



**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
VIDA NUEVA**

**CARRERA:
TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT HEXÁPODO UTILIZANDO UN
CONTROLADOR PID PARA EL DESPLAZAMIENTO EN LÍNEA RECTA**

TRABAJO INTEGRADOR DE GRADO

**PRESENTADO POR:
CHACHAPOYA GUANOLUISA FREDDY PAUL**

**TUTOR:
ING. TOCA TRUJILLO LUIS EDISON**

QUITO, 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, CHACHAPOYA GUANOLUISA FREDDY PAUL portador/a de la cédula de ciudadanía 1721689378, facultado/a de la carrera TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA, autor/a de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT HEXÁPODO UTILIZANDO UN CONTROLADOR PID PARA EL DESPLAZAMIENTO EN LÍNEA RECTA, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-No Comercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de septiembre del 2020.

CHACHAPOYA GUANOLUISA FREDDY PAUL
C.C.1721689378

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT HEXÁPODO UTILIZANDO UN CONTROLADOR PID PARA EL DESPLAZAMIENTO EN LÍNEA RECTA en la ciudad de Quito, presentado por el ciudadano FREDDY PAUL CHACHAPOYA GUANOLUISA, para optar por el título de Tecnólogo en Electromecánica, certifico, que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe

En la ciudad de Quito, del mes de septiembre de 2020.

TUTOR:

ING. TOCA TRUJILLO LUIS EDISON

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR O TRIBUNAL

Los miembros del jurado examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT HEXÁPODO UTILIZANDO UN CONTROLADOR PID PARA EL DESPLAZAMIENTO EN LÍNEA RECTA** en la ciudad de Quito. Del estudiante: Chachapoya Guanoluisa Freddy Paul de la Carrera en Tecnología en Electromecánica

Para constancia firman:

.....

CC:

.....

CC:

.....

CC:

.....

CC:

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, CHACHAPOYA GUANOLUISA FREDDY PAUL con cédula de ciudadanía 1721689378, estudiante del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, declaro que he realizado este trabajo de titulación tomando en consideración citas bibliográficas que se nombran en este texto.

El Instituto Tecnológico Superior Vida Nueva puede utilizar este trabajo de titulación como una ayuda bibliográfica.

En la ciudad de Quito, del mes de septiembre de 2020

CHACHAPOYA GUANOLUISA FREDDY PAUL
CC.1721689378

DEDICATORIA

“Si existe un cielo estoy seguro que ahí leerá mi ángel eterno este trabajo”

AGRADECIMIENTO

A mi pequeña familia; mi padre Salomón en la eternidad quién tempranamente me introdujo en el aprendizaje de una carrera técnica, a mis hermanas (Nancy, Fanny y Cecilia) por el apoyo la paciencia de estos meses y a mi madre que siempre la recordaré alegre.

A mis maestros: mi tutor Ing. Luis Toca de quien me introdujo en la robótica, a todos los profes de la carrera de Electromecánica de quienes siempre tendré en cuenta los grandes conocimientos y sobre todo las frases compartidas en clases acerca de la vida y el trabajo.

A mis queridos amigos y compañeros: Tocayo, Cristian, Atiencia, Bravo, CJ y todos quienes me permitieron conocer más sobre la carrera.

Finalmente, al ISTVN por permitirme culminar en sus aulas la Carrera de Tecnología Electromecánica, siempre estaré infinitamente agradecido por abrirme las puertas para cerrar el ciclo tecnológico.

ÍNDICES

ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR O TRIBUNAL.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICES	1
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	1
Índice de Figuras	4
Índice de tablas.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I.....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
Antecedentes sobre robots y robótica	11
Tipos de robots.....	12
Robot Androide.....	12
Robot de servicio	13
Robot industrial.....	13
Estudios sobre Robots Móviles- hexápodos	14
Estudios sobre robots hexápodos en las universidades en Quito.....	16
Definición de términos básicos.....	17

Proporcional, Integral y Derivativo	17
Mecanismo de Theo Jansen o Mecanismo Theo Jansen.....	18
Robot Hexápodo	18
Arduino Nano V3.....	19
Motorreductor	20
Sensor SHARP GP2Y0A41SK0F.....	21
Driver L298N.....	21
Bluetooth HC-05	22
Batería portátil	23
CAPÍTULO II	25
METODOLOGÍA DEL PROYECTO INTEGRADOR- LA INVESTIGACIÓN.....	25
Diseño metodológico	25
Técnicas de recolección de datos	25
CAPÍTULO III.....	27
PROPUESTA.....	27
Diseño electrónico.....	27
Diseño electrónico sensor Sharp GP2Y0A41SK0F y Arduino Nano.....	27
Diseño electrónico motores - Arduino y el Puente L298N.....	27
Diseño electrónico conexiones Bluetooth.....	28
Diseño Mecánico.....	29
Ensamblaje.....	30
Descripción del mecanismo Theo Jansen	30
Ensamble del mecanismo.....	31
.....	32
Programación	33
Importación de librerías	33

Declaración de Variables	34
Programación del Filtro Digital	35
Creación de la Función Void Loop	35
Creación de la Función Void Move	37
CAPÍTULO IV	38
Resultados	38
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
ANEXOS.....	41
Anexo 1: Diseño del circuito de conexiones en proteus	41
Anexo 2: Diseño de los matrimonios entre los ejes del motor y el eje de la estructura.....	42
Anexo 3: Diseño de la base-chasis del Robot Hexápodo.....	43
Anexo 4: Parte A estructura	44
Anexo 5: Parte B estructura	45
Anexo 6: Parte B estructura	46
Anexo 7: Articulación de banda.....	47
Anexo 8: Pie de estructura	48
Anexo 9: Triangulo	49
Anexo 10: Soporte triangular	50
Anexo 11: Soporte triangular	51
Anexo 12: Buscadores de Información Repositorios digitales	52
Anexo 14: Búsqueda a través de google académico	53
Bibliografía.....	54

Índice de Figuras

Figura 1. Robot Androide.....	12
Figura 2. Robots Móviles.....	13
Figura 3. Robot Climber.....	13
Figura 4. Robot Grúa.....	14
Figura 5. Robot hexápodo.....	15
Figura 6. Representación gráfica del algoritmo PID.....	17
Figura 7. Mecanismo Theo Jansen.....	18
Figura 8. Diseño de un hexápodo.....	18
Figura 9. Arduino Nano V3.....	19
Figura 10. Motorreductor Dc.	20
Figura 11.- Sensor Sharp GP2Y0A41SK0F de 4 a 30 cm.....	21
Figura 12 - Driver L298N.....	22
Figura 13. Módulo Bluetooth Hc-05.....	23
Figura 14. Batería tipo Lipo.....	23
<i>Figura 15.</i> Diseño del Circuito de prueba Arduino y sensores Sharp.....	27
<i>Figura 16.</i> Diseño del circuito de prueba entre el driver y los motores.....	28
Figura 17. Diseño del circuito de prueba Bluetooth y Arduino.....	29
<i>Figura 18.</i> Construcción de la base en 3D.....	29
Figura 19. Construcción del eje y prototipo del matrimonio para el eje del motor.....	30
Figura 20. Mecanismo Theo Jansen Didáctico o Wind Power Beast.....	30
Figura 21. Mecanismo Theo Jansen Didáctico o Wind Power Beast.....	31
Figura 22 - Diseño de una articulación.....	32
Figura 23. Unión del trapecio con los soportes triangulares y los ejes de rotación.....	32
Figura 24. Ensamble de motores.....	33
Figura 25. Prototipo completo.....	33
Figura 26. Declaración de librerías en Arduino.....	34
<i>Figura 27.</i> Creación de variables.....	34
Figura 28. Creación del Filtro Digital.....	35
<i>Figura 29.</i> Creación de la Función Void Setup.....	35
Figura 30. Creación de la Función Void Loop.....	36
<i>Figura 31.</i> Creación de la Función Void Move.....	37

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Características del Arduino Nano V3</i>	19
Tabla 2 <i>Características del Motorreductor50:1</i>	20
Tabla 3 <i>Características del sensor Sharp</i>	21
Tabla 4 <i>Características del Puente H –L298N</i>	22
Tabla 5 <i>Características del Módulo Bluetooth Hc-05</i>	23
Tabla 6 <i>Características de la batería lipo</i>	24

RESUMEN

El objetivo central de un robot móvil desde sus inicios fue el acceso a lugares desconocidos, lejanos o sitios confinados que radiquen peligro para los seres humanos, por ello la necesidad de una extensa investigación sobre los tipos de locomoción para los robots móviles; en esta búsqueda de una locomoción adecuada ha sido motivo de inspiración la biomimética que ha sumergido a los investigadores en construir locomociones inspirándose en insectos. En ello radica el presente proyecto tomar la estructura Theo Jansen que asemeja a un insecto hexápodo en una línea recta, para alcanzar el objetivo es necesario una precisión con la mecánica a fin de que la locomoción esté coordinada y sea precisa durante toda la trayectoria, en este sentido el proyecto es capaz de enfrascar en la búsqueda de información a través de un método de investigación y registro de diferentes prototipos usados para la industria y la academia.

Con estos antecedentes se procede a diseñar piezas que complementen la estructura y sirvan de base para acoplar los distintos elementos de electrónica, armado el prototipo se procede a programar el algoritmo PID, el cual es un controlador que permite corregir errores de desplazamiento mediante la regulación de las diferentes velocidades de cada motor.

PALABRAS CLAVE: ROBOT, HEXÁPODO, THEO JANSEN, ARDUINO, FRITZING, PID, MICROMOTORES, SENSORES, INSECTO, BLUETOOTH.

ABSTRACT

The fundamental objective of a mobile robot since its inception was access to unknown, distant or confined places that pose danger to human beings, hence the need for extensive research on the types of locomotion for mobile robots; In this search for a suitable locomotion, biomimetics has been a source of inspiration, which has immersed researchers in building locomotions inspired by insects. In this lies the present project to take the Theo Jansen structure that resembles a hexapod insect in a straight line, to achieve the objective precision with the mechanics is necessary so that the locomotion is coordinated and precise throughout the trajectory, in this sense, the project is able to engage in the search for information through a method of investigation and registration of different prototypes used for industry and academia. With this background, we proceed to design pieces that complement the structure and serve as the basis for coupling the different electronic elements, once the prototype is assembled, the PID algorithm is programmed, which is a controller that allows correcting displacement errors by regulating the different speeds of each motor.

KEYWORDS: ROBOT, HEXAPOD, THEO JANSEN, ARDUINO, FRIT-ZING, PID, MICROMOTORS, SENSORS, INSECT, BLUETOOTH.

INTRODUCCIÓN

La robótica ha logrado un gran desarrollo durante los últimos veinte años, según López (2011) la robótica ha permitido que se articulen y aglutinen ciencias como la mecánica, programación y electrónica.

Dentro del desarrollo de los robots se han generado prototipos con características biológicas, los principales objetivos de estos robots móviles han sido el acceso a lugares de difícil entrada, de acuerdo con Ollervides (2013) los robots móviles han ganado un gran espacio por la adaptación para trabajar en diferentes entornos como: laboratorios de Universidades, en las bases militares buscando granadas e incluso dentro de la carrera espacial han sido muy solicitados estos prototipos.

En vista que el objetivo de un robot móvil es su correcto desplazamiento, las investigaciones han girado en torno a crear estructuras o locomociones mecánicas que tengan robusticidad durante toda su trayectoria y a su vez las extremidades (patas) de los robots insectos no se rompan o cuando encuentren obstáculos los evadan o tengan la fuerza para empujarlos y continuar con su trayectoria.

Al igual que la mecánica, la electrónica y la programación han hecho su trabajo por un lado las investigaciones giran en torno a tener componentes electrónicos e incluso componentes electromecánicos capaces de aguantar la exposición a diferentes ambientes. Con la ayuda de diferentes algoritmos de programación ha sido posible calibrar velocidades, censar distancias, generar determinados ángulos de giro para las extremidades de los diferentes prototipos.

En esta dirección es posible entender la presente investigación como aporte a las investigaciones sobre robots móviles “hexápodos” o llamados insectos. Estos robots han sido poco estudiados a nivel local, sin embargo, su uso es indeterminado, quizás uno de los principales problemas es la dificultad de encontrar una locomoción adecuada y que pueda calibrarse a los diferentes componentes y la tecnología local.

Metodológicamente este trabajo fue realizado a base de una investigación experimental la cual permitió una amplia búsqueda de las principales tecnologías usadas para estos prototipos, así como tener a ciencia cierta los antecedentes o investigaciones previamente realizadas en el país.

A la búsqueda de información en portales como Google académico, Proquest y repositorios digitales se suma la observación participante dentro de las distintas competencias de robots y las visitas a los laboratorios de electrónica.

En este sentido se puede describir este trabajo en cuatro capítulos, el primero está enfocado en la búsqueda historiográfica sobre robots, robótica, las aplicaciones que han tenido estos robots al igual que un glosario de términos, este último recurso permite comprender de mejor manera los conceptos teóricos y definiciones de varios elementos mecánicos y electrónicos.

En el segundo capítulo se presenta la metodología usada en la investigación y las diferentes técnicas que se pueden aplicar en este tipo de proyectos. Para ello la necesidad de aplicar la observación a fin de visualizar los problemas que presentan los robots en su desempeño en los laboratorios, así como la necesidad utilizar registros para generar búsquedas en portales confiables.

En el tercer capítulo considerado como el capítulo en el cual se realiza la construcción del robot, existen tres subcapítulos importantes el diseño mecánico, diseño electrónico y el diseño del algoritmo, dentro del primero se muestran los diferentes diseños necesarios para la parte mecánica, los cuales son impresos en PLA de la misma forma se genera algunos cortes para poder acoplar de mejor manera toda la carcasa.

