



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
SAN ANDRÉS TUXTLA**



TESIS PROFESIONAL

**“DISEÑO DE MECANISMO TERRESTRE PARA
DRONES DE RESCATE EN ZONA DE DIFÍCIL ACCESO.”**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA MECATRÓNICA

PRESENTA

BUSTAMANTE CHIPOL DAVID

XOLO CAMPECHANO JOEL

ASESOR

MTI. ROBERTO ESTEBAN GUERRERO HERNÁNDEZ

SAN ANDRÉS TUXTLA, ABRIL DEL 2021

Formato de Liberación de Proyecto



FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Lugar: San Andrés Tuxtla, Veracruz Fecha: 08/03/2021
Asunto: Liberación de proyecto para la Titulación integral.

LIC. GERMÁN VENTURA TENORIO
Jefe del Departamento de Estudios
Profesionales del ITSSAT

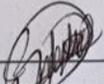
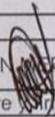
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado:	BUSTAMANTE CHIPOL DAVID XOLO CAMPECHANO JOEL
Carrera:	INGENIERIA MECATRONICA
No. de Control:	161U0600 161U0651
Nombre del Proyecto:	DISEÑO DE MECANISMO TERRESTRE PARA DRONES DE RESCATE EN ZONA DE DIFÍCIL ACCESO.
Producto:	1.-TESIS PROFESIONAL

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

ATENTAMENTE

I.I.P. OCTAVIO OBIL MARTINEZ
JEFE DE DIVISIÓN DE INGENIERIA MECATRONICA

 M.T.I. ROBERTO ESTEBAN GUERRERO HERNANDEZ	 I.E.M. LORENA PALMA CRUZ	 I.E. JUAN MERLIN CHONTAL
Nombre y firma del asesor	Nombre y firma del revisor*	Nombre y firma del revisor*

* Solo aplica para el caso de tesis o tesina.

Carr. Costera del Golfo S/N, KM 140+100
Loc. Matacapán, Mpio, San Andrés Tuxtla, Ver.
C.P. 95804 A.P. 110
Tel: 01(294)9479100 ext. 131
9479107

Autorización de Impresión



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Autorización de Impresión para Titulación Integral

San Andrés Tuxtla, Ver. 08 de marzo del 2021

OPCION: 1.-TESIS PROFESIONAL

INTEGRANTES

Nombre del Estudiante	No. de Control	Carrera	Plan de Estudios
XOLO CAMPECHANO JOEL	161U0651	INGENIERIA MECATRONICA	IMCT-2010-229
BUSTAMANTE CHIPOL DAVID	161U0600	INGENIERIA MECATRONICA	IMCT-2010-229

De acuerdo con el Reglamento de Titulación Vigente y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo a su trabajo profesional para la obtención del título a nivel licenciatura, comunico a Usted que este departamento concede la autorización para que proceda a la impresión del proyecto denominado:

"DISEÑO DE MECANISMO TERRESTRE PARA DRONES DE RESCATE EN ZONA DE DIFÍCIL ACCESO."

Atentamente

LIC. GERMÁN VENTURA TENORIO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Carr. Costera del Golfo S/N, KM 140+100
Loc. Maticapan, Mpio, San Andrés Tuxtla, Ver.
C.P. 95804 A.P. 110
Tel: 01(294) 94 79100 ext. 222
9479107

Agradecimiento

A mis hermanos y a mis padres por ser las personas que me han brindado su ayuda para poder llegar a estudiar esta carrera, por ser las personas que me han brindado la mejor educación que puedo tener, por el apoyo incondicional que me brindan, la paciencia, el cariño, por los valores que me han inculcado estaré eternamente agradecido.

A mis abuelos y tíos por brindarme apoyo moral y por creer en mí, en que podía lograr terminar una carrera.

A mi novia por el apoyo incondicional y el amor que me brinda, motivándome a seguir adelante cada día, por creer en las posibilidades para poder lograr mis objetivos.

A mi asesor M.T.I. Roberto Esteban Guerrero Hernández, por el apoyo que nos brindó, la paciencia que nos tuvo, para que el proyecto tuviera una buena finalización y poder entregar a tiempo. Gracias por su tiempo prestado.

A mi compañero de residencia David Bustamante Chipol, por el apoyo que me brindo durante la carrera, por ser un buen compañero, por el apoyo y compromiso que tuvo para poder terminar esta investigación en tiempo y forma.

A todos mis compañeros que estuvieron presentes durante toda la carrera, Gabriel, Manuel Orlando, Brandon, Lisset, Santiago, Liz, Carlos Daniel. Gracias por compartir su tiempo.

A mis maestros y maestras por los conocimientos que me impartieron durante sus clases, por el apoyo y entrega que brindan para que nosotros como estudiantes, diéramos todo nuestro esfuerzo para poder lograr nuestras metas.

Joel Xolo Campechano

Agradecimiento

Agradezco mucho a mis padres, Bruno Bustamante Marcial y Reyna Chipol Bustamante por brindarme el apoyo necesario para estudiar y concluir una carrera universitaria, que me formaron con reglas, valores y algunas libertades, pero al final de cuentas me motivaron constantemente para alcanzar mis metas. Estaré eternamente agradecido con ustedes por todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanos y tíos(as) y abuelos por el apoyo y los ánimos que siempre me brindaron día a día en mi trayecto como profesionista.

A mi amigo Santos Málaga por el apoyo incondicional que me brinda, motivándome a seguir adelante cada día y los ánimos que me brindó fueron de mucha ayuda para seguir progresando en mi investigación.

A mi asesor M.T.I. Roberto Esteban Guerrero Hernández, por su colaboración, el apoyo que nos brindó y compromiso para que el proyecto estuviera a tiempo.

A mi compañero y amigo de residencia Joel Xolo Campechano, por el compromiso y empeño que puso para poder terminar la investigación en tiempo y forma, también por el apoyo que me brindo lo largo de la carrera.

A mis compañeros y amigos que me acompañaron durante el trayecto de la carrera: Brandon, Viridiana, Manuel Orlando, Carlos Daniel, Gabriel, Lisset.

A mis docentes por los conocimientos que me impartieron durante el trayecto de la carrera. Por el apoyo que me brindaron, los conocimientos y esfuerzo que pusieron para lograr nuestra meta.

David Bustamante Chipol.

Índice

Formato de Liberación de Proyecto.....	II
Autorización de Impresión	III
Agradecimiento	IV
Agradecimiento	V
Índice	VI
Lista De Figuras	XII
Lista De Tablas.....	XVI
Resumen	XVII
Abstract.....	XVIII
Introducción.....	1
CAPÍTULO I (GENERALIDADES)	2
1. Descripción De La Empresa U Organización.....	3
1.1. Problemas A Resolver, Priorizándolos	4
1.3. Objetivos (General y Específicos).....	5
1.4. Justificación.....	6
CAPÍTULO II (FUNDAMENTOS TEÓRICOS)	3
2. Antecedentes Teóricos.....	8
2.1.1 Primera Guerra Mundial.....	8
2.1.2 Segunda Guerra Mundial	9

2.1.3 En Actualidad.....	10
2.2 Marco Teórico	12
2.2.1 Tipos De Drones	12
2.2.1.1 Drones Militares.....	12
2.2.1.2 Drones Civiles.....	13
2.2.2 Clasificación De Los Uavs Según Su Forma De Sustentación.....	13
2.2.2.1 Drones De Ala Fija.....	13
2.2.2.2 Tricópteros	14
2.2.2.2.1 Metodología De Vuelo.....	14
2.2.2.3 Cuadricóptero	15
2.2.2.3.1 Metodología De Vuelo.....	15
2.2.2.4 Hexacópteros.....	16
2.2.2.4.1 Metodología De Vuelo.....	17
2.2.2.5 Octocópteros.....	17
2.2.2.5.1 Metodología De Vuelo.....	17
2.3 Principales Elementos Que Componen Un Drone.	18
2.3.1 Marco (Frames).....	18
2.3.2 Batería	18
2.3.3 Motores Y Hélices	20
2.3.4 El Gimbal.....	20

2.3.5 Radio Receptor (Mando)	21
2.3.6 GPS	21
2.3.7 Controlador De Vuelo/ Placa Controladora.....	22
2.3.8 Giroscopio.....	23
2.3.9 Estabilizador De Vuelo	23
2.3.10 Radar	24
2.3.11 Acelerómetro	24
2.3.12 Infrarroja O Térmica.....	24
2.4 De Uso Civiles	25
2.4.1 Ejecución y mantenimiento de obra civil e instalaciones	25
2.4.2 Transporte de paquetería	25
2.4.3 Seguridad y Emergencias	26
2.4.4 Telecomunicaciones.....	27
2.5 De Uso Militar	28
2.5.1 Blackhornet (Proxdynamics).....	28
2.5.2 Huggin X1 (E&Q-Sky Watch).....	30
2.5.3 Iris 4 (Triedro).....	31
2.5.4 Dronequasar (Dronetools).....	33
2.5.5 Aracnoicopter (Arborea)	35
2.5.6 Rw5 Vultur (Inda)	37

2.5.7 Orbiter 2 (Aeronautics)	38
2.5.8 Microb (Triedro)	39
2.5.9 Spylite (Triedro).....	41
2.5.10 Fulmar (Thales).....	43
2.6 Marco Conceptual.....	44
2.6.1 Prototipo.....	44
2.6.2 Arduino	44
2.6.3 Tornillos.....	44
2.6.4 Motor	44
2.6.5 Base.....	45
2.6.6 Soporte.....	45
CAPÍTULO III (METODOLOGÍA)	46
3.1 Limitaciones.	47
3.2 Desarrollo del prototipo.....	47
3.3 Factibilidad Técnica	49
3.4 Factibilidad Financiera	52
3.5 Descripción De Los Componentes	54
3.6 Análisis De Software SolidWorks Para El Modelado 3D	59
3.7 Factor De Seguridad (FOS)	60
3.8 Análisis Del Eje.....	62

3.8.1 Tensión De Von Misses.....	62
3.8.2 Desplazamiento.....	63
3.8.3 Deformación	64
3.8.4 Factor De Seguridad (FDS)	65
3.9 Análisis A Rueda.....	66
3.9.1 Tension De Von Misses.....	66
3.9.2 Desplazamiento.....	69
3.9.3 Deformación	70
3.9.4 Factor De Seguridad	71
3.10 Análisis Chasis	72
3.10.1 Tension.....	72
3.10.2 Desplazamiento.....	73
3.10.3 Deformación	74
3.10.4 Factor De Seguridad	74
 CAPÍTULO IV (PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS).....	
4.1 Cálculo De Piñones	76
4.2 Diseño Final.....	77
4.2.1 Selección Del Drone Que Se Utilizara	79
4.2.1.2 Especificaciones.....	80

4.2.2 Base De Drone.....	83
4.3 Programación.....	84
4.3.1 Código Arduino	84
4.3.1.1 Desplazamiento En Reversa (Movimiento A)	122
4.3.1.2 Segundo Movimiento. (Movimiento B).....	123
4.3.1.3 Tercer Movimiento. (Movimiento C)	123
4.3.1.3 Cuarto Movimiento (Movimiento D)	124
4.3.1.4 Quinto Movimiento (Movimiento E).....	125
4.3.1.5 Sexto Movimiento (Movimiento F).....	125
4.3.1.6 Sensor De Gas MQ-2	126
4.3.2 Código De Mando.....	127
4.4 Simulación	133
4.4.1 Circuito De Emisor	133
4.4.2 Circuito De Receptor	135
Conclusión	137
Experiencias Adquiridas.....	137
Competencias Desarrolladas Y/O Aplicadas.....	138
Fuentes De Información	139

Lista De Figuras

Figura 1: Primer vuelo del "Hewitt-Sperry Automatic Airplane"	8
Figura 2: "Ketterin Bug"	8
Figura 3: Vergeltungswaffe-1	10
Figura 4: Drones en la actualidad	11
Figura 5: Drone de uso militar	12
Figura 6: Drone de uso civil	13
Figura 7: Drone de ala fija	14
Figura 8: Tricópteros	14
Figura 9: Cuadricópteros	16
Figura 10: Hexacópteros	17
Figura 11: Octacóptero	17
Figura 12: Cuerpo de un drone	18
Figura 13: Baterías de polímero de litio	18
Figura 14: Hélice y motor	20
Figura 15: Gimbal para drone	21
Figura 16: Mando y sus partes	21
Figura 17: Instrumentación para la conexión del GPS	22
Figura 18: Placa controladora de vuelo	22
Figura 19: Giroscopio	23
Figura 20: Drones de construcción	25
Figura 21: Drone utilizado para enviar paquetes	26
Figura 22: Drones en el uso de seguridad	27
Figura 23: Drone utilizado en telecomunicaciones	27

Figura 24: Black Hornet	28
Figura 25: Huginn X1	30
Figura 26: Iris 4 (Triedro).....	31
Figura 27: Quasar	33
Figura 28: Arbórea	35
Figura 29: Rw5 Vultur.....	37
Figura 30: Orbiter 2	38
Figura 31: Microb (Triedro)	39
Figura 32: Spylite (TRIEDRO)	41
Figura 33: Fulmar (Thales).....	43
Figura 34: Chasis	48
Figura 35: Piñón 1	48
Figura 36: Piñón 2	48
Figura 37: Chasis	54
Figura 38: Modulo GPS.....	54
Figura 39: Sensor de gas MQ-2.....	54
Figura 40: Rodamiento de bolas.....	55
Figura 41: Motorreductor	55
Figura 42: Tapa trasera.....	55
Figura 43: Cámara	56
Figura 44: Sensor HC-SR04.....	56
Figura 45: Eje	56
Figura 46: Batería	57
Figura 47: Botiquín primeros auxilios.....	57

Figura 48: Tornillo	57
Figura 49: Llanta	58
Figura 50: Carcasa del botiquín.....	58
Figura 51: Sujetador	58
Figura 52: Tapa de la batería	59
Figura 53: Software SolidWorks	60
Figura 54: Rueda dentada (16 dientes).....	61
Figura 55: Chasis	61
Figura 56: Eje	61
Figura 57: Eje a analizar.....	62
Figura 58: Eje analizando.....	63
Figura 59: Eje en desplazamiento.....	64
Figura 60: Análisis en deformación del eje	64
Figura 61: Factor de seguridad	66
Figura 62: Rueda dentada 16 dientes. (Llanta).....	67
Figura 63: Rueda dentada 22 dientes. (Llanta).....	67
Figura 64: Análisis de fallas 16 dientes (llantas).....	68
Figura 65: Análisis de fallas 22 dientes (llantas).....	68
Figura 66: Desplazamiento estático desplazamiento 16 dientes (llanta).....	69
Figura 67: Desplazamiento estático desplazamiento 22 dientes (llanta).....	69
Figura 68: Deformación rueda dentada 16 dientes (llanta)	70
Figura 69: Deformación rueda dentada 22 dientes (llanta)	70
Figura 70: Factor de seguridad rueda dentada 16 dientes (llanta).....	71
Figura 71: Factor de seguridad rueda dentada 22 dientes (llanta).....	71

Figura 72: Análisis de chasis	72
Figura 73: Análisis estático tensión nodal.....	73
Figura 74: Desplazamiento estático.....	73
Figura 75: Análisis de deformación.....	74
Figura 76: Factor de seguridad	74
Figura 77: Diseño final del mecanismo.....	78
Figura 78: DJI Matrice 100	80
Figura 79: Base sujetadora del mecanismo al dron	83
Figura 80: Desplazamiento En Reversa (Movimiento A)	122
Figura 81: Segundo Movimiento. (Movimiento B).....	123
Figura 82: Tercer Movimiento. (Movimiento C)	124
Figura 83: Cuarto Movimiento (Movimiento D).....	124
Figura 84: Quinto Movimiento (Movimiento E).....	125
Figura 85: Sexto Movimiento (Movimiento F)	126
Figura 86: Sensor De Gas MQ-2	126
Figura 87: Piezas para el control remoto.....	134
Figura 88: Circuito del control de mando.....	134
Figura 89: Circuito del Sistema final.....	136

Lista De Tablas

Tabla 1: Ventajas y desventajas	15
Tabla 2: Ventajas y desventajas	16
Tabla 3. Clasificación de estabilizadores.	24
Tabla 4: Característica Iris.....	32
Tabla 5: Características Drone Quasar	34
Tabla 6: Características Aracnopter.....	36
Tabla 7: Características Rw5 Vultur	37
Tabla 8: Características Orbiter 2.....	39
Tabla 9: Características Micro B.....	40
Tabla 10: Características Spylite	42
Tabla 11: Características Fulmar.....	44
Tabla 12: Elementos principales que son necesarios para realizar el prototipo	51
Tabla 13: Elementos y costos de los componentes.....	53
Tabla 14: Descripción de los componentes	59
Tabla 15: Comparación de drones	79
Tabla 16: Especificaciones	82
Tabla 17: Códigos de sensor ultrasónico, sensor de temperatura, motores	121
Tabla 18: Código de mando	133
Tabla 19: Componentes del mando	133
Tabla 20: Componentes para el sistema del mecanismo	135

Resumen

El siguiente documento se presenta el diseño y modelación del mecanismo terrestre para drones de rescate en zona de difícil acceso, realizada en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, en el área de Ingeniería Mecatrónica.

Como hemos vistos durante los últimos años ha existido un incremento de terremotos esto ocasiona que los edificios se colapsen y que personas queden atrapadas entre los escombros, en otra circunstancia es cuando se extravían en bosques, en ocasiones las búsquedas llevan demasiado tiempo para localizar a las personas poniendo en riesgo su vida y también de los rescatistas.

La finalidad es proponer un diseño de un mecanismo terrestre que sea adaptable para drones que haga las funciones de búsqueda de personas en zonas de difícil acceso ya que sería más eficiente y se desplazaría con mayor rapidez, tendría la facilidad de esquivar los espacios muy reducidos, de esta manera se localizaran las personas más rápido y así se evitara poner en riesgo la vida de los rescatistas.

Abstract

The following document presents the terrestrial mechanism design and modeling for rescue drones in hard to reach areas, process made in the Mechatronics Engineering area at the Superior Technological Institute of San Andres Tuxtla.

As we have seen during last years, there has been an increase in earthquakes, causing buildings collapse and getting people trapped between rubble. There's been cases where people got lost into forests and searches take too long so it puts everyone's life at risk, both rescuers and citizens.

All things considered the main purpose is to bring forward an adaptable terrestrial mechanism design for drones whose functions are the search of missing people in hard to reach areas, in order to make this process more efficient so it would move more quickly to get into small spaces, due this way people would be located faster and so avoid putting rescuers' life in danger.

Introducción

Mediante el desarrollo de este proyecto se busca demostrar los beneficios que tienen los Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT) para la ubicación y rescate de personas en peligro, ocasionados por desastres naturales (Sismos, Terremotos, Inundaciones) haciendo uso de las nuevas tecnologías (DRONE), los cuales resultan ser medios de gran ayuda en situaciones de difícil acceso. Estos mismos dispositivos pueden resultar ser de gran ayuda debido a que tienen la capacidad para poder realizar operaciones en las cuales es necesario tener una mayor capacidad de carga, esto para poder llevar consigo herramientas o mecanismos útiles que puedan ser utilizados para brindar un servicio de ayuda, como lo es este proyecto el cual tiene como finalidad poder brindar ayuda a personas que se encuentren en situaciones vulnerables como lo son las zonas de difícil acceso, ya sea por desastres naturales o lugares a los cuales resulta ser casi imposible el poder acceder a estos mismos. Es por esto que destacamos la importancia que han logrado tener los drones en estos tiempos debido a que se encuentran en un nivel de utilidad considerable.

CAPÍTULO I

(GENERALIDADES)

1. Descripción De La Empresa U Organización

El Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, un instituto de educación superior formador de profesionista, para el desarrollo, económico de la sociedad, mediante un proceso de aprendizaje integral. Se ubica en la carretera costera del golfo S/N, Km 140 + 100 municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz C.P. 95804 con número telefónico 01(294) 947 91 00

- **Visión.**

Ser el Instituto Tecnológico con mayor fortaleza en el Estado, reconocido como la primera opción de Educación Superior, fomentando respeto, compromiso y honestidad, generando calidad a través de la mejora continua.

- **Misión.**

Ser un instituto de Educación Superior formador de profesionistas para el desarrollo económico de la sociedad, mediante un proceso de aprendizaje integral.

1.1. Problemas A Resolver, Priorizándolos

- Difícil acceso a zonas de desastres naturales.
- Falta de comunicación a lugares con afectaciones.
- Escasos recursos en servicio de salud.
- Localización de civiles con mayor eficiencia.
- Posibles riesgos a rescatistas.
- Escasos niveles de luz en lugares afectados (edificios colapsados, inundaciones, terremotos).

1.3. Objetivos (General y Específicos)

1.3.1 Objetivo General:

Diseñar un mecanismo con la capacidad de adaptarse a un dron, que permita llevar los insumos básicos de primeros auxilios o ayudar a personas que se encuentren en peligro o atrapadas en zonas de difícil acceso.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Conocer el área o espacio por el cual se va a desplazar el dispositivo.
- Especificar las dimensiones con las que contara.
- Determinar el tipo de material que se usara para su diseño.
- Diseñar el prototipo del mecanismo que se adaptara al dron.
- Realizar un cotejo de los costos que se generaran para su elaboración.
- Comprobar que el dispositivo tenga un funcionamiento adecuado.

1.4. Justificación

El crecimiento de las tecnologías se basa en la utilización de herramientas, técnicas y sistemas con el fin de ayudar a las personas. Es por esto que se diseñara un mecanismo terrestre para adaptarlo a un modelo de drone que cuente con las características requeridas para lograr una correcta adaptación a este mismo, con esto se lograra las funciones para las cuales está especificado el drone, las cuales serán ubicar a personas que se encuentren atrapadas en estructuras colapsadas esto por afectaciones de desastres naturales, este dispositivo será controlado desde un panel de control en donde se realizara la manipulación del drone

CAPÍTULO II
(FUNDAMENTOS
TEÓRICOS)

2. Antecedentes Teóricos

2.1.1 Primera Guerra Mundial

El desarrollo de los vehículos aéreos no tripulados (VANT) se empezó a utilizar después de la primera Guerra Mundial. La primera aeronave data de 1916 llamado “Aerial Target” fue controlado por baja radiofrecuencia AM para afinar la puntería de la artillería antiaérea.



Figura 1: Primer vuelo del "Hewitt-Sperry Automatic

El 12 de septiembre "Hewitt-Sperry Automatic Airplane" realizó su primer vuelo de demostración, esta aeronave tenía como intención usar como “torpedos aéreos”.

En 1917 el “Automatic Airplane” realizó su vuelo demostración observado por los altos mandos del ejército estadounidense, de esta manera tuvo como resultado el “Ketterin Bug” que era capaz de alcanzar los objetivo a una distancia de 70 km y era equipado con torpedos para su ataque.



Figura 2: “Ketterin Bug”

2.1.2 Segunda Guerra Mundial

Mientras acontecía la Segunda Guerra Mundial los UAVs eran utilizados como armamento militar, durante este tiempo Gran Bretaña abandono el desarrollo de misiles cruceros y dio inicio al desarrollo de los blancos aéreos los cuales eran controlados por medio de radio a pesar de su limitado alcance. Dando inicio las primeras pruebas haciendo uso del modelo de Fairey, pero durante el año 1934 – 1943 lograron producir 420 modelos los cuales eran radiocontrolados, por un blanco denominado Queen bee los cuales se destinarían a uso único de la armada y ejercito terrestre. “El Queen bee era una versión del avión de madera del De Havilland Tiger Moth” los cuales eran utilizados para realizar el entrenamiento de las artillerías en ambos ejércitos. Mientras en los EE.UU. se llevaba a cabo el desarrollo del dispositivo denominado RP4, de Radioplane Company, los cuales fueron desarrollados para el uso militar como sistema de entrenamiento para sus mismas fuerzas armadas. Mediante el uso de estos dispositivos se pudo desarrollar de manera temprana los radiocontroles.

