrasónicos para Optimización del Agua.
- Pruebas individuales de los sistemas electrónicos y mecánicos de Monitoreo Inteligente de Tinacos con IoT y Sensores Ultrasónicos para Optimización del Agua.
- Pruebas de integración del sistema de Monitoreo Inteligente de Tinacos con IoT y Sensores Ultrasónicos para Optimización del Agua.

1.5 Cronograma de actividades.

El cronograma de actividades de la tabla 1, muestra la distribución de las tareas necesarias para el desarrollo del proyecto “Monitoreo Inteligente de Tinacos con IoT y Sensores Ultrasónicos para Optimización del Agua” a lo largo de 16 semanas. En él se detallan claramente las fases de diseño de especificaciones, diseño detallado, simulación, prototipado, pruebas individuales e integración, así como la integración y entrega del reporte final. Esta planificación permite organizar de forma lógica y secuencial cada etapa del trabajo, asegurando el cumplimiento de los objetivos específicos en los tiempos establecidos. Asimismo, facilita la supervisión y el control del avance

de actividades, optimizando recursos humanos y materiales para lograr una implementación efectiva del sistema propuesto.

Tabla 1 Cronograma de actividades

<i>Actividad</i>	<i>Semanas</i>															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Diseño de especificaciones	X	X	X	X												
Diseño detallado					X	X										
Simulación						X	X									
Prototipado								X	X	X	X					
Pruebas individuales e integración											X					
Integración del reporte													X	X	X	
Entrega del reporte																X

Capítulo II: Marco Teórico

El marco teórico constituye una parte fundamental de toda investigación científica, ya que proporciona el contexto conceptual y empírico necesario para comprender el problema de estudio. Su función principal es analizar, sustentar y contextualizar los temas centrales del proyecto a partir de antecedentes, teorías existentes, definiciones y estudios previos relacionados con la temática abordada (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014).

De acuerdo con Sabino (1992), el marco teórico permite "ubicar el problema dentro de un conjunto de conocimientos organizados y previamente existentes, lo que facilita su análisis desde perspectivas fundamentadas y reconocidas". Asimismo, Kerlinger (2002) señala que un marco teórico adecuado "orienta al investigador hacia la formulación de hipótesis viables y consistentes, sustentadas en conocimientos científicos comprobados".

En el contexto de este proyecto, el marco teórico se enfoca en el uso del Internet de las Cosas (IoT), sensores de nivel, sistemas automatizados de monitoreo y control. Todos estos elementos son esenciales para entender cómo la tecnología puede contribuir a una mejor administración del agua en entornos residenciales, especialmente en países con desafíos hídricos como México.

2.1 Internet de las Cosas (IoT) en la gestión del agua

El Internet de las Cosas (IoT) es una red de objetos físicos conectados que pueden recopilar y compartir datos a través de Internet sin intervención humana directa (Atzori, Iera & Morabito, 2010). Su aplicación en la gestión de recursos hídricos ha generado sistemas más inteligentes y eficientes, capaces de monitorear, controlar y optimizar el uso del agua en tiempo real (Lee, Kim & Park, 2019). En países con problemas de escasez o distribución irregular de agua, como México,

la adopción de tecnologías IoT se vuelve esencial para garantizar el acceso equitativo y el aprovechamiento sustentable de este recurso vital (González, Pérez & Morales, 2021).

El IoT facilita la integración de sensores, actuadores y aplicaciones móviles que permiten a los usuarios monitorear variables críticas como el nivel de agua, la presión, la calidad y la detección de fugas como se puede observar en la figura 10 (Sadeghi, Wachsmann & Waidner, 2015). Esta conectividad aporta datos que pueden analizarse para tomar decisiones informadas, automatizar procesos y reducir costos operativos, contribuyendo a la eficiencia energética y a la sostenibilidad hídrica.

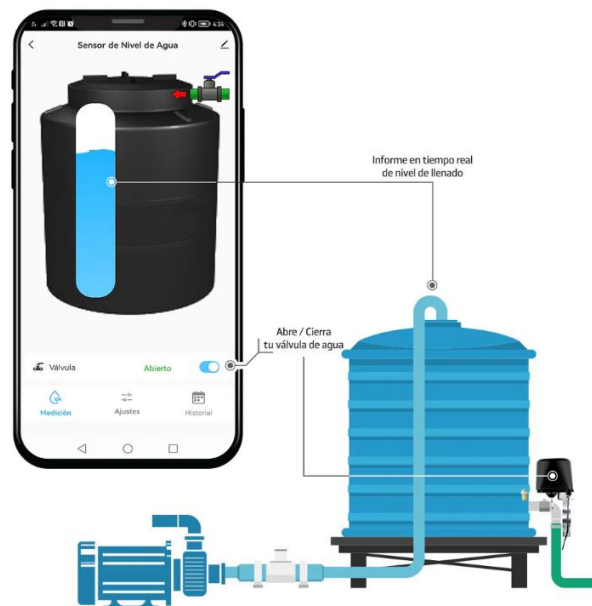


Figura 10 IoT en la gestión de agua

2.2 Sensores de nivel y sistemas de monitoreo.

Los sensores de nivel constituyen uno de los componentes fundamentales en la automatización de depósitos y sistemas de almacenamiento de agua. Existen múltiples tipos, como los sensores ultrasónicos, de presión, capacitivos, radar y ópticos, cada uno con ventajas específicas

dependiendo de la aplicación y las condiciones del entorno (Omega Engineering, 2023). Los sensores ultrasónicos como el de la figura 11, por ejemplo, emiten ondas de sonido de alta frecuencia que se reflejan en la superficie del agua y permiten medir la distancia de forma precisa y sin contacto, minimizando la corrosión y el desgaste mecánico (Patel & Shah, 2018).



Figura 11 Sensor ultrasónico

Además de los sensores ultrasónicos, los encoders rotativos como se puede ver en la figura 12, representan una solución innovadora cuando se integran a sistemas mecánicos como flotadores y poleas. Estos dispositivos convierten el movimiento rotacional en señales eléctricas, permitiendo registrar desplazamientos con alta resolución (Nassar Electronics, 2023). Combinados con microcontroladores como Arduino, estos sensores facilitan la interpretación de datos y la visualización en tiempo real mediante interfaces gráficas.



Figura 12 Encoder rotativo E58

2.3 Aplicaciones móviles y control automatizado.

El control y monitoreo a través de aplicaciones móviles ha cobrado relevancia en la era digital, dado que los usuarios demandan supervisión remota y notificaciones instantáneas sobre el estado de sus sistemas domésticos como se puede observar en la figura 13. Las aplicaciones vinculadas a redes IoT permiten visualizar datos históricos, recibir alertas ante niveles críticos y activar o desactivar bombas automáticamente (Sensors, 2021). Este nivel de automatización contribuye a la reducción de desperdicios y optimiza el consumo energético, alineándose con estrategias de vivienda inteligente y sostenibilidad (Khan, Zaheer & Khan. S, 2020).



