



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT
TIPO ORUGA PARA EXPLORACIÓN EN CASO DE SISMOS
CONTROLADO INALAMBRICAMENTE.**

AUTOR:

MAYRA VIVIANA QUICALIQUIN CUSHQUI

TUTOR:

ING. FLAVIO MORALES, Mg

QUITO-ECUADOR

2019

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante en la calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones declara que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticas y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M. enero de 2019.

Mayra Viviana Quicaliquin Cushqui
C.C. 172253867-3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de tutor del componente práctico certifico:

Que el trabajo de titulación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT TIPO ORUGA PARA EXPLORACIÓN EN CASO DE SISMOS CONTROLADO INALÁMBRICAMENTE.**”, presentado por la Srta. Mayra Viviana Quicaliquin Cushqui, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. enero del 2019

TUTOR

.....
Ing. Flavio Morales, Mg

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dar gracias a Dios por darme la vida, la salud y permitirme culminar una etapa tan anhelada de mi vida.

Además, por haberme bendecido con Robinson que ha sido pilar fundamental en estos últimos años de mi vida, me faltan palabras para describirte. TE AMO

Quiero agradecer a mi hija Katherine que a pesar de su edad comprende que las horas de abandono por cumplir una meta más, valieron la pena.

Quiero agradecer a la Universidad Israel y a sus docentes por los conocimientos impartidos en aulas para formarme como profesional de éxito enfocado en la honestidad, responsabilidad y compromiso.

Quiero agradecer a mi tutor el Ing. Flavio Morales, así como al Ing. Wilmer Albarracín y al Ing. David Cando por el apoyo y la motivación brindada en el desarrollo de mi tesis.

Un agradecimiento también a mis padres Laura y Julián por los valores inculcados.

Por último, dar las gracias a todas las personas que han formado parte de mi vida durante esta larga etapa y han aportado con su granito de arena.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios
creador y dueño de mi vida.

Se la dedico a mi hija
Katherine Estefanía,
mi razón de vida,
para que le sirva como ejemplo
demostrándole que, con esfuerzo,
perseverancia, constancia, ganas de
superación y entrega se pueden
cumplir cada uno de los objetivos
que nos planteemos a pesar de
las adversidades.

A Robinson por su apoyo, paciencia y amor
incondicionales entregados día a día,
aún más cuando estuvo conmigo
en los momentos más difíciles.

May

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes de la situación objeto de estudio	1
1.2. Planteamiento y justificación del problema.....	2
1.3. Objetivo general.....	2
1.4. Objetivo específico	3
1.5. Alcance	3
1.6. Descripción de los capítulos	4
2. CAPÍTULO I.....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.1.1. La robótica	5
2.1.2. Prototipo.....	6
2.2. Clasificación de los robots.....	7
2.2.1. Según su cronología	7
2.3. Leyes de la robótica	11
2.4. Autonomía de los robots	13
2.4.1. Teleoperados	13
2.4.2. Semiautomáticos	13
2.4.3. Automáticos	13
2.4.4. Inteligentes	14
2.5. Tipos de robots móviles.....	14
2.5.1. Robots con ruedas	14
2.5.2. Robot oruga.....	15
2.5.3. Robots Zoomórficos.....	15
2.5.4. Robots Aéreos	16

2.5.5.	Robots marinos o sub-marinos.....	16
2.5.6.	Robots humanoides o androides.....	17
3.	CAPÍTULO II.....	18
	PROPUESTA	18
3.1.	Descripción General del proyecto.....	18
3.2.	Módulos del proyecto	19
3.2.1.	Módulo de Comunicación	20
3.2.2.	Actuadores.....	21
3.2.3.	Audio input	23
3.2.4.	Cámara	24
3.2.5.	Raspberry Pi 3 Modelo B.....	25
3.2.6.	Módulo de Alimentación.....	27
3.2.7.	Software del prototipo.....	29
3.3.	Aspectos técnicos del proyecto.....	33
3.4.	Análisis de costo	34
3.5.	Análisis de tiempo	36
3.6.	Ventajas	39
4.	CAPÍTULO III.....	40
	IMPLEMENTACIÓN	40
4.1.	Desarrollo.....	40
4.1.1.	Diseño estructura robot oruga	40
4.1.2.	Planos de ensamblaje de las piezas	49
4.1.2.	Diseño software.....	66
4.1.3.	Cálculos de dimensionamiento	69
4.2.	Implementación	73
4.2.1.	Unión base lateral robot/motor.....	73
4.2.2.	Armado y nivelación bases de la oruga	73

4.2.3.	Armado de la placa raspberry pi 3	75
4.2.4.	Montado tarjeta y bases oruga	76
4.2.5.	Conexión e instalación de la cámara.....	76
4.2.6.	Conexión de micrófono USB	77
4.2.7.	Instalación de caja logotipo MDF	78
4.2.7.1.	Instalación de la batería lipo	79
4.2.8.	Conexión de puertos GPIO	79
4.2.9.	Software – Programación Robot	80
4.3.	Pruebas de funcionamiento	89
4.3.1.	Pruebas de página web	89
4.3.2.	Pruebas de audio/video	90
4.3.3.	Pruebas de motores	91
4.3.4.	Pruebas de recorrido en diferentes superficies.....	92
4.4.	Análisis de resultados	94
5.	CONCLUSIONES.....	97
6.	RECOMENDACIONES.....	98
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
8.	ANEXOS	102

Índice de Figuras

TABLA DE CONTENIDO	6
Figura. 1.1. Robot Manipulador	7
Figura. 1.2. Robots de aprendizaje	8
Figura. 1.3. Robot Sensorizado	9
Figura. 1.4. Robot Inteligente	9
Figura. 1.5. Robot con inteligencia artificial.....	10
Figura. 1.6. Relación con la primera ley	11
Figura. 1.7. Relación con la Segunda ley.....	12
Figura. 1.8. Relación con la Tercera ley.	12
Figura. 1.9. Robot con ruedas	14
Figura. 1.10. Robot tipo oruga.	15
Figura. 1.11. Robots Hexápodo.....	15
Figura. 1.12. Robot aéreo	16
Figura. 1.13. Robot sub-marino	17
Figura. 1.14. Robot Humanoide	17
Figura. 2.15. Diagrama estructural para la elaboración del prototipo.....	18
Figura. 2.16. Esquema general	20
Figura. 2.17. Comunicación con el robot.....	20
Figura. 2.18. Motor dc	21
Figura. 2.19. Aspecto físico driver L9110H	22
Figura. 2.20. Engranajes entre motor y cadena de transmisión	22
Figura. 2.21. Cadena de transmisión para oruga.....	23
Figura. 2.22. Aspecto físico micrófono.....	24
Figura. 2.23. Aspecto físico cámara con infrarrojo para Raspberry	24
Figura. 2.24. Aspecto físico Raspberry pi 3.....	26
Figura. 2.25. Designación de pines de los puertos GPIO de la tarjeta PI	26
Figura. 2.26. Aspecto físico batería 9V marca SONY	27
Figura. 2.27. Aspecto físico batería li-po	28
Figura. 2.28. Aspecto físico LM2596	29
Figura. 2.29. Imagen PHP	30
Figura. 2.30. Imagen de Phyton 3.	31

Figura. 2.31. Imagen de Apache 2	31
Figura. 2.32. Esquema de cómo trabaja Ajax	32
Figura. 2.33. Imagen de JQuery	32
Figura. 2.34. Diagrama de gantt.....	36
Figura. 2.35. Diagrama de Gantt fase I	37
Figura. 2.36. Diagrama de Gantt fase II.....	37
Figura. 2.37. Diagrama de Gantt fase III	38
Figura. 2.38. Diagrama de Gantt fase IV	38
Figura. 3.39. (a)Plano estructura de la oruga	41
Figura. 3.39. (b) Plano cámara de la oruga	42
Figura. 3.40. Especificación de orificios en placa	43
Figura. 3.41. Vista frontal y lateral del engranaje, sujetador y pernos M3.....	44
Figura. 3.42. Vista superior tapa maky robot.....	46
Figura. 3.43. Vista superior recubrimiento base maky robot.....	47
Figura. 3.44. Vista superior recubrimiento base maky robot.....	48
Figura. 3.45. Ensamblaje rueda principal(engranaje)	52
Figura. 3.46. Ensamblaje motor-engranaje	53
Figura. 3.47. Ensamblaje motor-acrílico.....	54
Figura. 3.48. Ensamblaje ruedas secundarias del acrílico.....	55
Figura. 3.49. Ensamblaje pieza lateral-ruedas secundarias.....	56
Figura. 3.50. Ensamblaje pieza lateral-perno de estabilidad.....	57
Figura. 3.51. Ensamblaje piezas laterales-perno de estabilidad.....	58
Figura. 3.52. Colocación de soportes superiores para tarjeta.....	59
Figura. 3.53. Colocación de base acrílico con Raspberry pi.....	60
Figura. 3.54. Ensamblaje de tapa superior	61
Figura. 3.55. Ensamblaje base de cámara Raspberry.....	62
Figura. 3.56. Ensamblaje caja MDF con logo.....	63
Figura. 3.57. (a) Ensamblaje final, vista lateral izquierda	64
Figura. 3.57. (b) Ensamblaje final, vista superior	65
Figura. 3.58. Lógica de programación motores dc.....	66
Figura. 3.59. Lógica de programación página web.....	67
Figura. 3.60. Esquema de conexiones.....	68
Figura. 3.61. Esquema de conexiones.....	71
Figura. 3.62. Corte laser de las piezas del robot en acrílico.....	73

Figura. 3.63. Angulo de inclinación del robot	74
Figura. 3.64. Armado placa vista frontal y superior	74
Figura. 3.65. Montado de base para oruga	75
Figura. 3.66. Raspberry en base de acrílico	75
Figura. 3.67. Raspberry en base de acrílico	76
Figura. 3.68. Instalación de la cámara en la tarjeta	77
Figura. 3.69. Bases para cámara del raspberry pi	77
Figura. 3.70. Raspberry en base de acrílico	78
Figura. 3.71. Instalación de caja.....	78
Figura. 3.72. Batería lipo en caja MDF.....	79
Figura. 3.73. Puertos GPIO de la tarjeta	80
Figura. 3.74. Puertos del módulo L9110 hacia puertos GPIO	80
Figura. 3.75. Tarjeta Micro SD de 8 GB.....	81
Figura. 3.76. Conexión periféricos al Raspberry Pi 3	81
Figura. 3.77. Primer arranque S.O del Raspberry Pi 3.....	82
Figura. 3.78. Opciones de configuración inicial del Pi.....	82
Figura. 3.79. Encendido del S.O en el Raspberry Pi 3.....	84
Figura. 3.80. Habilitación de interfaces de VNC	85
Figura. 3.81. Creación de carpeta para scripts robot.....	86
Figura. 3.82. Comandos en instalación de UV4L	87
Figura. 3.83. Prueba de visualización de cámara	87
Figura. 3.84. Habilitación de opciones del protocolo WEBRTC.....	88
Figura. 3.85. Establecer conexión segura para UV4L	88
Figura. 3.86. Respuesta de la página web	89
Figura. 3.87. Vista del robot en la página web	90
Figura. 3.88. Vista de los controles de los motores en la página web	92
Figura. 3.89. Prototipo en superficie de cemento.....	92
Figura. 3.90. Desplazamiento con obstáculos	93
Figura. 3.91. Desplazamiento en terreno irregular.....	93

Índice de Tablas

Tabla. 1.1. Clasificación de los Robots.....	11
Tabla. 2.2. Herramientas del software	29
Tabla. 2.3. Presupuesto A-Hardware	34
Tabla. 2.4. Costo horas hombre	35
Tabla. 2.5. Egresos	35
Tabla. 3.6. Distribución de pines GPIO	69
Tabla. 3.7. Análisis distancia vs latencia página web	90
Tabla. 3.8. Análisis distancia vs latencia cámara.....	91
Tabla. 3.9. Pruebas de desplazamiento vs consumo	94
Tabla. 3.10. Análisis de resultados	95

Índice de Ecuaciones

Ecuación. 3.1. Ecuación del seno de un triángulo equilátero.....	40
Ecuación. 3.2. Ecuación cálculo de las RPM del motor DC.....	70
Ecuación. 3.3. Ecuación velocidad de descarga.....	72

RESUMEN

Este proyecto presenta un prototipo de robot que brindará el soporte adecuado ante situaciones de desastres naturales como sismos o terremotos a la cual están propensos los ecuatorianos. El robot como tal permite visualmente brindar un diagnóstico interno acerca de cómo se encuentran las estructuras colapsadas a los rescatistas mediante una cámara con infrarrojo.

Para establecer las características físicas que debe tener este prototipo se tomó en cuenta el difícil acceso, falta de iluminación, caminos bloqueados. Debido al difícil desplazamiento se eligió un sistema tipo oruga, el cual permite sobrepasar obstáculos.

Para el control del androide se utilizará una microcomputadora llamada Raspberry Pi que junto con una comunicación inalámbrica WIFI humano-robot permitirá la interacción en una página web, todo esto enfocado con el Internet de las cosas (IoT).

En el presente trabajo, se indica cada una de las características y funcionamiento de los dispositivos implementados y programados, para llegar al producto final que es el prototipo de robot oruga.

PALABRAS CLAVES: Raspberry, WIFI, IoT, prototipo, oruga, desastres naturales.

ABSTRACT

This project presents a prototype of a robot that will provide the adequate support to situations of natural disasters such as earthquakes or earthquakes to which Ecuadorians are prone. The robot as such visually allows to provide an internal diagnosis about how collapsed structures are found to rescuers using an infrared camera.

To establish the physical characteristics that this prototype must have, difficult access, lack of lighting, and blocked roads were taken into account. Due to the difficult displacement, a caterpillar type system was chosen, which allows to overcome obstacles.

For the control of the android will be used a microcomputer called Raspberry Pi that together with a wireless communication WIFI human-robot will allow the interaction in a web page, all this focused with the Internet of things (IoT).

In the present work, each of the characteristics and operation of the implemented and programmed devices is indicated, to arrive at the final product that is the prototype of a caterpillar robot.

KEY WORDS: Raspberry, WIFI, IoT, prototype, caterpillar, natural disasters.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes de la situación objeto de estudio

El país tiene una larga historia de actividad sísmica, desde el año 1541. Estos eventos han provocado la muerte de más de 60 000 personas, deterioro total o parcial de carreteras hasta la destrucción de grandes ciudades. Entre los sismos más fuertes se tiene el suscitado el 16 de agosto de 1868 en horas de la madrugada con magnitud 7.2 en la escala de Richter, en esta ocasión se destruyó totalmente las ciudades de Ibarra, Otavalo, Cotacachi, San Pablo, Atuntaqui y otras poblaciones aledañas. Otro de los sismos que registra la historia del Ecuador es el suscitado en la provincia de Tungurahua el 5 de agosto de 1949 con epicentro en la ciudad de Ambato de magnitud 6.8 grados, las zonas más afectadas fueron Píllaro, Guano y por supuesto Ambato con daños de más del 75% para cada ciudad. El ultimo sismo más controversial fue el del 16 de Abril del 2016 con magnitud de 7.8 en la escala de Richter con epicentro en la provincia de Esmeraldas cantón Muisne el cual produjo, tanto daño material, pérdida de vidas humanas y más de 100 000 afectados (Universo, 2016).

Durante este último periodo (1541-2017) el país ha tenido en promedio un terremoto cada 11,9 años. Una de las causas de la importante actividad telúrica en Ecuador, es porque, está situado en una zona de alto riesgo como lo es el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde el 90% de los terremotos se produce aquí, así como las erupciones volcánicas. Las placas tectónicas juegan un papel importante en este fenómeno. El océano Pacífico reposa sobre varias de estas placas, que convergen y causan fricción entre ellas, que hace que se acumule tensión que debe ser liberada (Notimérica, 2016).

Debido a la falta de control en la calidad de construcciones, cuando suceden estos fenómenos existe el colapso de estructuras haciendo que se imposibilite el oportuno rescate de las víctimas que se encuentran atrapadas entre los escombros.

1.2. Planteamiento y justificación del problema

Durante los terremotos suscitados en el Ecuador se llegan a presentar múltiples inconvenientes al momento de las acciones de rescate como son: construcciones colapsadas, limitaciones para el acceso, poca visibilidad, derrumbes, etc. La pronta reacción del ser humano ante la posibilidad de salvar una vida humana lo lleva a tomar decisiones erróneas como que el personal de rescates acceda al interior de un edificio o cualquier estructura colapsada sin antes evaluar el daño, antigüedad del edificio y si existe personas que requieran en verdad ayuda, y llegar a provocar la pérdida de la vida del rescatista, así como de la posible víctima. Como tal, aquí en Ecuador no existe el recurso tecnológico que brinde soporte a los rescatistas a la exploración del interior de las construcciones para prevenir así la pérdida de cientos de vidas humanas.

Al analizar cada uno de los inconvenientes se propone la solución mediante un prototipo de robot que controlado inalámbricamente sea capaz de proporcionar información de cómo se encuentra el interior de una edificación colapsada y si visualmente se aprecia víctimas. Si se habla de su tamaño reducido y de su forma tipo oruga es para superar la limitante de espacio en su ingreso y los escombros debido a derrumbes. Dentro de una justificación que sobresale, es el beneficio de salvar vidas con un tiempo de respuesta corto.

El uso de un robot como solución a la exploración del siniestro llega a ser vital y oportuno, no solo para la víctima sino también para las personas que al cumplir su deber arriesgan su vida. El uso de este robot en el país, donde los habitantes están en constante amenaza de ser damnificados, llega ser de grandiosa ayuda ya que, como se conoce hoy en día el avance de la tecnología permite dar soluciones ante la adversidad.

1.3. Objetivo general

- Diseñar e implementar un prototipo de robot mediante el uso del Raspberry pi para que colabore en la exploración de víctimas en sismos.

1.4. Objetivo específico

- Analizar los requerimientos y requisitos necesarios para que un robot explore víctimas en caso de construcciones colapsadas.
- Diseñar el prototipo de un robot con funcionalidades operativas mediante el uso de un módulo electrónico.
- Implementar el estereotipo de un robot que brinde información sobre el estado visual de la víctima luego de un movimiento telúrico.
- Realizar pruebas de funcionalidades (audio-video) lo cual se transmitirá vía wifi hacia un dispositivo electrónico.

1.5. Alcance

En lo que concierne a lo estipulado en el proyecto diseño e implementación de un prototipo de robot para exploración en casos de sismos controlado inalámbricamente se destacan las siguientes características.

Como primer punto, se analiza el escenario luego de suscitado un colapso de estructuras (edificios, casas) y se considera que la estructura del robot debe ser ligera, de tamaño pequeño y capaz de superar obstáculos de hasta 2,5 cm de alto. De acuerdo a todas las características antes mencionadas se adopta un robot tipo oruga.

Para el control interno del prototipo se optó por un ordenador muy versátil y de tamaño compacto llamado Raspberry pi 3 Modelo B, el mismo que reduce costos en el proyecto por su software de uso libre, el sistema operativo a usarse es Raspbian, que contiene varios softwares de desarrollo entre ellos Python, el cual mediante la programación controla las funciones de los motores del robot que son; adelante, atrás, izquierda, derecha y detenerse. Otro aspecto importante de la tarjeta es el bluetooth y wifi que, a comparación de versiones anteriores, estos ya vienen integradas en la placa, por lo tanto, ya no es necesario adquirir y reduce aún más los costos de operación y el tamaño de la tarjeta.

El control del prototipo se realiza a través de una conexión inalámbrica wifi, ya sea por un ordenador o dispositivo móvil, luego de establecida la conexión se ingresa a una

página web donde posteriormente se puede ordenar la función deseada para el movimiento del robot.

Por otra parte, este prototipo permite escuchar a la víctima, mediante la implementación en el robot de un micrófono el cual transmite los datos hacia la Raspberry pi y esta envía el audio hacia la página web para que los rescatistas sepan la situación actual y se pueda brindar la ayuda idónea a la víctima.

Es importante manifestar que el robot tiene incorporada una cámara para visualizar todo lo que se encuentre delante de él, se escogió una cámara con infrarrojo dado la poca iluminación en los lugares siniestrados. Durante el día la imagen no será tan nítida por la característica de la cámara, pero la imagen en la oscuridad será tersa. Esta cámara es estática, es decir, estará instalada fijamente en el centro superior delantero de la estructura del robot.

1.6. Descripción de los capítulos

El presente proyecto abarca el diseño e implementación de un prototipo de robot sobre software de bajo costo (Raspberry pi). Inicialmente en el primer capítulo se desarrolla la fundamentación teórica que se requiere para conocer y comprender acerca del robot, su historia y la clasificación según su utilidad, características, desventajas y como en la actualidad puede suplantar el trabajo de los humanos.

En el segundo capítulo se describe en forma general el proyecto, así como el presupuesto, cronograma y las ventajas del prototipo. Se describe además los aspectos técnicos de cada uno de las partes que conforman el prototipo y los módulos del cual está compuesto.

En el tercer capítulo se presenta el desarrollo, la implementación, pruebas de funcionamiento, análisis de resultados de como surgieron paso a paso los avances para llegar al producto final. Por último, se tienen las conclusiones, recomendaciones y anexos del presente trabajo.

2. CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes del estudio

Este proyecto se encuentra enfocado en el análisis y diseño de un modelo de robot que sea capaz de brindar apoyo a rescatistas de los siniestros que pueden darse en el país debido a fallas en la naturaleza. La idea nace a partir del lamentable suceso del día 16 de abril del 2016 donde cientos de personas perdieron la vida y otro centenar quedaron sin hogar. Como es de conocimiento general, el país cuenta con los medios y personal necesario para elaborar una solución factible, es así que con este proyecto se estima prever que no existan más víctimas. Debido a que es un proyecto de carácter científico tecnológico se colabora con el desarrollo del país, la tecnología necesaria para esta implementación en el mercado es de bajo costo y cuenta con lenguajes de programación accesibles.

2.1.1. La robótica

Como definición principal, un robot es una maquina controlada por un dispositivo electrónico y programada para moverse, manipular objetos y desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Si bien estas máquinas son aptos para hacer actividades que van más allá de la capacidad de los seres humanos a mayor velocidad y precisión permisible para el ojo humano a bajo costo (Definista, 2014).

Por otra parte, es importante recalcar que hoy en día países desarrollados han alcanzado avances inimaginables hasta llegar a tener robots con la misma apariencia humana. Inmersos en la historia, se aprecia como los primeros robots creados en toda la historia de la humanidad, no existe más que un solo fin: entretener a sus dueños. Estos inventores se interesaron solamente en conceder los deseos de entretener a quien solicita

construir el robot. Sin embargo, estos inventores se comenzaron a dar cuenta de que los robots tienen la capacidad de imitar movimientos humanos o de alguna criatura viva. Estos movimientos pudieron ser mecanizados, y de esta manera, se llega a automatizar y mecanizar algunas de las labores más sencillas de aquellos tiempos. El origen del desarrollo de la robótica, se basa en el empeño por automatizar la mayoría de las operaciones en una fábrica; esto se remonta al siglo XVII en la industria textil, donde se diseñaron telares que se controlaron con tarjetas perforadas (Cruz, 2015).

Estos robots computarizados, están equipados con pequeños microprocesadores capaces de procesar la información que le proveen los sensores externos y así es como el robot puede cambiar o mantener una operación en ejecución, a esto se le llama retroalimentación, y forma parte de la Cibernética. La retroalimentación es esencial en cualquier mecanismo de control automático, ya que ayuda a controlar los factores externos que le afecten en la correcta ejecución de sus operaciones normales (Cruz, 2015).

Para definirlo en términos generales, un robot es una máquina automática o autónoma que posee cierto grado de inteligencia, capaz de percibir su entorno y de imitar determinados comportamientos del ser humano. Los robots se utilizan para desempeñar labores riesgosas o que requieren de una fuerza, velocidad o precisión que esta fuera del alcance del ser humano (Riccillo, 2012).

Varios investigadores manifiestan diferentes definiciones en cuanto a robótica se trata, entre estos se tiene a Cruz quien da una idea clara de las bases y sus primeros usos. El autor Riccillo se basa en que un robot se crea para labores fuera de lo común. Se manifiesta que, de todos estos conceptos, considero que un robot viene a ser una máquina capaz de tener limitantes de acuerdo a su medio y capaz de realizar trabajos forzosos y que jamás llega a ser considerado un humano por su falta de sensibilidad.

2.1.2. Prototipo

Procedente de la lengua griega “*protos*” que quiere decir primero y “*tipos*” que quiere decir modelo o tipo. Al unir estas dos definiciones se define a prototipo como el primer

dispositivo desarrollado de algo, el cual sirve de modelo o muestra para la elaboración del resto. Lo habitual es que un prototipo en su desarrollo se puedan advertir fallas en el hardware como falencias en su software. Un prototipo también puede usarse para ser exhibido en ferias de tecnología y así convencer al comprador (Perez & Merino, 2015).

2.2. Clasificación de los robots

2.2.1. Según su cronología

Dentro de la más común, se tiene:

2.2.1.1. Primera generación

También llamados robots manipuladores, se desarrollan a partir de los años 50. Se trata de sistemas mecánicos con una secuencia de cuerpos rígidos operables mediante un sistema de control manual. Por su forma son llamados como brazo humano, como se observa en la figura 1.1. Su uso se basa básicamente en la industria para mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales y puede ser dirigido directamente por un operador humano (Roboticaparatodos, 2014).

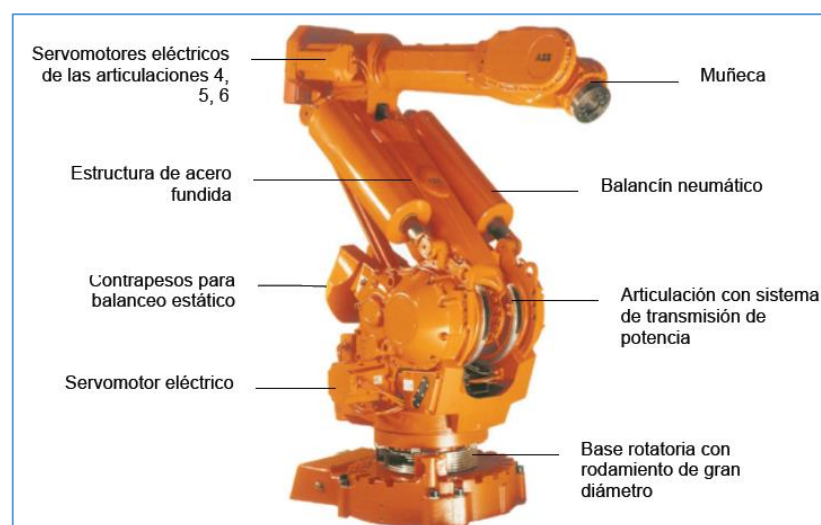


Figura. 1.1. Robot Manipulador

Fuente: (Juan, 2013)

2.2.1.2. Segunda generación

En esta clasificación se encuentran los robots de aprendizaje, que aparecieron allí por los años 80 junto con la revolución industrial y fue aquí donde empezaron a desempeñarse. Estos se basan en los robots antes mencionados que son manipuladores, pero a diferencia de los de la primera generación estos eran capaces de aprender, memorizar y almacenar diferentes movimientos deseados mediante un seguimiento del operador que en este caso es el ser humano. Otra de sus características, es la interacción en el entorno mediante sensores los cuales no le permiten que se pueda estropear en caso que al imitar los movimientos se encuentre con obstáculos (Roboticaparatos, 2014).



Figura. 1.2. Robots de aprendizaje

Fuente: (Ramón, 2010)

2.2.1.3. Tercera generación

Tienen su desarrollo entre los años 80 y 90, son los robots con control sensorizado. El avance de estos robots es que ahora vienen con controladores, los cuales hacen que tenga mejor control sobre el entorno y permiten que se desempeñe mejor en las actividades a realizar, así como la capacidad de decidir cuál es el mejor camino para la tarea encomendada. En esta generación también se implementó la visión artificial que ayuda a desenvolverse en su entorno (Roboticaparatos, 2014).



Figura. 1.3. Robot Sensorizado

Fuente: (Beciez, 2014)

2.2.1.4. Cuarta generación

Los robots de esta generación son también conocidos como robots inteligentes, además de tener características similares a las de la generación anterior estos poseen sensores que se encargan de almacenar la información en la memoria con un control sobre el estado del proceso. Con estas características el robot era capaz de tomar decisiones inteligentes con un control de tiempos en estado real (Roboticaparatodos, 2014).



Figura. 1.4. Robot Inteligente

Fuente: (Valenzuela, 2010)

2.2.1.5. Quinta generación

Se puede decir que hoy en día se vive la quinta generación de robots, estos tienen inteligencia artificial. Existen laboratorios en los cuales se investiga este campo.

En la actualidad se desarrolla una nueva generación de robots basados en la arquitectura de subsunción, cuyo máximo promotor es Rodney Brooks, se quiere conseguir que el control parta de la correcta organización y distribución de los módulos conductuales basados totalmente en la inteligencia artificial (Ruiz,2014).



Figura. 1.5. Robot con inteligencia artificial.

Fuente: (Tejada, 2018)

Funciones para esta generación

- Realiza movimientos en su rostro
- Mantiene conversaciones en cualquier idioma
- Realiza imitaciones de su humano y mueve sus labios cuando habla
- Realiza las funciones del ser humano, inclusive hasta respirar a lo natural.
- Responde cuando lo tocan
- Realiza contacto cuando habla
- Manipula objetos y realiza las mismas operaciones del operador
- Actúa con inteligencia ante el entorno
- Tiene inteligencia artificial
- Puede servir de ayudante en hospitales
- Obedece órdenes dadas sin conflicto

En la siguiente tabla se puede observar de forma resumida la clasificación de los robots según T. M. Knasel.

Tabla. 1.1. Clasificación de los Robots

Clasificación de los robots según T. M. Knasel				
Generación	Nombre	Tipo de Control	Grado de movilidad	Usos mas frecuentes
1(1982)	Pick & Place	Fines de carrera, aprendizaje.	Ninguno	Manipulación, servicio demaquinas
2(1984)	Servo	Servo control trayectoria continua, progr. Condicional.	Desplazamiento por vía.	Soldadura, pintura.
3(1989)	Ensamblado	Servos de precisión, vision y tacto.	Guiado por vía.	Ensamblado, desbardado.
4(2000)	Móvil	Sensores inteligentes.	Patas, ruedas.	Construcción, mantenimiento
5(2010)	Especiales	Controlados con tecnicas de IA	Andante, saltarín.	Militar, espacial

Fuente: Elaborado por el autor

2.3. Leyes de la robótica

Isaac Asimov especificó tres leyes de la robótica para precautelar a los seres humanos, y estas son: (Zabala, 2017)

- a) Un robot no puede hacerle daño a un ser humano o, por su inacción, permitir que un ser humano sufra daño. (Zabala, 2017, pág. 38)



Figura. 1.6. Relación con la primera ley

Fuente: (Caiza, 2016)

- b) Un robot debe obedecer las órdenes dadas por un ser humano, siempre y cuando alguna de éstas órdenes no entre en conflicto con la primera ley. (Zabala, 2017, pág. 39)



Figura. 1.7. Relación con la Segunda ley

Fuente: (Cortes, 2015)

- c) Un robot debe proteger su propia existencia, hasta que esta protección no viole la primera o la segunda ley. (Zabala, 2017, pág. 39)



Figura. 1.8. Relación con la Tercera ley.