Mientras la Alemania nazi los desarrollaba, con el fin de demostrar las ventajas que estos dispositivos ofrecían en combate. Durante este tiempo América desarrollo programas de investigación para tratar de eliminar dichos dispositivos. Dando inicio la Segunda Guerra Mundial, Adolf Hitler mando desarrollar una “bomba voladora”, la cual fue diseñada por Fieseler Flugzeugbau este dispositivo fue conocido con el nombre de VERGELTUNGSWAFFE-1 o V-1, “V1 Vengeance Weapon” el cual es traducido como Arma de venganza, este mismo era capaz de llevar en carga una cabeza armada de 1000 kg, el cual se programaba y era capaz de volar 250 km antes de liberar la carga (bomba).

Este dispositivo estaba equipado con un motor de reacción, un sistema barométrico el cual se encargaba de regular la velocidad y la altura, anemómetro el cual estimaba la distancia recorrida.

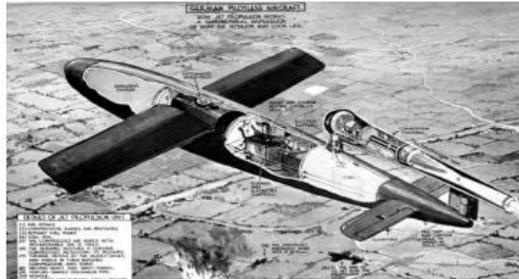


Figura 3: Vergeltungswaffe-1

2.1.3 En Actualidad

Gracias al desarrollo tecnológico en la actualidad no solo encontramos drones en el ámbito militar, sino también en aplicaciones civiles. Ya que estos pueden ser utilizados para realizar infinidad de tareas requeridas por el ser humano, una de las características más significativa es que pueden llegar en zonas de difícil acceso en donde las personas no pueden acceder y así no poner en riesgo su vida.

Los drones en el ámbito civil se implementan para realizar innumerables actividades como son:

En Eventos: son utilizados por su versatilidad, su precisión y entre sus otras grandes ventajas que tienen, se ha podido ver sobrevolar a diversos drones en festivales de música, bodas, manifestaciones, partidos deportivos y otro tipo de eventos.

En Publicidad: es muy utilizado ya que ofrece un enorme avance en la grabación de campañas publicitarias y con gran calidad.

En Emergencias: puede transportar ayuda necesaria a personas heridas o extraviadas por su efectividad y su velocidad de vuelo, también puede trasladar agua, medicamentos entre otras cosas.

En Incendios Forestales: son utilizados para reunir información y así anticiparse en lo posible a la prevención y expansión de incendios.

En Topografía: su función es realizar tomas de fotografías para obtener cartografía, ortofotos para modelos digitales para la industria.

Zonas Rurales: se puede utilizar en la agricultura para supervisar sus cultivos y recolectar información de plagas o malezas, también se puede usar para el control del rebaño o ganado.

En Investigaciones Arqueológicas: se utiliza para buscar y analizar resto arqueológicos ya que permite tomar fotografías de áreas extensas.

En Manipulación De Materiales Nocivos: tiene la facilidad de realizar tareas muy peligrosas para el ser humano permitiendo así, a distancia, la manipulación, limpieza y estudio de materiales nocivos para la salud de las personas.



Figura 4: Drones en la actualidad

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Tipos De Drones

Según el uso de los drones estos se clasifican en dos segmentos: drones militares y civiles.

2.2.1.1 Drones Militares

Los drones de combate (UCAV), son aquellos dispositivos los cuales únicamente se utilizan para aplicaciones militares, tales como ataque y defensa. Aunque no todos estos drones llevan consigo armamento (Bombas), debido a que también pueden ser utilizados para “misiones de reconocimiento, seguridad de fuerzas terrestres, como blanco aéreo, entre otros”.

La tecnología que es usada para este tipo de dispositivos les permite ser controlados por medio de radiocontroles, evitando de esta manera contar con un piloto, lo cual aumenta la posibilidad de contar con mayor nivel de carga útil, así de esta manera se disminuye el deceso de civiles en combate. Son estas razones las que han obligado a tomar las decisiones de llevar a cabo el desarrollo de UCAV siendo así posible el remplazo de aviones tripulados en corto o mediano plazo.



Figura 5: Drone de uso militar

2.2.1.2 Drones Civiles

El uso de los vehículos aéreos no tripulados (VANT) en el ámbito civil están creciendo rápidamente y representan en la actualidad 15% total en el mercado, pero con el avance de los tiempos y la tecnología este porcentaje va aumentando esto es por la gran aceptación que ha tenido en la sociedad y en el comercio ya que los usuarios adquieren información con mayor rapidez de manera más autónoma y barata, en comparación de otras fuentes.

Además de sus múltiples aplicaciones que se pueden obtener en drone, se usan en actividades recreativas



Figura 6: Drone de uso civil

2.2.2 Clasificación De Los Uavs Según Su Forma De Sustentación

Los UAVs se clasifican en dos tipos según su estructura:

2.2.2.1 Drones De Ala Fija

Este tipo de drones se forman por medio de un fuselaje y alas completamente rígidas, las cuales simulan un avión convencional. Además de que brindan mayor capacidad de vuelo, recorriendo mayores distancias, de igual manera son capaces de alcanzar grandes velocidades.



Figura 7: Drone de ala fija

2.2.2.2 Tricópteros.

La estructura de este tipo de multirrotores (drones) consta de 3 brazos los cuales se constituyen desde la parte central del mismo, así como también de 3 motores, 3 reguladores, 1 servo motor y 3 hélices. Las ventajas con las que cuenta este tipo de drones a diferencia del de ala fija, es la capacidad de despegue y aterrizaje, también tiene la ventaja de mantenerse estático mientras realiza el vuelo



Figura 8: Tricópteros

2.2.2.2.1 Metodología De Vuelo

En este tipo de dispositivos el vuelo es controlado por medio de las revoluciones, donde dos motores realizan giros opuestos al tercero, la reducción de los motores laterales provoca que este mismo oscile de un lado a otro (Izquierda- Derecha), al contrario del motor de cola este provoca que se mueva de adelante asía atrás (Avanzar-Retroceder). Mientras tanto el servomotor permite al drone rotar sobre su mismo eje.

ARGUMENTOS A FAVOR	ARGUMENTOS EN CONTRA
1. Muy manejable gracias al servomotor rasero.	1. No existe redundancia en caso de avería de uno de los motores, esto implica que, si se produce un fallo motor, el tricóptero descenderá sin control.
2. Pueden ser plegables gracias a su diseño estructural.	2. Soporte de cargas limitado, bajo empuje.
3. Fácil almacenaje y transporte.	3. Necesarios conocimientos avanzados para su configuración
4. Presenta muchas posibilidades de movimiento.	4. Menos estable y potente que otras configuraciones de multirrotor,

Tabla 1: Ventajas y desventajas

2.2.2.3 Cuadricóptero

2.2.2.3.1 Metodología De Vuelo

El ascenso y aterrizaje del drone, se realiza a través de la variación de las revoluciones de los motores, donde 2 de estos mismos giran en sentido horario para poder lograr cierto grado de estabilidad. En cambio, para lograr el giro sobre su propio eje vertical es necesario que los motores tanto izquierdo como derecho es necesario desequilibrar las fuerzas generadas a través de la elevación de sus revoluciones. Para esto las fuerzas iniciales deben ser exactamente iguales que las fuerzas resultantes del drone, si no el cuadricóptero inmediatamente caería en picada. El sistema encargado de llevar a cabo la estabilidad y control se produce por medio de los giroscopios.



Figura 9: Cuadricópteros

ARGUMENTOS A FAVOR	ARGUMENTOS EN CONTRA.
1. Rápida aceleración.	1.Velocidad y estabilidad limitadas.
2. Fácil manipulación de los componentes.	2.No es compacto para el transporte.
3. Estructura sencilla.	3.No es plegable.
4. Mayor capacidad de carga que un tricóptero.	4.No existe redundancia en caso de avería.
5. Más ágil que un hexacóptero.	5.Capacidad de carga limitada.

Tabla 2: Ventajas y desventajas

2.2.2.4 Hexacópteros

Este Hexacóptero está constituido por seis motores los cuales están incluidos (en cada uno de sus brazos) brazos los cuales se sujetan a la parte central de este mismo, de igual forma estos dispositivos se conforman por 6 variadores y 6 hélices.



Figura 10: Hexacópteros

2.2.2.4.1 Metodología De Vuelo.

Como en todos los casos los motores que contiene este multirotor, se encuentran a un mismo nivel y basa su principio de vuelo de igual manera que un cuadricoptero. Ya que de los 6 motores que utiliza 3 giran en sentido horario y los 3 restantes en sentido antihorario.

2.2.2.5 Octocópteros

El octocóptero se componen principalmente de 8 motores, los cuales incluyen sus componentes propios, a este tipo de drones se les asigna el nombre multicopteros debido a la gran cantidad de motores con las que cuenta, a pesar de su forma sencilla es capaz de volar con grandes cargas desde mercancía hasta cámara con alta calidad, además de destacar su gran potencia.



Figura 11: Octacóptero

2.2.2.5.1 Metodología De Vuelo

Tanto el octocóptero como los hexacópteros se basan en el principio de vuelo de los cuadricopteros, el cual nos indica que 4 de sus hélices.

2.3 Principales Elementos Que Componen Un Drone.

2.3.1 Marco (Frames)

Es aquella estructura que le da forma, en donde se instalan, así como aseguran los demás sensores y elementos. Generalmente esta estructura está fabricada con material metálico esto sirve para disminuir su peso, también se puede encontrar elaborados en plástico o fibras de vidrio esto va depender del modelo. Las características principales es que deben estar la robustez y la flexibilidad, para intentar conseguir una mayor resistencia a los golpes o al viento, sin descuidar la ligereza del marco.



Figura 12: Cuerpo de un drone

2.3.2 Batería

Es la que se encarga de aportar la energía necesaria al sistema electrónico para el funcionamiento del drone.

Las baterías más usadas son las de litio (Lipo), ya que estos ofrecen una excelente relación entre capacidad, peso, volumen y tensión.



Figura 13: Baterías de polímero de litio

Estas ofrecen una serie de características que hay que tener en cuenta, como son:

Tensión nominal o celdas: las baterías de Lipo están formadas por celdas de 3.7v. En radio control se suelen utilizar baterías desde 1 celda hasta 8 aunque pueden ser más, en función del modelo en el que van a ser instaladas.

Capacidad de una batería de Lipo: Las baterías se conectan unas con otras en paralelo, por lo que la capacidad total es la suma de las capacidades individuales, es decir si se conectan 3 baterías en serie de 2.000mAh se obtienen 6.000mAh ($3 \text{ baterías} * 2.000 \text{mAh} = 6.000 \text{mAh}$).

Descarga de una batería Lipo: los motores tienen un consumo en función de la potencia que desarrollan, por tanto, se tiene que tener en cuenta la intensidad de descarga especificada por el fabricante de la batería. Esta viene detallada por una referencia máxima que consta de un número seguido de la letra "C" donde C es la intensidad de la batería.

Carga de una batería de Lipo: estas baterías son cargadas por energía eléctrica, utilizan un cargador específico, por lo tanto, es aconsejable utilizar los accesorios recomendados por el fabricante, además de no cargar las baterías por encima de su intensidad nominal. Las baterías de dos o más celdas constan de 2 cables uno de ellos con un conector balanceador que se utiliza a hora de la carga. Los cargadores de las baterías Lipo tienen unas entradas en las que se inserta el conector balanceador para que todos los elementos que forman las baterías se carguen con la misma tensión e intensidad, si no se utiliza este elemento hay muchas posibilidades de que las baterías se carguen de manera distinta, la durabilidad de uso será menos.

2.3.3 Motores Y Hélices

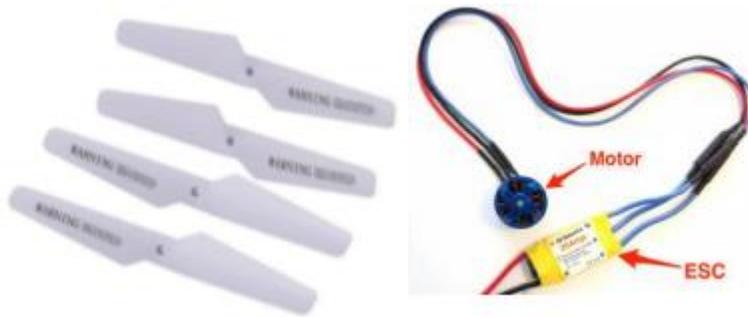


Figura 14: Hélice y motor

Estos componentes son de mayor importancia y fundamentales para mantener el drone en el aire. El funcionamiento principal del dispositivo es a través del motor, ya que es parte de la máquina para que funcionen el sistema de hélices, es capaz de realizar energía mecánica y a su vez esto realiza una fuerza que produce movimiento. Los motores utilizados en las pequeñas aeronaves son los motores brushless, estos son motores eléctricos de corriente continua con polos salientes en el estator y un rotor en el que se sitúa el devanado del inductor. Unas de las características más importante de este componente es que debe de cumplir es el tamaño y su peso, pero sin reducir la potencia que es capaz de transmitir a las hélices.

Mientras que las hélices son un conjunto de aletas helicoidales que, al girar alrededor de un eje accionado por un motor, produce una fuerza de reacción que se utiliza para la propulsión del drone, garantizando su sustentación. Además, pueden cubrirse por protecciones que aportan una mayor rigidez y alargan de forma notable la vida útil de las hélices y en definitiva de todo el sistema, puesto que amortiguan los posibles golpes que la aeronave pudiera sufrir.

2.3.4 El Gimbal.

Es el sistema de sujeción de la cámara, así como uno de los componentes más importante, ya que sirve para las grabaciones aéreas con dron. Proporciona estabilidad a la hora de hacer las

grabaciones en movimiento. Debe de estar compuesto por servos motores esto tienen que ser ligeros y resistentes. Los gimbales pueden ser de dos o de tres ejes.



Figura 15: Gimbal para drone

2.3.5 Radio Receptor (Mando)

Dispositivo que se encarga de recibir la señal de radio enviado por el control remoto, el cual realiza el movimiento deseado por el usuario y dicho dispositivo la transforma en onda esférica que es recibida por el radio receptor del multirroto, que transforma los datos que son enviados al controlador de vuelo para que ejecute la instrucción que se le indico.



Figura 16: Mando y sus partes

2.3.6 GPS

Es el componente que permite transmitir información de la ubicación, altitud y velocidad exacta del dron, este dispositivo está conectado al controlador de vuelo.

La característica principal que debe tener es la precisión, ya que es muy importante saber en dónde está situado exactamente el dron con un margen de error mínimo.



Figura 17: Instrumentación para la conexión del GPS

2.3.7 Controlador De Vuelo/ Placa Controladora

Es la pieza principal del dron en donde se conectan todos los componentes eléctricos, su función es muy importante ya que compara y registra todo lo que sucede en él. Además, este controlador debe de ser capaz de captar y realizar tareas en un tiempo menor posible, debe de tener un buen proceso para conseguir un aterrizaje en una emergencia.

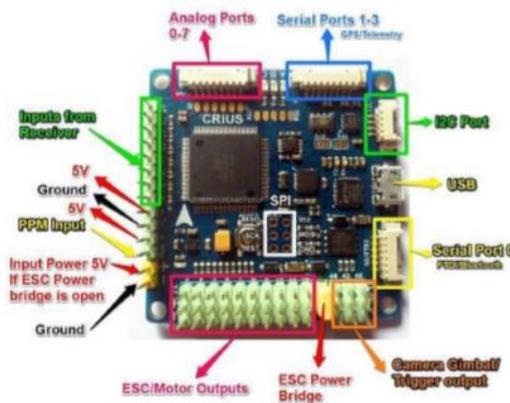


Figura 18: Placa controladora de vuelo

2.3.8 Giroscopio

Es un sistema en el cual un dispositivo es capaz de girar rápidamente sobre su eje de simetría, lo cual le permite mantenerse constante sobre su orientación. Aparato en el cual una masa gira velozmente alrededor de su eje de simetría, permitiendo mantener de forma constante su orientación respecto a un sistema de ejes de referencia. Cualquier cuerpo sometido a un movimiento de rotación acusa propiedades giroscópicas, como son rigidez en el espacio y la precisión. La propiedad de precisión es la respuesta objeto cuando se le aplica una fuerza defensiva en algún borde, desplazándose 90° en el sentido de giro del objeto. La precisión es inversamente proporcional a la velocidad de giro (a mayor velocidad menor precisión) y directamente proporcional a la cantidad de fuerza de deflexión aplicada (a mayor fuerza mayor precisión).



Figura 19: Giroscopio

2.3.9 Estabilizador De Vuelo

Dispositivo mediante el cual es posible evaluar los datos que se recopilan mediante los componentes tales como: acelerómetro, giroscopio y barómetro. Obteniendo de esta manera operaciones de vuelo más precisas, logrando así poder llegar a su destino.

Según el movimiento se puede clasificar en 3 estabilizadores:

Horizontal	Es un ala que se encuentra situada en la parte trasera del dron (cola) y la cual se divide en dos, parte fija delantera (plano fijo horizontal) y parte móvil trasera.
-------------------	--

Vertical	El uso de este estabilizador depende de la cola que se utiliza en el drone, de igual forma que el modelo horizontal se divide en dos, parte fija delantera y parte móvil trasera.
Rotórico	Es usado por drones militares, debido a que tiene la ventaja de lograr estabilizaciones deseadas, bajo condiciones de un vuelo inestable.

Tabla 3. Clasificación de estabilizadores.

2.3.10 Radar

Mediante este dispositivo es posible poder visualizar imágenes, a través de ondas de radio. Cuando este se coloca en un VANT “se consigue proyectar hacia una dirección las ondas salientes, en vez de hacer barridos mecánicos con un haz de seguimiento fijo.”

2.3.11 Acelerómetro

Utilizado en el caso de los VANT es el acelerómetro piezoeléctrico, esto debido a su peso y volumen que este posee.

2.3.12 Infrarroja O Térmica

Dispositivo que permite visualizar imágenes imperceptibles por el ojo humano, esto mediante emisiones de luz infrarrojo, detectando así la radiación que es emitida en forma de temperatura.

2.4 De Uso Civiles

2.4.1 Ejecución y mantenimiento de obra civil e instalaciones

En la actualidad es posible que los drones sean capaces de simular construcciones como edificios o terrenos en modelo 3D, de mayor precisión, los cuales resultan ser “compatibles con las herramientas más avanzadas de control y seguimiento de ejecución de obras e instalaciones, como las que siguen el estándar BIM (Building Information Modeling).”

Este tipo de UAVs podrían también llegar a ser utilizados en zonas de difícil acceso como lo podrían ser las instalaciones industriales complejas, debido a que este tipo de sistemas también posee la ventaja de poder llevar a cabo trabajos en los cuales no se tiene un alcance visual como lo son las carreteras y vías férreas, así como también resultarían ser utilizados en mantenimiento correctivo (limpieza, pintado, reparación de estructuras) y en mantenimiento preventivo.



Figura 20: Drones de construcción

2.4.2 Transporte de paquetería

En el ámbito empresarial los UAVs resultan de mayor demanda debido a que podría reducir el tiempo de entrega para los envíos de paquetería, debido a esto mismo se han llevado a cabo pruebas y prototipos las cuales se pretenden transformar en productos finales.

De igual manera estos dispositivos “podrían suponer una clara ventaja para transportar alimentos o medicinas a zonas de difícil acceso, en situaciones de emergencia, en zonas de conflictos bélicos o afectadas por catástrofes naturales.” Así cómo también es posible llevar a cabo prototipos capaces de transportar pasajeros dentro de una misma ciudad.



Figura 21: Drone utilizado para enviar paquetes

2.4.3 Seguridad y Emergencias

En el ámbito de seguridad y debido a la autonomía que estos pueden presentar y la maniobrabilidad en operaciones nocturnas incluyendo que es posible llevar a cabo trabajos en horas continuas, siendo de utilidad para realizar trabajos de vigilancia en perímetros fronterizos, además de reducir los riesgos que se conlleva en estos casos para los vigilantes en servicio resulta de gran utilidad.

Por otra parte debido a las características que estos poseen resultan ser de utilidad, en casos donde es prácticamente imposible que los cuerpos de emergencia puedan acceder, siendo de este modo una manera segura de asistencia para las personas afectadas, además de su fácil manejo y la capacidad que estos mismos tienen para poder ser utilizados en cualquier lugar.

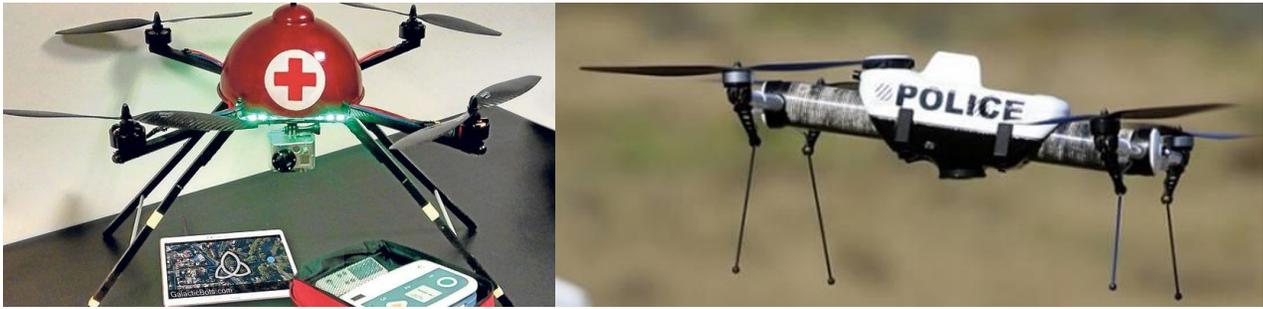


Figura 22: Drones en el uso de seguridad

2.4.4 Telecomunicaciones

Estos dispositivos en el ámbito de las telecomunicaciones resultan ser de gran utilidad, debido a que pueden ser utilizados para poder llevar a cabo inspecciones en “infraestructuras de telefonía como son las antenas y las estaciones repetidoras” esto con el fin de solucionar problemas de cobertura.

Por otra parte, resultan ser de gran ayuda para poder brindar cobertura en zonas donde es casi imposible acceder, de este modo “los dos gigantes tecnológicos Facebook y Google están desarrollando drones para facilitar el acceso a internet en zonas remotas de todo el mundo.” Tal como es el caso de Facebook el cual ha puesto en marcha prototipos tales como “Aquila”, el cual es un dispositivo que tiene la capacidad para poder volar por varios días de manera autónoma a gran altura, brindando así la posibilidad de acceder a internet en zonas sin cobertura.



Figura 23: Drone utilizado en telecomunicaciones

2.5 De Uso Militar

2.5.1 Blackhornet (Proxdynamics)



Figura 24: Black Hornet

El PD-100 Black Hornet Personal Reconnaissance System (PRS) es el RPAS de menor tamaño que esta denominado nano, es usado en el ámbito militar o policial usualmente es empleado para combate por la Fuerza Armada de diferentes países.

Este dispositivo tiene un peso de 18 gramos y mide 16 centímetros de longitud, y la capacidad total del sistema operativo que porta el combatiente es de 1,3 kg. El RPAS está compuesto por dos sensores aéreos (Black Hornet), estación base, mando de control, pantalla, bolsa, cámaras EO este permite grabar video y tomar fotos instantáneas en alta definición y también cuenta con una cámara nocturna que tiene incorporado un sensor IR que tiene la capacidad del reconocimiento térmico o nocturnas, por lo tanto, con ambos sensores se garantiza una operatividad 24/7.

Entre otras características es capaz de: [5]

- Permanecer en vuelo hasta 25 minutos, límite de su batería interna.
- Avanzar a una velocidad sobre el terreno de 5m/s.
- Soportar rachas de viento de hasta 12m/s o viento sostenido de 8m/s.

- Operar con determinadas condiciones meteorológicas como lluvia o nieve.

