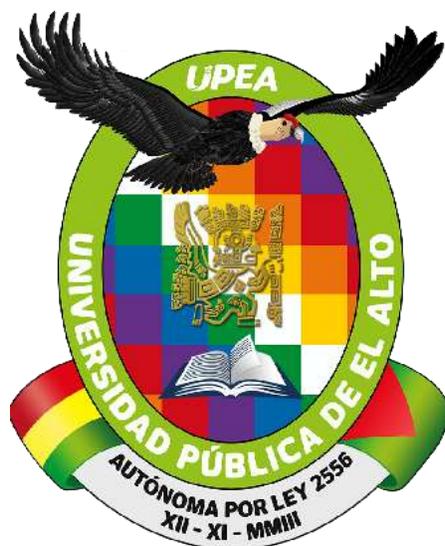


UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

“PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”

CASO: ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTRAS Y MAESTROS TECNOLÓGICO Y HUMANÍSTICO EL ALTO

Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas

MENCIÓN: GESTIÓN Y PRODUCCIÓN

Postulante: Univ. Diana Mendoza Sillero
Tutor Metodológico: M. Sc. Lic. Ing. Maricel Yarari Mamani
Tutor Revisor: Lic. Ing. Luis Cazorla Choque
Tutor Especialista: M. Sc. Lic. Ing. Dulfredo Villca Lázaro

EL ALTO – BOLIVIA

2023

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, **Diana Mendoza Sillero**, estudiante con **C.I. 10032110 L.P.** mediante la presente declaro de manera pública que la propuesta del **PROYECTO DE GRADO** titulada **“PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”** es original, siendo resultado de mi trabajo personal y no constituye una copia o replica de trabajos similares elaborados.

Autorizo la publicación del resumen de mi propuesta en internet y me comprometo a responder a todos los cuestionamientos que se desprenden de su lectura.

Asimismo, me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquier irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que el **PROYECTO DE GRADO** haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas legales que se deriven de ello sometiéndome a las normas establecidas y vigentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

El Alto, noviembre del 2023

.....
Diana Mendoza Sillero
CI: 10032110 L.P.
e-mail: diana.mendoza.sillero@gmail.com

DEDICATORIA

A Dios por a ver guiado mi camino siendo el arquitecto de mi vida, por brindarme de su fortaleza para salir adelante.

A mis queridos padres Mario Mendoza y Martina Sillero quienes me enseñaron que con esfuerzo, dedicación y humildad se pueden lograr grandes cosas, y a mi hermana Tigicia Mendoza quien me apoyo y me aliento a seguir adelante cuando sentía que me iba a rendir, elevo mi gratitud y admiración por su apoyo incondicional a estas grandes personas que dieron todo de ellos para que yo pueda seguir estudiando, los amo con todo mi corazón.

A mi tío Fidel Sillero quien siempre me deseo lo mejor y muchos ánimos para seguir con mis estudios. A mis queridos sobrinos Jael y Cristina quienes con su sonrisa me brindan y me llenan de hermosos momentos de alegría, recuerdos que se grabaron en mi mente y en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme llegar a esta instancia de mi vida y a ver guiado en mi camino a personas buenas que me apoyaron en todo este proceso de elaboración del proyecto.

A mis padres Mario M. y Martina S. por su esfuerzo, valentía, confianza, perseverancia, apoyo, cariño y amor incondicional que me brindaron. Gracias por permitirme alcanzar esta meta sin su apoyo este logro no sería posible, los amo mucho.

Al M. Sc. Ing. Dulfredo Villca Lázaro por ser una pieza fundamental para darle inicio a este proyecto, por brindarme de sus conocimientos, tiempo cuando lo necesite para poder realizar este proyecto, gracias y muchas gracias por su comprensión, paciencia y enseñanza.

Al Ing. Luis Cazorla Choque por mantenerse al tanto del proyecto, de los avances respectivos, trámites correspondientes que se llevan en la carrera y su asesoría en todo el proceso de elaboración del proyecto y como el de su tiempo, sin más que decir muchas gracias por sus enseñanzas y comprensión.

A la M. Sc. Lic. Ing. Maricel Yarari Mamani docente de la materia de Taller de Grado II por orientarme, guiarme en la elaboración del proyecto brindándome de sus conocimientos y sus consejos para poder culminar con el proyecto, gracias por su paciencia, comprensión y enseñanzas.

Al M.Sc. Alberto G. Quispe Puñi, Director General de la Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros Tecnológico y Humanístico El Alto por a verme permitido realizar este proyecto enfocado a las personas con discapacidad visual, a los estudiantes Isaac Herrera y Jhoel Chura por a verme brindado su apoyo y colaboración en el proceso de elaboración del proyecto de grado.

A mis amigos y amigas por los buenos ánimos que me brindaron para no rendirme y seguir adelante, que con perseverancia se puede llegar a la meta.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
1. MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES	2
1.1.1. Antecedentes Institucionales.....	2
1.1.1.1. Visión.....	3
1.1.1.2. Misión.....	3
1.1.1.3. Objetivos Estratégicos	4
1.1.1.4. Organigrama	4
1.1.2. Antecedentes afines al proyecto de grado	5
1.1.2.1. Antecedentes Internacionales.....	5
1.1.2.2. Antecedentes Nacionales	6
1.1.2.3. Antecedentes Locales.....	7
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.2.1. Problema Principal	9
1.2.2. Problema Secundarios.....	10
1.2.3. Formulación del Problema	10
1.3. OBJETIVOS	11
1.3.1. Objetivo General	11
1.3.2. Objetivos Específicos	11
1.4. JUSTIFICACIÓN	11
1.4.1. Justificación Técnica	11
1.4.2. Justificación Económica.....	12
1.4.3. Justificación Social.....	12
1.5. METODOLOGÍA.....	13
1.5.1. Metodología de Desarrollo	13
1.5.2. Métricas de Calidad.....	13
1.5.3. Costos.....	14
1.5.4. Seguridad.....	14

1.6.	HERRAMIENTAS	14
1.6.1.	Lenguaje de Programación C.....	14
1.6.2.	Requerimientos de Software.....	15
1.6.3.	Requerimientos de Hardware.....	16
1.7.	LÍMITES Y ALCANCES	18
1.7.1.	Límites.....	18
1.7.2.	Alcances.....	18
1.8.	APORTES	19
	CAPÍTULO II.....	20
2.	MARCO TEÓRICO	20
2.1.	DISCAPACIDAD VISUAL.....	20
2.2.	CAUSAS Y ENFERMEDADES DE LA CEGUERA.....	21
2.3.	HERRAMIENTAS DE UTILIDAD DE INDICADORES DE LÍQUIDOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL	24
2.3.1.	Indicador de nivel de líquidos para personas con discapacidad visual	24
2.3.2.	Indicador de nivel de líquido para ciegos	25
2.4.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE KARL T. ULRICH.....	26
2.4.1.	Planeación	27
2.4.2.	Desarrollo del concepto.....	27
2.4.3.	Diseño a nivel de Sistema.....	28
2.4.4.	Diseño de detalles.....	28
2.4.5.	Prueba y refinamiento	29
2.5.	MÉTRICAS DE CALIDAD	29
2.5.1.	Norma ISO 9001	30
2.5.1.1.	Principios de ISO 9001	30
2.5.1.2.	Estructura organizativa de la norma ISO 9001	31
2.5.1.3.	Cómo implantar el SGC con los requisitos ISO 9001	33
2.5.1.4.	Beneficios de la Norma ISO 9001 Gestión de Calidad	34
2.5.2.	Norma ISO 9241	35
2.6.	COSTO.....	36
2.6.1.	Método de estimación de costo de software COCOMO II.....	36

2.6.2.	Costos según la imputación de los factores a los productos.....	42
2.7.	SEGURIDAD	45
2.8.	HERRAMIENTAS	46
2.8.1.	Herramientas de Software.....	46
2.8.1.1.	Proteus.....	46
2.8.1.2.	PIC C Compiler	50
2.8.1.3.	PICkit2 Programmer	52
2.8.1.4.	Autodesk fusión 360	53
2.8.1.5.	Ultimaker Cura	53
2.8.2.	Herramientas de Hardware.	54
2.8.2.1.	Microcontrolador PIC16F628A.....	54
2.8.2.2.	Programador de microcontroladores PIC.....	60
2.8.2.3.	Sensor ultrasónico HC-SR04	61
2.8.2.4.	Modulo Buzzer Pasivo	64
2.8.2.5.	Fuente de alimentación.....	65
2.8.2.6.	Pilas Recargables CAFINI	66
2.8.2.7.	Porta baterías	67
2.8.2.8.	Cristal Oscilador 4 MHz	68
2.8.2.9.	Capacitor cerámico	69
2.8.2.10.	Resistencia de 1k ohmio	70
2.8.2.11.	Switch de balancín On Off	72
2.8.2.12.	Jumpers	73
2.8.2.13.	Placa virgen PCB.....	73
2.8.2.14.	Papel transfer PCB para circuitos impresos.....	74
2.8.2.15.	Filamento PLA	74
2.8.2.16.	Impresora 3D	74
	CAPÍTULO III	75
3.	MARCO APLICATIVO	75
3.1.	IMPLEMENTACIÓN METODOLÓGICA	75
3.1.1.	Planeación del Producto	76
3.1.1.1.	Tipo de producto y su descripción	76

3.1.1.2.	Oportunidad del dispositivo.....	76
3.1.1.3.	Objetivo general.....	77
3.1.1.4.	Usuarios principales.....	77
3.1.1.5.	Participantes	77
3.1.2.	Desarrollo del Concepto.....	78
3.1.2.1.	Definición de los requerimientos	79
3.1.2.2.	Tipología de la estructura.....	80
3.1.3.	Diseño a nivel de sistema	84
3.1.3.1.	Análisis del sistema	84
3.1.4.	Diseño de detalle	87
3.1.4.1.	Codificación	88
3.1.4.2.	Diseño del circuito.....	89
3.1.5.	Pruebas y resultados.....	94
3.1.5.1.	Prueba de los sistemas del prototipo	95
3.1.5.2.	Pruebas de funcionamiento del prototipo.....	98
3.2.	MÉTRICAS DE CALIDAD	101
3.2.1.	Relación de las normas ISO con el prototipo	101
3.3.	SEGURIDAD	107
CAPÍTULO IV		110
4.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	110
4.1.	FACTIBILIDAD OPERATIVA.....	110
4.2.	FACTIBILIDAD ECONÓMICA	111
4.2.1.	ESTIMACIÓN DE COSTO DE SOFTWARE	111
4.2.1.1.	Método de Estimación COCOMO II	112
4.2.2.	COSTOS DE PROTOTIPO	116
4.2.2.1.	Costos de los materiales.....	116
4.2.2.2.	Costos de los servicios	118
4.2.2.3.	Costos de Ingeniería.....	119
4.3.	FACTIBILIDAD TÉCNICA	120
CAPÍTULO V		122
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122

5.1. CONCLUSIONES.....	122
5.2. RECOMENDACIONES	123
BIBLIOGRAFÍA	124
ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PATOLOGÍAS OCULARES COMUNES.....	22
TABLA 2: DETALLE DE COEFICIENTE DE COCOMO II	37
TABLA 3: ECUACIÓN DEL MÉTODO COCOMO II.....	39
TABLA 4: ATRIBUTOS FAE	39
TABLA 5: COSTOS DE INGENIERÍA	43
TABLA 6: COSTOS DE MATERIALES.....	44
TABLA 7: COSTOS TOTALES.....	45
TABLA 8: DATOS TÉCNICOS DEL PIC16F628A	57
TABLA 9: DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DE LOS PUERTO A Y B	59
TABLA 10: DECLARACIÓN DE LA MISIÓN Y DISEÑO.....	78
TABLA 11: REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	79
TABLA 12: CUADRO COMPARATIVO DEL CHASIS	81
TABLA 13: CUADRO COMPARATIVO DEL SENSOR	82
TABLA 14: CUADRO COMPARATIVO DEL BUZZER PASIVO	83
TABLA 15: VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	95
TABLA 16: VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE DETECCIÓN	96
TABLA 17: VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA	97
TABLA 18: VALIDACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PROTOTIPO EN DIFERENTES RECIPIENTES	99
TABLA 19: VALIDACIÓN DE LÍQUIDOS DE DIFERENTES TEMPERATURAS.....	100
TABLA 20: SATISFACCIÓN DEL USUARIO CON EL PROTOTIPO	102
TABLA 21: PERCEPCIÓN DE RIESGO AL USO DEL PROTOTIPO.....	103
TABLA 22: UTILIDAD DEL PROTOTIPO	104
TABLA 23: FACILIDAD DE MANIPULACIÓN DEL PROTOTIPO	106
TABLA 24: SEGURIDAD CON LA INTERACCIÓN	108
TABLA 25: COEFICIENTE DEL MODELO COCOMO II.....	112
TABLA 26: ECUACIONES DEL MODELO DE ESTIMACIÓN COCOMO II	113
TABLA 27: CÁLCULO DE LOS ATRIBUTOS FAE.....	113

TABLA 28: TIPO DE CAMBIO	116
TABLA 29: COSTOS DE LOS MATERIALES	117
TABLA 30: COSTO DE LOS SERVICIOS	119
TABLA 31: COSTOS TOTALES.....	119
TABLA 32: DISPONIBILIDAD DE SOFTWARE	120
TABLA 33: DISPONIBILIDAD DE HARDWARE	121

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIGRAMA ESFMTEHA	4
FIGURA 2: INDICADOR DE NIVEL DE LÍQUIDOS	25
FIGURA 3: INDICADOR DE NIVEL DE LÍQUIDO 2	26
FIGURA 4: FASES DEL DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS DE LA METODOLOGÍA KARL T. ULRICH	27
FIGURA 5: MODELO DE SGC BASADO EN PROCESOS	33
FIGURA 6: VENTANA PRINCIPAL DE ISIS	48
FIGURA 7: VENTANA PRINCIPAL DE ARES.....	50
FIGURA 8: ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PROGRAMA PIC	51
FIGURA 9: VENTANA PRINCIPAL DE PICKIT 2 PROGRAMMER.....	52
FIGURA 10: MICROCONTROLADOR PIC16F628A	55
FIGURA 11: DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL PIC16F628A	58
FIGURA 12: PROGRAMADOR DE MICROCONTROLADORES PIC	61
FIGURA 13: SENSOR ULTRASÓNICO HC-SR04.....	62
FIGURA 14: DIAGRAMA DE TEMPORIZACIÓN.....	63
FIGURA 15: MODULO BUZZER PASIVO	65
FIGURA 16: FUENTE DE ALIMENTACIÓN REGULABLE DE 5 O 3.3 V	66
FIGURA 17: PILAS RECARGABLES	67
FIGURA 18: PORTA BATERÍAS	68
FIGURA 19: CRISTAL OSCILADOR 4 MHZ	69
FIGURA 20: CAPACITOR CERÁMICO.....	69
FIGURA 21: DATOS TÉCNICOS DE UN RESISTOR DE 1K OHMIO	71
FIGURA 22: CÓDIGO DE COLORES	72
FIGURA 23: SWITCH DE BALANCÍN ON OFF.....	73
FIGURA 24: FASES DEL DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS	75
FIGURA 25: SISTEMA DE CONTROL	83
FIGURA 26: DIAGRAMA DE BLOQUE, ANÁLISIS DEL SISTEMA.....	84

FIGURA 27: MÓDULO DE ALIMENTACIÓN.....	86
FIGURA 28: MÓDULO DE CONTROL	87
FIGURA 29: CODIFICACIÓN EN CCS COMPILER	88
FIGURA 30: ESQUEMA DEL CIRCUITO EN ISIS	89
FIGURA 31: DISEÑO DEL CIRCUITO EN PCB	90
FIGURA 32: VISUALIZACIÓN EN 3D DEL PCB	91
FIGURA 33: DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO	91
FIGURA 34: DISEÑO FÍSICO DE LA PLACA PCB	92
FIGURA 35: DISEÑO DEL CHASIS	92
FIGURA 36: CHASIS DEL PROTOTIPO	93
FIGURA 37: ENSAMBLAJE DEL DISPOSITIVO INDICADOR DEL NIVEL DE LÍQUIDO	94
FIGURA 38: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.....	96
FIGURA 39: FUNCIONALIDAD A TRAVÉS DEL BUZZER	98
FIGURA 40: FUNCIONALIDAD EN DIFERENTES RECIPIENTES	99
FIGURA 41: SATISFACCIÓN DEL USUARIO CON EL PROTOTIPO	102
FIGURA 42: PERCEPCIÓN DE RIESGO AL USO DEL PROTOTIPO	103
FIGURA 43: UTILIDAD DEL PROTOTIPO	105
FIGURA 44: FACILIDAD DE MANIPULACIÓN DEL PROTOTIPO.....	106
FIGURA 45: SEGURIDAD CON LA INTERACCIÓN	108
FIGURA A 1: CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL PROTOTIPO.....	131
FIGURA A 2: VISTA DE LA PLACA PCB.....	131
FIGURA A 3: PLACA CONCLUIDA PARA SU CONEXIÓN CON LOS DEMÁS MÓDULOS ...	132
FIGURA A 4: DISEÑO DEL CHASIS PARA SU ENSAMBLE	132
FIGURA A 5: ENSAMBLAJE DE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS EN EL CHASIS ..	133
FIGURA A 6: PROTOTIPO FINALIZADO	133
FIGURA A 7: PROTOTIPO INICIAL, PRUEBA DE DETECCIÓN DEL NIVEL DE LIQUIDO ...	134
FIGURA A 8: PROTOTIPO FINAL, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO IDENTIFICADOR DEL NIVEL DE LÍQUIDO.....	134
FIGURA A 9: ENCUESTAS A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.....	135

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene la finalidad de desarrollar un “prototipo de dispositivo tecnológico que identifica el nivel del líquido para personas con discapacidad visual” de la Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros Tecnológico y Humanístico El Alto, respondiendo a la escasa disponibilidad de dispositivos tecnológicos que mejoren la calidad de vida de esta población; es por eso que se ha tomado el objetivo de, desarrollar un prototipo tecnológico que coadyuve de manera segura y confortable en la autosuficiencia de consumo alimentario de líquidos, evitando desbordamientos y la introducción de las manos lo cual es antihigiénico. Para lograrlo, se utilizó el enfoque de diseño de la metodología de Karl T. Ulrich para el desarrollo de productos. Una vez completado el diseño y la construcción del dispositivo, además de su funcionalidad y satisfacción entre los usuarios, se realiza el análisis de costos tanto de software como de hardware. Llegando a la conclusión de esa manera al cumplimiento del objetivo establecido, contribuyendo a mejorar en alguna medida la calidad de vida y autosuficiencia de las personas con discapacidad visual.

ABSTRACT

The purpose of this degree project is to develop a “prototype of technological device that identifies the level of the liquid for people with visual disabilities” of the El Alto Higher School of Training of Technological and Humanistic Teachers, responding to the limited availability of technological devices that improve the quality of life of this population; That is why the objective has been taken to develop a technological prototype that contributes in a safe and comfortable way to the self-sufficiency of food consumption of liquids, avoiding overflows and the introduction of hands which is unhygienic. To achieve this, the design approach of Karl T. Ulrich's methodology for product development was used. Once the design and construction of the device is completed, in addition to its functionality and satisfaction among users, the cost analysis of both software and hardware is carried out, thus reaching the conclusion of compliance with the established objective, contributing to improvement in to some extent the quality of life and self-sufficiency of people with visual disabilities.

CAPÍTULO I

1. MARCO PRELIMINAR

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) se estima que en el mundo hay al menos 2200 millones de personas con deterioro de la visión cercana o distante. La mayoría de las personas con discapacidad visual y ceguera tienen más de 50 años; sin embargo, la pérdida de visión asciende cada vez más en todo el mundo y puede afectar a personas de todas las edades.

En el mundo existen muchos peligros que las personas con discapacidad visual, tienen que enfrentar todos los días en el entorno que se rodean, estos peligros son obstáculos de diario vivir como; paredes, gradas, personas, objetos y entre otras, con los que el individuo puede llegar a lastimarse. Sin embargo, una de las muchas preguntas que se hacen las personas con discapacidad visual cuando se adquiere la ceguera o baja visión es: ¿Cómo haré para llenar vasos, tazas, jarras o algún otro recipiente de líquido?, ¿Cómo sabré si un vaso está lleno? En este entendido estas personas con deficiencia visual se ven obligadas a percibir el mundo de otra forma haciendo uso de sus otros sentidos como el oído, tacto y olfato. Por el cual existen escasos dispositivos tecnológicos que estén desarrollados con la finalidad de conseguir mejoras en la calidad de vida de personas con discapacidad visual que presentan dependencia asistida por sus familiares, los cuales no cuentan con tiempo suficiente para su atención, esto conlleva anotar que esta población de invidentes en muchas ocasiones se vea olvidada, desamparada y sin la atención apropiada para sus necesidades, por ende, en la sociedad actual no se desarrollan instrumentos o dispositivos que ayuden a las personas con discapacidad visual.

El presente trabajo se proyecta para las personas que tienen la discapacidad visual el cual ha sido una problemática de muchos años, debido a que, el ambiente en el que se rodean no es apto para personas que presentan problemas de la vista; las mismas pueden sentirse incómodas o dependientes de otros a la hora de consumir líquidos. Se ha podido ver en las diferentes instituciones o centros de rehabilitación de la sociedad que muchas personas con discapacidad visual necesitan nuevas

tecnologías que aporten en la autosuficiencia del invidente, por la cual se pretende diseñar un prototipo de dispositivo tecnológico utilizando un sensor que permita la identificación del nivel de líquidos evitando desbordamiento tras una información sonora en el consumo alimentario de los mismos, dándole así más seguridad a las personas con discapacidad visual a la hora de que ellos requieran servirse y consumir una bebida, claro que con el manejo de este dispositivo no da a entender que resolverán todos sus problemas de visión al cien por ciento, sino este dispositivo es una ayuda tecnológica que les permite saber si un recipiente llegó al tope máximo de líquido a la hora de servirse una bebida solos y no tener que pedir ayuda, sintiéndose dependientes de otros a la hora de consumir líquidos, lo que puede afectar su calidad de vida y autonomía, no es que no puedan sino se les hace más fácil el uso y manejo de este dispositivo con un diseño cómodo y operable, dando prioridad a las personas con problemas de la vista y de bajos recursos económicos.

Se trabaja con el método de Karl T. Ulrich es una metodología utilizada en el diseño de productos tecnológicos, que abarca todos los campos que intervienen en el desarrollo de un proyecto de diseño. Para el proceso de desarrollo de producto, Ulrich emplea una metodología estructurada fundamentada en las fases de: Planeación, Desarrollo del concepto, Diseño a nivel de sistema, Diseño de Detalles, Prueba y refinamiento. Este proyecto de grado se presenta como prototipo utilizando diferentes tipos de componentes electrónicos como ser; microcontrolador, sensor ultrasónico, buzzer pasivo, batería recargable entre otras.

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Antecedentes Institucionales

La actual Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros Tecnológico y Humanístico El Alto (ESFMTHEA) fue creada como INS, Instituto Normal Superior Tecnológico Humanístico El Alto, un 6 de marzo el año 2006, bajo Decreto Supremo N.º 28625 durante la presidencia del Sr. Evo Morales Ayma, mismo que encomendó el funcionamiento de dicha casa superior de estudios para la ciudad de El Alto como una recompensa por las jornadas de octubre donde la juventud alteña fue sin duda

protagonista y como una sentida necesidad de una ciudad pujante, una institución educativa especializada en la formación de profesionales en el ámbito educativo.

El entonces INS Tecnológico Humanístico El Alto, inicia sus actividades académicas a partir de septiembre de 2006 con 6 carreras: Matemática, Lenguaje y Literatura, Física – Química, Artes Plásticas, Idioma Nativo y Educación Musical, en la Unidad Educativa “Kristian Larsen” de Villa Ingenio, con 459 estudiantes distribuidos en 8 paralelos y atendidos por 13 profesionales docentes. Es así que se concretizó la apertura de una institución nueva en educación superior, buscando una mayor participación de los estamentos sociales y educativos en la gestión académica del INSTHEA, sistematizando de esta manera experiencias de la pedagogía social y productiva. Posteriormente, mediante el Decreto Supremo N.º 0156/09 de fecha 6 de junio de 2009 los Institutos Normales Superiores se transforman en Escuelas Superiores de Formación de Maestros, por lo que el INSTHEA cambia de denominación a “ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTRAS Y MAESTROS TECNOLÓGICO Y HUMANÍSTICO EL ALTO”.

1.1.1.1. Visión

Ser una institución de formación de maestras y maestros con excelencia académica, científica, tecnológica y productiva, reconocida y acreditada a nivel nacional e internacional que desarrolle el pensamiento pedagógico socio crítico y descolonizador en el marco del respeto a la diversidad cultural y del medio ambiente para la transformación de la educación en el Estado Plurinacional.

1.1.1.2. Misión

Formar maestras y maestros de manera integral y holística con alto nivel académico, con compromiso social en los ámbitos pedagógico y científico de especialidad, sustentado en los principios del Sistema Educativo Plurinacional y las transformaciones socio económicas del contexto regional y nacional para el vivir bien: críticos, reflexivos, autocríticos, propositivos, innovadores, investigadores e inclusivos, sustentado en los principios de la democracia lo intracultural – intercultural y plurilingüe.

1.1.1.3. Objetivos Estratégicos

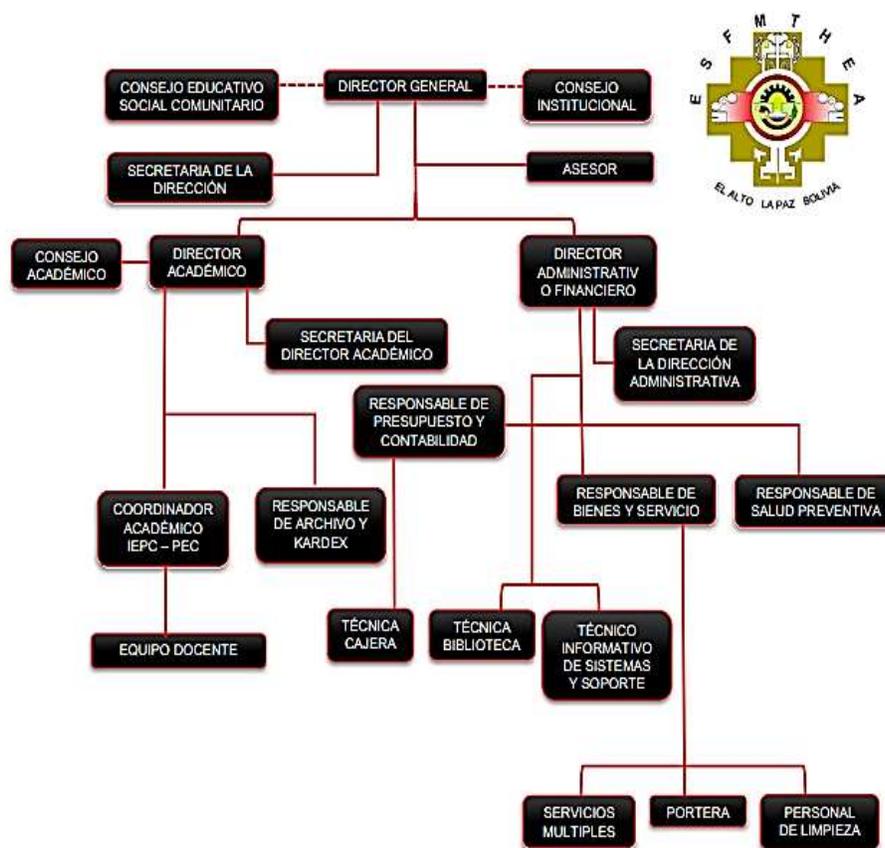
La Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros Tecnológico y Humanístico El Alto, como institución de formación profesional docente tienen como principios: compromiso, generosidad, superación, integridad, honradez, transparencia, entorno cultural y ecológico, tolerancia y respeto, gratitud, justicia, imparcialidad, igualdad, motivación, bien común y liderazgo.

1.1.1.4. Organigrama

En la Figura 1, se muestra el organigrama de la Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros “Tecnológico y Humanístico El Alto” que incluye las diferentes secciones de que se componen.

Figura 1

Organigrama ESFMTHEA



Nota. La figura 1, muestra el organigrama de la ESFMTHEA. Fuente: <http://www.esfmthea.com.bo/> (2023).

1.1.2. Antecedentes afines al proyecto de grado

1.1.2.1. Antecedentes Internacionales

Los antecedentes internacionales relacionados al proyecto de grado muestran trabajos con objetivos similares: mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual para promover su independencia.

- De acuerdo con González O. y Scarpetta A. (2015) en su informe “Dispositivo de orientación para invidentes basado en el principio de ecolocalización”, presentado en la Universidad Pontificia Javeriana para las personas con discapacidad visual, con el objetivo de construir un sistema de ecolocalización para personas con discapacidad visual, que integre un prototipo de dispositivo ultrasónico y una aplicación móvil funcional, por el cual utiliza la metodología EssUP - Essential Unified Process para el desarrollo del software que se enfoca en la gestión de proyectos, entre las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto se destacan el Arduino Pro Mini 5v 16MHz, dispositivo ultrasónico con sensores y una antena Bluetooth.
- En el estudio de Quijas N. (2014) en su informe “Bastón blanco inteligente con evasión de obstáculos”, presentado en la Universidad Nacional Autónoma de México para personas con discapacidad visual, con el objetivo de diseñar y manufacturar con dispositivos de bajo costo, un bastón inteligente para personas invidentes de escasos recursos económicos, por el cual utiliza el diseño metodológico de las diferentes fases de la investigación, con una metodología que fue a partir de lo específico a lo general, entre las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto se encuentran el sensores ultrasónicos, mini buzzer, motores vibradores circulares, diodo, reguladores de tensión y Arduino Mega 2560.

Desde el punto de vista técnico, un bastón electrónico y un indicador de líquidos para personas con discapacidad visual son dispositivos completamente diferentes, pero, sin embargo, contemplan algunas semejanzas en cuanto al uso de componentes electrónicos. Un bastón electrónico es un dispositivo que utiliza sensores para la

detección de obstáculos y vibraciones para guiar al usuario de forma auditiva o táctil, mientras que el indicador de líquidos es un dispositivo que utiliza el mismo sensor u otro para la detección del nivel de líquidos en un recipiente y transmitir esa información al usuario de forma audible o táctil.

Desde el punto de vista funcional, el bastón electrónico se utiliza para ayudar a las personas invidentes en su desplazamiento en el entorno, mientras que el indicador de líquidos se utiliza para ayudar a las personas con discapacidad visual a determinar la cantidad de líquido en un recipiente para evitar desbordamiento.

1.1.2.2. Antecedentes Nacionales

En los antecedentes nacionales se evidencian diversas iniciativas y proyectos con un objetivo en común: mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual en nuestro país y fomentar su independencia. Estos antecedentes, son una muestra del compromiso de la sociedad boliviana por promover la inclusión y el bienestar de todas las personas, sin importar sus capacidades.

- Como menciona Rojas Y. (2013) en su informe “Plataforma virtual orientada a personas con discapacidad visual”, presentado en la Universidad Mayor de San Andrés para las personas invidentes, con el objetivo de implementar una plataforma virtual para mejorar el conocimiento del manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación (T.I.C.) en las personas con discapacidad visual, en la cual utiliza la metodología de investigación, el Método Científico para la tesis y la metodología PACIE para el diseño de la plataforma, entre las herramientas utilizadas para el desarrollo de la plataforma se encuentra el sistema operativo Windows o Linux, paginas dinámicas, Microsoft office, plataforma e-learning, procesador Ci3, impresora láser, monitor super VGA y lector de CD.
- En el estudio de Flores R. (2016) en su informe “Centro de capacitación y rehabilitación para personas ciegas y de baja visión”, presentado en la Universidad Mayor de San Andrés para la población de invidentes, con el objetivo de proponer a través de la arquitectura un diseño arquitectónico

adecuado que sea fundamental en el desarrollo, formación y adaptación, mejorando así la calidad de vida de las personas ciegas y de baja visión, en la cual para el desarrollo del proyecto utiliza la metodología de investigación para la obtención de información y resolución del problema a lo largo del proceso de investigación, entre las herramientas utilizadas se encuentra la planimetría general, elevaciones, cortes y renders.

Desde el punto de vista técnico, un indicador de líquidos y una plataforma virtual o un centro de capacitación para personas con discapacidad visual, son dispositivos o proyectos completamente diferentes, una plataforma virtual es una herramienta intangible y un indicador de líquidos es un dispositivo tangible.

Desde el punto de vista funcional, ambos dispositivos ya sean tangibles o intangibles tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual, pero lo hacen de diferentes maneras.

1.1.2.3. Antecedentes Locales

En los antecedentes locales se evidencian diversas iniciativas y proyectos llevados a cabo en nuestra comunidad con un objetivo en común: mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad en nuestra ciudad para su independencia.

- De acuerdo con Huanca Y. (2022) en su informe “Bastón blanco con sensores ultrasónicos y vibraciones”, presentado en la Universidad Mayor de San Andrés para personas con discapacidad visual, con el objetivo de desarrollar un prototipo de un Bastón Blanco con sensores ultrasónicos y vibraciones para facilitar la identificación de obstáculos, en la cual se utiliza la metodología de tipo descriptivo y experimental para la implementación, resultado y funcionamiento del bastón, entre las herramientas utilizadas se encuentra el Arduino nano, sensor ultrasónico, buzzer o zumbador, módulo de carga, módulo de elevador de voltaje y mini motor vibrador.
- Como menciona Condori F. y Titirico R. (2020) en su informe “Prototipo de silla de ruedas automatizada con monitoreo cardíaco y localización GPS bajo la

plataforma de internet de las cosas”, presentado en la Universidad Pública de El Alto para personas con discapacidad motora, con el objetivo de diseñar un prototipo de silla de ruedas automatizado con monitoreo cardiaco y localización GPS bajo la plataforma de Internet de las Cosas que mejore el desenvolvimiento de actividades diarias de una persona que sufre de discapacidad motora, con mayor autonomía de manera segura y confortable, en la cual se utiliza la metodología de investigación científica para la obtención de información y el método de Karl T. Ulrich para el proceso de desarrollo de productos de diseño, entre las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto se encuentra el software (Android Studio versión 3.4, internet de las cosas, firebase, proteus) y hardware (batería, sensores, giroscopio, actuador eléctrico, regulador de voltaje e indicador de estado de batería).

