

Diseño e Implementación de un Robot Mini Sumo Autónomo

Hernán Santiago Ortega Lopez y Giovanni Andrés González Zárate

Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería

Ingeniería Electrónica

Universidad Sergio Arboleda

Contacto: [hernan.ortega@correo.usa.edu.co](mailto:hernan.ortega@correo.usa.edu.co) y [giovanni.gonzalez@correo.usa.edu.co](mailto:giovanni.gonzalez@correo.usa.edu.co)

## ÍNDICE

<b>Objetivo .....</b>	<b>3</b>
<b>Materiales .....</b>	<b>4</b>
<b>Parámetros de elección de componentes .....</b>	<b>5</b>
<b>Características de los componentes .....</b>	<b>7</b>
<b>Costos de los materiales.....</b>	<b>11</b>
<b>Esquemáticos .....</b>	<b>12</b>
<b>Implementación.....</b>	<b>14</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>19</b>

## Objetivo

El objetivo de este proyecto es la realización de un diseño y la implementación del mismo para crear un mini sumo bot, que logre ser autónomo y cumpla con los reglamentos estipulados para ser usado en competición.

## Materiales

A continuación, se realiza muestra una tabla con los materiales empleados para la construcción del mini sumo bot.

**Tabla 1. Lista de materiales.**

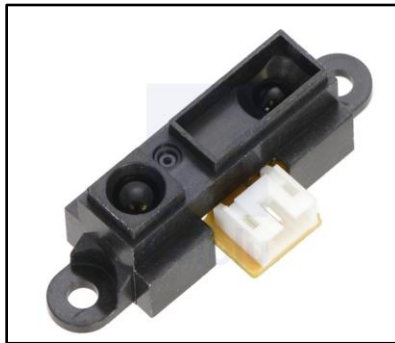
COMPONENTE	CANTIDAD
Sensor Sharp GP2YA41	3
Sensor infrarrojo QTR-1A	4
Motor reductor	2
Ruedas siliconadas	2
Batería Lipo	1
Modulo WiFi ESP8266	1
Capacitor de 100uF	1
Regulador L1117	1
Soporte para motor reductor	2
Tornillos Bristol	2
Microcontrolador STM32F103C8	1
Botón ON/OFF	1
Pulsador	1
Puente H L293D	1

## Parámetros de elección de componentes

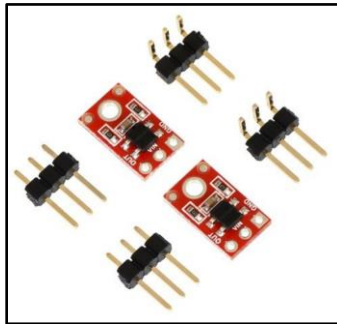
Para los parámetros se tuvieron en cuentas las condiciones de funcionamiento y haciendo una relación costo beneficio se realizó la elección de los componentes.

Para los sensores Sharp se decide usar la referencia GP2Y0A41, la cual tiene una distancia de sensado de 4 cm a 10 cm. Una de las razones del uso de este sensor fue por el precio, ya que al hacer la consulta de otro sensor Sharp con menor distancia de sensado resultaba: primero más costoso por el rango de distancia que podía medir y segundo al ver que dicho rango no era factible después de 10 cm no era óptimo. También se hizo la consulta de un sensor Sharp con un rango mayor de distancia, la referencia que le sigue es GP20Y2A, el cual consta de un rango de medición de 10 cm a 80 cm, este rango tampoco era optimo ya que al tener el robot contrario a una distancia menor a 10 cm este sensor realiza la toma de datos erróneos. Por estos motivos la elección más adecuada para los sensores que van a tener la función de detectar el objeto fueron los Sharp de referencia GP2YA41. La imagen siguiente (Fig.1) muestra los sensores escogidos.

**Figura 1. Sensor Sharp GP2Y0A41**

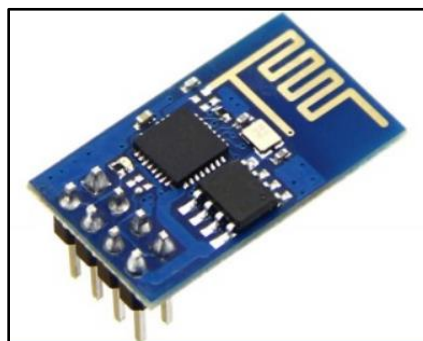


Ahora para los sensores infrarrojos que van a tener la función de ver si ya se llegó al límite de la pista, los sensores QTR1A fueron la mejor opción. Como se quiere dar profesionalismo al sumo bot, el uso de sensores CNY70 fue descartado por los siguientes motivos, el primero es el tamaño que posee, al tener una restricción en cuanto a la medida del base del mini sumo, como su peso este sensor no cumplía con las características necesarias, además para la implementación se necesitan más componentes, lo cual hace un aumento al valor final de elaboración del sumo, también está el factor de las conexiones, ya que este tipo de conexión requieren de tener ciertos cuidados, como mirar que los pines no hagan corto entre sí. Esto quita tiempo y esfuerzo, por lo que se hace la inversión de los sensores QTR1A ya que estos cuentan con un módulo que internamente ya trae todo lo necesario para que dicho sensor funcione, además que trae incluido la regleta de pines para elegir como se quiere realizar la conexión si se quiere una conexión totalmente vertical o una conexión de 90°. La siguiente imagen (Fig. 2) muestra los sensores escogidos.

