

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y**  
**Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**



**ROBOT MÓVIL PARA DETECCIÓN DE PERSONAS EN LUGARES  
INACCESIBLES FRENTE A DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD  
AREQUIPA: CASO SISMOS**

Tesis presentada por los Bachilleres:

**Choquehuanca Huaracallo, Ronald**  
**Llaiqui Lobon, Luis Miguel**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero de Sistemas**

Asesora:

**Mg. Rosas Paredes, Karina**

**Arequipa - Perú**

**2020**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS

INFORME DICTAMEN DE BORRADOR TESIS

VISTO

El Borrador de TESIS titulado:

Robot móvil para detección de personas en lugares incómodos  
frente a discapacitados netedores en la ciudad Arequipa : caso  
Sismos.

Presentado por (el) (la) (los) Bachiller (es):


Choquehuenca Nvaracallo Ronald  
Maqui Lobon Luis Miguel


Nuestro dictamen es:

Procedente

OBSERVACIONES:

Arequipa, 10 de dic de 2019

  
1566  
K. Ross

  
JNG. FREDY DELGADO  
1026

## PRESENTACIÓN

Sr. Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Sres. Miembros del Jurado

De conformidad con las disposiciones del reglamento de grados y títulos de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas, remitimos a vuestra consideración el estudio de investigación titulado “ROBOT MÓVIL PARA DETECCIÓN DE PERSONAS EN LUGARES INACCESIBLES EN LA CIUDAD AREQUIPA: CASO SISMOS”, el mismo que de ser aprobado nos permitirá optar por el título profesional de Ingeniería de Sistemas.

Arequipa, enero del 2020

Ronald Choquehuanca Huaracallo

Luis Miguel Llaiqui Lobon

## DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas para seguir adelante y guiarme en mi camino, a mis padres, Victor y Feliciano, por todo el apoyo, así como ser el ejemplo y mi fuerza en todo momento; por estar conmigo y alentarme en todo momento.

*Ronald Choquehuanca Huaracallo*

A mis Padres Marina Lobon Mobon y Lorenzo Llaiqui Ccama. Muchas gracias por apoyarme en esta etapa de formación de mi vida. Ustedes son mis amigos, mis compañeros y todo lo que representa mi mundo. El amor más grande que alberga mi corazón es el que siento por ustedes.

**Luis Miguel Llaiqui Lobon**

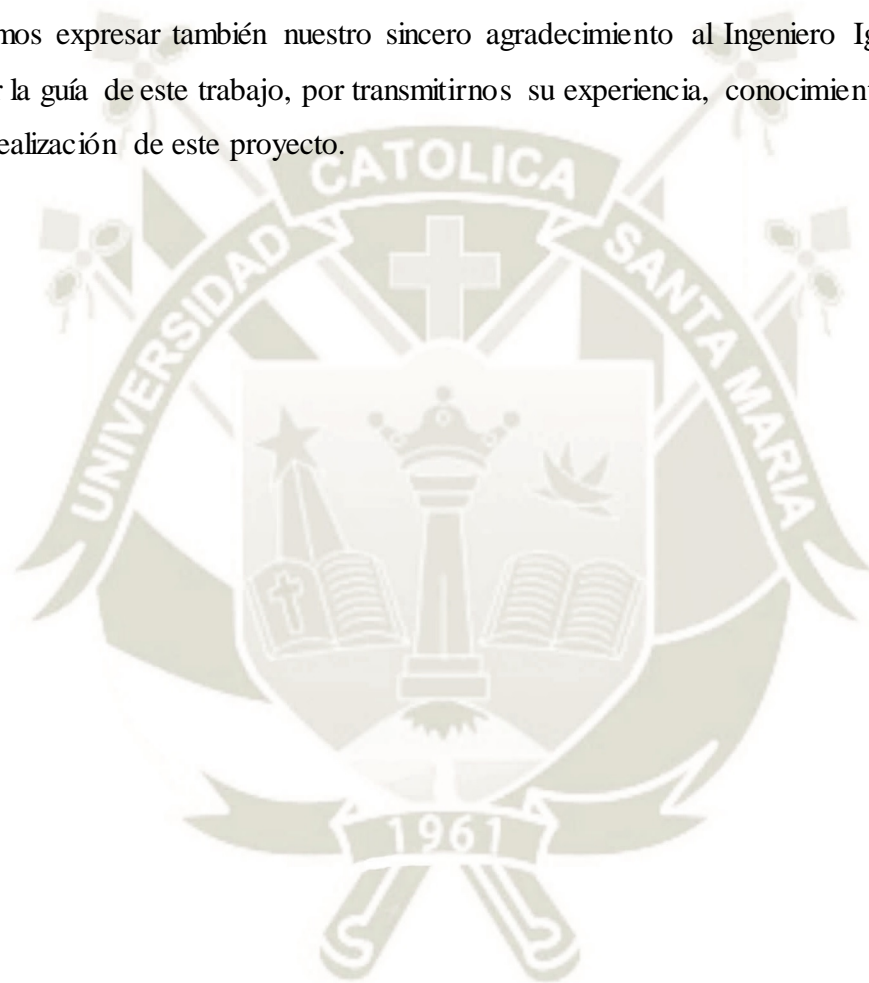
## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiarnos en este trayecto en la universidad darnos la fuerza necesaria para el término de la tesis.

A nuestros padres por todo el apoyo incondicional y fomentarnos los buenos valores.

Agradecemos de una forma muy especial a nuestra asesora Ingeniera Karina Rosas por sus consejos, apoyo y dedicarnos su valioso tiempo para la realización del presente trabajo.

Queremos expresar también nuestro sincero agradecimiento al Ingeniero Igor Zeballos Paz, por ser la guía de este trabajo, por transmitirnos su experiencia, conocimientos y motivación en la realización de este proyecto.



## RESUMEN

Según Hernando Talavera, Presidente Ejecutivo del Instituto Geofísico del Perú [IGP, 2014], se está acumulando una gran cantidad de energía que será liberada en esta parte del sur de Perú. En caso de que ocurriese provocará varios derrumbes de los edificios que podría afectar gravemente a la población.

Arequipa ha sufrido las consecuencias de los acontecimientos naturales, el 14 de agosto del 2016 se ha registrado en la provincia de Caylloma un sismo de una magnitud de 5.2 grados, dejando como resultado cuatro pérdidas humanas debido que las casas se derrumbaron por ser estas de adobe. El 12 de enero de 2017 hubo otro sismo de magnitud de 4.2 grados en el mismo lugar con las mismas consecuencias.

La tesis propone una alternativa después de un sismo, a través de la construcción de un Robot Móvil, así como la programación en un lenguaje de software libre, el cual, al ser implementado con la tecnología actual, ayudará a la ubicación y evitará el incremento de personas desaparecidas.

Para ello se toma como base un Robot Móvil, con un microcontrolador de la marca Arduino Mega, el que utilizara una placa Arduino Uno para su control de manera remota y comunicación con el Robot, controlado por Radio Frecuencia desde un punto base al Robot, el mismo que nos facilitara la búsqueda de personas, así también se incluirá sensores que le faciliten la autonomía del robot para mejorar su funcionamiento y sacarle mayor provecho al dispositivo.

**Palabra Clave:** Robot Móvil, Sismo, Arduino, Sensores, Comunicación, Radio Frecuencia

## ABSTRACT

According to Hernando Talavera, who is President Executive of Institute Geophysics from Peru, said that there is a great amount of energy which will be throw out in this place, if it happen it will damage several building which could impact Arequipa's people.

Arequipa has suffer the consequence of those natural event's. In 14<sup>th</sup> August of 2016 a earthquake of magnitude 5.2 was register in Caylloma as result four people dead because of houses collapse. Besides, in 12<sup>th</sup> January of 2017 there was another earthquake of magnitude 4.2 which had the same consequence.

The thesis proposes an alternative after the telluric movement. The construction of a robot movil, as well as programming in software free being implemented with technology from now, this will help find people in that place, in order to increase missing persons.

For this, is used robot movil, with a microcontroller ARDUINO MEGA, the will used a board ARDUINO UNO for it is control remote and communication with the robot movil, controlled by radio frequency from a command center. that will facilitate the search the people this will include sensors, that facilitates the autonomy of robot movil for the better it an operation and get more out of the device.

**Key words:** Mobile robot, Earthquake, Arduino, Sensors, Communication, Radio Frequency

## INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Arequipa, la población vive en constantes movimientos telúricos provocado por causas naturales, una muestra de ello es el ocurrido el 14 de agosto del 2016 que azotó la provincia de Caylloma; estos sumados a los producidos por el hombre, tal como es el ocurrido el 19 de enero del 2017 en el distrito de Acari provincia de Caraveli y el último que ocurrió el primero de marzo del 2019 en la provincia de Azángaro con una magnitud de 7.0 en la escala de Richter. Según estudios se estima que probablemente a futuro ocurra un sismo con mayor intensidad que los anteriores.

La población crece cada día más y obliga que la gente viva en edificios o construcciones donde no hubo un estudio de suelo, que son puntos de alto riesgo, debido a que son construidas sin hacer un estudio de suelo, y Perú al ser un país de constantes movimientos telúricos, carecen de procedimientos de evacuación ante un desastre de esta magnitud.

Otra circunstancia es que los movimientos son impredecibles, como se puede suscitar en el día o en la noche siendo este último el de mayor riesgo, ya que las personas no están preparadas para dicho evento a esa hora de la noche.

En la actualidad contamos con tecnologías que nos pueden ayudar a evitar pérdidas humanas, la forma de manejar dichas tecnologías para la ubicación de una persona atrapada por el desastre, así como otros datos para una buena toma de decisiones para los rescatistas; los cuales al ser implementadas en conjunto nos brindan una mejora no solo en la ciudad de Arequipa sino en cualquier parte del Perú donde ocurra un desastre.

En este trabajo propone la opción de disminuir y agilizar el tiempo de rescate de vidas humanas, a través de la implementación de un dispositivo electrónico.

En el Primer Capítulo se define el problema, los objetivos, la viabilidad de la investigación del proyecto, la justificación, límites y alcances del proyecto y el nivel de la investigación. En el Segundo Capítulo se muestra el Estado de Arte, y se desarrolla el Marco Teórico del Proyecto. En el Tercer Capítulo se muestra el Diseño, desarrollo y programación del Robot Móvil. En el Cuarto Capítulo se muestra las pruebas realizadas como las pruebas funcionales de los sensores instalados en el robot, así como también los resultados. Finalmente se presenta las conclusiones después de las pruebas realizadas por el mismo dispositivo y las recomendaciones para futuros trabajos.



## ÍNDICE

DEDICATORIA	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I .....	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO .....	1
1.1. TÍTULO DEL PROYECTO .....	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL.....	2
1.3.2. PROBLEMA SECUNDARIO.....	2
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.4.1. GENERAL.....	2
1.4.2. ESPECÍFICOS.....	2
1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.5.1. ECONÓMICA.....	3
1.5.2. TÉCNICA.....	3
1.5.3. OPERATIVA.....	3
1.6. JUSTIFICACIÓN, ALCANCES Y LIMITACIONES .....	3
1.6.1. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.6.2. ALCANCES .....	3
1.6.3. LIMITACIONES .....	4
1.7. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.8. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. ESTADO DE ARTE.....	5
2.2. MARCO CONCEPTUAL .....	8
2.2.1. ELECTRÓNICA BASICA.....	8
2.2.1.1. Ley de OHM .....	8
2.2.1.2. RESISTENCIAS .....	9
2.2.1.3. GENERADORES .....	10
2.2.2. MICROCONTROLADORES .....	11

2.2.2.1.	DEFINICIÓN DE MICROCONTROLADOR .....	11
2.2.2.2.	COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR .....	11
2.2.3.	ARDUINO .....	12
2.2.3.1.	ESTRUCTURA DEL ARDUINO .....	13
2.2.3.2.	ENTORNO DE DESARROLLO .....	13
2.2.4.	SENSORES .....	14
2.2.4.1.	CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES .....	14
2.2.5.	ROBÓTICA .....	14
2.2.5.1.	DEFINICIÓN .....	14
2.2.5.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS ROBOTS .....	15
2.2.6.	PROGRAMACIÓN .....	21
2.2.6.1.	DEFINICIÓN .....	21
2.2.7.	SISTEMAS .....	23
2.2.7.1.	DEFINICIÓN .....	23
2.2.7.2.	SISTEMA INFORMÁTICO .....	23
2.2.7.3.	SISTEMAS INTELIGENTES .....	24
2.2.8.	COMUNICACIÓN .....	24
2.2.8.1.	DEFINICIÓN .....	24
2.2.8.2.	ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN .....	25
2.2.8.3.	COMUNICACIÓN MEDIANTE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS .....	26
2.2.9.	SISMO Y SUS CONSECUENCIAS .....	27
2.2.9.1.	DEFINICIÓN .....	27
2.2.9.2.	TIPOS DE SISMOS .....	29
2.2.9.3.	ESCALAS .....	29
2.2.9.4.	SISMOS EN EL PERU .....	30
CAPÍTULO III .....		32
3.	DISEÑO .....	32
3.1.	ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO .....	32
3.2.	DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA .....	32
3.3.	FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES DEL ROBOT MÓVIL .....	34
3.3.1.	CHASIS DEL ROBOT TD-300 .....	34
3.3.2.	ARDUINO UNO .....	35
3.3.3.	ARDUINO MEGA .....	36
3.3.4.	DRIVER L298N .....	38

3.3.5.	PLACA DE POTENCIA .....	39
3.3.6.	MODULOS DE RADIO NRF2401 CON ANTENA .....	39
3.3.7.	SENSORES .....	41
3.3.7.1.	SENSOR DE SONIDO.....	41
3.3.7.2.	SENSOR DE ULTRASONIDO O SENSOR ULTRASÓNICO.....	42
3.3.8.	ARDUINO JOYSTICK SHIELD .....	42
3.3.9.	RADIO 3DR TELEMETRY .....	43
3.3.10.	SERVOMOTOR 9G.....	44
3.3.11.	MINICAMARA DE VIDEO Q7 .....	44
3.3.12.	COMPUTADORA PORTÁTIL .....	45
3.3.13.	BATERIAS DE LITIO DE 3.7 v.....	45
3.3.14.	PORTABATERIAS DE LITIO .....	45
3.3.15.	RESISTENCIAS.....	46
3.3.16.	DIODOS LED .....	46
3.3.17.	CABLES CONECTORES PARA PROTOBOARD M/M, M/H, H/H .....	47
3.4.	COSTOS DE LOS MATERIALES .....	48
3.5.	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL ROBOT .....	49
3.5.1.	MECANISMO DEL ROBOT.....	49
3.5.1.1.	CHASIS DEL ROBOT .....	49
3.5.2.	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CAMARA .....	57
3.5.3.	MECANISMO DEL ROBOT MÓVIL .....	60
CAPÍTULO IV .....		72
4.	PRUEBAS Y RESULTADOS .....	72
4.1.	PRUEBAS .....	72
4.1.1.	ESCENARIO 1:.....	72
4.1.2.	ESCENARIO 2:.....	75
4.1.3.	ESCENARIO 3:.....	78
4.2.	RESULTADOS .....	79
4.2.1.	MOVIMIENTO .....	79
4.2.2.	PRUEBA DE SONIDO .....	81
4.2.3.	PRUEBA DE CAMARA.....	82
4.2.4.	PRUEBA DE GPS .....	82
4.2.5.	PRUEBA DEL SOFTWARE .....	83
4.2.6.	PRUEBA FINAL.....	83

CONCLUSIONES .....	88
RECOMENDACIONES .....	89
BIBLIOGRAFÍA .....	90
ANEXOS .....	94
ANEXO A CÓDIGO DEL ROBOT .....	97



## ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 2. 1 Ley de Ohm .....	9
Figura 2. 2 Resistencias en serie .....	9
Figura 2. 3 Resistencias en Paralelo .....	10
Figura 2. 4 Generadores de Corriente Continua .....	10
Figura 2. 5 Generadores de Corriente Alterna .....	11
Figura 2. 6 Microcontrolador .....	11
Figura 2. 7 Microcontrolador y sus componentes .....	12
Figura 2. 8 Estructura del Arduino .....	13
Figura 2. 9 Entorno de Desarrollo .....	13
Figura 2. 10 Imagen Robot .....	15
Figura 2. 11 Robot Industrial.....	16
Figura 2. 12 Robot de Servicio .....	16
Figura 2. 13 Robot de Servicio .....	17
Figura 2. 14 Nano Robots .....	17
Figura 2. 15 Robot Antropomórfico .....	18
Figura 2. 16 Robot con Ruedas.....	18
Figura 2. 17 Robot con Cadena .....	19
Figura 2. 18 Robot con Patas .....	19
Figura 2. 19 Robot Humanoide .....	20
Figura 2. 20 Robot Transformable.....	21
Figura 2. 21 Lenguajes de Programación .....	23
Figura 2. 22 Sistemas informáticos .....	24
Figura 2. 23 Elementos Básicos de un Sistema de Comunicación .....	25
Figura 2. 24 Elementos de un Sistema de Comunicación Eléctrico .....	26
Figura 2. 25 Elementos activos durante un sismo .....	28
Figura 2. 26 Sismo en su mayor magnitud .....	28
Figura 3. 1 Diagrama de bloques del sistema .....	33
Figura 3. 2 Foto frontal de chasis del robot .....	34
Figura 3. 3 Foto lateral de chasis del robot.....	35
Figura 3. 4 Arduino Uno.....	35
Figura 3. 5 Arduino Mega .....	37
Figura 3. 6 Driver L298 .....	39

Figura 3. 7 Placa de Potencia.....	39
Figura 3. 8 Modulo NRF2401 con antena .....	40
Figura 3. 9 Esquema de conexión de protoboard .....	41
Figura 3. 10 Sensor de Sonido .....	41
Figura 3. 11 Sensor Ultrasónico .....	42
Figura 3. 12 Arduino Joystick Shield .....	43
Figura 3. 13 GPS NEO-7M .....	43
Figura 3. 14 Servomotor 9g .....	44
Figura 3. 15 Mini cámara de Video Q7 .....	44
Figura 3. 16 Computadora portátil.....	45
Figura 3. 17 Baterías de Litio .....	45
Figura 3. 18 Portabaterías de Litio .....	46
Figura 3. 19 Resistencia.....	46
Figura 3. 20 Diodos LED.....	46
Figura 3. 21 Cables conectores para Protoboard M/M .....	47
Figura 3. 22 Muestra Final del Robot (Cambiar imagen Final) .....	49
Figura 3. 23 Rueda de Rodamiento .....	50
Figura 3. 24 Rueda Motriz.....	51
Figura 3. 25 Motor de Engranaje .....	52
Figura 3. 26 Pista de Tanque Crawler .....	52
Figura 3. 27 Cara lateral del robot .....	53
Figura 3. 28 Rueda Motriz del Tanque .....	54
Figura 3. 29 Rueda de Rodamiento del Tanque .....	54
Figura 3. 30 Incorporación de una rueda al Tanque .....	55
Figura 3. 31 Regulación de la rueda al Tanque .....	55
Figura 3. 32 Muestra final de la incorporación de las ruedas al Tanque .....	55
Figura 3. 33 Instalación de la Rueda Motriz.....	56
Figura 3. 34 Incorporación de las ruedas al chasis del Tanque .....	56
Figura 3. 35 Instalación de la pista Crawler al tanque.....	56
Figura 3. 36 Parte frontal del tanque .....	57
Figura 3. 37 Encendiendo la cámara.....	57
Figura 3. 38 Luz de Encendido de la cámara.....	58
Figura 3. 39 Aplicativo de la cámara .....	58
Figura 3. 40 Sincronización del celular a la cámara .....	59