Desde el punto de vista técnico, un indicador de líquidos, un bastón o sillas de ruedas automatizadas para personas con discapacidad son dispositivos completamente diferentes, pero diseñados para personas que sufren algún tipo de discapacidad.

Desde el punto de vista funcional, estos dispositivos tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas que sufren algún tipo de discapacidad.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde los inicios de la humanidad, los seres vivos se han vuelto exitosos gracias a su enorme capacidad de adaptación al medio, la cual han logrado gracias a que están dotados de cinco excelentes sentidos que les permite percibir el medio en el que viven, pero: ¿Qué pasaría si uno o más de estos sentidos no estuvieran funcionando? La percepción que se tiene del mundo cambiaría y más aún cuando el sentido que se pierde es la vista, lo cual crea dependencia a un ambiente y a un entorno aislado ya que fuera de esta, el individuo no puede desenvolverse. Una persona con discapacidad visual se ve obligada a usar sus otros sentidos como el oído, tacto y olfato para remplazar el que se perdió adaptándose a una percepción completamente nueva del mundo.

A nivel nacional de acuerdo a la Agencia Boliviana de Información (ABI, 2021) en Bolivia existen más de 120000 personas ciegas y la mitad es por cataratas, un 18 por ciento es por glaucoma y más de 300000 que sufren baja visión, de las cuales el 55% de personas con discapacidad visual son varones y un 45%, mujeres. Asimismo, el 59% tiene entre 18 y 59 años; el 26% tiene más de 59 años y un 14% está entre 0 y 17 años. Actualmente según opinión (2021) existen 6.466 personas con discapacidad visual afiliadas al Instituto Boliviano de la Ceguera, según su último reporte de este 2021. Santa Cruz lidera con 1.618 registrados; le sigue La Paz con 1.464; Cochabamba tiene 895; Tarija, 678; Potosí, 557; Chuquisaca, 454; Beni, 448; Oruro, 267; y Pando suma 85. Sin embargo, estos datos oficiales no siempre reflejan la realidad ya que hay muchas personas que no se afilian o no reciben ningún tipo de ayuda.

En la actualidad se ha podido observar en las calles de la ciudad de La Paz como también en las diversas instituciones educativas o centros de rehabilitación que muchas personas con discapacidades diferentes tienden a tener problemas visuales ya sea ceguera total o baja visión, en la cual es una problemática de muchos años debido a que se van acrecentado los casos de invidencia en personas de toda raza y cultura, sin embargo una de las muchas preguntas que se hacen estas personas cuando se adquiere la ceguera es: ¿Cómo haré para llenar vasos, tazas, jarras o algún otro recipiente de líquido?, ¿Cómo sabré si un vaso está lleno? Esto conlleva anotar que esta población de invidentes en muchas ocasiones se vea olvidada, desamparada y sin la atención apropiada para sus necesidades, obligándolas a adaptarse a un entorno que no está pensado para ellos de una forma muy dependiente y no autónoma, por ende, en la sociedad actual no se desarrollan instrumentos o dispositivos que ayuden a las personas con discapacidad visual para su autosuficiencia.

1.2.1. Problema Principal

La escasa disponibilidad de dispositivos tecnológico que estén desarrollados con la finalidad de conseguir mejoras en la calidad de vida de las personas con discapacidad visual, obstaculiza con su adaptación al entorno en el que se rodean,

esto conlleva que esta población en muchas ocasiones se vea olvidada, desamparada y no reciban la atención adecuada a sus necesidades. Es en este sentido que en la Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros “Tecnológico y Humanístico El Alto” se identifica la dificultad de acceso o disponibilidad a un dispositivo tecnológico que coadyuve en identificar el nivel del líquido a personas con discapacidad visual, procurando evitar el desbordamiento de alimentos líquidos y mejorando su autosuficiencia en actividades de su vida cotidiana.

1.2.2. Problema Secundarios

- Las personas con discapacidad visual tienen dificultades para mantener sus manos y vasos limpios, por la cual corren un mayor riesgo de contaminación y enfermedades si entran en contacto con el líquido.
- La limitada disponibilidad de recursos económicos de las personas dificulta el acceso a las tecnologías actuales.
- La falta de independencia para tomar líquidos por parte de las personas con discapacidad visual, puede generar una sensación de incomodidad y dependencia a terceros, afectando su calidad de vida y su sentido de autonomía.
- Las personas con discapacidad visual tienen dificultad para determinar el nivel del líquido en un recipiente, convirtiéndose en un problema que afecta su capacidad de saber con exactitud cuánto líquido han vertido en un vaso o recipiente, pudiendo provocar desbordamientos o desperdicios de líquidos.

1.2.3. Formulación del Problema

¿De qué modo se puede coadyuvar de manera segura y confortable a las personas con discapacidad visual de la Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros “Tecnológico y Humanístico El Alto” en la autosuficiencia de consumo alimentario de líquidos evitando desbordamiento?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Construir un prototipo de dispositivo tecnológico que identifica el nivel del líquido para personas con discapacidad visual de la Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros “Tecnológico y Humanístico El Alto”, que coadyuve de manera segura y confortable en la autosuficiencia de consumo alimentario de líquidos evitando desbordamiento.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un modelo tecnológico funcional que evite la introducción de las manos o dispositivo en la bebida, lo cual es antihigiénico en el consumo alimentario de líquidos.
- Realizar un dispositivo tecnológico accesible para personas de alta, media y bajos recursos económicos.
- Implementar un prototipo electrónico que contribuya en la autosuficiencia de las personas con discapacidad visual.
- Integrar componentes electrónicos y sensor al dispositivo para la identificación del líquido evitando el desbordamiento mediante una información sonora.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Justificación Técnica

Los avances tecnológicos que se han generado a través de tecnología con microcontroladores, sensores entre otras herramientas electrónicas han causado un gran impacto social en las instituciones públicas y privadas que ofrecen servicios al consumidor, es por eso que se han adaptado a los cambios y visto la necesidad de satisfacer al consumidor del servicio, brindándoles nuevas tecnologías oportunas y detalladas.

Además, cabe resaltar que las personas con discapacidad visual no cuentan con una nueva tecnología, por lo cual se pretende realizar un prototipo de dispositivo tecnológico para la autosuficiencia de esta población, el cual le permita saber si un recipiente está lleno de líquido con el fin de evitar desbordamiento en el consumo alimentario de líquidos, donde se emplea el desarrollo de software y hardware del prototipo incorporando diferentes componentes electrónicos al dispositivo como el microcontrolador, sensor ultrasónico, buzzer pasivo, batería recargable entre otras. Permitiendo así el avance tecnológico y modernización en la creación del dispositivo poniendo en práctica nuevas tecnologías electrónicas.

1.4.2. Justificación Económica

Por lo general en la sociedad actual muchas veces las personas con discapacidades diferentes no gozan de muchos beneficios del estado, es por el cual se implementan productos tecnológicos accesibles para personas de bajos recursos económicos con el fin de que ellas puedan acceder a las nuevas tecnologías de hoy. Sin embargo, el proyecto se justifica económicamente debido a que se emplearán materiales que se puedan adquirir fácilmente en el mercado local, los cuales serán adaptados para la ejecución de tareas específicas en el diseño del dispositivo tecnológico, que estará al servicio de las personas con discapacidad visual.

1.4.3. Justificación Social

En el mundo existen muchas personas que presentan diferentes dificultades en su vida ya sean; de la vista, oídos, sordo mudos y entre otros. Pocos proyectos tecnológicos son realizados en beneficio de estas personas que presentan alguna discapacidad, es por el cual este dispositivo tecnológico es diseñado para facilitar la autosuficiencia de ciudadanos con problemas de la vista a la hora del consumo alimentario de líquidos evitando desbordamiento.

1.5. METODOLOGÍA

1.5.1. Metodología de Desarrollo

De acuerdo con Condori F. y Titirico R. (2020) el método de Karl T. Ulrich es una metodología utilizada en el diseño de productos tecnológicos, que abarca todos los campos que intervienen en el desarrollo de un proyecto de diseño.

Para el proceso de desarrollo de producto, Ulrich emplea una metodología estructurada fundamentada en las fases de:

- Planeación. Se hace la planeación total del proyecto.
- Desarrollo del concepto. Se identifican las necesidades, se generan y evalúan conceptos de productos alternativos.
- Diseño a nivel de sistema. Se define la arquitectura del producto y el desglose de este en subsistemas y componentes.
- Diseño de Detalle. Se establece la especificación completa de la geometría, materiales y de todas las partes que sean únicas en el producto, y la identificación de todas las partes estándar que se van a adquirir de los proveedores.
- Prueba y refinamiento. Prueba de fiabilidad, duración, desempeño, facilitar el arranque, depurar los procesos de fabricación y ensamble.

1.5.2. Métricas de Calidad

El concepto de métrica es el término que describe muchos y muy variados casos de medición. Siendo una métrica una medida estadística, estas medidas son aplicables a todo el ciclo de vida del desarrollo, desde la iniciación, cuando se estima los costos al seguimiento y control de la fiabilidad de los productos finales, y a la forma en que los productos cambian a través del tiempo debido a la aplicación de mejoras. (Poma M., 2019, p. 35).

1.5.3. Costos

Una estimación que proporciona una vista suficientemente clara de la realidad del proyecto como para permitir al gestor del proyecto tomar apropiadas decisiones sobre cómo controlar el proyecto para lograr sus objetivos. Entre los distintos métodos de estimación de costes de desarrollo de software, el modelo COCOMO (CONstructive COSt MOdel) desarrollado por Barry M. Boehm, se engloba en el grupo de los modelos algorítmicos que tratan de establecer una relación matemática la cual permite estimar el esfuerzo y tiempo requerido para desarrollar un producto. (Poma M., 2019, p. 39).

1.5.4. Seguridad

La seguridad es un aspecto crítico a considerar en el diseño de dispositivos tecnológicos destinados a personas con discapacidad visual. Para garantizar la seguridad de los usuarios, es esencial que estos dispositivos incorporen elementos de confianza para cuidar su integridad física, como ser: Una construcción adecuada del dispositivo para evitar corto circuitos y/o fallas en la alimentación; Evitar que el dispositivo entre en contacto directo con los alimentos, disminuyendo así la probabilidad de contaminación de los mismos; Además de procurar la facilidad de su uso.

1.6. HERRAMIENTAS

Para la elaboración del prototipo se utilizarán las siguientes herramientas:

1.6.1. Lenguaje de Programación C

De acuerdo con Bariáin et al. (2017) el lenguaje C es ampliamente utilizado para el desarrollo de prototipos debido a las siguientes características técnicas:

- **Portabilidad:** El lenguaje C es altamente portátil, lo que significa que el código escrito en C puede ser compilado y ejecutado en diferentes plataformas de hardware y sistemas operativos.
- **Acceso directo al hardware:** El lenguaje C permite un acceso directo al hardware del sistema, lo que es esencial para el desarrollo de prototipos de dispositivos embebidos, como el microcontrolador PIC. Con C, es posible

escribir código que interactúe directamente con el hardware del sistema, permitiendo una mayor flexibilidad y control.

En el contexto específico del uso de un microcontrolador PIC como controlador, el lenguaje C es una elección lógica debido a su capacidad para acceder directamente al hardware del sistema y su eficiencia en términos de uso de recursos. Esto permite al desarrollador aprovechar al máximo las capacidades del microcontrolador y crear un prototipo funcional.

1.6.2. Requerimientos de Software.

En la siguiente se describe las características del software para la realización del prototipo:

- **Proteus:** Es un Sistema completo de diseño electrónico que combina un avanzado programa de captura de esquemas, un sistema de simulación mixto (analógico y digital) basado en Spice, y un programa para disposición de componentes en placas de circuito impreso y auto-ruteado. Se trata de un software comercial fabricado por Labcenter Electronics, caracterizado por su potencia y facilidad de uso. Proteus está formado por dos programas: ISIS (Intelligent Schematic Input System) y ARES (Advanced Routing & Editing Software). La simulación de los circuitos se realiza dentro del propio módulo de captura de esquemas ISIS. (Barrón M., 2023, p.1).
- **PIC C Compiler:** Es un inteligente y muy optimizado compilador C que contienen operadores estándar del lenguaje de programación C y funciones incorporados en bibliotecas que son específicas a los registros de PIC, proporcionando a los desarrolladores una herramienta poderosa para el acceso al hardware las funciones del dispositivo desde el nivel de lenguaje C. El compilador ccs contiene más de 307 funciones integradas que simplifiquen el acceso al hardware. Se incluyen funciones de hardware del dispositivo de características tales como: temporizadores y módulos PWM, convertidores A/D, LCD controladores, memoria externa buses entre otras. (PIC C Compiler - iElectroX, 2023).

- **PICkit Programmer:** Es una herramienta abierta de bajo costo, de programación y debugging en tiempo real para una amplia variedad de microcontroladores de Microchip, entre ellas se puede citar a las familias PIC10F/ PIC12F/ PIC16F/ PIC18F/ PIC24F/ PIC24H. El kit consiste en una placa principal que se conecta a una computadora por USB, junto con ella una Placa de Zócalo se conecta a la principal permitiendo la programación de dispositivos con encapsulado DIP. Por último, una placa demo, permite usarla como plaqueta de aplicación de prueba. Las funciones de debugging están disponibles si se establece un vínculo, mediante el cable correspondiente, entre el PICkit y la aplicación a depurar. (Simone R., 2011, p. 4).
- **Autodesk fusión 360:** De acuerdo a la página web de Autodesk (2023) Autodesk Fusión 360 es una plataforma de software CAD 3D, CAM, CAE y de circuitos impresos de modelado 3D basada en la nube para el diseño y la manufactura de productos.
 - Diseña y proyecta productos del modo que desees para garantizar su ajuste, estética, forma y función
 - Proyecta, diseña y crea lo que quieras con los amplios componentes electrónicos y las herramientas de diseño de circuitos impresos

1.6.3. Requerimientos de Hardware.

A continuación, se describe las características más resaltantes de los componentes electrónicos para la realización del prototipo:

- **Microcontrolador PIC:** El Microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (flash y RAM). Funciona como una mini PC. Su función es la de automatizar procesos y procesar información. El microcontrolador se aplica en toda clase de inventos y productos donde se

requiere seguir un proceso automático dependiendo de las condiciones de distintas entradas. (Ortiz E. y Pedraza J., 2019, p.24).

- **Sensor ultrasónico:** El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia ultrasónica de bajo costo, con un rango de operación entre 2cm a 400cm. Es uno de los sensores muy utilizado en una amplia variedad, de proyectos, destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético y buena precisión, Lo más singular del sensor de ultrasonidos HC-SR04 es quizás su "par de ojos", donde uno es un emisor y el otro un receptor de ultrasonidos que trabajan a una frecuencia de 40KHz (una frecuencia inaudible para las personas). (Huanca Y., 2022, p. 28).
- **Buzzer pasivo:** El Zumbador Buzzer Pasivo Módulo KY-006 es un sensor piezoeléctrico el cual puede reproducir tonos de sonido entre un rango de 1.5Hz a 2.5 kHz dependiendo de la frecuencia de entrada, ya sea mediante retardos o modulación de ancho de pulso (PWM). Permite convertir la señal eléctrica en una onda de sonido al momento que se manda una señal eléctrica se consigue el sonido deseado. La característica de este módulo es que tiene un estampado el cual suena en una frecuencia fija y con el que puedes diferenciarlo del Buzzer activo. Como este Buzzer pasivo no tiene un oscilador interno, necesita que se indique por medio de un microcontrolador la frecuencia deseada. («Zumbador Buzzer Pasivo - UNIT Electronics», 2023).
- **Batería recargable:** Una batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente pila, es un dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en corriente eléctrica. (Baterías - Sawers, 2023).
- **Regulador de voltaje:** Un regulador de voltaje es un dispositivo eléctrico diseñado para suministrar un voltaje estable y proteger a los equipos eléctricos y electrónicos conectados a una línea de tensión contra fenómenos como sobrevoltaje, caída de tensión y variaciones de voltaje. (New - Line, 2023).

- **Impresora 3D:** Es una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador. Surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. Comúnmente se utiliza en el prefabricado de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial. En la actualidad se está extendiendo su uso en la fabricación de todo tipo de objetos, modelos para vaciado, piezas complicadas, prótesis médicas, etc. (Studocu, 2017, p.1).

1.7. LÍMITES Y ALCANCES

1.7.1. Límites

- El prototipo solo estará diseñado para las personas con discapacidad visual.
- Este proyecto solo se limita netamente a la labor de identificar el nivel de líquidos evitando desbordamiento para la autosuficiencia en el consumo alimentario de la población invidente.
- El dispositivo tecnológico será desarrollado específicamente con diferentes componentes electrónicos adquiridos en el mercado local, entre ellos el sensor ultrasónico el cual se usará para la identificación del nivel de líquido, por lo que no contemplará otras labores diferentes a la medición del nivel de líquidos.
- La duración de la batería dependerá del uso que se le dé.
- El dispositivo para un mayor cuidado no debe estar expuesto a temperaturas excesivas mayores a 60° C que dañe la integridad de los componentes.
- El dispositivo requiere de un recipiente que le otorgue estabilidad y sujeción apropiada.

1.7.2. Alcances

El prototipo debe satisfacer a los usuarios invidentes que lo emplean al momento de llenar un recipiente de líquido sin la necesidad de requerir ayuda, evitando desbordamiento y la introducción de manos o dispositivo al líquido lo cual es antihigiénico.

De las cuales consideramos lo siguiente:

- Recepción de las señales emitidas por el sensor ultrasónico cuando el líquido llega a la parte superior de un recipiente, evitando desbordamientos tras una información de salida sonora.
- Dispositivo programado haciendo uso del microcontrolador PIC.
- Diseño del circuito y la placa PCB del dispositivo en Proteus.
- Diseño de las piezas del prototipado haciendo uso de la impresora 3D.
- Montaje físico del dispositivo en Protoboard.
- Implementación del prototipo de dispositivo tecnológico.
- El dispositivo tecnológico será portable y fácil de usar.

1.8. APORTES

Este dispositivo proporciona una contribución tecnológica a las personas con discapacidad visual de la sociedad, para la ingesta de alimentos líquidos de manera confortable y segura reduciendo riesgos de contaminación por contacto físico y disminuyendo la dependencia de terceros.

El diseño y construcción del prototipo esta realizado con los conocimientos adquiridos en el proceso formativo, compuesto por elementos de software y hardware que se encuentran en el mercado local. Así también aporta conocimientos sobre la electrónica a la juventud actual, para promover el interés por este tipo de proyectos, en pro de ayudar y mejorar las condiciones y/o necesidades de la comunidad.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se describe las teorías, conceptos, metodologías y herramientas que se utilizarán para el desarrollo del Prototipo tecnológico que identifica el nivel del líquido para personas con discapacidad visual, sin embargo, se contemplaran los conceptos más relevantes, concernientes a discapacidad visual, sus causas y enfermedades asociadas, herramientas útiles para la detección de líquidos, la metodología de desarrollo de Karl T. Ulrich, métricas de calidad, costos, así como las herramientas de software y hardware necesarias.

2.1. DISCAPACIDAD VISUAL

De acuerdo con Guillen J. y Vizhñay C (2016) la discapacidad visual es la deficiencia en el funcionamiento del ojo humano, que causa deficiencia o pérdida total en el sentido de la visión. Existen diferentes tipos de discapacidad visual, las más importantes se describen a continuación.

- **Visión Leve:** Son aquellas personas que pueden realizar actividades cotidianas sin inconvenientes, siempre y cuando se utiliza ayudas ópticas adecuadas. Las personas con baja visión leve alcanzan percibir objetos pequeños.
- **Visión Moderada:** Son aquellas personas que padecen de baja visión moderada, pueden percibir objetos con distancia corta, siempre y cuando los objetos sean grandes y la luz favorezca a percibir objetos. Este tipo de personas necesitan ayuda como lentes de aumento para poder desenvolverse correctamente en el medio.
- **Visión Grave:** Las personas que tienen esta dificultad pueden percibir la luz y sombra, pero necesitan algún tipo de ayuda para poder hacerlo, como por ejemplo el braille para la lectura y la escritura, así como lentes, y telescopios especiales para poder desenvolverse así solos.
- **Ceguera Total:** Son personas que no poseen visión alguna, por lo que no perciben la luz ni la sombra, esto hace que se les imposibilita realizar las tareas

cotidianas. Estas personas necesitan ayuda para poder leer y escribir como el braille, además estas personas necesitan de la ayuda de una persona para poder movilizarse de mejor manera.

Tras definir la discapacidad visual y los diferentes tipos de discapacidad visual, se procede a la descripción de las siguientes causas y enfermedades que generan este tipo de deficiencia.

2.2. CAUSAS Y ENFERMEDADES DE LA CEGUERA

Según el Ministerio de Educación del Estado Plurinacional de Bolivia (2013) las causas de la discapacidad visual son diversas. Conocer las causas que originan este tipo de deficiencia, permite establecer medidas preventivas que eviten el incremento de la incidencia mundial de la baja visión y ceguera. La discapacidad visual puede presentarse por varias razones, entre las cuales se destacan aquellas que afectan al globo ocular, como las siguientes:

- **Causas genéticas:** Son las que se presentan por un daño puntual en los genes o en los cromosomas, por lo que son transmitidas de padres a hijos/as. Esto se debe a algún error en la combinación genética, debido a que las células, al fusionarse y dar origen a una nueva vida, se alteran como resultado de diferentes factores, entre ellos la edad de los padres.
- **Causas congénitas:** Son las que surgen durante el embarazo por problemas de salud de la madre, como la rubéola, la varicela, las infecciones de transmisión sexual (ITS), el virus de inmunodeficiencia adquirida (VIH) y la toxoplasmosis. Otros factores que determinan este tipo de causas son el consumo de alcohol y de drogas, la contaminación por insecticidas y deficiente nutrición de la madre.
- **Causas adquiridas:** Son las ocasionadas por secuelas de ciertas enfermedades, como la meningitis, o por algún accidente o golpes en la cabeza, por asfixia en el agua y por contaminación con plomo.

En la Tabla 1, se presenta un resumen descriptivo de las patologías más comunes relacionadas con la discapacidad visual, junto con las causas, los efectos visuales, el tratamiento y el pronóstico para cada una de ellas.

Tabla 1

Patologías oculares comunes

Patología	Zona afectada	Causas	Efectos visuales	Tratamientos	Pronostico
Albinismo (carencia total o parcial de la pigmentación)	Macula (infra desarrollada)	Hereditaria	Disminución de la agudeza visual. Nistagmos (movimientos involuntarios y rápidos de los ojos). Campos visuales variables y visión de color normal. Fotofobia.	Gafas con filtro de color oscuro. Iluminación suave.	No progresivo.
Catarata congénita	Cristalino (opacidad)	Hereditaria. Anomalías congénitas (rubeola). Síndrome de Marfan y de Down. Infecciones. Uso de medicamentos durante la gestación.	Disminución de la agudeza visual. Visión borrosa. Nistagmos. Estrabismo. Fotofobia. Posible ligera reducción de los campos visuales periféricos, aunque los campos visuales generalmente son normales.	Intervención quirúrgica lo antes posible.	Después de la intervención quirúrgica, incapacidad de acomodación Problemas con la luz deslumbrante, que se corrige mediante gafas y lentes de aumento. Posibles cataratas secundarias.
Glaucoma congénito	Tejido del ojo (dañados debido al aumento de la presión intraocular)	Hereditaria.	Lagrimo excesivo. Opacidad o nebulosidad del cristalino. Agudeza visual y campo visual reducido.	Gotas (medicación). Intervención quirúrgica lo antes posible para prevenir daños posteriores.	Con tratamiento, dependiente de la resistencia innata de la estructura del ojo. Ceguera si no se trata.
Miopía degenerativa	Alargamiento del ojo (estiramiento de su parte posterior)	Hereditaria.	Disminución de la agudeza visual a distancia. Complicaciones secundarias: desprendimiento de la retina e inflamación o	Corrección del error refractivo, preferentemente con lentes de contacto. Ayudas ópticas e iluminación potente.	Ritmo de progresión no predecible.

			hemorragia de la macula.		
Desprendimiento de la retina	Retina (algunas partes se desprenden de la estructura de sostén y se atrofian)	Numerosas, incluida la diabetes; la retinopatía diabética, la miopía degenerativa, los golpes en la cabeza.	Dolores punzantes en el ojo. Perdida del campo visual. Defectos del color o disminución de la agudeza visual, si la macula se ve afectada.	Cirugía con rayo láser, en función del tipo y de la causa del desprendimiento. Ayudas ópticas y generalmente, un elevado grado de iluminación.	Reservado.
Retinitis pigmentaria	Retina (afección degenerativa pigmentaria)	Hereditaria	Disminución de la agudeza visual. Reducción de los campos visuales, (perdida del campo periférico) y ceguera nocturna.	Ayudas ópticas y prismas. No se conoce ninguna curación médica. Es esencial el asesoramiento genético.	Negativa en los casos graves.
Retinopatía diabética	Retina	Hereditaria	Diplopía (visión doble). Incapacidad de acomodación. Perdida de la visión de colores y de campo visual.	Inyecciones de insulina. Controles dietéticos. Gafas. Cirugía con rayos láser.	Es común la variación de la agudeza visual.
Atrofia del nervio óptico	Cualquier porción del nervio óptico (impide la transmisión de sensaciones visuales aun cuando otras partes del ojo funcionan normalmente)	Infección en el ojo. Tumores o heridas. Presión por glaucoma. Diabetes hereditaria (atrofia óptica de Leber).	Perdida de parte de la visión central. Campo visual nebuloso, dependiendo de la severidad de la atrofia. Comúnmente no es progresiva.	Programa para el desarrollo de la eficiencia visual.	Variable, dependiendo de la causa.
Retinopatía del prematuro	Retina (crecimiento de vasos sanguíneos) y vitreo.	Administración de niveles elevados de oxígeno a bebés prematuros.	Disminución de la agudeza visual. Miopía grave. Cicatrices y desprendimiento de la retina, con pérdida consecuente.	Ayudas ópticas y dispositivos para el control de la iluminación.	Negativo en los casos graves, en los que pueden esperarse desprendimientos.

Nota. Los datos de las patologías oculares comunes relacionadas con la discapacidad visual, se obtuvieron del texto: comprensión de la discapacidad visual (p. 45), del Ministerio de Educación del Estado Plurinacional de Bolivia (2013).

El proyecto ha sido concebido con el propósito de brindar apoyo a aquellas personas que, como resultado de ciertas patologías oculares, han desarrollado la condición de ceguera total. El enfoque del proyecto es proporcionar soluciones y recursos que mejoren la calidad de vida de estas personas, ofreciendo asistencia y tecnología adaptada a sus necesidades específicas.

Definiendo la discapacidad visual y caracterizando sus causas y enfermedades asociadas, se procede a describir los dispositivos tecnológicos, existentes para medir el nivel del líquido.

2.3. HERRAMIENTAS DE UTILIDAD DE INDICADORES DE LÍQUIDOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

2.3.1. Indicador de nivel de líquidos para personas con discapacidad visual

Según Tifloproductos CR (2023) el indicador de nivel de líquido es una ayuda portátil esencial para las personas con baja visión, personas ciegas y sordociegas, emite un pitido y vibra cuando el líquido llega a la parte superior de una taza o vaso, el cual evita derrames de líquido o tener que introducir las manos.

También es una gran ayuda para las personas con discapacidad visual y diabetes, cuando han perdido su capacidad de tacto.

Los indicadores de líquido son fáciles de usar en tres pasos:

- 1) Colgar el sensor en la taza o vaso.
- 2) Añadir la bebida.
- 3) Cuando la bebida alcanza el nivel de la sonda, el timbre sonará y el detector vibrará.

Nota: Cuando el nivel de líquido alcanza la sonda, el pitido y la vibración se acelerarán, indicando que ya el vaso está lleno.

La Figura 2, muestra un indicador de nivel de líquidos para personas con discapacidad visual.

Figura 2

Indicador de nivel de líquidos



Nota. La Figura 2 muestra un indicador de líquido para personas con discapacidad visual [fotografía], por Tifloproductos CR. Fuente: <https://tifloproductoscr.com/> (2023).

Una vez definido la función, el propósito y observando un modelo de indicador de líquido diseñado para satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad visual, se procede a describir un indicador de líquido alternativo para ciegos, un nuevo modelo de indicador de nivel de líquido que se diferencia del presentado inicialmente.

2.3.2. Indicador de nivel de líquido para ciegos

Según Asistronic (2023) este dispositivo es una ayuda portátil esencial para las personas con baja visión, las personas ciegas y sordociegas, el cual emite un pitido muy sonoro y vibra cuando el líquido llega a la parte superior de una taza o vaso, lo que evita derrames de líquido o tener que introducir las manos que es antihigiénico y peligroso en casos principalmente de bebidas calientes. Cabe mencionar que esta función se cumple siempre y cuando el sensor tenga un contacto directo con el líquido.

En la Figura 3, se muestra otro dispositivo de un indicador de nivel de líquidos para personas con discapacidad visual.

Figura 3

Indicador de nivel de líquido 2



Nota. Figura 3 indicador de nivel de líquidos [fotografía], por Asistronic S. A. S. Fuente: <https://www.asistronic.com/producto/indicador-de-nivel-de-liquido-para-ciegos/>

Después de establecer la definición de la discapacidad visual, además de explorar sus causas y enfermedades asociadas, así como las herramientas tecnológicas existentes para medir el nivel del líquido, se procede a describir la metodología de desarrollo de Karl T. Ulrich. Dicha metodología será empleada para el diseño y construcción del prototipo de un indicador de líquidos destinado para personas con discapacidad visual.

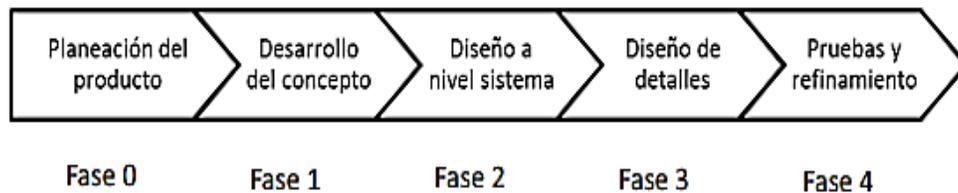
2.4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE KARL T. ULRICH

Como menciona Gutierrez J. (2009) el método de Karl T. Ulrich abarca todos los campos que intervienen en el desarrollo de un proyecto de diseño, desde el grupo de diseñadores, hasta mercadeo y finanzas. Para el proceso de desarrollo de producto, Ulrich emplea una metodología estructurada fundamentada en fases. Cada fase describe las actividades a desarrollar en los cuatro departamentos que comúnmente existen en una empresa (Mercadeo, diseño, manufactura, departamento de administración, investigación y finanzas).

En la Figura 4, se muestran las fases de la metodología de Karl T. Ulrich, contemplada en el proyecto.

Figura 4

Fases del diseño y desarrollo de productos de la Metodología Karl T. Ulrich



Nota. La Figura 4 muestra las fases de diseño y desarrollo de productos (p. 422). Fuente: Enfoque multidisciplinar 4 ed. McGraw-Hill, por Ulrich, Karl T. Eppinger (2009),

La metodología de Karl T. Ulrich, es considerada como uno de los métodos más completos y descriptivos, el cual consiste en las siguientes fases:

2.4.1. Planeación

La fase de planeación tiene por propósito:

- Articular y definir segmentos de mercado
- Considerar arquitectura del producto
- Identificar restricciones del producto
- Finanzas, investigación y administración

Como resultado de la fase de planeación, se hace la planeación total del proyecto, y se obtiene una aprobación que precede al desarrollo del producto.

2.4.2. Desarrollo del concepto

Son objetivos de la fase de desarrollo del concepto:

- Identificar necesidad del cliente
- Identificar usuarios
- Identificar productos
- Desarrollo de conceptos de diseño

- Construir y probar prototipos
- Calcular costos y factibilidad de producción

Como resultado en la fase de desarrollo de concepto, se identifican las necesidades del mercado objetivo, se generan y evalúan conceptos de productos alternativos, y se seleccionan uno o más conceptos para el desarrollo y para prueba.

2.4.3. Diseño a nivel de Sistema

Esta fase se compone de las siguientes etapas como:

- Desarrollar plan para opciones de producto
- Generar arquitecturas alternativas del producto
- Identificar proveedores y establecer costos
- Analizar fabricación contra adquirir (finanzas)

Como resultado de esta fase, se define la arquitectura del producto y el desglose de este en subsistemas y componentes. Se define también el esquema de ensamble final para el sistema de producción. Como resultado de esta fase se genera una distribución geométrica del producto, una especificación funcional de cada subsistema y un diagrama de proceso preliminar para la secuencia del ensamble final.

2.4.4. Diseño de detalles

Esta fase tiene por propósito:

- Desarrollar plan de mercadotecnia.
- Definir geometría, materiales y documento de diseño industrial.
- Definir procesos de producción y comenzar abastecimiento de herramientas

Como resultado de esta fase se establece la especificación completa de la geometría, materiales y tolerancias de todas las partes que sean únicas en el producto, y la identificación de todas las partes estándar que se van a adquirir de los proveedores.

Se desarrolla un plan de proceso y se designan las herramientas necesarias para fabricar cada parte dentro del sistema de producción. Además, se abordan los costos de producción y la confiabilidad.

2.4.5. Prueba y refinamiento

La prueba y refinamiento tiene por propósito:

- Desarrollar materiales de producción
- Prueba de fiabilidad, duración y desempeño
- Facilitar el arranque del proveedor, depurar los procesos de fabricación y ensamble
- Desarrollar el plan de ventas

El resultado de esta fase involucra la construcción y evaluación de múltiples versiones de producción previas del producto. Se desarrollan los prototipos alfa y beta.

Tras analizar en detalle la metodología de desarrollo de Karl T. Ulrich y comprender sus diferentes fases, se procede a describir las métricas de calidad que se emplearán en el diseño del prototipo indicador de líquidos para personas con discapacidad visual. Entre estas métricas se incluyen normativas reconocidas internacionalmente como la ISO 9001 y la ISO 9241. La selección de estas normas destaca el compromiso con estándares de calidad en el desarrollo del producto, garantizando su eficiencia y usabilidad para esta población.

