



**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
VIDA NUEVA**

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EXPLORADOR
PARA ESPACIOS CONFINADOS, CONTROLADO DESDE UNA
APLICACIÓN MÓVIL.**

PRESENTADO POR:

GUACHO ZARUMA DIEGO ARMANDO

TUTOR:

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MG.

ABRIL 2022

QUITO – ECUADOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EXPLORADOR PARA ESPACIOS CONFINADOS, CONTROLADO DESDE UNA APLICACIÓN MÓVIL**” en la ciudad de Quito, presentado por el/la ciudadano/a **GUACHO ZARUMA DIEGO ARMANDO**, para optar por el título de **TECNOLOGO SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de abril de 2022.

TUTOR: ING. RUIZ GUANAJE CARLOS RODFRIGO MSC.

C.I.:0604030635

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EXPLORADOR PARA ESPACIOS CONFINADOS, CONTROLADO DESDE UNA APLICACIÓN MÓVIL”** en la ciudad de Quito, del/la estudiante: **GUACHO ZARUMA DIEGO ARMANDO** de la Carrera en **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**.

Para constancia firman:

ING.

DOCENTE ISTVN

ING.

DOCENTE ISTVN

ING.

DOCENTE ISTVN

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **DIEGO ARMANDO GUACHO ZARUMA** portador/a de la cédula de ciudadanía **0202124566**, facultado/a de la carrera **TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA**, autor/a de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EXPLORADOR PARA ESPACIOS CONFINADOS, CONTROLADO DESDE UNA APLICACIÓN MÓVIL”**, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de abril de 2022.

GUACHO ZARUMA DIEGO ARMANDO

C.I.:0202124566

DEDICATORIA

Es un agrado dedicar a mi familia que he tenido la dicha de contar con su apoyo incondicional en especial en los momentos de flaqueza, con sus consejos, ánimos y acciones, también quiero agradecer a las personas que hoy ya no forman parte de mi vida pero que en su momento contribuyeron sobremanera para poder llegar a este punto de mi trayectoria académica siendo una inspiración en mi formación profesional y que se ve reflejado en este proyecto de aplicación práctica.

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron para llegar a cumplir con este sueño que es de ser un hombre de bien y con una profesión, y los compañeros que de una u otra manera siempre estaban en los momentos difíciles de mi vida estudiantil. Además, agradezco a los ingenieros que me brindaron sus conocimientos y sus consejos para ser un profesional de éxito, también en ámbito personal.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Antecedentes	5
Justificación	6
Objetivos	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
MARCO TEÓRICO	8
Sistemas de Control	8
Electrónica	8
Microprocesador	9
ESP8266	10
Punto de acceso	11
Servomotor	11
Motor DC	12
Ruedas omnidireccionales	13
Lenguaje de programación	14
Programación	15
Diseño 3D	15
Metrología	16
Sensor Ultrasónico	17
Sensor de temperatura y humedad DHT11	18
Impresión 3D	19
METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO	20

Construcción de la estructura base	22
Elaboración de diagrama de conexión para subir el programa al modulo	23
Preparación de modulo antes de subir un programa	23
Programación del modulo	25
Ensamble de la parte mecánica del robot	27
Elaboración de diagrama de control de los motores y cámara	28
PROPUESTA Y RESULTADOS	30
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	37

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1	Microprocesador.....	10
Imagen No. 2	Servomotor SG90.....	12
Imagen No. 3	Motor DC	13
Imagen No. 4	Metrología	17
Imagen No. 5	Sensor de temperatura y Humedad DHT11	18
Imagen No. 6	Modelo 3D.....	21
Imagen No. 7	Base del robot.....	22
Imagen No. 8	Interfaz Arduino	24
Imagen No. 9	Interfaz Arduino	24
Imagen No. 10	Interfaz Arduino	25
Imagen No. 11	Interfaz de programación.....	25
Imagen No. 12	Asignación de variables.....	26
Imagen No. 13	Interfaz de visual code.....	27
Imagen No. 14	Robot Explorador	27
Imagen No. 15	Ensamble electromecánico	29
Imagen No. 16	Prueba de funcionamiento	30
Imagen No. 17	Pagina HTML.....	31
Imagen No. 18	Programación.....	32
Imagen No. 19	Alimentación de modulo	32

Imagen No. 20	Primera prueba de cámara y control de motores	33
Imagen No. 21	Programación.....	37
Imagen No. 22	Programación.....	37
Imagen No. 23	Programación.....	38
Imagen No. 24	HTML.....	38
Imagen No. 25	HTML.....	39
Imagen No. 26	Impresión 3D.....	39
Imagen No. 27	Chasis del robot.....	40
Imagen No. 28	Soporte de sensor ultrasónico y modulo	40
Imagen No. 29	Plano de partes del prototipo	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Sistemas de control	8
Gráfico No. 2 electrónica	9
Gráfico No. 3 Ruedas Omnidireccionales.....	14
Gráfico No. 4 Lenguaje de programación C++.....	15
Gráfico No. 5 Diseño 3D AutoCAD	16
Gráfico No. 6 Diagrama de conexión ESP32CAM.....	23
Gráfico No. 7 Diagrama de conexión.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Servomotor SG90	12
Tabla No. 2 Sensor DHT11	18
Tabla No. 3 Materiales a utilizar en el prototipo.....	21
Tabla No. 4 Materiales para montaje de la estructura.....	22

RESUMEN

El presente proyecto está basado en la necesidad requerida de implementar un prototipo de prácticas que permita la recopilación de información en espacios confinados ya sea con la lectura de datos o la imagen para esto se ha diseñado un robot explorador con la ayuda de un ESP32CAM y un ESP8266 la cual permite controlar el funcionamiento robot y a su vez tener un control de dirección con el fin evitar que este se choque y sufra daños estructurales. Este sistema también tiene la opción de implementar más elementos para realizar la recopilación de información lo cual permite tener información más precisa, necesarios para poder determinar qué tan viable es que una persona ingrese al mismo lugar sin que le cause daños temporales o permanentes, el sistema está compuesto por un interfaz HMI mediante el cual se puede verificar las lecturas y controlar los motores y servomotores. Para la sincronización de envío y recepción de datos entre el interfaz HMI y el módulo se creó un punto de acceso permitiendo así a la integración de información recopilada por parte de los sensores y las ordenes de ejecución dadas desde la pantalla HMI. El sistema consta con un sensor de distancia el cual envía y recibe ultrasonido permitiendo captar objetos que no se puedan ver por la cámara de esta manera podemos obtener un informe breve de lo que se encuentra dentro del espacio explorado.

PALABRAS CLAVE:

Robot explorador, Programación, Diseño 3D, Microprocesador

ABSTRACT

This project is based on the necessity to implement a prototype of practices that allows the collection of information in confined spaces either with data reading or image, for this has been designed a robot explorer with the help of an ESP32CAM and an ESP8266 which allow to control the robot operation and in turn have a direction control in order to prevent it from crashing and suffering structural damage. This system also has the option to implement more elements to perform the collection of information which permits to have more accurate information, necessary to determine how viable it is that a person enters the same place without causing temporary or permanent damage, the system consists of an HMI interface through which you can verify the readings and control the motors and servomotors. For the synchronization of sending and receiving data between the HMI interface and the module, an access point was created allowing the integration of information collected by the sensors and the execution orders given from the HMI screen. The system consists with a distance sensor which sends and receives ultrasound allowing to capture objects that cannot be seen by the camera, in this way we can obtain a brief report of what is inside the explored space.

KEYWORDS:

Robot explorer, Programming, 3D Design, Microprocessor.

INTRODUCCIÓN

El uso de cuerpos no tripulados a lo largo de los años ha ido incrementando motivo por el cual se ha visto la necesidad de mejorar nuestros conocimientos para la realización de este proyecto “construcción de un prototipo de robot explorador controlado desde una aplicación móvil” debido a que para poder realizar este proyecto se debe adquirir conocimientos de diseño 3D, electricidad, programación, etc. En especial el uso de módulos wifi-controlados desde una determinada distancia en espacios cerrados.

Los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica forman parte de este proyecto tales como, programación, diseño mecánico 3D. Este proyecto está conformado por una ESP32Cam (microcontrolador), driver para motores, los cuales van a permitir el control desde un dispositivo móvil a larga distancia el cual se podrá operar con ayuda de una cámara que viene incorporada en el módulo antes mencionado y mediante una interfaz HMI se pueda controlar el sentido de giro y dirección de los motores para poder desplazarse en el entorno en el cual se requiera realizar un levantamiento de información previa.

Dispone de un margen para el diseño del programa lo cual es muy importante para la generación de prácticas de funcionamiento y cambio en el caso de ser necesario, verificando errores e implementando soluciones de manera inmediata para el inadecuado funcionamiento de los dispositivos que constituyen el módulo, para evitar daños prematuros en el mismo ya que el sistema de control (microprocesadores) es muy delicado ya sea exceso de voltaje o calentamiento, lo que se traduce daño permanente en los elementos forzando al cambio prematuro del mismo.

El prototipo está realizado en filamento plástico de alta resistencia el cual nos permite fácil montaje, así como también firmeza en la estructura mecánica para que los movimientos sean precisos, las partes mecánicas están sujetas a cambio si así fuera el caso se modifica el diseño en el modelo 3D, el nuevo modelo se imprime en la impresora 3D y se implementa es de gran ayuda ya que el costo de producción no se eleva tanto.

El mantenimiento del prototipo es rápido y sencillo uno de los primordiales es mantenerlo con una fuente de alimentación en condiciones idóneas para que las lecturas de los sensores, respuesta de motores y visibilidad de la cámara sea correcta caso contrario la falta de alimentación produce que las lecturas de los sensores sean erróneas, posterior verificación de las conexiones (cableado) por el funcionamiento del mismo prototipo puede producirse que los cables que conforman el sistema eléctrico se puedan romper o desoldar, verificación del estado de funcionamiento de los sensores se pueden dañar por un sobrevoltaje o algún golpe.

