

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN
ELECTROMECÁNICO PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA DULCE**

MARIO YAMID TOBO PÉREZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
FACULTAD SECCIONAL DUITAMA
DUITAMA, BOYACÁ
2023**

**DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN
ELECTROMECAÁNICO PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA DULCE**

**MARIO YAMID TOBO PÉREZ
COD: 201320011**

**TRABAJO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE PARTICIPACIÓN ACTIVA
EN GRUPO DE INVESTIGACIÓN, PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

**DIRECTOR
DIEGO FERNANDO VILLATE FONSECA
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**CODIRECTOR
WILMAN ALONSO PINEDA MUÑOZ
INGENIERO ELECTRÓNICO
MSc. EN CIENCIAS COMPUTACIONALES
DhP. EN INGENIERÍA DE CONTROL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
FACULTAD SECCIONAL DUITAMA
DUITAMA, BOYACÁ**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Duitama,

DEDICATORIA

*A Dios, por la oportunidad de vivir este momento,
a mi madre, que me apoyó con todo su amor,
a mi padre, y sus sabios e invaluable consejos,
a mi novia, por su amor y compañía incondicionales,
a mis hermanos, por brindarme su apoyo,
en todo momento en que lo necesité,
a la familia en general, por su paciencia,
y a mis seres queridos, allegados y amigos,
por acompañarme durante todo este tiempo,
y a mis mentores, profesores y demás personas,
que contribuyeron a que este logro sea una realidad,
les dedico este logro.*

AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a Dios por darme las capacidades, salud, fortaleza y los días de vida que me dio para culminar esta carrera con éxito y así mismo el entendimiento para el desarrollo de este trabajo.

Gracias a mis padres y hermanos por ser los promotores principales de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, al amor recibido, la dedicación y la paciencia por las que cada día se preocupan por mí, por sus palabras, sus ayudas, sus consejos que me siguen guiando durante mi vida. Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes.

También debo un agradecimiento a mi pareja Leidy Dayana Gallo Becerra, por estar a mi lado durante el proceso, con ella fueron largas jornadas de estrés, caminadas y algunas veces de hambres.

A los ingenieros, profesores y en especial el ingeniero Diego Fernando Villate, que fueron y tal vez seguirán siendo los encargados de lograr mi aprendizaje y con ello tener la capacidad de ejercer la profesión de ingeniero electromecánico.

CONTENIDO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
2 MARCO TEÓRICO	1
2.1 COMPORTAMIENTO DE LOS METALES EN EL AGUA.....	1
2.2 VEHÍCULOS NO TRIPULADOS (UV).....	2
2.3 BOTELLAS DE EXTRACCIÓN MÁS UTILIZADAS	4
2.3.1 Muestreador de manguera	4
2.3.2 Muestreador Ruttner	5
2.3.3 Muestreador de Limnos.....	5
2.3.4 Muestreador Hydro-Bios Kiel man.....	5
2.3.5 Muestreador Jussi	5
2.3.6 Muestreador Rosetón.....	6
2.3.7 Muestreador de Van Dorn.....	6
2.4 TIPOS DE GRUAS	7
3 PARTES DEL SISTEMA.....	8
3.1 PLATAFORMA DE EXTRACCIÓN	8
3.2 PLATAFORMA DE RECOLECCIÓN:	9
3.3 SISTEMA DE MANDO:.....	9

3.4	DEFINICIÓN PIEZAS DEL SISTEMA.....	11
4	SELECCIÓN DE LAS PARTES DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN.	22
4.1	PIEZAS MECÁNICAS.....	22
4.1.1	Selección del Eje.....	22
4.1.2	Selección de chumacera.....	23
4.2	PIEZAS ELECTRÓNICAS.....	24
4.2.1	Selección piezas microcontrolador.....	26
4.2.2	Selección de suplementos electrónicos.....	27
4.3	OTROS COMPONENTES.....	29
5	METODOLOGÍA.....	30
6	CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA.....	34
6.1	DISEÑO MECÁNICO.....	34
6.1.1	Cálculos para la selección del motor.....	35
6.1.2	Cálculos para el eje.....	36
6.1.3	Cálculos del sistema en conjunto.....	40
6.2	CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN.....	41
6.2.1	Diseño de activación del sistema de cierre de la botella.....	41
6.2.2	Fuerzas que actúan fuera y dentro del agua.....	42
6.2.3	Centro de masa.....	43
6.3	CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE MANDO.....	47
6.3.1	Cálculos de voltaje.....	47
6.3.2	Algoritmo de programación.....	48
7	RESULTADOS.....	51
8	INSTRUCCIONES Y CUIDADOS.....	59

8.1	INSTRUCCIONES PARA TOMA DE MUESTRAS A 10 M DE PROFUNDIDAD.....	59
8.2	INSTRUCCIONES PARA TOMA DE MUESTRAS A OTRAS PROFUNDIDADES.....	62
8.3	CUIDADOS DEL SISTEMA	63
9	CONCLUSIONES Y MEJORAS FUTURAS.....	64
9.1	CONCLUSIONES	64
9.2	TRABAJOS FUTUROS.....	65
10	REFERENCIAS.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de botellas de extracción. (A) Manguera, (B) Ruttner, (C) Limnos, (D) serie, (E) Jussi, (F) roseta.	4
Figura 2. botella de Van Dorn.	6
Figura 3. Tipos de grúas utilizadas para sistemas de extracción.	7
Figura 4. Render inicial del prototipo, sistema de extracción.	8
Figura 5. Render inicial del prototipo, botella de recolección.	9
Figura 6. Diseño inicial. Sistema de mando.	10
Figura 7. Conector rotativo.	16
Figura 8. Controles de motor de gran potencia.	18
Figura 9. Render de sistema de extracción mecánico.	22
Figura 10. Medidas chumaceras P08.	23
Figura 11. Esquema de conexión del sistema de mando.	24
Figura 12. Fotografía placa PCB sistema de mando.	25
Figura 13. Circuito inicial para control ATmega328p.	27
Figura 14. Reacciones sistema de extracción 3D.	34
Figura 15. Diagrama de fuerzas en el eje Y.	37
Figura 16. DCL para momento flector.	39
Figura 17. Estudio de esfuerzo cortante.	41
Figura 18. Diagrama de cuerpo libre DCL.	41
Figura 19. Medidas pieza 1 en centímetros.	44
Figura 20. Esquema físico del dispositivo y sus elementos constitutivos.	52
Figura 21. Pruebas de fuerza del ángulo.	55
Figura 22. Laboratorio pruebas de tiempo.	55
Figura 23. Prueba de voltaje conector rotativo.	56
Figura 24. Prueba de tensión salida solenoide.	56
Figura 25. Pruebas de tensión en la botella.	60
Figura 26. Vinculación Bluetooth HC-05.	60
Figura 27. Activa el sistema.	61
Figura 28. Cambio de tiempo para menor distancia.	62

LISTA DE ANEXOS Y TABLAS

ANEXO I. DESPIECE SISTEMA DE EXTRACCIÓN.	70
ANEXO II. PLANOS CHUMACERA.	71
ANEXO III. PLANO BASE RODAMIENTO.	72
ANEXO IV. PLANO ARANDELA CONECTOR.	73
ANEXO V. PLANO BÁSTAGO SOLENOIDE.	74
ANEXO VI. PLANO BOBINA SOLENOIDE.	75
ANEXO VII. PLANO TUBO CILINDRICO.	76
ANEXO VIII. SOPORTE TUBO.	77
ANEXO IX. PLANO CONTENEDOR SOLENOIDE.	78
ANEXO X. PLANO TAPA ACTUADOR.	79
ANEXO XI. PLANO RODAMIENTO CONECTOR.	80
ANEXO XII. PLANO CUBIERTA DE TUBO.	81
ANEXO XIII. PLANO GANCHO 1 CONECTOR.	82
ANEXO XIV. PLANO GANCHO 2 CONECTOR.	83
ANEXO XV. HOJA TÉCNICA L7805CV .	84
ANEXO XVI. HOJA TÉCNICA ATMEGA328P .	86
ANEXO XVII. CRYSTAL DE CUARZO 16Mhz.	88
ANEXO XVIII. FICHA TÉCNICA DEL EJE.	89
ANEXO XIX. CENTROS DE MASA EN SOLIDWORKS.	90
ANEXO XX. HOJA TÉCNICA HC-05.	91
Tabla 1. Resultado de la fuerza resultante variando el ángulo.	42
Tabla 2. Cálculos del centro de masa para la primera pieza.	45
Tabla 3. Comparación centro de masa, SOLIDWORKS vs calculados, primera pieza.....	46
Tabla 4. Pérdidas de tensión.....	48

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño y prototipo del sistema de extracción electromecánico para uso en cuerpos de agua dulce como lagos, lagunas que presenten baja turbulencia; o también en aljibes y tanques de agua. Se debe tener en cuenta que el diseño del sistema tiene capacidad para una sola toma de muestra de agua dulce y la toma de la muestra no supera los 10 metros de profundidad.

El diseño del sistema de extracción de toma de muestra de agua dulce nace del macroproyecto titulado “Prototipo de plataforma robótica de navegación superficial sobre grandes cuerpos de agua para monitoreo técnico de ecosistemas acuáticos”, desarrollado por el grupo de investigación “Grupo de Energías y Nuevas Tecnologías” (GENTE), adscrito al Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Sede Seccional Duitama (CIFAD) con código institucional en el Sistema de Gestión de Investigaciones (SGI) número 2855. El sistema de extracción puede ser utilizado en vehículos tripulados y no tripulados. Este proyecto desarrolla un sistema de toma de muestras para la plataforma robótica y los parámetros de diseño son de aspectos propios de la misma. En adelante en este documento se refiere a plataforma de extracción y plataforma de recolección como sinónimo del sistema de extracción y sistema de recolección y debe diferenciarse de la plataforma de navegación, la cual constituye el vehículo en general.

Para la construcción del sistema de extracción se diseñaron partes mecánicas y partes electromecánicas. El diseño se elabora a partir de características como el espacio de la plataforma de navegación para ubicar el sistema de extracción, la cantidad de volumen de la toma de muestra de agua para dimensionar las fuerzas necesarias para realizar la extracción, y el sistema de mando que maneja el sistema de recolección.

La parte mecánica del sistema permite el movimiento de ascenso y descenso del sistema de extracción. Este movimiento es generado por un motor y transmitido a

través de mecanismos como son rodamientos, chumaceras, ejes, tuercas, tornillos y pernos. La parte electromecánica del sistema contribuye con el giro constante del motor, activación y el cierre del sistema de muestreo. Estos eventos ocurren haciendo uso de elementos como el motorreductor, puente H, resistencias, alambres, placa de microcontrolador, led, entre otros.

En el desarrollo del documento se estudia al detalle la selección de los componentes adecuados, el paso a paso para la construcción del sistema de extracción de toma de muestras de agua dulce y se presenta el algoritmo con el código de programación. También, se pueden encontrar los resultados que a medida de su elaboración se fueron desarrollando y creando nuevas incógnitas que se resolvieron satisfactoriamente. Con lo mencionado se concluye que el diseño cumple con las expectativas para resolver el problema y si a futuro se quiere mejorar el diseño del sistema de extracción de tomas de muestra de agua, se contará con la facilidad de hacer dichos cambios.

En la parte final de este trabajo se dará instrucción al lector sobre la forma adecuada, en que el operario debe poner en funcionamiento el sistema de extracción electromecánico para la toma de la muestra de agua dulce, los cuidados, para su correcto uso y conservación, permitiendo que el equipo, desempeñe de una manera óptima su funcionalidad.

INTRODUCCIÓN

El grupo de investigación “Grupo de Energías y Nuevas Tecnologías” (GENTE) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia desarrollo una plataforma no tripulada tipo embarcación catamarán, con un sistema de extracción novedoso que facilita la extracción de tomas de muestras de agua, sin desplazar personal al punto de toma de la muestra, por este motivo el diseño de extracción cuenta con un sistema automatizado para que la recolección se logre a una distancia considerable.

Un sistema de extracción ampliamente utilizado por la comunidad científica es la botella de Van Dorn [1], sin embargo su funcionamiento es manual, es decir que la botella de recolección se debe llevar por medio de embarcaciones al punto de toma de muestra de agua, y un operario debe activar dicha botella retirando las tapas contenedoras del fluido, luego de ello el operario debe sumergir la botella atada de los extremos por cuerdas, en dicha cuerda debe ir una masa llamada mensajero que golpea el sistema de activación para que libere las tapas y capture el líquido vital. Luego de la captura el operario debe prepararse para volver a recoger la cuerda que lleva la botella de Van Dorn, y por último esta será ordeñada.

Las técnicas más utilizadas para la toma de muestras de agua presentan inconvenientes como el riesgo al que el operario expone su integridad y la de los equipos utilizados, debido a que la operación manual de estos sistemas necesita sumergir contenedores, mangueras entre otros, y desplazarlos a lugares remotos, esto implica una gran inversión de talento humano en el proceso.

El proyecto propone el desarrollo de un sistema de toma de muestras de agua innovador que realiza el procedimiento de forma automática y es portable. El sistema al ser portable permite que el procedimiento se realice sobre una plataforma no tripulada y tripulada, sin importar que el operario del vehículo sea o no personal calificado para la toma de muestras, ya que dichas muestras serán tomadas de forma automática, mediante un sistema electromecánico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL problema nace de la necesidad del desarrollo de un sistema de muestreo de agua, portable e integrable que se pueda acoplar al vehículo del Grupo de Investigación en Energía y Nuevas Tecnologías (GENTE), desarrollado en el macroproyecto titulado “Prototipo de plataforma robótica de navegación superficial sobre grandes cuerpos de agua para monitoreo técnico de ecosistemas acuáticos”. A partir de dicho macroproyecto, el sistema tiene que acoplarse al espacio y dimensiones del vehículo, realizar la extracción de muestras y cumplir con condiciones y características específicas, como son: debe descender máximo a 10 metros de profundidad, el recolector puede ser activado de forma manual, a los 10 metros de profundidad la botella de muestreo debe cerrarse de manera automática, el vehículo es no tripulado y se hace necesario que el sistema de extracción pueda ser manipulado remotamente y por ello es necesario un sistema de mando para poder operar el sistema de manera inalámbrica.

En los sistemas de extracción de la actualidad presentan riesgos como hundimiento, pérdidas económicas, contaminaciones de la muestra, afectaciones a la salud del operario debido a la interacción con los afluentes hídricos para poder tomar la muestra. Por lo tanto, convertir el sistema de extracción manual a un sistema de extracción electromecánico reduce los riesgos a los cuales está expuesto el operario.

Se tendrá que diseñar un nuevo sistema de activación para maniobrar el cierre de los recolectores de muestras de agua cuando esté sumergido, y a su vez cambiar el sistema tradicional de forma manual a un sistema de activación electrónico, y que permita convertirlo en un sistema novedoso.

¿Qué tecnología permite desarrollar un prototipo de sistema de extracción electromecánico para toma de muestras de agua?

1 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto desarrolla un sistema de extracción de toma de muestra de agua diferente a los sistemas que comúnmente realizan esta actividad, como lo es la botella de Van Dorn de activación manual [1], o como son el sistema con botellas Go-Flo, también llamado roseta, tiene una capacidad para 6 a 12 botellas, su gran tamaño, hace necesario que este sistema de extracción requiera bastante personal para el desplazamiento y un barco considerablemente grande. El sistema de roseta necesita mínimo de 6 operarios encargados del sistema de extracción para realizar la tarea de la toma de muestras de agua [2]

El tiempo del muestreo hasta el momento no ha sido tenido en cuenta, ni ha sido de interés en la extracción del fluido, por qué depende de la agilidad que posee el operario para maniobrar. Sin embargo, al diseñar un novedoso sistema de extracción electromecánico se podrá llevar el control del tiempo y así mejorar los tiempos de recolección de las muestras, impactando de manera positiva la tarea.

Al reemplazar los modelos tradicionales que son operados de manera manual como es el sistema de botellas de Van Dorn, Rutter, Limnos, entre otros [3]. El cual utiliza un mensajero enviado de forma manual, para cerrar las botellas, y a su vez lograr la inmersión que también se realiza de forma manual por el operario, influyendo en las condiciones físicas y químicas del fluido cambien y la muestra de agua se alteren de manera negativa [3], [4]. Por ello el nuevo sistema mitiga el error humano en la maniobra y facilita la tarea del operario.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Desarrollar un prototipo de extracción electromecánico para toma y almacenamiento de muestras de agua, que se articule a la plataforma de navegación titulado “Prototipo de plataforma robótica de navegación superficial sobre grandes cuerpos de agua para monitoreo técnico de ecosistemas acuáticos, del macroproyecto [2855].

1.1.2 Objetivos específicos

- Diseñar la estructura mecánica para el descenso y ascenso del contenedor de recolección de la muestra de agua.
- Diseñar el sistema de activación para el cierre del recolector de muestra de agua.
- Diseñar el sistema de mando para la operación de la extracción de las muestras.

2 MARCO TEÓRICO

A continuación, se exponen algunos estudios, en los cuales se basa la construcción del prototipo desarrollado en el proyecto.

2.1 COMPORTAMIENTO DE LOS METALES EN EL AGUA.

Sólo el hielo y el vapor de agua puede considerarse que es agua químicamente pura, pero, en estado líquido, en realidad lo que denominamos agua son distintas disoluciones naturales que varían, desde las aguas muy finas de manantial de montaña de 0.2 gramos de sal por litro hasta los 35 del agua de mar y los más de 45 de las salmueras, pasando por toda una gama de aguas salobres de concentraciones entre 3 y 25 gramos por litro [5].

Desde el punto de vista físico y químico, las diferencias entre el agua dulce y el agua de mar es la distinta concentración de sales de cada una, variando entre 0.5 gramos por litro en agua dulce, 35 gramos en el agua de mar. En la superficie del mar se produce una evaporación por la que el vapor de agua se desprende, dejando la sal en el mar y pasando el vapor a la atmósfera, que después dará origen a la lluvia, caerá a la tierra y volverá al mar, completando el ciclo del agua en la naturaleza [5].

Uno de los aspectos por la cual el diseño aclara que se piensa que es destinado para agua dulce es la salinidad del agua debido al comportamiento que presentan los metales dependiendo de la salinidad del agua. La combinación de humedad, oxígeno y sal, especialmente cloruro de sodio, daña el metal más que el óxido. Esta combinación corroe el metal, lo debilita y hace que se deshaga. El agua salada corroe el metal cinco veces más rápido que el agua dulce y el aire salado y húmedo del océano hace que el metal se corroa 10 veces más rápido que el aire con humedad normal. Las bacterias del agua del océano también consumen hierro y sus excreciones se oxidan [6].

Una forma de corrosión que ocurre cuando el metal y el agua salada se juntan se llama corrosión electroquímica. Los iones metálicos se disuelven en agua y el agua salada conduce la electricidad y contiene iones, que atraen iones de otros compuestos. Durante la corrosión electroquímica, los iones metálicos atraen electrones de otros compuestos. El agua salada ataca el metal y se produce la corrosión [6].

El segundo tipo de corrosión que ocurre cuando el metal se expone al agua salada durante un período prolongado, es la corrosión anaeróbica que deja depósitos que contienen sulfatos y rodean el metal cuando se asienta en el agua salada; Se produce sulfuro de hidrógeno que luego corroe los metales. Al mismo tiempo, las bacterias crecen en el agua salada que utiliza el hidrógeno para corroer el metal también. Entre los iones, sulfatos y bacterias, el metal es atacado desde todos los ángulos cuando está en agua salada [6].

2.2 VEHÍCULOS NO TRIPULADOS (UV)

Vehículo No Tripulado, Unmanned Vehicles (UV) por su nombre en inglés, se entiende por aquellos vehículos propulsados que no portan un operador humano, moviéndose en forma autónoma o guiados en forma remota, capaces de transportar una carga. Independiente del tamaño, éstos pueden ser aéreos (UAV), marinos (UMV) o terrestres (UGV) [7].

La capacidad para recolectar datos, penetrando lugares a los que no puede acceder un vehículo tripulado, sea por su confinamiento o por los riesgos que involucra la actividad, constituye una de las principales fortalezas de los UV. Generalmente su tamaño estará directamente relacionado con la capacidad de carga y autonomía. En general, los sistemas no tripulados se componen de tres elementos: El vehículo o plataforma, la carga y el sistema de mando terrestre o remoto [8].

El gran desafío del monitoreo de la calidad del agua, avanzando de los sistemas tradicionales, manuales y complejos. A medida del tiempo se desarrollan propuestas, con vehículos aéreos y submarinos. Las problemáticas que presenta es el posicionamiento preciso del vehículo ya que el sistema GPS no se puede utilizar cuando el vehículo está bajo el agua. Debido a esta limitación, los (vehículos aéreo no tripulado) AUVs deben estar equipados con dispositivos de navegación adicionales. Sistemas de localización acústica [4].

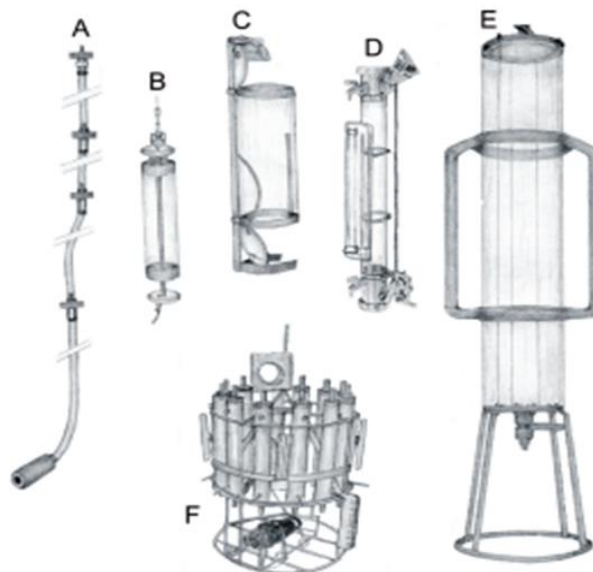
Para los sistemas de extracción de muestras de agua con Drones aéreos, se presentó una gran problemática como lo fue, la capacidad de muestreo de agua del sistema fue limitada. Los circuitos electrónicos del sistema se impermeabilizaron con un espray anticorrosivo (90102 Anticorrosión, Corrosión Technologies, Dallas, TX, EE. UU.) Para evitar que el agua dañe los componentes del sistema ya que el sistema de transporte al punto de muestreo podría sufrir afectaciones en el sistema eléctrico si llega a tener contacto con el agua [4]. En cuanto al sistema de extracción se basaron en botellas de Van Dorn, El cual al presionar el botón de liberación se suelta el mensajero (un peso de metal). Este mensajero les redujo la capacidad de recolección de 200g, convirtiéndose en poco eficiente en la recolección [9].

De acuerdo con las investigaciones se llegan a soluciones mediante vehículos como los drones submarinos. Se pudieron evidenciar falencias en el sistema de muestreo a pesar de que se ha avanzado mejorando los sistemas [9]. Existen aparatos eléctricos que trabajan gracias a la fuerza electromagnética, como el caso de los solenoides, que mueve su vástago de un canal a otro, aplicando un pulso de corriente eléctrica que transita dentro de la bobina, y con ello lograr un nuevo sistema electrónico de cierre para los recolectores [10].

2.3 BOTELLAS DE EXTRACCIÓN MÁS UTILIZADAS

En las fuentes de información consultadas para el desarrollo del sistema de extracción de muestras de agua se ha encontrado un artículo en donde se trabaja sobre diferentes tipos de botellas de extracción y se citará textualmente una parte de la investigación. El artículo es titulado “Monitoreo de fitoplancton: el efecto de los métodos de muestreo utilizados durante diferentes condiciones de estratificación y floración en el Mar Báltico”, el documento es redactado por científicos como Markus Majaneva, Riitta Autio, Maija Huttunen, Harri Kuosa y Jorma Kuparinen, hacen énfasis a los sistemas de extracción de muestras de agua, en donde en su investigación muestran los métodos más comunes, cómo se representan en la figura 1 [3].

Figura 1. Ejemplos de botellas de extracción. (A) Manguera, (B) Ruttner, (C) Limnos, (D) serie, (E) Jussi, (F) roseta.



Fuente: Markus Majaneva, Riitta Autio, Maija Huttunen, Harri Kuosa [3].

2.3.1 Muestreador de manguera

Un muestreador de manguera (**Figura 1. A**) fue construido a partir de una manguera de (Policloruro de Vinilo) PVC y una bola adaptando los diseños de Lindahl (1986)

y Sutherland et al. (1992). El muestreador consiste en cuatro segmentos de cinco metros de largo que están interconectados con válvulas de bola. El diámetro interior de la manguera es de 25 mm y el de las válvulas de bola 18 mm. Cuando se está a la profundidad deseada, la válvula de bola superior se cierra y se eleva el muestreador; después las válvulas de bola emergentes también están cerradas. Si se toman muestras de los 10 m superiores, el volumen de la muestra es de 4,9 litros [3].

2.3.2 Muestreador Ruttner

El muestreador Ruttner de 2,5 litros (**Figura 1. B**) es un muestreador de botellas pequeñas. El agua fluye a través de los circuitos superior e inferior. Aberturas laterales de 73 mm de diámetro, cada una. Dividido en dos mitades por una barra de 13 mm de ancho.

2.3.3 Muestreador de Limnos

Un muestreador de botella grande fue el muestreador de Limnos. (Limnos Ltd., Turku, Finlandia) (**Figura 1. C**) con el diámetro interior de 127 mm y el volumen de 5,5 litros y el rosetón Hydro-Bios Kiel con seis botellas (no se muestra), cada uno con un diámetro interior de 75mm y el volumen de alrededor de 4 litros [3].

2.3.4 Muestreador Hydro-Bios Kiel man

El sistema de extracción tipo Hydro-Bios Kiel man-Muestreador en serie tipo Nansen fabricado (**Figura 1. D**) se usó como un muestreador de botellas pequeñas. En este estudio, cuatro muestreadores de este tipo se colocaron en fila en el mismo cable. Cada botella tiene el diámetro interior éter de 39 mm y el volumen de 1,7 litros [3].

2.3.5 Muestreador Jussi

Un gran muestreador Jussi (FIMR, Helsinki, Finlandia) (**Figura1. E**), con un volumen de 30 litros. El agua fluye a través de los círculos superior e inferior. Aberturas culares en los extremos de 140 mm de diámetro, cada una dividida en dos mitades por una barra de 30 mm de ancho [3].

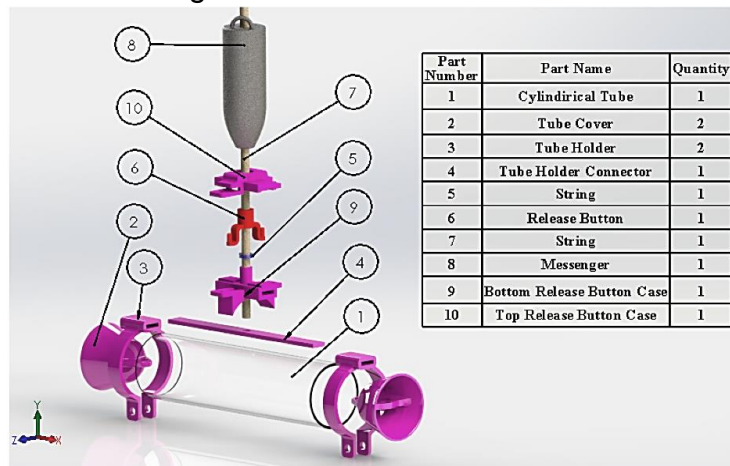
2.3.6 Muestreador Rosetón

El Rosetón de General Oceanics Inc. (Miami, FL, EE. UU.) Con 12 botellas Go-Flo (**Figura 1. F**), que tienen diámetros interiores de 85 mm y volúmenes de 5 litros. El muestreo se realiza con un dispositivo de flujo (Fluorómetro Turner 10 AU, Turner Designs, Inc., Sunnyvale, CA, EE. UU.; y un muestreador secuencial automático Isco 3700 R, Tel- edyne Isco, Inc., Lincoln, NE, EE. UU.) Conectado a una bomba centrífuga (Grundfos CRN2-30, Grundfos Pumput Oy Ab, Vantaa, Finlandia). La bomba levanta el agua desde debajo de la parte inferior del barco, es decir, desde la profundidad de 4 m [3].