Fuente: (Rodríguez, 2017)

2.4. Autonomía de los robots

Para entender que es la autonomía, se define como la capacidad de un dispositivo para realizar trabajos de acuerdo a los cambios de su entorno. Otra manera de entender, es que la autonomía es la capacidad de un dispositivo de auto-gobernarse, aclimatado a los cambios inesperados. De esta manera se indica que un robot está en la competencia de ser capaz de afrontar situaciones reales cambiantes en su entorno, así como de aparentar al ser humano que lo controla (Siritt, 2015).

Los robots según su grado de autonomía pueden clasificarse de la siguiente manera:

2.4.1. Teleoperados

De esta clasificación forman parte los robots que son controlados a distancia por un operador humano, ya sea este mediante cable físico o inalámbrico (wi-fi, bluetooth). Para este caso de robot debe constar de tres partes, operador humano, interfaz de comunicación y el prototipo propiamente dicho (Siritt, 2015).

2.4.2. Semiautomáticos

Se trata de prototipos que a pesar son operados por un operador humano, llegan instancias donde estos pueden tener un grado de autonomía propia. Se refiere así, que el robot sea capaz de afrontar o corregir determinadas acciones para lo cual fue creado. Estos robots pueden llegar a solicitar ayuda humana solo en ciertas circunstancias puntuales (Siritt, 2015).

2.4.3. Automáticos

Se trata de robots que son capaces de afrontar las circunstancias sin requerir de la ayuda del operador humano. En muchas ocasiones su autonomía depende del entorno del trabajo para el cual fue creado (Siritt, 2015).

2.4.4. Inteligentes

A pesar que se escucha de la existencia de máquinas inteligentes o robots inteligentes, estos aún no pueden valerse por sí mismos a diferencia del ser humano. Y llega a conceptualizarse la palabra inteligencia como la capacidad de entender, asimilar, elaborar información y resolver problemas. Una máquina viene a ser una programación, mas no tiene la capacidad de actuar frente a un problema (Siritt, 2015).

2.5. Tipos de robots móviles

Según el mecanismo y el entorno se puede encontrar diferentes tipos para su movilidad:

2.5.1. Robots con ruedas

Los escenarios en los cuales estos robots trabajan son los más comunes por lo general plana sin o con pocas irregularidades. Son del tipo más común en el mercado, tienen uso en el transporte de materiales, productos y/o personas. Por su estructura se puede saber el promedio entre la distancia, el tiempo y la fuerza empleada (González, 2002)



Figura. 1.9. Robot con ruedas

Fuente: (Intplus, 2013)

2.5.2. Robot oruga

Son una forma de robots con ruedas que giran sincrónicamente. Su forma permite la movilidad en escenarios irregulares. No son una forma tan común de robots, ya que no tienen tanta eficiencia (González, 2002).



Figura. 1.10. Robot tipo oruga.

Fuente: (Candido, 2007)

2.5.3. Robots Zoomórficos

Son robots que se asemejan a los animales con patas, llegan a superar superficies irregulares y se acoplan de manera perfecta. La sincronización de sus patas se torna complicado, el movimiento se realiza por el uso de servos. La elección de este modelo de robot se da de acuerdo al uso del prototipo (González, 2002).



Figura. 1.11. Robots Hexápodo

Fuente: (González, Clases de robots, 2002)

2.5.4. Robots Aéreos

Son robots que vuelan sin tripulación mediante un control remoto. Su uso se especifica en aplicaciones militares. Son capaces de mantener un vuelo controlado y sostenido (Robotica, 2016).



Figura. 1.12. Robot aéreo

Fuente: (Commons, 2011)

2.5.5. Robots marinos o sub-marinos

Son robots en los cuales su entorno es el mundo acuático. Estos prototipos deben superar muchos obstáculos para desenvolverse en el medio, cambian radicalmente la composición de materiales, estructura, diseño a los robots terrestres. Su avance se desarrolla y brinda oportunidades a que la ciencia continúe encaminada (Robotica, 2016).



Figura. 1.13. Robot sub-marino

Fuente: (OSV, 2017)

2.5.6. Robots humanoides o androides

Son semejantes a la apariencia humana, hoy en la actualidad es común encontrar este tipo de gendarme. En los principios sus avances no tuvieron tanta transcendencia, aunque pueden llegar a realizar las mismas actividades del ser humano son más lentos y tienen la autonomía suficiente para adaptarse al medio sin necesidad de más requerimientos (Robotica, 2016).



Figura. 1.14. Robot Humanoide

Fuente: (Landau, 2012)

3. CAPÍTULO II

PROPUESTA

3.1. Descripción General del proyecto

Este proyecto además del aporte en la búsqueda de damnificados de terremotos está orientado en los posibles usos del microcontrolador Raspberry pi. Se puede con esto generar un interés a los estudiantes de ingeniería en ciencias en el desarrollo de proyectos tecnológicos de contribución a la sociedad. Se analizó la factibilidad y viabilidad del proyecto el mismo que tuvo aceptación en la comunidad. Cada uno de los materiales y equipos usados en la elaboración de este trabajo fue analizado y estudiado minuciosamente. El prototipo será capaz de operar en situaciones reales mediante una comunicación inalámbrica vía WI-FI hacia una página web operada por un computador. Esta interfaz usuario-máquina está adaptable para la manipulación e interacción de cualquier persona.

El diagrama del presente trabajo se realiza como se indica en la figura 2.15. Se basa en 3 etapas que son consecutivas en las cuales se toma en cuenta la parte del hardware como software.

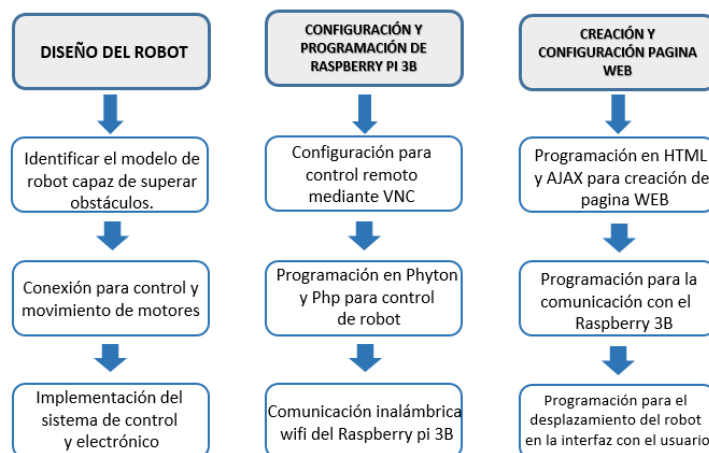


Figura. 2.15. Diagrama estructural para la elaboración del prototipo

Fuente: Elaborado por el autor

3.1.1. Diseño del robot

Los planos para el diseño del prototipo se realizan en AutoCAD, que es desarrollado por Autodesk, de ahí su nombre Auto y CAD que significa diseño asistido por computadora. Este software enfocado en el dibujo técnico, es muy útil para profesionales como ingenieros, arquitectos, y de carreras como diseño. Se pueden crear diseños en 2D, 3D, planos hasta cortes de objetos. En esta versión 2013 tiene muchas herramientas avanzadas, su interacción se realiza a través de comandos (Reyes, 2018).

3.1.2. Configuración y programación de la tarjeta

Se escoge la tarjeta Raspberry Pi modelo 3B dado las características que presenta como son el wifi incorporado, su reducido tamaño y mejoras en su capacidad, además de todo esto su bajo costo. Para la programación se hará uso de su sistema operativo, así como para el control remoto VNC mediante el cual se accede con un usuario y contraseña determinada por el fabricante.

3.1.3. Creación y configuración página web

Para la creación y diseño de la página web la programación se desarrollará en HTML y Ajax, Dentro de la página web se requiere programar los controles para el desplazamiento del robot y estos son: adelante, atrás, giro izquierdo, giro derecha y detenerse. La interfaz deberá ser generada por comandos. La visualización de la cámara del robot también debe estar incluida en la web.

3.2. Módulos del proyecto

En el diseño electrónico se contemplan 4 etapas para el funcionamiento del robot. Cada una de estas etapas basa su desarrollo en lo que se requiere como hardware y software. El controlador específico está determinado por la tarjeta Raspberry pi. Ver figura 2.16

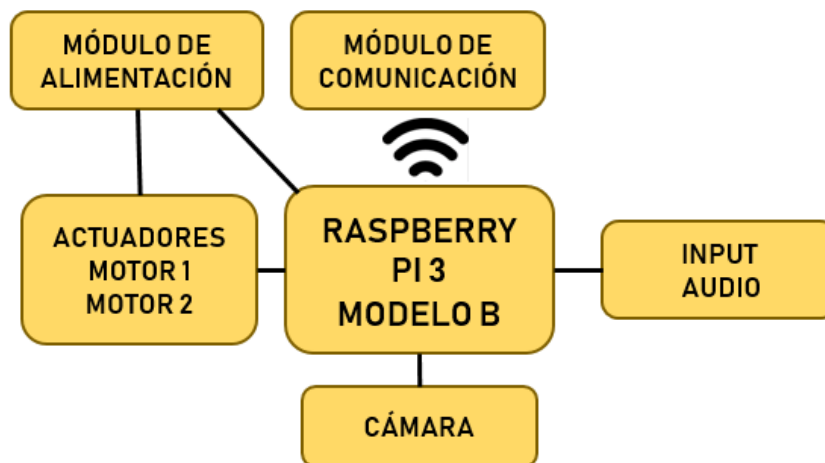


Figura. 2.16. Esquema general

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.1. Módulo de Comunicación

La comunicación entre el robot y el usuario se realiza de manera inalámbrica con la tecnología wifi que comprende un conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en las especificaciones IEEE 802.11. Esta tecnología no usa cables ni medios físicos para su propagación más bien emplea ondas electromagnéticas para su transmisión, entre la desventaja se tiene que la cobertura es de corto alcance. Con el uso de esta comunicación opera una laptop por una parte y por el otro, el robot implementado, como se indica en la figura 2.17.

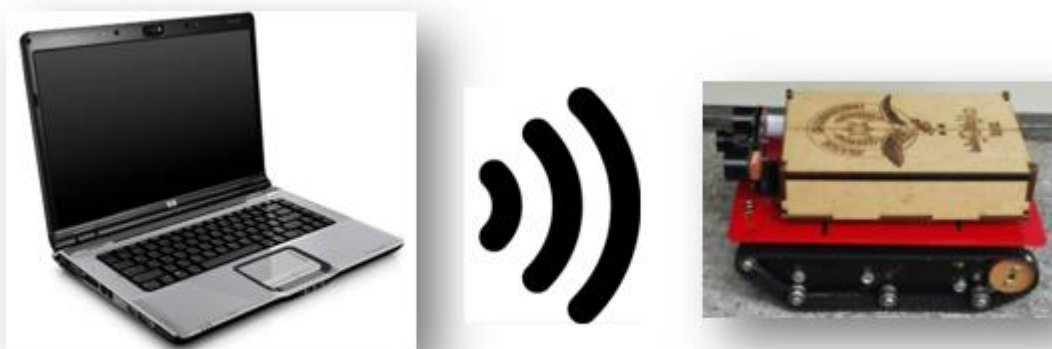


Figura. 2.17. Comunicación con el robot

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.2. Actuadores

El actuador consta de dos motores DC de 12V, uno a cada lado de la estructura de la oruga. Tiene dos salidas para el cambio del sentido de giro. Cuando se solicita girar a la derecha el motor a trabajar es el del lado contrario, mientras que el otro permanece en estado 0L y así viceversa.

3.2.2.1. Motor DC-12V

Se utiliza este motor por el voltaje de alimentación que requiere, ya que, con una batería de 9V funciona sin inconvenientes. El prototipo funciona con dos de estos motores, la velocidad es proporcional al voltaje incorporado, a mayor voltaje mayor velocidad. La velocidad de este dispositivo es medida en revoluciones por minuto o llamados RPM que son las vueltas que da un motor durante 1 minuto. Ver figura 2.18.



Figura. 2.18. Motor dc

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.2.2. Módulo L9110H

Este componente consta de 2 chips modelo L9110S, su voltaje de entrada es de 2,5 V hasta 12V, el cual permite controlar dos motores DC o un motor de cuatro hilos y dos fases. Se escoge este módulo dado a que tiene dos salidas para motores de hasta 1A y su rango de alimentación. En cuanto a la corriente 800mA en un solo motor con 7V, 1600 mA cuando maneja dos motores o un motor paso a paso bipolar de 2 fases.

Como se observa en la figura 2.19, este driver es un puente H común, su uso es simple y va de la siguiente forma conectado:

MOTOR-A: conectar terminales del motor A

MOTOR-B: conectar terminales del motor B

Vcc: conectar terminal positivo de la batería de 9V

GND: conectar terminal negativo de la batería de 9V

Los pines Ia-Ib son los terminales que van a los puertos GPIO de la tarjeta, como se indica en la tabla de conexiones.



Figura. 2.19. Aspecto físico driver L9110H

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.2.3. Engranajes

Los engranajes son sistemas compuestos de dos o más ruedas dentadas, son de mucha utilidad para transferencia de fuerza, con ello se logra pasar la fuerza producida del motor hacia otro lugar, que este caso es la cadena de movimiento para tracción del motor (Landa Cosio, 2010, p.73). Ver figura 2.20.

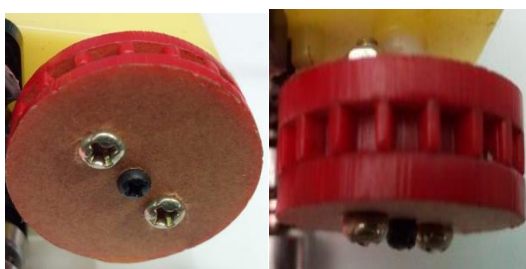


Figura. 2.20. Engranajes entre motor y cadena de transmisión

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.2.4. Cadena de transmisión

La cadena usada para el movimiento de la oruga como se observa en la figura 2.21 consta de pistas de garra continuas que evitan que el robot se deslice y pueda superar superficies ásperas. Las dos cadenas que se tiene, son cada una de un largo aproximado de 41.5 cm



Figura. 2.21. Cadena de transmisión para oruga

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.3. Audio input

En el caso de víctimas luego de un siniestro, para saber el estado actual se incorpora audio mediante un micrófono USB compatible con Raspbian el mismo que recibe la señal y transmite a la página web de interacción, la comunicación es posible en un solo sentido.

Este es un micrófono USB compatible con Raspberry pi 3 modelo B, contiene un cable de alimentación de 4.5 V, tiene una distancia efectiva de 2 metros. La sensibilidad del dispositivo es de -47dB con un error de +-4dB.



Figura. 2.22. Aspecto físico micrófono

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.4. Cámara

Con el fin de evaluar las condiciones internas mediante imagen luego de un colapso o las víctimas que requieran de ayuda, el prototipo tiene incluido una cámara compatible con Raspbian la misma que se incorpora a la tarjeta mediante un cable flat corto. Su descripción se explica más adelante. Otra característica de la cámara es que viene incluido el infrarrojo, para visualizar el medio en la oscuridad.

Esta cámara está basada en un sensor OV5647 de 5 megapíxeles, incluyen dos focos led infrarrojos los que le permiten tener visión nocturna. Tomar en consideración que por esta característica los colores del día se tornarán diferentes de lo normal. Su kit consta de un cable de 14cm para conexión hacia la Raspberry Pi como se observa en la figura 2.23.



Figura. 2.23. Aspecto físico cámara con infrarrojo para Raspberry

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.5. Raspberry Pi 3 Modelo B

Se trata de una microcomputadora del tamaño de una tarjeta de crédito que trabaja con un sistema operativo propio como es el Raspbian. Posee 4 entradas USB que por lo general se usan para conectar el mouse, teclado y cualquier otra cosa que se desee, hasta la capacidad de más puertos mediante un Hub con energía propia. Tiene la capacidad de transmitir video de alta definición mediante su salida HDMI. Este modelo esta mejorado en un Bluetooth de bajo consumo de energía y el módulo WI-FI ahora viene incluido. Su fuente de alimentación soporta hasta 2.5 A (Foundation R. P., 2015).

Posee un procesador de Quad Core de 64 bits que corre a 1.2 GHz, con 1 GB de RAM en memoria interna con un puerto RJ45 para conexiones Ethernet. Posee además una entrada para tarjeta SD. Posee 40 puertos de propósito general ya sean estas entradas o salidas GPIO. Cada uno de estos puertos tienen la misma función. Las mejoras en esta versión proporcionan mejores prestaciones a un bajo costo. Sus dimensiones son 85mm x 56mm x 17mm (Foundation R. P., 2015). Ver Anexo 1.

Características:

- Broadcom BCM2837 64bit ARM Cortex-A53 Quad Core Processor SoC que corre a @ 1.2GHz
- 1 GB RAM
- 4 puertos USB2.0 con un máximo de salida de 1.2A
- Conector GPIO de 40 pines
- Video / Audio Out a través de 4 polos conector de 3,5 mm, HDMI, o LCD Raw (DSI)
- Almacenamiento: microSD
- 10/100 Ethernet (RJ45)
- BCM43143 WiFi módulo en la tarjeta
- Bluetooth 4.1
- Bluetooth Low Energy
- Periféricos de bajo nivel:
- 27 x GPIO
- UART
- Bus I2C
- Bus SPI con dos selecciones por el chip
- + 3.3V
- + 5V
- Tierra (GND)

- Requisitos de alimentación: 5 V a 2.4 A a través de microUSB o GPIO Header
- Soporta Debian GNU / Linux, Fedora, Arch Linux, RISC OS y Más



Figura. 2.24. Aspecto físico Raspberry pi 3

Fuente: Elaborado por el autor

El fabricante por defecto entrega la designación de puertos GPIO, de los cuales se requiere un previo análisis para su conexión. Ver figura 2.25

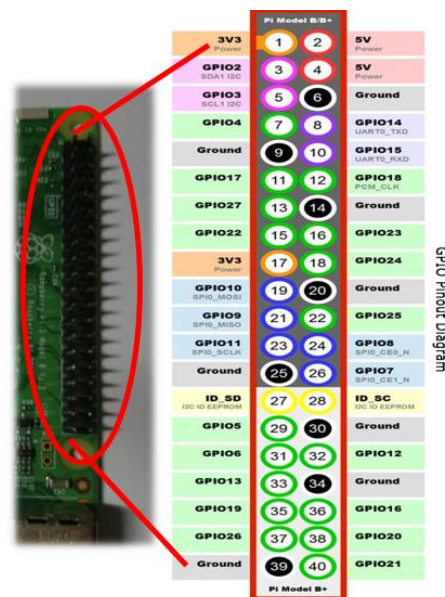


Figura. 2.25. Designación de pines de los puertos GPIO de la tarjeta PI

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.5.1. Salidas de video

El Raspberry Pi 3 mantiene tres diferentes salidas de video: RCA, HDMI y DSI. Tanto la salida RCA como la HDMI son de fácil acceso ya que implica el uso de televisores tanto analógicos como digitales que están presentes en la actualidad respectivamente (Foundation R. P., 2015).

3.2.6. Módulo de Alimentación

Por tratarse de un prototipo con comunicación inalámbrica y el uso para el cual está diseñado en la robótica, se requiere de una alimentación con batería de alta capacidad, a continuación, se detalla las dos baterías a usarse.

3.2.6.1. Batería de 9V

Se propone alimentar el driver con un voltaje de 9V el mismo que se dividirá para los dos motores de la oruga y entrega en teoría alrededor de 4,5V en el caso más ideal. Se puede alimentar el driver para los motores con la misma batería lipo pero por seguridad, debido a la sensibilidad de la lipo se prefiere trabajar con una alimentación independiente y más superior. Tomar en consideración que esta batería alcalina es de larga duración y no son recargables. Ver figura 2.26.



Figura. 2.26. Aspecto físico batería 9V marca SONY

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.6.2. Batería Li-Po

Como su acrónimo lo indica es de litio y polímero. Se trata de una batería recargable con cargador balanceado especial. Esta opción es recomendable cuando de energizar sistemas inalámbricos se trata. Entre sus características esta de almacenar gran cantidad de energía en tamaño reducido, además son ligeras y su tasa de descarga es alta. Para este proyecto, por la necesidad de alimentación se tiene una batería de 7,4V a 3,3A como se observa en la figura 2.27.



Figura. 2.27. Aspecto físico batería li-po

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.6.3. Módulo LM2596

Se trata de un módulo convertidor de voltaje DC- DC, este circuito permite obtener un voltaje regulado a partir de un voltaje mayor, su diseño está basado en un regulador step down, tiene una capacidad de conducir una corriente de hasta 3A (Electronilab, 2018).

Se propone este módulo, debido al voltaje de 7,4 V que entrega la batería lipo y para alimentar la tarjeta únicamente se requiere 5v, un voltaje mayor involucra daños severos, así como un voltaje menor no permite un óptimo desenvolvimiento o hasta no se llega a prender la tarjeta. Este módulo consta de entradas/INPUT y de salidas/OUTPUT.

La conexión es de la siguiente manera: las entradas del módulo son las salidas de la batería lipo y las salidas del módulo son las entradas de la alimentación de la Raspberry Pi

que están ubicadas en los puertos GPIO número 2 como positivo y puerto GPIO número 6 como terminal negativo. Se decide colocar en estos puertos y tomar en consideración la distribución de pines de los puertos GPIO como se ve en los aspectos técnicos de este capítulo.

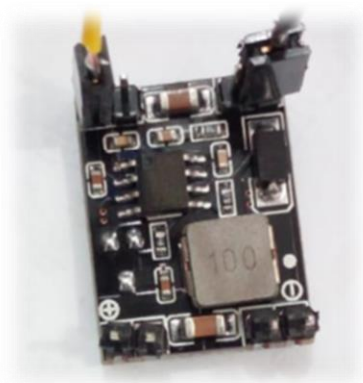


Figura. 2.28. Aspecto físico LM2596

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.7. Software del prototipo

Lo que se detalla anteriormente es el hardware usado, respecto al presente trabajo. Ahora se detalla cada sistema que conforma el software del proyecto.

Tabla. 2.2. Herramientas del software

COMPONENTE	ESPECIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Sistema Operativo	Raspbian	De uso libre, disponible en la página del Raspberry pi.
Lenguaje de Programación	Phyton 3	Incluido en el sistema operativo Raspbian

Fuente: Elaborado por el autor

3.2.6.1. Sistema operativo Raspbian

Raspberry pi tiene un sistema operativo estándar que es el Raspbian, este software puede ser encontrado en la página oficial de la marca. A pesar de no ser el único software disponible es el más amigable en cuanto a programación, obviamente se tiene además el sistema operativo Linux, pero este no es muy usado debido a la falta de experticia. Para cargar este sistema operativo en el microcomputador se requiere de una tarjeta SD card de más de 3 GB, en este proyecto se utilizó una memoria de 8GB, en la cual está cargado el sistema operativo Raspbian (Foundation R. P., 2015).

3.2.6.2. PHP

Es un lenguaje de programación de propósito general de código abierto adecuado para el desarrollo web de contenido dinámico escrito dentro del código HTML. Código abierto significa que es de uso gratuito y libre enfocado a las personas que deseen programar. Este lenguaje de programación trabaja del lado del servidor, esto es en la Raspberry Pi y está listo con el propósito de crear diversas aplicaciones web por su amplia librería. Consiste que mediante un código HTML creado en la programación de PHP, este podrá ser ingresado en cualquier navegador y dar acceso a la comunicación hacia la página web (Alvarez, 2001).



Figura. 2.29. Imagen PHP

Fuente: (PHP, 2001)

3.2.6.3. Uv4l

Es una interfaz *User Space Video4Linux* con respecto a entrada y salida de video reales o virtuales. Debido a su evolución ahora viene incluido un plu-in Streaming server genérico

es cual está diseñado hacia proyectos basados en el internet de las cosas (IoT). Esta interfaz es de gran ayuda con la finalidad de personalizar páginas web basados en estándares. La comunicación es en tiempo real, con una demora de alrededor de 0,5s – 1s (Linux, s.f.).

3.2.6.4. Phyton 3

Es un lenguaje de programación por defecto del sistema operativo Raspbian y de otros proyectos de primer nivel. Este lenguaje fue creado por Guido Van Rossum en el año 1991. De igual manera que PHP este software es de código abierto, pero de más alto nivel, son muy amplios los propósitos que se tienen en función de su gran biblioteca estándar. Phyton 3 fue desarrollado en el año 2009 con una desventaja que no es compatible con los códigos de versiones anteriores, mientras que Phyton 2 es compatible con anteriores códigos (Foundation P. , 2001).



Figura. 2.30. Imagen de Phyton 3.

Fuente: (Foundation P. , 2001)

3.2.6.5. Apache 2

Es el servidor web HTTP más usado a nivel mundial. Apache es de uso gratuito y de código abierto, tiene diferentes versiones dirigido a los diferentes sistemas operativos, además es el servidor más seguro y eficaz en su rendimiento (Org, 2017).



Figura. 2.31. Imagen de Apache 2

Fuente: (Org, 2017)

3.2.6.6. Ajax

De su acrónimo se traduce Ajax como JavaScript asincrónico +XML, es una técnica de desarrollo web basado en estándares abiertos como Java Script y DOM válida para múltiples plataformas y sistemas operativos, mediante la cual se crean aplicaciones interactivas. Esta versión mejorada ayuda que la página web no se sobrecarga de existir múltiples cambios, más bien los datos adicionales solicitados se cargan en un segundo plano sin interrumpir la visualización y el comportamiento de la página, y optimizar así la velocidad junto con el uso (Rivas, 2012).

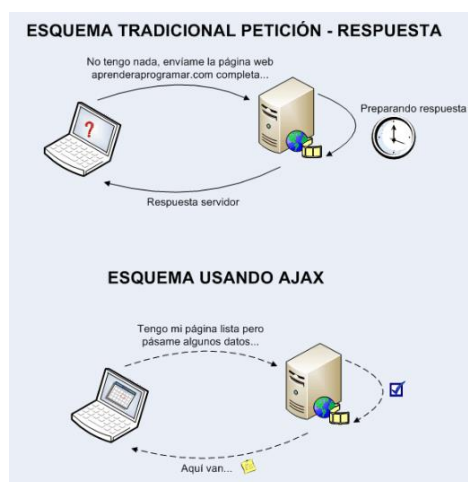


Figura. 2.32. Esquema de cómo trabaja Ajax

Fuente: (Krall, s.f.)

3.2.6.7. JQUERY

Es una librería de JavaScript de código abierto que permite agregar interactividad a un sitio web, funciona en múltiples navegadores. Una de las razones primordiales de su creación es el ahorro de tiempo y esfuerzo. JQuery puede producir paginas dinámicas en corto tiempo a diferencia de la competencia (Chuburu, 2017).



Figura. 2.33. Imagen de JQuery

Fuente: (Tutoriales, 2013)

3.3. Aspectos técnicos del proyecto

El prototipo se realiza en beneficio de personas que están inmersas en escombros luego de un movimiento telúrico, con el fin de salvar vidas, colaborar en el análisis de la estructura y no permitir que los rescatistas estén inmersos en situaciones de peligro.

El robot funciona con comunicación inalámbrica wifi y una alimentación independiente, teleoperada por una página web que permite la interacción robot-humano mediante el uso de un dispositivo electrónico que soporte streaming. Para que exista comunicación debe estar los dispositivos dentro de la misma red. Los diversos movimientos del robot están programados dentro de la página web.

Se compone de dos partes:

Interna.

- El módulo de procesamiento es una Raspberry pi 3 modelo B.
- El módulo de comunicación es WIFI
- Consta de 2 motores de 3 V a 12V.
- Una batería lipo independiente para la tarjeta.
- Una batería de 9V para alimentación de los motores.

Externa

- Elaborado con material acrílico 2mm y 3mm.
- El diseño es desarrollado en AutoCAD.
- Cámara con infrarrojo

Características

- El prototipo tiene una autonomía de 80 minutos.
- Sus dimensiones son: 19,5cm x 12,5cm x 11,5 cm.
- Tiene un peso de 0,91Kg.
- Realiza movimientos: adelante, atrás, detenerse, giro izquierda y giro derecha.
- Para su desplazamiento utiliza la tracción tanque.
- Soporte hasta 50% su peso.
- Alta calidad de transmisión.
- Alcance máximo de hasta 10m
- Escala pendiente de hasta 30° de inclinación.

3.4. Análisis de costo

Se define como el egreso monetario que implica la realización de un proyecto o desarrollo de una determina actividad. En el siguiente cuadro se presenta los gastos producidos durante el desarrollo del presente trabajo en uso de hardware y software.

Tabla. 2.3. Presupuesto A-Hardware

DESCRIPCION	CANTIDAD (unidades)	V.UNITARIO USD	TOTAL USD
Raspberry pi 3	1	65,00	65,00
Case raspberry	1	17,00	17,00
Cámara con infrarrojo	1	45,00	45,00
Adaptador 5V	1	10,00	10,00
Tarjeta SD 8GB	2	15,00	30,00
Chasis Robot	1	65,00	65,00
Jumpers	1	10,00	10,00
Batería Lipo	1	60,00	60,00
Motores	2	5,00	10,00
Micrófono PI	1	15,00	15,00
Batería 9V	2	5,00	10,00
Protoboard	1	5,00	5,00
Caja MDF Logo	1	5,00	5,00
Módulo LM2596	1	6,00	6,00
Módulo L9110	1	5,00	5,00
Piezas de acrílico	1	45,00	45,00
TOTAL PRESUPUESTO A-HADWARE (USD)			403,00

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo al presupuesto por parte del software, como se ha explicado anteriormente se escoge interfaces que son de código abierto para reducir el costo del presupuesto y tomando en consideración que son accesibles al usuario. Al considerar este punto se dice que el presupuesto para el software es de cero dólares.

Dentro del costo operativo se determina un costo horas hombre en el cual se estima un sueldo base del salario básico unificado por tratarse de un estudiante que no posee título de tercer nivel que para el 2018 se encuentra establecido en \$386 dólares americanos, para 160 horas laborables.

USD 386/160 horas= 2,42 por cada hora

Con este valor se realiza en la siguiente tabla el costo horas hombre

Tabla. 2.4. Costo horas hombre

HORAS/DIA	DIAS A LA SEMANA	SEMANAS	COSTO HORA	PERSONAS	TOTAL
4	4	14	USD 2,42	1	USD 542,08

Fuente: Elaborado por el autor

Como todo proyecto el tema de imprevistos debe ser incluido, por lo tanto, se aplica un 20% adicional al costo horas hombre por situaciones como uso de energía eléctrica para pruebas, movilización, alimentación, entre otros. Se deduce así un valor de USD 108,42 que incluido las horas hombre suman un total de USD 650,50, se detalla el costo total en la siguiente tabla.