2.5. MÉTRICAS DE CALIDAD

En el marco de este proyecto, se otorga especial importancia a la calidad y la satisfacción del usuario como pilares fundamentales. Para asegurar que los productos y servicios cumplan con los estándares, se ha adoptado un enfoque basado en métricas de calidad reconocidas a nivel global, tales como la norma ISO 9241 y la ISO 9001. La ISO 9241 se enfoca en el uso y la experiencia del usuario, mientras que la ISO 9001 establece directrices precisas para la gestión de calidad y procesos

eficientes. Estas métricas representan el compromiso de ofrecer productos y servicios, priorizando la satisfacción y la comodidad de los usuarios en cada etapa del proceso.

2.5.1. Norma ISO 9001

De acuerdo con Jimenez R. (2020), la norma ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad de proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentos que le sean de aplicación, y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

En el estudio de Yáñez C. (2008), la ISO 9001 es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad (SGC) y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un apropiado sistema de gestión de calidad (SGC). Esta acreditación demuestra que la organización está reconocida por más de 640000 empresas en todo el mundo.

2.5.1.1. Principios de ISO 9001

Según Yáñez C. (2008), se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

- **Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
- **Liderazgo:** Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual

el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

- **Participación del personal:** El personal en todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- **Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- **Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- **Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- **Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- **Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Estos ocho principios de gestión de la calidad constituyen la base de las normas de sistemas de gestión de la calidad de la familia de Normas ISO 9000.

2.5.1.2. Estructura organizativa de la norma ISO 9001

La norma ISO 9001 es organizada en ocho secciones. Las secciones 4, 5, 6, 7 y 8 contienen los requisitos para su sistema de gestión de calidad (SGC). Las primeras tres secciones de la norma (1, 2 y 3) no contienen requisitos.

- **Sección 1: Objeto y campo de aplicación:** Se refiere a la norma y del modo de aplicarla a las organizaciones.

- **Sección 2: Referencias normativas:** Alude a otro documento que habría que utilizar junto con la norma ISO 9001:2000, Sistemas de Gestión de Calidad – Datos Fundamentales y Vocabulario ISO 9000.
- **Sección 3: Términos y Definiciones:** Proporción de definiciones.

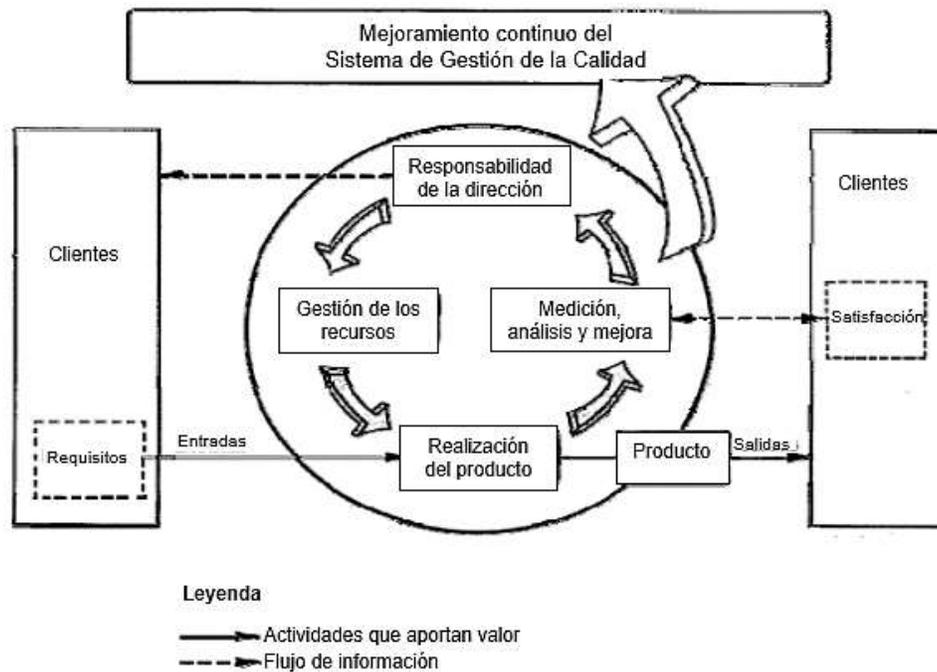
Los requisitos de la norma que se identifican en las secciones cuatro a ocho del sistema de gestión de calidad.

- **Sección 4: Requisitos del sistema:** Indica los requisitos útiles dentro del Sistema de Gestión de Calidad.
- **Sección 5: Responsabilidad de la Dirección:** Indica los requisitos y compromisos para la Dirección y su papel en el Sistema de Gestión de Calidad.
- **Sección 6: Gestión de recursos:** Indica los requisitos para la utilización y provisión de los recursos, incluyendo el personal, la capacitación, el ambiente de trabajo y las instalaciones.
- **Sección 7: Realización del producto:** Indica los requisitos para la producción del producto o el servicio, incluyendo la proyección, los procesos relativos al cliente, el diseño, el abastecimiento y el control de proceso.
- **Sección 8: Medición, Análisis y Mejora:** Indica los requisitos para la monitorización de los procesos y su mejora.

En la Figura 5, gráficamente se puede expresar los requisitos de la norma ISO 9001 en sus secciones descritas anteriormente. En la sección cuatro, se detallan los requisitos del sistema de gestión de calidad. La sección cinco, se enfoca en la responsabilidad de la dirección y sus compromisos. La sección seis, establece requisitos para la gestión de recursos. La sección siete, trata de la realización del producto o servicio, abarcando diseño, procesos y control. Finalmente, la sección ocho se concentra en la medición, el análisis y la mejora de los procesos. Estas secciones son esenciales para cumplir con los estándares de calidad ISO 9001.

Figura 5

Modelo de SGC basado en procesos



Nota. La Figura 5 muestra el Sistema de gestión de calidad en base a la norma ISO 9001 (p. 4), por Yáñez C. (2008). Fuente: <https://www.academia.edu/14360977>

2.5.1.3. Cómo implantar el SGC con los requisitos ISO 9001

Básicamente se debe seguir seis pasos:

- **Información:** Se requiere que la empresa cuente con conocimiento de las normas ISO 9000 e ISO 9001 para llevar a cabo su implementación.
- **Planificación:** Cada proyecto comienza con un plan sólido. Cuando se implementa un sistema de gestión de calidad (SGC), se debe comparar el SGC actual con los requisitos de la norma ISO 9001. A continuación, se crea un plan detallado y se elabora un programa de implementación.
- **Desarrollo:** La norma ISO 9001 requiere que se documente el Sistema de Gestión de Calidad (SGC). Es esencial desarrollar un manual de calidad, junto con los procedimientos requeridos para el sistema.

- **Capacitación:** Todos los empleados deben estar capacitados para trabajar y cumplir con la norma ISO 9001 y según los requerimientos del sistema implantado.
- **Auditorías internas:** Es necesario demostrar que el sistema es eficaz. Comparar el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) con los requerimientos de la norma ISO 9001 mediante auditorías internas.
- **Auditoria de registro:** Es necesario emplear los servicios de un auditor de registro externo para llevar a cabo una auditoria que permita completar el registro. Si lo considera oportuno y beneficioso, la organización puede optar por solicitar la certificación de su Sistema de Gestión de Calidad (SGC) a una entidad certificadora.

2.5.1.4. Beneficios de la Norma ISO 9001 Gestión de Calidad

Algunos beneficios que proporciona la Norma ISO 9001, consiste en:

- Permite convertir en un competidor más consistente en el mercado.
- Mejora la gestión de la calidad que ayude a satisfacer las necesidades de los clientes.
- Tiene métodos más eficaces de trabajo que permite ahorrar tiempo, dinero y recursos.
- Mejora su desempeño operativo, lo cual reduce errores y aumenta los beneficios.
- Motiva y aumenta el nivel de compromiso del personal a través de procesos internos más eficientes.
- Aumenta el número de clientes valiosos a través de un mejor servicio de atención al cliente.
- Amplia las oportunidades de negocio demostrado conformidad con las normas.

2.5.2. Norma ISO 9241

De acuerdo con Cognitios UX, (2021) la norma ISO/IEC 9241 (Comisión Electrotécnica Internacional) es la norma orientada a la calidad en el uso y ergonomía para productos y servicios en tecnología, tanto en software como en hardware. Sin embargo, la norma ISO 9241 establece el concepto de usabilidad aplicado a sistemas interactivos, pero no a un proceso específico en la evaluación del diseño. La usabilidad se refiere a la facilidad con la que los usuarios interactúan con un sistema para lograr sus objetivos.

La norma está dividida en diferentes partes que tienen una mayor relevancia según el producto o servicio que se ofrezca, por ejemplo, para hardware la ergonomía tendrá un mayor impacto y cuidado, así como para el software seguir las normas orientadas a procesos de diseño centrado en usuario. Siendo que estas partes que se dividen en las siguientes secciones:

- **Ergonomía, requerimientos para trabajo de oficina con terminales visuales.** Partes 1, 2, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17.
- **Ergonomía de interacción sistemas-humanos.** Partes 20, 100, 110, 129, 151, 171, 210, 300, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 400, 410, 420, 910, 920.

La norma ISO 9241 está centrada principalmente en la usabilidad que en su parte 11, provee su definición como: La efectividad, la eficiencia y la satisfacción con la cual los usuarios específicos logran metas específicas en un ambiente en particular.

- **Efectividad.** La exactitud y completitud con la cual un usuario específico logra una meta específica en un ambiente particular.
- **Eficiencia.** Los recursos consumidos en relación con la exactitud y completitud de las metas alcanzadas.
- **Satisfacción.** La comodidad y aceptabilidad del sistema por los usuarios y demás personas que se ven afectadas por el uso de este.

Esta norma no incluye directrices en el diseño y construcción de dispositivos o sistemas, al contrario, se enfoca en los requisitos y cualidades a tener en cuenta, para el momento de interacción del usuario con el sistema o producto.

Habiendo delineado las directrices sobre las cuales se cuantifica la calidad del prototipo, se procede a describir el método de estimación de costos que se empleará en el desarrollo del prototipo.

2.6. COSTO

En el contexto de este proyecto, se destaca la importancia de una estimación precisa de costos en el desarrollo del prototipo tecnológico que identifica el nivel del líquido. Para cumplir con este objetivo, se ha optado por emplear el método de estimación de software COCOMO II, que incluye la imputación de los factores a los distintos componentes del producto, permitiendo evaluar tanto los costos directos como los indirectos. Además, se considera los costos asociados con la creación del prototipo, un elemento fundamental en el proceso de desarrollo de software y hardware.

2.6.1. Método de estimación de costo de software COCOMO II

Entre los distintos métodos de estimación de costes de desarrollo de software, el modelo COCOMO (CONstructive COSt MOdel) desarrollado por Barry M. Boehm, se engloba en el grupo de los modelos algorítmicos que tratan de establecer una relación matemática, la cual permite estimar el esfuerzo y tiempo requerido para desarrollar un producto.

De acuerdo con Gómez A. y López M. (2017), en el modelo COCOMO II, uno de los factores más importantes que influye en la duración y el costo de un proyecto de software es el modo de desarrollo.

Por un lado, COCOMO define tres modos de desarrollo o tipos de proyecto:

- **Modo Orgánico (Organic):** En esta categoría se encuentran proyectos que se desarrollan en un ambiente familiar y estable. Se trata de proyectos relativamente sencillos, caracterizados por contar con menos de 50 KDLC

líneas de código, en la cual el equipo de desarrollo suele poseer experiencia previa en proyectos similares y se beneficia de condiciones estables y predecibles en términos de requisitos y tecnologías.

- **Modo Semiacoplado (Semidetached):** Es un modelo para productos de software de tamaño y complejidad media. Además de proyectos intermedios de complejidad y tamaño (menores de 300 KDLC), donde la experiencia en este tipo de proyectos es variable y las restricciones intermedias.

Las características de los proyectos se consideran intermedias a las de los modos Orgánico y Empotrado. Esto implica, que el equipo de desarrollo tiene un nivel intermedio de experiencia y conocimiento del sistema en desarrollo. Está conformado por algunas personas con vasta experiencia y otras inexpertas en el campo de aplicación.

- **Modo Empotrado (Embedded):** En esta clasificación están incluidos proyectos de gran envergadura que operan en un ambiente complejo con altas restricciones de hardware, software y procedimientos operacionales. Además de proyectos bastantes complejos en los que apenas se tiene experiencia y se engloban en un entorno de gran innovación técnica.

En la Table 2, se muestran los coeficientes de COCOMO II de los tres modos de desarrollo o tipos de proyectos.

Tabla 2

Detalle de coeficiente de COCOMO II

Proyecto de Software	A	B	c	d
Orgánico	2.40	1.05	2.50	0.38
Semiacoplado	3.00	1.12	2.50	0.35
Empotrado	3.60	1.20	2.50	0.33

Nota. La Tabla 2 muestra los coeficientes de COCOMO II, estos datos son tomados de Ingeniería de Software (p. 340). Fuente: Roger S. Pressman (2013).

Por otro lado, existen diferentes modelos que define COCOMO, consistente en el modelo básico, intermedio y avanzado:

- **Modelo Básico:**

Se basa exclusivamente en el tamaño expresado en LDC y se utiliza para obtener una primera aproximación rápida del esfuerzo.

- **Modelo Intermedio:**

Este añade al modelo básico quince modificadores opcionales para tener en cuenta en el entorno de trabajo, incrementando así la precisión de la estimación además del tamaño del programa incluye un conjunto de medidas subjetivas llamadas conductores de costos.

- **Modelo Avanzado/Detallado:**

Incluye todo lo del modelo intermedio además del impacto de cada conductor de costo en las distintas fases de desarrollo.

Presenta principalmente dos mejoras respecto a las anteriores:

- Los factores correspondientes a los atributos son sensibles o dependientes de la fase sobre la que se realizan las estimaciones. Aspectos tales como la experiencia en la aplicación, utilización de herramientas de software entre otros, tienen mayor influencia en unas fases que en otras, y además van variando de una etapa a otra.
- Establece una jerarquía de tres niveles de productos, de forma que los aspectos que representan gran variación a bajo nivel, se consideran a nivel módulo, los que representan pocas variaciones, a nivel de subsistema; y los restantes son considerados a nivel sistema.

Para la estimación de costos de software COCOMO II, previamente es necesario conocer el número de líneas de código del proyecto, posteriormente para poder realizar los cálculos del método de estimación se usan las siguientes ecuaciones, que se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3*Ecuación del Método COCOMO II*

Variable	Ecuación	Tipo/Unidad
Esfuerzo requerido por el proyecto	$E = a * (KLDC)^b * FAE$	Personas/Mes
Tiempo requerido por el proyecto	$T = c * (E)^d$	Meses
Número de personas requeridos por el proyecto	$NP = \frac{E}{T}$	Personas
Costo total	$CT = SueldoMes * NP * T$	\$us

Nota. La Tabla 3 muestra las ecuaciones del método COCOMO II, estos datos son tomados de Ingeniería de Software. Fuente: Roger S. Pressman (2013).

Por otro lado, en el contexto de este proyecto de grado, es imperativo determinar la variable FAE (Factor de Ajuste del Entorno). Esta variable desempeña un papel fundamental en la evaluación de costos y se obtiene mediante un proceso de cálculo que involucra la multiplicación de valores específicos asignados a los 15 conductores de costo.

Estos conductores de costo, detallados minuciosamente en la Tabla 4, representan factores críticos que influyen en la estimación y gestión de los costos del proyecto. La variable FAE es esencial para obtener una perspectiva integral de los factores que inciden en los costos y contribuye significativamente a la toma de decisiones informadas en la planificación y ejecución del proyecto.

Tabla 4*Atributos FAE*

Atributos que afectan al costo	Valor					
	Muy bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy alto	Extra alto
Atributos de Software						
Fiabilidad del software	0,75	0,88	1,00	1,15	1,40	

Tamaño base de datos	0,94	1,00	1,08	1,16	
Complejidad del producto	0,70	0,85	1,00	1,15	1,65
Atributos del Hardware					
Restricciones de tiempo de ejecución			1,00	1,11	1,30 1,66
Restricciones de memoria			1,00	1,06	1,21 1,56
Volatilidad de máquina virtual	0,87		1,00	1,15	1,30
Tiempo de respuesta	0,87		1,00	1,07	1,15
Atributos de Personal					
Capacidad de análisis	1,46	1,19	1,00	0,86	0,71
Experiencia en la aplicación	1,29	1,13	1,00	0,91	0,82
Capacidad de programadores	1,42	1,17	1,00	0,86	0,70
Experiencia de S.O. usado	1,21	1,10	1,00	0,90	
Experiencia en el lenguaje de programación	1,14	1,07	1,00	0,95	
Atributos del Proyecto					
Uso de técnicas actuales de programación	1,24	1,10	1,00	0,91	0,82
Uso de herramientas de software	1,24	1,10	1,00	0,91	0,83
Restricciones de tiempo de desarrollo	1,23	1,08	1,00	1,04	1,10

Nota. La Tabla 4 muestra los atributos de los costos, estos datos son tomados de Ingeniería de Software (p. 340). Fuente: Roger S. Pressman (2013).

Atributos de los Costos

Cada atributo se cuantifica para un entorno de proyecto. La escala consiste en: muy bajo - bajo - nominal - alto - muy alto - extremadamente alto. Dependiendo de la calificación de cada atributo, se asigna un valor para usar de multiplicador en la fórmula.

El significado de los atributos, según su tipo es el siguiente:

Atributos de Software

- **RELY:** Garantía de funcionamiento requerida al software. Indica las posibles consecuencias para el usuario en el caso que existan defectos en el producto. Va desde la sola inconveniencia de corregir un fallo (muy bajo) hasta la posible pérdida de vidas humanas (extremadamente alto, software de alta criticidad).
- **DATA:** Tamaño de la base de datos en relación con el tamaño del programa. El valor del modificador se define por la relación: D/K , donde D corresponde al tamaño de la base de datos en bytes y K es el tamaño del programa en cantidad de líneas de código.
- **CPLX:** Representa la complejidad del producto.

Atributos de Hardware

- **TIME:** Limitaciones en el porcentaje del uso de la CPU.
- **STOR:** Limitaciones en el porcentaje del uso de la memoria.
- **VIRT:** Volatilidad de la máquina virtual.
- **TURN:** Tiempo de respuesta requerido.

Atributos de Personal

- **ACAP:** Calificación de los analistas.
- **AEXP:** Experiencia del personal en aplicaciones similares.
- **PCAP:** Calificación de los programadores.
- **VEXP:** Experiencia del personal en la máquina virtual.
- **LEXP:** Experiencia en el lenguaje de programación a usar

Atributos de Proyecto

- **MODP:** Uso de prácticas modernas de programación.
- **TOOL:** Uso de herramientas de desarrollo de software.

- **SCED:** Limitaciones en el cumplimiento de la planificación.

2.6.2. Costos según la imputación de los factores a los productos

Según Pyme.net (2023), cuando se analiza el origen de los costos en la producción, se observan dos categorías clave que ayudan a comprender su asignación y su relación con los productos manufacturados:

- **Costos directos:** Estos costos son aquellos que pueden ser atribuidos directamente a un producto específico. En otras palabras, son los gastos que se pueden investigar de manera precisa en la producción de un artículo en particular. Entre los ejemplos de costes directos se encuentran la mano de obra requerida para la fabricación de un producto, el tiempo empleado en su producción y el valor de la materia prima utilizada en su creación. Estos costos son fácilmente identificables y se relacionan estrechamente con la producción de un producto en particular.
- **Costos indirectos:** Por otro lado, los costes indirectos son aquellos gastos que no pueden atribuirse directamente a un producto específico de la empresa. Estos costos requieren un proceso de asignación o reparto, ya que no se relacionan de manera directa con un artículo en particular. En lugar de ser asignados de manera individual, estos costos se distribuyen a través de un criterio de reparto a lo largo de varios productos o actividades de la empresa. Ejemplos de costos indirectos incluyen el alquiler de instalaciones que se utilizan para múltiples productos o servicios, así como los suministros generales de energía que se emplean en diversas áreas de la empresa. La asignación de costos indirectos es fundamental para calcular el precio de venta final y comprender la rentabilidad de los productos o servicios ofrecidos por la empresa.

Costos de Prototipo

En el estudio realizado por Bonell M. (2021) se lleva a cabo un análisis económico del proyecto, que implica la identificación y desglose de diversos costos asociados a su desarrollo. El estudio se distingue por su capacidad de separar y

categorizar los costos. relacionados con el tiempo invertido en las diferentes etapas de elaboración, los costos de los materiales utilizados y otros gastos relacionados con el proyecto.

En la Tabla 5, se muestra un ejemplo de los costos de ingeniería, en la elaboración de prototipos.

Tabla 5
Costos de ingeniería

Costos directos	
Descripción	Precio total
Diseño de software	00.00
Diseño de hardware	00.00
Diseño placa PCB	00.00
Montaje de hardware	00.00
Depuración de software	00.00
Pruebas funcionales	00.00
TOTAL	00.00

Nota. En la Tabla 5 se muestra un ejemplo del costo de ingeniería de elaboración de un prototipo. Fuente: Bonell M. (2021).

En la Tabla 6 se proporciona un ejemplo ilustrativo de los costos de materiales incurridos en el proceso de elaboración de prototipos. Esta tabla presenta un desglose detallado de los gastos relacionados con los materiales específicos utilizados en la creación de prototipos, lo que incluye componentes, insumos, herramientas y cualquier otro recurso material necesario para llevar a cabo este proceso. Este análisis pormenorizado de los costos de materiales en la elaboración de prototipos resulta esencial para precisar y evaluar el impacto económico de esta fase en el desarrollo del proyecto. La información proporcionada en la Tabla 6 es fundamental para la toma de decisiones informadas y la planificación efectiva de recursos en proyectos que involucren la creación de prototipos.

Tabla 6*Costos de materiales*

Referencia	Descripción	Unidades
	Microcontrolador PIC18F4550-	
PIC18f2550	PDIP	1
Resistores varios	1K Ω y 10K Ω	2
Condensadores cerámicos	27pF	2
Condensadores poliester	100nF	1
Condensadores poliester	470nF	1
Condensador electrolítico	22uF	1
Cristal de cuarzo	4MHz	1
Placa fotosensible	emulsionada positiva 100x160mm	1
Zocalo	28 pines torneado	1
Pulsadores		2
Tiras	Ci macho 40 pin	2
Acelerometro	1,5g,2,4g, and 6g Triple Axis	1
SCD-03	6 HS-645 servomotor	2
	Aluminium Multi-Purpose servo	
ASB-04B	bracket Two pack	4
	Aluminium C servo bracket with	
ASB-09B	ball bearing two pack	5
BAT-05	Batería	1
BT-01	Cuerpo	1
Programador	PICKIT2	1

Nota. En la Tabla 6 se muestra un ejemplo del costo de materiales que se usan para la elaboración de un prototipo en cuanto al hardware. Fuente: Bonell M. (2021).

En la Tabla 7, se presenta un ejemplo representativo del costo total relacionado con el proceso de elaboración de prototipos. Este costo total abarca tanto los gastos de materiales como los costos laborales, junto con otros diseños directos e indirectos relacionados con el proceso de creación de prototipos. Esta información Resulta fundamental para evaluar y gestionar de manera efectiva la inversión económica requerida en esta etapa del proyecto.

Tabla 7

Costos totales

COSTO TOTAL	
Descripción	Precio Total
Costos directos	00.00
Costos de materiales	00.00

Nota. En la Tabla 7 se muestra un ejemplo del costo total, para la elaboración de prototipos. Fuente: Bonell M. (2021).

Habiendo descrito los costos para el desarrollo de prototipos, en el cual se opta por emplear el método de estimación de software COCOMO II, además de la imputación de los factores a los distintos componentes del producto, permitiendo evaluar tanto los costos directos como los indirectos, se procede a describir la seguridad, ya que es un factor de extrema importancia en el desarrollo de prototipos.

2.7. SEGURIDAD

La seguridad es un factor de extrema importancia en el diseño de dispositivos tecnológicos destinados a personas con discapacidad visual. Para garantizar la seguridad de los usuarios, es imperativo que estos dispositivos estén equipados con protección que resguarden la integridad física de quienes los utilizan. Esto incluye la construcción cuidadosa de los dispositivos para prevenir posibles cortocircuitos o problemas en la alimentación eléctrica que puedan representar un riesgo.

Asimismo, es esencial evitar que el dispositivo entre en contacto directo con alimentos líquidos, ya que esto podría aumentar el riesgo de contaminación a enfermedades. Mantener una separación adecuada entre el dispositivo y los alimentos bebibles es una medida clave para garantizar la higiene y la seguridad del usuario. Además de estas precauciones, se debe priorizar la facilidad de uso, asegurándose de que la interacción con el dispositivo sea intuitiva y cómoda para las personas con discapacidad visual. Estos enfoques conjuntos aseguran que los dispositivos tecnológicos cumplan con los estándares de seguridad necesarios, proporcionando una experiencia segura y efectiva para los usuarios con discapacidad visual

Tras llevar a cabo un análisis total de la seguridad del prototipo, se procede a describir las herramientas de software y hardware que se emplearan en la fase de elaboración de prototipos. Estas herramientas se eligen cuidadosamente con el objetivo de garantizar tanto la seguridad como la eficiencia en el desarrollo del prototipo, brindando una solución integral que cumpla con los estándares de calidad y facilita la experiencia del usuario con discapacidad visual.

2.8. HERRAMIENTAS

En este apartado, se describe todas las herramientas, tanto de software y de hardware que serán utilizadas en el proceso de desarrollo y construcción del prototipo indicador del nivel de líquidos para personas con discapacidad visual.

2.8.1. Herramientas de Software

En las siguientes secciones se describen las características del software para la realización del prototipo.

2.8.1.1. Proteus

Puertas O. (2015) menciona que Proteus es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción. La aplicación Proteus está compuesta básicamente por dos programas principales: Isis, que se utiliza para el diseño del esquema electrónico, y Ares, que sirve para el diseño de la placa de circuito impreso a partir del esquema electrónico. Estos elementos están perfectamente integrados entre sí. A continuación, se hace una descripción de cada uno de estos componentes:

- **Esquema electrónico (ISIS)**

ISIS. Es una herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6,000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.

ISIS se constituye la herramienta principal dentro de Proteus, destacando por su potente entorno de diseño y su capacidad excepcional para controlar el

aspecto final de los dibujos. Esta aplicación resulta ideal para agilizar la creación de esquemas electrónicos complejos, tanto diseñados para tareas de simulación y pruebas como para la construcción de equipos electrónicos. Facilita la elaboración de esquemas electrónicos de circuitos que se deseen diseñar posteriormente a través del entorno ARES. Además, cuenta con una amplia colección de librerías de componentes predefinidos y brinda la posibilidad de crear componentes personalizados junto con sus modelos para la simulación.

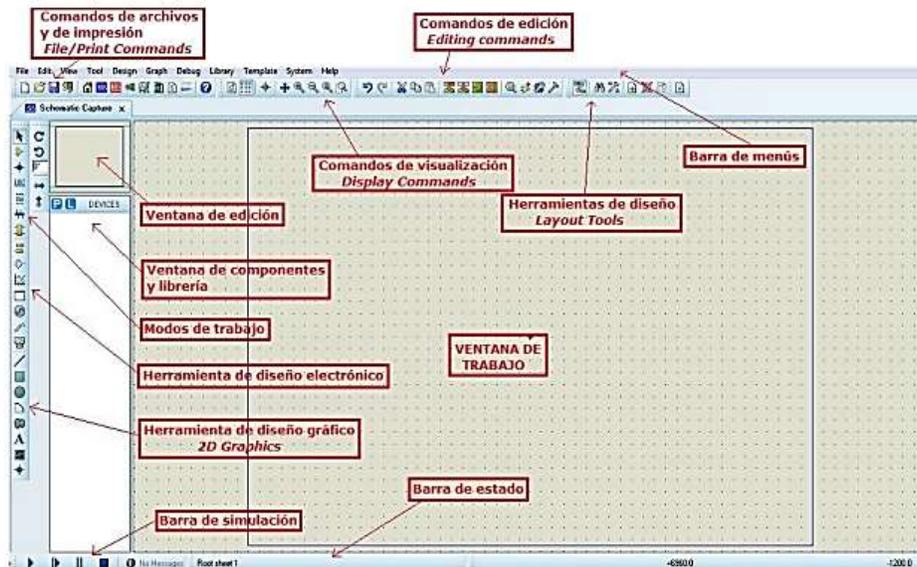
Ventana principal

Al ejecutar el módulo ISIS se visualizará su ventana principal en la pantalla. En la parte superior de esta ventana, se ubica la barra de menús, que contiene las opciones y funciones disponibles. La parte más extensa de la pantalla, conocida como ventana de trabajo, cumple la función de lienzo en el cual se representará el diseño electrónico. En este espacio, puedes colocar los diferentes componentes del circuito y establecer conexiones entre ellos de manera visual y práctica. Esta interfaz te brinda una plataforma intuitiva para la creación y visualización de tus diseños electrónicos, simplificando el proceso de construcción y simulación de circuito

En la Figura 6, se presenta la ventana de trabajo principal de ISIS, la cual constituye el espacio central para la representación visual del diseño electrónico. En esta interfaz, los diseñadores pueden dar vida a sus esquemas electrónicos de manera intuitiva, el cual proporciona un ambiente de trabajo versátil que facilita la construcción y la visualización detallada de los diseños, lo que resulta esencial para el proceso de desarrollo y simulación de circuitos electrónicos.

Figura 6

Ventana principal de ISIS



Nota. La Figura 6, fue tomado de Fabricación de placas de circuito impreso con proteus (p. 37), por O. Puertas G. (2015). Fuente: www.Fabricacion_PCBs_MANUAL.pdf

- **Diseño PCB (ARES)**

ARES. Es una herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas. Con ARES el trabajo arduo de la realización de las placas de circuito impreso recae sobre el PC, en lugar de sobre el diseñador. ARES es la herramienta de Proteus dedicada exclusivamente para el diseño de placas de circuito impreso (PCB). Está plenamente integrada con la herramienta ISIS.

Una vez diseñado el esquema electrónico en ISIS se genera automáticamente la lista de redes (NETLIST). ARES es capaz de recibir esta lista de redes para diseñar, a partir de ella, la placa de circuito impreso. De esta forma se asegura que la placa tenga unidos entre sí los pines de forma idéntica a como está definido en el esquema electrónico.

Cualquier modificación que se realiza en el esquema, podrá ser reenviado desde ISIS a ARES, donde aparecerán resaltados los cambios que se hayan producido. De esta forma la modificación y rediseño de la placa se realizará de forma mucho más simple y segura.

ARES se suministra con una extensa y completa librería que incluye los formatos de encapsulado de la mayoría de los componentes convencionales, como circuitos integrados, transistores, diodos, resistencias, etc. La información del encapsulado incluye, como es lógico, la huella (footprint) del componente. Además, incorpora herramientas para la creación directa de las huellas de nuevos componentes que no se incluyan en las librerías estándar suministradas.

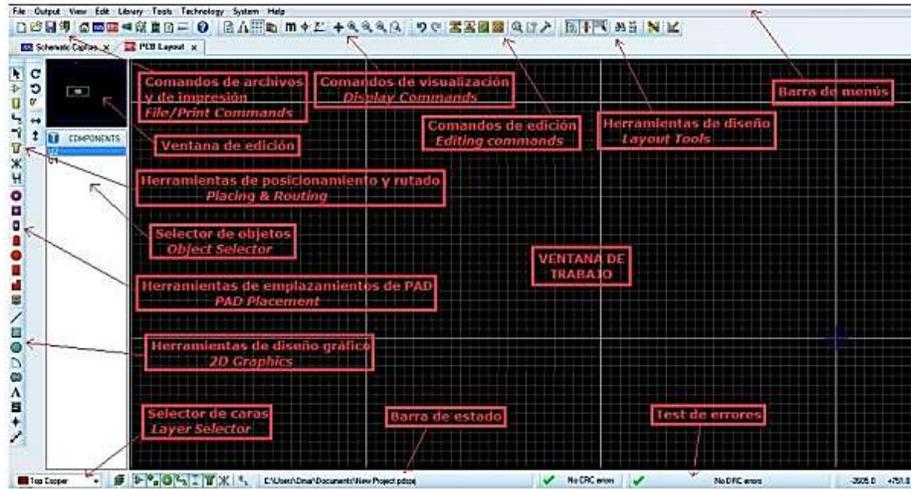
Ventana principal

Al ejecutar el módulo ARES se visualizará su ventana principal. En la parte superior de la pantalla se encuentra la barra de menús. El área más grande de la pantalla recibe el nombre de ventana de trabajo y es la zona donde se llevará a cabo el trabajo con la PCB. El área más pequeña, situada en la zona superior izquierda se llama ventana de edición. En ella se puede ver, a una escala reducida, el dibujo completo independientemente de la sección que se esté visualizando en la ventana de trabajo en ese momento. Como excepción, cuando un objeto es seleccionado en la ventana Selector de Objetos, la ventana de edición se utiliza para presentar una vista del objeto seleccionado.

En la Figura 7, se muestra la ventana de trabajo principal de ARES, la cual desempeña un papel central en la representación del diseño de PCB. Esta interfaz proporciona un espacio clave para la construcción de esquemas de placas de circuito impresos de manera clara y efectiva. Dentro de esta ventana de trabajo, los diseñadores pueden disponer y conectar componentes electrónicos de forma precisa, definiendo las conexiones y trazados necesarios en la placa. Este ambiente de trabajo facilita la creación detallada de diseños de PCB, lo que resulta fundamental para el proceso de desarrollo y diseño de circuitos electrónicos, permitiendo una visualización completa y precisa de las placas antes de su producción.

Figura 7

Ventana principal de ARES



Nota. La Figura 7, fue tomado de Fabricación de placas de circuito impreso con proteus (p. 46), por O. Puertas G. (2015). Fuente: www.Fabricacion_PCBs_MANUAL.pdf

2.8.1.2. PIC C Compiler

Es un software diseñado para programación de microcontroladores PIC. Cuenta con una amplia variedad de dispositivos PIC compatibles con el software.

De acuerdo con Breijo E. (2008) el compilador C de CCS ha sido desarrollado específicamente para PIC MCU, obteniendo la máxima optimización del compilador con estos dispositivos. Dispone de una amplia librería de funciones predefinidas, comandos de preprocesados y ejemplos. Además, suministra los controladores (drivers) para diversos dispositivos como LCD, convertidores AD, relojes en tiempo real, EEPROM serie, etc. Un compilador convierte el lenguaje de alto nivel a instrucciones en código maquina; un (cross-compiler) es un compilador que funciona en un procesador (normalmente en un PC) diferente al procesador objeto. El compilador CCS C es un (cross-compiler). Los programas son editados y compilados a instrucciones maquina en el entorno de trabajo del PC, el código maquina puede ser cargado del PC al sistema PIC mediante el ICD2 (o mediante cualquier programador)

y puede ser depurado (puntos de ruptura, paso a paso) desde el entorno de trabajo del PC.