2.3.7 Muestreador de Van Dorn

El método más utilizado es por medio de la botella de Van Dorn o botella Niskin como se aprecia en la Figura 2, consta de un tubo cilíndrico, cubiertas de tubo, un botón de liberación y una cuerda de plástico polimérico. La longitud y el diámetro del tubo es de 15,24 y 3,81 cm, respectivamente. Tiene una correa de plástico polimérico debido a su resistencia y elasticidad. Este material proporcionó suficiente tensión para retirar las cubiertas cuando se colocó el muestreador. La cuerda de plástico cierra los dos extremos abiertos rápidamente una vez que se presiona el botón de liberación. El botón de liberación se presiona cuando se suelta el mensajero (un peso de metal) [4].

Figura 2. botella de Van Dorn.



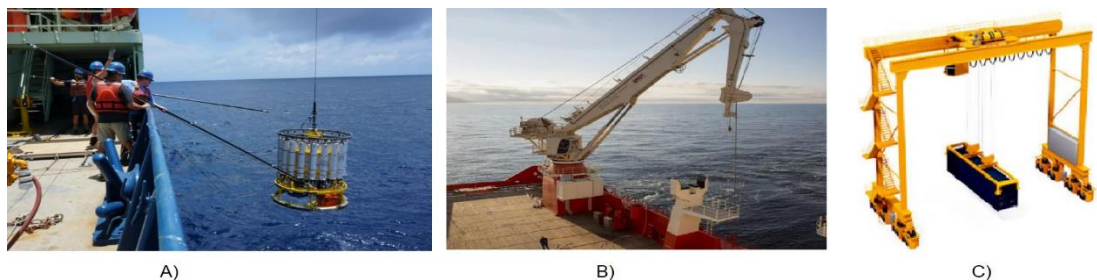
Fuente: Cengiz K, Bulent K, Calvin B. Sawyer. L. Sharp;[4]

2.4 TIPOS DE GRUAS

Una de las infraestructuras básicas para la manipulación de mercancías son las grúas, sobre todo en los puertos comerciales donde la carga, descarga, según las actividades que deban desarrollar y espacios disponibles, pueden ser instaladas en distintas estructuras (por ejemplo, en la parte superior de una pasarela telescópica de tipo columna y/o tipo torre), y estar equipadas con diferentes accesorios o rangos de alcance; también pueden contar con una amplia variedad de accesorios, como cabrestantes, mecanismo de manejo hidráulico, controles a distancia, limitador de carga y válvula de contrapeso, entre otros. La clasificación de los tipos de grúas las podemos encontrar como, grúas de brazo nivelado, grúas pórtico, grúas apiladoras de alcance, carretilla pórtico, sidelifter, grúas telescópicas y grúas puente [11].

Hasta el momento los muestreadores la gran mayoría han sido manipulados desde cubierta, donde los muestreadores más grandes como lo es el caso del muestreador de roseta con 36 botellas de 8L de capacidad como se aprecia en la figura 3. A) y el muestreador Limnos, han sido manipulados para el ascenso y descenso de la plataforma de extracción con grúas de brazo nivelado como se aprecia en la figura 3, B), [2]. Otros sistemas de menor tamaño como la botella de Van Dorn o botella Niskin, botella Ruttner, botella Limnos, y potella mangera an sido manipuladas manualmente por un operario [12]. Para este caso debido a el diseño de la plataforma de navegación no tripulada se tendrá de referencia las grúas tipo pórtico, por la forma de su estructura como se aprecia en la figura 3. C).

Figura 3. Tipos de grúas utilizadas para sistemas de extracción.



Fuente: A) [2]; B) [13]; C) [14].

3 PARTES DEL SISTEMA

El sistema se divide en tres partes, la plataforma de extracción, la plataforma de recolección y el sistema de mando.

3.1 PLATAFORMA DE EXTRACCIÓN

El sistema de extracción de muestreo de agua, es el sistema encargado del proceso de descenso y ascenso de la plataforma para la recolección del agua. Los contenedores captadores del agua, hasta el momento, han sido manipulados con técnicas manuales que utilizan algunos métodos como son: manguera, botellas de Van Dorn, Lenns, entre otros; sujetos mediante cuerdas en los extremos y se manipulan manualmente por los operarios desde cubierta [15].

La plataforma de extracción se representa en la figura 4, su diseño es pensado en las grúas tipo pórtico, que es un sistema de suspensión especial que encaramados sobre los puntos de amarre de la carga realiza el movimiento de elevación y transmisión con rapidez y estabilidad [16].

Figura 4. Render inicial del prototipo, sistema de extracción.

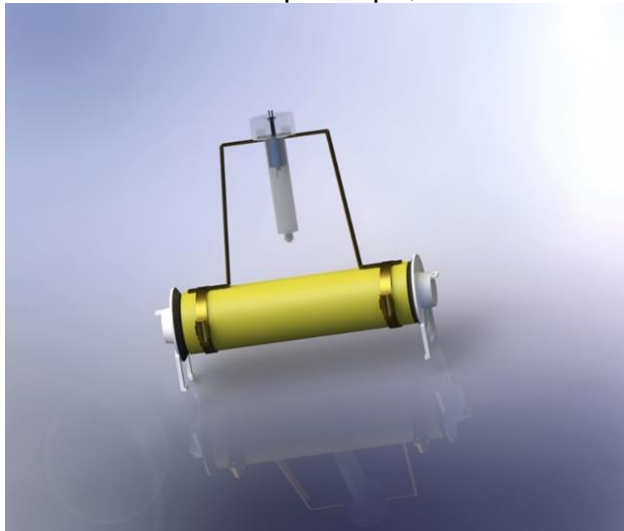


Fuente: Autor.

3.2 PLATAFORMA DE RECOLECCIÓN:

La plataforma de recolección está compuesta por el conector rotativo encargado de conectar la parte eléctrica con la parte mecánica y por el recolector o botella, es un muestreador que sirve para la toma de muestras de agua, con un rediseño de la botella de Van Dorn. Es ideal para adquirir muestras de agua en lagos, lagunas y otros afluentes hídricos que presenten baja turbulencia. Posee doble liberador que es activado por un sistema electromecánico, cuando las cubiertas de tubo de PVC están firmemente sujetas al tubo recolector por medio de una banda elástica son liberadas, cierran la botella y capturan la muestra del líquido vital (ver figura 5) [17].

Figura 5. Render inicial del prototipo, botella de recolección.



Fuente: Autor.

3.3 SISTEMA DE MANDO:

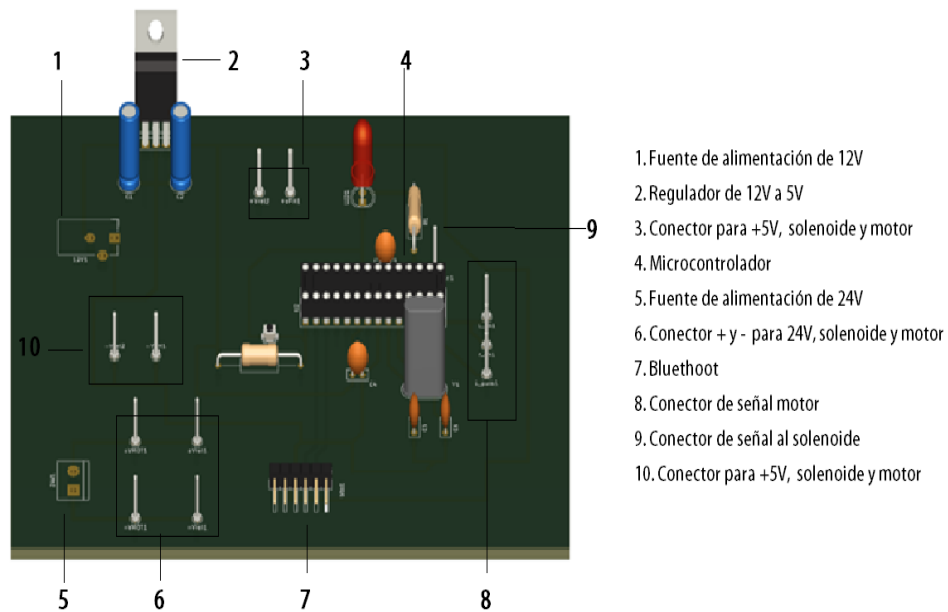
Para los sistemas de mando, se diferencian entre un sistema de mando y un sistema de control. El sistema de mando o un cuadro de mando, es actuación que permite tomar decisiones, implementar acciones, hacer en base a datos y señales de mando. Mientras que un sistema de control es supervisión, permite ver datos para

actuar dependiendo de la variable, el monitoreo, la vigilancia o realimentación y el controlador [18].

El sistema de mando es un arreglo de componentes físicos conectados de tal manera que gobiernan otro(s) procesos o sistemas [19]. Los elementos del sistema de mando diseñado, se pueden dividir en dos partes: el microcontrolador y el proceso gobernado. Una señal de entrada o comando se aplica al microcontrolador, cuya salida actúa como una señal actuante, la cual regula el proceso a maniobrar, de tal forma que la variable de salida se desempeñe de acuerdo con las especificaciones o estándares establecidos.

En la figura 6 se representa el modelo inicial del sistema de mando. En la placa o PCB (Printed Circuit Board), están los componentes electrónicos, que fueron previamente modelados con el software KiCad.

Figura 6. Diseño inicial. Sistema de mando.



Fuente: Autor

En la figura 6, el elemento (7) representa el conector del módulo Bluetooth HC-05. Este módulo Bluetooth HC-05, se encarga de la comunicación del sistema de mando, con el fin de dar claridad al concepto, este se amplía a continuación.

3.3.1.1 Comunicación bluetooth del sistema de mando:

El objetivo fundamental de un sistema electrónico de comunicaciones, es transferir información de un lugar a otro. Por consiguiente, se puede decir que las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, mediante circuitos electrónicos. Sin embargo, todas las formas de información se deben convertir a energía electromagnética antes de ser propagadas a través de un sistema electrónico de comunicaciones.

Un transmisor es un conjunto de uno o más dispositivos o circuitos electrónicos que convierte la información de la fuente original en una señal que se presta más a su transmisión a través de determinado medio de transmisión. El medio de transmisión transporta las señales desde el transmisor hasta el receptor, y puede ser tan sencillo como un par de conductores de cobre que propaguen las señales en forma de flujo de corriente eléctrica. También se puede convertir la información a ondas electromagnéticas luminosas, propagarlas a través de cables de fibra óptica hechas de vidrio o de plástico, o bien se puede usar el espacio libre para transmitir ondas electromagnéticas de radio, a grandes distancias o sobre terreno donde sea difícil o costoso instalar un cable físico [20].

3.4 DEFINICIÓN PIEZAS DEL SISTEMA

Cojinetes y chumaceras: Un cojinete o rodamiento es un mecanismo que sirve como soporte o vínculo de un árbol (eje rotatorio), permite la rotación de este dentro de él, guiando dicha rotación. Siendo que los puntos constitutivos de los elementos sometidos a rotaciones describen trayectorias circulares [21].

Se clasifican en cojinetes de deslizamiento y en cojinetes de rodamiento

- **cojinetes de rodamientos:** Cojinete que permite la rotación del árbol dentro de él, por la interposición (entre ambos) de elementos rodantes lo más rígidos posible (cuando menos deformables, mejor cumplen su función), utilizando pistas intermedias (funcionalmente no necesarias) o no; verificándose entonces un movimiento indirecto de rodadura entre el cojinete y el árbol (el árbol rueda sobre los elementos rodantes y estos ruedan sobre la superficie interior del cojinete) [21].
- **cojinetes de desplazamiento:** Son mecanismos de máquinas construidas en forma de casquillos o bujes de un metal o aleaciones diferentes al árbol del eje, seleccionado de tal manera que presentan un coeficiente de rozamiento lo más bajo posible. En algunos casos es posible agregar un lubricante, de forma tal que el elemento móvil se desplace sobre una película de dicho material, evitando que las superficies entren en contacto [22].

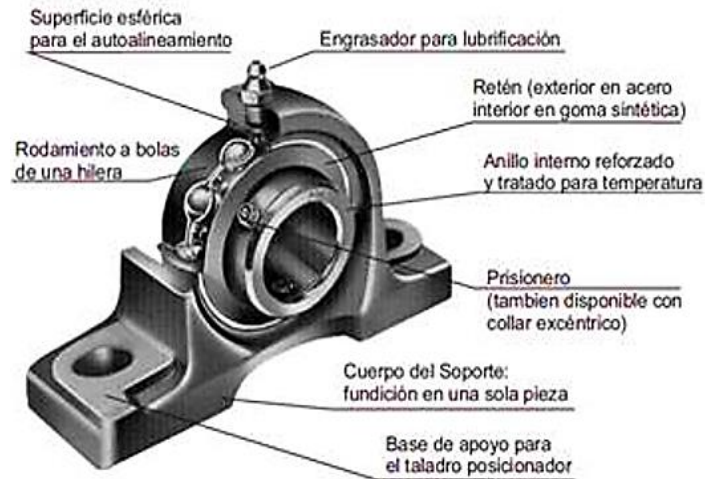
Las partes de un cojinete de desplazamiento son.

- a) Cuerpo del cojinete o soporte, llamado también chumacera
- b) Gorrón o muñón (parte del árbol o eje que está en contacto con el eje del cojinete)
- c) Casquillo, buje o concha (cojinete propiamente dicho)
- d) Lubricante (debe ser considerado como elemento integrante del cojinete).
- e) Dispositivos de lubricación.
- f) Sellos

El casquillo buje o concha es la parte del cojinete que posee la superficie del deslizamiento o antifricción y se construye con materiales con bajo coeficiente de rozamiento [22].

Como se apreció anteriormente se describen las partes de un cojinete o rodamiento. Ahora en la figura 6, se representa cada una de las partes que componen a las chumaceras incluyendo el cojinete.

Figura 6. Soporte y rodamiento del árbol que posee la excéntrica.



Fuente: portalelectromecanico [23].

Eje rotatorio: El término más adecuado es flecha, por lo general son elementos rotatorios, de sección transversal circular y se emplean para transmitir potencia o movimiento. Las flechas se componen por el eje que llegan a rotar u oscilar gracias a elementos como engranes, poleas, volantes de inercia, manivelas, catarinas y miembros similares, además, controla la geometría de su movimiento, mientras que un eje es un elemento no giratorio y no transmite par torsión, se utiliza para soportar ruedas rotatorias, poleas y elementos parecidos [15].

Tubo recolector: El tubo recolector está hecho de PVC (policloruro de vinilo), tiene un diámetro interno de 5.08 cm tipo sanitario, tiene una longitud de 25.4 cm. Su función es almacenar la cantidad de agua que aproximadamente tiene una capacidad volumétrica de 0.5 litros (ver anexo VII), de acuerdo con la siguiente ecuación se calcula que el volumen sea el propuesto.

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = \pi * 2.54^2 * 25 = 506.71 \text{ cm}^3$$

Cubierta de tubo: La cubierta de tubo es más conocida como sello lengüeta sanitario, es una pieza plástica con encauchado para evitar fugas, Es utilizada normalmente para sellar la salida del agua del sanitario común. En el proyecto se utilizan como tapa para abrir y cerrar la entrada del tubo recolector para el almacenamiento y liberación del agua (ver anexo XII).

Tapa actuador: Esta tapa se diseña de acuerdo con la necesidad del sistema de recolección. Su diseño se elaboró con ayuda del software SOLID WORKS 2020, posteriormente se fabricó en una impresora 3D, su material es de PP (polipropileno). La función principal de esta pieza es interrumpir la dirección del movimiento de las cuerdas que sostienen las cubiertas del tubo (Ver anexo X).

Contenedor solenoide: El contenedor del solenoide se diseña de acuerdo con las medidas del solenoide, donde inicialmente se analiza un contenedor que aisle al solenoide del agua y lo proteja de perder sus propiedades físicas como químicas, por ello se piensa en las características de una jeringa quirúrgica, que posteriormente se harán algunos cortes y agujeros para adaptarla al sistema (Ver anexo IX). La principal función del contenedor es cargar y proteger el solenoide, que se asegura al soporte de tubos.

Soporte de tubo: Los soportes son ganchos de teja elaborados en aluminio y moldeados y cortados a la medida de acuerdo con la necesidad del proyecto. Como su nombre lo indica los soportes del tubo soportan y amarran el tubo mediante correas abrazaderas que a su vez sirve de esqueleto para sostener todo el sistema de recolección, sosteniendo piezas como el tubo recolector, contenedor de solenoide, tapa actuadora y la cuerda (Ver anexo VIII).

Banda elástica: La banda elástica está hecha con caucho natural y sintético, fabricado por la empresa KENDA, referencia 700*18/23, tiene una longitud de 30

cm y soporta una presión de 120 Psi. Esta banda es la encargada de contraer bruscamente las cubiertas del tubo y así cerrarlo herméticamente.

Cuerda: La cuerda es un trenzado de hilo de algodón y 2 alambres de cable UTP (cable de par trenzado no apantallado), una de sus funciones es sostener y unir el sistema de recolección con la plataforma de extracción, también por medio del alambre conducir la energía eléctrica para que el actuador libere las cuerdas de las cubiertas del tubo, cuenta con una longitud de 10,5 metros.

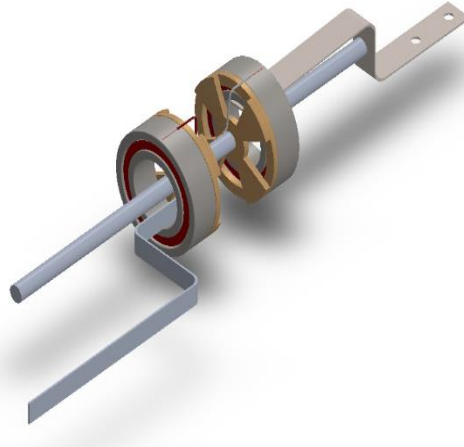
Placa electrónica: Es una sustancia plástica totalmente sintética, cuenta con un recubrimiento de cobre, que permite el desarrollo de placas electrónicas o también llamadas PCB por su nombre en inglés *Printed Circuit Board*; tiene unas dimensiones de 4 x 16 cm, en ella reposan y se conectan todos los elementos electrónicos que se consideraron necesarios (Ver figura 11).

Capacitor cerámico: Los capacitores cerámicos utilizados son dos capacitores de 22 pF y 2 condensadores de 104 pF, los condensadores cerámicos dependen de la capacidad del oscilador de cristal para su selección y para el caso de los condensadores de 22pF ayudan a la estabilidad del oscilador de cristal, mientras que los de 104pf actúan evitando pérdidas de energía.

Condensador electrolítico: Los condensadores electrolíticos tienen una capacidad de 50 voltios a 0.33 μ f en DC. Este se utiliza especialmente como filtro de alimentadores de corriente, donde es usado para almacenar la carga, y moderar la tensión eléctrica de salida y las fluctuaciones de corriente en la salida rectificadas.

Conector eléctrico rotativo: los conectores rotativos o anillos colectores son dispositivos electromecánicos que facilitan la transmisión de energía eléctrica y señales de una parte estática a una móvil. Están compuestos de 2 o más contactos metálicos, montados en un eje de acero, para este caso se apreciará que se diseña un conector de dos contactos metálicos uno para el polo positivo y otro para el polo negativo como se aprecia en la figura 7.

Figura 7. Conector rotativo.



FUENTE: Autor.

Debido al alto costo en el mercado de estos conectores, este dispositivo fue construido por el autor. El conector está diseñado con dos rodamientos fabricados por la empresa KML con referencia K017-59X14 (Ver anexo XI), conductores de alambre calibre 24 AWG. Se diseñan piezas en material MDF, para sostener los rodamientos fijos al eje (Ver anexo III, IV). Posee un gancho en cada rodamiento para tener una parte fija (Ver anexo XIII, XIV).

Crystal de Cuarzo 16Mhz: El oscilador de cristal se caracteriza por su estabilidad de frecuencia y pureza de fase, dada por el resonador. El cristal de cuarzo en un montaje electrónico actúa como un circuito resonante sintonizado a una frecuencia determinada, la propia del cristal. En realidad, vibra mecánicamente, aunque debido a la propiedad del cuarzo, la piezoelectricidad la vibración mecánica genera una vibración eléctrica y viceversa. Pueden actuar de filtros de frecuencia, aunque lo más normal es utilizarlos como osciladores (ver anexo XVII) [13].

- Frecuencia: 16 MHz (Megahertz)
- Tolerancia: 50 PPM
- Capacitancia de carga: 20 pF
- Encapsulado: HC49/4H
- Material: Metálico
- Dimensiones: 1.2 cm x 1 cm x 0.3 cm

Microcontrolador ATmega 328p: El microcontrolador basado en RISC AVR® de 8 bits picoPower® de Microchip de alto rendimiento combina memoria Flash ISP de 32 KB con capacidades de lectura mientras escribe, EEPROM 1024B, SRAM de 2 KB, 23 líneas de E/S de uso general, 32 registros de trabajo de uso general , tres temporizadores/contadores flexibles con modos de comparación, interrupciones internas y externas, USART serial programable, una interfaz serial de dos hilos orientada a bytes, puerto serial SPI, un convertidor A/D de 6 canales y 10 bits (8 canales en TQFP y paquetes QFN/MLF), temporizador de vigilancia programable con oscilador interno y cinco modos de ahorro de energía seleccionables por software. El dispositivo funciona entre 1,8 y 5,5 voltios (ver anexo XVI) [24].

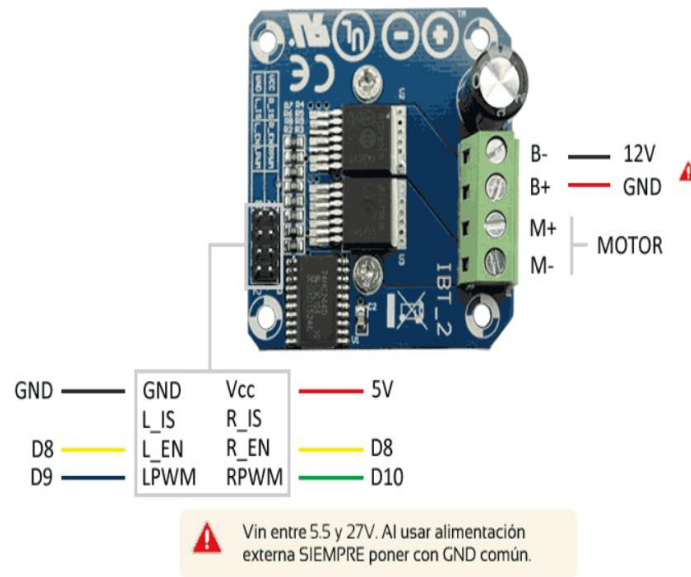
Módulo Bluetooth HC-05: El módulo Bluetooth HC-05 nos permite conectar nuestro proyecto con Arduino a un smartphone, celular o PC de forma inalámbrica (Bluetooth), con la facilidad de operación de un puerto serial. La transmisión se realiza totalmente en forma transparente al programador, por lo que se conecta en forma directa a los pines seriales de nuestro microcontrolador preferido (respetando los niveles de voltaje, ya que el módulo se alimenta con 3.3V). La placa también incluye un regulador de 3.3V, que permite alimentar el módulo con un voltaje entre 3.6V - 6V. La comunicación Bluetooth se da entre dos tipos de dispositivos: un maestro y un esclavo.

Módulo puente h IBT-2: Es un puente H de alta corriente totalmente integrado para aplicaciones de accionamiento de motor que utiliza el medio puente Infineon BTS7960 de corriente alta. El BTS7960 es parte de la familia NovalithICTM que contiene un MOSFET de lado alto de canal y un MOSFET de lado n de canal bajo con un CI de controlador integrado en un solo paquete. Debido al interruptor lateral alto del canal p, se elimina la necesidad de una bomba de carga, lo que minimiza la interferencia electromagnética.

La interconexión a un microcontrolador es fácil gracias al controlador IC integrado que presenta entradas de nivel lógico, diagnóstico con detección de corriente, ajuste

de velocidad de rotación, generación de tiempo muerto y protección contra sobre temperatura, sobrevoltaje, bajo voltaje, sobre corriente y cortocircuito [25]. La figura 8 representa brevemente la descripción de las partes para entender la forma de conexión.

Figura 8. Controles de motor de gran potencia.



FUENTE: Luis Llamas.

Lado de control

- RPWM: lado derecho Hi / Lo lado habilitación del conductor
- LPWM: lado izquierdo Hi / Lo Conductor de lado habilitado
- R_EN: habilitación de lado derecho / PWM
- L_EN: Habilitar lado izquierdo / PWM
- R_IS: lado derecho sentido actual
- L_IS: lado izquierdo sentido actual
- VCC: Logic VCC 3.0V / 3.3V / 5.0V Nominal
- GND: fuente de alimentación lógica 0V

Lado de poder

- M-: Terminal negativo del motor
- M +: Terminal positivo del motor
- B +: batería positiva / alta corriente (nominal: 8V – 18V, extendida: 5,5V – 28V)
- B-: Batería Negativa / Alta Corriente (0V)

Módulo relé: El módulo relé de un canal dispone de un transistor para su activación, lo que quiere decir que no es optoacoplador, posee dos indicadores LED los cuales iluminan dependiendo del estado lógico suministrado a la entrada, (verde para la retransmisión, rojo para el suministro de energía) posee 3 terminales VCC, GND, y la entrada de señal de estado lógico, el módulo puede ser accionado por una board Arduino, microcontrolador o Raspberry Pi, para manejar cargas con una corriente máxima de 10A y hasta 250VAC. Permite controlar el encendido y apagado de cualquier aparato que se conecte a una fuente de alimentación eléctrica externa. El relé hace de interruptor y se activa y desactiva mediante una entrada de datos. Gracias a esto se puede controlar el encendido de cualquier aparato. A parte del pin que controla al relé.

Motor: Es un motorreductor 12 Kg*cm - 10 RPM (12V), con engranajes metálicos, especial para proyectos de robótica y automatización como: Robot Sumo, ascensores, puentes, puertas, persianas, entre otros. Estos Motorreductores DC se pueden alimentar hasta 12V sin afectar el buen rendimiento del motor.

Principales Características:

- Voltaje de Operación: 3V a 12V (Voltaje Recomendado 12V)
- Consumo de Corriente sin Carga: 250 mA
- Consumo de Corriente con Carga Máx. 5A Aproximadamente.
- Torque: 12 Kg*cm
- Velocidad: 10 RPM

Regulador L7805CV: El regulador de voltaje lineal positivo trabaja con un voltaje de salida de 5V en DC y corriente de salida de 1.5A. Este se utiliza especialmente para alimentarse con un voltaje de 12V y entregarle al sistema los 5V (ver anexo xv). El regulador es necesario para la función de otros componentes electrónicos que se describirán a continuación.

Solenoide: Un solenoide es un dispositivo físico capaz de crear un campo magnético uniforme e intenso en su interior. Este dispositivo está enrollado en forma de hélice y se conforma un número de espirales por el que circula corriente eléctrica.

Cuando se introduce una corriente eléctrica, se forma un campo magnético alrededor de la bobina que atrae el émbolo. Un solenoide convierte la energía eléctrica en trabajo mecánico. Los electroimanes son solenoides y tienen como ventaja que pueden encenderse y apagarse mediante la aplicación o eliminación de la corriente eléctrica [26].