El segundo subcapítulo reúne la implementación de las conexiones electrónicas las cuales son presentadas y simuladas en un software llamado fritzing, donde se destina generar un esquema que muestre los pines y puertos donde están acoplados cada elemento.

El tercer subcapítulo comprende la implementación del algoritmo PID, para poder generar este control se utilizó el método de sintonización, es decir, se asignaron valores a las variables proporcional y derivativa mediante un método de prueba y error.

El último capítulo comprende a los resultados, conclusiones y recomendaciones que genera este prototipo, entre los resultados se puede precisar el indispensable trabajo que deben tener las estructuras mecánicas y la coordinación que tiene el PID para corregir errores de posición.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Antecedentes sobre robots y robótica

Los Robots y la robótica tienen como base en los *autómatas*¹ creados en la edad media, entre ellos existieron algunos prototipos famosos como el de Leonardo Da Vinci denominado “El caballero autómatas”², en la época moderna uno famoso fue El pato digestor de Vaucanson³ de carácter mecánico. Varios de estos prototipos son considerados como los ancestros de los andróides, según Delcomyn & Nelson (2000) los autómatas son considerados como la base de los robots humanoides.

Los avances que experimentó la humanidad durante la Primera Revolución industrial en el siglo XVIII permitió tener máquinas de carácter industrial a través del carbón, vapor, pólvora y posteriormente el desarrollo de la petroquímica y la electricidad. Según Narváez & Padilla (2004) la Revolución Industrial permitió automatizar a las diferentes máquinas conocidas hasta entonces y gracias al impulso de la electricidad fue posible industrializar la producción, generar mayor desarrollo e investigación en el campo de la informática-electrónica y con ello pensar desarrollar una nueva ciencia denominada robótica.

¹ Autómatas. - se consideran los mecanismos creados en base a engranajes y poleas predecesores de los robots humanoides y los distintos tipos de robots

² El robot de Leonardo fue un autómatas humanoide diseñado por Leonardo da Vinci alrededor del año 1495. (Wikipedia,2020)

³ En 1738 salieron a la luz las tres creaciones más famosas del inventor francés Jacques de Vaucanson (1709-1782), que lo sitúan como uno de los más grandes constructores de autómatas de todos los tiempos. Dos de ellos, a tamaño real y con apariencia de pastores, podían interpretar una docena de canciones con instrumentos reales. (Open Mind BBVA, 2020)

Según Valero, & Sivaraman (2011) el termino Robot se lo atribuye a Karel Capek (1920), quien asoció al término Robot con servidor para trabajo forzado, es decir, desde inicios del siglo XX se empezó a desarrollar equipos – máquinas más sofisticadas que ayuden a realizar las tareas que exponían a las personas o trabajos demasiado forzados.

Finalmente, para definir a la robótica se toma el concepto López (2011) asumiendo a la robótica como la ciencia que aglutina a las diferentes ciencias electrónica, mecánica y programación. Consecuentemente los robots quedan definidos como mecanismos los cuales puedan realizar tareas sin necesidad de intervención o intervención mínima de las personas.

Tipos de robots

Acorde a las tareas y ejecuciones que tienen ciertos robots en la industria se han generado una clasificación como son: Androides, móviles, de servicio e industriales.

Robot Androide

Son robots análogos con características humanoides los cuales buscan realizar las tareas de los seres humanos, en su mayoría los androides tienen la tarea de realizar actividades imitando a los seres humanos.



Figura 1. Robot Androide

Fuente: Pinterest

Robot móvil

Edi Tudela (2020) considera a los robots móviles a aquellos prototipos que tienen la capacidad de desplazarse en función de su programación e información que reciben están provistos por patas, ruedas u orugas que lo ayudan a moverse, se emplean para transportar

objetos en cadena de producción, para exploración en lugares de difícil acceso o distancias largas.

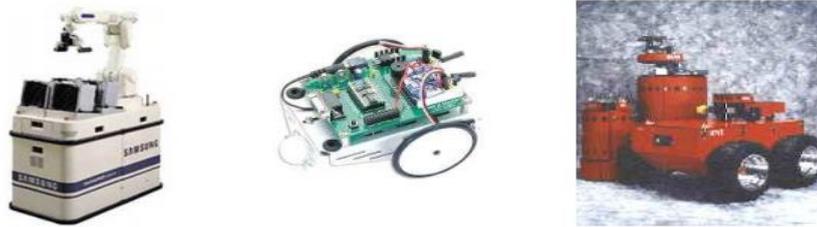


Figura 2. Robots Móviles

Fuente. Edi Tudela

Robot de servicio

Dentro de estos prototipos se encuentran los de limpieza de suelos, ventanas, para usos ambientales, para limpieza de lugares confinados.

A su vez se encuentran los robots de servicio médico, que sirven como prótesis y ayuda a discapacitados de igual forma los microrrobots empleados para micro medicina.



Figura 3. Robot Climber

Fuente: (CSIC)

Robot industrial

Son aquellos que están contruidos netamente para procesos industriales su tarea es la fabricación o manipulación de objetos (envases, latas, embotellado), utilizados en líneas de producción.

Los Robots industriales son controlados de manera automática y reprogramables con varios grados de libertad. Es importante señalar, que para ejecutar los procesos industriales se emplea el campo de la robótica donde se define el diseño, estudio y el uso de estos prototipos industriales. (Robótica, 2020)



Figura 4. Robot Grúa

Fuente: Revista de robots

Estudios sobre Robots Móviles- hexápodos

Dentro del desarrollo de robots se han generado prototipos con características biológicas, los principales objetivos de estos ha sido el acceso a lugares poco accesibles, de acuerdo con Ollervides (2013) los robots móviles han ganado un gran espacio por la adaptación para trabajar en diferentes entornos como: laboratorios de universidades, en las bases militares buscando granadas e incluso dentro de la carrera espacial han sido muy solicitados estos prototipos.

La investigación sobre insectos (móviles) ha girado en torno a la locomoción que deben tener estos, la razón es que para determinadas tareas son necesarios prototipos que puedan evadir obstáculos, saltarlos y tener puntos de apoyo fuertes a manera que no se desequilibre o se desbalancen.

Según Ollervides (2013) se eligen a los robots insectos por su facilidad para trabajar sobre distintos terrenos que, por el contrario, los prototipos de ruedas no logran realizar este tipo de tareas.



Figura 5. Robot hexápodo

Fuente: YouTube

Un insecto móvil tiene la capacidad de desplazarse sobre terrenos difíciles, cosa que los prototipos de ruedas no pueden. Estos pueden desplazarse sobre derrumbes o sobre montañas en donde no existen caminos planos, sino más bien escabrosos. (Ollervides, Pineda, & Sáenz, 2013)

Las investigaciones sobre este tipo de prototipos giran en torno a su sistema de locomoción, es decir la búsqueda de una estructura adecuada que pueda adaptarse a todo tipo de terrenos para mejorar el tipo de desplazamiento se han desarrollado distintos acoples electrónicos.

Most roboticists would likely agree that the greatest challenge in developing an autonomous walking robot is to design a control system that will allow adaptive walking over virtually any type of walking surface. It is the prospect of developing such a flexible control system that attracts roboticists to biomimetic designs, since current robots still fall short of animals in their ability to handle variations in terrain that animals handle with ease (Delcomyn & Nelson, 2000)

Según Delcomyn & Nelson (2000) la búsqueda de los <<androides insectos>> está inspirada en biomimética, es decir buscar tomar todas las características particulares de un animal (insecto); para lograr este objetivo se ha generado la búsqueda e implementación de diferentes actuadores como microcontroladores en esta misma línea López (2011) sostiene que un insecto móvil debe seguir dos criterios durante su desplazamiento; uno es el conocimiento del terreno donde se va a desplazar, lo segundo es la capacidad de irse adaptando al

terreno a medida que generan desplazamientos, es decir la implementación de actuadores-microcontroladores, dispositivos electrónicos y demás deben generar que el insecto móvil pueda desplazarse de manera correcta y tenga capacidad para reconocer el camino (no chocarse) y adaptarse a la ruta que se le proponga.

Como se describió líneas arriba la locomoción es la problemática fundamental dentro de estos prototipos móviles, para ello es necesario tener una forma mecánica – resistente de manera que pueda desplazarse de manera rápida y en el sentido que se le designe.

Estudios sobre robots hexápodos en las universidades en Quito

En nuestro medio las investigaciones están abstraídas a mejorar la movilidad de los prototipos asociando e implementando electrónica para su desplazamiento a lugares complicados (Narváez & Padilla, 2004) a su vez la búsqueda de mejoras continuas en las extremidades, para generar grados de libertad que permitan tener una mejor dirección y sentido. Según Ollervides (2013) la locomoción se convierte en un problema dentro del desarrollo de los insectos móviles, conseguir que estos se desplacen en línea recta o que actúen con coordinación aglutinan distintos tipos de conocimientos como es el desarrollo de implementación en programación y acoplamiento de dispositivos electrónicos.

En la búsqueda de poder simular el desplazamiento correcto de un prototipo según Chamba & Moya, (2019) se han generado diferentes algoritmos en diversos tipos de software como Arduino, en el medio local a menudo se busca que estos prototipos cumplan con los estándares.

Para finalizar este acápite se puede llegar observar un problema general que está vigente en es la estabilidad de los insectos móviles, si bien son cómodos para trabajar en distintas superficies, obtener un robot que se mantenga firme y en línea recta se convierte en objeto de estudio ya permite generar investigación en el desarrollo mecánico y electrónico de estos prototipos

En el medio local, la investigación sobre robots empieza a tener auge durante comienzos del siglo XXI, donde se emplea la investigación sobre insectos móviles (hexápodos), este tipo de robots se han utilizado para el acceso a superficies complicadas o lugares distantes como ejemplo: exploración espacial, rescate de submarinos. (Narváez & Padilla, 2004)

En el Ecuador las Instituciones de educación superior han considerado incluir entre sus tesis (trabajo de fin de carrera) el desarrollo e implementación de hexápodos por el gran aporte que han presentado a la ciencia.

Los estudios realizados en las principales escuelas de ingeniería electrónica como es el caso de Aymacaña & Mullo (2009) en la ESPE; están orientados en buscar modificaciones en sus extremidades (patas) a fin de tener mayor movilidad o grados de libertad al momento del acceso a diferentes lugares, es decir, buscar la manera más óptima de movilidad evadiendo obstáculos o atravesando sobre ellos.

Las modificaciones que se han realizado en base a los componentes electrónicos y la programación están basadas en la plataforma Arduino y el desarrollo de control remoto, vía bluetooth o aplicaciones móviles desde el celular. (Ulloa, 2017)

El aporte que han generado los robots móviles (insectos) han permitido que los mismos sean considerados dentro del CER⁴ en las categorías de carrera de velocidad y carrera con obstáculos, en esta última categoría los robots están prediseñados con sensores para evadir obstáculos o a su vez para saltar los mismos.

Definición de términos básicos

Proporcional, Integral y Derivativo

Es un algoritmo que está compuesto de tres elementos que proporcionan una acción Proporcional, Integral y Derivativa. Estas tres acciones son las que dan nombre al controlador PID. (Pardo, 2020).

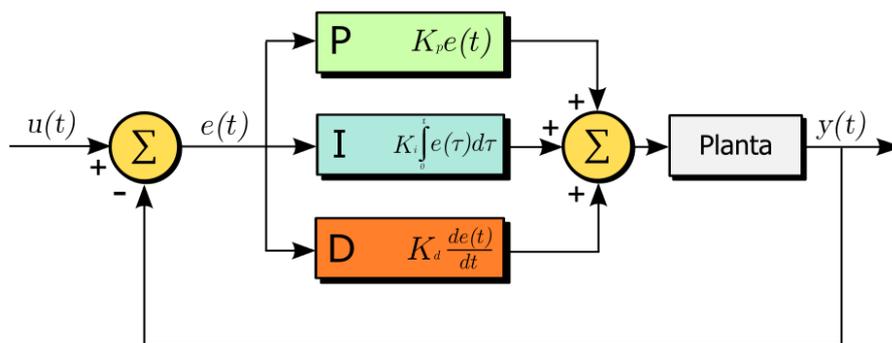


Figura 6. Representación gráfica del algoritmo PID

Fuente: DDC

⁴ CER. - Siglas del Concurso Ecuatoriano de Robótica

Mecanismo de Theo Jansen o Mecanismo Theo Jansen

Es un mecanismo que utiliza la energía del viento para el desplazamiento de bestias (cuadrúpedos), según Onieva (2019) la mayor obra de Theo Jansen es *strandbeest*, la cual puede desplazarse utilizando la energía del empuje del viento, esta estructura está compuesta de varias patas que simulan el desplazamiento de animales cuadrúpedos.



Figura 7. Mecanismo Theo Jansen

Fuente: Probeta Mar (García, 2016)

Robot Hexápodo

Es un robot móvil del grupo de los insectos, el cual está constituido por seis patas, se utiliza con diferentes propósitos, (desplazamiento) a lugares de difícil acceso según Néstor Fernández (2003) estos pueden ser complejos dependiendo de los grados de movilidad que se requiera en sus extremidades.