Tabla. 2.5. Egresos

DESCRIPCION	TOTAL (USD)
PRESUPUESTO A-HADWARE	403,00
PRESUPUESTO B-SOFTWARE	0.00
COSTO OPERATIVO	650,50
TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO	1053,50

Fuente: Elaborado por el autor

La propuesta de la elaboración y desarrollo de este proyecto tiene un costo total de 1053,50 dólares americanos, los cuales son financiados personalmente y abarcan el total de los gastos de esta tesis.

3.5. Análisis de tiempo

El presente trabajo tiene una duración aproximada de 6 meses tiempo en el cual se desarrolló en cuatro fases.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
FASE I	10 días	lun 30/10/17	vie 10/11/17	
Presentación a consejo primera redacción del título del proyecto PIC	1 día	lun 30/10/17	lun 30/10/17	
Corrección de las observaciones al Plan	4 días	mar 31/10/17	vie 3/11/17	2
Presentación de la propuesta con las correcciones solicitadas	1 día	lun 6/11/17	lun 6/11/17	
Aprobación del Plan	1 día	lun 6/11/17	lun 6/11/17	
Presentación del Plan para las firmas	4 días	mar 7/11/17	vie 10/11/17	
FASE II	10 días	lun 13/11/17	vie 24/11/17	
Análisis de los materiales y equipos necesarios	2 días	lun 13/11/17	mar 14/11/17	6
Compra del material necesario	3 días	mié 15/11/17	vie 17/11/17	8
Programación básica del microprocesador	1 día	lun 20/11/17	lun 20/11/17	9
Diseño del prototipo de robot según las necesidades	4 días	mar 21/11/17	vie 24/11/17	10
FASE III	42 días	lun 27/11/17	mar 23/1/18	11
Implementación del prototipo de robot tipo oruga	15 días	lun 27/11/17	vie 15/12/17	7
Creación e instalación del software libre en un dispositivo electrónico	15 días	lun 18/12/17	vie 5/1/18	13
Pruebas de operación del robot controlado por la laptop	1 día	lun 8/1/18	lun 8/1/18	14
Corrección de las fallas de arranque	8 días	mar 9/1/18	jue 18/1/18	15
Segundas pruebas de operación del robot	1 día	vie 19/1/18	vie 19/1/18	16
FASE IV	36 días	vie 1/12/17	vie 19/1/18	
Elaboración del documento PIC	30 días	vie 1/12/17	jue 11/1/18	
Correcciones solicitadas en el documento PIC	5 días	vie 12/1/18	jue 18/1/18	19
Presentación del documento final	1 día	lun 22/1/18	lun 22/1/18	18

Figura. 2.34. Diagrama de gantt

Fuente: Elaborado por el autor

Como se muestra en la figura 2.35, la fase I tiene una duración de 10 días, donde se contempla la elaboración del plan de tesis para posterior aprobación ante consejo académico, las correcciones están incluidas en esta fase hasta llegar a la aprobación y firmas por parte de los docentes.

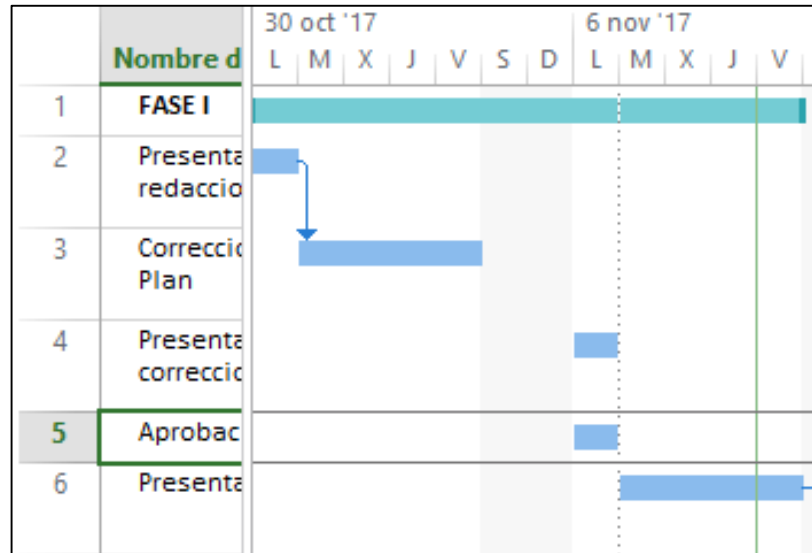


Figura. 2.35. Diagrama de Gantt fase I

Fuente: Elaborado por el autor

Durante la fase II con una duración de 10 días, se analiza los materiales a usar en el desarrollo del proyecto, así como la estructura para el desplazamiento, una vez determinada la tarjeta controladora se procede a su programación inicial básica como se muestra en la figura 2.36.

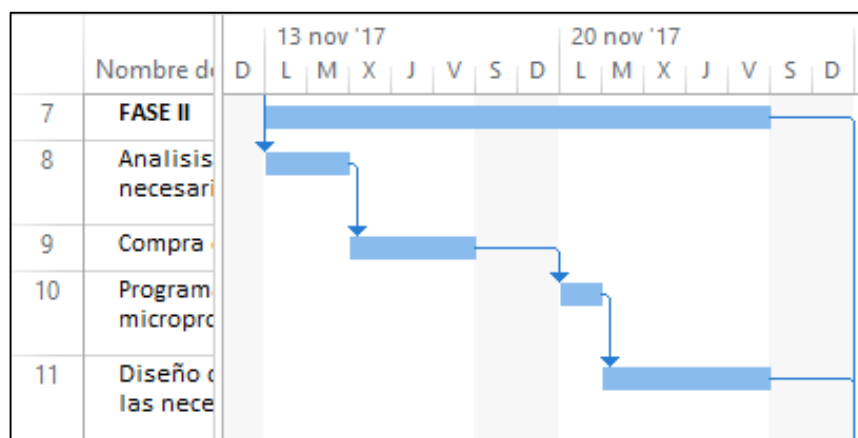


Figura. 2.36. Diagrama de Gantt fase II

Fuente: Elaborado por el autor

En la fase III, como se muestra en la figura 2.37 tiene una duración de 42 días, durante el cual se desarrolla el prototipo tanto en hardware como software y se realiza las pruebas de funcionamiento correspondiente.

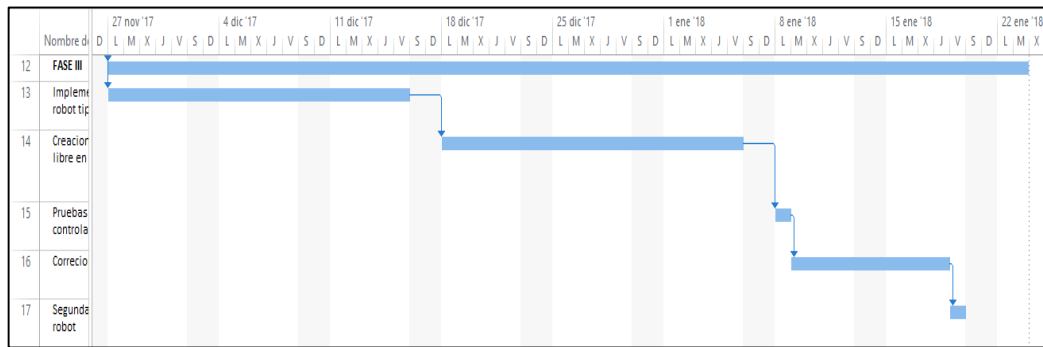


Figura. 2.37. Diagrama de Gantt fase III

Fuente: Elaborado por el autor

La última fase del proyecto tiene una duración de 36 días como se muestra en la figura 2.38 y es donde se elabora el documento PIC, las correcciones y aprobación por parte del tutor.

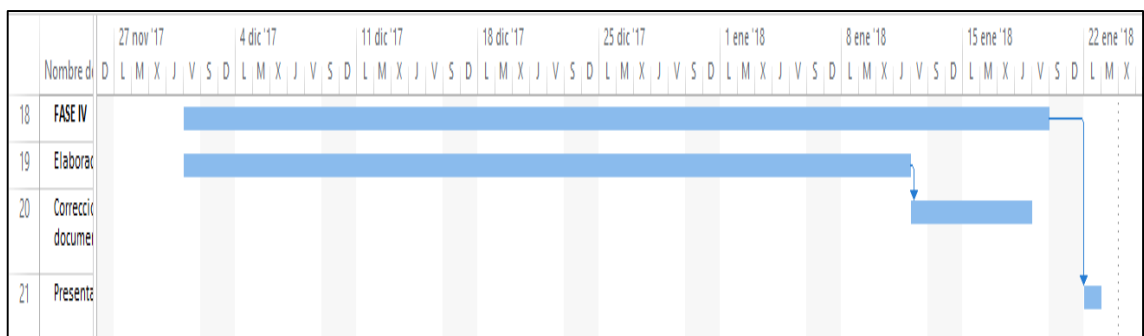


Figura. 2.38. Diagrama de Gantt fase IV

Fuente: Elaborado por el autor

3.6. Ventajas

- Este proyecto tiene énfasis en el desarrollo tecnológico y como una de sus ventajas más primordiales es el aporte de este prototipo ante desastres naturales, a un bajo costo y con software de uso libre.
- El hardware usado con la finalidad de desarrollar el presente trabajo es de fácil acceso y a bajos costos en el mercado nacional.
- Debido a la estructura de acrílico, el peso del prototipo es extremadamente ligero.
- La transmisión de video en tiempo real de acuerdo al entorno que le rodea.
- Tiene conectividad inalámbrica.
- Su cámara de 5MPX con infrarrojo ayuda a la visibilidad en sitios con poca luz.
- Basado en tecnología Raspberry Pi.
- Es capaz de sobrepasar obstáculos pequeños de hasta 2,5cm de alto por su estructura tipo oruga.
- La operatividad del robot oruga mediante el uso de una página web es amigable con el usuario final, no es necesario de previo conocimiento de tecnología. La interfaz puede usarla un niño hasta una persona de edad adulta.

4. CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN

4.1. Desarrollo

4.1.1. Diseño estructura robot oruga

La estructura de la oruga está diseñada en la parte frontal por un ángulo de inclinación de 30° , para superar obstáculos dado la dimensión de una grada de 2,5cm de alto por 5cm de base superior, del uso de estos datos se obtiene el ángulo final de la estructura. Para la parte trasera del prototipo se eligió la más adecuada dada la posición de los motores. Los motores se colocaron en la parte trasera del motor para impulso a la cadena de la oruga.

Cálculo del ángulo de inclinación de la parte frontal del chasis:

$$\sin \vartheta = \frac{2,5cm}{5 cm}$$

$$\sin \vartheta = 0,5$$

$$\vartheta = \sin^{-1} 0,5$$

$$\vartheta = 30^\circ$$

Ecuación. 3.1. Ecuación del seno de un triángulo equilátero

Fuente: Elaborado por el autor.

Con el uso del software autoCAD se elabora los planos para la estructura del robot y la base de la cámara del raspberry pi, el modelo se considera de robots oruga y las medidas son evaluadas en la misma aplicación como se aprecia en la figura 3.39.

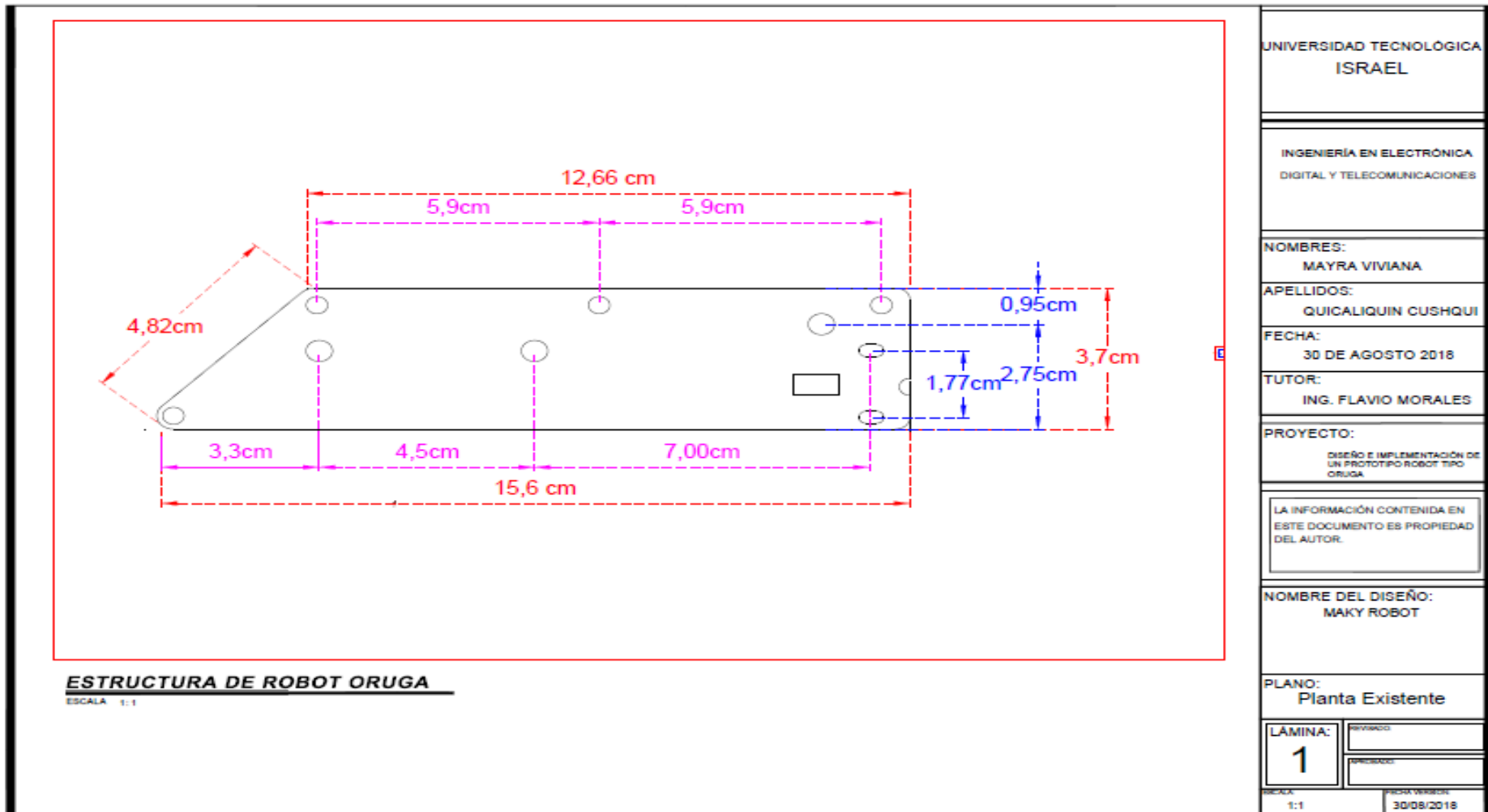


Figura. 3.39. (a)Plano estructura de la oruga

Fuente: Elaborado por el autor

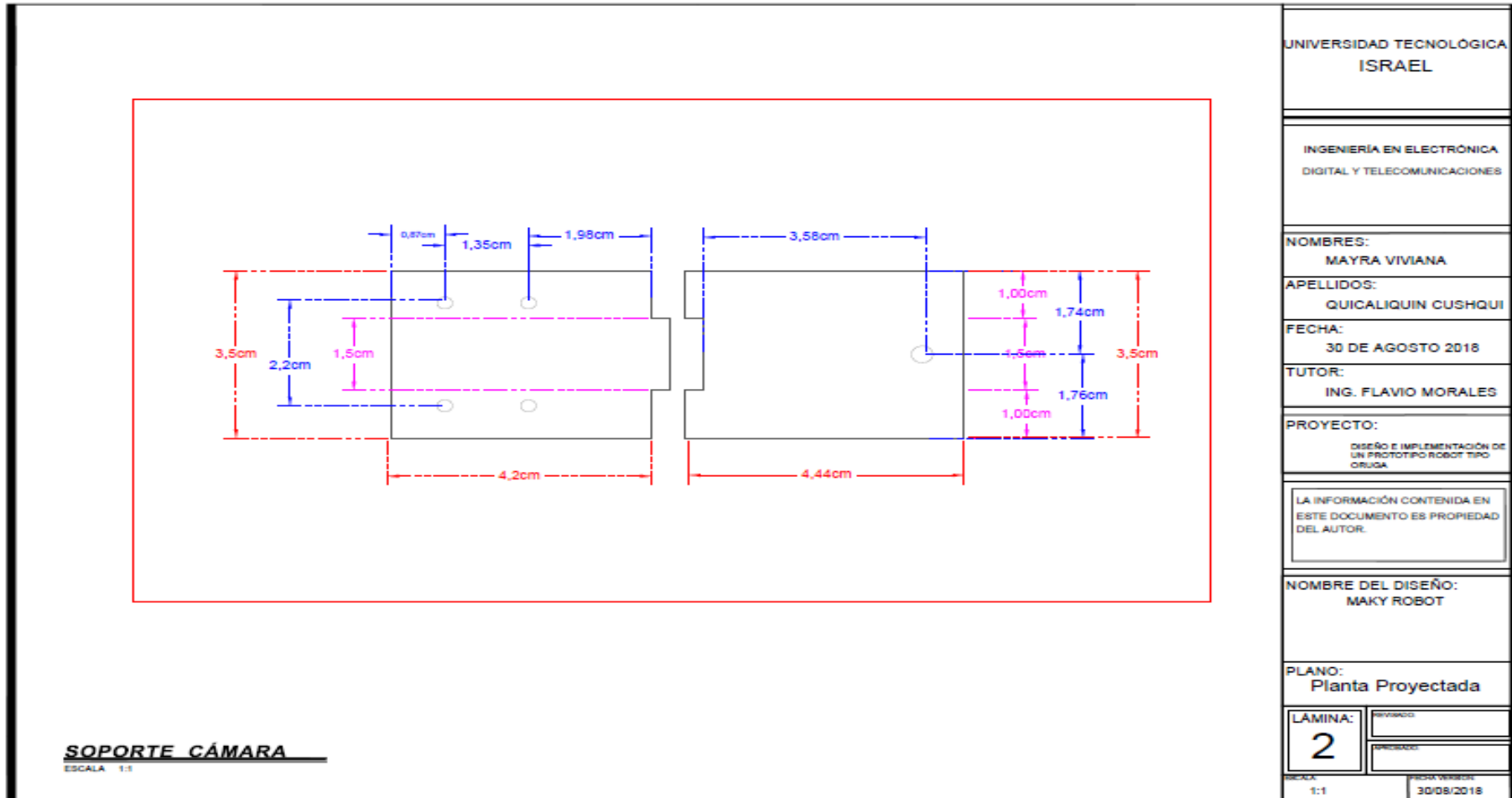


Figura. 3.39. (b) Plano cámara de la oruga

Fuente: Elaborado por el autor

Como se observa en la figura 3.40, los orificios 1 (color verde) tienen un diámetro de 0.4 cm y son diseñados para las pistas de la cadena, los orificios 2 (color café) tienen un diámetro de 0.5cm y están diseñados para la estabilidad del robot, los mismos que son distribuidos en tres puntos determinados por el centro de masa del robot y por último los tres orificios 3 (color rojo) están diseñados para la sujeción del motor que va en la parte trasera superior.

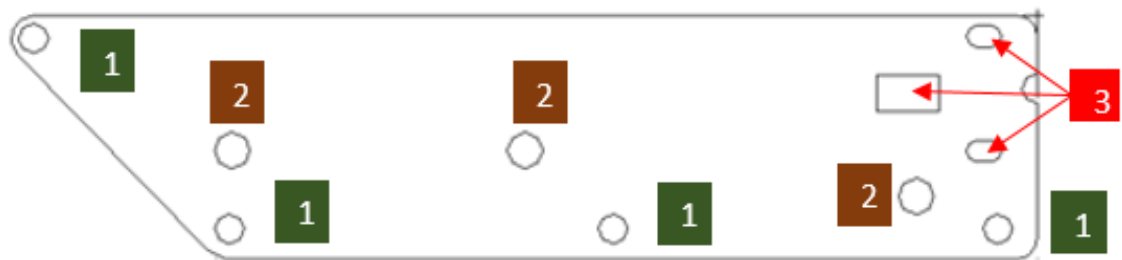


Figura. 3.40. Especificación de orificios en placa

Fuente: Elaborado por el autor

Para el engranaje se realiza con una rueda de 2,8cm de diámetro con un grosor de 0,7cm, que consta de tres partes: base, engranaje, base. Esto con el objetivo de permitir el deslizamiento de la cadena dentada. Cuenta con 20 orificios, cada uno es de 0,3cm de profundidad y ancho, y la distancia entre cada orificio es de 20cm.

Para unir las dos placas laterales de acrílico se tiene tres sujetadores con pernos M5 de 10cm de longitud. A cada extremo presenta 3cm para la respectiva sujeción del perno.

Para el giro de la cadena a más de pasar por el engranaje que se encuentra en la parte posterior del robot se necesita otro sistema el cual consiste de un perno de 1,3cm de diámetro junto con 2 rodela de 0,8cm de diámetro, así como de 3 rodela de 0,6cm de diámetro. Todo esto junto forma el sistema para la cadena dentada.

Todo lo detallado se puede visualizar en la figura 3.41.

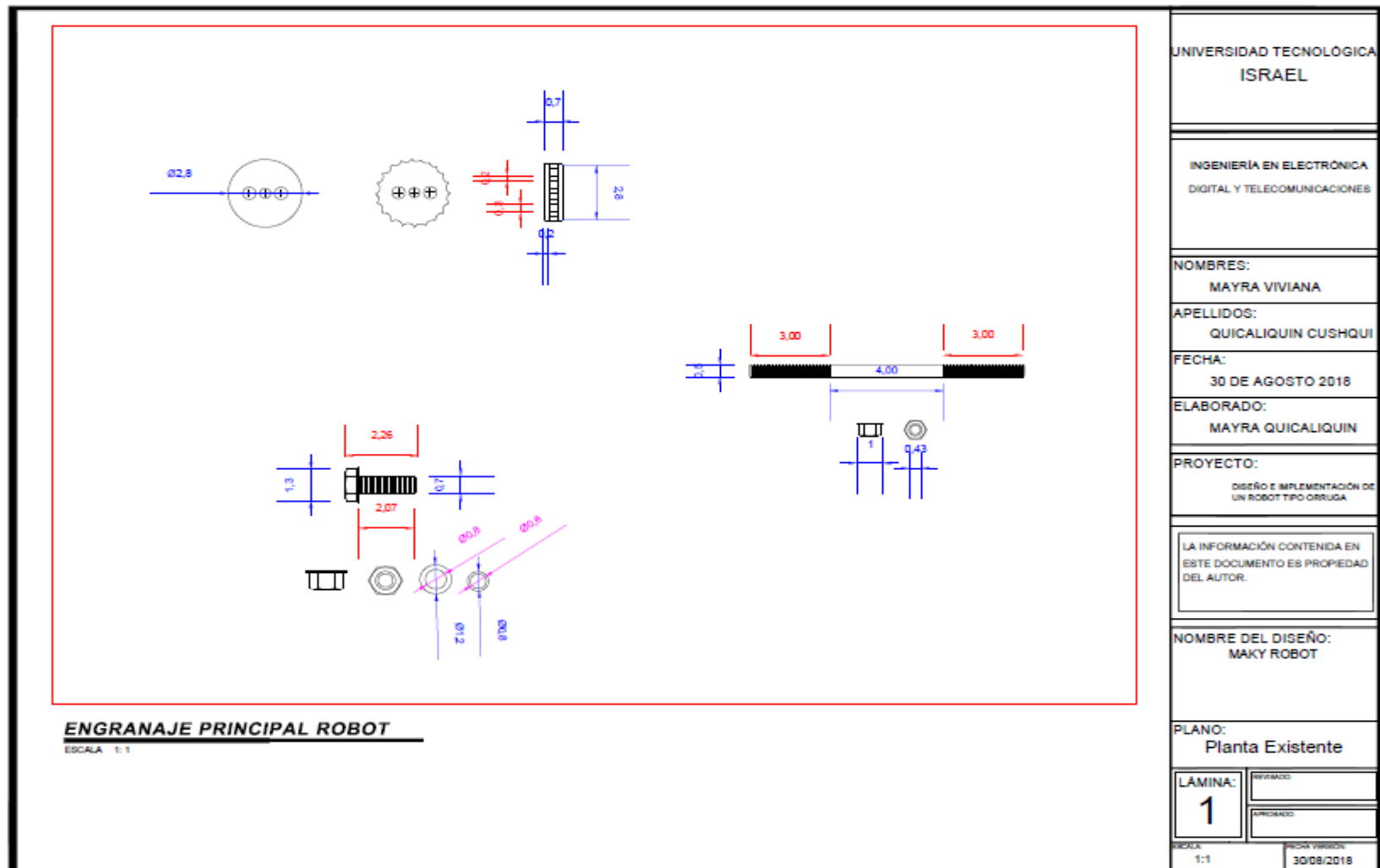


Figura. 3.41. Vista frontal y lateral del engranaje, sujetador y pernos M3

Fuente: Elaborado por el autor

Para el recubrimiento superior del robot se implementa una tapa en acrílico de 2mm por ser un material ligero y se realiza orificios para ingreso del flat de la cámara, cables de la batería de 9V y sujeción del recubrimiento inferior del robot. Referirse figura 3.42.

Con el objetivo de cubrir la parte inferior del robot se crea en acrílico de 2mm transparente una tapa que se sujeta al recubrimiento superior del robot, estos dos acrílicos se sujetan con pernos y tuercas M3 como se indica en gráficos anteriores. Referirse figura 3.43.

Se realiza en material MDF una caja superior para lo relacionado a la alimentación del robot, se realiza con las dimensiones adecuadas que soporta la batería de 9v y la batería lipo. Como se observa en la figura. Referirse figura 3.44.