La particularidad de tener un tamaño tan reducido le confiere las siguientes ventajas: [5]

- Es considerado inherentemente seguro contra las personas y otras aeronaves puesto que su energía cinética máxima es muy reducida y por este motivo las autoridades de los países que lo operan estiman que no es necesario realizar gestiones para el uso del espacio aéreo y es también posible operarlo en entornos urbanos sin mayores restricciones.
- La firma visual y acústica es reducida siendo difícilmente perceptible a distancias superiores a 10-15 metros permitiendo la obtención de información y perspectivas que otras plataformas no podrían conseguir sin ser detectadas. Esta característica contribuye al factor sorpresa.
- Al operar a baja cota (15-20 metros) sobre el terreno le afectan en menor medida las condiciones de baja visibilidad (humo, niebla).
- Es posible disponer de múltiples sensores aéreos sin mermar la movilidad del combatiente lo que permite tener redundancia de los mismos en caso de pérdida o daño sin que esto afecte a la misión.
- Robustez relativa, por su peso reducido y por tanto baja energía, soporta impactos que le permiten seguir siendo operativo.

2.5.2 Huginn X1 (E&Q-Sky Watch)



Figura 25: Huginn X1

El Huginn X1 es RPAS que cuenta una aeronave de ala rotatoria de tipo multirroto (cuadrirroto) tiene la función de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) y pertenece a la categoría micro.

Tienen integrado una carga modular montada frontalmente que consiste en una cámara dual EO HD/LWIR que permite realizar diferentes tipos de misiones tanto como en el ámbito civil como militar parte del sistema tiene la capacidad de reconocimiento que se aplica en búsquedas de IED, Operaciones EOD inspección y monitorización de infraestructura, utilización en catástrofes, mapeado automático de áreas, etc.

El software de navegación cuenta con múltiples funcionalidades que facilitan el empleo táctico del sistema y lo dotan de una elevada flexibilidad y un alto grado de autonomía.

Dentro de estas funcionalidades cabe citar: [5]

- Navegación autónoma por waypoints, permitiendo programar el tiempo de espera en el waypoint, las alturas y la forma de vuelo entre los waypoints e incluso programar rutas cerradas que pueden repetirse indefinidamente (ej. vigilancia de un perímetro).

- Designación de puntos de interés tanto desde el mapa como desde la imagen de vídeo en tiempo real que se muestran automáticamente al operador en la tablet. Al finalizar el vuelo se genera automáticamente un informe con los puntos de interés seleccionados en el vuelo y todos los detalles correspondientes (fecha, hora, coordenadas estimadas del punto de interés e imagen).
- Mirar a un punto fijo, lo que permite apuntar automáticamente la carga de pago (cámara) a un punto fijo seleccionado por el operador con el RPAS desplazándose en cualquier dirección.
- Seguimiento automático de la estación de tierra, lo que facilita en ciertos casos el desplazamiento de la propia unidad vigilando simultáneamente el entorno con el RPAS (situational awareness).
- Mapeado automático de áreas seleccionadas por el operador, lo que posibilita disponer del rastreo sistemático de una zona con diferentes fines (búsquedas de objetivos, posibles IED, utilización en catástrofes, etc.).

2.5.3 Iris 4 (Triedro)



Figura 26: Iris 4 (Triedro)

El Iriscopter se le conoce como multicoptero cuenta con 4 rotores con un diámetro de 850 mm y tiene un peso máximo al despegue de 5,5 kg. Este RPAS cuenta con capacidades de inteligencia y es usado para la vigilancia, adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR), soportando escenarios de campo abierto y urbano. Además, cuenta con un rango de operación de 1,5 km y una autonomía máxima (con payload) de unos 30 minutos.

En cuanto a sus principales características destaca: [5]

- Despliegue rápido, en cualquier momento y lugar, incluso en áreas urbanas restringidas.
- Transportable, fácil de llevar y transportar.
- Modo manual o completamente autónomo, desde el lanzamiento hasta el aterrizaje. Fácil operación, preparación operacional rápida y fácil.
- Cargas de pago estabilizadas, para video real diurno o nocturno.
- Ideal para observación estática.
- Realización de mapas de pequeñas extensiones en un corto plazo de tiempo.
- Mantenimiento simple.
- Bajo LCC (coste del ciclo de vida).

Características Iris 4 [5]

Diámetro	850 mm sin palas de rotor
Peso máximo al despegue	5,5 kg
Peso máximo carga de pago	1,5 kg
Autonomía máxima	30 minutos
Techo	5000m
Baterías	10000 mah 6S/16000 mah 6S

Tabla 4: Característica Iris

2.5.4 Dronequasar (Dronetools)



Figura 27: Quasar

El drone QUASAR cuenta con un sistema de autonomía al operar, tiene una duración de 50 minutos, pero puede alcanzar los 70 sin tener una carga de pago, para alcanzar el tiempo de vuelo emplea 4 baterías de iones de 29 voltios y 5.700 mAh. Tiene un alcance de 25 km y alcanza un techo de 5.000 m.

Dispone de ordenador para la planificación de misiones, enlace de radio para el control del drone y la carga de pago, y receptor de vídeo con pantalla de alta luminosidad para la visualización de la telemetría y las cámaras.

La aeronave dispone de cargas de pago intercambiables para diferentes operaciones con un máximo de 1.400 gr. [5]

- 1 cámara diurna FullHD con zoom 30x y estabilización con montura brushless.
- 1 cámara térmica Flir modelo VUE con estabilización con montura brushless.
- 1 visual con 24 Mpix cartográfica con montura cenital para ortofotografías.
- 1 sistema de suelta de baliza o apoyo, con un peso máximo de carga de 2.500 gr.

Características Drone Quasar [5]

Longitud	1780 mm
Altura total	380 mm
Envergadura	1780 mm
Peso máximo al despegue	8,3 kg
Peso máximo carga de pago	2,5 kg
Peso del sistema	6,096 kg
Velocidad máxima	43,2 km/h
Velocidad de crucero	18 km/h
Velocidad de máxima vertical	5 m/s
Velocidad máxima de viento	28,8 km/h
Velocidad máxima viento lateral	25 km/h
Autonomía máxima	70 minutos
Techo	5000 m
Rango de temperaturas	-20°C, +50°C
Baterías	4 x Li-ION 5,75 A
Variador	60 ^a
Potencia máxima	720 W
RPM máximos	1450

Tabla 5: Características Drone Quasar

2.5.5 Aracnoptero (Arborea)



Figura 28: Arborea

En el 2011 la empresa Arborea Intellbrid S.L lanzo su primer sistema de multirrotor en el mercado, este dron está diseñado específicamente para para la inspección de palas de aerogeneradores. Esta compañía se dedica al diseño, fabricación, operación y formación de operadores de multirrotos, todo ello bajo la marca registrada Aracnoptero.

Las características más destacables del sistema son: [5]

- Imagen en espectro visible de alta resolución y luminosidad (hasta 40Mp), generada con ayuda de una lente de grandes dimensiones que permite trabajar en alta velocidad, manteniendo una gran profundidad de campo.
- Imagen térmica radiométrica que aporta temperatura en cada píxel con una gran precisión.
- Sensores diversos para generar metadatos de posicionamiento de imagen que permitan localizar cada una de las imágenes posteriormente.

Las ventajas competitivas de los especializados sistemas para inspección industrial basados en Aracnoptero en relación con otros sistemas SARP profesionales son: [5]

- Brazos Intercambiables.
- Mayor resistencia.
- Mínima huella logística.

- Robustez.
- Eficiente capacidad de carga
- Fácil operación bajo condiciones climáticas deplorables.
- Fácil manejo.
- Facilidad.
- Piezas desmontables.
- Sin reparaciones.
- Rapidez de operaciones.

Características Aracnopter [5]

Longitud	1440 mm
Altura total	440 mm
Envergadura	1440 mm
Peso máximo al despegue	4,35 kg
Peso máximo carga de pago	2 kg
Peso del sistema	2,35 kg
Velocidad máxima	43,2 km/h
Velocidad máxima de viento	43 km/h
Autonomía máxima	15-35 minutos según payload
Techo	4000 m
Alcance	3 km
Rango de temperaturas	Hasta -15°C (según baterías), +60°C
Baterías	Li-PO 10/12 Ah

Tabla 6: Características Aracnopter

2.5.6 Rw5 Vultur (Inda)



Figura 29: Rw5 Vultur

El dispositivo RW5 VULTUR es controlado de manera autónoma y está equipado por un motor de explosión y puede llegar a ser utilizado no solo en el ámbito militar sino también en las disciplinas siguientes: áreas de seguridad, defensa, emergencias, sector energético, agricultura de precisión, sector y audiovisual”

Características Rw5 Vultur [5]

Longitud	1800 mm
Peso máximo al despegue	14 kg
Peso estándar misión	12 kg
Peso máximo carga de pago	2 kg
Planta propulsora	30,5 cc
Autonomía máxima	2 horas
Techo	2000 m

Tabla 7: Características Rw5 Vultur

2.5.7 Orbiter 2 (Aeronautics)



Figura 30: Orbiter 2

Este dispositivo utilizado de manera día/noche tiene la capacidad de ser casi indetectable cuando se alcanza un nivel de vuelo por encima de los 2000 ft de altura, además de ser un sistema ISR dentro de un entorno naval el cual mantienen las operaciones de: “adquisición de objetivos, ajuste de tiro de artillería, seguridad de convoyes”

Este dispositivo cuenta con las siguientes características principales: [5]

- Zoom en manera continua y estabilización en carga de pago.
- Sensor estabilizado doble o triple (diurno, nocturno y puntero láser), de fácil intercambio.
- Operación de manera autónoma.
- Ascenso (despegue) y descenso (aterrizaje) autónomo.
- Selección y bloqueo de objetivos.
- Regreso a lugar de origen.
- Grabaciones a través de caja negra.
- Control a lo largo de diferentes GCS.

Características Orbiter 2 [5]

Longitud	1050 mm
Altura total	220 mm
Envergadura	3000 mm
Peso máximo al despegue	9,8 kg
Carga de pago	1,3 kg
Velocidad máxima	50 knots
Velocidad de crucero	40 knots
Velocidad de perdida	36 knots
Autonomía máxima	3 horas 30 minutos
Alcance máximo	40 km/100km (opcionales)
Techo	5486 m
Altitud operacional (AGL)	152 m – 1219 m
Rango de temperaturas	-20°C a +45°C

Tabla 8: Características Orbiter 2

2.5.8 Microb (Triedro)



Figura 31: Microb (Triedro)

Este dispositivo tiene un sistema ISR completamente autónomo siendo controlado únicamente por un solo piloto, la recuperación de este dispositivo se lleva a cabo a través de un paracaídas o mediante el sistema de recuperación de emergencia el cual puede ser programado para regresar a su lugar de origen y liberar el paracaídas, mientras realiza el cálculo de la velocidad en el viento, para no dañarse mientras realiza su aterrizaje.

Este dispositivo posee la capacidad de operación según las necesidades en día/noche: [5]

- Monitoreo de áreas específicas.
- Vigilancia y monitorización continúa.
- mando de operación y capacidades de control.
- Evaluación de incendios.
- Seguridad marítima
- Sistemas de protección
- Búsqueda y rescate.

Características Micro B [5]

Longitud	550 mm/770 mm con winglets
Envergadura	990 mm
Peso máximo al despegue	1,2 kg
Carga de pago	0,25 kg
Autonomía máxima	1 hora
Alcance máximo	10 km
Techo	3000 m AGL
Altitud operacional	1000 m AGL

Tabla 9: Características Micro B

2.5.9 Spylite (Triedro)



Figura 32: Spylite (TRIEDRO)

Este RPAS es un sistema guiado por GPS y puede realizar transmisiones de vuelo en tiempo real (Imágenes), siendo “una plataforma ISR (inteligencia, vigilancia y reconocimiento) fácil de usar, altamente confiable, versátil y estable, dispone de capacidades de inteligencia, vigilancia y adquisición de objetivos y reconocimiento (ISTAR).” con un rango de control de 50 km, siendo autónomo entre 3-4 horas, además de ser capaz de volar bajo condiciones ambientales deplorables tales como: “fuerte viento, nubosidad y/o lluvia”.

El sistema Spylite es un medio altamente efectivo para la visualización día/noche en los siguientes escenarios: [5]

- Monitoreo de zonas específicas.
- Vigilancia y monitorización continua.
- Evaluación de incendios.
- mando de operación y capacidades de control.
- Seguridad marítima
- Sistemas de protección.
- Búsqueda y rescate
- Seguridad.

- Diseño de fácil manejo y transporte.
 - Fácil operación.
 - Operaciones bajo climas deplorables
 - Aterrizaje y despegue autónomo.
 - Operación de vuelo a 36.000 pies.
 - Manejo y operaciones fáciles.
 - Fácil lanzamiento desde cualquier terreno.
 - Operación encubierta, bajas señales acústicas y visuales.
 - Cargas de pago giro-estabilizadas, dual, IR y opcionalmente láser.
 - mapeos
- localización de objetivos móviles mediante cámaras.

Características Spylite [5]

Longitud	1350 mm
Envergadura	2750 mm
Peso máximo al despegue	9,5 kg
Carga de pago	1,35 kg
Autonomía máxima	50 km
Alcance máximo	50 km
Techo	9144 m AGL
Altitud operacional	1000 m AGL

Tabla 10: Características Spylite

2.5.10 Fulmar (Thales)



Figura 33: Fulmar (Thales)

Principalmente este sistema (RPAS o RPAS) está contemplado para realizar trabajos de identificación - observación, el cual puede ser usado en terrenos (no preparados) y embarcaciones. Este mismo está compuesto por: “bola giro-estabilizada en los tres ejes con sensores EO/ IR, repetidor AIS y respondedor IFF modos 3/C, una estación de control portátil, sistema de tracking de antenas, una lanzadera, un sistema de recuperación en red, y los elementos auxiliares. “El sistema de este dispositivo le permite realizar vuelos con rachas de 70 km/h, alcance de control de 50 km, velocidad de crucero de 100 km/h, siendo posible con estas condiciones alcanzar un nivel de vuelo ubicado entre 300/500 m.

Características Fulmar [5]

Longitud	1230 mm
Envergadura	3100 mm
Altura	500 mm
Peso máximo al despegue	20 kg
Carga de pago	4 kg

Autonomía máxima	6-8 horas
Alcance máximo	50 km video/100 km datos
Velocidad de crucero	100 km/h
Techo	3352 m
Altitud operacional	300 m/500 m

Tabla 11: Características Fulmar

2.6 Marco Conceptual

2.6.1 Prototipo

Es el ejemplo del primer molde a fabricar ya sea un objeto o algún mecanismo.

2.6.2 Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

2.6.3 Tornillos

Pieza cilíndrica o cónica, por lo general metálica, con resalte en hélice y cabeza apropiada para enroscarla. Utensilio usado en carpintería, cerrajería, etc., que se compone de una parte fijada en el banco y otra que se mueve mediante un tornillo, entre las que sujeta, apretándola, la pieza que se trabaja.

2.6.4 Motor

Máquina destinada a producir movimiento a expensas de otra fuente de energía. Artefacto cuyo propósito principal es brindar la energía suficiente a un conjunto de piezas para que estas tengan un funcionamiento adecuado y la máquina que componen pueda realizar sus actividades.

2.6.5 Base

Es el elemento encargado de soportar y repartir en la tierra todo el peso de la estructura, impidiendo que ésta sufra movimientos importantes.

2.6.6 Soporte

Pieza fija que recibe el peso de varias piezas e impide que esta se tambalee o caiga.

CAPÍTULO III

(METODOLOGÍA)

3.1 Limitaciones.

Teniendo en cuenta los medios para lo cual será usado el diseño y donde será aplicado, se llevan a cabo limitaciones las cuales se mencionan a continuación:

- Peso no excedente a 2 kg.
- Dimensiones limitadas de 150 *100*168.7mm
- Control de mando.

3.2 Desarrollo del prototipo.

Dentro del desarrollo de un diseño se debe de evaluar condiciones, en las cuales se debe de observar que piezas se usaran y si se encuentran disponibles en el mercado, debido a que estas mismas serán las responsables de componer en si el diseño. De igual forma se debe tener en cuenta la calidad y el precio del producto en dado caso de llevar a elaborar alguna pieza.

De manera más específica dentro del prototipo contamos con la existencia de los siguientes componentes:

- Arduino.
- Motor DC
- Baleros o rodamientos de bolas.
- Baterías.
- Llantas.
- Botiquín.
- GPS (Global Position Systems)
- Cámara OV7670.

- Sensor de distancia (HC-S04)
- Sensor de gas MQ-2

En caso de no contar con el acceso a las piezas debido a la no existencia se tendrá que llevar a cabo su diseño.

Dentro de las piezas o componentes sin existencia:

- Chasis.
- Tapas.
- Sujetadores (Parte donde se colocará el motor para evitar su movimiento)
- Base (botiquín)
- Eje (posicionamiento de llanta)

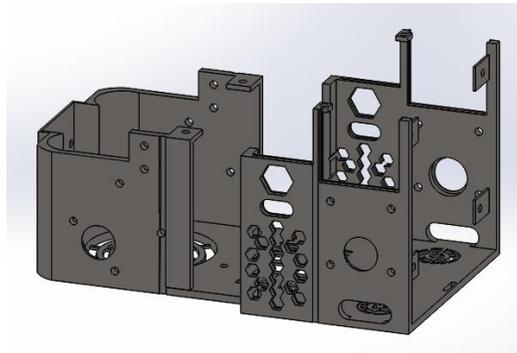


Figura 34: Chasis

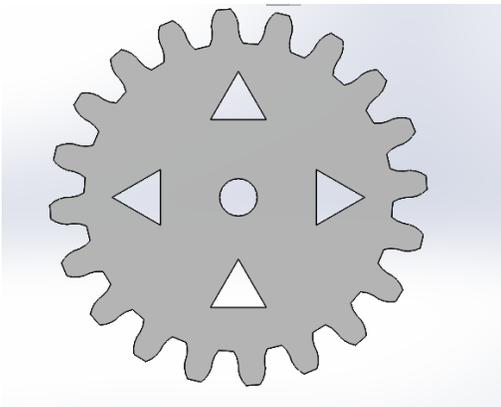


Figura 35: Piñón 1

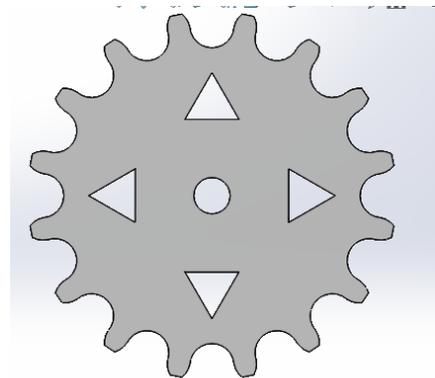


Figura 36: Piñon 2

3.3 Factibilidad Técnica

Es la parte que contiene toda la información de todos los recursos utilizados por el mecanismo que se desarrollara, lleva una descripción bien detallada sobre las características físicas y técnicas de cada elemento que se ocupa.

Nombre	Cantidad	Descripción
Arduino Uno	2	Su función es recabar los datos de los sensores conectados a la placa para leer los resultados y así mismo ponerlos a procesar.
Sensor HC-SR04	1	Es muy importante y es el encargado de detectar objetos presentes a su alrededor, consiste en emitir un sonido ultrasónico por uno de sus transductores espera a que el sonido rebote, los datos serán leídos por medio de la placa Arduino.
Cámara Ov7670	1	Es el encargado de transmitir imágenes de tiempo real, que se enfocara en esquivar obstáculos que exista en su camino y detectar a las personas con mayor facilidad. Y es capaz de generar un máximo de 30 cuadros por segundo a una resolución de 640×480 píxeles (VGA).
Sensor de gas MQ-2	1	Su función principal es el poder detectar gases tales como son LPG, propano, hidrógeno, metano. Y es controlado por Arduino.

Tornillo	1 paquete	Pieza encargada de sujetar las tapas y componentes para el aseguramiento y evitar su caída.
Batería	1	Es la que va a proporcionar el voltaje necesario para que funcione todo el circuito.
Módulo GPS	1	Encargado de dar la localización exacta del mecanismo, de esta manera indicara el paradero de las personas que se encuentran perdidas. Cuenta con una antena de gran potencia, posee una memoria EEPROM para guardar datos y una batería para respaldar la configuración del módulo.
Motorreductor	4	Es el componente que dará función a las llantas para el movimiento requerido. Es un reductor de velocidad con un motor directamente conectado.
Jumpers hembra-macho y hembra-hembra	20	Es el elemento que permite cerrar el circuito electrónico que forma parte de dos conexiones. Su función consiste en ingresar uno en el tablero y el otro extremo opuesto al sensor.

Módulo Emisor y Receptor	1	Este compuesto por dos módulos un transmisor y un receptor que funciona a 315Mhz. Y será utilizado para controlar el control remoto de joystick.
Módulo Joystick	1	Su función es ayudar a dar dirección a las llantas del mecanismo, está basado en el movimiento de dos dimensiones de una palanca, el movimiento es capturado por un potenciómetro uno para cada movimiento para saber qué dirección toma.
Rodamiento de bolas	4	Su función es para reducir la superficie de contacto y la fricción en los planos móviles.
Llanta	4	Piezas muy importantes para el funcionamiento de carrito
Botiquín primeros auxilios	1	Estará destinado para guardar los elementos necesarios de primeros auxilios depende el caso de emergencia.
Eje	4	Es el elemento que está destinado a guiar el movimiento de rotación de las llantas.

Tabla 12: Elementos principales que son necesarios para realizar el prototipo

3.4 Factibilidad Financiera

Es el enfoque financiero es en donde se evalúa el costo de las piezas que ocupara el mecanismo a diseñar esto es muy importante para el desarrollo del proyecto ya que nos ayudará a saber que tan rentable será.

Nombre	Proveedor	Costo
Arduino Uno	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por TECNEU_GDL	\$ 1,190.00
Sensor HC-SR04	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por SANDOROBOTICS	\$ 50.00
Cámara Ov7670	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por ITEP MECATRONICA	\$ 125.00
Sensor de gas MQ-2	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por TEAM MECATRON	\$ 72.00
Motorreductor	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por TECNEU_GDL	\$ 300.00
Modulo GPS	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por ARDUINOMXSLP	\$ 200.00
Batería	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por BATERIASLIPOMTY	\$ 999.00
Botiquín de primeros auxilios	Comprado en línea en la página de Amazon, vendido por XFTOPSE	\$ 196.00
Jumpers hembra-macho	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por TECNEU_GDL	\$ 40.00

Jumpers hembra	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por DIP MECATRONICA	\$ 40.00
Modulo Emisor y Receptor	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por TEAM MECATRON	\$ 55.00
Joystick	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por ELECAN_3D	\$ 50.00
Lamina de acero cromo	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por SOLFORD INTERNACIONAL	\$ 1,650.00
Rodamiento de bolas (balero)	Comprado en línea en la página de Mercado libre, vendido por FACI-IND	\$ 330.00
Barra de acero cromado	Comprado en línea en la página de Mercado Libre, vendido por BELMONT9118	\$ 520.00
Tornillos	Comprado en línea en la página de Amazon, vendido por PRIME-LINE	\$ 313.00
Total		\$ 6,130.00

Tabla 13: Elementos y costos de los componentes

3.5 Descripción De Los Componentes

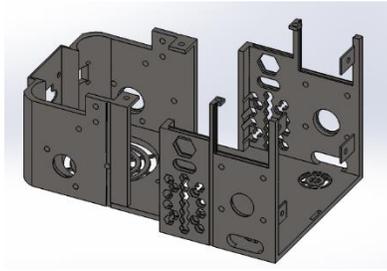


Figura 37: Chasis

CHASIS: es una estructura en donde se incorporan todas las piezas o componentes y mediante el cual se aporta rigidez y sostén al auto.

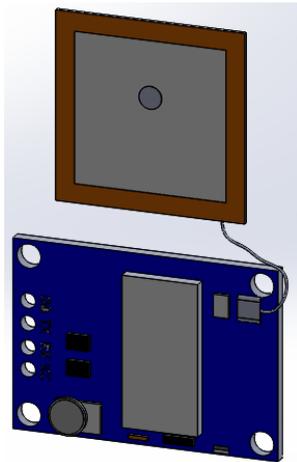


Figura 38: Modulo GPS

MODULO GPS: (Global Positional Systems): sistema que se compone por medio de 24 satélites, el cual es utilizado para propósitos de posicionamiento, debido a que es capaz de brindar latitud, longitud y hora actual del usuario.