Figura 13 Aplicación móvil de monitoreo de tinaco

En el contexto de tinacos y cisternas, la conexión entre sensores, microcontroladores y aplicaciones móviles elimina la supervisión manual, incrementa la seguridad de instalaciones en zonas de difícil acceso y reduce costos de mantenimiento asociados a averías no detectadas a tiempo.

2.4 Importancia de la sostenibilidad hídrica.

El agua es un recurso limitado y esencial para el desarrollo de sociedades saludables y productivas. Según la Organización de las Naciones Unidas, cerca de 2.000 millones de personas en el mundo carecen de acceso seguro al agua potable, y la demanda global superará en un 40% la disponibilidad actual para 2030 si no se implementan estrategias de uso responsable (ONU-Agua, 2020). En México, se estima que se pierde hasta un 40% del suministro potable debido a fugas en redes y sistemas domésticos (Animal Político, 2023).

En la figura 14 se puede observar la sostenibilidad hídrica la cual implica aplicar tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo excesivo, detecten fugas de manera temprana y garanticen el acceso equitativo al recurso (UNESCO, 2021). Los sistemas de monitoreo inteligente contribuyen a estos objetivos, fomentando una cultura de uso racional del agua y fortaleciendo la resiliencia de comunidades frente a crisis hídricas. La integración de energías renovables, como paneles solares para alimentar sensores y microcontroladores, refuerza aún más el impacto ambiental positivo de estas soluciones (García & Pineda, 2020).

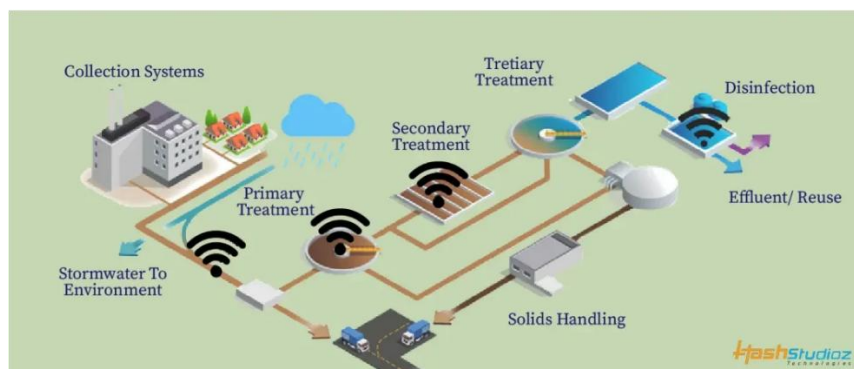


Figura 14 Diagrama conceptual de ciclo de uso racional del agua

Capítulo III: Metodología

3.1 Diseño de especificaciones

3.1.1 Tinaco para casa habitación.

La figura 15 se presenta el tinaco para casa habitación el cual esta hecho de un material llamado polietileno de alta densidad (HDPE), este material es resistente a los rayos UV y es anticorrosivo, cuenta con 1 o 3 capas (monocapa, bicapa y tricapa) el tinaco más común que podemos encontrar en los hogares son el tinaco de 1100 litros el cual cuentan con unas dimensiones de 130 cm de alto X 110 cm de diámetro, cuenta con una entrada de agua tipo rosca de 1/2 o de 3/4 de pulgada, de igual forma cuenta con una salida inferior tipo rosca de 1 o 1 ¼ de pulgada, cuenta con un peso en vacío de 25 – 30 kilogramos.



Figura 15 Bote o cubeta

3.1.2 Boya o Flotador.

Generalmente es una esfera hueca fabricada en plástico resistente (como polietileno) o metal (como acero inoxidable) como se puede observar en la figura 16. Su función es flotar sobre el nivel del agua y, mediante su movimiento ascendente o descendente, accionar la válvula de llenado. Diámetro de la boya varía entre 10 cm y 15 cm, dependiendo de la capacidad del tinaco.



Figura 16. Boya o Flotador

3.1.3 Varilla o Brazo.

En la figura 17 se habla sobre la varilla o brazo la cual es una barra rígida que conecta la boya con la válvula. Suele estar hecha de acero galvanizado, latón o aluminio, y su longitud puede variar según el modelo del tinaco. Longitud de la Varilla: Comúnmente entre 20 cm y 30 cm.



Figura 17. Varilla o Brazo

3.1.4 Válvula de llenado.

Es el mecanismo que controla el flujo de agua hacia el tinaco, como se puede observar en la figura 18. Se activa o desactiva según la posición de la boya. Puede estar fabricada en bronce, latón o plástico de alta resistencia. Rosca de Conexión: Las más comunes son de 1/2" y 3/4", compatibles con la mayoría de las instalaciones domésticas. Presión de operación: Presión mínima:

0.2 bar (2.9 psi), necesaria para activar la válvula, presión máxima soportada: 6 a 10 bar (90 a 145 psi) según el modelo y material. Norma recomendada: Para uso doméstico, se recomienda que soporte al menos 3 bar (43 psi)



Figura 18. Válvula de llenado

3.1.5 Encoder rotativo KY-040.

Es un encoder incremental rotativo mecánico como se puede observar en la figura 19, este encoder es de contacto mecánico (no óptico, no magnético) de 20 pasos por revolución física (con señales en cuadratura A/B), con un tipo de salida digital de 2 canales (A y B) + Pulsador (SW), detectable mediante fase de señales A/B (cuadratura), con un voltaje de operación de 5 V DC (típico), compatible con Arduino y microcontroladores, con un consumo de corriente de 10 mA, con una interfaz mecánica con un eje metálico de 6 mm de diámetro, con tope de giro continuo (no infinito), cuenta con un tamaño del módulo de aproximadamente 32 mm x 18 mm x 30 mm (incluye PCB y perilla), puede trabajar a una temperatura de 0 °C a 70 °C, con una velocidad de giro lenta a moderada (recomendado < 100 rpm para evitar rebotes) y cuenta con una Vida útil de $\geq 100,000$ ciclos de rotación.

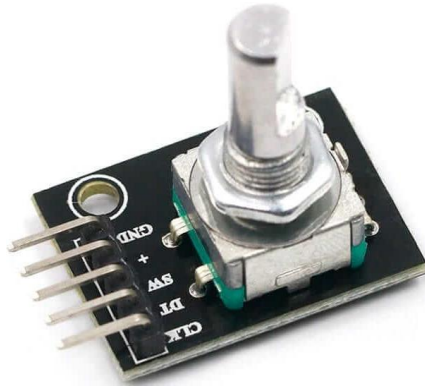


Figura 19. Encoder rotativo KY-040

3.1.6 Panel Solar 5V / 3W con salida USB.

En la figura 20 se habla sobre el panel solar que cuenta con 3W y un voltaje de salida de 5V DC (corriente directa), con una corriente máxima de 500 mA (a pleno sol), cuenta con un tamaño de 16 cm largo X 112 cm de ancho con un conector USB o terminales con sus respectivos cables.