**Figura 2. Sensor QTR1A**

Los motores que se decido implementar fueron los motorreductores ya que este tipo de motores funcionan bien con un voltaje de 6 voltios, cuenta con una flexibilidad de rango de operación que van desde los 3 voltios y los 9 voltios, además que este tipo de motores cuenta con una configuración de piñones los cuales ayudan a dar un torque mayor que un motor normal de 12 voltios, también cuenta con un peso de 10 gramos, por lo cual ayuda para no pasarse de la restricción de peso.

Para poder ver el porcentaje de la batería en tiempo real a través del uso de una API, se emplea el módulo WiFi ESP8266, el cual permite hacer la conexión a una red de internet por medio de comandos AT y de esta manera poder hacer la comunicación con el API a emplear. A este modulo se le debe hacer la conexión de un capacitor entre VCC y GROUND, ya que esto brindara mayor seguridad al módulo.



**Figura 3. Modulo WiFi**



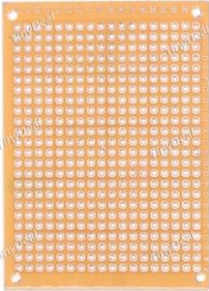


Finalmente, para el chasis se decide hacer uso de la impresora 3D de la universidad puesto que esto reduce el costo final proyecto, además que haciendo el uso de la herramienta de modelado 3D FreeCAD, se puede realizar varios diseños para poder analizar qué tipo de configuración es la más optima. Los CADs utilizados se pueden encontrar en el siguiente repositorio: [https://github.com/PAPANAB/PROYECTO\\_MINI\\_SUMO](https://github.com/PAPANAB/PROYECTO_MINI_SUMO)

## Características de los componentes

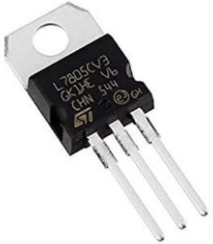



A continuación, se muestra una tabla en la cual se hace una característica más a fondo de cada uno de los componentes utilizados en la construcción del mini sumo. En esta tabla se muestra una figura del componente, las medidas, características electrónicas (voltaje, corriente y tipo de dato) y funcionamiento dentro del circuito.

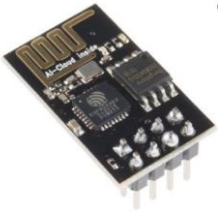

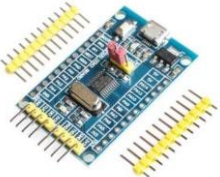

**Tabla 2. Especificaciones de los componentes utilizados.**

Componente	Figura	Medidas	Características electrónicas	Funcionamiento
Puente H L298N		43mm x 43mm x 27mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje lógico: 5V</li> <li>• Voltaje de operación: 5V -35V</li> <li>• Consumo de corriente (Digital): 0 a 36 mA</li> <li>• Capacidad de corriente: 2A</li> </ul>	Este modulo permite el uso de los motores reductores.
Sensor QTR1A [1]		13 mm x 8 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de funcionamiento: 5V</li> <li>• Consumo de corriente: 25 mA</li> <li>• Formato de salida: Voltaje analógico.</li> <li>• Distancia optima de detección: 3mm</li> <li>• Distancia máxima de detección recomendada: 6mm</li> </ul>	Estos sensores permiten poder detectar la línea límite del ring.

Sensor SHARP GP2Y0A41SK0F [2]		44.5 mm x 18.9 mm x 13.5 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje de operación: 4.5V a 5.5 V</li> <li>Corriente de consumo: 12 mA</li> <li>Rango de medida de distancia: 4 cm a 30 cm</li> </ul>	Estos sensores permiten hacer la búsqueda del objeto, siempre teniendo en cuenta el rango de distancia de medida.
Motor reductor [3]		26 mm x 12 mm x 10 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje de operación: 6V a 12 V</li> <li>Corriente máxima 1,6mA</li> <li>Número de revoluciones por minuto (rpm): 240 RPM</li> </ul>	Estos motores permiten el avance, retroceso y posicionamiento del robot.
Baquela pequeña universal [4]		7 cm x 5 cm x 1.2 mm	No aplica	Estas baquelas fueron usadas para toda la implementación de la parte electrónica del robot, al ser una baquela ya perforada permite la facilidad de ensamblar los componentes.
Soportes para motorreductores [5]		22 mm x 11.5 mm	No aplica	Este componente sirve para poder fijar los motorreductores al chasis
Regulador de voltaje LD117		6.6 mm x 10.1 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje de entrada: 5V</li> <li>Voltaje de salida: 2.97 V a 3.03 V</li> </ul>	Este es un regulador de voltaje que tiene como función bajar el voltaje a 3.3 V para de esta manera poder