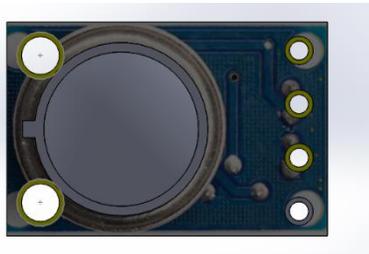
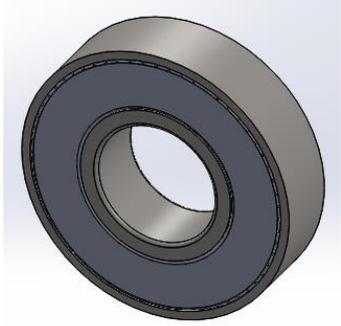
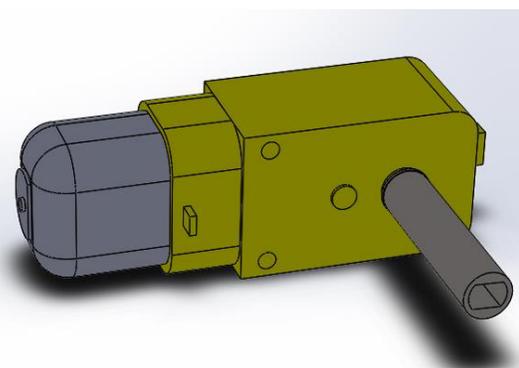
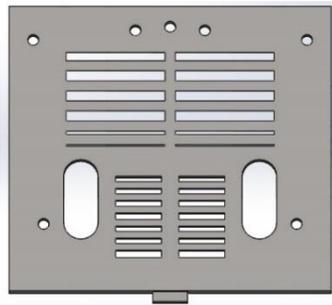


Figura 39: Sensor de gas MQ-2

SENSOR DE GAS MQ-2:
Es un dispositivo que se utiliza para poder realizar mediciones de concentración de gas, sin que pueda haber un contacto directo.

 <p data-bbox="308 546 730 588">Figura 40: Rodamiento de bolas</p>	<p data-bbox="860 262 1347 304">RODAMIENTO DE BOLAS:</p> <p data-bbox="860 336 1347 598">dispositivo que se encarga de hacer girar un componente (eje) de una manera más fácil sin que este mismo sufra desgastes al tener fricción.</p>
 <p data-bbox="349 1092 690 1134">Figura 41: Motorreductor</p>	<p data-bbox="860 724 1347 766">MOTORREDUCTOR: es un</p> <p data-bbox="860 798 1347 1050">componente que está formado por uno o varios engranes que sirven para ajustar la velocidad y la potencia mecánica.</p>
 <p data-bbox="341 1522 649 1564">Figura 42: Tapa trasera</p>	<p data-bbox="860 1249 1347 1291">TAPA TRASERA: es la que se</p> <p data-bbox="860 1323 1347 1428">encarga de proteger todos los componentes.</p>

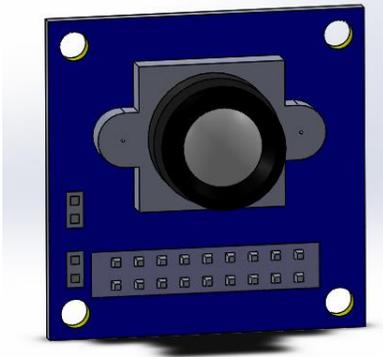


Figura 43: Cámara

CÁMARA: dispositivo que se encargará de grabar y recolectar datos de manera precisa, que se enfocará en detectar cualquier objeto y que será transmitido.

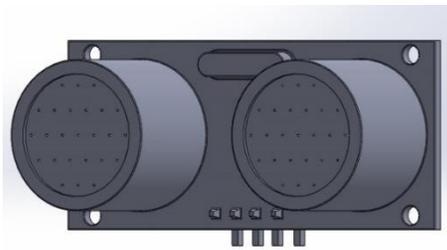


Figura 44: Sensor HC-SR04

SENSOR HC-SR04: es un sensor de distancia, que está compuesto por un emisor y un receptor de ultrasonidos. Estos nos ayudan a medir la distancia a la que se encuentra un objeto enviando un pulso de ultrasonidos y midiendo el tiempo que transcurre hasta que vuelve dicho pulso.

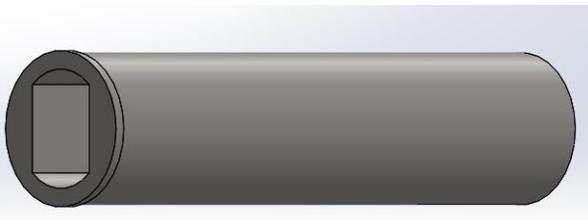


Figura 45: Eje

EJE: es el mecanismo que está destinado a guiar el movimiento de rotación de una pieza como lo es una rueda o un engranaje.

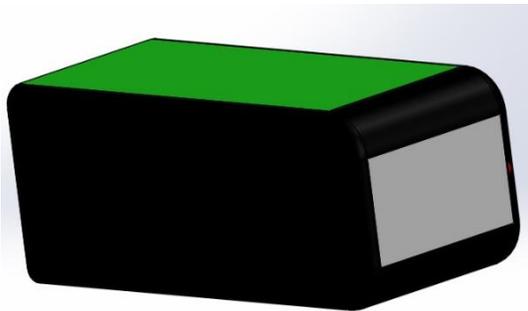


Figura 46: Batería

BATERÍA: Es la que se encarga de aportar la energía necesaria al sistema electrónico para el funcionamiento de los componentes.

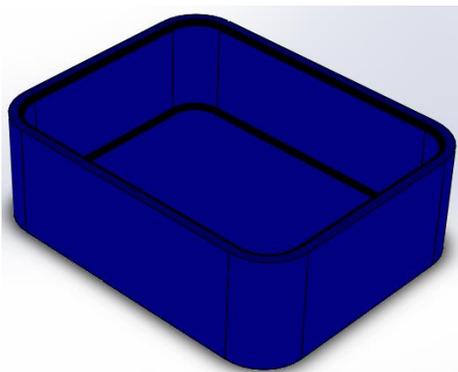


Figura 47: Botiquín primeros auxilios

BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS: esta es una pieza muy importante que se le integra al mecanismo que cuenta con una medida de 18 x 20, que puede contener las siguientes cosas agua, medicamentos, vendas, gasas, lampara, comida entre otras cosas.

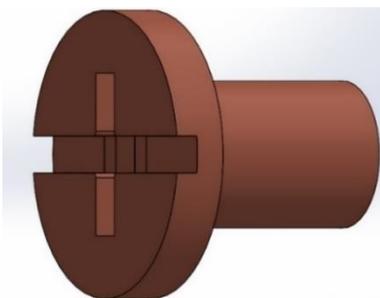


Figura 48: Tornillo

TORNILLO: es una pieza que se utiliza para la sujeción de un objeto.



Figura 49: Llanta

LLANTA: mecanismo en forma de piñón que se encargara del movimiento del prototipo al darle la función de avanzar.



Figura 50: Carcasa del botiquín

CARCASA DEL BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS: que cuenta con las medidas exacta para proteger los medicamentos

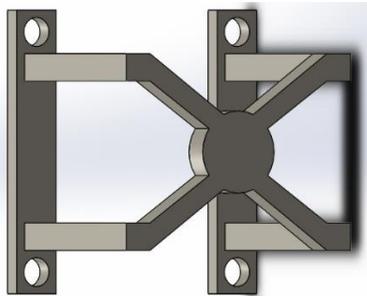


Figura 51: Sujetador

SOPORTE: es el que se encarga para sujetar los motores que se utilizara para el movimiento del mecanismo.

 <p data-bbox="334 583 704 615">Figura 52: Tapa de la batería</p>	<p data-bbox="865 264 1344 443">TAPA DE LA BATERÍA: Es la tapa que protege la batería de salirse o estropearse.</p>
--	---

Tabla 14: Descripción de los componentes

3.6 Análisis De Software SolidWorks Para El Modelado 3D

Para realizar el diseño del mecanismo de este proyecto, es necesario contar con un software para la modelado 3D como lo es SOLIDWORKS. Existe otra alternativa para crear el diseño del prototipo, dicho software tiene como nombre AUTOCAD.

La diferencia de usar el primer software es que permite crear, diseñar, simular, fabricar y gestionar modelos 3D. También cuenta con funciones de simulaciones complejas, esto es para ayudar al usuario a probar el rendimiento de sus diseños en circunstancias reales.

La técnica para modelar en 3D consiste generalmente en hacer bocetos de perfiles en 2D y posteriormente utilizar herramientas para producir la forma sólida. Ofrece la opción de ver cada parte individual del diseño, comprobar si hay interferencia, esto es de gran ayuda ya que no se tiene que construir o fabricar el producto sin antes de comprobar si existen errores.

Y el último es más utilizado en el área de la arquitectura y en otros sectores industriales para la realización de dibujos en 2D, cuenta con algunas capacidades 3D muy limitadas.

Como se mencionó anteriormente, utilizar un software que tenga las herramientas necesarias para el diseño y sea factible como SolidWorks, ya que garantiza que se obtendrán los mejores resultados sin inconvenientes.

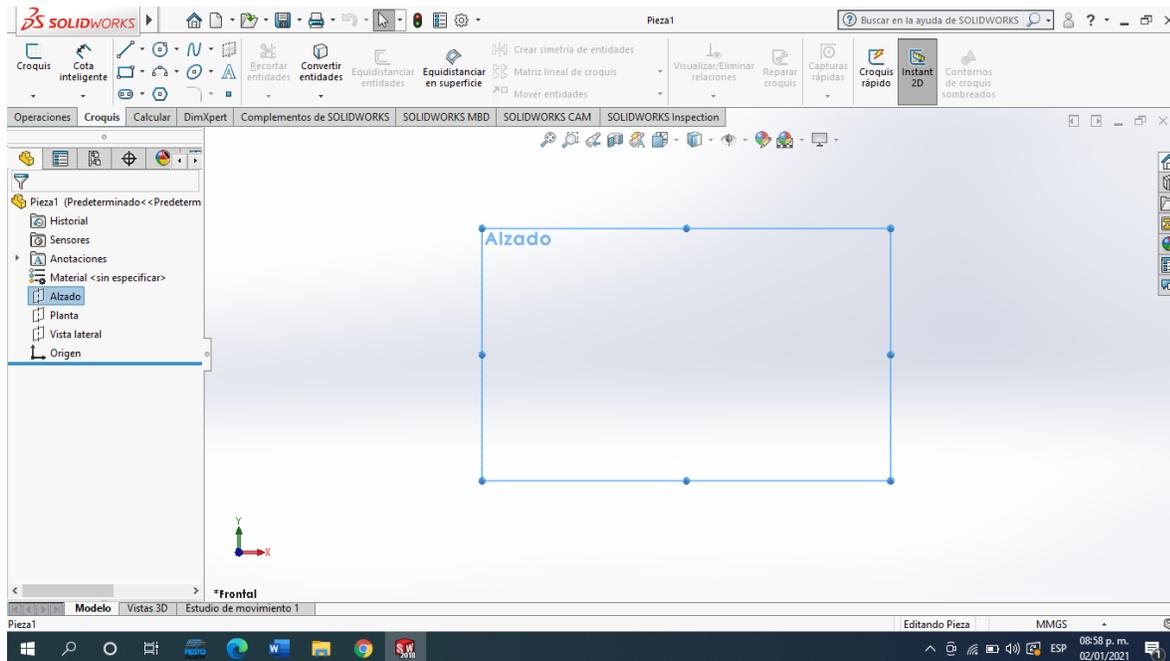


Figura 53: Software SolidWorks

3.7 Factor De Seguridad (FOS)

Los elementos que se muestran a continuación se tratan del eje, rueda y chasis del mecanismo sobre el cual se posicionan todos los elementos del diseño, es por esto que se realiza un análisis en SolidWorks SimulationXpress en el cual se agrega un peso (masa) de 4 kg lo que resulta mediante una conversión de unidades a 39.24 Newton (N), esto es necesario debido a que el programa utilizado SolidWorks emplea esta unidad de medida como base para análisis de fuerzas. Esto con el fin de conocer que tan seguro o no, son los modelos al momento de implementarlo en el prototipo.

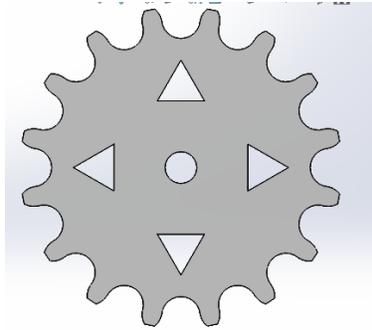


Figura 54: Rueda dentada (16 dientes)

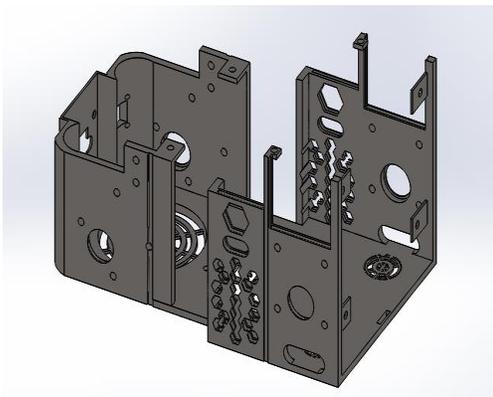


Figura 55: Chasis

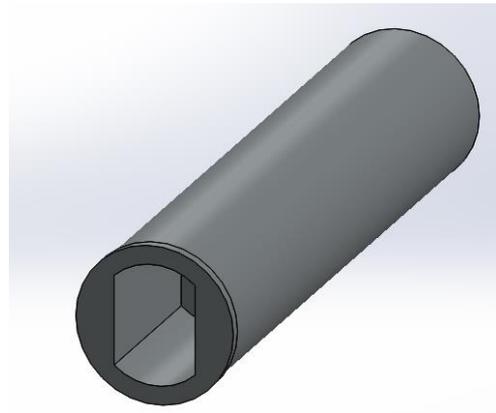


Figura 56: Eje

Una vez se lleva a cabo el análisis y finaliza se muestran 4 tipos de resultados:

1. Tensión de Von Mises.
2. Desplazamiento.
3. Deformación.
4. Factor de seguridad.

3.8 Análisis Del Eje

3.8.1 Tensión De Von Misses

También conocida como Teoría de distorsión máxima, el cual evalúa un material dúctil con el fin de conocer en qué punto el material comienza a ser flexible, sin poder regresar a su forma original (límite elástico), es por esto que mediante la siguiente imagen se puede observar en que puntos del modelo este sobre pasa su límite.

La figura 57 se encuentra en una vista trimétrica en la cual se observa el límite elástico de esta misma, su valor se encuentra en $1.723e + 8$, la parte observable de este modelo muestra los puntos en los que se encuentra dentro de un nivel seguro y hasta un punto donde puede sufrir fallas, a primera vista se observa que este modelo no se encuentra en niveles de falla.

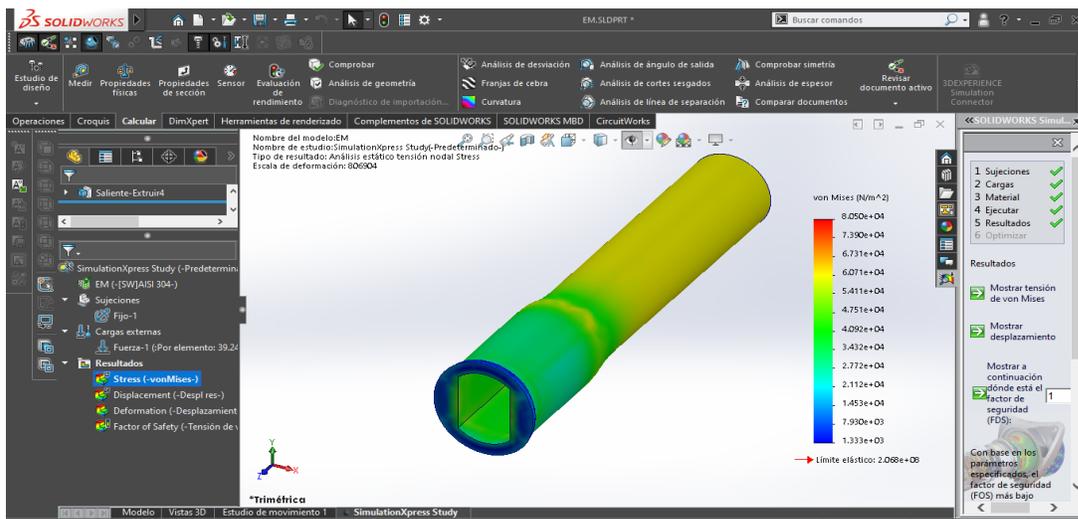


Figura 57: Eje a analizar

En una segunda vista frontal del mismo modelo se observa los puntos en los cuales puede llegar a deformar el material del que está compuesto el eje si se sobre pasa su límite elástico, y esto sucedería si excede el peso al cual se somete, como se muestra la deformación se sitúa alrededor de la cavidad donde se sujetara el motor.

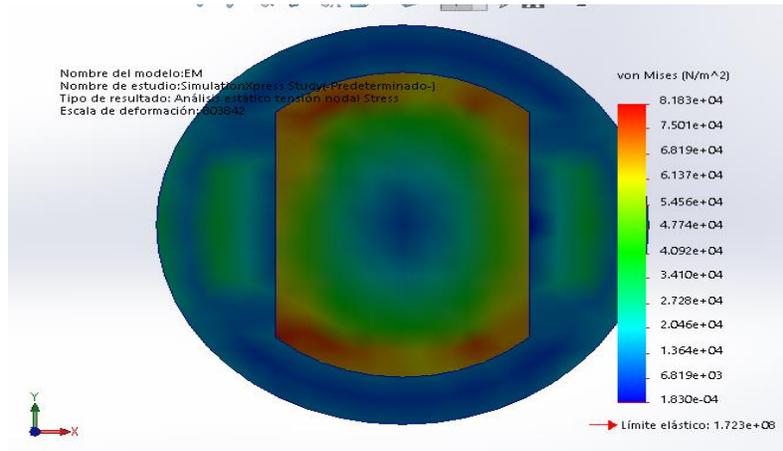


Figura 58: Eje analizando

3.8.2 Desplazamiento

En el modelo se ilustra la zona segura del modelo y esta se ubica en la parte que estará sujeta al motor, así como también se observa el punto en el cual el eje puede llegar a sufrir fallas al momento de desplazarse su unidad de medida son los milímetros (mm) al momento de aplicar la carga este genera un desplazamiento de modo horizontal lo cual provoca que nuestro eje produzca un ligero estiramiento, lo que produce las fallas debido a que se desplaza su masa.

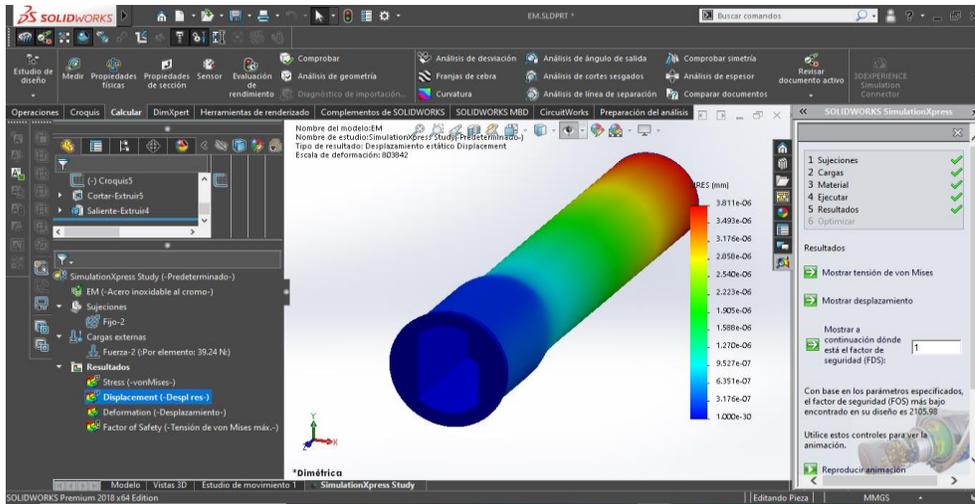


Figura 59: Eje en desplazamiento

3.8.3 Deformación

La deformación nos indica que al aplicarse una carga de manera constante el eje producirá un estiramiento sobre su masa lo cual puede llegar a ser una causa de falla en el eje.

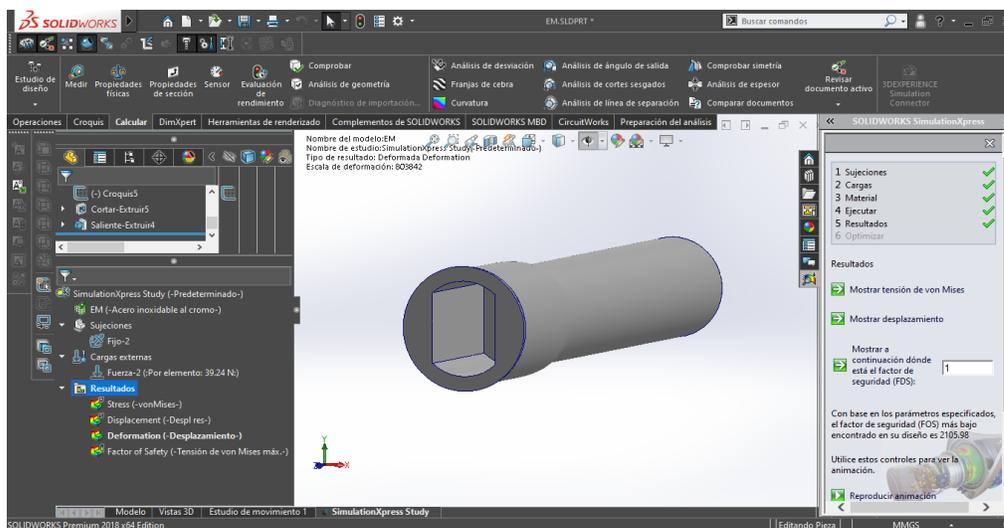


Figura 60: Análisis en deformación del eje

3.8.4 Factor De Seguridad (FDS)

El factor de seguridad se trata de un análisis en el cual se evalúan que tan seguro es nuestro diseño es por eso que, mediante SolidWorks, se evalúan sus características.

Como interpretar un factor de seguridad:

- ❖ “Un factor de seguridad inferior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha fallado.”
- ❖ “Un factor de seguridad de 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha empezado a fallar.”
- ❖ “Un factor de seguridad superior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación es seguro.”
- ❖ “El material que se encuentra en una ubicación empezará a fallar si aplica nuevas cargas iguales a las actuales multiplicadas por el factor de seguridad resultante, teniendo en cuenta que las tensiones/deformaciones unitarias permanecen en el intervalo lineal.”

Después de asignar parámetros al modelo el factor de seguridad se encuentra en un valor de 1, el cual brinda como resultado un factor de seguridad de 2105.98. Como se describió anteriormente un FDS, que supera al 1 indica que el modelo se encuentra dentro de un nivel aceptable para el material que se establece, en este caso se cuenta con la aleación de Acero Inoxidable al Cromo.