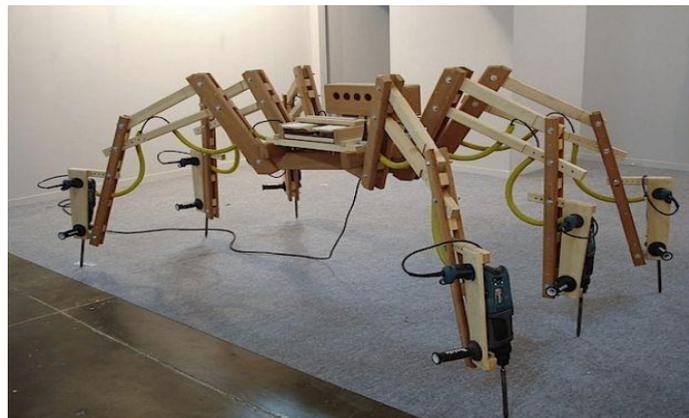


Figura 8. Diseño de un hexápodo

Fuente: Elaboración propia

Arduino Nano V3

Es una pequeña y completa placa basada en el microcontrolador ATmega328P de Atmel. Posee el mismo microcontrolador que la tarjeta Arduino Uno, con la misma cantidad de pines digitales e incluso dos entradas analógicas adicionales. El Arduino Nano fue diseñado por la empresa Gravitech (USA) para trabajar montado en un protoboard, y así facilitar el prototipado de los circuitos (Mechatronics, 2020).

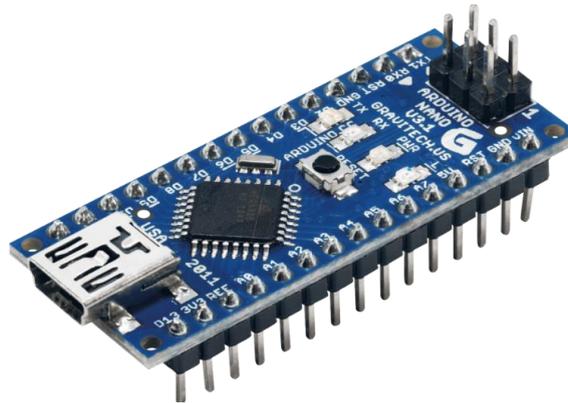


Figura 9. Arduino Nano V3

Fuente: Mechatronics

Tabla 1

Características del Arduino Nano V3

Microcontrolador	ATmega328
Arquitectura	AVR
Voltaje de operación	5 V
Memoria	32 KB de los cuales 2 KB utiliza el gestor de arranque
SRAM	2 KB
Frecuencia de procesos	16 MHz
Pines analógicos	8
EEPROM	1 KB
DC Current per I/O Pins	40 mA (I/O Pins)
Voltaje de entrada	7-12 V
Digital I/O Pins	22 (6 de los cuales son PWM)
Salida PWM	6
Consumo de energía	19 mA
Tipo de PCB	18 x 45 mm
Peso	7 g

Fuente: Elaboración propia

Motorreductor

Es pequeño de alta calidad destinado a ser utilizado con un voltaje de alimentación de 6 voltios, este tipo de motor puede funcionar a tensiones por encima y por debajo de este voltaje nominal, por lo que debe operar cómodamente en el rango de 3-9 V. Todos los motores con engranaje de micro metal tienen las mismas dimensiones físicas, pero vienen en un amplio rango de trabajo, con características de engranajes de engranajes de 5:1 hasta 2981:1 (Solano, Solano, & Valdivieso, 2018)



Figura 10. Motorreductor Dc.

Fuente: Pololu

Tabla 2

Características del Motorreductor 50:1

Nombre técnico	Motorreductor
Marca	Pololu
Tamaño:	24 x 10 x 12 mm
Peso:	0.34 oz
Diámetro del eje:	3 mm
Relación de engranajes:	51.45:1
Velocidad sin carga @ 6V:	630 rpm
Corriente sin carga @ 6V:	100 mA
Corriente con carga max @ 6V:	1600 mA
Torque @ 6V:	15 oz·in

Fuente: Elaboración propia

Sensor SHARP GP2Y0A41SK0F

El GP2Y0A41SK0F Sensor de proximidad infrarrojo Sharp es un dispositivo opto electrónico que permite medir distancia mediante la reflexión de luz infrarroja. (Mechatronics, 2020).



Figura 11.- Sensor Sharp GP2Y0A41SK0F de 4 a 30 cm

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Características del sensor Sharp

Nombre técnico	Sensor analógico de 4-30 cm
Marca / tipo	SHARP GP2Y0A41SK0F
Voltaje	4.5-5.5
Amperaje	12mA
Tipo de salida	Voltaje analógico
Diferencial de voltaje de salida en el rango de distancia	2.3 (Typical)
Periodo de actuación	16.5+/-4ms
Tipo	44.5mm *18.9mm*13.5mm
Peso:	3.5g
Nombre técnico	Sensor analógico de 4-30 cm

Fuente: Elaboración propia

Driver L298N

Es un pequeño amplificador de corriente; la función de los Drivers de motor es tomar una señal de control de baja corriente y luego convertirla en una señal de corriente más alta que pueda conducir un motor. (Obando, 2018)

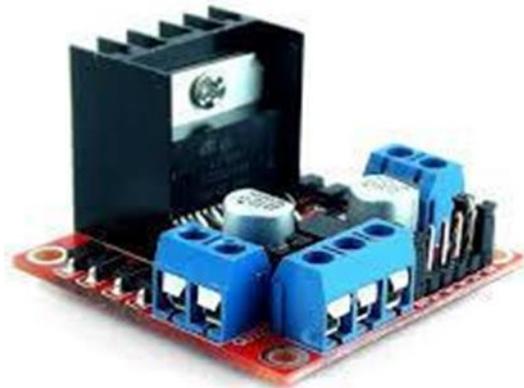


Figura 12 - Driver L298N

Fuente: Mechatronics

Tabla 4

Características del Puente H –L298N

Nombre	Driver Puente H L298N
Circuito Integrado principal:	L298N
Corriente pico de operación	4 Amperios
Corriente constante de operación	2 Amperios
Voltaje de alimentación máximo	46 voltios
Potencia de salida	25W
Nivel de entrada de señal de control	Nivel alto $2.3V \leq V_{in} \leq V_{ss}$, Nivel bajo: $-0.3V \leq V_{in} \leq 1.5 V$

Fuente: Elaboración propia

Bluetooth HC-05

El Bluetooth es una tecnología orientada a la conectividad inalámbrica entre dispositivos tan dispares como PCs, PDAs, teléfonos móviles, electrodomésticos, etc. En general, se puede decir que las posibilidades pueden considerarse infinitas. (Gálvez, 2005)



Figura 13. Módulo Bluetooth Hc-05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Características del Módulo Bluetooth Hc-05

Nombre	Módulo Bluetooth HC-05
Chip de radio:	CSR BC417143
Modulación:	GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
Frecuencia:	Potencia de emisión
Potencia de emisión	$\leq 4\text{dBm}$, Clase 2
Alcance	5 m a 10 m
Antena de PCB	incorporada
Sensibilidad	$\leq -84\text{ dBm}$ a 0.1% BER

Fuente: Elaboración propia

Batería portátil

Es una batería de litio (lipo) controlado por un microchip, de manera que detecta el dispositivo conectado y le suministra la corriente necesaria que admite dicho dispositivo. Dispone de circuitos de protección contra sobre intensidad y cortocircuito.



Figura 14. Batería tipo Lipo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6*Características de la batería lipo*

Dimensiones del producto	7 x 1.3 x 3.3 cm; 60 gramos
Pilas	1 Polímero de litio necesaria(s), incluida(s)
Necesita baterías	Sí
Incluye baterías	Sí
Tipo de Batería(s) / Pila(s)	Litio-Polímero
Peso del producto	60 g

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DEL PROYECTO INTEGRADOR- LA INVESTIGACIÓN

Diseño metodológico

Según lo establecido para la construcción de este trabajo, se utilizó una investigación experimental basada en recolección de información búsqueda de fuentes teóricas (antecedentes) a continuación se procedió a presupuestar y verificar los alcances técnicos y aportes académicos para futuros trabajos o proyectos.

Se procede a recolectar información para el diseño de una armazón (chasis) liviana con el uso de los componentes ligeros, a su vez a la programación correcta de un algoritmo en PID el cual permita acelerar o desacelerar los motores cada vez que lo necesite.

Variables y definición operacional

Las variables que se presentarán en este trabajo básicamente son de carácter empírico y experimental, en esta línea se puede encontrar variables dependientes como es la velocidad ya que para obtener una velocidad depende de otra variable independiente que es el torque, es decir a mayor torque menor velocidad.

Otra variable que se puede encontrar dentro de las magnitudes que es el peso el cual depende de la resistencia que pueda tener el esqueleto(chasis) del prototipo.

Técnicas de recolección de datos

Dentro de este trabajo únicamente se utilizan dos técnicas: la de observación y registros.

La primera técnica (observación) está basada en el conocimiento empírico, es decir, en las experiencias que se han generado durante las visitas a los concursos que organiza el CER, y las visitas al laboratorio de electrónica (club de robótica)

La segunda técnica (registro) permite generar búsquedas de estudios académicos realizados dentro de los últimos diez años en relación con robot (insectos), en un primer momento se hace con relación a las universidades ecuatorianas y luego en un segundo momento relacionado a diversas universidades y centros tecnológicos

CAPÍTULO III

PROPUESTA

Diseño electrónico

Dentro de este acápite se muestran todos los circuitos eléctricos - electrónicos de los elementos.

Diseño electrónico sensor Sharp GP2Y0A41SK0F y Arduino Nano

Para este caso se seleccionó el software Fritzing, las conexiones sucintas de la siguiente forma el pin de 5v se conecta con el cable rojo generando un puente entre ambos sensores, los cables negros se conectan a GND y los cables amarillos a los pines A1 y A2 o pueden ser cualquiera de los bloques analógicos

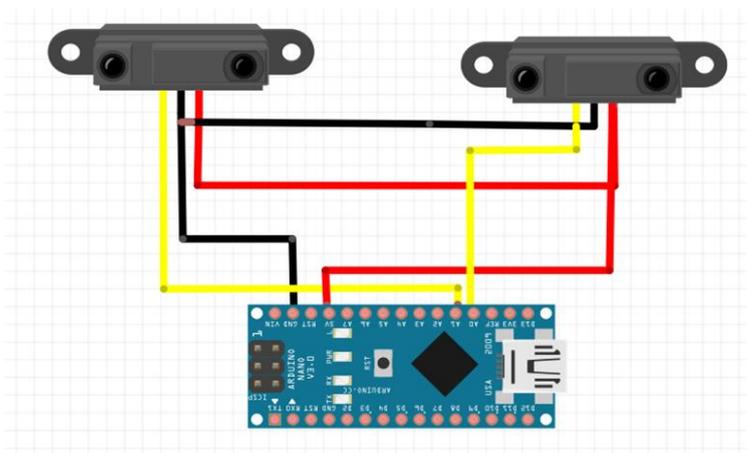


Figura 15. Diseño del Circuito de prueba Arduino y sensores Sharp

Fuente: Elaboración propia

Diseño electrónico motores - Arduino y el Puento L298N

Los motores que se utilizan para el arranque del circuito Theo Jansen son reductores 50 a 1, las conexiones de estos motores se conectan las dos entradas de los motores a las terminales del puente H, y las salidas se conectan en los pines digitales numerados.

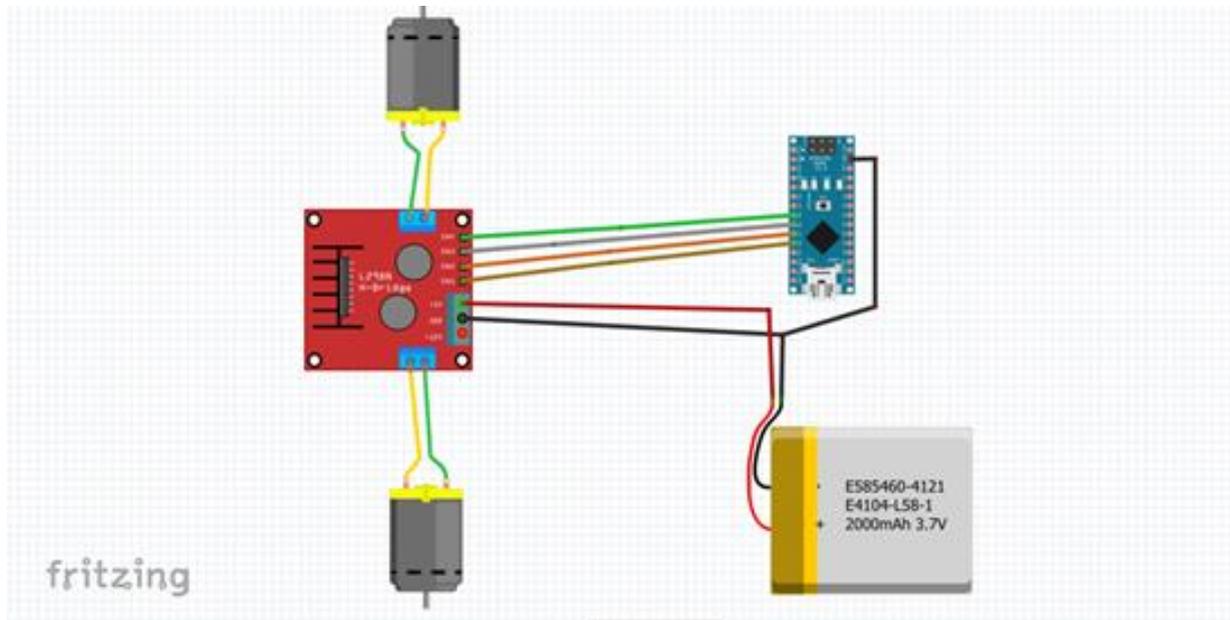


Figura 16. Diseño del circuito de prueba entre el driver y los motores

Fuente – Elaboración propia

Diseño electrónico conexiones Bluetooth

Las conexiones entre el bluetooth y el Arduino se ejecutan de la siguiente manera los pines D1 y D2 son utilizados para comunicar el Bluetooth, la alimentación se la realiza entre el GND y el voltaje.