Antecedentes

(Rodríguez & Marin, 2017) explican que:

Los robots móviles tienen la capacidad de moverse ya sea por mar, tierra o aire, algunos son usados para tareas domésticas, otros como para llevar instrumentos de un lugar a otro en los hospitales, inclusive son utilizados para exploración en otros planetas, permitiendo a los investigadores, obtener datos de esos lugares a través de este tipo de robots. (p.33)

En determinados lugares donde el ser humano no puede acceder ya sea por espacios reducidos o porque en entorno es nocivo para la salud de este es necesario una opción alternativa que no ponga en riesgo la salud del mismo, con fines investigativos se ve la necesidad de desarrollar un robot controlado a distancia capaz de realizar una recopilación de información, dado que no existe un prototipo con las características propuestas se ve la necesidad de realizar una investigación previa para poder cumplir con los objetivos propuestos.

Dentro de Ecuador en las instituciones educativas se ve muy pocos por no decir ningún modelo que sea controlado mediante un punto de acceso desde un dispositivo móvil esta tecnología va enfocada a IOT también conocido como el internet de las cosas esto viene ser el futuro de la industria, la cual permite controlar desde encender y apagar un foco al control de procesos desde cualquier parte del mundo únicamente con una conexión a internet que hoy en día la podemos obtener con gran facilidad.

En el día a día existen lugares en los cuales se desconoce el tipo de sustancias que puedan haber dentro de él, lugares donde el ser humano tiene dificultad para acceder para esto se ha visto la necesidad de desarrollar un prototipo capaz de solventar el problema planteado, ya que el recopilar datos y plasmarlos en una pantalla o ver una imagen a larga distancia y tiempo real es posible dado que la tecnología ha dado pasos agigantados creando dispositivos pequeños y de gran rendimiento.

Justificación

La robótica ha ido evolucionando con el pasar del tiempo, a medida que va avanzando trata de preservar el bienestar del ser humano por ello en la actualidad se han desarrollado robots que realizan las funciones de un ser humano o la facilitan, los podemos observar a nivel educativo y también industrial llegando a incentivar a nuevas generaciones al estudio de la tecnología de la robótica ya que es una de las ramas que abarca a un alto valor educativo que son de alto impacto a nivel mundial.

Hoy en día existen muchos trabajos que son un riesgo para la salud del ser humano, pero se realiza a pesar de ello debido a que no hay otra forma, por ello se ha visto la necesidad de construir este prototipo el cual puede servir para verificar entornos confinados sin poner en riesgo la salud del ser humano, la integridad de las personas o equipos costosos, considerando que estos ambientes causan graves daños en la integridad de las personas a largo o corto plazo.

La elaboración de este tipo de robot explorador se investiga con el propósito de mejorar los robots existentes, para futuros prototipos tecnológicos con fines ya sean académicos, sociales e industriales por eso es importante crear tecnologías innovadoras para que los futuros profesionales desarrollen una mentalidad más proyectada a los avances científicos, académicos y tecnológicos. Así como también al desarrollo de esta partiendo de los conocimientos básicos adquiridos en los respectivos niveles educativos y la investigación realizada para el desarrollo del proyecto

Para el desarrollo e implementación de este prototipo se vio la necesidad de realizar el diseño mecánico, electrónico y construcción de un modelo didáctico el cual permita realizar pruebas y recopilación de datos mismos que permitan que este cumpla con funcionalidad y sea viable para usarlo en como modelo de prácticas.

Objetivos

Objetivo General

Construir un robot explorador que funcione en espacios confinados para la extracción de datos mediante la aplicación de microcontroladores y tarjetas electrónicas, en el periodo académico octubre 2021 – marzo 2022.

Objetivos Específicos

- Identificar las condiciones en el desarrollo del robot, tanto a nivel técnico como a nivel del ambiente dentro del cual se desenvolverá.
- Desarrollar las condiciones de funcionamiento de los actuadores mediante lenguaje de programación para que cumpla lo establecido en los espacios confinados.
- Realizar pruebas de funcionamiento electrónico y mecánico necesarias para la identificación de errores.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Sistemas de Control

Los sistemas de control están compuestos por elementos electrónicos y eléctricos con capacidad para controlar el paso de alimentación condicionada por el ser humano, también existen elementos capaces de transmitir y recibir señales digitales y analógicas las cuales son de gran utilidad para el control de procesos industriales donde se utilizan con mayor frecuencia en sistemas manuales, semiautomáticos o automáticos con el fin de mejorar la productividad reducir tiempos y costos de producción, además de preservar y cuidar el bienestar del ser humano.

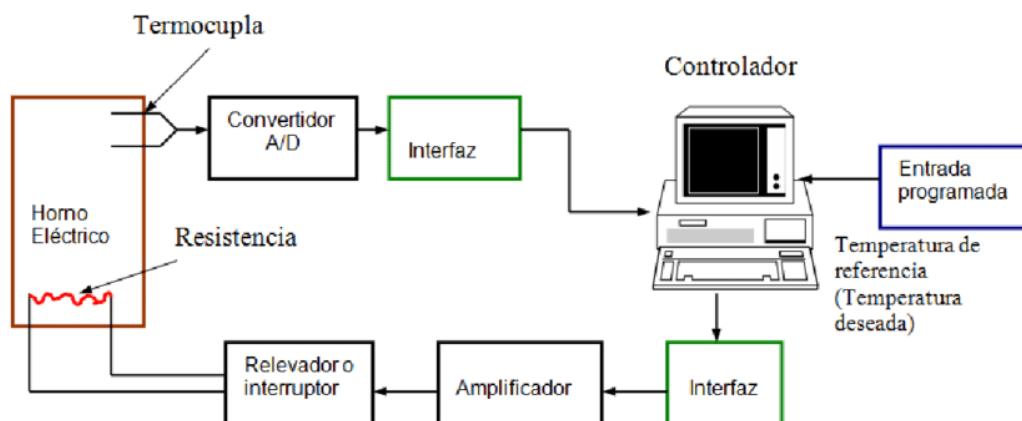


Gráfico No. 1 Sistemas de control
Elaborado por: Laime (2018)
Fuente: Datos de investigación

Electrónica

Según (Figuroa, 2019):

Ha tenido una larga evolución, desde la utilización de animales con fines terapéuticos en la Grecia antigua; hasta los experimentos e investigaciones de Ampere, Faraday, Gauss y Ohm por mencionar a

algunos, que tuvieron la finalidad de aprovechar de manera práctica los efectos producidos por la circulación de las pequeñas cargas, en los cuales se van descubriendo 13 las diferentes propiedades de los circuitos, como la resistencia, la corriente eléctrica, la inducción, entre otras.(p.12)

Siendo estos los pilares sobre los cuales está realizado este proyecto debido a que el sistema principal (corazón) está controlado por circuitos electrónicos tanto la obtención de información, proceso y toma de acciones.

La electrónica ha evolucionado a pasos agigantados partiendo de sistemas de poca capacidad y de grandes tamaños, a sistemas electrónicos de gran capacidad y de tamaño reducido siendo cada vez más pequeños y compactos los elementos electrónicos que se usa.

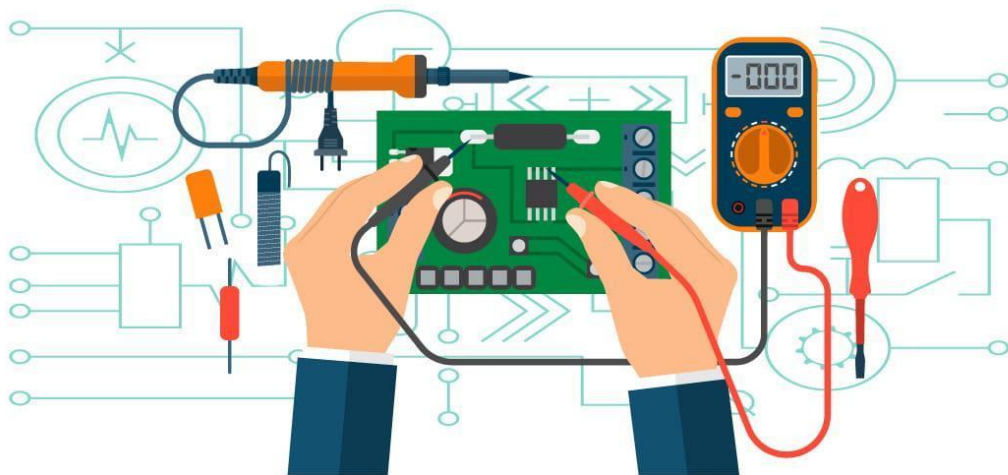


Gráfico No. 2 electrónica
Elaborado por: RPCcomputers (2018)
Fuente: Datos de investigación

Microprocesador

(Vicuña & Rojas, 2015) Sostiene que: “Es la integración de varios componentes individuales con funciones limitadas, que integrados pueden funcionar como un solo sistema de mayores capacidades. Esto dependerá de la cantidad de memoria direccionable y de los pines que tenga disponible el microprocesador para conectarse con otros chips.” (p.121) Es parte más

fundamental de la toda tarjeta electrónica debido a que es el encargado de almacenar y ejecutar las órdenes a los actuadores partiendo de sensores los cuales les da los valores y mediante una programación la en la cual se especifique las variables que se requiere que se ejecute.