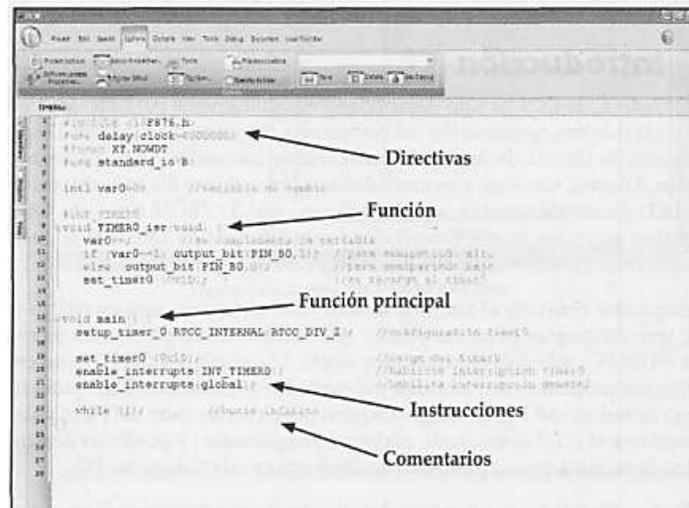
Estructura de un programa

Para desarrollar un programa en lenguaje C utilizando el entorno CCS S es esencial considerar una serie de elementos fundamentales en su estructura, tal como se ilustra en la Figura 8.

- **Directivas de preprocesado:** Controla la conversión del programa a código máquina por parte del compilador.
- **Programas o funciones:** Conjunto de instrucciones, siendo que puede haber uno o varios; en cualquier caso siempre debe haber uno definido como principal mediante la inclusión de la llamada (main()).
- **Instrucciones:** Indican como el PIC debe comportarse en todo momento.
- **Comentarios:** Permiten describir lo que significa cada línea del programa.

Figura 8

Estructura básica de un programa PIC



```
#include <P18F.h>
#define delay_clock 4000000
#define XT_NOMD1
#define standard_io

int1 var0=0; //variable de estado

void TIMER0_isr(void)
{
    var0++; //incrementa la variable
    if (var0==1) output_bit(PIN_B0,1); //pone el pin B0 a 1
    else output_bit(PIN_B0,0); //pone el pin B0 a 0
    set_timer0(0); //reajusta el timer
}

void main()
{
    setup_timer_0(RTCC_INTERNAL_RTCC_DIV_1); //configuración timer0
    set_timer0(0); //ajuste del timer
    enable_interrupts(INT_TIMER0); //habilita interrupción timer0
    enable_interrupts_global(); //habilita interrupción general
    while(1); //bucle infinito
}
```

Annotations in the image:

- Directivas:** Points to the `#include` and `#define` lines.
- Función:** Points to the `void TIMER0_isr(void)` function definition.
- Función principal:** Points to the `void main()` function definition.
- Instrucciones:** Points to the `set_timer0(0);` and `enable_interrupts(INT_TIMER0);` lines.
- Comentarios:** Points to the `//variable de estado` and `//bucle infinito` lines.

Nota. La Figura 8 muestra una estructura básica de un programa con PIC, tomado de *Compilador C CCS y simulador Proteus* (p. 24). Fuente: E. Breijo G. (2008)

2.8.1.3. PICKit2 Programmer

Como se menciona en la página web de Microchip (2023) el programador/depurador de desarrollo PICKit™ 2 (PG164120) es una herramienta de desarrollo de bajo costo con una interfaz fácil de usar para programar y depurar las familias de microcontroladores Flash de Microchip. La completa interfaz de programación de Windows® es compatible con las familias de microcontroladores de línea de base (PIC10F, PIC12F5xx, PIC16F5xx), de gama media PIC12F6xx, PIC16F, PIC18F, PIC24 y PIC32 de 8 bits, 16 bits y 32 bits. Con el potente entorno de desarrollo integrado (IDE) MPLAB de Microchip, el PICKit2 permite la depuración en circuito en la mayoría de los microcontroladores. La depuración en circuito ejecuta, detiene y realiza pasos individuales del programa mientras el microcontrolador PIC está integrado en la aplicación. Cuando se detiene en un punto de interrupción, los registros del archivo se pueden examinar y modificar.

En la Figura 9, se muestra la ventana principal del Programador PICKit 2, en el cual se carga el archivo “hex” para grabar el código al PIC.

Figura 9

Ventana principal de PICKit 2 Programmer



Nota. La Figura 9, fue tomado por PIC Microcontroller (2023). Fuente: <https://pic-microcontroller.com/pickit-2-download-develop-your-own-usb-pickit-ii-programmer/>

2.8.1.4. Autodesk fusión 360

De acuerdo a la página web de Autodesk (2023) Autodesk Fusión 360 es una plataforma de software CAD 3D, CAM, CAE y de circuitos impresos de modelado 3D basada en la nube para el diseño y la manufactura de productos.

- Diseña y proyecta productos según la preferencia para asegurar su adecuación en términos de estética, forma y función.
- Proyecta, diseña y crea utilizando una amplia gama de componentes electrónicos personalizados y herramientas de diseño de circuitos impresos

Beneficios de fusión 360

- **Desafía los límites con el modelado 3D**

Diseña y fabrica productos con herramientas de modelado 3D paramétrico, de formas libres, directo y de superficies.

- **Precisión de ingeniería para todos los flujos de trabajo**

Reduce el impacto de los cambios de diseño e ingeniería con colaboración y simulación centralizadas.

- **Pasa del diseño a la manufactura más rápido**

Importa y edita diseños con traductores de datos CAD para más de 50 tipos de archivos mediante CAD/CAM integrado.

2.8.1.5. Ultimaker Cura

Como menciona en la página web de UltiMaker (2023) UltiMaker Cura es un software de impresión 3D gratuito y fácil de usar en el que confían millones de usuarios. Ajusta el modelo 3D con más de 400 configuraciones para obtener los mejores resultados de corte e impresión.

- **Funciones de corte**

En el corazón de UltiMaker Cura se encuentra su potente motor de corte de código abierto, construido a través de años de desarrollo interno experto y contribuciones de los usuarios.

- Los perfiles de intención imprimen aplicaciones específicas con solo hacer clic en un botón
- Los perfiles recomendados probados durante miles de horas garantizan resultados fiables
- El modo personalizado brinda más de 400 configuraciones para un control granular
- Las actualizaciones periódicas mejoran constantemente las funciones y la experiencia de impresión.

- **Flujo de trabajo integrado**

- Perfecta integración con todos los productos de UltiMaker
- Integración del complemento CAD con SolidWorks, Siemens NX, Autodesk Inventor y más
- Tipos de archivos compatibles: STL, OBJ, X3D, 3MF, BMP, GIF, JPG, PNG
- UltiMaker Cura es un software gratuito y de código abierto

2.8.2. Herramientas de Hardware.

A continuación, se describe las características más resaltantes de los componentes electrónicos para el desarrollo del prototipo tecnológico que identifica el nivel del líquido:

2.8.2.1. Microcontrolador PIC16F628A

En la Figura 10, se muestra una imagen del microcontrolador PIC16F628a, el cual está compuesta de 18 pines.

Figura 10

Microcontrolador PIC16F628A



Nota. La Figura 10, por MV Electrónica (2018). Fuente:
<https://mvelectronica.com/producto/microcontrolador-pic16f628a>

Un microcontrolador se asemeja a una computadora de tamaño reducido. Incluye una memoria para almacenar programas y otra para guardar datos, además de disponer de puertos de entrada y salida. A menudo, se incorporan puertos seriales (RS-232), conversores analógicos/digitales, generadores de pulsos PWM para controlar motores y diversas funciones adicionales. Aunque carecen de teclado y monitor, es posible verificar el estado de teclas individuales o emplear pantallas LCD o LED para mostrar información

El pic16f628a es un microcontrolador de 8 bit, que incluye una arquitectura RISC avanzada, y un conjunto reducido de 35 instrucciones. Además, este dispositivo incorpora tres características fundamentales del pic16f628a, (MV Electrónica, 2018):

- **El PIC 16F628 incorpora tres características importantes que son:**
 - Procesador tipo RISC (Procesador con un Conjunto Reducido de Instrucciones)
 - Procesador segmentado
 - Arquitectura HARVARD

Con estos recursos el PIC es capaz de ejecutar instrucciones solamente en un ciclo de instrucción. Con la estructura segmentada se pueden realizar

simultáneamente las dos fases en que se descompone cada instrucción, ejecución de la instrucción y búsqueda de la siguiente.

La separación de los dos tipos de memoria son los pilares de la arquitectura Harvard, esto permite acceder en forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la de instrucciones. El tener memorias separadas permite que cada una tenga el ancho y tamaño más adecuado. Así en el PIC 16F628a el ancho de los datos es de un byte, mientras que la de las instrucciones es de 14 bits.

- **Características generales del PIC16F628A**

- Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Tan solo 35 instrucciones que aprender a utilizar.
- Oscilador interno de 4MHz
- Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos (*goto* y *call*), que requieren 2 ciclos. El cual se debe de especificar que un ciclo de máquina se lleva 4 ciclos de reloj, si se utiliza el reloj interno de 4MHz, los ciclos de máquina se realizarán con una frecuencia de 1MHz, es decir que cada instrucción se ejecutará en 1 μ S (microsegundo)
- Opera con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns)
- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro)
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro)
- Stack de 8 niveles
- 16 terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA
- 3 temporizadores
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM

En la Tabla 8, se muestran los Datos Técnicos del microcontrolador PIC16F628A.

Tabla 8*Datos Técnicos del PIC16F628A*

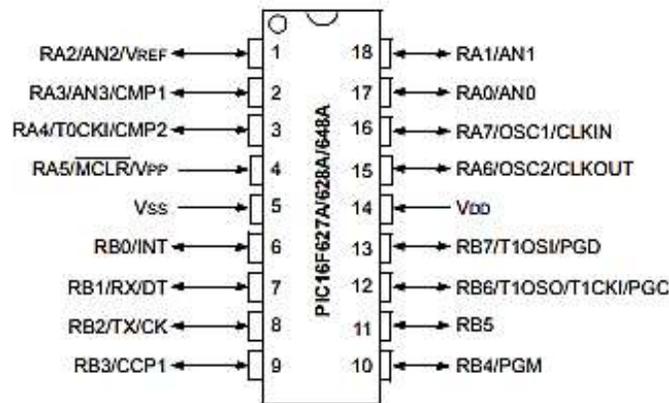
PIC	16F628A	
Voltaje de alimentación	5v	
Memoria de programa	2 KB	
Memoria SRAM	224 Bytes	
Memoria EEPROM	128 Bytes	
Numero de pines E/S	16	
Salidas PWM	2	
Comunicación	SP1	NO
	12C	NO
	USART	SI
Temporizador de 8 Bytes	2	
Temporizador de 16 Bytes	1	
Numero de pines	18	
Osciladores	Frecuencia máxima	20 MHz
	Oscilador interno	4 MHz

Nota. La Tabla 8 muestra los datos técnicos del PIC16F628A, datos tomados de MV Electrónica (2018). Fuente: <https://mvelectronica.com/producto/microcontrolador-pic16f628a>.

En la Figura 11, se muestra la distribución de pines del microcontrolador PIC16f628a. Cabe mencionar que, para el desarrollo del prototipo indicador del nivel de líquido, se emplean los pines de alimentación Vss y Vdd, como también los pines de entrada y salida (RA5/Vpp, RB0/INT, RB2/TX/CK, RA0/AND) y por ultimo los pines RA7/OSC1/CLKIN y RA6/OSC2/CLKOUT.

Figura 11

Distribución de pines del PIC16F628A



Nota. La Figura 11 muestra la distribución del microcontrolador PIC16F628A, datos tomados de Microchip (p. 4). Fuente: Microchip Technology Incorporated, Data Sheet. Printed in the U.S.A. (2009).

Para la implementación del prototipo que mide la distancia del líquido a través de un sensor ultrasónico y emite una señal de sonido cuando el vaso alcanza su capacidad máxima, se asignan funciones clave a varios pines. La disposición de pines del microcontrolador PIC16f628a se detalla al uso específico de cada uno de ellos en el desarrollo del prototipo.

En primer lugar, se utilizan los pines de alimentación, el Vss y el Vdd, para garantizar la energía necesaria, para el funcionamiento del sistema. Además, se emplean pines de entrada y salida, como el RA5, RA0, RB0 y RB2, que se encargan de la interacción con los componentes del circuito, incluido el sensor ultrasónico y el buzzer pasivo, permitiendo la captación de datos y la emisión de la señal de sonido.

En cuanto al oscilador, se requieren los pines RA7 y RA6, para mantener una referencia temporal precisa en el prototipo, utilizando un cristal de 4 MHz. Estos componentes son esenciales para la sincronización y el control de la medición de la distancia y la emisión del aviso acústico cuando el vaso alcanza su capacidad máxima.

El conjunto de pines del microcontrolador PIC16f628a se utiliza de manera estratégica para lograr un funcionamiento efectivo del prototipo, asegurando que todas

las operaciones se ejecuten de manera coordinada y precisa, lo que da como resultado a un sistema confiable y funcional.

En la Tabla 9, se muestra la descripción completa de los pines del microcontrolador PIC16F628A.

Tabla 9

Descripción de los pines de los Puerto A y B

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RA0/AN0	RA0	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN0	AN	—	Analog comparator input
RA1/AN1	RA1	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN1	AN	—	Analog comparator input
RA2/AN2/VREF	RA2	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN2	AN	—	Analog comparator input
	VREF	—	AN	VREF output
RA3/AN3/CMP1	RA3	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN3	AN	—	Analog comparator input
	CMP1	—	CMOS	Comparator 1 output
RA4/T0CKI/CMP2	RA4	ST	OD	Bidirectional I/O port
	T0CKI	ST	—	Timer0 clock input
	CMP2	—	OD	Comparator 2 output
RA5/MCLR/VPP	RA5	ST	—	Input port
	MCLR	ST	—	Master clear. When configured as MCLR, this pin is an active low Reset to the device. Voltage on MCLR/VPP must not exceed V _{DD} during normal device operation.
	VPP	—	—	Programming voltage input
RA6/OSC2/CLKOUT	RA6	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	OSC2	—	XTAL	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode.
	CLKOUT	—	CMOS	In RC/INTOSC mode, OSC2 pin can output CLKOUT, which has 1/4 the frequency of OSC1.
RA7/OSC1/CLKIN	RA7	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	OSC1	XTAL	—	Oscillator crystal input
	CLKIN	ST	—	External clock source input. RC biasing pin.
RB0/INT	RB0	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	INT	ST	—	External interrupt
RB1/RX/DT	RB1	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	RX	ST	—	USART receive pin
	DT	ST	CMOS	Synchronous data I/O
RB2/TX/CK	RB2	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	TX	—	CMOS	USART transmit pin
	CK	ST	CMOS	Synchronous clock I/O
RB3/CCP1	RB3	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	CCP1	ST	CMOS	Capture/Compare/PWM I/O

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RB4/PGM	RB4	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	PGM	ST	—	Low-voltage programming input pin. When low-voltage programming is enabled, the interrupt-on-pin change and weak pull-up resistor are disabled.
RB5	RB5	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB6/T1OSO/T1CKI/PGC	RB6	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSO	—	XTAL	Timer1 oscillator output
	T1CKI	ST	—	Timer1 clock input
	PGC	ST	—	ICSP™ programming clock
RB7/T1OSI/PGD	RB7	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSI	XTAL	—	Timer1 oscillator input
	PGD	ST	CMOS	ICSP data I/O
Vss	Vss	Power	—	Ground reference for logic and I/O pins
Vdd	Vdd	Power	—	Positive supply for logic and I/O pins

Legend: O = Output
 — = Not used
 TTL = TTL Input
 CMOS = CMOS Output
 I = Input
 OD = Open Drain Output
 P = Power
 ST = Schmitt Trigger Input
 AN = Analog

Nota. La Tabla 9 muestra una descripción general del microcontrolador PIC16F628A, datos tomados de Microchip (p. 13 y 14). Fuente: Microchip Technology Incorporated, Data Sheet. Printed in the U.S.A. (2009).

2.8.2.2. Programador de microcontroladores PIC

El programador de microcontroladores PIC es de bajo costo y de muy alto rendimiento. Ofrece compatibilidad con una amplia variedad de microcontroladores, lo que permite la lectura, encriptación y otras funciones. La comunicación con el dispositivo se establece a través de un conector USB, garantizando una programación rápida, estable y confiable. Como también, dispone de un zócalo de 40 pines que permite la programación directa de microcontroladores de ocho hasta cuarenta pines.

El programador viene con un cable de conexión con el cual se puede llevar a cabo programación ICSP. Además de que el software de instalación es compatible con Windows 98/2000/NT/XP/Vista/7 (Electronilab, 2023).

En la Figura 12, se muestra una imagen del programador de microcontroladores PIC, donde se puede programar microcontroladores de 8 pines hasta 40 pines.

Figura 12

Programador de Microcontroladores PIC



Nota. La Figura 12 muestra un programador de microcontroladores PIC el cual es compatible con PIC de ocho hasta 40 pines, por Electronilab (2023). Fuente: <https://electronilab.co/>.

2.8.2.3. Sensor ultrasónico HC-SR04

El sensor HC-SR04 es un dispositivo económico y versátil que se utiliza para medir distancias. Puede medir distancias en un rango que va desde dos centímetros hasta 400 centímetros. Es uno de los sensores muy utilizados en una amplia variedad, de proyectos, debido a su reducido tamaño, consumo eficiente de energía y precisión. Lo que realmente diferencia al sensor de ultrasonidos HC-SR04 es su diseño en cuanto a los pares de ojos, una característica singular que lo convierte en una herramienta valiosa para medir distancias. Este par de ojos consta de un emisor y un receptor de ultrasonidos que operan a una frecuencia de 40KHz, una frecuencia inaudible para las personas. Esta capacidad permite al sensor calcular distancias con una precisión considerable.

Según Obando E. (2015), los ultrasonidos son sonidos que se asemejan en gran medida a los sonidos que se escuchan en la vida cotidiana, con la particularidad de que utilizan frecuencias superiores a las que son audibles para el oído humano. Estas frecuencias se sitúan en el rango de los 40KHz, en contraste con el rango de audición humana, que abarca desde los 16Hz hasta los 20KHz.

En la Figura 13, se muestra el sensor HC-SR04 el cual está compuesto por un emisor y receptor de ultrasonidos.

Figura 13

Sensor ultrasónico HC-SR04



Nota. En la Figura 13 se muestra un sensor ultrasónico HC-SR04, por Datasheet HC-SR04 (2023). Fuente: <https://leantec.es>.

- **Descripción de pines del sensor:**

- **Vcc:** Pin de alimentación. (5V)
- **Trigger:** Pin de disparo del ultrasonido.
- **Echo:** Pin de recepción del ultrasonido.
- **Gnd:** Pin negativo de alimentación.

- **Características principales del sensor HC-SR04:**

- Voltaje de trabajo o tensión: 5V.
- Corriente de trabajo o consumo en funcionamiento: 15mA.
- Corriente estática o consumo en reposo: normal 2mA.
- Frecuencia de trabajo o frecuencia de las ondas ultrasónicas que emite: 40KHz.
- Angulo de medición: 30°, efectivo inferior a 15°.
- Rango de funcionamiento o detección de distancia: 2 cm a 400 cm [4.5m]. A más de 400 cm puede haber detección, pero no se garantiza una buena medición.
- Precisión: puede variar entre los 2 o 3 mm.
- Señal de salida (trigger): pulso inicial de 10 μ s a nivel TTL.

- Señal de entrada (echo): pulso a nivel TTL de una duración igual al tiempo de ida y vuelta de los ultrasonidos desde el sensor, hasta el obstáculo al cual se desea medir la distancia.
- Ángulo de detección: 15 a 20 grados.

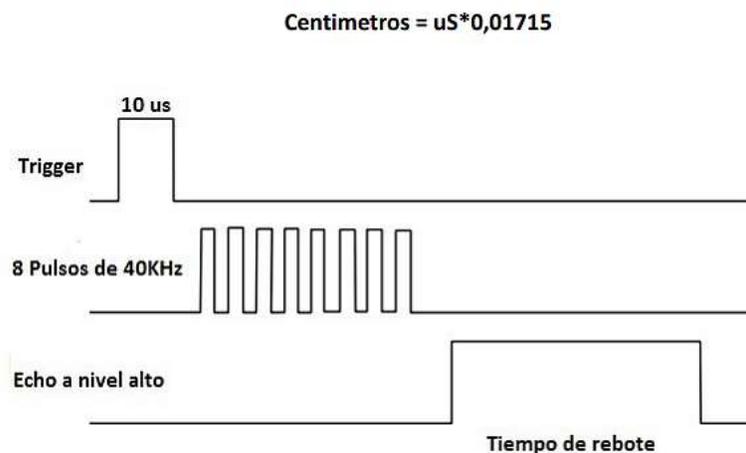
- **Funcionamiento y Diagrama de Temporización:**

En el diagrama de temporización se aprecia como solo es necesario aplicar un pulso de 10µS en el pin trigger para comenzar con la medición. A continuación, el sensor envía una serie de ocho pulsos de 40KHz y pone el pin de Echo a nivel alto. El pin Echo permanecerá a nivel alto hasta que se reciba el eco de los pulsos de 40KHz. Para saber a la distancia a la que se encuentra el objeto, solo hay que medir el tiempo al que está el pin Echo a nivel alto.

En la Figura 14, se muestra el funcionamiento y diagrama de temporización de los pulsos en KHz del sensor HC-SR04.

Figura 14

Diagrama de Temporización



Nota. En la Figura 14 se muestra el diagrama de temporización de los pulsos en KHz del sensor ultrasónico HC-SR04. Fuente: Obando E. (2015).

- **Aplicaciones de los sensores ultrasónicos**

Las aplicaciones de los sensores ultrasónicos son diversas entre las cuales se pueden destacar:

- Posicionamiento de robots
- Reconocimiento de personas
- Medición de altura y anchura
- Medición de nivel de llenado
- Control de caja entera
- Control de calidad

2.8.2.4. Modulo Buzzer Pasivo

El Buzzer Pasivo es un sensor piezoeléctrico que puede generar tonos de sonido en un rango que va desde 1.5Hz hasta 2.5kHz, y esto depende de la frecuencia de entrada que reciba, ya sea a través de retardos o mediante modulación de ancho de pulso (PWM). Este dispositivo transforma una señal eléctrica en una onda de sonido cuando se le suministra energía eléctrica, produciendo el sonido deseado. La característica distintiva de este módulo es que emite un tono a una frecuencia fija, lo que lo diferencia del Buzzer Activo. Sin embargo, es importante señalar que el Buzzer Pasivo no incorpora un oscilador interno y, por lo tanto, requiere que un microcontrolador le indique la frecuencia deseada para que suene.

Los zumbadores o Buzzers juegan un papel importante en las aplicaciones y proyectos electrónicos para generar señales de alarma, avisos, tonos entre otros. (MV Electrónica, 2018). Se dividen en dos grupos:

- **Zumbadores activos.** Generan un sonido de una frecuencia o tono fijo a partir de una tensión de alimentación como por ejemplo un nivel lógico alto.
- **Zumbadores pasivos.** Generan sonidos cuyos tonos dependen de la frecuencia de la señal que se le aplique. Su funcionamiento y uso es similar al de un altavoz.

Las características más relevantes son:

- Tensión de la señal entre 3 y 5V
- Resistencia interna de 42 ohmios

- Responde a un rango aproximado de frecuencias comprendido entre 100 y 10KHz

En la Figura 15, se puede observar dos tipos de buzzers pasivos el cual genera sonidos dependiendo de la señal que se aplica.

Figura 15

Modulo Buzzer Pasivo



Nota. La Figura 15 muestra dos tipos de módulos Buzzer Pasivos de MV Electrónica (2018). Fuente: <https://mvelectronica.com>

2.8.2.5. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es un dispositivo que se utiliza para proporcionar energía adecuada a proyectos y prototipos que requieran una fuente de alimentación regulada, para evitar un corto circuito. Además, esta fuente de alimentación cuenta con dos opciones para la entrada de energía: a través de un puerto USB o un conector universal de 5,5 mm, que acepta voltajes en el rango de 6,5 a 12 voltios. También dispone de un interruptor para controlar el suministro de energía, generando una tensión de salida de 5 o 3,3 voltios con una corriente máxima de 700mA.

A continuación, se describen las características y especificaciones generales de la fuente de alimentación, que se usará para el desarrollo del prototipo indicador del nivel de líquido (FC Electronik, 2023).

Especificaciones y características

- Tipo: Fuente de voltaje
- Serie: MB-102
- Voltaje de entrada: 6.5 V a 12 V mediante el Jack

- Salida de voltaje en USB: 5 V
- Voltaje de salida de 2 líneas independientes: 3.3 V o 5 V (Seleccionables por el interruptor)
- Corriente máxima: 700 mA
- Potencia: 2.31 W a 3.5 W
- Botón: Encendido/apagado
- Conectores entrada: Plug invertido 5.5 mm X 2.1 mm y Jack USB-A
- Botón: Encendido/apagado

En la Figura 16, se muestra una imagen de un módulo de serie MB-102 que permite alimentar protoboards, además de que se emplea para el desarrollo de proyectos o prototipos, que requiera una fuente de alimentación regulada entre 5 o 3,3 voltios.

Figura 16

Fuente de alimentación regulable de 5 o 3.3 v



Nota. La Figura 16 muestra una fuente de alimentación regulable entre 5 o 3,3 voltios de FC Elektronik (2023).

Fuente: <https://fcelelectronik.com/>

2.8.2.6. Pilas Recargables CAFINI

La pila recargable es una batería eléctrica, también conocida como acumulador eléctrico o pila. Es un dispositivo que consta de una o varias celdas electroquímicas capaces de transformar la energía química almacenada en electricidad (Sawers,

2023). Las características de esta batería incluyen su tipo, que es de tipo Li-Ion y lleva la marca Cafini. Esta batería es especialmente adecuada para dispositivos de alto consumo, como cámaras digitales, grabadoras entre otros, ya que tiene una duración tres veces mayor que las pilas alcalinas en estos dispositivos. Además, es recargable y reutilizable, con una capacidad de 4,2 voltios y 8800 mAh.

En la Figura 17, se muestran las pilas recargables Cafini, el cual se empleará para la alimentación del prototipo indicador del nivel de líquido.

Figura 17

Pilas recargables



Nota. La Figura 17 muestra un par de pilas recargables Li-Ion de EPY Electrónica (2023). Fuente: <https://epyelectronica.com>

2.8.2.7. Porta baterías

La provisión de energía eléctrica es esencial en proyectos electrónicos, y el prototipo indicador de líquido no es una excepción a esta regla. Con la ayuda de esta porta pila, es posible utilizar dos baterías para alimentar el proyecto (MV Electrónica, 2018). Este soporte de baterías está diseñado para alojar dos pilas y está equipado con un cable de conexión en serie, lo que lo hace muy conveniente para proyectos que operan de manera autónoma sin necesidad de estar conectados a una fuente de alimentación externa. Además, esta porta baterías es ideal para uso en protoboard, circuitos impresos PCB y en la construcción de prototipos de dispositivos electrónicos

En la Figura 18 se muestra la caja de una porta batería doble.

Figura 18

Porta baterías



Nota. La Figura 18 muestra una porta batería que está diseñado para alojar dos pilas de MV Electrónica (2018).

Fuente: <https://mvelectronica.com>

2.8.2.8. Cristal Oscilador 4 MHz

Un oscilador de cristal de cuarzo se emplea para generar señales de reloj en circuitos digitales y de radiofrecuencia, aprovechando las propiedades piezoeléctricas del cuarzo para producir señales de frecuencia estable e independiente del voltaje de alimentación. Estos osciladores son comunes en los componentes fundamentales de un microcontrolador, ya que generan la señal de reloj para el funcionamiento de los sistemas internos, a menudo acompañados por condensadores cerámicos.

En cuanto a sus características, este oscilador tiene una frecuencia de 4 MHz (Megahertz) con una estabilidad de ± 50 PPM y una tolerancia de frecuencia de ± 20 PPM. La capacitancia de carga es de 30 pF, y puede funcionar en un rango de temperatura de -10°C a 60°C . Se presenta en un encapsulado metálico HC-49U/4H con dos patas y dimensiones de 1,2 cm x 1 cm x 0,3 cm. (MV Electrónica, 2018).

En la Figura 19, se muestra un cristal oscilador de 4 MHz, que desempeña un papel fundamental en la generación de señales de reloj tanto en circuitos digitales como en circuitos de radiofrecuencia.

Figura 19

Cristal oscilador 4 MHz



Nota. La Figura 19 muestra un cristal oscilador de 4 MHz de MV Electrónica (2018). Fuente: <https://mvelectronica.com>.

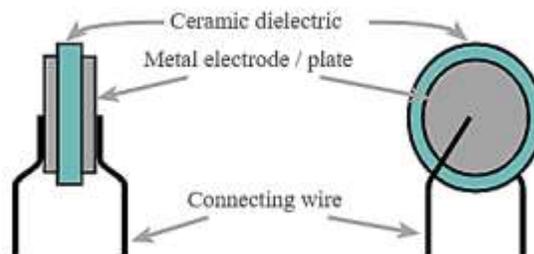
2.8.2.9. Capacitor cerámico

El capacitor cerámico es un componente pasivo empleado en electricidad y electrónica para almacenar energía, logrando esto a través de la creación de un campo eléctrico entre dos placas metálicas paralelas, generalmente de aluminio, separadas por un material dieléctrico, que en este caso es cerámica. Estos capacitores cerámicos soportan un voltaje máximo de 50v y el modelo en cuestión tiene una capacitancia de 22 pF (MV Electrónica, 2018).

En la Figura 20, se muestra una descripción interna del capacitor cerámico, el cual es un componente eléctrico pasivo que es capaz de almacenar una carga eléctrica.

Figura 20

Capacitor cerámico



Nota. La Figura 20 muestra un capacitor cerámico estos datos fueron obtenidos de MV Electrónica (2018). Fuente: <https://mvelectronica.com>.

Por lo general, estos capacitores están marcados utilizando un método conocido como el "método japonés", que emplea un código de tres cifras. En este código, las dos primeras cifras representan el valor absoluto del capacitor, mientras que la tercera cifra indica la cantidad de ceros que deben agregarse a las dos primeras para obtener la capacidad en picofaradios (pF). Por ejemplo, un condensador marcado como 104 tiene una capacidad de 100,000 pF, que también puede expresarse como 100 nF. Este método de marcado es común y es esencial para identificar y seleccionar el condensador adecuado en aplicaciones de electrónica y electricidad.

2.8.2.10. Resistencia de 1k ohmio

Las resistencias eléctricas son componentes semiconductores que desempeñan un papel crucial en la regulación de la corriente en circuitos eléctricos. Su versatilidad les permite cumplir diversas funciones, desde introducir un pequeño retraso en el funcionamiento de un circuito hasta generar frecuencias específicas para el control de aplicaciones. En este caso, se presenta una resistencia de 1 K Ω que puede manejar una potencia máxima de $\frac{1}{2}$ W (MV Electrónica, 2018).

Esta resistencia de 1K ohmios, con una tolerancia del 5%, es ampliamente utilizada en dispositivos electrónicos. Se distingue por su composición de carbón y sobre su estructura se le aplican franjas de colores para identificar su valor. Los colores utilizados son: marrón, negro, rojo y dorado, que se interpreta de la siguiente manera; el primer color representa el primer dígito, el segundo color corresponde al segundo dígito, el tercer color indica el multiplicador, y el cuarto color refleja la tolerancia del componente. Estos detalles son fundamentales en la selección y aplicación precisa de las resistencias en proyectos de electrónica.

En la Figura 21, se muestra un resistor de 1K ohmio además de los datos técnicos, su principal función es limitar el paso de la corriente en un circuito eléctrico.

Figura 21

Datos técnicos de un resistor de 1K ohmio



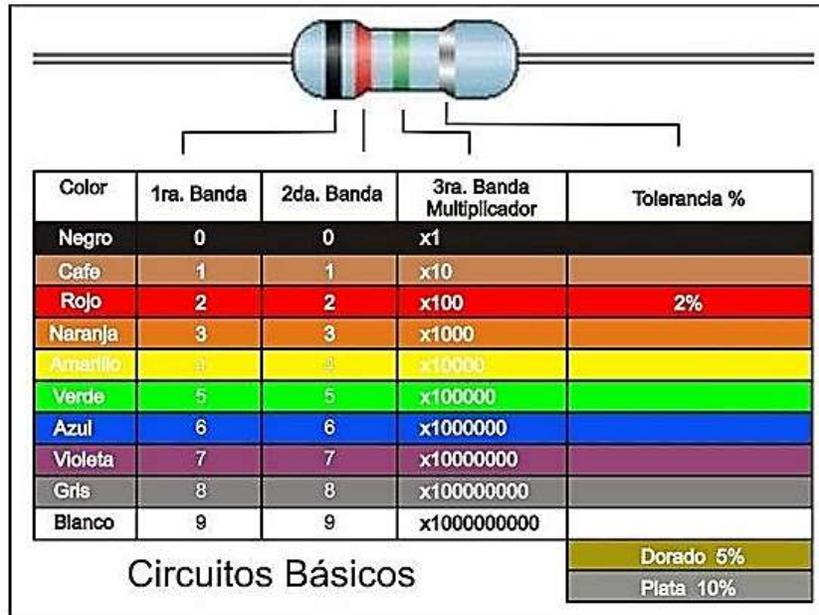
Datos Técnicos	Documentos
Resistencia	1 KΩ
Potencia	½ Watt
Tolerancia	5 %

Nota. La Figura 21 muestra los datos técnicos del resistor de 1k, mismos que fueron tomados de MV Electrónica (2018). Fuente: <https://mvelectronica.com>.

Las resistencias electrónicas están disponibles en una amplia gama de valores, para la identificación del valor de una resistencia específica se debe recurrir al uso del código de colores, como se ilustra en la Figura 22. Este sistema de código de colores es esencial para determinar con precisión la resistencia de un componente en circuitos electrónicos.