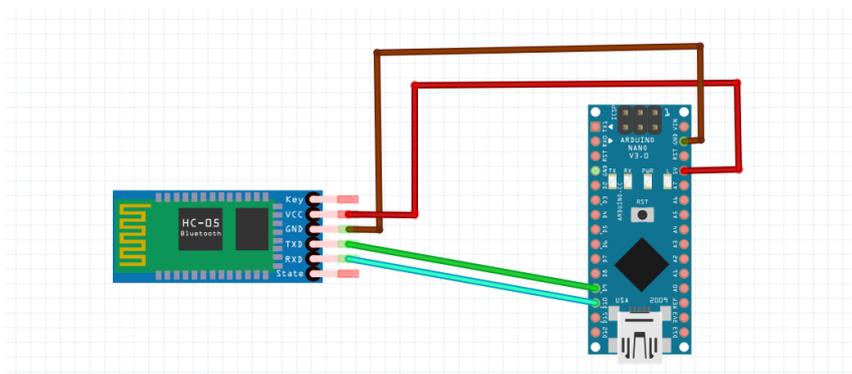


Figura 17. Diseño del circuito de prueba Bluetooth y Arduino

Fuente: Elaboración propia

Diseño Mecánico

Esta sección está orientada al diseño y construcción de elementos que no formen parte de la estructura, es decir, dentro de este acápite se exponen como se realizaron los diseños de la base y los matrimonios, los cuales permiten complementar la estructura mecánica.

Diseño en 3D de la base de elementos

Dentro de la parte mecánica se diseña una base en inventor la cual será impresa en material PLA, en la Figura 18 se puede visualizar el diseño de esta estructura, esta base tiene dos funciones una es sostener la mayor parte de elementos electrónicos (motores, arduino, driver y bluetooth) y su segunda función es sostener a las extremidades (izquierda y derecha) del mecanismo.



Figura 18. Construcción de la base en 3D

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en el software inventor se procede a realizar unos matrimonios los cuales serán impresos en PLA y servirán como conexión entre el eje de rotación del mecanismo y el eje de los micromotores, en la figura 19 es posible tener una vista de cómo está diseñado el matrimonio.

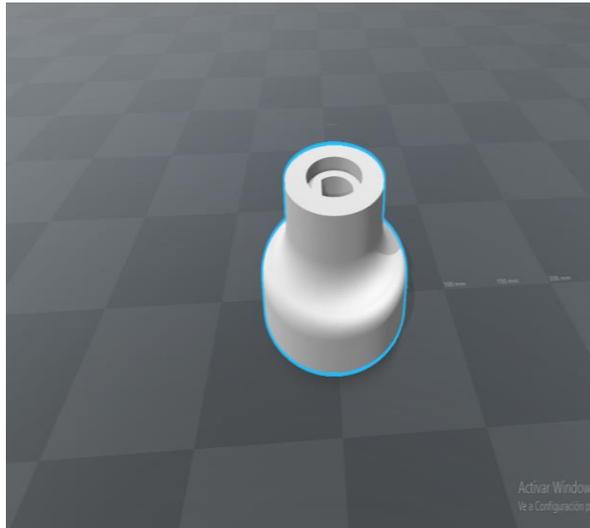


Figura 19. Construcción del eje y prototipo del matrimonio para el eje del motor

Fuente: Elaboración propia

Ensamblaje

Descripción del mecanismo Theo Jansen

El mecanismo utilizado tiene el nombre de Wind Power Beast, su funcionamiento es idéntico al mecanismo Theo Jansen, ya que funciona a través de energía eólica.



Figura 20. Mecanismo Theo Jansen Didáctico o Wind Power Beast

Fuente: RE CROSS (2020)

El mecanismo está constituido por 100 elementos, sin embargo, se tomaron las 82 piezas fundamentales: 2 piñones, 2 ejes de rotación, 8 elementos de soporte triangular, 12 pies de soporte, 12 triángulos, 12 brazos de unión, 12 articulaciones de igual circunferencia (parte

A) 12 articulaciones de diferente circunferencia (parte B), 12 articulación de banda (parte D).

Ensamble del mecanismo

Se procede a ensamblar las 6 primeras piezas similares, empezando por el pie de la estructura donde se inserta un pedazo de goma, el cual permitirá que la locomoción tenga un mejor soporte cada que realice una pisada. A continuación, se procede a unir el pie de estructura con la parte A, con el triángulo y la parte B formando una figura similar a un trapecio.

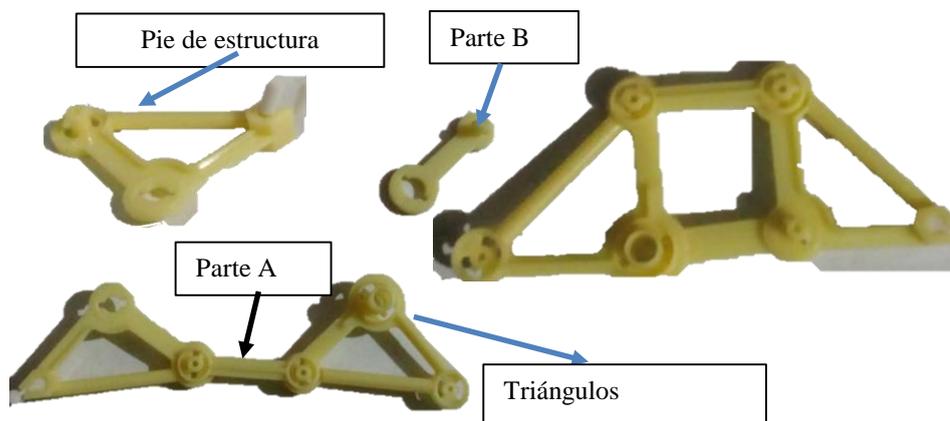


Figura 21. Mecanismo Theo Jansen Didáctico o Wind Power Beast

Fuente: Elaboración propia

Como actividad consecutiva se procede a unir el trapecio con los soportes triangulares y el eje de rotación a manera de tener unidas las piezas y pueden girar de manera uniforme dentro de todo el mecanismo.



Figura 22 - Diseño de una articulación

Fuente: Elaboración propia

En este sentido se procede a unificar todas las piezas de la sección derecha e izquierda a manera que exista una construcción uniforme y pueda existir un movimiento similar durante toda la trayectoria.



Figura 23. Unión del trapecio con los soportes triangulares y los ejes de rotación

Formato: Elaboración propia

Ensamblado el mecanismo Theo Jansen. Se procede a unir con las impresiones (3D) realizadas y a su vez a realizar los cortes pertinentes en las secciones que sobrepasen las medidas establecidas.



Figura 24. Ensamble de motores

Fuente: Elaboración propia

Los cortes se realizan dentro de los soportes triangulares a medida de poder conectar los ejes de los motores con los acoples impresos en 3D. Se acopla la base impresa en 3D donde se acoplan los motores, driver, bluetooth, arduino y todos los componentes electrónicos.

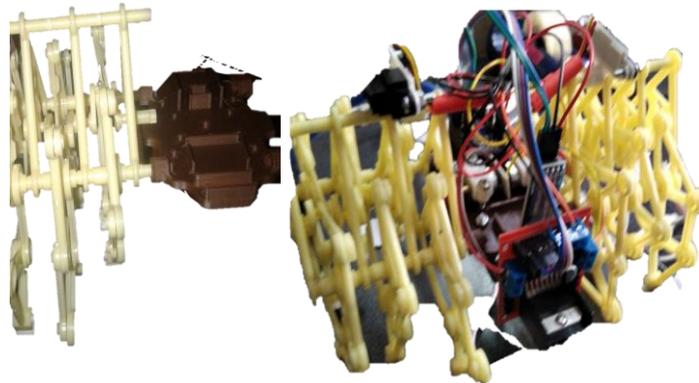


Figura 25. Prototipo completo

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se realizan todas las pruebas pertinentes para revisar que el eje de rotación del armazón se conecte de manera fija a los ejes de cada motor y se supervisa que todas las conexiones estén lo más sólidas posible.

Programación

Importación de librerías

Lo primero que se realiza es la declaración de variables e importación de librerías para el sensor Sharp, Bluetooth y las necesarias para el PID.

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <SharpDistSensor.h> //Libreria para leer sensores sharp
SoftwareSerial mySerial(9,10); // RX, TX

```

Figura 26. Declaración de librerías en Arduino

Fuente: Elaboración propia

Declaración de Variables

Dentro esta estructura se procede a declarar la variable del motor A y B de igual forma se declaran los pines 3,4 y 5 para el control del motor A y 6,7 y 8 para el control del motor B de igual manera las variables int y flag memorizan la información de cada proceso.

A continuación, se procede a realizar un PID por sintonización, es decir, se generarán valores a través de prueba y error para KP y KD, se nota que la constante en D deberá ser mayor a P, dentro de esta declaración se pondrá los valores máximos para cada motor dentro del PWM.

Por último, se crean variables para almacenar el error y variables para los pines A0 y A1 donde estarán conectados los sensores.

```

//Motor A
int PWMA = 5; //Speed control
int AIN1 = 4; //Direction
int AIN2 = 3; //Direction

//Motor B
int PWMB = 6; //Speed control
int BIN1 = 8; //Direction
int BIN2 = 7; //Direction

int dato=0;
int flag=0;

//float KP=0.08 ;
//float KD=0.95;

float KP=0.25 ;//
float KD=2.95; // Note: Kp < Kd)

// move(1, 115, 1); //RIGHT
// move(2, 150, 1); //LEFT

int Velocidad_derecha= 125; // max speed of the robot
int Velocidad_izquierda= 150; // max speed of the robot

int led=13;

int lastError = 0;
const byte sensorizq = A1;
const byte sensorder = A0;

```

Figura 27. Creación de variables

Fuente: Elaboración propia

Programación del Filtro Digital

La siguiente estructura es un filtro digital para sensores analógicos, dentro de esta configuración se establece la constante `mediumFilterWindowSize`, la cual se convierte en una constante o variable solo de lectura.

```
// Filtro digital para sensores analogicos
const byte mediumFilterWindowSize = 3;
SharpDistSensor sensord(sensororder, mediumFilterWindowSize);
SharpDistSensor sensori(sensorizq, mediumFilterWindowSize);
// variables para distancias
unsigned int distd, disti;
int distx=0;
```

Figura 28. Creación del Filtro Digital

Fuente: Elaboración propia

Creación de la Función Void Setup

Dentro de esta configuración se expresan las entradas de los motores, la comunicación del HC-05, el TCCR1B es la frecuencia del motor y finalmente se lee el serial para el HC-05

```
void setup() {

  TCCR1B = TCCR1B & B11111000 | B00000100; // for PWM frequency of 122.55 Hz
  pinMode(PWMA, OUTPUT);
  pinMode(AIN1, OUTPUT);
  pinMode(AIN2, OUTPUT);
  pinMode(PWMB, OUTPUT);
  pinMode(BIN1, OUTPUT);
  pinMode(BIN2, OUTPUT);

  pinMode(led, OUTPUT);

  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600); // Comunicacion serial con el HC-05
  Serial.println();
  Serial.println("READY");
  |
}
```

Figura 29. Creación de la Función Void Setup

Fuente: Elaboración propia

Creación de la Función Void Loop

Dentro de esta estructura se crean los bucles con la ayuda de la función `while`; primero para el encendido y parada del robot y posteriormente el programa con el uso de la fórmula de

$KP * error + KD * (error - lastError)$ realiza las tareas de corregir la distancia de la pared respecto al sensor y a su vez calibra las velocidades a la izquierda suma y a la derecha resta y con la ayuda del If se calibran las velocidades máximas de los motores.

A su vez muestra dos comparaciones para el movimiento del motor (move) donde las condiciones muestran que el dato debe ser mayor a 0. Finalmente, con estas condiciones se establece el paro del robot y el encendido.

```

void loop(){
  while (mySerial.available() > 0)
  {
    dato = mySerial.read();
    if (dato == 'F') { flag=1;}
    if (dato == 'P') { flag=2;}
  }
  //BOTON INICIO
  while (flag==1)
  {
    distd = sensor.getDist();
    unsigned int position = distd;
    int error = position - 300;
    int motorSpeed = KP * error + KD * (error - lastError);
    lastError = error;
    int rightMotorSpeed = Velocidad_derecha - motorSpeed;
    int leftMotorSpeed = Velocidad_izquierda + motorSpeed;

    if (rightMotorSpeed > Velocidad_derecha ) rightMotorSpeed = Velocidad_derecha; // prevent the motor from going beyond max speed
    if (leftMotorSpeed > Velocidad_izquierda ) leftMotorSpeed = Velocidad_izquierda; // prevent the motor from going beyond max speed
    if (rightMotorSpeed < 0) rightMotorSpeed = 0; // keep the motor speed positive
    if (leftMotorSpeed < 0) leftMotorSpeed = 0; // keep the motor speed positive

    move(1, rightMotorSpeed, 1); //motor 1, full speed, left
    move(2, leftMotorSpeed, 1); //motor 2, full speed, left

    Serial.print(" pos "); Serial.print(position);
    Serial.print(" error "); Serial.print(error);

    Serial.print(" MOTOR RIGHT "); Serial.print(rightMotorSpeed);
    Serial.print(" MOTOR LEFT "); Serial.println(leftMotorSpeed);

    while (mySerial.available() > 0)
    {
      dato = mySerial.read();
      if (dato == 'F') { flag=1;}
      if (dato == 'P') { flag=2;}
    }
  }

  //BOTON PARADA
  while (flag==2)
  {
    move(1, 0, 1); //motor 1, STOP
    move(2, 0, 1); //motor 2, STOP
    while (mySerial.available() > 0)
    {
      dato = mySerial.read();
      if (dato == 'F') { flag=1;}
      if (dato == 'P') { flag=2;}
    }
  }
}

```

Figura 30. Creación de la Función Void Loop

Fuente: Elaboración propia

Creación de la Función Void Move

Dentro de esta función se declara las variables motor, giro y dirección; esta función permite que el motor active o desactive acorde al giro y sentido; se utiliza HIGH para encender y LOW para apagarse, a continuación de eso se establece los parámetros del PWM para el motor A y B para el desplazamiento y giro.