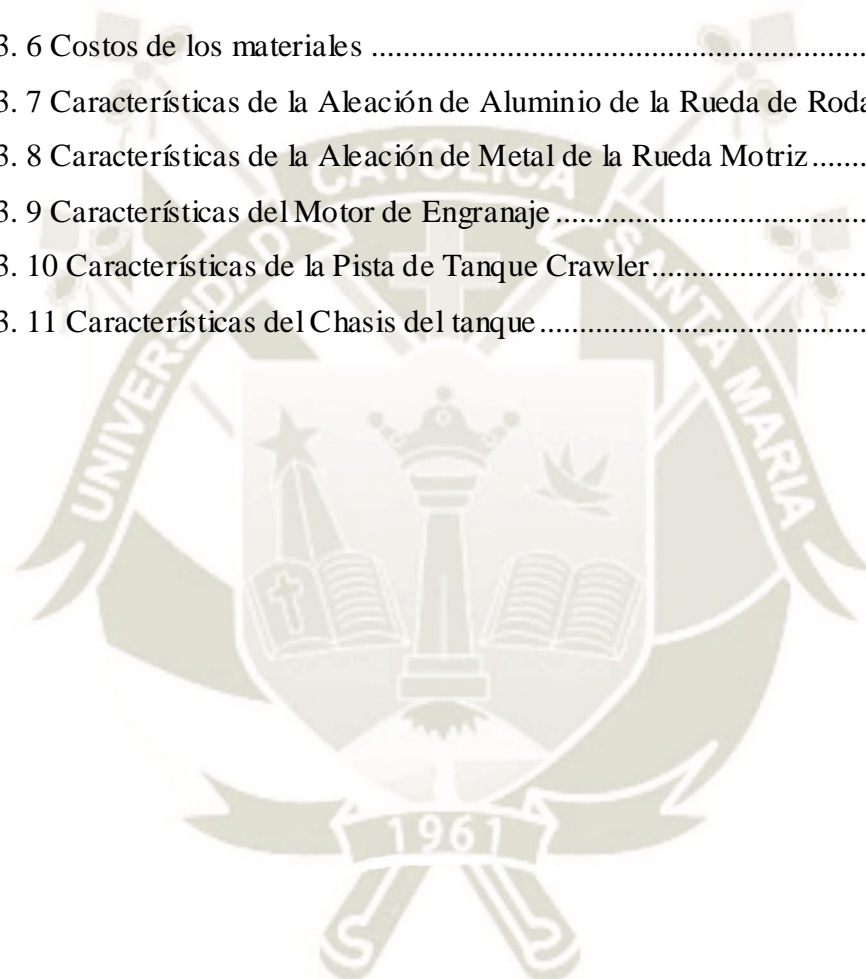
Figura 3. 41 Prueba de la cámara Q7 .....	59
Figura 3. 42 Incorporación de la placa Arduino al Case .....	60
Figura 3. 43 Incorporación de la placa Arduino al Tanque .....	61
Figura 3. 44 Incorporación del driver al Tanque .....	61
Figura 3. 45 Incorporación de los motores del Tanque .....	62
Figura 3. 46 Conexión del driver a los motores del Tanque .....	62
Figura 3. 47 Prueba del movimiento de las ruedas del Tanque .....	63
Figura 3. 48 Conexión del Arduino al driver .....	63
Figura 3. 49 Incorporación de las baterías al Tanque .....	64
Figura 3. 50 Verificación de voltaje (1).....	64
Figura 3. 51 Verificación de voltaje (2).....	65
Figura 3. 52 Prueba del robot .....	65
Figura 3. 53 Verificación de la rueda Motriz .....	66
Figura 3. 54 Ajustando la rueda Motriz.....	66
Figura 3. 55 Verificación de la rueda Motriz .....	67
Figura 3. 56 Prueba del funcionamiento de los sensores RF .....	67
Figura 3. 57 Prueba del funcionamiento del sensor Sonido .....	68
Figura 3. 58 Programación de Joystick.....	68
Figura 3. 59 Prueba del Joystick .....	69
Figura 3. 60 Muestra del robot y sensores (Parte 1) .....	69
Figura 3. 61 Muestra del robot y sensores (Parte 2) .....	70
Figura 3. 62 Muestra Final del robot – Vista Frontal .....	70
Figura 3. 63 Muestra Final del robot – Vista Lateral .....	71
Figura 3. 64 Muestra Final del Robot – Vista Posterior .....	71
Figura 4. 1 Ubicación prueba 1 .....	72
Figura 4. 2 Escenario Prueba 1 .....	73
Figura 4. 3 Prueba de movimiento en el Escenario 1 – Terreno Liso (1).....	73
Figura 4. 4 Prueba de movimiento en el Escenario 1 – Terreno Liso (2).....	74
Figura 4. 5 Ubicación prueba 2.....	75
Figura 4. 6 Escenario Prueba 2 .....	75
Figura 4. 7 Prueba de movimiento Escenario 2 – Terreno no asfaltado (1) .....	76
Figura 4. 8 Prueba de movimiento Escenario 2 – Terreno no asfaltado (2) .....	77
Figura 4. 9 Prueba de movimiento Escenario 2 – Terreno no asfaltado (3) .....	77
Figura 4. 10 Prueba de movimiento Escenario 3 – Terreno desnivelado (1) .....	78

Figura 4. 11 Prueba de movimiento Escenario 3 – Terreno desnivelado (2) .....	78
Figura 4. 12 Prueba de movimiento Escenario 3 – Terreno desnivelado (3) .....	79
Figura 4. 13 Prueba de movimiento – Escenario Liso .....	79
Figura 4. 14 Prueba de movimiento – Escenario desnivelado .....	80
Figura 4. 15 Prueba del Sensor Ultrasónico – Escenario desnivelado .....	81
Figura 4. 16 Prueba del Sensor de Sonido .....	81
Figura 4. 17 Prueba de Cámara.....	82
Figura 4. 18 Prueba de la Radio 3DR Telemetry.....	82
Figura 4. 19 Prueba Final (1) .....	83
Figura 4. 20 Prueba Final (2) .....	84
Figura 4. 21 Prueba de Robot - Sensores (1) .....	84
Figura 4. 22 Prueba de Robot – Sensores (2) .....	85
Figura 4. 23 Prueba de Robot – Sensores (3) .....	85
Figura 4. 24 Prueba del Robot – Sensores (4) .....	86
Figura 4. 25 Prueba de Robot – Sensores (5) .....	86
Figura 4. 26 Prueba de Robot – Sensores (6) .....	87
Figura 4. 27 Prueba de Robot – Sensores (7) .....	87



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Magnitud y efectos de un sismo .....	30
Tabla 3. 1 Características del Microcontrolador Arduino Uno .....	36
Tabla 3. 2 Características del Microcontrolador Arduino Mega .....	37
Tabla 3. 3 Comparación de placas Arduino más utilizados .....	38
Tabla 3. 4 Diagrama de conexión de un módulo NRF2401 con Antena .....	40
Tabla 3. 5 Características del Sensor de Sonido .....	42
Tabla 3. 6 Costos de los materiales .....	48
Tabla 3. 7 Características de la Aleación de Aluminio de la Rueda de Rodamiento .....	50
Tabla 3. 8 Características de la Aleación de Metal de la Rueda Motriz .....	51
Tabla 3. 9 Características del Motor de Engranaje .....	52
Tabla 3. 10 Características de la Pista de Tanque Crawler .....	53
Tabla 3. 11 Características del Chasis del tanque .....	53



## CAPÍTULO I

### 1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

#### 1.1. TÍTULO DEL PROYECTO

“Robot Móvil para detección de personas en lugares inaccesibles en la ciudad Arequipa: caso sismos”

#### 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Debido a los desastres naturales ocurridos en la ciudad de Arequipa en los últimos tiempos, específicamente sismos en Arequipa, la población en muchos casos, no se encuentra debidamente preparada para dichos eventos.

Esta parte de la región del Perú es propensa a varios movimientos telúricos ya que al encontrarse en el Cinturón de Fuego del Pacífico hacen que la carga de los sismos sea constante y con mayor magnitud, y lo que esto provoca es un derrumbe a veces con finales violentos en la cual la población no está preparada.

A esto se le suma el poco o limitado apoyo del Estado hacia la población, debido a que no se cuenta con un plan de evacuación después del sismo.

En consecuencia, podría existir personas atrapadas ocurrido un desastre de gran magnitud, algunas de ellas con recursos limitados y con poco tiempo para la sobrevivencia frente a esta situación.

La población no está preparada frente a un sismo de alto grado lo que provocaría pánico, el cual generaría más desesperación y pérdidas de más vidas humanas, tal es el caso de las vidas perdidas en el terremoto del 2001 el sábado 23 de junio con epicentro a 82 kilómetros de la localidad de Ocoña, otro suscitado en Caylloma el 14 de agosto del 2016, otro terremoto ocurrido en Ica(Pisco) el 15 de agosto del 2007 donde hubo numerosas pérdidas de vidas humanas, según datos obtenidos de El Comercio.

La presente Tesis pretende dar solución a través del diseño y programación del Robot Móvil basado en el lenguaje Arduino, el cual permitirá aprovechar los sensores incorporados para el rescate de personas extraviadas en caso ocurriese dicho desastre.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL**

¿Cómo un Robot Móvil Puede Detectar Personas En Lugares Inaccesibles en La Ciudad Arequipa específicamente para los casos de Sismos?

#### **1.3.2. PROBLEMA SECUNDARIO**

¿Cómo demostrar el funcionamiento automático del dispositivo mecánico?

¿Cómo demostrar el funcionamiento manual del dispositivo mecánico?

¿Cómo se evaluará al robot en diferentes cambios físicos en un escenario de sismos?

¿Cómo ubicaríamos a una persona extraviada en un escenario de difícil acceso?

¿Cómo se evaluaría el rendimiento del robot y la estación de trabajo en un escenario?

### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. GENERAL**

Desarrollar un robot móvil para detección de personas en lugares inaccesibles en la ciudad Arequipa basado en open hardware.

#### **1.4.2. ESPECÍFICOS**

- Desarrollar un aplicativo para el funcionamiento autónomo del dispositivo mecánico.
- Implementar funciones para la detección de personas mediante el sonido.
- Realizar las pruebas de movimiento y exploración del robot: en el modo manual mediante la cámara incorporada y autónomo mediante el sensor.
- Obtener las coordenadas de la trayectoria realizadas por el robot al momento de encontrar una persona extraviada, mediante el GPS instalado en el dispositivo mecánico.
- Demostrar la confiabilidad del robot móvil en lo referido al movimiento, exploración y envío de datos a la estación de trabajo.

## **1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. ECONÓMICA**

Se cuenta con los recursos económicos necesarios para solventar el presente trabajo de investigación, por parte de los tesisistas.

### **1.5.2. TÉCNICA**

Se cuenta con la capacitación y conocimientos académicos para resolver el problema.

### **1.5.3. OPERATIVA**

Medios bibliográficos, Internet, bibliotecas y otras universidades con infraestructura, laboratorios, entre otros.

## **1.6. JUSTIFICACIÓN, ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.6.1. JUSTIFICACIÓN**

Anteriormente las tecnologías no eran utilizadas para el rescate de las personas, debido a que dichas tecnologías eran muy costosas, así como también no existía personal capacitado para su utilización.

Hoy en día aparecieron nuevos dispositivos electrónicos que integrados en un dispositivo móvil puede cumplir un determinado objetivo, llegando a donde el ser humano no llegue físicamente o tiene dificultades para llegar a un determinado lugar.

Unido a lo anterior, el creciente desarrollo de la robótica en el país, presenta una gran oportunidad para el desarrollo comercial a nivel local.

### **1.6.2. ALCANCES**

Zonas inaccesibles de la ciudad de Arequipa, donde no se cuente con tecnologías inalámbricas o en otros lugares de difícil acceso para el ser humano.

En esta investigación se pondrá a prueba el nivel de mejora a través de la implementación de un robot móvil controlado por las señales de Radiofrecuencia, donde no pueda llegar el ser humano, sin embargo, se tendrá que considerar los factores que lograrían que dicho proyecto sea mínimo en el nivel de eficiencia, en casos de sismos ocurridos en ciertos lugares de la ciudad Arequipa.

### 1.6.3. LIMITACIONES

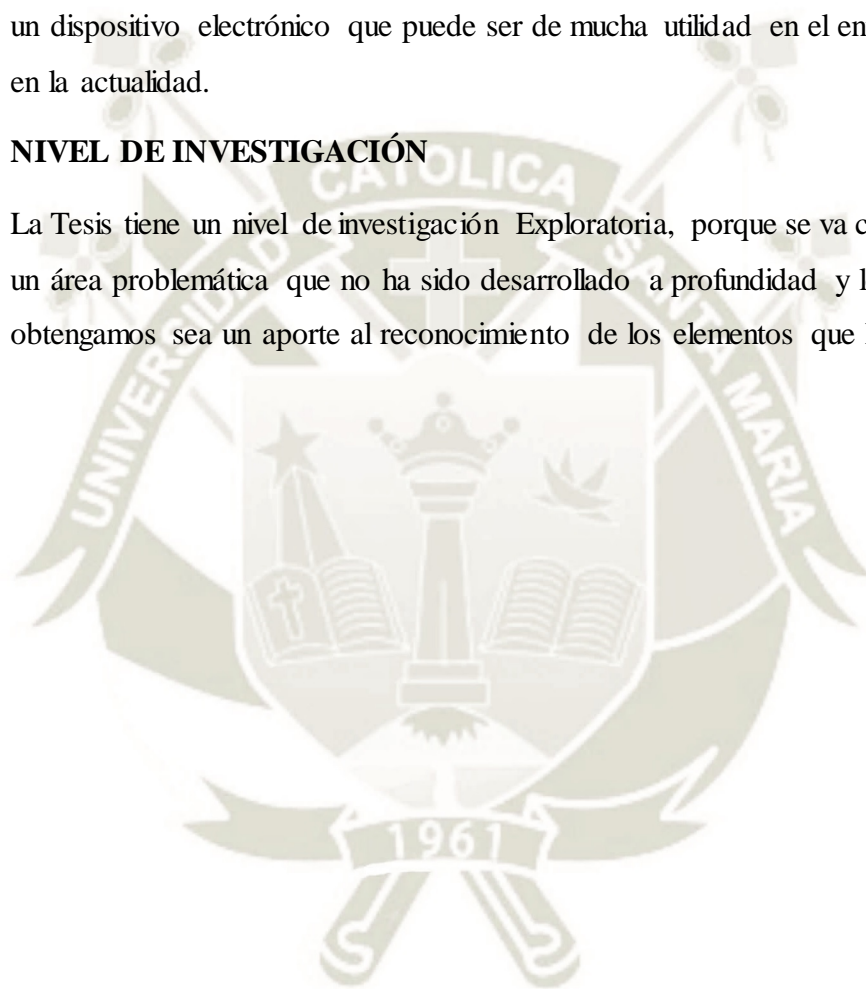
El robot no podrá cumplir su objetivo en casos de inundaciones e incendios debido a que sus materiales no son resistentes al agua y a altas temperaturas.

### 1.7. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La Tesis se centra en una investigación Aplicada, porque nos vamos a centrar en encontrar mecanismos o estrategias que nos permitan alcanzar un objetivo concreto, un dispositivo electrónico que puede ser de mucha utilidad en el entorno que se vive en la actualidad.

### 1.8. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La Tesis tiene un nivel de investigación Exploratoria, porque se va centrar en estudiar un área problemática que no ha sido desarrollado a profundidad y los resultados que obtengamos sea un aporte al reconocimiento de los elementos que lo integran.



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ESTADO DE ARTE

A medida que pasan los años las tecnologías van ayudando en los procesos de facilitar la actividad de las personas con equipos que hacen que el aprendizaje sea de fácil aprovechamiento para nosotros. Pero existe la necesidad de las personas de llegar a zonas donde no tienen acceso o tienen dificultad para acceder a ciertos lugares alejados o peligrosos, por eso las tecnologías pueden ayudarnos, pudiendo interactuar con ese lugar que se encuentren al otro lado, usando los dispositivos electrónicos que ayudarían bastante en el apoyo para rescate de un ser vivo.

**Título:** “Desarrollo de una plataforma robótica móvil para la búsqueda posterior a un sismo, y mitigación de incendios de baja escala.”

**Autor:** Luis Miguel Sánchez Muyulema

**Año:** 2017

**Descripción:** Propone un robot móvil contra incendios y derrumbes con dimensiones 1m x 0.75m y con un peso de 60 kg, al que tiene un brazo mecánico al que se le incorpora un extintor para mitigar incendios. El robot será controlado por Arduino y la comunicación es por radiofrecuencia (Sanchez Muyulema, 2017).

**Título:** “Diseño e implementación del prototipo de un robot para exploración de edificaciones y localización de personas en casos de derrumbes”

**Autor:** Jorge Mite Labre y Luis Uquillas Mendoza

**Año:** 2016

**Descripción:** Proponen un robot móvil para desastres después de un derrumbe, la tecnología empleada para la comunicación es el Wifi. Utiliza el computador de placa reducida Raspberry Pi al cual se le añadió un sensor de gas y una cámara de PlayStation para su manejo y funcionamiento (Mite Labre & Uquillas Mendoza, 2016).

**Título:** “Diseño y construcción de un robot móvil tele operado para la asistencia en operaciones de alto riesgo del Cuerpo de Bomberos”

**Autor:** Geovanny Argudo Cobos y Adrian Arpi Saldaña

**Año:** 2012

**Descripción:** Proponen el desarrollo de un robot móvil para la asistencia en operaciones de alto riesgo para el cuerpo de bomberos en ciudades. El objetivo del robot es ser empleado en incendios ya que tiene un material resistente a altas temperaturas, donde no se pone en riesgo la vida del bombero. En cuanto a sus dimensiones son de 0.5 m de ancho x 0.75 de largo resisten caídas hasta de 4 metros y temperaturas hasta de 400 °C (Argudo Cobos & Arpi Saldaña, 2012).

**Título:** “Desarrollo de un sistema de control de un robot móvil”

**Autor:** Carlos Jimenez Jimenez

**Año:** 2017

**Descripción:** Propone un robot móvil explorador al que está incorporado un sensor laser Hokuyo, el cual le permitirá saber la trayectoria del robot, incorporado al computador de placa reducida Raspberry Pi, y un conjunto de sensores ultrasónicos para su libre trayectoria, se le incluirá una cámara que le brindara una visión remota de zonas o lugares que pueden ser peligrosos para las personas (Jimenez Jimenez, 2017).

**Título:** “Diseño y construcción de un robot móvil con identificación por RF de espacios del entorno”

**Autor:** Irene Molina Holgado

**Año:** 2015

**Descripción:** Propone un robot móvil con múltiples sensores con funciones específicas para una casa, la cual puede ser empleada para la vigilancia, navegación y visualización de los datos recogidos por el robot. La navegación del robot se puede utilizar de forma manual o autónoma. La forma autónoma del robot será con la ayuda de sensores de infrarrojo y los sensores de ultrasonido (Molina Holgado, 2015).

**Título:** “Instrumentar un robot teleoperado para labores de inspección en zonas de acceso restringido”

**Autor:** Rafael Tana Guamanquishpe

**Año:** 2016

**Descripción:** Propone un robot móvil de exploración para zonas de acceso restringido, será controlado mediante radiofrecuencias desde un control remoto y así mismo recibe información de video sobre el terreno donde se está desplazando el robot, tales como Luminosidad, distancia, alerta de gases de CO<sub>2</sub> (Tana Guamanquishpe, 2016).

**Título:** “Implementación Robótica basada en exploración ambiental con integración remota a través de comunicación inalámbrica”

**Autor:** Isidro Flores Arcentales

**Año:** 2014

**Descripción:** Propone un robot móvil explorador que tomará datos de diferentes ubicaciones, mediante los sensores evaluará la temperatura, humedad y la iluminación del medio ambiente mediante el cual será enviada a una estación para su proceso a futuro. El Robot será controlado por medio de ondas de radiofrecuencias (Flores Arcentales, 2014).

**Título:** “Navegación autónoma de un robot móvil dentro de entornos real/virtual”

**Autor:** Dante Mujica

**Año:** 2008

**Descripción:** Propone el diseño e implementación de un controlador lógico difuso para dotar de inteligencia y autonomía a un robot móvil. El controlador difuso, el cual se basa en la evasión de objetos y recuperación de trayectoria, posee un mecanismo para combinar información proveniente de sensores ultrasónicos con expresiones odometricas para estimar la posición del robot, así como coordinar el comportamiento del robot para alcanzar una meta (Mujica, 2008).

**Discusión:**

A comparación de los proyectos anteriores, se pretende hacer un robot móvil, utilizando los microcontroladores Arduino, los que tienen mayores funcionalidades



de la familia de la electrónica, usando el lenguaje propio de Arduino. El robot se le añadirá una cámara que permitirá hacer la exploración del entorno para ver su accesibilidad de dicho lugar y para facilitar la búsqueda de personas después de un desastre, también contará con sensores como son el ultrasónico y el de sonido que le permitirán la autonomía del robot. El robot también contará con un dispositivo de GPS el que permitirá brindarnos la ubicación de la persona desaparecida frente al desastre la que será enviada a una estación de trabajo para su posterior toma de decisiones para su rescate.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. ELECTRÓNICA BASICA**

Es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción y almacenamiento de información. Esta información puede consistir en voz o música (señales de voz) en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un ordenador o computadora (Aguilera Nieves, 2011).

#### **2.2.1.1. Ley de OHM**

La Ley de Ohm establece que “la intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo (Aranzabal Olea, 2001).

Se puede expresar matemáticamente en la siguiente fórmula o ecuación:

$$I = V/R$$

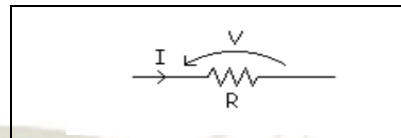
Donde:

I = Intensidad en amperios (A)

V = Diferencia de potencial en voltios (V)

R = Resistencia en ohmios ( $\Omega$ )

*Figura 2. 1 Ley de Ohm*



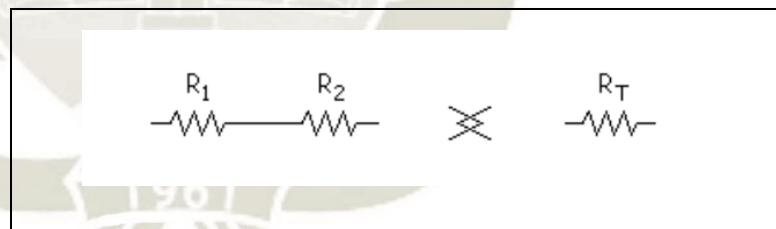
*Fuente: Uned, 2001*

## 2.2.1.2. RESISTENCIAS

### 2.2.1.2.1. RESISTENCIAS EN SERIE

Dos o más resistencias en serie (que les atraviesa la misma intensidad) es equivalente a una única resistencia cuyo valor es igual a la suma de las resistencias (Aranzabal Olea, 2001).

*Figura 2. 2 Resistencias en serie*

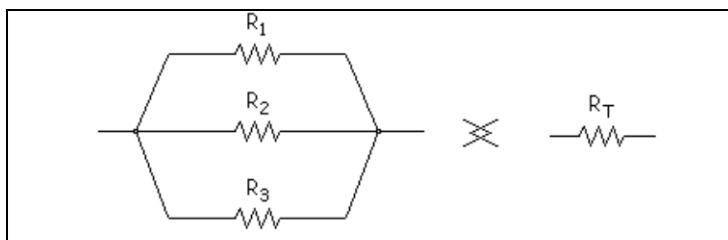


*Fuente: Uned, 2001*

### 2.2.1.2.2. RESISTENCIAS EN PARALELO

Cuando tenemos dos o más resistencias en paralelo (que soportan la misma tensión), pueden ser sustituidas por una resistencia equivalente (Aranzabal Olea, 2001).