Figura 20. Panel Solar 5V / 3W con salida USB

3.1.7 Masa (Contrapeso).

Las masas utilizadas en el sistema sirven como contrapeso móvil que genera la tensión necesaria sobre una polea para mover el encoder representadas con la figura 21, estos están hechos de un material como polietileno, con un peso sugerido: Entre 200 g y 1 kg (dependiendo del tamaño del tinaco), con una forma cilíndrica (compacta), su función es detectar cambios en el nivel de agua al subir o bajar.



Figura 21. Masa (Contrapeso)

3.1.8 Polea perforada.

En la figura 22 se puede visualizar la polea perforada la cual permite transmitir el movimiento del sistema mecánico hacia el sensor (encoder) de forma precisa, esta rueda perforada cuenta con un diámetro de 40 mm, el cual cuenta con varias perforaciones en la parte superior de un tamaño de 0.5mm en forma de semi círculo, cuenta con un eje de montaje de 1 mm donde se

coloca el encoder (KY-040), para poder transmitir su movimiento, hechos de un material como plástico ABS o nylon (bajo torque).

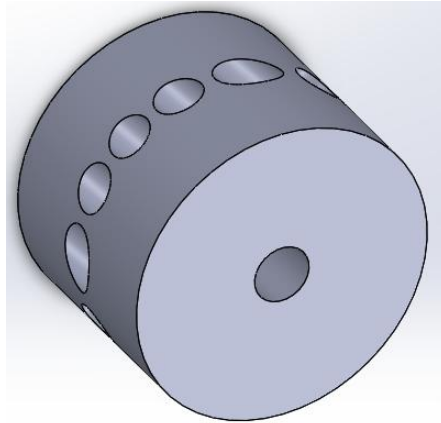


Figura 22. Polea perforada

3.1.9 Cadena de bolas veker.

En este proyecto se empleó una cadena de bolas estilo veker #6 como se puede observar en la figura 23, estas están hechas de latón el cual es un material de aleación de cobre y zinc, resistente a la corrosión, tienen un diámetro de bola de 3.2 mm con un espacio entre bolas de 6.35 mm, cuenta con un peso de 80 a 90 gramos por metro lineal, cuenta con una gran flexibilidad para adaptarse fácilmente a poleas o rodillos.



Figura 23. Cadena de bolas veker

3.2 Simulación

La simulación es una herramienta fundamental en el desarrollo de proyectos tecnológicos, ya que permite recrear de manera virtual el comportamiento de un sistema físico antes de construirlo, facilitando así la validación, el análisis y la optimización del diseño. De acuerdo con Banks, Carson, Nelson & Nicol (2010), “la simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con este modelo para entender su comportamiento o evaluar estrategias para su operación”.

En el ámbito de la ingeniería, la simulación es ampliamente utilizada para reducir costos, prever fallos y mejorar la eficiencia de los sistemas, ya que permite experimentar en entornos controlados sin riesgos físicos ni pérdidas de recursos (Law & Kelton, 2007). Por esta razón, su uso se ha convertido en un paso esencial dentro del ciclo de desarrollo de productos y soluciones tecnológicas.

Dentro de este proyecto, la simulación se llevó a cabo utilizando diversas plataformas como SolidWorks, Fritzing y Arduino IDE, permitiendo modelar piezas mecánicas, esquemas electrónicos y códigos de control. Estas herramientas posibilitaron visualizar de forma anticipada el funcionamiento del sistema, minimizando errores durante la implementación física.

3.2.1 Solidworks

Es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en 3D, utilizado principalmente por ingenieros, diseñadores mecánicos y estudiantes de ingeniería para crear, simular y documentar modelos de piezas y ensamblajes mecánicos. En este software se utilizó para realizar el modelaje de las piezas masas (contrapesos) como se muestra en la figura 24 y de la polea perforada como se ve en la figura 25, estas piezas fueron modeladas en 3D para una mejor visualización.

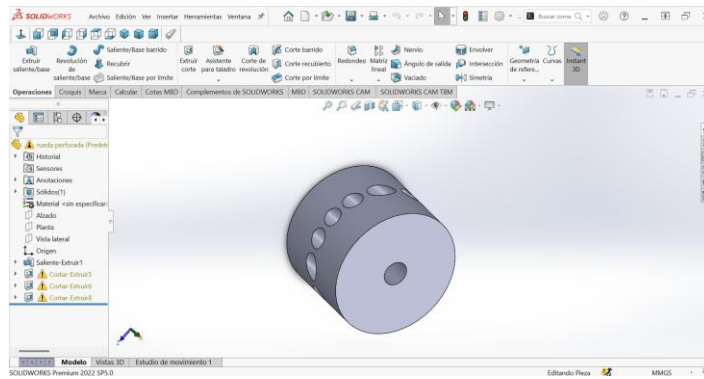


Figura 24 Polea perforada en solidworks

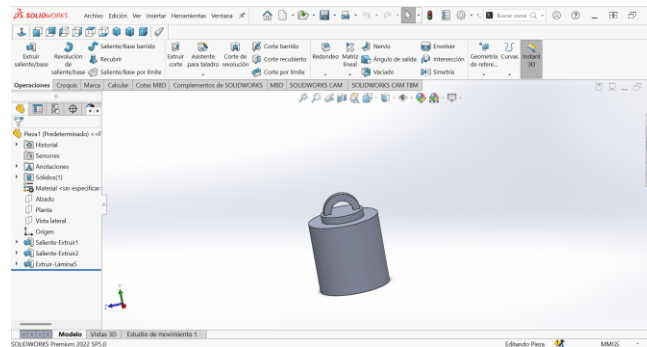


Figura 25 Masa (contrapeso) en solidwork

3.2.2 Fritzing

Este es un software de diseño electrónico de código abierto en el cual se puede crear diagramas de circuitos como si fueran armados físicamente en una protoboard, en este software se utilizó para realizar de manera virtual las conexiones de nuestro sistema electrónico como se observa en la figura 26, el cual está conformado por el Arduino Uno, encoder rotativo YK-040 y una pantalla LDC con un módulo IC2 integrada, para que al momento de realizar estas conexiones físicamente ya tendremos un esquema del cual guiarnos para realizar las conexiones.