```
void move(int motor, int speed, int direction)
{
  boolean inPin1 = LOW;
  boolean inPin2 = HIGH;
  if(direction == 1){
    inPin1 = HIGH;
    inPin2 = LOW;
  }

  if(motor == 2){
    digitalWrite(AIN1, inPin1);
    digitalWrite(AIN2, inPin2);
    analogWrite(PWMA, speed);
  }else{
    digitalWrite(BIN1, inPin1);
    digitalWrite(BIN2, inPin2);
    analogWrite(PWMB, speed);
  }
}
```

Figura 31. Creación de la Función Void Move

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

Resultados

La estructura mecánica adquirida y readecuada mediante cortes, diseños e impresiones de pequeñas piezas cumple con las dimensiones de un robot de competencia para la categoría velocidad, siendo sus dimensiones finales en (centímetros) ancho = 18, largo = 15 y alto 12. Los componentes electrónicos adquiridos se acoplan a los requerimientos de un robot de velocidad, en el caso de los motores tienen el torque (15 onz) cada uno, el cual es suficiente para mover tanto las extremidades ubicadas a la izquierda como las colocadas a la derecha. El robot puede desplazarse una distancia de 2,5 metros en menos de 8 segundos y cuando mucho se demora 12 segundos.

Los demás componentes cumplen lo establecido, en el caso de los sensores miden la distancia a partir de 4-30 cm y están ubicados en la parte superior del robot sostenidos por un eje en paralelo con la base.

El robot tiene un *switch* que permite alimentar la batería o desconectarla de manera que se pueda ahorrar la carga de la misma, el encendido del robot puede ser por bluetooth mas no el control, es decir únicamente se utiliza para encender apagar.

El controlador PID calibra la velocidad de cada motor sumando o restando como lo necesite, dependiendo la circunstancia y evitando que se choque el robot.

Finalmente es posible visualizar que a nivel de costos y utilidad la estructura utilizada es la más económica, los valores de los armazones para estos robots según *Amazon*⁵ pueden oscilar en \$1000, considerando que la carcasa de un insecto móvil incrementa el costo debido a su locomoción y la necesidad de componentes electrónicos para su control.

⁵ Amazon. - Es considerada como la tienda más grande de los EEUU en venta de artículos

CONCLUSIONES

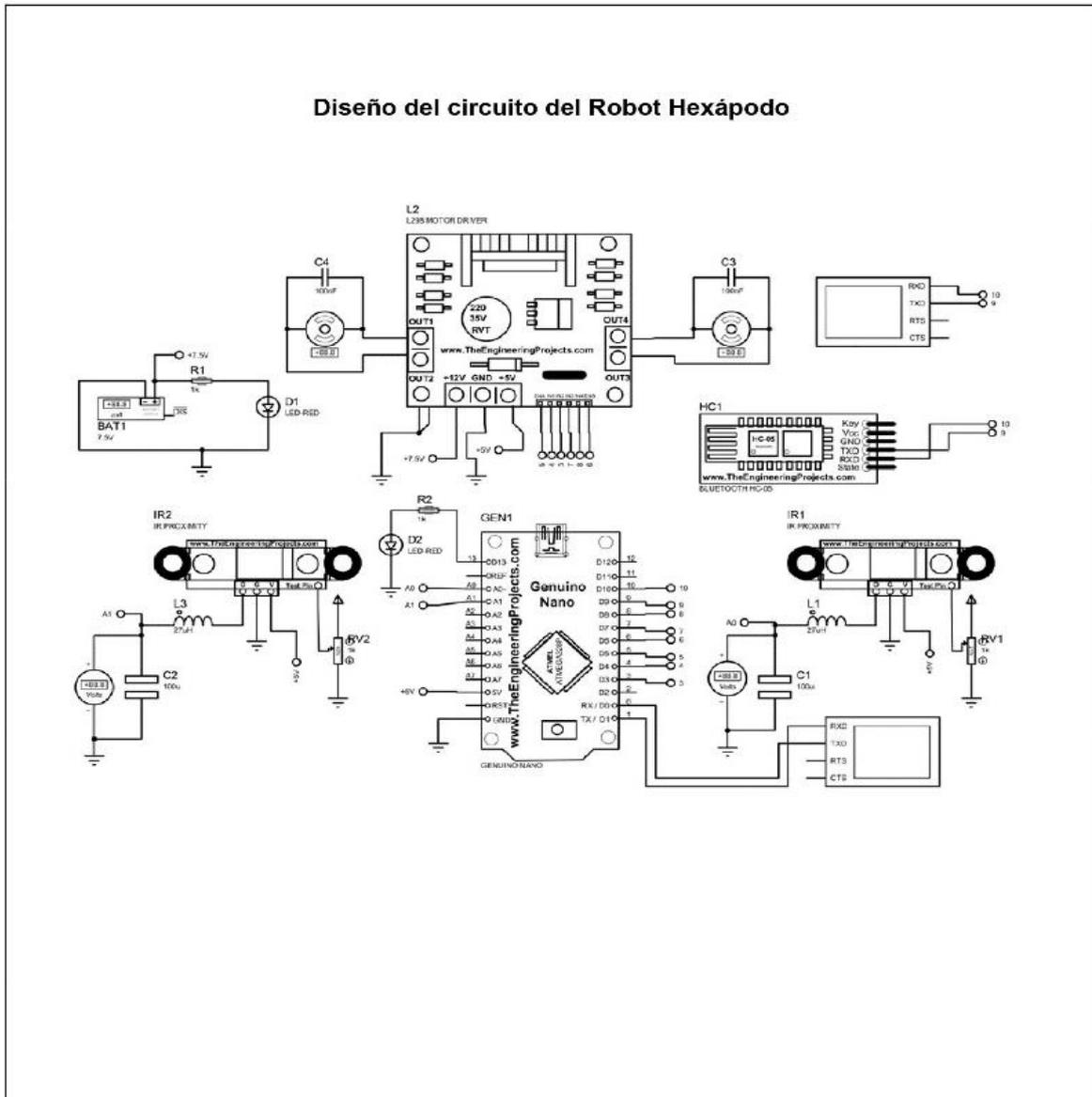
- La locomoción Theo Jansen queda comprobada como la armadura más liviana y adecuada para este tipo de robots, los ejes de rotación de este armazón unidos a cada motor soportan un rango de (125-255) PWM
- La unión que generan los matrimonios entre los ejes de rotación de la estructura y los ejes de cada motor juegan el papel más importante ya que conectan la estructura mecánica y la electrónica.
- El controlador PID permite calibrar de manera automática las velocidades de cada motor según sea necesario, es decir, este algoritmo permite corregir los errores de posición aumentando o disminuyendo la velocidad según el requerimiento de cada lado del robot
- El PID es el controlador que depende del valor proporcional en base a los errores presentes, el valor integral en base a errores pasados y el derivativo en base a errores futuros, para este control se tomó en cuenta un control PD entendiendo que el error integral es igual a 0.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable diseñar y reimprimir una estructura Theo Jansen a escala para no tener que hacer cortes en la construcción original y generar posibles fallas mecánicas
- Es aconsejable utilizar un driver LM298N por la facilidad mecánica para ser sustituido en caso existir un accidente dentro de una competencia
- Se sugiere realizar una construcción en los soportes triangulares externos del robot con el fin de ubicar de mejor manera los sensores de distancia.

ANEXOS

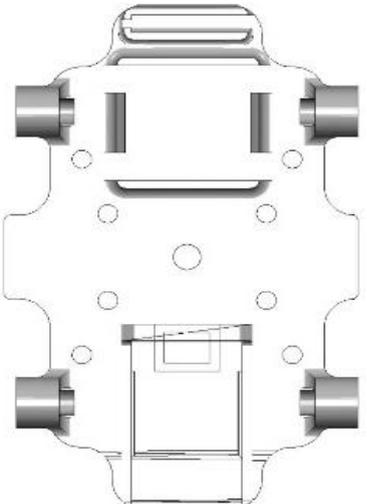
Anexo 1: Diseño del circuito de conexiones en proteus



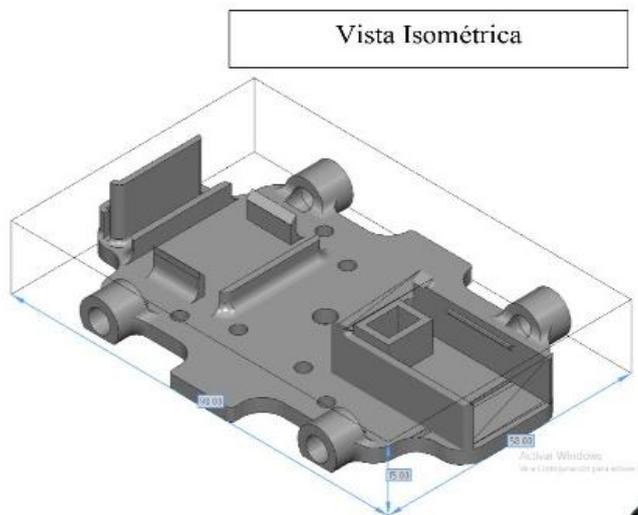
	Tolerancia		Material	
	Fecha	Nombre	Denominación	Escala