*Figura 2. 3 Resistencias en Paralelo*



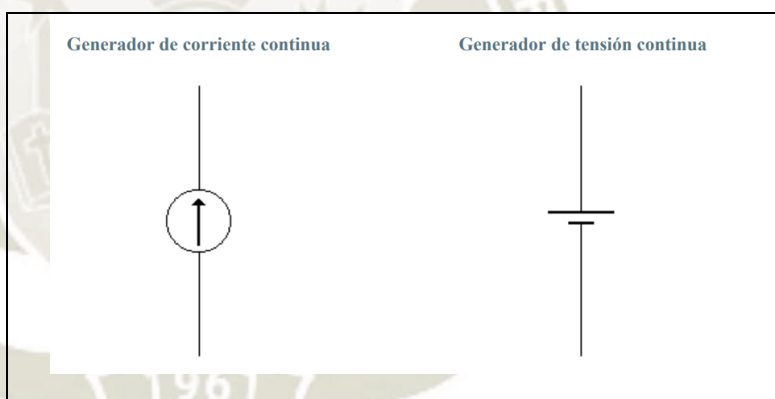
Fuente: Uned, 2001

### 2.2.1.3. GENERADORES

#### 2.2.1.3.1. GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA

Pueden ser tanto fuentes de corriente como de tensión, y su utilidad es suministrar corriente o tensión, respectivamente de forma continua (Aranzabal Olea, 2001).

*Figura 2. 4 Generadores de Corriente Continua*

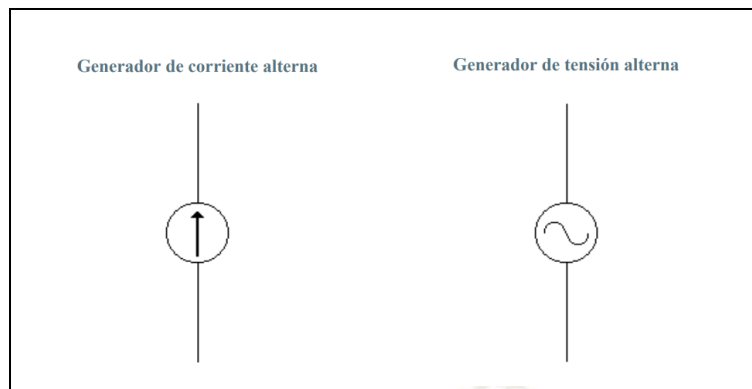


Fuente: Uned, 2001

#### 2.2.1.3.2. GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA

Pueden ser tanto fuentes de corriente como de tensión, y su utilidad es suministrar corrientes o tensiones, respectivamente de forma alterna (por ejemplo: de forma senoidal, de forma triangular, de forma cuadrada entre otros) (Aranzabal Olea, 2001).

*Figura 2. 5 Generadores de Corriente Alterna*



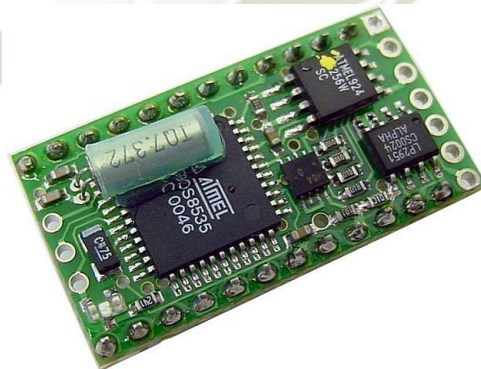
Fuente: Uned, 2001

## 2.2.2. MICROCONTROLADORES

### 2.2.2.1. DEFINICIÓN DE MICROCONTROLADOR

Un controlador es un dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. En la actualidad todos aquellos elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual es denominado MICROCONTROLADOR, el cual consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón de un circuito integrado. Este chip no necesita de otros componentes especializados para su aplicación debido a que todos los circuitos necesarios ya están incorporados (Melo, 2015).

*Figura 2. 6 Microcontrolador*



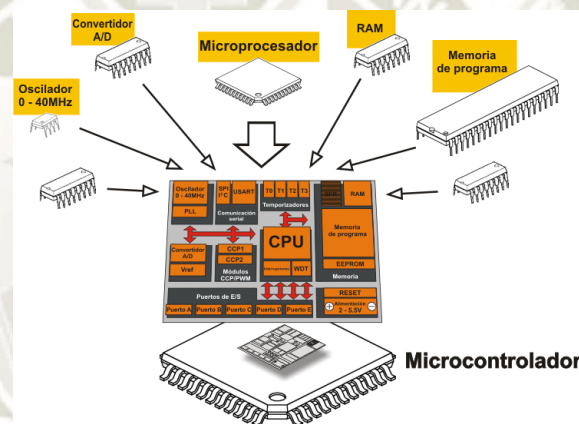
Fuente: Tecnopatafisica.com, 2019

### 2.2.2.2. COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR

Un Microcontrolador está compuesto de un grupo elementos que pueden variar entre uno y otro modelo, sin embargo, tienen algunos componentes en común tales como:

- A. PROCESADOR O CPU:** Que es el cerebro del chip, se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación, así como la búsqueda de operandos y el almacenamiento del resultado.
- B. MEMORIA:** Debe ser un parte ROM, para contener el programa de instrucciones y una RAM, para guardar las variables y los datos.
- C. PUERTAS E/S:** Que soportan las líneas de Entrada/Salida que comunican el computador interno con los periféricos exteriores.
- D. RELOJ PRINCIPAL:** Los impulsos del reloj son utilizados en la sincronización de todas las operaciones del sistema (Melo, 2015).

Figura 2. 7 Microcontrolador y sus componentes



Fuente: Tecnopatafisica.com, 2019

### 2.2.3. ARDUINO

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios (Amangandi, 2012).

Arduino es una plataforma de hardware y software de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing. Es decir, una plataforma de código abierto para prototipos electrónicos. Al ser open source, tanto su diseño como su distribución, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin necesidad de licencia (Amangandi, 2012).

### 2.2.3.1. ESTRUCTURA DEL ARDUINO

*Figura 2. 8 Estructura del Arduino*



Fuente: Tecnopatafisica.com, 2019

### 2.2.3.2. ENTORNO DE DESARROLLO

Para programar la placa es necesario descargarse de la página web de Arduino el entorno de desarrollo (IDE). Se dispone de versiones para Windows y para MAC, así como las fuentes para compilarlas en LINUX. En la siguiente figura se muestra el aspecto del entorno de programación (Amangandi, 2012).

*Figura 2. 9 Entorno de Desarrollo*



Fuente: Jamangandi, 2012

Lo primero que tenemos que hacer para comenzar a trabajar con el entorno de desarrollo de arduino es configurar las comunicaciones entre la placa Arduino y el PC. Para ello deberemos abrir en el menú “Tools” la opción

“Serial Port”. En esta opción deberemos seleccionar el puerto serie al que está conectada nuestra placa. En Windows, si desconocemos el puerto al que está conectado nuestra placa podemos descubrirlo a través del Administrador de dispositivos (Puertos COM & LPT/ USB Serial Port) (Amangandi, 2012).

#### 2.2.4. SENSORES

Un sensor es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular (Molina, 2015).

##### 2.2.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

Los sensores de interés para la manufactura se pueden clasificar como sigue:

- **Sensores mecánicos:** para medir cantidades como posición, forma, velocidad, fuerza, torque, presión, vibración, deformación y masa.
- **Sensores eléctricos:** para medir voltaje, corriente, carga y conductividad.
- **Sensores magnéticos:** para medir campo, flujo y permeabilidad magnética.
- **Sensores térmicos:** para medir temperatura, flujo, conductividad y calor específico.
- Otros tipos como acústicos, ultrasónicos, químicos, ópticos, de radiación, láser y de fibra óptica (Emilio, 2010).

#### 2.2.5. ROBÓTICA

##### 2.2.5.1. DEFINICIÓN

La robótica es la ciencia encaminada a diseñar y construir aparatos y sistemas capaces de realizar tareas propias de un ser humano. Es una tecnología multidisciplinar, ya que hace uso de los recursos que le proporcionan otras ciencias, ya que en el proceso de diseño y construcción de un robot intervienen muchos campos pertenecientes a otras ramas de la ciencia. Con esta definición tan general, la palabra ‘robótica’ cubre muchos conceptos diferentes, pero todos giran en torno a la misma idea (Alvarez, 2010).

*Figura 2. 10 Imagen Robot*



Fuente: Jamangandi, 2012

La informática, la electrónica, la mecánica y la ingeniería son solo algunas de las disciplinas que se combinan en la robótica. El objetivo principal de la robótica es la construcción de páginas o artefactos que funcionen de manera automática y que realicen trabajos dificultosos o imposibles para los seres humanos (Alvarez, 2010).

#### **2.2.5.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ROBOTS**

##### **2.2.5.2.1. ROBOT INDUSTRIAL DE MANIPULACIÓN**

Una máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, normalmente en una posición fija o en movimiento a través de raíles. El entorno de trabajo de estos robots es completamente estructurado, esto es, que las condiciones del entorno están completamente bajo control, lo que simplifica enormemente las tareas a realizar (Robotica, 2016).



*Figura 2. 11 Robot Industrial*

Fuente: Jamangandi, 2012

#### **2.2.5.2.2. ROBOT DE INVESTIGACIÓN**

En los laboratorios de investigación de muchas Universidades, podemos encontrar una gran variedad de robots, desde robots de brazo articulados, robots móviles, robots humanoideos, etc. Normalmente estos robots son equipos específicos de investigación, sin una aplicación concreta, mientras que, en otras ocasiones, los robots son consecuencia de determinados proyectos de investigación públicos y privados con una aplicación concreta (Robotica, 2016).

*Figura 2. 12 Robot de Investigación*

Fuente: innova spain, 2019

#### **2.2.5.2.3. ROBOTS MILITARES**

Son robots con aplicaciones militares específicas en los que podemos encontrar un gran abanico de morfologías. Suelen ser robots que asisten o guían al ejército en operaciones especiales (Robotica, 2016).

*Figura 2. 13 Robot de Servicio*

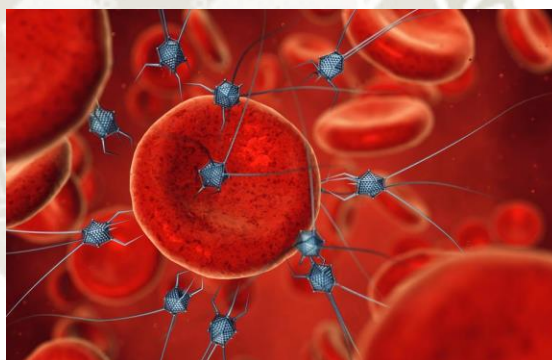


Fuente: innova spain, 2019

#### **2.2.5.2.4. NANO ROBOTS**

Son robots con nanotecnología que se insertan en el cuerpo humano con el objetivo de combatir determinados tipos de enfermedades, por ejemplo, los tumores cancerígenos (Robotica, 2016).

*Figura 2. 14 Nano Robots*



Fuente: Libertaddigital, 2019

#### **2.2.5.2.5. ROBOTS ANTROPOMÓRFICOS**

Son robots manipuladores con forma de brazo, por lo general con 6 o más grados de libertad (DOF) y que suelen incorporar una muñeca articulada para controlar la orientación de la herramienta (normalmente con 3 DOFs) y el resto de articulaciones para posicionar la herramienta en el espacio Cartesiano (Robotica, 2016).

*Figura 2. 15 Robot Antropomórfico*

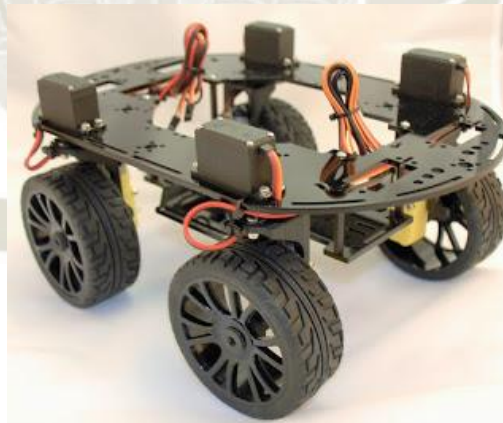


Fuente: Libertaddigital, 2019

#### **2.2.5.2.6. ROBOTS CON RUEDAS**

Son el tipo de robot móvil más común, se utilizan frecuentemente para el transporte de materiales, mercancías y/o personas. Las ruedas proporcionan a este tipo de robot una movilidad con una alta eficiencia (relación entre la distancia recorrida y la energía empleada), pero suelen estar restringidos a entornos cuya superficie es por lo general plana o con poco irregulares (Robotica, 2016).

*Figura 2. 16 Robot con Ruedas*



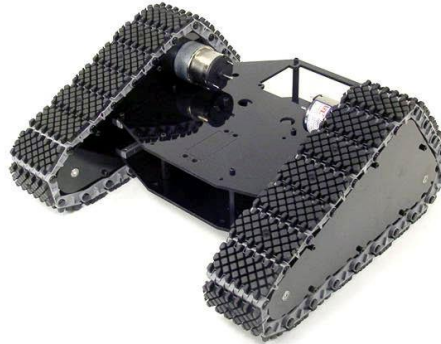
Fuente: androminarobot, 2019

#### **2.2.5.2.7. ROBOTS ORUGAS O CON CADENA**

Los robots con cadenas no son más que robots con ruedas que giran de forma síncrona. Su peculiar estructura los hace muy adecuados para moverse por terrenos irregulares con una buena eficiencia, aunque menor que los robots con ruedas tradicionales. Este tipo de robots suele moverse

grandes distancias en línea recta por para girar necesitan necesariamente deslizar sus ruedas y pierden eficiencia (Robotica, 2016).

*Figura 2. 17 Robot Oruga*



Fuente: superrobotica, 2019

#### **2.2.5.2.8. ROBOTS CON PATAS O ZOOMÓRFICOS**

Los robots con patas o zoomórficos se asemejan a la morfología de los animales terrestres con patas tales como las arañas. Al igual que los robots humanoides, tienen una baja eficiencia en su movilidad, pero son capaces de adaptarse a la perfección en terrenos irregulares (Robotica, 2016).

*Figura 2. 18 Robot con Patas*

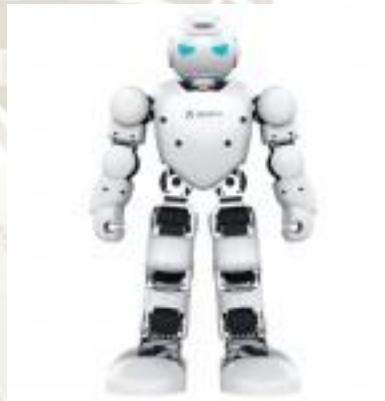


Fuente: superrobotica, 2019

#### 2.2.5.2.9. ROBOTS HUMANOIDES O ANDROIDES

Los robots humanoides asemejan la morfología humana. Dado su grado de complejidad en el control de este tipo de robots, los avances han sido lentos en sus inicios, si bien en la actualidad encontramos numerosos robots humanoides con capacidades de aprendizaje que les han dotado de una mejor autonomía y control. Los robots humanoides no son eficientes en cuanto a su movilidad, pero su principal ventaja es que pueden adaptarse a la perfección para adaptarse al entorno humano, sin necesidad de disponer adaptaciones específicas (Robotica, 2016).

*Figura 2. 19 Robot Humanoide*



Fuente: superrobotica, 2019

#### 2.2.5.2.10. ROBOTS TRANSFORMABLES

Son robots que pueden cambiar su apariencia o forma en otro tipo de objeto. Este tipo de robot ha sido tradicionalmente visto como un juguete que puede transformarse en objetos, máquinas, animales, humanoides, etc. Hoy día, los robots transformables tienen un campo de aplicación en aquellos lugares en los que, por el tipo de aplicación, requieren un cambio en el medio físico, como por ejemplo los robots anfibios (transformación entre coche y barco) (Robotica, 2016).

*Figura 2. 20 Robot Transformable*

Fuente: superrobotica, 2019

## 2.2.6. PROGRAMACIÓN

### 2.2.6.1. DEFINICIÓN

La Programación Informática es el proceso por medio del cual se diseña, codifica, limpia y protege el código fuente de programas computacionales. A través de la programación se dictan los pasos a seguir para la creación del código fuente de programas informáticos. De acuerdo con ellos el código se escribe, se prueba y se perfecciona (ConceptoDefinicion, 2016).

El objetivo de la programación es la de crear software, que después será ejecutado de manera directa por el hardware de la computadora, o a través de otro programa. La programación se guía por una serie de reglas y un conjunto pequeño de órdenes, instrucciones y expresiones que tienden a parecerse a una lengua natural acotada. El lenguaje de programación, son todas aquellas reglas o normas, símbolos y palabras particulares empleadas para la creación de un programa y con él, ofrecerle una solución a un problema determinado (ConceptoDefinicion, 2016).

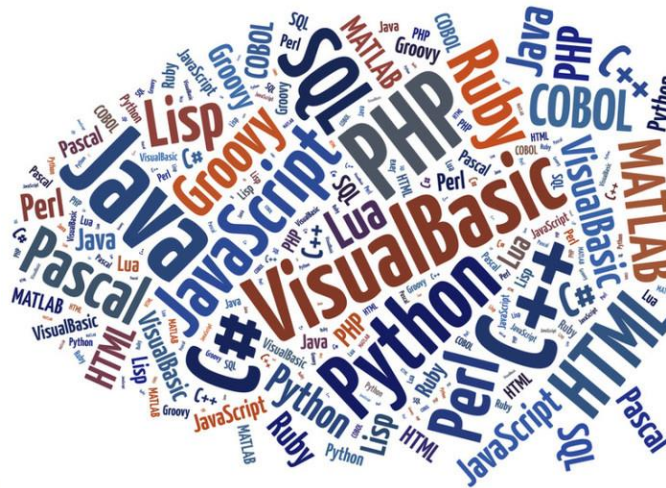
El lenguaje de programación es el responsable de que la computadora siga paso a paso las órdenes que el programador ha diseñado en el algoritmo. Con esto se entiende que el lenguaje de programación es una especie de intermediario entre el ordenador y el usuario, para que este último pueda darles respuesta a los problemas mediante la computadora y haciendo uso de

palabras (funciones), que le interpretan dicho programa al computador para la realización de ese trabajo (ConceptoDefinicion, 2016).

Ahora bien, dependiendo del lenguaje que se elija, se puede hablar del tipo de programación que se va a realizar. Algunos de ellos son:

- A. PROGRAMACIÓN SECUENCIAL:** Son aquellos programas que se diseñan con directrices que van en secuencia una detrás de la otra. Por ejemplo: Cobol, Basic.
- B. PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA:** Se considera así, cuando la programación es diseñada por módulos. Cada módulo realiza una tarea en especial, y cuando se requiera de esa tarea, sencillamente se le hace el llamado a ese módulo. Por ejemplo: Turbo Pascal, Ada, Modula.
- C. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS:** Son aquellos lenguajes que permiten la implementación de objetos dentro del diseño del mismo y el usuario podrá pegar a cada objeto un código de programa. Algunos de estos son: Java, Xml, entre otros.
- D. PROGRAMACIÓN LÓGICA O DE LENGUAJE NATURAL:** Son aquellos programas que se diseñan con interfaces, de tal manera que el usuario pueda darle órdenes a la máquina utilizando un lenguaje simple. Por ejemplo: Prolog.
- E. PROGRAMACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL:** Son aquellos programas que más se acercan a la inteligencia humana, ya que tienen la capacidad de desarrollar conocimiento. Este tipo de lenguaje trabaja de una manera muy semejante a la mente humana (ConceptoDefinicion, 2016).

Figura 2. 21 Lenguajes de Programación



Fuente: Line.do, 2019

## 2.2.7. SISTEMAS

### 2.2.7.1. DEFINICIÓN

Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizadas y relacionadas que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia (Alegsa, 2016).

Un sistema puede ser físico o concreto (una computadora, un televisor, un humano) o puede ser abstracto o conceptual (un software). Cada sistema existe dentro de otro más grande, por lo tanto un sistema puede estar formado por subsistemas y elementos, y a la vez puede ser parte de un supersistema (suprasistema). Los sistemas tienen límites o fronteras que los diferencian del ambiente. Ese límite puede ser físico (el gabinete de una computadora) o conceptual. Si hay algún intercambio entre el sistema y el ambiente a través de ese límite, el sistema es abierto, de lo contrario, el sistema es cerrado (Alegsa, 2016).

### 2.2.7.2. SISTEMA INFORMÁTICO

Un sistema informático como todo sistema, es el conjunto de partes interrelacionadas, hardware, software y de recurso humano que permite almacenar y procesar información. El hardware incluye computadoras o cualquier tipo de dispositivo electrónico inteligente, que consisten en



procesadores, memoria, sistemas de almacenamiento externo, etc. El software incluye al sistema operativo, firmware y aplicaciones, siendo especialmente importante los sistemas de gestión de bases de datos. Por último, el soporte humano incluye al personal técnico que crean y mantienen el sistema (analistas, programadores, operarios, etc.) y a los usuarios que lo utilizan (Calvopiña, 2012).

*Figura 2. 22 Sistemas informáticos*



Fuente: Line.do, 2019

### **2.2.7.3. SISTEMAS INTELIGENTES**

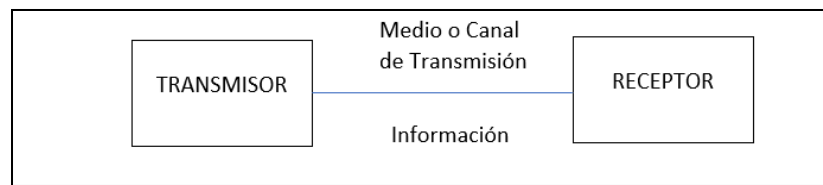
Son sistemas informáticos que simulan el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción en consecuencia de un experto humano en cualquier rama de la ciencia (Ecured, 2019).