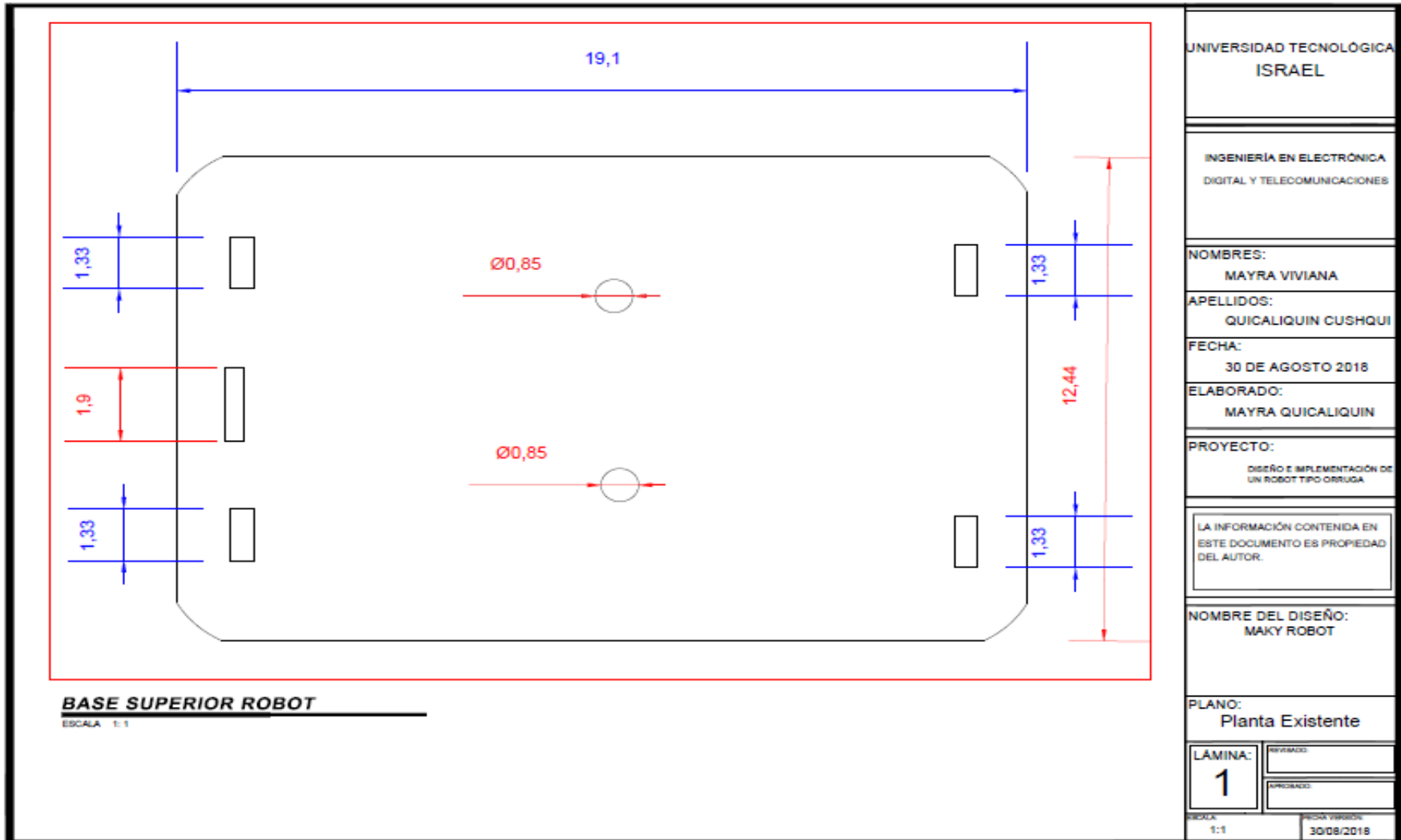


Figura. 3.42. Vista superior tapa maky robot

Fuente: Elaborado por el autor

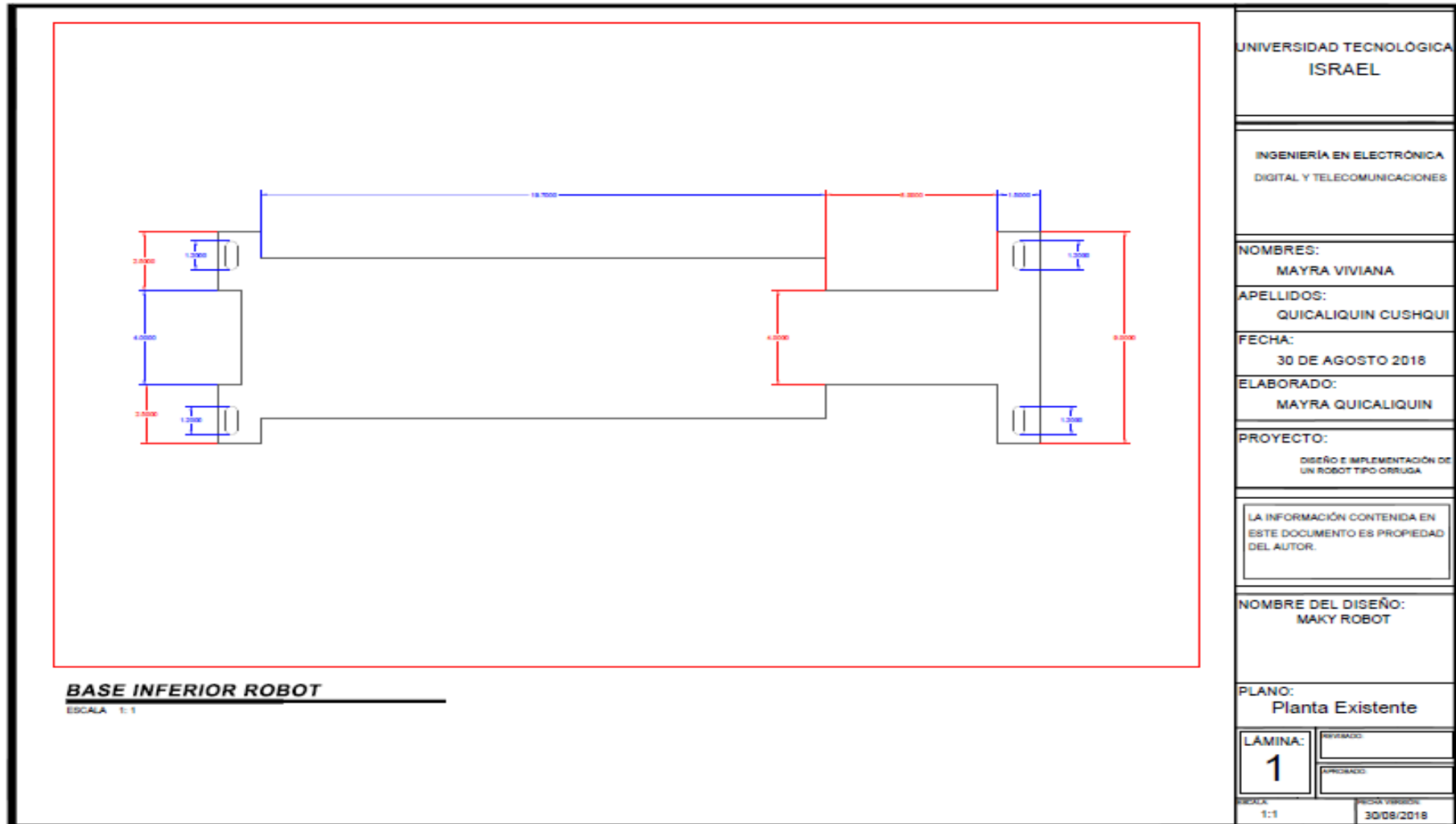


Figura. 3.43. Vista superior recubrimiento base maky robot

Fuente: Elaborado por el autor

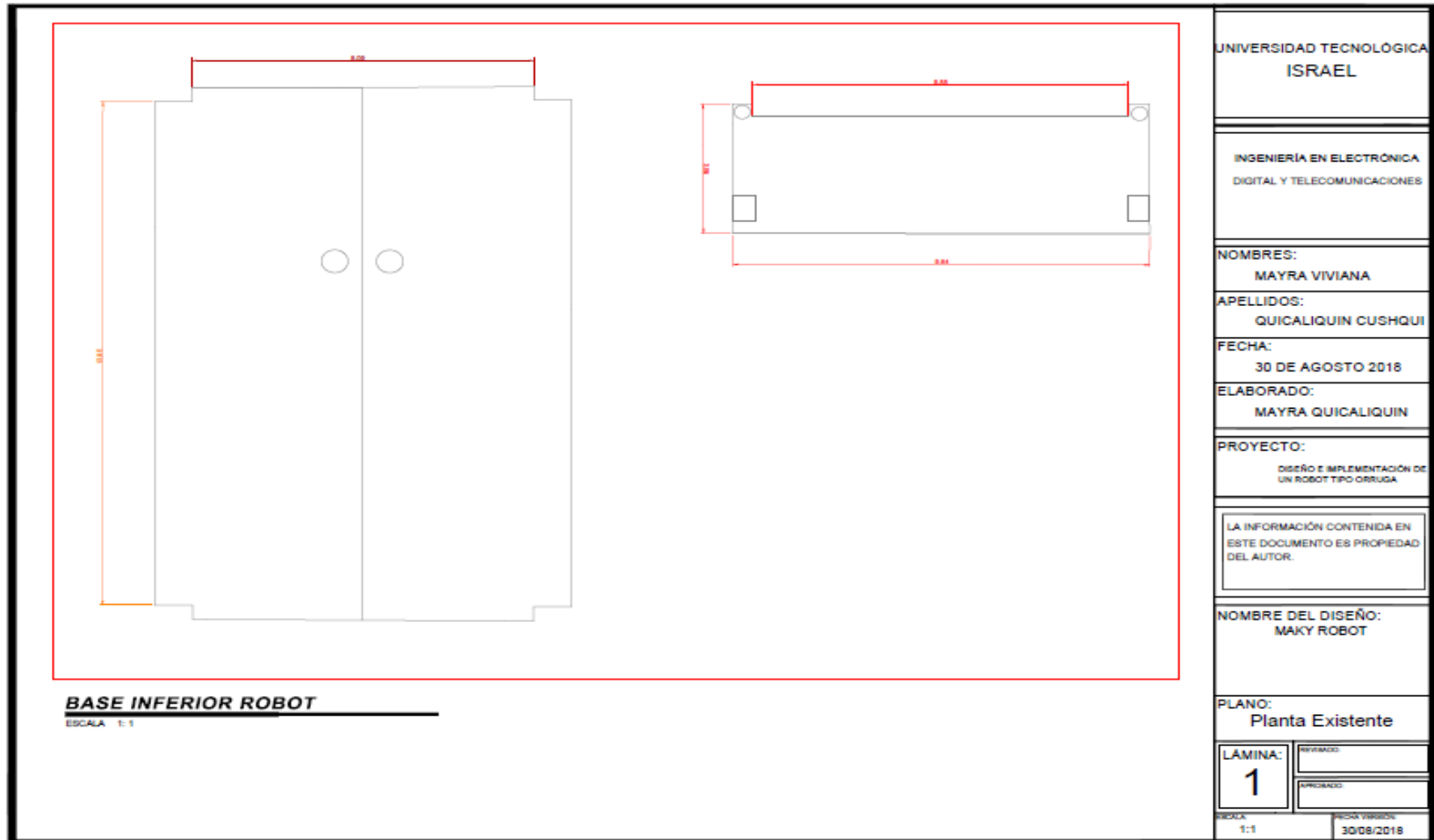


Figura. 3.44. Vista superior recubrimiento base maky robot

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.2. Planos de ensamblaje de las piezas

Los planos de como ensamblar cada una de las piezas que conforman el robot se muestran a continuación.

4.1.2.1. Rueda principal (Engranaje)

El plano para el ensamblaje de la rueda principal es como se muestra en la figura 3.45, recordar que cada extremo del robot se ensambla de la misma manera.

4.1.2.2. Motor-engranaje

Los planos de como ensamblar el motor al engranaje de la rueda dentada para el desplazamiento se muestra en la figura 3.46.

4.1.2.3. Motor- acrílico

Los planos de como ensamblar el motor a la piza de acrílico lateral de la estructura del robot, es como se muestra en la figura 3.47.

4.1.2.4. Plano ensamblaje ruedas secundarias

En la figura 3.48 se muestra el ensamblaje de las ruedas secundarias del robot, considerar antes cada una de las piezas que forman parte.

4.1.2.5. Ensamblaje pieza lateral más ruedas secundarias

Una vez ensambladas las ruedas secundarias se procede adjuntar a la pieza de acrílico lateral que ya contiene el motor y la rueda principal. Como se observa en la figura 3.49.

4.1.2.6. Ensamblaje pieza lateral con perno de estabilidad

En el plano se muestra el lugar y la manera de ingresar el perno de estabilidad que va entre las dos piezas de acrílico laterales. Referirse figura 3.50.

4.1.2.7. Ensamblaje piezas laterales de acrílico

En la figura 3.51 se observa cómo debe ensamblarse las dos piezas de acrílico que previamente se armaron como se indica en los anteriores gráficos.

4.1.2.8. Ensamblaje soporte de los extremos para tarjeta Raspberry

Para protección de la tarjeta se usa un acrílico de 3mm que se ubica entre las dos piezas laterales, para ello se requiere de soportes que lo sujeten como se indica en la figura 3.52.

4.1.2.9. Colocación base de acrílico para tarjeta

El acrílico de protección de la tarjeta que se ubica entre los extremos del robot va sujeto a los soportes mediante el uso de cuatro esclavas como se indica en la figura 3.53.

4.1.2.10. Ensamblaje tapa superior del robot

Como se indica en la figura 3.54 luego de colocar la tarjeta se ensambla la tapa superior de acrílico de 2mm de color roja.

4.1.2.11. Ensamblaje base para cámara Raspberry pi

La base de la cámara va sujeta a la tapa superior del robot con perno m2 y silicona para una mejor sujeción, como se observa en la figura 3.55. Luego se procede a colocar la cámara junto con el cable flat.

4.1.2.12. Ensamblaje a la tapa superior de la caja MDF

La caja MDF que contiene las baterías independientes de robot se coloca sobre la tapa superior del robot, el mismo está elaborado en material MDF que a decir de las innumerables ventajas esta su bajo peso y su aspecto lujoso. Ver figura 3.56

4.1.2.13. Ensamblaje final

Como se observa en la figura 3.57 se muestra una vista final tanto del lado izquierdo como de la vista superior el resultado de todo el ensamblaje.

Como paso final está la colocación de la cadena de desplazamiento que debe estar entre la rueda principal y las secundarias. Esto debe estar a cada lado del robot.

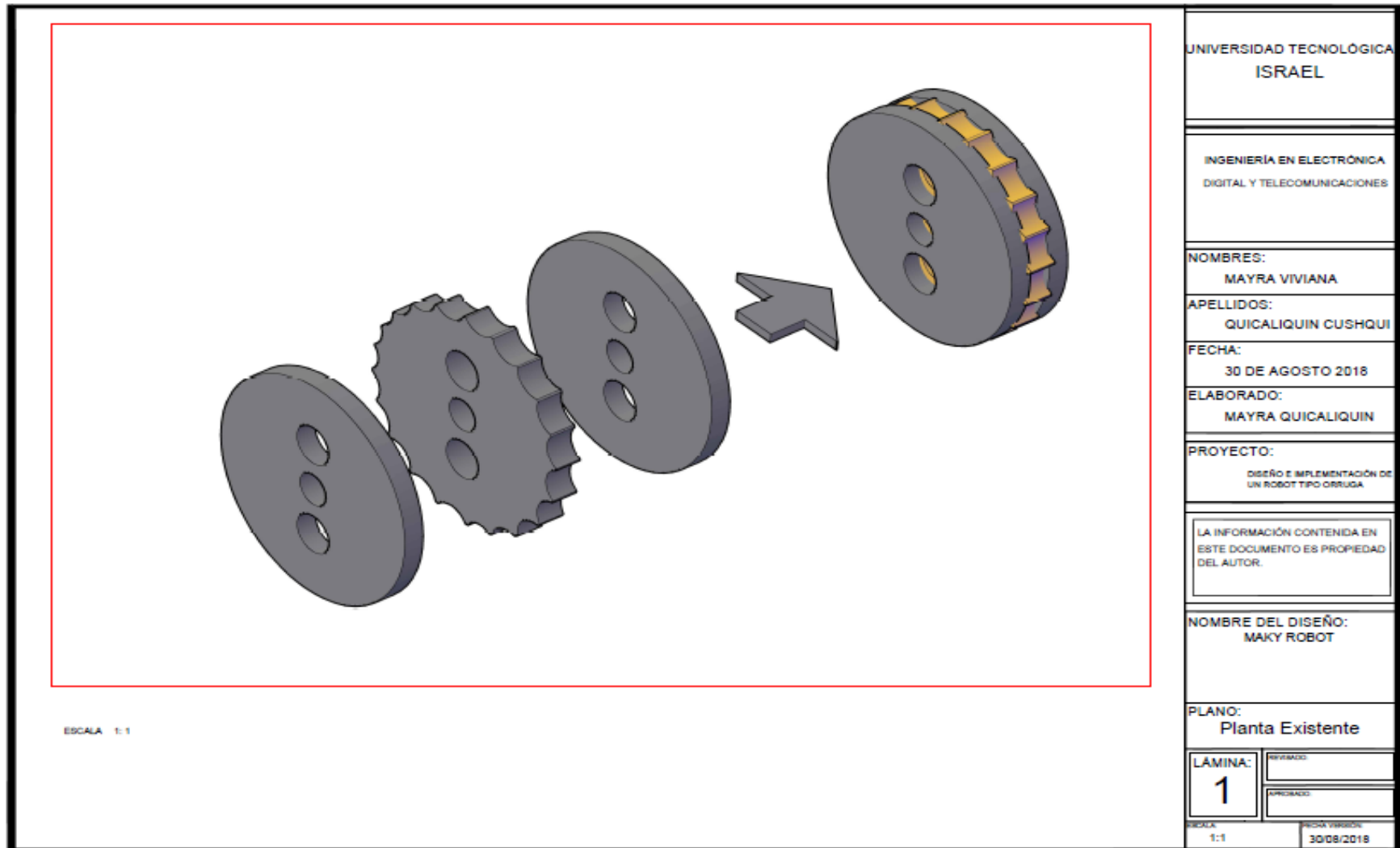


Figura. 3.45. Ensamblaje rueda principal(engranaje)

Fuente: Elaborado por el autor

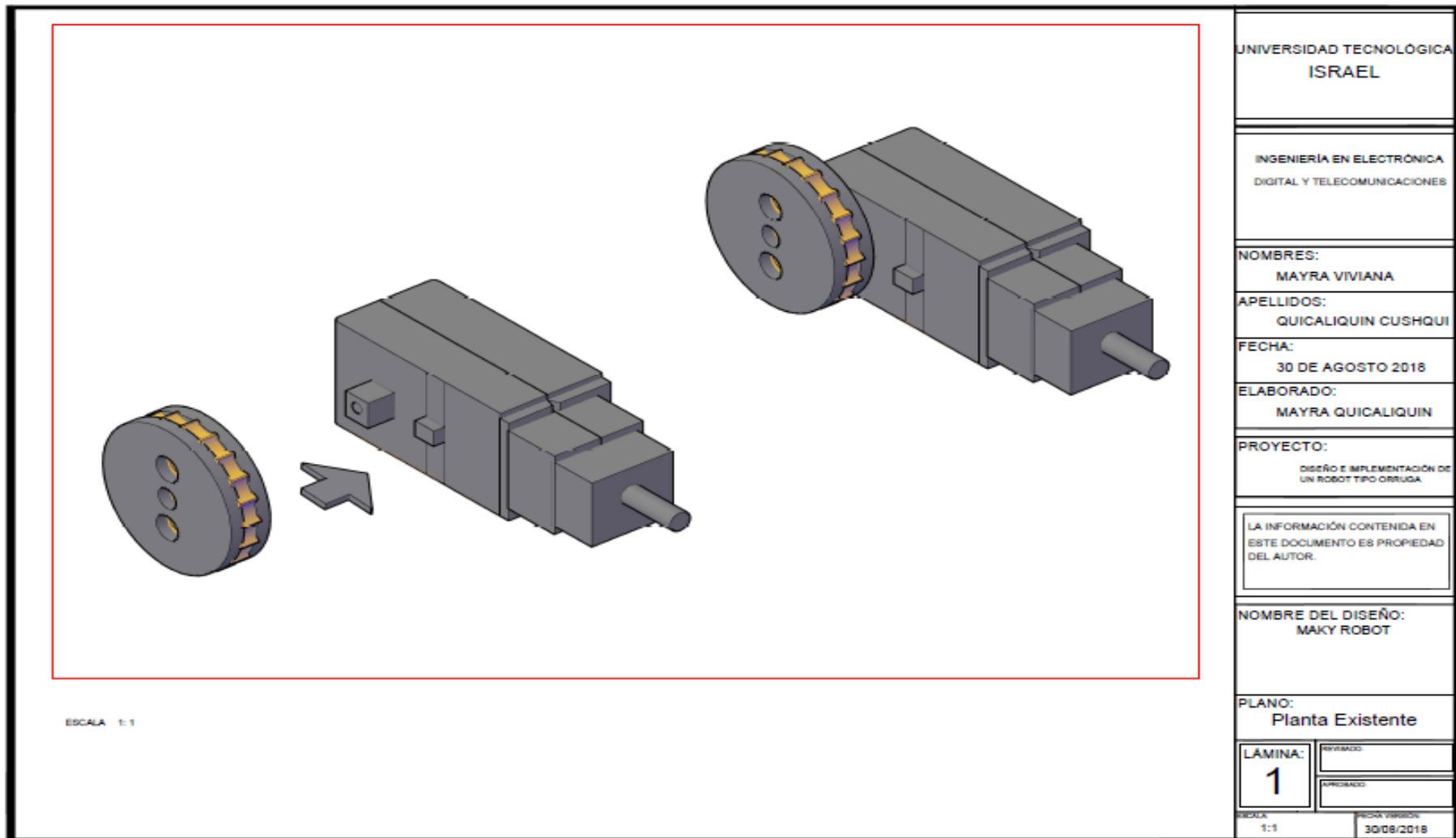


Figura. 3.46. Ensamblaje motor-engranaje

Fuente: Elaborado por el autor

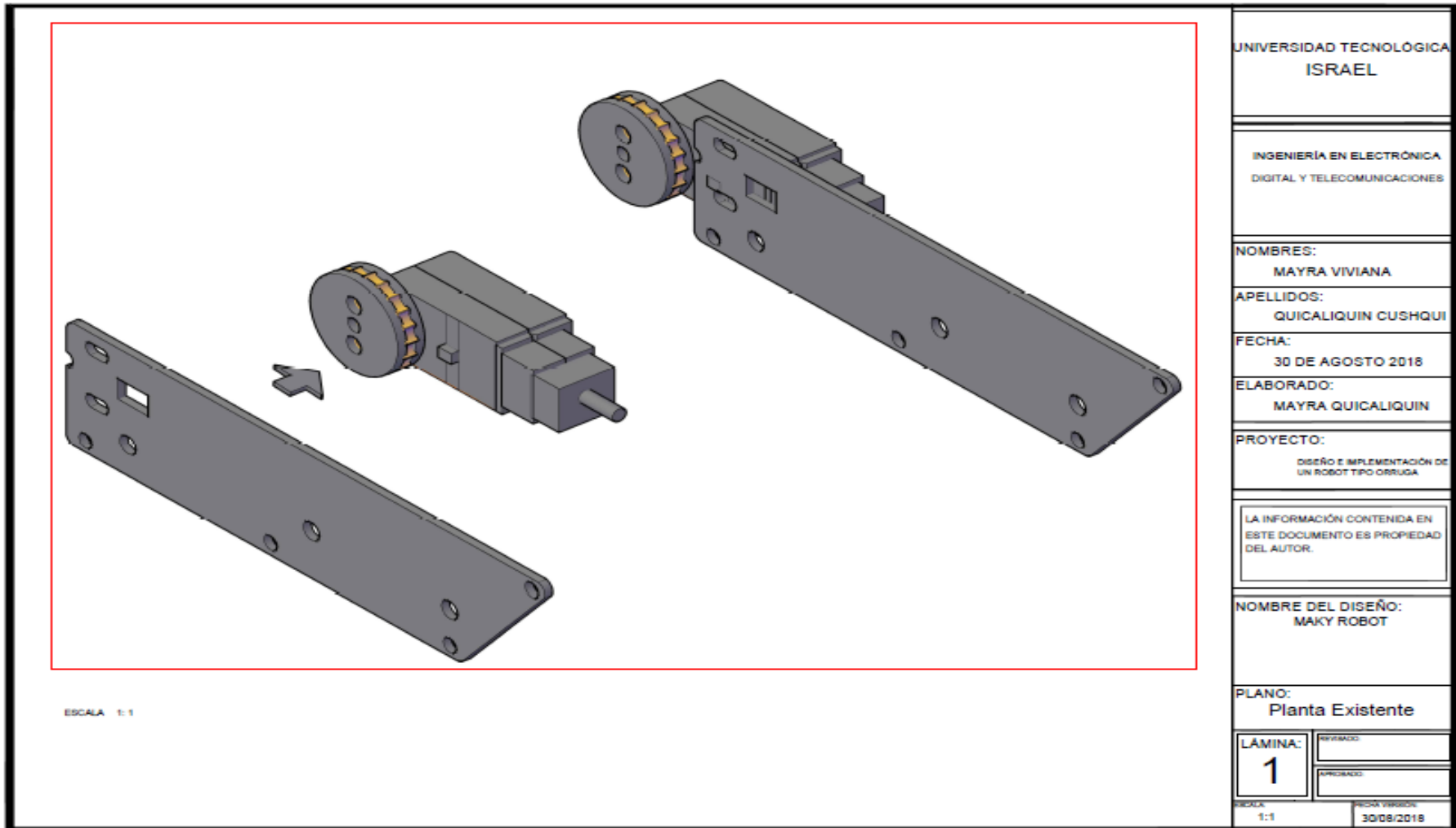


Figura. 3.47. Ensamblaje motor-acrílico

Fuente: Elaborado por el autor

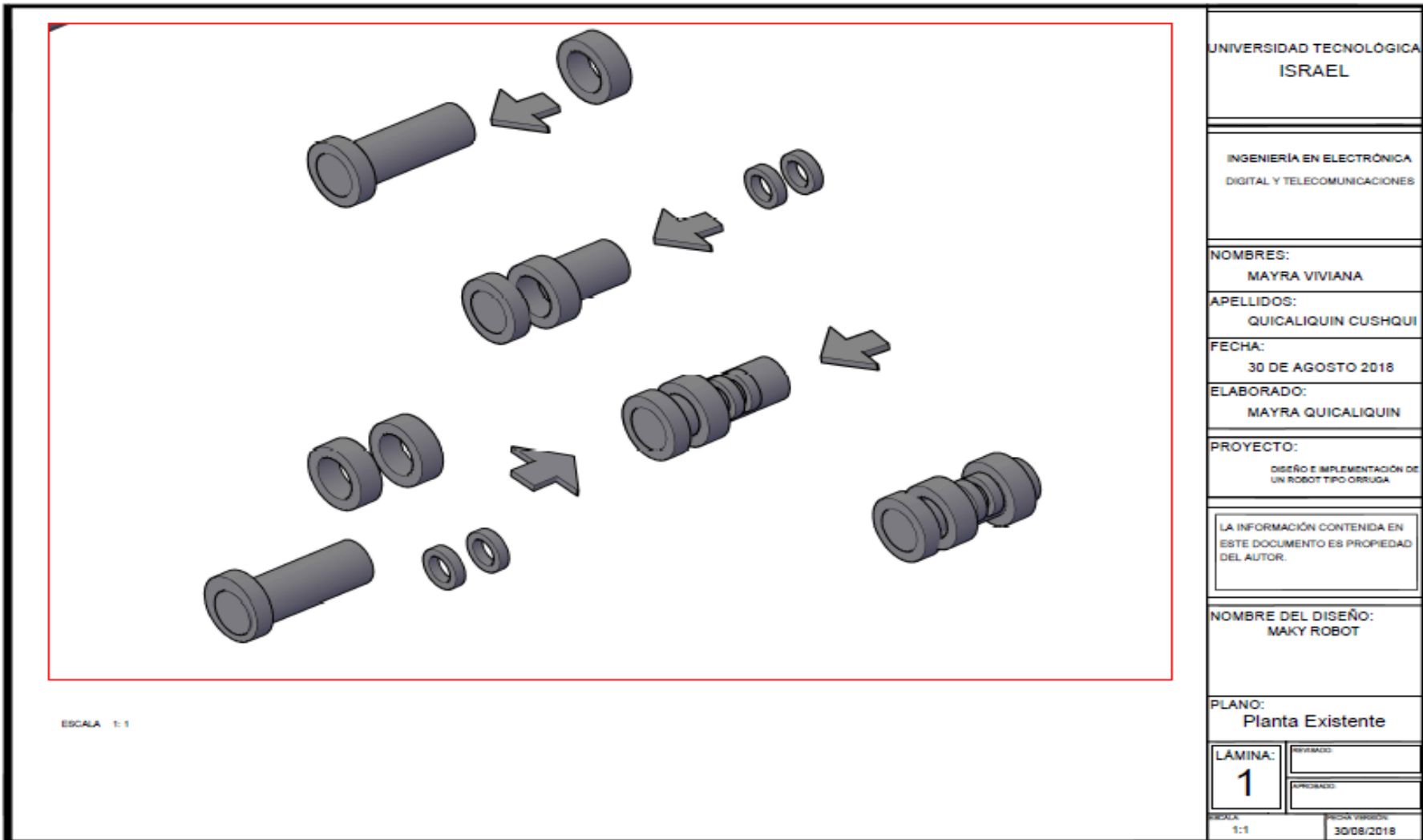
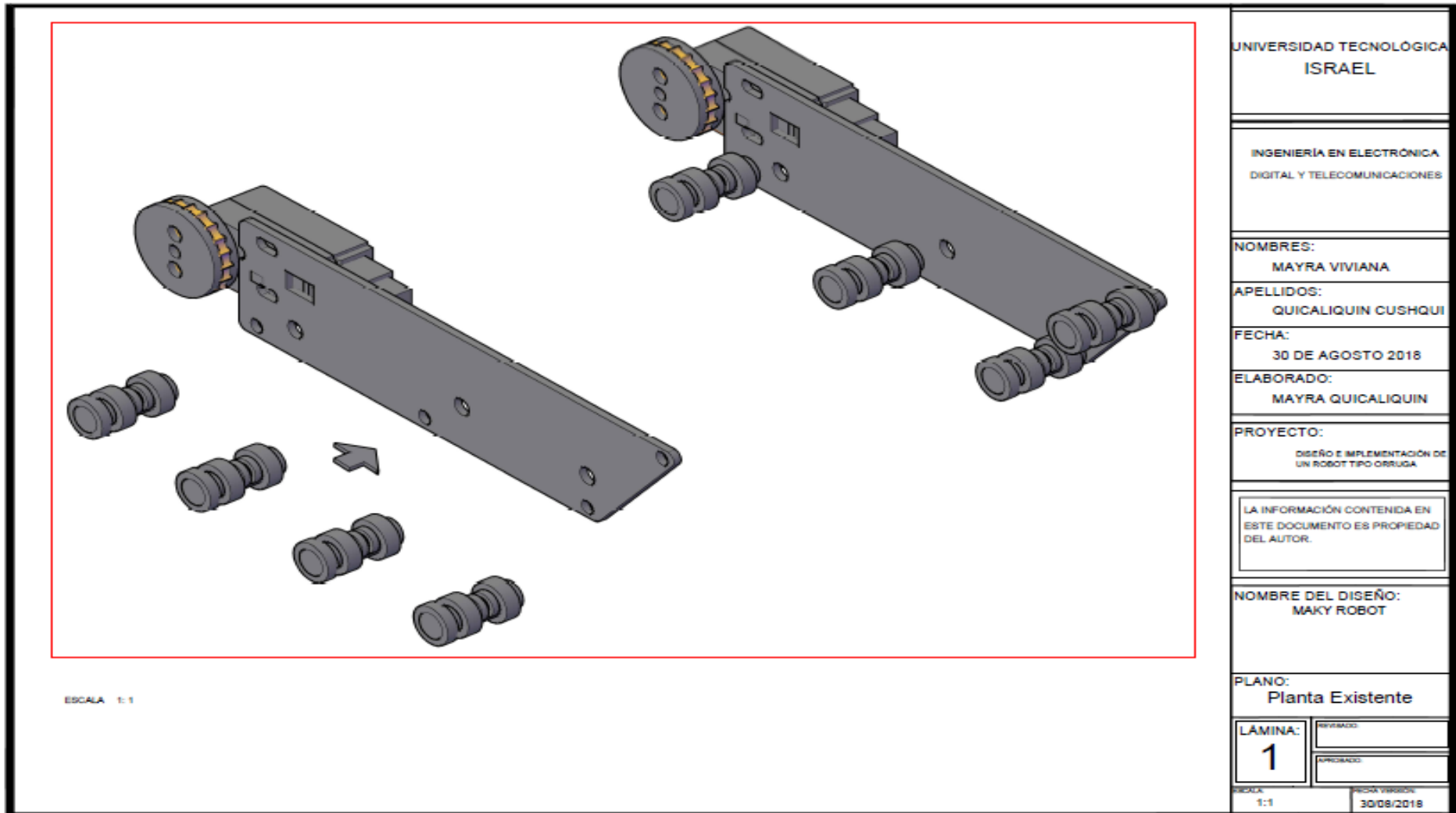


Figura. 3.48. Ensamblaje ruedas secundarias del acrílico

Fuente: Elaborado por el autor



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL	
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES	
NOMBRES: MAYRA VIVIANA	
APELLIDOS: QUICALIQUIN CUSHQUI	
FECHA: 30 DE AGOSTO 2018	
ELABORADO: MAYRA QUICALIQUIN	
PROYECTO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT TIPO ORRUGA	
LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DEL AUTOR.	
NOMBRE DEL DISEÑO: MAKY ROBOT	
PLANO: Planta Existente	
LÁMINA: 1	REVISADO: _____ DISEÑADO: _____
ESCALA: 1:1	FECHA VERSIÓN: 30/08/2018