Figura 22

Código de colores



Nota. La Figura 22 muestra el sistema de código de colores, datos tomados de Área Tecnología (2023). Fuente: <https://www.areatecnologia.com>.

2.8.2.11. Switch de balancín On Off

El interruptor de balancín ON-OFF, también conocido como mini interruptor de encendido y apagado, es ampliamente utilizado en proyectos debido a su función principal de activar o desactivar el dispositivo en desarrollo. Las características esenciales de este interruptor de balancín ON-OFF, según MV Electrónica (2018), incluyen su modelo, que es KCD1-11, y su tipo, que es ON-OFF. Este interruptor opera con una corriente de 3A a 250v AC y 6A a 125v AC, siendo especialmente útil en aplicaciones de bajo voltaje y corriente. Además, tiene dos pines para su conexión, lo que facilita su incorporación en proyectos electrónicos y eléctricos.

En la Figura 23, se muestra un Mini interruptor de encendido y apagado, comúnmente conocido como ON-OFF, ampliamente empleado en proyectos debido a su función principal de activar o desactivar el dispositivo en desarrollo.

Figura 23

Switch de balancín On Off



Nota. En la Figura 23 se muestra un Switch conocido como On Off de MV Electrónica (2018). Fuente: <https://mvelectronica.com>.

2.8.2.12. Jumpers

Los jumpers son un conjunto de 40 cables que van de conector a conector, cada uno de un color diferente, lo que facilita la identificación de conexiones en proyectos de electrónica. Estos cables están hechos con conductores de cobre calibre 28 AWG y presentan conectores de latón niquelado que les otorgan durabilidad y resistencia a la corrosión. Su utilidad es especialmente evidente en proyectos que involucran componentes como Arduino, microcontroladores y protoboards, ya que permiten establecer conexiones de manera organizada y funcional. La variedad de colores y la calidad de los materiales son aspectos relevantes a considerar al incorporar estos jumpers en la elaboración de proyectos, asegurando una implementación eficaz y ordenada.

2.8.2.13. Placa virgen PCB

La placa de circuito impreso, conocida como placa PCB, es una pieza fundamental en la electrónica. Se trata de una lámina o superficie que aloja y conecta distintos componentes electrónicos, esenciales para el funcionamiento adecuado de cualquier dispositivo electrónico. Esta placa es, en esencia, el corazón de la mayoría de productos tecnológicos, desde dispositivos móviles hasta electrodomésticos y equipos industriales. La importancia de la placa PCB radica en su capacidad para proporcionar una base estructural y de conectividad necesaria entre los componentes electrónicos, lo que facilita la creación de dispositivos electrónicos compactos y funcionales.

2.8.2.14. Papel transfer PCB para circuitos impresos

El papel transfer PCB para circuitos impresos es un recurso diseñado para simplificar el proceso de creación de circuitos impresos en el ámbito de la electrónica. Su función principal es permitir la transferencia de trazados impresos desde un papel especial a una placa PCB, que es esencial en la fabricación de dispositivos electrónicos. Este papel se caracteriza por su capacidad de transferir la tinta con alta precisión y completa conductividad térmica, lo que garantiza que el diseño del circuito se plasma de manera total y completa en la placa. Su uso es particularmente beneficioso para quienes desean fabricar circuitos impresos de forma casera, ya que evita la necesidad de equipos costosos y brinda un método accesible para la creación de prototipos electrónicos.

2.8.2.15. Filamento PLA

El filamento PLA, o Ácido Poliláctico, es un material ampliamente utilizado en la impresión 3D, además de ser conocido por su facilidad de uso y versatilidad. El PLA se funde a temperaturas relativamente bajas en comparación con otros filamentos, lo que lo convierte en una opción ideal para impresoras 3D. Su uso es común en la creación de prototipos, piezas de diseño, juguetes y una amplia gama de objetos.

2.8.2.16. Impresora 3D

La impresora 3D es un dispositivo que desempeña un papel fundamental en la fabricación de objetos tridimensionales mediante un proceso de impresión aditiva. Este proceso implica la fusión y deposición precisa de material plástico en forma de rollo para crear modelos 3D. La versatilidad de estas impresoras las hace adecuadas para una amplia variedad de aplicaciones, desde la creación de prototipos y piezas personalizadas.

Todas estas herramientas serán empleadas en la creación y desarrollo del prototipo que identifica el nivel de líquidos diseñado para personas con discapacidad visual. La combinación de herramientas de software y hardware será fundamental para garantizar la funcionalidad y accesibilidad de este dispositivo, lo que contribuirá a mejorar la calidad de vida y la autonomía de las personas con discapacidad visual.

CAPÍTULO III

3. MARCO APLICATIVO

Desarrollando el fundamento teórico en que se sustenta el proyecto de grado, planteados los objetivos que se desean alcanzar y establecidos los recursos disponibles se procede a determinar el tipo de investigación.

3.1. IMPLEMENTACIÓN METODOLÓGICA

El desarrollo del proyecto se enmarca en la metodología basada en el libro “Diseño y desarrollo de productos” de Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger. El mismo abarca tres funciones principales en el desarrollo de un producto: Mercadotecnia, diseño y manufactura, pero para el diseño y construcción del prototipo indicador del nivel de líquido, solamente se usará la etapa del diseño de esta metodología.

En la Figura 24, se muestra las etapas de la metodología de Karl T. Ulrich contemplada en el proyecto.

Figura 24

Fases del diseño y desarrollo de productos



Nota. La Figura 24 muestra las fases de diseño y desarrollo de productos (p. 422). Fuente: Ulrich, Karl T., Eppinger (2009), Enfoque multidisciplinario. 4 ed. McGraw-Hill.

En el diseño y construcción del prototipo que identifica el nivel de líquidos para personas con discapacidad visual, se procede a la implementación de las fases y desarrollo de productos, siguiendo el proceso de desarrollo metodológico de Karl T. Ulrich. En un primer momento, se da inicio a la implementación y descripción de la fase inicial, que corresponde a la planeación del producto.

3.1.1. Planeación del Producto

En esta fase se contemplan los aspectos relacionados con el tipo de producto y su descripción, los objetivos, las restricciones, el mercado y los interesados en el producto. El resultado es el planteamiento de la misión del proyecto.

Esta actividad contiene la perspectiva general del producto que se diseñará, a través de la organización de ideas preliminares del dispositivo, las cuales se describen a continuación:

3.1.1.1. Tipo de producto y su descripción

El prototipo consiste en un dispositivo tecnológico que identifica el nivel del líquido para personas con discapacidad visual, el cual coadyuve de manera segura y confortable en la autosuficiencia de consumo alimentario de líquidos evitando desbordamiento tras una información sonora, de modo que la persona invidente podrá determinar que el recipiente se encuentra lleno de líquido.

3.1.1.2. Oportunidad del dispositivo

El valor que se le da a este prototipo que se encuentra reflejada en la funcionalidad que este ofrece al detectar el nivel del líquido y su costo el cual se estima que sea accesible, integrando componentes electrónicos utilizando un sensor que permita la identificación del nivel de líquidos, evitando desbordamiento tras una información sonora en la ingesta de líquidos para personas con discapacidad visual, a un precio menor de adquisición en comparación con otros dispositivos electrónicos y tecnológicos similares. Además, cabe recalcar que este dispositivo tecnológico funcional evita la introducción de las manos o dispositivo en la bebida, lo cual es diferente a las existentes en el mercado internacional, ofreciéndole al usuario la posibilidad de utilizar este dispositivo en el consume de líquidos, con el fin de mejorar su calidad de vida. Por otra parte, se puede afirmar que estos productos, como el que se propone en este proyecto, no son ampliamente fabricados y/o comercializados en el país, por lo que su precio e importación hacia el país es alto y en muchos casos los invidentes desconocen su existencia, lo que limita el acceso a estas herramientas.

3.1.1.3. Objetivo general

Desarrollar un dispositivo tecnológico funcional que identifique el nivel del líquido evitando desbordamiento en el llenado de un recipiente y la introducción de las manos o dispositivo en la bebida, lo cual es antihigiénico.

Integrar al dispositivo componentes electrónicos como sensores de detección, alerta de comunicación tras una información sonora el cual deriva que dicho recipiente se encuentra lleno de líquido, además de la facilidad de uso y accesibilidad para personas de bajos recursos económicos.

3.1.1.4. Usuarios principales

Los usuarios principales son las personas con discapacidad visual que deseen adquirir este dispositivo tecnológico, el cual es un apoyo o ayuda tecnológica que le permite a la persona invidente saber si un recipiente llego al tope máximo de líquido a la hora de servirse una bebida solos, y no tener que recurrir a terceros, además de la facilidad de uso y manejo.

3.1.1.5. Participantes

- Diana Mendoza Sillero – Estudiante de Ingeniería de sistemas
- Personas con discapacidad visual:
 1. Isaac Alan Herrera F. - Estudiante de la Escuela Superior de Formación de Maestros y Maestras Tecnológico y Humanístico El Alto.
 2. Jhoel Edilson Chura Ch. - Estudiante de la Escuela Superior de Formación de Maestros y Maestras Tecnológico y Humanístico El Alto.

En base a esta información definida, se establece el punto de partida para el diseño y construcción de manera estructurada del dispositivo tecnológico que identifica el nivel de líquido. Culminada esta fase, se procede a continuar con la siguiente fase de desarrollo del concepto.

3.1.2. Desarrollo del Concepto

En esta fase, se procede a elaborar la declaración de la misión del diseño o prototipo, donde se exponen de manera detallada los principales motivos, alcances previstos, suposiciones consideradas y restricciones identificadas para el proyecto. Esta declaración se convierte en un pilar esencial que proporciona claridad y dirección en el desarrollo del prototipo indicador del nivel de líquido, asegurando que todos los elementos esenciales del diseño estén debidamente definidos y comprendidos.

A continuación, en la Tabla 10, se presentan estos elementos de manera ordenada para su posterior seguimiento y referencia durante todas las etapas subsiguientes del proyecto, en la ejecución del diseño y desarrollo del prototipo indicador del nivel de líquido.

Tabla 10

Declaración de la misión y diseño

DESCRIPCIÓN	
Descripción del proyecto	Prototipo de un dispositivo tecnológico que identifica el nivel del líquido para personas con discapacidad visual
Propuesta de valor	<ul style="list-style-type: none">• Diseño de dispositivo electrónico programado• Diseño de recepción y envío de datos (Sensor ultrasónico)• Diseño del circuito• Diseño de la placa PCB• Diseño de su estructura (Chasis)
Suposiciones y restricciones	<ul style="list-style-type: none">• Facilidad de uso• Facilidad de implementación• Costos bajos para su reconstrucción• Resistente al uso continuo, dependiendo a la duración de la batería

Nota. La Tabla 10 muestra la descripción del prototipo indicador del nivel de líquidos.

3.1.2.1. Definición de los requerimientos

Los requerimientos se fundamentan en el hecho de ser un prototipo de dispositivo tecnológico que identifica el nivel del líquido en recipientes de distintos cuerpos, para personas con discapacidad visual. Principalmente se busca que el dispositivo sea portable y fácil de manejar, además que esta no tenga un contacto directo con el líquido, lo cual implica que las personas con discapacidad visual puedan manipularlo y usarlo cuando estos requieran servir líquidos en distintos recipientes, el cual les permite saber si dicho recipiente llegó al tope máximo de líquido a la hora de servirse una bebida solos y no tener que pedir ayuda sintiéndose dependientes de otros, lo que puede afectar su calidad de vida y autonomía, puesto que necesita ser lo bastante claro y simple para el manejo de los usuarios.

Tomando en cuenta la descripción del dispositivo, se obtuvieron los siguientes requerimientos técnicos y especificación de la planeación del producto que sirvieron para guiar la etapa de conceptualización, análisis y construcción final del prototipo.

En la Tabla 11, se hace una descripción de los requerimientos técnicos para el diseño del prototipo indicador del nivel de líquidos.

Tabla 11

Requerimientos técnicos

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL PROTOTIPO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL		
ELEMENTOS	NECESIDAD	DETALLE
Desempeño	Dispositivo funcional.	El dispositivo debe indicar al invidente que un recipiente está lleno.
	Dispositivo con enganche o ajuste al recipiente.	El dispositivo debe de sujetarse al recipiente.
	Dispositivo durable.	El dispositivo debe de funcionar con total normalidad durante su ciclo de vida.

Materiales	Simple para el manejo de los usuarios El dispositivo debe ser portable y fácil de usar.	Los materiales del dispositivo se adecuan a su función. El dispositivo se creará con el uso de materiales accesibles en el mercado local, minimizando costos para su construcción.
Usuario Persona que opera el dispositivo.	Dispositivo que permite saber con exactitud cuando un recipiente está lleno de líquido evitando desbordamiento.	La interacción del usuario con el dispositivo es bastante simple, además de que puede ser usado sin la necesidad dependiente de terceros.

Nota. La Tabla 11 muestra los requerimientos técnicos del prototipo que identifica el nivel de líquido para personas con discapacidad visual.

3.1.2.2. Tipología de la estructura

Se propone una estructura modular para el prototipo, la cual está integrada por los siguientes módulos.

- Chasis
- Sistema de detección
- Sistema de alerta
- Sistema de control

Chasis

Los materiales que comprenden los componentes electrónicos del prototipo, son aquellos que se fijarán y ensamblarán dentro de un chasis, que constituye la estructura base del dispositivo. Los materiales propuestos son:

- PLA
- Acrílico
- Aluminio
- Acero

Para seleccionar el material óptimo del chasis para su construcción del dispositivo, se realizó la siguiente selección del material, (ver Tabla 12), tomando como aspectos comparativos la facilidad de uso, vida útil, estética del material y costo.

Tabla 12

Cuadro comparativo del chasis

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PLA	Acrílico	Aluminio	Acero
Facilidad de uso	/	/	X	X
Facilidad de manufacturar	/	X	X	X
Vida útil	/	/	/	/
Costo accesible	/	/	X	X
Total, de puntos	4	3	1	1
Posición	1	2	3	3

Nota: Como resultado de la Tabla 12, se obtuvo la elección del PLA como material para el chasis, el cual se constituye la estructura base del prototipo.

Sistema de detección

Para la construcción y creación del prototipo identificador del nivel de líquido se emplea la selección de diferentes sensores, el cual recibe una señal del exterior, de modo que está estrechamente relacionado con un buzzer pasivo, que permite convertir una señal eléctrica en una onda de sonido.

Se catalogó los siguientes sensores de medición:

- Sensor de flujo de agua
- Sensor o switch de nivel de agua
- Modulo sensor de nivel de agua
- Sensor ultrasónico

En la Tabla 13, se muestran los criterios de selección de los diferentes tipos de sensores, con el que contará el dispositivo tecnológico que identifica el nivel de líquido para su funcionamiento.

Tabla 13*Cuadro comparativo del sensor*

CRITERIOS DE SELECCIÓN	Sensor de flujo de agua	Switch de nivel de agua	Modulo sensor de nivel de agua	Sensor ultrasónico
Facilidad de control	X	X	/	/
Accesibilidad	X	/	/	/
Facilidad de implementación	X	X	/	/
No requiere contacto directo con el líquido.	X	X	X	/
Total, de puntos	0	1	3	4
Posición	4	3	2	1

Nota: A partir de la Tabla 13, que presenta los criterios de selección de sensores, se determina de que el sensor adecuado para el prototipo es el sensor ultrasónico.

Sistema de alerta

Para el sistema de alerta, cuando el líquido ha ascendido y alcanzado el nivel adecuado, se requiere el uso de un componente de emisión de sonido. Siendo en este caso, la principal opción un Buzzer pasivo.

En ese sentido se catalogan los siguientes Buzzers pasivos para la emisión de la alerta:

- Buzzer pasivo Módulo KY-006
- Buzzer pasivo Modulo MH- MFD
- Buzzer pasivo YL-44

En la Tabla 14, se muestran los criterios de selección de los diferentes modelos de Buzzers pasivos, con el que dispondrá el dispositivo tecnológico que identificará el nivel del líquido para su funcionamiento.

Tabla 14

Cuadro comparativo del buzzer pasivo

CRITERIOS DE SELECCIÓN	Buzzer pasivo Módulo KY-006	Buzzer pasivo Modulo MH- MFD	Buzzer pasivo YL-44
Facilidad de control	/	/	/
Facilidad de implementación	/	/	/
Rango de frecuencia adecuado	X	/	X
Potencia adecuada en la emisión de sonido.	/	/	X
Total, de puntos	3	4	2
Posición	2	1	3

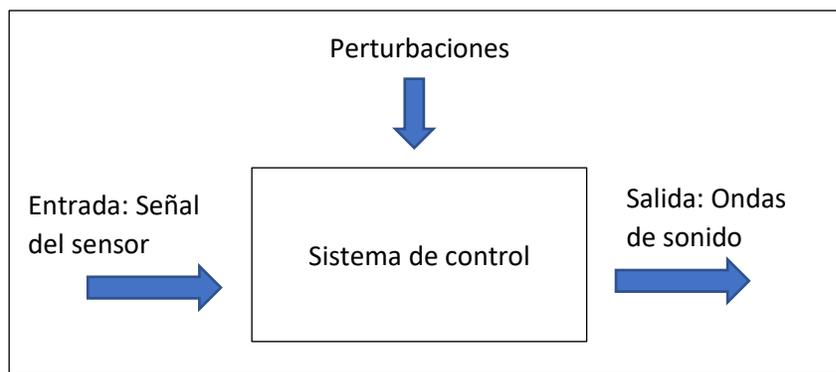
Nota: A partir de la Tabla 14, que presenta los criterios de selección del buzzer pasivo, se determina que el mejor y más adecuado Buzzer es el Módulo MH-MFD.

Sistema de control

En el sistema de control se realiza el procesamiento de la información, en el cual se generarán las señales de entradas y de salidas. El esquema general para este sistema se puede observar en la Figura 25 como una de caja negra, en la cual no se conoce los elementos constituyentes de señales de entrada y salida del prototipo.

Figura 25

Sistema de control



Nota: En la Figura 25 se muestra el esquema del sistema de control.

Para concluir, al tratarse de un prototipo, el sistema de control del dispositivo estará programado con el microcontrolador PIC16F628A.

En función de la fase de desarrollo de concepto, donde se establece la definición de los requerimientos y la tipología de la estructura de los diferentes componentes electrónicos adecuados que compone el prototipo, además de su importancia, se continúa con la siguiente fase, relativo al diseño a nivel de sistema.

3.1.3. Diseño a nivel de sistema

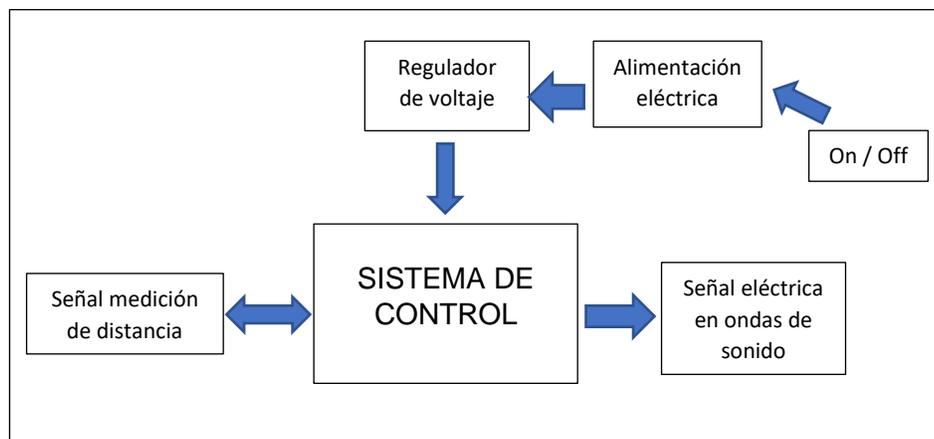
En esta fase se crea el prototipo de un dispositivo tecnológico que identifica el nivel del líquido para personas con discapacidad visual con el fin de entender su mecanismo y el conjunto de funciones de los componentes electrónicos, que unidas generan lo deseado.

3.1.3.1. Análisis del sistema

En la Figura 26, se puede observar el esquema funcional del prototipo indicador del nivel de líquido para personas con discapacidad visual.

Figura 26

Diagrama de Bloque, análisis del sistema



Nota. La Figura 26 muestra el análisis del sistema de control del prototipo

- **Sistema de Control (Microcontrolador PIC16F628A):** Este componente desempeña un papel importante ya que es el cerebro del sistema. Está programado para supervisar y coordinar las funciones del prototipo, el

microcontrolador PIC16F628A recibe información de los sensores ultrasónicos, procesa los datos y controla la respuesta del sistema. Cuando la medición del sensor indica que la distancia entre el dispositivo y el nivel del líquido es igual o menor a 4 cm, el microcontrolador activa el buzzer pasivo para emitir una señal sonora.

- **Señal de Medición de Distancia (Sensor Ultrasónico):** El sensor ultrasónico es esencial para la medición precisa de la distancia entre el prototipo y el nivel del líquido. Funciona emitiendo ondas ultrasónicas y registra el tiempo que tarda en recibir el eco de estas ondas cuando rebota en la superficie del líquido. La señal eléctrica generada por el sensor ultrasónico, que varía según la distancia entre 4cm, se envía al microcontrolador para su procesamiento.
- **Señal Eléctrica en Ondas de Sonido (Buzzer Pasivo):** El buzzer pasivo cumple la función de emitir señales sonoras audibles para las personas con discapacidad visual. Cuando el microcontrolador determina que la distancia medida por el sensor ultrasónico es de 4cm, genera una señal eléctrica que activa el buzzer pasivo. La frecuencia del sonido emitido depende de la señal generada por el microcontrolador, lo que permite al usuario identificar el nivel de líquido alcanzado en un recipiente.
- **Alimentación Eléctrica (Regulador de Voltaje y Baterías Recargables):** El prototipo se alimenta con 5 voltios de corriente continua. Para lograr esta alimentación constante y garantizar un funcionamiento confiable, se utiliza un regulador de voltaje. Además, el sistema es móvil y utiliza dos baterías recargables de 4.2 voltios y 8800mAh cada una. Estas baterías proporcionan la energía necesaria para el funcionamiento del prototipo y permiten que sea independiente de una fuente de alimentación externa.

Este prototipo se basa en la medición de distancia con el sensor ultrasónico, el procesamiento de datos por parte del microcontrolador, y la generación de alertas sonoras a través del buzzer pasivo cuando la medición del sensor indica que el nivel de líquido está a 4cm, para proporcionar a las personas con discapacidad visual

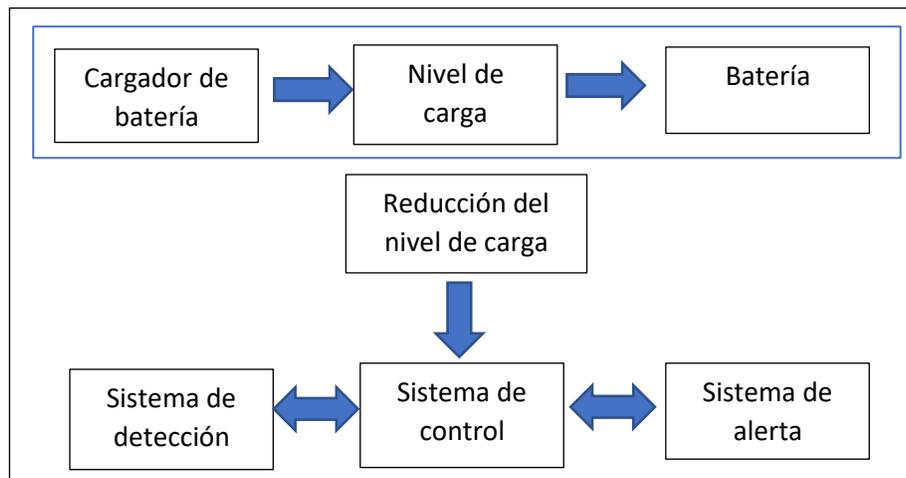
información sobre el nivel de líquido en un recipiente. La alimentación eléctrica es fundamental para garantizar su operación continua.

Arquitectura del módulo alimentación eléctrica

En la figura 27, se muestra la arquitectura del módulo de alimentación.

Figura 27

Módulo de alimentación



Nota. La Figura 27 muestra el esquema de alimentación del prototipo el cual es esencial para el funcionamiento del dispositivo.

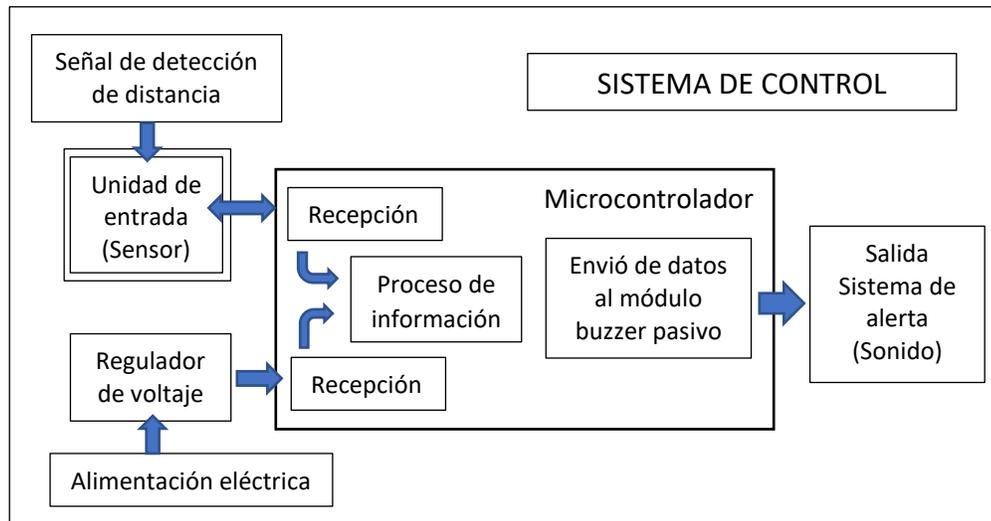
El módulo de alimentación eléctrica se constituye un componente esencial en el desarrollo del prototipo. Su función principal radica en la generación, conversión y distribución de la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento óptimo de los componentes electrónicos que componen el sistema. Este módulo comprende una variedad de elementos y circuitos diseñados para proporcionar una fuente de alimentación constante y estable a cinco voltios, garantizando así la operación interrumpida del prototipo.

Arquitectura del módulo de control

En la Figura 28, se presenta la representación visual de la arquitectura del módulo de control medición de distancia del prototipo, para comprender la estructura y organización del modelo indicador del nivel de líquidos.

Figura 28

Módulo de control



Nota: La arquitectura del módulo de control de la Figura 28, del dispositivo indicador de nivel de líquido, inicia con la alimentación eléctrica la cual es regulada a 5V, consecuentemente el sensor mide la distancia al nivel del líquido a medida que esta va ascendiendo enviando estos datos al microcontrolador. Cuando la distancia se encuentra a 4 cm el microcontrolador interpreta la información y envía una señal eléctrica en ondas de sonido al módulo buzzer pasivo, audibles para alertar al usuario sobre el nivel de líquido, lo que es esencial para garantizar el funcionamiento correcto del prototipo indicador del nivel de líquidos para personas con discapacidad visual.

En el contexto de la fase del diseño a nivel de sistema, en el que se desarrolla la descripción del funcionamiento de los componentes electrónicos del prototipo, se avanza hacia la siguiente fase del diseño de detalle.

3.1.4. Diseño de detalle

En esta fase, se consideran los aspectos fundamentales tanto del hardware, como del software para llevar a cabo la construcción adecuada del prototipo tecnológico, destinado a la identificación del nivel de líquido para personas con discapacidad visual.

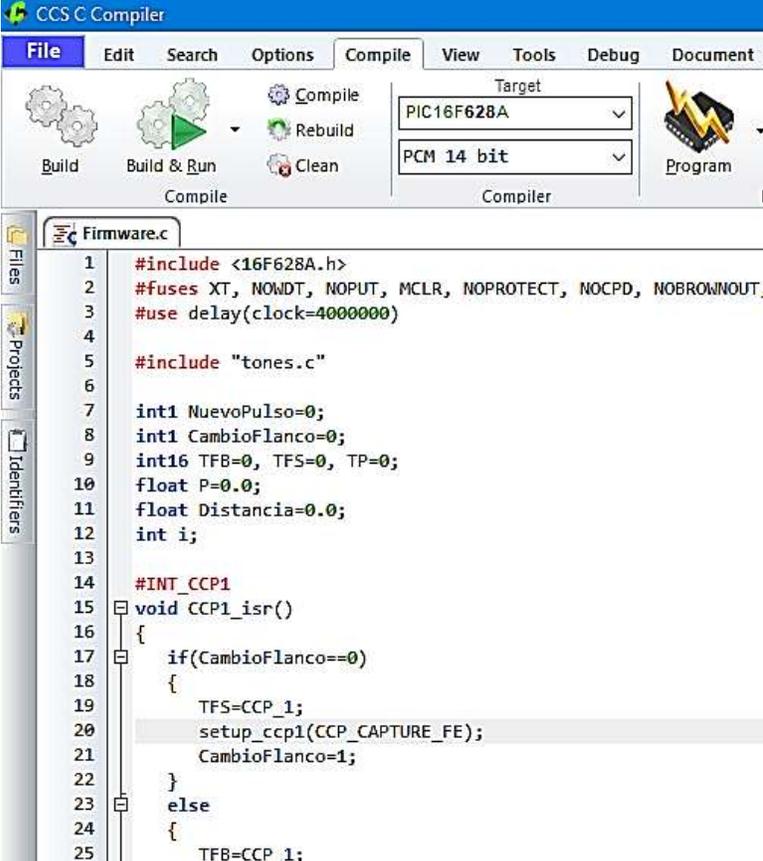
3.1.4.1. Codificación

En el proceso de diseño del código del prototipo, se desarrolla el código de programación del PIC aplicado en C, que posteriormente se compila en CCS. Este programa se ha probado tanto en simulación del circuito armado en la herramienta de proteus y posteriormente en protoboard, el cual permite garantizar la implementación final del prototipo en físico.

A continuación, en la Figura 29, se muestra parte del código de funcionamiento del prototipo destinado a la identificación del nivel de líquidos dentro de un recipiente.

Figura 29

Codificación en CCS Compiler



```
CCS C Compiler
File Edit Search Options Compile View Tools Debug Document
Build Build & Run Clean Compile
Target: PIC16F628A, PCM 14 bit
Compiler
Firmware.c
1 #include <16F628A.h>
2 #fuses XT, NOWDT, NOPUT, MCLR, NOPROTECT, NOCPD, NOBROWNOUT
3 #use delay(clock=4000000)
4
5 #include "tones.c"
6
7 int1 NuevoPulso=0;
8 int1 CambioFlanco=0;
9 int16 TFB=0, TFS=0, TP=0;
10 float P=0.0;
11 float Distancia=0.0;
12 int i;
13
14 #INT_CCP1
15 void CCP1_isr()
16 {
17     if(CambioFlanco==0)
18     {
19         TFS=CCP_1;
20         setup_ccp1(CCP_CAPTURE_FE);
21         CambioFlanco=1;
22     }
23     else
24     {
25         TFB=CCP_1;
```

Nota. La Figura 29 muestra parte del código de funcionamiento del prototipo en CCS Compiler.

Tras el desarrollo del código se procede a la prueba en la simulación del sistema electrónico en proteus.

3.1.4.2. Diseño del circuito

ISIS. Es una herramienta para elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.

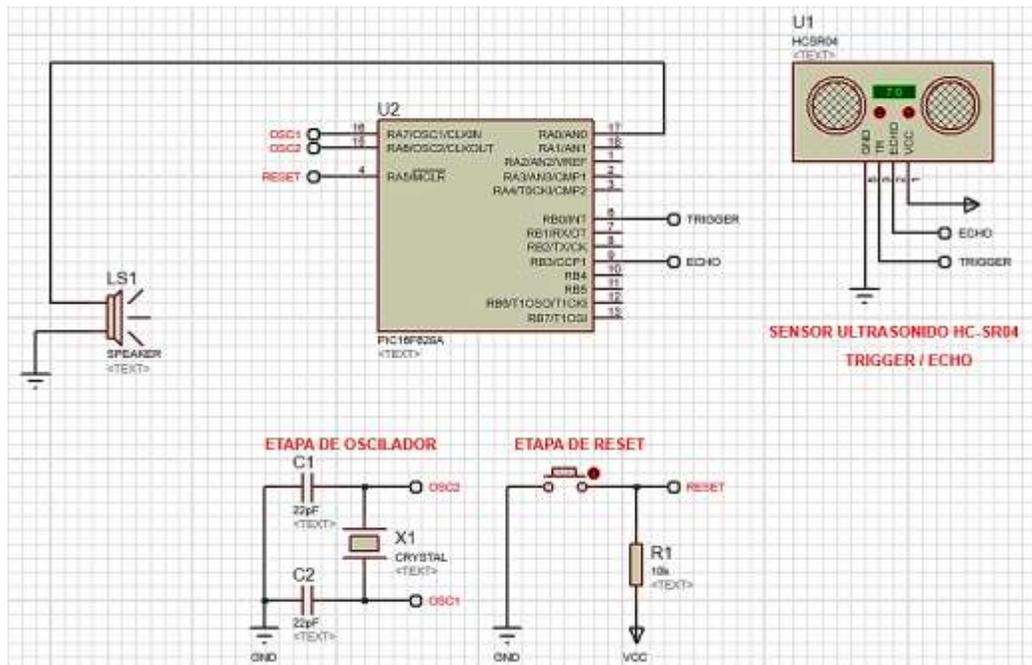
ISIS puede simular el circuito completo, incluyendo todos los periféricos o circuitos que interactúan con el microcontrolador. En este programa, los microcontroladores son considerados como un componente más en los circuitos. El programa permite crear esquemas electrónicos detallados, utilizando su extensa biblioteca de componentes electrónicos.

El diseño se hizo tomando en cuenta, los elementos más adecuados y necesarios para cumplir óptimamente con la finalidad del dispositivo, indicar el nivel de líquidos para personas con discapacidad visual.

En la Figura 30, se muestra el diagrama del circuito destinado a la identificación del nivel de líquido en Proteus ISIS.

Figura 30

Esquema del circuito en ISIS



Nota: Esquema electrónico del circuito en Proteus ISIS del prototipo.