### **2.2.8. COMUNICACIÓN**

#### **2.2.8.1. DEFINICIÓN**

La comunicación es el proceso mediante el cual se puede transmitir información de una entidad a otra. Los procesos de comunicación son interacciones mediadas por signos entre al menos dos agentes que comparten un mismo repertorio de signos y tienen unas reglas semióticas comunes (Portaleducativo, 2012).

Figura 2. 23 Elementos Básicos de un Sistema de Comunicación



Fuente: Elaboración propia

### 2.2.8.2. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN

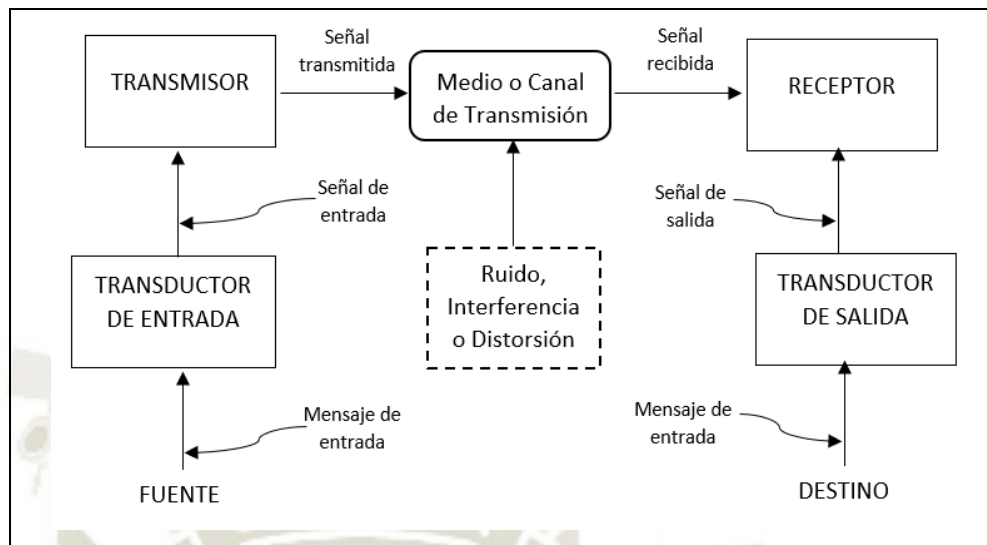
En toda comunicación existen tres elementos básicos (imprescindibles uno del otro) en un sistema de comunicación: el transmisor, el canal de transmisión y el receptor.

El **Transmisor** pasa el mensaje al canal en forma de señal. Para lograr una transmisión eficiente y efectiva, se deben desarrollar varias operaciones de procesamiento de la señal. La más común e importante es la *modulación*, un proceso que se distingue por el acoplamiento de la señal transmitida a las propiedades del canal, por medio de una onda portadora (Eveliux, 2019).

El **Canal de Transmisión** o medio es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor, siendo el puente de unión entre la fuente y el destino. Este medio puede ser un par de alambres, un cable coaxial, el aire, etc. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión se caracterizan por la *atenuación*, la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia (Eveliux, 2019).

La función del **Receptor** es extraer del canal la señal deseada y entregarla al transductor de salida. Como las señales son frecuentemente muy débiles, como resultado de la atenuación, el receptor debe tener varias etapas de *amplificación*. En todo caso, la operación clave que ejecuta el receptor es la *demodulación*, el caso inverso del proceso de modulación del transmisor, con lo cual vuelve la señal a su forma original (Eveliux, 2019).

Figura 2. 24 Elementos de un Sistema de Comunicación Eléctrico



Fuente: Elaboración propia

### 2.2.8.3. COMUNICACIÓN MEDIANTE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

#### 2.2.8.3.1. RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)

Esta tecnología se introdujo inicialmente para la identificación y seguimiento de objetos a través de pequeños chips electrónicos denominados etiquetas. Por ejemplo, el pago automático en los peajes o el SATE, el Sistema Automático de Tratamiento de Equipajes.

Se componen de un circuito integrado (almacenar y procesar información), un transductor de radio y una antena (Del Valle, 2014).

#### 2.2.8.3.2. BLUETOOTH

Bluetooth es una tecnología estándar para el intercambio de datos a través de distancias cortas creando redes de área personal. Utiliza transmisiones de radio de onda corta en la banda 2400 hasta 2480 MHz. Se suele utilizar para la conexión entre pares de dispositivos (Del Valle, 2014).

#### 2.2.8.3.3. ZIGBEE

Se basa en el estándar IEEE 802.15.4. Es un estándar abierto para abordar las necesidades únicas de bajo costo, redes inalámbricas de bajo consumo para la comunicación entre dispositivos (maquina a máquina o redes M2M). Tiene un mayor alcance hasta de 300 metros (Del Valle, 2014).

#### **2.2.8.3.4. WIFI**

La más conocida de todas y la más utilizada en los hogares. Utiliza el Estándar IEEE 802.11x. La principal ventaja sobre otras tecnologías es que esta conexión es muy fácil de establecer (Del Valle, 2014).

#### **2.2.8.3.5. ENLACES DE RADIOFRECUENCIA (RF LINK)**

Los enlaces de radiofrecuencia son pequeños y baratos, proporciona un alcance de comunicaciones entre 100 metros y 1 km dependiendo de la potencia de transmisión y de la antena que se utilice. Alcanza una velocidad de datos hasta 1 Mbps (Del Valle, 2014).

#### **2.2.8.3.6. REDES MOVILES**

Se tiene muchos estándares con esta tecnología como son: GPRS, 3G, 4G. Proporcionan una conectividad directa a Internet a diferentes velocidades según la tecnología, desde 80 Kbps de la GPRS a unos pocos Mbps de la 3G y 4G. Debido a la complejidad del protocolo, la codificación de la información y los requisitos de señal alta de recepción esta tecnología tiene un alto consumo de batería (Del Valle, 2014).

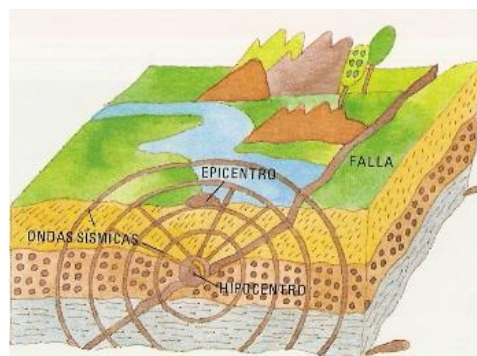
### **2.2.9. SISMO Y SUS CONSECUENCIAS**

#### **2.2.9.1. DEFINICIÓN**

Sismo se denomina a una sacudida de la tierra que consiste en una serie de vibraciones en la superficie como consecuencia del movimiento de las capas interiores de la tierra. La palabra, como tal, deriva de seísmo, que a su vez proviene del griego σεισμός (seismós), que significa ‘sacudida’.

Los sismos son fenómenos geológicos que se producen periódicamente. Ocurren debido al movimiento de las placas tectónicas que, al desplazarse, deslizarse, colisionar o deformarse, genera energía que es liberada en forma de temblor. A este tipo de sismos se los clasifica como sismos tectónicos (Significados, 2019).

*Figura 2. 25 Elementos activos durante un sismo*

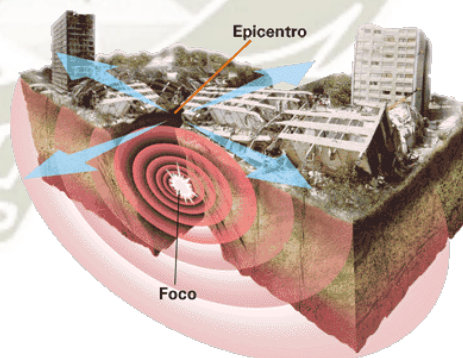


Fuente: Cienciageografica

Los sismos también pueden ser provocados por procesos volcánicos en los cuales la liberación de magma hacia la superficie genera sacudidas sísmicas en la tierra. Asimismo, otros procesos, como los movimientos de laderas o el hundimiento de cavidades cársticas pueden provocar sismos.

Los sismos son estudiados por una rama de la geofísica conocida como sismología. El sitio en que se siente con mayor intensidad el sismo se llama foco o hipocentro, y se encuentra ubicado en el interior de la tierra. Su proyección en la superficie terrestre, por su parte, recibe el nombre de epicentro (Significados, 2019).

*Figura 2. 26 Sismo en su mayor magnitud*



Fuente: Significados, 2019

Algunas consecuencias de los sismos para la vida humana son las rupturas del suelo, la destrucción del patrimonio material, así como muertes, incendios, maremotos, tsunamis y deslizamientos de tierra. Anualmente, en el mundo ocurren más de trescientos mil sismos perceptibles, aunque la gran mayoría

de ellos no produzca pérdidas ni daños materiales. De hecho, solo un bajísimo porcentaje de ellos son significativos (Significados, 2019).

Los sismos no pueden ser pronosticados, ni el lugar donde van a ocurrir, ni su magnitud, ni el momento. Por ello, son siempre repentinos, inesperados, y si vivimos en una zona de alto riesgo sísmico, debemos estar siempre preparados para saber qué hacer en caso de ocurrencia de un terremoto (Significados, 2019).

### **2.2.9.2. TIPOS DE SISMOS**

Podemos clasificar los sismos, según el tipo de movimiento que presenten, como oscilatorios o trepidatorios.

#### **2.2.9.2.1. SISMO OSCILATORIO**

Es aquel en que el movimiento de los temblores se presenta de forma horizontal, produciendo una especie de balanceo u oscilación, sensación parecida a la de moverse de un lado a otro (Significados, 2019).

#### **2.2.9.2.2. SISMO TREPIDATORIO**

Es aquel donde el movimiento presenta sacudidas verticales, es decir, de arriba abajo. Este tipo de movimiento puede ocasionar que las cosas sean lanzadas al aire (Significados, 2019).

### **2.2.9.3. ESCALAS**

Para medir el tamaño de un sismo se utilizan las escalas de magnitud e intensidad. La escala de Magnitud o **Richter** está relacionada con la energía liberada en forma de ondas sísmicas que se propagan a través del suelo.

Para calcular esta energía y determinar la magnitud de un temblor se realizan cálculos matemáticos basados en los registros obtenidos por los sismógrafos de diferentes estaciones. En estos registros o sismogramas se mide la amplitud máxima de las ondas y la distancia a la que se encuentra la estación del epicentro. Estos valores son introducidos a una fórmula, obteniendo así la magnitud (unionguajuato.mx, 2019).

Tabla 2. 1 Magnitud y efectos de un sismo

MAGNITUD ESCALA RICHTER	EFFECTOS DEL TERREMOTO
<b>MENOS DE 3.5</b>	Generalmente no se siente, pero se registra.
<b>3.5 A 5.4</b>	Se siente, pero sólo causa daños menores cerca del epicentro.
<b>5.5 A 6.0</b>	Ocasiona daños ligeros a edificios deficientemente construidos y otras estructuras en un radio de 10 km.
<b>6.1 A 6.9</b>	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.
<b>7.0 A 7.9</b>	Terremoto mayor. Causa graves daños a las comunidades en un radio de 100 km.
<b>8.0 O MAYOR</b>	Gran terremoto. Destrucción total de comunidades cercanas y daños severos en un radio de más de 1000 km de distancia.

Fuente: (Significados, 2016)

#### 2.2.9.4. SISMOS EN EL PERU

##### 1970

31 mayo: Huaraz. 75.000 muertos. El terremoto de 7,9 grados Richter sacudió el departamento andino de Ancash y varias ciudades de la costa comprendidas entre Lima y Trujillo.

##### 1974

3 octubre: Un terremoto de 8,1 grados cerca de la costa central de Perú.

##### 1991

4 abril: El departamento selvático de San Martín, en el noreste del país, sufre un sismo de 6,2 grados Richter y se contabilizó un centenar de muertos.

##### 1996

12 noviembre. Centro y sur de Perú. 14 muertos en un terremoto de 6,4 grados Richter.

##### 2001

23 junio: Seis departamentos del sur peruano sufrieron un movimiento telúrico de 6,9 grados que dejó 102 muertos y centenas de heridos.

7 julio Cerca de la costa de Perú se produce un terremoto de 7,1 grados.

### **2005**

25 septiembre: Un sismo de 7,5 grados Richter sacude el noroeste del país, causando cinco muertos, 70 heridos y 2.500 damnificados en la región de Moyabamba, en la Cordillera Azul de los Andes.

### **2007**

15 agosto: Un sismo de 8 grados Richter asola la costa, causando 595 muertos, 318 desaparecidos y mil heridos. Las ciudades de Pisco, Ica, Chincha y Paracas quedaron muy afectadas con 37.612 viviendas destruidas.

### **2011**

- 24 agosto: Un terremoto de 7 grados en la escala Richter con epicentro cerca de la ciudad de Pucallpa, sacude la selva central de Perú y se siente en todo el país.
- 28 octubre.: Un terremoto de 6,7 grados Richter sacude la costa central del país y deja más de 80 heridos.

### **2013**

- 25 septiembre: Un sismo de 6,9 grados Richter, con epicentro en la costa cercana a la ciudad de Acarí, sacude el centro y sur del Perú. (LaRepublica, 2013)

### **2017**

- 12 enero: Un sismo de 4.2 grados Richter, con epicentro a 33 kilómetros al sur de Chivay.

### **2019**

- 01 marzo: Un sismo de 7 grados en la escala de Richter, con epicentro a 8 kilómetros al noroeste de Azángaro (El Economista America.pe, 2019).



## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO

#### 3.1. ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO

El estudio de viabilidad del proyecto, sirve para localizar vidas humanas en un área afectada por un desastre natural para el cual está diseñado su propósito. Además del estudio de viabilidad para el robot, el que nos brindara datos para la ubicación de personas utilizando los elementos como son: Tarjeta de Control y sensores.

#### 3.2. DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SISTEMA

La representación gráfica del funcionamiento del sistema, como también la organización de las entradas y salidas, se representa en el siguiente bloque.



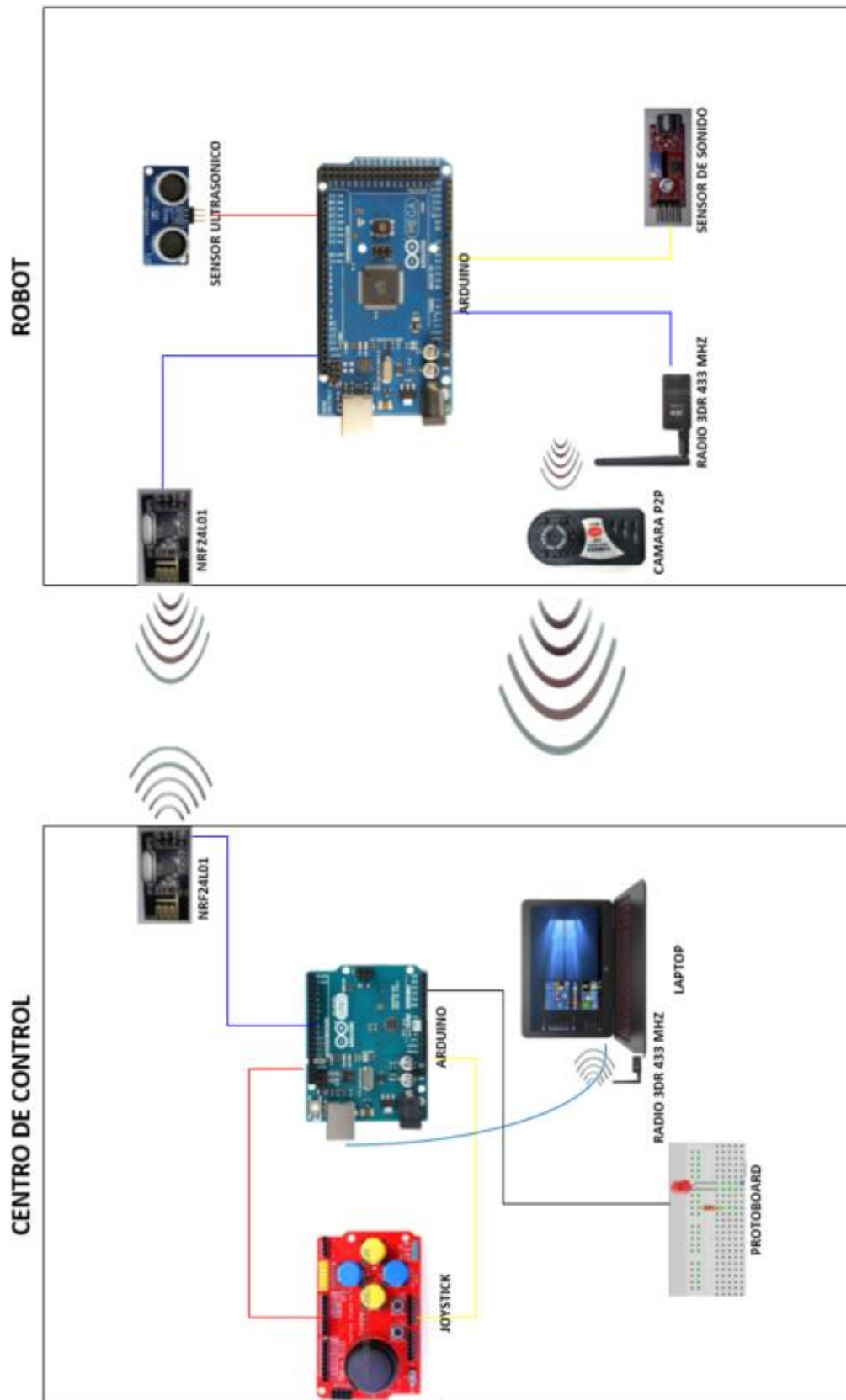


Figura 3. 1 Diagrama de bloques del sistema

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar toda la supervisión está a cargo de la computadora, ya que a ella llegara todas las actividades de los sensores y los datos capturados del lugar donde se encuentre. A la computadora va conectada un control de mando para el control manual del robot.

### 3.3. FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES DEL ROBOT MÓVIL

#### 3.3.1. CHASIS DEL ROBOT TD-300

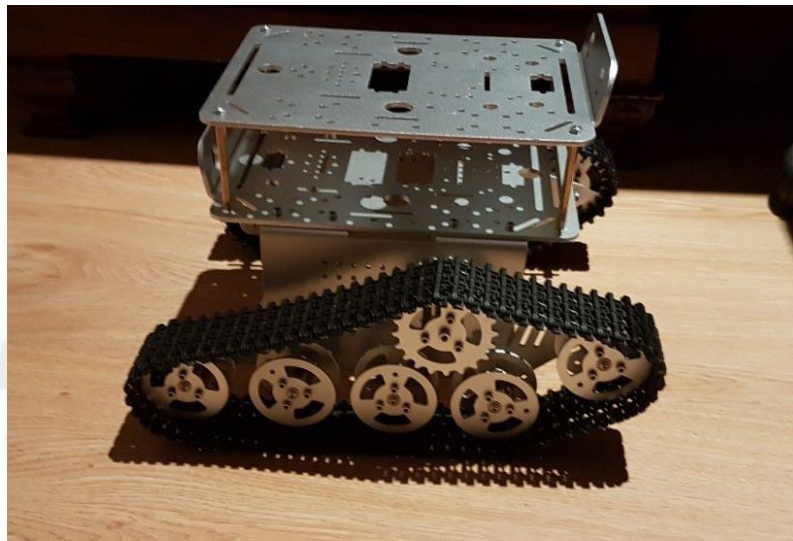
El diseño del chasis es de un tanque, tiene una estructura metálica del panel, que lo hace más resistente, posee orificios en el chasis que permite la instalación de sensores por ejemplo ultrasónico, sonido u otros, hasta un brazo mecánico. Tiene orificios reservados para el montaje de un microcontrolador por ejemplo el Arduino Mega, haciendo que la instalación sea sencilla. El chasis del robot TD-300 tiene un peso de 1.65 kg. (Leantec.es, 2019).

*Figura 3. 2 Foto frontal de chasis del robot*



*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 3. 3 Foto lateral de chasis del robot*

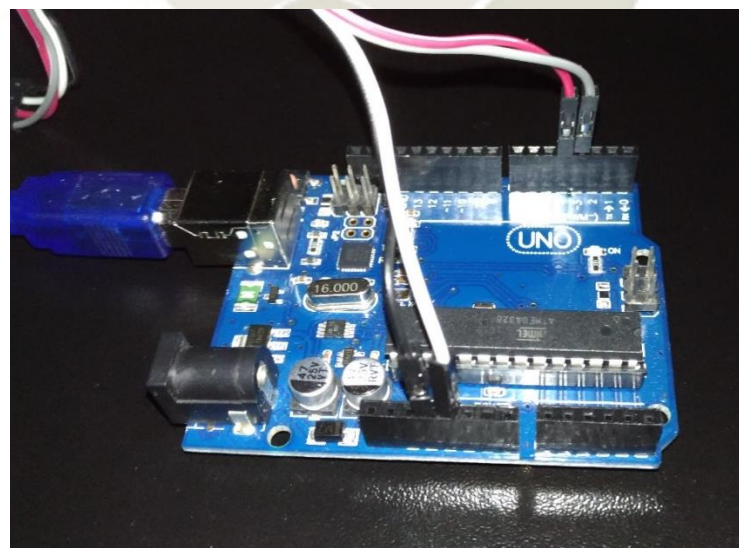


*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.2. ARDUINO UNO

El microcontrolador Arduino Uno es el controlador del Transmisor encargado de las funciones el Joystick, de los módulos de Radiofrecuencia del modo transmisor. Estará conectado a una PC para su funcionamiento en conjunto para la captura de datos.