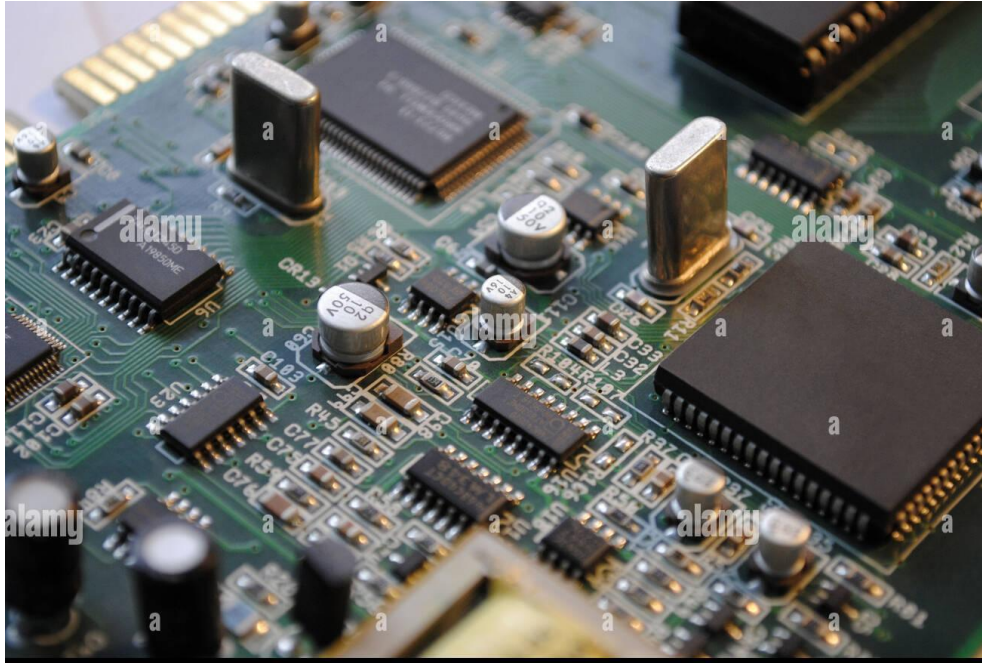


Imagen No. 1 Microprocesador
Elaborado por: Pavel Vorobyev (2019)
Fuente: Datos de investigación

ESP8266

De acuerdo con (Ugalde & Gonzales, 2017):

ESP8266 es el nombre de un microcontrolador diseñado por una compañía china llamada Espressif Systems en su sede en Shanghai. Pero su producción en masa inicio hasta principios del año 2014, donde se anunció que este chip sería una excelente solución automática de redes wifi que se ofrece como puente entre los microcontroladores que hasta ahora existen o que tiene la capacidad de ejecutar aplicaciones independientes. (p.26)

La utilización de este microprocesador va enfocado a la utilización mediante una red wifi y se puede controlar sin necesidad de estar conectado de manera física

el módulo wifi que viene nos permite controlar ya sea conectados a una misma red wifi o a su vez median un AP.

Su pequeño y gran capacidad nos permite realizar numerosos tipos de proyectos de bajo costo basados en IOT.

Punto de acceso

Como señala (Ugalde & Gonzales, 2017):

Un punto de acceso es un equipo de red inalámbrico (puede ser un computador con el software adecuado, o un dispositivo hardware específico) que se encarga de gestionar de forma centralizada las comunicaciones de todos los dispositivos que forman la red Wi-Fi. No solo se utiliza para controlar las comunicaciones internas de la red, sino que también hace de puente en las comunicaciones con las redes externas (redes Ethernet e Internet), a modo de “transformador de señal” entre redes inalámbricas y cableadas. (p.26)

El punto de acceso que nos permite crear el módulo ESP8266 es de gran utilidad al momento de realizar pruebas de funcionamiento en espacios donde no existe una red wifi ya que el módulo nos proporciona el punto de acceso y lo único que se debe realizar es la conexión con el usuario y contraseña que se le añade al momento de realizar la programación.

Una vez nos hayamos conectado se puede hacer uso del feedback programado previamente y con ello realizar una interacción entre el dispositivo que esté conectado ya sea un teléfono móvil o a su vez una laptop y el módulo.

Servomotor

El servo SG90 tiene un conector universal tipo S que encaja perfectamente en la mayoría de los receptores de radio control incluyendo los Futaba, JR, GWS, Cirrus, Hitec y otros”, Los cables en el conector están distribuidos de la siguiente forma: Rojo = Alimentación (+), Café = Alimentación (-) o tierra, Naranja = Señal PWM, puede girar 180 grados es decir 90 en cada dirección.



Imagen No. 2 Servomotor SG90

Elaborado por: Pacuino (2020)

Fuente: Datos de investigación

Este tipo de servomotores son de gran utilidad para proyectos donde se necesita un rango de movimiento limitado es decir que la rotación no sea continua, podemos controlar por grados el rango de giro o la posición a la que deseamos que trabaje, funciona a la par con un microprocesador en el cual lleva grabado mediante un programa las funciones que debe realizar.

Tabla No. 1 Servomotor SG90

ITEM	DESCRIPCION
1	Dimensiones
2	Peso
3	Torque
4	Voltaje de operación
5	Velocidad de giro

Elaborado por: Iberobotics (2020)

Fuente: Datos de investigación

Motor DC

(Patiño V, 2018) Menciona que “Un motor eléctrico de Corriente Continua es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.” Se usan en su gran

mayoría para proyectos a nivel educativo tales como vehículos no tripulados controlados a distancia a estos se les puede acoplar una llanta del tipo de que se desee o a su vez realizar la construcción de un sistema de tipo oruga para poder movilizar el vehículo el movimiento de este motor depende de un microcontrolador.



Imagen No. 3 Motor DC
Elaborado por: Tecnopura (2019)
Fuente: Datos de investigación

Ruedas omnidireccionales

Citando a (Collado, 2019):

las ruedas omnidireccionales, es posible el movimiento del vehículo en varias direcciones sin necesidad de que haya rotación en el mismo. Son capaces de moverse de forma perpendicular a su eje de rotación (tal como las ruedas convencionales) ya que la posición de los rodillos permite una buena tracción con el suelo. Pero además de este tipo de movimiento, permiten un desplazamiento de forma perpendicular a la propia rueda, gracias al deslizamiento que proporcionan los rodillos en este caso. (p.9)

Las ruedas omnidireccionales permiten la rotación del vehículo sin la necesidad de que este cambie de dirección sino únicamente con el sentido de giro de las mismas es decir que si queremos cambiar de la dirección en la que el vehículo se mueva únicamente tenemos que invertir el sentido de giro y este cambia de dirección siendo esto de gran utilidad en espacios reducidos en los cuales no hay

mucho espacio para maniobrar, debido a que la aplicación de este tipo de ruedas en nuestro prototipo va enfocado a espacios confinados se vio la necesidad de utilizar este tipo de ruedas.

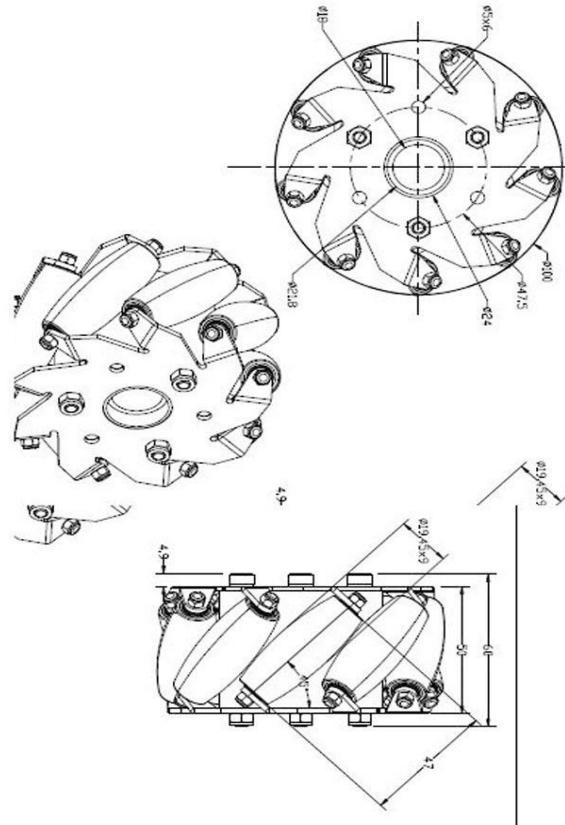


Gráfico No. 3 Ruedas Omnidireccionales
Elaborado por: ZIoT Robotik (2020)
Fuente: Datos de investigación

Lenguaje de programación

(Iván & Buriticá, 2017.) Describe “Hasta el momento ha visto el de término lenguaje de programación. Pues bien, sepa que este concepto se trata de un conjunto de instrucciones entendibles y ejecutables por un computador, que tiene una sintaxis propia y que, normalmente, cuenta con un entorno y unas reglas de desarrollo.” (p.20) El lenguaje de programación que se usa para controlar los microcontroladores de este proyecto es el tipo C, el cual es considera como uno de los más importantes y utilizados a nivel educativo con el cual se desarrollan sistemas operativos y también aplicaciones. Para su utilización podemos

implementar librerías de las diferentes tarjetas con esto solo incluimos la librería y declaramos las variables y funciones que se requiere obtener como resultado.



Gráfico No. 4 Lenguaje de programación C++
Elaborado por: Sindofdez (2017)
Fuente: Datos de investigación

Programación

(Iván & Buriticá, 2017) Considera que “Programar reúne cinco elementos que lo hacen posible: paciencia, conocimiento, experiencia, talento y arte. La paciencia es necesaria dado que la construcción de programas para computadores no siempre es tan simple como esperamos que sea.” (p.19) Programar consiste en definir mediante líneas de códigos las tareas o acciones que queremos realizar de manera automática partiendo de una lectura de sensores o condiciones de nuestro entorno para poder interactuar con el mediante las acciones de unos actuadores.

Diseño 3D

Según (Bordignon, 2018) Desde que existe la posibilidad de obtener copias digitales de objetos, o incluso crear nuevos objetos desde una pantalla, se ha abierto un nuevo campo en el desarrollo y la fabricación de productos. Esto ha sido potenciado por una generación de máquinas operadas por computadoras, inicialmente conocidas como tecnologías de control

numérico computarizado (CNC). En los últimos años, este tipo de tecnología se ha expandido y ha llegado a otras clases de usuarios, desde pequeñas y medianas empresas a grupos de aficionados, e incluso a los garajes de algunos ciudadanos. (p.13)

El diseño digital 3D permite visualizar previamente le objeto deseado para poder verificar medidas, cantidad de material y la forma en la que va a quedar el objeto, siendo de gran ayuda en proyectos educativos y también en proyectos industriales ya que gracias a ello se ha conseguido diseños mecánicos de gran exactitud. Se pueden realizar diseños pequeños y grandes dependiendo de la necesidad la única limitante es la imaginación.