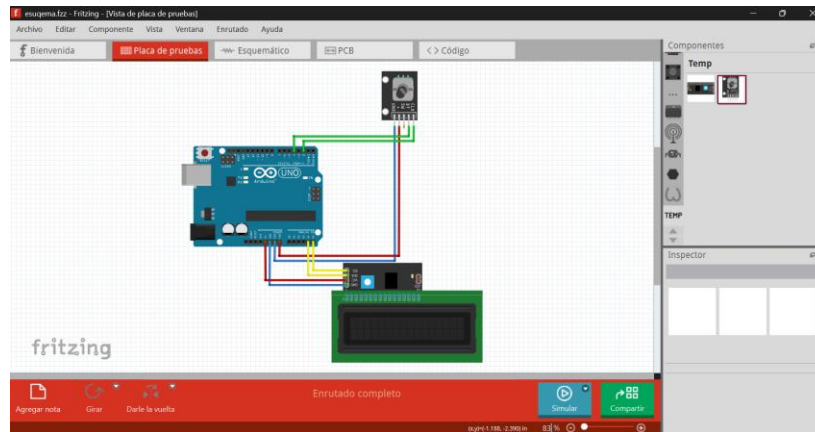
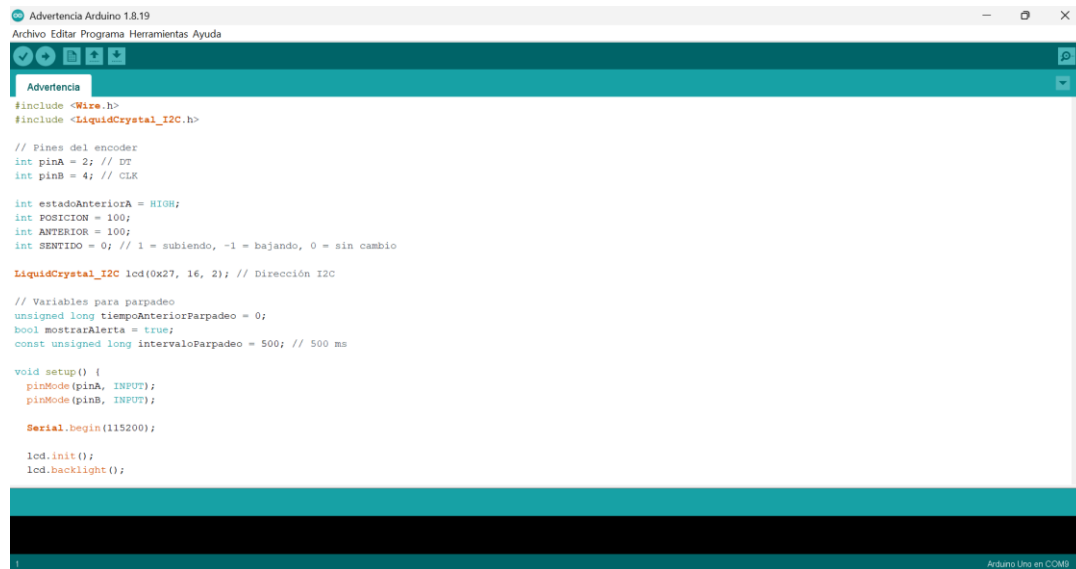


Figura 26 Esquema electrónico realizado en fritzing

3.2.3 Arduino IDE

Es un programa que se usa para escribir, compilar y cargar códigos a las placas de Arduino, sirve para escribir códigos, verificar errores y monitorear los datos en tiempo real, estos códigos son realizados en el lenguaje de Arduino basado en C/C++. Este programa se utilizó para que nuestro Arduino Uno pueda interpretar los giros de nuestro encoder rotativo YK-040, en la figura 17 se puede observar la programación de los pines del encoder y la posición inicial en la que inicia este elemento inicia, en la figura 28 se puede observar la programación del sentido de giro del encoder que cuando gira en sentido horario el Arduino Uno interpreta que el nivel de agua está bajando y muestra el mensaje de “Bajando agua”, de igual manera si nuestro encoder gira en sentido antihorario nuestro Arduino interpreta que el nivel de agua está subiendo y muestra el mensaje de “Subiendo Agua”, de igual modo en la programación de este proyecto se programó para que estos mensajes se mostraran en una pantalla LCD para no utilizar el monito serial del programa Arduino como se puede observar en la figura 29, de igual modo se programo un mensaje de alerta cuando el nivel de agua llegue al 30% o menos esto mostrara un mensaje en la pantalla LCD diciendo “Alerta semivació” como se puede observar en la figura 30.



```
Advertencia Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Pines del encoder
int pinA = 2; // DT
int pinB = 4; // CLK

int estadoAnteriorA = HIGH;
int POSICION = 100;
int ANTERIOR = 100;
int SENTIDO = 0; // 1 = subiendo, -1 = bajando, 0 = sin cambio

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Dirección I2C

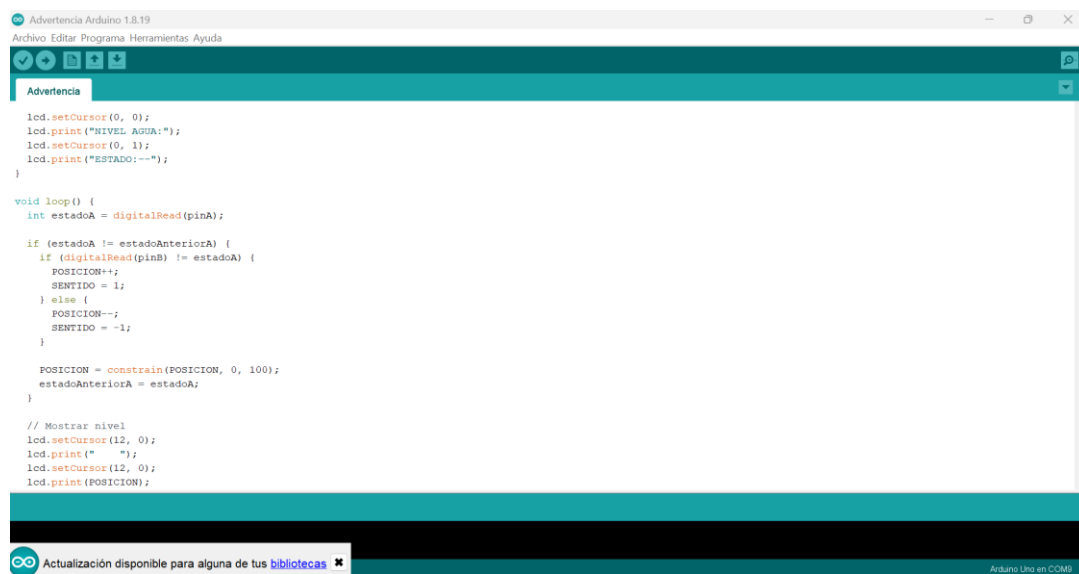
// Variables para parpadeo
unsigned long tiempoAnteriorParpadeo = 0;
bool mostrarAlerta = true;
const unsigned long intervaloParpadeo = 500; // 500 ms

void setup() {
  pinMode(pinA, INPUT);
  pinMode(pinB, INPUT);

  Serial.begin(115200);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
}
```

Figura 27 Programación Arduino de pines y posicionamiento



```
Advertencia Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("NIVEL AGUA:");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("ESTADO:--");
}

void loop() {
  int estadoA = digitalRead(pinA);

  if (estadoA != estadoAnteriorA) {
    if (digitalRead(pinB) != estadoA) {
      POSICION++;
      SENTIDO = 1;
    } else {
      POSICION--;
      SENTIDO = -1;
    }
  }

  POSICION = constrain(POSICION, 0, 100);
  estadoAnteriorA = estadoA;
}

// Mostrar nivel
lcd.setCursor(12, 0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(12, 0);
lcd.print(POSICION);
}
```