*Figura 3. 4 Arduino Uno*



*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 3. 1 Características del Microcontrolador Arduino Uno*

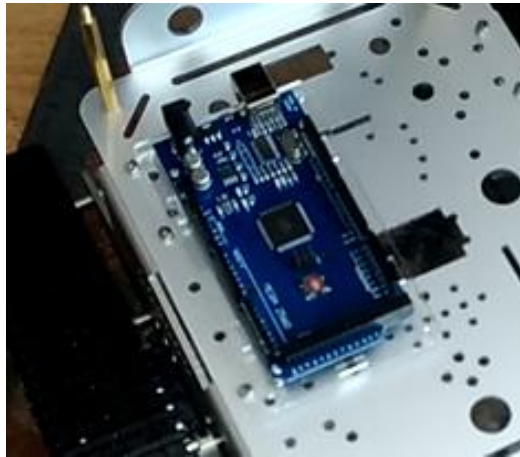
<b>Microcontrolador</b>	ATMEGA328P
<b>Alimentación</b>	5-12 VCC
<b>Frecuencia de operación</b>	16 MHz
<b>Puertos de entrada análoga</b>	6
<b>Puertos de entrada/salida digital</b>	13 (incluyendo puertos PWM)
<b>Capacidad de memoria flash</b>	32 KB
<b>SRAM</b>	2 KB
<b>EEPROM</b>	1 KB
<b>Salida PWM</b>	Si
<b>Salida de voltaje</b>	5 VCC
<b>Switch reset</b>	Si
<b>Comunicación a la PC</b>	Si
<b>Software empleado</b>	Arduino

Fuente: Leantec.es, 2019

### 3.3.3. ARDUINO MEGA

El microcontrolador Arduino MEGA es el controlador del receptor, el que está incorporado al robot móvil el cual recibirá la señal del transmisor mediante la señal del módulo de Radiofrecuencia, que a la vez alimentara y controlara las funcionalidades de los sensores incorporados al robot móvil.

*Figura 3. 5 Arduino Mega*



*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 3. 2 Características del Microcontrolador Arduino Mega*

<b>Voltaje Operativo</b>	5V
<b>Voltaje de Entrada</b>	7-12V
<b>Voltaje de Entrada(límites)</b>	6-20V
<b>Pines digitales de Entrada/Salida</b>	54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
<b>Pines análogos de entrada</b>	16
<b>Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida</b>	40 mA
<b>Corriente DC entregada en el Pin 3.3V</b>	50 mA
<b>Memoria Flash</b>	256 KB (8KB usados por el bootloader)
<b>SRAM</b>	8KB
<b>EEPROM</b>	4KB
<b>Clock Speed</b>	16 MHz

Fuente: Leantec.es, 2019

*Tabla 3. 3 Comparación de placas Arduino más utilizados*

<b>Características de Arduino</b>	<b>UNO</b>	<b>Mega 2560</b>	<b>Leonardo</b>	<b>DUE</b>
<b>Tipo de microcontrolador</b>	Atmega 328	Atmega 2560	Atmega 32U4	At91SAM3 X8E
<b>Velocidad de reloj</b>	16 MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz
<b>Pines digitales de E/S</b>	14	54	20	54
<b>Entradas analógicas</b>	6	16	12	12
<b>Salidas Analógicas</b>	0	0	0	2 (DAC)
<b>Memoria de programa (Flash)</b>	32 Kb	256 Kb	32 Kb	512 Kb
<b>Memoria de datos (SRAM)</b>	2 Kb	8 Kb	2.5 Kb	96 Kb
<b>Memoria auxiliar (EEPROM)</b>	1 Kb	4 Kb	1 Kb	0 Kb

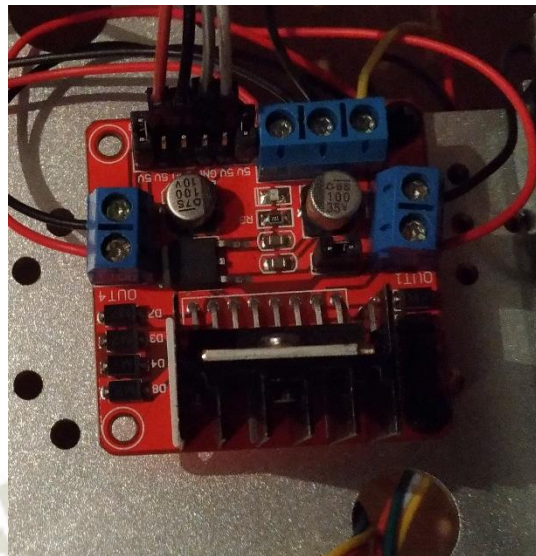
Fuente: Elaboración Propia

Se escogió para su utilización en el robot móvil la placa de Arduino MEGA debido a que esta posee 54 pines digitales que pueden funcionar como entrada o salida para incorporar más sensores por si se requiriese, a la vez cuenta con 256 Kb de memoria Flash para almacenar código el cual es una cantidad bastante grande. Además, el Arduino MEGA es una placa mas comercial que esta en venta.

#### **3.3.4. DRIVER L298N**

El driver es el regulador de los voltajes de las baterías de litio hacia los motores y a la placa Arduino MEGA la cual permitirá su funcionalidad del robot (Arduino.wordpress.com, 2019).

*Figura 3. 6 Driver L298*



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.5. PLACA DE POTENCIA

La placa de Potencia es el dispositivo que brindará una mejor administración de energía, desde las baterías hacia ciertos dispositivos externos como son los LEDs y sensores.

*Figura 3. 7 Placa de Potencia*



*Fuente: Elaboración propia*

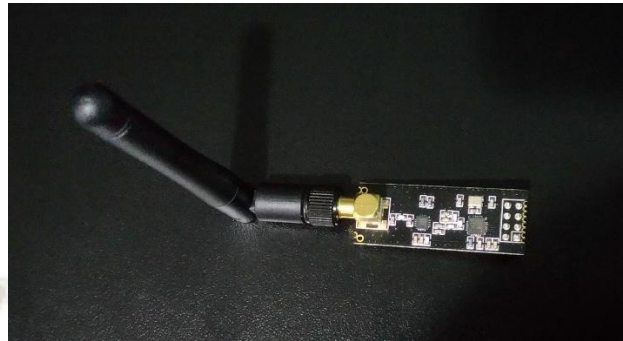
### 3.3.6. MODULOS DE RADIO NRF2401 CON ANTENA

- Son los encargados de hacer la comunicación del Transmisor en este caso el Arduino Uno y el Receptor Arduino MEGA (Gonzalez, 2019).



➤ **DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE UN MODULO NRF2401 CON ANTENA**

*Figura 3. 8 Modulo NRF2401 con antena*



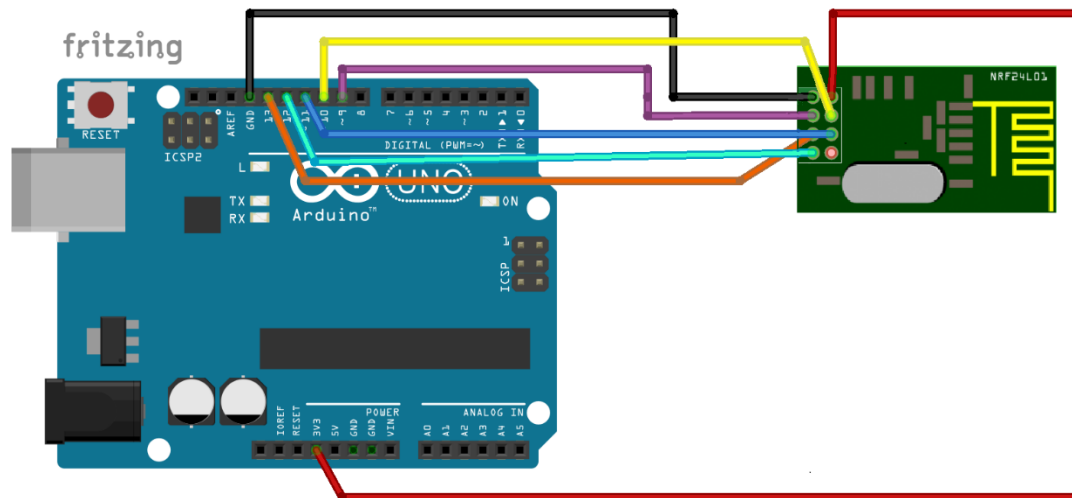
*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 3. 4 Diagrama de conexión de un módulo NRF2401 con Antena*

<b>PIN</b>	<b>NRF2401 CON ANTENA</b>	<b>ARDUINO UNO</b>	<b>ARDUINO MEGA</b>
<b>GND</b>	1	GND	GND
<b>VCC</b>	2	3.3	3.3
<b>CE</b>	3	9	9
<b>CSN</b>	4	10	53
<b>SCK</b>	5	13	52
<b>MOSI</b>	6	11	51
<b>MISO</b>	7	12	50
<b>IRQ</b>	8	2	-

Fuente: Prometec, 2019

Figura 3. 9 Esquema de conexión de protoboard



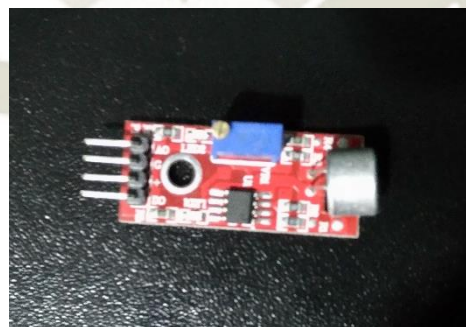
Fuente: Prometec, 2019

### 3.3.7. SENSORES

#### 3.3.7.1. SENSOR DE SONIDO

El sensor de Sonido será el encargado de capturar un ruido y a su vez enviar una señal al microcontrolador Arduino MEGA para su futura toma de decisiones (Díaz, 2016).

Figura 3. 10 Sensor de Sonido



Fuente: Elaboración propia

- **Especificaciones Técnicas**

*Tabla 3. 5 Características del Sensor de Sonido*

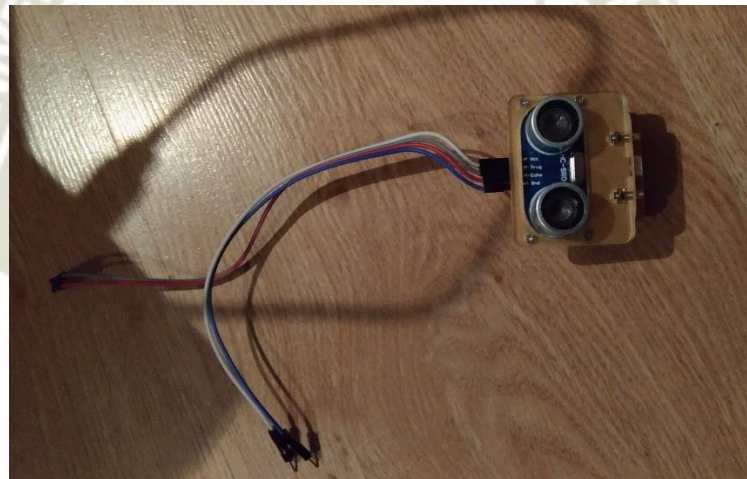
Voltaje	5V DC
Tamaño	16 mm
sensibilidad	Alta
Diámetro de fijación	3 mm
led	Alimentación, Sensor

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.7.2. SENSOR DE ULTRASONIDO O SENSOR ULTRASÓNICO

El sensor Ultrasónico será el encargado de evadir los obstáculos en el movimiento autónomo del robot (Tecnopatafisica.com, 2019).

*Figura 3. 11 Sensor Ultrasónico*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.8. ARDUINO JOYSTICK SHIELD

El Arduino Joystick Shield estará conectado al Arduino Uno y será el encargado del control manual del robot (Ibáñez Mariñelarena & Andueza Unanua, 2018).

*Figura 3. 12 Arduino Joystick Shield*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.9. RADIO 3DR TELEMETRY

La Radio 3DR Telemetry será el encargado de mostrar la ubicación del robot móvil en los distintos escenarios que se encuentre, mediante su software Mission Planner enviará en tiempo real su ubicación.

*Figura 3. 13 Radio 3DR Telemetry*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.10. SERVOMOTOR 9G

Este dispositivo sirve para el movimiento del sensor ultrasónico de izquierda a derecha, así como también mantenerlo fijo (Navarro, 2014).

*Figura 3. 14 Servomotor 9g*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.11. MINICAMARA DE VIDEO Q7

Este dispositivo es el encargado de mostrarnos el escenario en el lado del receptor que será el robot.

*Figura 3. 15 Mini cámara de Video Q7*



Fuente: Elaboración propia

#### **Características de la Mini Cámara de Video Q7**

- Video punto a punto P2P.
- Grabación distancia infinita.
- Grabación con Visión Nocturna.
- Ventajas de grabación.

- Detección de movimiento.
- Alarmas.

### 3.3.12. COMPUTADORA PORTÁTIL

Es el encargado de recibir los datos enviados del GPS por parte del Receptor. Aquí se interpretarán los datos obtenidos y se traza la trayectoria con los datos tomados por el GPS.

*Figura 3. 16 Computadora portátil*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.13. BATERIAS DE LITIO DE 3.7 v

Son la fuente de alimentación de los motores del robot y el Arduino MEGA (Arduino.wordpress.com, 2019).

*Figura 3. 17 Baterías de Litio*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.14. PORTABATERIAS DE LITIO

Las portabaterías de Litio serán las encargadas de portar las baterías de Litio con el fin de alimentar el microcontrolador y otros componentes.

*Figura 3. 18 Portabaterías de Litio*



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.15. RESISTENCIAS

Las resistencias atenuarán el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas con el fin de evitar el recalentamiento de los dispositivos electrónicos del robot.

*Figura 3. 19 Resistencia*



Fuente: Prometec, 2019

### 3.3.16. DIODOS LED

Los diodos LED serán los encargados de decepcionar una señal ante los diferentes eventos que se presenten en dicho escenario.

*Figura 3. 20 Diodos LED*

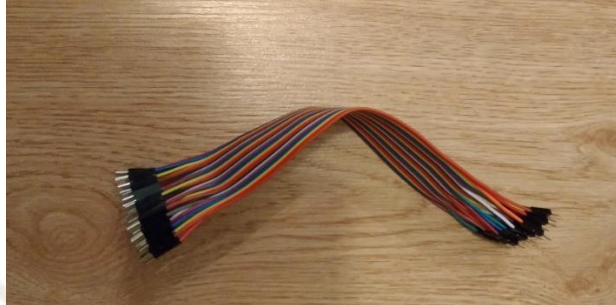


Fuente: Prometec, 2019

### 3.3.17. CABLES CONECTORES PARA PROTOBOARD M/M, M/H, H/H

Son los cables de colores que permitirán la conexión entre los dispositivos electrónicos.

*Figura 3. 21 Cables conectores para Protoboard M/M*



Fuente: Elaboración propia



### 3.4. COSTOS DE LOS MATERIALES

*Tabla 3. 6 Costos de los materiales*

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO UNITARIO S/.</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>INVERSIÓN</b>
<b>Chasis Robot TD-300</b>	320.00	1	320.00
<b>Arduino Uno</b>	30.00	1	30.00
<b>Arduino Mega</b>	50.00	1	50.00
<b>Driver L298</b>	14.00	1	14.00
<b>Placa de Potencia</b>	12.00	1	12.00
<b>Módulo de Radiofrecuencia NRF2401 con antena</b>	9.00	2	18.00
<b>Sensor de Sonido</b>	7.00	1	7.00
<b>Sensor Ultrasónico</b>	7.00	1	7.00
<b>Arduino Joystick Shield</b>	12.00	1	12.00
<b>Radio 3DR Telemetry</b>	55.00	1	55.00
<b>Servomotor 9g</b>	9.00	1	9.00
<b>Mini cámara de Video Q7</b>	100.00	1	100.00
<b>Baterías de Litio</b>	20.00	4	80.00
<b>Porta baterías de Litio</b>	5.00	1	5.00
<b>Resistencias</b>	1.00	1	1.00
<b>Diodos LED</b>	1.00	1	1.00
<b>Cables conectores</b>	10.00	10	10.00
<b>TOTAL</b>			731.00

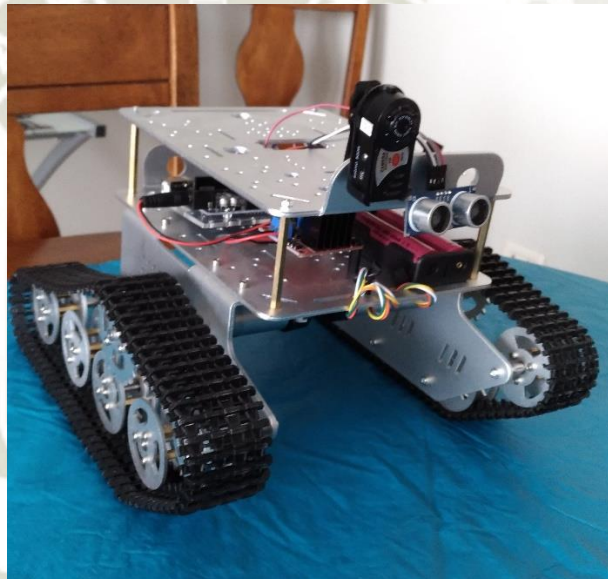
Fuente: Elaborado por los autores

### 3.5. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL ROBOT

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema del robot consta de una parte fija y otra móvil. La parte fija consta de un mando Joystick conectado a un dispositivo de Arduino UNO que permite el control manual del robot. La parte móvil consta del chasis de tanque controlado por la placa Arduino MEGA como cerebro central del robot.

El tanque consta de un material de aluminio para protección y posibles fracturas de los sensores incorporados, El Arduino MEGA se encuentra al interior del tanque de la cual se desprenden los sensores que permitirán la búsqueda de personas.

*Figura 3. 22 Muestra del Robot Móvil*



Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.1. MECANISMO DEL ROBOT

##### 3.5.1.1. CHASIS DEL ROBOT

El diseño del chasis es de un tanque, tiene una estructura de metal, que lo hace más resistente, posee engranajes que permite la instalación de sensores. Tiene agujeros reservados para el montaje del Arduino Mega, haciendo que la instalación sea sencilla.

A continuación, se detallará los materiales del chasis de robot.

- **RUEDA DE RODAMIENTO**

*Figura 3. 23 Rueda de Rodamiento*



Fuente: Aliexpress, 2019

*Tabla 3. 7 Características de la Aleación de Aluminio de la Rueda de Rodamiento*

<b>Stainless steel connector</b>	1 conector y 2 rodamientos
<b>M4 Screw</b>	Tornillo de 4 mm de diámetro
<b>M2 Screw</b>	Tornillo de 2 mm de diámetro
<b>M3 Screw</b>	Tornillo de 3 mm de diámetro
<b>17 mm coupling</b>	Acoplamiento de 17 mm
<b>Bearing</b>	2 cojinetes para el conector

Fuente: Elaboración propia

- **RUEDA MOTRIZ**

*Figura 3. 24 Rueda Motriz*



Fuente: Aliexpress, 2019

*Tabla 3. 8 Características de la Aleación de Metal de la Rueda Motriz*

<b>Aleación de aluminio de metal Rueda Motriz</b>	1 conector y 2 rodamientos
<b>M4 Screw</b>	Tornillo de 4 mm de diámetro
<b>M2 Screw</b>	Tornillo de 2 mm de diámetro
<b>M3 Screw</b>	Tornillo de 3 mm de diámetro
<b>17 mm coupling</b>	Acoplamiento de 17 mm
<b>Bearing</b>	2 cojinetes para el conector

Fuente: Elaborado por los Autores

- **MOTOR DE ENGRANAJE**

*Figura 3. 25 Motor de Engranaje*



Fuente: Aliexpress, 2019

*Tabla 3. 9 Características del Motor de Engranaje*

<b>voltaje</b>	9 voltios
<b>RPM</b>	320 RPM
<b>Corriente</b>	0.55 A
<b>Altura</b>	68 mm
<b>Longitud de eje</b>	9.5 mm
<b>Longitud de diámetro</b>	4 mm
<b>Peso</b>	180 g
<b>Torque</b>	13kg .cm
<b>Máximo poder</b>	Carga 7kg .cm / 215rpm ./3.1w/0.65 <sup>a</sup>
<b>Punto Máximo de Efectividad</b>	Carga 4.0 kg .cm/ 235rpm /2.5 w/ 0.58 A

Fuente: Elaboración propia

- **PISTA DE TANQUE CRAWLER**

*Figura 3. 26 Pista de Tanque Crawler*



Fuente: Aliexpress, 2019

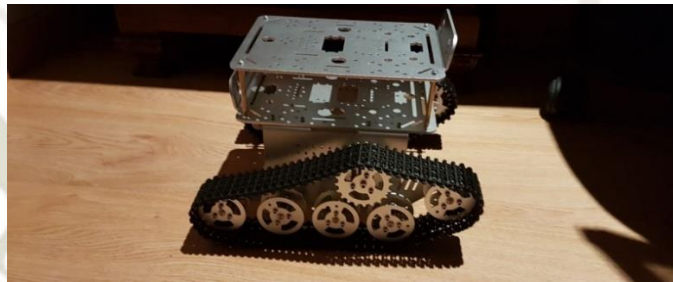
*Tabla 3. 10 Características de la Pista de Tanque Crawler*

<b>Tipo de material</b>	Plástico
<b>Color</b>	Negro
<b>Tamaño</b>	4.5 cm * 78 cm/pc (alrededor de 100 secciones)

Fuente: Elaboración propia

- **CHASIS DE TANQUE MODELO TD300**

*Figura 3. 27 Cara lateral del robot*



Fuente: Elaboración propia

*Tabla 3. 11 Características del Chasis del tanque*

<b>Nombre</b>	TD300 Inteligente Chasis del Tanque
<b>Material</b>	Aleación de aluminio
<b>Color</b>	Plata
<b>Oruga</b>	Plástico
<b>Tamaño</b>	290*270*270(largo – ancho - alto)
<b>Peso</b>	1.6kg

Fuente: Elaboración propia

- **ARMADO DE LA RUEDA MOTRIZ**

*Figura 3. 28 Rueda Motriz del Tanque*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 29 Rueda de Rodamiento del Tanque*



Fuente: Elaboración propia

- **INSTALACIÓN DEL ESQUELETO (CHASIS DEL ROBOT)**

Luego se fijan las ruedas de metal a la placa aluminio y a su vez también se fija a la base donde ira el microcontrolador, además se adhiere los motores de engranaje como apreciamos en la figura.