Figura. 3.49. Ensamblaje pieza lateral-ruedas secundarias

Fuente: Elaborado por el autor

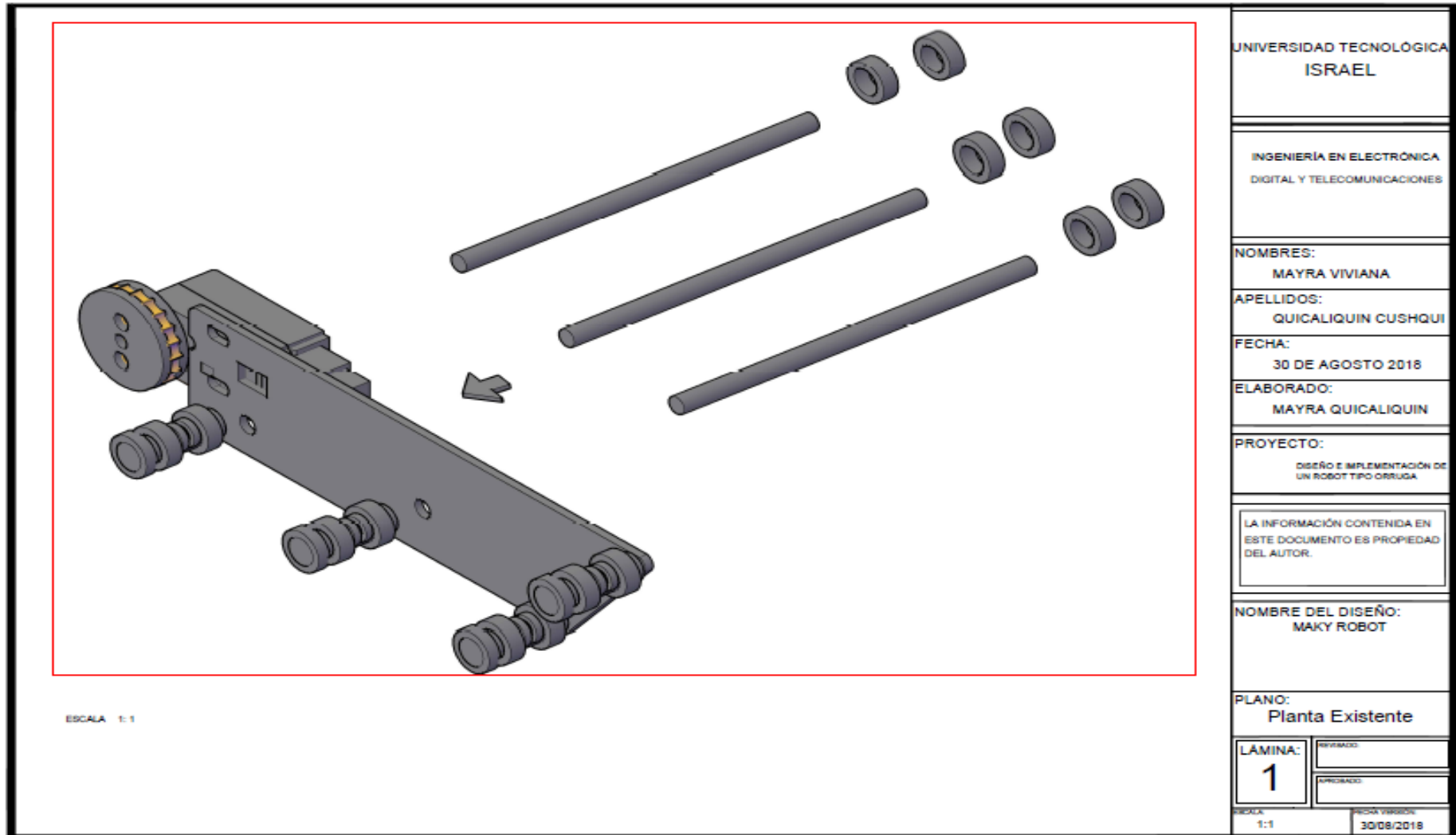


Figura. 3.50. Ensamblaje pieza lateral-perno de estabilidad

Fuente: Elaborado por el autor

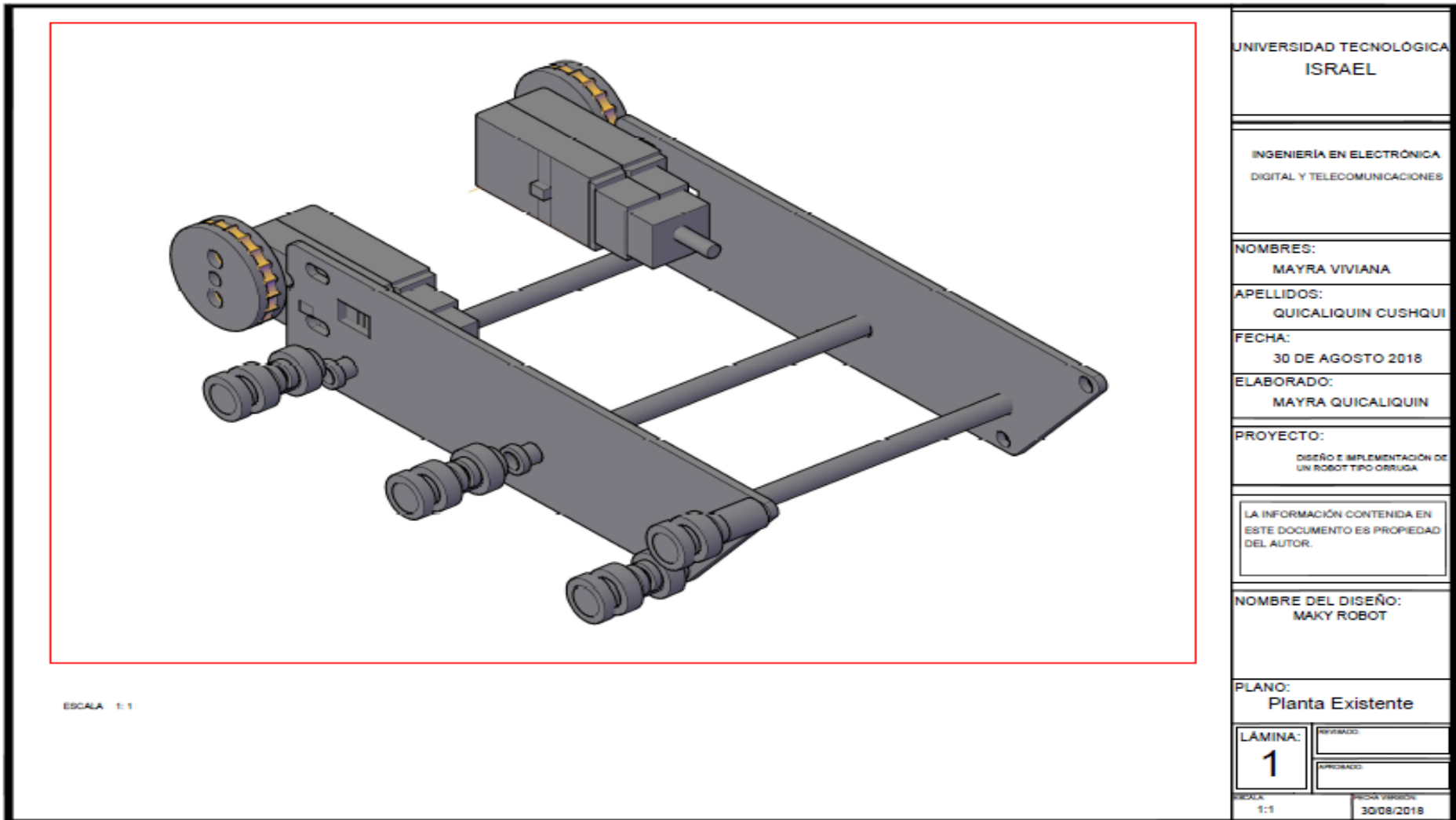


Figura. 3.51. Ensamblaje piezas laterales-perno de estabilidad

Fuente: Elaborado por el autor

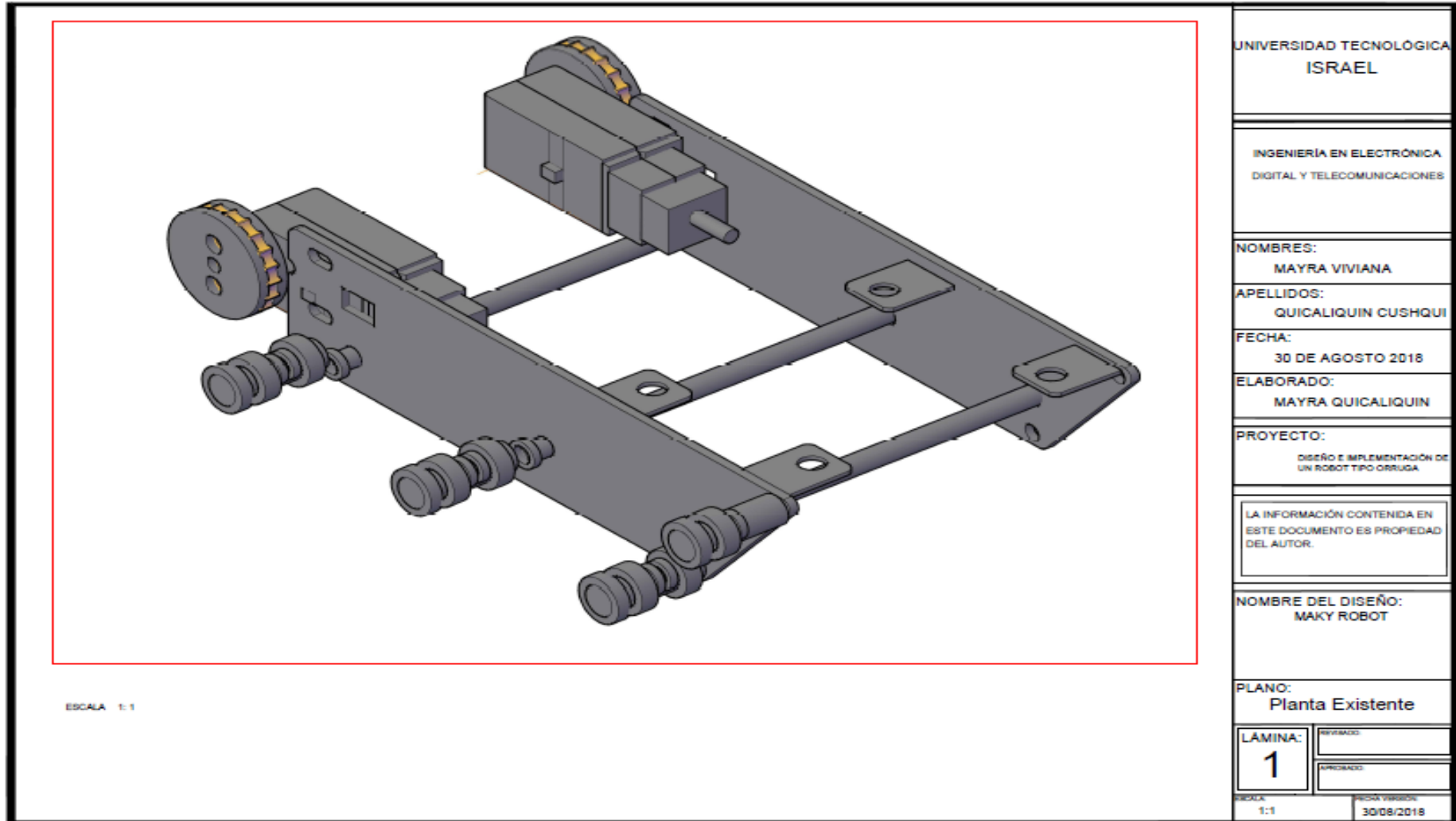


Figura. 3.52. Colocación de soportes superiores para tarjeta

Fuente: Elaborado por el autor

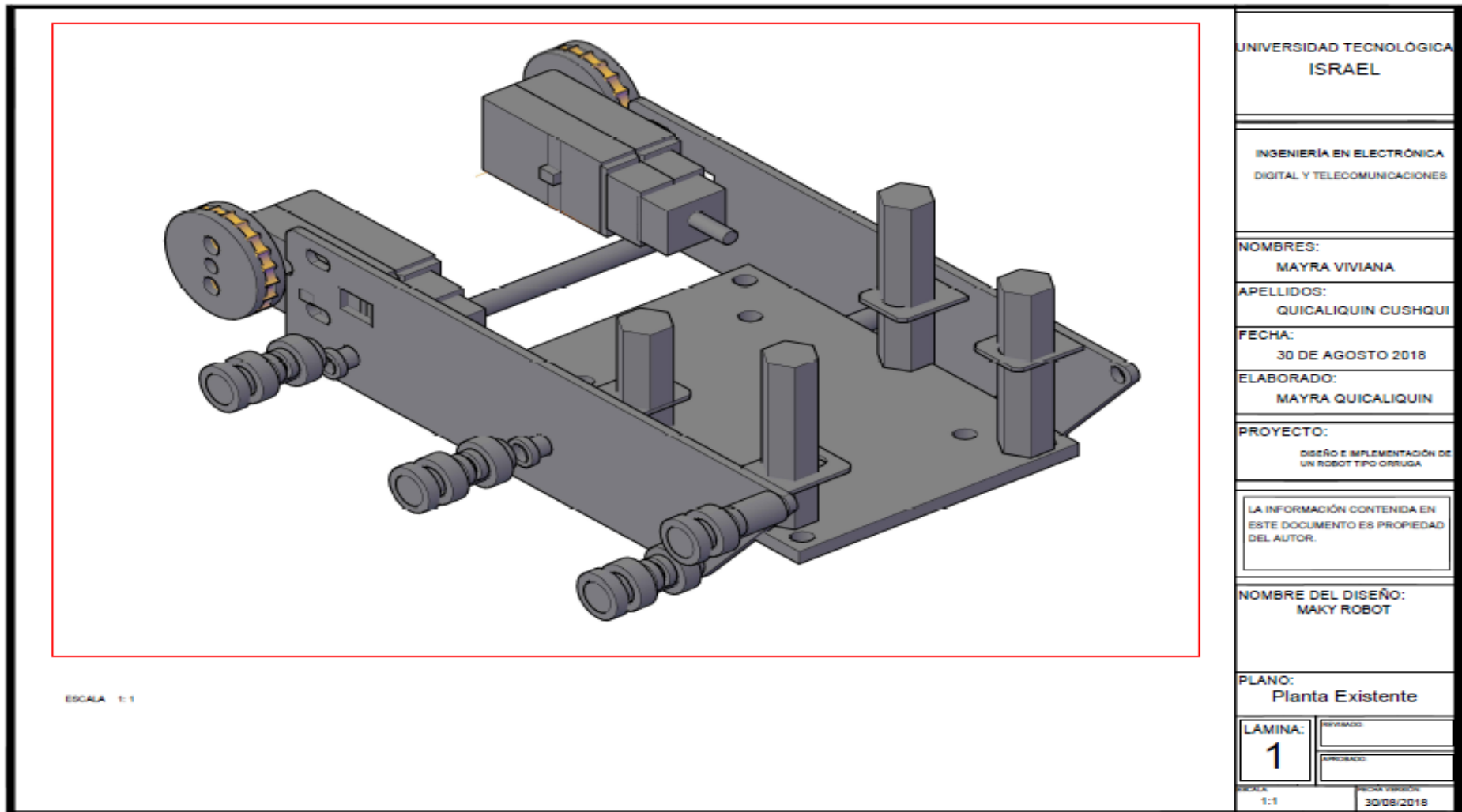


Figura. 3.53. Colocación de base acrílico con Raspberry pi

Fuente: Elaborado por el autor

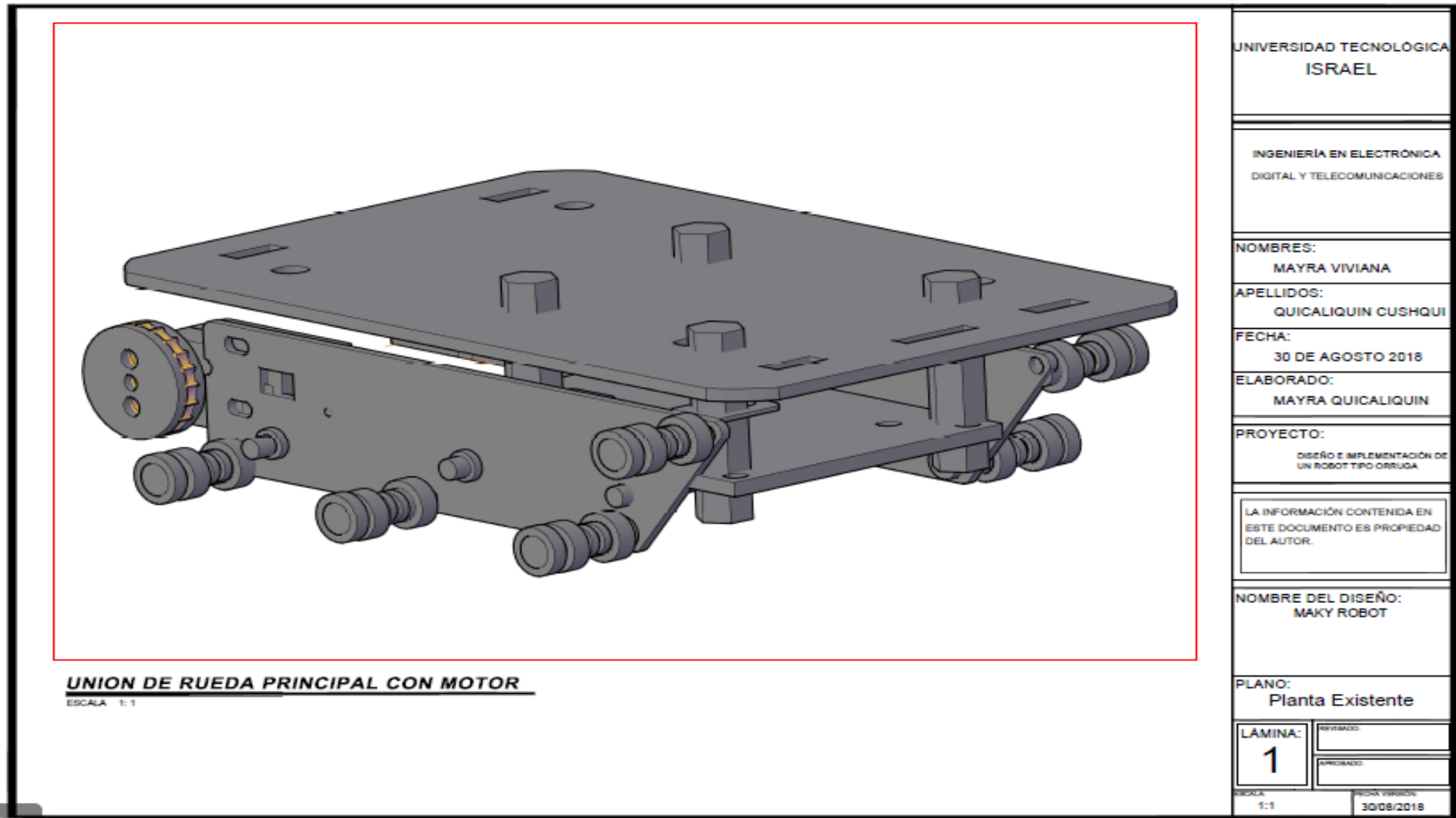


Figura. 3.54. Ensamblaje de tapa superior

Fuente: Elaborado por el autor

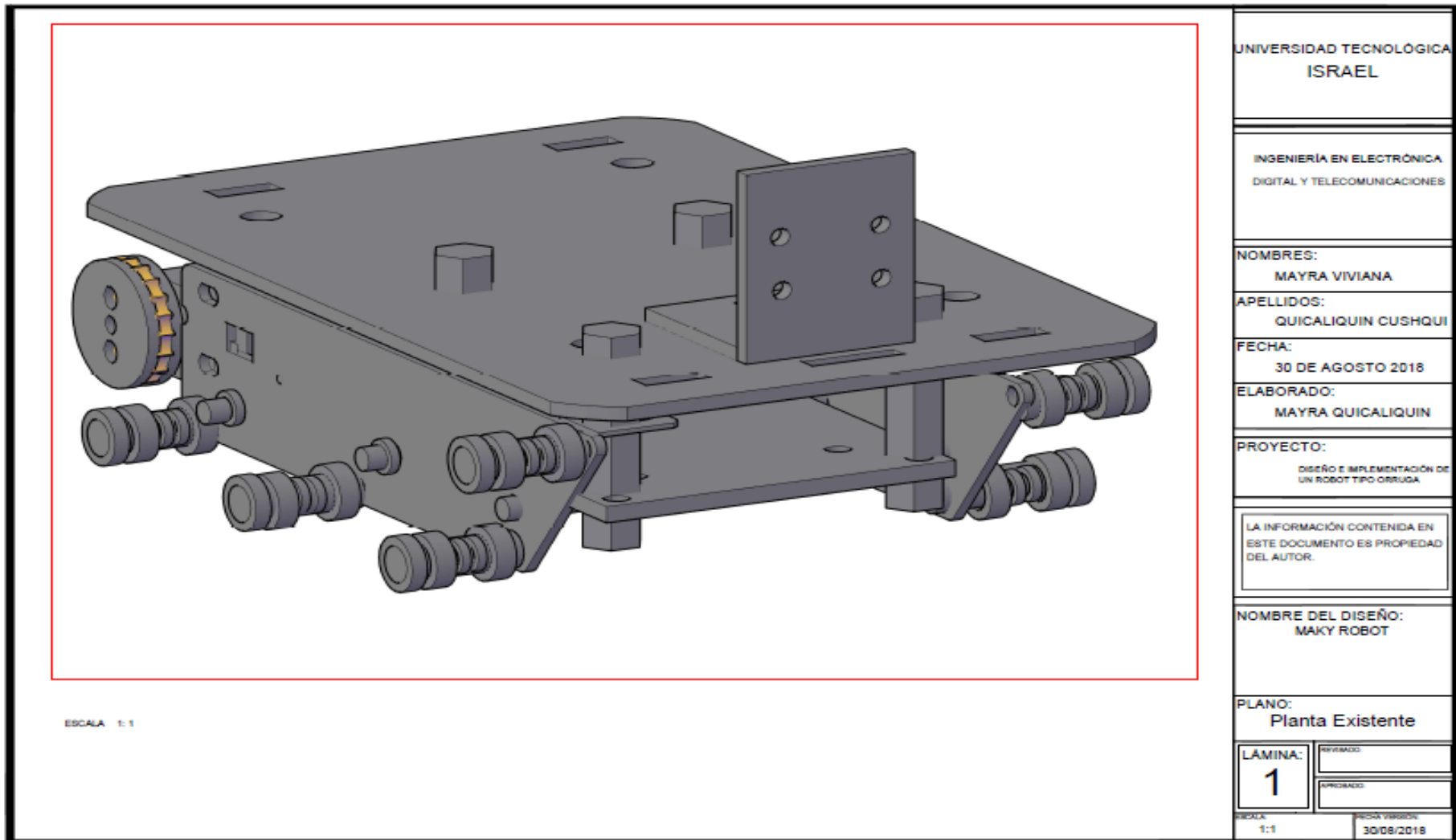


Figura. 3.55. Ensamblaje base de cámara Raspberry

Fuente: Elaborado por el autor

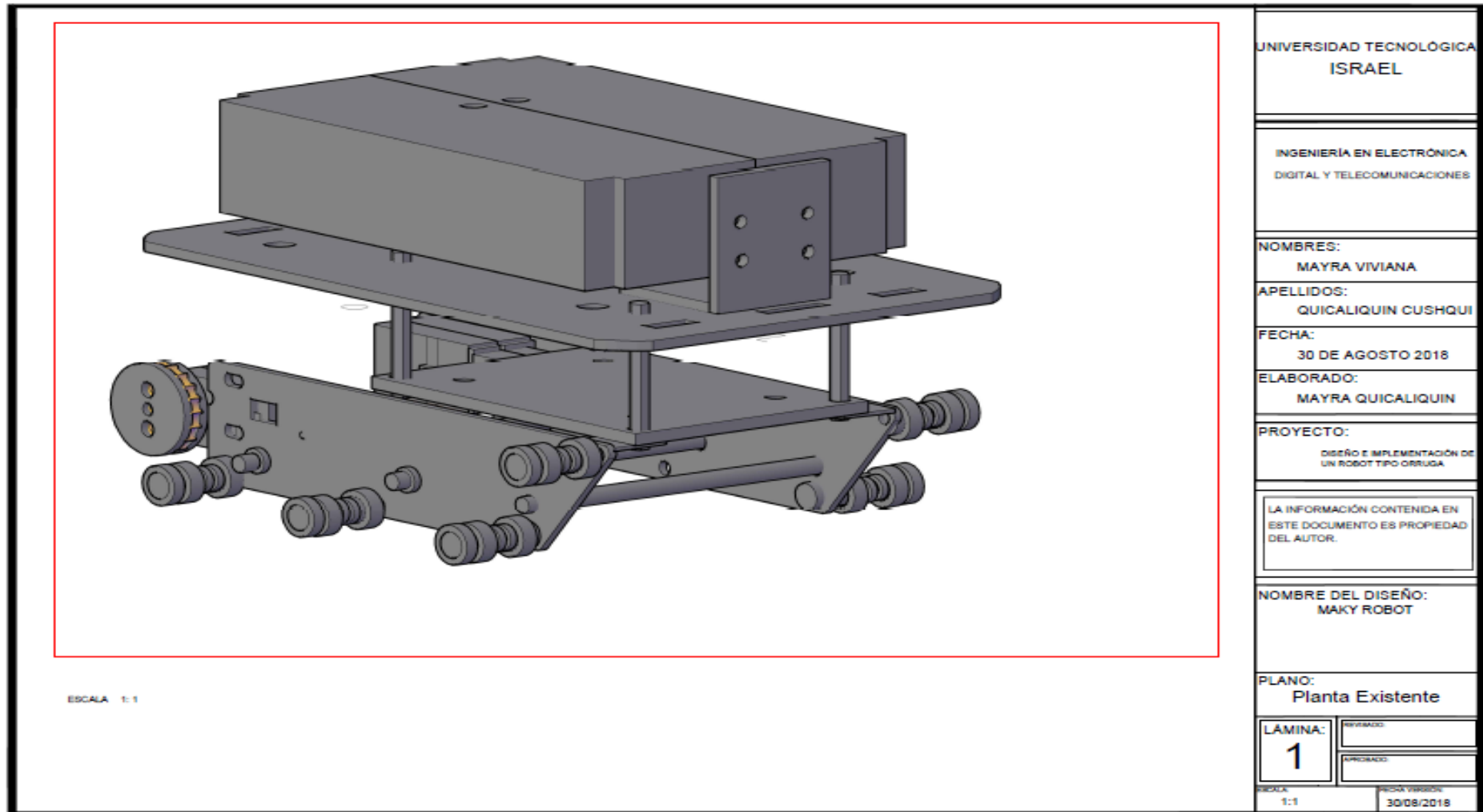


Figura. 3.56. Ensamblaje caja MDF con logo

Fuente: Elaborado por el autor

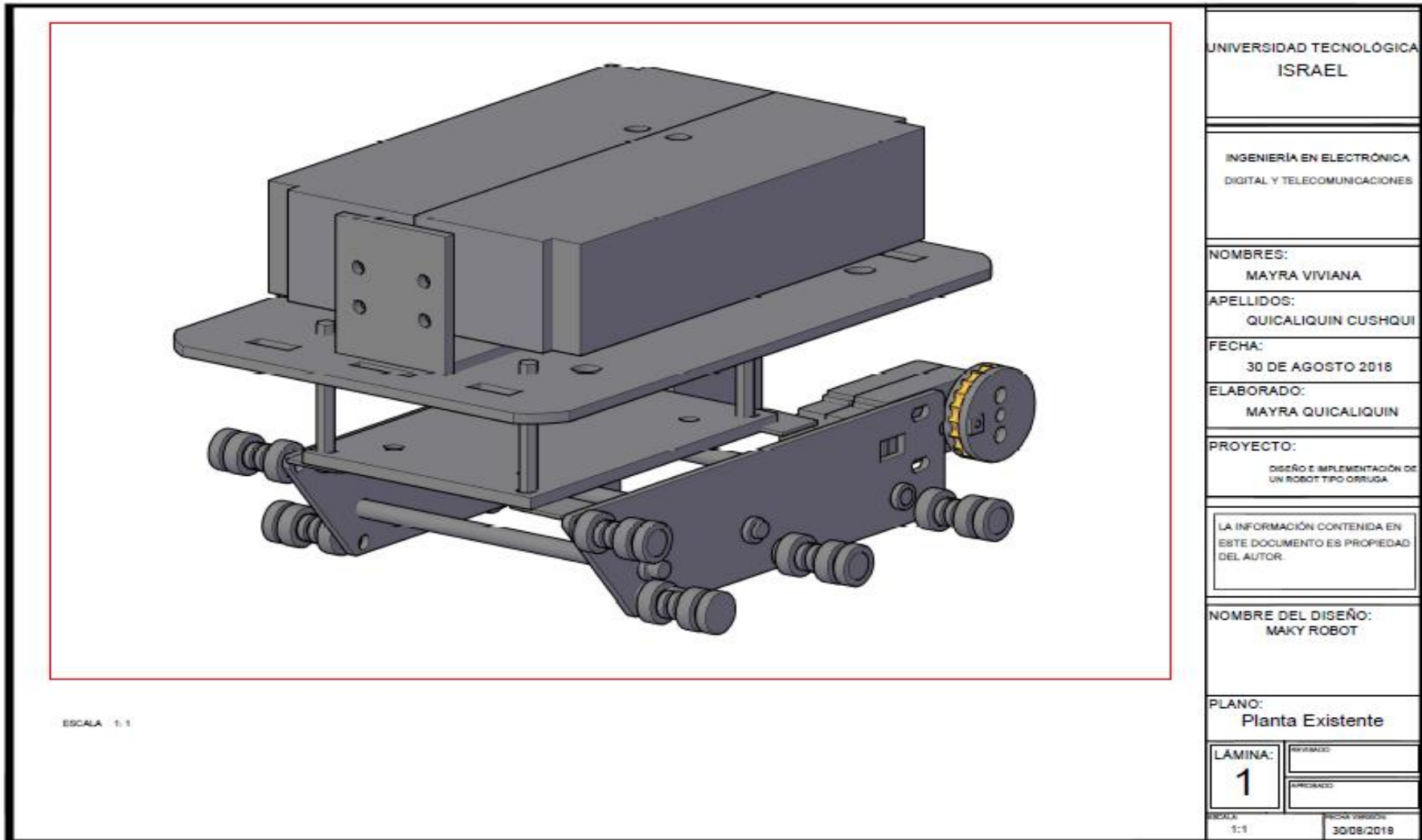


Figura. 3.57. (a) Ensamblaje final, vista lateral izquierda

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.2. Diseño software

4.1.2.1. Motores

Un diagrama de flujo es aquel que representa gráficamente un proceso, en la figura 3.58 se aprecia el proceso a seguir con el fin de controlar los motores, se cuenta con 5 estados. En cada estado los motores cumplen una asignación puntual en cuanto a su voltaje, 1L= 5V y 0L= 0V.