Figura 28 Programación se sentido de giro del encoder

```

Advertencia Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Advertencia
lcd.print(POSICION);
lcd.print("%");

// Mostrar estado solo si hay cambio de nivel
if (POSICION != ANTERIOR) {
  ANTERIOR = POSICION;

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("          ");
  lcd.setCursor(0, 1);

  if (POSICION == 100) {
    lcd.print("TINACO LLENO");
  } else if (POSICION <= 30) {
    lcd.print("ALERTA:SEMIVACIO!");
  } else {
    if (SENTIDO == 1)
      lcd.print("SUBIENDO AGUA");
    else if (SENTIDO == -1)
      lcd.print("BAJANDO AGUA");
    else
      lcd.print("--");
  }
}

// Serial también
Serial.print("NIVEL AGUA: ");
Serial.print(POSICION);
Serial.print("% ESTADO: ");

```

Figura 29 Programación de los mensajes de la pantalla LCD

```

Advertencia Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Advertencia
else if (POSICION <= 30)
  Serial.println("ALERTA:SEMIVACIO!");
else if (SENTIDO == 1)
  Serial.println("SUBIENDO AGUA");
else if (SENTIDO == -1)
  Serial.println("BAJANDO AGUA");
else
  Serial.println("--");
}

// Parpadeo de alerta cuando nivel <= 30%
if (POSICION <= 30) {
  unsigned long tiempoActual = millis();
  if (tiempoActual - tiempoAnteriorParpadeo >= intervaloParpadeo) {
    tiempoAnteriorParpadeo = tiempoActual;
    mostrarAlerta = !mostrarAlerta;

    lcd.setCursor(0, 1);
    if (mostrarAlerta) {
      lcd.print("ALERTA:SEMIVACIO!");
    } else {
      lcd.print("          ");
    }
  }
}

delay(1); // Anti-rebote leve
}

```

Figura 30 Programación de mensaje de advertencia

3.3 Implementación o prototipado

El proceso de implementación o prototipado representa una etapa crucial en el desarrollo de soluciones tecnológicas, ya que permite materializar ideas en versiones funcionales, aunque aún no definitivas, con el fin de validar conceptos, identificar errores y mejorar el diseño antes de su

producción final. El prototipo puede considerarse como una representación preliminar de un sistema que permite evaluar su funcionalidad y viabilidad técnica.

El uso de prototipos facilita una retroalimentación temprana de usuarios o desarrolladores, lo que incrementa las probabilidades de éxito del producto final (Ulrich & Eppinger, 2012). En el contexto de sistemas embebidos o automatización, el prototipado mediante herramientas como Arduino resulta particularmente útil por su flexibilidad, bajo costo y amplio ecosistema de componentes compatibles.

Por tanto, esta sección detalla el diseño e implementación de un prototipo basado en Arduino Uno, donde se integran elementos mecánicos y electrónicos como el encoder rotativo KY-040, una válvula, una boya y un sistema de flotación, con el fin de validar el funcionamiento del sistema propuesto antes de su versión final.

Este prototipo está realizado con un Arduino uno, un encoder rotativo KY-040, en la figura 31 se puede observar una válvula de 1/2, una varilla de 15cm y una boya 10 cm.

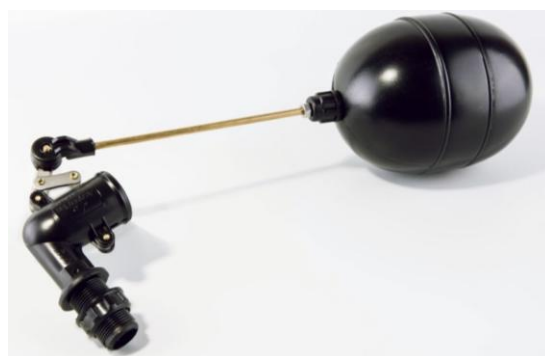


Figura 31. Flotador mecánico

El prototipo está conectado a un controlador principal el cual es un Arduino uno el cual es el encargado de detectar los giros que realiza el encoder rotativo KY-40 estos están conectados entre ellos, el encoder rotativo KY-040 cuenta con 5 pines los cuales son GND (tierra), + 5V

(positivo), SW (botón), DT y CLK (pines digitales de salida), como se puede observar en la figura 32, estos están conectados de la siguiente manera al Arduino uno: El pin GND del encoder va conectado al pin GND del Arduino uno, el +5V del encoder va conectado a el pin de 5V del Arduino uno, el pin DT del encoder va conectado al pin digital 2 del Arduino uno, el pin CLK del encoder va conectado al pin digital 4 del Arduino uno, nuestro Arduino uno será alimentado por una fuente de 5V, mientras que en la figura 33 se puede observar la conexiones ya realizadas físicamente y montadas dentro de una caja para un mejor manejo del prototipo.

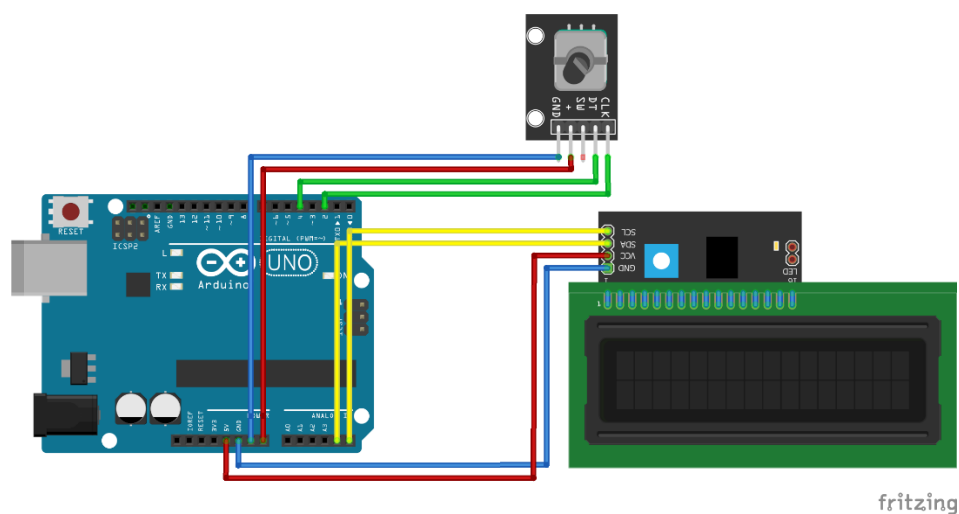


Figura 32 Diagrama de conexiones

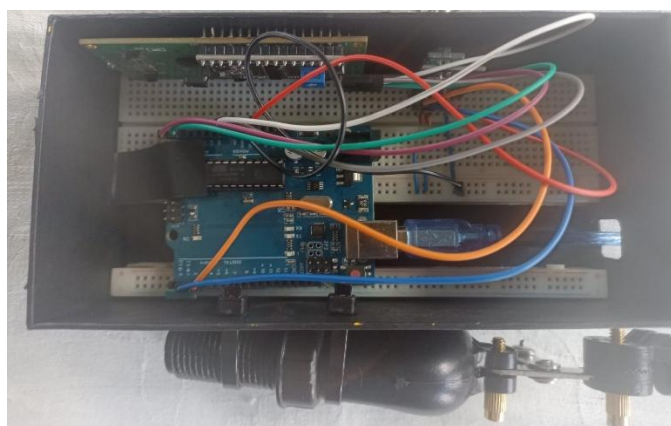


Figura 33. Conexiones realizadas en Arduino, encoder y pantalla LCD

En la figura 34 se puede observar como todo lo anterior mencionado estará montado a nuestro flotador mecánico el cual cuenta con una válvula de 1/2, una varilla de 15 cm y una boya de 15 cm.