*Figura 3. 30 Incorporación de una rueda al Tanque*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 31 Regulación de la rueda al Tanque*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 32 Muestra final de la incorporación de las ruedas al Tanque*



Fuente: Elaboración propia



*Figura 3. 33 Instalación de la Rueda Motriz*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 34 Incorporación de las ruedas al chasis del Tanque*



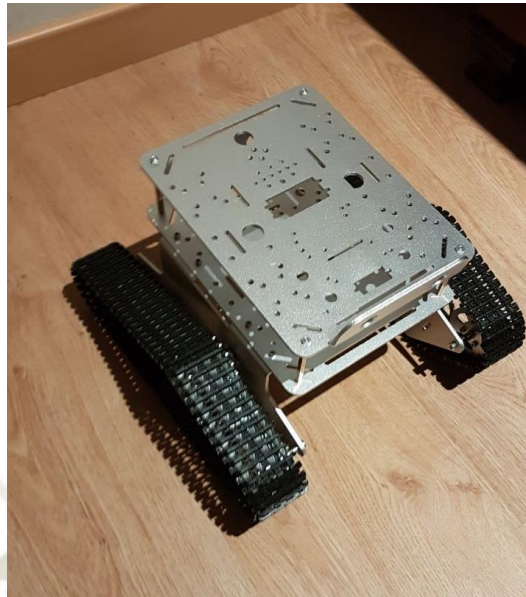
Fuente: Elaborado propia

*Figura 3. 35 Instalación de la pista Crawler al tanque*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 36 Parte frontal del tanque*



Fuente: Elaboración propia

### **3.5.2. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA**

- Encender la cámara poniendo el botón de encendido en posición ON. Las luces LED de la cámara se encenderán a la vez de color rojo con azul.

*Figura 3. 37 Encendiendo la cámara*



Fuente: Elaboración propia

- Esperar alrededor de 30 segundos a que el WIFI de la cámara se active, la luz roja se quedara fija y la luz azul parpadeara lentamente.

*Figura 3. 38 Luz de Encendido de la cámara*



Fuente: Elaboración propia

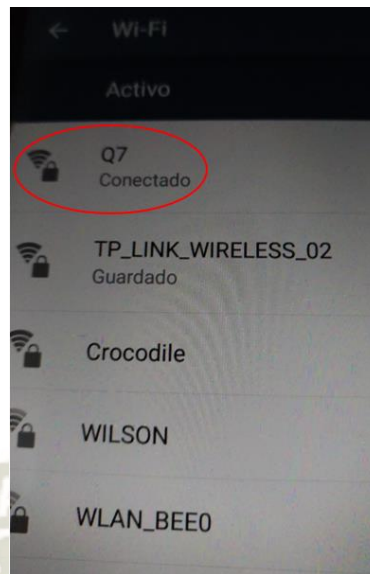
- Abrir la aplicación P2Pviewer.apk de tu celular y conectar a la red WIFI de la cámara, el nombre de la red por defecto es Q7 y la contraseña será 12345678.

*Figura 3. 39 Aplicativo de la cámara*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 40 Sincronización del celular a la cámara*



Fuente: Elaboración propia

- Para manejar la cámara en el botón LAN del aplicativo móvil veremos el nombre de la cámara. Pulsemos en la flecha azul para desplegar las opciones de configuración, pulsemos sobre la imagen para acceder al modo de grabación. Con el botón PTZ encenderemos o apagaremos la visión nocturna.

*Figura 3. 41 Prueba de la cámara Q7*



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3. MECANISMO DEL ROBOT MÓVIL

- **PROCEDIMIENTOS Y MONTAJE DEL CIRCUITO**

Empezamos armando el case de la placa Arduino MEGA, quien evitará posibles cortos circuitos que pueda suscitarse, debido a que el robot es de aluminio. Además, el Case permitirá poder adherir fácilmente la placa al robot.

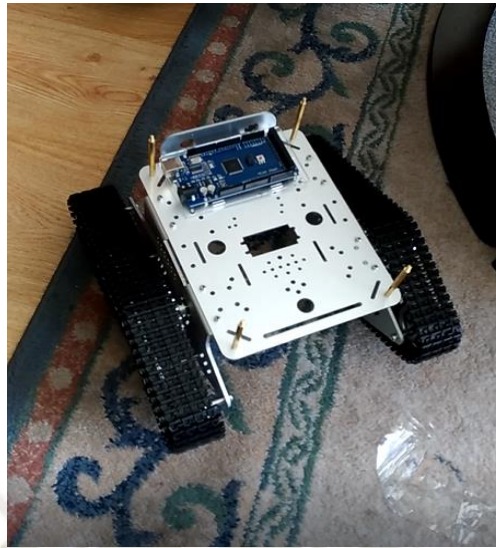
*Figura 3. 42 Incorporación de la placa Arduino al Case*



Fuente: Elaboración propia

Luego, se instala la placa Arduino al chasis del Tanque, gracias a sus numerosas aberturas en el chasis la placa puede colocarse en diferentes posiciones para su mejor manejo.

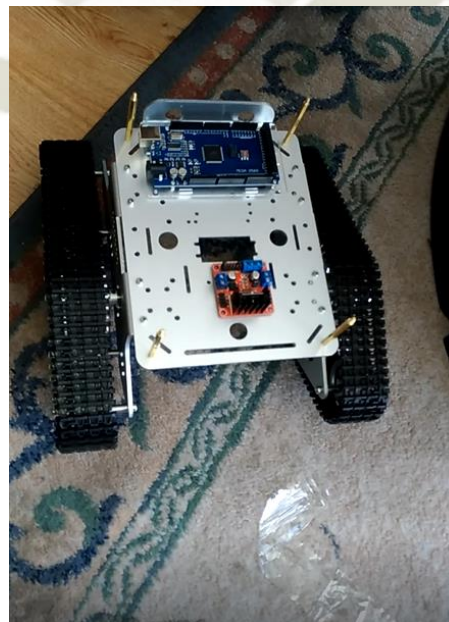
*Figura 3. 43 Incorporación de la placa Arduino al Tanque*



Fuente: Elaboración propia

Adicional a la placa Arduino MEGA, el driver L298N se adhiere también al robot con pernos propios del tanque. El driver L298N se utiliza para hacer circular la corriente en los motores en ambos polos, es decir tiene la funcionalidad de puente H, también es un regulador de voltaje, debido a q los pines que se conectan a él ingresan un voltaje mayor a 6 voltios que es el que ira directo a los motores y el devolverá 5 voltios que es la alimentación de las tarjetas de control.

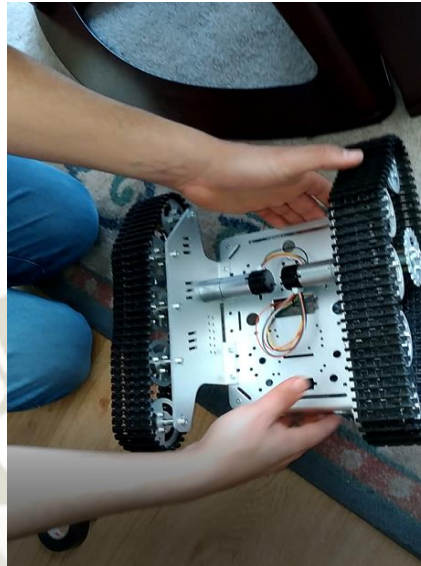
*Figura 3. 44 Incorporación del driver al Tanque*



Fuente: Elaboración propia

Los motores del robot vienen con sensor de corriente eso nos permitirá calcular el giro del robot, para ser más eficiente en diferentes casos que se presentase como por ejemplo una pendiente.

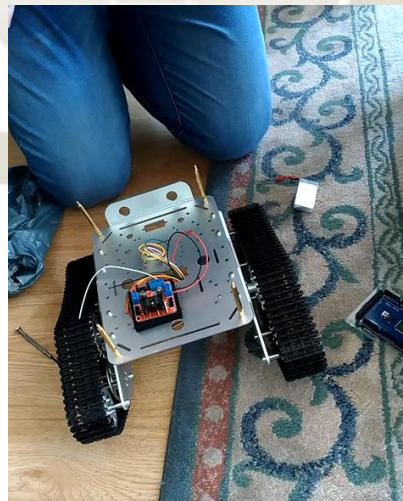
*Figura 3. 45 Incorporación de los motores del Tanque*



Fuente: Elaboración propia

Conectando el motor a las salidas del driver L298n, específicamente a las conexiones OUT1 y OUT 2, para controlar el giro del robot.

*Figura 3. 46 Conexión del driver a los motores del Tanque*



Fuente: Elaboración propia

Haciendo pruebas del funcionamiento del tanque, conectando cables conectores entre el driver L298n y los motores del Robot 1 y 2.

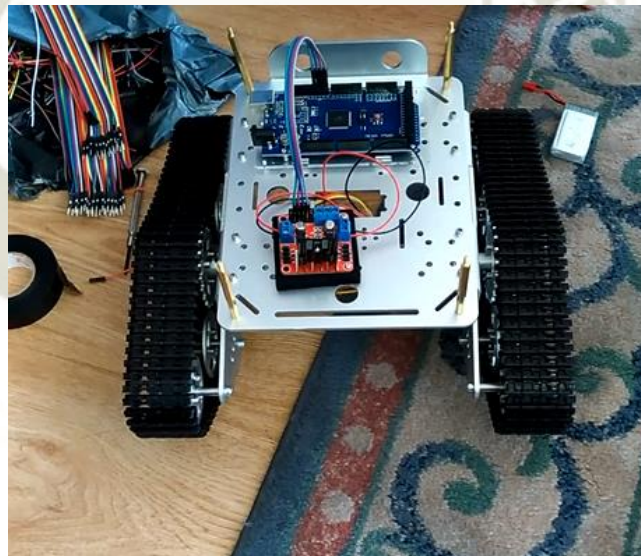
*Figura 3. 47 Prueba del movimiento de las ruedas del Tanque*



Fuente: Elaboración propia

Conectando los pines del driver L298n a los pines digitales del Arduino MEGA

*Figura 3. 48 Conexión del Arduino al driver*

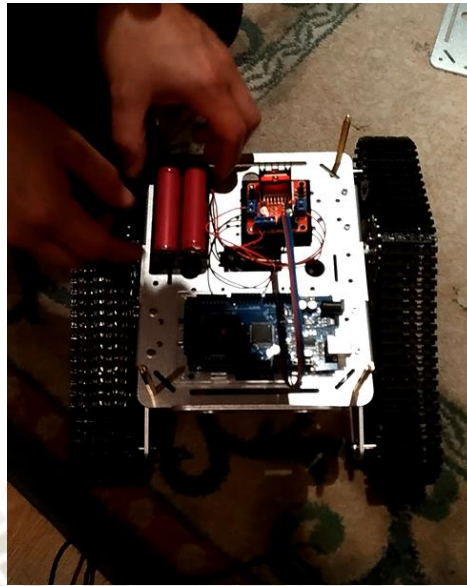


Fuente: Elaboración propia

Se conecta la batería al driver, quien es el que regulará y mantendrá un voltaje continuo a la placa Arduino MEGA.



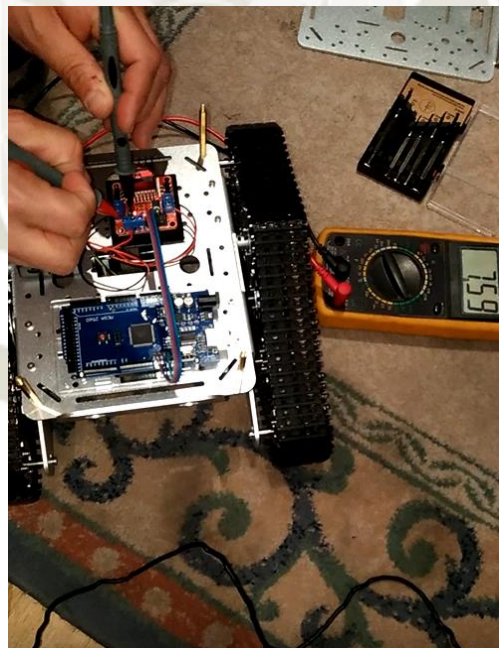
*Figura 3. 49 Incorporación de las baterías al Tanque*



Fuente: Elaboración propia

Verificación de las entradas de voltaje de las baterías al Driver L298N.

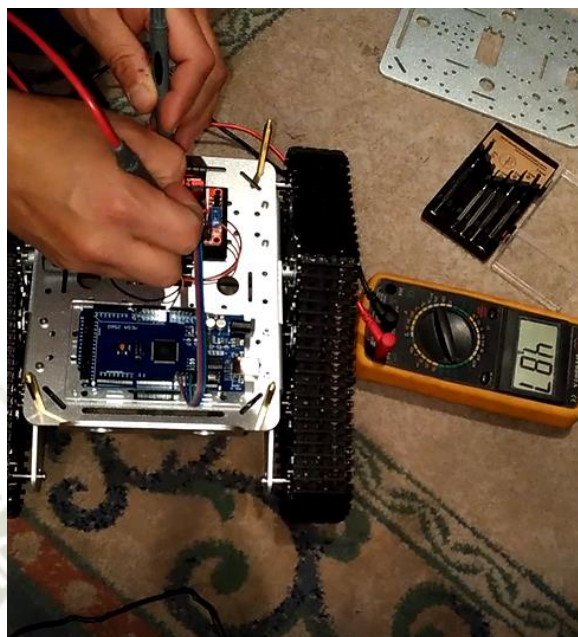
*Figura 3. 50 Verificación de voltaje (1)*



Fuente: Elaboración propia

Verificación de voltaje del driver L298n a la placa Arduino MEGA

*Figura 3. 51 Verificación de voltaje (2)*



Fuente: Elaboración propia

Primera prueba del movimiento de las ruedas del tanque.

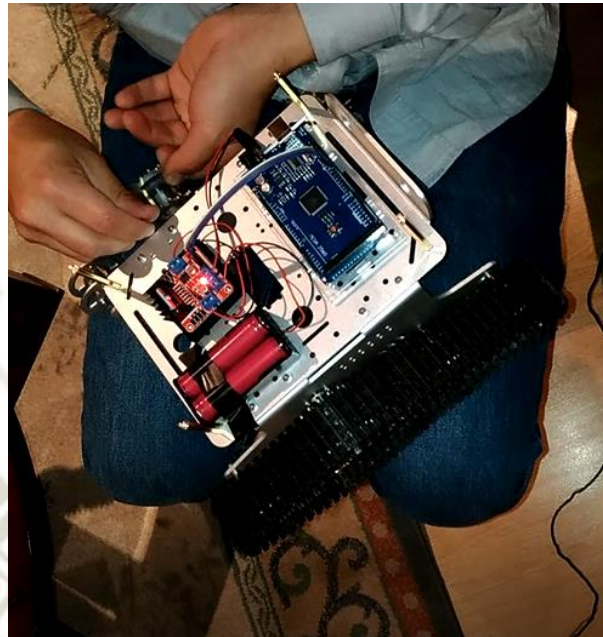
*Figura 3. 52 Prueba del robot*



Fuente: Elaboración propia

Ajustando la rueda motriz del tanque para un mejor movimiento.

*Figura 3. 53 Verificación de la rueda Motriz*



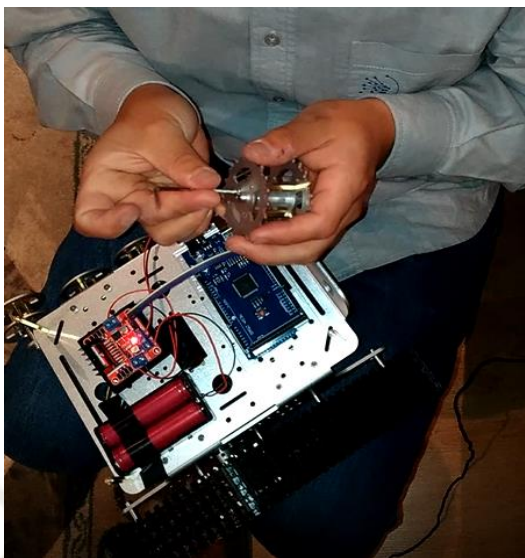
Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 54 Ajustando la rueda Motriz*



Fuente: Elaboración propia

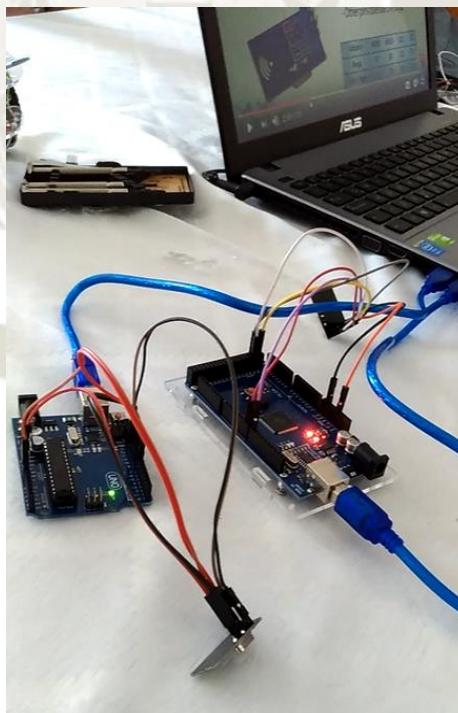
*Figura 3. 55 Verificación de la rueda Motriz*



Fuente: Elaboración propia

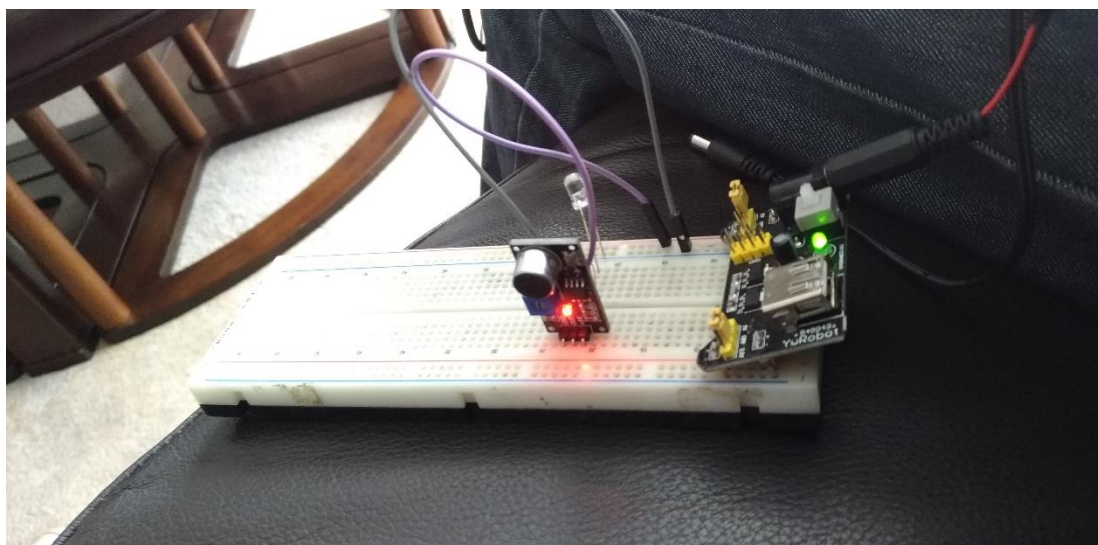
Primeras pruebas de envío y retorno de la señal de los Módulos de Radio NRF2401.

*Figura 3. 56 Prueba del funcionamiento de los sensores RF*



Fuente: Elaboración propia

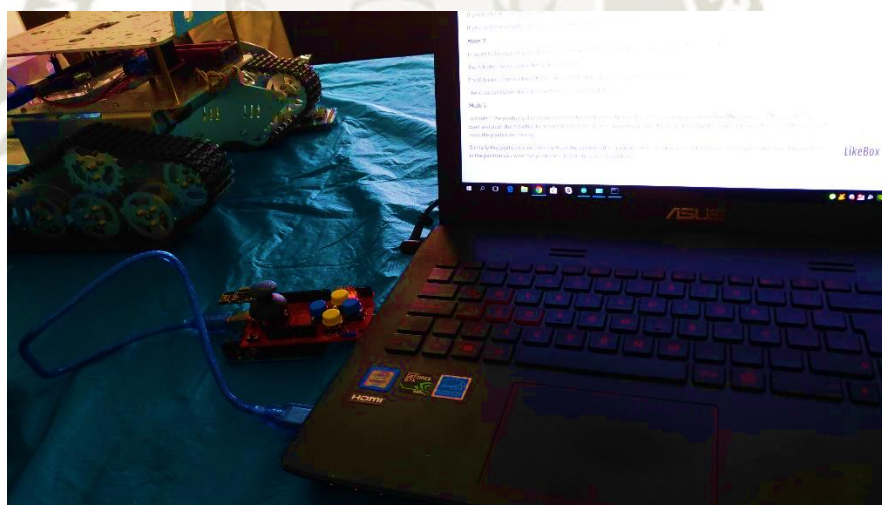
*Figura 3. 57 Prueba del funcionamiento del sensor Sonido*



Fuente: Elaboración propia

Se procede a la programación de joystick para el funcionamiento manual del Tanque.