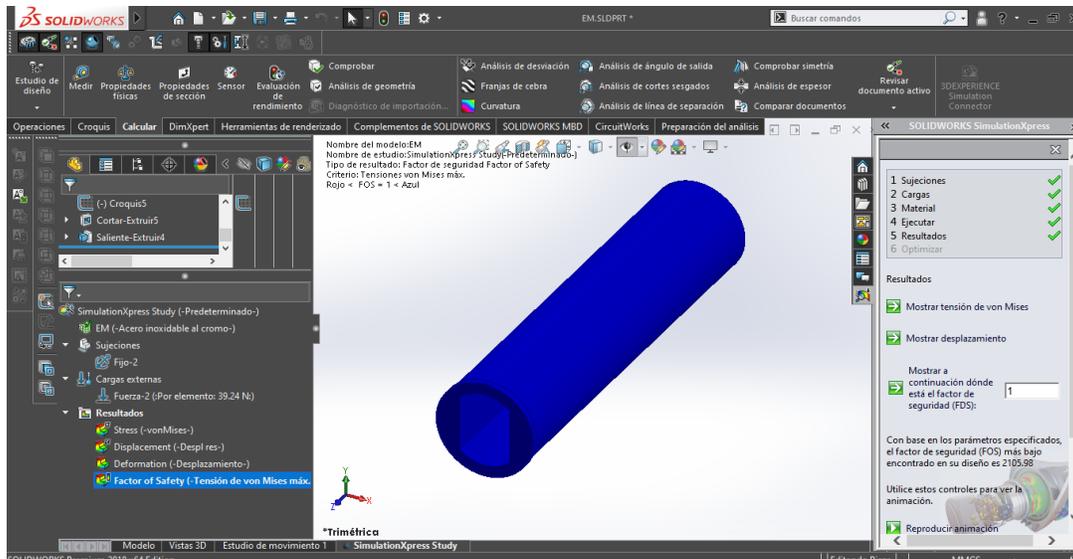


Figura 61: Factor de seguridad

3.9 Análisis A Rueda

3.9.1 Tension De Von Misses

Al aplicar la carga la cual se hizo mención anteriormente es posible observar, que puntos de nuestro diseño son los más vulnerables y los cuales a su vez pueden mostrar una deformación de mayor nivel en caso de sobre pasar sus límites, y en los cuales puede llegar a fallar el modelo. En la siguiente imagen, como se puede observar ilustra los posibles puntos de falla estos ocurren en la superficie de nuestra llanta, en este caso se hizo uso de una rueda dentada de NYLON 6/10, esto por las características sobre las cuales será posible desplazar nuestro diseño, otorgando mayor fuerza de sujeción sobre las superficies terrestres.

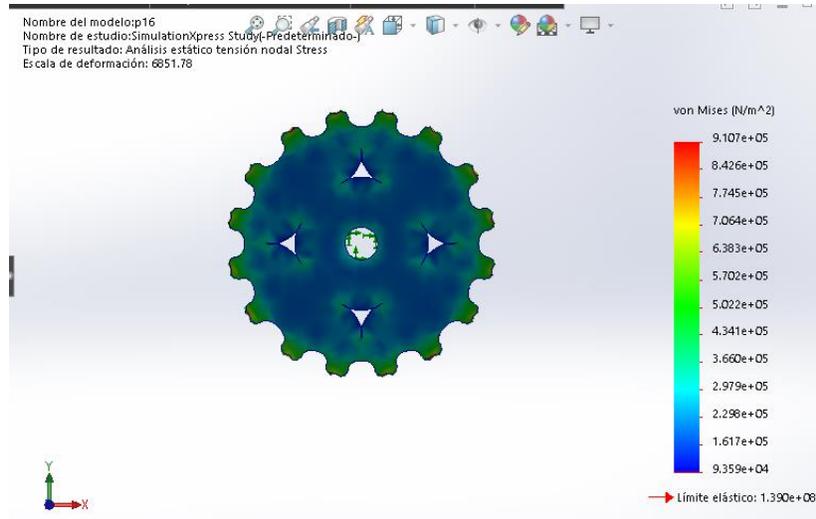


Figura 62: Rueda dentada 16 dientes. (Llanta)

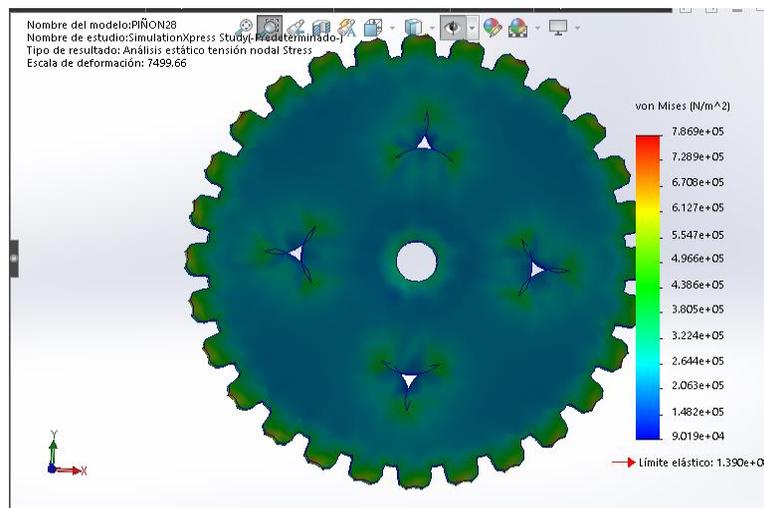


Figura 63: Rueda dentada 22 dientes. (Llanta)

Las imágenes anteriores muestran las llantas en una vista frontal, donde se observa que el modelo no sufre niveles de falla, en la composición de diseño, y se encuentra dentro de los parámetros requeridos para poder soportar la fuerza sobre el cual se está ejecutando el análisis. De esta manera es posible observar una gráfica en la que se establece el límite elástico como límite de carga, si se sobrepasa este nivel nuestro material sufriría graves deformaciones

En una segunda imagen contando con una vista dimétrica es posible observar los puntos sobre los cuales el límite elástico de nuestro material está siendo afectado, es decir son los, lugares donde el diseño puede deformarse sin poder llegar a recobrar su forma original. Como se observa estos puntos de falla se encuentran en la superficie de la llanta, donde esta misma se encuentra en contacto con la superficie terrestre, a simple vista se ilustra que la deformación no afecta de manera considerable el diseño más sin embargo no se permite sobrepasar los niveles de carga debido a las demás piezas que contendrá nuestro prototipo.

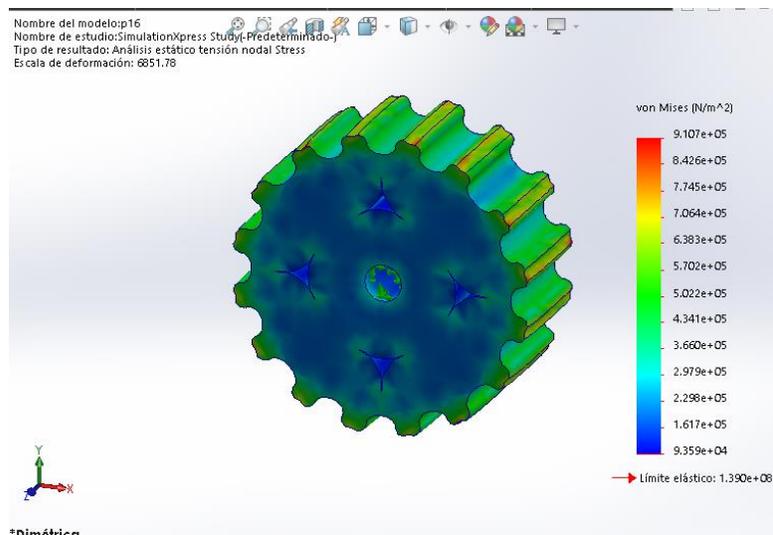


Figura 64: Análisis de fallas 16 dientes (llantas)

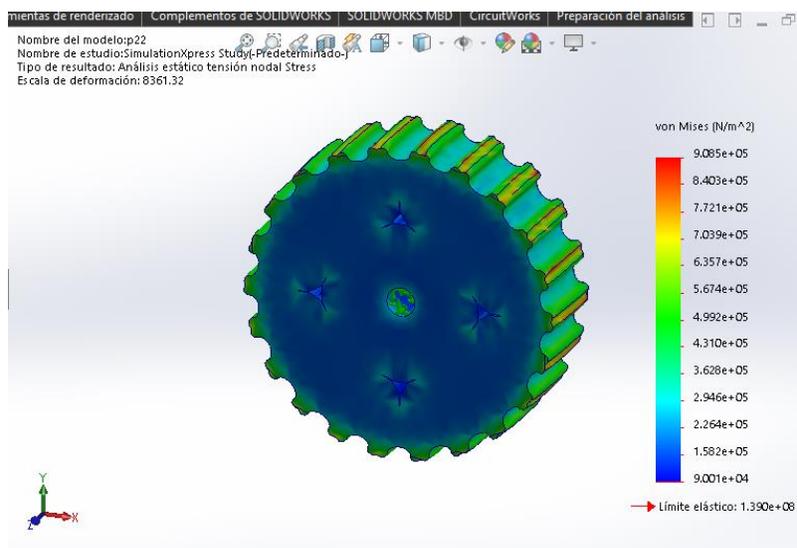


Figura 65: Análisis de fallas 22 dientes (llantas)

3.9.2 Desplazamiento

Cuando se aplica la carga el diseño se somete de igual forma a un desplazamiento el cual muestra niveles de mayor nivel sobre su masa, al estar sometiendo la rueda a la fuerza de 39.24 Newton. Como se observa los mayores deformaciones o desplazamiento que tiene nuestro modelo es sobre los dientes de nuestra rueda dentada, mostrando un desplazamiento de $1.056e - 3$ lo cual nos indica que se mueve milimétricamente.

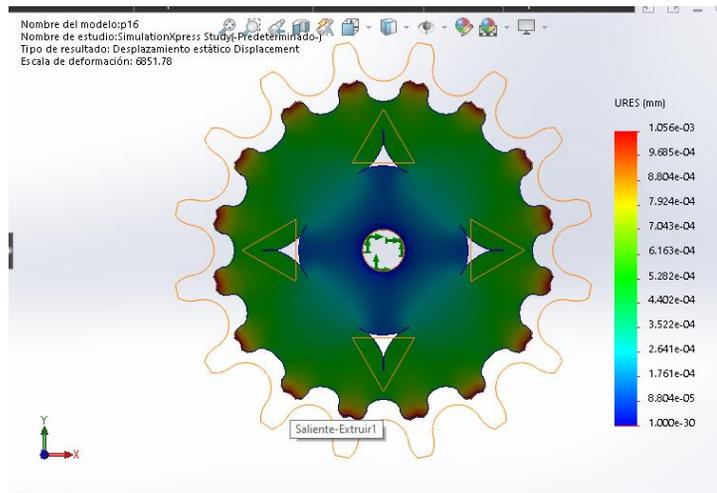


Figura 66: Desplazamiento estático desplazamiento 16 dientes (llanta)

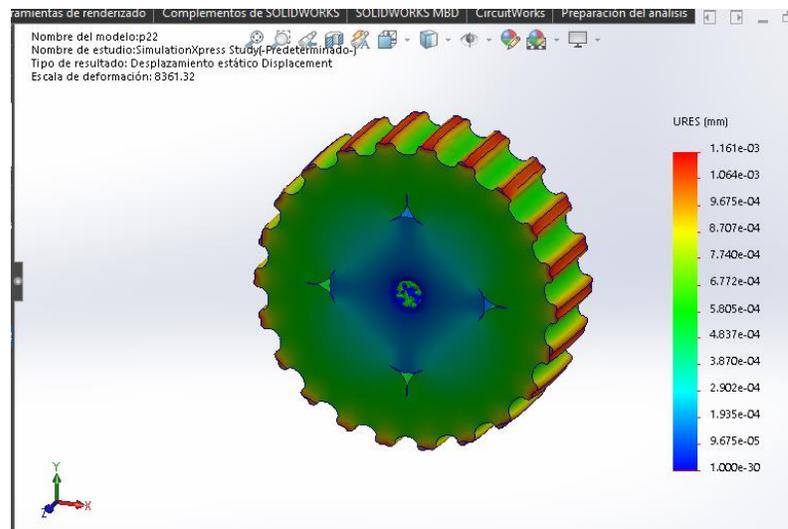


Figura 67: Desplazamiento estático desplazamiento 22 dientes (llanta)

3.9.3 Deformación

La imagen que se ilustra continuación muestra el nivel de deformación que sufrió nuestra rueda al momento de aplicarle la fuerza, debemos de tener en cuenta que el modelo constara de 4 ruedas, en la cuales las ruedas delanteras poseen 16 dientes, mientras que las ruedas traseras constan de 22 dientes por lo que la carga se aplicara de manera semejante para todo el modelo.

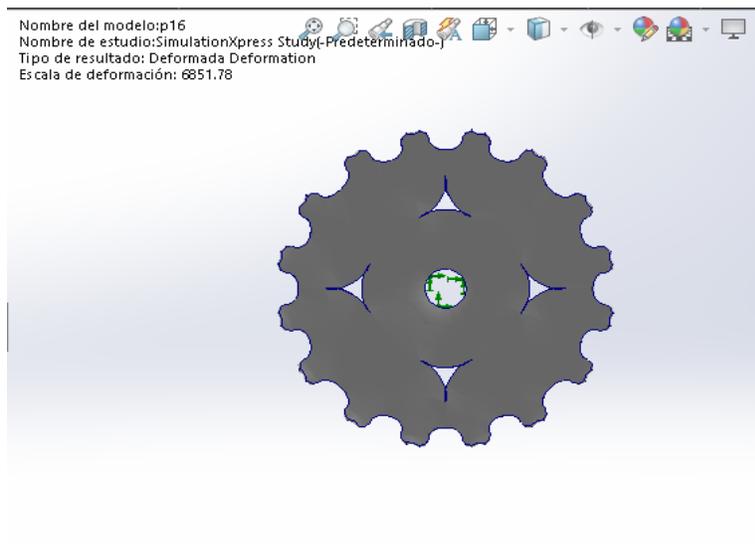


Figura 68: Deformación rueda dentada 16 dientes (llanta)

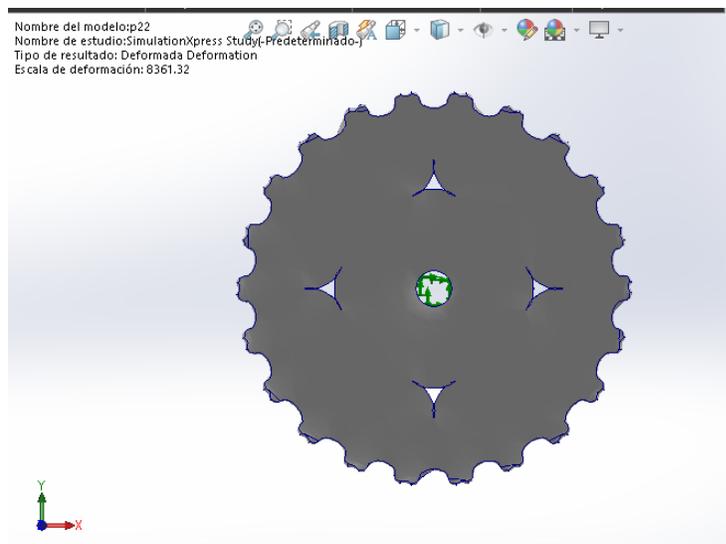


Figura 69: Deformación rueda dentada 22 dientes (llanta)

3.9.4 Factor De Seguridad

Nuestro factor de seguridad para el modelo se encuentra ubicado en 1, lo cual nos brinda como resultado bajo los parámetros específicos, un FDS de 152.675 para la rueda de 16 dientes y un FDS de 153.151 para la segunda rueda de 22 dientes, lo cual indica que nuestro diseño es seguro más, sin embargo, se tiene que tener en cuenta los posibles errores humanos.

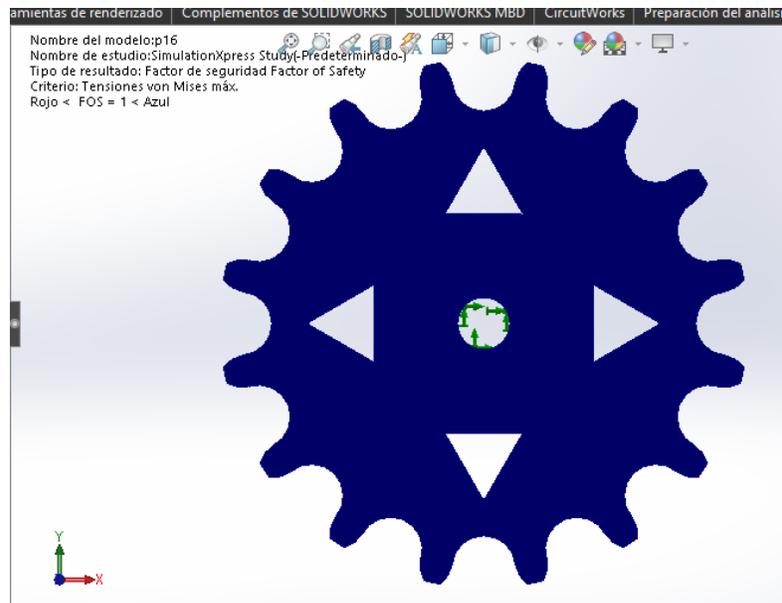


Figura 70: Factor de seguridad rueda dentada 16 dientes (llanta)

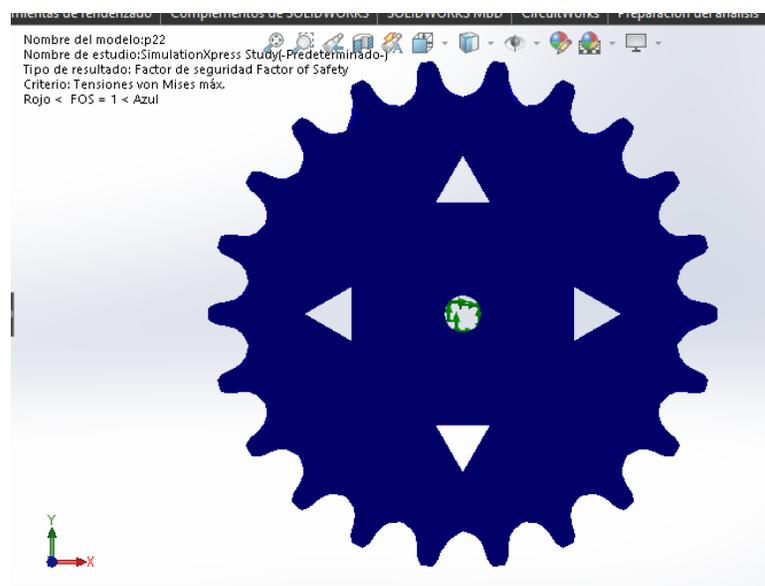


Figura 71: Factor de seguridad rueda dentada 22 dientes (llanta)

3.10 Análisis Chasis

De manera semejante se aplica análisis de fuerza al chasis el cual será el diseño que soportara a todos los componentes en su interior, es por esto que se aplica una fuerza como máximo de 39.24 Newton. Al asignar los parámetros requeridos como sujeciones podemos determinar la fuerza que se aplicara de manera constante, con lo cual podemos observar de qué manera se flexiona el modelo y así determinar la eficacia de este mismo.

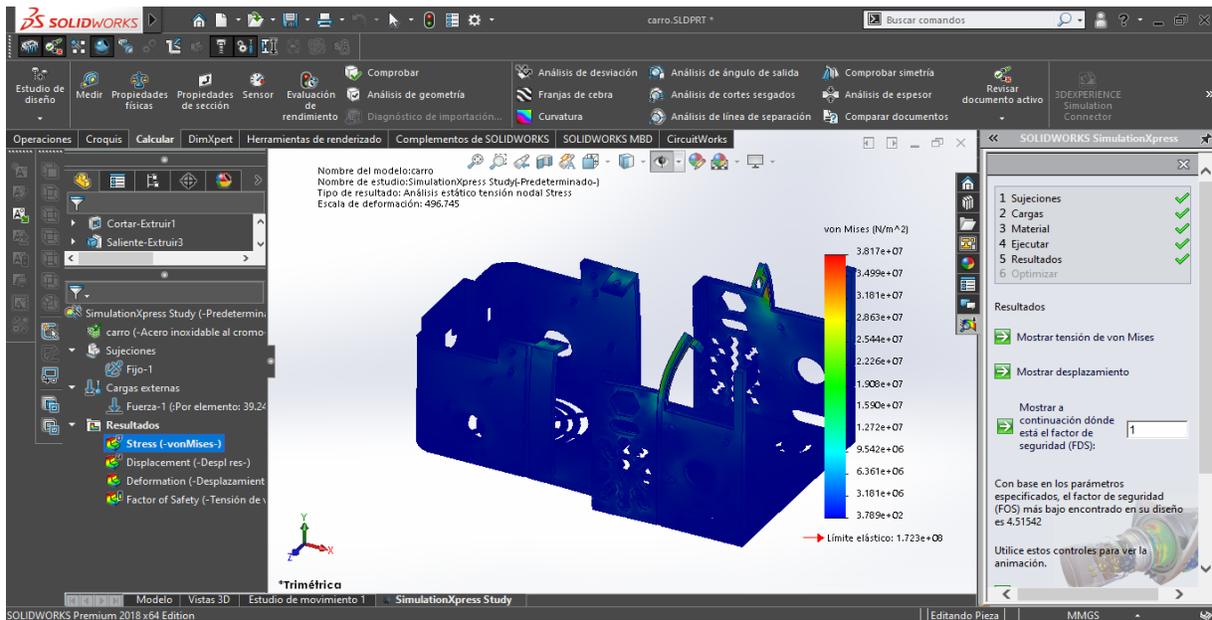


Figura 72: Análisis de chasis

3.10.1 Tension De Von Misses

Como se observa mediante la vista trimétrica, se ilustran las zonas en las cuales puede fallar el chasis, para observar estas regiones aplicamos modo de visualización isométrico y zoom a la zona que se presenta con un color rojo según la escala de límite elástico, en este lugar se concentra un mayor número de fuerzas por lo cual la flexión que resulta puede causar fallas e incluso rupturas si sobrepasara el peso asignado al modelo.

El límite elástico del material es ACERO INOXIDABLE AL CROMO: $1.723e + 08$

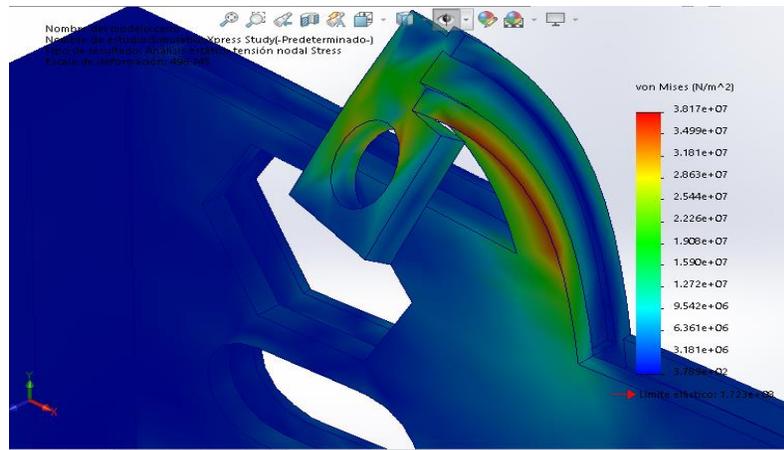


Figura 73: Análisis estático tensión nodal

3.10.2 Desplazamiento

Los desplazamientos de mayor impacto en el diseño se centran dentro de un rango en el cual podemos ver la flexión que se tiene cuando se ejecuta el análisis, en este lugar se observa como el material sufre una deformación de mayor nivel. Debido a que el desplazamiento registrado es de nivel milimétrico se muestran escalas en las cuales lo podemos observar con mayor detenimiento. El punto de mayor deflexión se encuentra ubicado en la zona donde se colocará un tornillo del número 5, esta zona es la que al momento de asignar la fuerza produce una presión sobre el diseño, lo cual ocasiona un desplazamiento el cual puede producir una ruptura en el modelo.