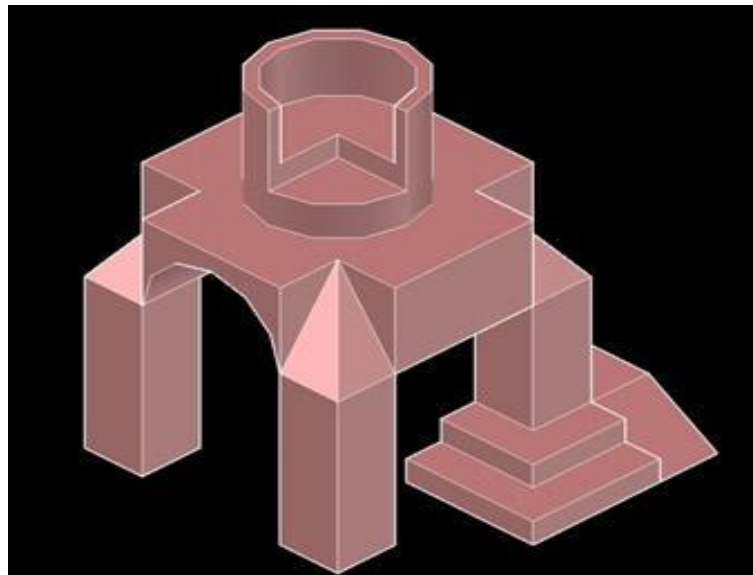


Gráfico No. 5 Diseño 3D AutoCAD
Elaborado por: Rodríguez (2018)
Fuente: Datos de investigación

Metrología

(Marban & Pellecer, 2013), afirma que “actualmente podemos decir que metrología es la ciencia de las mediciones y que medir es comparar con algo (unidad) que se toma como base de comparación” (p.18). Nos permite recopilar datos mediante un equipo de medición, puede ser un flexómetro, pie de rey entre otros, los cuales nos van a dar valores con un margen de error mínimo.

Para la obtención de valores numéricos del robot explorador se ha hecho uso de flexómetro, calibrador pie de rey ya que son herramientas que nos permiten obtener medidas de mayor precisión con el fin de minimizar el margen de error entre el diseño 3D y el resultado final que se obtendrá una vez culminado la parte de construcción.



Imagen No. 4 Metrología
Elaborado por: Mecanizados sinc (2016)
Fuente: Datos de investigación

Sensor Ultrasónico

(Insabella, 2020) Sostiene que “los sensores ultrasónicos en dos grandes categorías: i) piezoeléctricos (o capacitivos), en los cuales la señal eléctrica medida es directamente proporcional a la presión; ii) ópticos, los cuales son sensibles a los cambios de longitud del camino óptico producidos por las ondas de presión.” (p.69) En la cual se dispone de un transmisor de onda y un receptor de manera continua para poder verificar la distancia en la cual está el objeto y el sensor, para poder alimentarlo necesita 5V, un TRG el cual se encarga de enviar la señal de ultrasonido y un ECHO que se encarga de recibir la señal de ultrasonido esta se la puede reflejar en una computadora, en una pantalla LCD o en una interfaz HMI dependiendo de la necesidad. La distancia máxima que puede medir este sensor de 450cm y la mínima es de 2cm, la velocidad de sonido es de 340 m/s.

Sensor de temperatura y humedad DHT11

(Marin, 2017) Afirma que:

El dispositivo de temperatura y humedad a utilizar es DHT11, cuenta con un complejo sensor con una salida de señal digital calibrada. Mediante el uso exclusivo de la técnica de adquisición de señales digitales y la tecnología de detección de temperatura y humedad, garantiza una alta fiabilidad y una excelente estabilidad a largo plazo. (p.23)

Este sensor nos permite realizar la medición de datos del entorno donde se encuentre y reflejarla en una pantalla HMI o a su vez realizar desde la interfaz de Arduino, el componente de medición de temperatura es de tipo NTC y el de humedad tipo resistivo obteniendo como resultado una rápida lectura de datos, así como también la capacidad de anti-interferencia ideal para lugares de difícil acceso.



Imagen No. 5 Sensor de temperatura y Humedad DHT11

Elaborado por: D-Robotics (2010)

Fuente: Datos de investigación

En la siguiente tabla se puede observar los parámetros de funcionamiento del sensor tales como los rangos de funcionamiento al momento de recopilar datos de temperatura, humedad y también cada cuanto tiempo realiza la lectura para tener un valor real constantemente.

Tabla No. 2 Sensor DHT11

ITEM	DESCRIPCION	Valores
------	-------------	---------

1	Fuente de alimentación	3.3-5VDC
2	Señal de salida	Señal digital
3	Elemento sensor	Condensador polímero
4	Rango de funcionamiento	H: 20-90%/T:0-50 celcius
5	Periodo de detección	6s
6	Repetibilidad	H:1%HR/T:1celcius
7	Resolución o sensibilidad	H:1%HR/T:1celcius
8	Precisión	H + -2% HR (Máx. +- 5% HR); T < +- 2Celsius

Elaborado por: diego guacho (2010)

Fuente: Datos de investigación

Impresión 3D

(Bordignon, 2018) Propone que:

su modelo más popular, es una máquina de fabricación digital de la categoría aditiva, ya que su modo de funcionamiento se basa en el depósito de varias capas de un insumo en general plástico hasta lograr la pieza completa. Opera a través de un inyector de material, que se desplaza en tres dimensiones (X, Y, Z), controlado por un software, el cual usa como patrón de fabricación un modelo 3D (p.14).

Partiendo de un diseño digital 3D previo se procede a la materialización de este con ayuda de una impresora 3D en la cual se ingresa el modelo digital con ayuda de un software de comunicación entre nuestro PC y la maquina obteniendo como resultado de esta interacción el diseño solido en el material escogido previo a la impresión.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL PROYECTO

Lozada (2018) explica que:

La generación de una teoría científica a partir de una idea o de la constatación de un fenómeno físico se denomina investigación fundamental o básica. Este proceso, relativamente largo, crea el conocimiento que sirve para el desarrollo de tecnología. La investigación aplicada se ocupa de todo el proceso de enlace entre la teoría y el producto. (p.35)

El presente proyecto es desarrollado mediante una investigación aplicada con el objetivo de desarrollar un sistema controlado desde una interfaz vía wifi, en la cual se tendrá control de 4 sentidos de movimiento del robot, así como también se podrá visualizar mediante una cámara el espacio y lo que el contenga, enfocado a espacios confinados con el fin de realizar una investigación previa y poder realizar un análisis del lugar poco accesible o que exista riesgo para el ser humano.

Este sistema estará equipado con un módulo ESP32CAM el cual se encargará del control, monitoreo y feedback entre el módulo y la web Server creada para controlar desde un dispositivo móvil mediante la conexión a una red wifi creada de manera ficticia misma que sirve para funcionar en espacios abiertos sin necesidad de estar conectado a una red wifi.

El diseño mecánico de la estructura del robot está basado en vehículos exploradores no tripulados utilizados para la recopilación de información en lugares de difícil acceso para el ser humano y en la experiencia laboral adquirida hasta la actualidad, de tal manera se realizó utilizando el software de diseño AutoCAD el cual permite realizar los planos constructivos, así como también facilita la impresión 3D del diseño mecánico propuesto.

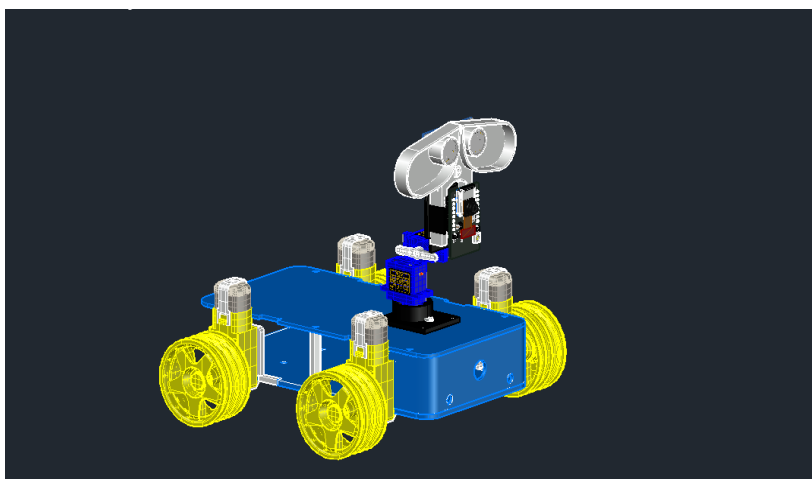


Imagen No. 6 Modelo 3D
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Para la elaboración del modelo de robot explorador se adquirió varios elementos y materiales tales como: ruedas omnidireccionales, ESP32 Cam, motores DC, Drivers para motores, piezas mecánicas impresas en 3D, servo motores SG90, estructura para servo motor entre otros, los cuales se encuentran detallados en la siguiente tabla como validación.

Tabla No. 3 Materiales a utilizar en el prototipo

ITEM	RUBRO	CANTIDAD
1	Modulo ESP-32 CAM	1
2	Arduino UNO	1
3	Servomotor	2
4	Batería lipo	2
5	Sensores ultrasonido	1
6	Acrílico	1
7	Estructura 3D	1
8	Sensores de gas	1
9	Motores reductores	4
10	Driver	1
11	Cargador de batería lipo IMAXB6	1
12	Placa PCB	1
9	Llantas omnidireccionales	4
10	Cables DuPont	50

Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Construcción de la estructura base

El proceso da inicio con la elaboración del diseño en AutoCAD, posterior se verifica las medidas estén correctas mediante la realización de un plano constructivo y se imprime en la impresora 3D obteniendo como resultado pieza mostrada a continuación.

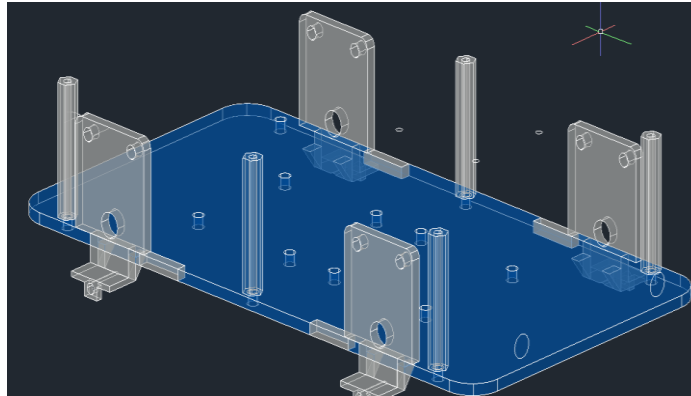


Imagen No. 7 Base del robot

Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma

Fuente: Datos de la investigación

Para la construcción de la base mecánica del robot se utilizó varios materiales que se detallan a continuación. Partiendo de un diseño 3D se pudo sacar un listado de materiales que necesarios para el ensamble una vez se tenga de manera física cada una de las partes diseñadas.