Algunos datos técnicos suministrados por el vendedor son:

- modelo JF-0530B
- Tensión nominal: 12 V
- corriente nominal: 1.5 A
- fuerza 5 N
- carrera 10 mm
- tamaño de cuerpo 30x16x15 mm

PERNOS: Un perno es una pieza cilíndrica fabricada normalmente en hierro o acero (aunque se fabrican también en otros materiales como bronce, cobre, plástico, etc.) con una cabeza en un extremo y rosca en el otro y sirve para unir dos o más piezas, ya sea enroscada en una de ellas o haciendo uso de una tuerca [27].

TORNILLOS: El tornillo es un elemento de fijación metálico usado para unir piezas de madera, metálicas u otro tipo de materiales, que consiste en una varilla cilíndrica

roscada en espiral que se acopla dentro del material a unir roscando de manera similar. Existen diferentes tipos de tornillos destacando tonillos como, tornillo drywall, tornillo cilíndrico, tornillo k-lath, tornillo goloso, tornillo framer, tornillo goloso hexagonal, entre otros [19].

PEGAMENTOS O ADHESIVOS: Los adhesivos generalmente los podemos catalogar en dos distintos tipos según su origen: Origen natural y origen sintético. Los de origen natural hay dos orígenes distintos. Por un lado, los que tienen un origen vegetal, que derivan de la fécula de patata y el maíz, colas de almidón, dextrinas y cauchos naturales. Por otro lado, las de origen animal como las colas tradicionales (con base de piel o esqueleto de animal) y colas de derivados lácteos (como la caseína). Los de origen sintético son diseñados por el ser humano en laboratorios, ya que es imposible encontrarlos en la naturaleza. Este tipo de adhesivos están basados en polímeros que derivan del petróleo. Los adhesivos de origen sintético, a su vez, pueden ser clasificados en función de su número de componentes, presentación, naturaleza polimérica curado y propiedades mecánicas [28].

4 SELECCIÓN DE LAS PARTES DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN.

4.1 PIEZAS MECÁNICAS

En esta sección se encuentra las descripciones de las piezas mecánicas encargadas de la transmisión de movimiento, gracias a sus partes como lo son cojinetes, chumaceras, motor, eje, entre otros. La figura 9, representa la perspectiva renderizada del diseño de las partes de la plataforma de navegación acoplada al conjunto mecánico y el modelo final del prototipo de extracción.

Figura 9. Render de sistema de extracción mecánico.



Fuente: Autor.

En seguida se presenta la descripción general de los elementos utilizados y luego se entrega una descripción más detallada de cada elemento.

4.1.1 Selección del Eje

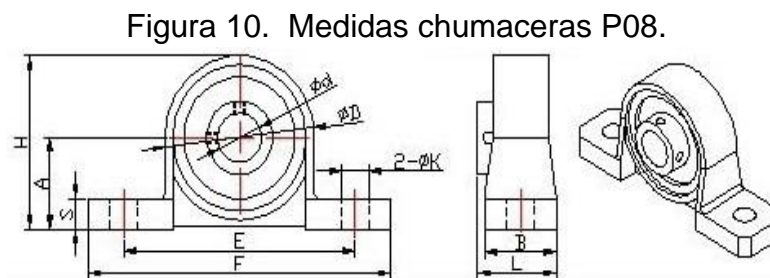
El eje rotatorio es seleccionado calculando el diámetro necesario para soportar las fuerzas de reacción y el material. Este, depende de sus características mecánicas para no presentar fracturas y sus cálculos se presentan en la sección 6.1.2.

También se tuvo en cuenta que el diámetro del eje seleccionado fuera el adecuado al diámetro interno de las chumaceras encontradas en el mercado. Además, el diámetro del eje debía ser igual o mayor al resultado calculado. Por ello se selecciona un eje de acero inoxidable con norma, Instituto americano del hierro y el acero (AISI), Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) con referencia 304 y diámetro de 8mm.

4.1.2 Selección de chumacera

La selección de las chumaceras se hace teniendo en cuenta las características que nos ofrecen los cojinetes de deslizamiento y consultando los catálogos que hay en el mercado, ofrecido por el fabricante WXING. Con un material de aleación de aluminio Bearing Pillow Bloque de Carga de Aluminio, los cojinetes son de tipo bloque de almohada de alta velocidad y son 100% acero cromado GCr15, que cuenta con certificación ISO9001:2008.

La figura 10, representa las medidas de las chumaceras que se encuentran en catálogo presentados por el vendedor.



Referencia	d (mm)	Dimensiones(mm)								
		A	H	E	F	S	D	B	L	K
P08	8	15	29	42	55	5	27	13	15	5

Fuente: vistronica [29].

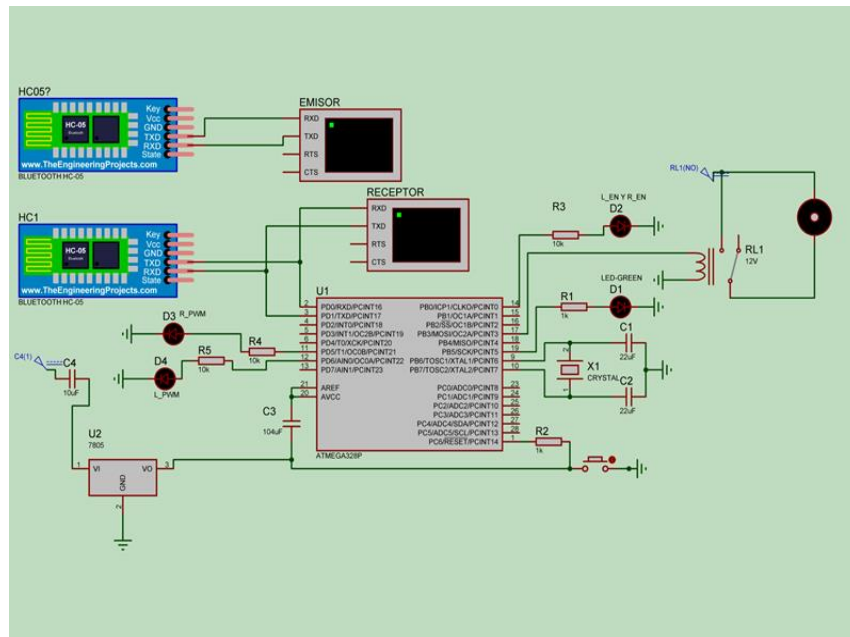
De acuerdo con el diámetro del eje calculado, se elige la chumacera con el diámetro interno (d) más pequeña que ofrece el fabricante en la tabla de la figura 10, se aprecia que la referencia P08, tiene las dimensiones adecuadas para la selección.

4.2 PIEZAS ELECTRÓNICAS

La selección de las partes electrónicas se tiene en cuenta aspectos como corriente, voltaje, funcionalidad y sugerencias de proyectos anteriores como es la forma de controlar el microcontrolador ATmega 328p para que funcione adecuadamente. Para saber datos más técnicos diríjase a los anexos (XV a XVII), se encuentran las fichas técnicas de algunos de ellos.

La figura 11 representa la forma de conexión de los elementos electrónicos y a su vez sirve de guía para comprobar mediante simulación con el software PROTEUS 8 PROFESIONAL el funcionamiento del sistema de mando en conjunto, y con ello se asegura que las partes seleccionadas de sus componentes electrónicos sean adecuados para el funcionamiento.

Figura 11. Esquema de conexión del sistema de mando.



Fuente: Autor.

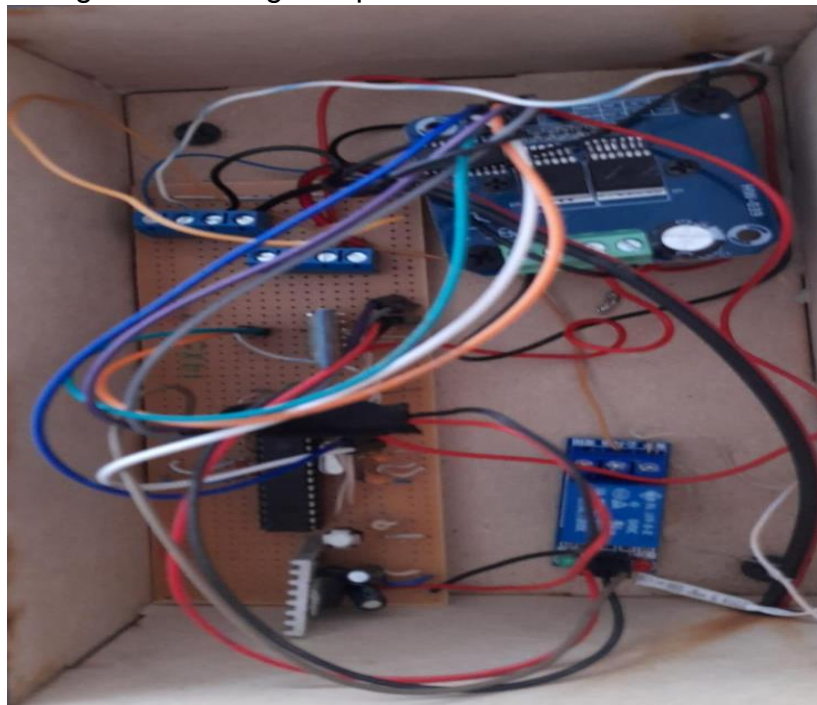
En la figura 11 del esquema se reemplazan algunos componentes como, el módulo puente h IBT_2 no se encontró en el catálogo y se reemplaza por LEDs D2, D3, D4, como se puede apreciar en la figura 10. Si enciende el led D2 indica que el módulo

punto h está activo, y con ello se activará instantáneamente el LED D3 o D4, indicando que el motor gira sentido horario o en sentido antihorario respectivamente.

La programación del módulo bluetooth HC-05 en software PROTEUS requiere de otro software. El controlador de puerto serie Virtual Serial Port que permite crear una gran cantidad de puertos COM virtuales y le brinda la gran posibilidad de emular completamente el comportamiento del puerto serie. Sin esto la simulación del circuito no es posible.

En la figura 12, se pueden apreciar cada uno de los componentes electrónicos que hacen parte de la placa para el sistema de mando, lo cual se amplía más adelante la información de la selección de cada uno de ellos para comprender el funcionamiento.

Figura 12. Fotografía placa PCB sistema de mando.



Fuente: Autor.

Para construir el sistema de mando se piensa en un diseño que, con una sola instrucción, el operario de la orden al sistema de extracción y se active para tomar

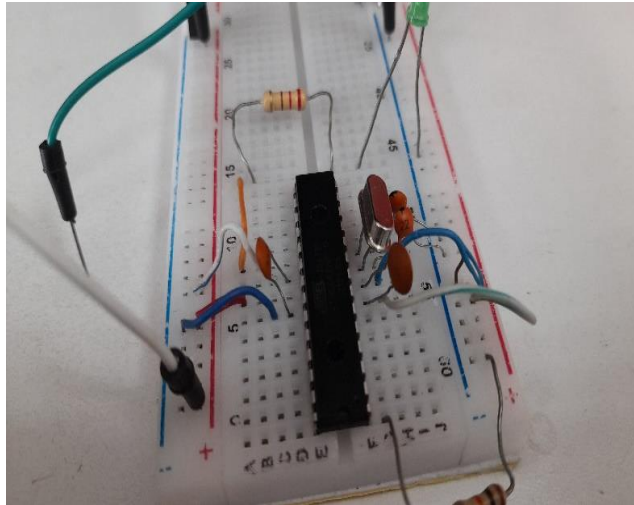
la muestra de agua, por ello se piensa en el microcontrolador ATmega 328p, debido a que cumple con la capacidad que requiere maniobrar el sistema de extracción y además es fácil de manipular. Otra ventaja es que existe bastante información de los elementos electrónicos necesarios para su función.

Para que el microcontrolador funcione correctamente se requieren más elementos electrónicos. Los elementos seleccionados se eligen por recomendaciones de su hoja técnica como se puede apreciar en el anexo XVI, y también en modelos ya diseñados previamente como lo es el modelo propuesto por Humberto Higinio.

4.2.1 Selección piezas microcontrolador

El microcontrolador ATmega 328p fue seleccionado por la facilidad con la que puede ser programado, la cantidad de salidas digitales y analógicas que son suficientes para el circuito, la cantidad de memoria en pila con la que cuenta, Sabiendo que el microcontrolador ATmega328p necesita de una fuente de alimentación de 5V regulada, se utiliza un regulador de voltaje que soporta una alimentación entre los nueve y doce voltios de entrada, por ello se elige el regulador L7805 que soporta una alimentación hasta los 18V de entrada, el regulador necesita de unos componentes externos para que pueda regular la energía de entrada una salida de 5 V, para ello se necesita un condensador de entrada y un condensador de salida para eliminar efectos de rizado, la selección de los condensadores son elegidos de acuerdo a los datos técnicos suministrados por el fabricante (ver anexo XV), donde propone un condensador electrolítico de 0.33 μ f de entrada y un condensador electrolítico de 0.1 μ f salida. Se añade una resistencia de 10 K Ω para la seguridad del reinicio ya que se está alimentando con los 5 V constantemente, además se agrega un pulsador electrónico de dos entradas que se elige a conveniencia del autor. El chip de ATmega necesita de una entrada de reloj, lo cual el fabricante recomienda un oscilador de cristal de Cuarzo 16Mhz, que necesitará necesariamente de dos condensadores cerámicos de 22 pf para una oscilación de 16 Mhz. En la Figura 13 se aprecia el circuito encargado de controlar el ATmega328p

Figura 13. Circuito inicial para control ATmega328p.



FUENTE: Director Diego Villate; Laboratorio grupo GENTE (UPTC); 21 de julio 2022.

4.2.2 Selección de suplementos electrónicos

Conector eléctrico rotativo: El conector rotativo es un diseño hecho por el autor, las partes seleccionadas se determinan de características como materiales conductores y materiales no conductores. Los materiales conductores como lo es el caso del rodamiento, mediante pruebas con energía eléctrica se prueba que sean conductores de energía y se determinan que la pieza cumple con las características deseadas, en la figura 25 se aprecian las pruebas necesarias. Para que la parte fija quede sin movimiento se hacen ganchos a la medida (ver anexo XIII, XIV), y se recubren de soldadura o pegamento en una de las puntas. El pegamento deberá cumplir con la característica de ser aislante para que no transmita energía al eje. En la parte móvil se diseñan piezas que cumplan con características como, no ser conductor y tener un diámetro interno de 8mm y encaje perfectamente al eje, el material elegido es MDF, ya que este es un material no conductor y fácil de cortar para el diseño de las piezas que se podrán ver en los anexos (III, IV).

Módulo Bluetooth HC-05: El módulo Bluetooth existen dos tipos de módulo en el mercado que pueden ser de utilidad para el sistema de extracción que son el módulo HC-05 y el módulo HC-06, la diferencia entre ellos es el HC-05 puede ser configurado para ser usado como dispositivo maestro o esclavo, mientras que el

HC-06 sólo puede ser usado como esclavo, por ello se considera que si se quieren hacer algunos cambios futuros el módulo HC-05 tendrá esta ventaja al enviar y recibir información. Las características más importantes con las que cuenta el módulo HC-05 son.

Cuenta con modulación Endpoint Detection and Response (EDR) es un enfoque usado para identificar el malware que logró pasar la detección inicial. El objetivo principal del sistema es mejorar la ciberseguridad dando una sólida protección de los puntos finales, Estos se refieren a las PC, móviles y otros dispositivos en los que hay procesamiento de datos en una red [30].

Módulo puente h IBT-2: El módulo se selecciona de acuerdo con las características del motor, por esto es importante saber que el motor necesita un voltaje de 12 voltios a 5A, el módulo IBT-2 soporta corriente hasta los 45A, permitiendo que cuando reciba una señal de entrada a 5 voltios se active el puente h para que el motor entre a cumplir con su tarea.

Módulo relé: El módulo relé es utilizado para accionar el solenoide por medio del microcontrolador encendiendo y apagando el solenoide. Por ello se elige un módulo relé de un solo canal, soporta una corriente de 7 A a 24 V.

Motor: La selección del motor se elige por la fuerza de torque, debido a que debe arrastrar la plataforma de recolección con la muestra de agua dulce. Otra característica importante a tener en cuenta para la selección del motor, es que la plataforma de recolección entre con suavidad al agua dulce para cuando esté a los 10 metros de profundidad la toma de muestra no tenga partículas extrañas por alteraciones de turbulencias generadas por la plataforma de extracción en el fluido. Para entender el proceso de selección con los cálculos necesarios dirijase al capítulo 6.1.1.

Solenoide: El solenoide seleccionado es muy fácil de conseguir en el mercado a un precio bajo a diferencia de otros solenoides con mejores características, pero

requieren de mayor energía eléctrica. El solenoide elegido tiene la fuerza necesaria para el diseño, requiere de 12 voltios de alimentación más las pérdidas considerables por la longitud del conductor se puede energizar con baterías de 24 voltios, si el voltaje que necesita el solenoide es mayor se tendría que energizar con baterías demasiado grandes lo cual las condiciones de diseño cambiarían drásticamente.

4.3 OTROS COMPONENTES

PERNOS: Los pernos utilizados son de acero con aleación de hierro y carbono, estos son pernos con medidas americanas, se utilizan para sostener la cubierta del solenoide con los ganchos de soporte, la referencia m4x16 mm, se eligen de este tamaño debido a el diseño del diámetro de roscado de sostén de la cubierta y del gancho de soporte.

TORNILLOS: Los tornillos que se seleccionan son tornillos DRYWALL. Es un tornillo auto-roscante especial para amarrar algunas piezas a la mesa de tabla donde reposan la mayoría de las partes del sistema de extracción, que son fijas por los tornillos lámina avellanado con referencia negro 6X1/2.

PEGAMENTOS O ADHESIVOS: El pegamento utilizado es un adhesivo epoxi multipropósito, formulado para realizar juntas rápidas, resistentes y duraderas sobre una amplia variedad de materiales sólidos como madera, plásticos, cerámicas, vidrios, metales, entre otros. Este adhesivo epoxi es perfecto para uniones de alta calidad, con características únicas de dureza, tensión, resistencia, que le otorgan un amplio rango de propiedades mecánicas, térmicas, ópticas y eléctricas [31].

Las ventajas para utilizar este tipo de pegamento en el sistema de extracción son: Uniones fuertes, resistentes, estables y duraderas, fácil aplicación, pega gran variedad de materiales, es aislante eléctrico, resiste a solventes químicos.

5 METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolla por fases orientadas con la metodología de diseño para ingeniería de Alger y Hays, la metodología plantea un proceso integrado de siete fases que se explicarán a continuación [32].

Fase 1: Se identificó el problema el cual busca realizar un diseño de un sistema de extracción de tomas de muestras de agua dulce para el macroproyecto titulado “Prototipo de plataforma robótica de navegación superficial sobre grandes cuerpos de agua para monitoreo técnico de ecosistemas acuáticos”, desarrollado por el grupo de investigación “Grupo de Energías y Nuevas Tecnologías” (GENTE), con ello se establece que para la solución al problema es necesario, el diseño de la estructura mecánica para el descenso y ascenso del contenedor de recolección de la muestra de agua, el diseño del sistema de activación para el cierre del recolector de muestra de agua y el diseño del sistema de mando para la operación de la extracción de las muestras. Para validar la solución al problema que fue resuelto se presentará el prototipo final al grupo de investigación GENTE encargado de la plataforma de navegación, que dará el aval al resultado.

Fase 2: Es la fase de investigación y consulta de literatura en bases de datos y otras plataformas digitales, catálogos digitales, Data Chips, plataformas digitales de compras; que fueron de utilidad. Dentro de las fuentes de información se consulta sobre las diferentes plataformas de extracción, los diferentes tipos de vehículos no tripulados, las estructuras de diferentes tipos de grúas, y como son operados los sistemas de extracción en la actualidad.

Fase 3: En esta fase se organiza toda la información recopilada para la identificación de las áreas que dan solución relevante a la necesidad. Dentro de esta fase encontramos soluciones como: El diseño de la estructura mecánica de la plataforma de extracción, fue orientado principalmente al diseño de las grúas tipo brazo nivelado, este se descartó debido a que la estructura podría interferir en el equilibrio

de la plataforma de navegación desarrollada por el grupo de investigación GENTE. Luego se pensó en una segunda opción, y se analizaron las grúas tipo pórtico, en donde el diseño respondió adecuadamente a las necesidades del sistema de extracción y que con dicha estructura estará en equilibrio con plataformas de navegación tripuladas y no tripuladas. Otra característica que se tuvo en cuenta es la velocidad de descenso de la botella de recolección, debido a que las literaturas encontradas recomiendan un descenso lento a la botella.

Se analizó que el eje depende de las chumaceras, ya que el eje debe ser perfectamente acoplado con el diámetro interno de las chumaceras. Para saber el diámetro interno de la chumacera, se estudia la teoría de energía de distorsión, en donde primero se elige el material. Debido a la variedad de ejes ofrecidos por los fabricantes, con ayuda de la hoja técnica de los ejes, como se puede apreciar en el ANEXO XVIII, es seleccionado el material en acero inoxidable, fabricado bajo las normas (AISI-SAE), luego se consideró un factor de seguridad de 3, dándole un margen de dimensión considerablemente grande y se procede a calcular el diámetro del eje.

Al ser un diseño electromecánico, conectar la energía eléctrica con el sistema mecánico necesita de un conector rotativo (ver Figura 7). Los conectores rotativos son piezas que varían el precio dependiendo del tamaño y las características que posee, llegando a superar los ochocientos mil pesos colombianos, por ello se necesita diseñar un nuevo conector rotativo.

Para lograr sustituir la activación de forma manual a activar de forma electromecánica se estudian los solenoides que gracias a las bondades electromagnéticas actúan a la necesidad de la activación de la botella. El solenoide requiere de una señal eléctrica mínima de 12 V para que lo accione cuando se encuentre a 10 metros de profundidad, es decir que se necesita más de 10 metros de alambre conductor para energizar el solenoide, lo cual se necesitó estudiar las pérdidas de energía eléctrica por resistencia al material.

Fase 4: se empieza a dar forma a los conceptos haciendo uso de software CAD, se elige el software SOLIDWORKS 2020 para la parte mecánica, se diseñan los bocetos como se pueden apreciar en los anexos (I al XIV), se diseñan las piezas a ensamblar en modelado 3D, luego se ensambla el sistema de extracción. Para ensamblar el sistema de extracción con la plataforma de navegación fue necesario medir el espacio con él que se contaba, y se diseñó de acuerdo con las medidas de longitud de largo y ancho máximo permitido por la plataforma de navegación. Otras características que se tomaron en cuenta con el software fue el centro de masa del sistema de extracción y el máximo esfuerzo cortante.

Para terminar esta fase, se pasa al sistema de mando, donde es utilizado el programa de simulación Proteus 8 Profesional, acompañado del software Virtual Serial Port para simular puertos COM y Arduino ID 2.0.3 para crear el código de compilación.

Fase 5: se seleccionan las piezas, unas piezas son seleccionadas por lo que se encuentra en el mercado, como es el caso de las chumaceras, solenoide, acoples, tornillos entre otros. Otros componentes son seleccionados determinando las características necesarias obtenidas por medio de cálculos como es el caso del motor, la selección del eje y la fuente de energía eléctrica. También se hacen cálculos demostrativos como lo es: cálculos de todo el sistema para determinar el comportamiento del sistema de extracción como lo es: las fuerzas de empuje que ejerce el agua hacia la botella y la fuerza que ejerce la botella en el agua para sumergirse y cálculos para el centro de masa de todo el sistema.

Fase 6: se implementan los resultados de las etapas anteriores, en donde se desarrolla el diseño, se les da forma a las ideas y se construye el prototipo. Se hacen pruebas de laboratorio, con el fin de tomar la muestra de agua con el nuevo sistema de activación automático. La cual se hacen necesarias nuevas pruebas de laboratorio para estimar el ángulo más favorable para la activación de la botella. También se hacen pruebas de flotabilidad, se hacen pruebas del comportamiento

de la botella enviándola cerrada, se analiza si la botella flota en el agua, luego la botella se envió abierta y el volumen de líquido que entra al instante de hacer contacto con el agua.

Para estimar el tiempo de ascenso y descenso de la plataforma a 10 metros de profundidad se determinó mediante pruebas de laboratorio como se aprecia en la Figura 22, midiendo el tiempo cuando el sistema termina de desenvolver 10 metros de alambre conductor. Debido a la gran cantidad de alambre conductor, las pérdidas de energía son considerables, por esto se hacen pruebas de laboratorio, para comparar lo teórico con lo práctico como se observa en la figura 24. Se ajustan los errores en el ensamblaje, se determinan posibles mejoras, se hace pruebas de campo con un miembro adscrito al grupo de investigación GENTE y por último se determina que el sistema de extracción cumple con las necesidades planteadas.

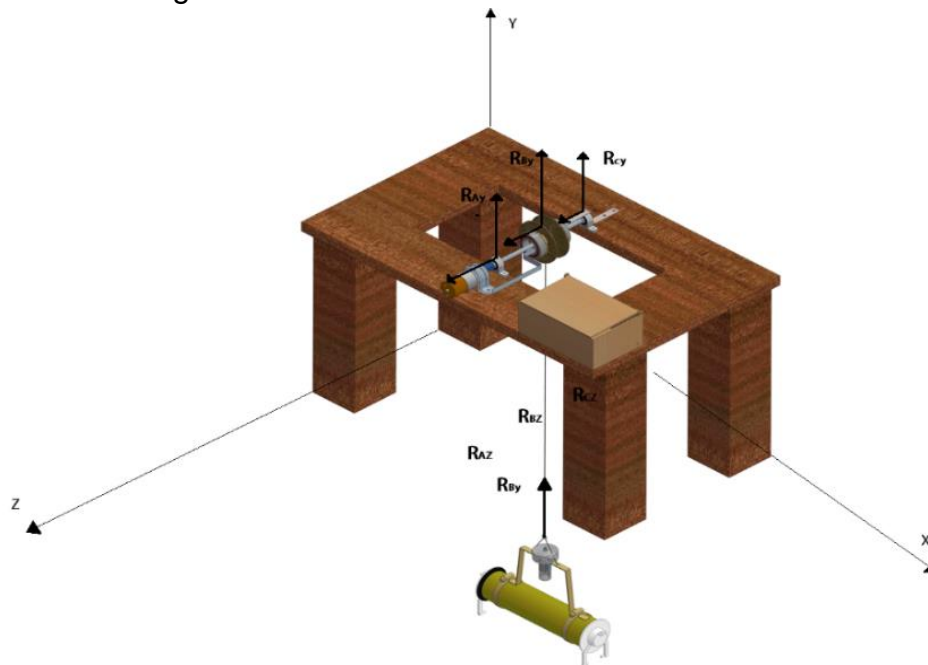
Fase 7: se presentan algunos trabajos futuros que pueden desarrollarse como resultado de esta investigación o que, por exceder el alcance de este proyecto, no han podido ser tratados con la suficiente profundidad. Además, se sugieren algunos desarrollos específicos para apoyar y mejorar el modelo y metodología propuestos.

6 CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA

6.1 DISEÑO MECÁNICO

En el diseño mecánico se estudia el comportamiento de los mecanismos que cumplan con el objetivo de diseño, como, la fuerza de arrastre que necesita el motor para mover la carga, la selección del eje, es el centro de masa del sistema de extracción, ente otros. En la figura 14, se puede ver el punto inicial del diseño en el punto de coordenadas. Considerando que el fluido se encuentra en perfecta estanqueidad se determina que en el eje Z las fuerzas de reacción son iguales a cero, ya que no presenta fuerzas que actúen en el eje. las reacciones en los ejes son nombradas $R_{A(x, y, z)}$ para las reacciones presentes en el centro de la chumacera cercanas al motor, $R_{B(x, y, z)}$ para las reacciones presentes en la polea, $R_{C(x, y, z)}$ para las reacciones presentes en el centro de la chumacera más alejadas al motor.