	Dib. 07/08/2020	Chachapoya F.		
	Rev. 07/08/2020	Ing. Toca, Luis		
	Aprob. 07/08/2020	Ing. Toca, Luis	Diseño en Ares Proteus	
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva			Número de Dibujo	01 de 11
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución

Anexo 2: Diseño de los matrimonios entre los ejes del motor y el eje de la estructura

Diseño de la base- chasis.



Vistas superior



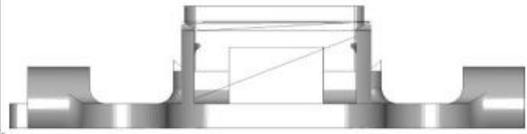
Vista Isométrica



Vista lateral



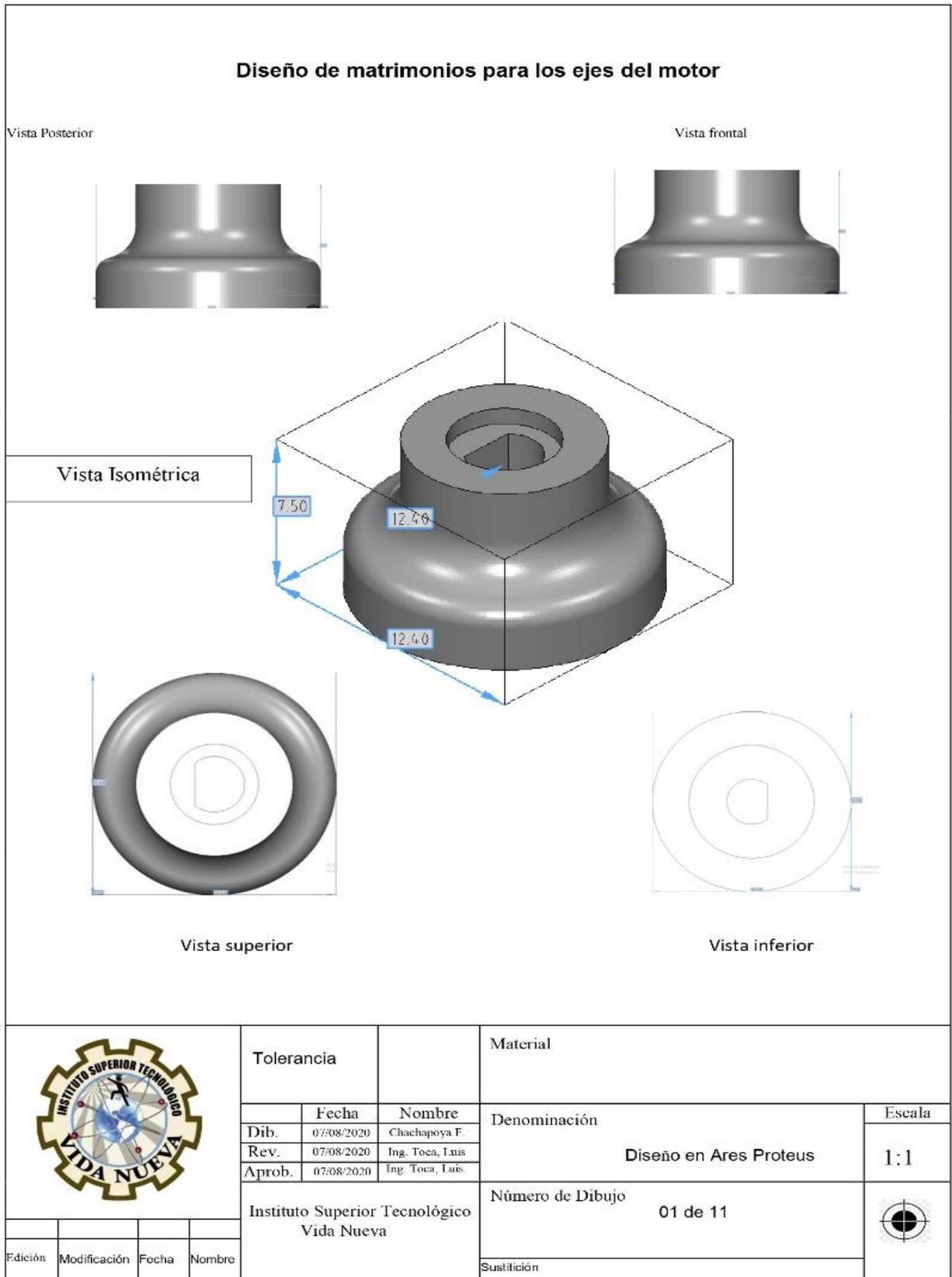
Vista frontal



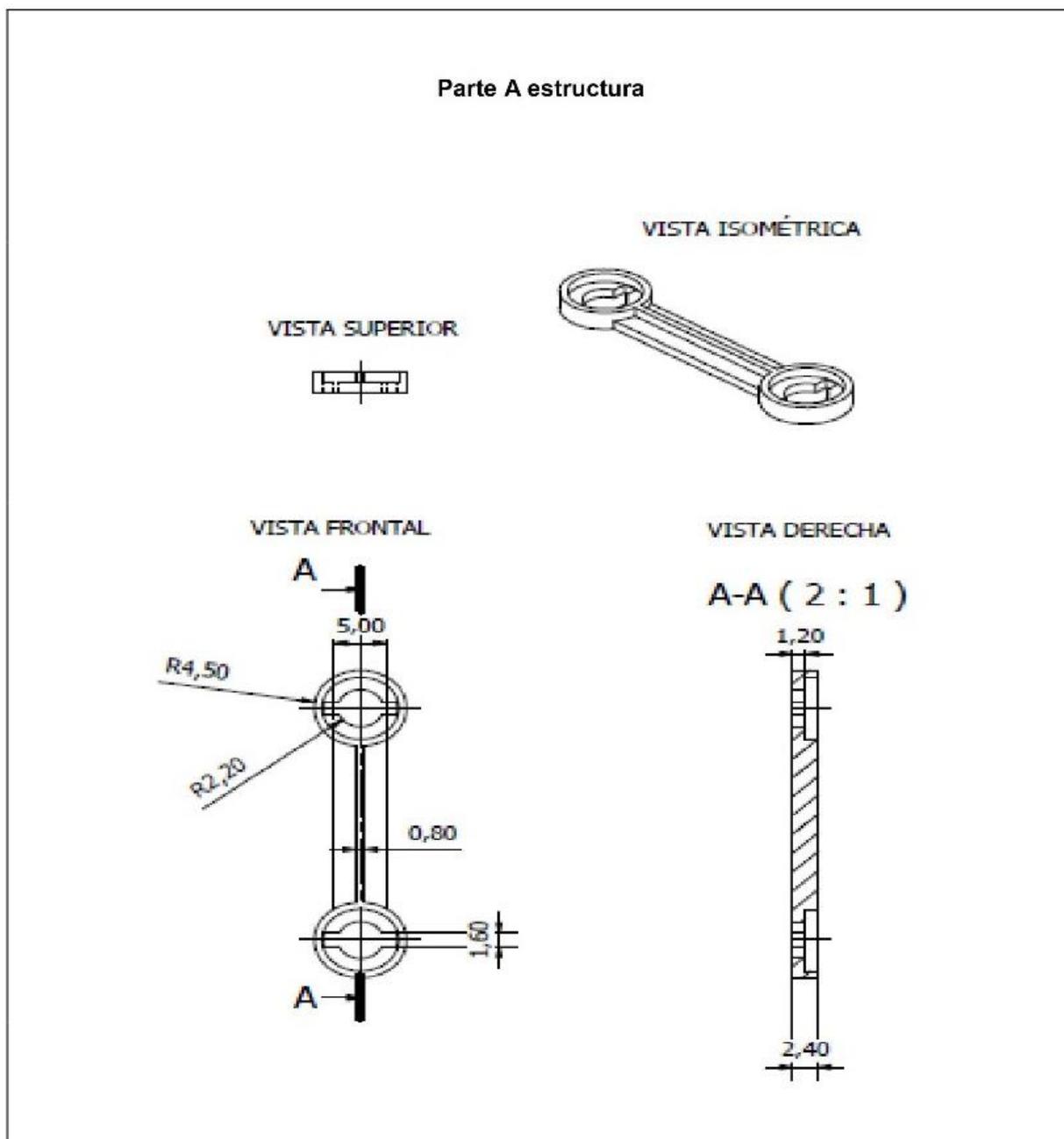
vista posterior

	Tolerancia		Material		
	Fecha	Nombre	Denominación Diseño en Ares Proteus		
	Dib.	Chachapoya F			
	Rev.	Ing. Toca, Luis			
Aprob.	Ing. Toca, Luis.	Número de Dibujo 01 de 11		Escala 1:1	
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva			Sustitución		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		

Anexo 3: Diseño de la base-chasis del Robot Hexápodo

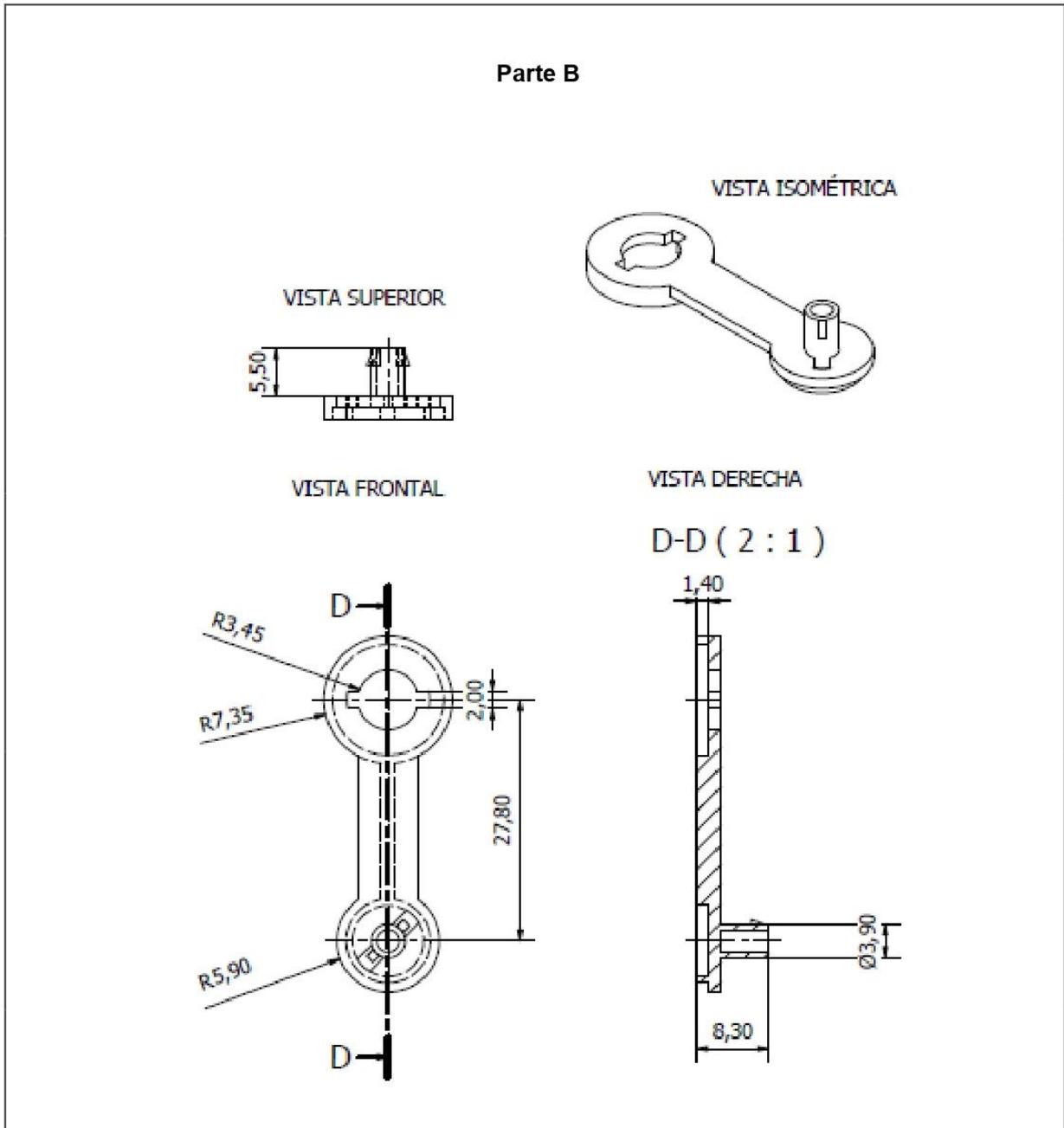


Anexo 4: Parte A estructura



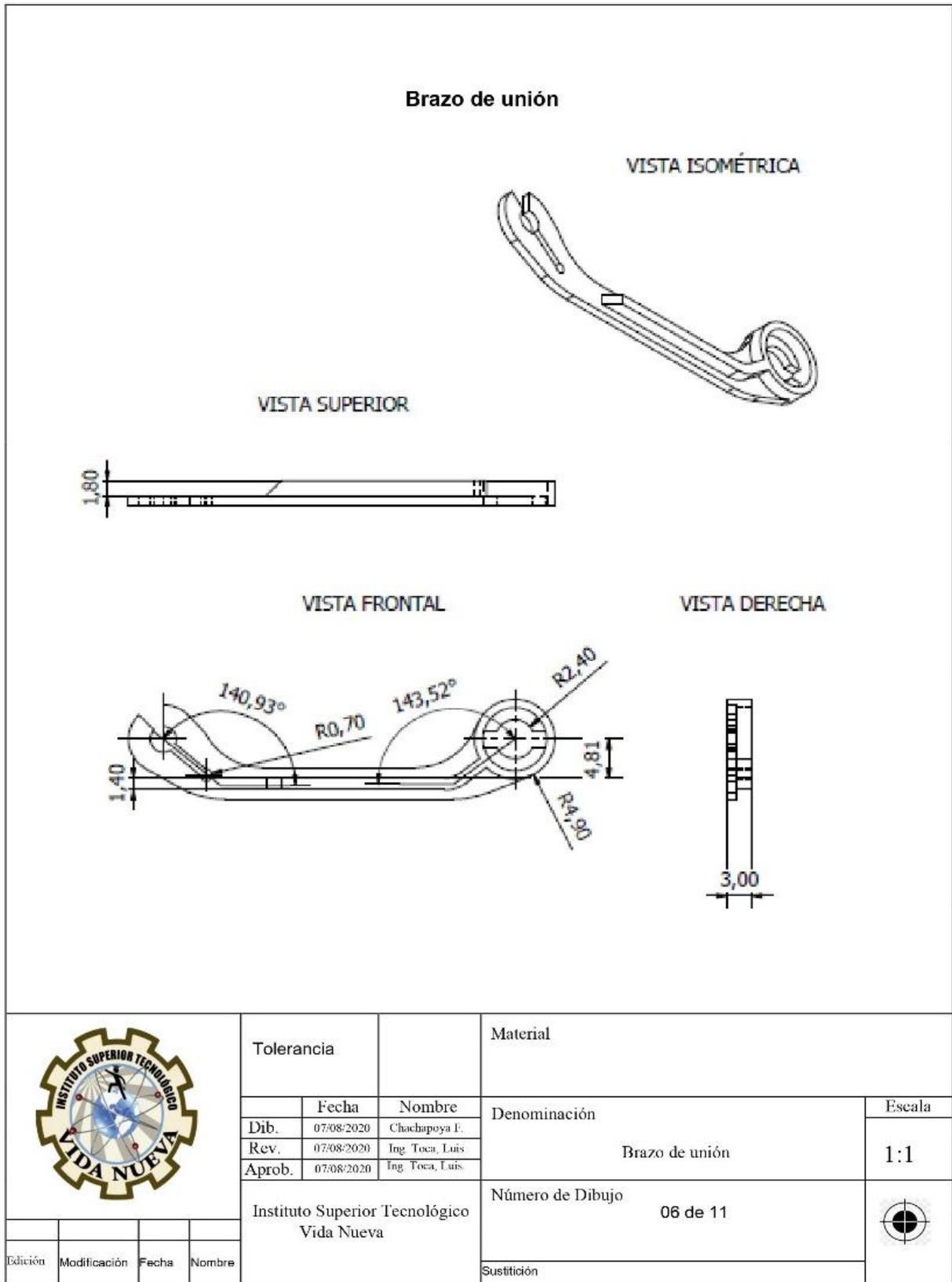
	Tolerancia			Material	
		Fecha	Nombre	Denominación	Escala
	Dib.	07/08/2020	Chachapoya F.	Parte A estructura	2:1
	Rev.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis		
Aprob.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis			
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva			Número de Dibujo	04 de 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución	

Anexo 5: Parte B estructura

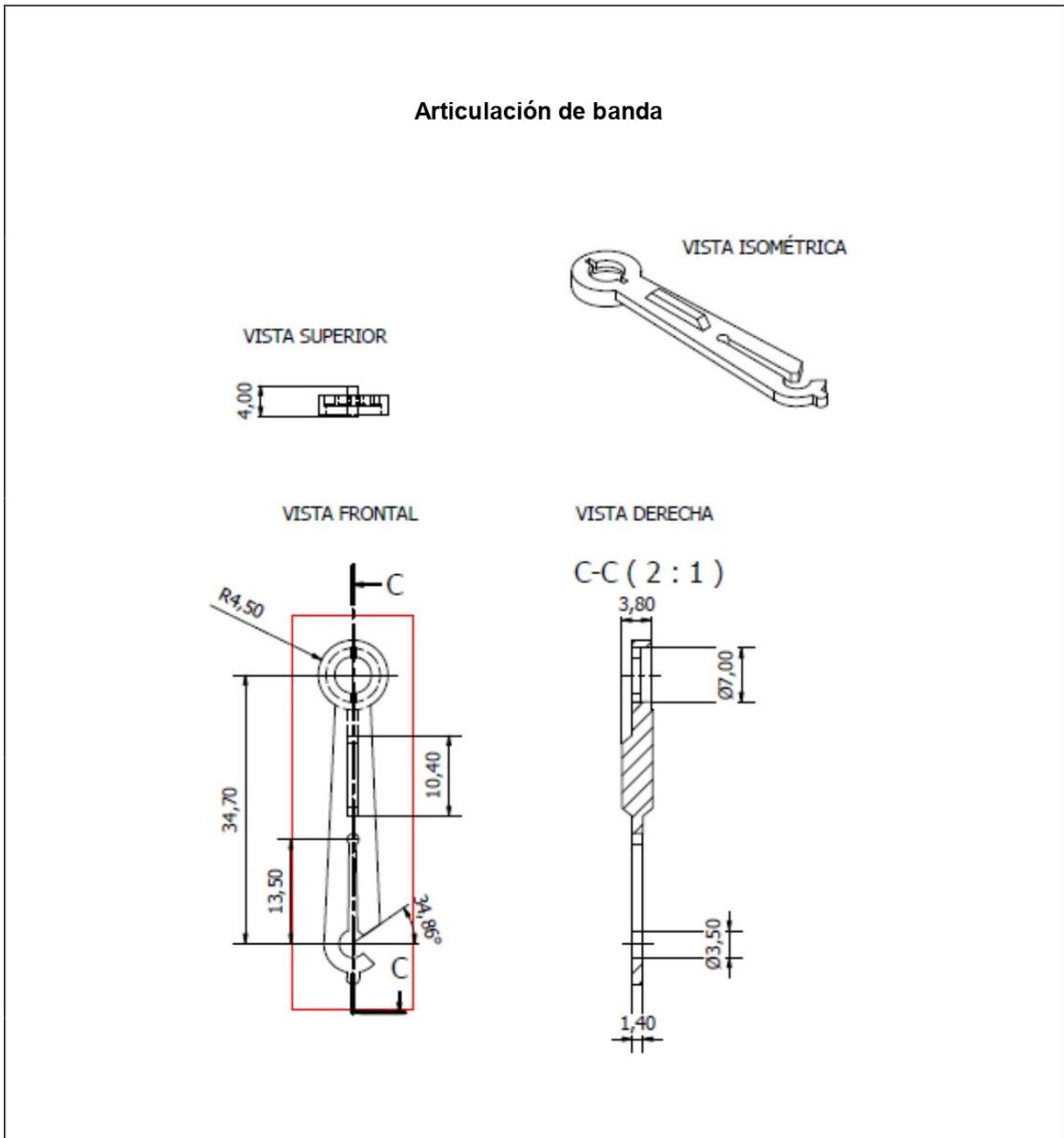


	Tolerancia		Material		
		Fecha	Nombre	Denominación Parte A estructura	Escala
	Dib.	07/08/2020	Chachapoya F.		2:1
	Rev.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis		
Aprob.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis.			
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva			Número de Dibujo 05 de 11		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución	

Anexo 6: Parte B estructura

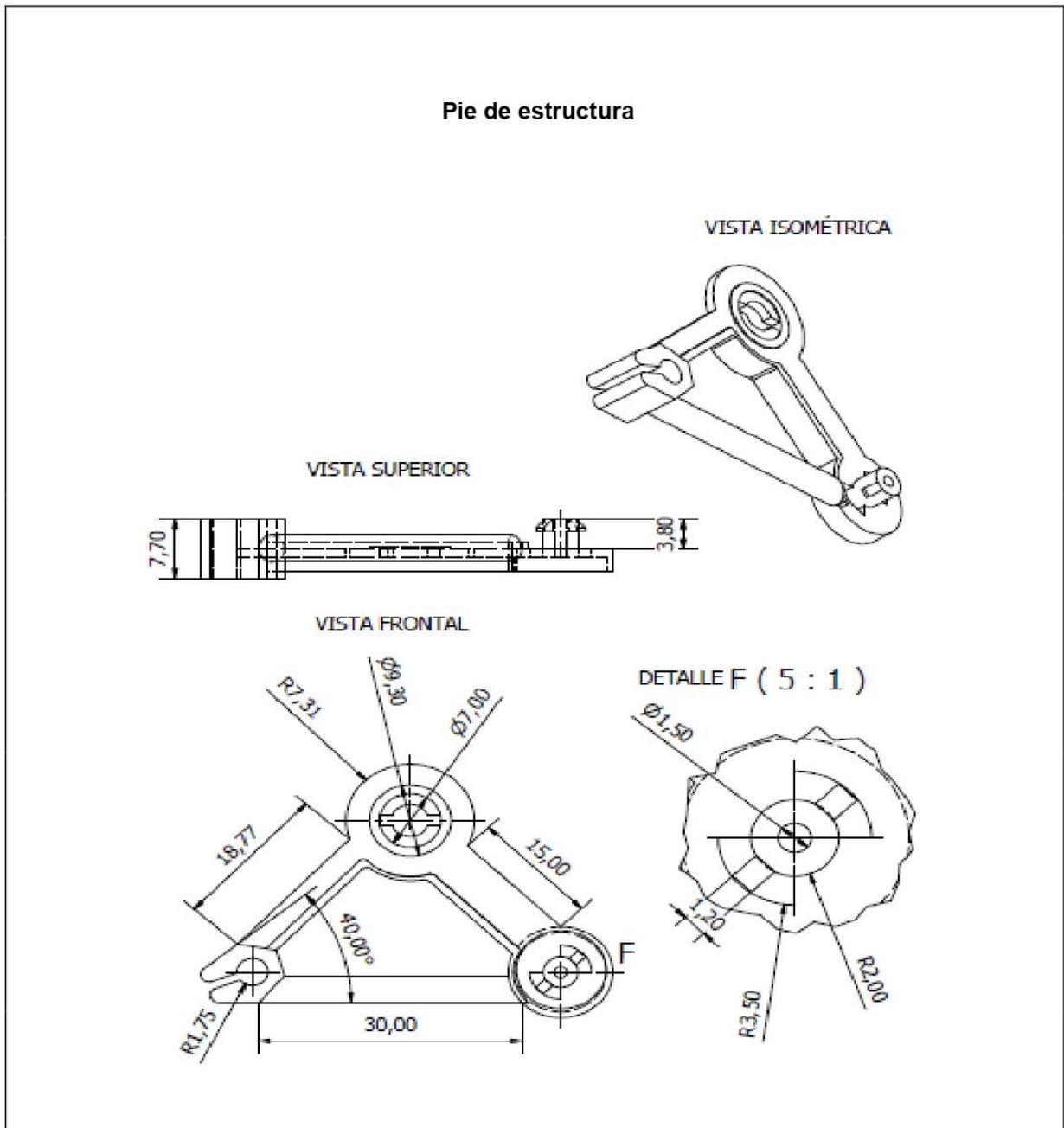


Anexo 7: Articulación de banda



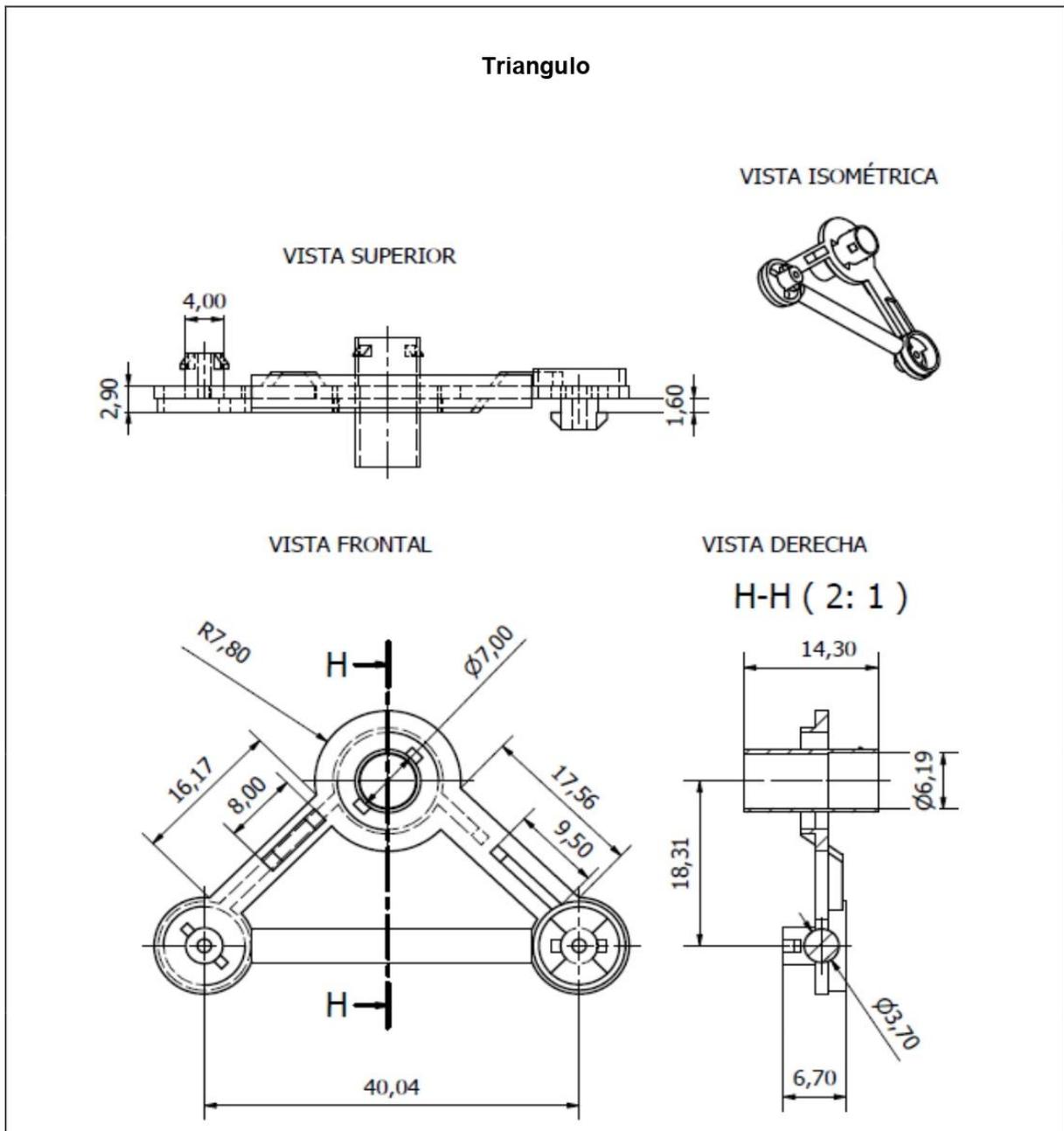
	Tolerancia		Material		
		Fecha	Nombre	Denominación Articulación de banda	Escala
	Dib.	07/08/2020	Chachapoya F.		2:1
	Rev.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis		
Aprob.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis.			
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva			Número de Dibujo 07 de 11		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución	

Anexo 8: Pie de estructura



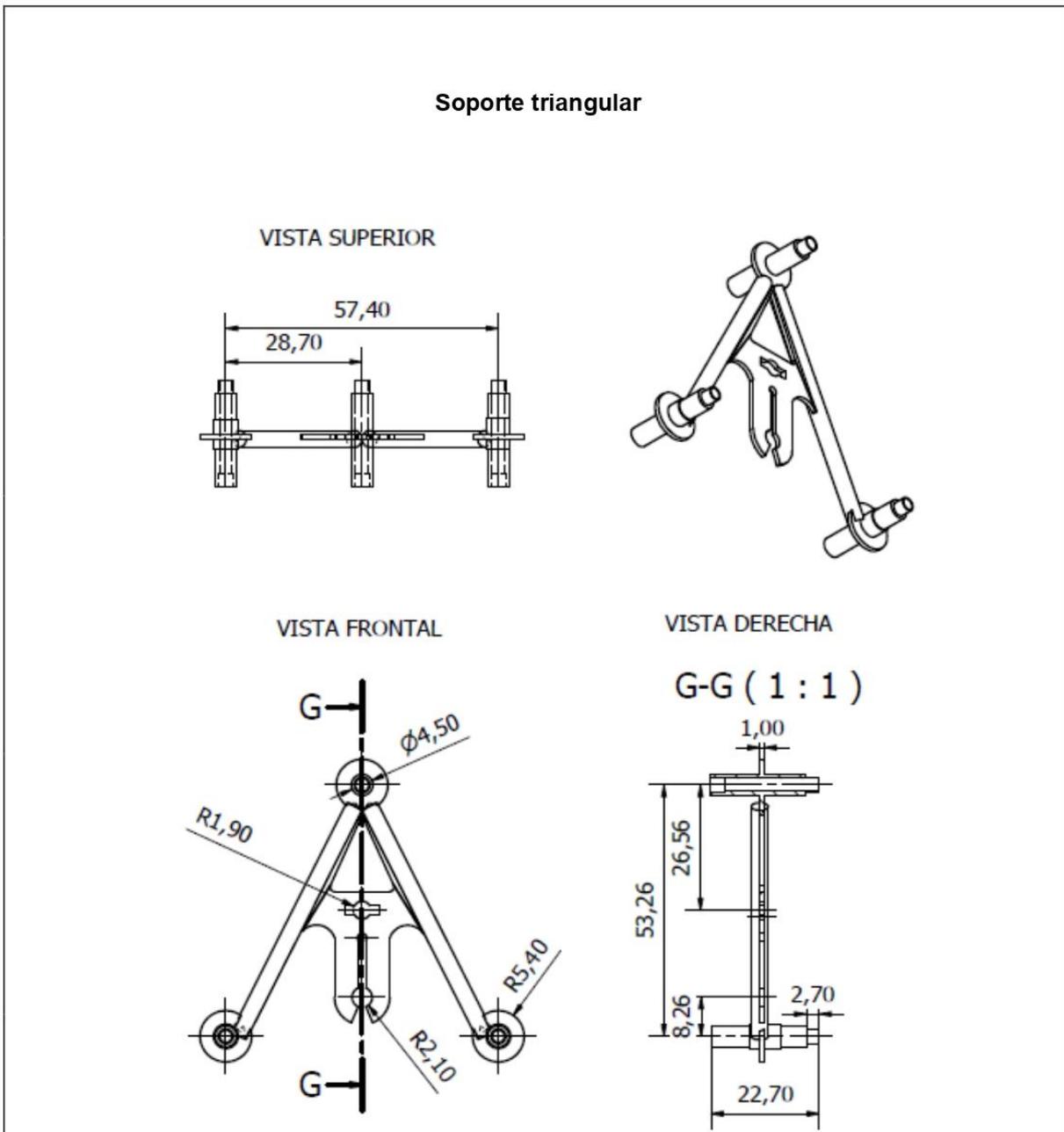
	Tolerancia		Material		
		Fecha	Nombre	Denominación Pie de estructura	Escala 5:1
	Dib.	07/08/2020	Chachapoya F.		
	Rev.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis		
Aprob.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis.			
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva			Número de Dibujo	08 de 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución	

Anexo 9: Triangulo



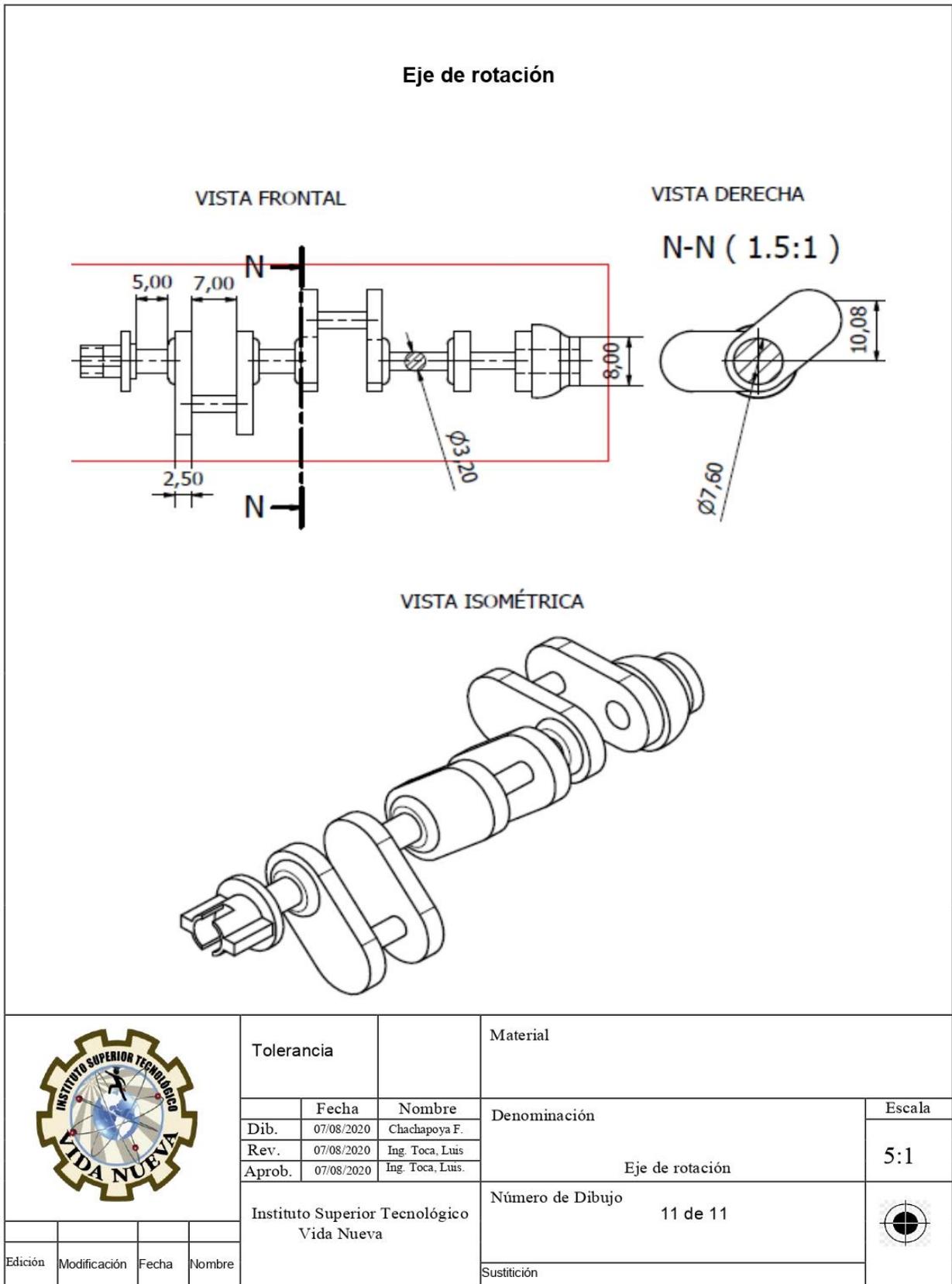
	Tolerancia		Material		
		Fecha	Nombre	Denominación Triangulo	Escala 2:1
	Dib.	07/08/2020	Chachapoya F.		
	Rev.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis		
Aprob.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis.			
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva			Número de Dibujo 09 de 11		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución	

Anexo 10: Soporte triangular



	Tolerancia			Material
		Fecha	Nombre	Denominación Soporte triangular
	Dib.	07/08/2020	Chachapoya F.	
	Rev.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis	
	Aprob.	07/08/2020	Ing. Toca, Luis.	Escala 1:1
Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva				Número de Dibujo 10 de 11
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución

Anexo 11: Soporte triangular



Anexo 12: Buscadores de Información Repositorios digitales