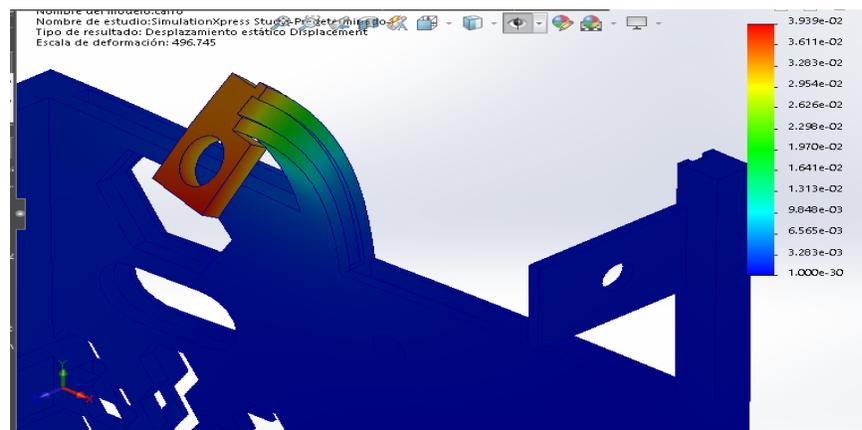


Figura 74: Desplazamiento estático

3.10.3 Deformación

La deformación que se presenta en el modelo se ilustra en la siguiente imagen, donde se puede determinar el grado en el que se encuentra deformado el diseño al momento de ejecutar el análisis.

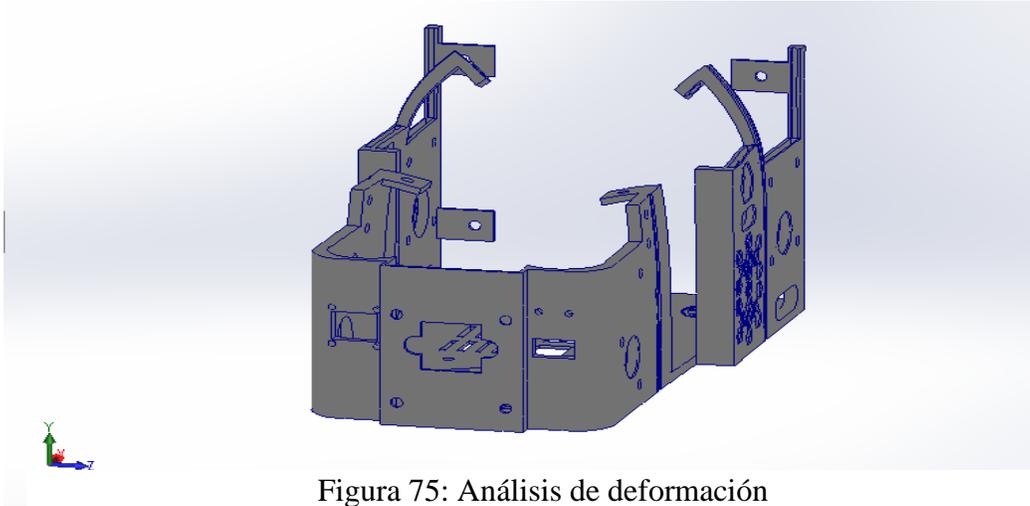


Figura 75: Análisis de deformación

3.10.4 Factor De Seguridad

El factor de seguridad con el que se cuenta se encuentra dentro del valor de 1, lo cual nos indica que nuestro modelo es seguro para su implementación debido a que el resultado que se nos brinda es superior a este mismo, contando con un valor de 4.51542

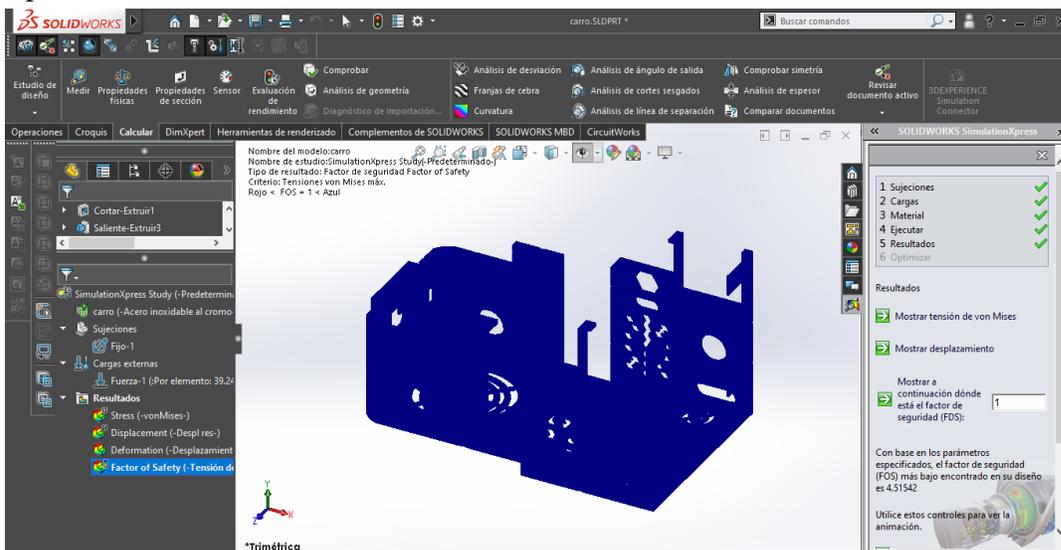


Figura 76: Factor de seguridad

**CAPÍTULO IV
(PRESENTACIÓN,
ANÁLISIS E
INTERPRETACIÓN DE
RESULTADOS)**

4.1 Cálculo De Piñones

Para poder realizar el desplazamiento de nuestro diseño fue necesario llevar a cabo cálculo para nuestras ruedas dentadas (piñones), se optó por este tipo de llantas, debido a las zonas por las cuales el dispositivo se desplazará, así tratando de evitar, que al momento de ser puesto en marcha este mismo evite “patinar”, sobre la superficie para las cuales será utilizado.

Rueda De 16.

$$\alpha = \frac{180}{16} = 11.25^\circ$$

$$D_p = \frac{12.7}{\sin(11.25)} = 65.09mm$$

$$D_e = 65.09mm + (0.63)(8.51) = 70.45 mm$$

$$D_i = 65.09 - 8.51 = 56.58 mm$$

Rueda De 22.

$$\alpha = \frac{180}{22} = 8.18^\circ$$

$$D_p = \frac{12.7}{\sin(8.18)} = 89.25mm$$

$$D_e = 89.25mm + (0.63)(8.51) = 94.61 mm$$

$$D_i = 89.25 - 8.51 = 80.74 mm$$

4.2 Diseño Final

Como diseño final se presenta un mecanismo el cual consta de 4 llantas o ruedas dentadas, las cuales se compondrán de NYLON 6/10, es un material que puede ser usado para el desarrollo de ruedas, además de ser un material resistente, costo regular y de baja densidad. En cuanto al chasis la parte más importante dentro del diseño esta será elaborada con el material ACERO INOXIDABLE AL CROMO, se eligió este tipo de material debido a las zonas en las que será utilizado (rescates en zonas de desastre, terremotos, etc.) brindando así mayor resistencia a los impactos de bajo nivel.

Por otra parte, se desarrolló un eje, que será el responsable de mantener y hacer rotar a las llantas, dándole así movimiento a nuestro mecanismo, de igual forma se optó por el material de ACERO INOXIDABLE AL CROMO. Para facilitar el desplazamiento del eje y las ruedas en cuanto están ensambladas, se coloca en el chasis un rodamiento o balero de bolas, que evita el desgaste o sobre esfuerzo al momento de su desplazamiento.

Para mantener seguros todos los componentes o piezas utilizadas se le colocaron tapas, las cuales para poder reducir el peso, se eligió diseñarlas de plástico, así evitando exceder en peso el diseño, el mecanismo será transportado por medio de ayuda de un drone lo portará facilitando así su movimiento, adicionalmente se incorpora un pequeño botiquín que estará compuesto de materiales necesarios tales como gasas, pastillas, alcohol etílico, inhalador esto para poder brindar ayuda en caso de ser necesario.

El diseño mediante la ayuda de SOLIDWORK, podemos modelar prototipos en los cuales se puede simular los materiales con los cuales se puede llegar a desarrollar los modelos brindando sus características técnicas, de esta manera se puede conocer un aproximado de la masa total del diseño, el cual es de aproximadamente 2 kilo gramos de peso.

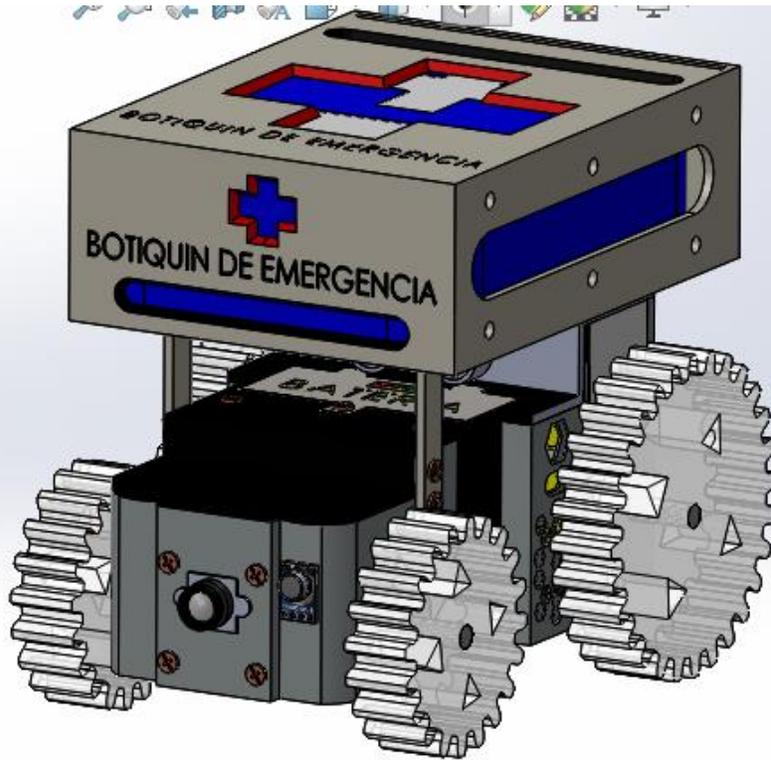


Figura 77: Diseño final del mecanismo

4.2.1 Selección Del Drone Que Se Utilizara

	Producto	Carga hasta	Tiempo de vuelo	Precio
Baja	Phantom 4 Pro+ V2	450 gramos	30 minutos	\$ 55,198.99
	Mavic 2 Pro	350 gramos	31 minutos	\$50,499.00
Media	<u>DJI Matrice 100</u>	3.6 kg	40 minutos	\$ 68,000
Alta	<u>DJI Matrice 600 Pro</u>	10 kg	18min	\$ 165,000
	DJI Matrice 300 RTK	9 kg	50min	\$ 151, 000

Tabla 15: Comparación de drones

Analizando los drones anteriores, se decide que se usara el DJI MATRICE 100 ya que cuenta con especificaciones muy concretas para el uso que se le requiere y es el más económico.

Matrice 100 cuenta con toda la tecnología de DJI, incluyendo un controlador de vuelo, un sistema de propulsión, GPS, DJI Light bridge, un mando a distancia y una batería recargable. Este sistema gestiona automáticamente las tareas complejas que se requieren en el vuelo, para facilitar su uso. Tiene una estructura ligera y motores eficientes, el tiempo de vuelo del Matrice 100 es de 40 minutos, con su diseño flexible se podrás agregar carga útil adicional, así como una segunda batería

opcional que se puede montar en una ranura destinada al sistema de alimentación del dron. Cuenta con un rango de distancia de funcionamiento de hasta 3,1 millas (5km).



Figura 78: DJI Matrice 100

4.2.1.2 Especificaciones

Estructura	
Distancia entre ejes diagonal	650 mm
Peso (con batería TB47D)	2355 g
Peso (con batería TB48D)	2431 g
Max. Peso al despegar	3600 g
Peso de la bahía de expansión	45 g
Rendimiento	
Precisión de vuelo estacionario (modo P con GPS)	Vertical: 0,5 m, Horizontal: 2,5 m
Max. Velocidad angular	Paso: 300 ° / s, guiñada: 150 ° / s
Max. Ángulo de inclinación	35 °

Max. Velocidad de ascenso	5 m / s
Max. Velocidad de descenso	4 m / s
Max. Resistencia al viento	10 m / s
Max. Velocidad	22 m / s (modo ATTI, sin carga útil, sin viento) 17 m / s (modo GPS, sin carga útil, sin viento)
Tiempo de vuelo estacionario (con batería TB47D y Zenmuse X3)	Sin carga útil: 19 min
Tiempo de vuelo estacionario (con batería TB48D)	Sin carga útil: 28 min; Carga útil de 500 g: 20 min; Carga útil de 1 kg: 16 min
Control remoto	
Nombre	C1
Frecuencia de operación	5,725 ~ 5,825 GHz 922,7 MHz ~ 927,7 MHz (Japón) 2.400 ~ 2.483 GHz (Lightbridge)
Distancia de transmisión (sin obstáculos, sin interferencias)	CE: 3,5 km FCC: 5 km
Potencia de salida	9 W
Temperatura de funcionamiento	-10 ° C hasta 40 ° C
Temperatura de almacenamiento	<3 meses: -20 ° C a 45 ° C > 3 meses: 22 ° C a 28 ° C

Ancho máximo del dispositivo móvil	170 mm
Batería (opcional)	
Nombre	Batería de vuelo inteligente
Modelo	TB48D
Capacidad	5700 mAh
Voltaje	22,8 V
Escribe	LiPo 6S
Energía	129,96 Wh
Peso neto	676 gramos
Temperatura de funcionamiento	-10 ° C hasta 40 ° C
Temperatura de almacenamiento	<3 meses: -20 ° a 45 ° C > 3 meses: 22 ° a 28 ° C
Temperatura de carga	0 ° C hasta 40 ° C
Max. Poder de carga	180 W

Tabla 16: Especificaciones

4.2.2 Base De Drone

El mecanismo al ser transportado por el drone necesita de una base en la cual se pueda colocar es por esto que se diseña una placa la cual consta de sujetadores para poder acoplarse a las dimensiones específicas del drone. La base a su vez tiene perforaciones al tamaño de las ruedas para que hay puedan entrar correctamente, y así evitar que este mismo se mueva, el drone que será utilizado en esta ocasión es el “DJI MATRICE 100” en donde se podrá colocar la base y posteriormente el mecanismo, evitando así algún accidente.

Al llegar al lugar donde se colocará el mecanismo la malla será liberada y el mecanismo se podrá desplazar, así teniendo la oportunidad de darle más aprovechamiento al drone para poder realizar algunas otras actividades.

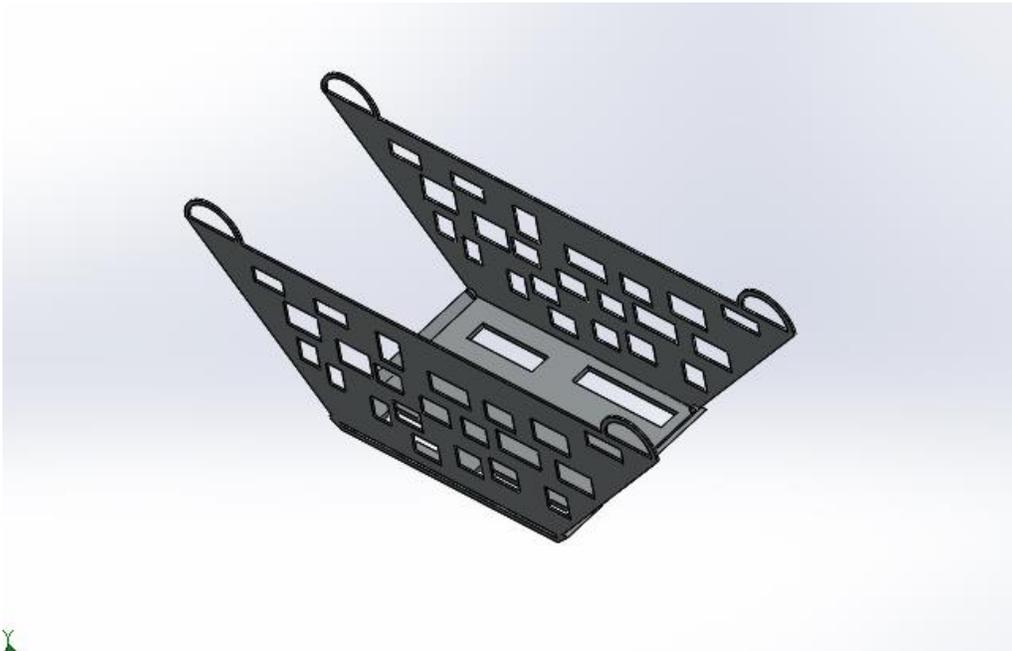


Figura 79: Base sujetadora del mecanismo al drone

4.3 Programación

En base a la programación se llevó a cabo a través del IDE de Arduino, en donde se puede observar cada parte del código tal y como se fue desarrollando, para esto es necesario conocer cómo se desplazará (de frente, reversa, izquierda derecha), así como también la activación de cada uno de los sensores y componentes de los cuales se compone este mismo.

4.3.1 Código Arduino

<pre>#include <VirtualWire.h></pre>	<pre>//BIBLIOTECA DONDE SE ENCUENTRAN UBICADOS LAS FUNCIONES DE RF</pre>
<pre>int echo = 2; // pin 2 como (ECHO) int trig = 7; // pin 7 como (TRIG) int duracion, distancia;</pre>	<pre>//SENSOR ULTRASONICO HC- S04 EFINE LOS PINES DEL SENSOR Y CALCULO DE DISTANCIA.</pre>
<pre>#include <TinyGPS++.h> #include <SoftwareSerial.h> #define RX 10 // DEFINE PIN RX #define TX 8 // DEFINE PIN TX SoftwareSerial SoftSerial(RX, TX); TinyGPSPlus gps;</pre>	<pre>// AGREGA LA LIBRERIA A UTILIZAR // AGREGA SOFTWARE SERIAL // CONFIGURA EL SOFTWARE SERIAL</pre>
<pre>/*CAMARA #include <stdint.h> //LIBRERIA EN LA CUAL SE DEFINEN TAMAÑOS DE TIPO ENTERO.</pre>	

```
#include <avr/io.h> //REFERENCIA PARA EL
CHIP ATMEL DE ARDUINO

#include <util/twi.h> //CONTIENE
DEFINICIONES DE MACROS USADOS EN EL
ESTADO DE REGISTRO

#include <util/delay.h> //SE USA PARA DEFINIR
LAS MACROS

#include <avr/pgmspace.h> //ENVIA LOS DATOS
DE LA MEMORIA DEL PROGRAMA A LA RAM
PARA SER UTILIZADOS

#define F_CPU 16000000UL

#define vga 0

#define qvga 1

#define qqvga 2

#define yuv422 0

#define rgb565 1

#define bayerRGB 2

#define camAddr_WR 0x42

#define camAddr_RD 0x43

//REGISTROS REQUERIDOS POR LA
CAMARA.

#define REG_GAIN 0x00
```

```
#define REG_BLUE 0x01

#define REG_RED 0x02

#define REG_VREF 0x03

#define REG_COM1 0x04

#define COM1_CCIR656 0x40

#define REG_BAVE 0x05

#define REG_GbAVE 0x06

#define REG_AECHH 0x07

#define REG_RAVE 0x08

#define REG_COM2 0x09

#define COM2_SSLEEP 0x10 //MODO
DORMIR

#define REG_PID 0x0a

#define REG_VER 0x0b

#define REG_COM3 0x0c

#define COM3_SWAP 0x40

#define COM3_SCALEEN 0x08

#define COM3_DCWEN 0x04

#define REG_COM4 0x0d

#define REG_COM5 0x0e

#define REG_COM6 0x0f

#define REG_AECH 0x10
```

```
#define REG_CLKRC 0x11

#define CLK_EXT 0x40

#define CLK_SCALE 0x3f

#define REG_COM7 0x12

#define COM7_RESET 0x80

#define COM7_FMT_MASK 0x38

#define COM7_FMT_VGA 0x00

#define COM7_FMT_CIF 0x20

#define COM7_FMT_QVGA 0x10

#define COM7_FMT_QCIF 0x08

#define COM7_RGB 0x04

#define COM7_YUV 0x00

#define COM7_BAYER 0x01

#define COM7_PBAYER 0x05

#define REG_COM8 0x13

#define COM8_FASTAEC 0x80

#define COM8_AECSTEP 0x40

#define COM8_BFILT 0x20

#define COM8_AGC 0x04

#define COM8_AWB 0x02

#define COM8_AEC 0x01

#define REG_COM9 0x14

#define REG_COM10 0x15
```

```
#define COM10_HSYNC      0x40

#define COM10_PCLK_HB    0x20

#define COM10_HREF_REV   0x08

#define COM10_VS_LEAD    0x04

#define COM10_VS_NEG     0x02

#define COM10_HS_NEG     0x01

#define REG_HSTART      0x17

#define REG_HSTOP      0x18

#define REG_VSTART     0x19

#define REG_VSTOP      0x1a

#define REG_PSHFT      0x1b

#define REG_MIDH       0x1c

#define REG_MIDL       0x1d

#define REG_MVFP       0x1e

#define MVFP_MIRROR     0x20

#define MVFP_FLIP      0x10

#define REG_AEW        0x24

#define REG_AEB        0x25

#define REG_VPT        0x26

#define REG_HSYST     0x30

#define REG_HSYEN     0x31

#define REG_HREF      0x32
```

```
#define REG_TSLB 0x3a

#define TSLB_YLAST 0x04

#define REG_COM11 0x3b

#define COM11_NIGHT 0x80

#define COM11_NMFR 0x60

#define COM11_HZAUTO 0x10

#define COM11_50HZ 0x08

#define COM11_EXP 0x02

#define REG_COM12 0x3c

#define COM12_HREF 0x80

#define REG_COM13 0x3d

#define COM13_GAMMA 0x80

#define COM13_UVSAT 0x40

#define COM13_UVSWAP 0x01

#define REG_COM14 0x3e

#define COM14_DCWEN 0x10

#define REG_EDGE 0x3f

#define REG_COM15 0x40

#define COM15_R10F0 0x00

#define COM15_R01FE 0x80

#define COM15_R00FF 0xc0

#define COM15_RGB565 0x10

#define COM15_RGB555 0x30
```

```

#define REG_COM16 0x41

#define COM16_AWBGAIN 0x08

#define REG_COM17 0x42

#define COM17_AECWIN 0xc0

#define COM17_CBAR 0x08

//ESTAS MATRICES DEFINEN COMO SON
GENERADOS LOS COLORES

//, must be

//* tweaked to adjust hue and saturation.

#define REG_CMATRIX_BASE 0x4f

#define CMATRIX_LEN 6

#define REG_CMATRIX_SIGN 0x58

#define REG_BRIGHT 0x55 //BRILLO

#define REG_CONTRAS 0x56 //CONTROL
DE CONTRASTE

#define REG_GFIX 0x69

#define REG_REG76 0x76

#define R76_BLKPCOR 0x80

#define R76_WHTPCOR 0x40

#define REG_RGB444 0x8c

#define R444_ENABLE 0x02

#define R444_RGBX 0x01

#define REG_HAECC1 0x9f