Tabla No. 4 Materiales para montaje de la estructura

ITEM	RUBRO	CANTIDAD
1	Placa superior	1
2	Placa inferior	1
3	Pernos con tuerca M3	10
4	Base para motor DC	4
5	Columna para soporte	6
6	Pernos para servos	8
7	Pernos para aspas	6
8	Pernos M2	4

Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma

Fuente: Datos de la investigación

Elaboración de diagrama de conexión para subir el programa al módulo

Para poder subir el programa al módulo ESP32cam hay que realizar las siguientes conexiones entre el programador y el módulo, en el cual mediante el programador se alimenta de 5Vdc al módulo, se conecta un transmisor y receptor de los cuales vienen identificados como TX para transmitir y RX para recibir como conexión final tenemos un puente en el módulo entre los pines GND y el GP01 como se muestra en el diagrama a continuación.

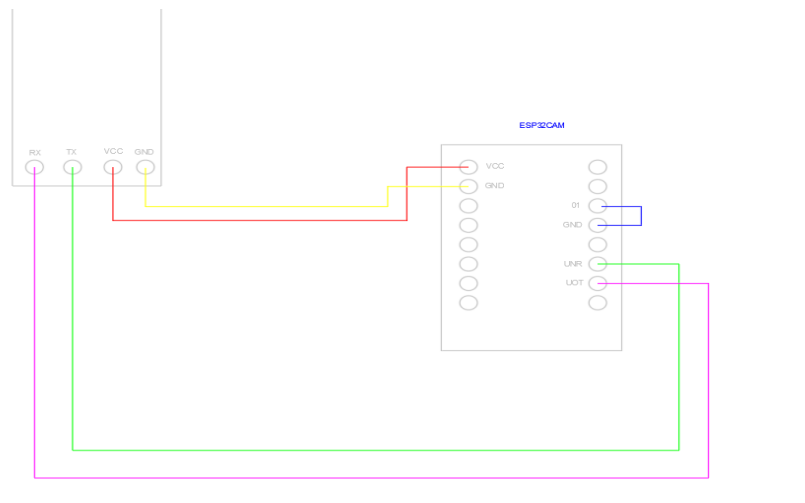


Gráfico No. 6 Diagrama de conexión ESP32CAM
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Preparación de módulo antes de subir un programa

Para que nuestro módulo cargue un programa de manera exitosa debemos realizar determinados pasos previos los cuales se van a mostrar a continuación:

Debemos ir a archivo/preferencias/gestor de URL adicionales y pegar el siguiente enlace https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json el cual nos va a permitir realizar la descarga del paquete de módulo que estamos utilizando.

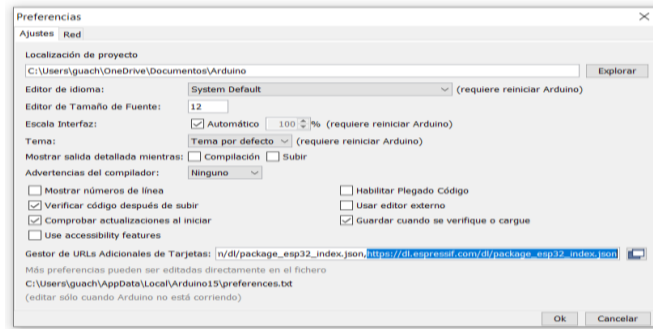


Imagen No. 8 Interfaz Arduino
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Una vez pegado el enlace nos dirigimos a herramientas/ placa/gestor de tarjeta/ y buscamos el módulo que estamos buscando e instalamos la versión que se requiere de preferencia instalar la última versión para que no hay inconvenientes a la hora de copiar y subir un programa.

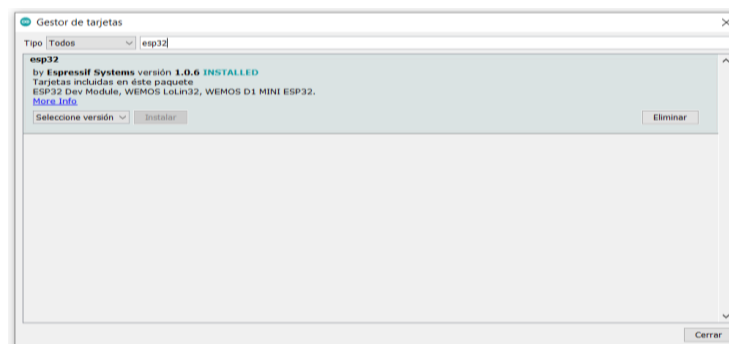


Imagen No. 9 Interfaz Arduino
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Terminada la descarga de la librería, procedemos a elegir la tarjeta que estamos utilizando para ello vamos a herramientas/placa/ESP32 Arduino/ESP32Wrover Module, ajustamos los parámetros de la tarjeta y escogemos el puerto que vamos a utilizar con ello estamos listos para poder cargar un programa y ejecutarlo.

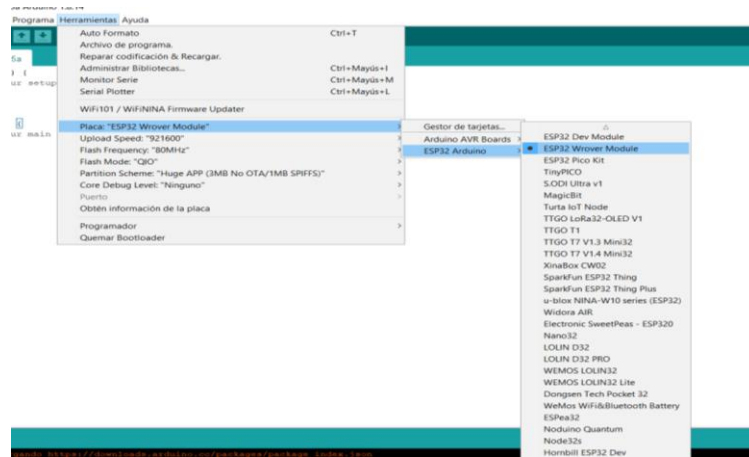


Imagen No. 10 Interfaz Arduino
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Programación del modulo

Para iniciar la programación primero incluimos la librerías que vamos a utilizar en este caso incluimos “esp_camera.h/Arduino.h/WiFi.h/AsyncTCP.h/ESPAsyncWebserver.H/iostream/stream” las cuales nos van a permitir tener acceso a la cámara y mediante un punto de acceso generado desde nuestro modulo nos podemos conectar sin necesidad de una red ethernet, se usa para pruebas de campo sin embargo también existe la posibilidad de conectarnos a una red wifi y mediante una dirección IP asignada tener acceso al control y monitoreo del prototipo

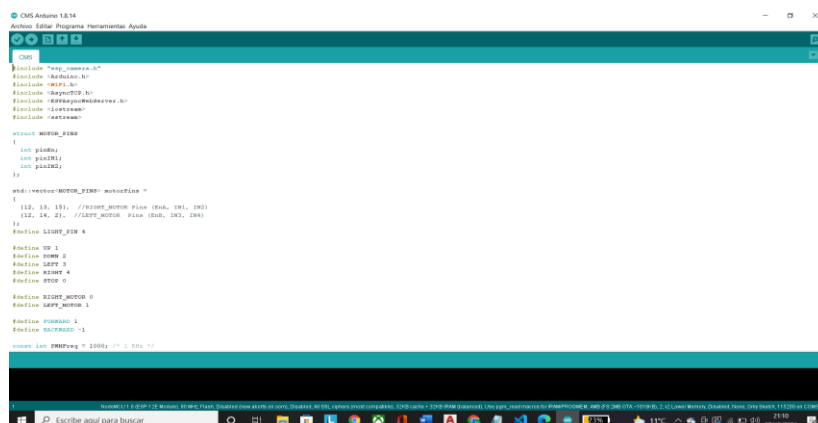
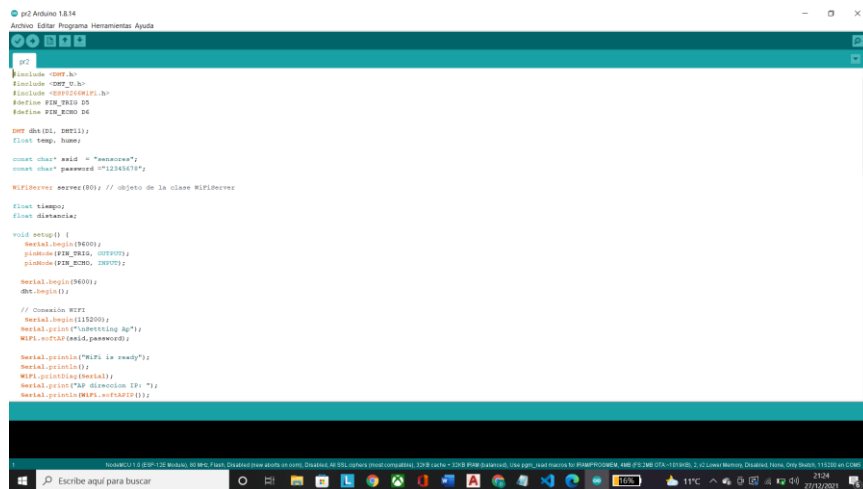


Imagen No. 11 Interfaz de programación
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Declaramos las variables que queremos en nuestro programa en este caso: sensor ultrasónico, sensor de temperatura-humedad, servomotores; determinamos los rangos dentro de los cuales queremos que trabajen, la frecuencia a la cual van a realizar una nueva lectura y reflejarla en una pantalla.