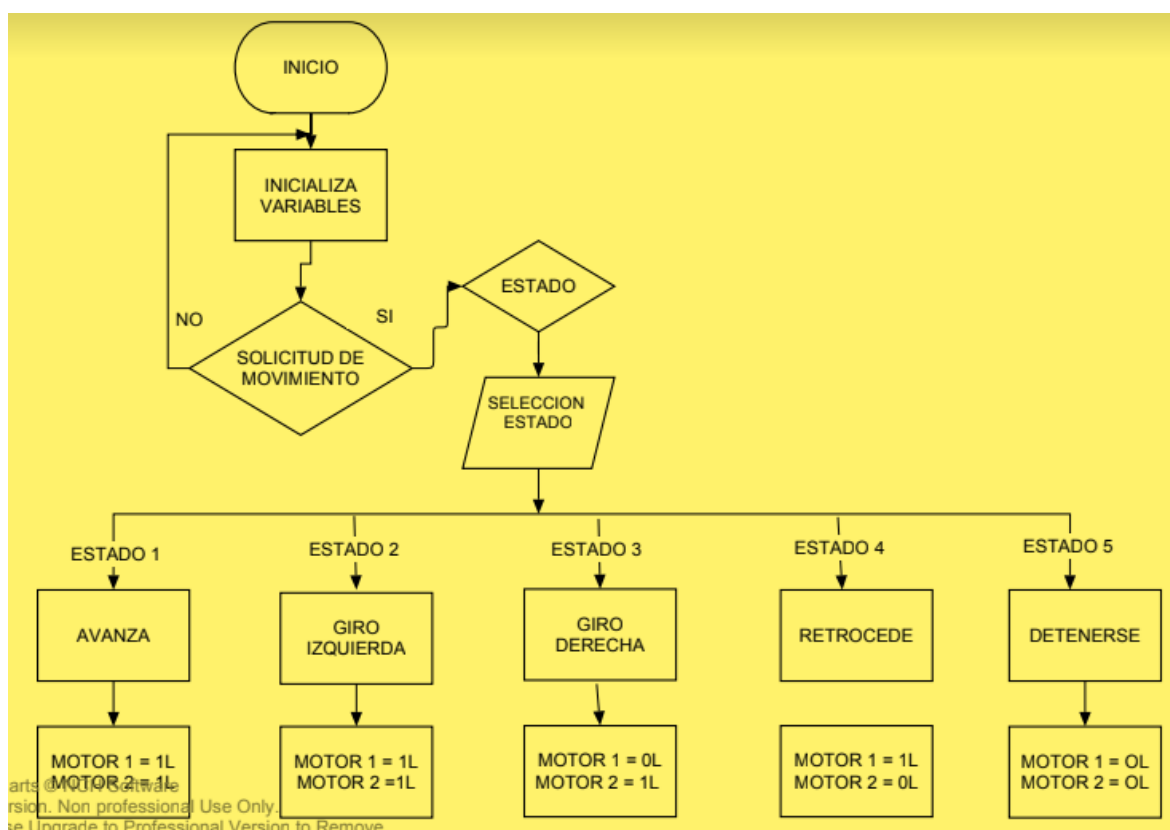


Figura. 3.58. Lógica de programación motores de

Fuente: Elaborado por el autor

Para el puente entre los motores y la tarjeta del robot la programación se realiza en Python, para el enlace entre los motores y la página web se programará en PHP. Todas las especificaciones de programación se encuentran detalladas en el capítulo anterior.

Para la comunicación inalámbrica WIFI se deberá habilitar la interfaz en el sistema operativo Raspbian Performances/RPi configuration, posteriormente se debe escoger la red e ingresar la contraseña.

4.1.2.2. Página web

En la figura 3.59 se muestra la representación gráfica del proceso que se sigue para el desarrollo de la página web. Cada proceso de este paso se representa por un símbolo diferente.

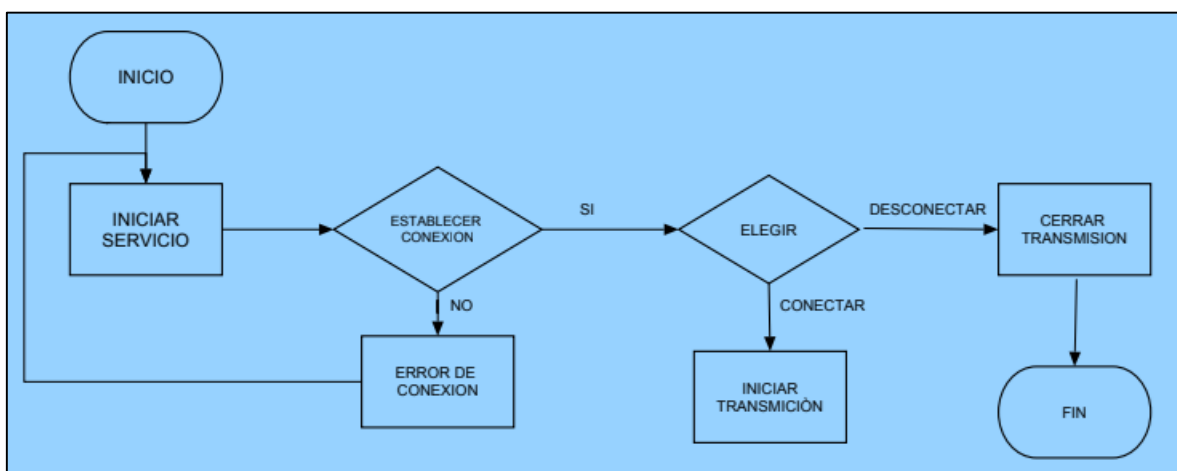


Figura. 3.59. Lógica de programación página web

Fuente: Elaborado por el autor

La lógica de programación se desarrolla en un software de código abierto llamado Apache el cual se detalla explícitamente en el capítulo anterior, esto es desarrollado en un lenguaje HTML. Además de realizar la página web se establece la comunicación página web robot mediante la programación en PHP, que viene a ser una interfaz que es parte del sistema operativo Raspbian.

4.1.2.3. Esquema de conexiones

La lógica de programación que se muestra en la figura, muestra los elementos que forman parte del prototipo, así como sus conexiones. Como se manifiesta en anteriores párrafos, la comunicación entre la raspberry pi y el dispositivo electrónico, ya sea este,

laptop, celular o Tablet es de manera inalámbrica, mediante un módulo wifi interno de la tarjeta. Para establecer una comunicación apropiada cabe recalcar que la tarjeta como el dispositivo electrónico deben ser parte de la misma red. Ver figura 3.60

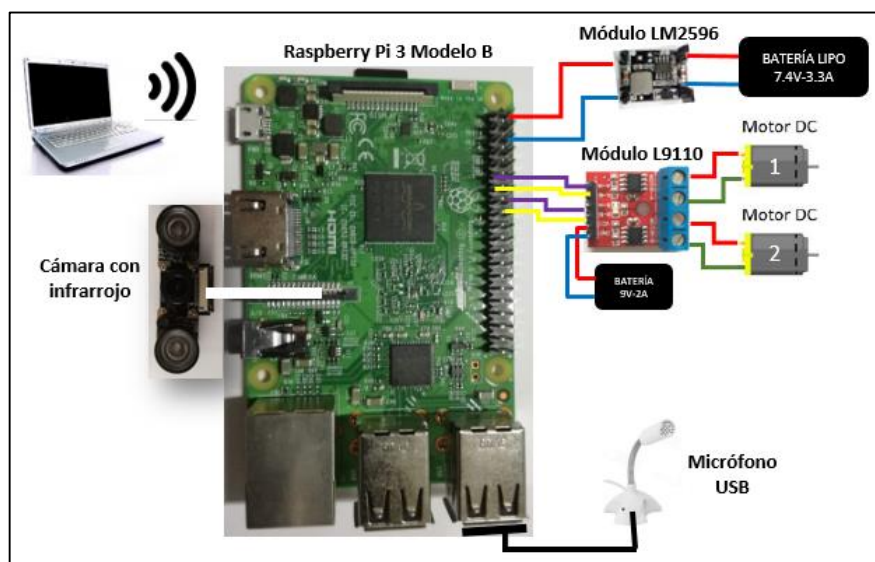


Figura. 3.60. Esquema de conexiones

Fuente: Elaborado por el autor

Los puertos de entrada y salida para propósitos generales son los que se observan en la figura 2.25, estos pines permiten que el micro computador se comunique con un similar o con componentes o circuitos electrónicos, con el uso de lenguaje de programación es posible que estos pines den la opción de colocar sensores, controlar servomotores y demás. No todos los pines están habilitados, algunos de estos van hacia la misma tarjeta y no deben ser conectados ya que pueden causar serios daños, otros son de alimentación y otros permiten modulaciones como PWM, TX y RX (Foundation R. P., 2015).

4.1.2.4. Distribución de pines GPIO

Dentro de los puertos de propósito general GPIO, existe la facilidad de alimentación de la tarjeta en el pin 2 para VCC y el pin 6 GND. Adicional a esto la tarjeta tiene incorporado una entrada micro USB para alimentación a 5V.

Tabla. 3.6. Distribución de pines GPIO

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN	Pin No.		DESCRIPCIÓN	ETIQUETA
-	-	1	2	5V Vcc batería lipo	ROJO
-	-	3	4	-	-
-	-	5	6	GND batería lipo	NEGRO
-	-	7	8	-	-
VERDE	MOTOR A GND	9	10	-	-
BLANCO	MOTOR A - IA	11	12	-	-
AZUL	MOTOR A - IB	13	14	MOTOR B GND	LILA
-	-	15	16	MOTOR B - IA	ANARANJADO
-	-	17	18	MOTOR B - IB	AMARILLO
-	-	19	20	-	-
-	-	21	22	-	-
-	-	23	24	-	-
-	-	25	26	-	-
-	-	27	28	-	-
-	-	29	30	-	-
-	-	31	32	-	-
-	-	33	34	-	-
-	-	35	36	-	-
-	-	37	38	-	-
-	-	39	40	-	-

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.3. Cálculos de dimensionamiento

En el diseño del robot se estimó utilizar un motor dc para el desplazamiento de la oruga, así como la alimentación de la tarjeta y del motor dc. Lo cual se detalla a continuación:

4.1.3.1. Dimensionamiento del motor dc

El motor presenta como característica de fábrica 160 RPM a 7,2V, como se indicó anteriormente a mayor voltaje mayor velocidad, para el presente proyecto debido a que el voltaje de entrada 9V se reparte para los dos motores DC cada motor se encuentra en operación con 3,5V, se realiza la regla de tres y da como resultado:

$$\frac{250 \text{ RPM}}{?} \times \frac{7,2 \text{ V}}{3,5 \text{ V}}$$

$$RPM = 78 \text{ RPM}$$

Ecuación. 3.2. Ecuación cálculo de las RPM del motor DC

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1.3.2. Dimensionamiento de la batería lipo

El principal suministro de energía se realiza mediante una red eléctrica, en la actualidad las diferentes aplicaciones de uso con llevan que se desee disponer de energía eléctrica sin estar ligados a una red. Este problema lleva a los investigadores a plantear la solución mediante el uso de pilas o baterías, pero si bien son una solución dependiendo de la aplicación su dificultad está en el almacenamiento. Las baterías son dispositivos que almacenan energía eléctrica mediante composiciones electroquímicas que luego se devuelven en su totalidad.

Existen dos clases de pilas: la primaria donde su reacción electroquímica es irreversible, esto quiere decir que después que la batería se ha descargado no puede volver a cargarse, y la secundaria donde la reacción electroquímica es reversible, es decir después que la batería se ha descargado puede ser cargada de corriente continua desde una red eléctrica.

De este concepto se deduce que el proyecto requiere de una batería del grupo de las baterías secundarias para alimentar la tarjeta de procesamiento dado las características. Ahora bien, dentro de las diversas baterías se encuentra la última versión mejorada que se trata de las baterías lipo, que presentan una eficiencia de ciclo de carga y descarga del 80%, dentro de las características que se definen para seleccionar una batería están: la cantidad de energía que puede almacenar, la máxima corriente que puede entregar y la profundidad de descarga que puede sostener. En la figura 3.61 se observa la comparación entre las diferentes baterías.

Tipo	Energía/ peso	Tensión por elemento (V)	Duración (número de recargas)	Tiempo de carga	Auto-descarga por mes (% del total)
Plomo	30-50 Wh/kg	2 V	1000	8-16h	5 %
Ni-Cd	48-80 Wh/kg	1,25 V	500	10-14h *	30%
Ni-Mh	60-120 Wh/kg	1,25 V	1000	2h-4h *	20 %
Li-ion	110-160 Wh/kg	3,16 V	4000	2h-4h	25 %
Li-Po	100-130 Wh/kg	3,7 V	5000	1h-1,5h	10%

Figura. 3.61. Esquema de conexiones

Fuente: Elaborado por el autor

Las baterías lipo son de litio con un polímero sólido como electrolítico, estas baterías son de alta densidad hasta 12 veces las baterías de Ni-Cd, comparadas con estas baterías se tienen tres aspectos importantes para su elección: la primera que las baterías lipo son de tamaño reducido y bajo peso con la misma capacidad de carga, la segunda está en la gran capacidad dentro de un tamaño reducido y finalmente la última, tienen una tasa de descarga muy alta para alimentar sistemas eléctricos de radiocontrol.

Entre las desventajas de usar baterías lipo están los problemas de seguridad que presentan, a causa del electrolítico, las lipo tienden a incendiarse o explotar si no se tiene el correcto manejo. El otro, pero está un cuidado y manipulación adecuado, así como la carga, descarga y el almacenamiento que afectan la vida útil de la batería para que dure mucho tiempo.

Las baterías lipo tienen celdas de 3,7 voltios, para la alimentación de la tarjeta se requiere de 5 voltios esto quiere decir que se debe usar una batería 2S que es lo recomendable para proyectos de radiocontrol. S quiere decir el número de celdas conectadas en serie que contiene la batería. Ahora si se toma en cuenta el amperaje que requiere la tarjeta para un óptimo desempeño y al depender de favores externo como la carga del micrófono es de 3A aproximadamente, de esto se deduce que lo que se necesita una lipo de 330mAh con una salida de 7,4V.

Dado la configuración por celda el voltaje que entrega la lipo es más alto de lo requerido es por esto que se encuentra la solución con el uso de un módulo que se encarga de regular el voltaje a 5V manteniendo el amperaje de la lipo para lo cual fue escogida.

Dependiendo del tiempo de funcionamiento se debe aumentar la capacidad de la batería, esto no depende de voltaje, la capacidad es la encargada de permitir más o menos tiempo de uso, es así que, para una lipo de 3300 mAh usado a 3A se tiene el tiempo de uso en 1h 6min. Si lo que se requiere es mayor tiempo de duración de la alimentación, para las baterías lipo lo que se debe tomar en consideración son los mili amperios a usarse, en pocas la corriente a suministrar.

El voltaje mínimo de cada celda debe estar en 3V, así como su voltaje máximo debe estar en los 4,2V, al tomar en cuenta cada uno de estos datos se prolonga la vida útil de la lipo. Para este proyecto se utilizarán 3A que es lo que requiere la tarjeta para determinar el consumo se sigue la fórmula: $3,3\text{Ah}/3\text{A}=1,1\text{h}$ que corresponde a 1h 6min.

La velocidad de descarga se calcula:

$$\text{Máxima descarga} = C \text{ rating} \times \text{Capacidad}$$

$$C \text{ rating} = 30 \text{ } 40C$$

$$\text{Capacidad} = 3300 \text{ mAh}$$

$$\text{Máxima descarga} = 3300\text{mAh} \times 40C/1000$$

$$\text{Máxima descarga} = 132 \text{ A}$$

Ecuación. 3.3. Ecuación velocidad de descarga

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.3.3. Dimensionamiento de la batería 9V

De acuerdo a la introducción de las baterías, el campo de aplicación para los motores de son potencias bajas lo que requiere el uso de baterías primarias que son de bajo tamaño. que luego de descargarse debe ser reemplazada por una similar. No se utiliza la misma alimentación de la tarjeta debido a la corriente que se requiere para operar que está en un

mínimo de 3A, es recomendable usar otra batería para que cada sistema se alimente independientemente.

4.2. Implementación

Esta sección muestra paso a paso la puesta en marcha para obtener el producto final. Es así que se describe de acuerdo a los planos presentados del ensamblaje.

4.2.1. Unión base lateral robot/motor

El motor contiene un orificio para perno M3 el mismo que tiene la base lateral del robot se arma como se indica en la figura siguiente. Para los dos extremos se procede de la misma forma.

4.2.2. Armado y nivelación bases de la oruga

Dentro del plano que se presenta para el chasis de la oruga, el mismo se realiza en impresión en 3D. El material a usar es acrílico porque dentro de sus propiedades están: resistentes al impacto, su peso ligero, resistencia a la intemperie y la estabilidad dimensional. El robot como tal tiene dos piezas similares, una por lado. Una vez impreso, se aprecia como la figura 3.62

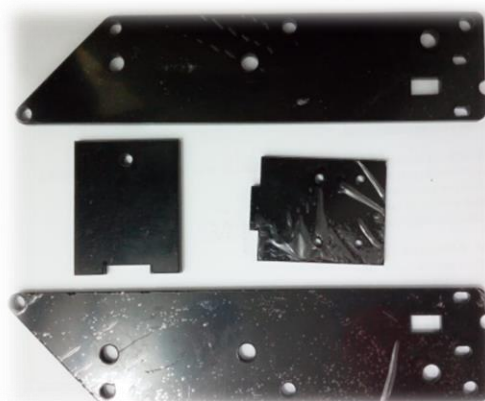


Figura. 3.62. Corte laser de las piezas del robot en acrílico

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez colocado la sujeción para la cadena dentada se realiza la medición del ángulo de la placa delantera de la estructura del robot como se observa en la figura 3.63.

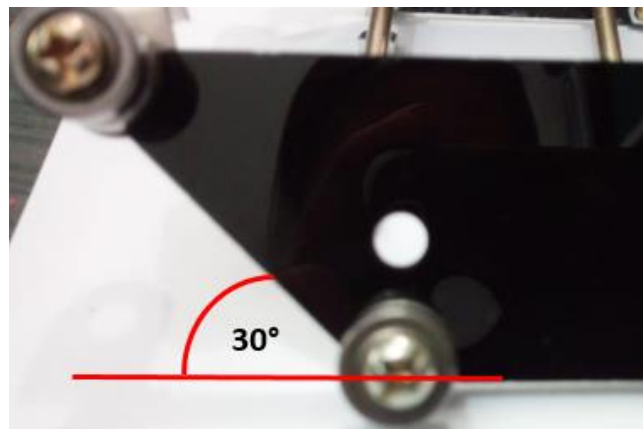


Figura. 3.63. Angulo de inclinación del robot

Fuente: Elaborado por el autor

En la sección anterior se muestra los planos para armar el robot, y se continua según la muestra. Una vez armado se observa como en la figura 3.64 y figura 3.65

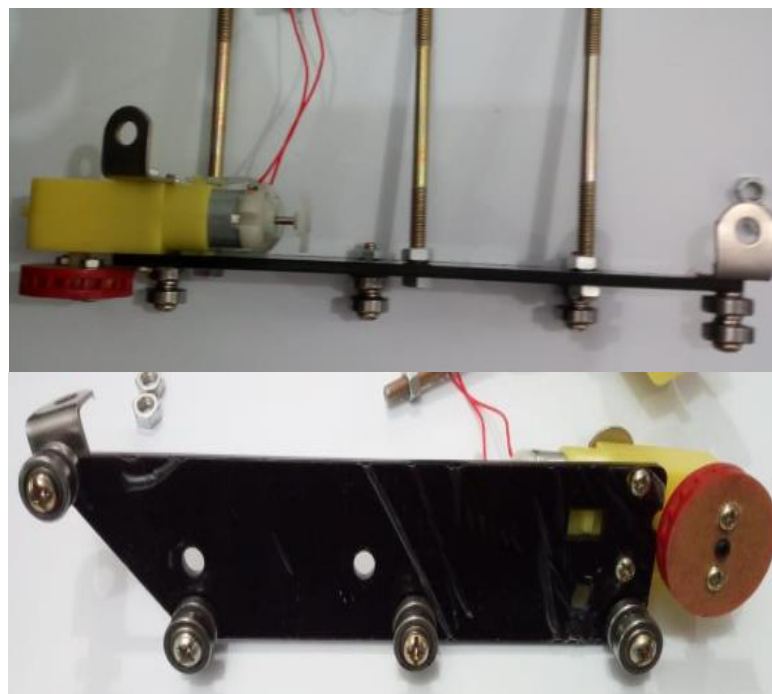


Figura. 3.64. Armado placa vista frontal y superior

Fuente: Elaborado por el autor

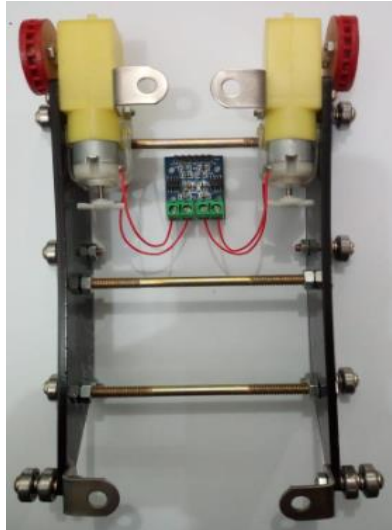


Figura. 3.65. Montado de base para oruga

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.3. Armado de la placa raspberry pi 3

Un accesorio de la raspberry es un case abierto de acrílico transparente, se opta por este suplemento con el objetivo de cubrir las partes principales de la tarjeta, y así evitar daños de su mala manipulación. A diferencia de los otros case disponibles en el mercado, este no cierra la temperatura generada por el uso de la tarjeta, más bien la disipa naturalmente. Ver figura 3.66.

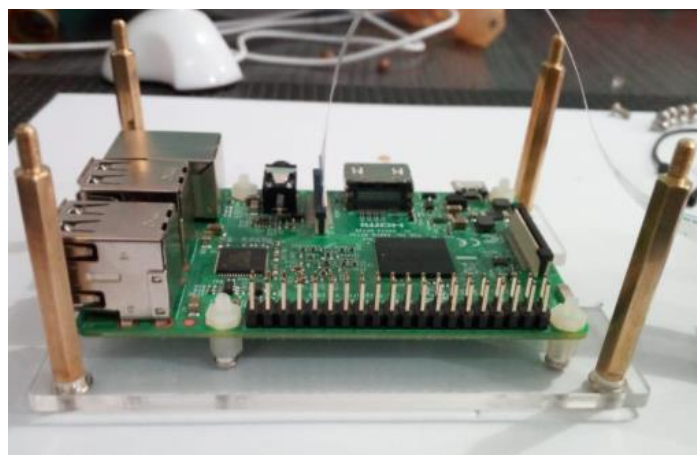


Figura. 3.66. Raspberry en base de acrílico

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.4. Montado tarjeta y bases oruga

Se opta por colocar unos ganchos en L en la parte superior delantera de las bases del robot con el propósito de fijar la case de la raspberry pi, adicional el módulo L9110 con el fin de controlar los motores se coloca en la parte trasera del robot, este controlador tiene 4 pines de entrada de la señal de los motores y en el otro extremo se encuentran los pines que van hacia los puertos GPIO de la tarjeta madre y la alimentación por parte de una fuente externa de 6V.



Figura. 3.67. Raspberry en base de acrílico

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.5. Conexión e instalación de la cámara

Dentro de los accesorios de la cámara está un cable de cinta corta, que va desde la Raspberry Pi hacia la cámara, como se aprecia en la figura 3.68. Al instalar la cámara se ve la necesidad de una base de plástico que de la forma de tapa y la misma se instala en la parte superior del case de la tarjeta.



Figura. 3.68. Instalación de la cámara en la tarjeta

Fuente: Elaborado por el autor

Como se explicó en el capítulo anterior, de la necesidad de sujeción fija de la cámara se diseñó en CAD unas placas que van en la parte superior de la tapa como se muestra en la figura 3.69.

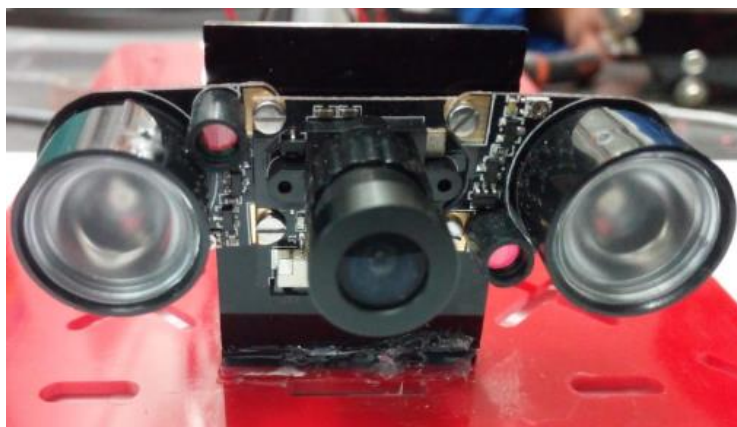


Figura. 3.69. Bases para cámara del raspberry pi

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.6. Conexión de micrófono USB

En la raspberry pi 3 modelo B, viene incluido 4 puertos USB 2.0, del cual se toma cualquiera de ellos y se instala el micrófono. Por la aplicación que tiene este accesorio en el proyecto su ubicación final es en la tapa superior del robot junto a la caja de MDF.



Figura. 3.70. Raspberry en base de acrílico

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.7. Instalación de caja logotipo MDF

La caja MDF está fija a la tapa de la estructura oruga mediante pernos con tuercas número 2. Se escoge el material por sus propiedades de resistencia a golpes medianos y al agua, además de la presentación que ofrece por su color maderoso. Esta caja fue elaborada con el fin de contener la energía a suministrarse.

La caja posee orificios para cuatro pernos M2, para realizar un diseño más detallado la caja posee el logo de la Universidad Israel junto con el nombre otorgado al proyecto. El resultado final es como se muestra en la figura 3.71.



Figura. 3.71. Instalación de caja

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.7.1. Instalación de la batería lipo

La batería lipo por su gran capacidad de cargar tiene un peso aproximado de 0,2 Kg, es necesario y útil darle una ubicación adecuada en la estructura del robot, con esto se logra que el peso se ubique en el centro de masa; y al momento de realizar pruebas de recorrido se realice sin inconvenientes. Se optimiza la caja mdf con el logo de la Universidad Israel con el propósito de colocar la batería lipo sujeta a sus extremos, así se observa en la figura 3.72.



Figura. 3.72. Batería lipo en caja MDF

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.8. Conexión de puertos GPIO

En la tabla 2.6 se puede apreciar los colores etiquetados a cada puerto, en la figura 3.73 se observa los mismos colores de jumpers antes especificados, así en caso de desconexión de cualquier pin, solo basta con referirse a esta parte a fin de tener la conexión respectiva.

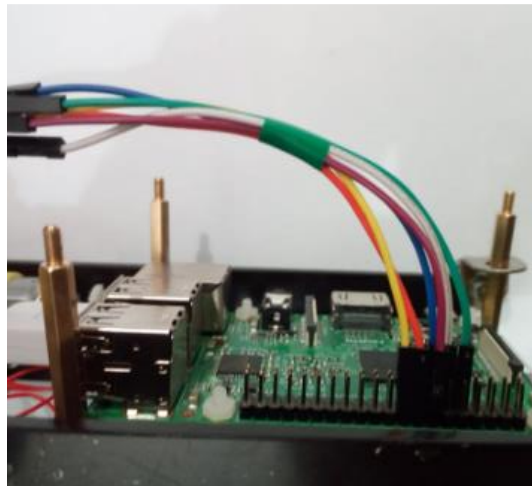


Figura. 3.73. Puertos GPIO de la tarjeta

Fuente: Elaborado por el autor

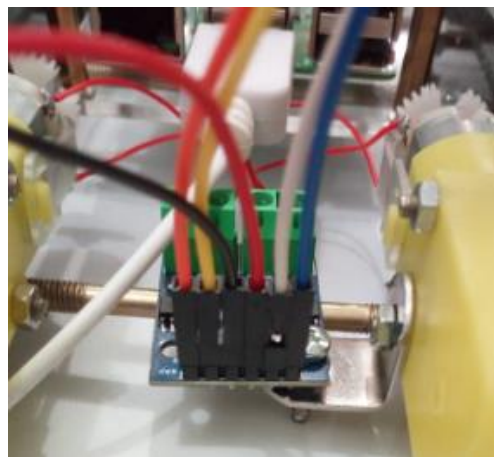


Figura. 3.74. Puertos del módulo L9110 hacia puertos GPIO

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.9. Software – Programación Robot

El microcomputador no contiene un disco duro para almacenar el sistema operativo que requiere su funcionamiento, más bien contiene una ranura con el fin de colocar una micro sd card en el cual se encuentra instalado el sistema operativo Raspbian, la capacidad de la tarjeta usada es de 8GB, dado que el software como tal pesa alrededor de 3GB y es recomendable colocar una micro de más capacidad.



Figura. 3.75. Tarjeta Micro SD de 8 GB

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.9.1. Configuración de Raspbian en el Raspberry Pi

Una vez instalado el sistema operativo Raspbian que es de uso libre y de fácil acceso en la página oficial del Raspberry, colocar la micro SD en la ranura correspondiente como se observa en la figura. 3.76 se procede a energizar con el cargador indicado en el capítulo anterior para el encendido del Pi, así mismo, conectar además los periféricos como el teclado, mouse y el cable HDMI. Una vez encendido el Raspberry se inicia con la configuración básica.

Es importante recalcar que los periféricos a usarse deben estar conectados mucho antes del arranque del Raspberry, para evitar problemas de funcionamiento.



Figura. 3.76. Conexión periféricos al Raspberry Pi 3

Fuente: Elaborado por el autor

Durante el arranque del sistema operativo muestra esta línea de comandos por defecto, la pantalla es mostrada en mi caso por el uso del cable HDMI conectado a un proyector.



```

Performing changes.
./dev/mmcblk0p1: 20 files, 1247/7161 clusters
fsck died with exit status 1
done.
[...] Mounting local filesystems...[mntent]: warning: no final newline at the end of /etc/fstab
done.
[ ok ] Activating swapfile mswap...done.
[ ok ] Cleaning up temporary files...
[ ok ] Setting kernel variables ...done.
[ ok ] Configuring network interfaces...done.
[ ok ] Cleaning up temporary files...
[ ok ] Setting up ALSA...done.
[info] Setting console screen modes.
[info] Skipping font and keymap setup (handled by console-setup).
[ ok ] Setting up console font and keymap...done.
[ ok ] Checking if shift key is held down: No. Switching to ondemand scaling governor.
[ ok ] Setting up X socket directories... /tmp/.X11-unix /tmp/.ICE-unix.
INIT: Entering runlevel: 2
[info] Using makefile-style concurrent boot in runlevel 2.
[ ok ] Network Interface Flushing Daemon...skip eth0...done.
[info] Initialising cgroups.
[warn] Kernel lacks cgroups or memory controller not available, not starting cgroups. ... (warning).
[ ok ] Starting enhanced syslogd: rsyslogd.
Starting dhcpcd-swapfile mswapfile setup ...
swapt /var/swap-100Mbyte, checking existing: keeping it
done.
[ ok ] Starting periodic command scheduler: cron.
[ ok ] Starting system message bus: dbus.
[ ok ] Starting HTTP server: atd.
[ ok ] Starting OpenSSH Secure Shell server: sshd.
Raspbian GNU/Linux 7 raspberrypi tty1

```

Figura. 3.77. Primer arranque S.O del Raspberry Pi 3

Fuente: Elaborado por el autor

Luego de la ejecución de la línea de comandos, se ingresa el comando `-startx-` se puede observar gráficamente las opciones de configuración de interfaces del S.O. A continuación, se detalla cada una.