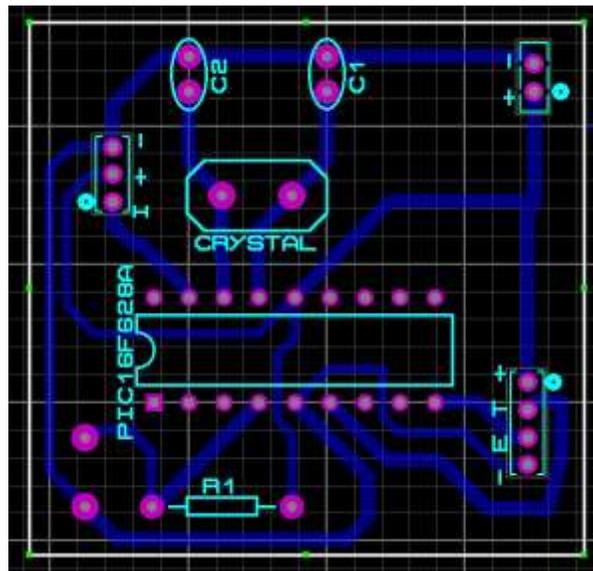
Diseño de la placa PCB

Para facilitar el diseño del circuito se usó el software Proteus y específicamente ARES que es la herramienta de Proteus dedicada exclusivamente para el diseño de placas de circuito impreso (PCB). Está plenamente integrada con la herramienta ISIS, que ofrece una amplia variedad de opciones y herramientas que fueron fundamentales en el diseño de la placa PCB. El programa permite crear esquemas electrónicos detallados, utilizando su extensa biblioteca de componentes electrónicos.

En la Figura 31, se presenta el diseño del circuito en PCB elaborado en la herramienta ARES de Proteus. Este diseño se utiliza para alojar e interconectar los componentes electrónicos del prototipo indicador de nivel de líquido, y el cual constituye la base del circuito.

Figura 31

Diseño del circuito en PCB

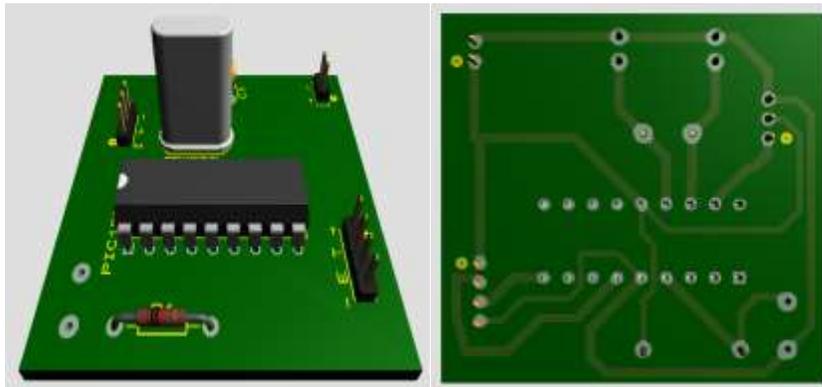


Nota: Diseño de la placa del circuito impreso del prototipo.

En la Figura 32, se muestra una visualización en 3D de la placa del prototipo indicador del nivel de líquido en la herramienta ARES de Proteus, además de la parte trasera del PCB. Esta visualización facilita la estimación del tamaño de las placas, así como la revisión de las conexiones de los componentes electrónicos con el fin de prevenir cortocircuitos.

Figura 32

Visualización en 3D del PCB

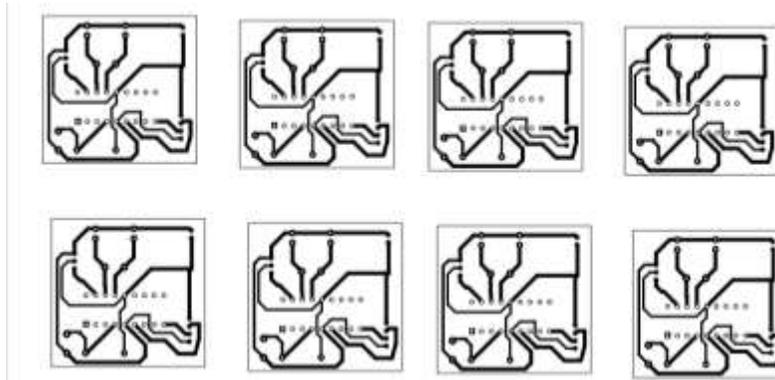


Nota: Visualización de la placa del prototipo PCB en 3D.

En la Figura 33, se muestra ejemplares del diseño de circuito listos para su impresión, los cuales serán posteriormente grabados en la placa de PCB, que a su vez será perforado y utilizada para soldar los componentes electrónicos del prototipo.

Figura 33

Diseño del circuito impreso

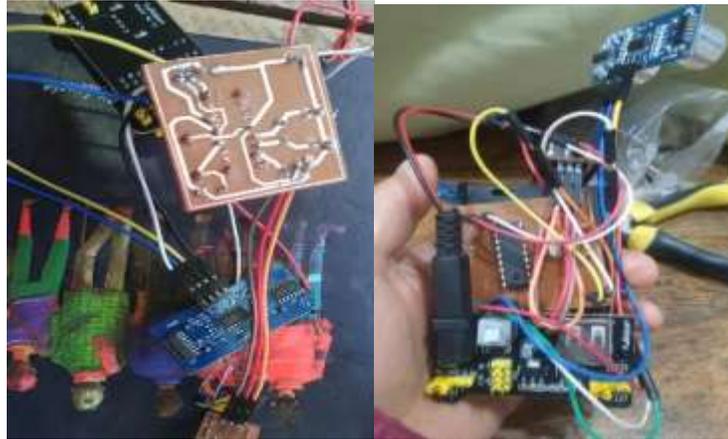


Nota: Diseños de los circuitos electrónicos desarrollados en Proteus ARES.

En la Figura 34, se despliega una fotografía del diseño físico finalizado de la placa PCB del prototipo, la cual incluye todos los componentes electrónicos que han sido ensamblados en la placa PCB, como base del prototipo indicador del nivel de líquido. Esta vista proporciona una representación visual de cómo se han dispuesto y conectado todos los elementos electrónicos en la placa, ofreciendo una visión integral del producto terminado.

Figura 34

Diseño físico de la placa PCB



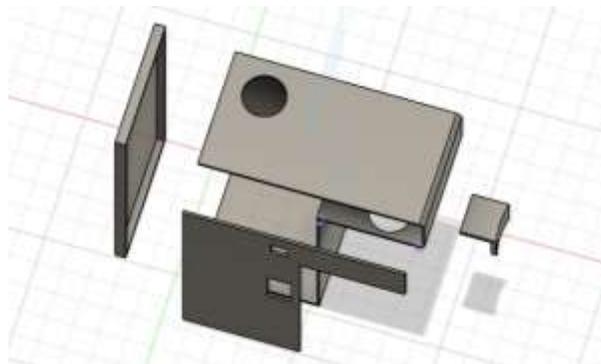
Nota: Placa PCB el cual aloja a los diferentes componentes electrónicos.

Diseño del chasis

En la Figura 35, se presenta el diseño del chasis del prototipo en el software de Autodesk Fusión, que consta de 5 piezas, en el cual estará ensamblado todos los componentes electrónicos del prototipo indicador del nivel de líquido.

Figura 35

Diseño del chasis



Nota: Piezas del chasis elaborado para el prototipo.

El chasis es el cuerpo externo del prototipo que contiene en su interior todo los componentes y módulos que conforman el sistema del prototipo indicador del nivel de líquidos. Cabe mencionar que dichas estructuras se elaboraran con el filamento PLA como material para el chasis.

A continuación, se describen las características y aspectos fundamentales de elaboración del chasis en el que se ensamblan todos los componentes electrónicos, del prototipo indicador del nivel de líquido:

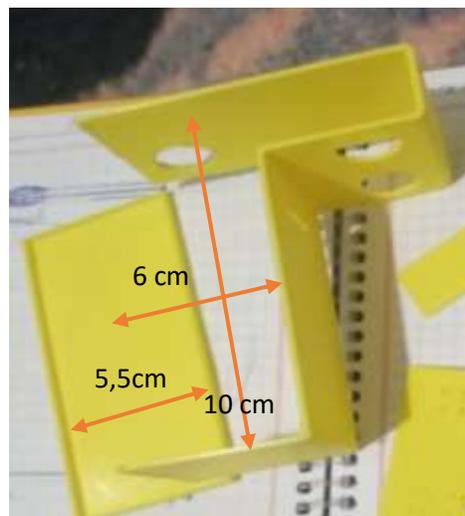
- Impresión 3D usando filamento PLA, provee una estructura y solidez uniforme.
- Diseño de la ranura de enganche que tiene una profundidad de 1 cm, proporciona una sujeción óptima, sin entrar en contacto directo con el líquido.
- Las medidas del chasis son de 10 cm de alto, 6 cm de largo y 5,5 cm de grosor, que proporciona un agarre y manejo adecuado.
- Diseño del chasis que permite contener de manera adecuada todos los componentes electrónicos.

A través de la descripción del diseño de chasis se puede comprender que el chasis del prototipo, tiene un diseño adecuado, usa materiales adecuados y una estructura que facilita su manejo.

En la Figura 36, se muestra el chasis del prototipo en el que se ensamblan todos los componentes electrónicos, además de sus medidas.

Figura 36

Chasis del Prototipo



Nota: Piezas que conforma el chasis del prototipo

En la Figura 37, se muestra la fotografía del diseño físico del prototipo. Para su finalización, se procede al ensamblaje en el chasis, incorporando todos los componentes electrónicos que conforma el prototipo indicador del nivel de líquido.

Figura 37

Ensamblaje del dispositivo indicador del nivel de líquido



Nota: Ensamblado de los componentes electrónicos en el chasis y prototipo finalizado.

En base a la fase del diseño de detalle en el que se consideran los aspectos fundamentales del hardware y el software para lograr una construcción adecuada del prototipo indicador del nivel de líquido, se continúa con la última fase de pruebas y resultados.

3.1.5. Pruebas y resultados

Las pruebas se realizaron con el fin de evaluar el correcto funcionamiento del prototipo de dispositivo tecnológico identificador del nivel de líquidos para personas con discapacidad visual, desde la etapa de planificación, diseño, hasta la construcción del prototipo, haciendo la prueba en diferentes recipientes y ambientes.

Las pruebas se realizaron en dos aspectos importantes del prototipo. Los sistemas que conforman el prototipo y la funcionalidad del prototipo, siendo estas, vitales para conseguir un prototipo factible.

3.1.5.1. Prueba de los sistemas del prototipo

En esta sección, las pruebas se realizaron a los sistemas del prototipo que conforma el dispositivo, siendo estas, el sistema de alimentación, sistema de detección, y el sistema de alerta.

Prueba del sistema de alimentación

En esta prueba, se evaluó el sistema de alimentación del circuito, que tiene elementos como la batería y el módulo regulador de voltaje, cabe mencionar que dichas pruebas se realizaron durante la etapa de diseño y construcción del prototipo.

En la Tabla 15, se muestra la validación del sistema de alimentación del prototipo identificador del nivel de líquidos.

Tabla 15

Validación del sistema de alimentación

ASPECTO A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIÓN
La batería almacena y alimenta la corriente al sistema.	/		La batería alimenta óptimamente corriente al sistema a través del módulo regulador de voltaje.
La batería tiene una duración adecuada.	/		La batería, con un uso constante, dura aproximadamente 30 días.
El módulo regulador de voltaje suministra una potencia de alimentación de 5V.	/		El módulo regula y alimenta adecuadamente al sistema a 5V.
El interruptor controla el encendido y apagado del sistema.	/		El interruptor controla adecuadamente el flujo de corriente.

Nota: Con la ayuda de la Tabla 15, de validación se puede evidenciar que el sistema de alimentación eléctrica funciona de manera adecuada a una potencia de 5V, protegiendo el diseño para una mayor vida útil.

En la Figura 38, se muestra una imagen del circuito ensamblado con el sistema de alimentación del prototipo.

Figura 38

Sistema de alimentación



Nota: Circuito ensamblado en el chasis y sistema de alimentación del prototipo

Pruebas del sistema de detección

En esta prueba, se evaluó el sistema de detección del prototipo, que tiene elementos como el sensor ultrasónico. Es importante destacar que estas pruebas se llevaron a cabo durante la fase de diseño, construcción del prototipo y también una vez finalizada el prototipo.

En la Tabla 16, se muestra de manera descriptiva la validación del sistema de detección, el cual identifica el nivel de líquido tras una información sonora.

Tabla 16

Validación del sistema de detección

ASPECTO A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIÓN
El sistema detecta con precisión líquidos a menos de 4cm de distancia.	/		El sistema a través del sensor ultrasónico detecta adecuadamente líquidos a 4cm de distancia, evitando el desbordamiento del líquido en recipientes de distintos cuerpos.

El sistema entra en bucle para registrar nuevas detecciones	/	El sistema entra en bucle, permitiendo detectar la distancia de nuevas medidas.
El sistema tiene un tiempo de detección adecuado de la distancia con el líquido.	/	Con una velocidad de pulso de trigger del sensor ultrasónico cada 20 μ s.

Nota: Analizando la Tabla 16, de validación del sistema de detección, se puede ver que el sistema de detección funciona con velocidad y en un bucle adecuado para medir varias distancias de forma continua.

Pruebas del sistema de alerta

En esta prueba, se evaluó el sistema de detección del prototipo, que tiene elementos como el Buzzer pasivo. Es relevante señalar que se llevaron a cabo pruebas durante el proceso de diseño, construcción del prototipo, y también una vez concluido el prototipo.

En la Tabla 17, se muestran los aspectos a evaluar tanto como las observaciones de la validación del sistema de alerta.

Tabla 17

Validación del sistema de alerta

ASPECTO A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIÓN
El sistema alerta con un pitido a través del Buzzer cuando la distancia medida es la deseada.	/		El sistema emite un sonido a través del Buzzer cuando la distancia con el líquido es menor o igual a 4cm.
El sonido emitido es de potencia y frecuencia adecuada	/		El sonido que emite el Buzzer es audible, con una duración de 75 ms.

Nota: Analizando el sistema de alerta, se puede evidenciar que el prototipo, emite un sonido adecuado para notificar que el nivel de líquido es adecuado.

En la Figura 39, se muestra el funcionamiento del dispositivo indicador del nivel de líquido a través del Buzzer cuando la distancia con el líquido es 4 cm.

Figura 39

Funcionalidad a través del Buzzer



Nota: Funcionamiento del prototipo indicador del nivel de liquido

3.1.5.2. Pruebas de funcionamiento del prototipo

En esta sección se realizaron pruebas de funcionamiento al prototipo indicador del nivel de líquidos en diferentes recipientes y temperaturas de líquidos, con el fin de evaluar su versatilidad.

Funcionalidad en diferentes recipientes

En esta prueba, se evaluó el funcionamiento del prototipo, en diferentes recipientes que podrían usar las personas con discapacidad visual, como vasos y tazas. Es importante mencionar que se realizaron pruebas durante la fase de diseño como en el proceso de construcción del prototipo, empleando recipientes de distintas formas y tamaños.

En la Tabla 18, se puede observar la validación de la funcionalidad que se le da al prototipo en diferentes recipientes como ser vasos, tazas y jarras de distintos diámetros y alturas.

Tabla 18

Validación de la funcionalidad del prototipo en diferentes recipientes

CRITERIOS	VASO	TAZA	JARRA
Diámetro	6.5 cm	8.5 cm	15.5 cm
Atura	9.5 cm	9 cm	10.5 cm
Se sujeta adecuadamente.	/	/	/
Mide con precisión la distancia al nivel de líquido a 4cm.	/	/	/
Detecta con precisión el nivel de líquido en recipientes mayores al prototipo en diferentes medidas y distintas formas.	/	/	/

Nota: Analizando la Tabla 18, de validación de la funcionalidad del prototipo en diferentes recipientes, se puede evidenciar que el prototipo funciona en diferentes recipientes mayores o iguales al prototipo en distintas formas y tamaños, además, cabe mencionar, que el dispositivo requiere recipientes que proporcionen estabilidad y sujeción adecuada, considerando la variedad de formas en las que estos recipientes pueden presentarse.

En la Figura 40, se muestra el funcionamiento del prototipo indicador del nivel de líquido en diferentes recipientes.

Figura 40

Funcionalidad en diferentes recipientes



Nota: Funcionalidad del prototipo indicador del nivel de líquidos en diferentes recipientes

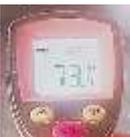
Funcionalidad en diferentes temperaturas

En esta prueba, se evaluó el funcionamiento del prototipo en la medición del nivel de líquidos de diferentes temperaturas. Cabe mencionar que dicha prueba se realizó una vez finalizada el prototipo.

En la Tabla 19, se muestra la validación de la funcionalidad del prototipo indicador del nivel de líquidos en diferentes temperaturas que se describen a continuación.

Tabla 19

Validación de líquidos de diferentes temperaturas

CRITERIO	temperatura ambiente (frio)	temperatura intermedia	temperatura de ebullición (caliente)
	16° C - 28° C	36° C	60° C - 73° C
El dispositivo es capaz de detectar correctamente la distancia del líquido a menos o igual a 4cm de distancia del sensor.	/	/	X
			

Nota: Con ayuda de la Tabla 19, de validación de la funcionalidad del prototipo en la medición del nivel de líquidos de diferentes temperaturas, se puede evidenciar que el dispositivo no tiene dificultades en la medición de distancia con líquidos al ser expuestos a temperaturas calientes hasta un rango de 60° C, ya que el sensor utiliza ondas ultrasónicas de sonido, considerando que el dispositivo no percibe vapor.

Sin embargo, cabe mencionar que el prototipo para un mayor cuidado, no debe estar expuestos a temperaturas excesivas que comprometa o dañe la integridad de los componentes electrónicos.

Tras haber realizado la implementación metodología de desarrollo de Karl T. Ulrich para el desarrollo y construcción del prototipo indicador del nivel de líquido para personas con discapacidad visual, se procede a describir la relación de las métricas de calidad en el desarrollo del producto, garantizando su funcionamiento y uso para esta población.

3.2. MÉTRICAS DE CALIDAD

3.2.1. Relación de las normas ISO con el prototipo

El prototipo dispositivo indicador del nivel de líquidos se puede apoyar en algunos estándares y normas internacionales establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Proporcionando una base sólida para mejorar el diseño, la construcción y la utilidad del prototipo, garantizando la satisfacción del usuario al que se quiere dirigir, que en este caso son las personas con discapacidad visual.

El apoyo en las normas ISO, se hace en pro de mejorar la calidad del prototipo y procurar su adecuación a las necesidades de las personas con discapacidad visual. Para esto se toma en cuenta las normativas ISO 9241 e ISO 9001, buscando garantizar una buena calidad en el diseño, la construcción y el intuitivo uso del dispositivo.

Para verificar el cumplimiento de estos requisitos, se llevaron a cabo encuestas dirigidas a personas con discapacidad visual. De acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas (ver Anexo D), se logró la recopilación eficiente y el procesamiento de la información, garantizando la conformidad con las normas ISO 9241 e ISO 9001, mismo que se traduce en una mayor precisión y un nivel de confiabilidad de la información recolectada.

ISO 9001

La norma ISO 9001 se basa en una serie de principios de gestión de la calidad, como el enfoque al cliente, la participación del personal, el enfoque basado en procesos y la mejora continua. Estos principios se aplican a todos los aspectos de la organización, incluyendo el diseño, la producción, el soporte de productos y servicios. En este marco el prototipo indicador del nivel de líquidos, cumple con ciertos estándares como ser:

- **Enfoque al cliente:** El prototipo toma en cuenta para su diseño necesidad y expectativas de las personas con discapacidad visual, para comprobar el cumplimiento de estos requisitos con base a las encuestas realizadas, se pudo

obtener los siguientes datos que se muestran en la Tabla 20, en cuanto a la satisfacción de las expectativas del usuario con el prototipo.

Tabla 20

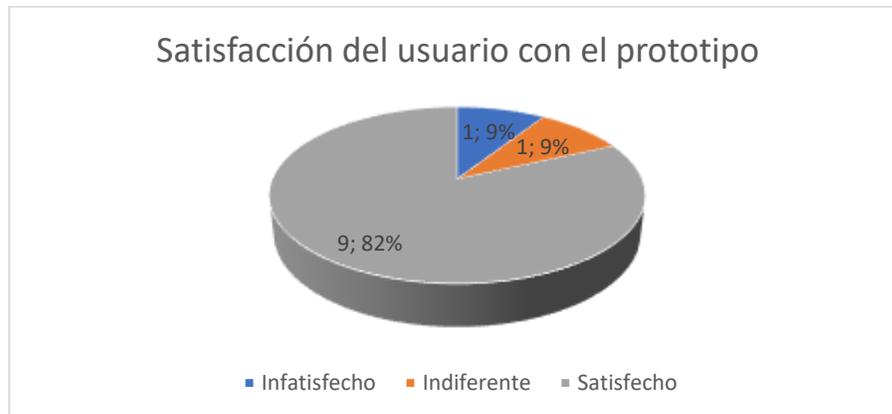
Satisfacción del usuario con el prototipo

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Insatisfecho	1	9
Indiferente	1	9
Satisfecho	8	82
TOTAL	10	100

Nota: En la Tabla 20, se muestra la frecuencia y porcentaje de la satisfacción de las expectativas del usuario con el prototipo, siendo los usuarios principales las personas con discapacidad visual, sin embargo, la figura 41 presenta la gráfica de la Tabla 20.

Figura 41

Satisfacción del usuario con el prototipo



Nota: Según los resultados obtenidos con relación a la encuesta fueron totalmente positivos, ya que un 82% de los encuestados indicó que el prototipo ha satisfecho sus expectativas de manera positiva, un 9% que ha sido insatisfecho y un 9% indiferente. Este dato refleja en su mayoría una respuesta favorable por parte de los usuarios con discapacidad visual, lo que sugiere que el dispositivo está cumpliendo con su propósito de manera efectiva.

Este resultado se encuentra relacionado con la norma ISO 9001 en el "enfoque al cliente", que promueve la comprensión de las necesidades y expectativas del cliente. En este caso, el prototipo ha demostrado que se ha diseñado teniendo en cuenta las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual, lo que se traduce en una satisfacción por parte de los usuarios.

- **Gestión de riesgos:** Durante la construcción del prototipo, se ha tomado en cuenta las adecuadas pruebas de funcionalidad, selección de materiales óptimos y componentes electrónicos. para comprobar el cumplimiento de este requisito, se pudo obtener los siguientes datos, que se presenta en la Tabla 21 en cuanto al riesgo que representa el uso del prototipo.

Tabla 21

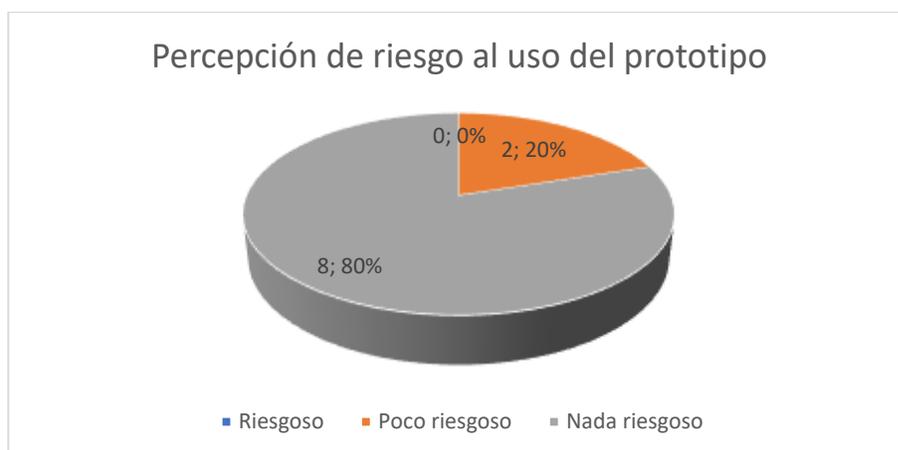
Percepción de riesgo al uso del prototipo

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Riesgoso	0	0
Poco riesgoso	2	20
Nada riesgoso	8	80
TOTAL	10	100

Nota: En la Tabla 21, se muestra la frecuencia y porcentaje de la percepción de riesgo al uso del prototipo, al igual que la gráfica que se presenta en la Figura 42.

Figura 42

Percepción de riesgo al uso del prototipo



Nota: Según los datos obtenidos se puede demostrar que un 80% de los usuarios no encuentra riesgoso el uso del prototipo y un 20% encuentran al uso un poco riesgoso en la manipulación debido al cuidado del mismo, sin embargo, cabe mencionar que en su mayoría se tiene una favorable aceptación al dispositivo por parte de las personas con discapacidad visual, que son los principales usuarios. Lo que comprueba que el prototipo cumple con su eficacia y los estándares de seguridad adecuados, por lo que no representa ningún riesgo para los usuarios.

Esta misma comprobación está en línea con las normas ISO 9001, en cuanto a la gestión de riesgos que se debe tener en cuenta y la premisa de abordar la gestión de riesgos de manera proactiva y garantizar la seguridad del cliente.

- **Control de procesos:** El indicador del nivel de líquidos ha tenido un control durante todo el proceso de su construcción, desde la selección de los componentes, el diseño, y su ensamblaje. Esto se hizo a través de la elección de los componentes y materiales más adecuados. De las encuestas realizadas se pudo obtener los siguientes datos. Presentados en la Tabla 22 asegurando que el producto final sea adecuado para su uso.

Tabla 22

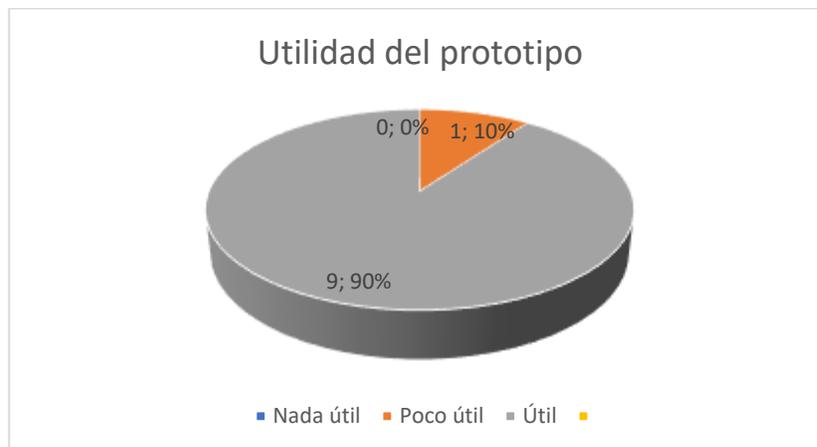
Utilidad del prototipo

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Nada útil	0	0
Poco útil	1	10
Útil	9	90
TOTAL	10	100

Nota: En la Tabla 22, se muestra la frecuencia y porcentaje de la utilidad del prototipo indicador del nivel de líquidos, en base a las encuestas realizadas a personas con discapacidad visual, al igual que la gráfica que se presenta en la Figura 43.

Figura 43

Utilidad del prototipo



Nota: Según los resultados obtenidos en relación a la utilidad del prototipo que brinda a las personas con discapacidad visual, se concluye que la mayoría de los usuarios establece que en un 90% el prototipo es útil y un 10% estima que es un poco útil.

Estos datos confirman el cumplimiento de la norma ISO 9001 en su apartado de control de procesos, que dieron como resultado un dispositivo útil y cómodo de usar para las personas con discapacidad visual.

ISO 9241

Esta norma se enfoca en la ergonomía y la usabilidad de los sistemas y productos interactivos, proporcionando en este caso, directrices que puedan asegurar la accesibilidad y usabilidad adecuada del prototipo indicador del nivel de líquidos para personas con discapacidad, como ser:

- **ISO 9241:210:** Esta directriz se basa en la interacción persona – sistema, y presenta pautas generales para el diseño de interacción. Para asegurar el cumplimiento de esta norma el prototipo se diseñó de una manera que facilita su uso con una interfaz física intuitiva de usar.
- **ISO 9241:303:** Esta directriz se enfoca en los aspectos de la usabilidad relacionados con la interacción táctil. En el sentido de cumplimiento de esa

directriz, el dispositivo cuenta con un interruptor sobresalido, estructura adecuada y también relieve en braille.

De acuerdo a estas interfaces se puso a prueba el prototipo a personas con discapacidad visual y de las encuestas se pudo obtener los siguientes datos que se muestra en la Tabla 23 en cuanto a comodidad y facilidad de uso.

Tabla 23

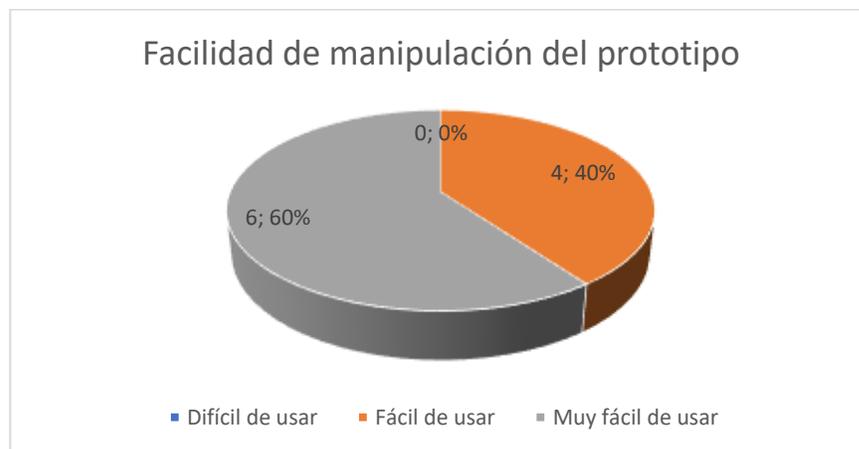
Facilidad de manipulación del prototipo

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Difícil de usar	0	0
Fácil de usar	4	40
Muy fácil de usar	6	60
TOTAL	10	100

Nota: En la Tabla 23, se muestra la frecuencia y porcentaje de la facilidad de manipulación del prototipo, en base a las encuestas realizadas a personas con discapacidad visual, al igual que la gráfica que se presenta en la Figura 44.

Figura 44

Facilidad de manipulación del prototipo



Nota: Según los resultados obtenidos en relación a la facilidad del uso del prototipo se muestra que un 40% de las personas con discapacidad visual que probaron el dispositivo expresan

una facilidad de uso y un 60% de los usuarios expresan que es muy fácil de usar el prototipo, además de ser cómoda la interacción táctil con el prototipo.

Lo que demuestra el cumplimiento de la norma 9241, en su directriz 210, a través del diseño y construcción adecuado que se pudo conseguir gracias a todo el proceso sistematizado sobre el cual se trabajó. El prototipo responde adecuadamente a la interacción del usuario – sistema (prototipo), con la facilidad y eficacia que tiene en su uso adecuado. Cabe mencionar también que estos resultados demuestran el cumplimiento en su directriz 303, al contar con un diseño ergonómico y con detalles adecuados de relieve en Braille que facilitan la interacción táctil con el prototipo indicador del nivel de líquido.

En el cumplimiento de los requisitos de las métricas de calidad, se procede a la descripción de la seguridad en el diseño del dispositivo tecnológico para personas con discapacidad visual.

3.3. SEGURIDAD

La seguridad es un aspecto crítico a considerar en el diseño del prototipo de un dispositivo tecnológico destinado a personas con discapacidad visual. Para garantizar la seguridad de los usuarios, es esencial que estos dispositivos incorporen elementos de confianza para cuidar su integridad física, como ser: una construcción adecuada del dispositivo para evitar cortos circuitos y/o fallas en la alimentación.

Para garantizar que el prototipo indicador del nivel de líquidos cuente con un nivel de seguridad adecuado, se realizó pruebas de funcionamiento tanto a nivel de simulaciones digitales en el programa Proteus ISIS, como también físicas desde el armado y conexión de los componentes electrónicos en el protoboard, para así realizar el ensamblaje final del prototipo.

Para la seguridad de los usuarios, es esencial equipar el prototipo con medidas de protección que salvaguarden la integridad física de quienes los utilizan. Esto abarca desde la cuidadosa construcción del prototipo para prevenir posibles cortocircuitos o problemas en la alimentación eléctrica que puedan representar un riesgo. Además de estas precauciones, se debe priorizar la facilidad de uso, asegurándose de que la

interacción con el prototipo sea intuitiva y cómoda para las personas con discapacidad visual. Estas orientaciones combinadas aseguran que los dispositivos tecnológicos cumplan con los estándares de seguridad necesarios, proporcionando una experiencia segura y efectiva para los usuarios con discapacidad visual.

En la Tabla 24, se presenta la frecuencia y porcentaje de la seguridad del usuario con la interacción del prototipo, siendo los usuarios personas con discapacidad visual.

Tabla 24

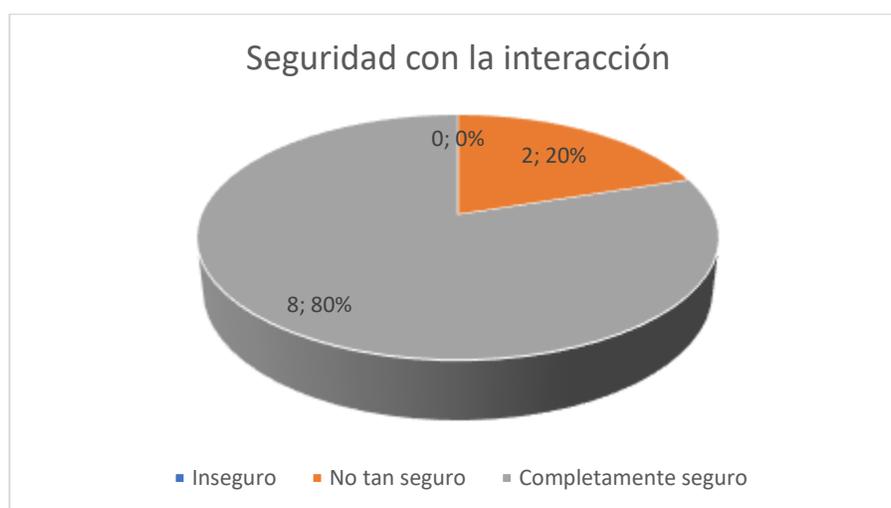
Seguridad con la interacción

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Inseguro	0	0
No tan seguro	2	20
Completamente seguro	8	80
TOTAL	10	100

Nota: En la Figura 45, se muestra la gráfica circular en base a las frecuencias y porcentajes presentadas en la Tabla 24.