Figura 14. Reacciones sistema de extracción 3D.



Fuente: Autor.

6.1.1 Cálculos para la selección del motor

Teniendo claro la cantidad de volumen de la toma de muestra de agua dulce que es de 0.5 L su peso aproximado es de 0.5 Kg, más el peso de la botella de extracción que tiene un aproximado de 0.5 Kg, y sabiendo que la distancia de profundidad que tiene que descender la botella es de 10 metros se determina el torque necesario para mover la carga deseada.

- Peso del agua contenida en la botella: 0.5 Kg
- Peso de botella: 0,5 Kg
- Volumen $V=506.71 \text{ cm}^3$
- Distancia Máxima. 10 m
- Radio promedio del eje $r=0.014 \text{ m}$

Determinando la fuerza que necesita el motor (F_m) para mover la carga.

$$(ECU 1) \quad \mathbf{F}_m = \mathbf{m} * \mathbf{g}$$

$$F_m = 1 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9.81 \text{ N}$$

Determinando el torque necesario para el motor (T_m) que expresa en unidades de fuerza (F_m) por el radio promedio de la polea (r_p).

$$(ECU 2) \quad \mathbf{T}_m = \mathbf{F}_m * \mathbf{r}_p$$

$$T_m = 9.81 \text{ N} * 0.014 \text{ m} = 0.1373 \text{ Nm}$$

Para determinar la velocidad constante del descenso y ascenso de la plataforma de recolección se procede a hallar la velocidad angular mediante la siguiente ecuación. En donde Θ es ángulo que recorre, t es el tiempo que tarda en 60 segundos.

$$(ECU 3) \quad \boldsymbol{\omega} = \frac{\boldsymbol{\theta}}{t}$$

Hallando en ángulo Θ :

$$\theta = 10 \text{ rpm} * 2\pi = 20\pi \text{ rad}$$

Remplazando en la ecuación 3 de velocidad angular.

$$\omega = \frac{20\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = \frac{1}{3}\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Se halla la velocidad lineal con la siguiente ecuación.

$$v = \omega * r$$

$$v = \frac{1}{3}\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} * 0.014 \text{ m} = 0.0146 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se determina el tiempo que tarda en descender a 10 metros de profundidad la botella de extracción de acuerdo con la ecuación 3.

$$t = \frac{10 \text{ m}}{0.01466 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 682 \text{ s}$$

6.1.2 Cálculos para el eje

Para hallar el diámetro del eje se utiliza la teoría de energía de distorsión, manejando la ecuación de factor de seguridad como se puede apreciar en la ecuación 4. Primero se resuelven los datos faltantes, determinando las fuerzas de reacción en el eje Y considerándolo como un sistema estático.

$$(ECU 4) \quad N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Donde

- N es el factor de seguridad
- S_y es el esfuerzo de fluencia
- σ' es el esfuerzo de trabajo

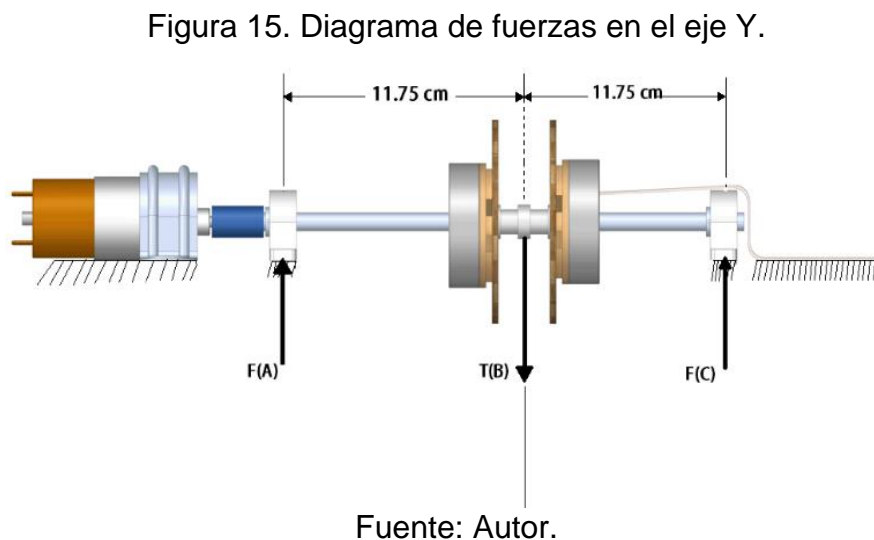
El esfuerzo de fluencia S_y se encuentra en la hoja de datos del fabricante (ver anexo XVII) en donde $S_y = 68 N * mm^2$ y se considera un factor de seguridad de 3. Para determinar el esfuerzo de trabajo se determina con función a los esfuerzos.

$$(ECU 5) \quad \sigma' = \sqrt{\sigma'_x + \sigma'_y - \sigma'_x \sigma'_y + 3\tau_{xy}^2}$$

Se consideran los esfuerzos en el eje X ya que es longitudinal al eje, es decir que no existen los esfuerzos en el eje Y. Donde M es el momento flector, I es el momento de inercia que a su vez es igual $\frac{\pi}{4} * r^4$, y r es el radio del eje a hallar.

$$(ECU 6) \quad \sigma_x = \frac{M * r}{I} = \frac{4M}{\pi r^3}$$

Ahora se halla el momento flector M. Con ayuda del diagrama de cuerpo libre como se muestra en la figura 15, primero se determinan las fuerzas de reacción en el eje Y. Para simplificar el diagrama, ahora se nombran a las fuerzas de reacción, la F(A) es la fuerza de reacción en la parte más cercana al motor, T(B) se llamará a la fuerza de reacción que presenta la cuerda con la botella de extracción y F(C) es la fuerza de reacción en la parte más alejada del motor.



Observando la figura 15, se halla la reacción en el punto T(B) con la ecuación 1.

$$T_B = 1Kg * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$T_B = 9,81 N$$

Determinando la fuerza de reacción en A y en B.

$$(ECU 7) \quad \sum F_y = 0$$

$$(ECU 8) \quad \sum M_y = 0$$

De acuerdo con la ecuación 7:

$$-T_B L_1 + F_C (L_1 + L_2) = 0$$

$$F_C = T_B * \frac{L_1}{L_2 + L_2}$$

$$F_C = 9.81 N * \frac{0.0117 m}{0.0117 m + 0.0117 m}$$

$$F_C = 4.905 N$$

De acuerdo con la ecuación 8:

$$F_A + F_C - T_B = 0$$

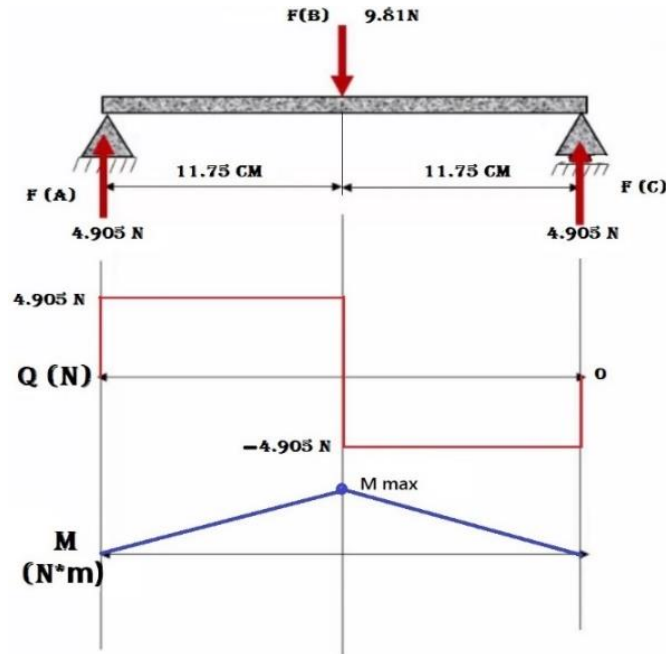
$$F_A = T_B - F_C$$

$$F_A = 9.81 N - 4.905 N$$

$$F_A = 4.905 N$$

Para determinar el momento flector del eje se considera como una viga estática, mediante el método de áreas se determina em momento cortante Q (N) para luego hallar el momento flector máximo (Mmax) en M(N*m) como se representa en la figura 16.

Figura 16. DCL para momento flector.



Fuente: Autor.

Tomando como punto inicial la fuerza de reacción en F(A) seccionamos la pieza para cada fuerza de reacción y se calcula por el método de momentos.

$$M_1 = 0$$

$$M_2 = M_1 + (0.0175 \text{ m} * 4.905 \text{ N}) = 0.0866 \text{ Nm}$$

$$M_3 = M_1 + M_2 + (0.0175 \text{ m} * (-4.905 \text{ N})) = 0 \text{ Nm}$$

Reemplazando en la ecuación 7 ahora hallamos el esfuerzo flector en el eje x

$$\sigma_x = \frac{4M}{\pi r^3} = \frac{4 * 0.0866 \text{ Nm}}{\pi * r^3} = \frac{0.11 \text{ Nm}}{r^3}$$

Ahora se hall el esfuerzo cortante τ_{xy} donde T_r es el torque resultante que se halla con la ecuación 2, donde r_p es el radio promedio, de la polea, en donde J es el momento polar que es igual $\frac{\pi}{2} r^2$ y r es el radio de el eje a calcular.

$$T_r = T_B * r_p = 9.81 \text{ Nm} * 0.004 \text{ m} = 0.03924 \text{ Nm}$$

$$\tau_{xy} = \frac{T_r * r}{J} = \frac{2T_r}{\pi r^3} = \frac{2 * 0.03924 \text{ Nm}}{\pi r^3} = \frac{0.0249 \text{ Nm}}{r^3}$$

Remplazando en la ecuación 5.

$$\sigma' = \sqrt{\frac{0.11 \text{ Nm}}{r^3} + 0 - 0 + 3 * \frac{0.0249 \text{ Nm}}{r^3}}$$

Por último, sustituyendo los valores hallados para la ecuación 4, se despeja el radio del eje para obtener el resultado.

$$3 = \frac{6,8 * 10^7 \text{ Nm}}{\sqrt{\frac{0.11 \text{ Nm}}{r^3} + 3 * \frac{0.0249 \text{ Nm}}{r^3}}}$$

Resolviendo $r=0.00107 \text{ m}$ o 1 mm .

6.1.3 Cálculos del sistema en conjunto

Ahora se determina el esfuerzo cortante promedio

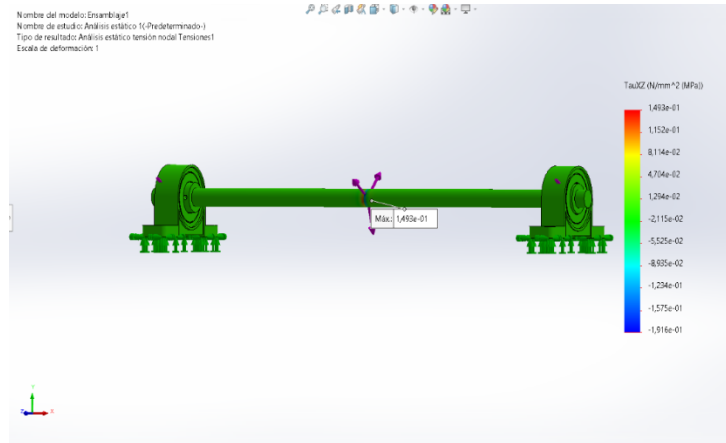
$$(ECU 9) \quad \tau_{pro} = \frac{F}{A}$$

$$\tau_{pro} = \frac{\frac{9.81 \text{ N}}{2}}{\frac{\pi}{4} * (8 * 10^{-3} \text{ m})^2}$$

$$\tau_{pro} = 0.0975 \text{ MPa}$$

Con ayuda del software SOLIDWORKS como se puede apreciar en la figura 17. Se determina que el máximo esfuerzo cortante en el eje es de 0.1493 MPa. Se puede ver que el esfuerzo cortante en el eje se encuentra la mayor parte en una zona verde que representa un esfuerzo cortante mínimo.

Figura 17. Estudio de esfuerzo cortante.



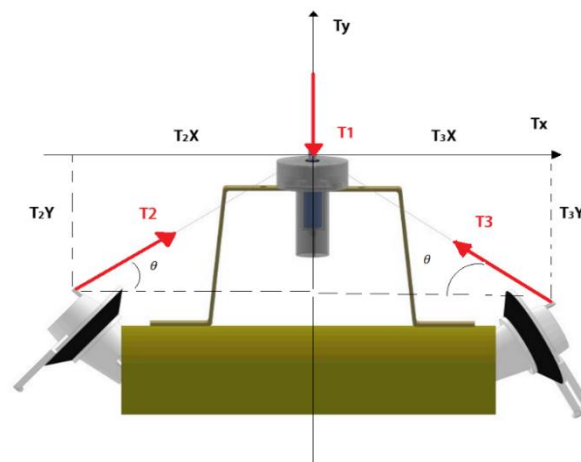
Fuente: Autor.

6.2 CÁLCULOS PARA EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN

6.2.1 Diseño de activación del sistema de cierre de la botella

En el diseño de activación del sistema de cierre de la botella se analizan las fuerzas que actúan en la cubierta de tubos y en el actuador, ya que estas dos se encuentran entrelazadas por medio de una cuerda de nylon. Los cálculos para este sistema se consideran en equilibrio de acuerdo con la ley de inercia y se analiza mediante el diagrama de cuerpo libre como muestra en la figura 18.

Figura 18. Diagrama de cuerpo libre DCL.



Fuente: Autor:

De acuerdo con la ecuación 1, la tensión en T1 cuando la botella está vacía.

$$T_1 = 0.5 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$T_1 = 4.905 \text{ N}$$

Por trigonometría.

$$T_2x = T_2 \text{sen}(\theta)$$
$$T_2y = T_2 \text{cos}(\theta)$$
$$T_3x = T_3 \text{sen}(\theta)$$
$$T_3y = T_3 \text{cos}(\theta)$$

De acuerdo con la ecuación 7.

$$-T_2 \text{sen}(\theta) + T_3 \text{sen}(\theta) = 0$$
$$T_3 = T_2$$

De la ecuación 8.

$$T_2 \text{cos}(\theta) + T_3 \text{cos}(\theta) - 4.905 \text{ N} = 0$$

$$T_2 = \frac{4.905 \text{ N}}{2 * \text{cos}(\theta)}$$

Asignando valores a el ángulo en la tabla 1.

Tabla 1. Resultado de la fuerza resultante variando el ángulo.

Ángulo θ	$T_2 = T_3$
60	4.905 N
45	3.468 N
20	2.6 N

6.2.2 Fuerzas que actúan fuera y dentro del agua

Se evalúa el comportamiento del sistema de extracción cuando la botella no haya entrado al agua y cuando la botella ingresa al agua, determinando tres posibles opciones, si la fuerza del peso es mayor que la fuerza de empuje, si la fuerza del

peso es menor que la fuerza de empuje, si la fuerza del peso es igual a la fuerza de empuje.

Datos:

- Volumen de la botella $V = 0.000506 \text{ m}^3$
- Densidad del agua $\rho = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

Primero se halla la fuerza de empuje E .

$$E = \rho * V * g$$
$$E = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0.000506 \text{ m}^3 * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1. Fuerza que ejerce el peso cuando toca el agua; Peso sin agua 0.5 kg.

$$W = 0.5 \text{ Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4.905 \text{ N}$$

La fuerza del peso es menor que la fuerza de empuje $W < E$

2. Fuerza que ejerce el peso cuando tiene agua; Peso con agua 1 kg.

$$W = 1 \text{ Kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9.81 \text{ N}$$

La fuerza del peso es mayor que la fuerza de empuje $W > E$

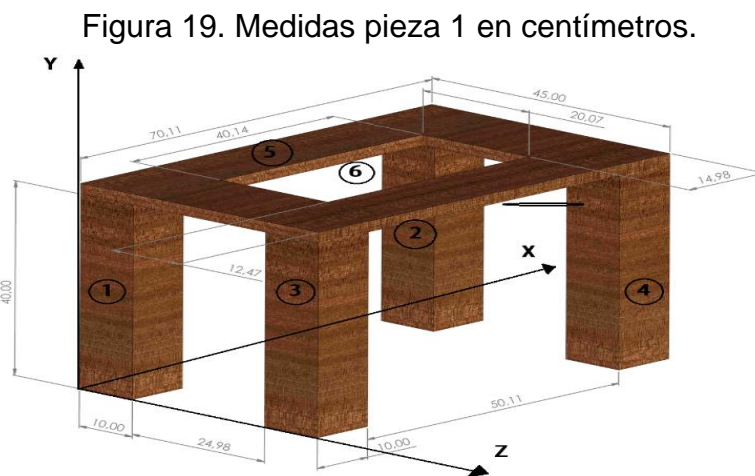
6.2.3 Centro de masa

Para calcular el centro de masa se debe analizar cada pieza que componen el sistema de extracción, se debe determinar el volumen y el centro de masa de cada una de ellas, se debe considerar como un sistema tridimensional, es decir que se debe calcular el centro de masa en los ejes X, Y, Z, es decir que los cálculos a analizar son extensos para el desarrollo en este documento. Para dar solución se calcula el centro de masa de una sola pieza, luego se apoya el resultado con la ayuda del software SOLIDWORKS 2021 SP5, comparando los resultados, si se

asemejan, se proceden a calcular el centro de masa de todo el sistema ensamblado con el software SOLIDWORKS.

Primero se calcula el volumen de cada figura como se aprecia en la

Figura 19, donde se evidencian las medidas de cada parte de la pieza, las unidades de medidas están dadas en centímetros y la enumeración que va del 1 al 6 representan a cada figura en la que se dividió la pieza para luego hallar el volumen total.



Fuente: Autor.

Para explicar la forma de hallar los datos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en forma de ejemplo se toma la figura 1. Utilizando la fórmula para hallar el centro de masa.

$$(ECU 10) \quad \tilde{x} = \frac{m_1 \cdot \tilde{x}_1 + m_2 \cdot \tilde{x}_2 + m_3 \cdot \tilde{x}_3 \dots}{\Sigma m}$$

$$(ECU 11) \quad \tilde{y} = \frac{m_1 \cdot \tilde{y}_1 + m_2 \cdot \tilde{y}_2 + m_3 \cdot \tilde{y}_3 \dots}{\Sigma m}$$

$$(ECU 12) \quad \tilde{z} = \frac{m_1 \cdot \tilde{z}_1 + m_2 \cdot \tilde{z}_2 + m_3 \cdot \tilde{z}_3 \dots}{\Sigma m}$$

Para empezar a resolver los datos faltantes de las ecuaciones 10, 11, 12, primero se hallará el volumen para cada figura como se aprecian en la Figura 19.1 y se repetirá el mismo procedimiento para la Figura 19.(2, 3, 4, 5, 6).

$$V_1 = 10cm * 40cm * 10cm = 4000cm^3$$

Con ayuda de las medidas de Figura 19. (1) se halla el centro de masa en $\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}$ de la Figura 19,(1) consignadas en la Tabla 2. Se repite el procedimiento para la Figura 19. (2, 3, 4, 5, 6).

$$\begin{aligned}\tilde{x} &= \frac{10cm}{2} = 5cm \\ \tilde{y} &= \frac{40cm}{2} = 20cm \\ \tilde{z} &= \frac{10cm}{2} = 5cm\end{aligned}$$

Tabla 2. Cálculos del centro de masa para la primera pieza.

CENTRO DE MASA PARA EL MUEBLE							
FIGURA	volumen (cm ³)	\tilde{x} (cm)	\tilde{y} (cm)	\tilde{z} (cm)	$\tilde{x}v$	$\tilde{y}v$	$\tilde{z}v$
1	4000	5	20	5	20000	80000	20000
2	4000	65,11	20	5	260440	80000	20000
3	4000	5	20	40	20000	80000	160000
4	4000	65,11	20	40	260440	80000	160000
5	6940,89	35,06	41,1	22,5	243312,90	285270,58	156170,03
6	-1772,34	35,06	41,1	22,5	-62129,43	-72843,24	-39877,69
ΣV	21168,55			Σ	742063,47	532427,34	476292,34

Se calcula el volumen total de la pieza 1 que se muestra en Figura 19.

$$\Sigma v = v_1 + v_2 + v_3 + \dots = 21168.55cm^3$$

Ahora se calcula $\tilde{x}v, \tilde{y}v, \tilde{z}v$, para la Figura 19.1, consignados en la Tabla 2. Y se repite el procedimiento para Figura 19.(2, 3, 4, 5, 6).

$$\begin{aligned}\tilde{x}v &= 5cm * 4000cm^3 = 20000 cm^4 \\ \tilde{y}v &= 20cm * 4000cm^3 = 80000 cm^4\end{aligned}$$

$$\tilde{z}v = 5\text{cm} * 4000\text{cm}^3 = 20000\text{cm}^4$$

Se hace la sumatoria de todos los $\tilde{x}v$, $\tilde{y}v$, $\tilde{z}v$, y se obtiene.

$$\begin{aligned}\sum \tilde{x}v &= 742063.47\text{cm}^4 \\ \sum \tilde{y}v &= 532427.34\text{cm}^4 \\ \sum \tilde{z}v &= 476292.34\text{cm}^4\end{aligned}$$

Remplazando en las ecuaciones 10,11 y 12.

$$\tilde{x} = \frac{v_1 * \tilde{x}_1 + v_2 * \tilde{x}_2 + v_3 * \tilde{x}_3 \dots}{\sum v} = \frac{742063.47\text{cm}^4}{21168.55\text{cm}^3} = 35,1\text{cm}$$

$$\tilde{y} = \frac{v_1 * \tilde{y}_1 + v_2 * \tilde{y}_2 + v_3 * \tilde{y}_3 \dots}{\sum v} = \frac{532427.34\text{cm}^4}{21168.55\text{cm}^3} = 25,15\text{cm}$$

$$\tilde{z} = \frac{m_1 * \tilde{z}_1 + m_2 * \tilde{z}_2 + m_3 * \tilde{z}_3 \dots}{\sum m} = \frac{476292.34\text{cm}^4}{21168.55\text{cm}^3} = 22,50\text{cm}$$

Se Comparan los resultados cálculos con los calculados con el software SOLIDWORKS que se puede apreciar en el ANEXO XIX.

Tabla 3. Comparación centro de masa, SOLIDWORKS vs calculados, primera pieza.

CENTRO DE MASA (CM)	\tilde{x} (cm)	\tilde{y} (cm)	\tilde{z} (cm)
SOLIDWORKS	34,93	25,17	22,56
Calculado	35,05	25,15	22,50
Diferencial Δ CM	0,12	0,018	0,06

Debido a que el margen de error no es demasiado grande se determina que los resultados entregados por el software SOLIDWORKS son apropiados, como se puede apreciar en el anexo XIX.

Resultados

$$\tilde{x} = 35,23 \text{ cm}$$

$$\tilde{y} = 24,29 \text{ cm}$$

$$\tilde{z} = 22,72 \text{ cm}$$

6.3 CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE MANDO

En este capítulo se estudia la capacidad de transportar la energía necesaria para que el actuador funcione con la fuerza suficiente, determinando las pérdidas de energía debido a la longitud del cable.

6.3.1 Cálculos de voltaje

Para estudiar la energía necesaria que requiere el solenoide, se estima una tensión mínima de 12 V y una corriente de 1.5 A para su funcionamiento de acuerdo con las características entregadas por el fabricante, teniendo en cuenta que la máxima profundidad deseada para el descenso del sistema de recolección es de 10 metros, por ello la longitud del alambre conductor no puede ser inferior a dicha distancia. En esta sección no se tendrá en cuenta las pérdidas que tiene el conector rotativo.

La caída de voltaje en la sección del cable se puede calcular utilizando la siguiente ecuación [33].

$$(ECU 13) \quad V_D = \frac{M * K * I * L}{CM}$$

Donde

- “M” es el multiplicador de fase: para circuitos monofásico es 2 y para trifásico 3.
- “K” constante de corriente continua: para conductores de cobre 12.9 y de 12.2 para el aluminio.
- “I” corriente del circuito en amperios.

- “L” es la longitud del cable en pies. para 10,5 m es igual a 34.44 ft.
- “CM” es el área de sección transversal: esta es el área de sección transversal del conductor en milésimas circulares. convertir kcmil a milésimas circulares, multiplique kcmil × 1000.

$$24 AWG = 0.404 Kcmil$$

Tomando como ejemplo para fuentes de 12 V, reemplazando en la ecuación 13 se obtiene:

$$V_D = \frac{2 * 12.9 * 1.5 A * 34.44 ft}{0.404 * 1000}$$

$$V_D = 3.299 V$$

Teniendo en cuenta las fuentes de energía fijas que nos ofrece el mercado. La siguiente tabla presenta tres cálculos realizados como ejemplo utilizando las fórmulas anteriores.

Tabla 4. Pérdidas de tensión.

Valor de tensión de la fuente (V)	Valor de la corriente de la fuente (A)	Pérdidas de tensión(V)	Voltaje final (V)
9	0.0013	0.0028	8.99
12	1.5	3.299	8.701
24	7	8.94	15.06

Para la fuente de 9 voltios no alcanza los 12 voltios y la corriente es menor, para la fuente de 12 voltios no alcanza a llegar los 12 voltios necesarios, pero cumple con la corriente, para la fuente de 24 voltios cumple con voltaje y corriente.

6.3.2 Algoritmo de programación

El código de la programación está basado en el lenguaje C++, aunque de forma similar, se añaden código AVR-C. En ella se incorporan las librerías estándar más

usadas en la programación en C como la stdio.h, string.h, stdlib.h, math.h entre otras. Este lenguaje de medio nivel, trata con objetos básicos como caracteres, números, bits y direcciones de memoria, entre otros.