Figura 34. Flotador montado en el prototipo

3.4 Pruebas o Testing

Las pruebas o testing constituyen una etapa fundamental dentro del ciclo de desarrollo de un sistema, ya que permiten validar el comportamiento del prototipo frente a los requerimientos establecidos, detectar fallos de funcionamiento y verificar que todos los componentes interactúan de manera adecuada. En esta fase se observa cómo responde el sistema en condiciones reales o simuladas, con el fin de garantizar su fiabilidad, precisión y seguridad.

De acuerdo con Sommerville (2011), “el propósito del testing es demostrar que un sistema cumple con sus especificaciones y descubrir errores que puedan haber pasado desapercibidos en etapas anteriores del desarrollo”. Estas pruebas pueden ser de tipo funcional, estructural o de rendimiento, y suelen adaptarse según la naturaleza del dispositivo o software evaluado.

En proyectos con microcontroladores como Arduino, las pruebas permiten verificar tanto el funcionamiento eléctrico y electrónico de los componentes como la lógica del código cargado,

asegurando que las señales, sensores y actuadores respondan de manera sincronizada y adecuada a las condiciones para las que fueron programados.

3.4.1 Prueba 1

Prueba de encendido y apagado.

En esta prueba el prototipo de polea perforada se conectara a una fuente de alimentacion de 5V la cual es un puerto USB de una laptop como se observa en la figura 35, lo que ocasionara que la pantalla LCD de el prototipo de polea perforada encienda, de igual manera se descanectara dicho cable de alimentacion para apagar la pantalla LDC.



Figura 35 Conexión del prototipo rueda perforada a una laptop

Resultados esperados.

En el display de la pantalla LCD de el prototipo de polea perforada se tendrá que ver desplegado el mensaje de “Nivel de agua” en la parte superior, mientras que en la parte inferior se tendrá que visualizar un mensaje de “Estado”, como se observa en la figura 36.



Figura 36 Display de la pantalla LCD encendida

3.4.2 Prueba 2

Nivel de agua subiendo y llenado.

En esta prueba el prototipo de polea perforada se colocara en un bote de plástico vacío el cual tendrá una altura de 40 cm y un diámetro de 33 cm, este bote será llenado con agua de una manguera la cual estará conectada al registro de agua como se observa en la figura 37.



Figura 37 Prototipo montado en bote

De de esa manera al ir incrementando el nivel de agua de la cubeta de igual manera subiendo nuestro peso y que nuestro contrapeso baje este movimiento hará girar el encoder, donde dichos giros serán en sentido antihorario y serán interpretados por el Arduino UNO el cual mostrara un mensaje en la pantalla LCD en la parte superior diciendo “ Nivel de agua” y a un lado el porcentaje que lleva de llenado la cubeta, mientras que en la parte inferior de la pantalla mostrara otro mensaje diciendo “Alerta semivació” si el nivel del agua es igual o menor al 30% como se observa en la figura 38.



Figura 38 Mensaje de "Nivel de agua 5% y Alerta semivacio"

Por otro lado si el nivel de agua es mayor al 30% mostrara un mensaje diciendo “Subiendo agua” en la parte inferior de la pantalla como se observa en la figura 39.

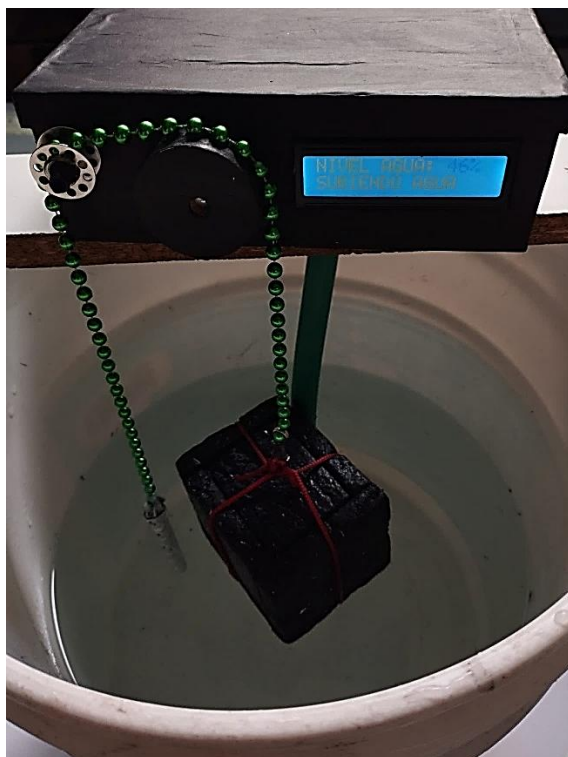


Figura 39 Mensaje de "Subiendo agua"

Una vez que en la pantalla LCD llegue a mostrar que el bote tiene el nivel de agua al 100%, se obserbara en la parte superior de la pantalla LCD el mensaje diciendo “Nivel de agua 100%”, mientras que en la parte inferior de la pantalla LCD mostrara el mensaje diciendo “Tinaco lleno”, en donde procederemos a retirar el suministro de agua como se observa en la figura 40.

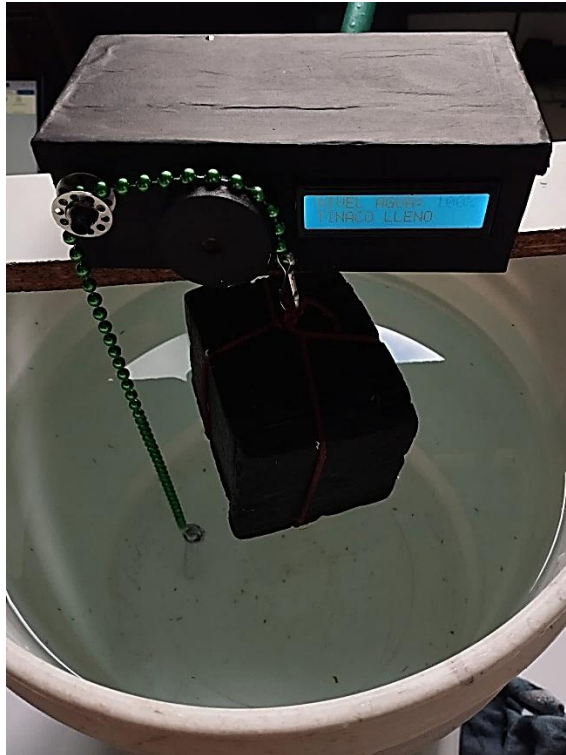


Figura 40 Mensaje de " Nivel de agua 100% y Tinaco lleno"

Resultados esperados.