Figura 45

Seguridad con la interacción



Nota: Según los resultados obtenidos en relación a la seguridad que presenta el usuario con la interacción del prototipo se establece que la mayoría de los usuarios se sienten completamente seguros usando el dispositivo en un 80% y un 20% establecen que no se sienten tan seguros, con la interacción del dispositivo.

Como resultado del marco aplicativo, se ha completado el diseño y desarrollo del prototipo indicador del nivel de líquido, habiéndose efectuado a su vez las pruebas requeridas para verificar su funcionalidad.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El análisis de factibilidad se presenta como un proceso que busca evaluar la viabilidad y el potencial éxito de un proyecto. En el contexto de la creación del prototipo dispositivo indicador de nivel de líquido, es necesario evaluar si el proyecto es técnicamente posible, financieramente viable y si tiene el potencial para tener un alcance apropiado a la población a la que se quiere dirigir.

El proceso de la parte del hardware se desarrolla desde la creación de una placa PCB, lo que implica una libertad creativa en cuanto al diseño del circuito, tamaño, forma, optimización y comodidad. La parte del software, se basa en el uso de programas con buena popularidad, fiabilidad y versiones de prueba o gratuitas de fácil acceso, de los cuales se encuentra vasto contenido digital mejorando la posibilidad de aprender mejor su uso y aprovechar al máximo su utilidad.

El dispositivo no solo se centra en medir el nivel de líquido, sino que también tiene como objetivo mejorar la autonomía de las personas con discapacidad con relación a su alimentación de líquidos. Por lo tanto, es fundamental establecer estándares adecuados que abarquen todos los aspectos de la creación del prototipo, asegurando así su alcance a la población objetivo, facilidad de uso, confiabilidad y otros elementos relevantes. Estos aspectos claves son la factibilidad operativa, factibilidad técnica y factibilidad económica.

4.1. FACTIBILIDAD OPERATIVA

A pesar de ser una de las ciudades más jóvenes de Bolivia, El Alto experimenta un rápido crecimiento tanto en términos económicos como de infraestructura. En este contexto, el prototipo indicador del nivel de líquidos presenta alcances hacia población mayor y a lugares alejados del centro, allí donde pueda haber personas con discapacidad visual que lo necesiten y que limitaciones económicas para acceder a este tipo de dispositivos.

Por otro lado, las políticas de inclusión implementadas por los gobiernos recientes han generado avances significativos en el acceso de las personas con

discapacidad a espacios educativos, laborales y otros más. Estas políticas contribuyen al reconocimiento de esta población y amplían los escenarios donde el prototipo puede ser útil.

Además, el prototipo se caracteriza por su diseño intuitivo y compacto, lo que facilita su transporte. Está construido con materiales adecuados mismos que son accesibles en el mercado local. La premisa fundamental de un dispositivo diseñado para una población específica, como las personas con discapacidad visual en este caso, es que no solo sea útil, sino también accesible y que pueda brindar beneficios durante un periodo de tiempo.

4.2. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

El diseño y la construcción del prototipo, es un proceso que lleva varias etapas en la que inevitablemente es necesario tener en cuenta el aspecto económico, pasando por su desarrollo, donde se debe considerar cada componente electrónico o servicio que se necesita, hasta la conclusión como producto final, dónde también se debe considerar que sea accesible a la economía de la población a la que se quiere dirigir el proyecto.

Con el objetivo de asegurar la viabilidad económica del dispositivo, todas las inversiones realizadas en el proyecto deben ser de carácter necesario y considerar una adecuada relación costo-beneficio.

A continuación, se hace una descripción general y análisis de los costos de estimación de software, con el método de estimación de costos COCOMO II y el costo del prototipo en el que se incluyen los costos de hardware de los diferentes materiales utilizados en la elaboración del prototipo indicador del nivel de líquidos.

4.2.1. ESTIMACIÓN DE COSTO DE SOFTWARE

Existen distintos métodos para la estimación de costos de desarrollo de software, el cual este es uno de los métodos que establece una relación matemática entre el esfuerzo y el tiempo de desarrollo.

4.2.1.1. Método de Estimación COCOMO II

La estimación de costos del sistema ha sido desarrollada bajo KLDC (Kilo-Líneas de código) como se detalla a continuación:

$$KLDC = LDC/1000$$

$$KLDC = 138/1000$$

$$KLDC = 0.14 \text{ KLDC}$$

Por lo que la evaluación del sistema ha sido considerada bajo los 0,16 KLDC.

Los coeficientes que se usarán, son los valores que se detallan en la siguiente Tabla 25, estos datos son tomados del método de estimación COCOMO II:

Tabla 25

Coficiente del modelo COCOMO II

Proyecto de Software	A	B	c	D
Orgánico	2.40	1.05	2.50	0.38
Semiacoplado	3.00	1.12	2.50	0.35
Empotrado	3.60	1.20	2.50	0.33

Nota. La Tabla 25 muestra los coeficientes de COCOMO II, estos datos son tomados de Ingeniería de Software (p. 340). Fuente: Roger S. Pressman (2013).

Para continuar con la estimación de costos usando los valores que se detallan en la Tabla 25, se usarán y se remplazarán los coeficientes en las siguientes ecuaciones que se muestran en la Tabla 26 para calcular el costo de software, estas ecuaciones son tomadas del método de estimación COCOMO II:

Tabla 26*Ecuaciones del Modelo de Estimación COCOMO II*

Variable	Ecuación	Tipo/Unidad
Esfuerzo requerido por el proyecto	$E = a * (KLDC)^b * FAE$	Personas/Mes
Tiempo requerido por el proyecto	$T = c * (E)^d$	Meses
Número de personas requeridos por el proyecto	$NP = \frac{E}{T}$	Personas
Costo total	$CT = SueldoMes * NP * T$	\$us

Nota. La Tabla 26 muestra las ecuaciones del método COCOMO II, estos datos son tomados de Ingeniería de Software. Fuente: Roger S. Pressman (2013).

A continuación, para hallar los valores de FAE (Factor de Ajuste del Entorno) se utilizará la tabla de atributos que se describen en la Tabla 27, mismos datos son tomados del método de estimación COCOMO II, el cual es esencial para obtener una perspectiva integral de los factores que inciden en los costos y contribuye significativamente a la toma de decisiones informadas en la planificación y ejecución del proyecto.

Tabla 27*Cálculo de los atributos FAE*

Atributos que afectan al costo	Valor					
	Muy bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy alto	Extra alto
Atributos de Software						
Fiabilidad del software	0,75	0,88	1,00	1,15	1,40	
Tamaño base de datos		0,94	1,00	1,08	1,16	
Complejidad del producto	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,65

Atributos del Hardware						
Restricciones de tiempo de ejecución			1,00	1,11	1,30	1,66
Restricciones de memoria			1,00	1,06	1,21	1,56
Volatilidad de máquina virtual	0,87		1,00	1,15	1,30	
Tiempo de respuesta	0,87		1,00	1,07	1,15	
Atributos de Personal						
Capacidad de análisis	1,46	1,19	1,00	0,86	0,71	
Experiencia en la aplicación	1,29	1,13	1,00	0,91	0,82	
Capacidad de programadores	1,42	1,17	1,00	0,86	0,70	
Experiencia de S.O. usado	1,21	1,10	1,00	0,90		
Experiencia en el lenguaje de programación	1,14	1,07	1,00	0,95		
Atributos del Proyecto						
Uso de técnicas actuales de programación	1,24	1,10	1,00	0,91	0,82	
Uso de herramientas de software	1,24	1,10	1,00	0,91	0,83	
Restricciones de tiempo de desarrollo	1,23	1,08	1,00	1,04	1,10	

Nota. La Tabla 27 muestra los atributos de los costos, estos datos son tomados de Ingeniería de Software (p. 340). Fuente: Roger S. Pressman (2013).

Para calcular y hallar el valor de FAE se utiliza la tabla de atributos que se describen en la Tabla 27.

$$FAE = 1.15 * 0.85 * 1.00 * 1.00 * 1.00 * 1.07 * 0.86 * 0.91 * 0.86 * 1.00 * 0.95 * 0.91 * 0.91 * 1.00$$

$$FAE = 0.553790152$$

En la aplicación de las ecuaciones descritas en la Tabla 26, de los coeficientes a y c como el de los exponentes b y d, se tiene que el modo de desarrollo o tipo de proyecto es de tipo orgánico ya que el número de líneas de código no supera los 50 KLDC. Tras el cálculo de los atributos FAE descritos en la Tabla 27 se tiene:

Cálculo del Esfuerzo de desarrollo:

$$E = a * (KLDC) ^b * FAE$$

$$E = 2.4 * (0.14) ^{1.05} * 0.553790152$$

$$E = 0.17 \text{ Personas/Mes}$$

El esfuerzo requerido por el proyecto equivale a una Persona/Mes.

Cálculo del Tiempo de desarrollo:

$$T = c * (E) ^d$$

$$T = 2.5 * (0.17) ^{0.38}$$

$$T = 1.28 \text{ Equivale a 2 Meses}$$

El tiempo de desarrollo es equivalente a dos meses.

Cálculo del Personal Promedio

$$NP = E / T$$

$$NP = 0.17 / 1.28$$

$$NP = 0.13 \text{ Equivale a 1 Persona}$$

El personal requerido para el proyecto es una persona.

Cálculo del Costo Total:

$$CT = \text{SueldoMes} * NP * T$$

$$CT = 500 * 0.13 * 1.28$$

$$CT = 83.20 \text{ \$us}$$

$$CT = 579.07 \text{ Bs}$$

Según estas cifras se requiere de una persona, un trabajo de casi dos meses para el desarrollo del proyecto, en el componente de software con un costo total de 83.20 \$us.

Además, que en la tabla 28 se muestra el tipo de cambio del costo de software en dólares a bolivianos.

Tabla 28

Tipo de cambio

Tipo de cambio, miércoles 25 de octubre, 2023		
Costo de software (\$us)	Valor del dólar (\$us)	Costo de software (Bs)
83.20 \$us	6.96 \$us	579.07 Bs.

Nota: La Tabla 28, muestra el costo de software del prototipo en 579.07 Bs y su equivalente en dólares es de 83.20 \$us, considerando el tipo de cambio de Bs por 1 Dólar es de 6.96, establecido por el Banco Central de Bolivia el 25 de octubre de 2023. Este mismo valor se utiliza para realizar la conversión de dólares a bolivianos en los costos relacionados con el prototipo indicador del nivel de líquidos.

Habiendo calculado el costo de desarrollo de software del prototipo indicador del nivel de líquido con el método de estimación COCOMO II, se procede a describir, analizar y calcular el costo del prototipo en el que se incluyen los componentes electrónicos.

4.2.2. COSTOS DE PROTOTIPO

4.2.2.1. Costos de los materiales

En este apartado se detallan todos los componentes utilizados en la realización del proyecto, junto con la descripción de las características de los componentes, además de su costo, los cuales fueron adquiridos en la tienda Electrónicas “Ardunel” que se encuentra ubicada en la ciudad de El Alto, calle 5 de la ceja, mismo que se adjunta el link de la página web: <https://ventas.ardunel.com.bo/>

Tabla 29*Costos de los materiales*

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	PRECIO TOTAL
Baquelita	4cmx4cm		12 Bs	1	12 Bs
Microcontrolador	PIC16F628A		28 Bs	1	28 Bs
Sensor ultrasónico	HC-SR04		17 Bs	1	17 Bs
Buzzer pasivo	Módulo KY-006		16 Bs	1	16 Bs
Batería recargable	4.2v 8800mAH		12 Bs	2	24 Bs
Fuente de alimentación regulable	MB102 3,3 V 5V		12 Bs	1	12 Bs
Cristal Oscilador	4mhz		4 Bs	1	4 Bs

Capacitor cerámico	22 pF		1,50Bs	2	3 Bs
Interruptor			3.5 Bs	1	3.5 Bs
Porta baterías			9 Bs	1	9 Bs
Resistencias	1 KΩ		0,20 ctvs.	1	0,20 Bs
Cables jumpers			50Ctvs	10	5 Bs
TOTAL					133.70 Bs

Nota: Costo total de los componentes electrónicos que se utilizaron en el desarrollo y construcción del prototipo indicador del nivel de líquidos.

4.2.2.2. Costos de los servicios

En la Tabla 30, se muestra la descripción de los costos de servicios como la impresión en 3D y la impresión de la hoja del diseño de la placa PCB, en impresión a laser, para el prototipo indicador del nivel de líquido.

Tabla 30*Costo de los servicios*

SERVICIO	DESCRIPCIÓN	COSTO
Impresión 3D	Impresión del diseño de chasis.	20 Bs
Impresión a laser	Impresión del diseño del PCB	5 Bs
TOTAL		25 Bs

Nota: La Tabla 30, fue elaborado con base a los costos de impresión del chasis e impresión del diseño del PCB en el papel de transferencia, mismo servicio se realizó en la tienda electrónica “G&A” que se encuentra ubicada en la ciudad de El Alto entre la Av. Tiahuanaco y Av. Antofagasta, mismo que se adjunta el link de ubicación de esta sucursal: <https://maps.app.goo.gl/FrdKuM12UBt6vwQr9>.

4.2.2.3. Costos de Ingeniería

En la Tabla 31, se muestra la descripción del costo total del prototipo, tomando como referencia el costo total de los productos, del software y de los servicios.

Tabla 31*Costos totales*

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (Mes)	MONTO
COSTOS DE SOFTWARE	2	579.07 Bs
COSTO TOTAL DE LOS PRODUCTOS (HARDWARE)	4	133.70 Bs
COSTO TOTAL DE LOS SERVICIOS		25 Bs
TOTAL, BOLIVIANOS		737.77 Bs
TOTAL, DÓLARES		106 \$us

Nota: El costo total del dispositivo indicador del nivel de líquido, considerando los costos de servicios, costos de software y de hardware, se estima que la suma total de costo del prototipo asciende a 106 \$us en un tiempo de desarrollo de seis meses. Cabe mencionar que el prototipo tecnológico tiene un beneficio bastante accesible en cuestión de costos.

4.3. FACTIBILIDAD TÉCNICA

El avance tecnológico ha hecho que los dispositivos tecnológicos tengan un mayor alcance hacia la población general, sin embargo, sigue habiendo grupos excluidos de este apogeo como lo son las personas con discapacidad visual. Es por eso, que es necesario aprovechar las facilidades y factibilidades que brinda esta época tecnológica para crear dispositivos que ayuden a esta población que lo necesitan.

El diseño y construcción del prototipo indicador de nivel de líquidos requiere de dos elementos fundamentales: el software y el hardware. En cuanto al software, se utilizan programas como Proteus y PIC C compiler, los cuales ofrecen versiones gratuitas y de prueba. Por otro lado, los componentes electrónicos necesarios pueden adquirirse en tiendas de electrónica locales, lo que facilita la creación del prototipo.

Es crucial seleccionar con precisión los componentes y programas, ya que son de relevancia para optimizar la utilidad, el diseño, la seguridad y la vida útil del prototipo. Las Tablas 32 presentan una lista detallada de los programas (software) utilizados en el diseño y construcción del prototipo.

Tabla 32

Disponibilidad de Software

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS/FUNCIONES	TIPO DE CÓDIGO	VERSIÓN GRATUITA/DE PRUEBA
Proteus	<ul style="list-style-type: none">- Diseño de circuitos- Simulación de circuitos- Simulación de microcontroladores- Análisis de rendimiento- Diseño de PCB	Cerrado	Sí
PIC C Compiler	<ul style="list-style-type: none">- Compilación de código C- Amplia compatibilidad- Eficiencia y optimización- Depuración y simulación	Cerrado	Sí
PICkit Programmer	<ul style="list-style-type: none">- Programación de microcontroladores PIC- Interfaz de usuario intuitiva	Cerrado	Sí

	- Programación ICSP		
Autodesk Fusion 360	- Modelado 3D - Simulación - Renderización y visualización	Cerrado	Sí

Nota: Características y funciones de los programas de software utilizados en el prototipo.

La Tablas 33, presentan una lista detallada de la disponibilidad de los componentes electrónicos (hardware) utilizados en el diseño y construcción del prototipo.

Tabla 33

Disponibilidad de Hardware

NOMBRE	UTILIDAD/FUNCIÓN	DISPONIBILIDAD EN MERCADOS LOCALES
Baquelita	Base para el circuito y los componentes electrónicos.	Sí
Resistencia	Limitar el flujo de corriente.	Sí
Microcontrolador PIC	Controlar el dispositivo	Sí
Sensor ultrasónico HC-SR04	Medición de distancias	Sí
Batería recargable	Almacenar energía y ser reutilizable.	Sí
Fuente de alimentación regulable	Proporciona el voltaje adecuado a la placa PCB	Sí
Cristal oscilador	Proporcionar ritmo de reloj al microcontrolador	Sí
Porta baterías	Contener las baterías	Sí
Interruptor	Controlar el encendido y apagado.	Sí
Cables jumpers	Facilitan las conexiones	Sí

Nota: Utilidad y/o función de los componentes electrónicos utilizados en el prototipo.

A partir del análisis de factibilidad realizado, se ha demostrado la viabilidad técnica, económica y operativa del dispositivo tecnológico indicador del nivel de líquido para la implementación.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El prototipo construido ha logrado satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad visual de la Escuela Superior de Formación de Maestras y Maestros “Tecnológico y Humanístico El Alto”, coadyuvando a conseguir una solución segura y confortable en la autosuficiencia de consumo alimentario de líquidos evitando desbordamientos. Asimismo, con el desarrollo del proyecto han sido alcanzados los objetivos en virtud de lo siguiente:

- Se logró diseñar un modelo tecnológico funcional que evita la introducción de las manos o dispositivos en la bebida, lo cual es antihigiénico en el consumo alimentario de líquidos. El prototipo desarrollado cumple con esta premisa al proporcionar información sonora cuando el líquido a ascendido lo suficiente, sin necesidad de manipulación directa, garantizando así la higiene en todo momento.
- Se ha conseguido realizar un dispositivo tecnológico accesible para personas de alta, media y bajos recursos económicos. A través de un enfoque centrado en la eficiencia de costos, siendo que el prototipo ha sido desarrollado de manera que su fabricación y adquisición sean accesibles para los usuarios.
- Se implementó con éxito un prototipo electrónico que contribuye en la autosuficiencia de las personas con discapacidad visual, ya que el indicador de nivel de líquidos ofrece información auditiva, permitiendo que las personas con discapacidad visual sepan cuando el líquido a ascendido y así evitar el desborde del mismo. Esto promueve su autonomía y confianza en el manejo de líquidos en su vida diaria.
- El prototipo ha sido mejorado mediante la integración de componentes electrónicos y sensores más adecuados para la identificación precisa del nivel de líquidos y la prevención de desbordamientos sin tener que entrar en contacto directo con los líquidos.

5.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones en cuanto al desarrollo y construcción del dispositivo indicador del nivel de líquido son las siguientes:

- Se sugiere optar por otros materiales más ligeros y compactos para que el dispositivo tenga una mejor estabilidad y sujeción adecuada en recipientes de menor peso.
- Se recomienda optar por una batería recargable de ion de litio similar a las de los teléfonos móviles, junto con un puerto de carga que facilite la recarga del dispositivo sin la necesidad de extraerla.
- Se recomienda investigar la posibilidad de integrar tecnologías de reconocimiento de voz, para permitir una interacción más natural por parte de los usuarios con el prototipo indicador del nivel de líquidos.
- Se sugiere Incorporación mayor funcionalidad al prototipo, como el de incluir un control de consumo diario de agua que deba consumir una persona enferma con diabetes además de la deficiencia visual en la que se encuentre. Este control podría llevarse a cabo a través de una aplicación y permitir el monitoreo por parte de profesionales médicos o familiares.

Estas líneas de investigación pueden ayudar a perfeccionar el prototipo y ampliar su utilidad en el apoyo a personas con discapacidad visual, mejorando su calidad de vida y la independencia en la ingesta de líquidos.

BIBLIOGRAFÍA

- American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>.
- Gonzales O. y Scarpetta A. (2015). Dispositivo de orientación para invidentes basado en el principio de ecolocalización. <https://docplayer.es/62067282-Aklas-dispositivo-de-orientacion-para-invidentes-basado-en-el-principio-de-ecolocalizacion.html>.
- Quijas N. (2014) Bastón blanco inteligente con evasión de obstáculos. [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/10505/5/TESES%20QUIJAS.pdf>
- Rojas Y. (2013) Plataforma virtual orientada a personas con discapacidad visual. [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7771/T.2711.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Flores R. (2016) Centro de capacitación y rehabilitación para personas ciegas y de baja visión. [Proyecto de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/11784>.
- Huanca Y. (2022) Bastón Blanco con sensores ultrasónicos y vibraciones. [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29622/T-3932.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Condori F. y Titirico R. (2020) Prototipo silla de ruedas automatizada con monitoreo cardíaco y localización GPS bajo la plataforma de internet de las cosas. [Tesis de Licenciatura, Universidad Pública de El Alto].
<http://repositorio.upea.bo/handle/123456789/27>.
- Poma M. (2019) Sistema de información control de inventarios y cotizaciones para el departamento de almacén. [Proyecto de Licenciatura, Universidad Pública de El Alto]. PDF.
- Pressman R. (2013) Ingeniería de Software. Un enfoque practico 7ma Edición. PDF.

- Gómez A. y López M. (2017) Un modelo de estimación de proyectos de software Cocomo II. PDF.
- Jimenez R. (2020) Automatización para deshidratador de alimentos para la empresa A&Tel Bolivia Automatización y Telecomunicaciones. [Proyecto de Licenciatura, Universidad Pública de El Alto]. PDF.
- Barrón M. (2023) Uso didáctico del software de ayuda al diseño electrónico "Proteus". [Universidad del País Vasco]. <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2004-1034/S1F05.pdf>.
- Ortiz E. y Pedraza J. (2019) Automatización de apertura de puertas y dosificación de agua y alimento para un recinto avícola en la mesa-Cundinamarca. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/1acca936-d7c9-45c3-9fea-5232b953672e/content>
- Bariáin, C., Corres, J. M., & Ruiz, C. (2017). Programación de microcontroladores PIC en lenguaje C. Marcombo.
- ESFMTHEA. (30 de marzo de 2023). ESFMTHEA. Obtenido de Organigrama : <http://www.esfmthea.com.bo/organigrama/>
- OMS. (13 de octubre de 2022). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Ceguera y discapacidad visual: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- ABI. (14 de octubre de 2021). Agencia boliviana de información . Obtenido de en Bolivia existe más de 120.000 personas ciegas y más de 300000 que sufren baja visión: <https://abi.bo/index.php/sociedad2/13689-En-Bolivia-existen-m%C3%A1s-de-120.000-personas-ciegas-y-m%C3%A1s-de-300.000-que-sufren-baja-visi%C3%B3n>
- Opinión. (3 de octubre de 2021). Diario de circulación Nacional. Obtenido de Personas con ceguera: <https://www.opinion.com.bo/articulo/revista-asi/personas-ceguera-reto-vencer-oscuridad-necesidad-sociedad-empatica/20211002114236837229.html>
- Baterías - Sawers. (2023). Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://tienda.sawers.com.bo/baterias>.
- New - Line. (2023). <https://corpnewline.com/reguladores.htm>

PIC C Compiler - iElectroX. (2023). Recuperado 18 de marzo de 2023, de <https://sites.google.com/site/ielectrox/home/programas-1/pic-c-compiler>

Obando E. (3 de noviembre del 2015). Historia de AutoCAD. Monografias.com. <https://www.monografias.com/trabajos106/historia-autocad/historia-autocad>

Simone R. (2011). PICkit. manualzz.com. <https://manualzz.com/doc/5312340/pickit2->

Studocu. (2017). Impresora 3D - Studocu. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-autonoma-de-santo-domingo/computacion-esencial/impresora-3d/12752164>

Zumbador Buzzer Pasivo - UNIT Electronics. (2023). UNIT Electronics. Recuperado 19 de marzo de 2023, de <https://uelectronics.com/producto/zumbador-buzzer-pasivo-modulo-ky-006/>

Guillen J. y Vizhñay C. (2016). Gafas especiales para la detección de obstáculos con sistema de ubicación en caso de emergencia y ayuda de reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca

Ministerio de Educación. (noviembre de 2013). Comprensión de la discapacidad visual. Obtenido de Comprensión de la discapacidad V, Tomo 1: https://www.minedu.gob.bo/files/publicaciones/veaye/dgee/jica4_SITUACION_DI SC.pdf

Tifloproductos CR. (mayo de 2023). Tifloproductos CR. Obtenido de Indicador de nivel de líquido: <https://tifloproductoscr.com>

Asistronic. (mayo de 2023). Asistronic S. A. S. Obtenido de Ayudas técnicas y soluciones de apoyo: <https://www.asistronic.com/producto/indicador-de-nivel-de-liquido-para-ciegos/>

Gutierrez, J. C. (2009). Aplicabilidad de las Metodologías de diseño de producto en el desarrollo y creación de páginas web y diseños gráficos. Obtenido de Departamento de ingeniería de diseño de productos: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/302/JulianCamilo_GutierrezR._2009.pdf?sequence=1

Yáñez C. (2008). Sistema de gestión de calidad en base a la norma ISO 9001, Internacional eventos. www.internacionaleventos.com
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34112639/ArticuloISO-libre.pdf>

Ulrich, Karl y Eppinger (2009). Steven. Diseño y desarrollo de productos: Enfoque multidisciplinario. 4 ed. McGraw-Hill. 422 p.

Pressman, R. (2010). Ingeniería del software un Enfoque Práctico, Séptima Edición. México. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.

Cognitios UX. (2021). La norma ISO 9241. <https://cognitios.com/la-norma-iso-9241/>
Area Tecnologia . (Mayo de 2023). Código de colores de resistencias . Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/codigo-de-colores-de-resistencias.html>

Autodesk. (2 de junio de 2023). Fusion 360. Obtenido de El futuro del diseño y la fabricación : <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=F360>

Breijo, E. G. (2008). Compilador C CCS y simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Electronilab. (Junio de 2023). Programador de Microcontroladores PIC. Obtenido de <https://electronilab.co/>

EPY Electrónica. (Mayo de 2023). Pilas Recargables CAFINI. Obtenido de <https://epyelectronica.com/tienda/alimentacion/fuentes-de-alimentacion/par-de-pilas-recargable-cafini-4-2v/>

FC Electronik. (Junio de 2023). Fuente de alimentación para Protoboard . Obtenido de <https://fcelectronik.com/fuente-alimentacion-protoboard/>

Leantec. (30 de Mayo de 2023). Datasheet HC-SR04. Obtenido de <https://leantec.es/wp-content/uploads/2019/06/Leantec.ES-HC-SR04.pdf>

Microchip (2009). Datasheet. Obtenido de: Microchip Technology Incorporated, Data Sheet. Printed in the U.S.A.

Microchip. (30 de Mayo de 2023). Microchip. Obtenido de Programador/Depurador de desarrollo PICKit 2: <https://www.microchip.com/en-us/development-tool/PK164120#>

MV Electrónica. (Junio de 2018). Microcontrolador PIC16f628a. Obtenido de <https://mvelectronica.com/producto/microcontrolador-pic16f628a>

Puertas, O. G. (Septiembre de 2015). Fabricación de placas de circuito impreso con Proteus. Obtenido de Valladolid: https://www.cecyl3.ipn.mx/estudiantes/plan%20continuidad/Archivo%20comprimido12/Fabricacion_PCBs_MANUAL.pdf

Microcontrolador PIC. (30 de Mayo de 2023). Original Electronic Parts. Obtenido de Pickit 2: <https://pic-microcontroller.com/pickit-2-download-develop-your-own-usb-pickit-ii-programmer/>

Pyme.net. (23 de Marzo de 2023). Tipos de costes. Obtenido de <https://emprendepyme.net/tipos-de-costes.html>

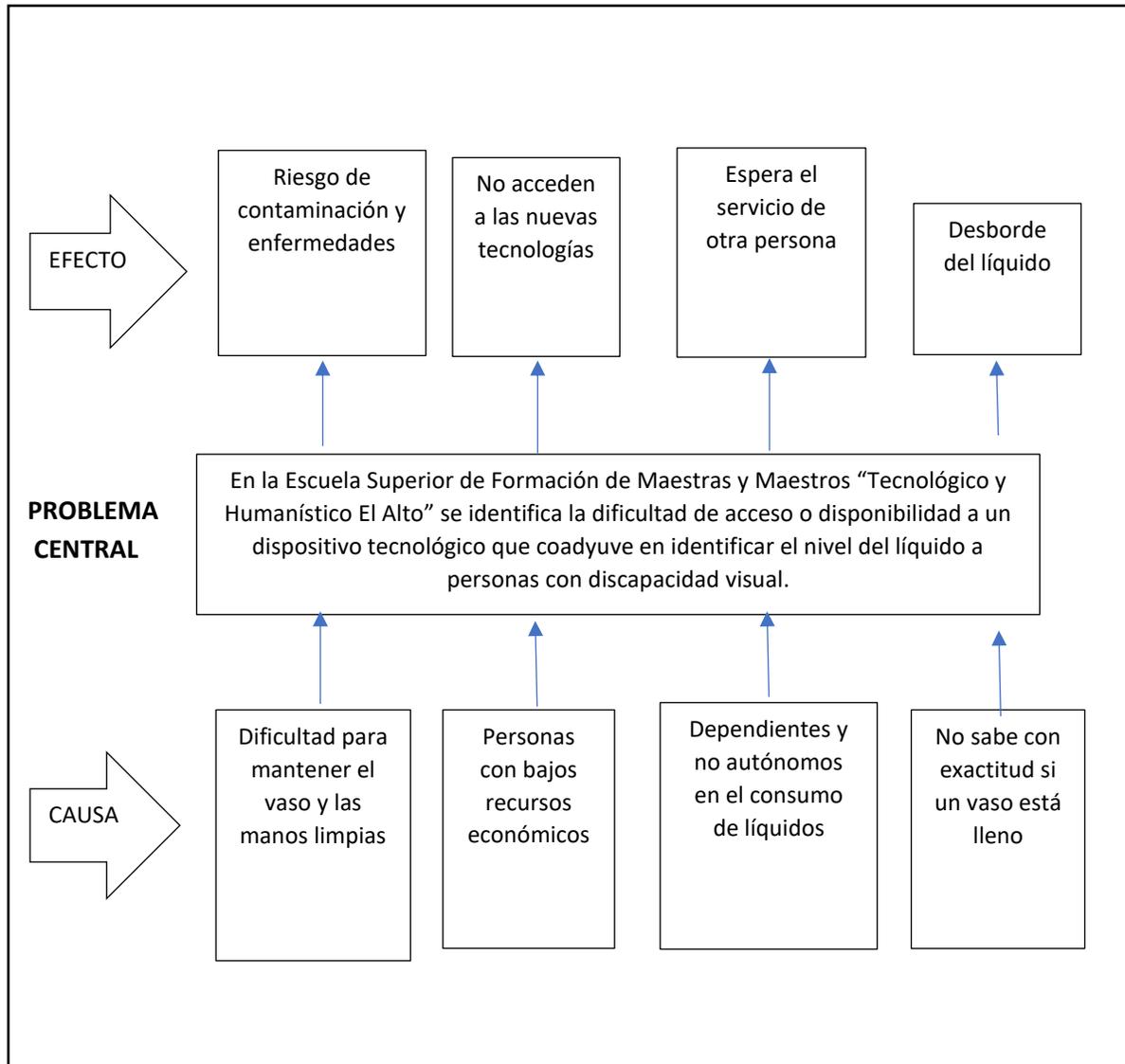
UltiMaker. (6 de Junio de 2023). Cura de UltiMaker. Obtenido de <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>

Bonell Sanchez, M. (15 de Junio de 2021). Diseño y construcción de un Robot. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12840/Annex.pdf>