				alimentar el micro controlador
Regulador de voltaje L7805		9.90 mm x 18.95 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente de salida: 1A</li> <li>• Voltaje de salida: 5V</li> <li>• Voltaje de entrada máximo: 10 V</li> </ul>	Este regulador conforma la etapa 1 del regulador del voltaje, ya que este tiene como función la de bajar el voltaje de la batería lipo hasta los 5 V y de esta manera poder proseguir a la segunda etapa de potencia.
Regletas hembra		8.50 mm x 33.02 mm x 2.50 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente máxima: 3 A</li> </ul>	Estas regletas tienen la función de poder conectar los motores, sensores y circuito de potencia al microcontrolador
Pulsador [6]		6 mm x 6 mm x 5mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente nominal: 0.1 A</li> <li>• Voltaje nominal: 12 V</li> </ul>	Este pulsador tiene la función de dar arranque al circuito una vez alimentado energéticamente el microcontrolador
Switch ON / OFF [7]		15 mm x 21 mm x 13.8 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente máxima: 16 A</li> <li>• Voltaje máximo: 125 V</li> </ul>	Este switch tiene como función dejar el paso de energía de la batería lipo hacia la primera etapa de potencia, para poder alimentar el microcontrolador. Además, permite la alimentación del módulo L298N.

Modulo WiFi ESP8266 [8]		11.5 mm x 5 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente de fuga: &lt;10uF</li> <li>• Voltaje de entrada: 3.3 V</li> </ul>	Este modulo sirve para hacer la lectura de la batería lipo y manda dichos datos a una página determinada de internet.
Condensador dieléctrico		5.5 mm x 34 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje máximo: 25 V</li> <li>• Corriente de fuga: 3uA a 30 uA</li> </ul>	Este condensador tiene como función la de proteger el módulo WiFi en caso de que allá un cambio brusco de corriente.
STM32F103C8 [9]		53 mm x 22.5 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de funcionamiento: 2.4V a 3.6V</li> <li>• Consumo máximo: 22mA</li> </ul>	Este componente es la parte principal del sumo bot, ya que con este se controlan todos los sensores y los motores.
Programador ST Link V2 [10]		56.70 mm x 20.69 mm x 8.63 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de operación: 5V</li> </ul>	Este componente permite hacer una conexión entre el microcontrolador y el ordenador, para de esta manera poder programar el micro.

### Costos de los materiales

En esta sección lo que se muestra un cuadro de los costos de los materiales de manera unitaria como en conjunto, para de esta manera evidenciar el costo promedio de implementar este proyecto.

**Tabla 3. Costos de los materiales.**

<b>COSTOS MATERIALES</b>			
<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Puente H	1	\$ 9.000	\$ 9.000
Ruedas	2	\$ 35.000	\$ 35.000
Motorreductores	2	\$ 17.000	\$ 34.000
Regleta Hembra	6	\$ 1.000	\$ 6.000
Regleta Macho	1	\$ 1.000	\$ 1.000
Baquela	2	\$ 1.500	\$ 3.000
Bateria lipo	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Sensor QTR1A	4	\$ 15.000	\$ 30.000
Sensor SHARP GP2Y0A41SK0F	3	\$ 25.000	\$ 75.000
Pulsador	1	\$ 600	\$ 600
Switch ON/OFF	1	\$ 400	\$ 400
Jumpers Macho - Hembra	2	\$ 5.000	\$ 10.000
Cinta aislante	1	\$ 4.000	\$ 4.000
Cable de protoboard	2	\$ 1.000	\$ 2.000
Resistencias	3	\$ 20	\$ 60
Leds	2	\$ 200	\$ 400
Modulo WiFi	1	\$ 9.000	\$ 9.000
Palo de balso	1	\$ 2.200	\$ 2.200
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$ 271.660</b>	

Este cuadro esta sujeto a modificaciones ya que durante la implementación del proyecto pueden haber problemas con el montaje o se necesiten de otros materiales.

## Esquemáticos

A continuación, se presentan los esquemáticos usados para la implementación electrónica del proyecto. Se hace uso del programa KiCAD para creación del esquemático, al igual que las partes del chasis del mini sumo, los esquemáticos se encuentran consignados en el siguiente repositorio: [https://github.com/PAPANAB/PROYECTO\\_MINI\\_SUMO](https://github.com/PAPANAB/PROYECTO_MINI_SUMO)

Figura 3. Esquemático parte 1 de 2.