*Figura 3. 58 Programación de Joystick*



Fuente: Elaboración propia

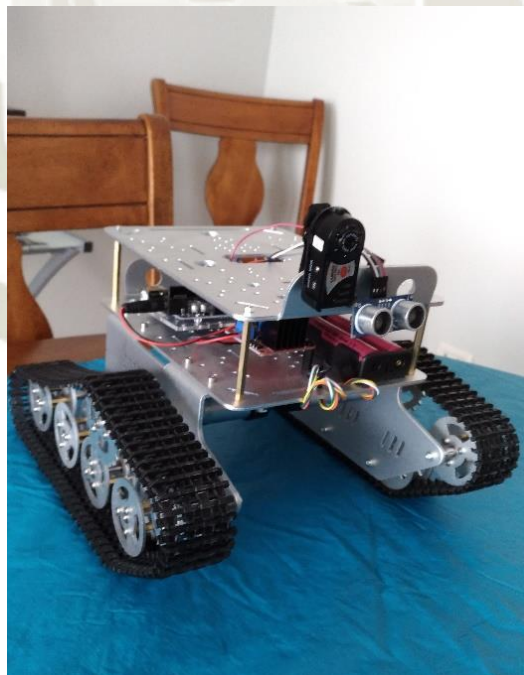
*Figura 3. 59 Prueba del Joystick*



Fuente: Elaboración propia

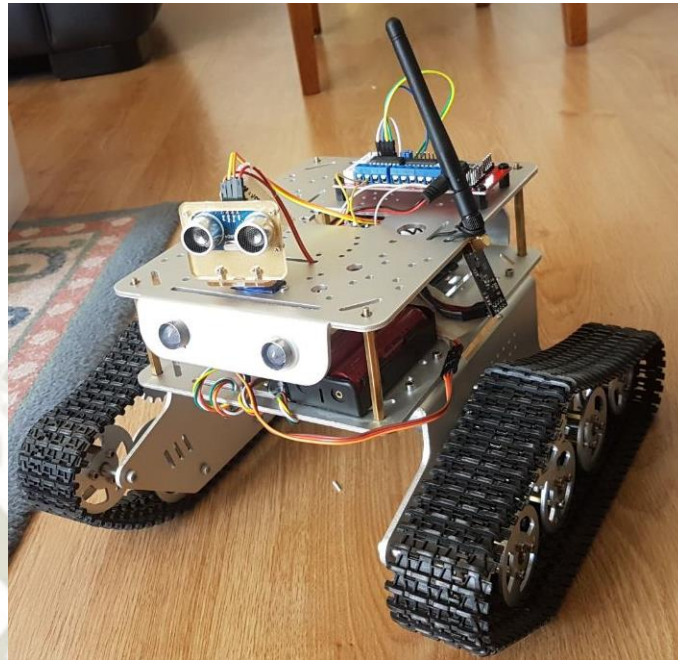
Luego de programar cada sensor y guardarlo en la matriz del robot, que es el Arduino MEGA, se procede al armado del robot para sus posteriores pruebas.

*Figura 3. 60 Muestra del robot y sensores (Parte 1)*



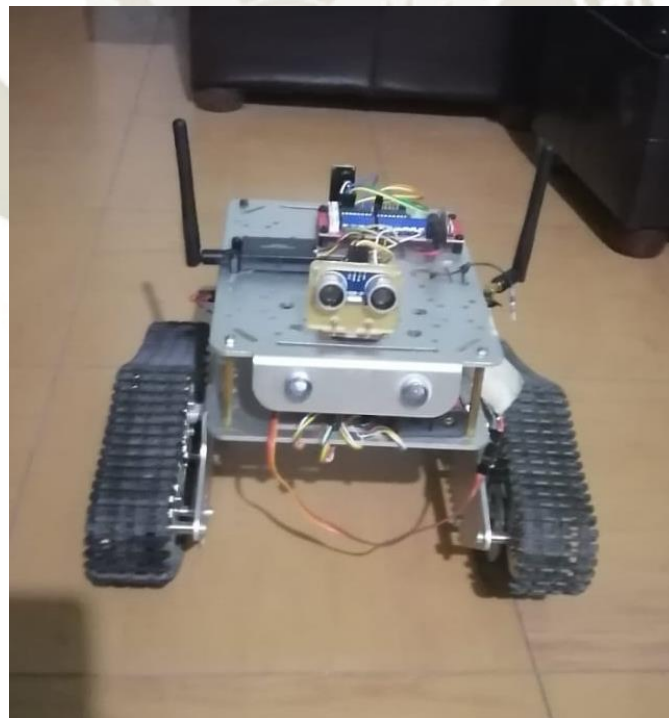
Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 61 Muestra del robot y sensores (Parte 2)*



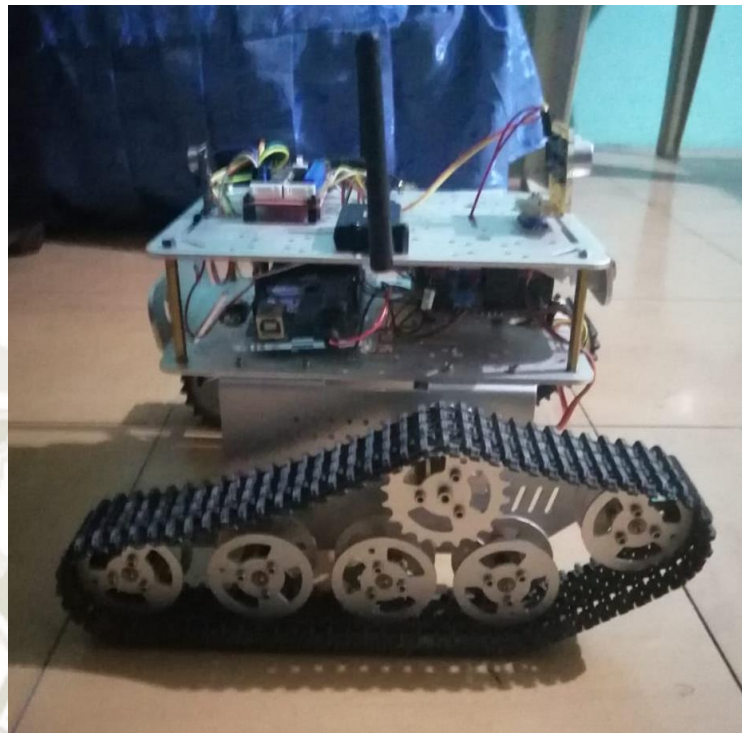
Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 62 Muestra Final del robot – Vista Frontal*



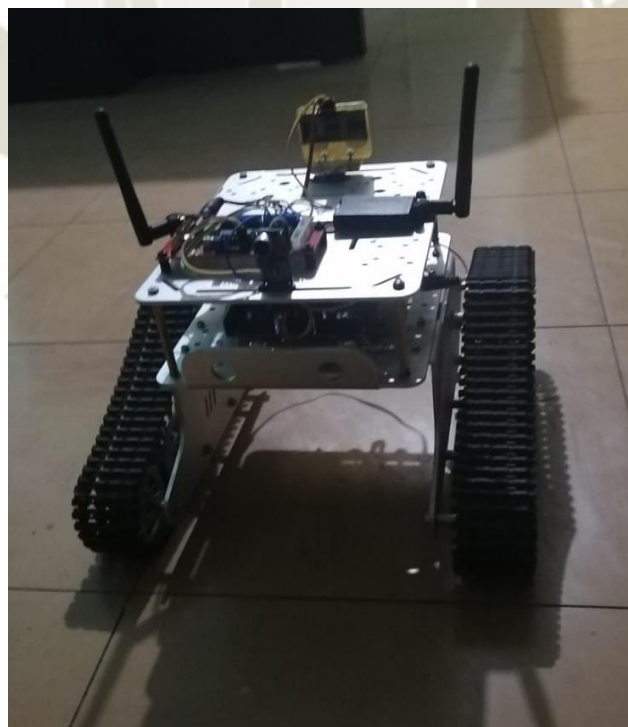
Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 63 Muestra Final del robot – Vista Lateral*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 3. 64 Muestra Final del Robot – Vista Posterior*



Fuente: Elaboración propia



## CAPÍTULO IV

### 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 4.1. PRUEBAS

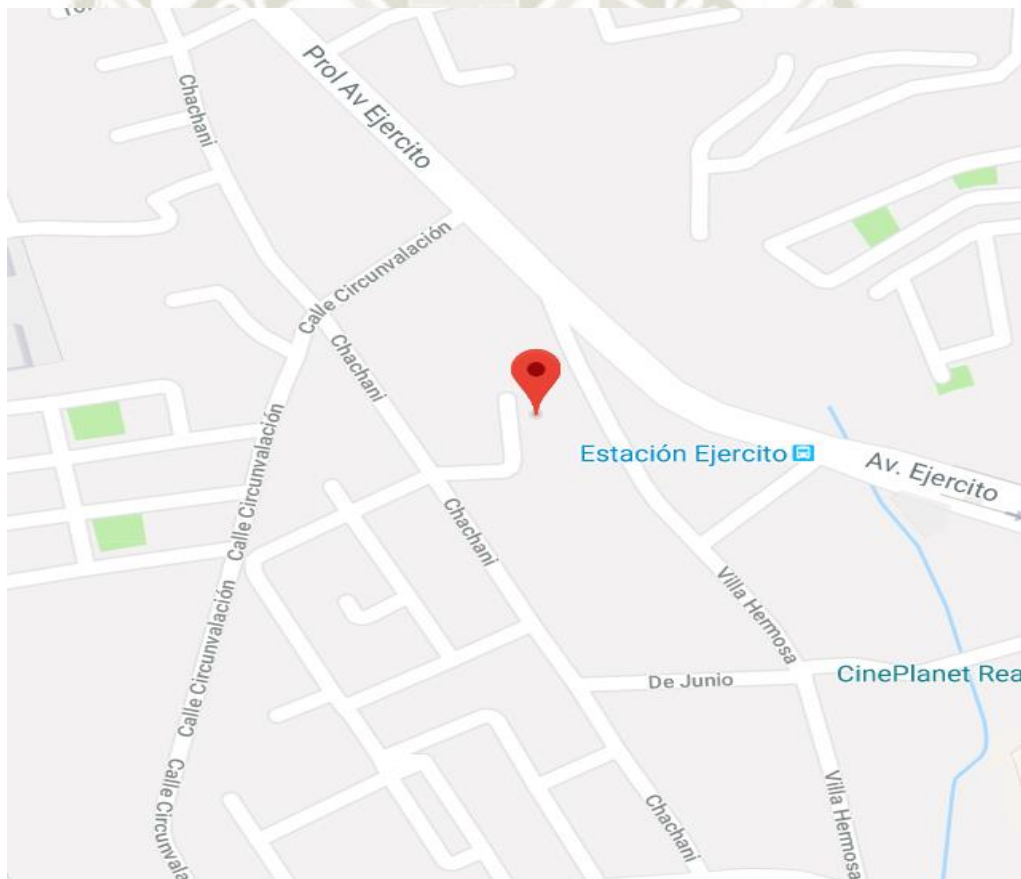
En este capítulo se detallan 3 pruebas en diferentes escenarios:

##### 4.1.1. ESCENARIO 1:

El robot móvil debe poder superar obstáculos que se presentan en su camino con facilidad sin perder la trayectoria.

Para este escenario se realizó en una vivienda ubicada en la ciudad de Arequipa, la que se detalla su ubicación:

*Figura 4. 1 Ubicación prueba 1*



Fuente: Google Maps, 2019

*Figura 4. 2 Escenario Prueba 1*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 4. 3 Prueba de movimiento en el Escenario 1 – Terreno Liso (1)*



Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 4 Prueba de movimiento en el Escenario 1 – Terreno Liso (2)*

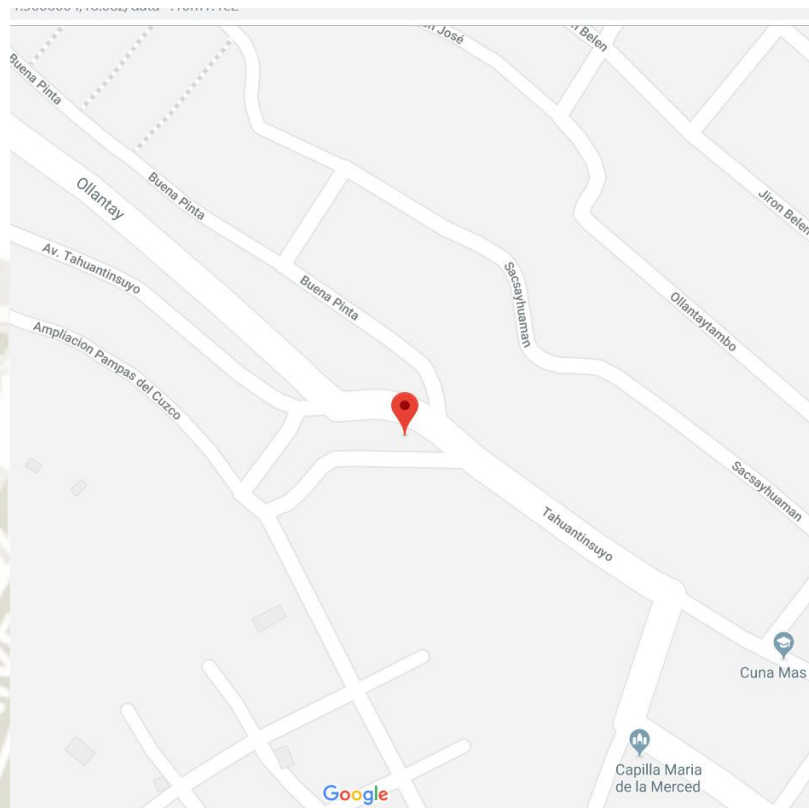
Fuente: Elaboración propia

- **Resultados:**

La prueba se ejecutó para la búsqueda de una persona, se simuló a una persona en estado inconsciente, el robot empezó la prueba de manera autónoma para la ubicación del individuo.

#### 4.1.2. ESCENARIO 2:

Para este escenario se realizó en un campo abierto, la que se detalla su ubicación:



*Figura 4. 5 Ubicación prueba 2*

Fuente: Google Maps, 2019



*Figura 4. 6 Escenario Prueba 2*

Fuente: Elaboración propia

La prueba se realizó en horas de la tarde, el desplazamiento lo hizo de forma manual para probar que el robot sigue un camino no asfaltado y la cámara funciona de forma eficiente en la noche debido a su infrarrojo.



*Figura 4. 7 Prueba de movimiento Escenario 2 – Terreno no asfaltado (1)*

Fuente: Elaboración propia

Se probó el sensor de sonido, que es sensible a ruidos externos en un ambiente aislado para la ubicación del individuo. Para este caso el sensor de sonido envía una alerta al detectar la voz de una persona encendiendo un led en la estación de trabajo.



*Figura 4. 8 Prueba de movimiento Escenario 2 – Terreno no asfaltado (2)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 9 Prueba de movimiento Escenario 2 – Terreno no asfaltado (3)*

Fuente: Elaboración propia

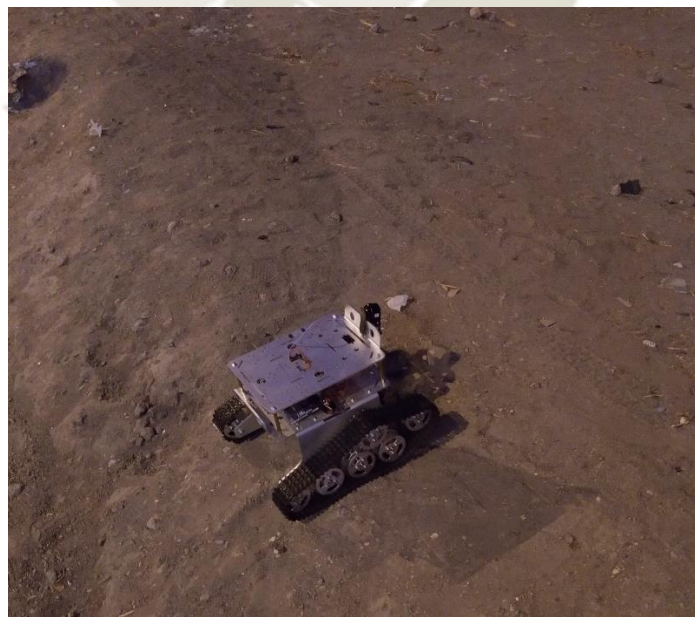
#### 4.1.3. ESCENARIO 3:

Para este escenario se tomó un campo desnivelado de la ciudad, se hizo la prueba del robot de forma autónoma, así como también la prueba de los sensores.



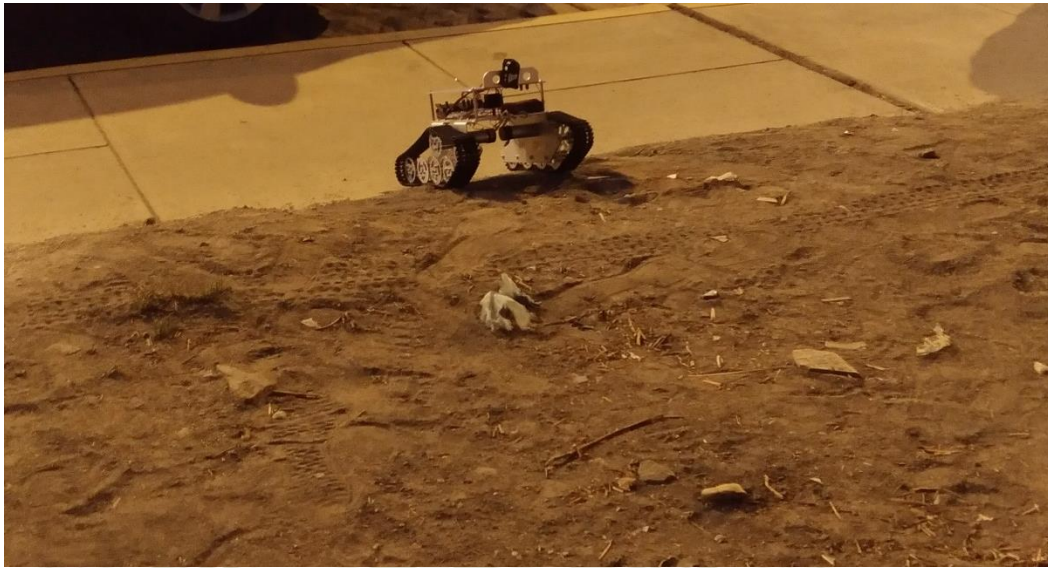
*Figura 4. 10 Prueba de movimiento Escenario 3 – Terreno desnivelado (1)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 11 Prueba de movimiento Escenario 3 – Terreno desnivelado (2)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 12 Prueba de movimiento Escenario 3 – Terreno desnivelado (3)*

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. RESULTADOS

### 4.2.1. MOVIMIENTO

Se realizó la prueba de movimiento cumpliendo los objetivos en varios tipos de escenarios, como liso y desnivelado. En estas pruebas se comprobó debido a su peso del robot no presenta riesgo de quedar echado.



*Figura 4. 13 Prueba de movimiento – Escenario Liso*

Fuente: Elaboración propia





*Figura 4. 14 Prueba de movimiento – Escenario desnivelado*

Fuente: Elaboración propia

El tanque mostro eficiencia en el desplazamiento de una trayectoria dada en distintos tipos de escenarios con obstáculos.

Se realizo la prueba del Sensor Ultrasónico, con el cual detecta la proximidad a objetos a distancia corta, en el que emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar, el cual el cual permite esquivar los obstáculos en su trayectoria.

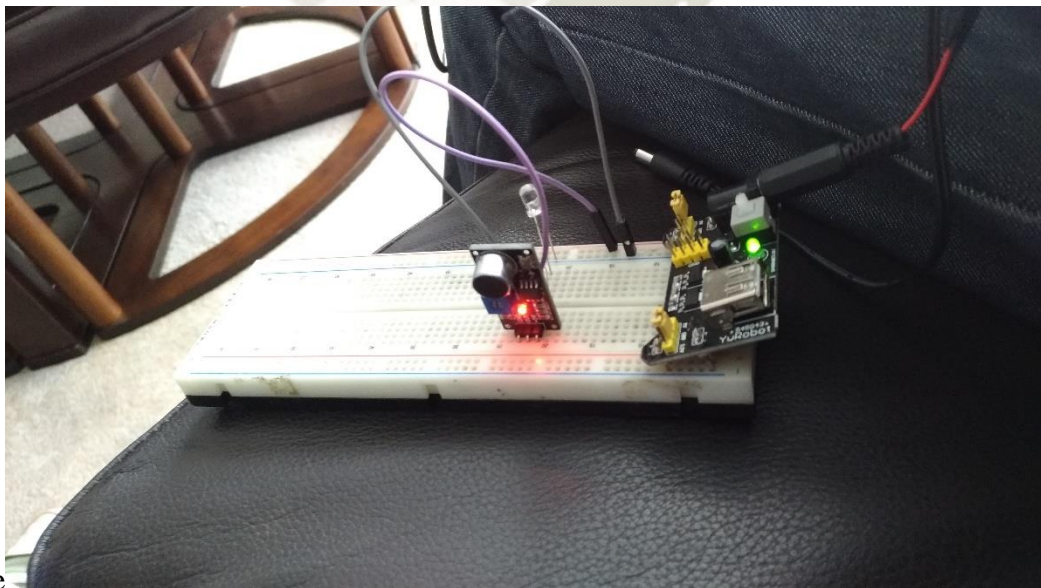


*Figura 4. 15 Prueba del Sensor Ultrasónico – Escenario desnivelado*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. PRUEBA DE SONIDO

Se realizó la prueba del sonido simulando la voz de una persona, para así demostrar que es sensible a los sonidos.