```

```
#define REG_HAECC2 0xa0

#define REG_BD50MAX 0xa5

#define REG_HAECC3 0xa6

#define REG_HAECC4 0xa7

#define REG_HAECC5 0xa8

#define REG_HAECC6 0xa9

#define REG_HAECC7 0xaa

#define REG_BD60MAX 0xab

#define REG_GAIN 0x00

#define REG_BLUE 0x01

#define REG_RED 0x02

#define REG_VREF 0x03

#define REG_COM1 0x04

#define COM1_CCIR656 0x40

#define REG_BAVE 0x05

#define REG_GbAVE 0x06

#define REG_AECHH 0x07

#define REG_RAVE 0x08

#define REG_COM2 0x09

#define COM2_SSLEEP 0x10

#define REG_PID 0x0a

#define REG_VER 0x0b

#define REG_COM3 0x0c
```

```
#define COM3_SWAP      0x40

#define COM3_SCALEEN   0x08

#define COM3_DCWEN    0x04

#define REG_COM4      0x0d

#define REG_COM5      0x0e

#define REG_COM6      0x0f

#define REG_AECH      0x10

#define REG_CLKRC     0x11

#define CLK_EXT       0x40

#define CLK_SCALE     0x3f

#define REG_COM7      0x12

#define COM7_RESET    0x80

#define COM7_FMT_MASK  0x38

#define COM7_FMT_VGA   0x00

#define COM7_FMT_CIF   0x20

#define COM7_FMT_QVGA  0x10

#define COM7_FMT_QCIF  0x08

#define COM7_RGB      0x04

#define COM7_YUV       0x00

#define COM7_BAYER     0x01

#define COM7_PBAYER    0x05

#define REG_COM8      0x13

#define COM8_FASTAEC   0x80
```

```
#define COM8_AECSTEP    0x40

#define COM8_BFILT    0x20

#define COM8_AGC    0x04

#define COM8_AWB    0x02

#define COM8_AEC    0x01

#define REG_COM9    0x14

#define REG_COM10    0x15

#define COM10_HSYNC    0x40

#define COM10_PCLK_HB    0x20

#define COM10_HREF_REV    0x08

#define COM10_VS_LEAD    0x04

#define COM10_VS_NEG    0x02

#define COM10_HS_NEG    0x01

#define REG_HSTART    0x17

#define REG_HSTOP    0x18

#define REG_VSTART    0x19

#define REG_VSTOP    0x1a

#define REG_PSHFT    0x1b

#define REG_MIDH    0x1c

#define REG_MIDL    0x1d

#define REG_MVFP    0x1e

#define MVFP_MIRROR    0x20

#define MVFP_FLIP    0x10
```

```
#define REG_AEW      0x24

#define REG_AEB      0x25

#define REG_VPT      0x26

#define REG_HSYST    0x30

#define REG_HSYEN    0x31

#define REG_HREF     0x32

#define REG_TSLB     0x3a

#define TSLB_YLAST   0x04

#define REG_COM11    0x3b

#define COM11_NIGHT   0x80

#define COM11_NMFR    0x60

#define COM11_HZAUTO  0x10

#define COM11_50HZ    0x08

#define COM11_EXP     0x02

#define REG_COM12    0x3c

#define COM12_HREF    0x80

#define REG_COM13    0x3d

#define COM13_GAMMA   0x80

#define COM13_UVSAT   0x40

#define COM13_UVSWAP  0x01

#define REG_COM14    0x3e

#define COM14_DCWEN   0x10

#define REG_EDGE     0x3f
```

```
#define REG_COM15 0x40

#define COM15_R10F0 0x00

#define COM15_R01FE 0x80

#define COM15_R00FF 0xc0

#define COM15_RGB565 0x10

#define COM15_RGB555 0x30

#define REG_COM16 0x41

#define COM16_AWBGAIN 0x08

#define REG_COM17 0x42

#define COM17_AECWIN 0xc0

#define COM17_CBAR 0x08

#define CMATRIX_LEN 6

#define REG_BRIGHT 0x55

#define REG_REG76 0x76

#define R76_BLKPCOR 0x80

#define R76_WHTPCOR 0x40

#define REG_RGB444 0x8c

#define R444_ENABLE 0x02

#define R444_RGBX 0x01

#define REG_HAECC1 0x9f

#define REG_HAECC2 0xa0

#define REG_BD50MAX 0xa5
```

```
#define REG_HAECC3 0xa6
#define REG_HAECC4 0xa7
#define REG_HAECC5 0xa8
#define REG_HAECC6 0xa9
#define REG_HAECC7 0xaa
#define REG_BD60MAX 0xab
#define MTX1 0x4f
#define MTX2 0x50
#define MTX3 0x51
#define MTX4 0x52
#define MTX5 0x53
#define MTX6 0x54
#define REG_CONTRAS 0x56
#define MTXS 0x58
#define AWBC7 0x59
#define AWBC8 0x5a
#define AWBC9 0x5b
#define AWBC10 0x5c
#define AWBC11 0x5d
#define AWBC12 0x5e
#define REG_GFI 0x69
#define GGAIN 0x6a
#define DBLV 0x6b
```

```

#define AWBCTR3      0x6c

#define AWBCTR2      0x6d

#define AWBCTR1      0x6e

#define AWBCTR0      0x6f

struct regval_list{

    uint8_t reg_num;

    uint16_t value;

};

const struct regval_list qvga_ov7670[] PROGMEM
= {

    { REG_COM14, 0x19 },

    { 0x72, 0x11 },

    { 0x73, 0xf1 },

    { REG_HSTART, 0x16 },

    { REG_HSTOP, 0x04 },

    { REG_HREF, 0xa4 },

    { REG_VSTART, 0x02 },

    { REG_VSTOP, 0x7a },

    { REG_VREF, 0x0a },

    { 0xff, 0xff }, //FINALIZAR MARCA

};

```

```

const struct regval_list yuv422_ov7670[]
PROGMEM = {
    { REG_COM7, 0x0 },
    { REG_RGB444, 0 }, //SIN LECTURA RGB
    { REG_COM1, 0 },
    { REG_COM15, COM15_R00FF },
    { REG_COM9, 0x6A },
    { 0x4f, 0x80 },
    { 0x50, 0x80 },
    { 0x51, 0 },
    { 0x52, 0x22 },
    { 0x53, 0x5e },
    { 0x54, 0x80 },
    { REG_COM13, COM13_UVSAT },
    { 0xff, 0xff }, //FNALIZAR MARCA
};
const struct regval_list ov7670_default_regs[]
PROGMEM = { //from the linux driver
    { REG_COM7, COM7_RESET },
    { REG_TSLB, 0x04 },
    { REG_COM7, 0 },
    /* Set the hardware window. These values from OV
don't entirely

```

```

/* make sense - hstop is less than hstart. But they
work...

{ REG_HSTART, 0x13 }, { REG_HSTOP, 0x01
},

{ REG_HREF, 0xb6 }, { REG_VSTART, 0x02 },
{ REG_VSTOP, 0x7a }, { REG_VREF, 0x0a },
{ REG_COM3, 0 }, { REG_COM14, 0 },

//ESCALA DE NUMEROS

{ 0x70, 0x3a }, { 0x71, 0x35 },

{ 0x72, 0x11 }, { 0x73, 0xf0 },

{ 0xa2,/* 0x02 changed to 1*1 }, { REG_COM10,
0x0 },

/*VALORES DE CURVA GAMA

{ 0x7a, 0x20 }, { 0x7b, 0x10 },

{ 0x7c, 0x1e }, { 0x7d, 0x35 },

{ 0x7e, 0x5a }, { 0x7f, 0x69 },

{ 0x80, 0x76 }, { 0x81, 0x80 },

{ 0x82, 0x88 }, { 0x83, 0x8f },

{ 0x84, 0x96 }, { 0x85, 0xa3 },

{ 0x86, 0xaf }, { 0x87, 0xc4 },

{ 0x88, 0xd7 }, { 0x89, 0xe8 },

/* AGC and AEC parameters. Note we start by
disabling those features,

```

then turn them only after tweaking the values.

```
{ REG_COM8, COM8_FASTAEC |  
COM8_AECSTEP },  
  
{ REG_GAIN, 0 }, { REG_AECH, 0 },  
  
{ REG_COM4, 0x40 },  
  
{ REG_COM9, 0x18 },  
  
{ REG_BD50MAX, 0x05 }, { REG_BD60MAX,  
0x07 },  
  
{ REG_AEW, 0x95 }, { REG_AEB, 0x33 },  
  
{ REG_VPT, 0xe3 }, { REG_HAECC1, 0x78 },  
  
{ REG_HAECC2, 0x68 }, { 0xa1, 0x03 },  
  
{ REG_HAECC3, 0xd8 }, { REG_HAECC4, 0xd8  
},  
  
{ REG_HAECC5, 0xf0 }, { REG_HAECC6, 0x90  
},  
  
{ REG_HAECC7, 0x94 },  
  
{ REG_COM8, COM8_FASTAEC |  
COM8_AECSTEP | COM8_AGC | COM8_AEC },  
  
{ 0x30, 0 }, { 0x31, 0 },//DESABILITA DELAYS  
  
//VALORES DE RESERVA  
  
{ REG_COM5, 0x61 }, { REG_COM6, 0x4b },  
  
{ 0x16, 0x02 }, { REG_MVFP, 0x07 },  
  
{ 0x21, 0x02 }, { 0x22, 0x91 },
```

```

{ 0x29, 0x07 }, { 0x33, 0x0b },
{ 0x35, 0x0b }, { 0x37, 0x1d },
{ 0x38, 0x71 }, { 0x39, 0x2a },
{ REG_COM12, 0x78 }, { 0x4d, 0x40 },
{ 0x4e, 0x20 }, { REG_GFIX, 0 },
/*{0x6b,      0x4a},*{      0x74,      0x10
},////////////////////////////////////
{ 0x8d, 0x4f }, { 0x8e, 0 },
{ 0x8f, 0 }, { 0x90, 0 },
{ 0x91, 0 }, { 0x96, 0 },
{ 0x9a, 0 }, { 0xb0, 0x84 },
{ 0xb1, 0x0c }, { 0xb2, 0x0e },
{ 0xb3, 0x82 }, { 0xb8, 0x0a },
/* More reserved magic, some of which tweaks
white balance
{ 0x43, 0x0a }, { 0x44, 0xf0 },
{ 0x45, 0x34 }, { 0x46, 0x58 },
{ 0x47, 0x28 }, { 0x48, 0x3a },
{ 0x59, 0x88 }, { 0x5a, 0x88 },
{ 0x5b, 0x44 }, { 0x5c, 0x67 },
{ 0x5d, 0x49 }, { 0x5e, 0x0e },
{ 0x6c, 0x0a }, { 0x6d, 0x55 },
{ 0x6e, 0x11 }, { 0x6f, 0x9e },

```

```

{ 0x6a, 0x40 }, { REG_BLUE, 0x40 },
{ REG_RED, 0x60 },
{ REG_COM8, COM8_FASTAEC |
COM8_AECSTEP | COM8_AGC | COM8_AEC |
COM8_AWB },
//MATRIZ DE COEFICIENTES
{ 0x4f, 0x80 }, { 0x50, 0x80 },
{ 0x51, 0 }, { 0x52, 0x22 },
{ 0x53, 0x5e }, { 0x54, 0x80 },
{ 0x58, 0x9e },
{ REG_COM16, COM16_AWBGAIN }, {
REG_EDGE, 0 },
{ 0x75, 0x05 }, { REG_REG76, 0xe1 },
{ 0x4c, 0 }, { 0x77, 0x01 },
{ REG_COM13, /*0xc3 0x48 }, { 0x4b, 0x09
},,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
{ 0xc9, 0x60 }, /*{REG_COM16, 0x38},
//{ 0x56, 0x40 },
// { 0x34, 0x11 }, { REG_COM11, COM11_EXP |
COM11_HZAUTO },
// { 0xa4, 0x82/Was 0x88* }, { 0x96, 0 },
// { 0x97, 0x30 }, { 0x98, 0x20 },
// { 0x99, 0x30 }, { 0x9a, 0x84 },

```

```

// { 0x9b, 0x29 }, { 0x9c, 0x03 },

// { 0x9d, 0x4c }, { 0x9e, 0x3f },

// { 0x78, 0x04 },*\

//REGISTRO DE MULTIPLEXORES

// { 0x79, 0x01 }, { 0xc8, 0xf0 },

// { 0x79, 0x0f }, { 0xc8, 0x00 },

// { 0x79, 0x10 }, { 0xc8, 0x7e },

// { 0x79, 0x0a }, { 0xc8, 0x80 },

// { 0x79, 0x0b }, { 0xc8, 0x01 },

// { 0x79, 0x0c }, { 0xc8, 0x0f },

// { 0x79, 0x0d }, { 0xc8, 0x20 },

// { 0x79, 0x09 }, { 0xc8, 0x80 },

// { 0x79, 0x02 }, { 0xc8, 0xc0 },

// { 0x79, 0x03 }, { 0xc8, 0x40 },

// { 0x79, 0x05 }, { 0xc8, 0x30 },

// { 0x79, 0x26 },

// { 0xff, 0xff }, //FINALIZAR MARCA

//};

//void error_led(void){

// DDRB |= 32;//VERIFICACION DE SALIDA DE

LED

// while (1){//ESPERA PARA RESETEO

// PORTB ^= 32;

```

```

//_delay_ms(100);

// }

//}

//void twiStart(void){
//  TWCR = _BV(TWINT) | _BV(TWSTA) |
_BV(TWEN);//ENVIA INICIO
// while (!(TWCR & (1 << TWINT)));//ESPERA
PARA TRANSMISION
// if ((TWSR & 0xF8) != TW_START)
//  error_led();
//}

//void twiWriteByte(uint8_t DATA, uint8_t type){
//  TWDR = DATA;
//  TWCR = _BV(TWINT) | _BV(TWEN);
//  while (!(TWCR & (1 << TWINT))) {}
//  if ((TWSR & 0xF8) != type)
//  error_led();
//}

//void twiAddr(uint8_t addr, uint8_t typeTWI){
//  TWDR = addr;//send address
//  TWCR = _BV(TWINT) | _BV(TWEN);
//LIMPIA INTERRUPCIONES PARA INICIO DE
TRANSMISION

```

```

// while ((TWCR & _BV(TWINT)) == 0);

//ESPERA PARA TRANSMISION

// if ((TWSR & 0xF8) != typeTWI)

//error_led();

//}

//ENVIA INICIO DE CONDICIONES

//twiStart();

//twiAddr(camAddr_WR, TW_MT_SLA_ACK);

//twiWriteByte(reg, TW_MT_DATA_ACK);

//twiWriteByte(dat, TW_MT_DATA_ACK);

//TWCR = (1 << TWINT) | (1 << TWEN) | (1 <<
TWSTO);//DETENER

//_delay_ms(1);

//}

//static uint8_t twiRd(uint8_t nack){

// if (nack){

// TWCR = _BV(TWINT) | _BV(TWEN);

// while ((TWCR & _BV(TWINT)) == 0);

//TRANSMISION EN ESPERA

// if ((TWSR & 0xF8) !=
TW_MR_DATA_NACK)

// error_led();

```

```

// return TWDR;

// }

// else{

//     TWCR = _BV(TWINT) | _BV(TWEN) |
_BV(TWEA);

//     while ((TWCR & _BV(TWINT)) == 0);

//TRANSMISION EN ESPERA

// if ((TWSR & 0xF8) != TW_MR_DATA_ACK)

//     error_led();

// return TWDR;

//}

//}

//uint8_t rdReg(uint8_t reg){

// uint8_t dat;

// twiStart();

// twiAddr(camAddr_WR, TW_MT_SLA_ACK);

// twiWriteByte(reg, TW_MT_DATA_ACK);

// TWCR = (1 << TWINT) | (1 << TWEN) | (1 <<
TWSTO);

// _delay_ms(1);

// twiStart();

// twiAddr(camAddr_RD, TW_MR_SLA_ACK);

// dat = twiRd(1);

```

```

// TWCR = (1 << TWINT) | (1 << TWEN) | (1 <<
TWSTO);

// _delay_ms(1);

// return dat;

//}

//void wrSensorRegs8_8(const struct regval_list
reglist[]){
// uint8_t reg_addr, reg_val;
// const struct regval_list *next = reglist;
// while ((reg_addr != 0xff) | (reg_val != 0xff)){
// reg_addr = pgm_read_byte(&next->reg_num);
// reg_val = pgm_read_byte(&next->value);
// writeReg(reg_addr, reg_val);
// next++;
//}
//}

//void setColor(void){
// wrSensorRegs8_8(yuv422_ov7670);
//}

//void setResolution(void){
// writeReg(REG_COM3, 4); //HABILITAR
ESCALA REG_COM3
// wrSensorRegs8_8(qvga_ov7670);

```

```

//}

//void      camInit(void){//CONFIGURACIONES
//PARA LA CAMARA (REGISTRO DE VALORES
//POR EL USUARIO)

// writeReg(0x12, 0x80);

// _delay_ms(100);

// wrSensorRegs8_8(ov7670_default_regs);

//writeReg(REG_COM10, 32);

//}

//void arduinoUnoInut(void) {

// cli();//INTERRPCIONES DESABILITADAS

//CLOCK PWM 8HZ

// DDRB |= (1 << 3);// PIN 11

// ASSR &= ~(_BV(EXCLK) | _BV(AS2));

// TCCR2A = (1 << COM2A0) | (1 << WGM21) |
(1 << WGM20);

// TCCR2B = (1 << WGM22) | (1 << CS20);

//OCR2A = 0;//(F_CPU)/(2*(X+1))

//DDRC &= ~15;//CAMARA APAGADA d0-d3

//DDRD &= ~252;//PINES INTERRUPTORES d7-
d4

// _delay_ms(3000);

//set up twi for 100khz

```

```

//TWSR &= ~3;//DESABILITA PRESCALA
PARA TWI

// TWBR = 72;

//SERIAL HABILITADO

//UBRR0H = 0;

//UBRR0L = 1;//0 = 2M. 1 = 1M baud. 3 = 0.5M. 7
= 250k 207 is 9600 VELOCIDAD DE
TRANSFERENCIA

//UCSR0A |= 2;//double speed aysnc

// UCSR0B = (1 << RXEN0) | (1 <<
TXEN0);//HABILITAR RECEPTOR Y
TRANMISION

//UCSR0C = 6;

//}

//void StringPgm(const char * str){

// do{

//         while (!(UCSR0A & (1 <<
UDRE0)));//ESPERA PARA TRANSMITIR BYTE

//   UDR0 = pgm_read_byte_near(str);

//         while (!(UCSR0A & (1 <<
UDRE0)));//ESPERA PARA TRANSMITIR BYTE

// } while (pgm_read_byte_near(++str));

//}

```

```

//static void captureImg(uint16_t wg, uint16_t hg){
// uint16_t y, x;
// StringPgm(PSTR("*RDY*"));
//   while (!(PIND & 8));//ESPERA PARA
ENCENDER
// while ((PIND & 8));//ESPERA PARA APAGAR
//   y = hg;
// while (y--){
//   x = wg;
//   while (x--){
//     while ((PIND & 4));//ESPERA PARA
APAGAR
//     UDR0 = (PINC & 15) | (PIND & 240);
//     while (!(UCSR0A & (1 <<
UDRE0)));//ESPERA PARA TRANSMISION DE
BYTE
//     while (!(PIND & 4));//ESPERA PARA
ENCENDER
//     while ((PIND & 4));//ESPERA PARA
APAGAR
//while (!(PIND & 4));//ESPERA PARA
ENCENDER

```

<pre>// } // } // _delay_ms(100); //}</pre>	
<pre>void setup()</pre>	<p>Inicia configuraciones que brindamos a la placa</p>
<pre>{ Serial.begin(9600); SoftSerial.begin(9600);</pre>	<p>//CONFIGURACION QUE DA INICO AL PUERTO SERIAL</p> <p>//SOFTWARE SERIAL UTILIZADO POR EL GPS</p>
<pre>pinMode(echo, INPUT); // define el pin 2 como entrada (pecho) pinMode(trig,OUTPUT); // define el pin 3 como salida (ptrig)</pre>	<p>//PINES USADOS SENSOR ULTRASONICO (HC-S04)</p>
<pre>vw_set_ptt_inverted(true); vw_set_rx_pin(12); vw_setup(4000); vw_rx_start(); // INICIA CONEXION.</pre>	<p>//MODULOS RF</p> <p>// EL PIN 12 ES USADO PARA RECIBIR DATOS MEDIANTE EL PIN 12</p> <p>// VELOCIDAD DE INTERCAMBIO DE DATOS</p>

<pre>//CAMARA // arduinoUnoInut();//USADA PARA HABILITAR EL ARDUINO UNO //camInit(); //setResolution();//SELECCION DE RESOLUCION PARA LA CAMARA //setColor(); //PARA IMAGENES EN MONOCROMATICO //writeReg(0x11, 9); //REGISTROS DE FUNCION LA CUALES SON ESCRITOS EN HEXADECIMAL</pre>	
<pre>pinMode(4, OUTPUT); pinMode(5, OUTPUT); pinMode(6, OUTPUT); pinMode(11, OUTPUT); }</pre>	<pre>//MOTORES //SALIDA DE LOS MOTORES</pre>
<pre>void loop()</pre>	<pre>CONTIENE LOS BLOQUES DEL PROGRAMA Y LOS EJECUTA MIENTRAS SE ENCUENTRE</pre>

	ENCENDIDO CONTROLADOR.	EL
{ uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN]; uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;		
if (vw_get_message(buf, &buflen))		
{ if(buf[0]=='1'){ digitalWrite(3,HIGH); Serial.println("gas detectado"); delay(500); //CAMARA // captureImg(320, 240);//BRINDA LA RESOLUCION DE LA IMAGEN }	//DETECTOR DE GAS	
if(buf[0]=='A'){ digitalWrite(4,HIGH); digitalWrite(5,LOW); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,HIGH);	//MOTORES DARANTE 500 MILISEGUNDOS	AVANZANDO

```
delay(500);

////////////////////////////////////

while (SoftSerial.available() > 0) {

    if (gps.encode(SoftSerial.read())) {

        if (gps.location.isValid()) {

            Serial.print(" | LAT: ");

            Serial.println(gps.location.lat(), 6);

            Serial.print(" | LONG: ");

            Serial.println(gps.location.lng(), 6);

        }

        else

            Serial.println("Location Invalid");

        if (gps.altitude.isValid()) {

            Serial.print(" | ALT: ");

            Serial.print(gps.altitude.meters());

            Serial.println("METROS: ");

        }

        else

            Serial.println("ALT INVALIDO");

        if (gps.speed.isValid()) {

            Serial.print(" | VELOCIDAD: ");

            Serial.print(gps.speed.kmph());

            Serial.println("kmph");

        }

    }

}
```

```

    }

    else

        Serial.println("VELOCIDAD
INVALIDO");

    if (gps.time.isValid() {

        Serial.print(" | HORA (GMT) : ");

        if(gps.time.hour() < 10) Serial.print("0");

        Serial.print(gps.time.hour());

        Serial.print(":");

        if(gps.time.minute() < 10) Serial.print("0");

        Serial.print(gps.time.minute());

        Serial.print(":");

        if(gps.time.second() < 10) Serial.print("0");

        Serial.println(gps.time.second());

    }

    else

        Serial.println("HORA INVALIDO");

    if (gps.date.isValid() {

        Serial.print(" | FECHA: ");

        if(gps.date.day() < 10) Serial.print("0");

        Serial.print(gps.date.day());

        Serial.print("/");

        if(gps.date.month() < 10) Serial.print("0");

```

<pre> Serial.print(gps.date.month()); Serial.print("/"); Serial.println(gps.date.year()); } else Serial.println("FECHA INVALIDA"); if (gps.satellites.isValid() { Serial.print(" SATELITE: "); Serial.println(gps.satellites.value()); } else Serial.println("SATELITE INVALIDO"); } } /// } </pre>	
<pre> if(buf[0]=='B'){ digitalWrite(4,HIGH); digitalWrite(5,LOW); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,HIGH); delay(500); digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(5,LOW); </pre>	<pre> //MOTORES RECHOS AVANZAN Y LOS IZQUIERDOS SE DETENENE //IZQUIEROD Y DERECHOS AVANZAN, PRODUCIENDO UN GIRO IZQUIERDO </pre>

<pre>digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,HIGH); delay(500); }</pre>	
<pre>if(buf[0]=='C'){ digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(5,LOW); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,HIGH); delay(500); digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(5,LOW); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,LOW); delay(500); }</pre>	<pre>//MOTORES DERECHO AVANZAN ASIA ENFRENTE //MOTORES IZQUIERDOS SE DETIENEN, PRODUCIENDO UNA NUEVA DIRECCION</pre>
<pre>if(buf[0]=='D'){ digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(5,HIGH); digitalWrite(6,HIGH); digitalWrite(11,LOW); delay(500); digitalWrite(4,LOW);</pre>	<pre>//LOS MOTORES DE LA DERECHA ENCIENDEN PRODUCIENDO UN GIRO //HECHO EL GIRO AMBOS MOTORES RETROCEDEN</pre>

<pre>digitalWrite(5,HIGH); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,LOW); delay(500); }</pre>	
<pre>if(buf[0]=='E'){ digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(5,HIGH); digitalWrite(6,HIGH); digitalWrite(11,LOW); delay(500); digitalWrite(3,LOW); digitalWrite(5,LOW); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,LOW); delay(500); }</pre>	<pre>//MOTORES SE DETIENE Y RETROCEDEN</pre>
<pre>if(buf[0]=='F'){ digitalWrite(trig, LOW); //EL PIN TRIG SE MANTIENE APAGADO DURANTE 5 MICROSEGUNDOS delayMicroseconds(5);</pre>	<pre>//SE ENCIENDE LO MOTORES, SENSOR ULTRASONICO Y GPS.</pre>

```

digitalWrite(trig, HIGH); //EL PIN TRIG SE
ENCIENDE DURANTE 10 MICROSEGUNDOS
Y SE VUELVE APAGAR

delayMicroseconds(10);

digitalWrite(trig, LOW);

duracion = pulseIn(echo, HIGH); //SE RECIBE
EL PULSO GENERADO POR EL PIN TRIG.

distancia = (duracion/2) / 29; //GENERA LA
DISTANCIA EN LA CUAL LA SEÑAL
REGRESO ESTA DADA EN CM.

Serial.print("Distancia:"); //IMPRIME EN
UNA PANTALLA

Serial.print(distancia);

Serial.println("cm");

delay(10);

if (distancia <= 20 && distancia >=2){ //SE
DEFINE SI LA DISTANCIA SENSADA ES
MENOR O IGUAL A 20 CENTIMEROS

//Y MAYOR O
IGUAL A 2 CM, SI ES EL CASO LOS MOTORES
EJECUTAN SUS MOVIMIENTOS.