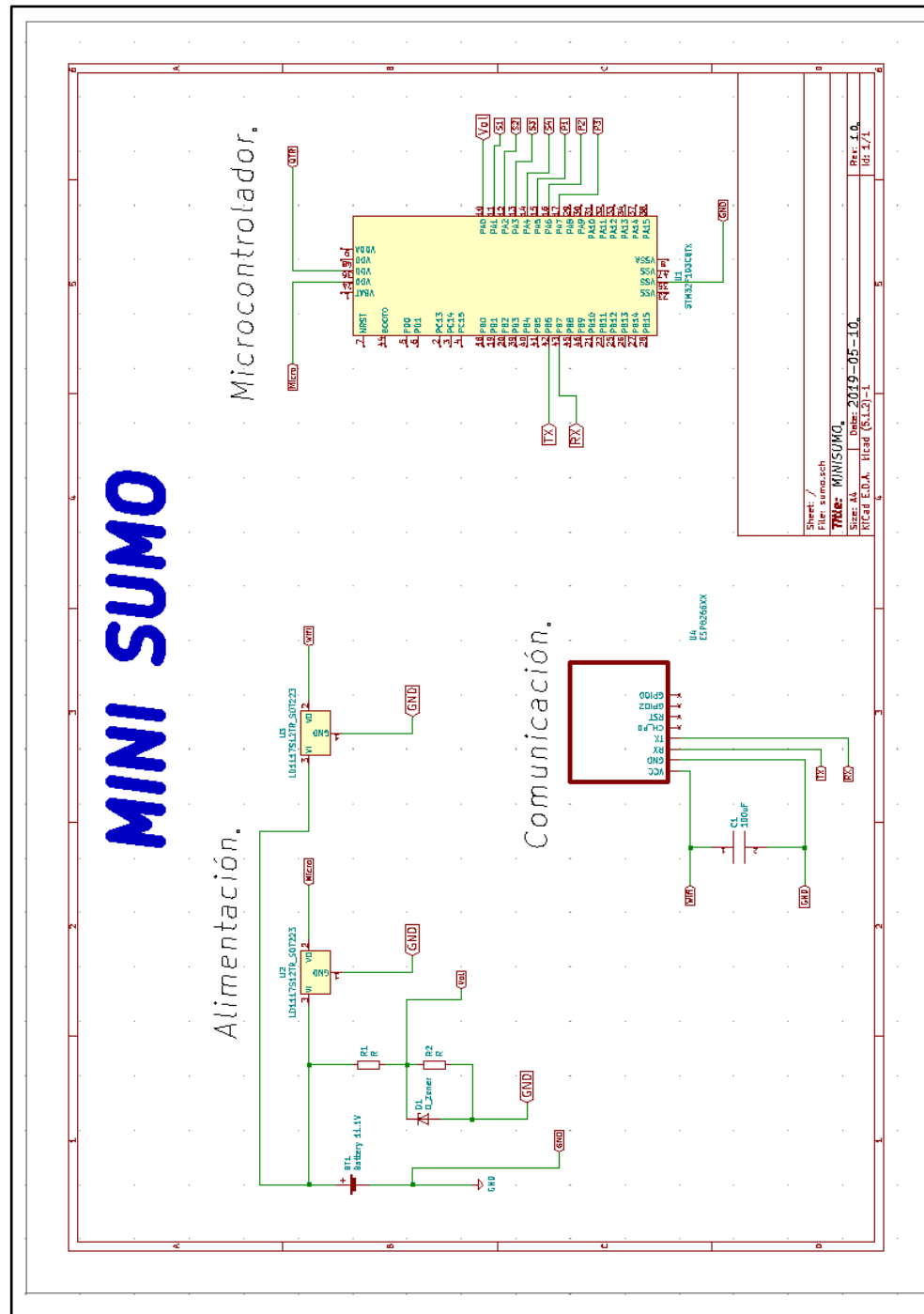
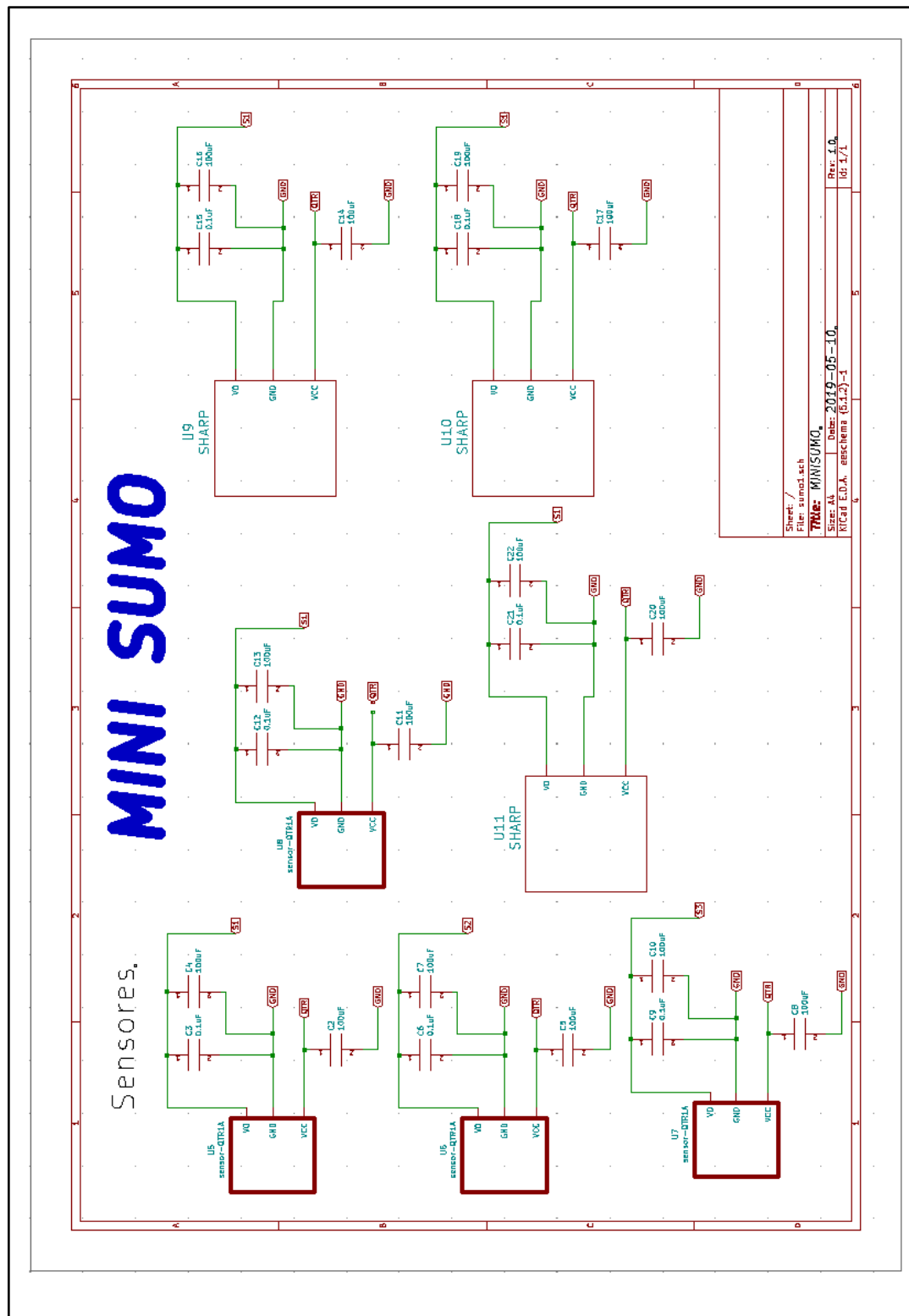