Al momento de que el nivel de agua del bote vaya aumentando se tendrá que observar como el peso sube el cual hará girar el encoder en sentido antihorario lo cual a su vez hará bajar nuestro contrapeso, esto se podrá visualizar en la pantalla LCD como el porcentaje de agua va aumentando, una vez que nuestro bote este al 100% de su capacidad este porcentaje se vea reflejado en la pantalla LCD y se pueda observar como el peso estará en la parte superior del bote mientras que el contrapeso este en la parte inferior y que dicho recorrido realizado por ambos pesos no tengan ninguna dificultad.

3.4.3 Prueba 3.

Nivel de agua bajando.

En esta prueba el prototipo de polea perforada estará colocado en la parte superior de un bote el cual tendrá una altura de 40 cm y un diámetro de 33 cm, dicho bote contendrá agua en donde nuestro prototipo mostrara en la pantalla LCD el mensaje de “Nivel de agua 100%” en la parte superior, mientras que en la parte inferior mostrara el mensaje de “Tinaco lleno” como se observa en la figura 41.



Figura 41 Mensaje de Nivel de agua 100% y tinaco lleno, con el prototipo montado en una silla

Este bote estará colocado a una altura de 47 cm esto con la ayuda de una silla de madera, por otro lado colocaremos otro bote de las mismas características solamente que este estará vacío a un costado de la silla de madera para poder drenar el agua del bote donde se encuentra el prototipo de polea perforada como se observa en la figura 42.



Figura 42 Prototipo y botes colocados a diferentes alturas

Esto lo se realizará con la ayuda de una manguera de plástico la cual se colocará un extremo en la cubeta con agua, mientras que del otro extremo succionaremos esta agua y colocaremos el extremo en la cubeta vacía a esta acción se le conoce como “sifonear”, el agua empezara a pasar del bote con agua al bote vacío gracias a la diferencia de presión y de gravedad, esta acción hará que el nivel de agua del bote empiece a bajar lo cual hará que de igual manera baje nuestro peso y suba nuestro contrapeso este movimiento hará girar nuestro encoder en sentido horario, estos giros serán detectados por el Arduino UNO el cual interpretara estos giros asumiendo que el nivel de agua esta bajando por lo cual mostrara un mensaje en la parte superior de la pantalla LCD diciendo “Nivel de agua” y el porcentaje que tenga el bote, mientras que en la parte inferior mostrara un mensaje diciendo “Bajando agua” como se observa en la figura 43.



Figura 43 Mensaje "Nivel de agua y bajando agua"

Una vez que el encoder detecte que el nivel de agua es menor al 30% cambiara el mensaje en la parte inferior de la pantalla LCD el cual dará "Alerta semivació" haciendo referencia a que el agua se está acabando como se puede observar en la figura 44.

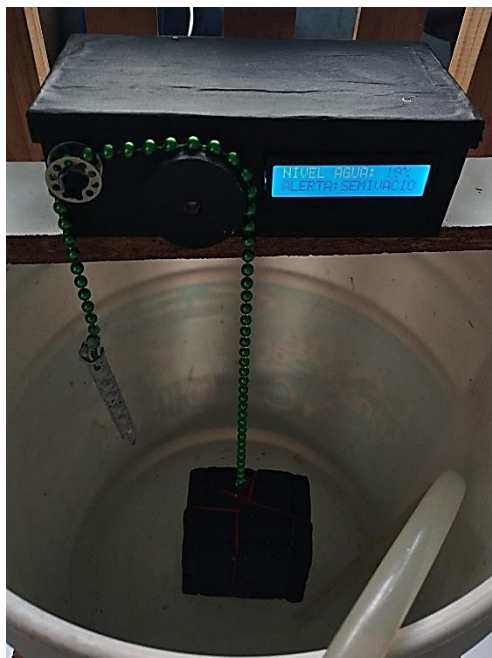


Figura 44 Mensaje de "Alerta semivació"

Resultados esperados.

Al momento de que el nivel de agua del bote vaya disminuyendo se tendrá que observar como el peso baja y este hará girar el encoder en sentido horario lo cual a su vez hará subir nuestro contrapeso, esto se podrá visualizar en la pantalla LCD como el porcentaje de agua va disminuyendo, una vez que nuestro bote este al 30% o menos de su capacidad este porcentaje se vea reflejado en la pantalla LCD con los mensajes de “Nivel de agua” en la parte superior junto con el porcentaje de agua, mientras que en la inferior se mostrara el mensaje de “Alerta semivació”, de igual manera se observará como el peso estará en la parte inferior del bote mientras que el contrapeso este en la parte superior, donde dicho recorrido sea realizado por ambos pesos sin ninguna dificultad.

Capítulo IV: Resultados y Conclusiones

4.1 Resultados

Se realizó exitosamente el diseño de especificaciones del prototipo de polea perforada, en el cual se diseñaron elementos como el peso y el contrapeso en el software de solidworks, así mismo se implementaron elementos los cuales ya existían y solo fueron implementados en el proyecto.

La simulación del prototipo de polea perforada fue realizada correctamente con la ayuda de softwares como solidworks en donde se modelaron piezas esenciales como la polea perforada, los pesos y contrapesos, de igual manera utilizó el software fritzing para realizar la simulación de las conexiones electrónicas y realizar pruebas de funcionamiento para posteriormente realizar las conexiones físicamente sin problemas, por otro lado también se utilizó el software de Arduino en el cual se realizó la programación del prototipo de polea perforada para poder reconocer los sentidos de giro del encoder y mostrarlos en la pantalla LCD.

Se cumplió con el prototipado de este proyecto en donde se implementaron correctamente los elementos utilizados como lo son el encoder, el microcontrolador Arduino Uno, la pantalla LCD, de igual manera la polea perforada junto con sus pesos y contrapesos unidas a la cadena de bola, todos estos encapsulados en una caja la cual fue montada sobre nuestro flotador mecánico.

Las pruebas individuales realizadas a los sistemas electrónicos y mecánicos cumplieron con el objetivo ya que en el sistema electrónico el encoder logró detectar los giros que realizábamos ya sean en sentido horario o antihorario mostrándonos estos cambios en la pantalla LCD, mientras que en la parte mecánica el funcionamiento del flotador mecánico funcionó correctamente ya que a este no se le hicieron modificaciones.

Las pruebas de integración realizadas al prototipo polea perforada cumplieron con el objetivo el cual es poder medir el porcentaje de agua, en este caso las pruebas fueron realizadas en un bote el cual el prototipo logro medir el nivel de agua que este bote contenía.

4.2 Conclusiones

En conclusión, el desarrollo de este prototipo logró cumplir con el objetivo establecido al inicio del proyecto, diseñar un sistema de monitero y control de nivel de agua en un deposito de agua tipo tinaco para casa habitación, esto a través del uso de un Arduino UNO, un encoder rotativo KY-040 y un sistema mecánico compuesto por una válvula, una varilla y una boya, se consiguió simular el comportamiento de un tinaco automatizado.