Creamos un punto de acceso el cual va a tener un usuario, contraseña y dirección IP para poder acceder a los valores que nos proporcionen los sensores y poder controlar también los motores y servomotores.



```
pr2 Arduino 1.8.14
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

IP:
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>

const char* ssid = "xxxxxxx";
const char* password = "12345678";

WiFiClient client; // objeto de la clase WiFiClient

float tiempo;
float distancia;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(PIN_ULTRASONIC, INPUT);
  pinMode(PIN_TEMP, INPUT);
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("ESP8266 is ready");
  Serial.println();
  WiFi.begin(IP);
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {
  Serial.println("Looping");
  Serial.println();
  Serial.println(WiFi.localIP());
  Serial.println("IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

Imagen No. 12 Asignación de variables
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Creación de una página HTML para poder visualizar los datos y controles del prototipo, para que la página sea creada de manera adecuada debemos tener corriendo el servidor de apache de lo contrario la página HTML no va a funcionar en la página podemos adecuarla a gusto y necesidad en formas y colores.

Terminada de desarrollar la página HTML procedemos a incluirla en nuestro programa y posterior subirla al módulo dando a entender en el programa que los valores recopilados por los sensores se deben reflejar en dicha página la cual podemos visualizar desde nuestro dispositivo móvil o laptop únicamente con la conexión al punto de acceso creado y la dirección IP proporcionada.

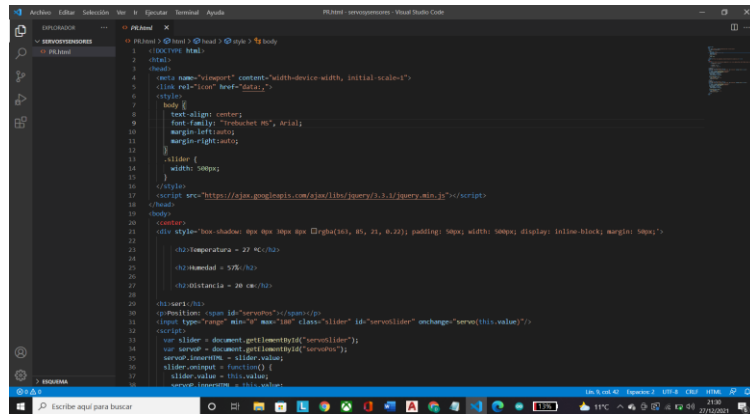


Imagen No. 13 Interfaz de visual code
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Ensamble de la parte mecánica del robot

Para poder ensamblar el robot hacemos uso de 4 motores DC, estructura impresa en 3D, estructura de servomotores SG90, servomotores SG90, estructura para soporte del módulo ESP, sensor infrarrojo, sensor de temperatura, humedad y las ruedas omnidireccionales. Como se puede observar el resultado final del diseño 3D se encuentra acorde a la propuesta establecida, así como también con sus respectivas medidas.



Imagen No. 14 Robot Explorador
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Elaboración de diagrama de control de los motores y cámara

El diagrama de conexión realizado muestra las conexiones que se debe implementar al momento armar la parte eléctrica y electrónica, en el cual partiendo de una fuente de alimentación se alimenta el controlador, sensores y actuadores. Las demás conexiones son de control de motores y cámara los cuales son controlados desde una interfaz HMI.

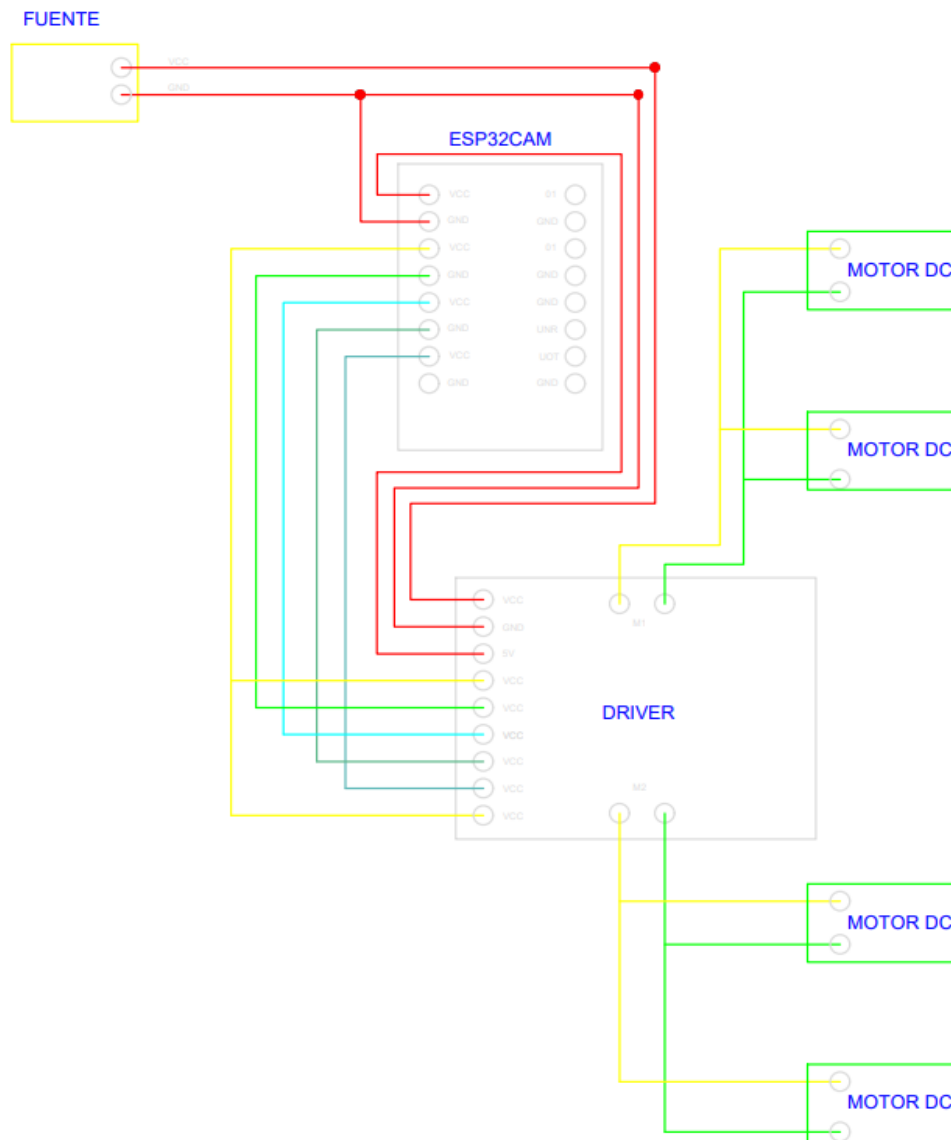


Gráfico No. 7 Diagrama de conexión
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Las conexiones deben realizarse de manera adecuada tomando precaución en los puntos de alimentación ya que si no se respeta los polos corremos el riesgo

de quemar nuestra modulo, a continuación, se muestra parte del conexionado en función del diagrama planteado, con ello ya se puede realizar pruebas de funcionamiento y corroborar que se está realizando adecuadamente el proceso de ensamble.

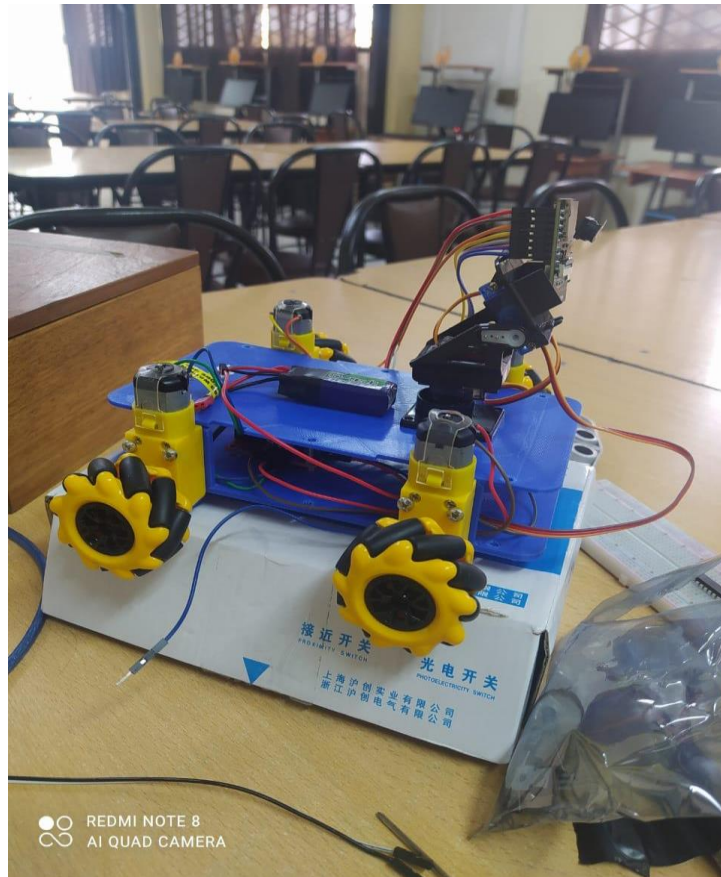


Imagen No. 15 Ensamble electromecánico
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS

Las pruebas realizadas para verificar el correcto funcionamiento del prototipo de robot explorador y mantenerse dentro de los parámetros establecidos principalmente en la lectura de los sensores, visualización del entorno mediante un punto de acceso remoto y controlado desde un dispositivo móvil en espacios de difícil acceso y o confinados de acuerdo con ello logro cumplir los objetivos planteados.

Al momento de realizar el enlace entre el dispositivo móvil y el módulo de pudo observar la imagen captada por la cámara en la pantalla de nuestro dispositivo móvil, así como también los controles de los motores y a su vez realizar movimientos en el prototipo únicamente pulsando los controles en la pantalla del dispositivo móvil.



Imagen No. 16 Prueba de funcionamiento
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Los sensores fueron sometidos a una variación de distancia en el caso del sensor ultrasónico y en el caso del sensor de temperatura a una variación de está aplicando una variación de temperatura corporal con ello se corrobora el correcto

funcionamiento de estos y que en los valores que nos proporcionan no existe una lectura errónea

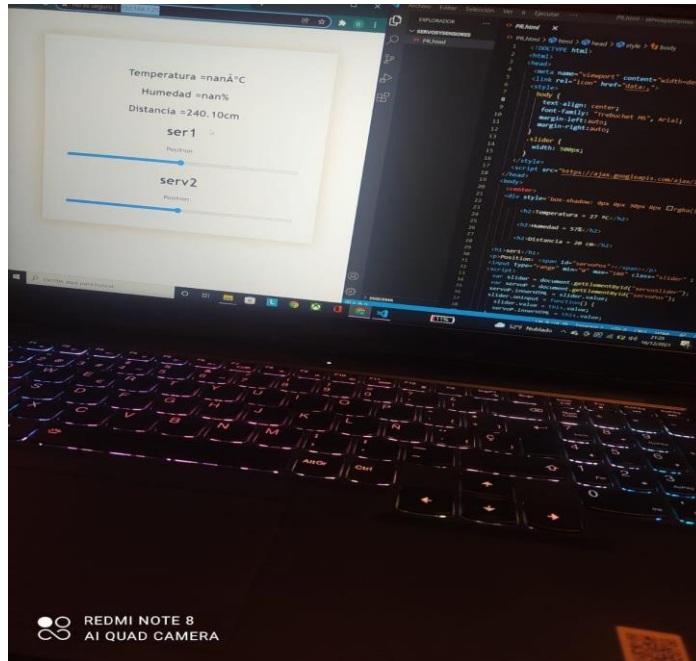


Imagen No. 17 Pagina HTML
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

La programación de funcionamiento fue realizada y comprobada que no tenga defectos de sintaxis o alguna declaración de variable que este errónea especialmente al momento de unir todas las funciones que debe realizar ya que fue creada por partes en base a una investigación inicial.