*Figura 4. 16 Prueba del Sensor de Sonido*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. PRUEBA DE CAMARA

Se realizó la prueba de la cámara dando buenos resultados en la visualización del escenario, tanto en un escenario luminoso o en oscuridad.

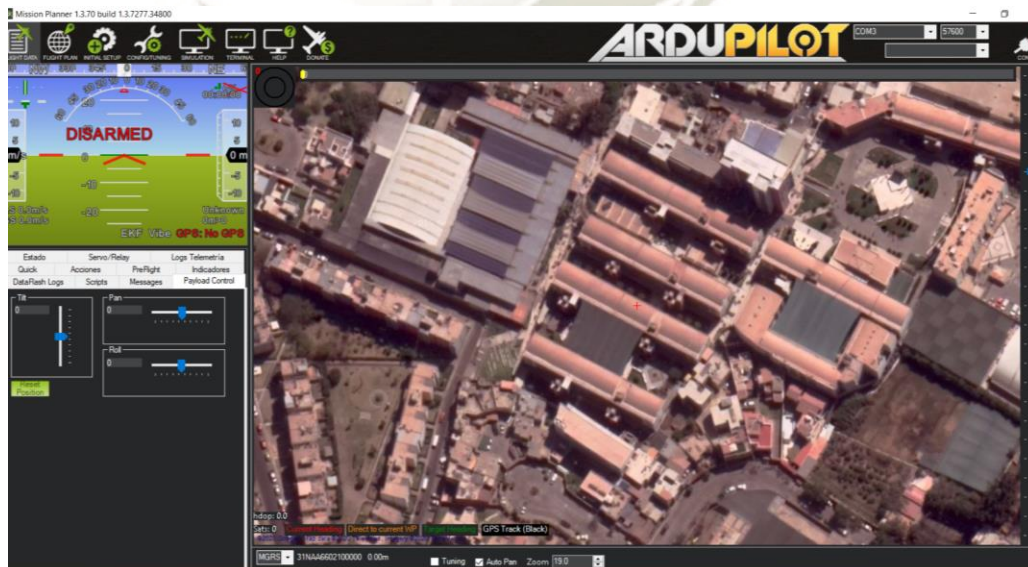


*Figura 4. 17 Prueba de Cámara*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. PRUEBA DE GPS

Se realizó la prueba de la Radio Telemetría 3DR 433 Mhz, en la cual envía la ubicación del lugar donde se encuentra el robot móvil.



*Figura 4. 18 Prueba de la Radio 3DR Telemetry*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5. PRUEBA DEL SOFTWARE

Se realizaron las pruebas cumpliendo el objetivo del funcionamiento del robot, en cuanto a su movimiento y funcionamiento de sensores la cual se presenta como anexos.

#### 4.2.6. PRUEBA FINAL

Se realizó la prueba de búsqueda de una persona cumpliendo con dicho objetivo en un escenario inaccesible. Para esto el robot utilizó sus diferentes sensores, lo que permitió esquivar obstáculos y al mismo tiempo buscar mediante el sonido a personas desaparecidas frente a un desastre, a su vez enviar señales de su ubicación para luego dar su pronto rescate.



*Figura 4. 19 Prueba Final (1)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 20 Prueba Final (2)*

Fuente: Elaboración propia

Vamos a mostrar la eficiencia del robot esquivando objetos, para lo cual se toma un lugar de amplio espacio en el cual poder trabajar. El robot esquiva un obstáculo que se encuentra a su frente gracias al sensor ultrasónico, el robot se detiene para proceder a retroceder un intervalo de 3 segundos y girando hacia el lado derecho para continuar su camino.



*Figura 4. 21 Prueba de Robot - Sensores (1)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 22 Prueba de Robot – Sensores (2)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 23 Prueba de Robot – Sensores (3)*

Fuente: Elaboración propia

El robot tiene un algoritmo que lo hace autónomo durante todo el trayecto, siguiendo un patrón de movimiento de 30 segundos, después de eso se detiene, en ese momento el sensor de sonido captura cualquier sonido que ocurriese y envía una alerta hacia la estación de trabajo, encendiendo el led del control, para así monitorear si este encontró una persona extraviada o continuar su trayectoria.



*Figura 4. 24 Prueba del Robot – Sensores (4)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 25 Prueba de Robot – Sensores (5)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 26 Prueba de Robot – Sensores (6)*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 4. 27 Prueba de Robot – Sensores (7)*

Fuente: Elaboración propia

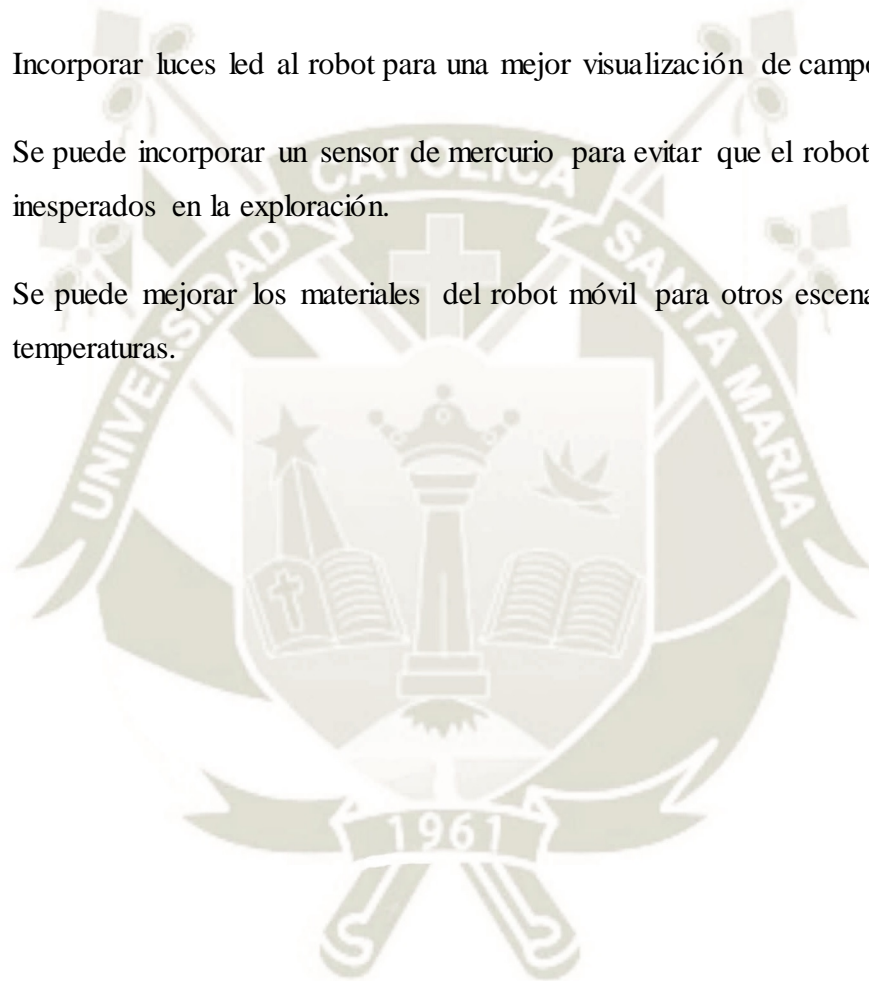


## CONCLUSIONES

1. Se construyó un robot exploratorio que cumple la función de búsqueda de personas en lugares inaccesibles.
2. Se realizó la prueba del robot de modo manual y autónomo cumpliendo los objetivos en diversos escenarios.
3. Se realizó la prueba del sensor ultrasónico para esquivar los obstáculos de diferentes escenarios, cuyo resultado fue óptimo.
4. Se ejecutó la prueba del GPS y él envió de datos de las coordenadas en tiempo real el cual fueron satisfactorios.
5. Se desarrolló la prueba de visualización de la cámara incorporada al robot, cuyo resultado fue exitoso en distintos escenarios, tanto como de día y de noche.
6. Se instaló una estación de trabajo para él envió de datos a través del dispositivo de radiofrecuencia los cuales fueron exitosos.

## RECOMENDACIONES

1. Se puede mejorar el tiempo de funcionamiento del robot incorporando un par de baterías para aumentar el tiempo de duración de la exploración.
2. Se sugiere instalar de 2 a 4 sensores electrónicos para que el robot sea más especializado en la búsqueda.
3. Incorporar luces led al robot para una mejor visualización de campo.
4. Se puede incorporar un sensor de mercurio para evitar que el robot tenga accidentes inesperados en la exploración.
5. Se puede mejorar los materiales del robot móvil para otros escenarios a diferentes temperaturas.



## BIBLIOGRAFÍA

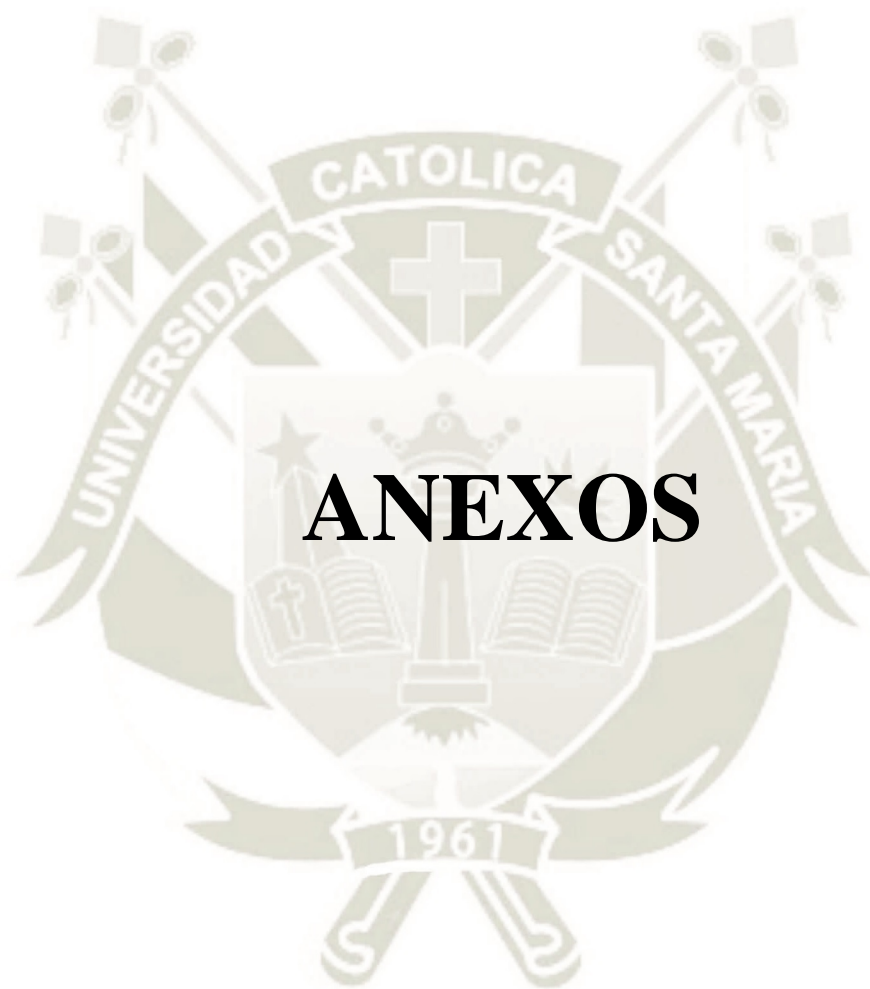
- Aguilera Nieves, A. (2011). *Desarrollo de una plataforma robótica móvil para la búsqueda posterior a un sismo, y mitigación de incendios de baja escala.*
- Alegsa. (2016). *Definición de Sistema.*
- Aliexpress. (2019).  
[https://es.aliexpress.com/?af=500396&cn=6814&cv=12071&dp=10279ac113028d90a2341d918a3d47&aff\\_platform=link-c-tool&cpt=1574945176312&sk=dg7rmda&aff\\_trace\\_key=fc98f765b5e9451bb42031eaa5bcb763-1574945176312-00495-dg7rmda&terminal\\_id=3d0945a3b3b942f6a79a76d467](https://es.aliexpress.com/?af=500396&cn=6814&cv=12071&dp=10279ac113028d90a2341d918a3d47&aff_platform=link-c-tool&cpt=1574945176312&sk=dg7rmda&aff_trace_key=fc98f765b5e9451bb42031eaa5bcb763-1574945176312-00495-dg7rmda&terminal_id=3d0945a3b3b942f6a79a76d467).
- Alvarez, B. (2010). *Concepto e historia de la Robótica.*
- Amangandi, J. (2012). *Introduccion Arduino.*
- Andromina robot V.2.0. (2018). *Arduino, ruedas grandes y robots. El robot 4x4 Andromina con 4 ruedas grandes que girant las 4.*  
<http://androminarobot.blogspot.com/>.
- Aranzabal Olea, A. (2001). *Electrónica Básica.*
- Arduino.wordpress.com. (2019). *Aprendiendo Arduino.*  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/09/alimentacion-arduino/>.
- Argudo Cobos, G., & Arpi Saldaña, A. (2012). *Diseño y construcción de un robot móvil tele operado para la asistencia en operaciones de alto riesgo del Cuerpo de Bomberos.* Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2424>
- Calvopiña, J. (2012). *Sistema Informático.*
- ConceptoDefinicion. (2016). *Definición de Programación Informática.* Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/>
- Del Valle, L. (2014). *Sistemas de Comunicación Inalámbricas.*
- Diaz, J. (2016). *Sensor de sonido con Arduino.*  
<http://www.iescamp.es/miarduino/2016/02/11/sensor-de-sonido-con-arduino/>.
- Ecured. (2019). *Sistemas Expertos.* Obtenido de [https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia\\_cubana](https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana)

- El Economista America.pe. (2019). *Los terremotos más fuertes que ocurrieron en el Perú desde 1970*. <https://www.eleconomistaamerica.pe/rankings-eAmperu/noticias/5682446/04/14/Los-terremotos-mas-fuertes-que-ocurrieron-en-el-Peru-desde-1970.html>.
- Emilio, J. (2010). *Clasificación De Los Sensores*.
- Eveliux. (2019). *Modelo de un Sistema de Comunicaciones*. Obtenido de <http://www.eveliux.com/mx/>
- Flores Arcentales, I. (2014). Implementacion Robotica basada en exploracion ambiental con integracion remota a traves de comunicacion inalambrica. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6527>
- Gonzalez, J. (2019). *Comunicación de dos arduinos*. <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=470629.0>.
- Ibáñez Mariñelarena, Á., & Andueza Unanua, Á. M. (2018). *Programación de un brazo robótico basado en Arduino y controlado remotamente*. Pamplona: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/29248/MemoriaTFG-Alvaro%20Iba%C3%B1ez%20Mari%C3%B1elarena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Innovaspain.com. (2019). *Actualidad*. <https://www.innovaspain.com/>.
- Jamangandi. (2012). *Arduino*. <http://jamangandi2012.blogspot.com/>.
- Jimenez Jimenez, C. (2017). Desarrollo de un sistema de control de un robot movil. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/25547>
- LaRepublica. (2013). *Cronologia de los sismos mas fuertes en Perú*.
- Leantec.es. (2019). *Robot autónomo esquiva objetos*. <https://leantec.es/robot-autonomo-esquiva-objetos/>.
- Libertaddigital. (2019). <https://www.libertaddigital.com/>.
- Line.do. (2019). *Create engaging storytelling and infographics*. <https://line.do/>.
- Melo, D. (2015). *Transcripción de Aplicaciones de los Microcontroladores en el área de la Tecnología y las Comunicaciones*.
- Mite Labre, J., & Uquillas Mendoza, L. (2016). Diseño e implementación del prototipo de un robot para exploración de edificaciones y localización de personas en casos de

- derrumbes. Obtenido de  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/37301>
- Molina Holgado, I. (2015). Diseño y construcción de un robot móvil con identificación por RFID de espacios del entorno. Obtenido de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/23574>
- Molina, J. (2015). *Qué Es Un Sensor*.
- Mujica, D. (2008). Navegación autónoma de un robot móvil dentro de entornos real/virtual. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/3950>
- Navarro, K. (2014). *Sensor Ultrasonico HC-SR04 + Arduino*.  
<http://panamahitek.com/sensor-ultrasonico-hc-sr04-arduino/>.
- Naylamp Mechatronics.com. (2019). *Tutorial Módulo GPS con Arduino*.  
[https://naylampmechatronics.com/blog/18\\_Tutorial-M%C3%B3dulo-GPS-con-Arduino.html](https://naylampmechatronics.com/blog/18_Tutorial-M%C3%B3dulo-GPS-con-Arduino.html).
- Portaleducativo. (2012). *Factores de la comunicación: Emisor - Mensaje - Receptor - Código - Canal – Contexto*.
- Prometec. (2019). *Índice de tutoriales arduino*. <https://www.prometec.net/indice-tutoriales/>.
- Robotica. (2016). *Clasificación de robots*. Obtenido de <https://robotica.wordpress.com/>
- Sanchez Muyulema, L. M. (2017). Desarrollo de una plataforma robótica móvil para la búsqueda posterior a un sismo, y mitigación de incendios de baja escala. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/7241>
- Significados. (2019). *Significado de Sismo*. Obtenido de <https://www.significados.com/>
- Tana Guamanquishpe, R. (2016). Instrumentar un robot teleoperado para labores de inspección en zonas de acceso restringido. Obtenido de  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17269>
- Tecnopatafisica.com. (2019). *Arduino y mBlock: “Robot esquivo obstáculos”*.  
<https://tecnopatafisica.com/tecnoseso/teoria/robotica/78-arduinorobot>.
- Uned. (2001). *EXTINCIÓN INGENIERÍA PLAN 2001*.  
[http://portal.uned.es/portal/page?\\_pageid=93,53899114&\\_dad=portal&\\_schema=P](http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,53899114&_dad=portal&_schema=P)  
ORTAL.

unionguajuato.mx. (2019). *Qué son las ondas sísmicas y otras dudas frecuentes sobre sismos*. Obtenido de <https://www.unionguajuato.mx/articulo/2017/10/19/ciencia/que-son-las-ondas-sismicas-y-otras-dudas-frecuentes-sobre-sismos>





# ANEXOS



**ANEXO A**  
**GLOSARIO DE**  
**TÉRMINOS**



<b>IGP</b>	Instituto Geofísico del Perú
<b>WIFI</b>	Wireless Fidelity
<b>CPU</b>	Unidad Central de Proceso
<b>ROM</b>	Read-Only Memory
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>IDE</b>	Integrated Development Environment
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification
<b>RF LINK</b>	Enlaces de Radiofrecuencia
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>MHz</b>	Megahertzio
<b>PWM</b>	Pulse Width Modulation
<b>KB</b>	Kilobyte
<b>E/S</b>	Entrada/Salida
<b>SRAM</b>	Static Random Access Memory
<b>EEPROM</b>	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
<b>GND</b>	Ground
<b>SCK</b>	Clock
<b>MOSI</b>	Master-Out, Slave-In
<b>MISO</b>	Master-In, Slave-Out
<b>P2P</b>	Peer-to-Peer
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global
<b>LED</b>	Diodo Emisor de Luz
<b>LAN</b>	Local Area Network



# **ANEXO B**

# **CÓDIGO DEL ROBOT**

```

RF24 radio(7, 8); // CE, CSN
const byte address[6] = "00001";
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    radio.begin();
    radio.openReadingPipe(0, address);
    radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
    radio.startListening();
}
void loop() {
    if (radio.available()) {
        char text[32] = "";
        radio.read(&text, sizeof(text));
        Serial.println(text);
    }
}

```

```

void goForward()
{
    digitalWrite(MOTOR_1_FORWARD, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR_1_BACK, LOW);
    digitalWrite(MOTOR_2_FORWARD, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR_2_BACK, LOW);
}

void goBack()
{
    digitalWrite(MOTOR_1_FORWARD, LOW);
    digitalWrite(MOTOR_1_BACK, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR_2_FORWARD, LOW);
    digitalWrite(MOTOR_2_BACK, HIGH);
}

void goLeft()
{
    digitalWrite(MOTOR_1_FORWARD, LOW);
    digitalWrite(MOTOR_1_BACK, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR_2_FORWARD, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR_2_BACK, LOW);
}

void goRight()
{
    digitalWrite(MOTOR_1_FORWARD, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR_1_BACK, LOW);
    digitalWrite(MOTOR_2_FORWARD, LOW);
    digitalWrite(MOTOR_2_BACK, HIGH);
}

```

```

byte iluminar = 12;
byte iluminar2 = 11;

byte som = 4;
////////////////////////////////MOTOR 1////////////////////////////////
byte IN1 = 3;
byte IN2 = 5;
////////////////////////////////MOTOR 2////////////////////////////////
byte IN3 = 6;
byte IN4 = 9;
////////////////////////////////

void Derecha() {
analogWrite(IN3,250);
analogWrite(IN4,0);
analogWrite(IN1,250);
analogWrite(IN2,0);
}
////////////////////////////////
void Izquierda() {
analogWrite(IN3,0);
analogWrite(IN4,250);
analogWrite(IN1,0);
analogWrite(IN2,250);
}
////////////////////////////////
void Defrente() {
analogWrite(IN3,250);
analogWrite(IN4,0);
analogWrite(IN1,0);
analogWrite(IN2,250);
}

////////////////////////////////
void Retrocede() {
analogWrite(IN3,0);
analogWrite(IN4,250);
analogWrite(IN1,250);
analogWrite(IN2,0);
}
////////////////////////////////
void Parar() {
analogWrite(IN3,0);
analogWrite(IN4,0);
analogWrite(IN1,0);
analogWrite(IN2,0);
}

////////////////////////////////
void Luces() {
digitalWrite(iluminar,HIGH);
digitalWrite(iluminar2,HIGH);
}
void Lucesoff() {
digitalWrite(iluminar,LOW);
digitalWrite(iluminar2,LOW);
}
}

```