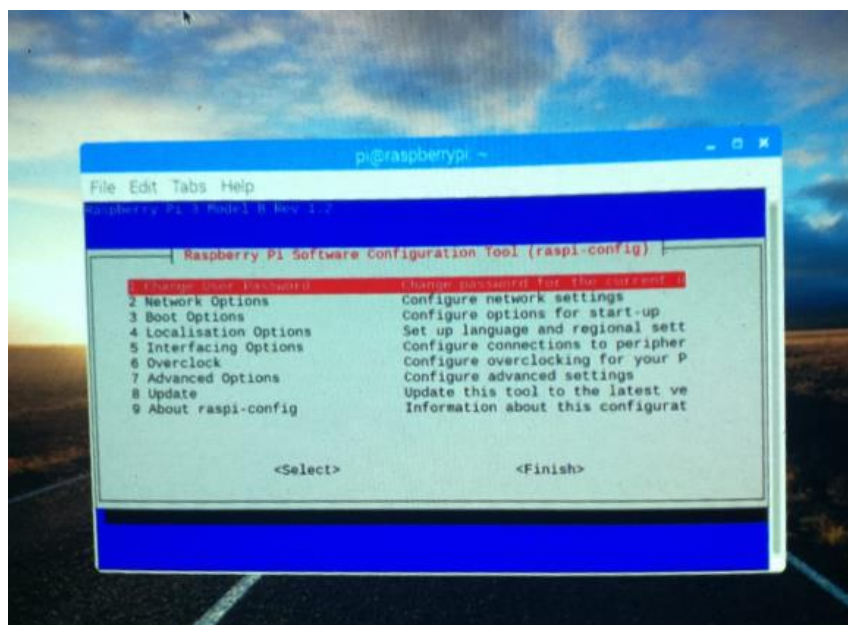


Figura. 3.78. Opciones de configuración inicial del Pi

Fuente: Elaborado por el autor

Expand Filesystem

Permite expandir el sistema operativo hacia toda la tarjeta SD card. Actualmente al momento del primer arranque la expansión se da automáticamente.

Network Option

Configuración de la conexión de red.

Boot Options

Permite configurar la forma de arranque del sistema operativo, se tienen dos opciones la línea de comandos y gráficamente; por defecto la pantalla muestra una línea comandos, en este caso está configurado para usarse gráficamente.

Localization Options

Es una opción de rastreo del dispositivo mediante GPS con el fin de proporcionar información del lugar donde se encuentran los diferentes dispositivos Raspberry en el mundo. Este rastreo no permite el acceso a la información contenida.

Interfacing Options

Permite configurar las interfaces de los periféricos que se encuentran conectados al Pi.

Overclock

Permite aumentar la velocidad de operación de la tarjeta, tomar en consideración que la velocidad es proporcional a la temperatura. Lo que implica que a altas velocidades el dispositivo puede dañarse y por supuesto hay que usar los adecuados disipadores de calor.

Advanced Option

Se tienen opciones avanzadas que permite el cambio del nombre del dispositivo, así como la activación de SSH para manejo del PI desde cualquier dispositivo.

Update

Se encarga de descargar y actualizar las nuevas versiones del sistema operativo en caso de existir, es importante que para esto se encuentre conectado a internet el dispositivo.

About raspi-config

Es una opción de información de la herramienta.

Una vez terminado de configurar de acuerdo a los requerimientos del prototipo se hace click en finish y se reinicia el Pi con el fin que hagan efecto los cambios solicitados.

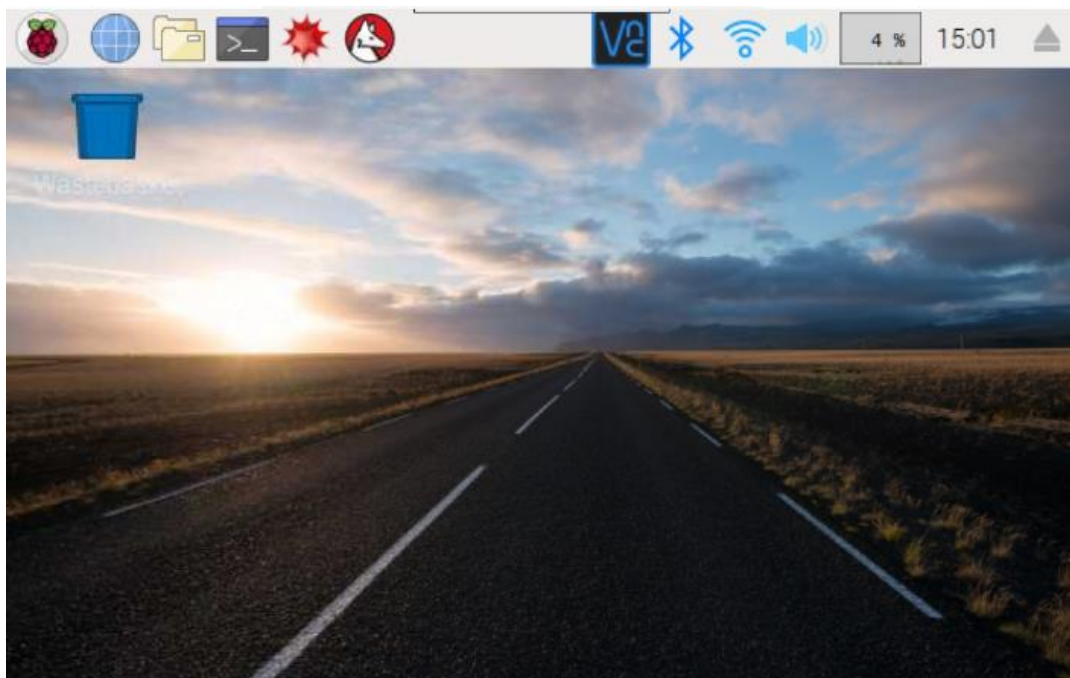


Figura. 3.79. Encendido del S.O en el Raspberry Pi 3

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.9.2. Configuración del control remoto VNC

VNC (*Virtual Network Computing*) es un programa que sirve a conectarse con otro ordenador de forma remota a través de una red. Mediante el uso de un router es posible establecer la comunicación remota entre el Raspberry y una laptop. La ventaja de este programa es que permite visualizar y controlar la interfaz gráfica del escritorio de la tarjeta al ordenador.

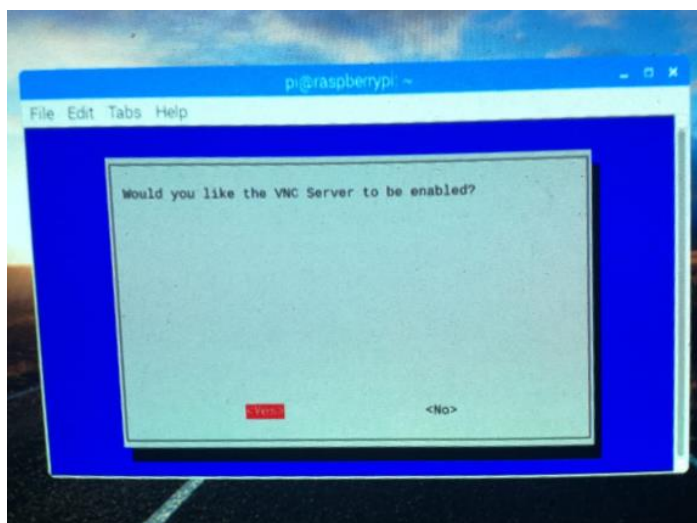
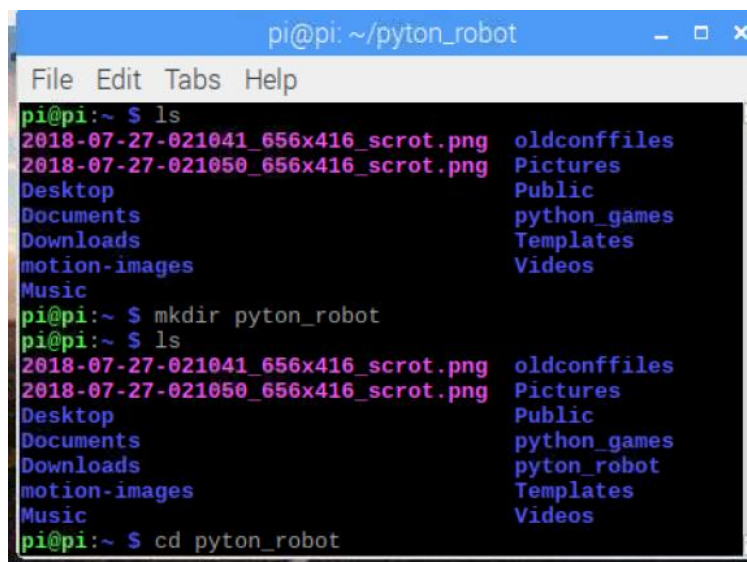


Figura. 3.80. Habilitación de interfaces de VNC

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.9.3. Programación en la tarjeta Pi para el funcionamiento de motores

A fin de tener el control de motores se utilizó el software Phyton, que es parte del sistema operativo de la Raspbian. Se observa a detalle la programación en el Anexo C. Los movimientos efectivos del robot son avanza, retrocede, avanza derecha, avanza izquierda y se detiene.



```
pi@pi: ~/pyton_robot
File Edit Tabs Help
pi@pi:~ $ ls
2018-07-27-021041_656x416_scrot.png  oldconffiles
2018-07-27-021050_656x416_scrot.png  Pictures
Desktop                               Public
Documents                             python_games
Downloads                              Templates
motion-images                         Videos
Music
pi@pi:~ $ mkdir pyton_robot
pi@pi:~ $ ls
2018-07-27-021041_656x416_scrot.png  oldconffiles
2018-07-27-021050_656x416_scrot.png  Pictures
Desktop                               Public
Documents                             python_games
Downloads                              pyton_robot
motion-images                         Templates
Music                                  Videos
pi@pi:~ $ cd pyton_robot
```

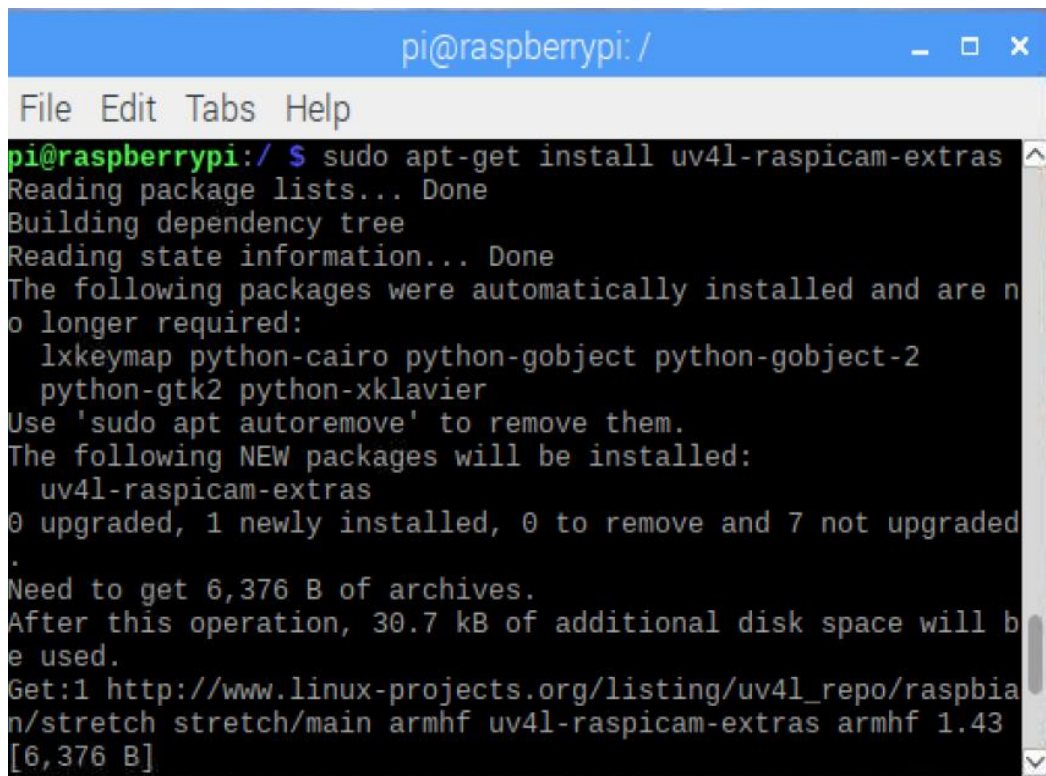
Figura. 3.81. Creación de carpeta para scripts robot

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.9.4. Programación de la Cámara y Micrófono del Raspberry Pi 3

Programación en UV4L para la cámara

Como ya se ha explicado antes, UV4L es una aplicación que se instala en la tarjeta con el fin de visualizar la señal de video de la cámara del Pi. Como paso inicial está en instalar este programa en la tarjeta del microcomputador, como se observa en la imagen.



```
pi@raspberrypi: /
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:/$ sudo apt-get install uv4l-raspicam-extras
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  lxkeymap python-cairo python-gobject python-gobject-2
  python-gtk2 python-xklavier
Use 'sudo apt autoremove' to remove them.
The following NEW packages will be installed:
  uv4l-raspicam-extras
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 7 not upgraded.
Need to get 6,376 B of archives.
After this operation, 30.7 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://www.linux-projects.org/listing/uv4l_repo/raspbian/stretch stretch/main armhf uv4l-raspicam-extras armhf 1.43 [6,376 B]
```

Figura. 3.82. Comandos en instalación de UV4L

Fuente: Elaborado por el autor

La programación realizada en UV4L se puede observar en el anexo D. Luego de actualizada la tarjeta mediante el uso del comando *sudo apt-get update* y *sudo apt-get upgrade*, esta lista la cámara para realizar pruebas de funcionamiento.

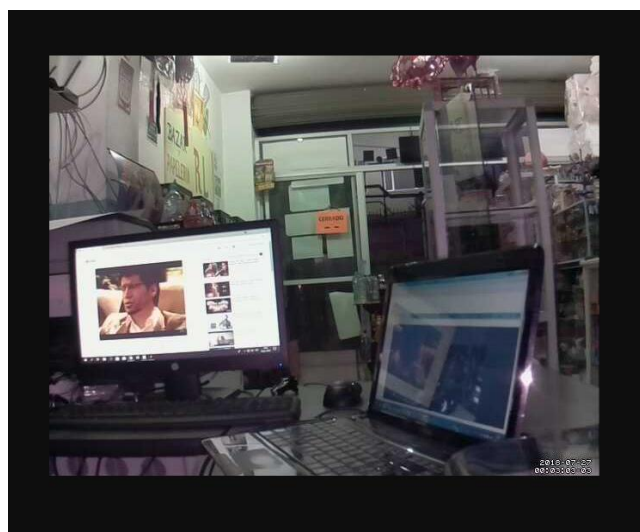


Figura. 3.83. Prueba de visualización de cámara

Fuente: Elaborado por el autor

Programación del micrófono en Uv4L

Con la finalidad de transmitir tanto de audio como de video se implementó el protocolo WEBRTC. Dentro de las opciones de este protocolo se procedió habilitar el micrófono.

```
## WebRTC options:
server-option = --enable-webrtc=yes
server-option = --enable-webrtc-datachannels=yes
server-option = --webrtc-datachannel-label=uv4l
server-option = --webrtc-datachannel-socket=/tmp/uv4l.socket
server-option = --enable-webrtc-video=yes
server-option = --enable-webrtc-audio=yes
server-option = --webrtc-receive-video=yes
server-option = --webrtc-receive-datachannels=no
server-option = --webrtc-received-datachannel-socket=/tmp/uv4l.socket
server-option = --webrtc-receive-audio=yes
server-option = --webrtc-received-audio-volume=5.0
server-option = --webrtc-prerenderer-smoothing=yes
server-option = --webrtc-recdevice-index=0
server-option = --webrtc-vad=yes
server-option = --webrtc-echo-cancellation=no
```

Figura. 3.84. Habilitación de opciones del protocolo WEBRTC

Fuente: Elaborado por el autor

Es necesario establecer una conexión segura hacia la transmisión de estos paquetes, caso contrario la aplicación manifiesta error en su actualización.



Figura. 3.85. Establecer conexión segura para UV4L

Fuente: Elaborado por el autor

4.2.9.5. Programación página web

En el anexo E, está presente los códigos de programación en el software libre PHP orientado a la visualización de actividades que desarrolla el robot. Esta interfaz permite la comunicación virtual entre el robot y el usuario en relación con la solicitud de movimiento.

4.3. Pruebas de funcionamiento

Con la finalidad de determinar el correcto desempeño del prototipo una vez que se terminó la implementación se procede a validar las interacciones usuario-robot. Es así que se detalla:

4.3.1. Pruebas de página web

La página web corre en cualquier navegador de preferencia, basta con ingresar la IP ADDRESS de la red a la que se encuentra conectado inalámbricamente como por ejemplo `http:192.168.43.251/maky/index.html`. Una vez aquí, aparece la interfaz, así como se muestra en la figura 3.86.



Figura. 3.86. Respuesta de la página web

Fuente: Elaborado por el autor

Además de ingresar a la página web una vez que este operativo el prototipo se comprobó la latencia dependiendo de la distancia entre el robot y el router empleado. Tomar como dato

importante que la distancia máxima entre estos dos dispositivos debe ser de 10m que es un factor entregado por la norma de la comunicación inalámbrica para que no exista retardo por fuera del rango moderado.

Tabla. 3.7. Análisis distancia vs latencia página web

DISTANCIA ROUTER- PROTOTIPO (m)	LATENCIA CONEXIÓN A LA PAGINA WEB (s)
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1,5
7	1,5
8	1,5
9	2
10	2

Fuente: Elaborado por el autor

4.3.2. Pruebas de audio/video

El audio y video se transmite por el protocolo webRTC, en las pruebas realizadas se estima un tiempo de respuesta de 1s. La voz se muestra sin retardos de propagación, más bien es igual a la real. En la página se tiene la opción de conectar/desconectar el streaming en caso de no requerir.



Figura. 3.87. Vista del robot en la página web

Fuente: Elaborado por el autor

La latencia en la transmisión del video desde el prototipo hasta la página web es de aproximadamente 3s y este valor varía de acuerdo a la distancia entre el router y el robot. Al analizar cada uno de los resultados se puede observar que los valores están dentro de los rangos permitidos, si se considera que es un prototipo.

Tabla. 3.8. Análisis distancia vs latencia cámara

DISTANCIA ROUTER- PROTOTIPO (m)	LATENCIA VISUALIZACION IMAGEN DE LA CAMARA EN LA PAGINA WEB (s)
1	3
2	3
3	4
4	3
5	3
6	4
7	4
8	4
9	5
10	5

Fuente: Elaborado por el autor

4.3.3. Pruebas de motores

Según los estados programados, los mismos se ven reflejados por botones en la página web, de acuerdo al movimiento que se desea por parte del prototipo. Por otra parte, es importante indicar que por defecto el robot está en modo parar a la primera vez que se inicia la página y debe regresar a este estado antes de presionar los botones de los demás estados.

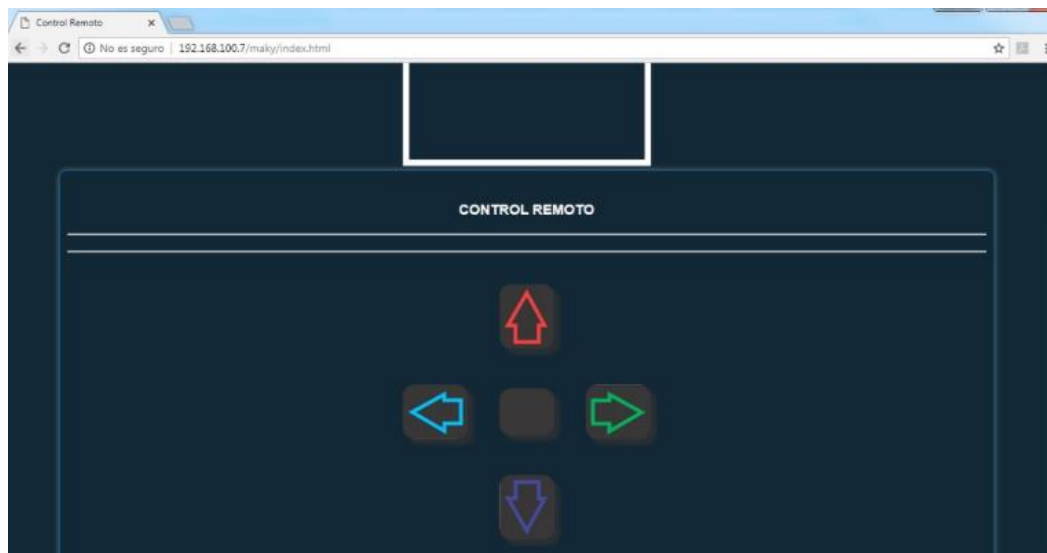


Figura. 3.88. Vista de los controles de los motores en la página web

Fuente: Elaborado por el autor

4.3.4. Pruebas de recorrido en diferentes superficies

Como se aprecia en la figura 3.89, el robot está en la capacidad de desplazarse por diferentes superficies dado su estructura de oruga, Como la figura indica el desplazamiento sobre concreto se desarrolla adecuadamente, de igual manera se puede desplazar en caminos de adoquines, asfalto, baldosa.



Figura. 3.89. Prototipo en superficie de cemento

Fuente: Elaborado por el autor

La prueba de desplazamiento con obstáculo se realizó para una tabla de grosor 2cm a una pendiente de 30°, el cual subió sin inconveniente y se desplazó por encima de la misma.



Figura. 3.90. Desplazamiento con obstáculos

Fuente: Elaborado por el autor

Otra prueba de desplazamiento se realizó sobre un terreno irregular con ripio, donde el recorrido fue sin problema alguno, un detalle de esta prueba fue la falta de luz del día donde se puede apreciar la imagen de la cámara.



Figura. 3.91. Desplazamiento en terreno irregular

Fuente: Elaborado por el autor

Luego de realizada las pruebas en las diferentes superficies se determinó que el tiempo de uso del batería lipo hasta que se descargue es la misma siendo este 1h20min aproximadamente.

Tabla. 3.9. Pruebas de desplazamiento vs consumo

Superficie de desplazamiento	Tiempo de duración de la batería(h)
Baldosa	1h 20min
Concreto	1h 18min
Terreno con ripio	1h 15min
Terreno con pendiente	1h 15min
Adoquinado	1h 18min

Fuente: Elaborado por el autor

Para comprobar que la batería lipo esta descargada se debe realizar la medición del voltaje con un multímetro, si está en 3,5 V o menor a este valor la lipo necesita ser recargada con un cargador balanceado 2S. Dentro de los cuidados que se debe tener con estas baterías de carga ligera esta que, mientras no llegue al voltaje adecuado la batería lipo no debe ser recargada, caso contrario se ocasiona daños irreversibles.

4.4. Análisis de resultados

Luego de realizar el montaje y la programación respectiva, se procede analizar paso a paso los resultados de su funcionamiento como se observa en la tabla 3.10.

Tabla. 3.10. Análisis de resultados

Ítem	Proceso	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Encendido de la tarjeta Raspberry y motores	X		El voltaje mínimo es de 5v
2	Conexión a una red inalámbrica wifi por parte del robot	X		De acuerdo a la red disponible
3	Conexión a la red para la laptop	X		Tanto robot como laptop debe estar en la misma red
4	Ingreso a la página web	X		Ingresar la IP ADDRESS del robot
5	Conexión con la cámara	X		La página web no muestra la imagen hasta que se haga la solicitud
6	Visualización de video	X		El dispositivo remoto debe tener servicio streaming para su visualización.
7	Apreciación del audio en el video	X		
8	Desplazamiento del robot de acuerdo a solicitud de la página web	X		Antes de realizar otro movimiento, detener el robot

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez encendida la tarjeta con la alimentación de la batería lipo se debe esperar alrededor de 5min para su total conectividad, además es necesario realizar un ping de conectividad con algún dispositivo que se encuentre dentro de la misma red. Cabe recalcar que para un óptimo funcionamiento tanto el prototipo como el dispositivo debe estar en la misma red.

Para configurar la red wifi a la que debe estar conectado el prototipo se requiere del uso de un dispositivo que tenga entrada HDMI, junto con un teclado y mouse se ingresa al sistema operativo raspbian y se debe seleccionar a red e ingresar con la contraseña.

Antes de ingresar a la página web se requiere conocer la IP ADDRESS del prototipo, de igual forma que una pc o laptop en el ingreso de comandos se requiere solicitar la ip con ingresar la palabra ifconfig+enter, esto se realiza en el sistema operativo Raspbian.

Al ingresar a la página web por defecto no mostrará la imagen de la cámara del robot, se debe seleccionar el cuadro CONECTAR y luego de esperar 3s ya se tiene la imagen lista.

La latencia en cuanto al puente entre la página web y las opciones de desplazamiento es de 1s si se considera que la distancia entre el router y el prototipo está dentro del rango de los 10m que indica la norma IEE802.11 de las comunicaciones inalámbricas

5. CONCLUSIONES

- La estructura del prototipo depende de las superficies de desplazamiento, con este fin es necesario realizar un estudio minucioso y escoger el más óptimo. Dado las superficies de difícil acceso para el robot se optó por una estructura tipo oruga.
- Con respecto a las funciones que desarrolla el prototipo se escogió una tarjeta de fácil acceso y de software libre como es el Raspberry Pi 3 Modelo B. Esta tarjeta tiene softwares instalables que son compatibles con los dispositivos empleados en él, como son video, audio, conexión remota.
- Se desarrolló la página web con respecto el administrador o usuario final del robot, el mismo que le permite realizar ciertas funciones de desplazamiento, observar y escuchar lo que pasa alrededor del prototipo, esto se logró con el uso de una cámara y un micrófono compatibles con la tarjeta.
- Se realizó varias pruebas de funcionamiento, de esto se concluye que el robot cumple con los objetivos y funciones establecidas. De igual forma la página web permite una interacción amigable al usuario. Algo que supero expectativas fue la resolución de la cámara, según el datasheet la calidad en el día era baja mientras que en la noche era buena. Pero al realizar las pruebas se observa que la imagen se torna nítida dentro del rango de comunicación inalámbrica. Otro aspecto relevante es el nivel de comunicación, para el presente proyecto se estimó en 10m, pero en las pruebas se pudo observar una extensión adicional de 2m y con esto se mantiene en los rangos permitidos de pérdidas.