```

#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#define PIN_TRIG D5
#define PIN_ECHO D6

DHT dht(D1, DHT11);
float temp, hume;

const char* ssid = "sensores";
const char* password = "12345678";

WiFiServer server(80); // objeto de la clase WiFiServer

float tiempo;
float distancia;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);
  pinMode(PIN_ECHO, INPUT);

  Serial.begin(9600);
  dht.begin();

  // Conexión WIFI
  Serial.begin(115200);
  Serial.print("\nSetting Ap");
  WiFi.softAP(ssid,password);

  Serial.println("WiFi is ready");
  Serial.println();
  WiFi.printDiag(Serial);
  Serial.print("AP direccion IP: ");
  Serial.println(WiFi.softAPIP());
}

```

Imagen No. 18 Programación
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

La alimentación del prototipo lleva una batería tipo LIPO de 300 mah, 7.4v nuestra placa debe ser alimentada con 5v para lo cual hemos hecho uso de un regulador de voltaje que nos proporciona nuestro controlador de motores este hace una doble función controla los motores y a su vez regula la corriente de alimentación de nuestro sistema de control del robot explorador.

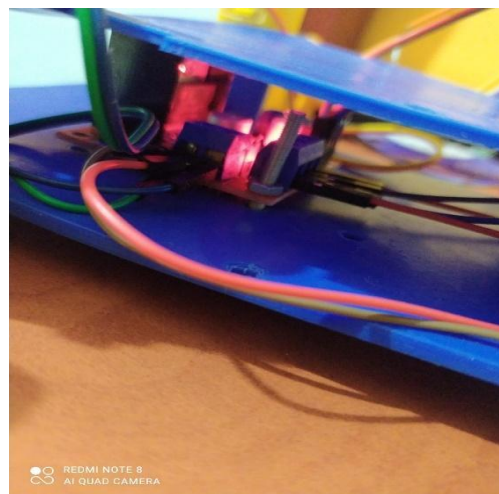


Imagen No. 19 Alimentación de modulo
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

Primeras pruebas de funcionamiento haciendo uso del punto de acceso en la cual se puede observar que la cámara se encuentra en el sentido equivocado con lo cual se realizó un cambio de orientación de la cámara, los controles de linterna de la cámara y motores se encuentran en la posición adecuada.

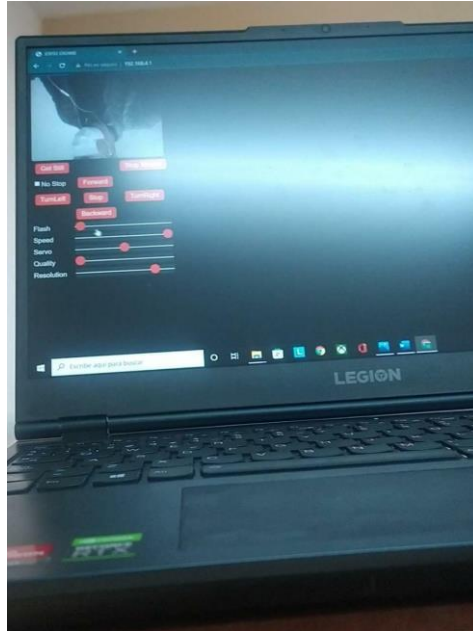


Imagen No. 20 Primera prueba de cámara y control de motores
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

CONCLUSIONES

Para poder subir el programa al módulo ESP32CAM se debe realizar las conexiones indicadas en el diagrama ya que de lo contrario no se va a subir el programa, seleccionar bien los puertos, la velocidad de carga que sea la misma con la que se visualiza y la que se carga.

Al momento de realizar el diseño 3D tomar en cuenta el montaje de las piezas 3D de no hacerlo al momento de montar no van a encajar como en el diseño inicial, también tomar en cuenta que las medidas las proporciona quien realiza el modelo 3D por lo tanto hay que procurar tomar las medidas con herramientas de alta precisión

Verificar que la sintaxis de programación este acorde a los parámetros que el lenguaje tipo C establece para que no genere error y compile, asegurarse en escoger correctamente el tipo de módulo a programar debido a que existe una gran variedad y las librerías no son compatibles con todos.

Asegurarse de elegir correctamente los elementos de los cuales va a estar conformado el prototipo y que se puedan conseguir dentro del país en el cual se esté desarrollando para agilizar los periodos de construcción, así como también en el tipo de alimentación que va a ser proporcionado.

Si no se tiene a tiempo el chasis o conjunto estructural mecánico se puede empezar realizando la programación y pruebas de esta para validar que funcione acorde a las necesidades, agiliza tiempo de construcción.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con el aprendizaje obtenido en el desarrollo del presente proyecto se recomienda lo siguiente:

Se recomienda a los estudiantes de la carrera de electromecánica que estén interesados continuar con la investigación de este proyecto con el fin de mejorarlo y utilizar el aprendizaje obtenido en el desarrollo de este para fines acorde a las necesidades.

Se recomienda tomar en cuenta cada una de las partes a implementar y las medidas exactas que posee para evitar realizar un retrabajo, así como también tener claro el material del que se va a realizar tomando en cuenta el entorno donde va a ser probado.

Se recomienda conocer a exactitud los rangos de voltajes con los cuales trabaja cada uno de los dispositivos electrónicos para poder realizar un dimensionamiento adecuado y no dañar los elementos por un exceso de voltaje, aumentando de esta manera su vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bordignon, F., Iglesias, A. A., & Hahn, Á. (2018). *Diseño e impresión de objetos 3D*.
- Collado, D. (2019). *Diseño, implementación y control de un vehículo de tres ruedas omnidireccionales*.
- Figueroa, L. (2019). *Aplicación de un sistema con microprocesadores para potenciar la enseñanza aprendizaje de sistemas digitales en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales*.
- Insabella, R. M., González, M., Ciocci, L., & Barbieri, D. (2020). Estudio y desarrollo de un sensor ultrasonico enfocado apto para tomografía optoacustica. *Elektron*, 4(2), 69–73. <https://doi.org/10.37537/rev.elektron.4.2.100.2020>
- Iván, O., & Buriticá, T. (2017). *Programación imperativa con lenguaje c*.
- Marban, R., & Pellecer, J. (2013). Metrologia para no metrologos. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Produccion, Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Marin, C. (2017). *“implementación de un sistema de sensores, monitoreo y alertas de la temperatura y humedad de un centro de datos*.
- Patiño. (2018). *Máquinas EléctricasMecánicas 4.1.2 Eléctricas*.
- Rodríguez, L., & Marin, C. (2017). *"diseño e implementación de un robot prototipo de búsqueda y comunicación para ser usado luego de un terremoto en el*.
- Ugalde, D., & Gonzales, J. (2017). *Revista de ingenieria electrica esp8266*.
- Vicuña, J., & Rojas, D. (2015). *120 fundamentos de los sistemas de microprocesados ii*.

ANEXOS

```
pr2$  
#include <DHT.h>  
#include <DHT_U.h>  
#include <ESP8266WiFi.h>  
#define PIN_TRIG D5  
#define PIN_ECHO D6  
  
DHT dht(D1, DHT11);  
float temp, hume;  
  
const char* ssid = "sensores";  
const char* password = "12345678";  
  
WiFiServer server(80); // objeto de la clase WiFiServer  
  
float tiempo;  
float distancia;  
  
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);  
  pinMode(PIN_ECHO, INPUT);  
  
  Serial.begin(9600);  
  dht.begin();  
  
  // Conexión WIFI  
  Serial.begin(115200);  
  Serial.print("\nSetting Ap");  
  WiFi.softAP(ssid,password);  
  
  Serial.println("WiFi is ready");  
  Serial.println();  
  WiFi.printDiag(Serial);  
  Serial.print("AP direccion IP: ");  
  Serial.println(WiFi.softAPIP());  
}
```

Imagen No. 21 Programación
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

```
pr2$  
//Star server  
server.begin();  
Serial.println("Server satrted");  
  
}  
  
void loop() {  
  hume = dht.readHumidity();  
  temp = dht.readTemperature();  
  
  Serial.println("Temeratura: " + String(temp)+ " Humedad: " + String(hume) );  
  
  delay(1000);  
  
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW); //para generar un pulso limpio ponemos a LOW dus  
  delayMicroseconds(4);  
  
  digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH); //generamos Trigger (disparo) de 10us  
  delayMicroseconds(10);  
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);  
  
  tiempo = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH);  
  distancia = tiempo/58.3;  
  
  Serial.println(distancia);  
  
  delay(1000);  
  
  WiFiClient client = server.available();//objeto de la clase WiFiClient  
  // avaliable() detecta un cliente nuevo de l objeto de la clase WiFiServer  
  if(!client){  
    return;  
  }  
  
  Serial.println("Nuevo cliente...");  
}
```

Imagen No. 22 Programación
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