```

```

digitalWrite(13,HIGH);

digitalWrite(4,LOW);           //LOS
MOTORES SE APAGAN DURANTE 200
MILISEGUNDOS.

digitalWrite(5,LOW);

digitalWrite(6,LOW);

digitalWrite(11,LOW);

delay(500);

digitalWrite(5,HIGH);         //LOS MOTRES
DE LA DERECHA ENCIENDEN,
PRODUCIENDO UN LA REVERSA

digitalWrite(6,HIGH);

delay(500);

digitalWrite(4,LOW);         //AVANZA
MOTOR DERECHO Y HACE GIRO.

digitalWrite(5,LOW);

digitalWrite(6,LOW);

digitalWrite(11,HIGH);

delay(1000);

}

```

<pre>digitalWrite(13,LOW); } </pre>	
<pre>else{ digitalWrite(4,HIGH); digitalWrite(5,LOW); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,HIGH); } </pre>	<pre>// EN CASO DE NO HABER OBTACULOS EL MOTORES AVANZAN </pre>
<pre>if(buf[0]=='0'){ digitalWrite(4,LOW); digitalWrite(5,LOW); digitalWrite(6,LOW); digitalWrite(11,LOW); } } } </pre>	<pre>// MOTORES SE TENIENEN, HASTA UNA NUEVA ORDEN </pre>

Tabla 17: Códigos de sensor ultrasónico, sensor de temperatura, motores

De acuerdo al código que se hizo mención anteriormente podemos visualizar los siguientes resultados, esto son referido de acuerdo a motores y sensores los cuales se programaron para que se realizara una acción, la cual era requerida para poder desplazar el mecanismo, este

desplazamiento se lleva a cabo por medio de un joystick, con el que se ubicaron diferentes posiciones para realizar los movimientos.

4.3.1.1 Desplazamiento En Reversa (Movimiento A)

Este movimiento además de retroceder el mecanismo, también realiza la acción de inicio al GPS, con el cual se podrá saber su ubicación exacta de donde se encuentra el diseño.

La siguiente imagen muestra la posición del joystick y el movimiento del motor.

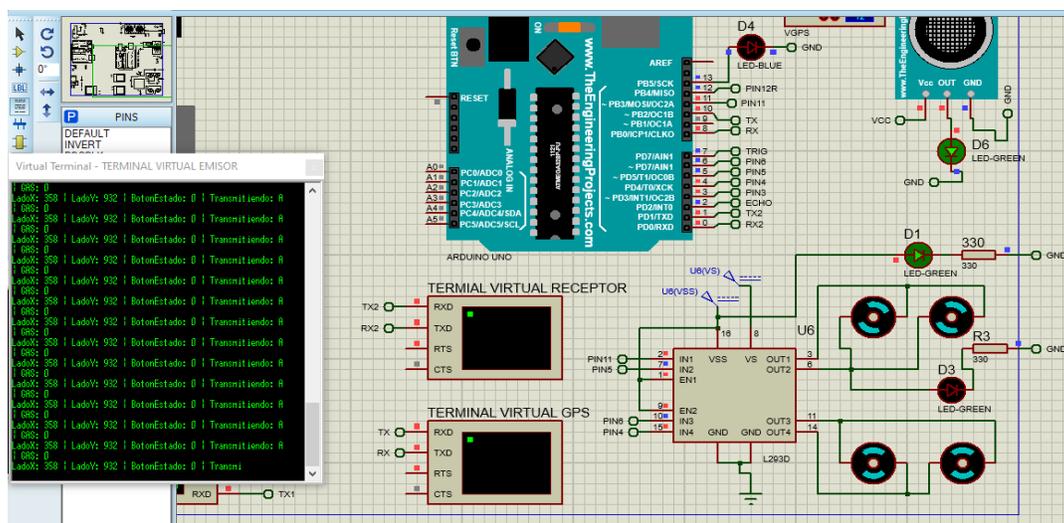


Figura 80: Desplazamiento En Reversa (Movimiento A)

Si se observa el puerto virtual podemos visualizar el lugar donde se ubica el joystick en este caso se modelo esquemáticamente, debido a que el programa PROTEUX no cuenta con un módulo específico para poder modelarlo, para realizar los cambios de dirección de los motores nos apoyamos de un L293D (puente H), en este caso no se realiza el cambio de dirección debido a que solo se desplaza en reversa.

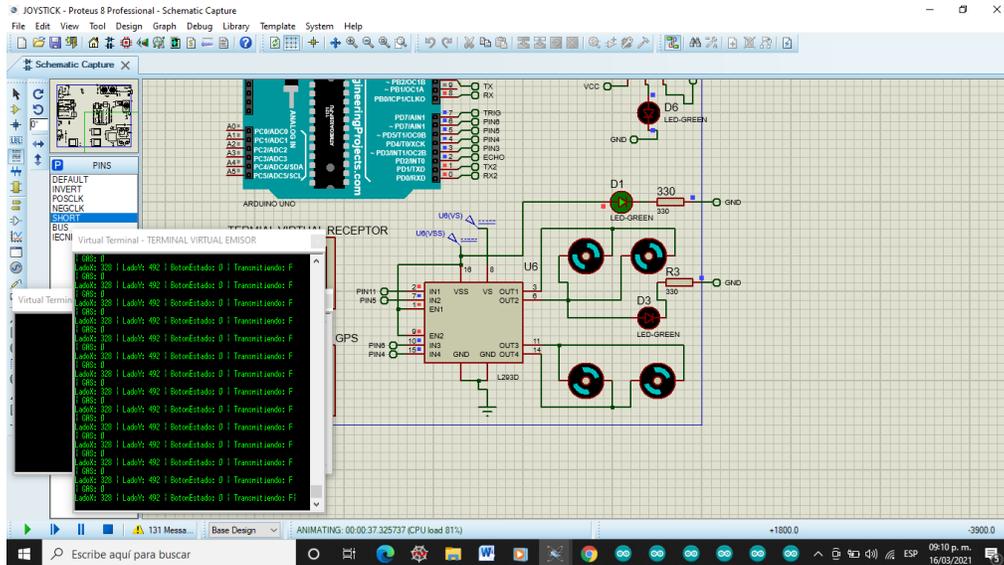


Figura 85: Sexto Movimiento (Movimiento F)

4.3.1.6 Sensor De Gas MQ-2

Este sensor tiene como función principal conocer si la zona en la que se encuentra el mecanismo tiene alguna contaminación por algún gas que puede resultar ser dañino para la salud de las personas. Para la activación de este mismo se indica desde el mando una señal con ayuda de un estado lógico, y brindando sus resultados mediante un puerto virtual.

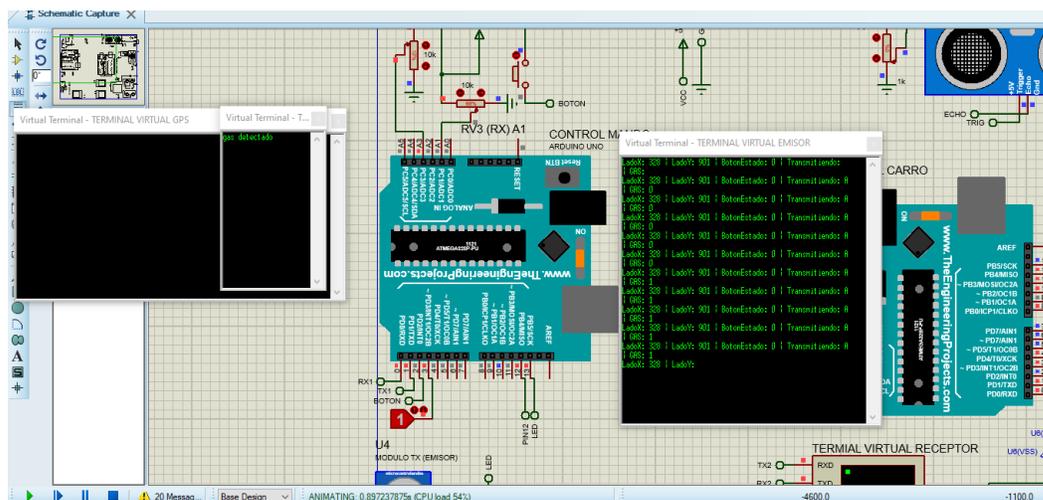


Figura 86: Sensor De Gas MQ-2

4.3.2 Código De Mando

#include <VirtualWire.h>	// INCLUYE LOS MODULOS DE RF
boolean running = true; char *controller; int UX = A1; int UY = A3; int button = 2; int UBICACIONx = 0; int UBICACIONy = 0; int BotonEstado = 1; char *datos;//MQ const int buttonPin1 = 3; int buttonState1 = 0;//MQ	//SE AGREGAN LOS PINES DE SALIDA Y ESTADOS EN LOS QUE SE ENCONTRARA.
void setup()	Inicia configuraciones que brindamos a la placa
{ Serial.begin(9600); vw_set_ptt_inverted(true); // vw_setup(4000); vw_set_tx_pin(12);	//INICIA PUERTO SERIAL //ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS PUERTOS ANALOGICOS ///PANTALLA

<pre>pinMode(UX, INPUT); pinMode(UY, INPUT); pinMode(13,OUTPUT); pinMode(button, INPUT); pinMode(buttonPin1, INPUT);// MQ }</pre>	
<pre>void loop()</pre>	<pre>//CONTIENE LOS BLOQUES DEL PROGRAMA Y LOS EJECUTA MIENTRAS SE ENCUENTRE ENCENDIDO EL CONTROLADOR.</pre>
<pre>{ UBICACIONx = analogRead(UX); UBICACIONy= analogRead(UY); BotonEstado = digitalRead(button); buttonState1=digitalRead(buttonPin1);//MQ Serial.print("LadoX: "); Serial.print(UBICACIONx); Serial.print(" LadoY: "); Serial.print(UBICACIONy); Serial.print(" BotonEstado: "); Serial.print(BotonEstado);</pre>	<pre>//RECEPCION DE SEÑALES POR MEDIO DEL ARDUINO //SEÑALES RECIBIDAS POR EL MANDO</pre>

<pre> Serial.print(" Transmitiendo: "); Serial.println(controller); Serial.print(" GAS: "); Serial.println(datos); display.setTextColor(WHITE); display.setCursor (0,0); display.setTextSize(1); display.print("ESPERANDO CAMARA..."); display.display(); display.clearDisplay(); </pre>	
<pre> if (buttonState1 == HIGH) { datos="1" ; vw_send((uint8_t *)datos, strlen(datos)); vw_wait_tx(); // Wait until the whole message is gone digitalWrite(13,HIGH); } else { </pre>	<pre> //ENVIO DE DATOS PARA REALIZAR LECTURA EL SENSOR MQ2 </pre>

<pre> datos="0" ; vw_send((uint8_t *)datos, strlen(datos)); vw_wait_tx(); // Wait until the whole message is gone digitalWrite(13, HIGH); } </pre>	
<pre> else if (UBICACIONx >= 300 && UBICACIONy >= 800) { controller="A" ; vw_send((uint8_t *)controller, strlen(controller)); vw_wait_tx(); // Wait until the whole message is gone digitalWrite(13,HIGH); } else if (UBICACIONx >= 800 && UBICACIONy <= 300) { controller="B" ; vw_send((uint8_t *)controller, strlen(controller)); vw_wait_tx(); </pre>	<pre> //MOTOR AVANZA </pre>

```

digitalWrite(13,HIGH);

}

else if ( UBICACIONx >= 300 &&
UBICACIONy <= 100)
{
controller="C" ;
vw_send((uint8_t          *)controller,
strlen(controller));
vw_wait_tx();
digitalWrite(13,HIGH);
}

else if ( UBICACIONx >= 300 &&
UBICACIONy <= 250 )
{
controller="D" ;
vw_send((uint8_t          *)controller,
strlen(controller));
vw_wait_tx();
digitalWrite(13,HIGH);
}

```

```

else if ( UBICACIONx >= 300 &&
UBICACIONy <= 400)
{
controller="E" ;
vw_send((uint8_t *)controller,
strlen(controller));
vw_wait_tx();
digitalWrite(13,HIGH);
}

else if ( UBICACIONx >= 300 &&
UBICACIONy <= 500)
{
controller="F" ;
vw_send((uint8_t *)controller,
strlen(controller));
vw_wait_tx();
digitalWrite(13,HIGH);
}

```

```

else
{
controller="0" ;

```

//PARO DE MOTORES EL MANDO NO
GENERA PULSOS

<pre> vw_send((uint8_t*)controller, strlen(controller)); vw_wait_tx(); digitalWrite(13,LOW); } } </pre>	
---	--

Tabla 18: Código de mando

4.4 Simulación

La simulación realizada se llevó a cabo mediante el programa PROTEUX V8.6, mediante este software fue posible observar el comportamiento de los motores al indicarles una posición mediante el mando.

La siguiente imagen muestra el diseño de estos mismos.

4.4.1 Circuito De Emisor

Para la operación del mando es necesario tener los siguientes componentes electrónicos.

Modulo RF	1
Joystick	1
Arduino	1
Resistencias 330 ohms	1
Led	1

Tabla 19: Componentes del mando

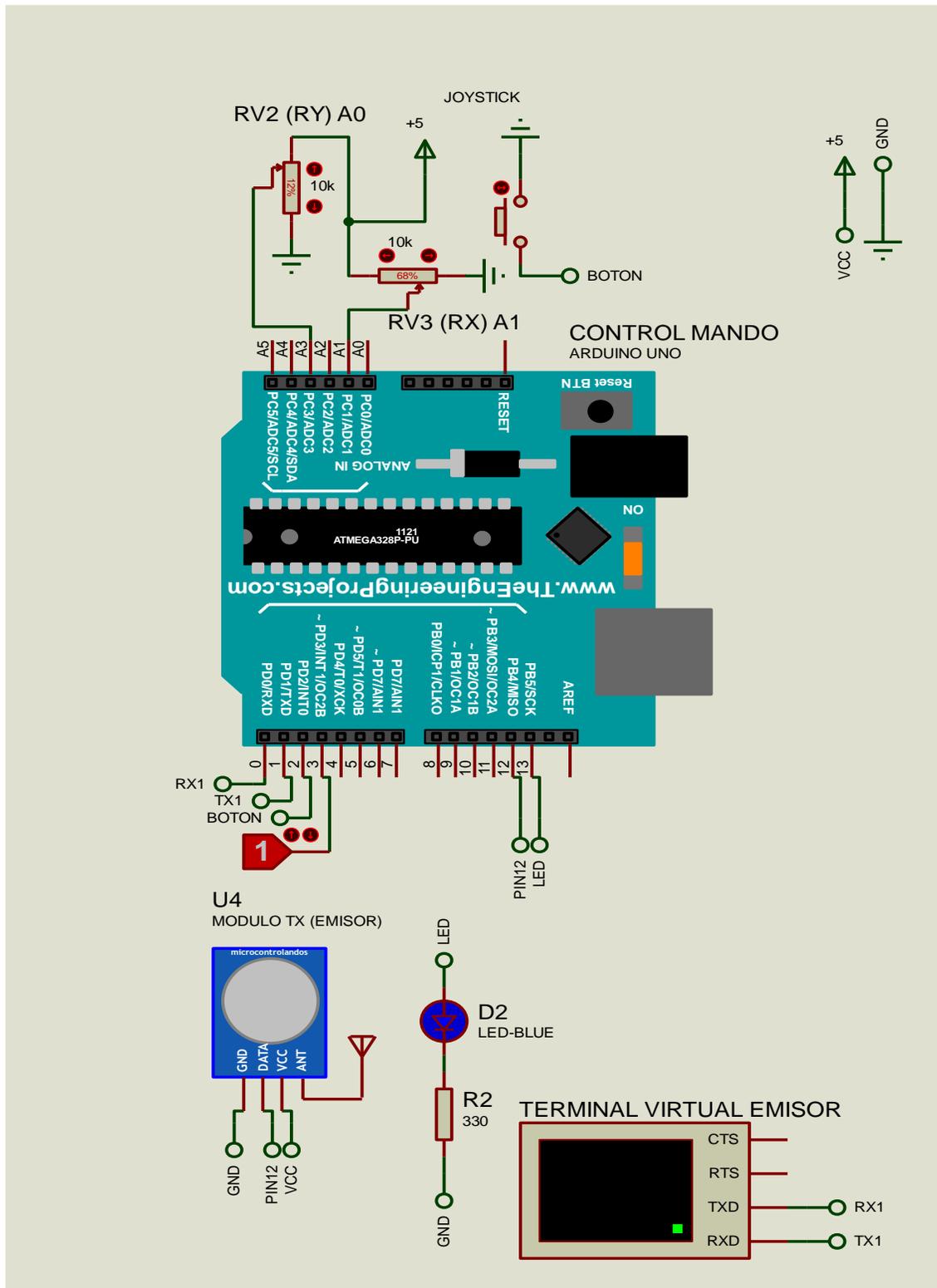


Figura 87: Piezas para el control remoto

4.4.2 Circuito De Receptor

Para la construcción del módulo receptor son necesarios los siguientes componentes electrónicos.

Arduino	1
Resistencias	2
Sensor ultrasónico HC-S04	1
Sensor MQ-2	1
Modulo GPS	1
Modulo receptor RF	1
Motorreductores	4
L293D	1
LED	1
Cámara	1

Tabla 20: Componentes para el sistema del mecanismo

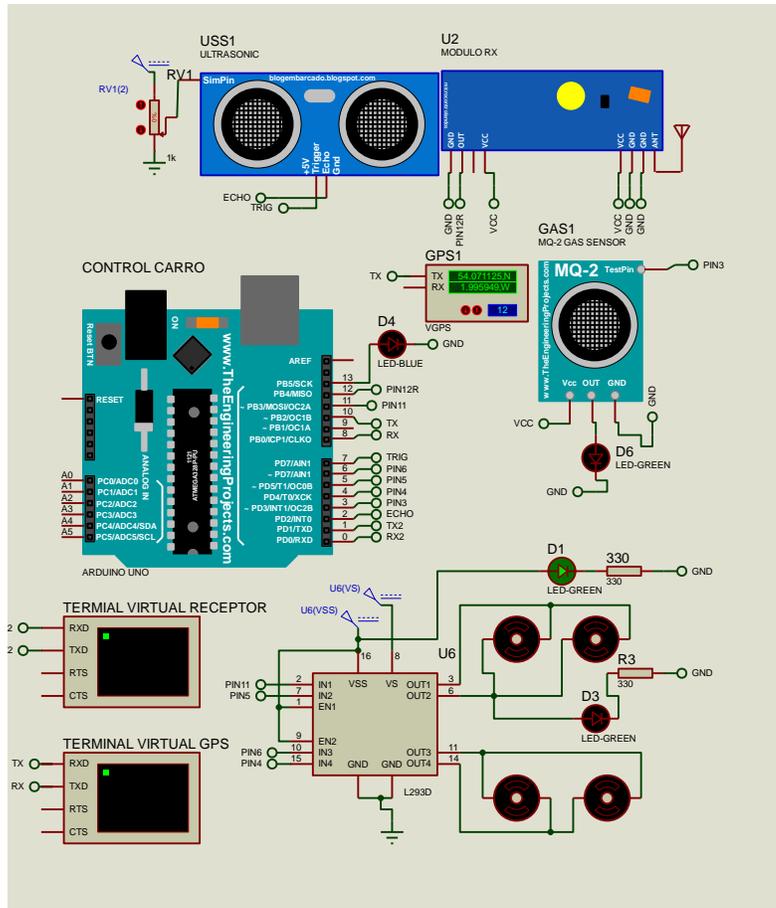


Figura 89: Circuito del Sistema final

Para el mecanismo es de importancia contar con una cámara, la cual se incluye en el diseño más, sin embargo, resulta imposible poder realizar el modelado o simulación, debido a que en el software PROTEUX V8.6, no se incluye algún módulo para poder simular la acción de una cámara de video. No se puede omitir en este caso debido a situaciones de visualización ya que si se omitiera el diseño se encontraría a “ciegas” y no podría realizar su desplazamiento.

Conclusión

Al haber llevado a cabo la tesis se realizó una investigación, en la que se denoto el uso de los drones, así como la amplitud de aplicaciones que estos tiene, para así implementar un mecanismo el cual sería posible adaptarlo, mediante el mismo sistema con el que cuenta el drone. Estos para que pueda ser llevado a diferentes lugares por medio de este mismo y así poder lograr brindar ayuda a personas que lo requieran o se encuentren en algún lugar que sea difícil de acceder.

Algunas ventajas del proyecto son:

- Seguridad de uso.
- Evitar poner en riesgo la vida de una persona.

Experiencias Adquiridas.

Durante el periodo de residencias se logró fortalecer habilidades y más conocimientos en base al software SOLIWORK, así como también, al programa PROTEUX y ARDUINO. También aprendiendo como poder simular un entorno que pudiera ser físico dentro del programa ya mencionado PROTEUX, así como también a ligar a ARDUINO, para poder llevar a cabo las simulaciones requeridas para el diseño.

Competencias Desarrolladas Y/O Aplicadas.

- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Búsqueda del logro.
- Capacidades cognitivas, la capacidad de comprender y manipular ideas y pensamientos.
- Capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas.
- Destrezas lingüísticas tales como la comunicación oral y escrita en su propia lengua y/o conocimiento de una segunda lengua.
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Compromiso social y ético
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Conocimientos generales básicos.
- Destrezas sociales.
- Habilidades básicas del manejo de la computadora.
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).
- Destrezas sociales.
- Capacidad de trabajar en equipo.
- Capacidad crítica y autocrítica.
- Habilidades interpersonales.

Fuentes De Información

- [1] Díaz, O. (2015). Drones y su aplicación en materia de seguridad y salud de trabajo. Universidad Miguel Hernández.
- [2] Fernández H. A. Isaí, Torres J., Ramírez U. (2016), Diseño, construcción y control de una aeronave tipo dron. Universidad Nacional Autónoma De México. Ciudad de México.
- [3] García I. (2017). Estudio sobre Vehículos Aéreos no Tripulados y sus Aplicaciones. Universidad De Valladolid. Valladolid.
- [4] Pérez P. diseño y fabricación de un dron mediante diseño 3D.
- [5] M. D. Defensa, proyecto RAPAZ y tecnológicas anti-RPAS, Secretaria General Técnica, 2016.
- [6] Plan estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España, Ministro del Fomento, España, 2018.
- [7] D. Rodrigo. Drones: La tecnología, ventajas y sus posibles aplicaciones.