El código que se muestra a continuación es el encargado de dar las órdenes al microcontrolador ATmega 328p, el cual se programó utilizando una placa Arduino Uno, a continuación, el microcontrolador fue extraído de la placa para incorporarlo a la PCB desarrollada por el autor.

```
//Control del sistema
int LED=13;
int ESTADO=LOW;
char datO;

//control del motor
int L_EN = 8;
int R_EN = 8;
int L_PWM = 6;
int R_PWM = 5;
// Control del solenoide
int SOL=11;
int velocidad = 245; // Valor entre 0 y 254
void setup () {
  pinMode (LED, OUTPUT);
  Serial.begin(9600); // comunicación de monitor serial a 9600 bps
  digitalWrite (LED, LOW);
  delay(1000);

  pinMode (R_EN, OUTPUT);
  pinMode(L_EN, OUTPUT);
  pinMode(L_PWM, OUTPUT);
  pinMode(R_PWM, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(R_EN, HIGH); // Activa la derecha del motor
  digitalWrite(L_EN, HIGH); // Activa la izquierda del motor

  while (Serial.available(>0) ){// lee Bluetooth y envía a monitor serial
    datO=Serial.read();
```

```

    }

    if (datO=='1') // si hay información disponible desde módulo
    {

        digitalWrite(LED, HIGH);
        while (digitalRead (LED)==LOW) {
        }

//Giro a la derecha
        digitalWrite (R_PWM, HIGH);
        delay (1000); // tiempo que dura girando
        digitalWrite (R_PWM, ESTADO);
        analogWrite (L_PWM, 0);
        delay (500); // tiempo en que continúa el ciclo

// solenoide
        PinMode (SOL, OUTPUT);
        digitalWrite (SOL, LOW);
        delay (9000000);
        digitalWrite (SOL, HIGH);
        delay (500);

// Giro izquierda
        digitalWrite (L_PWM, HIGH);
        analogWrite (L_PWM, velocidad);
        delay (9000000); // tiempo que dura girando
        analogWrite (R_PWM, 0);
        delay (500); // tiempo en que continúa el ciclo
    }
    digitalWrite (L_PWM, LOW);
    delay (1000);
    while (digitalRead (LED)==HIGH) { // lee Bluetooth y envía a monitor serial
    }
}

```

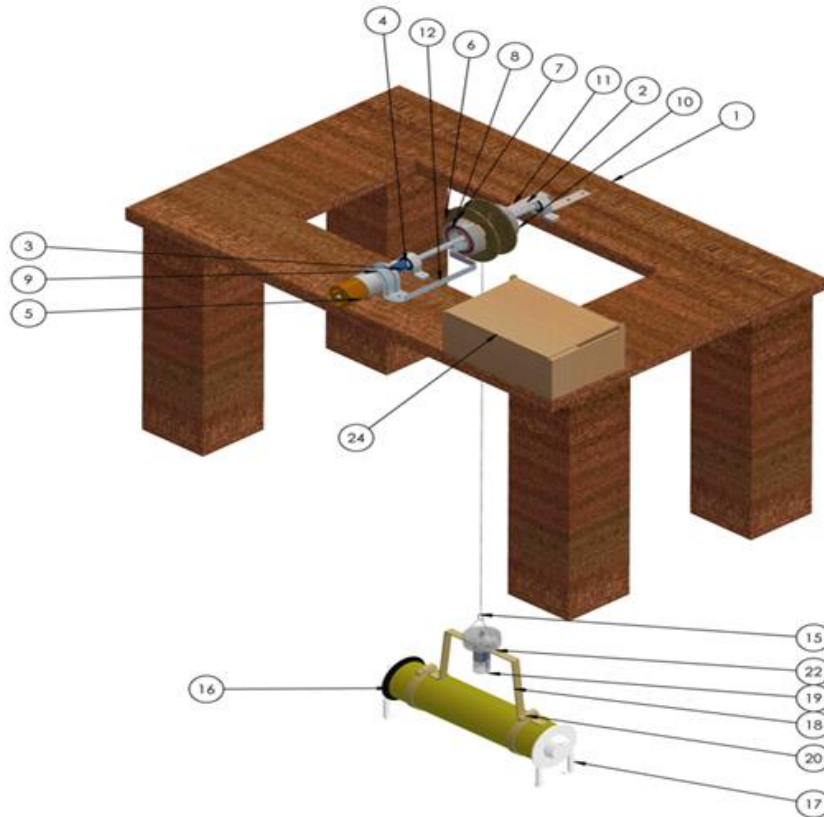
El Sketch usa 2462 bytes (7%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes. Las variables Globales usan 185 bytes (9%) de la memoria dinámica, dejando 1863 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

7 RESULTADOS

Se ha diseñado y prototipado un sistema de extracción electromecánico para tomas de muestras de agua dulce, logrando mejorar el proceso de recolección del fluido. El prototipo incluye un sistema de activación nuevo e innovador para el cierre del recolector de muestra de agua, se diseñó una estructura mecánica para el descenso y ascenso de la botella de recolección de la muestra de agua acoplada a la plataforma de navegación. También cuenta con un sistema de mando para la operación de la plataforma de extracción. A continuación, se explican los resultados obtenidos.

El sistema de extracción electromecánico se compone de 3 partes denominadas plataforma de extracción, plataforma de recolección y el sistema de mando. De acuerdo con la Figura 20, la plataforma de extracción son los componentes que conforman los elementos (1, 3, 4, 5, 9, 11), entre ellos se encuentran elementos como motor, eje de rotación, chumaceras, acoples, abrazaderas, tornillos, entre otros. Mientras que la plataforma de recolección son los elementos representados en la Figura 20 como lo es en (2, 6, 7, 8, 10, 12, 15) y del (16 al 22), se encuentran los elementos que capturan el fluido como lo es el actuador, ganchos de amarre, tubo captador, tapas de cierre, bandas elásticas, tapa actuadora, conector rotativo, entre otros, mientras que las demás enumeraciones de elementos unen a la plataforma de extracción con la de recolección como lo es, el conector rotativo, ganchos de amarre, tapas de centrado al eje, cuerdas de nylon entre otros. El sistema de mando se encuentra resguardado en una caja como se aprecia en la Figura 20,(24) que está compuesto por elementos electrónicos como lo es microcontrolador, resistencias, condensadores, LEDs, alambres conductores, fuentes de energía eléctricas, PCB, algunos módulos electrónicos, entre otros.

Figura 20. Esquema físico del dispositivo y sus elementos constitutivos.



Fuente: Autor

Los resultados obtenidos para el diseño de la plataforma de extracción empiezan en la estructura similar a las grúas tipo pórtico, representadas en la Figura 20.(1) en donde se retienen todos los elementos del sistema de extracción electromecánicos que sirve de base sólida para acoplar todas las piezas del sistema de extracción y a su vez será sujeta a la plataforma de navegación.

Luego se eligió y se acopló el motor como se muestra en la Figura 20.(5), con el propósito que al girar descienda y ascienda la botella de recolección. La selección del motor se hizo en base al peso de la cantidad de volumen de agua que se quiere extraer, para un volumen de 0.5 litros pesa aproximadamente 0.5 Kg, más el peso de la botella de recolección que es aproximadamente de 0.5 Kg, por ello la fuerza de torque del motor seleccionado debía ser mayor o igual a 0.1373 Nm, como se

puede apreciar en el capítulo 6.1.1. La velocidad lineal que se consideró que debe descender y ascender el motor se diseñó a partir de una velocidad angular de 10 rpm y se determinó que la velocidad lineal es de $0.0146 \frac{m}{s}$. Por ello se eligió un motor de 12 Kgf*cm a una velocidad angular de 10 rpm, este fue seleccionado con las características de diseño más cercanas a lo calculado y soporta cargas mayores a la carga de diseño, se considera como una ventaja, debido a que si se desea aumentar el volumen de la muestra en trabajos futuros se puede aumentar considerablemente convirtiéndolo en un sistema más robusto.

Para el eje el resultado obtenido es que se necesita un eje de 2 milímetros en material de acero inoxidable bajo las normas (AISI-SAE) con referencia 304. Se consultaron las chumaceras de mayor acceso en el mercado, se buscó un vendedor que contara con chumaceras con diámetro interior cercano al diámetro obtenido al eje calculado, como resultado se encontró que la chumacera más adecuada es de 8mm (Figura 10Figura). Al descender la botella de recolección se pudo evidenciar mediante pruebas de laboratorio que el acople chumacera, polea, eje, no presentan ruido, tiene resistencia al esfuerzo, no presenta distorsión ni deflexiones visibles al ojo humano, no se evidencian desgastes.

El centro de masa del sistema de extracción se calculó para el centro de masa para la pieza (1) que se muestra en la Figura 19 y se comparó con el resultado del software SOLIDWORKS. Concluyendo que el centro de masa para el ensamble de todo el sistema de extracción, como el de solo la pieza (1) son muy cercanos, lo cual deducimos que.

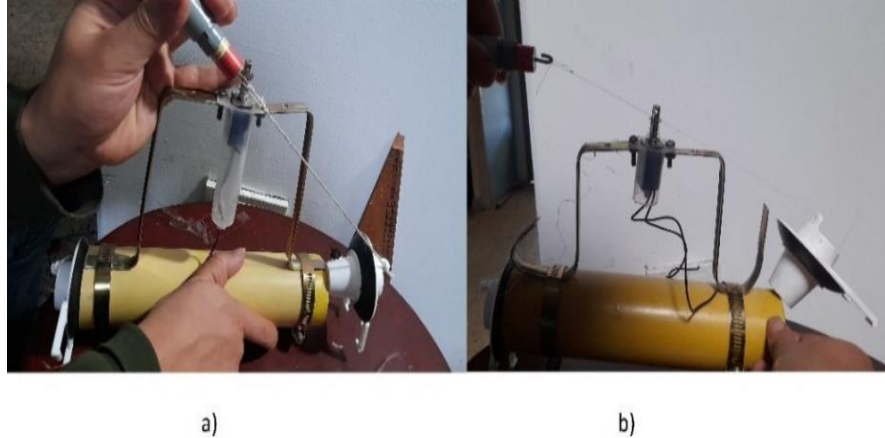
- 1) El centro de masa de todo el sistema de extracción no varía demasiado con el centro de masa de la primera pieza, es decir que al no ser afectada la ubicación del centro de masa del sistema de extracción se concluye que la ubicación de las demás piezas se encuentra en equilibrio.
- 2) El centro de masa del sistema de extracción no tiende a dirigirse hacia los extremos, por ello se consideró que el sistema de extracción no tenderá a

presentar fuerzas de reacción mayores en ninguno de los extremos de la plataforma de navegación.

Se concluye por medio de los cálculos hechos y pruebas de laboratorio, que los componentes resisten la carga deseada, que la selección de los componentes de la plataforma de extracción soporta el peso de la plataforma de recolección y que, si se desea aumentar la cantidad de volumen de la muestra de agua, se puede hacer, volviendo a recalcular para no exceder la cantidad de carga.

Como resultado, en algunas pruebas de laboratorio se pudo observar que la fuerza de 5 N del solenoide no era suficiente para activar la botella, por ello se hicieron pruebas de fuerza, que fueron medidas con un dinamómetro a una escala de 10 N como se aprecia en la Figura 21. En la prueba realizada como se aprecia en la figura 21,a) se ubicó el dinamómetro a mayor altura evidenciando que la fuerza de tensión es mayor, mientras que cuando se toma menor altura como lo muestra en la figura 21,b) la fuerza de tensión es menor. Para comprobar lo observado en las pruebas se procede a calcular las fuerzas de tensión en diferentes ángulos como se observa en el capítulo 6.2.1, valores que fueron consignados en la tabla 1, reduciendo el ángulo con el que se había iniciado a diseñar la botella. Después de solucionar el anterior inconveniente se observa que la banda elástica presenta problemas en los amarres, quedando atrapadas las tapas contenedoras con el tubo recolector, para solucionar este inconveniente se pudo notar que la banda elástica debe estar ejerciendo una buena fuerza de compresión y de paso la botella quedó mejor cerrada y no se volvió a presentar el atrapamiento en los nudos.

Figura 21. Pruebas de fuerza del ángulo.



Fuente: Autor.

Los resultados para estimar el tiempo de ascenso y descenso de la plataforma a 10 metros de profundidad se determinaron mediante pruebas de laboratorio como se aprecia en la Figura 22, midiendo el tiempo cuando el sistema termina de desenvolver 10 metros de alambre conductor tardando un tiempo aproximado de 131578.947 ms.

Figura 22. Laboratorio pruebas de tiempo.



Fuente: Autor.

En el diseño del conector rotativo, se tuvo en cuenta que los materiales o piezas tengan características como, una parte fija y una parte móvil, que la parte móvil y la

parte fija sean conductor de energía y que a su vez sean continuas, por ello se hace pruebas de energía en rodamientos como se aprecia en la Figura 23.

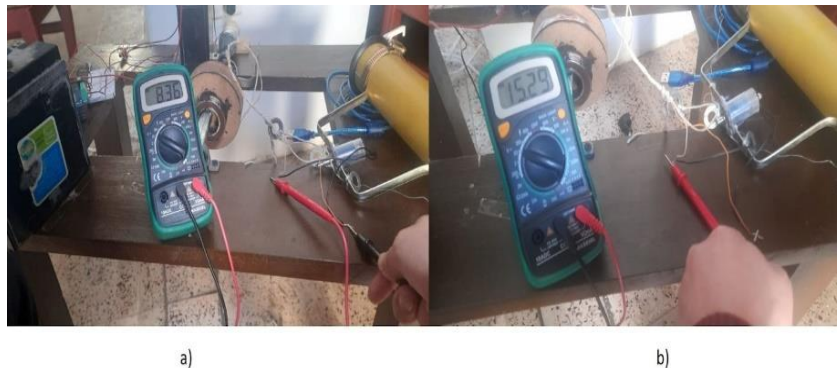
Figura 23. Prueba de voltaje conector rotativo.



Fuente: Autor

Las prueba de pérdidas de voltaje en el conductor que se muestran en La Figura 24.a) es la prueba a 12 V y 1.5 A mientras que la Figura 24.b) es la prueba a 24 V a 7 A y se determinaron dichas pérdidas como se explica en el capítulo 6.3.1, se calculó que se debe manejar un voltaje de 24 V, porque las pérdidas por resistencia del material son de 8.94 V recibiendo el solenoide un voltaje de 15.06 V excediendo la tensión deseada, y observando que el solenoide resiste dicha tensión y a su vez se observa que el solenoide ha ganado más fuerza.

Figura 24. Prueba de tensión salida solenoide.



Fuente: autor.

El microcontrolador necesitó de una cantidad de memoria en pila de 2462 bytes (7%) del espacio de almacenamiento de programa y el máximo es 32256 bytes lo cual se concluye que si se quiere adicional algún otro elemento electrónico el microcontrolador responderá sin exceder el límite de memoria en pila.

El diseño del sistema de mando para la extracción de la toma de muestra de agua fue pensado en las plataformas de navegación no tripuladas, por ello se incorporó al sistema de mando el módulo Bluetooth HC-05. Para saber que el módulo cumple la orden de activación, se envió la señal ya establecida en el algoritmo de programación con un dispositivo móvil y que recibió el microcontrolador ATmega 328p, activando el sistema de extracción. Para verificar el funcionamiento del módulo HC-05, se validó teniendo en cuenta que:

- El programa no cuenta con ninguna etiqueta de mensaje que evite que se presente interferencia con otro módulo, pero debido a que el módulo HC-05 cuenta con seguridad EDR no permitió que otro dispositivo interfiera con el dispositivo, permitiendo que solo el dispositivo empatado mediante el nombre de dispositivo y la clave asignada esté transmitiendo datos en la red.
- La longitud del mensaje que se está enviando ya está determinada por las características del módulo HC-05, debido a que los Bluetooth industriales cuentan con un alcance de señal hasta los 100 metros, los Bluetooth media gama y más utilizados como lo es nuestro caso alcanzan una longitud lineal de los 10 metros y los Bluetooth gama baja que tan solo alcanzan los 5 metros, la selección del módulo gama media se hace debido al costo de los dispositivos industriales son demasiado elevados y difíciles de conseguir.
- La información enviada al módulo HC-05 es verificada mediante pruebas de laboratorio donde se envió la orden desde el transmisor que para este ensayo se empató con un teléfono celular de la casa SAMSUNG y el receptor HC-05 recibe el mensaje que es un 1 lógico como se muestra en la sección 6.3.2, donde se evidencia en el algoritmo de programación que “ if (dato=='1')” es la orden para que empiece el proceso de giro del motor para

descender la plataforma de recolección luego activa el solenoide, el motor gira recogiendo de nuevo la plataforma de recolección. Mediante todas las pruebas realizadas al sistema de extracción, el empate con el dispositivo ha respondido de manera positiva.

- Como el dispositivo no ha fallado mediante las pruebas realizadas, si se llega a presentar el caso, revisar el capítulo 8.3.

Luego de tener todo ensamblado, calculado y de realizar bastantes pruebas de laboratorio, se entrega a un miembros del grupo GENTE se hacen pruebas de verificación, se envía la señal de activación desde un teléfono móvil al sistema de extracción, se observó que el motor gira en sentido horario cumpliendo con el tiempo establecido, luego activó el solenoide que liberó las cuerdas para que las tapas sellaran las salidas del fluido, apenas cierra las tapas contenedoras del fluido el motor procede a girar en sentido contrario envolviendo la cuerda y arrastrando el sistema de recolección de manera correcta. Por último, se ordeña la botella en un recipiente precipitado, se evidencia que el agua que recolectó mide 0,5 litros como se había estimado y se concluye que el sistema cumple con los objetivos propuestos de diseño.

8 INSTRUCCIONES Y CUIDADOS

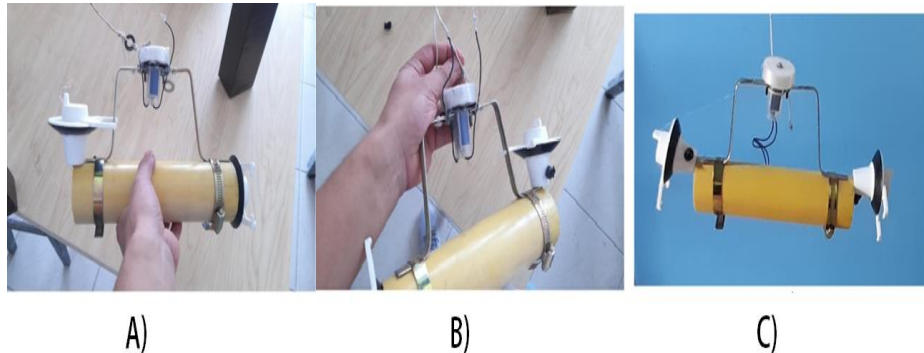
A continuación, se dan las indicaciones de uso y la forma correcta de usar el sistema para la recolección de las tomas de muestras de agua. También se presentan los cuidados que hay que tener para garantizar la operación adecuada del sistema.

8.1 INSTRUCCIONES PARA TOMA DE MUESTRAS A 10 M DE PROFUNDIDAD.

Se describe el procedimiento para poner en funcionamiento el sistema de extracción electromecánico de tomas de muestras de agua dulce, se recomienda que el procedimiento se lleve en orden como se aprecia a continuación.

1. Para empezar, se procede a dejar abierta la botella de recolección de forma manual, atrayendo las cubiertas de tubo hacia la parte opuesta del tubo y enganchando las patas sobresalientes de las cubiertas a los soportes de tubo (ver Figura 25. A), luego por medio de las cuerdas de nylon amarradas a las cubiertas, se observa que en el otro extremo se encuentran dos argollas que irán concéntricas al vástago del solenoide (ver Figura 25. B). Se retiran las patas de la cubierta de tubos de los soportes dejando que las cuerdas queden sosteniendo las cubiertas de tubo. Es importante que no se encuentren enredos en el nylon con el sistema de extracción quedando como se puede apreciar en la Figura 25. C).

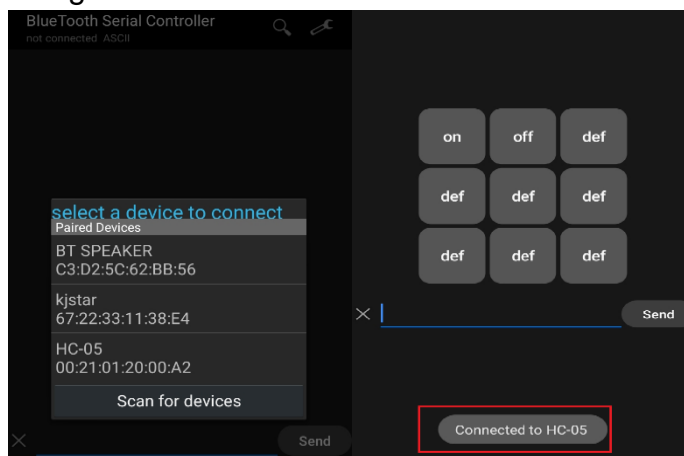
Figura 25. Pruebas de tensión en la botella.



Fuente: Autor.

2. El siguiente paso es descargar de forma gratuita el software en la Play Store (Bluetooth serial control) que es utilizado para teléfono celular, luego de estar descargado e instalado el software, se activa el sistema por medio del bluetooth del teléfono celular, que se vincula de la siguiente forma. Se busca el nombre del dispositivo Bluetooth con el nombre HC-05 como se muestra en la Figura 26, se selecciona y pedirá una clave para el acceso la cual se escribirá allí 1234. Se espera unos segundos mientras que el sistema envía un mensaje que dice “connected to HC-05”.

Figura 26. Vinculación Bluetooth HC-05.

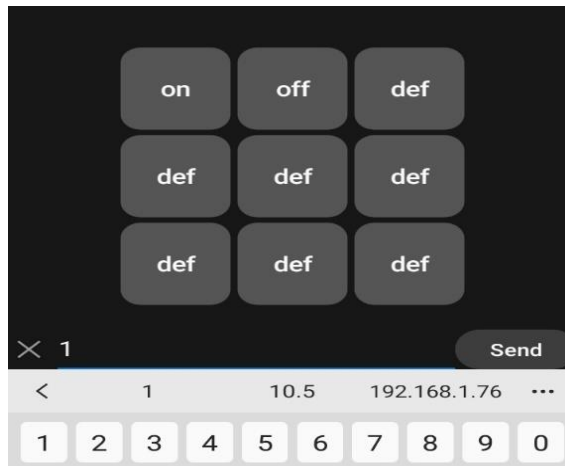


Fuente: Autor.

3. Luego de la vinculación se procede a llevar al sistema de extracción al punto de toma de muestra de agua, cuando se encuentre en el lugar, si el software

no se encuentra modificado como se ve en la Figura 26. Se podrá escribir en la parte inferior el número 1, luego oprime la tecla “send” que activará el sistema de recolección de tomas de muestra de agua, como se muestra en la figura 27.

Figura 27. Activa el sistema.



Fuente: Autor.

4. Se observa que la varilla indicadora del sentido de giro cambie de sentido y se estima un tiempo aproximado de 10 minutos mientras sube la plataforma de extracción y luego poder ordeñar la botella de recolección.
5. Para volver a tomar una nueva muestra se debe necesariamente desactivar el sistema de dos formas. La primera forma es oprimiendo el botón del circuito nombrado en la PCB como SW1, este no desvincula el módulo HC-05, mientras que la segunda forma es desconectando las fuentes de energía del sistema, pero este requiere de volver a vincular. De las dos formas se debe apreciar que el LED indicador se encuentre apagado y así poder tomar una nueva muestra.

8.2 INSTRUCCIONES PARA TOMA DE MUESTRAS A OTRAS PROFUNDIDADES.

Sabiendo que el sistema de extracción toma muestras de agua hasta 10m de profundidad, el sistema no tendrá que modificar o cambiar su programación. En cambio, si el sistema requiere de una profundidad menor, se deberá calcular el tiempo requerido para el ascenso y descenso de la plataforma, recalculando el tiempo y modificando el código de programación que se encuentra en el capítulo 6.3.2, que será copiado y pegado en el software Arduino y se cambiará el tiempo como se muestra en la Figura 27, en la parte señalada por los recuadros rojos.

Luego de hacer este procedimiento se retira con demasiado cuidado el microcontrolador ATmega328p de la PCB, se incorpora la placa Arduino, se carga de nuevo el programa, se retira de nuevo de la placa Arduino, se incorpora de nuevo el microcontrolador a la placa PCB. Con este procedimiento ya cuenta con la distancia deseada.

Figura 28. Cambio de tiempo para menor distancia.

```
    }  
    //Giro a la derecha  
  
    digitalWrite (R_PWM, HIGH);  
    delay (???) // tiempo que dura girando  
    digitalWrite (R_PWM, ESTADO);  
    analogWrite(L_PWM, 0);  
    delay(500); // tiempo en que continua el ciclo  
  
    // solenoide  
    pinMode (SOL, OUTPUT);  
    digitalWrite(SOL, LOW);  
    delay(1000);  
    digitalWrite(SOL, HIGH);  
    delay(500);  
  
    // Giro izquierda  
  
    digitalWrite(L_PWM, HIGH);  
    analogWrite (L_PWM, velocidad);  
    delay(???) // tiempo que dura girando  
    analogWrite(R_PWM, 0);  
    delay(500); // tiempo en que continua el ciclo  
  
    }
```

Fuente: Autor.

Luego de haber realizado el procedimiento anterior, se procede a seguir el paso a paso que se describe en el capítulo 8.1.

8.3 CUIDADOS DEL SISTEMA

El principal cuidado para el sistema es en la banda elástica que atrae las cubiertas de tubo, debido a que al actuar el sistema de recolección se tendrá que estirar y recoger constantemente, causando que esté empiece a rasgar hasta que termine rompiéndose. Es necesario contar con repuestos de la banda elástica o cambiarlo periódicamente cuando se utilice el sistema.

Llegado al caso que la conexión transmisión al receptor no funcione, hay que verificar que el sistema de mando esté funcionando adecuadamente, es decir que se encuentre energizado comprobando que los LEDs de HC-05 estén parpadeando, el LED del módulo relé estén encendidos y que el sistema de mando se encuentre energizado con las baterías de 9 voltios y 24 voltios, otro problema es que el transmisor no se halla empatado perfectamente con el receptor, para ello se verifica que el software Bluetooth Serial Control envíe el mensaje de conexión como se observa en la Figura 26.

Evite mojar el sistema de mando, cierre la caja que cubre el sistema, ya que mojarlo puede causar daños al circuito de mando. Si requiere tomar muestras en días lluviosos, proteja la plataforma de extracción con materiales impermeables o una bolsa plástica cubriendo perfectamente la parte superior. Aunque esté ya cuenta con una caja que lo protege de lluvias realice el procedimiento por precaución.

9 CONCLUSIONES Y MEJORAS FUTURAS

9.1 CONCLUSIONES

- A través de la investigación realizada, se demostró que el planteamiento para el nuevo sistema de extracción electromecánico funcionará adecuadamente para la toma de muestras de agua dulce, de tal manera que gracias a el nuevo diseño se pueden reemplazar los sistemas de extracción activados de forma manual al nuevo sistema de activación electromecánicos para tomas de muestras de agua dulce.
- Se evidencia en el desarrollo de la construcción del sistema de mando no fue necesario profundizar en campos de la electrónica avanzada, ya que la solución fue muy corta y eficaz, lo cual permite que sea una ventaja para la manipulación del sistema de extracción por parte del operario.
- De acuerdo con los estudios estáticos mostrados en el capítulo 6 se puede evidenciar que el sistema mecánico se trabaja con un margen de error amplio trabajando siempre por encima de lo calculado que lo hace más robusto debido a la necesidad de utilizar materiales disponibles en el mercado, lo cual se convierte en una fortaleza a la hora de aumentar la carga porque el sistema responderá satisfactoriamente utilizando botellas de prueba con un volumen de agua mayor al calculado.

9.2 TRABAJOS FUTUROS

Durante el desarrollo de este trabajo han surgido algunas líneas futuras que se han dejado abiertas y que se esperan atacar en un futuro; algunas de ellas, están más directamente relacionadas con este trabajo y son el resultado de cuestiones que han ido surgiendo durante la realización de la misma. Otras, son líneas más generales que, sin embargo, no son objeto de esta Conclusiones y trabajos futuros, estas líneas pueden servir para retomarlas posteriormente o como opción a trabajos futuros para otros investigadores.

- Aumentar el volumen de la muestra de agua dulce
- Hacer estudio a los materiales para que mejoren el peso de todo el sistema y a su vez reemplazar la banda elástica por una banda elástica más resistentes.
- Cambiar a un sistema de control, para anexar y controlar algunos sensores, como podría ser sensores de distancia, sensores para determinar características del fluido, entre otros.
- Que la botella sea activada para la apertura de la botella como el cierre de la botella de forma electromecánica.
- Que se estudien los cálculos estadísticos de la calidad de la muestra de agua.
- Diseñar un nuevo sistema de alimentación de energía que sea amigable con el planeta.