Figura 4. Esquemático parte 2 de 2.



## Implementación

Para la implementación se tuvo en cuenta lo siguiente: como el chasis consta de dos pisos se procede a los sensores SHARP en el primer piso, para de esta manera poder garantizar que el mini sumo pueda detectar el objeto sin tener complicaciones, en cuanto al diseño del chasis como se puede observar en la siguiente imagen (Fig. 4 y Fig. 5) se han realizado los huecos pertinentes para los sensores QTR1A y los sensores SHARP para de esta manera poder introducirlos de manera exacta, para que por medio de presión dichos sensores se puedan instalar.

Figura 4. Chasis implementado para el primer piso para sensores QTR1A.

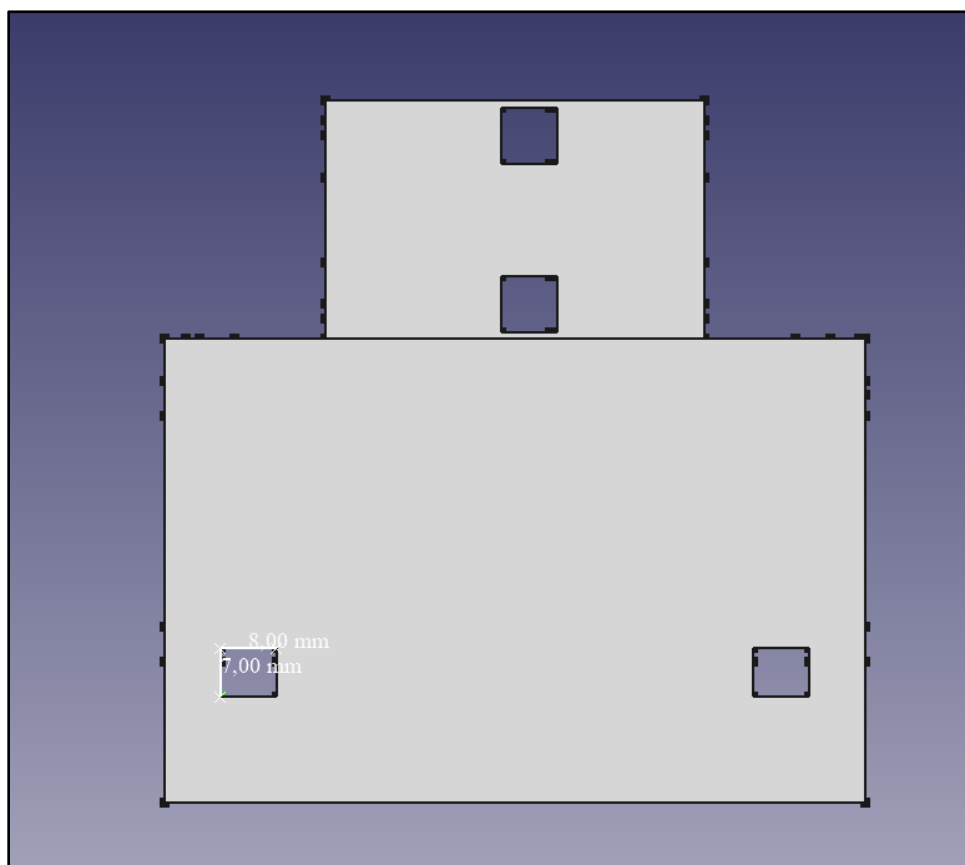
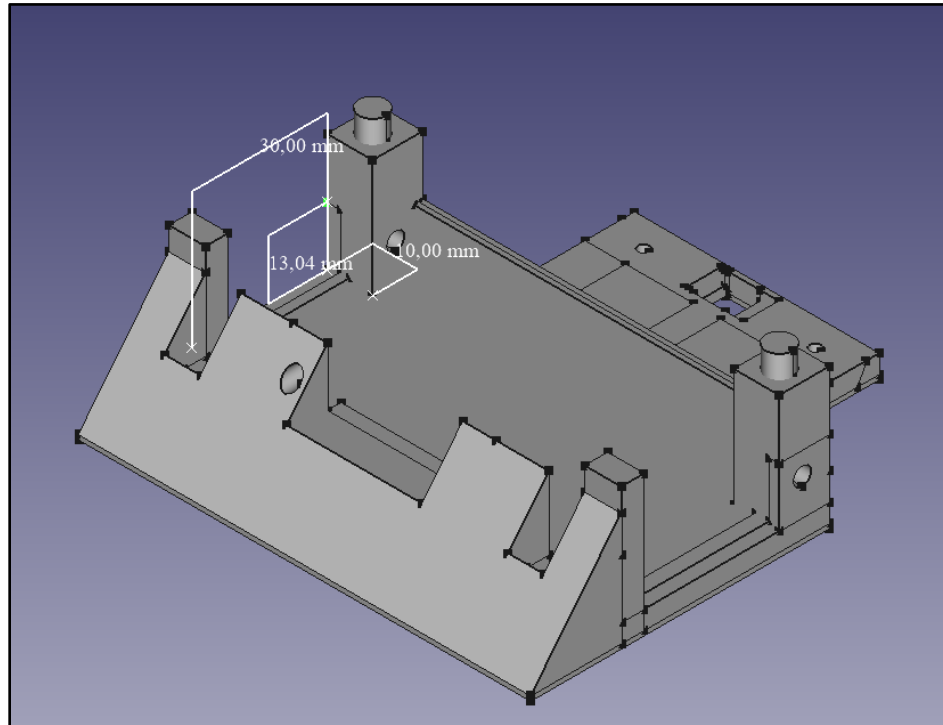
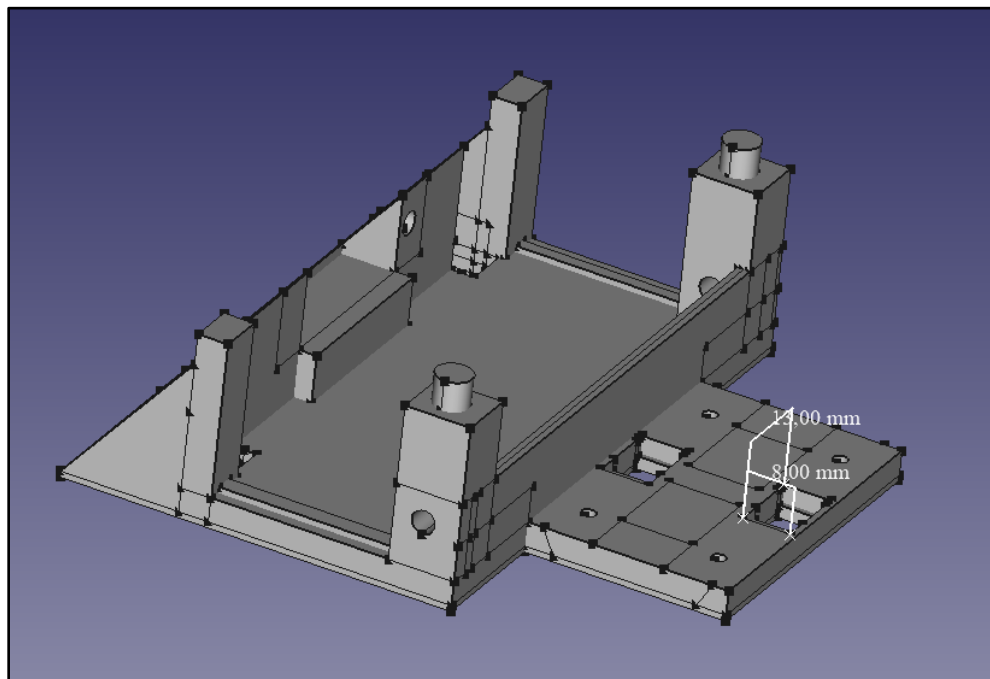


Figura 5. Chasis implementado para el primer piso para sensores SHARP GP2Y0A41SF0K.



En la siguiente imagen (Fig. 6) se tiene otra perspectiva de los huecos realizados para el sensor QTR1A.

Figura 6. Perspectiva 2 para los huecos del sensor QTR1A.