Durante las pruebas realizadas, se pudo verificar que el sistema responde de manera adecuada a los cambios de nivel de agua, mostrando mensajes en la pantalla LCD e indicando el estado actual del depósito en tiempo real, lo cual confirma la correcta interacción entre los componentes electrónicos y mecánicos del prototipo.

Sin embargo, a este proyecto no se le logro implementar la tecnología del internet de las cosas (IoT), ni la aplicación móvil por falta de tiempo lo cual es un objetivo el cual no logro concretarse, lo que derivo en un prototipo con pantalla LDC para simular la aplicación móvil, de igual modo no se logro realizar pruebas en un tinaco para casa habitación para tener unas pruebas más cerca a la realidad.

Este proyecto no solo representa una simple práctica sino esto representa el desempeño del proyecto de formación profesional, para que futuras generaciones sepan cómo poder manipular el prototipo de polea perforada.

Capítulo V: Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Durante el desarrollo de este proyecto se aplicaron y fortalecieron múltiples competencias profesionales relacionadas con la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices. Entre las principales competencias desarrolladas se encuentran:

5.1 Integración de sistemas electrónicos.

Se adquirió experiencia práctica en el uso e implementación de sensores como el encoder rotativo, así como en la conexión de periféricos como pantallas LCD con módulos I2C.

5.2 Programación de microcontroladores.

Se programó el microcontrolador Arduino UNO en lenguaje C/C++, desarrollando rutinas para el procesamiento de señales digitales, control de pantallas y manejo de condiciones lógicas.

5.3 Diseño e implementación de soluciones mecatrónicas.

Se diseñó un sistema físico basado en engranes, poleas y masas móviles que interactúan con sensores para reflejar cambios en el nivel de agua, aplicando conocimientos de física, mecánica y electrónica.

5.4 Aplicación de metodologías de desarrollo.

Se siguieron etapas de especificación, diseño, prototipado, simulación y prueba, fomentando una visión estructurada del proceso de ingeniería.

5.5 Desarrollo de pensamiento lógico y solución de problemas.

Se enfrentaron múltiples retos técnicos y se generaron soluciones eficientes para el manejo de señales, optimización del código y respuesta del sistema.

5.6 Conciencia ambiental y social.

El proyecto promueve el uso racional del agua, fortaleciendo la sensibilidad hacia problemáticas reales como el desperdicio del recurso hídrico y la importancia de la sostenibilidad.

Estas competencias no solo fortalecen el perfil académico y profesional del estudiante, sino que también lo preparan para enfrentar retos reales en contextos interdisciplinarios, contribuyendo al desarrollo de soluciones tecnológicas útiles para la sociedad.

Referencias

- Animal Político. (2023). Los miles de millones de litros desperdiciados por fugas en México. <https://animalpolitico.com/sociedad/fugas-agua-desperdicio-mexico>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. Computer Networks, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). Discrete-Event System Simulation. Pearson Education.
- Edomex Informa. (2024). Informan que detectar y reparar fugas evita el desperdicio de agua potable. <https://edomexinforma.com.mx/informan-que-detectar-y-reparar-fugas-evita-el-desperdicio-de-agua-potable>
- García, R., & Pineda, M. (2020). Energía solar para sistemas IoT de monitoreo ambiental. Revista Tecnología y Ciencia, 15(2), 45–52.
- González, J., Pérez, F., & Morales, L. (2021). Aplicaciones de IoT para la gestión de recursos hídricos. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). McGraw-Hill.
- i2t Smart. (2024). Smart Level IoT. <https://i2t.com.mx/product/smart-level-iot>
- Instituto de Ingeniería de la UNAM. (2023). Crisis de los sistemas de agua potable en México. https://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/novedades/H20_Crisis_sistemasdeaguapotable.pdf

- Kerlinger, F. N. (2002). Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales. McGraw-Hill.
- Khan, R., Zaheer, R., & Khan, S. (2020). Future Internet: The Internet of Things architecture, possible applications and key challenges. 10th International Conference on Frontiers of Information Technology. IEEE.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2007). Simulation Modeling and Analysis (4th ed.). McGraw-Hill.
- Lee, D., Kim, H., & Park, S. (2019). Smart water management with IoT-based sensors. Sensors, 19(18), 3941. <https://doi.org/10.3390/s19183941>
- Lei Pan. (2018). BR102017018984. Conjunto de sensor y dispositivo de detección de nivel de líquido. <https://patents.google.com/patent/BR102017018984A2/en?q=BR102017018984>
- Martínez, A., & Rojas, P. (2020). Innovación en sensores de nivel y automatización doméstica. Editorial Tecnoagua.
- Nassar Electronics. (2023). Electroniveles vs. Flotadores: La mejor solución para el control de niveles de agua. <https://nassarelectronics.com/controles-de-nivel/electroniveles-vs-flotadores-la-mejor-solucion-para-el-control-de-niveles-de-agua>
- OEM. (2023). Fuga en tinacos, principal causa de desperdicio de agua: JMAS. <https://oem.com.mx/elsoldeparral/local/fuga-en-tinacos-principal-causa-de-desperdicio-de-agua-jmas-20510333>
- ONU-Agua. (2020). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report>

- Omega Engineering. (2023). Level Sensors Information. <https://www.omega.com/en-us/resources/level-sensors>
- Patel, P., & Shah, S. (2018). Ultrasonic Sensor based Water Level Monitoring System for Water Tank. International Journal of Engineering Research & Technology, 7(5).
- Rizatdinov, R. F. (2020). RU200182U1. Medidor de nivel de líquido flotante. <https://patents.google.com/patent/RU200182U1/en?q=RU200182U1>
- Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Panapo.
- Sadeghi, A. R., Wachsmann, C., & Waidner, M. (2015). Security and privacy challenges in industrial Internet of Things. Proceedings of the 52nd Annual Design Automation Conference, 1–6. <https://doi.org/10.1145/2744769.2747942>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2018). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Sánchez, E., & Morales, J. (2017). Guía para la elaboración del estado del arte. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Sensors. (2021). IoT Applications for Smart Water Management. Sensors, 21(11), 3710.
- Serguéi Y. Doroshenko. (2018). RU179735U1. Dispositivos para medir el nivel de agua en reservorios. <https://patents.google.com/patent/RU179735U1/en?q=RU179735U1>
- Smulski, T. J. (1935). US2006608A. Indicador de nivel de líquido. <https://patents.google.com/patent/US2006608A/en?q=US2006608>
- Sommerville, I. (2011). Software Engineering (9th ed.). Addison-Wesley.

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. Limusa.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). Product Design and Development (5th ed.). McGraw-Hill.

UNESCO. (2021). Water security and the sustainable development goals. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Víctor A. Nevrovsky. (2018). RU185383U1. Medidor de nivel por flotador.
<https://patents.google.com/patent/RU185383U1/en?q=RU185383U1>