The screenshot shows a web browser displaying a DSpace repository page. The address bar shows the URL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13684>. The page header includes the ESPOL logo and navigation links: 'Página de inicio', 'Listar', and 'Ayuda'. A search bar contains the text 'Buscar en DSpace'. The main content area displays the following information:

Por favor, use este identificador para citar o enlazar este ítem: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/13684>

Título : Sala de sesiones virtuales para la ESPOL

Autor : Veliz, Juan
Morales, Pedro

Fecha de publicación : 1-dic-2010

Resumen : En este proyecto se ha elaborado un portal web de sala de sesiones virtuales que contiene un canal de transmisión de videoconferencias que permitirá extender la comunicación de la información impartida en los principales eventos o conferencias de la universidad a través del Internet. En tales conferencias se permitirá la interacción en la comunicación entre los visitantes al portal, previamente registrados y los conferencistas a través de un chat. Así mismo, el portal contiene un repositorio de videos de índole académico que permitirá visualizar y escuchar la información contenida, a los visitantes del portal. Para la implementación de este proyecto se han utilizado los servicios de la plataforma de transmisión de videos de USTREAM1, de librerías y funciones de desarrollo web del lenguaje PHP, funciones de código embebido web, el formato de intercambio de datos en JSON, repositorio de datos en MySql y como servidor web se ha empleado el uso de Apache Tomcat.

URI : <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13684>

Anexo 13: Buscador Proquest

The screenshot shows the ProQuest website. The address bar displays about.proquest.com/libraries/academic/. The page features the ProQuest logo and a navigation menu with the following items: 'For Libraries', 'For Researchers', 'Products & Services', 'For Customers', 'Events', 'About', and 'Blogs'. A dropdown menu is open under 'For Libraries', listing the following categories: 'Academic', 'Community College', 'Corporate', 'Government', 'Public', and 'Schools'. The main content area includes a banner image of two students working on a laptop, with the text 'Transforming Users into Precision Researchers'. Below the banner, there is a paragraph describing ProQuest's collections: 'ProQuest's collections span six centuries, all disciplines and the diverse content types needed by researchers, providing the world's largest collection of dissertations and theses; three centuries of newspapers; more than 450,000 academic ebooks; collections of important scholarly journals and other content researchers need such as data; and unique digital vaults of primary source materials. ProQuest's renowned abstracting and indexing enables researchers to find sources in their area of study.'

Anexo 14: Búsqueda a través de google académico

Google Scholar INICIAR SESIÓN

Artículos Aproximadamente 58.300 resultados (0,05 s) [Mi perfil](#) [Mi bibliote](#)

Cualquier momento
Desde 2020
Desde 2019
Desde 2016
Intervalo específico...

Ordenar por relevancia
Ordenar por fecha

Cualquier idioma
Buscar sólo páginas en español

incluir patentes
 incluir citas

Crear alerta

[PDF] **Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza** [PDF] [isciii.es](#)
R Valero, YH Ko, S Chauhan, O Schatloff... - Actas urológicas ..., 2011 - SciELO Espana
... nado específicamente para la pros- tatectomía transuretral, y ROBODOC®, un sistema robótico para realizar ... 3. En la actualidad se continúa investigando y desarrollando nuevos robots y posibles ... Cuando nos referimos a la robótica debemos se ñalar que nos hemos centrado ...
☆ [D](#) Citado por 30 Artículos relacionados Las 10 versiones [D](#)

[LIBRO] **Robótica-control de robots manipuladores**
E Rayas - 2011 - books.google.com