10 REFERENCIAS

- [1] “Botella Van Dorn - Aquatic BioTechnology.”
<https://aquaticbiotechnology.com/instrumental-para-agua/botella-van-dorn>
(accessed Nov. 21, 2022).
- [2] H. Bustos Serrano, “Universidad Autónoma de Baja California Facultad de Ciencias Marinas Validado por la Academia de la FCM,” 2017.
- [3] harri Kuosa and J. Kuparinen, “Phytoplankton monitoring: the effect of sampling methods used during different stratification and bloom conditions in the Baltic sea markus majaneva 1)2) , riitta autio 2) , maija huttunen,” 2009.
- [4] C. Koparan, A. B. Koc, C. V. Privette, C. B. Sawyer, and J. L. Sharp, “Evaluation of a UAV-Assisted Autonomous Water Sampling,” *Water* 2018, Vol. 10, Page 655, vol. 10, no. 5, p. 655, May 2018, doi: 10.3390/W10050655.
- [5] A. Volpedo, A. Fernández Cirelli, and G. Montevideo, “El Lago Chasicó: similitudes y diferencias con las lagunas pampásicas Chasicó Lake: similarities and differences with pampean shallow lakes 2013. Asociación de Universidades”, Accessed: Mar. 29, 2023. [Online]. Available: <http://revistas.unlp.edu.ar/index.php/domus/issue/current/showToc>
- [6] “Los efectos del agua salada en los metales.”
<https://www.areametalurgia.com/post/los-efectos-del-agua-salada-en-los-metales>
(accessed Mar. 29, 2023).
- [7] “El transporte marítimo del futuro | Revista de Marina.”
<https://revistamarina.cl/es/articulo/el-transporte-maritimo-del-futuro> (accessed Mar. 29, 2023).
- [8] [object Object], “Diseño e Implementación de un Vehículo de Superficie no Tripulado Provisto de un Sistema de Adquisición de Datos en Tiempo Real Para la Inspección de Calidad de Agua y Análisis de Muestras en Lagos”.

- [9] F. D. Wilde, D. B. Radtke, J. Gibbs, and R. T. Iwatsubo, "Techniques of Water-Resources Investigations Book 9 Handbooks for Water-Resources Investigations National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data Chapter A1. PREPARATIONS FOR WATER SAMPLING".
- [10] "Qué es un solenoide y para qué sirve? | Flowtrend." <https://flowtrend.com/en-us/news/que-es-un-solenoide-y-para-que-sirve> (accessed Nov. 16, 2022).
- [11] "Grúas de carga y descarga, infraestructuras básicas de los puertos - Prosertek." <https://prosertek.com/es/blog/gruas-puertos/> (accessed Mar. 30, 2023).
- [12] "(234) Muestreando con botella Niskin (español) - YouTube." https://www.youtube.com/watch?v=_SfCIWwh06s (accessed Apr. 11, 2023).
- [13] "Grúa offshore - OFFSHORE CRANES - SMST Designers & Constructors BV - para buque / para astillero naval / de cubierta." <https://www.nauticexpo.es/prod/smst-designers-constructors-bv/product-47058-416753.html> (accessed Apr. 12, 2023).
- [14] "Eficiente Grúa Pórtico Para Contenedores En Venta - Aicrane Grúa." <https://aicranegruas.com/grua-portico-para-contenedores/> (accessed Apr. 12, 2023).
- [15] "Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM".
- [16] "Grúas - Emilio Larrodé - Google Libros." <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=KkOd6imveKYC&oi=fnd&pg=PA5&dq=tipos+de+gruas+&ots=rHUpQREEAB&sig=xSKtTRPcPEdIYKxREio1YCclvEo#v=onepage&q=tipos%20de%20gruas&f=true> (accessed Nov. 16, 2022).
- [17] "Botella Van Dorn." <https://www.sidmar.es/botella-van-dorn.html> (accessed Nov. 15, 2022).
- [18] "La enésima diferencia entre control y cuadro de mando * mandomando I Mandomando." <https://mandomando.com/2016/01/13/la-enesima-diferencia-entre-monitorizar-control-y-cuadro-de-mando/> (accessed Mar. 30, 2023).

- [19] M. Alberto Perez Ing Analía Perez Hidalgo Bioing Elisa Perez Berenguer, “INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE CONTROL Y MODELO MATEMÁTICO PARA SISTEMAS LINEALES INVARIANTES EN EL TIEMPO.”.
- [20] C. Edición, W. Tomasi, I. G. Mata Hernández, I. V. González, P. T. Profesional, and G. Duchén Sánchez, “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas,” 2001, Accessed: Mar. 30, 2023. [Online]. Available: www.FreeLibros.me
- [21] O. E. MECANISMOS B MECÁNICA APLICADA COJINETES DE RODADURA (RODAMIENTOS) TEÓRICO. Prof. Ing. MAYER, “Download Mendeley.” <https://www.mendeley.com/download-reference-manager/windows> (accessed Nov. 14, 2022).
- [22] bryan tituaña, “TEMA 1 Cojinetes de Deslizamiento y Lubricación,” 2004. Accessed: Nov. 15, 2022. [Online]. Available: https://www.academia.edu/40063049/TEMA_1_Cojinetes_de_Deslizamiento_y_Lubricaci%C3%B3n
- [23] “Análisis de la falla de los rodamientos del árbol con excéntrica.” <https://www.monografias.com/trabajos93/analisis-falla-rodamientos-del-arbol-excentrica/analisis-falla-rodamientos-del-arbol-excentrica> (accessed Nov. 15, 2022).
- [24] “ATmega328P | Microchip Technology.” <https://www.microchip.com/en-us/product/ATmega328P> (accessed Nov. 23, 2022).
- [25] “Controla motores de gran potencia con Arduino y BTS7960.” <https://www.luisllamas.es/controla-motores-de-gran-potencia-con-arduino-y-bts7960/> (accessed Nov. 20, 2022).
- [26] Young Freedman and Sears Zemansky, *Física universitaria*, Decimo segunda., vol. 1.
- [27] Administración delegada a la UNIVERSIDAD DE CHILE, “PERNOS, ROSCAS, TORNILLOS, DUREZA.” liceos UdeSantiago, Santiago de Chile. Accessed: Nov. 15, 2022. [Online]. Available: <https://industrialangol.cl/wp-content/uploads/recursos/Sujeciones%20apernadas.pdf>

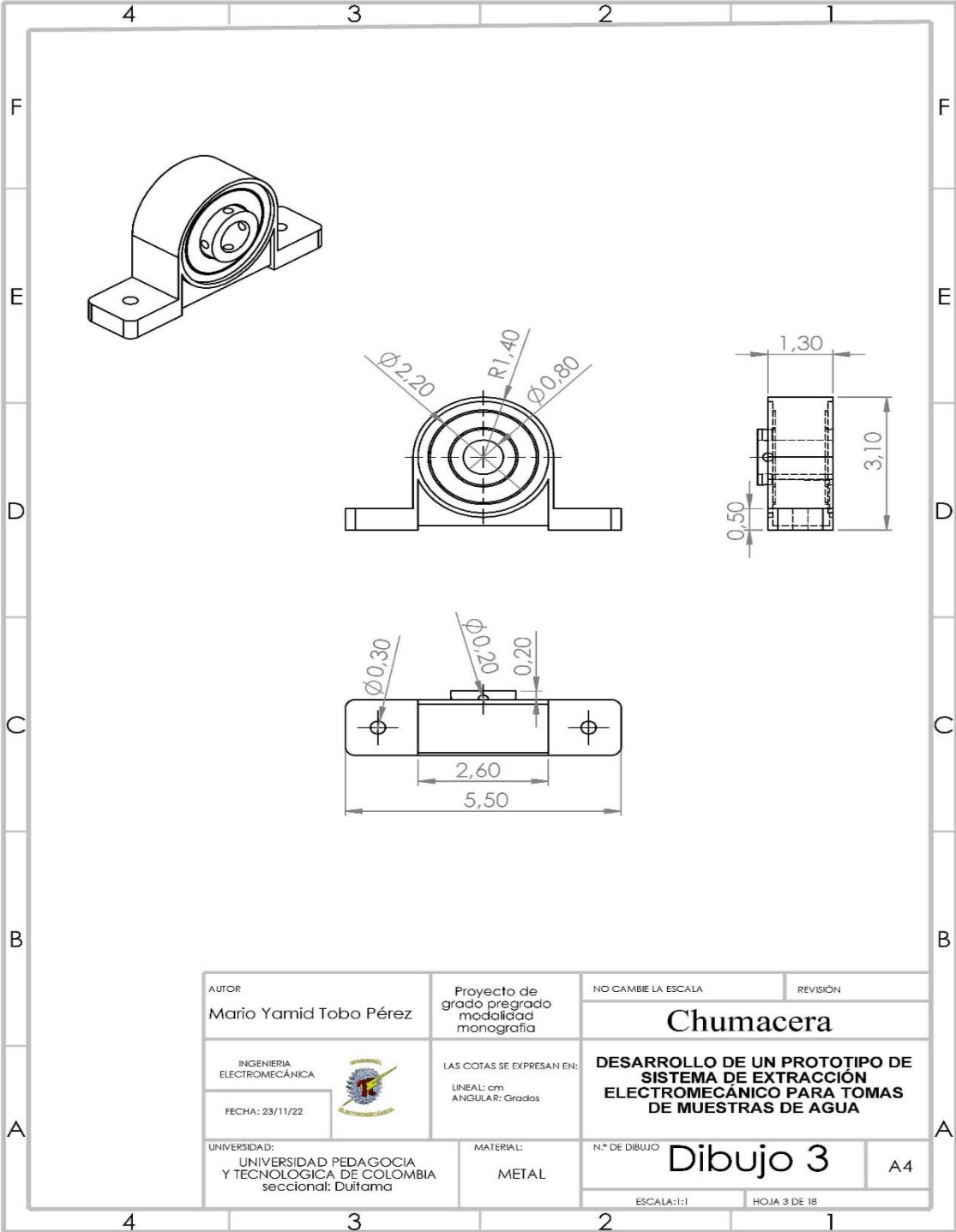
- [28] “Uniones Adhesivas.” https://unionesadhesivas.com/es/blog/post/tipos-de-adhesivos-industriales-y-sus-caracter%C3%ADsticas?page_type=0 (accessed Nov. 15, 2022).
- [29] “Chumacera con Rodamiento 8MM KP008.” <https://www.vistronica.com/impresora-3d-y-cnc/rodamientos/chumacera-con-rodamiento-8mm-kp08-detail.html> (accessed Nov. 15, 2022).
- [30] “¿Qué es un EDR y Cómo funciona este sistema?” <https://www.hostingtoplists.com/que-es-un-edr-como-funciona-este-sistema/> (accessed Apr. 04, 2023).
- [31] “Induferca S.A.S.” <https://www.proim.com.co/marcasprov/101-marcas/proveedores/227-induferca-s-a-s> (accessed Nov. 15, 2022).
- [32] M. E. Rojas, “La creatividad desde la enseñanza del diseño,” p. 168, 2007.
- [33] “Calculadora de caída de voltaje | Armo Electronics.” <https://www.armoelectronics.com/calculadora-de-caida-de-voltaje/> (accessed Dec. 12, 2022).

ANEXO I. DESPIECE SISTEMA DE EXTRACCIÓN.

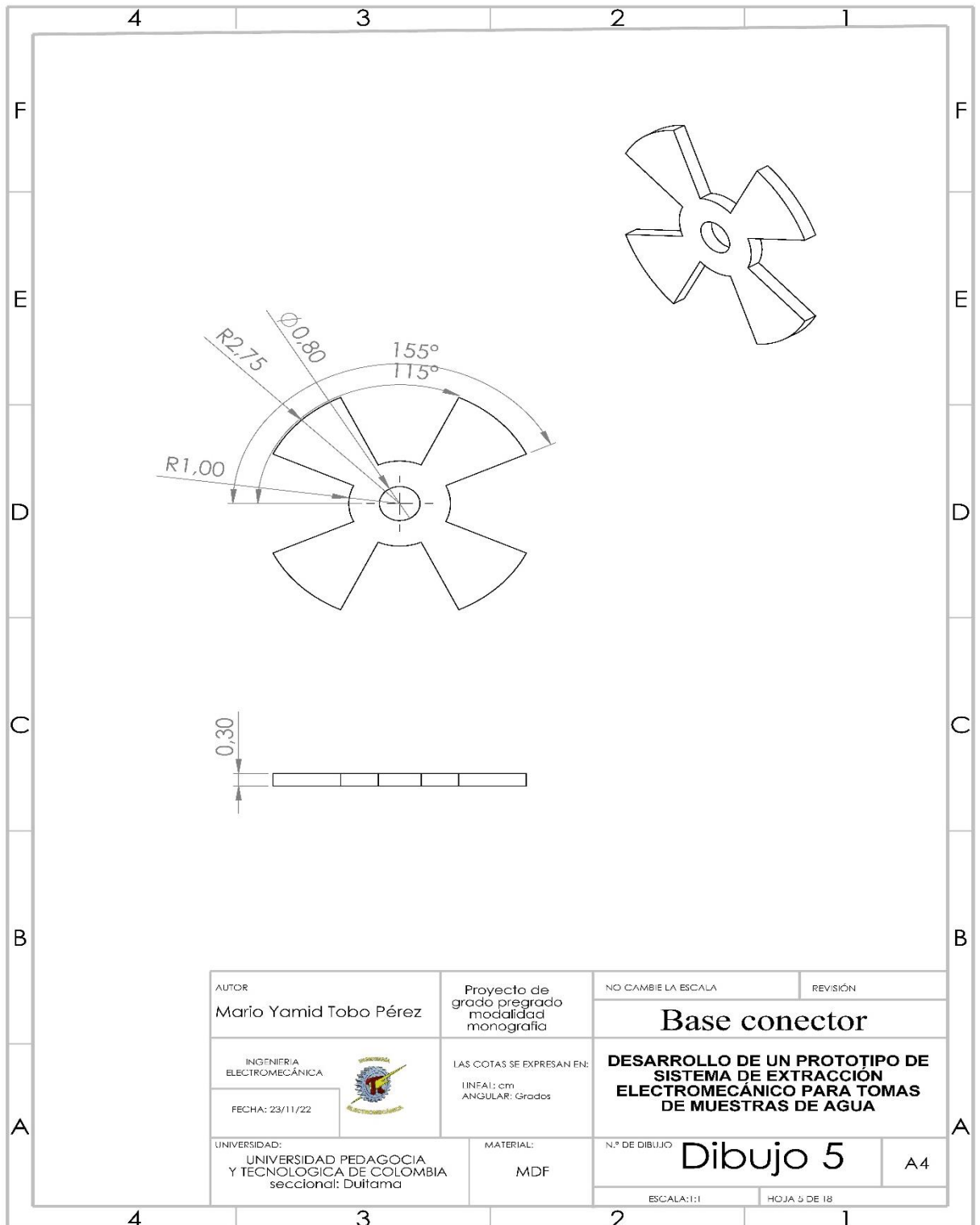
Nº DE ENSEMBLE	Nº DE PZA	CANTIDAD
	calamita	1
2	molde a caracion	1
3	molde roto	1
4	chumaca	2
5	esp	1
6	coche 5/8	1
7	molde	1
8	pala	1
9	bata adornante 2	2
10	bata adornante 1	2
11	cara roca	1
12	cochete 2	2
13	ganche 1	1
14	ganche 2	1
15	chumaca	1
16	chumaca	1
17	cuero	1
18	bola	1
19	pasan	2
20	perce	1
21	ganche	2
22	cara	2
23	bata adornante	1
24	placa bola	1
25	bata adornante	1

INSTITUCIÓN UNIVERSIDAD DE CARRANZA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA	TÍTULO DE LA OBRAS DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELECTROMECÁNICO PARA TIRAS DE PULSOS DE AGUA	NOMBRE DE LA OBRAS Ensamble	FECHA 2023
AUTOR JUAN CARLOS GARCÍA	FECHA 2023	TÍTULO DE LA OBRAS Dibujo 1	FECHA 2023

ANEXO II. PLANOS CHUMACERA.

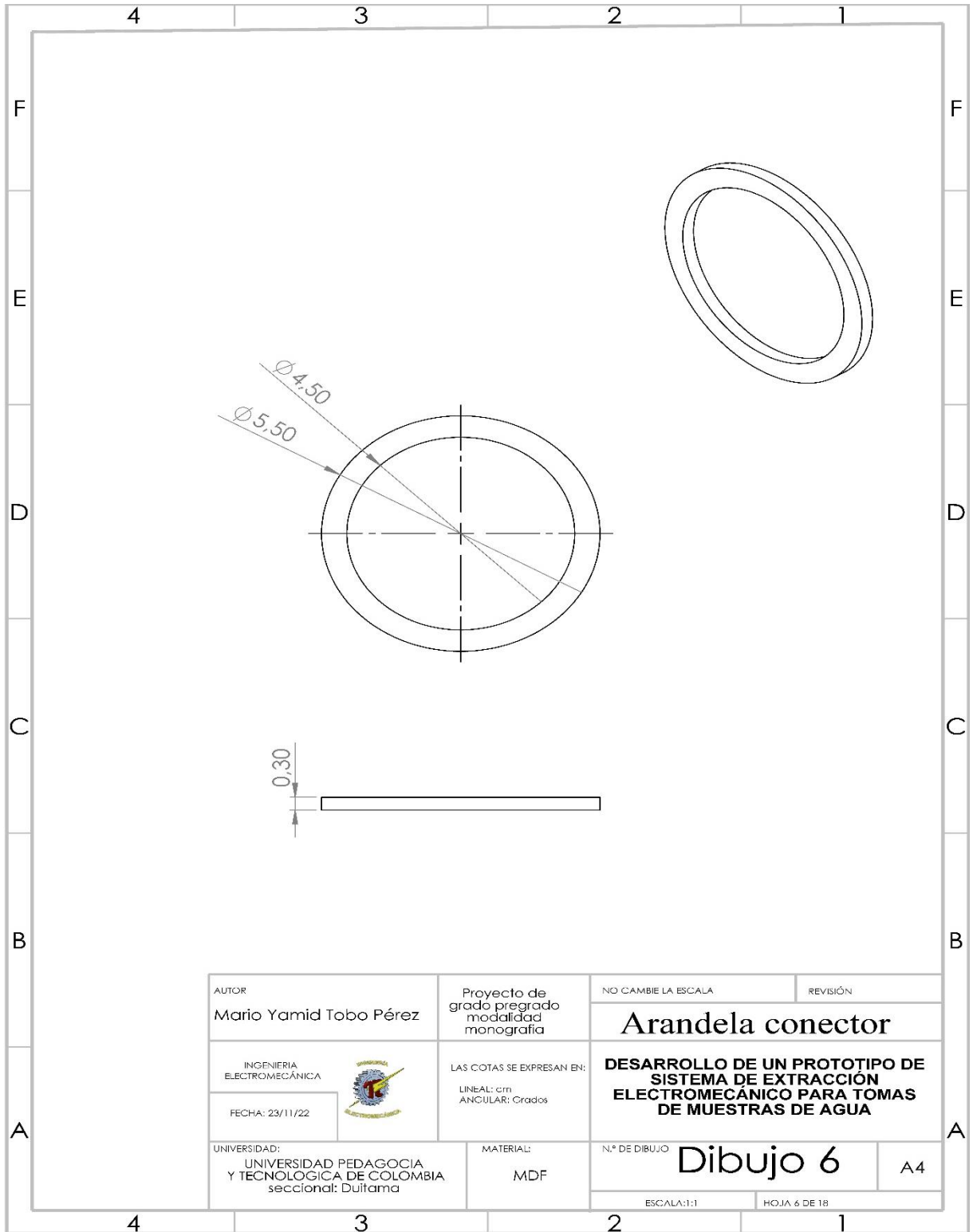


ANEXO III. PLANO BASE RODAMIENTO.



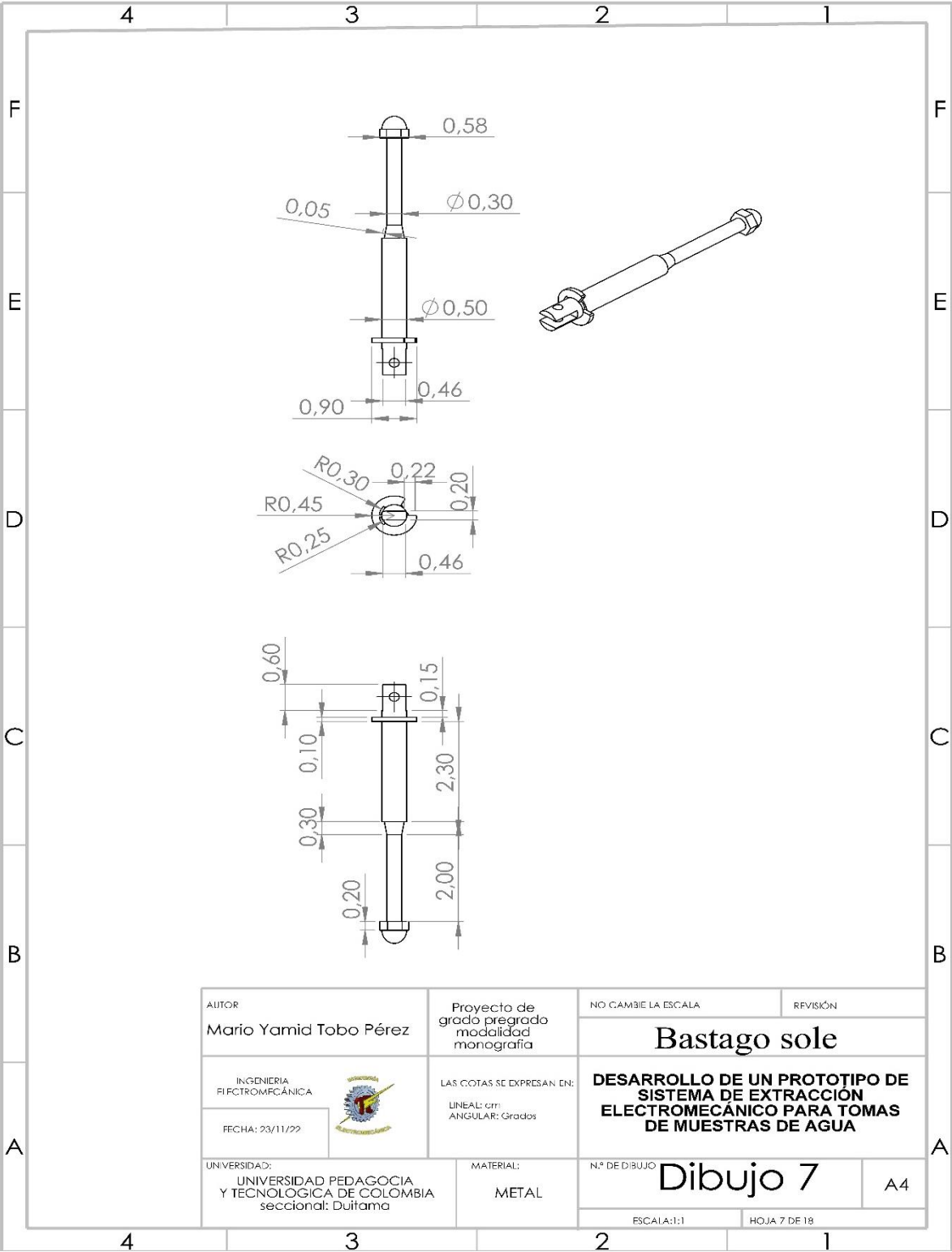
AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez		Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados	Base conector	
FECHA: 23/11/22	DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELECTROMECÁNICO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA			
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama		MATERIAL: MDF	N.º DE DIBUJO Dibujo 5	A4
		ESCALA: 1:1		HOJA 3 DE 18

ANEXO IV. PLANO ARANDELA CONECTOR.



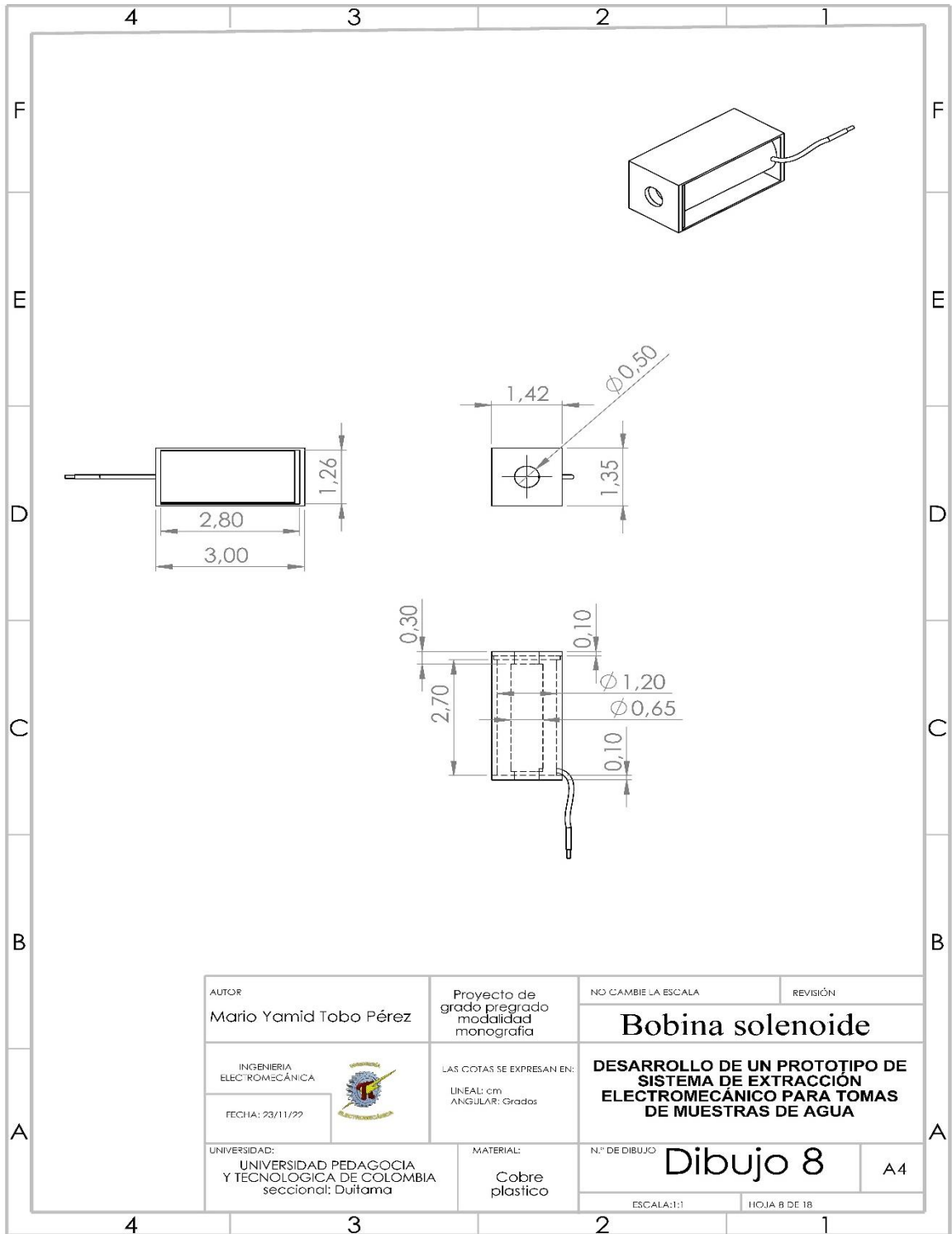
AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez	Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN
INGENIERIA ELECTROMECÁNICA 	LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados	<h3>Arandela conector</h3>
FECHA: 23/11/22	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama	N.º DE DIBUJO <h2 style="text-align: center;">Dibujo 6</h2>
MATERIAL: MDF		A4
		ESCALA: 1:1 HOJA 6 DE 18

ANEXO V. PLANO BÁSTAGO SOLENOIDE.