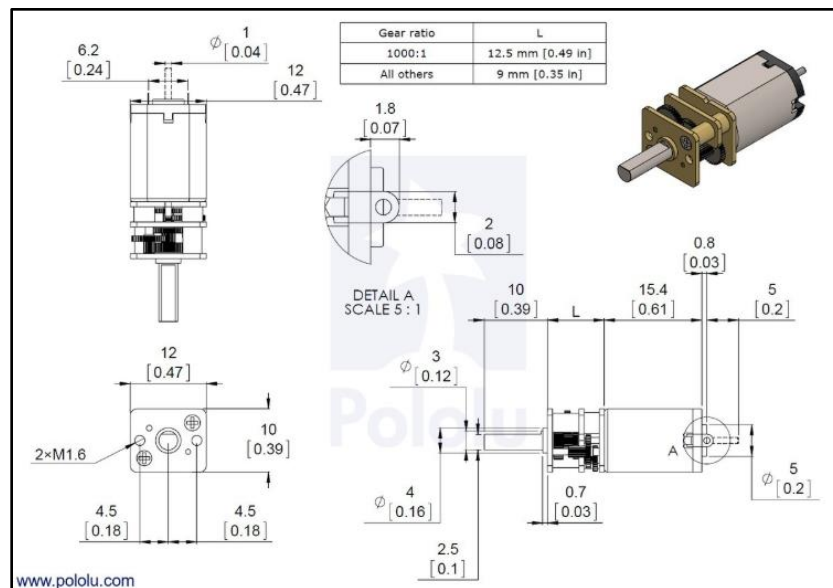


Para la fabricación de los huecos se tuvo en cuenta lo siguiente: para los sensores QTR1A se tiene una media de 13 mm x 8 mm esta medida fue sacada de la página web del distribuidor [11], como se quería que dicho sensor en el piso quedara exactamente a 3 mm del piso para que tenga la distancia optima de censado, por lo cual se realizar los siguientes cortes en la pieza un corte de un rectángulo de 8mm x 4mm x 2mm para de esta manera poder dejar un espacio si se quiere ajustar el sensor con un tornillo, se hace otro corte de un rectángulo de 1mm x 8 mm x 3mm para de esta manera garantizar que una vez soldados los pines del sensor estos queden acomodados de tal forma que no haga interferencia con el diseño. Con estos parámetros se garantiza que el sensor queda exactamente a 3mm de distancia del suelo para tener una lectura optima del mismo.

Ahora para los sensores SHARP se tiene lo siguiente en cuenta las medidas encontradas en el data sheet del fabricante [12], en este se especifica que el cuerpo como tal tiene una media de 44.5 mm x 18.9 mm x 13.5 mm, por que para los huecos como se muestra en la figura 5, se obvia el tamaño de las pestañas del sensor para que de esta manera realizar un rectángulo de medidas 30 mm x 10mm x 14 mm, garantizando que de los sensores pueden entrar a presión.

Luego de tener los huecos para los sensores lo siguiente que se procede a realizar es la medición total la pieza del motor, esta esta compuesta por el motor y la rueda, para las medidas del motor se toma en cuenta las medidas que están presentes en la siguiente imagen (Fig. 7).

Figura 7. Medidas del motor reductor.



Teniendo en cuenta la grafica anterior, la parte metálica solo mide 15 mm x 12 mm x 10 mm, mientras que la piñonería tiene una medida 9mm x 12 mm x 10mm, teniendo en cuenta esto se procede hacer un bloque con estas medidas y adicionalmente se va tomar las medidas de las ruedas para de esta forma tener una pieza total y por consiguiente poder hacer el corte respectivo en el chasis. Las medidas de la rueda son 29.3 mm x 22.5 mm.

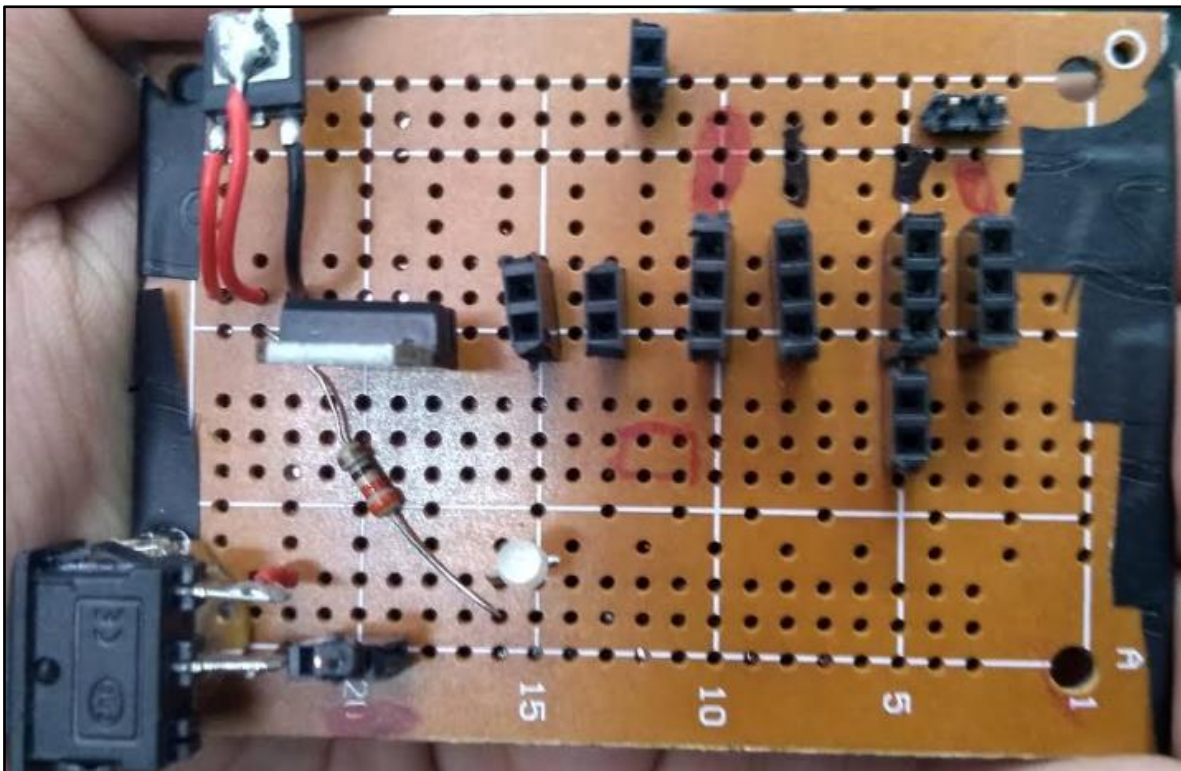


Después de tener la medida de esta pieza, se procede a realizar el corte en el chasis para de esta manera garantizar que las ruedas jamás chocaran con el chasis, el espacio conseguido esta consignado en la figura 6 de este documento.