... Sistema robótico controlado por fuerza 8.6 Control híbrido de fuerza/posición 8.7 Control de impedancia 8.7.1 ... de 2 gdl 8.8 Aplicaciones 8.9 Resumen 8.10 Referencias selectas 8.11 Problemas propuestos Capítulo 9 Robótica móvil 9.1 Introducción 9.2 Robots móviles 9.2.1 ...
☆ [D](#) Citado por 162 Artículos relacionados Las 2 versiones

[PDF] **La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales** [PDF] [usal.es](#)
F Bravo Sánchez, A Forero Guzmán - 2012 - gredos.usal.es
... En la imagen se observa la página principal del Portal de Mundo Robótica (www.educared.org/globalmundo-robotica). Page 13, 132 ... Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica ... OPENQBO: Distribución Linux para Robots basada en Ubuntu (2010) ...
☆ [D](#) Citado por 103 Artículos relacionados Las 5 versiones [D](#)

[CITAS] **Historia, evolución, estado actual y futuro de la cirugía robótica**
JR Lucena Olavarrieta... - Revista de la ..., 2007 - Facultad de Medicina de la ...
☆ [D](#) Citado por 17 Artículos relacionados Las 3 versiones

[HTML] **Actualidad de la cirugía robótica** [HTML] [sld.cu](#)

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows...

Bibliografía

- Aymacaña, W., & Mullo, E. (2009). *Diseño y construcción de un robot hexápodo con sistema de articulaciones de apéndice flexible diseñado para lugares de difícil acceso, con sistema de control remoto y monitoreo en tiempo real*. Latacunga: ESPEL.
- Delcomyn, F., & Nelson, M. E. (2000). *Architectures for a biomimetic hexapod robot*. *Robotics and Autonomous Systems*, 5-15.
- Edi Tudela. (11 de Julio de 2020). *Edi Tudela*. Obtenido de Editudela: <http://www.editudela.com/profesores/rpm/rpm/downloads/robotica.pdf>
- Gálvez, J. (25 de marzo de 2005). *Portal de acceso abierto de la Universidad Politécnica de Catalunya*. Obtenido de Portal de acceso abierto de la Universidad Politécnica de Catalunya: <http://hdl.handle.net/2099.1/3607>
- Mechatronics, N. (24 de enero de 2020). *Tutorial Sensor de Distancia SHARP*. Obtenido de Tutorial Sensor de Distancia SHARP: https://naylampmechatronics.com/blog/55_tutorial-sensor-de-distancia-sharp.
- Narváez, A., & Padilla, C. (03 de agosto de 2004). *Ensamblaje y control de un Robot Hexápodo*. *Ensamblaje y control de un Robot Hexápodo*. Quito.
- Néstor, M., & Fernández, P. (2003). *Robot Hexápodo*. Catalunya: Universitat Politécnica de Catalunya.
- Obando, L. (20 de noviembre de 2018). *Dademuch*. Obtenido de Dademuch: <https://dademuch.com/2018/04/26/driver-de-motor-dc-electronica-de-potencia/>
- Onieva Johansson, J. G. (2019). *Mecanismo Theo Jansen*. En J. G. Onieva Johansson, *Diseño y construcción de un mecanismo andante* (págs. 15-20). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Pardo, C. (23 de marzo de 2020). *Picuino*. Obtenido de Picuino: <https://www.picuino.com/es/arduprog/control-pid.html>
[.org/79e0/b5517525159f992b44b44c62a49d503ceeb.pdf](https://www.picuino.com/es/arduprog/control-pid.html)
- Robótica. (15 de junio de 2020). *Revista de Robots*. Obtenido de Revista de Robots: <https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/robots-industriales-y-robotica-industrial/>

- Sara, García Rodríguez. (15 de febrero de 2016). *Probeta Mag*. Obtenido de *ProbetaMag*: <http://www.probetamagazine.com/las-criaturas-cineticas-de-theo-jansen-o-la-comunion-de-ingenieria-y-arte>
- Solano, J., Solano, C., & Valdivieso, C. (03 de 06 de 2018). *Repositorio de Espol*. Obtenido de *Repositorio de Espol*: <https://pdfs.semanticscholar.org/T.Bem>. (25 de marzo de 2016). *T. Bem*. Obtenido de *T. Bem*: <https://teslabem.com/tienda/sensor-sharp-4-30-cm-gp2y0a41sk0f/>
- Ulloa, L. (2017). *Diseño e Implementación de un Robot Hexápodo controlado inalámbricamente mediante arduino y Android equipado con director electrónico óptico*. Guayaquil: UPS
- Valero, R., Ortega, F., Schatloff, O., Sivaraman, A. (2011). *Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza*. *Actas Urológicas Española*, 540-545.