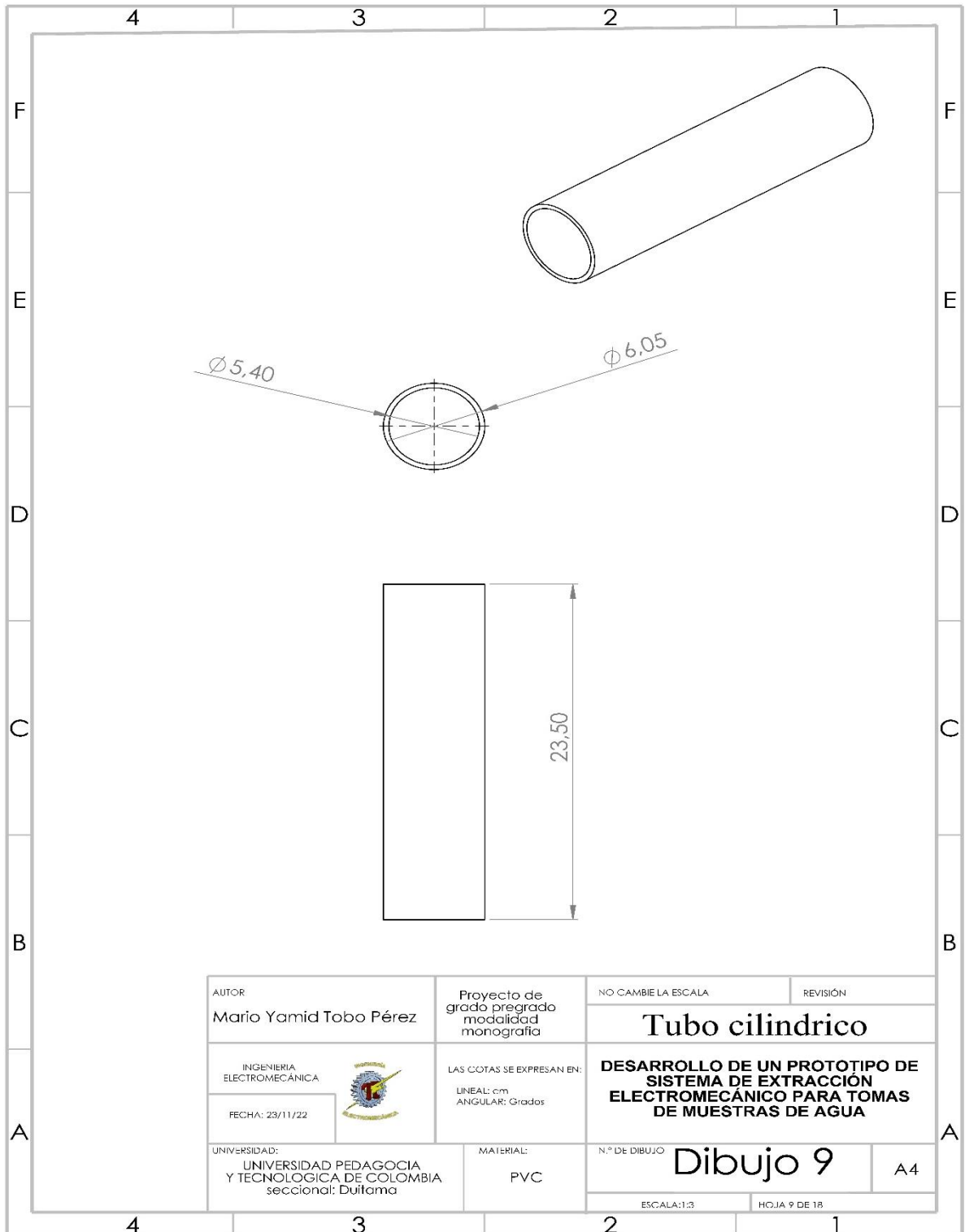
AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez		Proyecto de grado pregrado modalidad monografía		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
INGENIERIA ELECTROMECÁNICA		LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm; ANGULAR: Grados		Bastago sole	
FECHA: 23/11/22				DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCION ELECTROMECHANICO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA	
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama		MATERIAL: METAL		N.º DE DIBUJO Dibujo 7	A4
				ESCALA: 1:1	HOJA 7 DE 18

ANEXO VI. PLANO BOBINA SOLENOIDE.

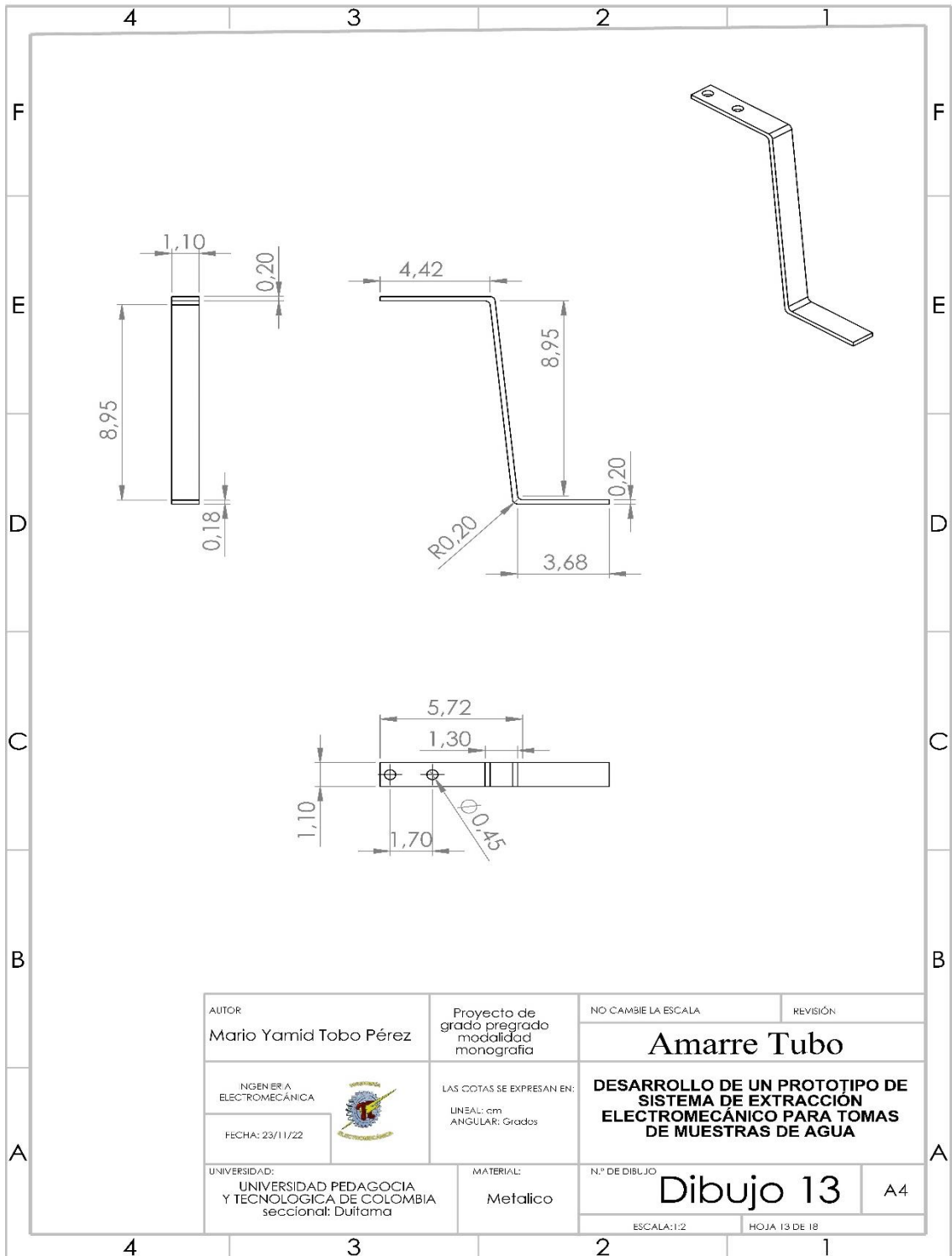


AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez	Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN
INGENIERIA ELECTROMECÁNICA FECHA: 23/11/22	LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados	<h3 style="margin: 0;">Bobina solenoide</h3>
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGOGIA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama	MATERIAL: Cobre plastico	N.º DE DIBUJO <h2 style="margin: 0;">Dibujo 8</h2> A4
		ESCALA: 1:1 HOJA 8 DE 18

ANEXO VII. PLANO TUBO CILINDRICO.

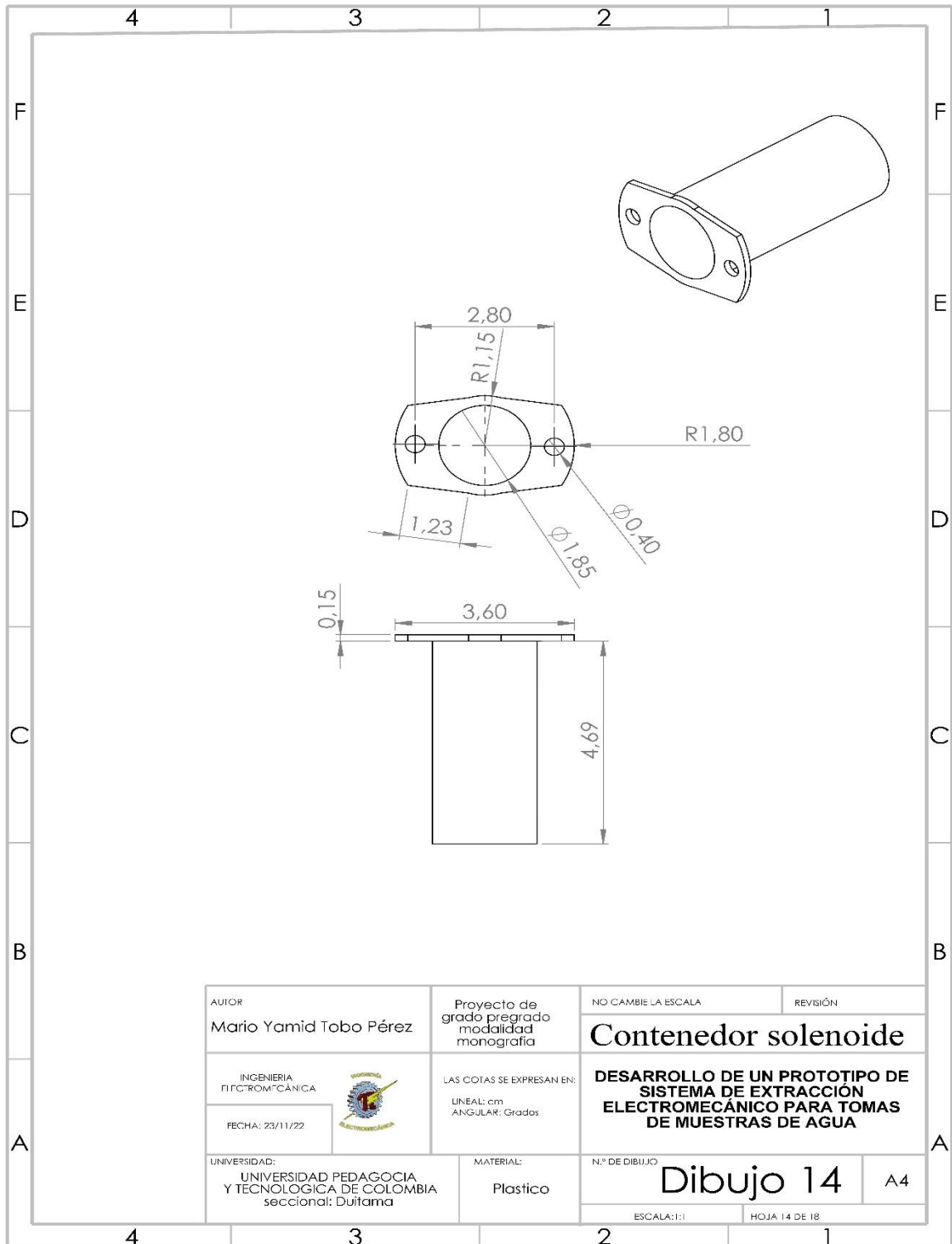


ANEXO VIII. SOPORTE TUBO.



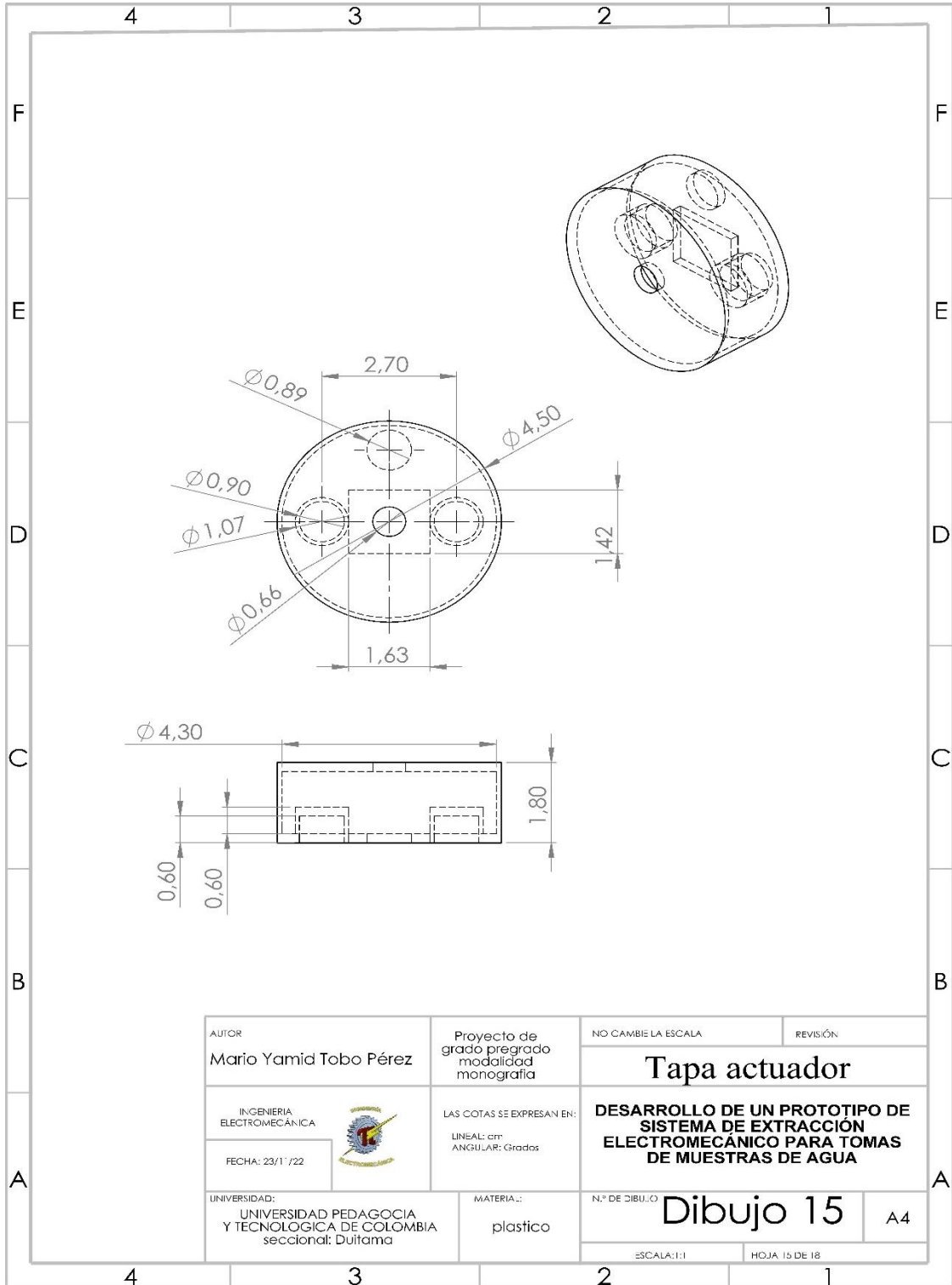
AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez	Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
INGENIERIA ELECTROMECÁNICA		Amarre Tubo	
FECHA: 23/11/22	LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados	DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELECTROMECÁNICO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA	
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama	MATERIAL: Metálico	N.º DE DIBUJO Dibujo 13	A4
		ESCALA: 1:2	HOJA 13 DE 18

ANEXO IX. PLANO CONTENEDOR SOLENOIDE.



AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez	Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
INGENIERIA MECANICA FECHA: 23/11/22	LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados	<h3>Contenedor solenoide</h3>	
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama	MATERIAL: Plastico	<h3>DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELECTROMECÁNICO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA</h3>	
		N.º DE DIBUJO <h2 style="font-size: 2em;">Dibujo 14</h2>	A4
		ESCALA: 1:1	HOJA 14 DE 18

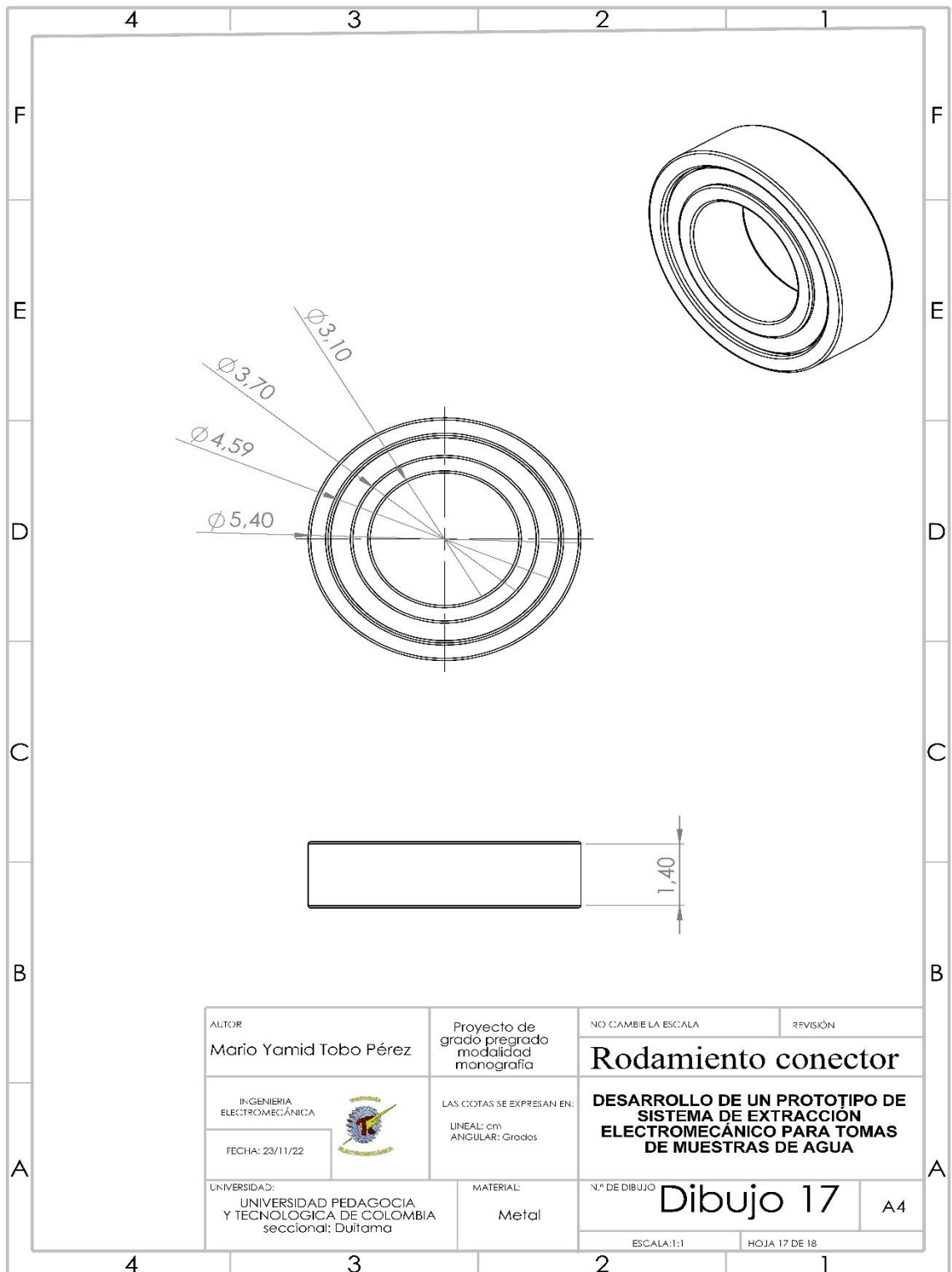
ANEXO X. PLANO TAPA ACTUADOR.



AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez	Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
Tapa actuador			
INGENIERIA ELECTROMECÁNICA FECHA: 23/11/22		LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados	
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGOGIA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama		MATERIA: : plastico	N.º DE DIBUJO: Dibujo 15
		ESCALA: 1:1	HOJA 15 DE 18

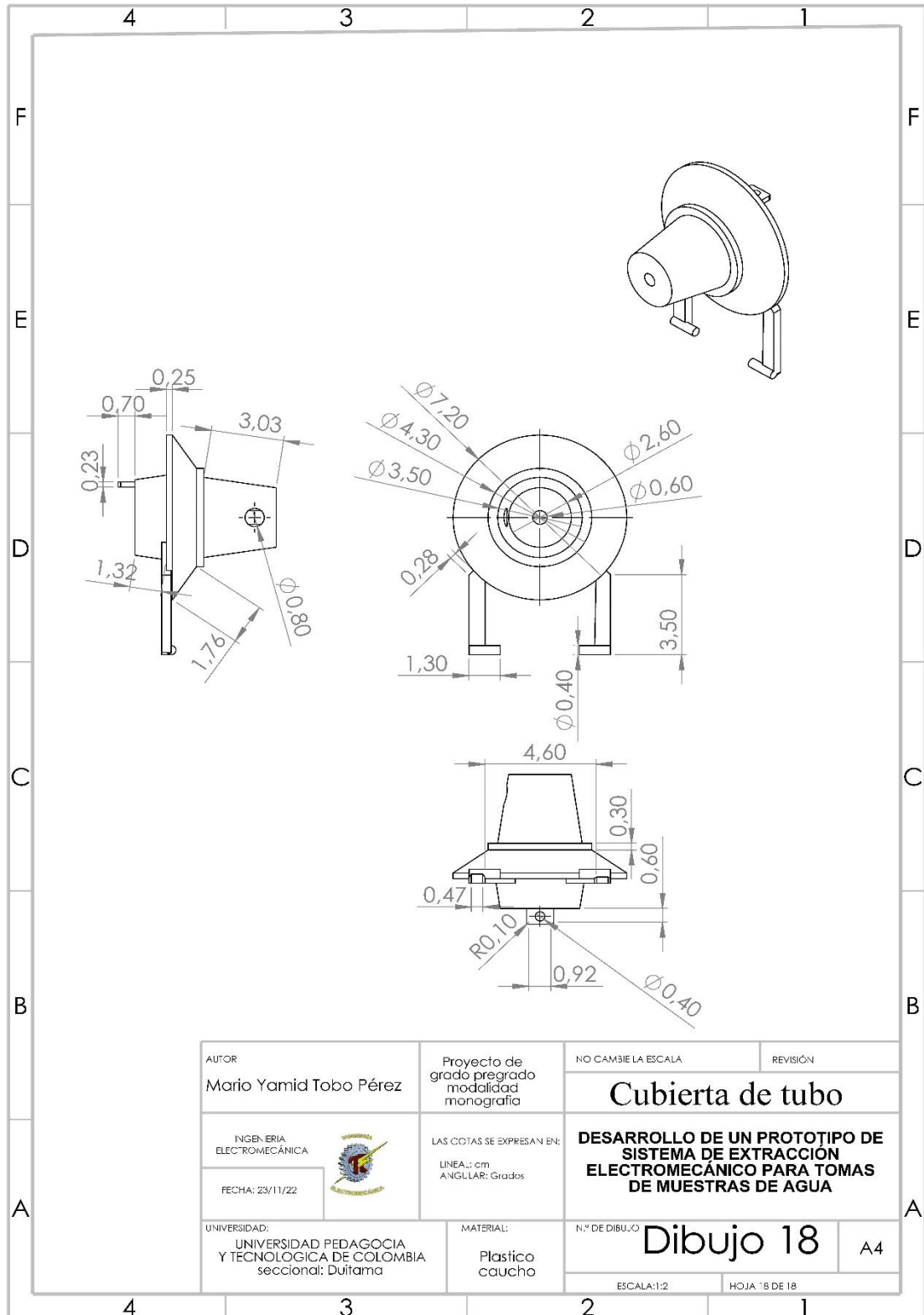
A4

ANEXO XI. PLANO RODAMIENTO CONECTOR.



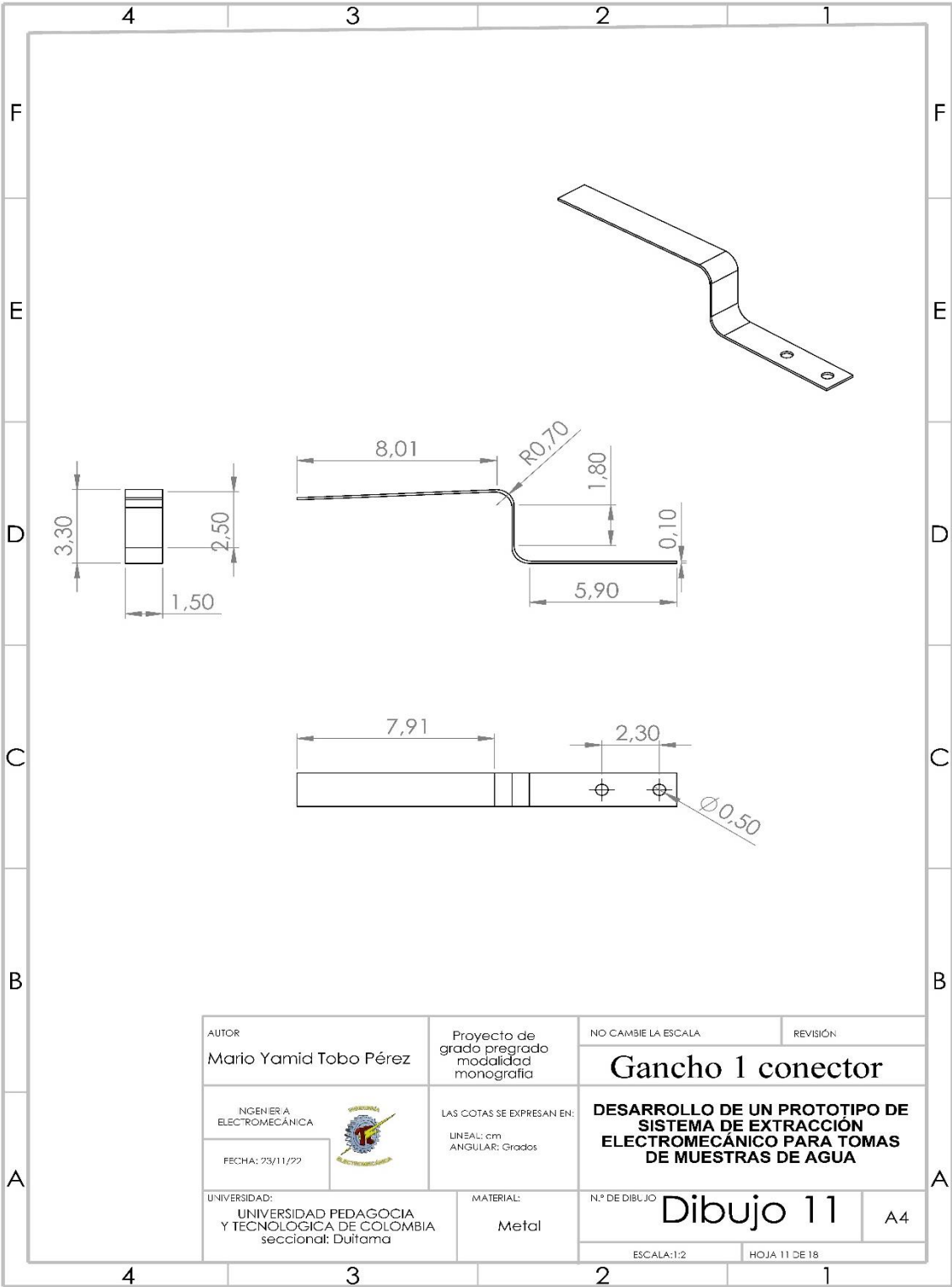
AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez	Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA FECHA: 23/11/22		LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGOGIA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama	MATERIAL: Metal	Rodamiento conector DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELECTROMECAÁNICO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA
		N.º DE DIBUJO Dibujo 17
		A4
		ESCALA: 1:1 HOJA 17 DE 18

ANEXO XII. PLANO CUBIERTA DE TUBO.