Ahora para la parte electrónica se decidió dejar la etapa de potencia aparte del microcontrolador, para de esta manera primero garantizar que toda la etapa de potencia al final pueda dar los 3.3 V para poder alimentar de manera adecuada el microcontrolador. Entonces para la primera baquela se dejan unas regletas hembra para el VCC de 7V y la tierra, en la parte del VCC se deja un pin para alimentar el modulo del puente H y se conecta un pin al primer regulador (Regulador de 7V a 5 V), luego de esto se hace la conexión al segundo regulador (Regulador de 5V a 3.3V) finalmente se deja una conexión del ultimo regulador al microcontrolador para poder conectar VCC y GND.

La siguiente imagen (Fig. 8) muestra como fue el diseño final de esta placa, mostrando los pines de conexión y el led de aviso de que si esta funcionando el sistema. Además, a esta placa se le agrega un switch ON/OFF para habilitar el paso de corriente de la batería Lipo.

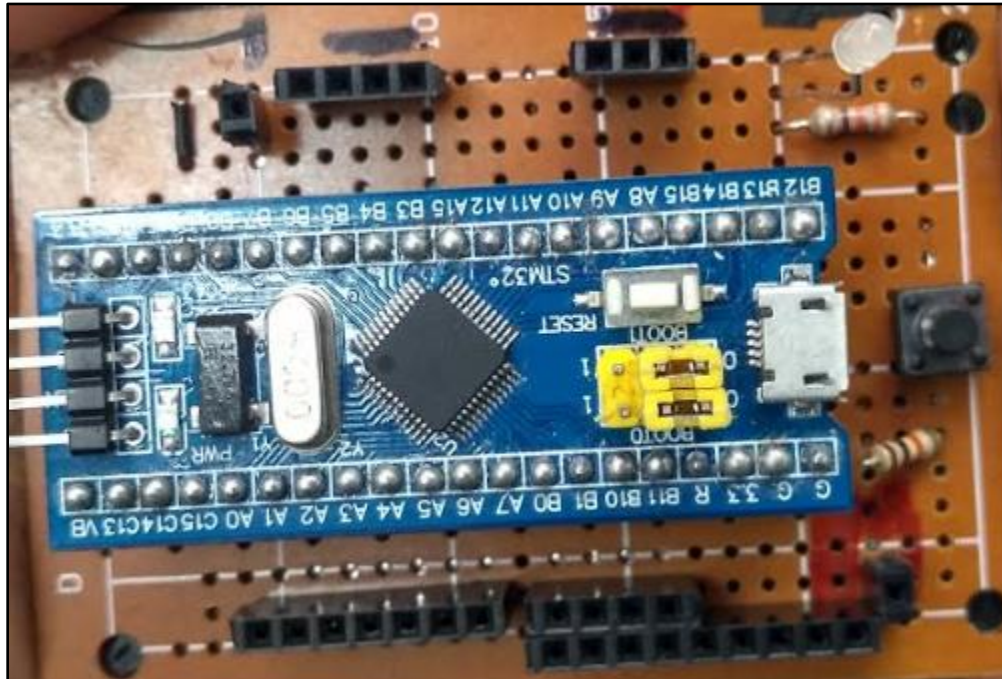
**Figura 8. Placa de la etapa de potencia.**



Para la etapa del microcontrolador se hace las conexiones de los pines B0, B1, B10, B11, para el funcionamiento de los motores, los pines A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, para el funcionamiento de los sensores SHARP y los sensores QTR1A. También se ha dejado una regleta hembra para todos los VCC de los sensores y los enables del módulo, se hizo el mismo procedimiento para la tierra de los

componentes ya antes mencionados. Se ha dejado también una conexión a tierra del microcontrolador y una conexión a la fuente de alimentación del microcontrolador, para de esta forma garantizar el funcionamiento optimo de los componentes. La siguiente imagen (Fig. 9) muestra el resultado final de la placa, al igual que la anterior se le dejo un led para verificar el funcionamiento.

**Figura 9.** Placa de la etapa del microcontrolador.



## Conclusiones

1. Se debe seguir un procedimiento de ensamblado paso a paso e ir probando cada uno de los elementos soldados, ya que en las primeras pruebas se obtuvieron varios problemas con las conexiones, entonces lo que se procedió fue a ir probando con un circuito básico de leds todas las conexiones que se realizaron en la etapa de potencia.
2. Los sensores sharp, en el ADC tienen un comportamiento al detectar un objeto, por eso no pudo ver otro mini sumo desde lejos, sino tenía que estar cerca.
3. Los motores a comparación de otros sumos, no era lo suficiente rápido para poder mover otros objetos algunas veces, el sumo andaba lento por esa razón.
4. Al principio los reguladores, no estaban suministrando la suficiente energía para activar el micro, por cortos presentes al soldarse.