```

pr2$
while(!client.available()){//espera a un cliente disponible
    delay(1);
}
String peticion = client.readStringUntil('\r'); // lee la peticion del cliente
Serial.println(peticion);
client.flush(); //limpia la peticion del cliente

client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("");
client.println("");
client.println("");
client.println("");
// INICIA LA PAGINA

client.println("<!DOCTYPE html><html><head><meta name='viewport' content='width=device-width, initial-scale=1'>");
client.println("<link rel='icon' href='data:'><style>body {text-align: center;font-family: 'Trebuchet MS', Arial;margin-left:auto;");
client.println("margin-right:auto;}.slider {width: 500px;}");
client.println("</style><script src='https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.3.1/jquery.min.js'></script>");
client.println("</head><body><center><div style='box-shadow: 0px 0px 30px 8px rgba(163, 85, 21, 0.22); padding: 50px; width: 500px; display: inline-block; margin: 50px;'> ");
client.println("<h2>Temperatura =" + String(temp) + "%</h2>");
client.println("<h2>Humedad =" + String(hume) + "%</h2>");
client.println("<h2>Distancia =" + String(distancia) + "cm</h2>");
client.println("<h1>ser1</h1><p>Position: <span id='servoPos'></span></p>");
client.println("<input type='range' min='0' max='180' class='slider' id='servoSlider' onchange='servo(this.value)'/>");
client.println("<script>var slider = document.getElementById('servoSlider');var servoP = document.getElementById('servoPos');");
client.println("servoP.innerHTML = slider.value;slider.oninput = function() {slider.value = this.value;}");
client.println("servoP.innerHTML = this.value;}$.ajaxSetup({timeout:1000});");
client.println("function servo(pos) {$.get('/?value=' + pos + '&');{Connection: close};}");
client.println("</script><h1>ser2</h1><p>Position: <span id='servoPos'></span></p>");
client.println("<input type='range' min='0' max='180' class='slider' id='servoSlider' onchange='servo(this.value)'/>");
client.println("<script>var slider = document.getElementById('servoSlider');var servoP = document.getElementById('servoPos');");
client.println("servoP.innerHTML = slider.value;slider.oninput = function() {lider.value = this.value;servoP.innerHTML = this.value;}");
client.println("$.ajaxSetup({timeout:1000});function servo(pos) {$.get('/?value=' + pos + '&');{Connection: close};}");
client.println("</script></body></html>");

```

Imagen No. 23 Programación
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

```

PR.html > html > head > style > body
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
5 <link rel="icon" href="data:">
6 <style>
7   body {
8     text-align: center;
9     font-family: 'Trebuchet MS', Arial;
10    margin-left:auto;
11    margin-right:auto;
12  }
13  .slider {
14    width: 500px;
15  }
16 </style>
17 <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.3.1/jquery.min.js"></script>
18 </head>
19 <body>
20 <center>
21 <div style="box-shadow: 0px 0px 30px 8px rgba(163, 85, 21, 0.22); padding: 50px; width: 500px; display: inline-block; margin: 50px;">
22
23   <h2>Temperatura = 27 °C</h2>
24
25   <h2>Humedad = 57%</h2>
26
27   <h2>Distancia = 20 cm</h2>
28
29 <h1>ser1</h1>
30 <p>Position: <span id="servoPos"></span></p>
31 <input type="range" min="0" max="180" class="slider" id="servoSlider" onchange="servo(this.value)" />
32 <script>
33   var slider = document.getElementById("servoSlider");
34   var servoP = document.getElementById("servoPos");
35   servoP.innerHTML = slider.value;
36   slider.oninput = function() {
37     slider.value = this.value;

```

Imagen No. 24 HTML
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

```
PR.html > html > head > style > body
27 slider.value = slider.value;
38 servoP.innerHTML = this.value;
39 }
40 $.ajaxSetup({timeout:1000});
41 function servo(pos) {
42   $.get("/?value=" + pos + "&");
43   {connection: close};
44 }
45 </script>
46 <h1>serv2</h1>
47 <p>Position: <span id="servoPos"></span></p>
48 <input type="range" min="0" max="180" class="slider" id="servoslider" onchange="servo(this.value)"/>
49 <script>
50   var slider = document.getElementById("servoslider");
51   var servoP = document.getElementById("servoPos");
52   servoP.innerHTML = slider.value;
53   slider.oninput = function() {
54     slider.value = this.value;
55     servoP.innerHTML = this.value;
56   }
57   $.ajaxSetup({timeout:1000});
58   function servo(pos) {
59     $.get("/?value=" + pos + "&");
60     {connection: close};
61   }
62 </script>
63 </body>
64 </html>
```

Imagen No. 25 HTML

Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma

Fuente: Datos de la investigación

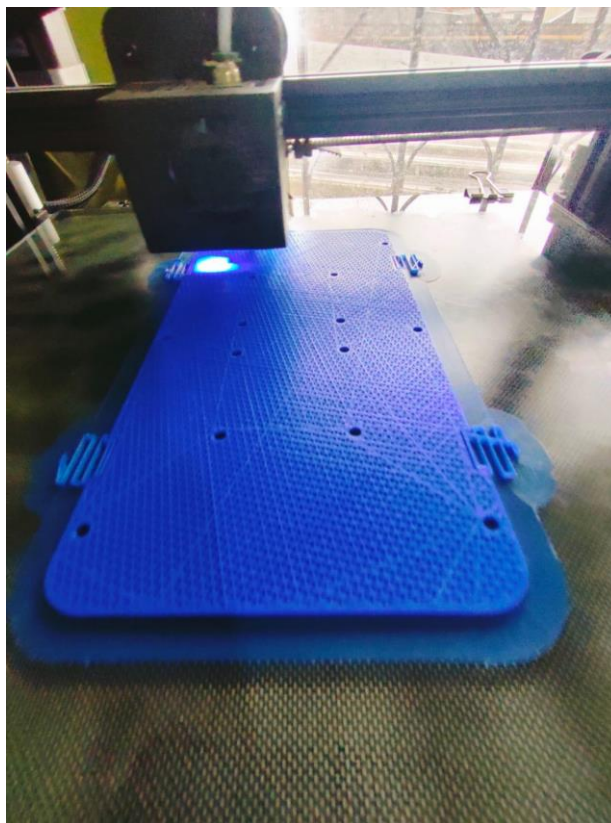


Imagen No. 26 Impresión 3D

Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma

Fuente: Datos de la investigación



Imagen No. 27 Chasis del robot
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación



Imagen No. 28 Soporte de sensor ultrasónico y modulo
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación

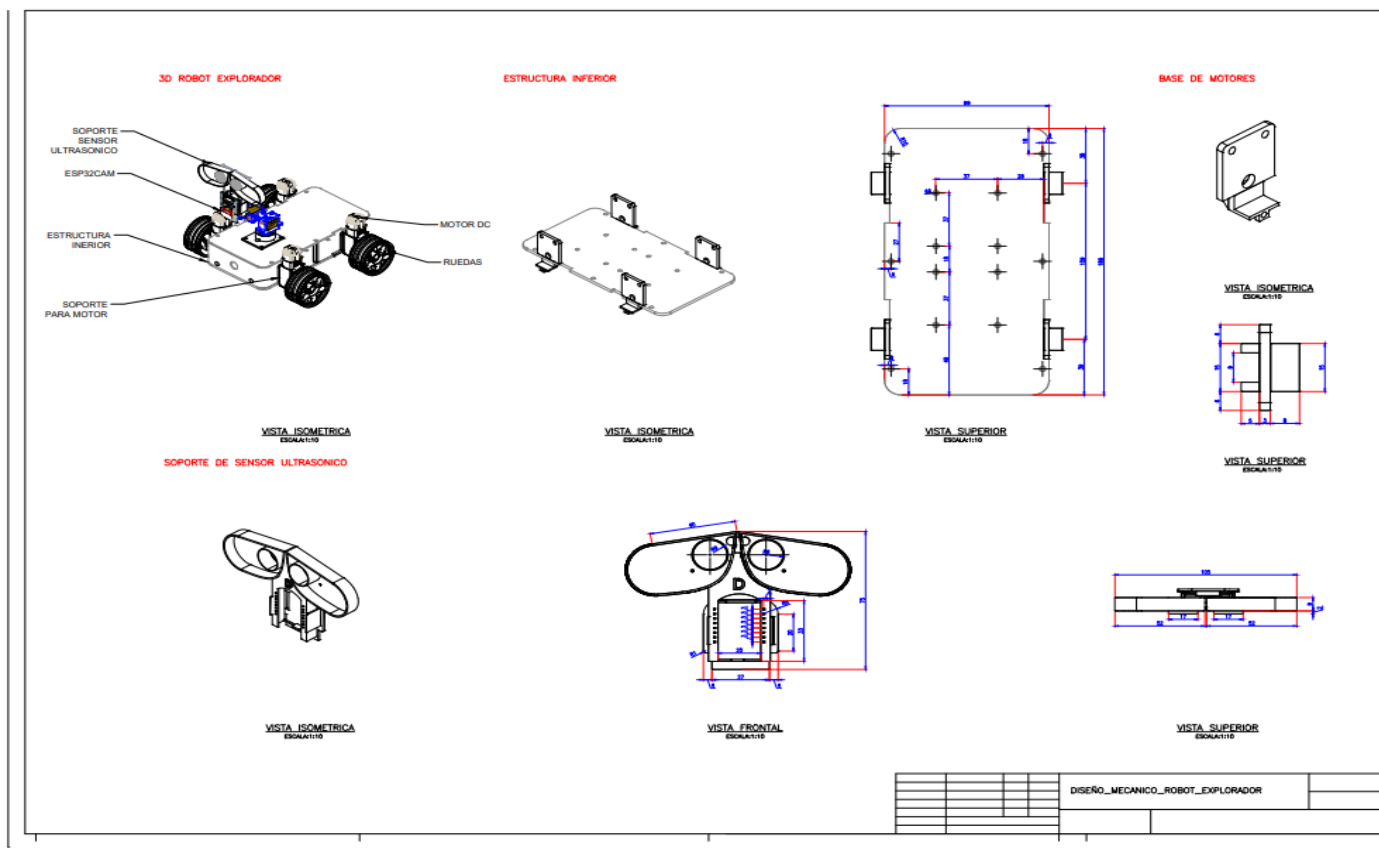


Imagen No. 29 Plano de partes del prototipo
Elaborado por: Diego Armando Guacho Zaruma
Fuente: Datos de la investigación