6. RECOMENDACIONES

- El prototipo funciona de acuerdo a los objetivos establecidos, en caso de requerir actualizaciones, se recomienda incluir la programación necesaria en la controladora y así no forzar el robot en actividades no específicas. Revisar alcance del proyecto.
- La transmisión de video de la cámara se efectúa en el mismo instante mediante el uso de la página web. Es aconsejable para posibles mejoras de este proyecto montar una base de datos que permita almacenar la información de transmisión.
- Se recomienda un mantenimiento manual del prototipo cada 5 eventos, el mismo que depende además de las circunstancias de su operación. En cuanto a los jumpers estos deben ser sustituidos cada dos eventos o más.
- Se recomienda que a futuros proyectos una de las mejoras a realizar, es montar la cámara sobre un servomotor con el fin de obtener vista total horizontal y no en un solo sentido como en este proyecto.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, M. (9 de Mayo de 2001). *Que es PHP*. Obtenido de <https://www.desarrolloweb.com/articulos/392.php>
- Beciez, J. (28 de Octubre de 2014). *Definiciones y ejemplos de robotica*. Obtenido de Definiciones y ejemplos de robotica.
- BLOGUNEWEB. (08 de Agosto de 2016). *Sencillo sistema de comentarios Ajax*. Obtenido de <https://tecnologiaenvivo.com/sencillo-sistema-de-comentarios-ajax/>
- Caiza, K. (6 de Mayo de 2016). *La Robotica*. Obtenido de <http://la-robotica-en-nuevas-generaciones.blogspot.com/2016/05/>
- Candido. (11 de Noviembre de 2007). *Vehículos de tracción mediante cadenas*. Obtenido de <http://almadeherrero.blogspot.com/2007/11/traccin-oruga.html>
- Chuburu, L. (2017). *Qué es JQuery y cómo implementarlo*. Obtenido de <https://www.laurachuburu.com.ar/tutoriales/que-es-jquery-y-como-implementarlo.php>
- Commons, W. (23 de Enero de 2011). http://wiki.robotica.webs.upv.es/wp-content/uploads/2015/07/Denel_UAV_Seeker_400_10825858576.jpg. Obtenido de http://wiki.robotica.webs.upv.es/wp-content/uploads/2015/07/Denel_UAV_Seeker_400_10825858576.jpg: http://wiki.robotica.webs.upv.es/wp-content/uploads/2015/07/Denel_UAV_Seeker_400_10825858576.jpg
- Cortes, A. (2015). *Leyes de la robotica*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/lasmanosdehacha/robotica/leyes-de-la-robotica>
- Cruz, F. (09 de Octubre de 2015). *Robotica*. Obtenido de Origen y desarrollo de la robòtica: <http://miprimerblogderobotica.blogspot.com/2015/10/>
- Definista. (11 de Febrero de 2014). *Definición de robot*. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/robot/>
- Electronilab. (2018). *Módulo LM2596 Convertidor de Voltaje DC-DC Buck 1.25V-35V*. Obtenido de <https://electronilab.co/tienda/modulo-lm2596-convertidor-de-voltaje-dc-dc-buck-1-25v-35v/>
- Foundation, P. (2001). *Phyton*. Obtenido de <https://www.python.org/download/releases/3.0/>

- Foundation, R. P. (6 de Octubre de 2015). *Raspberry Pi*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/>
- González, V. (2002). *Clases de robots*. Obtenido de http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/Tema_5.2.htm
- González, V. (2002). *Robots móviles*. Obtenido de http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0204/ctrl_rob/robotica/movil.htm
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Intplus. (18 de Julio de 2013). *Robotica*. Recuperado el 29 de 01 de 2018, de <http://superrobotica.com/S300250.htm>
- Juan, J. G. (Enero de 2013). *Robotica*. Obtenido de <http://sfproyectoiprobotica.blogspot.com/2013/01/robots-manipuladores-seriales.html>
- Krall, C. (s.f.). *¿Qué es y para qué sirve Ajax?* Recuperado el 12 de Julio de 2018, de https://www.aprenderaprogramar.com/images/stories/Cursos/CU011/CU01193E_1.png
- Landau, E. (16 de Julio de 2012). *El miedo a los robots humanoides*. Obtenido de <http://www.operamundi-magazine.com/>
- Linux. (s.f.). *UV4L*. Recuperado el 12 de Junio de 2018, de <https://www.linux-projects.org/uv4l/>
- Notimérica. (11 de Julio de 2016). *¿Por que se producen terremotos en Ecuador?* Obtenido de <http://www.notimerica.com/sociedad/noticia-producen-tantos-terremotos-ecuador-20160417161113.html>
- Org, A. (1 de Mayo de 2017). *Apache*.
- OSV, C. (31 de Enero de 2017). *Robots submarinos en aguas profundas*. Obtenido de <http://implementaciondelareformaenergetica.com/robots-submarinos-para-perforacion-en-aguas-profundas/>
- Perez, J., & Merino, M. (2015). *Definicion de prototipo*. Obtenido de <https://definicion.de/prototipo/>
- PHP. (2001). *Uso basico PHP*. Obtenido de <http://php.net/manual/es/imagick.examples-1.php>
- Ramón, J. (18 de Noviembre de 2010). *Robot de aprendizaje*. Obtenido de Robot de aprendizaje: <https://www.roboticastreet.com/robot-de-aprendizaje-armar-iii/>

- Reyes, V. (16 de Febrero de 2018). *¿Qué es y para qué sirve AutoCAD?* Obtenido de <https://aula10formacion.com/blog/que-es-y-para-que-sirve-autocad/>
- Riccillo, M. (2012). *Robotica*. Obtenido de Entra al mundo de la inteligencia artificial: https://cdn.educ.ar/repositorio/Download/file?file_id=2be5597b-f88c-416e-9c42-f4310ab95ea9
- Rivas, V. (27 de Marzo de 2012). *¿Qué es AJAX?* Obtenido de <https://www.digitallearning.es/blog/que-es-ajax/>
- Robotica, W. d. (01 de Julio de 2016). *Clasificación de robots*. Obtenido de <http://wiki.robotica.webs.upv.es/wiki-de-robotica/introduccion/clasificacion-de-robots/>
- Roboticaparatodos. (2 de Noviembre de 2014). *Tipos de robots segun su cronologia*. Obtenido de <http://www.roboticaparatodos.es/tipos-de-robots-segun-su-cronologia/>
- Rodriguez, T. (24 de Julio de 2017). *Las 3 leyes de la robotica*. Obtenido de <http://cued.mx/blog/las-3-leyes-de-la-robotica-funcionarian-en-el-mundo-real/>
- Siritt, A. (2015). *Autonomía de los robots*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/353836170/Autonomia-de-Los-Robots>
- Tejada, D. (17 de Enero de 2018). *Inteligencia Artificial*. Obtenido de <https://www.canal13sanjuan.com/cultura/2018/1/17/inteligencia-artificial-robot-super-humanos-test-comprension-texto-54041.html#!>
- Tutoriales, N. (24 de Agosto de 2013). *Introducción a JQuery*. Obtenido de <https://www.nanotutoriales.com/introduccion-a-jquery>
- Universo, E. (17 de Abril de 2016). *Sismos mas potentes que han afectado Ecuador*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/04/17/nota/5531580/sismos-mas-potentes-que-han-afectado-ecuador>
- Valenzuela, I. (2010). *Son peligrosos los robots inteligentes en contacto con humanos*. Obtenido de <https://www.vix.com/es/tecnologia/185977/son-peligrosos-los-robots-inteligentes-en-contacto-con-humanos>

8. ANEXOS

Anexo A

Datasheet Raspberry PI 3 Modelo B

Overview



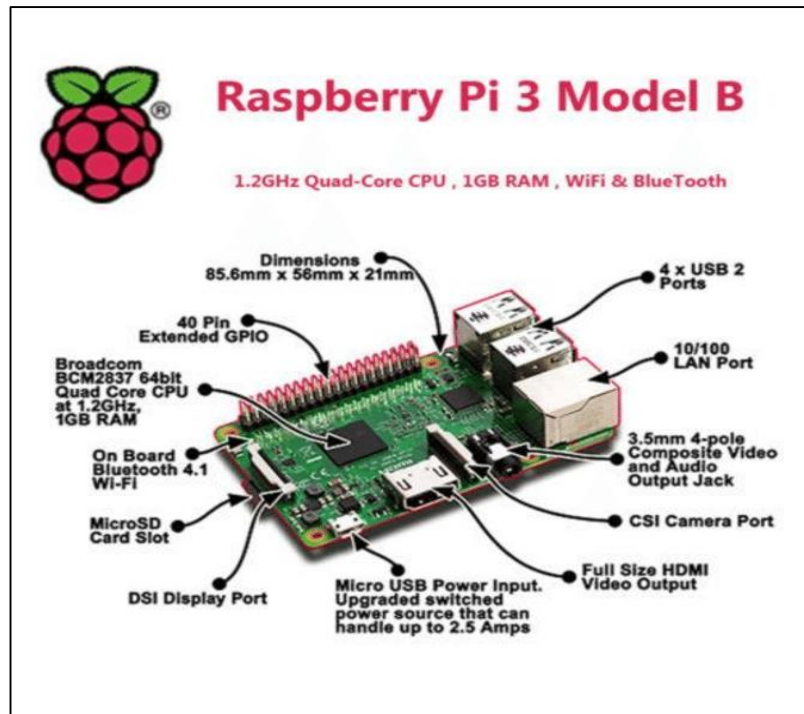
The Raspberry Pi 3 Model B+ is the latest product in the Raspberry Pi 3 range, boasting a 64-bit quad core processor running at 1.4GHz, dual-band 2.4GHz and 5GHz wireless LAN, Bluetooth 4.2/BLE, faster Ethernet, and PoE capability via a separate PoE HAT

The dual-band wireless LAN comes with modular compliance certification, allowing the board to be designed into end products with significantly reduced wireless LAN compliance testing, improving both cost and time to market.

The Raspberry Pi 3 Model B+ maintains the same mechanical footprint as both the Raspberry Pi 2 Model B and the Raspberry Pi 3 Model B.

Specifications

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none">■ 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE■ Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps)■ 4 × USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none">■ 1 × full size HDMI■ MIPI DSI display port■ MIPI CSI camera port■ 4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none">■ 5V/2.5A DC via micro USB connector■ 5V DC via GPIO header■ Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50 °C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.



Partes de la tarjeta Raspberry Pi 3

Anexo B:

Datasheet L9110H

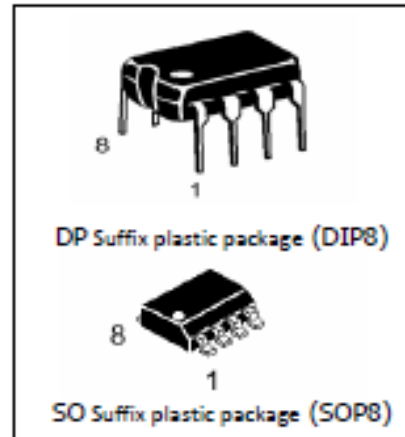


Motor control driver chip

L9110

Features:

- Low quiescent current;
- Wide supply voltage range: 2.5V-12V;
- 800mA continuous current output capability per channel;
- Lower saturation voltage;
- TTL / CMOS output level compatible, and can be directly connected to the CPU;
- Output built-in clamp diodes for inductive load;
- Integrated control and drive into a monolithic IC;
- With pin high-voltage protection function;
- Operating temperature: 0 °C -80 °C.



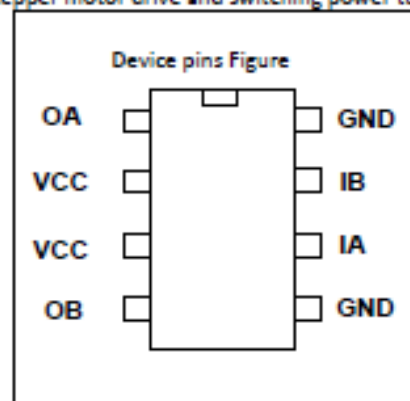
Description :

L9110 The ASIC device control and drive motor design two-channel push-pull power amplifier discrete circuits integrated into a monolithic IC, peripheral devices and reduce the cost, improve the reliability of the whole. This chip has two TTL / CMOS compatible with the level of the input, with good resistance; two output terminals can directly forward and reverse movement of the drive motor, it has a large current driving capability, each channel through 750 ~ 800mA of continuous current, peak current capability up to 1.5 ~

2.0A; while it has a low output saturation voltage; **built-in clamp diode reverse the impact of the current** release inductive load it in the drive relays, DC motors, stepper motor or switch power tube use on safe and reliable. L9110 is widely used in toy car motor drives, stepper motor drive and switching power tube circuit.

Pin definitions:

No.	Symbol	Function
1	OA	A road output pin
2	VCC	Supply Voltage
3	VCC	Supply Voltage
4	OB	B output pin
5	GND	Ground
6	IA	A road input pin
7	IB	B input pin
8	GND	Ground



Test conditions: $V_{CC} = 9V$, $I_{out} = 750mA$

Symbol	Parameters	minimum	Typical	maximum	units
$V_{H_{out}}$	Output high	7.50	7.60	7.70	V
$V_{L_{out}}$	Output low	0.35	0.45	0.55	V
$V_{H_{in}}$	Input high	2.5	5.0	9.0	V
$V_{L_{in}}$	Input low	0	0.5	0.7	V



Motor control driver chip

L9110

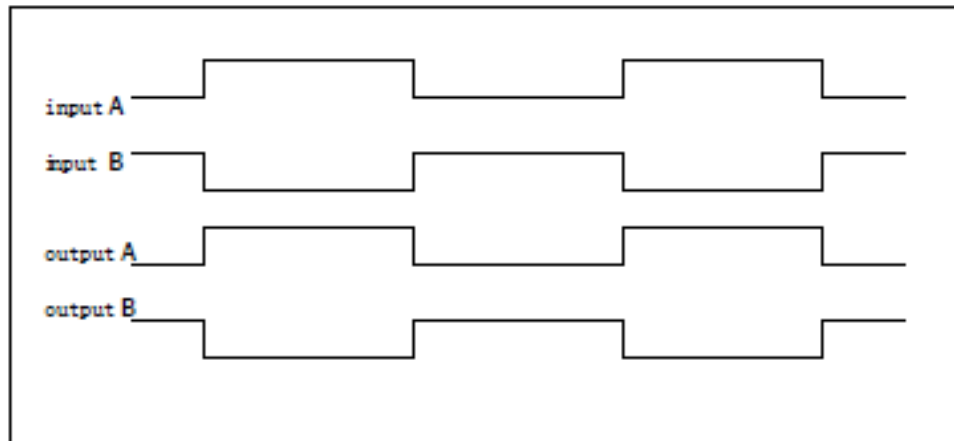
Electrical characteristics:

Logical relationship:

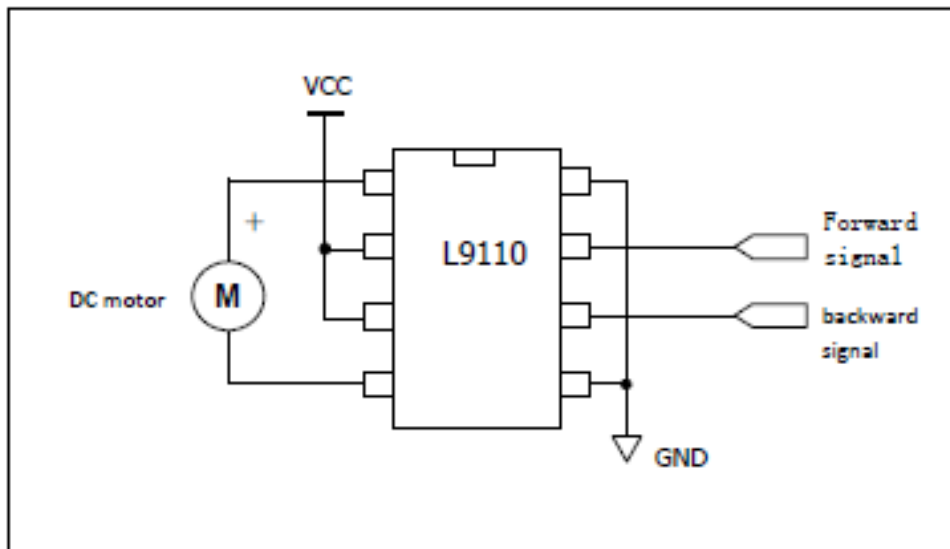
Symbol	Parameters	Range			Units
		Min	Typical	Max	
VCC	Supply Voltage	2.5	6	12	V
I _{dd}	Quiescent Current	—	0	2	uA
I _{in}	Operating current	200	350	500	uA
I _C	Continuous	750	800	850	mA
I _{Max}	Current peak	—	1500	2000	mA

IA	IB	OA	OB
H	L	H	L
L	H	L	H
L	L	L	L
H	H	L	L

Pin waveform diagram:



Application Circuit:



Anexo C:**Programación desarrollo de motores**▪ **AVANZA**

```
#EXPORTACION DE LA LIBRERIA DE GPIO
```

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

```
#SETEAR LOS VALORES DE LOS PINES DE GPIO SEGUN EL CONTEO  
PLACA FISICA
```

```
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
```

```
#MOTOR UNO ASIGNAR LOS PINES QUE SE VA OCUPAR
```

```
adelanteUnoPin=11
```

```
atrasUnoPin=13
```

```
#MOTOR DOS ASIGNAR LOS PINES QUE SE VA OCUPAR
```

```
adelanteDosPin=18
```

```
atrasDosPin=16
```

```
#ASIGNACION DE PINES DEL MOTOR UNO COMO PINES DE SALIDA
```

```
GPIO.setup(adelanteUnoPin, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(atrasUnoPin, GPIO.OUT)
```

```
#ASIGNACION DE PINES DEL MOTOR DOS COMO PINES DE SALIDA
```

```
GPIO.setup(adelanteDosPin, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(atrasDosPin, GPIO.OUT)
```

```
#SALIDA DE PINES MOTOR UNO EN ALTO Y BAJO (AVANZA MOTOR UNO)
```

```
GPIO.output(adelanteUnoPin, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(atrasUnoPin, GPIO.HIGH)
```

```
#SALIDA DE PINES MOTOR DOS EN ALTO Y BAJO (AVANZA MOTOR DOS)
```

```
GPIO.output(adelanteDosPin, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(atrasDosPin, GPIO.HIGH)
```

RETROCEDE

```
#EXPORTACION DE LA LIBRERIA DE GPIO
```

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

```
#SETEAR LOS VALORES DE LOS PINES DE GPIO SEGUN EL CONTEO
```

```
PLACA FISICA
```

```
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
```

```
#MOTOR UNO ASIGNAR LOS PINES QUE SE VA OCUPAR
```

```
pin13=13
```

```
pin11=11
```

```
#MOTOR DOS ASIGNAR LOS PINES QUE SE VA OCUPAR
```

```
pin18=18
```

```
pin16=16
```

```
#ASIGNACION DE PINES DEL MOTOR UNO COMO PINES DE SALIDA
```

```
GPIO.setup(pin13, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(pin11, GPIO.OUT)
```

```
#ASIGNACION DE PINES DEL MOTOR DOS COMO PINES DE SALIDA
```

```
GPIO.setup(pin18, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(pin16, GPIO.OUT)
```

```
#SALIDA DE PINES MOTOR UNO EN ALTO Y BAJO (RETROCEDE MOTOR UNO)
```

```
GPIO.output(pin13, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(pin11, GPIO.HIGH)
```

```
#SALIDA DE PINES MOTOR DOS EN ALTO Y BAJO (RETROCEDE MOTOR DOS)
```

```
GPIO.output(pin16, GPIO.HIGH)
```

```
GPIO.output(pin18, GPIO.LOW)
```

GIRA DERECHA

```
#EXPORTACION DE LA LIBRERIA DE GPIO
```

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

```
#SETEAR LOS VALORES DE LOS PINES DE GPIO SEGUN EL CONTEO
```

```
PLACA FISICA
```

```
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
```

```
#ESTABLECER LOS PINES A USAR PARA TRABAJAR CON EL MOTOR1
```

```
pin13=13
```

```
pin11=11
```

```
#ESTABLECER LOS PINES A USAR PARA TRABAJAR CON EL MOTOR2
```

```
pin18=18
```

```
pin16=16
```

```
#ESTABLECER LOS PINES COMO SALIDA DEL MOTOR1
```

```
GPIO.setup(pin13, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(pin11, GPIO.OUT)
```

```
#ESTABLECER LOS PINES COMO SALIDA DEL MOTOR2
```

```
GPIO.setup(pin18, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(pin16, GPIO.OUT)
```

```
#ASIGNAR EL VALOR DE BAJO QUE ENVIE 0L
```

```
GPIO.output(pin13, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(pin11, GPIO.LOW)
```

```
#ASIGNAR EL VALOR DE ALTO QUE ENVIE 1L
```

```
GPIO.output(pin16, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(pin18, GPIO.HIGH)
```

GIRA IZQUIERDA

```
#EXPORTACION DE LA LIBRERIA DE GPIO
```

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

```
#SETEAR LOS VALORES DE LOS PINES DE GPIO SEGUN EL CONTEO
```

```
PLACA FISICA
```

```
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
```

```
#ESTABLECER LOS PINES A USAR PARA TRABAJAR CON EL MOTOR1
```

```
pin13=13
```

```
pin11=11
```

```
#ESTABLECER LOS PINES A USAR PARA TRABAJAR CON EL MOTOR2
```

```
pin18=18
```

```
pin16=16
```

```
#ESTABLECER LOS PINES COMO SALIDA DEL MOTOR1
```

```
GPIO.setup(pin13, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(pin11, GPIO.OUT)
```

```
#ESTABLECER LOS PINES COMO SALIDA DEL MOTOR2
```

```
GPIO.setup(pin18, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(pin16, GPIO.OUT)
```

```
#ASIGNAR EL VALOR DE BAJO PARA QUE ENVIE 1L
```

```
GPIO.output(pin13, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(pin11, GPIO.HIGH)
```

```
#ASIGNAR EL VALOR DE ALTO PARA QUE ENVIE 0L
```

```
GPIO.output(pin16, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(pin18, GPIO.LOW)
```

DETENERSE

```
#EXPORTACION DE LA LIBRERIA DE GPIO
```

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

```
#SETEAR LOS VALORES DE LOS PINES DE GPIO SEGUN EL CONTEO  
PALCA FISICA
```

```
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
```

```
#ESTABLECER LOS PINES PARA TRABAJAR CON EL MOTOR1
```

```
para11=11
```

```
para13=13
```

```
#ESTABLECER LOS PINES PARA TRABAJAR CON EL MOTOR2
```

```
para16=16
```

```
para18=18
```

```
#ESTABLECER LOS PINES COMO SALIDA DEL MOTOR1
```

```
GPIO.setup(para11, GPIO.OUT)
```

```
GPIO.setup(para13, GPIO.OUT)
```

```
#ESTABLECER LOS PINES COMO SALIDA DEL MOTOR2
```

```
GPIO.setup(para16, GPIO.OUT)#motor2
```

```
GPIO.setup(para18, GPIO.OUT)
```

```
#ASIGNAR EL VALOR DE BAJO PARA QUE ENVIE 0L
```

```
GPIO.output(para11, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(para13, GPIO.LOW)
```

```
#ASIGNAR EL VALOR DE BAJO PARA QUE ENVIE 0L
```

```
GPIO.output(para16, GPIO.LOW)
```

```
GPIO.output(para18, GPIO.LOW)
```

Anexo D

Programación Pagina Web

```

<?php
#TOMAR LA PETICION QUE ES ENVIADA DESDE LA PAGINA WEB CON EL
METODO POST
$valor_estado=$_POST['valor_estado'];

#ESTABLECER LOS CASOS QUE SE PUEDE ENVIAR DESDE LA PAGINAS
WEB CON UN SWITCH
switch ($valor_estado) {
    # CASO 1: LOS MOTORES INTERACTUAN CON EL SCRIPT DE PYTHON
    PARA QUE AVANCEN LOS MOTORES
    case 1:
        exec('sudo python /var/www/html/maky/py/avanza.py');
        break;

    # CASO 2: LOS MOTORES INTERACTUAN CON EL SCRIPT DE PYTHON
    PARA QUE SE DETENGA EL MOTOR IZQUIERDO Y EL DERECHO AVANCE
    case 2:
        exec('sudo python /var/www/html/maky/py/izquierda.py');
        break;

    # CASO 3: LOS MOTORES INTERACTUAN CON LOS SCRIPT DE PYTHON
    PARA QUE SE DETENGA EL MOTOR DERECHO Y EL IZQUIERDO AVANCE
    case 3:
        exec('sudo python /var/www/html/maky/py/derecha.py');
        break;

    # CASO 4: LOS MOTORES INTERACTUAN CON LOS SCRIPT DE
    PYTHON PARA QUE RETROCEDAN LOS MOTORES
    case 4:
        exec('sudo python /var/www/html/maky/py/retrocede.py');
        break;

    # CASO 5: LOS MOTORES INTERACTUAN CON LOS SCRIPT DE
    PYTHON PARA QUE PAREN LOS MOTORES

```



```
case 5:
    exec('sudo python /var/www/html/maky/py/para.py');
    break;
    # CASO 5: LOS MOTORES INTERACTUAN CON LOS SCRIPT DE
PYTHON PARA QUE PAREN LOS MOTORES ("POR DEFECTO")
default:
    exec('sudo python /var/www/html/maky/py/para.py');
    break;
}
?>
```

Anexo E

Manual de Usuario

El presente manual contiene información de cómo controlar el prototipo de robot, las partes que lo componen y como observar la imagen enviada por la cámara del robot, así como su audio con retardos

Anexo F

Manual Técnico

El presente manual contiene información de las características técnicas del robot, las actividades que es capaz de realizar y como brindarle un mantenimiento adecuado.

MAKI ROBOT

PROTOTIPO DE ROBOT ORUGA CONTROLADO INALAMBRICAMENTE



MANUAL DEL USUARIO

Favor leer este manual antes de operar el equipo.

Introducción

En este manual de usuario encontraras toda la información necesaria para la puesta en marcha del robot, así como de todas las características de la página web.

Se explicará a detalle todos los pasos para realizar la conexión desde robot hacia la página web mediante el uso de un dispositivo electrónico.

Se detalla además las partes de la interfaz y cada una de sus características.

PARTES DEL ROBOT ORUGA

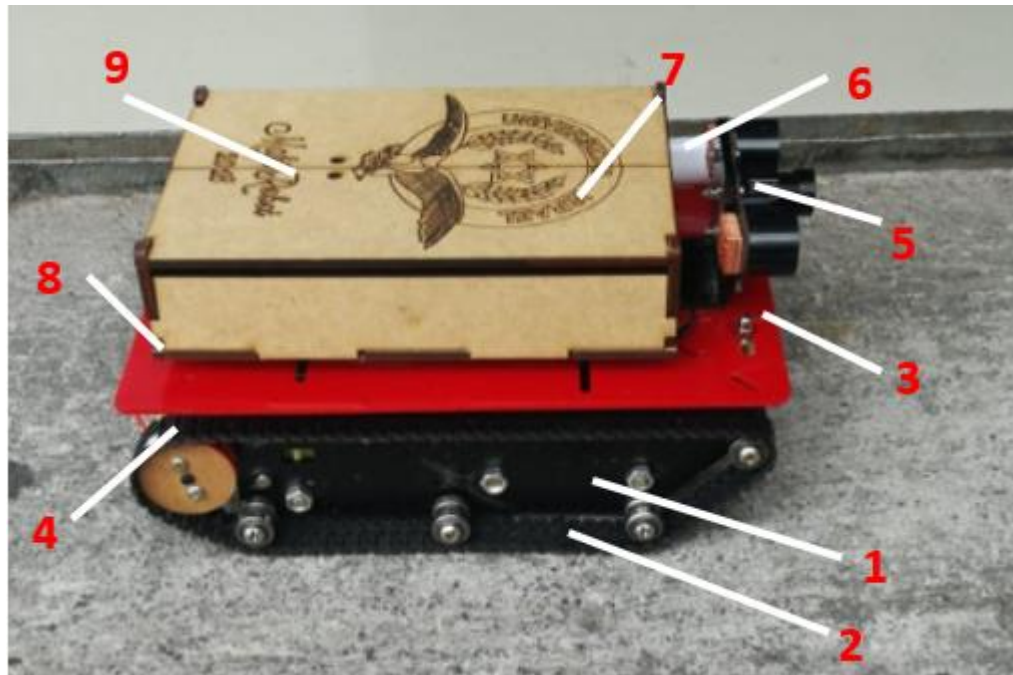


Figura 1. Partes del robot

- 1) Chasis robot
- 2) Cadena
- 3) Raspberry pi 3 modelo B
- 4) Motores
- 5) Cámara con infrarrojo
- 6) Micrófono
- 7) Caja logo
- 8) Pilas
- 9) Batería

PUESTA EN MARCHA

- 1) Conecte la alimentación de viene desde la batería lipo hacia los puertos GPIO JUMPER ROJO-PIN 2 / JUMPER NEGRO PIN 6
- 2) En el navegador de su preferencia ingrese el siguiente URL http://IP_ADDRESS/maky/index.html

NOTA: Para validar la *ip address* es necesario estar conectado a la misma red.

- 3) Una vez en la página web, posee la opción de controlar al robot en su visión y movimientos, para activar el streaming (audio-video) presionar el botón CONECTAR, automáticamente la imagen receptada por la cámara del prototipo se refleja en la página.
- 4) Si desea movilizar el prototipo, la página consta de sus respectivos controles que son: ADELANTA-RETROCEDE-GIRA IZQUIERDA-GIRA DERECHA Y DETENERSE.

NOTA: Antes de cambiar el estado del movimiento, es necesario detener el robot con el botón de parar. Caso contrario su desempeño no será el adecuado.

CARACTERISTICAS DE LA PAGINA WEB



Figura. 2. Vista de la página web



Figura. 3. Botones para movimiento del robot en página web

MAKI ROBOT

PROTOTIPO DE ROBOT ORUGA CONTROLADO INALAMBRICAMENTE



MANUAL TÉCNICO

Favor leer este manual antes de operar el equipo.

Introducción

El manual técnico contiene toda la información necesaria para resolver incidencias que puedan suscitarse durante el uso del prototipo.

Con el uso de este manual se podrá dar soluciones inmediatas ante posibles fallas, además de indicar como ofrecer un mantenimiento preventivo al robot que ayude a un buen desempeño en su funcionamiento.

El objetivo es facilitar al usuario final una guía para solucionar problemas en el dispositivo debido a determinadas circunstancias, así como también garantizar el correcto funcionamiento tanto del robot oruga como de la página web.

Tarjeta Raspberry pi 3 modelo B

Todos los dispositivos e incluido el movimiento del robot se encuentra controlado y programado sobre esta tarjeta. Se trata de un ordenador de bajo costo, pero a su vez muy eficaz para realizar proyectos de robótica, domótica, etc. Entre sus características se tiene:

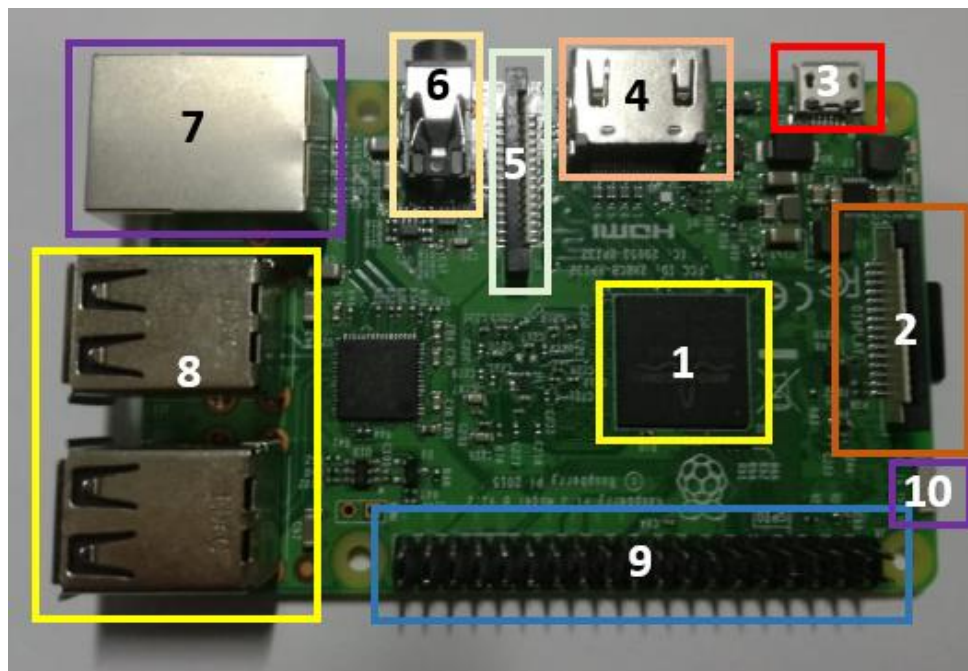


Figura. 1 Partes del microcontrolador

- 1) Procesador Broadcom BCM 2837
- 2) Conector Display
- 3) Entrada de voltaje, puerto micro USB
- 4) Salida de video HDMI
- 5) Conector cámara Raspberry
- 6) Salida de audio y video, conector Jack 3.5mm
- 7) 1 puerto ethernet RJ45
- 8) 4 puertos USB 2.0
- 9) 40 pines GPIO
- 10) Wifi-Bluetooth incorporado

ENERGIZAR TARJETA DE CONTROL

Dentro del kit del robot se encuentra una batería con una fuente de alimentación de 5V/3,3A a la tarjeta. No olvidar que la tarjeta únicamente se alimenta con este voltaje, en caso de energizar con menor cantidad, el microcomputador no logrará encenderse peor aún funcionar.



Figura.2 Batería para alimentación de tarjeta

FALLOS COMUNES

En esta sección se podrá detallar los posibles fallos y soluciones durante el uso del robot oruga.

- **No enciende el robot oruga**
 - 1) Comprobar que este energizado correctamente de acuerdo a las indicaciones anteriores.
 - 2) Revisar polaridad de los conectores.
 - 3) Revisar las conexiones desde y hacia la tarjeta.

Recuerde: Una mala alimentación por parte de la batería, ocasiona daños en la misma.

- **No se conecta a la red**
 - 1) Comprobar que la red a la cual está conectado funcione correctamente.

- 2) Descartar daño del router.
- 3) Revisar las conexiones desde y hacia la tarjeta.

Recuerde: El sistema de comunicación o la interfaz entre el robot y el usuario es mediante una página web de manera inalámbrica.

- **El robot no hace los movimientos solicitados**

Si observa que el robot realiza movimientos involuntarios o no solicitados, procure reiniciar el sistema y espere unos 15 minutos antes de volver a utilizar

INFORMACION UTIL PARA EL MANTENIMIENTO

Antes de realizar el mantenimiento correctivo del robot asegúrese de saber que dispositivos forman parte.

Tarjeta: Raspberry pi 3 Modelo B

Cámara: con infrarrojo para Raspberry de 5.0MP OV5647

SD CARD: Tarjeta class 10 o superior mínimo de 8GB

Micrófono: mini para Raspberry con entrada USB

Alimentación tarjeta: Batería li-po de 7,4V/3,3mAh marca TURNIGY

Alimentación motores: Batería 9V marca SONY o similar