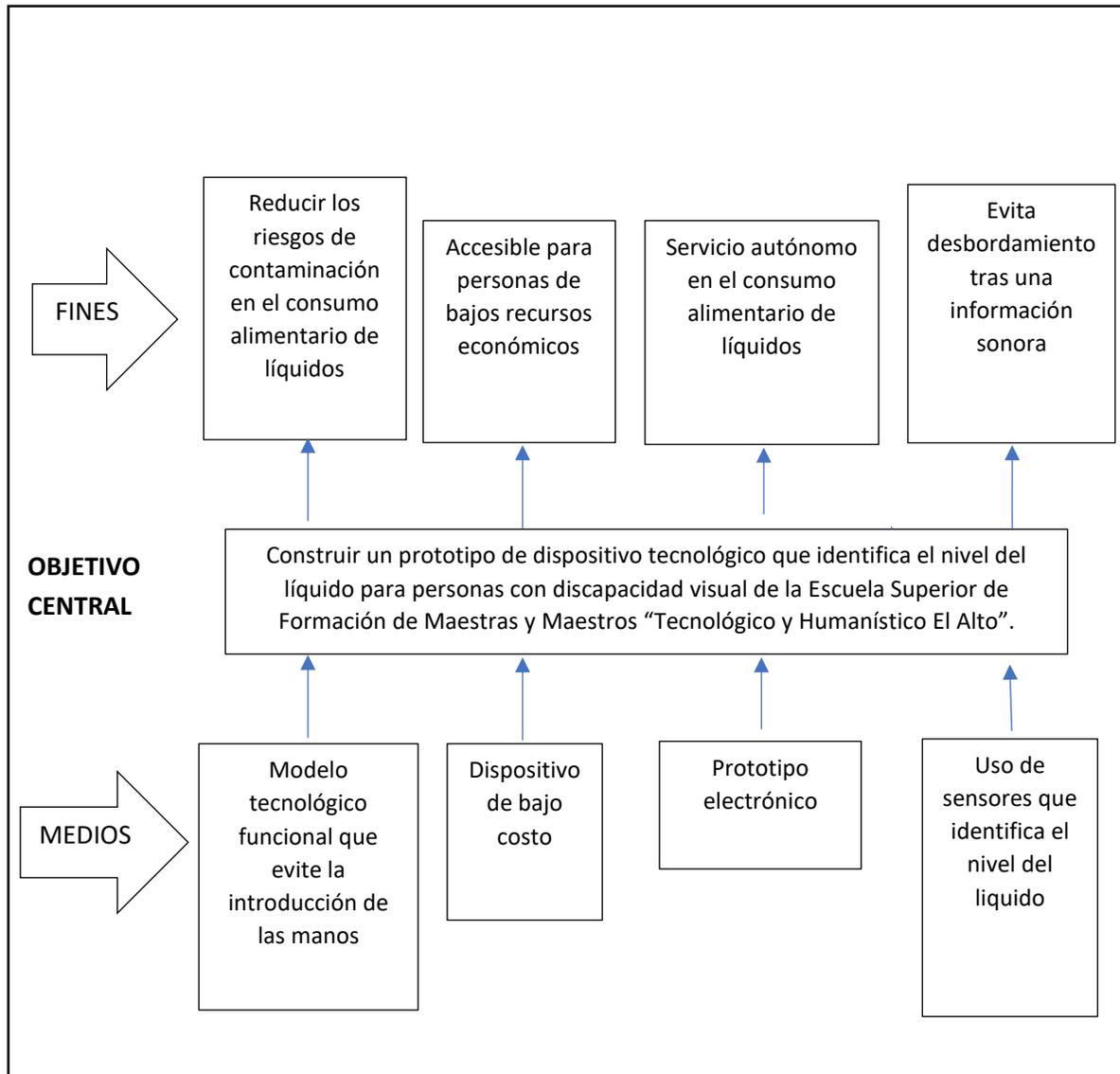
ANEXOS

ANEXO A

- Árbol de Problemas



- Árbol de Objetivos

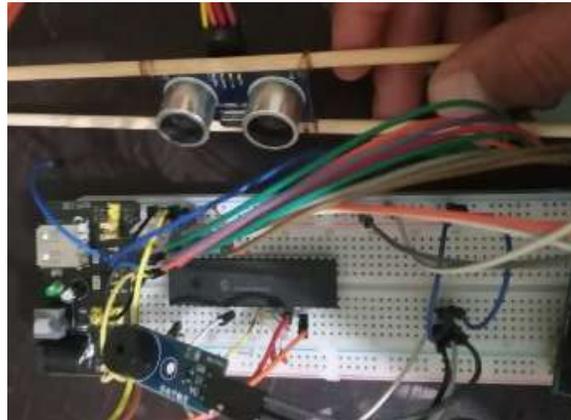


ANEXO B

Armado del circuito electrónico en Protoboard

Figura A 1

Circuito electrónico del prototipo



Grabado de la placa PCB

Figura A 2

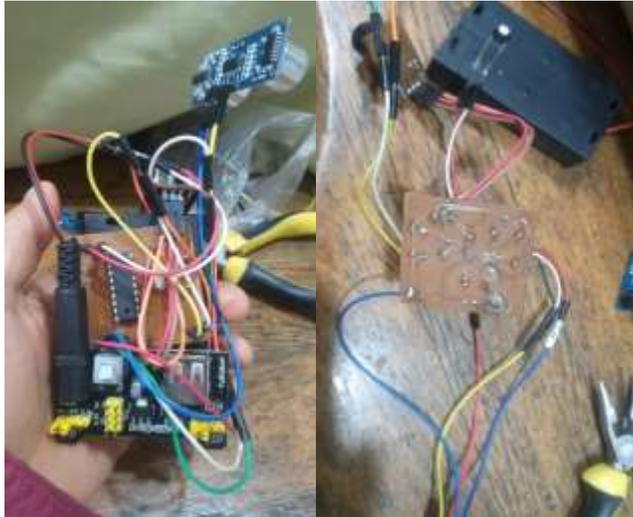
Vista de la placa PCB



Soldado de los componentes electrónicos

Figura A 3

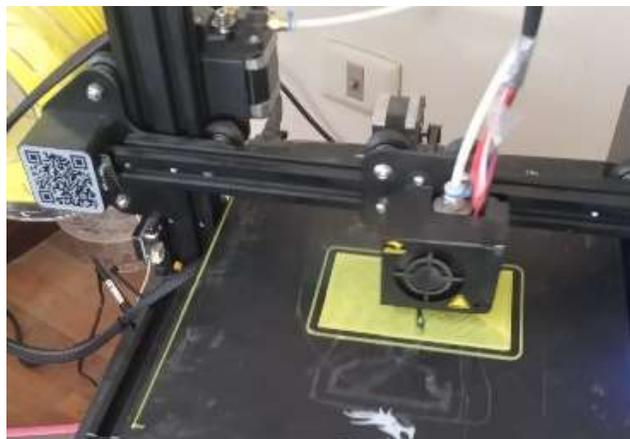
Placa concluida para su conexión con los demás módulos



Impresión en 3D del chasis

Figura A 4

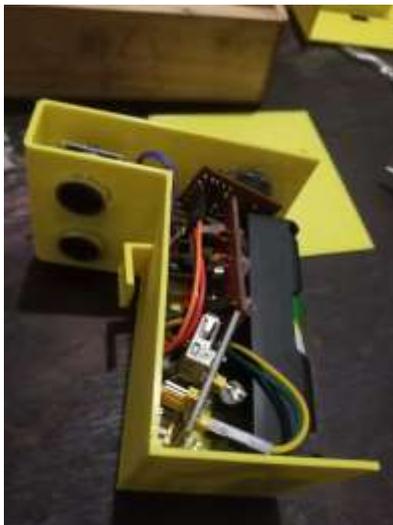
Diseño del chasis para su ensamble



Ensamblaje del prototipo

Figura A 5

Ensamblaje de los componentes electrónicos en el chasis



Dispositivo indicador del nivel de liquido

Figura A 6

Prototipo finalizado



ANEXO C

Pruebas del prototipo, personas con discapacidad visual

Figura A 7

Prototipo inicial, prueba de detección del nivel de liquido



Figura A 8

Prototipo final, prueba de funcionamiento identificador del nivel de líquido



Figura A 9

Encuestas a personas con discapacidad visual



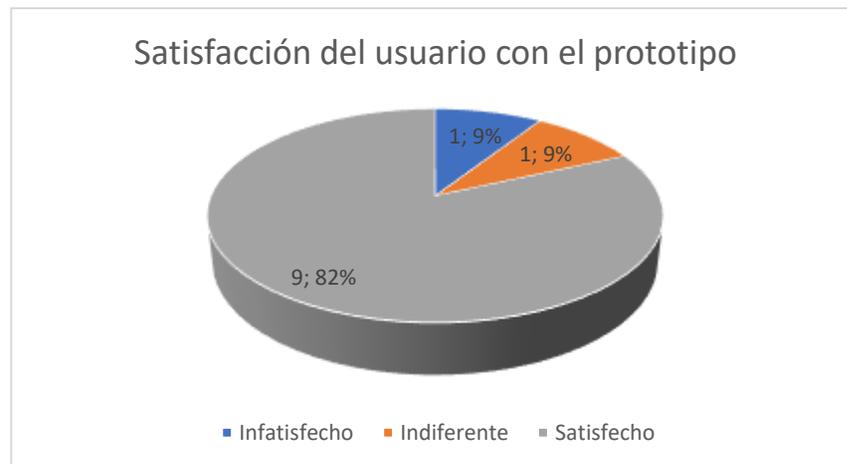
ANEXO D

Resultado de encuestas aplicados a las personas con discapacidad visual

1. ¿El prototipo ha satisfecho sus expectativas?

Insatisfecho	<input type="checkbox"/>
Indiferente	<input type="checkbox"/>
Satisfecho	<input type="checkbox"/>

Satisfacción del usuario con el prototipo

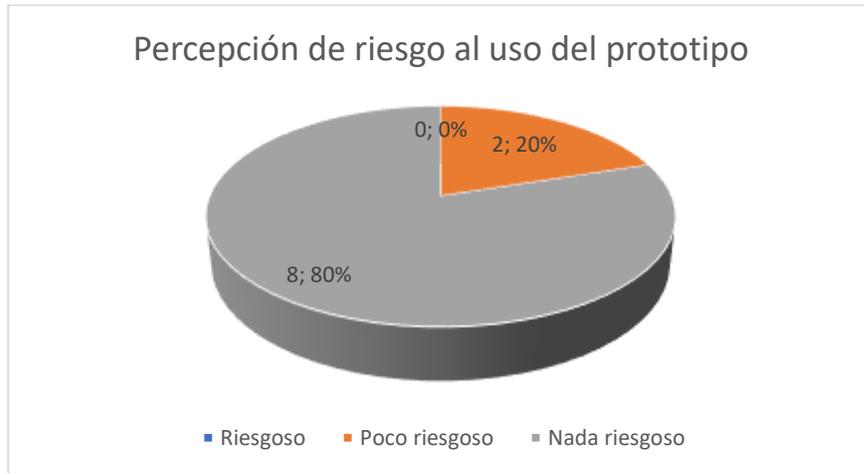


Análisis e interpretación: Según los resultados obtenidos con relación a la encuesta fueron totalmente positivos, ya que un 82% de los encuestados indicó que el prototipo ha satisfecho sus expectativas de manera positiva, un 9% que ha sido insatisfecho y un 9% indiferente. Este dato refleja en su mayoría una respuesta favorable por parte de los usuarios con discapacidad visual, lo que sugiere que el prototipo está cumpliendo con su propósito de manera efectiva.

2. ¿Encuentra riesgoso el uso del prototipo?

Riesgoso	<input type="checkbox"/>
Poco riesgoso	<input type="checkbox"/>
Nada riesgoso	<input type="checkbox"/>

Percepción de riesgo al uso del prototipo

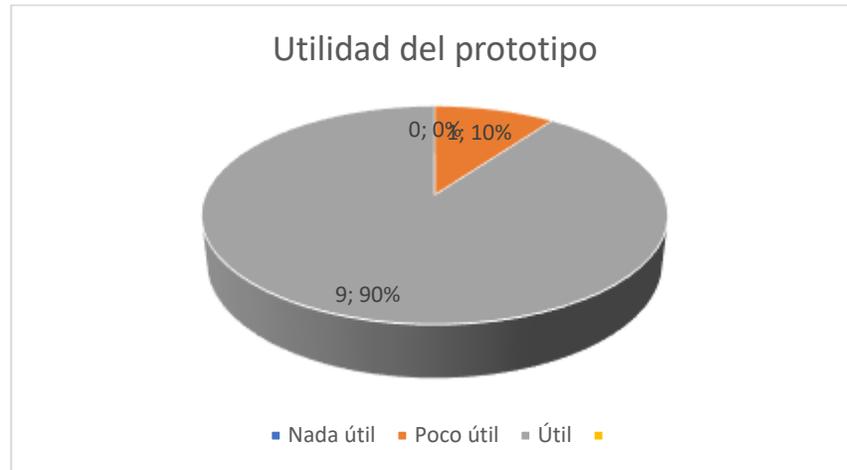


Análisis e interpretación: Según los datos obtenidos se puede demostrar que un 80% de los usuarios no encuentra riesgoso el uso del prototipo y un 20% encuentran al uso un poco riesgoso en la manipulación debido al cuidado del mismo, sin embargo, cabe mencionar que en su mayoría se tiene una favorable aceptación al prototipo por parte de las personas con discapacidad visual, que son los principales usuarios. Lo que comprueba que el prototipo cumple con su eficacia y los estándares de seguridad adecuados, por lo que no representa ningún riesgo para los usuarios.

3. ¿Considera de utilidad el dispositivo?

Nada útil	<input type="checkbox"/>
Poco útil	<input type="checkbox"/>
Útil	<input type="checkbox"/>

Utilidad del prototipo

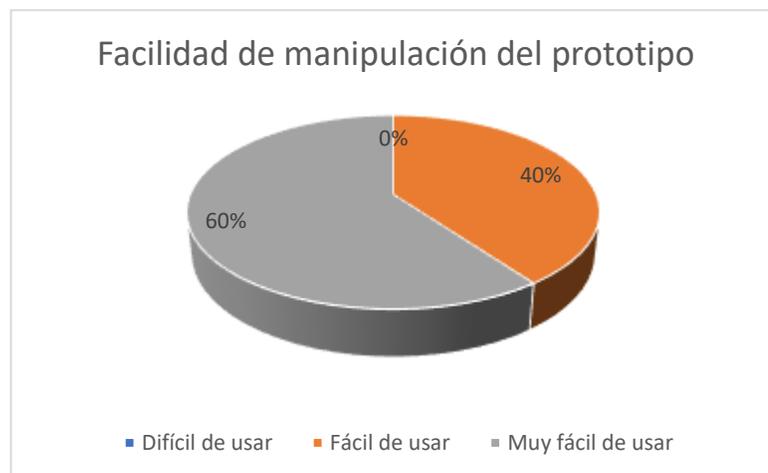


Análisis e interpretación: según los resultados obtenidos en relación a la utilidad del prototipo que brinda a las personas con discapacidad visual, se establece que la mayoría de los usuarios establecen que en un 90% el dispositivo es útil y un 10% estima que es un poco útil.

4. ¿Le ha resultado fácil de usar?

Difícil de usar	<input type="checkbox"/>
Fácil de usar	<input type="checkbox"/>
Muy fácil de usar	<input type="checkbox"/>

Facilidad de manipulación del prototipo

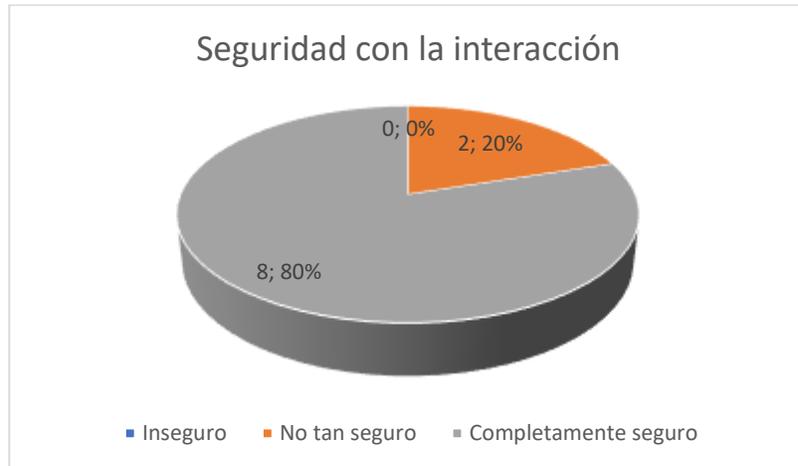


Análisis e interpretación: Según los resultados obtenidos en relación a la facilidad del uso del prototipo se muestra que un 40% de las personas con discapacidad visual que probaron el dispositivo expresan una facilidad de uso y un 60% de los usuarios expresan que es muy fácil de usar, además de ser cómoda la interacción táctil con el prototipo.

5. ¿Cuán seguro se siente usando el prototipo?

Inseguro	<input type="checkbox"/>
No tan seguro	<input type="checkbox"/>
Completamente seguro	<input type="checkbox"/>

Seguridad con la interacción

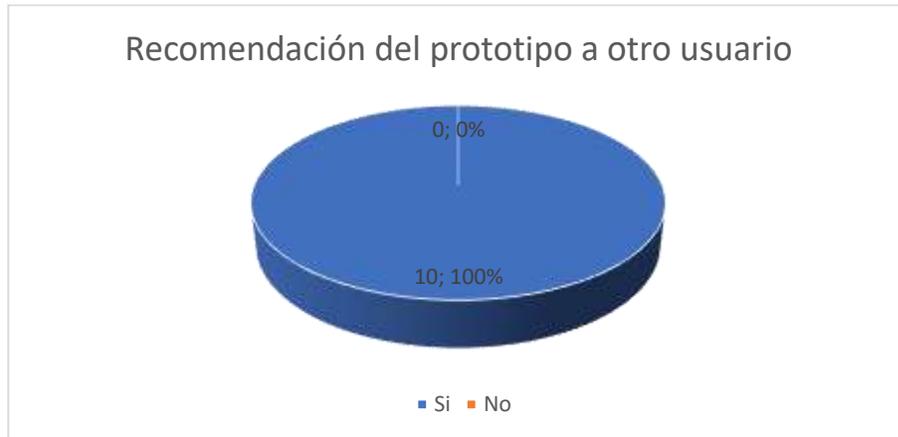


Análisis e interpretación: Según los resultados obtenidos en relación a la seguridad que presenta el usuario con la interacción del prototipo se establece que la mayoría de los usuarios se sienten completamente seguro usando el dispositivo en un 80% y un 20% establecen que no se sienten tan seguros, con la interacción del dispositivo.

6. ¿Recomendaría usted el uso del dispositivo a otra persona con discapacidad visual?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

Recomendación del prototipo a otros usuarios



Análisis e interpretación: Según los resultados obtenidos en base a las encuestas realizadas a los usuarios se establece que un 100% de los encuestados, recomendarían el uso del dispositivo a otra persona con la misma discapacidad visual.

ANEXO E

Aval de conformidad de la Institución



**ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTRAS
Y MAESTROS TECNOLÓGICO Y HUMANÍSTICO EL ALTO**
Fundado el 6 de marzo de 2006 por D.S. 28625 y Ley 3441

El Alto, noviembre de 2023

Señor:
M. Sc. Ing. Maricel Yarari Mamani
**TUTOR METODOLÓGICO
TALLER DE GRADO II**
Presente: –

REF. AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido tutor metodológico:
Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

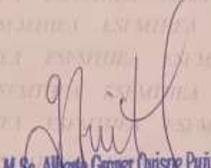
TITULO: PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL
CASO: ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTRAS Y MAESTROS TECNOLÓGICO Y HUMANÍSTICO EL ALTO
MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO
Universitaria: Diana Mendoza Sillero
Registro Universitario: 13007370
Cedula de Identidad: 10032110

De tal forma cabe recalcar que el PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL satisface los requerimientos de la institución, de esta forma se dio cumplimiento de los objetivos del presente.

El presente PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL fue **IMPLEMENTADO** satisfactoriamente y se realizó la capacitación necesaria en la institución, dirigido especialmente a estudiantes con discapacidad visual.

En cuanto certifico, en honor a la verdad, para fines consiguientes del interesado para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente:



**M.Sc. Alberta Garrow Quispe Puzi
DIRECTOR GENERAL
E.S.F.M.T.H. EL ALTO**

Av. Buenos Aires N° 3441 Zona Alto Chijini Distrito 12 El Alto * Teléfono/Fax: 2807049 * www.esfmthea.com * esfmthea.elalto206@gmail.com

Aval de conformidad del Tutor Metodológico

El Alto, 27 de noviembre de 2023

Señor:
Lic. Ing. William Roque Roque
**DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERIA DE SISTEMAS**
Presente. –

REF. AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido director de carrera:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

CASO: ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTRAS Y MAESTROS TECNOLÓGICO Y HUMANÍSTICO EL ALTO

MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO

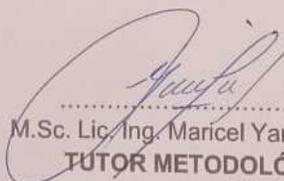
Universitaria: Diana Mendoza Sillero

Registro Universitario: 13007370

Cedula de Identidad: 10032110

Para su defensa publica y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente:


.....
M.Sc. Lic. Ing. Maricel Yarari Mamani
**TUTOR METODOLÓGICO
TALLER DE GRADO II**

Aval de conformidad del Tutor Revisor

El Alto, 27 de noviembre de 2023

Señor(a):
M. Sc. Lic. Ing. Maricel Yarari Mamani
TUTOR METODOLÓGICO
TALLER DE GRADO II
Presente. –

REF. AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

CASO: ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTRAS Y MAESTROS TECNOLÓGICO Y HUMANÍSTICO EL ALTO

MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO

Universitaria: Diana Mendoza Sillero

Registro Universitario: 13007370

Cedula de Identidad: 10032110

Para su defensa publica y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente:


.....
Lic. Ing. Luis Cazorla Choque
C.I. 2456251 L.P.
TUTOR REVISOR

Aval de conformidad del Tutor Especialista

El Alto, 27 de noviembre de 2023

Señor(a):
M. Sc. Lic. Ing. Maricel Yarari Mamani
TUTOR METODOLÓGICO
TALLER DE GRADO II
Presente. –

REF. AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

CASO: ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTRAS Y MAESTROS TECNOLÓGICO Y HUMANÍSTICO EL ALTO

MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO

Universitaria: Diana Mendoza Sillero

Registro Universitario: 13007370

Cedula de Identidad: 10032110

Para su defensa publica y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente:


.....
M.Sc. Lic. Ing. Dulfredo Villca Lázaro
C.I. 4141058 TJ.
TUTOR ESPECIALISTA

MANUAL DE USUARIO

**PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO
TECNOLÓGICO QUE IDENTIFICA EL NIVEL
DEL LÍQUIDO PARA PERSONAS CON
DISCAPACIDAD VISUAL**



AUTORA: DIANA MENDOZA SILLERO

1. INTRODUCCIÓN

El dispositivo indicador nivel de líquido ha sido diseñado para el consumo de ingesta de líquido, para que las personas con discapacidad visual puedan saber con exactitud que se ha vertido una cantidad suficiente de líquido en un recipiente evitando el desbordamiento y la introducción de las manos. Su uso es netamente limitado a la medición del nivel de líquidos para el consumo diario.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO

El dispositivo indicador del nivel de líquidos detecta que el recipiente está prácticamente lleno y esta envía una información sonora de pitidos rápidos y continuos, en el cual se debe dejar de verter el líquido inmediatamente. Evitando el desbordamiento o desperdicio de líquido a los usuarios principales con problemas de la vista.

Este dispositivo cuenta con una ranura de enganche de 1cm, el cual permite la sujeción en los recipientes.

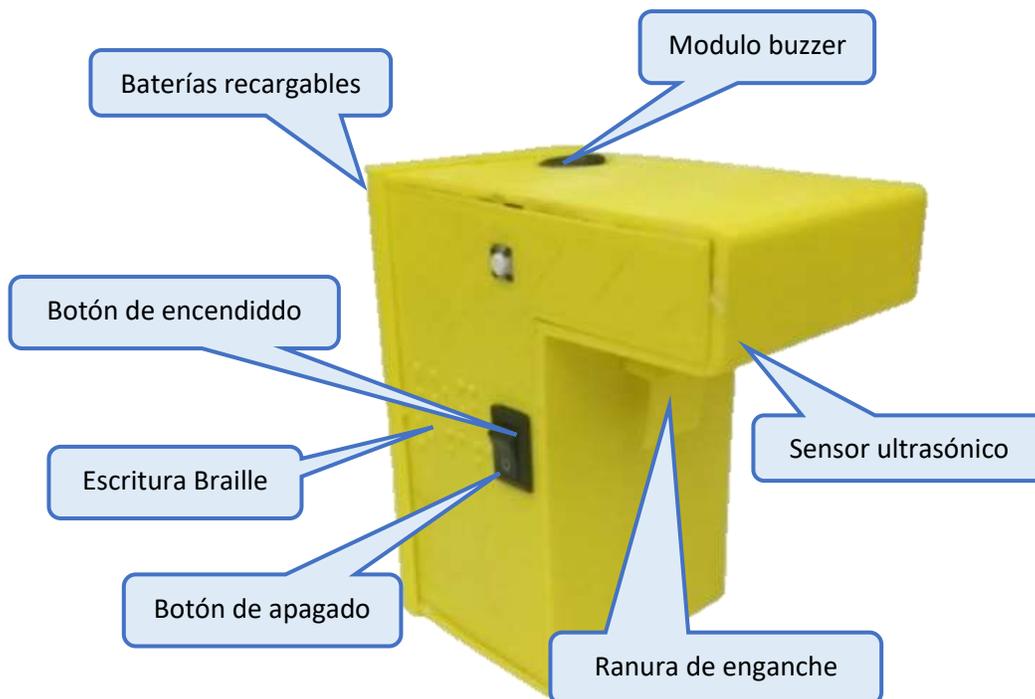


Este dispositivo se ha diseñado para ofrecer una repuesta sonora a la hora de verter líquido en un recipiente. Funciona con dos pilas recargables (li-ion) de 4.8 voltios, el cual es regulada a un voltaje estable de cinco voltios.

Nota importante antes de su uso:

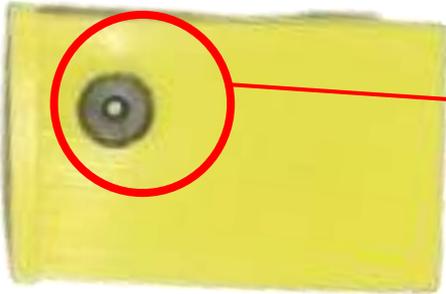
- Comprobar que el dispositivo funcione antes de usarlo.
- Al tener el dispositivo en la mano, el usuario podrá sentir que, en la parte posterior derecha, se encuentra un switch deslizable de 1cm, el cual viene acompañado de la escritura Braille.
- En la parte de arriba del switch deslizable se tiene la descripción de encendido del dispositivo en escritura braille ON
- En la parte de abajo del switch deslizable se tiene la descripción del apagado del dispositivo en escritura braille OFF.
- A continuación, notara que el dispositivo suena, lo que indica que está listo para usarlo.

3. FUNCIONALIDAD GENERAL



3.1. PARTES Y USO DEL PROTOTIPO

3.1.1. Modulo Buzzer



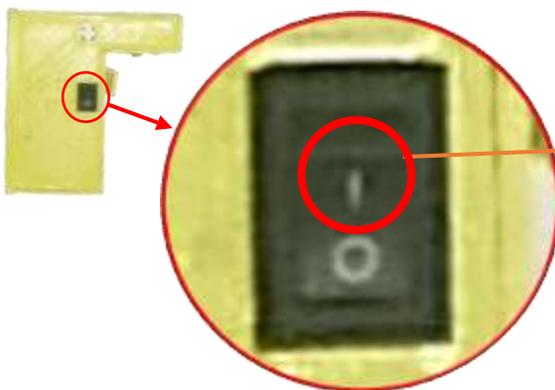
El módulo buzzer pasivo, permite alertar e informar a la persona con discapacidad visual que el líquido dentro de un recipiente ha ascendido al tope máximo a través de una serie de pitidos.

3.1.2. Baterías recargables

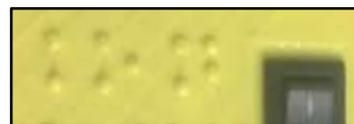


Las baterías recargables permiten alimentar el dispositivo el cual se aloja en una base, permitiendo la alimentación constante a un voltaje estable de cinco voltios a través de un regulador de voltaje.

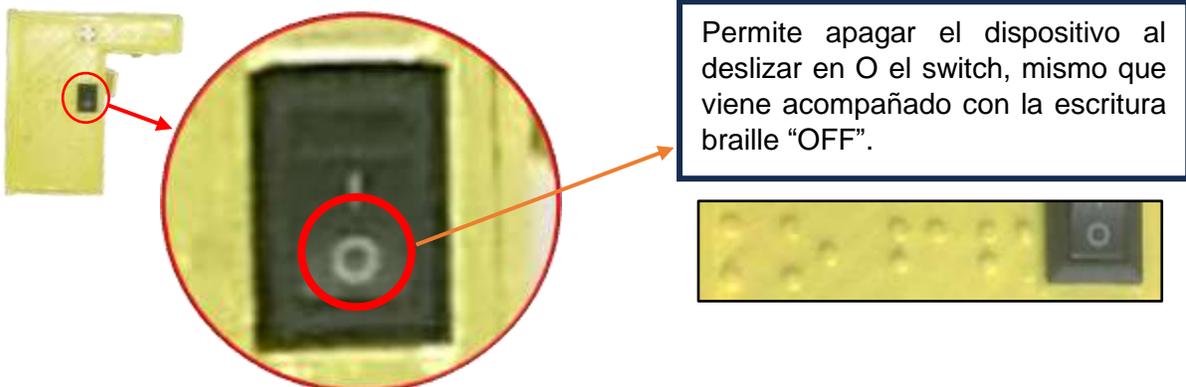
3.1.3. Botón de Encendido I



Permite encender el dispositivo para su uso, la persona con discapacidad visual podrá determinar que el dispositivo se encuentra activo a través de una serie de pitidos iniciales al deslizar el switch, mismo que viene acompañado de la escritura braille "ON".

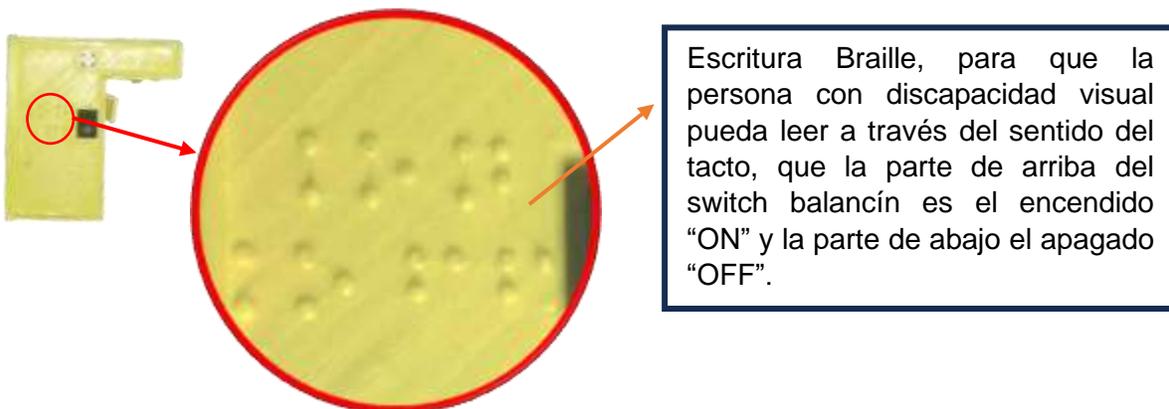


3.1.4. Botón de Apagado O



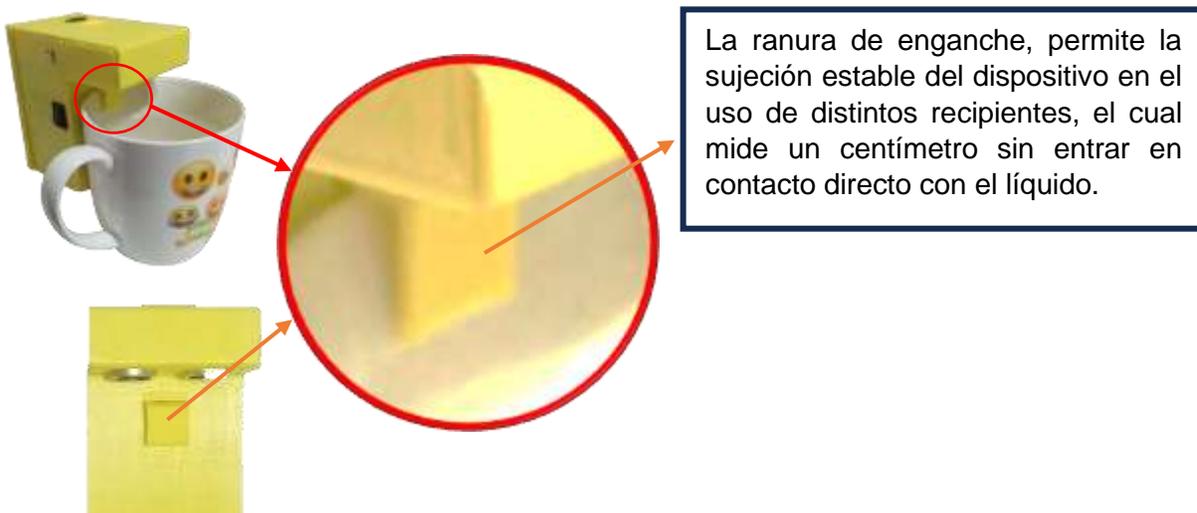
Permite apagar el dispositivo al deslizar en O el switch, mismo que viene acompañado con la escritura braille "OFF".

3.1.5. Escritura Braille



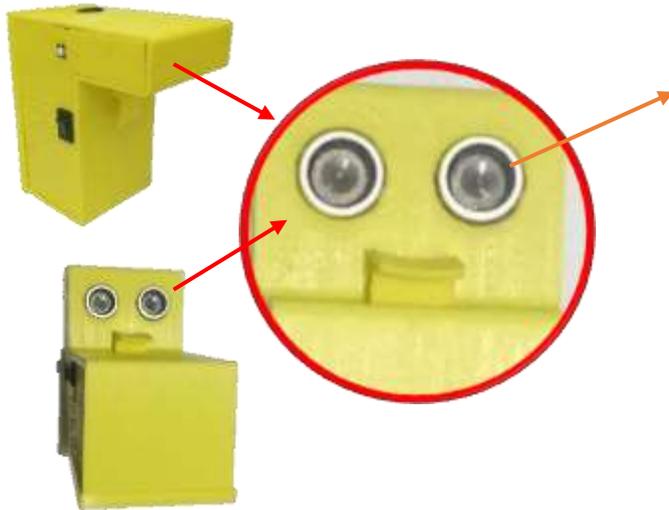
Escritura Braille, para que la persona con discapacidad visual pueda leer a través del sentido del tacto, que la parte de arriba del switch balancín es el encendido "ON" y la parte de abajo el apagado "OFF".

3.1.6. Ranura de Enganche



La ranura de enganche, permite la sujeción estable del dispositivo en el uso de distintos recipientes, el cual mide un centímetro sin entrar en contacto directo con el líquido.

3.1.7. Sensor ultrasónico



El sensor ultrasónico se encuentra dentro del chasis, permite medir la distancia a través de ondas ultrasónicas, la cual envía la señal al microcontrolador cuando la distancia del sensor con el líquido es menor o igual a cuatro centímetros.

Recomendaciones de uso

- Como se mencionó anteriormente, el dispositivo está equipado con una ranura de enganche en la parte frontal que facilita la sujeción del recipiente. Para utilizarlo, vierta el líquido hasta que el dispositivo emita sonidos continuos. En ese momento, el usuario debe dejar de verter el líquido retirando el dispositivo del recipiente.
- Se recomienda que el dispositivo se utilice preferiblemente con líquidos fríos o tibios, evitando en la medida de lo posible su exposición a líquidos calientes. Esta sugerencia tiene como objetivo preservar la integridad de los componentes del dispositivo y velar por la seguridad del usuario principal con la manipulación de líquidos calientes. Además de que el uso sea en recipientes mayores o iguales al dispositivo.
- Procurar siempre apagar el dispositivo después de su uso ya que esto puede agotar la batería y su tiempo de duración.
- Si el dispositivo deja de funcionar en un periodo de tiempo se debe de recargar nuevamente la batería haciendo uso de un cargador para las pilas. El compartimento de las pilas se encuentra en la parte de atrás del dispositivo.
- Nota importante: No fuerce el compartimento de las pilas más de la cuenta, realizar ese proceso con cuidado.