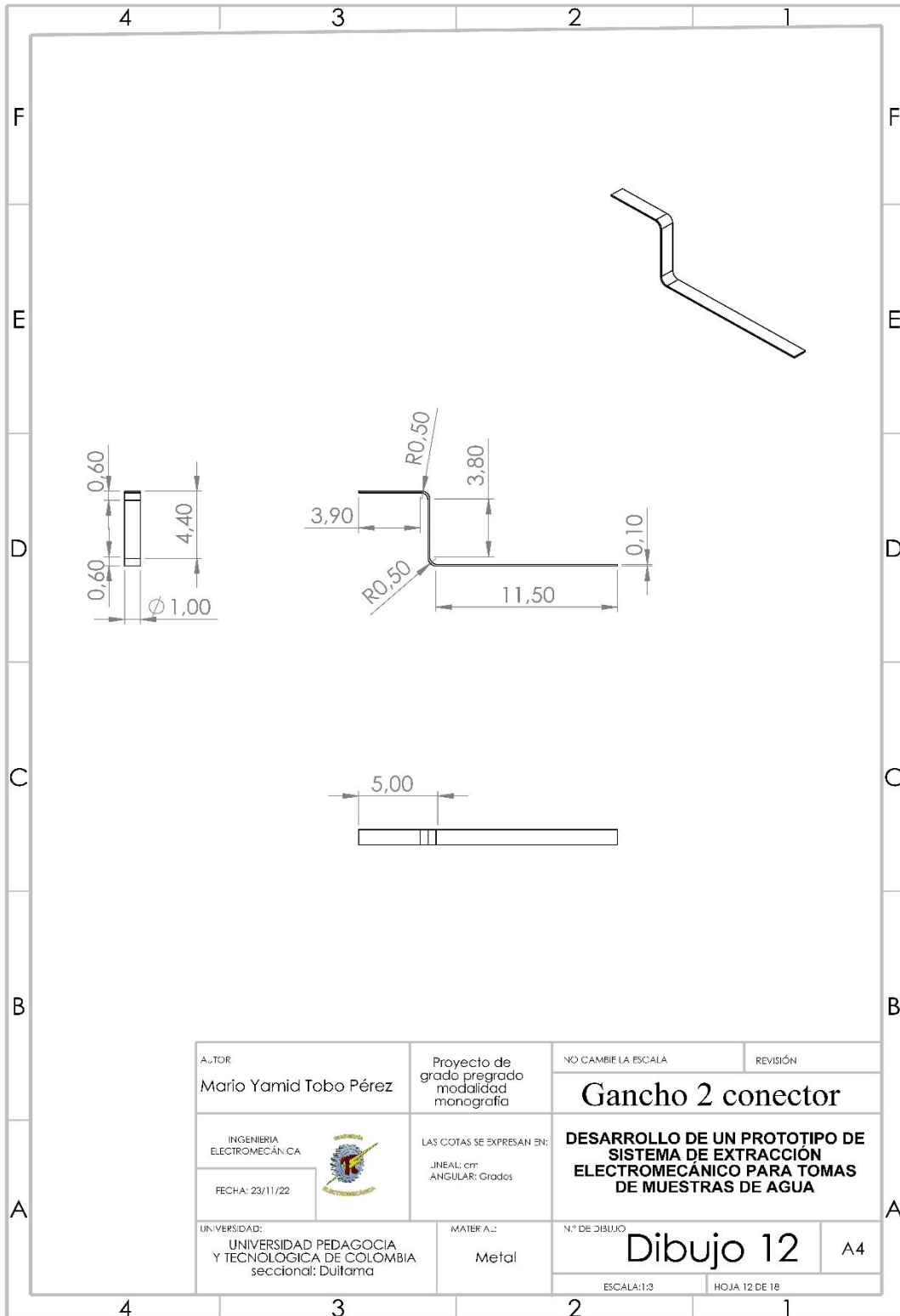
AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez	Proyecto de grado pregrado modalidad monografía	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
INGENIERIA ELECTROMECÁNICA		<h3 style="margin: 0;">Cubierta de tubo</h3>	
FECHA: 23/11/22	LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEA.: cm ANGULAR: Grados	DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELECTROMECÁNICA PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA	
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama	MATERIAL: Plástico caucho	N.º DE DIBUJO <h2 style="margin: 0;">Dibujo 18</h2>	A4
		ESCALA: 1:2	HOJA 18 DE 18

ANEXO XIII. PLANO GANCHO 1 CONECTOR.



AUTOR Mario Yamid Tobo Pérez		Proyecto de grado pregrado modalidad monografía		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
				Gancho 1 conector			
INGENIERIA ELECTROMECÁNICA				LAS COTAS SE EXPRESAN EN: LINEAL: cm ANGULAR: Grados		DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELECTROMECÁNICO PARA TOMAS DE MUESTRAS DE AGUA	
FECHA: 23/11/22		UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA seccional: Duitama		MATERIAL: Metal		N.º DE DIBUJO Dibujo 11	
				ESCALA: 1:2		HOJA 11 DE 18	
						A4	

ANEXO XIV. PLANO GANCHO 2 CONECTOR.



ANEXO XV. HOJA TÉCNICA L7805CV .



**L7800
SERIES**

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-220FM, TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

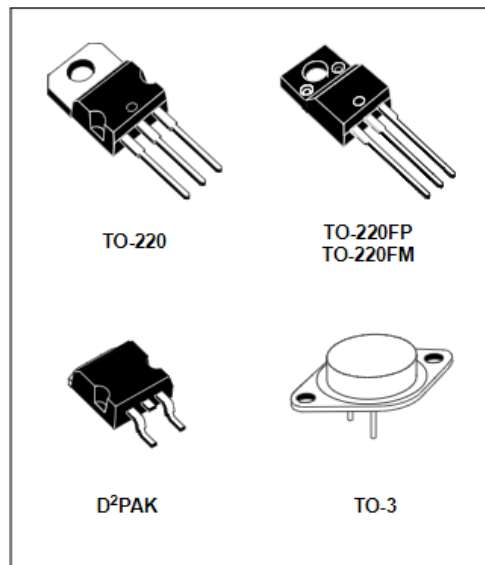
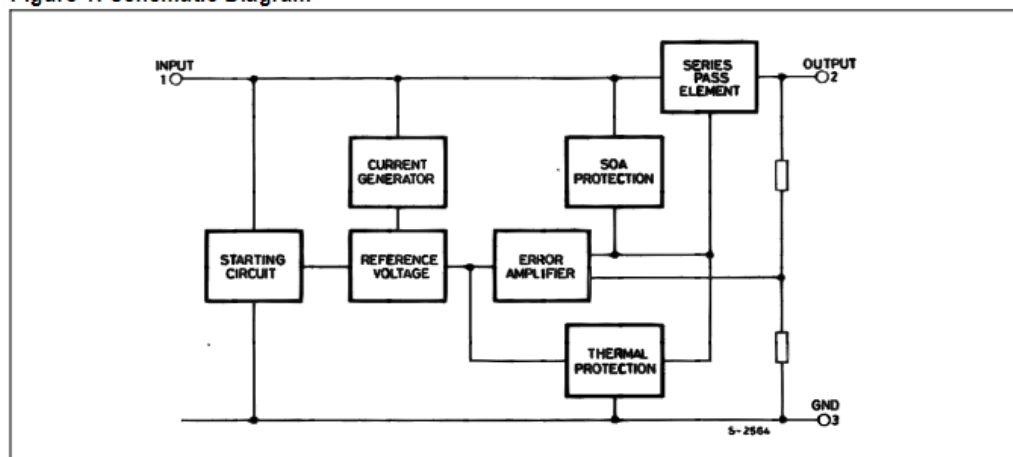


Figure 1: Schematic Diagram





POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-220FM, TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

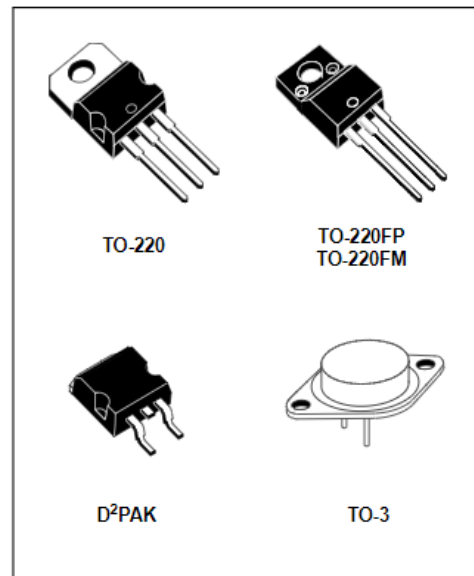
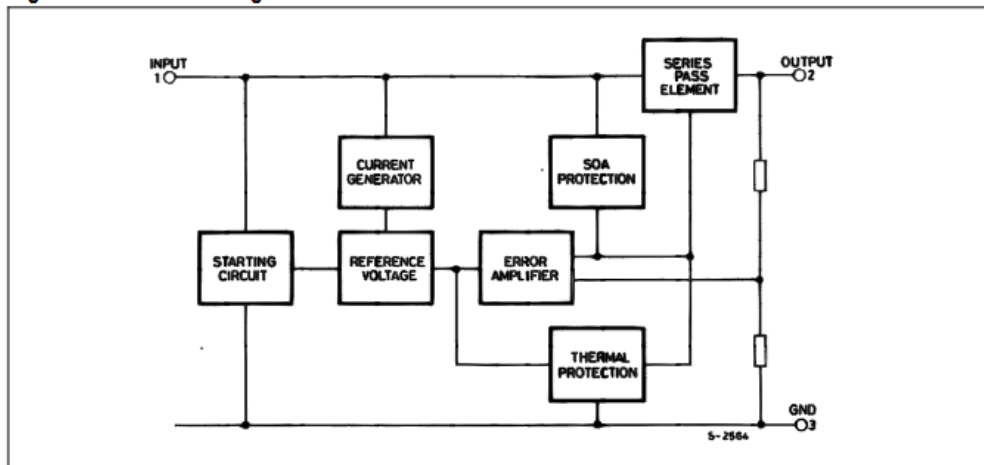


Figure 1: Schematic Diagram



ANEXO XVI. HOJA TÉCNICA ATMEGA328P .

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48P/88P/168P/328P)
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
In-System Programming by On-chip Boot Program
True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATmega48P/88P/168PV
 - 2.7 - 5.5V for ATmega48P/88P/168P
 - 1.8 - 5.5V for ATmega328P
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - ATmega48P/88P/168PV: 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V
 - ATmega48P/88P/168P: 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
 - ATmega328P: 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48P/88P/168P:
 - Active Mode: 0.3 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.8 µA (Including 32 kHz RTC)



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 4/8/16/32K
Bytes In-System
Programmable
Flash**

**ATmega48P/V
ATmega88P/V
ATmega168P/V
ATmega328P**

Preliminary

Summary

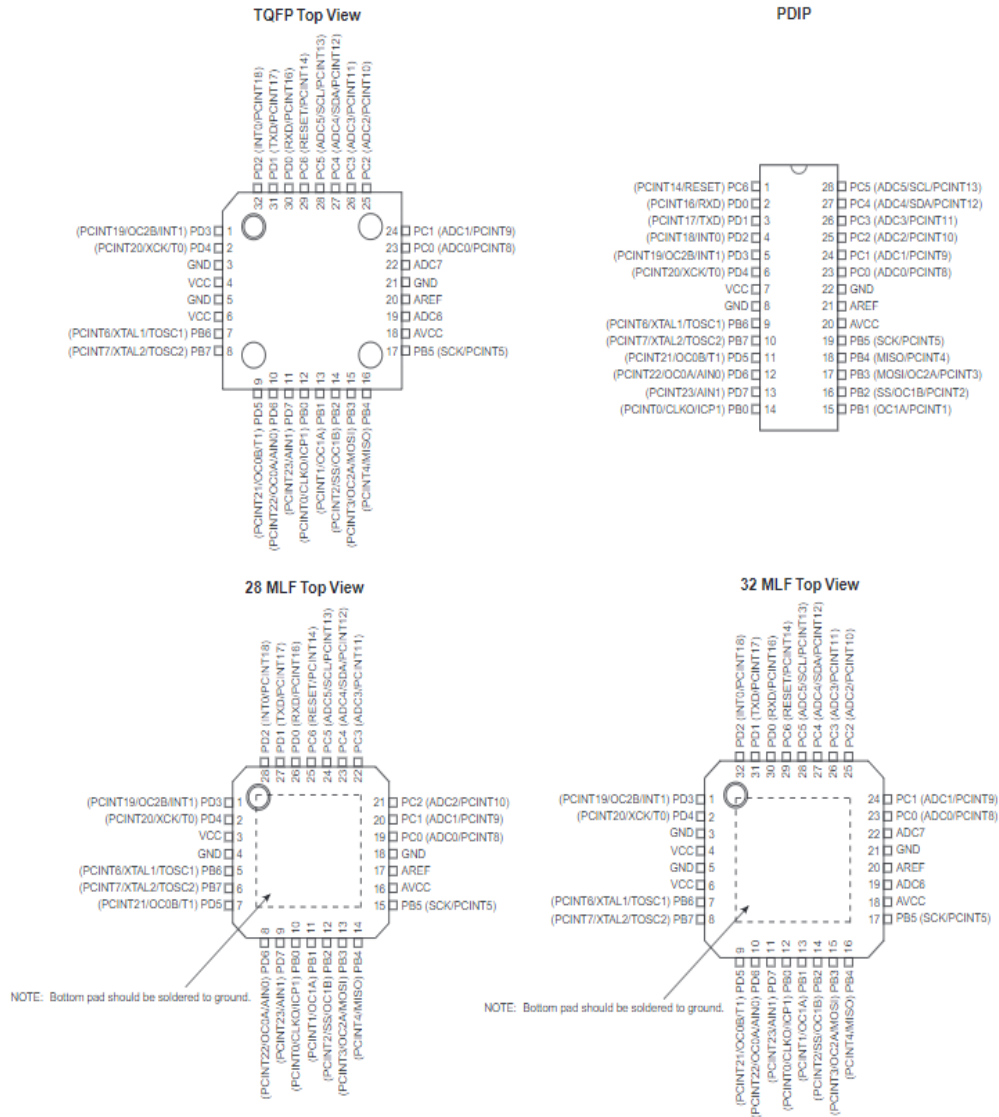
Rev. 8025FS-AVR-08/08





1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48P/88P/168P/328P



ANEXO XVII. CRYSTAL DE CUARZO 16MHz.

CRYSTAL UNIT HC-49US DIP



Applications

- Industrial Control Consumers.

Features

- Dimensions:11.5 x 4.50 x3.68 mm.
- Frequency range:3.2768~64MHz
- Through hole type crystal units.
- A great number of standard frequencies.

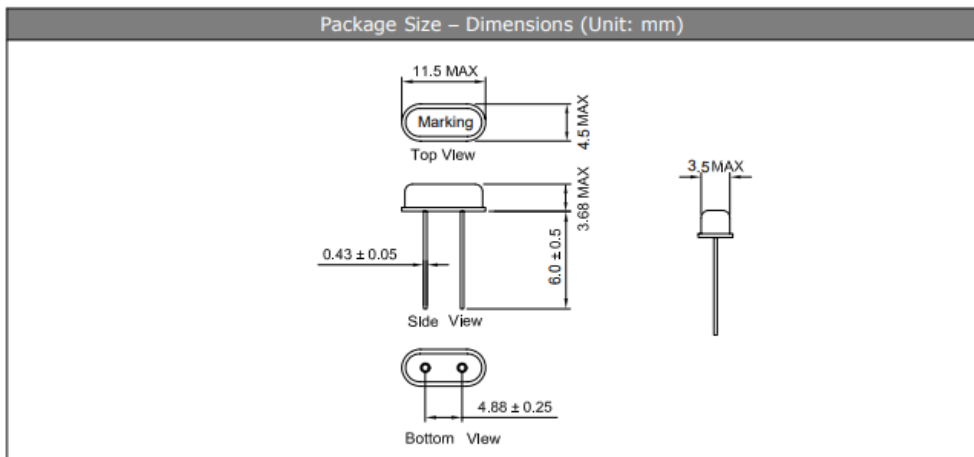
Specifications

Standard Frequency	3.2768~64 MHz
Vibration Mode	AT Fundamental
Load Capacitance	12pF,20pF,or specify
Frequency Tolerance (at 25 °C)	±10ppm,±20ppm,or specify
Frequency Versus Temperature Characteristics	±20ppm,or specify
Operating Temperature	-20~+70°C, -40~+85°C, or specify
Storage Temperature	-40~+85°C or specify
Shunt Capacitance	7 pF Max.
Level of Drive	1~500µWMax.(100uW typical)
Aging (at 25 °C)	±3ppm/year Max.

Equivalent Series Resistance(ESR)

Fundamental			
3.2768 ~ 4MHz	180 Ω Max.	6 ~ 17 MHz	80 Ω Max.
4 ~ 5MHz	120 Ω Max.	7 ~ 10 MHz	60 Ω Max.
5 ~ 6 MHz	100 Ω Max.	10 ~ 27MHz	40 Ω Max.
3rd Overtone			
20 ~ 25 MHz	100 Ω Max.	25 ~ 64 MHz	80 Ω Max.

Dimensions and Patterns [unit:mm]



ANEXO XVIII. FICHA TÉCNICA DEL EJE.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300 -						
		Acero al Cromo Níquel						
DESIGNACIÓN	TIPO ASTM (AISI)	301	302	303	304	304 L	321	
		COMPOSICIÓN QUÍMICA	C% 0.15 Máx. Mn% 2.00 Máx. Si% 1.00 Máx. Cr% 16.0018.00 Ni% 6.008.00	C% 0.15 Máx. Mn% 2.00 Máx. Si% 1.00 Máx. Cr% 17.0019.00 Ni% 8.0010.00	C% 0.15 Máx. Mn% 2.00 Máx. Si% 1.00 Máx. Cr% 17.0019.00 Ni% 8.0010.00 S% 0.15 Min.	C% 0.08 Máx. Mn% 2.00 Máx. Si% 1.00 Máx. Cr% 18.0020.00 Ni% 8.0010.50	C% 0.030 Máx. Mn% 2.00 Máx. Si% 1.00 Máx. Cr% 18.0020.00 Ni% 8.0012.00	C% 0.08 Máx. Mn% 2.00 Máx. Si% 1.00 Máx. Cr% 17.0019.00 Ni% 9.0012.00 Ti% >5xC%0.07
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	500	500	500	500	
	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)	a 100 C a 150 C	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21.5
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 ⁶ C ⁻¹)	0100 C 0300 C 0500 C 0700 C	16.92 17.10 18.18 18.72	17.28 17.82 18.36 18.72	17.3 17.8 18.4 18.7	17.30 17.80 18.40 18.80	17.30 17.80 18.40 18.80	16.74 17.10 18.54 19.26
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)	13981420	13981420	13981420	13981454	13981454	13981427	
	PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO	AMAGNÉTICO	AMAGNÉTICO	AMAGNÉTICO	AMAGNÉTICO	AMAGNÉTICO	
CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩmm)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72		
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20°	DUREZA BRINELL	RECOCIDO HB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB	135185 210330	135185 180330	130180 180330	130150 180330	125145 -	130185 -
	DUREZA ROCKWELL	RECOCIDO HRB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC	7592 2541 1/4 DURO-DURO	7090 1035	7090 -	7088 1035	7085 -	7088 -
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm ²)	RECOCIDO	590750 8701200 1/4 DURO-DURO	560720 6801180	530700 -	500700 7001180	500680 -	520700 -
	ELASTICIDAD CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (0.2)(N/mm ²)	RECOCIDO	215340 500900 1/4 DURO-DURO	205340 340900	205340 350900	195340 340900	175300 -	205340 -
		RECOCIDO Rp(1) (N/mm ²) MÍNIMO	225	245	255	235	215	245
	ALARGAMIENTO 50mm. A(%)		6555 258 1/4 DURO-DURO	6050 5010	6050 -	6550 5010	6550 -	6040 -
	ESTRICCIÓN	RECOCIDO Z (%)	7060	7555	Min. 50	7560	7560	6550
	RESILIENCIA	KCVL (J/cm ²) KVL (J/cm ²)	130 140	160 180	Min. 100 -	160 180	160 180	120 130
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS	Rp(0.2) (N/mm ²) a 300 C a 400 C a 500 C Rp(1) (N/mm ²) a 300 C a 400 C a 500 C	- - - - - - -	- - - - - - -	- - - - - - -	125 97 93 147 127 107	115 98 88 137 117 108	150 135 120 186 161 152
	LÍMITE DE FLUENCIA	a 500 C a 600 C a 700 C a 800 C σ1 / 100.000/t (N/mm ²) a 800 C	- - - - -	- - - - -	- - - - -	68 42 14.5 4.9	58.5 36 10.5 3.9	102 64 16.5 5.8
	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (OC) (°C)	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 9531120	
	TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	
TRATAMIENTOS TÉRMICOS	INTERVALO DE FORJA	TEMPER. INICIAL TEMPER. FINAL	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1175 925	
	TEMPERATURA FORMACIÓN CASCARILLA	SERVICIO CONTINUO SERVICIO INTERMITENTE	900 810	900 810	- 815	925 840	925 840	900 810
	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA	NO ACONSEJABLE	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA
OTRAS PROPIEDADES	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%	45%	55%	45%	45%	36%
	EMBUTICIÓN		BUENA	BUENA	REGULAR	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA

ANEXO XIX. CENTROS DE MASA EN SOLIDWORKS.

SOLIDWORKS mueble motor * Buscar en el Foro

Comprobar Comparación de sólidos Análisis de desviación Análisis de ángulo de salida Comprobar simetría
 Visualización de dimensión Análisis de geometría Franjas de cebra Análisis de cortes sesgados Análisis de espesor Revisar documento activo
 Diagnóstico de importación... Curvatura Análisis de línea de separación Comparar documentos

SOLIDWORKS MBD SOLIDWORKS CAM SOLIDWORKS CAM TBM SOLIDWORKS Inspection

Propiedades físicas

mueble motor.SLDPRT

Reemplazar las propiedades de masa... Recalcular

Incluir sólidos/componentes ocultos
 Crear operación de centro de masa
 Mostrar masa de cordón de soldadura

Informar de valores de coordenadas relativos a: --predeterminado--

Propiedades de masa de mueble motor
 Configuración: Predeterminado
 Sistema de coordenadas: --predeterminado--

Densidad = 0.60 gramos por centímetro cúbico

Masa = 12645.05 gramos

Volumen = 21075.09 centímetros cúbicos

Área de superficie = 11851.42 centímetros cuadrados

Centro de masa: (centímetros)

X = 35.18
 Y = 22.57
 Z = 25.17

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * centímetro)

Medido desde el centro de masa.

Ix = 1.00, 0.00, 0.00 Iy = 596415.80
 Iz = 0.00, 1.00, 0.00 Iy = 12587082.88
 Iz = 0.00, 0.00, 1.00 Iz = 13941872.35

Momentos de inercia: (gramos * centímetros cuadrados)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas de r

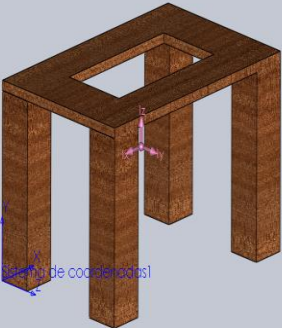
Lxx = 596504.46	Lyy = -23060.72	Lzz = -8042.23
Lxy = -23060.72	Lyz = 12587019.69	Lyz = -4824.07
Lxz = -8042.23	Lzy = -4824.07	Lzz = 13941846.6

Momentos de inercia: (gramos * centímetros cuadrados)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

Ixx = 2044151.48	Iyy = 10018211.59	Izz = 11190251.0
Ixy = 10018211.59	Iyy = 36348790.19	Iyz = 7181223.27
Ixz = 11190251.03	Izy = 7181223.27	Izz = 36033123.1

Ayuda Imprimir... Copiar al portapapeles



SOLIDWORKS Ensamblaje-patente * Buscar en el Foro

Propiedades de sección Sensor Visualización de ensamblaje Evaluación de rendimiento Curvatura Comparar simetría Comparar sólidos Comparar documentos Revisar documento activo
 EXPERIENCE Simulación/Conector Simulación/Pres Asistente para análisis análisis RolPress

SOLIDWORKS MBD SOLIDWORKS CAM SOLIDWORKS Inspection

Propiedades físicas

Ensamblaje-patente.SLDASM

Reemplazar las propiedades de masa... Recalcular

Incluir sólidos/componentes ocultos
 Mostrar masa de cordón de soldadura

Informar de valores de coordenadas relativos a: Sistema de coordenadas1

Propiedades de masa de Ensamblaje-patente
 Configuración: Predeterminado
 Sistema de coordenadas: Sistema de coordenadas1

Masa = 14097.23 gramos

Volumen = 23865.24 centímetros cúbicos

Área de superficie = 16406.28 centímetros cuadrados

Centro de masa: (centímetros)

X = 35.23
 Y = 24.29
 Z = 22.72

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * centímetro)

Medido desde el centro de masa.

Ix = 1.00, 0.01, 0.01 Iy = 856660.00
 Iz = 0.01, 0.98, 0.02 Iy = 14112020.04
 Iz = (-0.01, -0.13, 0.99) Iz = 15161271.44

Momentos de inercia: (gramos * centímetros cuadrados)

Obtenidos en el centro de masa y alineados con el sistema de coordenadas

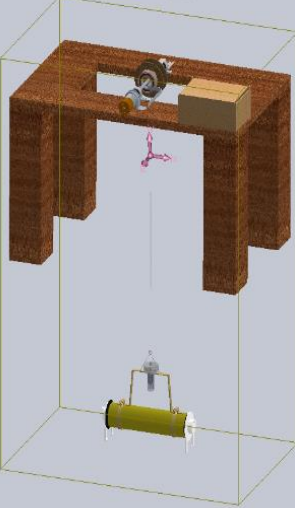
Lxx = 8597107.40	Lyy = 29135.52	Lzz = 42451
Lxy = 29135.52	Lyz = 14130714.03	Lyz = 13891
Lxz = 42453.76	Lzy = 138919.16	Lzz = 15141

Momentos de inercia: (gramos * centímetros cuadrados)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

Ixx = 24193486.29	Iyy = 12092587.50	Izz = 11325
Ixy = 12092587.50	Iyy = 88901274.88	Iyz = 79197
Ixz = 11325867.76	Izy = 7919700.31	Izz = 40954

Ayuda Imprimir... Copiar al portapapeles



ANEXO XX. HOJA TÉCNICA HC-05.

HC-05

-Bluetooth to Serial Port Module

Overview



HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup. Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

Specifications

Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

HC-05 Bluetooth module

iteadstudio.com

06.18.2010

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Given a rising pulse in P100, device will be disconnected.
- Status instruction port P101: low-disconnected, high-connected;
- P1010 and P1011 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

Hardware

